

**De energiefunctie
van de Belgische Kust
en de
maritieme industrialisering.
Een
technisch-ekonomische
evaluatie.**

SYMARINDUS

WVES

WESTVLAAMS EKONOMISCH STUDIEBUREAU

V

indus
de Belgische Kust en de
sering: een technisch-



WETSTRAAT

FRANÇOIS STUBBENBACH

1931

de energiefunctie van de belgische kust

en de maritieme industrialisering

VIXX

FRANÇOIS STUBBENBACH

Wetstraat 10
1000 Brussel

Thuis van Kruisveld
Brouwerijstraat

Thema van de studie: Energie

De v. O. V. v. v.

V. O. V. v. v.

Koninkrijk der Nederlanden

De v. O. V. v. v.

V. O. V. v. v.

Overzichtskaart van de kust

De v. O. V. v. v.

V. O. V. v. v.

De v. O. V. v. v.

De v. O. V. v. v.

De v. O. V. v. v.

De v. O. V. v. v.

Studie uitgevoerd in opdracht van het Staatssekretariaat voor Vlaamse
Streekeconomie en voor Ruimtelijke Ordening en Huisvesting

WESTVLAAMS
EKONOMISCH STUDIEBUREAU
WES

Wetenschappelijke leiding : Prof. Dr. ec. O. VANNESTE

XXIV

de energiefunctie van de belgische kust en de maritieme industrialisering

een technisch-ekonomische evaluatie

SYMARINDUS

Westvlaams Economisch
Studiebureau, Brugge

Dienst voor Nijverheids-
bevordering, Brussel

Voorzitter en Algemeen Konzept

Dr. ec. O. Vanneste

Ir. R. Medart

Koördinatie en wetenschappelijke analyse

Dr. ec. N. Vanhove

Ir. G. Schelfaut

Wetenschappelijke medewerkers

Dr. wet. S. Beernaert

Ir. M. Valckenaers

Ir. E. De Backer

Dr. ec. W. Van den Panhuyzen

Lic. geogr. J. Hemschoote

Dr. ec. J. Theys

BRUGGE

1977

1977

De Wet op de Arbeid

Wet

de arbeidende klasse van de Belgische Staat

en de munitie van de munitie

en de munitie van de munitie

Wet

de munitie van de munitie

de munitie van de munitie

de munitie van de munitie

de munitie van de munitie

de munitie van de munitie

de munitie van de munitie

de munitie van de munitie

de munitie van de munitie

de munitie van de munitie

de munitie van de munitie

de munitie van de munitie

de munitie van de munitie

Wettelijk depot : D/1977/0624-1

1977

1977

voorwoord

Dit rapport is het resultaat van de kosten-baten analyse waarmee SYMARINDUS door het Staatssecretariaat van Streekeconomie werd belast.

SYMARINDUS is een studiesyndikaat dat werd gesticht in januari 1974 door de Dienst voor Nijverheidsbevordering (D.N.B.) en het Westvlaams Economisch Studiebureau (W.E.S.) met als voorwerp: 'alle opzoekingen en studiewerk met betrekking tot de inplanting van nieuwe industrieën in de voorhavens of in zee waaronder public utilities alsmede hun eventuele integratie in bestaande nijverheidsstructuren in West-Vlaanderen, ten einde te komen tot een sensibility studie van Noordzeewerken die ertoe bijdragen de Belgische maritieme gebieden te valoriseren'.

Men zal zich herinneren dat een analoog studiesyndikaat werd opgericht in december 1973 door de D.N.B., de Nationale Investeringsmaatschappij en een private onderneming. Dit studiesyndikaat had tot doel een aantal voorbereidende studies uit te werken voor de economische ontwikkeling van de kustgebieden, meer bepaaldelijk met betrekking tot de nodige infrastructuur die hiervoor nodig zou blijken. SYMARINFRA werd door mijn voorganger, Staatssecretaris Dhoore, in augustus 1974 belast met een studieopdracht inzake het opstellen van een referentieschema voor de economische ontwikkeling van de maritieme gebieden, dat als beleidslijn zou kunnen dienen voor het nemen van een aantal opties en prioriteiten. Tevens diende een schatting te worden gemaakt van de investeringsbedragen die daarmee gepaard gingen en de nodige infrastructuur waaraan zou moeten gedacht worden.

Deze studie werd beëindigd in oktober 1975 en de conclusies hiervan werden bekend gemaakt in november 1975. Hierbij lagen twee werkhypothesen aan de basis: de uitbouw van een L.N.G.-terminal te Zeebrugge en de bouw van een kunstmatig eiland waarop 4×1.000

MWe kerncentrales zouden kunnen gebouwd worden. De ermede gepaard gaande investeringen en hun spreiding over de tijd werden in deze studie op grond van voorstudies becijferd.

Het kwam er toen op aan het bewijs van de economische verantwoording van deze werkhypothesen in de regionale en de nationale context te leveren. Deze opdracht werd aan het studiesyndikaat SYMARINDUS toevertrouwd in juli 1975. De conclusies van deze studie werden, zoals contractueel voorzien, voorgelegd in september 1976.

Zoals voor de SYMARINFRA-studie werd ernaar gestreefd de SYMARINDUS-studie in parallel te laten verlopen met de beleids-optiek van de verschillende betrokken ministeriële departementen. Daarom werden de tussentijdse rapporteringen regelmatig besproken door een stuurgroep waarin deze departementen vertegenwoordigd waren, met name: Economische Zaken, Nederlandse Cultuur, Openbare Werken, Verkeerswezen, Vlaamse Aangelegenheden en Volksgezondheid, dit om te vermijden dat een aantal voorstellen in het eindrapport in strijd zouden zijn met de politiek die door deze departementen wordt gevoerd.

Benadrukt wordt dat de conclusies van de SYMARINDUS-studie deze zijn van de contractanten, met name: de D.N.B. en het W.E.S. Zij worden derhalve niet a priori onderschreven door en mogen dan ook niet beschouwd worden als representatief voor de opvattingen van het Staatssecretariaat in het bijzonder en de Regering in het algemeen.

Vanzelfsprekend echter vormen deze conclusies een van de elementen die zullen weerhouden worden bij het uitstippelen van het beleid inzake de regionale ontwikkeling van de Kuststreek. Zij zullen daarom te gelegener tijd met alle instanties besproken worden die bij deze regionale ontwikkeling betrokken zijn.

Ik hoop dan ook ten eerste dat deze studie de basis mag worden van een vruchtbaar openbaar debat ter zake met het oog op de optimale aanwending van de mogelijkheden die onze kuststreek ons biedt met prioritaire bekommernissen voor leefmilieu en toerisme.

Mark EYSKENS,

*Staatssecretaris voor Vlaamse Streekeconomie,
Ruimtelijke ordening en huisvesting.*

algemene inleiding

Reeds lang voor de oliekrisis werd het probleem van de inplanting van een tweetal kerncentrales aan de Belgische Kust gesteld. In het begin van de jaren zeventig namen de voorstellen van de elektriciteitsmaatschappijen meer concrete vormen aan. Ter zelfdertijd bleek dat ook ten aanzien van andere energiebronnen, onder meer « liquefied natural gas » (LNG of vloeibaargemaakt aardgas), de kustzone een grotere rol zou vervullen in de energievoorziening van het land. Daarenboven nam ook het probleem van de waterbevoorrading scherpere vormen aan.

Ten einde de gestelde problemen omtrent kernenergie, energiebevoorrading en waterontzilting te kunnen behandelen en een regionale visie op te bouwen, werd in 1973 beslist twee studiesyndikaten op te richten. Het eerste betreft *Symarinfra*, gevormd door de Dienst voor Nijverheidsbevordering, de Nationale Investeringsmaatschappij en de nv LL. & N. De Meyer. Deze studiegroep werd belast met de voorbereidende studie van de maritieme infrastructuurwerken beantwoordend aan de nieuwe functies die aan de kustzone kunnen worden toebedeeld. Het tweede studiesyndikaat werd opgericht onder de naam *Symarindus* door de Dienst voor Nijverheidsbevordering en het Westvlaams Economisch Studiebureau. De opdracht van *Symarindus* was tweevoudig. Primo moest worden nagegaan welke industriële activiteiten uit de energiefunctie zijn af te leiden en welke de optimale lokalisatie is. In de tweede plaats moest de makro-ekonomische rendabiliteit van de noodzakelijke publieke investeringen worden bestudeerd.

Onderhavige publikatie is het resultaat van de werkzaamheden van de tweede studiegroep. De studie werd in juli 1976 reeds neergelegd bij de opdrachtgever, het Staatssekretariaat voor Streekeconomie, Ruimtelijke Ordening en Huisvesting, onder de benaming 'Rapport *Symarindus*'.

In de *Symarinfrastudie* werd de lokalisatie en de infrastructuur bestu-

deerd nodig voor een industriële uitbouw van de maritieme gebieden vertrekkend van de inplanting in de kustzone van een LNG-terminal en vier kerncentrales van 1.000 MW. In een afzonderlijk en hiernavolgend technisch voorwoord hebben we enkele belangrijke onderdelen in de Symarinfrastudie toegelicht in zover deze onderdelen vertrekpunten en technische grondslagen zijn voor onderhavige studie. In deze inleiding beperken wij onze beschouwingen tot de drie belangrijke investeringsvoorstellen die als besluiten uit de Symarinfrastudie voortvloeien, namelijk de uitbouw van de voorhaven van Zeebrugge, de bouw van een LNG-terminal in de nieuwe voorhaven en de bouw van een industrieel eiland met kernenergiepark op De Wandelaar of Smalbank II.

Deze drie investeringsvoorstellen, namelijk LNG-terminal, voorhaven Zeebrugge en vier 1.000 MW/kerncentrales op een kernenergie-eiland, vormen de basisuitgangspunten van de Symarindusstudie. Het gaat hier geenszins om definitieve beslissingen maar wel om werkhypotesen. Weliswaar werden tijdens de slotfase van de Symarindusstudie, met betrekking tot de investeringsvoorstellen een aantal beslissingen genomen door de Belgische regering; basisgegevens en berekeningen werden hiertoe door Symarindus uitgevoerd. Zo werd de haven van Zeebrugge effectief aangeduid als aanvoerhaven van het LNG in het kader van het Sonatrach kontrakt, en de voorhaven te Zeebrugge zal als dusdanig worden uitgebouwd. Tevens heeft de regering eveneens beslist zowel te Doel als te Tihange een bijkomende kerncentrale van 1.000 MW te vestigen. Deze laatste beslissing ligt in de lijn van het advies van de Kommissie van Beraad inzake Kernenergie. Dit wil niet zeggen dat de behoefte aan een kernenergie-eiland zich niet zal stellen op iets langere termijn. Dit is afhankelijk van de beschikbaarheid van voldoende andere energiebronnen en de evolutie van het verbruik van energie. In deze zin boet de uitgevoerde studie niets aan waarde in. De verschuiving in de tijd kan enkel een beperkte weerslag hebben op de resultaten van bepaalde onderdelen van de kosten-batenanalyse van een energie-eiland. Fundamenteel wordt door deze tijdsverschuiving niets gewijzigd. Uit welvaartseconomisch standpunt blijven de besluiten uit onderhavige studie aangaande de eilandkeuze geldig, ongeacht de datum van ten uitvoerlegging.

Tenslotte heeft de regering in september 1976 de studie en de uitbouw van de voorhaven van Zeebrugge, die noodzakelijk is om de

LNG-terminal in te planten, toegewezen aan de tijdelijke vereniging Zeebouw-Zeezand. De Minister van Openbare Werken werd hierbij gemachtigd met deze vereniging een raamkontraakt af te sluiten.

*

**

De taak van het Studiesyndikaat Symarindus was, zoals hoger reeds werd gesteld, vooral gericht op twee punten. In de eerste plaats heeft de Symarindusstudie als doel de analyse van de potentiële afgeleide industrieën die voortvloeien uit de nieuwe energiefunctie van de kustzone, en de bepaling van de oordeelkundige inplanting van deze activiteiten op een lokaal, regionaal en zelfs breder vlak. In de tweede plaats gaat het om een studie van de economische uitvoerbaarheid van de investeringsvoorstellen (feasibility-studie).

De Symarindusstudie omvat vier delen die elk min of meer een afgerond geheel kunnen vormen.

Het eerste gedeelte behandelt de technische polarisatie op basis van de LNG-aanvoer en van de produktie van elektriciteit op kernenergiebasis op een eiland. Men kan de drie bovenvermelde investeringsvoorstellen beschouwen als motorische elementen van een groeipool. Het fenomeen van de groeipool zit hier vervat in de technische polarisatie op basis van LNG-aanvoer en de produktie van elektriciteit. Zoals verder uit de studie zal blijken, betreft het veelal een technische polarisatiewerking via de gekombineerde invloed van LNG en elektriciteitsproduktie. De voorhaven zelf moet als het motorisch element van een investeringspolarisatie worden beschouwd.

Hierbij wordt in de studie een onderscheid gemaakt tussen een éénpolige en tweepolige ontwikkeling. Met éénpolige ontwikkeling wordt bedoeld de potentiële industrialisatie op basis van de combinatie van de LNG-terminal te Zeebrugge en het kernenergie-eiland op De Wandelaar. De Wandelaar is een verzamelnaam voor een reeks kleine zandbanken ter hoogte van Wenduine-Blankenberge. De LNG-terminal en het eiland worden aldus gesitueerd in eenzelfde gebied en de direkte invloed binnen de regio beperkt zich tot de achterhaven van Zeebrugge. Vandaar de éénpolige terminologie. Zo men denkt aan de combinatie van een LNG-terminal in de voorhaven te Zeebrugge met een kernenergie-eiland op de Smalbank, voltrekt zich een

gedeelte van de technische polarisatie op twee verschillende plaatsen in het achterland van de Kust. Om deze reden hebben we het over een tweepolige ontwikkeling. De Smalbank is immers een zandbank die zich uitstrekt van Duinkerke tot Oostduinkerke. Meer bepaald het gedeelte ter hoogte van Koksijde, in de studie als Smalbank II aangeduid, komt in aanmerking.

De gevolgen op industrieel vlak van de polarisatiewerking en de algemene economische, urbanistische en infrastrukturele gevolgen op de regio, vormen het sluitstuk van het eerste gedeelte van de studie. Een ruim gedeelte van de grondstoffen die te Zeebrugge worden aangevoerd of de industriële produkten die resulteren uit de direkt of indirekt afgeleide activiteiten, kunnen om uiteenlopende redenen niet worden verwerkt in het achterland van de kustzone. De afvoer ervan kan dan op verschillende wijzen geschieden. Een transportmedium dat hierbij een zeer belangrijke rol zal vervullen is de pijpleiding. De veelheid aan pijpleidingen kan belangrijke ruimtelijke problemen met zich brengen. In het tweede gedeelte van de studie wordt aan dit aspect bijzondere aandacht geschonken en dit onder een tweevoudig opzicht, namelijk de aard van de mogelijke leidingen en de integratie ervan in een pijpleidingenstraat.

De energiefunctie en de afgeleide industriële activiteiten vertonen uiteraard menig ekologisch aspekt. In het licht van de uitgesproken toeristische functie van de Kust, krijgt dit een bijzondere betekenis. Om deze reden wordt in een derde gedeelte van deze studie een ekologische evaluatie gemaakt van de potentiële industriële activiteiten.

In het vierde en laatste gedeelte van de studie wordt de sociaal-economische rendabiliteit van de investeringsvoorstellen van de voorhaven te Zeebrugge en de kernenergie-eilanden De Wandelaar en Smalbank II bestudeerd. De studie van het makro-economisch rendement geschiedt aan de hand van de methode van de kosten-batenanalyse. In wezen gaat het om een sociaal-economische balans van publieke investeringsvoorstellen vervat in de Symarinfrastudie. Een belangrijke opmerking moet evenwel worden gemaakt: ten aanzien van het kernenergie-eiland was de vraag niet zozeer welke de makro-economische rendabiliteit is van het eiland, dan wel welke van beide beschouwde eilanden het hoogste totaal rendement voor de gemeen-

schap kan afwerpen. Bij de uiteindelijke keuze zijn er weliswaar nog andere elementen die bij de voorbereiding van de beleidsbeslissing in aanmerking moeten worden genomen.

Er moet hierbij duidelijk worden gesteld dat deze studie niet ingaat op de al of niet wenselijkheid van kernenergie aan de Belgische Kust. Kerncentrales op of onmiddellijk achter de kustlijn zijn echter niet te verantwoorden. Deze studie geeft wel de oplossing voor de inplanting van kerncentrales in de kustzone voor zover de vrijwaring van de energiebevoorrading dit noodzakelijk maakt. In deze zin houdt het een belangrijk element in voor een tijdige voorbereiding. Tevens worden hiermede de belangen van de toeristische sektor maximaal gediend.

Er zij ook vermeld dat in deze publikatie niet alle aspecten gedetailleerd kunnen worden weergegeven. Het groot aantal vrij uitgebreide technische rapporten die tijdens de uitwerking van de studie werden opgemaakt, zijn niet in de publikatie opgenomen.

Bij het beëindigen van deze algemene inleiding moet een belangrijke opmerking worden gemaakt. De werkzaamheden van het studiesyndicaat Symarindus geven de maximale mogelijkheden die uit de drie voorgestelde motorische elementen kunnen voortvloeien alsmede de beperktheden. Met andere woorden de studie geeft de bovenste en onderste grens van de technisch-ekonomische mogelijkheden aan. De realiteit zal tussen beide extremen liggen; daarom werden in de kosten-batenanalyse meerdere varianten in rekening gebracht zowel langs de kosten- als batenzijde.

Symarindus
WES - DNB

technisch voorwoord

Zoals in de algemene inleiding werd gesteld, ligt het energieprobleem aan de basis van de studiesyndikaten 'Symarinfra' en 'Symarindus'. Vertrekkende van de energiefunctie werd een industrieel complex ontworpen waarin de energieproductie centraal staat. Daarrond dienen zich een aantal bedrijven te ontwikkelen die vooral de neven-effecten van de energiefunctie nuttig zouden gebruiken.

Aan het studiesyndikaat 'Symarinfra' werd de opdracht gegeven de infrastructuur te onderzoeken behorend bij dergelijk industrieel complex. Tevens werd door dit studiesyndikaat de uitvoerbaarheid op technologisch, ekologisch en bedrijfseconomisch gebied nagegaan. De belangrijke resultaten van dit onderzoek zijn vervat in het rapport 'Syntese van de Symarinfrastudie'. In dit technisch voorwoord worden enkele hoofdelementen ervan hernomen met weglating van de technische aspecten die verder in de Symarindusstudie in extenso aan bod komen en/of uitgediept worden. De hiernavolgende samenvatting dekt zodoende op verre na niet de totale inhoud van het onderzoekswerk van het studiesyndikaat Symarinfra¹.

Het studiesyndikaat is bij zijn studie uitgegaan van de primaire energiebehoeften in 1985. Hierbij werden de diverse energiedragers in beschouwing genomen. Twee energiedragers zouden in België fel aan betekenis winnen, met name aardgas en kernenergie. Daarenboven bleek al dadelijk dat de ontwikkeling van de vraag naar aardgas en kernenergie een weerslag zou hebben op de maritieme gebieden.

*
**

Inzake aardgas volstaan de door België afgesloten of in het vooruitzicht gestelde kontrakten niet om de toenemende vraag volledig te

¹ Hierbij denken we onder meer aan de beschrijving van het industrieel complex, de financiële gevolgen van de gedane voorstellen evenals de juridische problematiek betreffende de bouw van infrastructuurwerken in zee.

voldoen, temeer daar het volume Nederlands aardgas binnen afzienbare tijd drastisch zal worden ingekrompen. België heeft geen eigen gasvoorraad en invoer is dan ook noodzakelijk. De belangrijkste hoeveelheden aardgas bevinden zich :

- in Afrika (Algerië, Nigeria) en het Midden-Oosten ;
- in de Noordzee, deels geassocieerd bij de olieproductie ;
- in de poolstreken van de USSR, in de poolzeeën en in het noorden van Canada ;
- in Indonesië en Zuid-Amerika.

De aanvoer van vloeibaar gemaakt aardgas per metaantanker is aangewezen, gezien de afstanden en de prijs van pijpleidingentransport vanuit overzeese gebieden. Meerdere factoren onderstrepen het belang van een eigen LNG-terminal voor het ontvangen van de metaantankers en het hervergassen en konditioneren van vloeibaar aardgas. De voordelen liggen op het vlak van de energetische politiek en de industriële politiek.

Inzake energetische politiek moet worden onderstreept :

- de beperking van de risico's verbonden aan de energetische afhankelijkheidspositie tegenover de leverancierslanden door de mogelijkheid tot geografische en politieke spreiding van de bevoorrading ;
- de uitbreiding van de aardgasvoorziening kadert ook in de politiek van bevoorradingzekerheid door spreiding van de risico's over de verschillende energiedragers, d.w.z. beperking van de afhankelijkheid van aardolie ;
- de onafhankelijkheid van een doorvoerland en
- energiebevoorrading tegen een voordelige kostprijs.

Inzake industriële politiek trekken we de aandacht op :

- de energiebevoorrading van de nijverheid tegen de meest voordelige prijzen komt de competitiviteit van de nationale economie en dus ook de tewerkstelling ten goede ;
- de grotere bevoorradingzekerheid inzake energie heeft een gunstig effect op de aantrekkelijkheid van België voor investeringsprojecten ;

— de valorisatie van de in het LNG gestockeerde frigorieën zal aanleiding geven tot de ontwikkeling van belangrijke nevenactiviteiten, die van aard zijn rond de terminal een nieuwe economische groepipool te kreëren met verrijkende en verrijkende kwantitatieve en kwalitatieve tewerkstellingseffekten.

Daarenboven is gebleken dat de aanvoer van LNG met een metaanschip in een Belgische haven goedkoper is dan de invoer via een buitenlandse haven, van waaruit een bijkomend transport naar België per gaspijpleiding nodig is.

In de Belgische kontekst bleek de aanvoer via de haven van Zeebrugge het meest aangewezen. De LNG-terminal in de haven van Zeebrugge omvat de bouw van een aanlegplaats voor metaantankers met diepgang — 14 m, de ruimte nodig voor de uitbouw van een terminal met 300.000 tot 500.000 m³ LNG-opslag en de nodige hervergassingsinstallaties. De in acht te nemen veiligheidscriteria wijzen in de richting van de voorhaven die moet worden uitgebouwd, onder meer in functie van deze behoefte. De behoeften inzake aardgas vergen de uitbouw van een LNG-terminal met een jaarkapaciteit van nominaal 12 miljard Nm³. Voorzieningen voor latere uitbreiding moeten ongetwijfeld worden voorzien.

Door het studiesyndikaat Symarinfra werd de vorm van een buitenhaven ontwikkeld op basis van een aantal beschouwingen die rekening houden met het dynamisch evenwicht van de zeebodem in de nabijheid van het Schelde-estuarium, nautische factoren en zeestromingen. Een schets van de haven werd vastgesteld, rekening houdend met de resultaten van proeven uitgevoerd in het Waterbouwkundig Laboratorium te Borgerhout. Het gaat hier geenszins om een definitieve vormgeving. Meerdere aspecten moesten nog worden onderzocht, doch zijn nu in onderzoek zoals :

- de maximale uitbouw in zeewaartse richting ;
- het technisch plafond inzake diepgang voor Zeebrugge ;
- de baggerwerken ;
- de vorm en de grootte van de onderwaterstrekdammen ;
- de golfpatronen buiten de haven ;
- de golfpenetratie binnen de haven ;
- de keuze en de uitvoeringsmethoden van de zeekeringen, bagger- en funderingstechnieken.

Samen met de behoefte aan buitenhaventerreinen voor allerlei trafieken is de definitieve inrichting van de buitenhaven nog nader te bepalen en zullen de optimale inplantingen in deze buitenhaven kunnen worden vastgelegd.

Tegelijkertijd met de uitbouw van de buitenhaven van Zeebrugge, dienen ook werken te worden uitgevoerd om de stranden vóór de Oostkust te verbeteren en te verdedigen. Een deel van deze werken is overigens ook nu reeds, zonder de uitbouw van de buitenhaven, noodzakelijk.

De kostprijs van de uitbouw van een voorhaven (havenhoofden, baggerwerken, toegangswerken tot de zeesluis enz.), inclusief de kustverdediging van de Oostkust, werd op circa 10 miljard fr. geraamd (prijzen januari 1975). De kosten voor de LNG-terminal zijn hierin niet begrepen, evenmin de kosten voor de superstructuur en de kaaien in het kader van de definitieve inrichting van de haven.

**

De inzinking van de economische conjunctuur deed twijfels ontstaan omtrent de groei van het gevraagde elektrisch vermogen. In 1975 nam het netto-verbruik zelfs af met 5,7 %, maar 1976 vertoonde opnieuw een groeivoet van 9,1 %. Men kan dus stellen dat de opgaande trend van de vraag naar elektrische energie onder meer wegens de versnelde substitutie vanuit de andere energiebronnen op middellange en lange termijn zal doorgaan. De Symarinfrastudie kwam tot de konklusie dat het aangewezen was het equivalent van 16 MT sk.e primaire energie onder de vorm van kernenergie te voorzien tegen 1985. Dit stemt overeen met een te installeren vermogen van 6.000 tot 7.000 MWe. Gezien de omvang van het koelwaterprobleem bij de installatie van kerncentrales, hield de Symarinfrastudie rekening met de eventuele inplanting in de maritieme gebieden van 4.000 tot 6.000 MWe met uitbreidingsmogelijkheden. De studie stelde dat over de noodzakelijkheid hiervan andere instanties zich dienden uit te spreken en dit in functie van de energiebehoeften die door de kernenergie moeten worden gedekt en de inplantingsmogelijkheden in het binnenland.

Er bestaat een uitgesproken voorkeur voor de groepering van deze

kerncentrales, zoals geschiedt in het buitenland (onder meer Frankrijk en Duitsland). Dit leidt tot lagere investeringskosten per MWe. Daarenboven wordt hierdoor de valorisatie van de afvalwarmte gegarandeerd. Twee centrales zijn een minimum. Aan de valorisatie van de afvalwarmte is echter een belangrijke voorwaarde verbonden. De gelijkmatige produktie van elektrische energie heeft echter een gelijkmatige produktie van afvalwarmte voor gevolg. Wil men in optimale voorwaarden werken, dan moet een afnemerspakket voor de afvalwarmte gevonden worden dat een zo konstant mogelijke afname waarborgt.

De afvalwarmte kan gelukkig in verschillende vormen omgezet en aangeboden worden :

- als stoom : de transportafstand beperkt zich echter tot nagenoeg 2 km ;
- als warm water op hoge temperatuur, 120° en hoger : de transportafstand beperkt zich in dit geval tot ongeveer 20 à 30 km ;
- als warm water op lagere temperatuur, 30 tot 40°C : hiervoor is de transportafstand zeer groot.

Voor elk van deze vormen bestaan specifieke toepassingen :

- de stoom als bron voor proceswarmte in een industrieel complex ;
- water op hoge temperatuur als transportmiddel van warmte voor verwarmingsdoeleinden ;
- water op lage of lagere temperatuur, ten behoeve van agro-industriële doeleinden en, mits ontzilting, als bron voor zoetwater.

Indien men erin slaagt de afname, verdeeld over het ganse pakket van de afnemers, konstant te houden, heeft men aan een basisvereiste voldaan.

Dit veronderstelt echter een komplementariteit van behoefte aan de verschillende vormen waarin warmte aangeboden wordt.

Deze komplementariteit vindt men reeds op ver doorgedreven wijze tussen de behoefte aan zoetwater en afstandsverwarming. Immers, in de zomer is de behoefte aan drinkwater hoog, deze aan verwarming laag. Tijdens de winter ligt de verhouding omgekeerd.

Eventuele onevenwichtigheden kunnen opgevangen worden door stockage van warm water op hoge temperatuur (70-80°C), waarbij deze stockage als buffer regulerend kan optreden.

In deze termen gesteld lijkt het mogelijk de optimale voorwaarden te verwezenlijken tot goedkope produktie van elektriciteit en tot de economisch verantwoorde toepassing van de afvalwarmte.

In deel vier van de Symarindusstudie wordt verder ingegaan op de valorisatie van de afvalwarmte. Enkele aspecten verdienen hier toch de aandacht.

Waterontzilting kan het probleem van het tekort aan zoet water oplossen. Het ontzilt water, gedemineraliseerd, heeft een temperatuur van 35 tot 40°C en is derhalve uitermate geschikt voor industriële doeleinden. De transformatie ervan in drinkwater daarentegen zou, benevens enkele opmaakoperaties, ook een koeling vereisen. Valorisatie van gedemineraliseerd industrieel water veronderstelt de uitbouw van een geschikt verdeelnet met de nodige reservoirs.

Ook de verdeling van warmte vereist het oprichten van een aangepast verdeelnet. Uit berekende voorbeelden blijkt dat de kostprijs van de afstandsverwarming tegenover de konventionele verwarmingsmethoden onaanvaardbaar hoog wordt indien : de transportafstand de 30 km overtreft, de verdeelnetten sterk vertakt zijn en parallel met partikuliere verbruikers, niet een aanzienlijke hoeveelheid warmte aan grootafnemers kan geleverd worden, waardoor een hoge basisafname over het hele jaar gewaarborgd wordt.

Argumenten ten gunste van afstandsverwarming zijn drievoudig. Allereerst is de ruimteverwarming voordelig mits voldoende afnemers en voldoende toepassingen in de industriële sektor. In de tweede plaats betekent het een besparing van energie-import. Dit is van betekenis in het licht van het betalingsbalansevenwicht. In de derde plaats gaat het om een niet-vervuilende vorm van verwarming.

De agro-industriële toepassingen vindt men o.m. bij : verwarming van serres, bescherming van planten tegen vorst door sproeien van warm water en bodemverwarming, viskwekerijen, enz.

De meeste soortgelijke toepassingen vereisen geen ingewikkelde of technologische verfijnde installatie. Van primordiaal belang is wel een gewaarborgde levering van warmte-energie tussen bepaalde temperatuurgrenzen.

Inzake de lokalisatie van de kerncentrales in de maritieme gebieden zijn er drie inplantingszones te voorzien : (a) het onmiddellijk achterland van de Kust of met andere woorden de strook achter de kustlijn

ongeveer 5 km diep landinwaarts, (b) op de kustlijn en (c) een inplanting in zee.

De landstrook achter de kustlijn mag buiten beschouwing gelaten worden. Immers koelwater voor directe koeling is niet aanwezig en zou moeten aangevoerd worden via kanalen die 3 tot 4 km voorbij de LLW-lijn in zee uitmonden.

Het alternatief koeltorens is uitgesloten. Het zoutgehalte van het water is te hoog, de zoutneerslag zou immers, per 1.000 MWe, kunnen oplopen tot 100 t/u.

Behoudens het industrieterrein Zeebrugge is er langsheen de Kust geen enkel gebied waar voldoende ruimte is om meerdere kerncentrales in te planten. Het industrieterrein Zeebrugge heeft echter de bestemming zee- en havengebonden bedrijven aan te trekken en zou deze bestemming, in geval van inplanting van kerncentrales, moeten prijs geven. De zeesluis, die in aanbouw is, verliest een groot deel van haar functie.

Het alternatief geboden door een schiereiland is om dezelfde reden uit te sluiten daar de afstand tussen het inplantingspunt van de kerncentrale en het strand niet sterk kan opgedreven worden. Dit zou immers onaanvaardbare nautische en hydrologische effecten tot gevolg hebben.

Om dezelfde reden moet de kustlijn eveneens verworpen worden. De ruimte is er nog schaarser, bovendien is de nabijheid van dichte bevolkingskernen een ernstig bezwaar. Even belangrijk is het feit dat de kustlijn een toeristische bestemming heeft. Het inplanten van kerncentrales in dit gebied is hiermee onverenigbaar.

Er blijft uiteindelijk, indien men opteert voor een vestiging aan de Kust, slechts het alternatief van een kunstmatig eiland over.

De keuze van een kunstmatig eiland wordt door meerdere factoren beïnvloed. De relevante vestigingsfactoren zijn :

(a) *De bodemgesteldheid*

De bouw van een kerncentrale omvat, naast het klassieke gedeelte stoombehandeling, turbogeneratorhousing, transformatiegedeelte enz., het specifiek kerngedeelte. Uitzonderlijk hoge eisen worden gesteld aan de bouwwerken die hieraan zijn verbonden. Een grondige kennis

van de bodemgesteldheid en van het seismografisch en geologisch verleden van de vestigingsgebieden is daarom een noodzaak.

(b) *Invloed op het zeemilieu*

Gezien de concentratie van warmte-afvoer is een gunstig stromingsprofiel voor een vlugge dissipatie ter plaatse van de lozing noodzakelijk. Te hoge watertemperaturen moeten vermeden worden door voldoende menging met fris water. Het is duidelijk dat een scheiding moet bestaan tussen in- en uitstromen van het koelwater (probleem van rondcirkulatie).

Een grondige kennis van stromingsrichtingen, debiet en mengingsverschijnselen is eveneens noodzakelijk om de voldoende vlugge verdunning van radioactief afvalwater zeker te stellen.

In het geval van een off-shore konstruktie moet rekening gehouden worden met de invloed daarvan op de zeestromingen (en op het zandtransport indien voldoende kort bij de Kust). De vormgeving van het eiland dient zodanig bepaald dat de stroomveranderingen geen schadelijke effecten teweegbrengen voor de scheepvaart of de stranden.

(e) *Bouwtechnische mogelijkheden*

Deze bouwtechnische mogelijkheden hebben zowel betrekking op de bouwfaase van het eiland als tijdens de bedrijfsfaase.

(d) *De storingsfactoren*

De storingsfactoren kunnen worden geresumeerd als volgt :

- invloed op het toerisme,
- het veroorzaken van trafiekstromen tijdens de bouw van het eiland en de kerncentrale,
- de storing van het milieu tijdens de werking van het kerneiland.

(e) *De geïnduceerde effecten*

De hieruit voortvloeiende effecten zijn in twee groepen in te delen. Enerzijds zijn er de positieve afgeleide effecten zoals meervoudige toepassingsmogelijkheden van het eiland — het energieeiland kan

zo worden ontworpen dat andere activiteiten op het eiland mogelijk zijn — de groeipoleffecten op het vasteland en de valorisatie van de afvalwarmte van de kerncentrales als warmtebron.

Anderzijds hebben de hieruit voortvloeiende negatieve afgeleide effecten vooral betrekking op de storing voor de visserij en de storing voor de scheepvaart.

(f) *De kostprijsoverwegingen*

De kostprijsoverwegingen hebben betrekking op de bouw van het eiland, de transportkosten van en naar het eiland, de afvoer van elektriciteit en andere afgeleide produkten naar het vasteland, de aard van de vaste oeververbinding, en de plaats van de werkhaven.

(g) *Juridische factoren*

In bepaalde gevallen moeten internationale overeenkomsten worden nageleefd.

(h) *De bouwtijd*

Het gaat hier om de noodzakelijke studietijd en de tijd nodig voor de bouw van het eiland. Rekening houdend met een aantal onbekenden, mag de studietijd niet uit het oog worden verloren. De omstandigheden die hebben geleid tot het uitstellen van een beslissing tot het bouwen van een kunstmatig eiland mogen niet leiden tot het nodeloos uitstellen van voorbereidende onderzoekingen. Hierbij denken we vooral aan het bodem- en hydrologisch onderzoek alsmede meer inzicht in de stromingsprofielen.

(i) *De veiligheid*

Hierbij moet vooral worden benadrukt dat de kerncentrales gelegen op eilanden op een afstand van 8 tot 10 km duidelijk meer uitgesproken veiligheid bieden dan de centrales op 3 tot 5 km afstand van de kustlijn.

(j) *De arbeidsmarkt*

Na een voorafgaande eliminatie, uitgaande van ruim twintig vestigingsmogelijkheden, werden zeven potentiële vestigingen aan de

hand van bovenvermelde criteria aan een meer diepgaand onderzoek onderworpen. Ter hoogte van de Westkust kwamen drie lokalisaties aan de orde: (a) Trapegeer, (b) Smalbank I en (c) Smalbank II. Aan de Oostkust werden vier plaatsen in beschouwing genomen namelijk (a) de Wenduinebank, (b) een inplanting ten westen van het Pas van het Zand ter hoogte van Blankenberge, (c) De Wandelaar en (d) de Droogte van Schooneveld. Deze vestigingsmogelijkheden zijn weergegeven op bijgaande kaart.

Het studiesyndikaat kwam uiteindelijk tot de konklusie dat indien er kerncentrales in de kustzone noodzakelijk zijn, de oplossingen dienen gezocht op een kernenergie-eiland op 8 tot 10 km van de kust. Bij het afwegen van voor- en nadelen van de alternatieve mogelijkheden hebben de factoren veiligheid van de bevolking en vrijwaring van de toeristische belangen een grote rol gespeeld. Tot deze konklusie kwam ook de Kommissie van Beraad inzake Kernenergie. Aldus kwamen uiteindelijk slechts twee lokalisatiepunten in aanmerking, met name de zone rond De Wandelaar enerzijds, en de zone rond de Smalbank anderzijds. Tenzij uitdrukkelijke tegenaanwijzingen worden de kenmerken van de Droogte van Schooneveld gelijklopend met deze van De Wandelaar beschouwd.

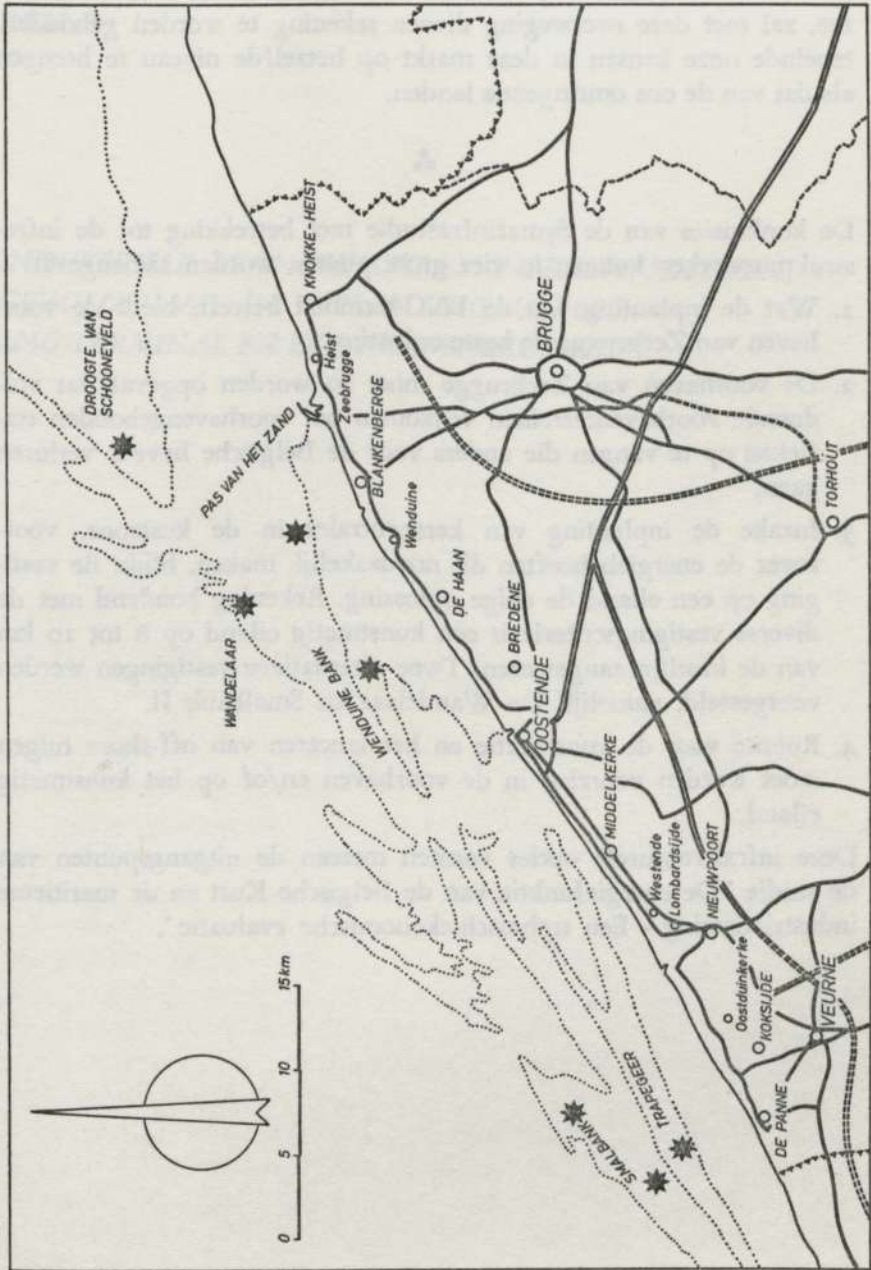
Het Symarinfrarapport vestigt eveneens zeer sterk de aandacht op de mogelijke off-shore activiteiten. De exploratie van olie en gas in nieuwe gebieden gaat onverminderd verder tengevolge van de schaarste die zich op lange termijn kan stellen en om de afhankelijkheid ten opzichte van de traditionele olielanden te verminderen. Deze redenen alsmede de prijs van de olie spelen in het voordeel van de winning van olie en gas in de Noordzee en elders.

De bouw van platforms, zowel drijvende als vaste, betekent voor de Belgische konstruktors een niet te onderschatten kans om zich als bouwheer te bevestigen. Voor de konstruktie van dergelijke tuigen zijn ruime industriegronden nodig, gezien de afmetingen van deze tuigen. Ook de ligging aan een waterweg met voldoende diepgang die het lanceren en het transport van deze tuigen mogelijk maakt, is bepalend.

Het gebrek aan een aangepaste infrastructuur is tot nu toe een hinderpaal geweest voor de Belgische industrie.

Bij de konstruktie van een kunstmatig eiland en/of havenuitbouw in

De potentiële vestigingsmogelijkheden van een kernenergie-eiland.



zee, zal met deze overweging dienen rekening te worden gehouden, teneinde onze kansen in deze markt op hetzelfde niveau te brengen als dat van de ons omringende landen.

*
**

De konklusies van de Symarinfrastudie met betrekking tot de infrastructuurwerken kunnen in vier grote punten worden samengevat.

1. Wat de inplanting van de LNG-terminal betreft, biedt de voorhaven van Zeebrugge de beste oplossing.
2. De voorhaven van Zeebrugge moet zo worden opgevat dat voldoende voorhaventerreinen vrijkomen om voorhavengebonden trajecten op te vangen die anders voor de Belgische havens verloren gaan.
3. Inzake de inplanting van kerncentrales in de kustzone, voorzover de energiebehoeften dit noodzakelijk maken, blijkt de vestiging op een eiland de enige oplossing. Rekening houdend met de diverse vestigingscriteria is een kunstmatig eiland op 8 tot 10 km van de kustlijn aangewezen. Twee alternatieve vestigingen werden voorgesteld, namelijk De Wandelaar en Smalbank II.
4. Ruimte voor de konstruktie en het lanceren van off-shore tuigen moet worden voorzien in de voorhaven en/of op het kunstmatig eiland.

Deze infrastrukturele opties vormen meteen de uitgangspunten van de studie 'De energiefunctie van de Belgische Kust en de maritieme industrialisering - Een technisch-ekonomische evaluatie'.

DEEL I

INDUSTRIËLE, EKONOMISCHE EN INFRASTRUKTURELE GEVOLGEN VAN DE INPLANTING VAN EEN LNG-TERMINAL EN EEN KERNENERGIEPARK

inleiding

De potentiële technische bindingen die in het raam van de Symarinfrastudie werden geschetst, werden in het studiesyndikaat Symarindus uitgewerkt, gepreciseerd en aangevuld. Daarenboven werd onderzocht waar de afgeleide activiteiten de grootste kans maken, neergezet te worden in het licht van de technische bindingen, havengebondenheid en ekologische aspecten. Hieruit is meteen de behoefte aan haventerreinen af te leiden. Dit alles maakt het voorwerp uit van het eerste hoofdstuk van deel I.

In een tweede hoofdstuk wordt de invloed van de nieuwe vestigingen op de industriële structuur en op de KMO-bedrijven in beschouwing genomen.

Het derde hoofdstuk schenkt bijzondere aandacht aan de inkomensvorming in de regio en het kwalitatief aspect van de gevraagde arbeidskrachten.

In een vierde hoofdstuk wordt nagegaan welke de mogelijke druk zal zijn op de arbeidsmarkt en de agglomeratievorming.

De gehele ontwikkeling kan een invloed hebben op de nederzetting in de omgeving van Zeebrugge. Gezien de directe betrokkenheid van Zeebrugge bij deze ontwikkeling wordt hieraan een speciaal hoofdstuk gewijd.

Het zesde en laatste hoofdstuk van deel I behandelt de infrastructurale weerslag van de drie motorische elementen met hun afgeleide activiteiten. Gezien echter de speciale plaats van de pijpleidingsstraten in het geheel, wordt dit transportmedium in deel II op een bijzondere wijze behandeld.

Oorspronkelijk was voorzien dat de positieve en de negatieve weerslag op de toeristische sektor zou worden behandeld in deel I. Gezien de bijzondere plaats die dit aspect inneemt in de kostenbatenanalyse, wordt dit aspect uiteindelijk behandeld in deel IV van deze studie.

hoofdstuk I technische polarisatie op basis van LNG-aanvoer en van de produktie van elektriciteit op kernenergie-basis op een eiland

Zoals reeds vermeld in de inleiding, vormen de aanvoer van LNG te Zeebrugge, de uitbouw van de voorhaven van Zeebrugge en de produktie van elektriciteit op basis van kernenergie op een kunstmatig eiland in de Noordzee, de motorische elementen van een groeipool voor het Westvlaams kustgebied.

De bepaling van deze polarisatie, zowel wat de technologie betreft als wat de technische bindingen aangaat, wordt ingeleid door een bespreking van de LNG- en de kernenergieketen. Naast de kwantitatieve benadering ervan, zullen een aantal mogelijke technische bindingen meer gedetailleerd behandeld worden, wat toelaat een reeks basisactiviteiten duidelijk te onderscheiden. Deze worden opgesplitst en/of gegroepeerd en vormen uiteindelijk de grondslag van een reeks potentiële afgeleide industriële activiteiten.

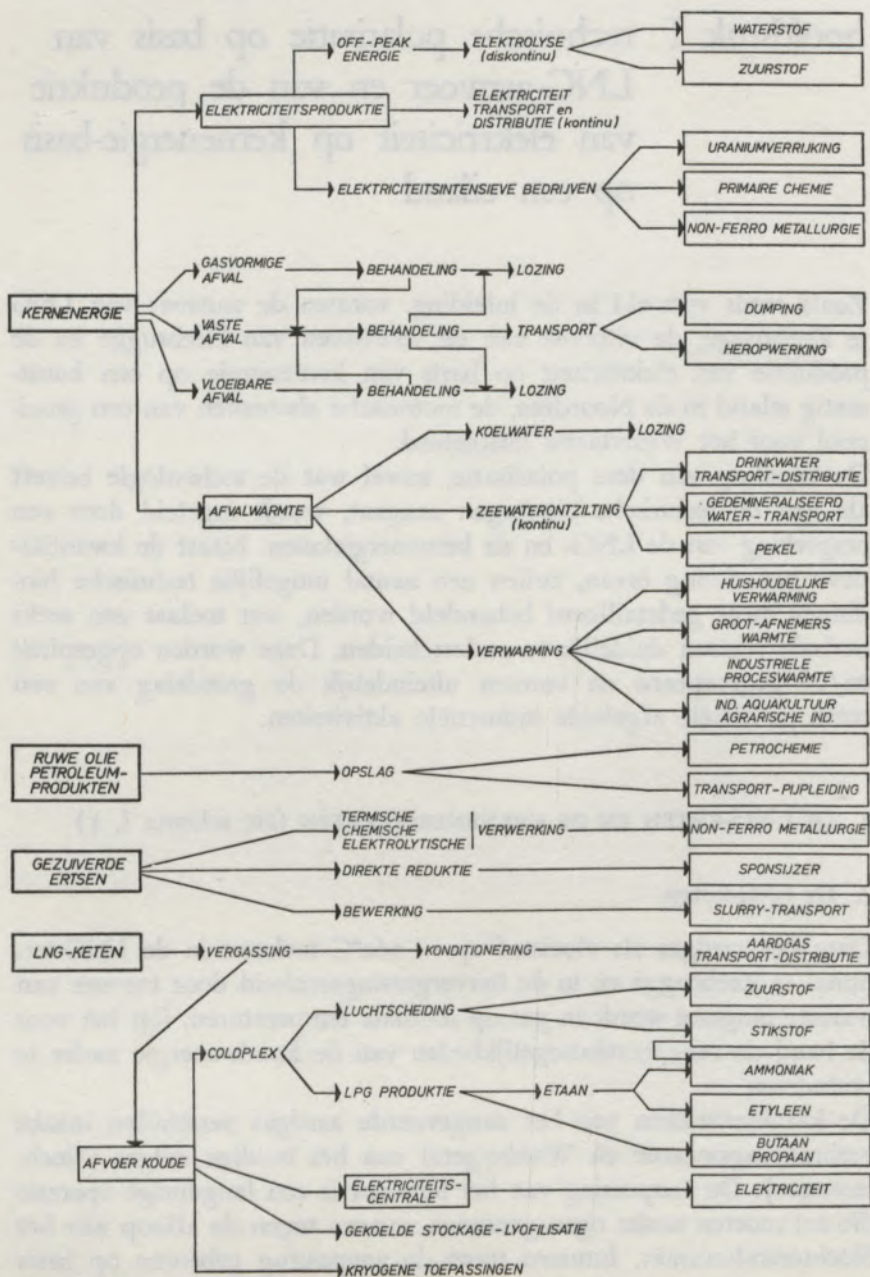
I. DE LNG-KETEN EN DE KERNENERGIEKETEN (zie schema I, 1)

A. De LNG-keten

Daar het aardgas als vloeistof op -162°C toekomt in de LNG-terminal te Zeebrugge en in de hervergassingseenheid door toevoer van warmte omgezet wordt in gas op normale temperaturen, ligt het voor de hand de rekuperatiemogelijkheden van de koude-energie nader te bestuderen.

De karakteristieken van het aangevoerde aardgas verschillen inzake verbrandingswaarde en Wobbe-getal van het huidige netgas (Slochterengas). De aanpassing van het hele net is een langdurige operatie die zal moeten onder ogen genomen worden tegen de afloop van het Slochteren-kontrakt. Intussen moet de aanpassing gebeuren op basis

Schema I, 1 : Potentieel technische bindingen



van menging met andere gassen. Stikstof komt hiervoor in aanmerking. Deze stikstof kan geproduceerd worden in een luchtscheidingsinstallatie die tevens zuurstof levert in industrieel interessante hoeveelheden.

Door deze luchtscheidingseenheid zal echter slechts een gedeelte van de aanwezige frigorieën worden opgeslorpt. Andere en supplementaire gebruiks- en valorisatiemogelijkheden zijn dus gewenst.

Een verdere valorisatiemogelijkheid van hoogwaardige frigorieën vindt men in de produktie van elektriciteit. Hiertoe kan een beroep gedaan worden op een gesloten thermodynamische cyclus met inschakeling van een turbine-generator-groep. De verlaging van de « Kondensator »-temperaturen (— 160°C in plaats van de klassieke 30 à 40°C) laat toe hoge energetische rendementen te bereiken (meer dan 60 %, theoretisch 90 %).

Het fluïdum dat de gesloten kringloop (1. opwarming en drukverhoging, 2. expansie in de turbine, 3. afkoeling in tegenstroomwarmtewisselaars met het LNG dat aldus hervergast wordt, 4. opwarming, enz...) doorloopt moet oordeelkundig gekozen worden (stikstof, koolzuuranhydride, mengsel metaan-propaan...). Gezien de lage temperatuur is het inschakelen van de klassieke water-stoom cyclus hier onmogelijk. De warmtetoevoer gedurende deel 1 van de cyclus kan komen van de verbranding van diverse primaire brandstoffen (stookolie, gas...). Een andere mogelijkheid is deze warmte te betrekken uit de afvalwarmte van een naastgeschakelde open gasturbinegroep of van naastgeschakelde diesel-generatorgroepen. Op deze wijze wordt het meest efficiënt gebruik gemaakt van de koude-energie (over het temperatuurdomein van — 160°C naar ongeveer — 60°C) die beschikbaar komt tijdens de hervergassing van het LNG.

Een andere valorisatiemogelijkheid van hoogwaardige frigorieën bestaat in de installatie van een « coldplex-systeem »¹. Hierin wordt door gebruik van koude-energie, etaan, propaan en butaan onttrokken aan het aangevoerde aardgas.

Propan en butaan zijn dadelijk op de markt te brengen produkten. Etaan wordt verder verwerkt, gebruik makend van koude, tot etyleen.

¹ Coldplex : Een bewerking van een model uitgewerkt door het Stanford Research Institute California — door I.G. Witwer en andere, 'LNG : Energy-conservation with LNG-cold', Chemical Engineering Progress, Jan. 1976.

De hierbij vrijkomende waterstof samen met stikstof uit een luchtscheidingseenheid — die eveneens deel uitmaakt van het « coldplex » — laat toe ammoniak te produceren. Etyleen en ammoniak zijn beide via pijpleiding vervoerbaar en kunnen verbruikt worden in gebieden in het binnenland gelegen.

Tenslotte moet nog vermeld worden dat de laagwaardige frigorieën (tussen -40°C en 0°) zullen kunnen aangewend worden in koelhuizen en lyofilisatietechnieken.

Andere kryogene activiteiten behoren eveneens tot de technische mogelijkheden maar meer precieze gegevens zijn afhankelijk van de beoogde projecten. Het feit dat de kryogenie aangewend wordt voor verkleiningstechnieken en rekuperatie van waardevolle metalen, en dat hieromtrent een uitgebreid wetenschappelijk onderzoek aan de gang is, doet aanvaarden dat deze activiteiten voor de toekomst als zeer reëel mogen aangezien worden. Gezien de beschikbare grote hoeveelheden frigorieën, kunnen deze toepassingen, die relatief gezien kleine verbruikers van frigorieën zijn, in elk stadium van de industriële uitbouw toegevoegd worden aan het pakket afnemers van frigorieën.

B. De kernenergieketen

De produktie van elektriciteit op basis van kernenergie zal de problematiek van de benutting van het off-peak-vermogen stellen. Door het nog relatief beperkte nucleaire vermogen en door de voordelige komparatieve marginale kost van de nucleaire kWh vindt het uit kernenergie opgewekte vermogen thans volledig zijn bestemming in de basislast. De aangroei van het vermogen aan kernenergie zal echter voor gevolg hebben dat in perioden van geringe vraag naar vermogen de volledige nucleaire capaciteit niet kan worden aangewend voor elektriciteitsproduktie.

Rekening houdend met het diskontinu karakter van dit off-peak-vermogen, is uitgezien naar een mogelijke toepassing. Daarbij is de keuze gevallen op de elektrolyse van water met de produktie van waterstof en zuurstof. Deze beide gassen, diskontinu geproduceerd, kunnen tijdelijk opgeslagen worden in bufferstockages en dan kontinu afgevoerd worden via een pijpleiding naar de in het binnenland gele-

gen verbruikers van zuurstof en waterstof. Het binnenland kan de achterhaven van Zeebrugge zijn.

De installatie van een belangrijk vermogen voor elektriciteitsproductie, gekoncentreerd in een energiepark, is betekenisvol voor de elektriciteitsintensieve industriële sektor.

In de eerste plaats moet het probleem van de uraniumverrijking onder ogen genomen worden. Immers de installatie van kerncentrales maakt de beschikking over verrijkingcapaciteit noodzakelijk. Weliswaar neemt België deel in het Eurodif-project, wat de bevoorrading in verrijkt uranium in de nabije toekomst veilig moet stellen. Dit mag echter het overwegen van een uitbreiding van de verrijkingcapaciteit niet uitsluiten. Rekening houdend met de Belgische toestand zal men bij voorkeur een beroep doen op een meer recente technologie, namelijk de centrifugetechniek.

De mogelijkheden hangen echter sterk af van de technische ontwikkelingen terzake en tevens van de nog te sluiten internationale overeenkomsten.

Intensief gebruik van elektriciteit leidt ook naar de sectoren van de primaire chemie en van de non-ferro-metallurgie, waarvan de mogelijkheden nader onderzocht worden. Het ligt voor de hand dat hier tal van onderlinge technische bindingen zullen ontstaan zodat een verdere uitwerking nodig is. Daarvoor wordt echter verwezen naar § 3 — Afgeleide industriële activiteiten.

De exploitatie van kerncentrales brengt tal van afvalstoffen mee, die onder ekologischer voorwaarden en volgens bepaalde technologieën zullen moeten weggewerkt of afgevoerd worden. Meer gedetailleerd wordt deze problematiek behandeld, zowel wat de soorten afvalstoffen als wat de behandelingstechnieken ervan betreft, in deel III — Ekologische evaluatie van de potentiële industriële activiteiten.

De aanwezigheid van afvalwarmte is echter eveneens inherent aan de werking van een kerncentrale. Het aanwenden van deze afvalwarmte wordt nader bestudeerd aan de hand van gegevens, ontleend aan gerealiseerde projecten en op basis van technische informatie en gespecialiseerde vakliteratuur.

De koppeling van een installatie voor ontzilting van zeewater aan de kerncentrale maakt het technisch mogelijk een gedeelte van de afvalwarmte nuttig te gebruiken en aldus het aandeel van de energie in de

kostprijs van het ontzilt water ernstig te drukken.

Is de produktie van ontzilt water eenvoudig, dan moet toch gezegd worden dat de transformatie in drinkwater momenteel nog moeilijkheden meebrengt. De aanwending van ontzilt water als proceswater in de industrie is technologisch zonder problemen en operationeel veel dichter bij konkrete realisatie.

Hier blijven alleen moeilijkheden omtrent de nodige hoeveelheden en omtrent de transport- en distributiemogelijkheden. Bij het ontzilten van zeewater ontstaat een hoeveelheid pekkel. Teoretisch bestaat hier een hele waaier valorisatiemogelijkheden maar in de praktijk werden tot op heden weinig toepassingen gerealiseerd. Nochtans zijn bepaalde gegevens uit de vakliteratuur zeer duidelijk en kunnen specifieke toepassingen van eventueel aangerijkte pekkel gevonden worden. Meer gedetailleerde besprekingen hierover worden opgenomen in § 3. — Afgeleide industriële activiteiten.

De afstandsverwarming biedt een tweede mogelijkheid tot het nuttig gebruik van de afvalwarmte. Afstandsverwarmingssystemen vervangen de individuele verwarmingsinstallaties — voornamelijk in grotere complexen gerealiseerd op beperkte oppervlakten — door een gemeenschappelijke verwarmingseenheid.

In vele landen worden afstandsverwarmingssystemen bestudeerd, ontworpen en effectief aangelegd met het doel afvalwarmte van elektriciteitscentrales te valoriseren. Deze afvalwarmte — of ze nu afkomstig is van een klassieke of kerncentrale — is in beide gevallen, indien niet gevaloriseerd, omwille van het te lage temperatuurniveau een energieverlies dat tevens ernstige milieuhinder kan veroorzaken. De situatie aan de Belgische Kust leent zich uitstekend voor deze toepassing. De aanwezigheid van grotere geïndustrialiseerde centra maakt de combinatie van groot-afname van warmte voor industrieel gebruik en verwarming van woningen mogelijk.

Dergelijk verwarmingssysteem zal moeten uitgebouwd worden in verschillende fazen. Vooreerst de bediening van afzonderlijke kernen met voorlopige autonome stookinstallaties. Kent de regio een voldoende verbruik, dan eerst wordt het volledige net uitgebouwd en aan de kerncentrale aangesloten.

De vroeger geïnstalleerde stookinrichting wordt in de keten behouden als hulpstookinstallatie. Zo kunnen zeer koude perioden technisch

voldoende worden ondervangen.

Industriële aquakultuur, waarbij van de afvalwarmte wordt gebruik gemaakt om het aquatisch milieu optimaal te konditioneren voor de ontwikkeling van bepaalde vissoorten is een verdere gebruiksmogelijkheid van afvalwarmte. Zij biedt voor de toekomst zeer goede perspectieven. Meer toegepast-wetenschappelijk onderzoek terzake is echter nodig om de technische en economische realiseerbaarheid te bepalen. Meerdere proeven, in de ons omringende landen uitgevoerd², geven echter reeds aanleiding tot het plannen van investeringen in deze sektor.

Agrarische toepassingen van verwarmd water, veelal retourwater van een afstandsverwarmingssysteem, als irrigatiewater voor tuinbouw en bosbouw, geven goede resultaten. Toepassingen met verwarming van kassen in de tuinbouwsector zijn technisch haalbaar. Nochtans is de tegenwoordige aanwending ervan eerder als test aan te zien en momenteel nog vrij duur. De afstand tussen de warmtebron en het afnemersgebied is bij de agrarische toepassing een beperkende faktor.

C. Aanvoer van erts en petroleum

De aanvoer van erts wordt als activiteit in deze Symarindusstudie integraal naar de achterhaven verwezen. Gezien de mogelijkheden die deel uitmaken van een expansieprogramma van de nv Carcoke te Zeebrugge, op basis van de directe reductie van ijzererts, worden deze activiteiten in dit overzicht pro memorie opgenomen.

De bestaande aanvoer van petroleumprodukten ten behoeve van de Texaco-raffinaderij in Gent, met een eventuele uitbreiding voor de toekomst, zoals eveneens in deel IV — Kosten- en batenganalyse zal worden vermeld, wordt in dit globaal overzicht van de technische polarisatie eveneens pro memorie opgenomen.

2. KWANTITATIEVE BENADERING (schema I, 2)

Basisgegevens in deze kwantitatieve benadering zijn de installatie van 4 (kern)centrales, elk 1.000 MWe, op een eiland in zee en de aanvoer

² O.m. in Frankrijk.

van 4×5 miljoen m^3 vloeibaar aardgas (LNG) per jaar in de voorhaven van Zeebrugge³.

A. De LNG-keten

De studie van de benodigde opslagcapaciteit te Zeebrugge (zie ook verder deel III) wees uit dat een minimale capaciteit van 300.000 m^3 LNG moet gebouwd worden. Een latere uitbreiding met 100.000 tot 200.000 m^3 lijkt erg waarschijnlijk.

Naast opslagtanks voor LNG omvat de LNG-terminal ook nog (een) aanlegsteiger(s) voor metaantankers, een hervergassingseenheid en benodigde hulp- en veiligheidsapparatuur. In de terminal worden jaarlijks 4×5 miljoen m^3 LNG omgezet in 4×3 miljard Nm^3 gas dat op een zo continu mogelijke wijze aan het net geleverd moet worden. De benuttingsduur van de hervergassingsapparatuur zal dan ook minimaal 8.000 uren per jaar bedragen.

De nodige verarming of conditioning kan gebeuren door bijmengen van een inert gas zoals stikstof, op het ogenblik van het in het net sturen. Teneinde de normale calorische waarde in het net van het thans gedistribueerde Slochterengas te benaderen, namelijk 8.400 kcal/ Nm^3 zal gemiddeld ca. 4×400 miljoen Nm^3 per jaar stikstof moeten bijgemengd worden. Daardoor komt het aardgastransport op maximaal ca. $4 \times 3,4$ miljard Nm^3 per jaar. Deze hoeveelheid stikstof zal eveneens determinerend zijn voor de uitbouw van de luchtscheidingseenheid.

Hervergassing van LNG vergt de toevoer van een aantal calorieën. Deze warmtetoevoer stemt kwantitatief overeen met de frigorieën, beschikbaar in het LNG⁴. Vandaar dat we de konventie invoeren, de hoeveelheid beschikbare koude-energie uit te drukken in negatieve calorieën.

Zoals ook geldt voor klassieke warmtebronnen is niet alleen de hoeveelheid energie belangrijk maar ook het temperatuurniveau waarop

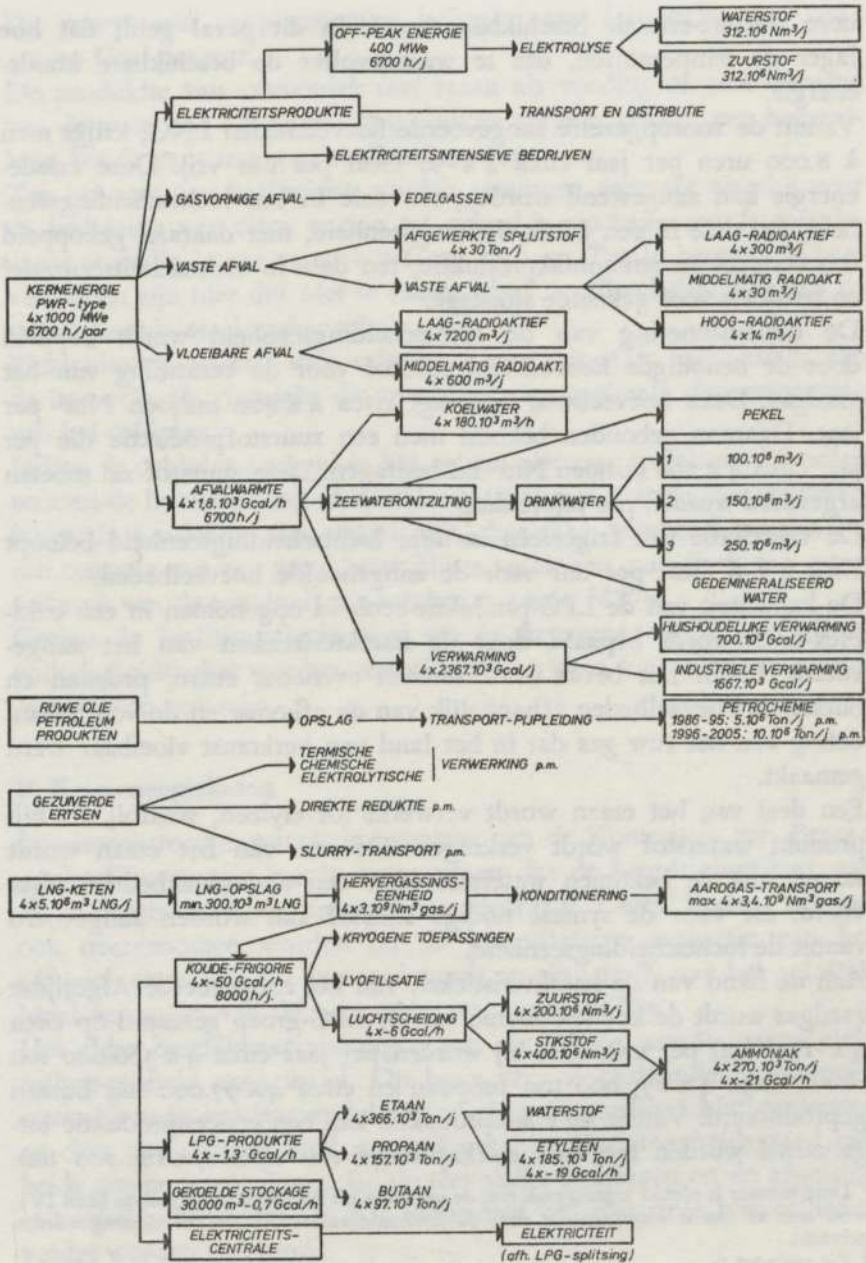
³ — 1 m^3 LNG levert na hervergassing $\pm 600 Nm^3$ aardgas.

4×5 miljoen m^3 LNG leveren aldus na hervergassing 4×3 miljard Nm^3 aardgas.

— De geleidelijke opbouw, in de tijd gespreid, naar deze basishoeveelheden (4×1.000 MWe en 4×3 miljard Nm^3) wordt nader toegelicht in deel IV.

⁴ Er wordt van uitgegaan dat per Nm^3 geproduceerd aardgas circa — 140 Kcal vrijkomen die kunnen worden gevaloriseerd.

Schema I, 2 : Potentieel technische bindingen - kwantitatieve benadering



deze warmte-energie beschikbaar komt. In dit geval geldt dat hoe lager de temperaturen, des te waardevoller de beschikbare koude-energie.

Vanuit de vooropgezette aangevoerde hoeveelheden LNG, krijgt men à 8.000 uren per jaar circa 4×50 Gcal per uur vrij. Deze koude-energie kan aangewend worden, ten dele in een luchtscheidingseenheid, ten dele in een LPG-scheidingseenheid, met daaraan gekoppeld een etyleen- en ammoniakproduktie, ten dele in elektriciteitscentrales⁵ en tenslotte voor gekoelde stockage.

De dimensionering van de luchtscheidingseenheid wordt bepaald door de benodigde hoeveelheid stikstof voor de verarming van het aardgas. Deze hoeveelheid bedraagt circa 4×400 miljoen Nm³ per jaar. Daaraan gebonden bekomt men een zuurstofproduktie die per jaar circa 4×200 miljoen Nm³ zal bedragen. Deze zuurstof zal moeten afgevoerd worden per pijpleiding.

De valorisatie van frigorieën in deze luchtscheidingseenheid belooft circa 4×6 Gcal per uur voor de aangehaalde hoeveelheden.

De capaciteit van de LPG-produktie-eenheid opgenomen in een cold-plex-unit⁶ wordt bepaald door de karakteristieken van het aangevoerde LNG. Dit bevat naast metaan eveneens etaan, propaan en butaan in hoeveelheden afhankelijk van de afkomst en de voorbehandeling van het ruw gas dat in het land van herkomst vloeibaar werd gemaakt.

Een deel van het etaan wordt verwerkt tot etyleen, waarbij als bijprodukt waterstof wordt verkregen. De rest van het etaan wordt samen met de bekomen waterstof naar een ammoniakbedrijf afgevoerd. De voor de syntese nodige stikstof kan worden aangevoerd vanuit de luchtscheidingseenheid.

Aan de hand van de karakteristieken van het aangevoerde Algerijnse aardgas wordt de koude-opname van de LPG-groep geraamd op circa $4 \times 1,3$ Gcal per uur. Daarbij worden per jaar circa 4×366.000 ton etaan, circa 4×157.000 ton propaan en circa 4×97.000 ton butaan geproduceerd. Vanuit de etaanproduktie kan een etyleenproduktie uitgebouwd worden met een jaarkapaciteit van circa 4×185.000 ton.

⁵ Deze methode is niet in tegenspraak met de gegevens uit de kosten-batenanalyse (deel IV), waar men er van is uitgegaan dat daar de minimale valorisatie zou in rekening worden gebracht.

⁶ Zie voetnoot 1.

Dit schept een supplementaire behoefte aan frigorieën van circa 4×19 Gcal per uur.

De produktie van ammoniak met etaan als voeding en met opname van de waterstof uit de etyleenproduktie vergt nogmaals een hoeveelheid koude van circa 4×21 Gcal per uur.

Ten behoeve van koelhuizen worden ramingen gemaakt waarbij voor de bediening van circa 30.000 m³ gekoelde stockage een frigorieënaanvoer nodig is van circa 0,7 Gcal per uur. Totale benodigde hoeveelheden zijn hier dus niet te ramen, daar ze afhankelijk zijn van de geïnstalleerde stockagekapaciteit.

Elektriciteitsproduktie met valorisatie van koude is afhankelijk van de hoeveelheid frigorieën die overblijven na optimale dimensionering van het coldplex.

Indien de coldplex-eenheid in het geheel niet zou gerealiseerd worden en men de hervergassing of de valorisatie van frigorieën zou realiseren langs de produktie van elektriciteit, dan mag gerekend worden op een centrale met een netto beschikbaar vermogen, na aftrek van eigen verbruik van de terminal, van minimum 4×65 MWe.

Gezien de lyofilisatietechnieken en de kryogene activiteiten alleen volledigheidshalve worden vermeld, zullen geen kwantitatieve ramingen worden gemaakt.

B. Kernenergieketen

In overeenstemming met de hypotese van de Kommissie van Beraad inzake Kernenergie wordt aangenomen dat de benuttigingsduur van de kerncentrales 6.700 uren per jaar bedraagt. Dezelfde duur zal dan ook overgenomen worden bij de kwantitatieve evaluatie van het off-peak-vermogen dat geraamd wordt op circa 10 % van het geïnstalleerd vermogen van de 4 centrales van 1.000 MWe.

Het aldus beschikbaar vermogen van 400 MWe, wordt in een elektrolyse-eenheid aangewend. Op basis van de bestaande technologie, stemt hiermee een jaarproduktie van circa 624 miljoen Nm³ waterstof en circa 312 miljoen Nm³ zuurstof overeen. De zuiverheidsgraad van beide gassen is zeer hoog. Bij de technische bindingen en de afgeleide industriële activiteiten, in § 3 behandeld, zal met deze hoeveelheden verder worden gerekend.

De afvalstoffen, vloeibare, gasvormige en vaste, afkomstig uit de kerncentrale, zullen deels behandeld en verwijderd worden, deels (afgewerkte brandstof) direkt onder strikt gecontroleerde vorm worden afgevoerd naar een heropwerkingsfabriek.

De hoeveelheid afgewerkte splijtstof wordt, per eenheid van 1.000 MWe geïnstalleerd vermogen, geraamd op 30 ton per jaar.

Daar het hier in het bijzonder gaat om de ekologische aspecten verbonden aan de exploitatie van de kerncentrales, wordt integraal verwezen naar deel III — Ekologische evaluatie van de potentiële industriële activiteiten, Hoofdstuk I — Kernenergie.

De afvalwarmte wordt per 1.000 MWe geïnstalleerd vermogen geraamd op 1.800 Gcal/uur. Ook hier dient gerekend te worden op een benuttingduur van 6.700 uren per jaar, gezien de direkte binding met de exploitatie van de kerncentrale. Er moeten tenminste twee centrales worden ingeschakeld, om ononderbroken ontzilt water en warmte te kunnen leveren. Per centrale van 1.000 MWe is een hoeveelheid koelwater nodig van ongeveer 180.000 m³ per uur. Het aftappen van stoom ten gerieve van de produktie van ontzilt water zal een reductie van het voor de produktie van elektriciteit beschikbare vermogen meebrengen. Deze reductie is rechtevenredig met de geproduceerde hoeveelheid ontzilt water en bedraagt voor de produktie van :

- 100 miljoen m³ water per jaar : reductie van 4 x circa 32 MW
- 150 miljoen m³ water per jaar : reductie van 4 x circa 48 MW
- 200 miljoen m³ water per jaar : reductie van 4 x circa 64 MW.

Gezien de onzekerheid over de toekomstige vraag naar ontzilt water wordt in deel IV rekening gehouden met de drie bovenstaande produktie-alternatieven.

De produktie van pekels is eveneens rechtevenredig afhankelijk van de produktie van ontzilt water.

Er wordt aangenomen dat de kwantums ontzilt water en daarbij horende pekels gelijk zijn, zodat in het kader van de aangenomen hoeveelheden ontzilt water, volgende pekelsprodukties mogen verwacht worden :

- produktie van 100 miljoen m³ ontzilt water per jaar :
circa 100 miljoen m³ pekels
- produktie van 150 miljoen m³ ontzilt water per jaar :

circa 150 miljoen m³ pekkel

— produktie van 200 miljoen m³ ontzilt water per jaar :

circa 200 miljoen m³ pekkel.

De pekkel, afkomstig van de zeewaterontzilting, bevat verschillende waardevolle grondstoffen. Via aangepaste procédés kunnen die grondstoffen uit de pekkel getrokken worden. Verdere bijzonderheden hierover vindt men in deel III — Ekologische Evaluatie van potentiële industriële activiteiten, Hoofdstuk V. — Afgeleide industriële activiteiten.

Hoeveelheden te produceren gedemineraliseerd water ten behoeve van de industrie zijn momenteel moeilijk vast te leggen, daar de produktie ervan integraal dient afgestemd te worden op de vooralsnog onbekende vraag.

De realisatie van een afstandsverwarmingssysteem is in hoofdzaak gebaseerd op de mogelijke behoeften en/of de mogelijke toepassingen binnen een begrensde zone. Deze mogelijkheden werden grondig bestudeerd binnen de maritieme regio.

Door de integrale binding aan de kerncentrale mag, zoals dit ook het geval is bij de zeewaterontzilting, een reductie van het vermogen beschikbaar voor elektriciteitsproduktie van de kerncentrale verwacht worden.

Op basis van de reële mogelijkheden in de driehoek Oostende-Brugge-Knokke-Heist, wordt berekend dat in 1986 circa 2.367.000 Gcal per jaar kan afgenomen worden, waarvan circa 700.000 Gcal voor de woningverwarming en circa 1.667.000 Gcal ten behoeve van grootafnemers en industrie.

C. Ertsenaanvoer en petroleumaanvoer

Ertsenaanvoer, als activiteit te verwijzen naar de achterhaven, is momenteel kwantitatief niet te ramen. Alleen moet de aanvoer vermeld worden ten behoeve van de produktie van 800.000 ton per jaar gereduceerd ijzer voor het projekt « Direkte reductie-eenheid van ijzererts » van de nv Carcoke te Zeebrugge.

De aanvoer van petroleumprodukten ten behoeve van de Texacoraffinaderij te Gent bedraagt circa 10 miljoen ton per jaar na maximale uitbouw van de huidige raffinagecapaciteit.

Volledigheidshalve worden hier eveneens de additionele 5 miljoen ton koolwaterstoffen per jaar aangehaald in de periode 1986-95 en 10 miljoen ton per jaar in de periode 1996-2005, die ten behoeve van de petrochemische industrie kunnen aangevoerd worden⁷.

3. AFGELEIDE INDUSTRIËLE AKTIVITEITEN

Door de uitbouw van een kernenergiepark en een LNG-terminal zal men over drie basisgassen kunnen beschikken, namelijk waterstof, zuurstof en stikstof.

Deze drie gassen kennen een aantal industriële toepassingen en kunnen aanleiding geven tot de uitbouw van afgeleide industriële activiteiten. Specifieke technische studiën, onder meer betreffende de primaire chemie, de siderurgie, de non-ferro-metallurgie en de petrochemische industrie, (niet in deze publikatie opgenomen) liggen aan de basis van schema I, 3 dat een mogelijke systematisering is van de voorgestelde afgeleide industrieën.

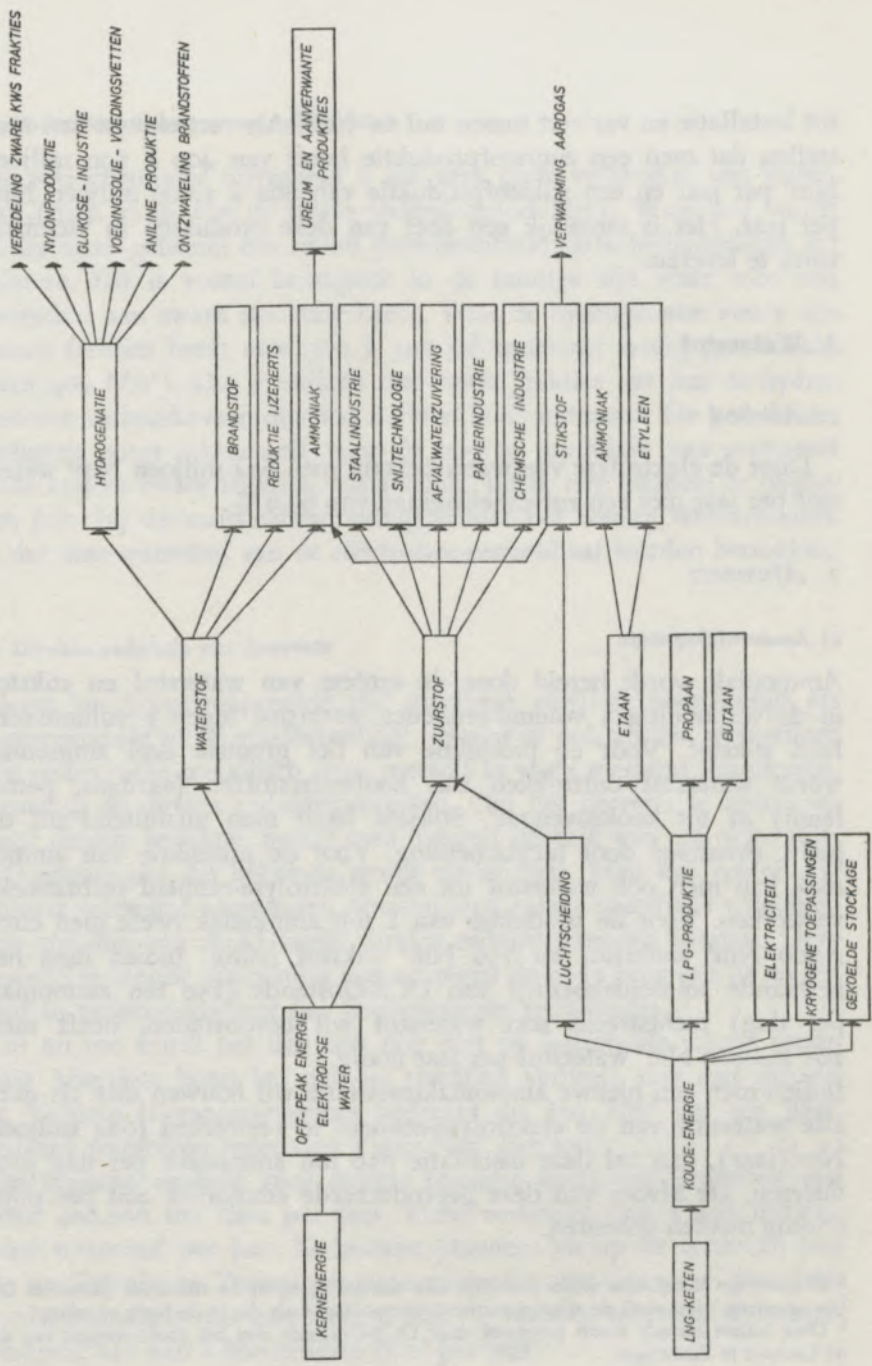
Met het off-peak vermogen van de kerncentrale wordt een bedrijf voor elektrolyse van water gevoed. Hierdoor bekomt men waterstof en zuurstof. Uitgaande van de koude-energie van de LNG kan men een luchtscheidingseenheid voorzien van de nodige koude voor het produceren van zuurstof en stikstof. Voor elk van deze drie basisproducten wordt nagegaan wat het aanbod is en welke de eventuele afnemers zullen zijn.

Indien men stelt dat het vrijkomend vermogen buiten de piekuren (gemiddeld 10% gedurende 6.700 uren van de capaciteit van de 4×1.000 MW-centrales) kan gebruikt worden voor de elektrolyse van water, komt hierdoor jaarlijks 2.680.000 MWh ter beschikking. Met een verbruik van gemiddeld 4,3 kWh per Nm³ waterstof levert dit jaarlijks 624 miljoen Nm³ waterstof en 312 miljoen Nm³ zuurstof op in gasvormige toestand. Voor de luchtscheidingseenheid heeft men een zeer grote vrijheidsgraad en alles hangt af van de ontwerpwaarden van de installatie. Het waardevolste produkt is zuurstof; stikstof kan als bijprodukt beschouwd worden.

De verhouding stikstof-zuurstof kan sterk verschillen van installatie

⁷ Zie infra, deel IV.

Schema I, 3 : Afgeleide industriële activiteiten op basis van LNG en kernenergie



tot installatie en varieert tussen nul en vier⁸. Als vertrekpunt kan men stellen dat men een zuurstofproduktie heeft van 400 à 800 miljoen Nm³ per jaar en een stikstofproduktie van 800 à 1.600 miljoen Nm³ per jaar. Het is mogelijk een deel van deze produkten in vloeibare vorm te leveren.

A. Waterstof

1. Aanbod

Door de elektrolyse van water bekomt men 624 miljoen Nm³ waterstof per jaar met een zuiverheidsgraad van 99,9 %.

2. Afnemers

a) Ammoniaksyntese

Ammoniak wordt bereid door de syntese van waterstof en stikstof in de verhouding 3 volume-eenheden waterstof tegen 1 volume-eenheid stikstof. Voor de produktie van het grootste deel ammoniak wordt waterstof onttrokken aan koolwaterstoffen (aardgas, petroleum) of uit kooksofengas⁹. Stikstof haalt men uitsluitend uit de lucht, eventueel door luchtscheiding. Voor de produktie van ammoniak kan men ook waterstof uit een elektrolyse-eenheid rechtstreeks verwerken. Voor de produktie van 1 ton ammoniak heeft men circa 2.000 Nm³ waterstof en 750 Nm³ stikstof nodig. Indien men het bestaande ammoniakbedrijf van UCB-Oostende (250 ton ammoniak per dag) rechtstreeks met waterstof wil bevoorraden, heeft men 165 miljoen Nm³ waterstof per jaar nodig.

Indien men een nieuwe ammoniakinstallatie wil bouwen met als doel alle waterstof van de elektrolyse-eenheid te verwerken (624 miljoen Nm³/jaar), dan zal deze installatie 950 ton ammoniak per dag produceren. De afvoer van deze geproduceerde ammoniak zou per pijpleiding moeten gebeuren.

⁸ In sommige installaties wordt namelijk alle stikstof terug in de atmosfeer gestuurd. De bovenwaarde 'vier' geeft de stikstof-zuurstof verhouding zoals die in de lucht voorkomt.

⁹ Deze laatste methode wordt toegepast door UCB-Oostende met het kooksofengas van de nv Carcoke te Zeebrugge.

b) Hydrogenatie van zware oliefrakties

De petrochemische nijverheid is een zeer grote verbruiker van waterstof (circa 25 % van de totale waterstofproductie). Waterstof wordt onder meer gebruikt om zware petroleumfrakties te hydrogeneren tot lichtere. Dit is vooral belangrijk in de huidige tijd waar men een overschot aan zware stookolie heeft. Voor de hydrogenatie van 1 ton zware frakties heeft men 300 à 500 m³ waterstof nodig (gemiddeld circa 400 Nm³). Om 2 miljoen ton zware frakties per jaar te hydrogeneren verbruikt men dus 800 miljoen Nm³ waterstof. De petroleum-industrie zorgt echter zelf voor de nodige productie van waterstof door andere zware frakties, zoals asfalt, pitch, enz. partieel te oxyderen (cfr. bij de zuurstofbespreking), zodat het weinig waarschijnlijk is dat deze waterstof van de elektrolyse-eenheid zal worden betrokken.

c) Direkte reductie van ijzererts

Naast het hoogovenprocédé dat vloeibaar ruwijzer voortbrengt als tussenprodukt in de staalbereiding, bestaan er ook andere werkwijzen die rechtstreeks metallisch ijzer, meestal in vaste toestand produceren, namelijk de direkte reductieprocessen. Om het ijzererts te reduceren door direkte reductie, maakt men meestal gebruik van een waterstof-CO-gasmengsel dat bekomen wordt uit aardgas. Men kan echter ook zuivere waterstof aanwenden, waarbij men enkele specifieke voordelen ten opzichte van de klassieke direkte reductiemethoden bekomt. Deze voordelen wegen gewoonlijk niet op tegen de hoge prijs van de waterstof in vergelijking met het konventionele reductiegas.

Tot nu toe wordt het dan ook nog niet op industriële schaal toegepast. Hierdoor komt het dat het specifiek verbruik nog niet gekend is. Volgens literatuurgegevens bedraagt dit 800 Nm³ per ton ijzer, volgens sommigen meer dan 1.000 Nm³ per ton.

Een typische eenheid voor direkte reductie heeft een capaciteit van circa 400.000 ton ijzer per jaar. Deze verbruikt 320 à 400 miljoen Nm³ waterstof per jaar. Er bestaan plannen om op de terreinen van de nv Carcoke te Zeebrugge twee eenheden met een jaar capaciteit van elk 400.000 ton gereduceerd ijzer te bouwen met een waterstofverbruik van 650 à 800 miljoen Nm³ per jaar.

B. Zuurstof*1. Aanbod*

Uit de elektrolyse van water bekomt men 312 miljoen Nm³ per jaar en uit de luchtscheiding nogmaals 400 à 800 miljoen Nm³ per jaar. Dit maakt een totaal van 712 à 1.112 miljoen Nm³ per jaar. De zuiverheidsgraad belooft in beide gevallen 99,9%. Een deel van de zuurstof van de luchtscheidingseenheid kan eventueel in vloeibare vorm geleverd worden en in tankwagens langs de weg of per spoor vervoerd worden, dit enkel ten behoeve van middelgrote afnemers met een verbruik tot maximum 25 miljoen Nm³ per jaar. De grote afnemers moeten per pijpleiding bevoorradad worden met gasvormige zuurstof.

*2. Afnemers***a) Zuurstofstaalproductie**

De staalindustrie is, algemeen gezien, zeker de grootste afnemer van zuurstof (70 % van de produktie). Per ton zuurstofstaal verbruikt men 50 à 60 Nm³ zuurstof met een minimaal vereiste zuiverheidsgraad van 99,5 à 99,6 %.

De nv Sidmar te Zelzate voorziet tegen 1982 een uitbreiding van haar bedrijf met 3 miljoen ton staal per jaar, waarvoor een bijkomende hoeveelheid zuurstof van circa 150 miljoen Nm³ per jaar nodig is. Voor de totale zuurstofstaalproductie in België (buiten Sidmar) mag men midden van de jaren tachtig, een bijkomende produktie van 2 miljoen ton per jaar verwachten, waarvoor nog eens 100 miljoen Nm³ zuurstof per jaar nodig is.

b) Petroleumindustrie

In de petroleumindustrie is er op dit ogenblik een overschot aan zware frakties, zoals zware stookolie. Er is een tendens om deze zware frakties te hydrogeneren en om te zetten in lichtere frakties. Dit hydrogeneren gebeurt met waterstof. Deze waterstof wordt door de petroleumindustrie zelf geproduceerd door de partiële oxydatie van andere zware frakties, zoals pitch. Voor de partiële oxydatie op grote schaal heeft men grote hoeveelheden zuivere zuurstof nodig, die

moeten aangevoerd worden. In het geval men dit alternatief kiest, vervalt de mogelijkheid voor het leveren van waterstof, gewonnen uit elektrolyse, zoals besproken in A, 2, b.

Om door partiële oxydatie 1 kg waterstof te produceren heeft men 3 Nm³ zuurstof nodig; voor de hydrogenatie van 1 ton zware frakties gebruikt men gemiddeld 400 Nm³ waterstof. Een raffinaderij die 2 miljoen ton zware frakties per jaar wil hydrogeneren wendt dus circa 800 miljoen Nm³ waterstof aan (72.000 ton/jaar) en dus 220 miljoen Nm³ zuurstof voor de partiële oxydatie.

c) Ammoniakproductie

Ammoniak wordt geproduceerd door syntese van waterstof en stikstof. Voor de bereiding van waterstof kan men gebruik maken van partiële oxydatie van koolwaterstoffen. Gewoonlijk oxydeert men met lucht omdat er dan reeds voldoende stikstof in het mengsel aanwezig is, nodig voor de syntese. Deze oxydatie met lucht heeft echter ook enkele nadelen, zodat men soms besluit tot het oxyderen met zuivere zuurstof. Hiervoor heeft men per ton ammoniak een behoefte aan circa 550 Nm³ zuurstof.

Indien men een nieuwe grote ammoniakinstallatie zou bouwen met een capaciteit van 950 ton ammoniak per dag, werkend met partiële oxydatie van koolwaterstoffen, betekent dit een jaarlijks verbruik van 180 miljoen Nm³ zuurstof. In het geval men voor deze werkwijze opteert, vervalt de mogelijkheid voor het leveren van alle waterstof geproduceerd uit elektrolyse ten behoeve van een eenheid van 950 ton ammoniak per dag zoals besproken in A, 2, a. Het ligt nochtans meer voor de hand de ammoniaksyntese uit te voeren met waterstof gewonnen door elektrolyse.

d) Andere verbruikers

Etyleenoxyde

Voor de produktie van 1 ton etyleenoxyyde heeft men 0,94 à 1 ton etyleen en 1,3 à 1,4 ton zuurstof nodig. Voor een middelgrote eenheid van 50.000 ton per jaar geeft dit circa 47 miljoen Nm³ zuurstof per jaar. De etyleenoxyyde-installatie moet aansluiten bij de eventueel

geplande etyleenproduktie. Deze wordt verkregen ofwel als bijproduct van de acetyleenproduktie uit koolwaterstoffen, ofwel uit etaan, afgescheiden van LNG met behulp van de coldplex-unit.

Acetyleen

Volgens het 'BASF-partiële oxydatie'-procédé heeft men per ton acetyleen behoefte aan 4,1 à 4,3 ton koolwaterstoffen en 4,7 à 4,9 ton zuurstof¹⁰. Voor een middelgrote installatie van 50.000 ton per jaar geeft dit 150 à 170 miljoen Nm³ zuurstof per jaar. Er bestaan echter nog verschillende andere procédés voor de produktie van acetyleen die geen gebruik maken van zuurstof.

*Syngas*¹¹

De aanwezigheid van zuurstof maakt een partiële oxydatie mogelijk van de zware petroleumfrakties. Hierbij denkt men onder meer aan de produktie van SNG. Deze toepassing wordt echter alleen volledigheidshalve opgenomen als een mogelijke verbruiker van zuurstof¹².

In de pulp- en papierindustrie¹³ kan zuurstof een gedeelte van het chloor in het bleekproces vervangen. Dit betekent dus een nieuwe technologie, waarvan thans slechts een industriële toepassing in de USA bestaat. Toekomstperspektieven zijn er wel, gezien deze produktieverandering met zich meebrengt dat een industrie die door haar sterk milieubelastende effluenten erg in de verdrukking is geraakt, nieuwe kansen krijgt, zelfs in dichtbevolkte streken zoals de kustzone.

Op basis van een nieuwe aanvullende produktie-eenheid in België wordt de totale afname geraamd op maximaal 20 miljoen Nm³ zuurstof per jaar voor een eenheid van 250 ton pulp per dag.

¹⁰ Acetyleen - BASF - partiële oxydatie. Gegevens uit 'Uhlmanns Encyclopädie der Technischen Chemie', 1974.

¹¹ SNG of syngas is de afkorting van synthetic natural gas. Het gas bestaat uit ongeveer 95 % metaan en ongeveer 5 % waterstof. Het wordt syntetisch bereid uitgaande van zware petroleumfrakties en zuurstof.

¹² Door de aanwezigheid van afvalwarmte te Zeebrugge zou de aanvoer van zware petroleumfrakties in de hand kunnen gewerkt worden. De aanwezige afvalwarmte vereenvoudigt immers de verpompings van de aangevoerde frakties.

¹³ Produktie toegepast door Chesapeake Corporation of Virginia in de installatie te West-Point - USA, Chemical Engineering, 24 november 1975.

C. Stikstof

1. Aanbod

Door het scheiden van lucht wordt 800 à 1.600 miljoen Nm^3 stikstof per jaar geproduceerd, met een zuiverheidsgraad van 99,9 %. Stikstof is een minder waardevol produkt dan zuurstof. Het is dus niet economisch het over grote afstanden te transporteren. Een deel van de stikstof kan eventueel in vloeibare vorm geleverd worden.

2. Afnemers

a) Konditionering van het aardgas

Na hervergassing van het LNG heeft het aardgas een gemiddelde calorische verbrandingswaarde van circa 10.000 kcal/ Nm^3 . Indien de hervergassing over een coldplex loopt waarbij het maximum aan etaan, propaan en hogere KWS aan het aardgas wordt onttrokken, wordt een iets armer gas bekomen met een verbrandingswaarde rond 9.500 kcal/ Nm^3 . Het huidige Belgische net wordt gevoed met Slochterengas met een gemiddelde calorische verbrandingswaarde van 8.400 kcal/ Nm^3 . Indien men besluit tot het verarmen van het aardgas afkomstig van LNG, naar dezelfde verbrandingswaarde als het Slochterengas, moet men er maximum 14 % inert gas, zoals stikstof, aan toevoegen. Dit is op zichzelf een onrendabele werkwijze, daar dit de verdeling, het pompen en het behandelen meebrengt doorheen het hele verdeelnet van een grote hoeveelheid stikstof die tot niets dient (meer kompressievermogen, grotere leidingen, enz.). Toch mag niet vergeten worden dat de ombouw van het hele distributienet naar een hogere verbrandingswaarde een operatie is die meerdere jaren in beslag neemt en grote investeringen vergt (denk aan de ombouw stadsgas naar Nederlands aardgas). Voor de verarming van 4 x 3 miljard Nm^3 /jaar zou men aldus maximaal 4 x 4000 miljoen Nm^3 stikstof per jaar nodig hebben. Hierbij moet evenwel rekening worden gehouden met twee mogelijkheden. Primo kan men bij elke uitbreiding van het net de installatie rechtstreeks afstemmen op rijk gas. In de tweede plaats is er de mogelijkheid om de huidige apparatuur (voor zover niet al te verouderd) bij te regelen zodat een verbran-

dingswaarde bijvoorbeeld van 9.200 kcal (8.400 + 100 %) geaccepteerd kan worden.

Verwacht mag dus worden dat slechts op een fractie van hogervernoemde hoeveelheid stikstof beroep zal worden gedaan en dat een uitfazering zal plaatsvinden samen met het teruglopen van de Slochterenleveringen tussen 1986 en 1991.

b) Ammoniak syntese

Hierbij wordt verwezen naar A, 2, a en B, 2, c. Per ton ammoniak heeft men circa 750 Nm³ stikstof nodig. Indien het bestaande ammoniakbedrijf van UCB-Oostende (250 ton/dag) rechtstreeks met waterstof van de elektrolyse bevoorradt wordt, heeft men circa 65 miljoen Nm³ stikstof per jaar nodig. Indien men een nieuwe ammoniakinstallatie zou bouwen van 950 ton per dag, heeft men een behoefte aan 235 miljoen Nm³ stikstof per jaar. Dit geldt zowel voor het geval men gebruik maakt van alle waterstof van de elektrolyse, als voor het geval van de partiële oxydatie van koolwaterstoffen met zuurstof.

D. Vraag en aanbod

In de volgende tabel I, 1 wordt een overzicht gegeven van het aanbod en de mogelijke afnemers van de drie basisgassen: waterstof, zuurstof en stikstof. Indien men de totaalsom maakt, zonder rekening te houden met de vele factoren die de waarschijnlijkheid van de realisaties beïnvloeden, komt men tot de volgende besluiten:

waterstof: vraag beduidend groter dan aanbod

zuurstof: ongeveer evenwicht tussen vraag en aanbod

stikstof: vraag groter dan aanbod indien alle aardgas tot Slochterenkwaliteit zou moeten verarmd worden; er zou een evenwicht ontstaan bij een verarmingsgraad van 33 % van de theoretische waarde ten opzichte van Slochterenkwaliteit.

E. Valorisatie van de pekel

Indien men naast de aanwezigheid van de drie vroeger besproken gassen eveneens met de aanwezigheid van pekel, voortkomend van de zeewaterontzilting, rekening houdt, dan worden door groepering

tal van andere afgeleide industriële activiteiten gekreëerd, behorend tot de elektriciteitsintensieve bedrijven. Daarbij wordt dan steeds de aanwezigheid van een ontziltingseenheid, gekoppeld aan een kerncentrale ondersteld. Dit overzicht wordt gegeven in schema I, 4. Opvallend is het feit dat men hierdoor terecht komt in de reeds bestaande en uitgebouwde sectoren van de metaalverwerkende industrie en de chemie en petrochemie. Een aantal van deze afgeleide activiteiten zijn in de maritieme regio niet te realiseren om ekologischeredenen en omwille van de onverenigbaarheid met de toeristische activiteiten in dit gebied.

Een groot gedeelte van de geproduceerde basisprodukten kunnen per pijpleiding afgevoerd worden, zodat voor verdere verwerking ervan verwezen wordt naar een industriezone gelegen langs of op korte afstand van de pijpleidingen. Deze aangelegenheid wordt in haar ekologischeredene kontekst uitvoerig behandeld in deel III, hoofdstuk V — Afgeleide industriële activiteiten. Uitzondering moet nochtans gemaakt worden voor de produktie van chloor en magnesium. De aanwezige hoeveelheden pekkel, als gevolg van de zeewaterontzilting zijn ruim voldoende om, op een economisch verantwoorde basis, de produktie van chloor en magnesium in overweging te nemen.

1. Chloor

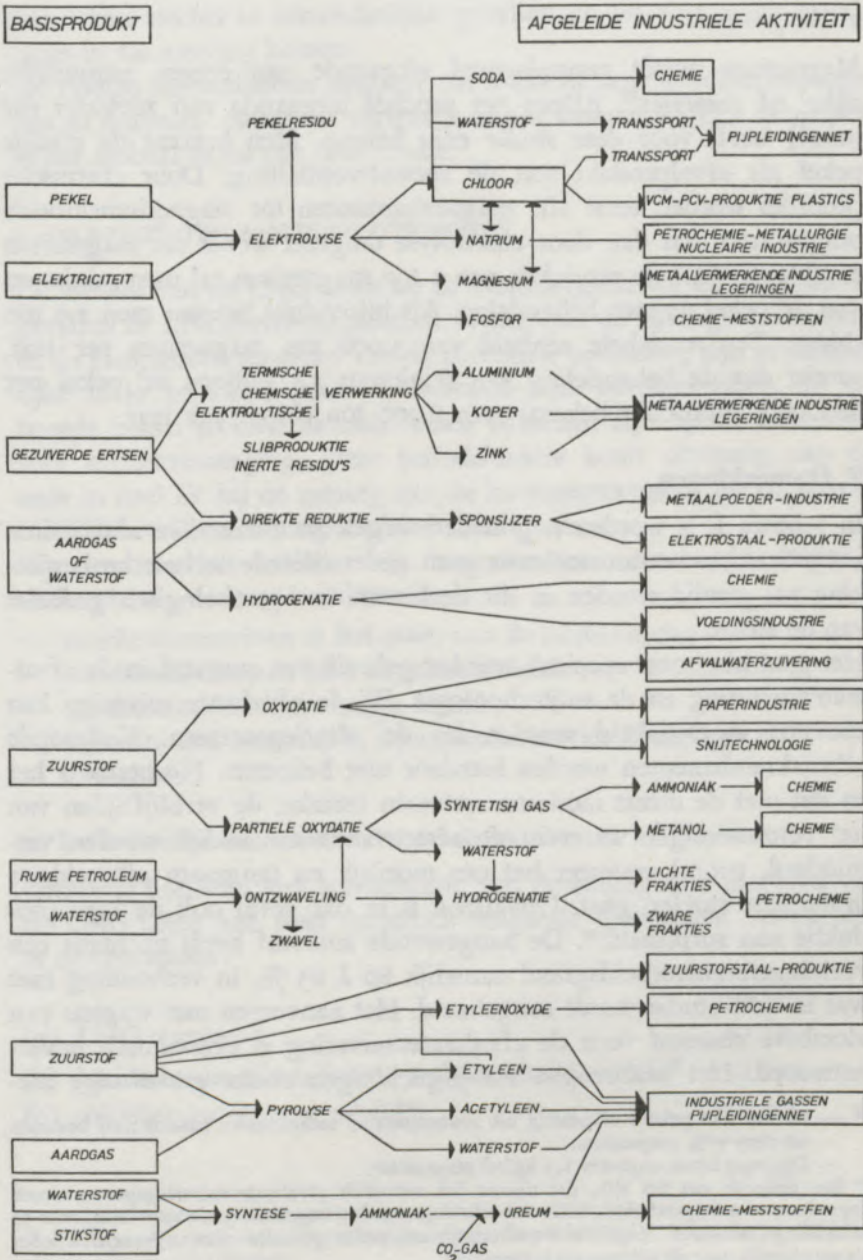
Chloor wordt voor het grootste deel geproduceerd door elektrolyse van zout (NaCl). Zout vindt men in grote hoeveelheden in de zee. Er bestaan, uitgaande van pekkel, twee methoden voor het produceren van chloor namelijk de kwikmethode en de diafragma-methode. Ze verschillen onderling door het type van elektrolysecel. Voor de produktie van 1 ton chloor heeft men 1,8 ton zout nodig. Deze hoeveelheid zout bekomt men door indampen van circa 50 m^3 pekkel¹⁴. Als bijprodukt bij de chloorproduktie bekomt men 1,13 ton soda (Na_2CO_3) en beperkte hoeveelheden waterstof. Een rendabele eenheid van 150.000 ton chloor per jaar vereist dus de behandeling van circa 7 miljoen m^3 pekkel per jaar. Als bijprodukt bekomt men jaarlijks 170.000 ton soda.

¹⁴ Men neemt aan dat de zoutkoncentratie in de pekkel het dubbele van deze in zeewater bedraagt.

Tabel I, 1 : *Overzicht van het potentieel aanbod en de vraag naar waterstof, zuurstof en stikstof (boeveelheden in miljoen Nm³/jaar)*

| Potentieële productie per jaar | Waterstof produktie 623 | Zuurstof produktie 712 à 1.112 | Stikstof produktie 800 à 1.600 |
|---|---|--|--------------------------------------|
| Potentieële afname per jaar ↓ | | | |
| 1. Bestaande ammoniakbedrijf UCB-Oostende (250 ton/dag) | 165 | — | 65 |
| 2. Nieuw ammoniakbedrijf (950 ton/dag) | ofwel 623 direkte syntese | ofwel 180 partieële oxydatie (minst waar- schijnlijke) | 235 (in beide gevallen) |
| 3. Hydrogenatie van 2.10 ⁶ zware petroleumfrakties | ofwel 800 (weinig waar- schijnlijk) | ofwel 220 | — |
| 4. 800.000 ton ijzer/jaar | 800 | — | — |
| 5. Uitbreiding Sidmar : 3.10 ⁶ ton zuurstofstaal/jaar | — | 150 | — |
| 6. Uitbreiding andere zuurstofstaalproduktie in België : 2.10 ⁶ ton/jaar | — | 100 | — |
| 7. Eyleenoxyde : 50.000 ton/jaar | — | 47 | — |
| 8. Acetyleen : 50.000 ton/jaar | — | 150 | — |
| 9. Konditionering aardgas : 12.10 ⁹ Nm ³ aardgas/jaar | — | — | 1.600 |
| 10. Syngas-produktie | — | p.m. | — |
| 11. Papierindustrie : 250 ton pulp per dag | — | 20 | — |
| Totaal | 2.388 | 867 | 1.900 |

Schema I, 4 : Afgeleide industriële activiteiten - totaal beeld



2. *Magnesium*

Magnesium wordt geproduceerd uitgaande van ertsen, natuurlijke pekels of zeewater¹⁵. Alleen het procédé uitgaande van zeewater (of pekels) heeft voor deze studie enig belang. Men bekomt de nodige pekels als afvalprodukt van de zeewaterontzilting. Door chemische procédés worden eerst alle magnesiumzouten tot magnesiumchloride omgevormd, dat dan door elektrolyse omgezet wordt tot magnesium en chloor. Voor de produktie van 1 ton magnesium zal men minimum 500 m³ pekels moeten behandelen. Als bijprodukt bekomt men 2,9 ton chloor. Een rendabele eenheid van 3.000 ton magnesium per jaar, vereist dus de behandeling van minimum 1,5 miljoen m³ pekels per jaar. Als bijprodukt bekomt men 8.700 ton chloor per jaar.

F. *Opmerkingen*

In schema I, 4 worden nog andere afgeleide industriële activiteiten aangehaald, waaraan nochtans geen gedetailleerde technische bespreking zal gewijd worden in dit deel noch in het ekologisch gedeelte van de studie.

Het gaat hier meer speciaal over het gebruik van zuurstof in de afvalwaterzuivering en de snijtechnologie. Bij de afvalwaterzuivering kan zuurstof ingeschakeld worden bij de aëratieprocessen. Verhoogde afbraakrendementen worden hierdoor niet bekomen. Nochtans is het zo dat met de meest moderne systemen terzake, de verblijftijden van het verontreinigde water in de aëratietanks aanzienlijk worden verminderd, vooral wanneer het om moeilijk en langzaam afbreekbare organische stoffen gaat. Opvallend is in dat geval ook de lage produktie aan surplusslib¹⁶. De aangewende zuurstof heeft nochtans een veel lagere zuiverheidsgraad namelijk 80 à 85 %, in verhouding met wat in deze studie wordt aangehaald. Het aanvoeren met wagens van vloeibare zuurstof voor de afvalwaterzuivering is economisch onverantwoord. Het aanbrenge via pijpleidingen onder gasvormige toe-

¹⁵ — Natuurlijke pekels: afkomstig uit zoutmijnen of sedimentaire bassins; zij bevatten tot circa 1 % magnesium.

— Zeewater bevat ongeveer 1,3 kg/m³ magnesium.

¹⁶ Een gedeelte van het slib, dat tijdens het secundair afvalwaterzuiveringsproces wordt geproduceerd en afgescheiden in de nabezinking, wordt teruggevoerd, als retourslib, naar de beluchtingsfase en/of de primaire zuivering; een ander gedeelte moet afgevoerd worden als surplusslib naar de slibverwerkseenheid.

stand kan slechts in uitzonderlijke gevallen en bij zeer grote installaties in aanmerking komen.

De nodige hoeveelheden zuurstof ten behoeve van de snijtechnologie zijn zo minimaal dat ze als verwaarloosbaar kunnen worden aangezien in het globaal beeld van deze studie.

4. DE BEHOEFTE AAN HAVENTERREINEN

De inhoud van de LNG-keten en de kernenergieketen, en in bepaalde gevallen de LNG-kernenergieketen, samen met de havengebondenheid en de ekologische aspecten van de potentiële projecten, zijn in belangrijke mate bepalend voor de behoefte aan haventerreinen. In de tweede plaats moeten haventerreinen berekend zijn op de behoeften voor trafiekverzorging. Deze trafiekfunctie komt uitvoerig aan de orde in deel IV bij de raming van de havenontvangsten uit de haventrafieken en de verhuring van de haventerreinen.

Wanneer we het hebben over haventerreinen, moet een duidelijk onderscheid worden gemaakt tussen :

- voorhaventerreinen in het raam van de LNG-keten ;
- voorhaventerreinen voor de trafiekfunctie ;
- terreinen op het kernenergie-eiland ;
- behoefte aan terreinen in de achterhaven van Zeebrugge en Oostende.

A. De behoefte aan voorhaventerreinen voor de LNG-keten

Rekening houdend met configuratie van de ekologische aspecten van de LNG-keten kan men theoretisch volgende activiteiten verwachten in de voorhaven :

| | Grootte-orde oppervlakte |
|--|--------------------------|
| (a) LNG-terminal ¹⁷ | 20 ha |
| (b) luchtscheidingsinstallatie en elektriciteitscentrale ¹⁸ | 2 ha |
| (c) coldplex en etyleeneenheid ¹⁸ | 10 ha |
| | 32 ha |

¹⁷ Exclusief wateroppervlakte met steigers om metaantankers te ontvangen.

¹⁸ In dit geval vervalt de hervergassingsinstallatie die een onderdeel uitmaakt van de LNG-terminal en ca. 4 ha inneemt.

B. De behoefte aan voorhaventerreinen voor de trafiekfunktie na maximale benutting van de bestaande voorhaven

De behoefte aan voorhaventerreinen (exclusief wateroppervlak) voor de trafiekfunktie is afgeleid uit de beredeneerde trafiekprevisie opgenomen in deel IV. Hierbij maken we een onderscheid tussen de toestand 1985 of op het einde van de aanloopperiode van de nieuwe voorhaven, en de toestand 1995 of het einde van de periode waarvoor trafiekprevisies werden gemaakt.

| | 1985 | 1995 |
|--|-------|--------|
| Petroleumtrafiek en zware koolwaterstoffen | 10 ha | 15 ha |
| Containertrafiek | 25 ha | 55 ha |
| Ro-ro trafiek | 12 ha | 30 ha |
| General cargo | 14 ha | 50 ha |
| Passagierstrafiek (inclusief wagentransport) | 2 ha | 10 ha |
| | <hr/> | <hr/> |
| Totaal | 63 ha | 155 ha |

C. Behoefte aan terreinen op het kernenergie-eiland

De behoefte aan terreinen op het kernenergie-eiland is uiteraard sterk afhankelijk van de aard van de activiteiten. Hierna worden een aantal mogelijke inplantingen samengevat. Bepaalde ervan zullen uiteraard aan het eiland gebonden zijn, terwijl de vestigingsplaats voor bepaalde andere activiteiten zoals off-shore-materiaalkonstruktie en uraniumverrijking, die ook op het vasteland kunnen gevonden worden, afhankelijk is van meerdere factoren. Er dient verder opgemerkt dat de oppervlaktebehoeften verschillend zijn voor de twee weerhouden eilanden. Afvalwarmtevalorisatie door afstandsverwarming zal wellicht niet in beschouwing moeten genomen worden indien men Smalbank II als vestigingsplaats kiest, terwijl het ook in dit geval veel moeilijker wordt de bouw van off-shore-konstrukties aldaar op te zetten.

| | |
|--|-------------|
| (a) Kernenergie : 4 centrales van 1.000 MW ¹⁹ | max. 80 ha |
| (b) Waterontziltingsinstallatie | 16 ha |
| (c) Afstandsverwarming | 5 ha |
| (d) Magnesiumwinning | 5 ha |
| (e) Uraniumverrijking | 25 ha |
| (f) Werf voor off-shore tuigen | 30 ha |
| | <hr/> |
| | max. 161 ha |

De benodigde oppervlakte op grond van deze activiteiten zijn wel kleiner dan de oppervlaktevariante van 220 ha weerhouden in deel IV. De oppervlaktevariante van 220 ha was één van de basisgrootheden van de Symarinfrastudie. Hier is het echter wenselijk een zekere reserve te behouden.

D. Behoeftte aan achterhaventerreinen

Vertrekkend van de combinatie voorhaven Zeebrugge-kerneiland gelegen op De Wandelaar, dient men de vestiging van de volgende produktie-eenheden in de achterhaven van Zeebrugge te voorzien.

| | |
|---|----------------|
| (a) Elektrolyse-eenheid voor water | 8 tot 10 ha |
| (b) Etyleenopslagplaats | 2 tot 4 ha |
| (c) Koelhuizen en lyofilisatieaktiviteit | 20 ha |
| (d) Kryogene bedrijven | beperkt |
| (e) Magnesium- en chloorwinning | 20 ha |
| (f) Ammoniak ²⁰ | 10 ha |
| (g) Reduktie van ijzererts ²⁰ | 10 ha |
| (h) Produktie elektrostaal | 10 tot 20 ha |
| (i) Papierproduktie | 25 ha |
| (j) Hydrogenatie van zware koolwaterstoffen | p.m. |
| (k) Scheepsherstelplaats ²¹ | 10 ha |
| | <hr/> |
| Totaal | 115 tot 130 ha |

¹⁹ Hierbij zijn de veiligheidszones tussen de centrales ingerekend.

²⁰ Rekening houdend met de behoefte aan waterstof, sluiten een bedrijf voor ammoniak en een bedrijf voor de reductie van ijzererts elkaar uit.

²¹ Gezien in het kader van de reeds bestaande en de voorziene haventrafieken. Kapaciteit strikt beperkt tot het noodzakelijke voor de havenfunctie.

Ingeval het kernenergie-eiland zou gelokaliseerd worden op Smalbank II, bestaat er een redelijke kans dat een drietal activiteiten worden ingeplant in de achterhaven van Oostende. Het betreft de elektrolyse-eenheid voor water, de produktie van ammoniak en de produktie van magnesium en chloor. Technisch is het echter mogelijk dat deze produktie-eenheden eveneens in de achterhaven van Zeebrugge terecht komen²². Ook bedrijfseconomische elementen zullen uiteindelijk de keuze tussen Zeebrugge en Oostende beïnvloeden. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat de vestiging van een reductie-eenheid van ijzererts te Zeebrugge en de inplanting van een ammoniakfabriek te Oostende elkaar uitsluiten.

Hierbij moeten twee opmerkingen gemaakt. Op basis van de technisch-industriële analyse zullen de LNG-keten en de kernenergieketen slechts in beperkte mate beslag leggen op terreinen in de achterhaven (circa 120 ha). Het is echter voldoende dat, tengevolge van een technologische evolutie, bepaalde ekologische bezwaren verdwijnen, opdat de inplanting van afgeleide bedrijven er gunstiger zou uitzien. Meteen komen we aan een tweede fundamentele opmerking. Men mag uit de eerste opmerking niet afleiden dat de technische polarisatiekracht van de LNG en de kernenergie beperkt is. Zoals reeds bleek in dit hoofdstuk, en nog zal blijken uit deel II, zullen zeer vele grondstoffen en afgeleide grondstoffen worden afgevoerd naar andere regio's van België (onder meer op industrieterreinen langsheen de pijpleidingstraat). Het is echter wel juist dat een kerncentrale op zichzelf slechts een beperkte technische polarisatiekracht heeft. Hiervoor verwijzen we naar het rapport 'Die Auswirkungen von Kernkraftwerken auf die Wirtschaftsstruktur'²³. In zijn inleiding schrijft H.L. Riemer, Minister voor Economie en Verkeer van het Land Nordrhein-Westfalen, voor wie de bovenvermelde studie werd uitgevoerd 'Die Studie kommt zu dem Schluss, dass ein preisgünstiges Energieangebot zwar eine notwendige, jedoch keine hinreichende Voraussetzung für einen Industriestandort energieintensiver Produktionen ist'. De toestand te Zeebrugge is evenwel sterk verschillend van deze in Nord-

²² Elektrolyse van water op zichzelf is niet aan de achterhaven gebonden; de gebondenheid kan voortvloeien uit de valorisatie van de gewonnen waterstof en zuurstof.

²³ D. Schmitt en W. Schulz, 'Die Auswirkungen von Kernkraftwerken auf die Wirtschaftsstruktur'; Onderzoek van het 'Energiewirtschaftliches Institut' van de Universität Köln, Keulen, 1972.

rhein-Westfalen en dit om twee redenen: primo gaat het te Zeebrugge om een tweevoudige energiefunctie waardoor de kans voor afgeleide activiteiten reeds gevoelig toeneemt en in de tweede plaats is de aanwezigheid te Zeebrugge van terreinen gelegen aan diepvaarwater een bijzonder belangrijke faktor bij de keuze van een vestigingsplaats.

2. INDUSTRIËLE STRUKTUUR, 1974

De reeds eerder gemaakte en beschreven analyse van de industriële structuur van de regio wordt nu verder uitgewerkt door de toevoeging van de laatste gegevens van de voor de jaren 1970-1974 gemaakte enquête van de Belgische Staat (BACS) betreffende het jaar 1974. Hierbij wordt de analyse van de industriële structuur van de regio in 1974 verder uitgewerkt.

In het eerste deel van dit rapport wordt het aantal bedrijven in de regio in 1974 en de veranderingen in de structuur van de regio in 1974 ten opzichte van 1970 besproken. Het tweede deel van het rapport behandelt de veranderingen in de structuur van de regio in 1974 ten opzichte van 1970. Het derde deel van het rapport behandelt de veranderingen in de structuur van de regio in 1974 ten opzichte van 1970.

| | 1970 | 1974 | Verandering |
|---|--------|--------|-------------|
| Totaal aantal bedrijven | 117 | 134 | +17 |
| Aantal bedrijven met meer dan 10 werknemers | 23 | 31 | +8 |
| Aantal bedrijven met 1-9 werknemers | 94 | 103 | +9 |
| Totaal aantal werknemers | 10.000 | 11.500 | +1.500 |
| Aantal werknemers met meer dan 10 jaar dienst | 4.000 | 4.500 | +500 |
| Aantal werknemers met 1-9 jaar dienst | 6.000 | 7.000 | +1.000 |

De veranderingen in de structuur van de regio in 1974 ten opzichte van 1970 zijn vooral te wijten aan de toename van het aantal bedrijven met meer dan 10 werknemers. Dit is vooral te wijten aan de toename van het aantal bedrijven in de sectoren van de chemische industrie, de metaalindustrie en de textielindustrie.

hoofdstuk II huidige industriële structuur van de regio en te verwachten wijzigingen

I. INDUSTRIËLE STRUKTUUR, 1974

De meest recente gegevens die beschikbaar zijn voor de ontleding van de industriële structuur, met uitsplitsing naar de grootte van de ondernemingen, zijn die van de Rijksdienst voor Maatschappelijke Zekerheid (RMZ) betreffende het jaar 1974. Hieruit blijkt dat de industriële structuur sterk afwijkend is tussen de arrondissementen Brugge, Oostende en Veurne.

In het arrondissement Brugge ligt het aantal bezoldigden in de industrie op een behoorlijk peil; in de arrondissementen Oostende en Veurne bereikt deze tewerkstelling in relatieve termen nauwelijks iets meer dan een derde van het niveau van het arrondissement Brugge. Het aantal inrichtingen is verhoudingsgewijze niet zo sterk uiteenlopend, maar de gemiddelde grootte vertoont aanzienlijke verschillen. Onderstaande gegevens¹ verstrekken hiervan een beeld:

| | Aantal inrichtingen per 1.000 inwoners | Aantal bezoldigden per 100 inwoners | Gemiddelde tewerkstelling per bedrijf |
|-----------------|--|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Arr. Brugge | 3,0 | 12,0 | 40,5 |
| Arr. Oostende | 2,5 | 4,2 | 17,0 |
| Arr. Veurne | 3,0 | 4,6 | 15,3 |
| West-Vlaanderen | 4,1 | 13,1 | 31,7 |
| Het Rijk | 3,3 | 12,0 | 36,5 |

¹ Omvat alle sectoren behorend tot de NACE-kode 111 t/m 495. Het aantal inrichtingen slaat op het aantal in de sociale zekerheid opgenomen werkgevers tijdens het tweede kwartaal 1974 waarbij voor de werkgevers die twee of meer afzonderlijke bedrijfszetels of technische afdelingen hebben en/of verschillende activiteiten uitoefenen, het aantal 'inrichtingen' werd geteld. De bezoldigden zijn de in de sociale zekerheid opgenomen werknemers op 30 juni 1974.

Het kleine en middelgrote bedrijf domineert veel sterker in de arrondissementen Oostende en Veurne dan in het arrondissement Brugge. In het arrondissement Veurne is er geen enkel bedrijf met meer dan 300 bezoldigden en in het arrondissement Oostende is er slechts 1 bedrijf met meer dan 500 tewerkgestelden; het arrondissement Brugge daarentegen telt 6 bedrijven met meer dan 1.000 tewerkgestelden, waarvan er 2 de 3.000 eenheden overtreffen. Onderstaande gegevens lichten deze structuur toe :

| | Aantal inrichtingen | | | Bezoldigde tewerkstelling | | |
|---------------------------|---------------------|---------------|-------------|---------------------------|---------------|-------------|
| | Arr. Brugge | Arr. Oostende | Arr. Veurne | Arr. Brugge | Arr. Oostende | Arr. Veurne |
| — 5 bezoldigden | 399 | 196 | 90 | 755 | 368 | 173 |
| 5 à 9 bezoldigden | 107 | 51 | 18 | 730 | 338 | 118 |
| 10 à 19 bezoldigden | 76 | 32 | 12 | 1.053 | 459 | 149 |
| 20 à 49 bezoldigden | 80 | 26 | 11 | 2.683 | 846 | 340 |
| 50 à 99 bezoldigden | 33 | 11 | 9 | 2.111 | 757 | 605 |
| 100 à 199 bezoldigden | 25 | 5 | 4 | 3.355 | 717 | 559 |
| 200 à 499 bezoldigden | 13 | 4 | 1 | 3.756 | 1.216 | 280 |
| 500 à 999 bezoldigden | 5 | 1 | — | 3.539 | 856 | — |
| 1.000 bezoldigden en meer | 6 | — | — | 12.163 | — | — |
| | 744 | 326 | 145 | 30.145 | 5.557 | 2.224 |

Het kleine en middelgrote industriële bedrijf, omschreven als bedrijf met minder dan 100 tewerkgestelden, groepeerd in de drie arrondissementen 93 à 97 % van alle bedrijven. Het aandeel van de kleine en middelgrote bedrijven (KMO) in de totale tewerkstelling bedraagt nagenoeg de helft in het arrondissement Oostende (49,8 %) en meer dan 60 % in het arrondissement Veurne (62,2 %), maar iets minder dan één vierde in het arrondissement Brugge (24,3 %). Wordt het aantal KMO's en de tewerkstelling in deze bedrijven uitgedrukt in verhouding tot de bevolking, dan worden de volgende verhoudingscijfers gevonden :

| | Aantal KMO's per 1.000 inwoners | Aantal bezoldigden in KMO's per 100 inwoners | Gemiddelde tewerkstelling per KMO |
|-----------------|---------------------------------------|---|---|
| Arr. Brugge | 2,8 | 2,9 | 10,5 |
| Arr. Oostende | 2,4 | 2,1 | 8,8 |
| Arr. Veurne | 2,9 | 2,8 | 9,9 |
| West-Vlaanderen | 3,9 | 4,9 | 12,7 |
| Het Rijk | 3,1 | 3,7 | 11,9 |

De verhouding tussen bezoldigden in de KMO's en de totale bevolking is verschillend in de onderscheiden gebieden ; het is inderdaad zo dat de afzet van tal van KMO's niet enkel aan het eigen gebied van vestiging gebonden is. De ontwikkeling van een aantal grotere ondernemingen leidt er doorgaans ook toe mogelijkheden tot toelevering en onderhoud toe te vertrouwen aan KMO's.

De relatief sterke vertegenwoordiging van de industriële werkgelegenheid in het arrondissement Brugge is te verklaren door de aanwezigheid van een aantal sectoren waarin vooral het grote bedrijf aan bod komt.

De verdeling van de bezoldigde werkgelegenheid over de voornaamste sectoren wordt aangegeven in tabel I, 2.

De sectoren met een werkelijk betekenisvolle tewerkstelling zijn : machines, elektrotechnische industrie, transportmiddelen en hout ; te vermelden zijn verder nog niet-metalen delfstoffen, voeding, kleding en metalen produkten. Aan te stippen is ook de chemische nijverheid voor het arrondissement Oostende. De sektor 'electriciteit, gas, water' was in 1974 niet zonder betekenis, maar toch niet bij de werkelijk belangrijke sectoren onder te brengen.

De relatief grote betekenis van de sectoren 'machines', 'elektrotechnische industrie' en 'transportmiddelen' is te verklaren door de aanwezigheid van een aantal grote bedrijven ; dit is niet in dezelfde mate het geval voor de houtnijverheid (zie tabel I, 3).

In het arrondissement Brugge valt 80 % en meer van de bezoldigde werkgelegenheid in de sectoren 'machines', 'elektrotechnische indus-

Tabel I, 2 : *Bezoldigde werkgelegenheid in de arrondissementen Brugge, Oostende en Veurne, naar sectoren, 30 juni 1974*

| Sektoren van tewerkstelling | Arr. Brugge | | Arr. Oostende | | Arr. Veurne | |
|---|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| | Tewerkstelling | % | Tewerkstelling | % | Tewerkstelling | % |
| Machines | 6.734 | 22,3 | 202 | 3,6 | 266 | 12,0 |
| Elektrotechnische industrie | 5.838 | 19,4 | 35 | 0,6 | 3 | 0,1 |
| Transportmiddelen | 3.442 | 11,4 | 605 | 10,9 | 101 | 4,6 |
| Metalen produkten | 1.248 | 4,1 | 222 | 4,0 | 263 | 11,8 |
| Winning en eerste verwerking metalen | 74 | 0,2 | — | — | — | — |
| Fijnmechanische en optische industrie | 32 | 0,1 | 35 | 0,6 | — | — |
| Hout en houten meubelen | 2.742 | 9,1 | 380 | 6,8 | 522 | 23,5 |
| Niet-metalen delfstoffen | 2.026 | 6,7 | 316 | 5,7 | 90 | 4,0 |
| Voeding | 1.888 | 6,3 | 1.038 | 18,7 | 432 | 19,4 |
| Kledingsnijverheid (inclusief schoenen) | 1.798 | 6,0 | 570 | 10,3 | 156 | 7,0 |
| Drukkerij | 960 | 3,2 | 220 | 4,0 | 16 | 0,7 |
| Elektriciteit, gas, water | 719 | 2,4 | 372 | 6,7 | 103 | 4,6 |
| Drank | 805 | 2,7 | 81 | 1,5 | — | — |
| Textiel | 628 | 2,1 | 457 | 8,2 | 259 | 11,7 |
| Chemie | 284 | 0,9 | 941 | 16,9 | — | — |
| Kooksovens, vaste brandstoffen | 206 | 0,7 | — | — | — | — |
| Leder | 195 | 0,6 | 9 | 0,2 | — | — |
| Tabak | 173 | 0,6 | — | — | 10 | 0,4 |
| Papier | 142 | 0,5 | 17 | 0,3 | — | — |
| Rubber | 53 | 0,2 | 46 | 0,8 | 2 | 0,1 |
| Diversen | 158 | 0,5 | 11 | 0,2 | 1 | — |
| Totaal industrie | 30.145 | 100,0 | 5.557 | 100,0 | 2.224 | 100,0 |

Tabel I, 3 : Verdeling van de bezoldigde werkelegenheden in de voornaamste industriële bedrijfstakken, naar de grootte van de bedrijven, 30 juni 1974

| Bedrijfstakken | Arr. Brugge | | | Arr. Oostende | | | Arr. Veurne | | | | | | |
|---------------------------|-------------|--------------|------------------------|---------------|----------|--------------|------------------------|--------|----------|--------------|----------------|--------|-------|
| | —50 tew. | 50 à 99 tew. | 100 à 500 en meer tew. | Totaal | —50 tew. | 50 à 99 tew. | 100 à 500 en meer tew. | Totaal | —50 tew. | 50 à 99 tew. | 100 à 499 tew. | Totaal | |
| Machines | 4,2 | 2,6 | 14,0 | 79,2 | 100 % | 33,7 | 66,3 | — | 100 % | 25,2 | 22,6 | 52,3 | 100 % |
| Elektrotechniek | 0,8 | — | 3,1 | 96,1 | 100 | 100,0 | — | — | 100 | 100,0 | — | — | 100 |
| Transportmiddelen | 7,6 | 1,5 | 4,1 | 86,8 | 100 | 22,6 | 10,2 | 67,1 | 100 | 46,5 | 53,5 | — | 100 |
| Hout | 25,2 | 15,8 | 39,0 | 20,1 | 100 | 41,8 | 58,2 | — | 100 | 12,3 | 13,4 | 74,3 | 100 |
| Niet-metalen delfstoffen | 16,7 | 2,6 | 20,5 | 60,3 | 100 | 56,0 | — | 44,0 | 100 | 36,7 | 63,3 | — | 100 |
| Voeding | 61,2 | 17,4 | 21,4 | — | 100 | 52,6 | — | 47,4 | 100 | 47,9 | 22,0 | 30,1 | 100 |
| Kleding | 37,3 | 16,6 | 46,1 | — | 100 | 42,8 | 13,3 | 43,9 | 100 | 66,7 | 33,3 | — | 100 |
| Metalen produkten | 44,3 | 13,6 | 42,1 | — | 100 | 75,7 | 24,3 | — | 100 | 41,4 | 58,6 | — | 100 |
| Chemie | 28,9 | 31,3 | 39,8 | — | 100 | 9,0 | — | — | 100 | — | — | — | — |
| Elektriciteit, gas, water | 29,3 | 15,2 | 55,5 | — | 100 | 9,1 | 14,8 | 76,1 | 100 | 38,8 | 61,2 | — | 100 |
| Overige | 27,1 | 11,9 | 61,0 | — | 100 | 40,9 | 17,7 | 41,4 | 100 | 36,8 | — | 63,2 | 100 |
| Totaal industrie | 17,3 | 7,0 | 23,6 | 52,1 | 100 % | 36,2 | 13,6 | 34,8 | 100 % | 35,1 | 27,2 | 37,7 | 100 % |

Tabel I, 4 : Aandeel van de vrouwen en van de bedienden in de tewerkstelling in de industriële bedrijven, naar sektor, 30 juni 1974

| Bedrijfstakken | Arr. Brugge | | Arr. Oostende | | Arr. Veurne | |
|---------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| | Aandeel van de vrouwen | Aandeel van de bedienden | Aandeel van de vrouwen | Aandeel van de bedienden | Aandeel van de vrouwen | Aandeel van de bedienden |
| Machines | 8,9 | 23,3 | 3,5 | 20,3 | 5,3 | 30,8 |
| Elektrotechniek | 57,1 | 21,1 | 14,3 | 60,0 | — | 100,0 |
| Transportmiddelen | 10,0 | 14,7 | 2,8 | 13,2 | 9,9 | 9,9 |
| Hout | 23,9 | 9,3 | 8,7 | 15,8 | 19,7 | 6,3 |
| Niet-metalen delfstoffen | 2,5 | 10,2 | 2,5 | 6,6 | 7,8 | 12,2 |
| Voeding | 21,1 | 17,9 | 48,4 | 21,1 | 32,6 | 20,6 |
| Kleding | 87,8 | 15,4 | 93,3 | 7,2 | 92,3 | 15,4 |
| Metalen produkten | 18,7 | 10,2 | 6,8 | 14,4 | 19,8 | 13,3 |
| Chemie | 9,2 | 34,5 | 4,3 | 18,6 | — | — |
| Elektriciteit, gas, water | 5,0 | 56,6 | 2,2 | 43,5 | 3,9 | 35,0 |
| Overige | 30,8 | 21,0 | 35,4 | 16,0 | 40,3 | 10,8 |
| Totaal industrie | 27,5 | 19,0 | 26,6 | 17,9 | 26,6 | 15,9 |

trie' en 'transportmiddelen' in ondernemingen met 500 en meer tewerkgestelden. In de chemische industrie in het arrondissement Oostende is 91 % van de werkgelegenheid te vinden in een bedrijf met meer dan 500 tewerkgestelden.

De aard van de aktiviteit beïnvloedt de mate van inschakeling van vrouwelijke arbeidskrachten; ook het aantal bedienden vertoont hiermee een binding.

De inschakeling van vrouwelijke arbeidskrachten is sterk afwijkend; ook het aandeel van de bediendengroep vertoont aanzienlijke verschillen (zie tabel I, 4).

Het aandeel van de vrouwen is het grootst in de kledingsnijverheid, maar ook aanzienlijk in de elektrotechnische industrie. De bediendengroep is vooral groot in de sektor 'elektriciteit, gas, water'.

De sterke vertegenwoordiging van een aantal sectoren is in het algemeen gekenmerkt door de aanwezigheid van een aantal grote bedrijven en heeft geleid tot een vorm van specialisatie voor het betrokken gebied.

Vooraf in het arrondissement Brugge hebben zich inzake industrie een aantal aktiviteiten ontwikkeld waarvan kan gezegd worden dat zich hierbij een betrekkelijk belangrijke specialisatie heeft voltrokken. Als criterium voor de specialisatie wordt het aandeel genomen van het arrondissement in het geheel van de tewerkstelling in deze aktiviteit in het Rijk ten aanzien van het aandeel van het betrokken arrondissement in de totale industriële werkgelegenheid. Een minimum van 500 bezoldigden in de betrokken sektor in het gebied wordt als voorwaarde gesteld. Het arrondissement Brugge heeft in de totale industriële tewerkstelling van het Rijk een aandeel van 2,58 % en het aandeel in de sektor 'machines' bedraagt 9,74 %; de specialisatie-index bedraagt hier 377². De volgende vrij uitgesproken specialisaties (index groter dan 150) zijn aan te wijzen :

² Specialisatie-index : $\frac{\text{aandeel van sektor x in regio i}}{\text{aandeel van sektor x in het Rijk}} \times 100$

| | Aantal bezoldigden | Aandeel in sektor in het Rijk | Specialisatie- index |
|--------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| <i>Arrondissement Brugge</i> | | | |
| Machines | 6.734 | 9,74 | 377 |
| Elektrotechniek | 5.838 | 5,70 | 221 |
| Hout en meubels | 2.742 | 5,05 | 196 |
| Transportmiddelen | 3.442 | 4,65 | 180 |
| <i>Arrondissement Oostende</i> | | | |
| Voeding | 1.038 | 1,27 | 270 |
| Scheikunde | 941 | 1,22 | 259 |
| <i>Arrondissement Veurne</i> | | | |
| Kleding | 522 | 0,96 | 505 |

Voor de sectoren 'machines' en 'elektrotechniek' waarin het arrondissement Brugge een zekere specialisatie heeft, verwacht het Planbureau een toename van de tewerkstelling; het Planbureau verwacht voor 'hout en meubels' een stabilisatie en voor 'transportmiddelen' een daling van de tewerkstelling. Voor de sektor 'voeding', waarin het arrondissement Oostende een zekere specialisatie heeft, wordt een stabilisatie voorzien, en voor 'scheikunde', wordt groei van de tewerkstelling verwacht. De sektor 'kleding', waarin het arrondissement Veurne een zekere specialisatie heeft, biedt geen vooruitzichten van groei. Op te merken valt dat de verwachtingen van het Planbureau betrekking hebben op het geheel van het land en dat regionale afwijkingen kunnen voorkomen. Voor de arrondissementen hier in studie is wel te verwachten dat doorgaans de tendens voor het Rijk zal geldig blijken te zijn. De sektor 'elektriciteit, gas, water', waarvoor het Planbureau een stabilisatie van de werkgelegenheid voorziet, zou bij uitvoering van LNG-terminal en kernenergie-eiland in het hier beschouwde gebied wel een expansie van de werkgelegenheid zien tot stand komen.

De kwalifikatie van de tewerkgestelde arbeidskrachten naar scho-

Tabel I, 5 : Werkende beroepsbevolking naar bedrijfstgroep en onderwijsniveau in het arrondissement Brugge, 31 december 1970 (procentuele verdeling)

| Bedrijfstakken | Geen onderw. gevolgd of onbekend | Lager niveau | Onvoltooid lager secundair niveau | Lager secundair niveau | | Hoger secundair niveau | |
|---------------------------|----------------------------------|--------------|-----------------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| | | | | Algemeen onderwijs | Technisch of beroeps-onderwijs | Algemeen onderwijs | Technisch of beroeps-onderwijs |
| Machines | 1,3 | 42,7 | 8,2 | 4,3 | 23,7 | 4,1 | 8,5 |
| Elektrotechniek | 2,2 | 43,3 | 13,7 | 5,4 | 16,2 | 3,1 | 9,0 |
| Transportmiddelen | 2,1 | 50,3 | 9,8 | 4,3 | 21,0 | 3,0 | 5,4 |
| Hout | 2,3 | 53,5 | 11,9 | 2,3 | 23,4 | 2,8 | 2,6 |
| Niet-metalen delfstoffen | 1,7 | 70,8 | 9,2 | 3,0 | 7,0 | 2,8 | 2,3 |
| Voeding | 1,9 | 57,7 | 11,8 | 6,4 | 10,0 | 5,6 | 3,1 |
| Kleding | 1,8 | 37,2 | 18,8 | 5,8 | 23,0 | 3,0 | 7,9 |
| Metalen produkten | 2,0 | 51,4 | 9,2 | 3,8 | 21,6 | 3,3 | 5,3 |
| Chemie | 1,3 | 43,0 | 11,1 | 6,6 | 6,8 | 10,9 | 6,0 |
| Elektriciteit, gas, water | 0,6 | 52,8 | 3,7 | 6,8 | 11,8 | 9,3 | 8,7 |
| Overige | 1,8 | 47,5 | 11,1 | 6,4 | 14,2 | 7,2 | 6,0 |
| Totaal industrie | 1,9 | 49,6 | 11,3 | 4,8 | 17,6 | 4,3 | 5,9 |

Tabel I, 5 : Werkende beroepsbevolking naar bedrijfstgroep en onderwijsniveau in het arrondissement Brugge, 31 december 1970 (vervolg)

| Bedrijfstakken | Lager normaal onderwijs (+ fröbel) | Hoger niet-universitair onderwijs | Universitair of gelijkgesteld onderwijs | Kunst-onderwijs | Totaal |
|---------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|-----------------|--------|
| Machines | 0,2 | 4,9 | 1,9 | 0,1 | 100,0 |
| Elektrotechniek | 0,3 | 5,0 | 1,6 | 0,1 | 100,0 |
| Transportmiddelen | 0,2 | 2,4 | 1,2 | 0,1 | 100,0 |
| Hout | 0,1 | 0,6 | 0,2 | 0,3 | 100,0 |
| Niet-metalen delfstoffen | — | 1,9 | 0,9 | 0,4 | 100,0 |
| Voeding | 0,3 | 1,8 | 1,4 | 0,1 | 100,0 |
| Kleding | 0,2 | 1,8 | 0,3 | 0,1 | 100,0 |
| Metalen produkten | 0,2 | 2,2 | 0,8 | 0,1 | 100,0 |
| Chemie | 1,1 | 8,5 | 4,5 | 0,4 | 100,0 |
| Elektriciteit, gas, water | — | 2,5 | 3,7 | — | 100,0 |
| Overige | 0,3 | 3,1 | 1,8 | 0,6 | 100,0 |
| Totaal industrie | 0,2 | 2,9 | 1,3 | 0,2 | 100,0 |

lingsgraad is duidelijk gunstiger in de sectoren waarin een groei van de werkgelegenheid kan worden verwacht dan in de overige sectoren. Tabel I, 5 geeft een beeld terzake, aan de hand van gegevens uit de volkstelling 1970 voor het arrondissement Brugge.

De sectoren met een relatief groot aantal universitair zijn in eerste instantie 'chemie' en 'elektriciteit, gas en water'; nadien volgen 'machines' en 'elektrotechniek'. Ook voor het hoger niet-universitair onderwijs komen dezelfde sectoren duidelijk naar voren.

2. VERWACHTE WIJZIGINGEN IN DE INDUSTRIËLE STRUKTUUR

In onderhavige analyse wordt enkel rekening gehouden met wat kan genoemd worden : blijvende effecten op de tewerkstelling. Gedurende de bouw van het kernenergiepark en de uitbouw van de voorhaven van Zeebrugge en de LNG-terminal zal een aantal jaren een beroep worden gedaan op meerdere honderden arbeidskrachten. Hoewel de tijdsduur voor de voorhaven een viertal jaren, en voor het kernenergiepark een tiental jaren kan bedragen, gaat het hier in wezen om een aflopende bedrijvigheid ; bovendien zal voor onderdelen eveneens een beroep worden gedaan op arbeidskrachten van buiten de regio.

A. Eenpolige ontwikkeling

Bij eenpolige ontwikkeling zijn de voornaamste nieuwe activiteiten die zullen worden ingebracht de volgende :

- op het eiland (De Wandelaar) : kerncentrales (4 x 1.000 MWe), ontzilting, off-shore konstruktie en onderhoud : totaal 1.600 tewerkgestelden
- havenverkeer voorhaven : direkt en indirekt : totaal 5.000 tewerkgestelden
- voorhaven : LNG-terminal, luchtscheiding, elektriciteitscentrale, etyleen : totaal 600 tewerkgestelden
- achterhaven : omvat onder meer : elektrolyse van water, ammoniaksyntese, elektrostaal, magnesium en chloor, koelhuizen, lyofilisatie en kryogene activiteiten.

Voor de achterhaven wordt gerekend met een gemiddelde arbeidsbezetting van 8 arbeidsplaatsen per ha. De bezetting van de achterhaventerreinen zal niet enkel gebeuren met activiteiten die afgeleid

zijn van de LNG-terminal of havenverkeer van de voorhaven. Gerekend wordt met volbezetting omstreeks 1990.

In de achterhaven bedraagt, na aftrek van de wateroppervlakken en de nodige infrastructuur, de beschikbare oppervlakte voor havenactiviteiten (in noordelijk deel) en voor industriële bedrijven ongeveer 900 ha.

In diverse rapporten werden voorheen terreinbezettingen van 7 à 10 arbeidskrachten per ha vooropgezet :

Harris : The greater delta region : 9,4 man per netto ha

Plan 2000 + : 8 à 5 op terrein aan zeer diep vaarwater

Vondelingenplaat-Botlek-Europoort : 7 personen per ha, inclusief interne terreinreserves.

Algemeen wordt een tendens vastgesteld tot een stijgend terreingebruik, onder meer door grotere veiligheidsnormen, meer groenvoorziening en dergelijke.

Voor de achterhaven van Zeebrugge zal een terreinbezetting van gemiddeld 8 arbeidsplaatsen per ha worden aanvaard. Een geleidelijke volbezetting van het terrein met havengebonden bedrijvigheid wordt aanvaard. Voor de achterhaven is derhalve een arbeidseffektief van circa 7.200 personen in aanmerking te nemen.

Het voormelde schema is geen absoluut gegeven. In plaats van de produktie van magnesium en chloor in de achterhaven kan eventueel gekozen worden voor de produktie van magnesium op het eiland, wat hier een tewerkstelling van circa 150 personen kan meebrengen. Mogelijk is ook dat gekozen wordt voor de uitbouw van een 'coldplex', waarbij de vestiging dan moet gebeuren nabij de terminal in de voorhaven. Ook de vestiging van een pulp- of papierfabriek in de achterhaven is een mogelijkheid.

Alle voormelde cijfers van tewerkstelling hebben betrekking op een situatie van volbezetting.

Het uiteindelijke tewerkstellingseffekt is enkel in de vorm van een orde van grootte aan te geven en is te bepalen op 14.000 à 15.000 eenheden.

Bij een eenpolige ontwikkeling krijgt de industriële structuur van het arrondissement Brugge een sterke aanvulling in de sektor 'elektriciteit, gas, water', de chemische industrie en de metaalsektor en in geringe mate in de voedingssektor.

B. Tweepolige ontwikkeling

Bij een tweepolige ontwikkeling kan de volgende spreiding van nieuwe activiteiten worden verwacht :

- op het eiland (Smalbank II) : kerncentrales, ontzilting : totaal 620 tewerkgestelden.
- Oostende : elektrolyse van water, ammoniaksynthese, produktie van magnesium en chloor : totaal 800 tewerkgestelden.
- Zeebrugge voorhaven :
havenverkeer : totaal 5.000 tewerkgestelden.
LNG-terminal, luchtscheiding, elektriciteitscentrale, etyleen : totaal 600 tewerkgestelden.
- Zeebrugge : achterhaven : 8 arbeidsplaatsen per ha. Omvat onder meer : koelhuizen, lyofilisatie, kryogene activiteiten, elektrostaal.

Ook hier zijn alternatieven mogelijk, onder meer de produktie van magnesium op het eiland in plaats van de produktie van magnesium en chloor te Oostende ; de produktie van magnesium en chloor kan eventueel te Zeebrugge gebeuren en niet te Oostende. Er kan worden afgezien van de produktie van ammoniakgas te Oostende en gekozen worden voor reductie van ijzererts te Zeebrugge (achterhaven). Beide doen een beroep op bevoorrading in waterstof waarvan de produktie ontoereikend is voor beide samen (zie tabel I, 1). Ook bij tweepolige ontwikkeling bestaat de mogelijkheid van de uitbouw van een 'coldplex' in de voorhaven te Zeebrugge.

Bij een tweepolige ontwikkeling zal het tewerkstellingseffekt nog overwegend te Zeebrugge te vinden zijn. Grosso modo ziet de verdeling er als volgt uit :

Zeebrugge : voorhaven : 5.500 à 6.000
 achterhaven : 7.200 bij volbezetting

Oostende : 900 maximaal

Arrondissement Veurne : 600 à 800.

Ook in het geval van een tweepolige ontwikkeling is het uiteindelijk tewerkstellingseffekt te ramen op 14.000 à 15.000 eenheden, voor zover volbezetting van de achterhaven van Zeebrugge in rekening wordt gebracht, die niet uitsluitend gebonden is aan activiteiten die afgeleid zijn van de LNG-terminal of havenverkeer van de voorhaven. De industriële structuur zal in het arrondissement Veurne een verste-

viging krijgen in de sektor 'elektriciteit, water', en eventueel in de chemische sektor. In het arrondissement Oostende kan dit het geval zijn in de chemische sektor en in het arrondissement Brugge in de sektor 'elektriciteit, gas' en de chemische sektor en in enige mate in de voedingssector en de metaalsektor.

hoofdstuk III inkomensvorming in de regio en het kwalitatief aspect van de gevraagde arbeidskrachten

De inkomensvorming in de regio wordt bepaald door de omvang van de werkgelegenheid en de kwaliteit van deze werkgelegenheid.

Over de omvang van de werkgelegenheid die te verwachten valt, werd gehandeld in hoofdstuk II. In geval van eenpolige ontwikkeling is de tewerkstelling te Zeebrugge te ramen op 14.000 à 15.000 eenheden, afgezien van het multiplier-effekt. In geval van tweepolige ontwikkeling is de directe tewerkstelling te ramen op nagenoeg 13.000 voor Zeebrugge, 900 voor Oostende en 600 à 800 voor het arrondissement Veurne.

De kwaliteit van de gevraagde arbeidskrachten is afhankelijk van de sectoren in kwestie. In hoofdstuk II werd vastgesteld dat het voornamelijk zal gaan om groei in de sektor 'elektriciteit, gas, water', de chemische industrie, de metaalsektor (vooral bij eenpolige ontwikkeling, omwille van de bouw van off-shore tuigen) en in mindere mate in de voedingssektor. Op basis van gegevens uit de volkstelling van 1970 betreffende de beroepsbevolking van het arrondissement Brugge werd in tabel I, 5 ook aangetoond dat de kwalifikatie van de arbeidskrachten gemiddeld hoger is in de sectoren 'elektriciteit, gas, water', chemie, machines en elektrotechniek dan in de overige sectoren.

Een enquête, die door het Westvlaams Economisch Studiebureau in 1974 bij het Westvlaams bedrijfsleven werd uitgevoerd bij de ondernemingen met 20 of meer tewerkgestelden, wees eveneens op een duidelijk hogere kwalifikatie van de arbeidskrachten in de sectoren elektriciteit, chemie en metaal dan in de overige industriële sectoren. Tabel I, 6 geeft een beeld van de resultaten.

Voor de sectoren elektriciteit, chemie en metaal samen was het aandeel van de houders van een diploma van hoger technisch onderwijs of van universitair onderwijs 4,8 % tegenover 3,7 % gemiddeld voor de gehele industrie.

De gemiddelde verdiensten zijn logischerwijze hoger in de sectoren met verhoudingsgewijs veel hoger geschoolden dan in de overige sectoren. Een inzicht in de verschillen in verdienste wordt verkregen aan de hand van onderstaande gegevens betreffende de gemiddelde verdiensten in 1975 in het Rijk in de privé-sektor :

| | Handarbeiders | | Hoofdarbeiders | |
|--|------------------------|---------|--------------------------|---------|
| | Algemeen daggemiddelde | | Algemeen maandgemiddelde | |
| | Mannen | Vrouwen | Mannen | Vrouwen |
| Elektriciteit, gas, water | 1.738 | 843 | 64.330 | 47.050 |
| Chemische industrie | 1.264 | 812 | 49.590 | 28.780 |
| Machinebouw | 1.081 | 775 | 43.460 | 24.650 |
| Elektrotechnische industrie, bureaumachines | 1.100 | 905 | 45.510 | 27.445 |
| Transportmiddelen | 1.187 | 970 | 45.665 | 26.830 |
| Hout | 886 | 733 | 36.700 | 20.940 |
| Niet-metalen delfstoffen (exclusief glas) | 1.060 | 730 | 42.900 | 24.595 |
| Glas | 1.060 | 761 | 46.100 | 26.790 |
| Voeding | 1.009 | 756 | 40.845 | 20.435 |
| Totaal industrie | 1.077 | 731 | 45.225 | 24.670 |

Het ongewogen gemiddelde van de sectoren 'elektriciteit, gas, water', chemische industrie en machinebouw, waarin de groei van de werkgelegenheid zich overwegend zal voltrekken, bedroeg voor de mannelijke handarbeiders in 1975 gemiddeld 1.361 fr. per dag tegenover gemiddeld 1.050 fr. voor de overige hiervoor geciteerde sectoren die voor het hier bestudeerde gebied enige betekenis hebben ; het verschil bedraagt ongeveer 30 %.

Voor de vrouwen bedraagt het ongewogen gemiddelde van de sectoren 'elektriciteit, gas, water', chemische industrie en machinebouw 810 fr. Tot de sectoren die voor het hier bestudeerde gebied betekenis hebben, dient bij de vrouwen ook de kledingsnijverheid te worden gerekend ; het gemiddelde van de 'overige' sectoren (met inbegrip

dus van de kledingsnijverheid) bedraagt dan 782 fr. Hier vinden we een afwijking van minder dan 5 %. Voor de bedienden bedragen de procentuele afwijkingen respectievelijk 22 % en 39 %.

De sectoren die tot ontwikkeling zullen komen of sterk expansief kunnen worden, zijn duidelijk deze met hoge lonen en zijn belangrijk aldus voor de inkomensvorming in de regio. Dit hangt samen met de relatief hoge kwalifikatie van de benodigde arbeidskrachten.

Indien bij de eenpolige ontwikkeling een tewerkstellingseffekt van 10.000 personen in de industrie wordt bereikt¹, dan leidt de te verwachten structuur tot een inschakeling van circa 500 houders van een diploma van hoger technisch of van universitair onderwijs; op te merken valt dat het totale aantal houders van zulke diploma's die in de Westvlaamse industrie werkzaam zijn een 5.000 eenheden bedraagt.

Naar verwachting zal de nieuw te scheppen werkgelegenheid voor tenminste 90 % aan mannelijke tewerkgestelden toevallen; het aandeel van de bedienden is bij de mannen te ramen op circa 20 % en bij de vrouwen op 50 %.

Op grond van de gemiddelde verdiensten in 1975 in het Rijk in de sectoren 'elektriciteit, gas, water', chemie en machinebouw en de verwachte verdeling van de nieuwe werkgelegenheid worden de volgende verdiensten als norm genomen :

| | | |
|-----------------|---------|-----------------------|
| handarbeiders : | mannen | 400.000 fr. per jaar |
| | vrouwen | 240.000 fr. per jaar |
| bedienden : | mannen | 600.000 fr. per jaar |
| | vrouwen | 360.000 fr. per jaar. |

De nieuw te creëren werkgelegenheid, exclusief het multipliereffekt, is te ramen op 14.000 à 15.000 arbeidsplaatsen.

Het inkomen dat aan deze tewerkgestelden zal toevloeien is te ramen op 6,0 à 6,4 miljard frank per jaar.

¹ Het betreft hier het tewerkstellingseffekt met industrieel karakter, met uitsluiting van de tewerkstelling gecreëerd door het gestegen havenverkeer in de voorhaven (5.000 tewerkgestelden, direct en indirect).

hoofdstuk IV druk op de arbeidsmarkt en gevolgen ten aanzien van een eventuele versnelde agglomeratie- vorming

De verhoogde vraag naar arbeidskrachten zou eventueel spanningen op de plaatselijke arbeidsmarkt kunnen in het leven roepen; een gevolg hiervan kan zijn een inwijking van arbeidskrachten en een versnelde agglomeratievorming rond Brugge en/of Oostende. Er dient onderzocht te worden of in het gebied zelf in de komende jaren voldoende arbeidskrachten aanwezig zijn, en of een versnelling van de thans in de ontwerp-gewestplannen voorziene agglomeratievorming kan vermeden worden. Vooreerst wordt de situatie onderzocht in geval van een eenpolige ontwikkeling.

I. EENPOLIGE ONTWIKKELING

In geval van een eenpolige ontwikkeling is een verhoogd beroep op de arbeidsmarkt van het arrondissement Brugge te verwachten. De vraag naar arbeidskrachten uitgaande van deze ontwikkeling kan ten dele ook opgevangen worden door de arbeidsmarkt van het arrondissement Oostende; de afstand tussen het Oostendse en het havengebied van Zeebrugge bedraagt gemiddeld slechts 20 à 25 km. Nagegaan zal worden of in het gebied Brugge-Oostende, dat de bestuurlijke arrondissementen Brugge en Oostende groepeerd, voldoende arbeidskrachten beschikbaar zullen zijn.

Tot het bepalen van het aanbod van arbeidskrachten is vooreerst de verwachte evolutie van de bevolking in beroepsleeftijd te bepalen; op basis hiervan kan de effectieve beroepsbevolking worden bepaald. Bovendien ontstaat het arbeidsaanbod niet enkel uit de groei van de beroepsbevolking, maar ook vanuit de geregistreerde werkloosheid, de woonforenzen die thans op een te grote afstand zijn tewerkgesteld, door afvloeiing uit de landbouw en door sluiting van bedrijven en door regressie van sommige bedrijfstakken.

A. Evolutie van de beroepsbevolking

De evolutie van de bevolking in beroepsleeftijd (mannen : 15-65 jaar ; vrouwen : 15-60 jaar) kan berekend worden uit de leeftijdsopbouw van 31 december 1970 (volkstelling). Thans is ook reeds het aantal geboorten van de periode 1971-75 bekend. Door toepassing van overlevingskansen kan hieruit, bij verwaarlozing van migratiesaldi, met grote nauwkeurigheid de bevolking in beroepsleeftijd bepaald worden tot 1990 ; voor de jaren na 1990 zouden hypotesen inzake vruchtbaarheid moeten worden ingebracht. Aangezien het effect van de industrialisering omstreeks 1990 zijn volle uitwerking kan hebben bereikt, wordt de analyse hier beperkt tot de periode 1975-90. De in deze analyse gehanteerde overlevingskansen zijn gesteund op berekeningen voor het Rijk en voor West-Vlaanderen uitgevoerd door het Nationaal Instituut voor de Statistiek. Er wordt aangenomen dat deze overlevingskansen ongewijzigd zullen blijven ; volgens de laatste berekeningen van het NIS tekent zich nog een lichte verbetering af van de overlevingskansen voor de vrouwen, maar zijn de overlevingskansen voor de mannen lichtjes dalend in de leeftijdsklassen van 15 tot 20 jaar en van 62 tot 80 jaar.

Indien aan voormelde hypotesen zou worden voldaan, zou de bevolking in beroepsleeftijd als volgt evolueren :

| | Mannen | | Vrouwen | | Mannen en vrouwen | | |
|------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------------|---------------|------------------------|
| | Arr. Brugge | Arr. Oostende | Arr. Brugge | Arr. Oostende | Arr. Brugge | Arr. Oostende | Gebied Brugge-Oostende |
| 1970 | 75.237 | 40.070 | 69.662 | 36.985 | 144.899 | 77.055 | 221.954 |
| 1975 | 77.900 | 41.200 | 71.700 | 37.800 | 149.600 | 79.000 | 228.600 |
| 1980 | 81.350 | 42.800 | 76.100 | 39.650 | 157.450 | 82.450 | 239.900 |
| 1985 | 85.200 | 44.350 | 77.350 | 39.700 | 162.550 | 84.050 | 246.600 |
| 1990 | 85.600 | 44.050 | 77.400 | 39.300 | 163.000 | 83.350 | 246.350 |

Uit bovenstaande gegevens blijkt meteen dat tot 1985 de bevolking in beroepsleeftijd sterk zal stijgen en het groeitempo in de periode 1975-80 aanzienlijk hoger zal zijn dan in de jaren 1970-75.

Het verloop van het effectief aantal vragers van een betrekking wordt echter ook bepaald door de evolutie van de aktiviteitsgraden.

Naar verwachting zal de stijging van de scolariteit vertragen; de remmende invloed op de aktiviteitsgraden uitgaande van een gestegen scolariteit zal derhalve verminderen. Het vervroegd uittreden uit het beroepsleven zal echter verhogen voor de hoogste leeftijdsklassen. Bij de vrouwen kan de aktiviteitsgraad nog in belangrijke mate stijgen in de leeftijdsgroepen van 20 tot 35 jaar en iets minder in de leeftijdsgroepen van 35 tot 55 jaar. Rekening houdend met deze gegevens, de evolutie van de aktiviteitsgraden afgeleid uit de onderscheiden volkstellingen en recente gegevens van het Rijksinstituut voor Ziekte- en Invaliditeitsverzekering, werden de toekomstige aktiviteitsgraden geraamd en de te verwachten effectieve beroepsbevolking berekend. De evolutie van de effectieve beroepsbevolking in het gebied Brugge-Oostende is dan als volgt te bepalen:

1975 : 141.650

1980 : 148.250

1985 : 154.750

1990 : 156.950

In de periode 1975-85 is een toename van de beroepsbevolking te verwachten van ongeveer 13.100 eenheden of gemiddeld 1.310 per jaar; op te merken valt dat in de periode 1961-70 (volkstellingen) de aangroei gemiddeld 1.066 eenheden bedroeg per jaar¹. In de periode 1985-90 is er nog enige aangroei, maar in veel geringere mate dan in de voorgaande jaren.

B. Arbeidsreserve in de geregistreerde werkloosheid

Eind 1975 waren er in het gebied Brugge-Oostende 4.862 mannen en 4.120 vrouwen volledig werkloos, waarvan 3.184 mannen en 3.428 vrouwen als normaal arbeidsgeschikt werden beschouwd.

Voor de bepaling van de arbeidsreserve onder de geregistreerde werklozen worden enkel de werklozen met normale arbeidsgeschiktheid in rekening gebracht en worden seizoengezuiverde aantallen gebruikt.

¹ In de periode 1961-70 kende het gebied Brugge-Oostende door vestigingsoverschotten een aanwinst van de totale bevolking van niet minder dan 10.244 personen.

De arbeidsreserve onder de geregistreeerde werklozen was eind 1975 te bepalen op circa 2.050 mannen en 2.400 vrouwen.

C. Terughaalbare pendel

Eind 1970 waren er in het gebied Brugge-Oostende circa 2.800 woonforenzen die 1 uur à 1.30 uur nodig hadden om het werk te bereiken en 2.800 die er anderhalf uur of meer over deden; 3.100 woonforenzen hadden een logement in of nabij de werkgemeente.

Niet al deze pendelarbeiders zijn als terughaalbaar te beschouwen. Voor het bepalen van de arbeidsreserve werden de pendelsaldi beschouwd en werd benevens de plaats van tewerkstelling ook de bedrijvigheid en de sociale stand van de forenzen in aanmerking genomen.

In beginsel werd als reserve beschouwd het pendelsaldo met de niet-aangrenzende arrondissementen buiten West-Vlaanderen; van de 3.900 tewerkgestelden in het arrondissement Brussel-hoofdstad werden er echter slechts 1.100 als terughaalbaar beschouwd.

De arbeidsreserve onder de lange-afstandspendelarbeiders is te ramen op circa 2.100.

D. Afvloeiing uit de landbouw

In 1975 waren er in de landbouw in het gebied Brugge-Oostende nog circa 4.700 mannen en 900 vrouwen als bestendig tewerkgestelden actief; in procent van de totale beroepsbevolking betekende dit nog slechts 4%. In de periode 1970-75 verminderde het aantal bestendig tewerkgestelden in de landbouw met ongeveer 1.250 mannen en 600 vrouwen.

Gelet op het reeds lage aandeel van de landbouw is te rekenen met een vertraagde afvloeiing. Naar verwachting is tegen 1985 nog een vermindering met circa 1.300 personen te verwachten.

E. Sluiting van ondernemingen

Volgens gegevens van de Rijksdienst voor Arbeidsvoorziening werden door bedrijfssluitingen in het gebied Brugge-Oostende in 1974 circa 400 werknemers getroffen en in 1975 waren het er ruim 800.

Er wordt aangenomen dat de regressie van de werkgelegenheid in een

aantal bestaande bedrijven gekompenseerd zal worden door groei van de werkgelegenheid in andere bestaande bedrijven². Het verlies door sluiting van bedrijven moet volledig gerekupereerd worden via nieuwe bedrijven.

Het aantal getroffen werknemers door sluiting van bedrijven wordt voor de periode 1975-85 geraamd op ongeveer 3.900 en voor de jaren 1985-90 op circa 1.500.

F. Totaal overzicht

De arbeidsmarkt waaruit zal kunnen geput worden door nieuwe ondernemingen omvat de volgende aantallen :

| | 1975-85 | 1975-90 |
|---------------------------|---------|---------|
| Aangroei beroepsbevolking | 13.100 | 15.300 |
| Reserve onder werklozen | 4.450 | 4.450 |
| Terughaalbare pendel | 2.100 | 2.100 |
| Afvoeiing uit de landbouw | 1.300 | 1.300 |
| Sluiting ondernemingen | 3.900 | 5.400 |
| | <hr/> | <hr/> |
| | 24.850 | 28.550 |

Bovenstaande gegevens zijn bepaald in de hypothese dat er een evenwicht zou zijn tussen in- en uitwijking, zowel op kwantitatief als op kwalitatief vlak. In de voorbije jaren is er steeds een eerder belangrijk vestigingsoverschot geweest en bij de opmaak van de voorontwerpen van gewestplannen is rekening gehouden met een behoud van inwijkingsoverschotten. Het vestigingsoverschot in het gebied Brugge-Oostende bedroeg in de periode 1961-70 gemiddeld 1.138 personen per jaar en in de periode 1970-75 gemiddeld 1.184 personen per jaar. Het is derhalve aanvaardbaar rekening te houden voor de komende jaren met een vestigingsoverschot dat gemiddeld een 1.000-tal eenheden per jaar bedraagt. Uit een onderzoek van het Westvlaams

² Regressie in bestaande bedrijven betekent hier behoud van de bedrijven met een verminderd arbeidseffektief.

Ekonomisch Studiebureau is gebleken dat een vestigingsoverschot van 100 personen gemiddeld de beroepsbevolking doet stijgen met ongeveer 42 personen. Indien deze werkhypotesen worden aangenomen dan valt te rekenen met een supplementair arbeidsaanbod van ongeveer 4.200 arbeidskrachten tegen 1985 en van 6.300 arbeidskrachten tegen 1990. Het effectief arbeidsaanbod waaruit zou kunnen geput worden, bedraagt derhalve circa 29.050 personen tegen 1985 en 34.850 tegen 1990, zonder dat bij de gestelde hypotesen sprake is van enige wezenlijke wijziging in het verloop in vergelijking met de voorgaande jaren. Nagenoeg 60 % van deze arbeidsreserve zou uit mannen bestaan. Indien met dit arbeidsaanbod kan worden voldaan aan de vraag naar arbeidskrachten, hoeft geen rekening gehouden te worden met een versnelde agglomeratievorming op basis van een gestegen vraag naar aanbod.

Uit deze arbeidsmarkt moet echter ook de expansie van de tertiaire sektor worden gevoed. In het gebied Brugge-Oostende was de groei van de bezoldigde werkgelegenheid in de voorbije jaren als volgt (bron RMZ) :

| | Industrie en bouwbedrijf | Handel en diensten |
|---------|-----------------------------|-----------------------|
| 1958-64 | + 8.500 | + 5.100 |
| 1964-70 | + 3.800 | + 4.900 |
| 1970-74 | + 650 | + 8.100 |

De groei in de tertiaire sektor was in het gebied Brugge-Oostende bijzonder groot in de periode 1970-74. Bijna 62 % van de groei werd echter genoteerd in de sektor overheidsdiensten, onderwijs en diensten van algemeen nut. Voor de komende jaren blijkt een aangroei van gemiddeld 900 à 1.000 personen per jaar in de tertiaire sektor aanvaardbaar. Hierbij kan in overwegende mate een beroep worden gedaan op vrouwelijke arbeidskrachten.

Voor de secundaire sektor en de supplementaire groei van het havenverkeer, zou tegen 1985 het aantal arbeidskrachten dat beschikbaar komt ongeveer 19.000 à 20.000 eenheden bedragen en tegen 1990

ongeveer 20.000 à 21.000 eenheden. Het aantal nieuw verwachte arbeidsplaatsen bedraagt 14.000 à 15.000. De arbeidsmarkt is derhalve globaal voldoende. De groei in de tertiaire sektor zou echter wel overwegend moeten gevoed worden door vrouwelijke arbeidskrachten, zoniet dreigt er een onevenwicht wat betreft mannelijke en vrouwelijke arbeidskrachten. Het is echter zo dat ook uit het aangrenzend arrondissement Eeklo een supplementair aantal mannelijke arbeidskrachten kan worden aangetrokken en dat een stijgende arbeidsmobiliteit, binnen sociaal-verantwoorde grenzen, de spanningen kan helpen verwijderen.

2. TWEEPOLIGE ONTWIKKELING

In geval van een tweepolige ontwikkeling zal, zoals werd vastgesteld, nog steeds een aanzienlijke vraag van arbeidskrachten tot stand komen rond de activiteiten van de LNG-terminal en de afgeleide industrie en in verband met de uitbouw van de haven van Zeebrugge. Voor deze activiteiten kan een beroep worden gedaan op de arbeidsmarkt van het gebied Brugge-Oostende ; hiervoren werd reeds aangegeven wat deze arbeidsmarkt te bieden heeft.

De bouw van een kernenergiepark voor de Westkust kan voor Oostende en Zeebrugge ook nog werkgelegenheid scheppen via de vestiging van een installatie voor de elektrolyse van water (Oostende), de produktie van ammoniak of de reductie van ijzererts (respektievelijk te Oostende en te Zeebrugge) en eventueel de winning van magnesium en chloor (te Oostende of Zeebrugge). Al deze activiteiten werden eveneens vermeld in het gebied Brugge-Oostende in geval van een eenpolige ontwikkeling en de arbeidsmarkt hiervoor werd reeds ontleed.

In geval van een tweepolige ontwikkeling moet onderzocht worden of de arbeidsmarkt van het arrondissement Veurne voldoende is voor het opvangen van de vraag naar arbeidskrachten uitgaande van de exploitatie van het kernenergiepark, de ontziltingseenheid en de eventuele produktie van magnesium op het te bouwen eiland. Indien de arbeidsmarkt van het arrondissement Veurne voldoende ruim is om deze activiteiten op te vangen, dient niet eens meer te worden onderzocht of ook de arbeidsmarkt van het arrondissement Oostende

terzake nog mogelijkheden biedt nadat voldaan is aan de vraag uitgaande van de activiteiten geschapen rond de haven van Zeebrugge. De analyse wordt hierna uitgevoerd voor de arbeidsmarkt van het arrondissement Veurne, waar de bouw van een kernenergiepark en ontzilting en eventuele produktie van magnesium een vraag naar arbeidskrachten in het leven kan roepen van een 600 à 800 personen.

A. Evolutie van de beroepsbevolking

Dezelfde methode wordt gevolgd als voor het gebied Brugge-Oostende. De evolutie van de bevolking in beroepsleeftijd in het arrondissement Veurne is als volgt te bepalen :

| | Mannen | Vrouwen | Totaal |
|------|--------|---------|--------|
| 1970 | 14.732 | 13.653 | 28.385 |
| 1975 | 15.200 | 14.150 | 29.350 |
| 1980 | 15.850 | 14.850 | 30.700 |
| 1985 | 16.400 | 14.950 | 31.350 |
| 1990 | 16.400 | 14.800 | 31.200 |

Uit deze evolutie van de bevolking in beroepsleeftijd en de verwachte evolutie van de aktiviteitsgraden kan de effectieve beroepsbevolking als volgt geraamd worden :

1975 : 18.000

1980 : 18.850

1985 : 19.600

1990 : 19.850

In de periode 1975-85 valt derhalve te rekenen met een aangroei van de beroepsbevolking van circa 1.600 personen ; op te merken valt dat de periode 1961-70 een daling te zien gaf van 140 eenheden³. In de periode 1985-90 wordt de groei van de beroepsbevolking vrij gering.

³ Er was door uitwijkingsoverschotten een verlies van 366 personen.

B. Arbeidsreserve in de geregistreerde werkloosheid

Eind 1975 waren er in het arrondissement Veurne 645 mannen en 642 vrouwen volledig werkloos, waarvan respectievelijk 468 en 580 met een normale arbeidsgeschiktheid.

De arbeidsreserve is te ramen op circa 300 mannen en 400 vrouwen.

C. Terughaalbare pendel

Eind 1970 waren er 212 woonforenzen die 1 uur tot 1.30 uur nodig hadden om het werk te bereiken en 203 die 1.30 uur of meer onderweg waren ; 663 woonforenzen hadden een logement in of nabij de werkgemeente.

De terughaalbare pendel is te ramen op ongeveer 300 personen.

D. Afvloeiing uit de landbouw

In 1975 waren er 1.300 mannen en 350 vrouwen bestendig tewerkgesteld in de landbouw, dit is nog 9 % van de totale beroepsbevolking. In de periode 1970-75 was er een daling van ongeveer 300 mannen en 150 vrouwen.

Naar verwachting kan dit aantal tegen 1985 nog dalen met ongeveer 450 eenheden en in de periode 1985-90 met nog een 100-tal eenheden.

E. Sluiting van ondernemingen

Het aantal door bedrijfssluitingen getroffen werknemers bedroeg in 1974 een 40-tal personen en in 1975 ongeveer 140.

Voor de periode 1975-85 wordt gerekend met een verlies van ongeveer 350 personen en voor de periode 1985-90 van 150 personen.

F. Totaal overzicht

Uiteindelijk blijkt de arbeidsmarkt van het arrondissement Veurne de volgende aantallen te zullen omvatten :

| | 1975-85 | 1975-90 |
|----------------------------|-------------|-------------|
| Aangroei beroepsbevolking | 1.600 | 1.850 |
| Reserve onder werklozen | 700 | 700 |
| Terughaalbare pendel | 300 | 300 |
| Afvloeiing uit de landbouw | 450 | 550 |
| Sluiting ondernemingen | 350 | 500 |
| | <hr/> 3.400 | <hr/> 3.900 |

Ook hier is uit deze arbeidsmarkt niet enkel te putten door de industrie maar ook door de tertiaire sektor.

De evolutie van de bezoldigde werkgelegenheid was in de voorbije jaren als volgt :

| | Industrie en bouwbedrijf | Handel en diensten |
|---------|-----------------------------|-----------------------|
| 1958-64 | + 460 | + 530 |
| 1964-70 | + 380 | + 710 |
| 1970-74 | - 170 | + 780 |

Indien gerekend wordt met een aangroei van de bezoldigde werkgelegenheid in de tertiaire sektor van gemiddeld 200 personen per jaar, dan is er voor de secundaire sektor in 1985 een aanbod van 1.400 personen ; in 1990 zal dit aanbod dalen tot ongeveer 900 personen.

Voor een behoefte van 600 à 800 arbeidsplaatsen die kunnen voortvloeien uit het kernenergiepark en afgeleide activiteiten, is er derhalve voldoende ruimte op de arbeidsmarkt van het arrondissement Veurne, zij het dat de marge zal versmallen en vrij gering kan worden omstreeks 1990. De arbeidsmarkt van het aangrenzende arrondissement Diksmuide kan eventueel aangesproken worden en biedt zeker voldoende ruimte.

Zowel in het geval van eenpolige ontwikkeling als in het geval van tweepolige ontwikkeling is de arbeidsmarkt van het betrokken gebied voldoende ruim om te kunnen voldoen aan de vraag naar arbeidskrachten.

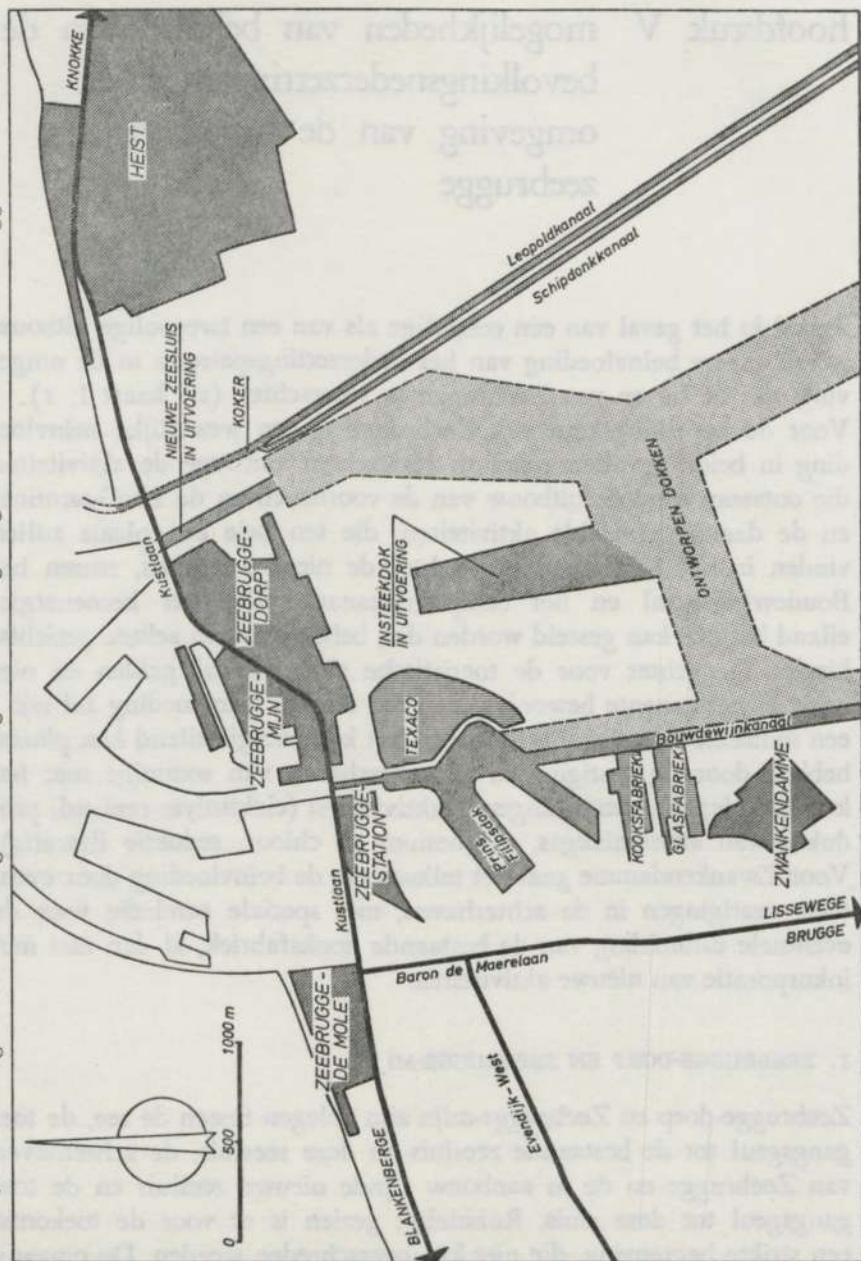
hoofdstuk V mogelijkheden van behoud van de bevolkingsnederzettingen in de omgeving van de haven van zeebrugge

Zowel in het geval van een eenpolige als van een tweepolige uitbouw is een zekere beïnvloeding van het nederzettingpatroon in de omgeving van de haven van Zeebrugge te verwachten (zie kaart I, 1). Voor de bevolkingskern van Zeebrugge is een wezenlijke beïnvloeding in beide gevallen enkel te verwachten vanwege de activiteiten die ontstaan rond de uitbouw van de voorhaven en de LNG-terminal en de daaruit afgeleide activiteiten, die ten dele een plaats zullen vinden in het gebied gelegen achter de nieuwe zeesluis, tussen het Boudewijnkanaal en het Schipdonkanaal. Wat het kernenergie-eiland betreft, kan gesteld worden dat, behoudens een zekere gezichtshinder, die echter voor de toeristische activiteit zal gelden en niet voor de permanente bewoning, er geen direkte beïnvloeding zal zijn; een indirecte beïnvloeding vanwege het kernenergie-eiland kan plaatshebben door de vestiging in de achterhaven van sommige met het kernenergiepark samenhangende activiteiten (elektrolyse-eenheid, productie van ammoniakgas, magnesium en chloor, reductie ijzererts). Voor Zwankendamme gaat het telkens om de beïnvloeding door eventuele vestigingen in de achterhaven, met speciale aandacht voor de eventuele uitbreiding van de bestaande kooksfabriek, al dan niet met inkorporatie van nieuwe activiteiten.

I. ZEEBRUGGE-DORP EN ZEEBRUGGE-MIJN

Zeebrugge-dorp en Zeebrugge-mijn zijn gelegen tussen de zee, de toegangsgoel tot de bestaande zeesluis en deze zeesluis, de achterhaven van Zeebrugge en de in aanbouw zijnde nieuwe zeesluis en de toegangsgoel tot deze sluis. Ruimtelijk gezien is er voor de toekomst een strikte begrenzing, die niet kan overschreden worden. De omvang

Kaart I, 1 : Situering van de bevolingsnederzettingen in de omgeving van de haven van Zeebrugge



van de huidige bevolkingsnederzetting is van die aard dat een groei hiervan niet noodzakelijk is om de leefbaarheid te verzekeren.

Zeebrugge-mijn en Zeebrugge-dorp groeperen samen ongeveer 3.000 inwoners. Eind 1970 waren er in het arrondissement Brugge 29 gemeenten, waarvan er 13 waren die minder inwoners telden dan Zeebrugge-dorp (2.246 inwoners). Van de bij de volkstelling van 1970 in het arrondissement Brugge 213 getelde bewoningseenheden (exclusief de statistische sectoren met verspreide bewoning of zonder bewoning) waren er slechts 18 met een hoger bevolkingscijfer dan Zeebrugge-dorp.

De huidige sociale voorzieningen zijn voldoende voor de bestaande wooneenheid. Zeebrugge heeft een tamelijk uitgebreid primair winkelapparaat en ook aan de vraag naar een aantal secundaire en zelfs tertiaire goederen kan worden voldaan te Zeebrugge. Het aandeel van de secundaire en tertiaire goederen dat buiten Zeebrugge wordt aangekocht is globaal beschouwd niet groter dan in de andere niet-verzorgende gemeenten van West-Vlaanderen. Ook op het vlak van het onderwijs en andere diensten kan gewezen worden op een aanvaardbare situatie.

De leeftijdsopbouw van de bevolking is relatief jeugdig en de gemiddelde gezinsgrootte is er betrekkelijk groot. Het aandeel van de bevolking van vreemde nationaliteit is er niet overmatig groot en deze groep vertoont geen specifieke kenmerken afwijkend van de gehele bevolkingsgroep.

Nagenoeg de totale beroepsbevolking heeft een betrekking binnen een aanvaardbare tijdsafstand. De relatief grote werkgelegenheidskansen te Zeebrugge (in ruime zin) heeft de inwijking gestimuleerd; de hoge plaatselijke werkgelegenheid wordt door de bevolking op prijs gesteld en heeft een binding met de woonkern Zeebrugge meegebracht. Zeebrugge-dorp is gekenmerkt door een duidelijk overwicht van de werkliedenbevolking; Zeebrugge-mijn, dat een eigen karakter heeft verkregen door de activiteiten die zich hebben ontwikkeld rond de vissershaven en de haven in het algemeen, telt verhoudingsgewijs veel zelfstandigen, werkgevers en helpers.

Het woningbestand te Zeebrugge-dorp en Zeebrugge-mijn is in het algemeen van relatief recente datum. Op het vlak van de gerieflijkheden van de woningen slaat Zeebrugge een behoorlijk figuur.

Op grond van bevolkingsgrootte, demografische factoren, werkgelegenheidskansen, woningpatrimonium en sociale voorzieningen mag besloten worden tot een aanvaardbare situatie en een leefbaar geheel. Een iets minder gunstig aspect is de huidige verkeerssituatie op het vlak van de integratiemogelijkheden van Zeebrugge-dorp en Zeebrugge-mijn. Op de Kustlaan, die Zeebrugge-dorp en Zeebrugge-mijn van elkaar scheidt, wordt een hoge verkeersbezetting genoteerd; in 1975 werd een daggemiddelde van 11.917 motorvoertuigen geteld op de telpost te Heist. Deze weg vertoont een aantal knelpunten, waaronder de doorgang over het benedenhoofd van de bestaande zeeluis.

Het probleem van de hoge en steeds stijgende verkeersbezetting op de Kustlaan zal echter een oplossing krijgen door de voorziene aanleg van een omleidingsweg ten zuiden van Zeebrugge-dorp.

Uitbreiding van het woningpatrimonium en groei van het bevolkingscijfer is geen voorwaarde tot het behoud van de leefbaarheid. De leefbaarheid zou echter kunnen aangetast worden door het indringen van nieuwe functies en het op tamelijk grote schaal verdringen van de huidige woonfunctie te Zeebrugge-dorp; ook het stijgend verkeer veroorzaakt door de expansie van het havenverkeer zou desintegrerend kunnen werken.

Deze gevaren kunnen vermeden worden door het treffen van een aantal maatregelen, waartoe behoren het opmaken van een structuurplan of bijzonder plan van aanleg waardoor de woonfunctie van Zeebrugge-dorp gevrijwaard wordt, en het verschaffen van de nodige ruimte buiten Zeebrugge-dorp en Zeebrugge-mijn om de nieuw te ontstane functies op te vangen en het zware en trage verkeer dat zal ontstaan op een verantwoorde wijze af te voeren.

Door de stad Brugge zou een structuurplan of bijzonder plan van aanleg ten spoedigste moeten worden uitgewerkt, waarbij de bestemming van Zeebrugge-dorp zeer uitdrukkelijk wordt beperkt tot de woonactiviteit en de daarmee verbonden activiteiten; hoogbouw moet worden vermeden. In dit plan zijn ook de gronden tussen de bestaande bebouwing en de ontworpen zuidelijke omleidingsweg aan te wijzen als bufferzone ten aanzien van de haven- en industriezone ten zuiden van Zeebrugge-dorp en ten aanzien van het verkeer op deze nieuwe weg. Deze zuidelijke omleiding is er niet enkel nodig om de inte-

gratiemogelijkheden van Zeebrugge-dorp en Zeebrugge-mijn te verhogen, maar ook en vooral om het verkeer dat in de achterhaven ten noorden van het thans in aanbouw zijnde insteedok zal ontstaan, buiten de bewoning te houden. In het plan is tevens te voorzien in het vrijwaren van het bestaande groen en is te onderzoeken welke aanpassingen aan de socio-kulturele voorzieningen nodig zijn. Het komt ook aangewezen voor de gronden tussen de bestaande bebouwing en de nieuwe zeesluis althans tijdelijk vrij te houden.

De nieuwe functies die in de bewoning zouden kunnen indringen, moeten voor hun ruimtebeslag konkrete mogelijkheden aangeboden worden. Voor de dienstgebouwen van de nieuwe zeesluis is de ruimte ten oosten van de sluis, zoals voorzien door het Ministerie van Openbare Werken, een aanvaardbare plaats. Een oplossing is echter te bieden voor de thans reeds onvoldoende ruimte voor het parkeren van wagens en het opslaan van goederen verband houdend met het ro-ro-verkeer en het containerverkeer; hetzelfde geldt voor de vraag naar kantoorgebouwen en dienstverlening vanwege de privé-sektor. Er dient voorzien in een transportzone, waarbij ook ruimte aansluit voor kantoorgebouwen en dienstverlening. De enige aanvaardbare plaats, gelet op de noodzaak deze zo dicht mogelijk te situeren bij de wortel van de havendam, is te situeren ten zuiden van Evendijkwest, ten westen van de Baron de Maerelaan; de bouw van een tunnel onder de Kustlaan wordt hierbij noodzakelijk (zie hoofdstuk VI, § 4).

Het verdwijnen van de jachthaven op de huidige plaats te Zeebrugge is nauwelijks van betekenis te achten voor de bevolking van Zeebrugge-dorp en Zeebrugge-mijn. Voorzien wordt in de overplaatsing van de jachthaven naar de rechterhavenstrekdam. Grotere betekenis heeft de vissershaven. Het gestegen havenverkeer kan moeilijkheden bij de werking van de vissershaven in het leven roepen bij behoud op de huidige plaats. De ruimtelijke mogelijkheden tot eventuele overplaatsing naar de buitenzijde van de rechterhavenstrekdam zijn te handhaven.

In de industriezone ten zuiden van Zeebrugge-dorp zullen geen wateren/of luchtverontreinigende bedrijven worden toegelaten, zodat hier geen hinder voor de bewoning van Zeebrugge noch voor Heist kan ontstaan.

Mits het nemen van de hiervoor omschreven maatregelen, zal er geen wezenlijke beïnvloeding zijn op de bewoning van Zeebrugge-dorp en Zeebrugge-mijn en is de leefbaarheid niet aangetast.

2. ZWANKENDAMME EN ZEEBRUGGE-STATION

Zwankendamme is een zeer kleine bewoningseenheid ; eind 1970 werden hier slechts 837 inwoners geteld. Deze bewoningseenheid ligt onmiddellijk ten zuiden van de glasfabriek en de kooksfabriek ; ten zuiden wordt Zwankendamme begrensd door een agrarisch gebied dat in het ontwerp-gewestplan als landschappelijk waardevol is aangeduid en dat doorloopt tot aan Lissewege. De meeste woningen dagtekenen er van de periode tussen de beide wereldoorlogen ; op 252 particuliere huizen op het eind van 1970 waren er 157 of 62 % die gebouwd werden in de periode 1919-45. In het algemeen gaat het om eerder kleine woningen ; 95 % van de woningen hebben een oppervlakte van minder dan 85 m². Het gaat hier typisch om een werkliedenbevolking die in de nabije industrie is tewerkgesteld.

Door de beperkte omvang van deze bevolkingsgroep is het niet mogelijk er alle nodige socio-kulturele voorzieningen te brengen om er een werkelijk leefbare eenheid van te maken.

Hoewel het behoud van de bestaande bebouwing en het huidig levenspatroon niet in het gedrang gebracht wordt door de voorziene uitbouw in de voorhaven en de ontwikkeling in de achterhaven, is het op grond van zuiver planologische en socio-kulturele elementen aangewezen geen uitbreiding aan deze bewoningseenheid toe te kennen. Behoud van het bestaande is mogelijk, maar de nodige basisvoorzieningen voor een volwaardige bewoningsentiteit zullen er blijven ontbreken.

Zeebrugge-station is een bewoningseenheid die eind 1970 681 inwoners telde. In Zeebrugge-station is geen sprake van een dominante van de werkliedenbevolking ; er is wel een uitgesproken tewerkstelling van de beroepsbevolking in de tertiaire sektor (71 %). Het woningpatrimonium is er van eerder recente datum ; eind 1970 dagtekende slechts 35 % van de woningen van vóór 1945. De ruimtelijke ligging van Zeebrugge-station is op heden reeds vrij ongunstig en de groei van het verkeer veroorzaakt door de expansie van de voorhaven

en de ontwikkeling in de achterhaven, zal met grotere intensiteit doorwegen op dit gebied. Zeebrugge-station is begrensd door de Kustlaan, die de scheiding vormt met de voorhaven waar een intens-ro-ro- en containerverkeer plaats heeft, door de bestaande zeesluis, door de spoorlijn en ten zuiden hierop aansluitend een industriegebied langs het Prins Filipisdok, en door het militair domein ten oosten van de Baron de Maerelaan. Ten noorden komt thans het reeds zeer intense verkeer door, dat bij draaien van de brug, naar het bovenhoofd wordt afgeleid. Ook na uitvoering van de omleidingsweg ten zuiden van Zeebrugge-dorp verloopt het verkeer verder over de bruggen van de bestaande zeesluis. Het gedeelte van het verkeer dat ontstaan zal rond het thans in aanleg zijnde insteekdok in de achterhaven en dat in westelijke richting zal verlopen, zal nog gevoegd worden bij het huidige verkeer.

Uitbreiding van de bewoning is hier af te wijzen.

Zeebrugge-De Môle, met ruim 700 inwoners, heeft een sterk toeristische inslag en wordt niet wezenlijk beïnvloed door de expansie van de haven van Zeebrugge.

Mits het nemen van een aantal aangegeven maatregelen, worden de diverse bevolkingsnederzettingen in de omgeving van de haven van Zeebrugge niet bedreigd.

hoofdstuk VI aanpassingen van de verkeers- infrastructuur

In onderhavig hoofdstuk gaat de aandacht vooreerst naar de aanpassing van het waterwegennet, het spoorwegennet en het autowegennet. Aansluitend hierop wordt ook gehandeld over de noodzaak van een transportzone nabij de haven van Zeebrugge.

Het luchtverkeer komt niet ter sprake omdat in het kader van de uitbouw van Zeebrugge geen nieuwe aanpassing van de Oostendse luchthaven nodig is. Het vervoer via leidingen wordt hier ook niet besproken. Aan deze materie wordt deel II integraal gewijd.

De laatste paragraaf handelt over een aantal aspecten van het vervoer van radioactieve materialen.

I. WATERWEGEN

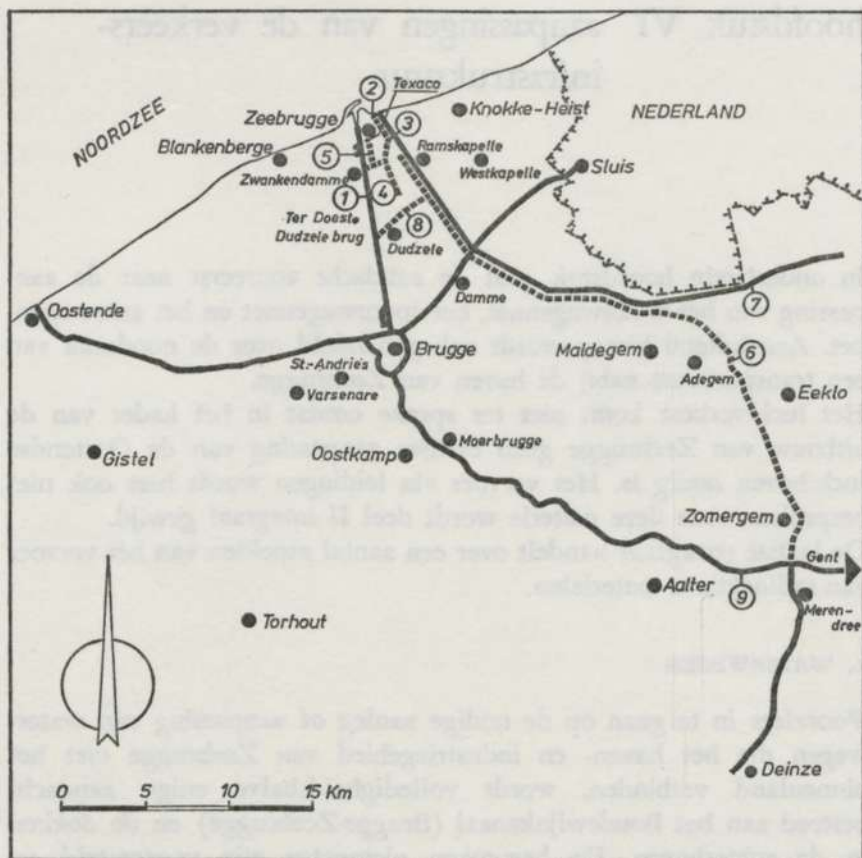
Vooraleer in te gaan op de nodige aanleg of aanpassing van waterwegen die het haven- en industriegebied van Zeebrugge met het binnenland verbinden, wordt volledigheidshalve enige aandacht besteed aan het Boudewijnkanaal (Brugge-Zeebrugge) en de dokken in de achterhaven. De besproken elementen zijn voorgesteld op kaart I, 2.

A. Aanpassing van het Boudewijnkanaal

In het raam van de uitbouw van het haven- en industriegebied van Zeebrugge diende het Boudewijnkanaal aangepast. Stroomopwaarts de Dudzelebrug werden de werken beëindigd in 1975. De oorspronkelijke breedte aan de waterspiegel (70 m) werd vermeerderd tot 115 m. De diepte bleef onveranderd op 8,4 m.

Stroomafwaarts de Dudzelebrug zijn aanpassingswerken voorzien. Tussen de Dudzelebrug en de omgeving van de vroegere abdij Ter Doest wordt het Boudewijnkanaal verbreed tot 140 m (waterspiegel).

Kaart I, 2 : *Verbinding Zeebrugge-binnenland : bestaande kanalen en uit te voeren waterbouwwerken*



- ① Boudewijnkanaal, aan te passen tussen Dudzele en Zeebrugge
- ② Nieuwe zeesluis in uitvoering.
- ③ Te graven verbindingsdok
- ④ Te graven havendok
- ⑤ In uitvoering zijnd insteeddok
- ⑥ Schipdonkkanaal, aan te passen tussen Merendree en Dudzele of Ramskapelle (Noorderkanaal)
- ⑦ Leopoldkanaal, niet te wijzigen
- ⑧ Te graven verbindingskanaal
- ⑨ Kanaal Gent-Brugge, aan te passen tussen Gent en Merendree

Tussen Ter Doest en Zwankendamme wordt het kanaal 250 m breed; dit moet toelaten het kanaal aldaar ook als dok te gebruiken. Tussen Zwankendamme en Texaco tenslotte wordt het kanaal verbreed tot 180 m (zie ook kaart I, 3).

B. Te graven dokken in de achterhaven

In de achterhaven van Zeebrugge worden drie dokken voorzien. Vooreerst gaat het om een verbindingdok tussen de nieuwe zeesluis en het Boudewijnkanaal. Het bodempeil wordt voorzien aan $Z(-14\text{ m})$ met een normaal kanaalpeil aan $Z(+3,5\text{ m})$. Hierop aansluitend is een zuidwaarts gericht havendok gepland met een breedte van 400 m en een bodempeil aan $Z(-14\text{ m})$; de lengte zou 2,5 km bedragen. Eveneens aansluitend op het verbindingdok is een noordwaarts gericht insteeddok thans in uitvoering. Dit insteeddok heeft een breedte van circa 250 m en een bodempeil van $Z(-12\text{ m})$; het dok wordt circa 900 m lang.

C. Verbreding van het Schipdonkkanaal : het Noorderkanaal

De waterwegverbinding tussen Zeebrugge en het achterland werd enkele jaren terug nog gedacht via het Boudewijnkanaal en het kanaal Brugge-Gent. Hiertoe zou, naast het Boudewijnkanaal, ook het kanaal Brugge-Gent moeten verbreed worden, en dit tot een bevaarbaarheid voor schepen van 2.000 ton. Vooral ter hoogte van Brugge stelden zich echter ernstige moeilijkheden. Verbreding in de doorvaart van Brugge zou leiden tot ernstige aantasting van de groene vestingengordel rond de binnenstad. Ondanks deze werken zou tweerichtingsverkeer van scheepskonvoeien onmogelijk zijn. Bovendien zou het scheepvaartverkeer een vlot in- en uitkomen van de binnenstad door voetgangers, fietsers en auto's sterk bemoeilijken. Om de aanpassing van het kanaal in de doortocht van Brugge te vermijden, werd daarna voorzien in een zogenaamde zuidelijke doorsteek, met name een nieuw tracé tussen Moerbrugge (Oostkamp) en het grensgebied Varsenare-St.-Andries. Tussen het Groot Handelsdok (beginpunt van het Boudewijnkanaal) in de Brugse binnenhaven en het kanaal Gent-Brugge-Oostende was te voorzien in een verbeterde aansluiting.

Door het Brugs stadsbestuur werd nadien een tegenvoorstel uitgewerkt. Dit voorstel voorziet in een verbinding tussen de haven van Zeebrugge en het binnenland via een aanpassing van het Schipdonkkanaal (Afleidingskanaal van de Leie), althans van de sectie stroomafwaarts Merendree¹. Dit aldus tot stand te brengen kanaal wordt hierna het 'Noorderkanaal' genoemd. Op het Ontwerp Gewestplan Eeklo-Aalter² is een dergelijke aanpassing uitdrukkelijk ingetekend. In het Ontwerp Gewestplan Brugge-Oostkust³ is het principe van een aanpassing opgenomen⁴. Op het kanaal Gent-Brugge dient tenslotte de sectie Gent-Merendree op het aangepaste gabariet te worden gebracht.

Het Ministerie van Openbare Werken werkt thans volgend plan uit voor het Noorderkanaal. Het Leopoldkanaal blijft ongewijzigd. Het Schipdonkkanaal wordt tussen Merendree en de achterhaven van Zeebrugge verbreed door de zuidelijke oever (linkeroever) zuidwaarts te verplaatsen. Dit laat toe de bestaande bomerijen op de rechteroever van het Leopoldkanaal en op de berm tussen de huidige twee kanalen te behouden.

Vanaf de haven van Zeebrugge tot het grensgebied Maldegem-Adegem zou het nieuwe kanaal (Noorderkanaal) bevaarbaar worden voor schepen van 10.000 ton. Het kanaal zou aan de waterspiegel een breedte hebben van circa 120 m; de bodembreedte zou circa 75 m bedragen. De diepte zou 6 m zijn.

Vanaf het grensgebied Maldegem-Adegem tot aan de kruising met het kanaal Gent-Brugge (Merendree) zou het Noorderkanaal bevaarbaar worden voor schepen van 2.000 ton.

Het verschil in breedte tussen de sectie stroomafwaarts het grensgebied Maldegem-Adegem en deze stroomopwaarts dit punt heeft te maken met de mogelijkheid de sectie Zeebrugge-grensgebied Malde-

¹ De sectie Deinze-Merendree wordt thans aangepast voor schepen van 1.350 ton, waardoor ook de verbinding met de Leie op Europees gabariet tot stand zal komen.

² Voorlopig vastgesteld bij ministerieel besluit van 28 maart 1975.

³ Voorlopig vastgesteld bij ministerieel besluit van 29 maart 1974.

⁴ In het Ontwerp Gewestplan Brugge-Oostkust is een bebouwingsvrije strook voorzien op de rechteroever van het Leopoldkanaal; dit kanaal loopt, althans binnen het gewest Brugge-Oostkust, onmiddellijk naast het Schipdonkkanaal (aan de rechterzijde ervan). Aanvankelijk werd eraan gedacht het Schipdonkkanaal en het Leopoldkanaal tot één waterweg (Noorderkanaal) samen te voegen en een 'nieuw Leopoldkanaal' te graven ten noorden van het huidige.

gem-Adegem later eventueel te verlengen tot Gent of zelfs tot Antwerpen.

In verband met het Noorderkanaal is totnogtoe gesproken van de haven van Zeebrugge als eindpunt (en Merendree als beginpunt). Omtrent het precieze eindpunt bestaat evenwel onzekerheid. Bepaalde plannen voorzien dat de verbreding van het Schipdonkkanaal zou gebeuren vanaf Merendree tot aan de kruising met de weg Dudzele-Westkapelle. Op deze plaats zou het nieuwe kanaal het huidige Schipdonkkanaal verlaten en westwaarts afbuigen om aldus een verbinding met het Boudewijnkanaal tot stand te brengen.

Een andere mogelijkheid lijkt evenwel interessanter. Hierbij zou de verbreding van het Schipdonkkanaal doorgetrokken worden tot ter hoogte van het in uitvoering zijnde waterzuiveringsstation van Heist (bij Ramskapelle). Dit zou toelaten goederen over te slaan van het ontworpen havendok naar het Noorderkanaal. In dit tweede voorstel blijft de eerder genoemde verbinding met het Boudewijnkanaal behouden.

D. Te graven verbindingskanaal

Ter verbinding van het Noorderkanaal met het Boudewijnkanaal is, zoals gezegd, een nieuw kanaal voorzien ten noorden van Dudzele. Dit verbindingskanaal zou een breedte hebben van circa 100 m. Tussen dit kanaal en het Noorderkanaal is een sluis gepland.

E. Belang van het Noorderkanaal en het verbindingskanaal

Het belang van het Noorderkanaal en het verbindingskanaal is niet gering. Deze kanalen laten de Zeebrugse haven toe zijn functies optimaal te ontplooiën. Gedacht wordt aan opslag van massagoederen en aan grondstoffenbevoorrading. Vallen genoemde waterwegen weg, dan wordt de grondstoffenbevoorrading bemoeilijkt en is er in wezen geen behoorlijke verbinding met het achterland; een goede waterverbinding met het achterland is een 'conditio sine qua non' voor elke haven.

Aan te stippen valt dat de nieuwe kanalen ook een functie krijgen inzake waterafvoer. De aanpassingswerken aan de Leie (zullen) leiden tot een steeds grotere waterafvoer in regenrijke periodes. Het huidige

Schipdonkkanaal zal zijn taak (afleidingskanaal van de Leie) niet meer aankunnen, zodat ook vanuit dit standpunt aanpassing noodzakelijk is.

Een degelijke verbinding van Zeebrugge met het achterland vergt dus de aanleg van het Noorderkanaal en van het verbindingskanaal, en verder ook de aanpassing van de sectie Merendree-Gent van het kanaal Gent-Brugge. Op de sectie Merendree-Brugge van dit laatste kanaal kunnen lokale aanpassingen volstaan, aangezien de functie van verbindingsweg met het achterland vanuit Zeebrugge voor deze sectie wegvalt.

2. SPOORWEGEN

A. Ontsluiting van het haven- en industriegebied

Het haven- en industriegebied van Zeebrugge dient ontsloten voor het spoorwegverkeer. Hiertoe is het nodig sporen aan te leggen ten noorden en ten zuiden van het verbindingsdok tussen de nieuwe zeesluis en het Boudewijnkanaal. De sporen ten noorden van dit dok moeten aansluiten op de huidige infrastructuur te Zeebrugge (omgeving bestaande zeesluis). De sporen ten zuiden van het verbindingsdok moeten verbonden worden met de spoorlijn Brugge-Zeebrugge. Deze verbinding wordt gezien evenwijdig aan het ontworpen verbindingskanaal tussen het Noorderkanaal en het Boudewijnkanaal (zie kaart I, 3).

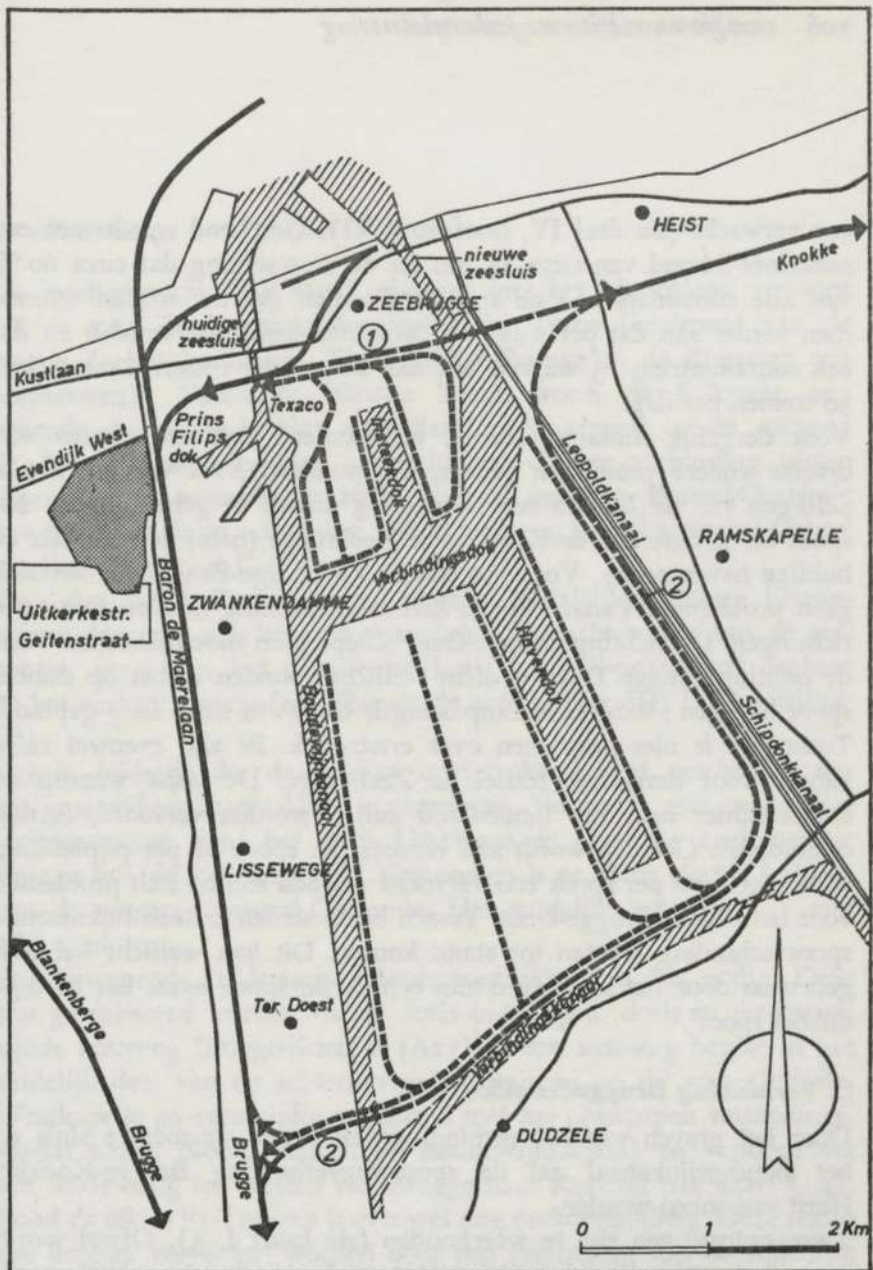
B. Verbinding Zeebrugge-binnenland

Voor het landinwaarts vervoer via de spoorweg komen vooral twee soorten goederen in aanmerking: containergoederen en ertsen. Diverse andere goederen zijn uiteraard voor vervoer per spoor niet helemaal uit te sluiten.

Te Zeebrugge is de containertrafiek thans reeds een belangrijke bedrijvigheid (1975: 835.000 ton invoer en 659.000 ton uitvoer). Ertstrafiek is er onbestaande.

Voor de toekomst wordt een belangrijke groei van het containerverkeer verwacht. Voor 'short-sea' containertrafiek en 'transocean' containertrafiek samen wordt voor 1985 een vervoer van 6 tot 7 miljoen

Kaart I, 3 : Achterbaven Zeebrugge, uitbouw spoorwegennet ; implanting transportzone



- bestaande spoorweg - infrastructuur*
- ontsluiting haven- en industriegebied*
- verbinding Brugge - Knokke - Heist : 2 mogelijkheden*
- voorstel transportzone*

ton verwacht (zie deel IV, hoofdstuk VI). Gerekend wordt met een container-inhoud van circa 15 ton en de verwachting dat circa 60 % van alle containers van de spoorweg zullen gebruik maken. Neemt men verder aan dat per wagon 2 containers geplaatst worden en dat een containertrein 23 wagons telt dan komt men voor 1985 tot circa 30 treinen per dag.

Voor dergelijk containervervoer, vermeerderd met het vervoer van diverse andere produkten (ertsen uitgezonderd), zal volgens mededelingen van de NMBS een aanpassing dienen te gebeuren van het spoor ter hoogte van de Kustlaan te Zeebrugge (nabij de voet van de huidige havenmuur). Voor het trajekt Zeebrugge-Brugge stellen zich geen problemen. Vanaf Brugge kan men rekening houden met twee richtingen. De richting Brugge-Gent scheidt geen moeilijkheden. Voor de richting Brugge-Torhout dient wellicht voorzien in het op dubbel spoor brengen; dergelijke aanpassing is trouwens sinds lang gepland. Totnogtoe is niet gesproken over ertstrafiek. Er zijn evenwel reële kansen voor dergelijke trafiek te Zeebrugge. De wijze waarop de ertsen echter naar het binnenland zullen worden vervoerd, is nog onduidelijk. Gedacht wordt aan vervoer per spoor of per pijpleiding. Indien het erts per spoor zou vervoerd worden stellen zich problemen voor het trajekt Brugge-Gent. Tussen beide steden zal een bijkomende spoorverbinding moeten tot stand komen. Dit kan wellicht het best gebeuren door het aanleggen van een derde spoor naast het huidige dubbel spoor⁵.

C. Verbinding Brugge-Knokke-Heist

Door het graven van het verbindingsdok tussen de nieuwe sluis en het Boudewijnkanaal zal de spoorwegverbinding Brugge-Knokke-Heist verbroken worden.

Twee oplossingen zijn te weerhouden (zie kaart I, 3). Ofwel wordt onder het verbindingsdok een spoortunnel aangebracht, ofwel wordt een nieuwe verbinding gerealiseerd via een oostwaartse aftakking van de huidige lijn Brugge-Zeebrugge ter hoogte van Dudzele.

⁵ Andere door de NMBS weerhouden oplossingen zijn :

— het opnieuw aanleggen van de lijn Brugge-Sijsele-Maldegem ;

— het aanleggen van een nieuwe lijn Brugge-Oedelem-Maldegem.

Beide oplossingen hebben het voordeel aan te sluiten op het Gents havengebied.

3. AUTOWEGEN

De huidige verbinding van Zeebrugge met het binnenland verloopt via de weg Zeebrugge-Lissewege-Blauwe Toren (kruispunt van de wegen Zeebrugge-Brugge, Blankenberge-Brugge en de Rijksweg 905 (expresweg)⁶. Vanaf de Blauwe Toren wordt de Rijksweg 905 gebruikt die via de Koning Albertlaan toegang geeft tot de autoweg E5 Brussel-Oostende. Men verwacht een directe verbinding tussen expresweg en autoweg in 1978. Via de autoweg Brussel-Oostende kan men ook de in uitvoering zijnde autoweg Jabbeke-Veurne-Calais⁷ bereiken. (zie kaart I, 4).

De uitbouw van Zeebrugge zal ongetwijfeld leiden tot een belangrijke uitbreiding van het verkeersvolume. Gedacht wordt aan de verwachte groei van het containerverkeer, het roll-on/roll-off verkeer en het verkeer per car-ferry (begeleide auto's) (zie deel IV, hoofdstuk VI).

Het is duidelijk dat de huidige infrastructuur niet geschikt is om het groeiend verkeersvolume te verwerken. Vooreerst gaat de huidige verkeersstroom door het dorp Lissewege en door de agglomeratie Brugge (via de Rijksweg 905). Bovendien is er thans slechts contact met de autoweg Brussel-Oostende. Het zuidelijk achterland is niet echt ontsloten.

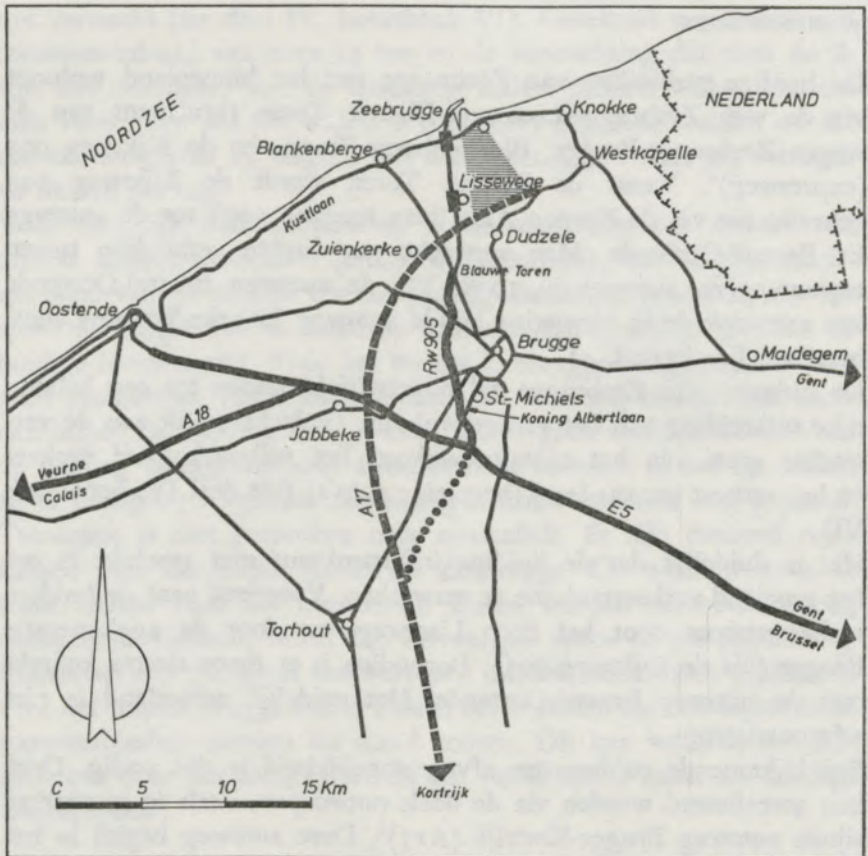
Een bijkomende zuidwaartse afvoermogelijkheid is dus nodig. Deze kan gerealiseerd worden via de deels ontworpen, deels in uitvoering zijnde autoweg Brugge-Kortrijk (A17)⁸. Deze autoweg begint in het zuidelijk deel van de achterhaven (aansluitend op de weg Dudzele-Westkapelle en evenwijdig verlopend met het ontworpen verbindingskanaal tussen Noorderkanaal en Boudewijnkanaal) en verloopt via een wijde boog ten westen van Brugge naar Kortrijk (zie kaart I, 4). Rond de sectie E5-Torhout is evenwel nog onduidelijkheid. Deze sectie zou kunnen vervangen worden door een verlenging van de Rijksweg 905 vanaf de E5 naar Torhout.






⁶ De sectie Blauwe Toren-Koning Albertlaan is in gebruik; de sectie Koning Albertlaan-E5 is in uitvoering.

⁷ De sectie Jabbeke-Nieuwpoort wordt rond Pasen 1977 in gebruik genomen; voor de sectie Nieuwpoort-Wulpen zijn werken aanbesteed.

⁸ In de sectie Zuienkerke-Jabbeke zijn werken bezig. De sectie Rumbek-Kortrijk wordt in 1977 opengesteld.

Kaart I, 4 : *Verbinding Zeebrugge-binnenland : bestaande wegennet en uit te voeren werken*



-  bestaande of in uitvoering zijnde autoweg of expresweg
-  ontworpen autoweg
-  ontworpen expresweg (alternatief voor sectie E5 - Torhout van A17)
-  te bouwen tunnel
-  achterhaven Zeebrugge

Hoe dan ook, er zal een bijkomende verbinding ontstaan van Zeebrugge met de autoweg Brussel-Oostende, met de in uitvoering zijnde autoweg Jabbeke-Veurne-Calais, en vooral met de autoweg E3 (Rijsel-Kortrijk-Antwerpen).

Thans stelt zich de vraag naar een vlotte verbinding van de voorhaven en van het noordelijk deel van de achterhaven met de zoëven vermelde A17. Deze verbinding kan tot stand komen via aanpassing van de weg Zeebrugge-Lissewege-A17. Deze aanpassing slaat vooral op het bouwen van twee tunnels. Een eerste tunnel dient voorzien bij de kruising van de weg Zeebrugge-Lissewege met de Kustlaan te Zeebrugge. Een tweede tunnel dringt zich op bij de doortocht van Lissewegedorp. Deze tunnel moet aldaar het scheidend karakter van de verkeersstroom verminderen en de veiligheid van de lokale bevolking verhogen.

Op lange termijn kan zich eventueel de noodzaak voordoen de verbinding tussen voorhaven en A17 niet langer via de weg Zeebrugge-Lissewege-A17 te laten verlopen. Desgewenst zou men op de A17 ter hoogte van Zuienkerke een aftakking naar Zeebrugge kunnen tot stand brengen.

Volledigheidshalve wordt hier nog melding gemaakt van de ontworpen weg tussen de huidige zeeluis en de nieuwe zeeluis te Zeebrugge. Deze weg moet toelaten in de toekomst het verkeer van en naar de achterhaven buiten Zeebruggedorp te houden. Tevens zou deze nieuwe weg de functie van de Kustlaan overnemen zodat deze Kustlaan niet langer een scheidend element zou zijn tussen Zeebruggedorp en Zeebruggemijn (Zie kaart I, 1).

4. TRANSPORTZONE TE ZEEBRUGGE

Een gevolg van het stijgend container- en roll-on/roll-off verkeer (ro-ro verkeer) is de behoefte aan ruimte voor het parkeren van wagens en goederen en voor de diensten die bij deze goederenbehandeling en de daaraan verbonden dienstverlening in brede zin betrokken zijn. In de huidige voorhaven zijn er onbetwistbaar onvoldoende mogelijkheden om te voldoen aan deze behoefte; bijkomende ruimte moet dus buiten de bestaande voorhaven gezocht worden.

Voor een rationeel gebruik moet deze bijkomende ruimte zo direkt

mogelijk aansluiten op de wortel van de huidige havendam en gemakkelijk bereikbaar zijn ; in beginsel moet deze parkeerruimte of transportzone met de terminal één doeanezone vormen opdat de doeaneformaliteiten in de opslagzone zouden kunnen gebeuren en ook geldig zouden blijven wanneer het voertuig van deze parkeerruimte naar het schip gereden wordt. De lokalisatie van een dergelijke transportzone in het havengebied ten zuiden van Zeebrugge-dorp en oostelijk van het Prins Filipsdok is af te wijzen : de intensiteit van het trage verkeer tussen de wortel van de havendam en het havengebied ten zuiden van Zeebrugge-dorp wordt dan zo groot dat zeker tijdens het toeristisch seizoen een onaanvaardbare toestand wordt geschapen, ook al kan gebruik gemaakt worden van de nieuwe weg ten zuiden van Zeebrugge-dorp (zie § 3.). Bovendien wordt de doorgang ter hoogte van de bestaande zeesluis te allen tijde een te storend element.

De enige aanvaardbare ligging voor een uit te bouwen transportzone is te situeren ten westen van de weg Zeebrugge-Lissewege onmiddellijk ten zuiden van de Evendijk-West (zie kaart I, 3).

Gelet op de kruising van het trage verkeer (van en naar de havendam) met het snellere verkeer op de Kustlaan, dringt zich de bouw op van een tunnel onder de Kustlaan (zie § 3.).

In de bijdrage « Doel en opvatting van de transportzone » op het colloquium « De haven van Brugge-Zeebrugge na de chunnel »⁹, zijn de onderscheiden functies en voorzieningen van de transportzone aangegeven : opslagcentrum, baancentrum, functie container-terminal, centrum vervoersadministratie, douanecentrum, technisch servicecentrum, onthaalcentrum, technische uitrusting (machinerie). Zonder twijfel zullen hier, eventueel aan de rand van de transportzone, ook mogelijkheden moeten geboden worden voor een aantal kantoorgebouwen en dienstverlenende activiteiten, die anders een plaats zullen zoeken in Zeebrugge-dorp of Zeebrugge-mijn.

De oppervlakte van de transportzone is thans niet nauwkeurig te bepalen ; de uitbouw moet in wezen een grote soepelheid vertonen en aangepast worden aan de evolutie in de concrete behoeften.

⁹ P. Monballyu, 'Doel en opvatting van de transportzone', *Facetten van West-Vlaanderen*, nr. 8, Colloquium De Haven van Brugge-Zeebrugge na de chunnel, Westvlaams Economisch Studiebureau, Brugge, 1975.

De soepelheid in de uitbouw van de transportzone ten zuiden van Evendijk-west dient evenwel binnen duidelijke ruimtelijke grenzen te worden gehouden. Ruimtelijk benaderd kan een onbeperkt uitdeinen van de transportzone in westelijke richting niet worden aanvaard; de begrenzing is westelijk te situeren ter hoogte van de Uitkerkestraat. Ook ten zuiden mag een zekere grens niet worden overschreden; hier is eveneens de Uitkerkestraat en de Geitenstraat, als begrenzing voorop te stellen. De totale oppervlakte van deze zone bedraagt dan circa 60 ha. Uiteraard dient de uitbouw van de transportzone in fasen te gebeuren, rekening houdend met de vraag.

5. VERVOER VAN RADIOAKTIEVE STOFFEN

Voor deze problematiek kan verwezen worden naar de Kommissie van Beraad¹⁰. Toch worden hierna enkele aspecten in het licht gesteld.

De modaliteiten inzake het vervoer van radioactieve stoffen werden opgenomen in het koninklijk besluit van 28 februari 1963¹¹, houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking en van de werknemers tegen het gevaar van de ioniserende stralingen. Aan de bepalingen die er in voorkomen moet voldaan worden, onverminderd de reglementaire bepalingen en de internationale overeenkomsten die het vervoer regelen¹².

Het vervoer van radioactieve stoffen mag enkel gebeuren mits voorafgaande vergunning van het Ministerie van Volksgezondheid en van het Gezin. In het vergunningsbesluit kunnen bijzondere voorwaarden worden opgelegd, zoals: de aanwezigheid van een speciaal geleide, het volgen van een aangeduide reisroute, en het vooraf waarschuwen van bevoegde personen of hulpdiensten.

Opvallend is het feit dat vooral gestreefd wordt naar een veilig vervoer via de kenmerken van de gebruikte verpakking. Ofschoon het element verpakking dus uiterst belangrijk is, wordt hierop niet verder

¹⁰ Technische Rapporten van de Kommissie van Beraad inzake Kernenergie, Groep VIII - Splijtstofcyclus, Ministerie van Economische Zaken.

¹¹ Belgisch Staatsblad van 16 mei 1963.

¹² Onder meer: Europees Verdrag betreffende het internationaal vervoer van gevaarlijke goederen over de weg, en bijlagen A en B, ondertekend te Genève op 30 september 1957 - Gecoördineerde tekst van de bijlagen A en B, Belgisch Staatsblad 13 december 1974; aanvullingen en wijzigingen in Belgisch Staatsblad van 3 juni 1975, 18 en 26 september 1975, 9 januari 1976, 15 april 1976 en 10 november 1976.

ingegaan aangezien dit valt buiten de inhoud van dit hoofdstuk. Verwezen wordt naar de rapporten van de Kommissie van Beraad. Teoretisch kan men zes soorten transport van radioactief materiaal onderscheiden.

Een eerste wordt gevormd door het vervoer van erts en verrijkte grondstoffen; hiermee wordt België niet geconfronteerd.

Een tweede groep bevat het vervoer van onbestraalde splijtstofelementen naar de centrale. Een centrale van 1.000 MWe heeft circa 80 ton uranium nodig (verrijkt aan 3 tot 3,5 %). De splijtstofelementen worden totnogtoe in principe over de weg aangevoerd. Een en ander leidt tot 10 à 11 vrachtwagens voor de lading van één reaktor van 1.000 MWe.

Een derde groep wordt gevormd door het vervoer van bestraalde splijtstofelementen van de centrale naar de opwerkingsfabriek. Jaarlijks wordt zowat 1/3 van de splijtstof in een PWR-reaktor¹³ vervangen. Per centrale van 1.000 MWe vertegenwoordigt dit circa 30 ton uranium. Dit materiaal wordt vervoerd in containers van 35-70 ton waarvan 3-6 % bestaat uit splijtstof. Het vervoer van deze bestraalde splijtstofelementen gebeurt in principe langs de weg of per spoor. Het vervoer via waterwegen biedt, wegens het gewicht van de lasten, wel voordelen maar is nog niet toegepast. Dit is vooral te wijten aan het gebrek aan aangepaste infrastructuur bij de kerncentrales en bij opwerkingsfabrieken.

De vierde soort afval zou men de normale bedrijfsafval kunnen noemen. Deze bestaat uit filtermateriaal en filterresten die besmet werden bij het zuiveren van gassen en vloeistoffen, en verder uit allerlei besmette materialen en stoffen zoals papier, textiel, machine- en installatieonderdelen. Dit soort afval moet speciaal verpakt worden en is bestemd om, al dan niet via een verdere behandeling, in een centrale opslagplaats bewaard te worden.

Een vijfde groep bestaat uit het vervoer van vaste radioactieve afval van de opwerkingsfabriek naar een dumping. Een opwerkingsfabriek met een capaciteit van 1.500 ton opgebrande splijtstof per jaar produceert jaarlijks 7.500 m³ of 60 ton vaste afval (zonder verpakking). De laatste groep radioactieve transporten behelst het vervoer van

¹³ Pressurized Water Reactor; dit type wordt in België gebruikt.

plutonium. Uit de opwerking van 100 kg bestraald uranium wordt 300 à 600 gr plutonium gewonnen. Op huidig ogenblik doet dit transport zich in België niet voor en het is op korte termijn ook niet te verwachten.

Uit het voorgaande is gebleken dat het vervoer van radioactieve materialen in belangrijke mate over de weg gebeurt. In dit verband dient gewezen op de absolute noodzaak van een zeer precieze organisatie van het vervoer.

Gedacht wordt aan een gespecialiseerde begeleiding, aan de keuze van de reisweg, het klaarhouden van hulpdiensten enz. De mogelijkheid voor deze organisatie is opgenomen in de Belgische wetgeving terzake (zie boven).

Rekening houdend met het drukke karakter van het verkeer over de weg en met het feit dat de kwetsbaarheid van bedoelde transporten over de weg zeker niet helemaal is weg te werken, verdient het aanbeveling het verkeer over de weg zoveel mogelijk te vervangen door het gebruik van de spoorweg of de waterweg.

Het vervoer van radioactief materiaal via spoorweg of waterweg kan immers beter beschermd worden tegen andere gebruikers van deze verkeerswegen zodat ongevallen gemakkelijker te voorkomen zijn (radioactief vervoer op tijden waarop treinverkeer of scheepvaart nagenoeg stil ligt...). Wat het treinverkeer betreft, dient bovendien gewezen op het feit dat dit verkeersmiddel bij kruising met andere verkeersmiddelen steeds de voorrang krijgt.

De moeilijkheden inzake vervoer van radioactief materiaal worden gedeeltelijk voorkomen indien kerncentrales gebouwd worden in combinatie met fabrieken voor splijtstof en met opslagplaatsen voor radioactieve afvalstoffen¹⁴.

Problemen van vervoer van radioactief materiaal dienen uiteraard in internationaal perspectief hun oplossing te krijgen.

¹⁴ S.H. Ellens, 'De keuze van vestigingsplaatsen van kerncentrales', *Ekonomisch Statistische Berichten*, 5 mei 1976.

DEEL II

VERVOER VAN PRODUKTEN VANAF DE KUST NAAR HET BINNENLAND VIA LEIDINGEN — PLANOLOGISCHE BENADERING

inleiding

Zoals vermeld in de algemene inleiding worden voor de industrialisering van de maritieme gebieden twee mogelijke structuren vooropgesteld: een éénpolige en een tweepolige.

In de éénpolige structuur is Zeebrugge de pool. Zij is samengesteld uit twee elementen. Vooreerst is er een LNG-terminal in de uit te bouwen voorhaven. Deze terminal zal uiteraard leiden tot bepaalde industriële activiteiten, in te planten in de voorhaven of de achterhaven. Verder gaat het om een kernenergie-eiland, te bouwen op of nabij De Wandelaar.

In de tweepolige structuur gaat het om een LNG-terminal te Zeebrugge en een kernenergie-eiland, te bouwen op of nabij de Smalbank, meer bepaald op het gedeelte ter hoogte van Koksijde (Smalbank II).

In het geval van de éénpolige structuur kan men aannemen dat Zeebrugge het vertrekpunt wordt van het landinwaarts vervoer van produkten die zullen ontstaan op het kernenergie-eiland en in de voor- of achterhaven van Zeebrugge.

Bij de tweepolige structuur zijn in principe twee vertrekpunten te verwachten: Zeebrugge voor de produkten die te maken hebben met de LNG-terminal, en een nader te bepalen plaats aan de Westkust voor de produkten die op het kernenergie-eiland zullen ontstaan. In feite is deze formulering te simplistisch omdat in het geval van de tweepolige structuur, een aantal daaruit voortvloeiende activiteiten niet aan de Westkust kunnen ingeplant worden maar eerder in het Oostendse tot ontwikkeling kunnen komen.

In dit deel van de studie gaat de aandacht naar het vervoer via leidingen van produkten vanaf de Kust naar het binnenland. Dit gebeurt vanuit een planologische benadering, waarbij andere aspecten, zoals bijvoorbeeld economische, uiteraard niet helemaal buiten beschouwing gelaten worden.

Tenslotte dient nog de term 'landinwaarts' omschreven. In onderhavige studie gaat de aandacht vooral naar de strook tussen de Kust en een denkbeeldige lijn die 20-30 km verder in het binnenland ligt (ongeveer de lijn Westvleteren-Maldegem). Bij de studie van tracés binnen deze strook dient uiteraard wel rekening gehouden met bepaalde elementen die zich verder landinwaarts bevinden.

Hierna wordt vooreerst het geval van de éénpolige structuur onderzocht (hoofdstuk I); daarna volgt de tweepolige structuur (hoofdstuk II).

hoofdstuk I afvoer bij éénpolige structuur

I. AF TE VOEREN PRODUKTEN EN HUN WIJZE VAN TRANSPORT

Bij de éénpolige structuur vertrekken alle produkten in principie vanaf Zeebrugge. Hierbij dient wel een onderscheid gemaakt tussen de voorhaven, de achterhaven en het kernenergie-eiland.

Vanaf de voorhaven kan men het transport verwachten van :

- vergast LNG ;
- produkten afgeleid van LNG : etyleen ... ;
- aardolie ;
- zuurstof en stikstof (uit luchtscheiding) ;
- eventueel petroleumprodukten ;
- eventueel residu's van olieraffinage.

Vanaf de achterhaven kunnen verwacht worden :

- zuurstof en waterstof (uit elektrolyse van water) ;
- ammoniak (bijvoorbeeld via direkte syntese) ;
- chloor (uit pekkel) ;
- magnesium (uit pekkel)¹ ;
- eventueel steenkool en ertsen.

Vanaf het kernenergie-eiland kan men het transport verwachten van :

- elektriciteit ;
- ontzilt water, al of niet drinkbaar gemaakt ;
- magnesium¹ ;
- pekkel ;
- warm water voor afstandsverwarming.

Terwijl de termen 'voorhaven' en 'achterhaven' een vrij konkrete plaatsaanduiding inhouden, blijft het kernenergie-eiland eerder vaag.

¹ Indien de klemtoon valt op magnesiumproduktie kan deze het best op het kernenergie-eiland gebeuren. Indien uit de pekkel ook chloor zal gewonnen worden kunnen magnesiumproduktie en chloorproduktie in de achterhaven ingeplant worden.

Wel wordt gedacht aan een inplanting op of nabij De Wandelaar maar een precieze ligging is nog niet gekend. Men kan verwachten dat de produkten, die komen van het kernenergie-eiland, aan land zullen komen te Zeebrugge, via de nog uit te voeren voorhaven².

Het vervoer van elektrische energie dient te gebeuren via ondergrondse leidingen (grondkabels) en luchtkabels. Grondkabels worden voorzien voor het vervoer in zee en voor het vervoer vanaf de kustlijn tot aan de grens tussen de Polders en de Zandstreek; dit laatste is ingegeven door de bezorgdheid landschap, toerisme en de vliegroutes van de vogels te beschermen³. Luchtkabels kunnen in principie gebruikt worden voor het verder landinwaarts vervoer.

Magnesium zal wellicht het best worden afgevoerd langs de weg of de spoorweg en komt hierna niet meer ter sprake.

Voor de andere produkten is de pijpleiding het aangewezen vervoermiddel, met dien verstande dat steenkool en ertsen ook van andere transportmiddelen kunnen gebruik maken (spoor, waterweg).

2. AFVOERRICHTINGEN

A. Vergast LNG

Vanaf de vergassingsinstallatie in de voorhaven moet het gas landinwaarts gebracht worden. Distrigaz werkt thans aan vier mogelijke tracés.

Een eerste tracé richt zich op de Gentse industriezone⁴ en verloopt verder via 's Gravenvoeren naar Aken (Ruhrgas).

Een tweede tracé richt zich eveneens op de Gentse industriezone en verloopt dan verder via de omgeving van Namen naar Remich en Merzig in het grensgebied Luxemburg-Duitsland (Saarferngas).

Een derde en een vierde tracé richten zich beide op de omgeving van Bergen en verlopen verder respectievelijk via 's Gravenvoeren naar Aken of via de omgeving van Hoei naar Remich en Merzig.

² De leidingen kunnen geplaatst worden in een diensttunnel die zou kunnen gebouwd worden tussen kernenergie-eiland en voorhaven van Zeebrugge.

³ Bijzondere aandacht dient te gaan naar het overwinteringsgebied van duizenden ganzen (Noord-Europa, Siberië) in de omgeving van Damme en naar het natuur- en vogelreservaat Het Zwin te Knokke-Heist.

⁴ Langs het kanaal Gent-Zelzate(-Terneuzen).

B. Produkten afgeleid van LNG : etyleen ...

Deze produkten zijn af te voeren in de richting Gentse industriezone-Antwerpen ; nog verder landinwaarts vervoer is niet uitgesloten.

C. Aardolie

In verband met het vervoer van aardolie dient in elk geval gedacht aan de raffinaderijen van Texaco in het Gents industriegebied. Betreffende andere maatschappijen kan ook rekening gehouden worden met een eventuele afvoer naar Antwerpen.

D. Zuurstof

Zuurstof kan eventueel gebruikt worden door industrieën die te Zeebrugge gevestigd (zullen) zijn. Men moet evenwel rekening houden met de mogelijkheid dat een belangrijke hoeveelheid zuurstof zal moeten naar het binnenland gebracht worden. In dit verband kan gedacht worden aan de richting Gentse industriezone-Antwerpen.

Aldus zou een verbinding kunnen tot stand komen met de huidige zuurstofleidingen Terneuzen-Zelzate, Moerdijk-Antwerpen-Maubeuge (Frankrijk) en, via deze laatste, met de leiding Duinkerke-Charleroi.

E. Stikstof

Stikstof die niet gebruikt wordt voor verarming van LNG komt in de eerste plaats in aanmerking voor de produktie van ammoniakgas. Dit kan het best gebeuren in de achterhaven van Zeebrugge, zodat verder landinwaarts stikstofvervoer niet te voorzien is.

F. Petroleumprodukten

Ook hier geldt de afvoerrichting Gents industriegebied-Antwerpen met een mogelijke verdere landinwaartse afvoer.

G. Residu's van raffinage

Ook deze produkten moeten afgevoerd worden in de richting Gents industriegebied-Antwerpen ; een verdere landinwaartse afvoer is mogelijk.

H. Waterstof

Voor het gebruik van waterstof kunnen alvast twee mogelijkheden vooropgesteld worden. Waterstof kan in Zeebrugge verbruikt worden (ammoniakgasproductie, reductie van ijzererts ...) en/of via leidingen landinwaarts vervoerd worden. De richting Gentse industriezone-Antwerpen lijkt aangewezen.

I. Ammoniak

De produktie is mogelijk te Zeebrugge⁵. De ammoniak dient vervoerd naar de UCB-Oostende en wellicht ook naar het binnenland. Hierbij wordt gedacht aan het Gents industriegebied en Antwerpen.

J. Chloor

De produktie is mogelijk te Zeebrugge. De chloor dient vervoerd naar het binnenland, meer bepaald naar het Gentse industriegebied en Antwerpen.

K. Steenkool en ertsen

Hier geldt de afvoerrichting Gents industriegebied met een mogelijke verdere landinwaartse afvoer.

L. Elektrische energie

Het kernenergie-eiland dient verbonden met het 380 kV-koppelnets, bijvoorbeeld via de centrale van Rodenhuize (Gentse industriezone) die op dit net ligt.

M. Ontzilt water

Twee mogelijke schema's kunnen worden vooropgezet :

1. Ofwel brengt men ontzilt (en ondrinkbaar) water direkt naar het binnenland en bevoorraadt hierbij de grote industriële afnemers van (gedemineraliseerd) water en ook de grote concentraties van huis-

⁵ Achterhaven Zeebrugge, of, in geval van een coldplex-systeem, in de voorhaven van Zeebrugge.

Een andere mogelijkheid is dat waterstof en stikstof naar de UCB-Oostende worden gebracht voor ammoniakproductie aldaar.

houdelijke afnemers en/of de productiecentra van de waterdistributiemaatschappijen. Deze maatschappijen tappen dan ontzilt water af, slaan het op en vormen het om tot drinkwater⁶.

In dit geval zou in principie één grote toevoerleiding kunnen volstaan. Omwille van capaciteit en bedrijfszekerheid kan wel geopteerd worden voor twee leidingen.

De distributiemaatschappijen kunnen ook het ontzilt water aftappen op plaatsen waar deze leiding hun grote toevoerbuizen benadert of kruist, en aldaar installaties voorzien voor het drinkbaar maken.

2. Ofwel maakt men op het kernenergie-eiland een deel van het ontzilde water drinkbaar.

Deze oplossing lijkt economisch minder interessant omdat in dit geval minstens twee leidingen nodig zijn⁷: vooreerst een leiding met ontzilt (en ondrinkbaar) water voor industriële gebruikers en verder een leiding met ontzilt en drinkbaar gemaakt water voor bevoorrading van de grote verbruikerscentra.

Wat vooreerst de grote industriële gebruikers betreft is de afvoerrichting duidelijk, met name de Gentse industriezone en Antwerpen. Om anderzijds een verantwoorde afvoerrichting ten behoeve van de drinkwaterbevoorrading op te zoeken is enig inzicht vereist in de structuur van de waterdistributie.

Kaart II, 1 geeft een overzicht van de werkingsgebieden van de voornaamste waterleidingsmaatschappijen in het noorden van België. Op kaart II, 2 vindt men de ligging van de huidige productiecentra van de waterleidingsmaatschappijen, werkzaam in Oost- en West-Vlaanderen. Men herkent onmiddellijk twee stroken: een eerste vanaf de Oostkust naar de streek van Sint-Niklaas en een tweede vanaf de Westkust naar de streek van Zinnik.

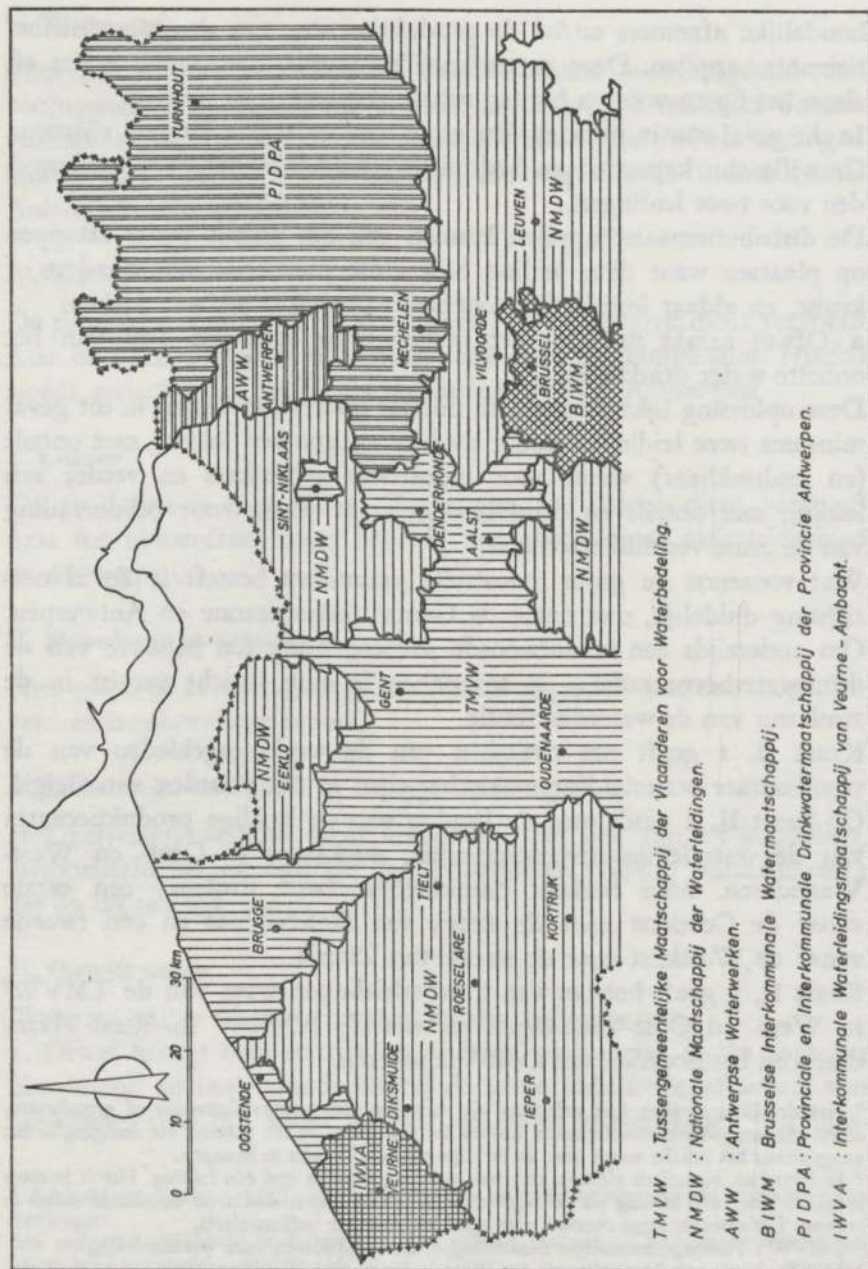
Kaart II, 3 geeft het net van toevoerleidingen weer van de TMVW⁸ in West- en Oost-Vlaanderen en van de NMDW in West-Vlaanderen en het noorden van Oost-Vlaanderen.

⁶ Het drinkbaar maken kan gebeuren via menging met oppervlaktewater of grondwater, ofwel via een remineralisatieproces. Indien het drinkbaar maken gebeurt via menging is het aangewezen het ontzilt water naar de huidige productiecentra te brengen.

⁷ In feite kan, theoretisch althans, ook hier volstaan worden met één leiding. Het is immers mogelijk door één leiding nu eens gedemineraliseerd water, dan weer drinkbaar water te sturen. Dit systeem vergt evenwel zeer goed uitgewerkte bufferstelsels.

⁸ TMVW: Tussengemeentelijke Maatschappij der Vlaanderen voor waterbedeling
NMDW: Nationale Maatschappij der Waterleidingen

Kaart II, 1 : Werkingsgebieden van de voornaamste waterleidingsmaatschappijen in Noord-België



TMVW : Tussengemeentelijke Maatschappij der Vlaanderen voor Waterbedeling.

NMDW : Nationale Maatschappij der Waterleidingen.

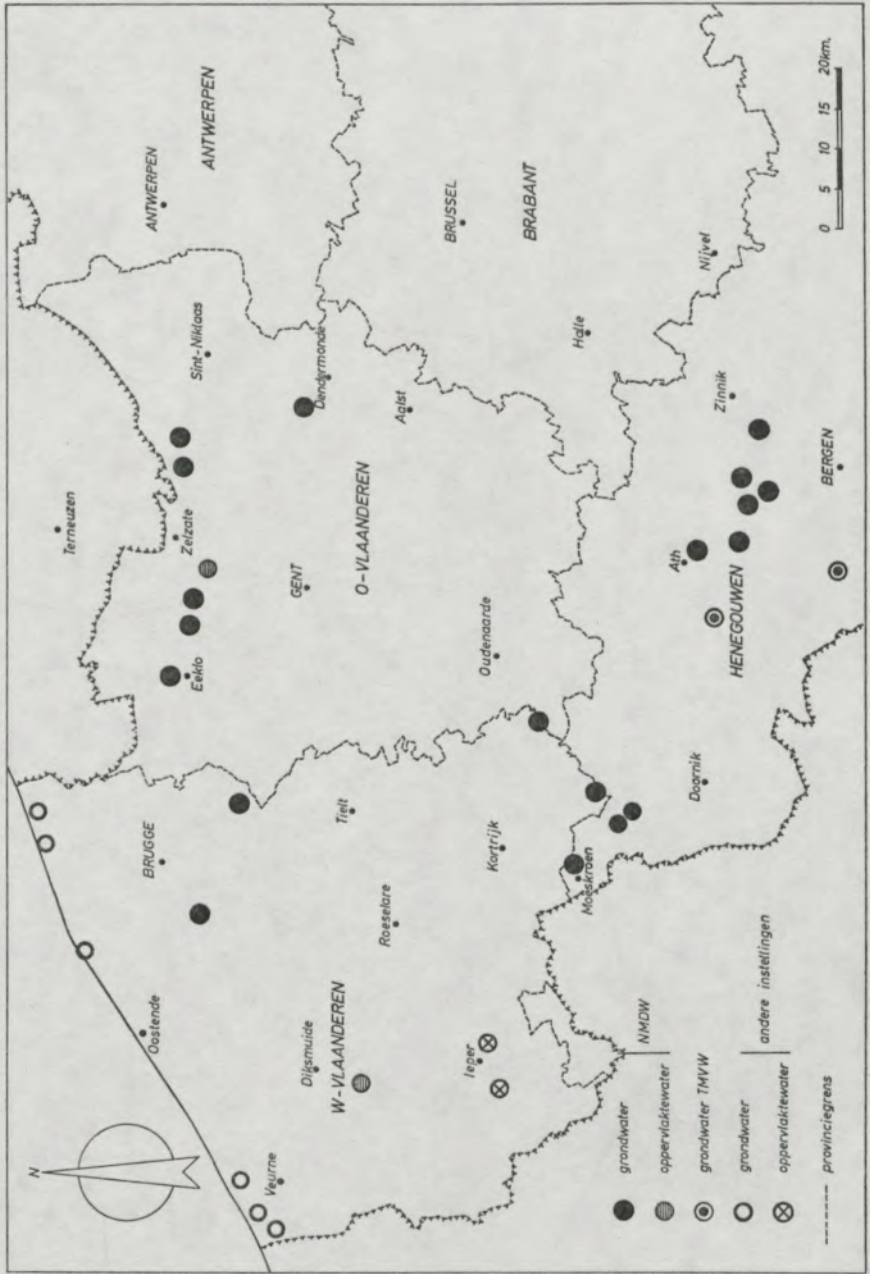
AWW : Antwerpse Waterwerken.

BIW M Brusselse Interkommunale Watermaatschappij.

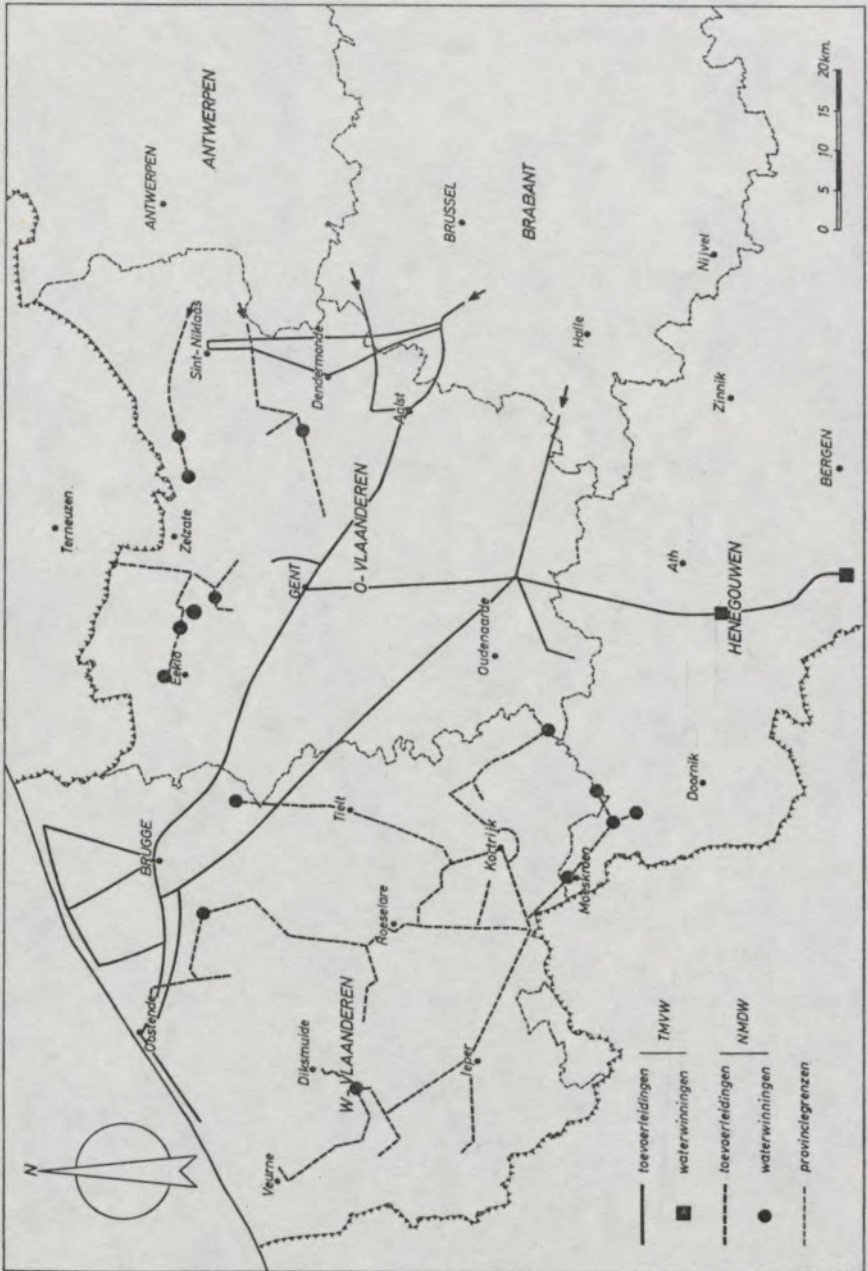
PIDPA : Provinciale en Interkommunale Drinkwatermaatschappij der Provincie Antwerpen.

IWVA : Interkommunale Waterleidingsmaatschappij van Veurne - Ambacht.

Kaart II, 2 : De waterwinningen van NMDW, TMVW, IJVV A, Ieper, Knokke-Heist en Wenduine die grotendeels instaan voor de bevoorrading van West- en Oost-Vlaanderen



Kaart II, 3 : Toevoerleidingen TMVW (West- en Oost-Vlaanderen) en NMDW (West-Vlaanderen en noorden van Oost-Vlaanderen)



Het is aangewezen hierna de strook Oostkust-St.-Niklaas nader te bekijken. In deze strook ontmoet men de werkingsgebieden van de TMVW en van de NMDW; bovendien benadert men het gebied van de AWW⁹.

De TMVW heeft geen winningen in West- en Oost-Vlaanderen; wel in Henegouwen. De TMVW koopt ook water aan bij de BIMW⁹ en de AWW¹⁰. Langs de strook Oostkust-St.-Niklaas is dus geen contact mogelijk met winningen van de TMVW. Wel ontmoet men er aanvoerleidingen. Op deze aanvoerleidingen kan wel aangesloten worden mits wellicht het aanpassen van bepaalde sekties en eventueel het bouwen van installaties voor het drinkbaar maken van ontzilt zeewater. De NMDW heeft een aantal waterwinningen in de streek Eeklo-St.-Niklaas. Het gaat om grondwaterwinningen te Eeklo, Oosteeklo, Lembeke, Moerbeke en Sinaai, en om het spaarbekken te Kluizen (Ertvelde). In Zele (ten noordwesten van Dendermonde) is er nog een grondwaterwinning. Bij de strook Oostkust-St.-Niklaas ligt ook de NMDW-grondwaterwinning van Beernem (ten zuidoosten van Brugge). In deze strook ontmoet men dus een hele reeks produktiecentra van de NMDW.

De mogelijkheid bestaat om het hoofdnet van de NMDW met ontzilt water te voeden via het (wellicht aan te passen) hoofdnet van de TMVW (zie kaart II, 3). Plaatsen waar beide netten elkaar kruisen of elkaar dicht benaderen zijn: Oudenburg (ten zuidoosten van Oostende), Beernem (ten zuidoosten van Brugge) en Sint-Niklaas. Op het eindpunt van de strook Oostkust-St.-Niklaas benadert men de gebieden van de AWW (Antwerpse agglomeratie) en van de PIDPA (rest van de provincie Antwerpen)⁹. Verder oostwaarts is men weer in een NMDW-gebied. Op de werkingsgebieden van AWW, PIDPA en NMDW-Limburg wordt verder ingegaan omwille van de grote afstand tot het studiegebied.

In de strook Oostkust-St.-Niklaas kan men de reeds meerdere malen genoemde lijn Zeebrugge-Gents industriegebied-Antwerpen terug-

⁹ AWW: Antwerpse Waterwerken

BIWM: Brusselse Interkommunale Watermaatschappij

PIDPA: Provinciale en Interkommunale Drinkwatermaatschappij der Provincie Antwerpen

¹⁰ Beide maatschappijen leverden in 1975 circa 76% (39.300.000 m³) van het door de TMVW vooral in West- en Oost-Vlaanderen bedeelde water.

vinden. Op deze lijn heeft men dus de mogelijkheid om verbindingen te realiseren met de TMVW-toevoer naar Oost- en West-Vlaanderen en met een aantal NMDW-produktiecentra die een deel van Oost-Vlaanderen (produktiecentra te Eeklo ...) en van West-Vlaanderen (produktiecentrum te Beernem) bevoorraden. Niet alleen het Gentse en het Antwerpse (en verdere streken), maar ook een groot deel van West-Vlaanderen kan aldus op eenvoudige wijze ontzilt zeewater ontvangen. Zelfs indien men niet de bedoeling heeft de huidige produktiecentra te bevoorraden, maar opteert voor een direkte bediening van de grote verbruikerscentra, kan dezelfde richting aangehouden worden. Men ontmoet er immers de agglomeraties Brugge, Gent, Antwerpen ...

Men stelt dus vast dat zowel voor de bevoorrading van industriële gebruikers van (gedemineraliseerd) water als voor de bevoorrading van de drinkwaterverbruikers de afvoerrichting Zeebrugge-Gent industriegebied-Antwerpen zeer geschikt is.

N. Pekel

Pekel kan te Zeebrugge verwerkt worden (magnesiumproduktie, chloorproduktie ...) maar er kan ook rekening gehouden worden met landinwaartse afvoer. De richting Gents industriegebied is aangewezen.

O. Warm water

Warm water van de kernenergie-centrales kan aangewend worden voor afstandsverwarming. Hiervoor komt de driehoek Oostende-Brugge-Knokke-Heist in aanmerking (zie Deel I, Hoofdstuk I).

P. Samenvatting

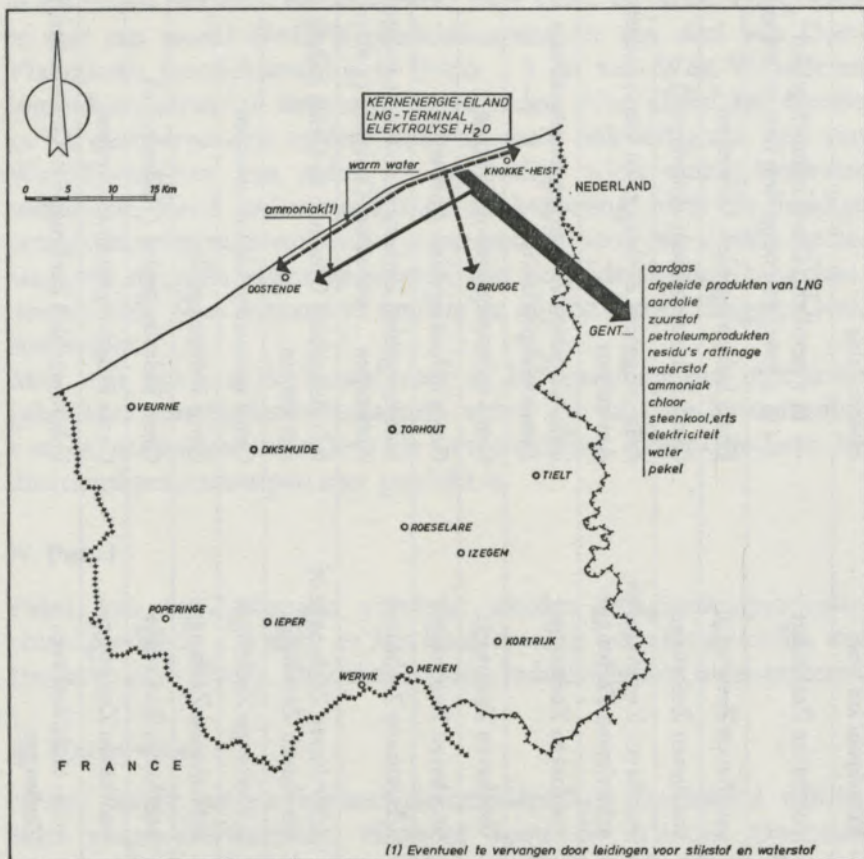
De gegevens van § 1 'Af te voeren produkten en hun wijze van transport' en van § 2 'Afvoerrichtingen' worden overzichtelijk samengebracht in tabel II, 1. Op kaart II, 4 zijn deze gegevens schematisch voorgesteld.

Als afvoerrichting geldt voor bijna alle produkten: het Gents industriegebied-Antwerpen. Alleen de ammoniakleiding heeft Oostende als bestemming.

Tabel II, 1 : *Eénpolige structuur, af te voeren produkten : vertrekpunt aan land en afvoerrichting*

| Produkt | Vertrekpunt aan land | Afvoerrichting |
|-------------------------------|--|---|
| A. Aardgas | voorhaven Zeebrugge | — in 2 gevallen : Gents industriegebied ... — in 2 gevallen : omgeving Bergen, via zuiden van Gent |
| B. Produkten afgeleid van LNG | voorhaven Zeebrugge | Gents industriegebied-Antwerpen ... |
| C. Aardolie | voorhaven Zeebrugge | Gents industriegebied (-Antwerpen) |
| D. Zuurstof | voorhaven Zeebrugge en achterhaven Zeebrugge | industriegebied Zeebrugge en Gents industriegebied-Antwerpen ... |
| E. Stikstof | voorhaven Zeebrugge | industriegebied Zeebrugge, eventueel naar Oostende (ammoniakproduktie) |
| F. Petroleumprodukten | voorhaven Zeebrugge | Gents industriegebied-Antwerpen ... |
| G. Residu's raffinage | voorhaven Zeebrugge | Gents industriegebied-Antwerpen ... |
| H. Waterstof | achterhaven Zeebrugge | industriegebied Zeebrugge en Gents industriegebied-Antwerpen ... eventueel Oostende (ammoniakproduktie) |
| I. Ammoniak | achterhaven Zeebrugge of voorhaven Zeebrugge | industriegebied Oostende en Gents industriegebied-Antwerpen ... |
| J. Chloor | achterhaven Zeebrugge | Gents industriegebied-Antwerpen ... |
| K. Steenkool, ertsen | achterhaven Zeebrugge | Gents industriegebied |
| L. Elektrische energie | voorhaven Zeebrugge | Gents industriegebied (Rodenhuize) |
| M. Ontzilt water | voorhaven Zeebrugge | Gents industriegebied-Antwerpen ... |
| N. Pekel | voor- of achterhaven Zeebrugge | industriegebied Zeebrugge en Gents industriegebied |
| O. Warm water | voorhaven Zeebrugge | Brugge, Oostende, Knokke-Heist |

Kaart II, 4 : Eénpolige structuur : af te voeren producten en afvoerrichtingen



Een bijzonder geval vormt het eventuele stelsel van afstandsverwarming (Oostende, Brugge, Knokke-Heist).

Hierna gaat de aandacht vooral naar de afvoer van de produkten die het Gentse (-Antwerpen ...) als afvoerrichting hebben (paragrafen 3 tot en met 6). De afvoer van ammoniak van Zeebrugge naar Oostende wordt in het kort behandeld in een afzonderlijke paragraaf (§ 7). De afstandsverwarming wordt niet verder uitgewerkt.

3. BUNDELING VAN LEIDINGEN

A. Algemeen

Uit het vorige blijkt dat een groot aantal produkten dezelfde kant uit moeten. Bundeling van de leidingen dringt zich op. Het bundelen biedt een aantal voordelen. Vooreerst beperkt dit het ontstaan van ondergrondse hindernissen voor bovengronds en ondergronds ruimtegebruik. Verder bekomt men een goedkopere aanleg door gebruik van gemeenschappelijke kruisingen met andere infrastrukturelementen en eventueel door gelijktijdig plaatsen van meerdere leidingen. Ook versnelt men de administratieve procedure en is een betere controle op de goede werking van de leidingen mogelijk.

Ook nadelen zijn verbonden aan een bundeling. Men heeft zeker een grotere kwetsbaarheid en gevarenkans bij ongevallen en sabotage. Ook is er meer kans op aantasting van het landschap wegens de noodzaak het tracé bomen- en struikenvrij te maken en te houden (kaalslag). Tenslotte heeft men meer kans op zekere beperkingen voor de landbouw (geen kassen, geen boomgaarden toegestaan).

Niettegenstaande de nadelen is men algemeen (Nederland, Duitsland, België ...) toch gewonnen voor het bundelen van pijpleidingen.

B. Voorbehoud ten aanzien van zekere produkten

Het koninklijk besluit van 9 mei 1969 (Belgisch Staatsblad van 23 mei 1969) behandelt de te nemen veiligheidsmaatregelen bij de oprichting en bij de exploitatie van installaties voor het vervoer van gasvormige zuurstof door middel van leidingen.

Artikel 41 bepaalt :

'De leidingen mogen in de regel niet in dezelfde ruimte gelegd worden waarin zich reeds leidingen voor het vervoer van brandbare stoffen bevinden. Wanneer zij zulkdanige ruimte bezetten worden door de Minister goedgekeurde bijzondere maatregelen genomen op gebied van veiligheid (...).'

Vage formulering hierin zijn : 'in de regel', 'dezelfde ruimte' en 'bijzondere maatregelen'. Men kan zich afvragen in hoever een zuurstofleiding mag geplaatst worden in een leidingenbundel.

In Nederland kent men de zogenaamde 'leidingenstraten' (zie verder onder punt c) die worden beheerd door het Projektbureau Leidingstraten van Rijkswaterstaat¹¹. Zuurstofleidingen worden toegelaten in de leidingenstraten. In verband met de afstand tot andere leidingen past men geen bijzondere maatregelen toe. Wel neemt men specifieke voorzorgen waar een zuurstofleiding een leiding met brandstoffen kruist. Bij kruisingen met waterwegen brengt men de zuurstofleiding eventueel niet in het gemeenschappelijk kunstwerk¹², de zuurstofleiding kruist dus eventueel als enkeling de waterweg.

Ook termisch geïsoleerde leidingen (bijvoorbeeld stoom) worden niet in de gemeenschappelijke kruising geplaatst.

C. Leidingenstraten, leidingenstroken, leidingenviadukten

In Nederland wordt een onderscheid gemaakt tussen leidingenstraten en leidingenstroken.

Een *leidingenstraat* is een strook grond, bestemd voor het leggen van pijpleidingen, die eigendom is van een speciaal daartoe opgericht beheerslichaam. Bij voorbaat worden speciale kunstwerken gebouwd voor de kruising van belangrijke wegen en waterwegen. De buizen worden op een verantwoorde minimale diepte gelegd en op geringe onderlinge afstand die gebaseerd is op onder meer veiligheidsoverwegingen.

¹¹ Voor wat betreft leidingenstraten op het platteland ; de bundels in industriegebieden vallen buiten zijn bevoegdheid.

¹² Afhankelijk van de aard der produkten in de andere leidingen.

Een *leidingenstrook* wordt niet onteigend. De leidingeigenaars moeten hun leidingen evenwijdig aan elkaar leggen; de op de leidingen betrekking hebbende veiligheidsstroken moeten op elkaar aansluiten of elkaar (gedeeltelijk) overlappen. Voor een leidingenstrook bestaat geen beheerslichaam dat toezicht houdt op de aanleg en de strook onderhoudt.

Men schijnt steeds meer de voorkeur te geven aan leidingenstraten, onder meer wegens het voordeel van de gemeenschappelijke kruisingen met andere infrastructuurwerken, wegens het bestaan van een beheerslichaam en omwille van het wegvallen van de kans op terugkomende schade aan de landbouw.

Bij de leidingenstraat wordt de grond wel onteigend maar mogen de landbouwers hem blijven bewerken, mits zekere beperkingen (geen kassen, geen boomgaarden).

Het onteigenen van een leidingenstraat, waarbij de beheerder van de straat de grond volledig bezit en zekere rechten laat aan de landbouwers, is een ingreep die geboren is uit noodzaak. Immers, het alternatief, namelijk het stelsel van overeenkomsten waarbij de landbouwer de grond in eigendom heeft en zekere rechten laat aan de buiseigenaars (zoals gebruikelijk bij leidingenstroken en alleenliggende leidingen), voldoet niet. Althans dit zijn de bevindingen in Nederland. Wettelijk zou een tussenoplossing moeten kunnen gevonden worden.

Met de Nederlandse ervaring voor ogen is het aangewezen om voor de afvoer Zeebrugge-binnenland eerder te denken aan een leidingenstraat dan aan een leidingenstrook.

Leidingenviadukten zijn bovengrondse bundelingen van pijpleidingen. Zij laten toe de onderlinge afstand tussen de buizen te beperken en vergemakkelijken het optreden bij defekten. Anderzijds zijn de leidingen op een viadukt zeer kwetsbaar. Bovendien is een leidingenviadukt geen bijzonder esthetisch element.

4. ELEMENTEN DIE DE TRACÉKEUZE VOOR EEN LEIDINGENSTRAAT HELPEN BEPALEN

Een tiental elementen worden hierna onderzocht.

1. Een leidingenstraat is een potentieel gevaar¹³. Men moet dus woninggroepen, ziekenhuizen, scholen, bejaardentehuizen, flatgebouwen, stations en alle andere gebouwen waarin zich veel mensen kunnen bevinden, zoveel mogelijk ontwijken. De afstand tussen de extreme pijp van de leidingenstraat en deze elementen hoeft niet groter te zijn dan de afstand tussen een alleenliggende pijp en bedoelde elementen. De pijpleidingenstraat moet immers zo worden aangelegd dat de ontploffing¹⁴ van de ene buis geen schade berokkent aan de andere buizen.

De nodige afstand tussen bedoelde gebouwen en de pijpleiding is functie van onder meer de diameter, de druk en de wanddikte. In de 'Pijpleidingcode 1972, revisie 1 januari 1974', uitgegeven door de Provinciale Waterstaat in Zuid-Holland¹⁵ worden een aantal Nederlandse en andere voorschriften onderling vergeleken. Men komt tot de vaststelling dat een aantal voorschriften een afstand tot genoemde gebouwen opleggen die varieert van 25 tot 40 m. Hongaarse normen gaan evenwel tot 150 m. Uit proefexplosies in Nederland zou af te leiden vallen dat voor leidingen met een druk van ten minste 10 atmosfeer en met grote diameters, de veilige afstand ligt in de grootte-orde van 100-200 m.

Deze afstanden slaan op eventuele ontploffingen, branden en dergelijke. Het is duidelijk dat dergelijke afstanden weinig of geen betekenis hebben bij het ontsnappen van giftige gasmassa's uit de leiding aangezien deze wolken zich over veel grotere afstanden kunnen verplaatsen.

2. Een leidingenstraat vormt een barrière voor bepaalde ruimtelijke ontwikkelingen. Zo is onder meer bebouwing uitgesloten. Dit is een

¹³ E. King en P. Rogier, 'Spillages from oil industry cross-country pipelines in Western Europe; incidents in 1974', Concawe, Den Haag, 1975: Aantal lekken in Westeuropese oliepijpleidingen, periode 1970-74: 81 waarvan

29 door korrosie (meestal uitwendige)

27 door aktiviteit van derden (waarvan 3 gevallen met kwaad opzet)

20 door mechanische fout

3 door bedieningsfout

2 door natuurramp

¹⁴ Bij het verwijzen naar een ontploffing dient erop gewezen dat het risico op dergelijk gebeuren zeer gering is.

¹⁵ 'Pijpleidingcode 1972 (revisie 1 januari 1974), eisen te stellen aan pijpleidingen voor het transport van gassen en vloeistoffen met betrekking tot de waterstaatkundige veiligheid', Provinciale Waterstaat in Zuid-Holland, Den Haag.

bijkomende reden om zoveel mogelijk bebouwingsconcentraties te vermijden.

3. Omwille van het gevaar voor bodemverontreiniging is het noodzakelijk de leidingenstraat buiten grondwaterwinningen te houden¹⁶. Waar men om een of andere reden door een gebied moet waar oppervlaktewater via beken naar een drinkwaterproductiecentrum gebracht wordt kan men speciale voorzieningen treffen. Dit kan zijn: het aanbrengen van een waterdichte folie en het daarin¹⁷ inbouwen van een drainering met controlepunten en/of het uitwerken van een eigen waterhuishoudingsstelsel (soort polder) langs de leidingenstraat.

4. Een leidingenstraat mag geen diepwortelende planten dragen. Bomen en struiken dienen uit het tracé te worden verwijderd. Bossen en drevrijke gebieden moeten dus ontwaken worden. Algemeen is te stellen dat alle natuurgebieden moeten gevrijwaard blijven.

5. Ook met het agrarisch gebruik dient rekening gehouden. Aangezien kassen en boomgaarden op een leidingenstraat onmogelijk zijn moet men terreinen met dergelijk bodemgebruik ontwijken. Om grondversnippering tegen te gaan is het aangewezen de leidingenstraat te plaatsen volgens de overheersende perceelsrichting. Niettegenstaande deze voorzorg kan het in bepaalde gevallen nuttig of nodig zijn langs een leidingenstraat over te gaan tot een vorm van ruilverkaveling.

6. Waar de leidingenstraat sloten kruist moeten de buizen op een zekere diepte onder de slootbodem blijven (zie § 5, punt B). Een en ander brengt mee dat een kruising met een sloot vaak betekent: een onderduiken onder de sloot. In bepaalde gevallen zal het aangewezen zijn de sloot te verplaatsen en de leidingenstraat op konstante diepte te houden. Om beide kunstgrepen te voorkomen is het dus wenselijk

¹⁶ De Belgische wetgeving (zie onder § 5, punt B) stelt dat het leggen van leidingen met vloeibare koolwaterstoffen, pekels, natronloog en afvalvloeistoffen 'in principe verboden is in de gebieden met minerale bronnen of waarin installaties voor het opvangen van drinkwater bestaan. Deze gebieden omvatten

— de afgesloten zones waar zich opvanginstallaties bevinden;

— de niet-afgesloten zones in een straal van 100 m vanaf het opvangpunt.

De Minister (van Economische Zaken) treft ook beschermende maatregelen voor het kruisen van in gebruik zijnde grondwaterlagen, of van grondwaterlagen waarvan het gebruik in het vooruitzicht is gesteld, alsook van de gebieden met gunstige kenmerken op het gebied van grondwaterlagen'.

¹⁷ Tussen leiding en folie.

de leidingenstraat te leggen in de overheersende slootrichting (meestal tevens perceelsrichting).

7. Een leidingenstraat vraagt een bouwvaste grond. Bij gebrek hieraan zijn bijkomende werken van grondverbetering nodig. Moerassige en venige gronden moeten dus vermeden worden. Wellicht verdient het eveneens aanbeveling kleiige gronden te vermijden.

8. Bij het kiezen van een tracé dient rekening gehouden met de waterhuishouding van de grond. Te natte gronden en overstroombare gronden kunnen verankering van de buizen vereisen, vooral bij leidingen waarin gassen vervoerd worden. Veel problemen kunnen evenwel opgevangen worden door het plaatsen van drainering in de leidingenstraat.

9. De kruising van een leidingenstraat met andere bestaande of ontworpen infrastruktuurelementen is een dure aangelegenheid. Kruisingen met waterwegen, autowegen ... zijn dus zoveel mogelijk te beperken.

10. Een leidingenstraat betekent een aantasting van de bovengrondse en ondergrondse vrije ruimte. Men kan dus opteren om het tracé te bundelen met andere bestaande of ontworpen infrastruktuurelementen. Wel dient een veiligheidsafstand tot dijken van waterwegen geëerbiedigd opdat bij ontploffingen en lekken de dijken niet zouden beschadigd worden. Deze afstand wordt bepaald door een reeks kenmerken van de grond, van de dijken en van de pijpleidingen zelf.

In de Pijpleidingcode van de Provinciale Waterstaat Zuid-Holland¹⁸ worden formules aangegeven voor de berekening van bedoelde afstanden. De zaken zeer algemeen houdend kan men stellen dat deze afstand ligt in de grootte-orde van 60 m.

Er kan eveneens gedacht worden aan een vrije strook tussen een autoweg en een leidingenstraat. Hier gaat de aandacht naar het risico op schade aan de leidingen dat ontstaat wanneer een zwaar verkeersmiddel de weg verlaat. Veel onheil kan worden voorkomen door het aanbrenge van vangrails en door de scheidende invloed van de afwateringssloten langs de autoweg.

Soms wordt evenwel aangedrongen op een vrije strook tussen auto-

¹⁸ Provinciale Waterstaat in Zuid-Holland, *op. cit.*, blz. 23-31.

weg en leidingenstraat om aldus ruimte te behouden voor eventuele verbreding van de autoweg.

Anderzijds is er ook een tendens om leidingen in de bermen van de weg in te bouwen.

Tenslotte kan nog worden gewezen op de mogelijkheid leidingenstraten te bundelen met hoogspannings-luchtkabels. De Belgische wetgeving (zie onder § 5, punt B) bepaalt dat 'wanneer de leiding zich ten opzichte van een elektrische luchtleiding onder hoogspanning bevindt op een afstand welke kleiner is dan de hoogte van de elektrische leiding boven de grond, er voorzorgsmaatregelen worden getroffen om de veiligheid van het bedrijfspersoneel te verzekeren en aan elke uit deze nabijheid voortspruitende hinder te verhelpen'. Het gaat hier dus niet om problemen die zouden ontstaan door wederzijdse beïnvloeding.

5. SCHEMA VAN DE LEIDINGENSTRAAT ZEEBRUGGE-BINNENLAND

A. Aantal en diameters van de leidingen

De hierna volgende gegevens zijn benaderend en zijn opgesteld om een inzicht te krijgen in de nodige breedte van de leidingenstraat Zeebrugge-binnenland.

Op basis van de gegevens uit § 1. komt men tot de behoefte aan volgende leidingen :

- aardgas : 2 leidingen met diameter van circa 1 m ;
- produkten op basis van LNG : 1-2 leidingen met diameter van circa 0,3 m ;
- aardolie : 1-2 leidingen met diameter van circa 1 m ;
- zuurstof : 1 leiding met diameter van circa 0,3 m ;
- petroleumprodukten : 1 leiding met diameter van circa 0,3 m ;
- residu's van raffinage : 1 leiding met diameter van circa 0,3 m ;
- steenkool : 1 leiding met diameter van circa 0,5 m ;
- ertsen : 1 leiding met diameter van circa 0,5 m ;
- waterstof : 1 leiding met diameter van circa 0,3 m ;
- ammoniak : 1 leiding met diameter van circa 0,3 m ;
- chloor : 1 leiding met diameter van circa 0,3 m ;
- water : 2 leidingen met diameter van circa 1 m ;

- pekel : 1 leiding met diameter van circa 0,3 m ;
- elektrische energie : zoals vermeld in § 1. is geopteerd voor het gebruik van grondkabels voor het doorkruisen van de Polderstreek. Het is zinvol deze kabels in de leidingenstraat te brengen, maar ze dan wel te scheiden van de pijpleidingen : kabels en pijpleidingen hebben geheel andere afmetingen en plaatsingsmethoden. Er dient herinnerd aan het feit dat niet elk van de genoemde producten een zelfde kans maakt op aanwezigheid te, en afvoer vanaf Zeebrugge. In feite is het zoëven gegeven overzicht te beschouwen als een maximum-hypothese.

B. Diepte van pijpleidingen

1. *Belgische wetgeving*

Tabel II, 2 geeft een overzicht van de Belgische reglementering terzake. De ingravingsdiepte wordt gemeten tussen de bovenste beschrijvende van de leiding en het maaiveld. Van de in tabel II, 2 opgegeven minimale diepten kan afgeweken worden mits 'bijzondere maatregelen'.

In de verschillende koninklijke besluiten wordt nog gezegd dat in de gebieden met diepe grondbewerking de leiding op een diepte gelegd wordt die voldoende is om elk risico tot beschadiging tijdens de grondbewerkingen te vermijden.

2. *Nederlandse gegevens*

In de Pijpleidingcode van de Provinciale Waterstaat van Zuid-Holland¹⁹ worden volgende richtlijnen gegeven. Voor een tracé te velde moet de leiding ten minste 1 m beneden het maaiveld²⁰ blijven indien het gras- of tuinland betreft. Waar het om bouwland gaat wordt 1,5 m diepte vereist. Ook worden normen gegeven voor het kruisen van polderwatergangen. In het geval van een hoofdwaterringang moet men ten minste 1,3 m beneden de bodemdiepte blijven die nodig is voor een goede waterbeheersing. Voor de kruising met overige water-

¹⁹ Provinciale Waterstaat van Zuid-Holland, *op. cit.*, blz. 7.

²⁰ Afstand tussen bovenkant van de buis en maaiveld.

Tabel II, 2 : Belgische wetgeving : minimale ingravingsdiepte van pijpleidingen

| | Normale omstandigheden | Onder weg | Onder weg met druk verkeer | Onder railvoet van spoorwég | Onder theoretisch profiel van kanaalbed | Waar noch verkeer, noch bouwwerken, noch beplantingen voorzien zijn |
|--|------------------------|-----------|----------------------------|-----------------------------|---|---|
| Gasleiding (a) | 0,80 m | 1 m | 1,20 m | 1,20 m | 1,20 m | 0,60 m |
| Vloeibare koolwaterstoffen (b) | 0,80 m | 1 m | 1,20 m | 1,20 m | 1,20 m | 0,60 m |
| Pekel, natronloog, afvalvloeistoffen (c) | 0,80 m | 1 m | 1,20 m | 1,20 m | 1,20 m | 0,60 m |
| Gasvormige zuurstof (d) | 0,80 m | 1 m | 1,20 m | 1,20 m | 1,20 m | 0,60 m |

(a) KB 11-3-66 (BS 16-3-66) betreffende de te nemen veiligheidsmaatregelen bij de oprichting en bij de exploitatie van installaties voor gasvervoer door middel van leidingen, artikel 39.

(b) KB 25-7-67 (BS 5-9-67) betreffende de te nemen veiligheidsmaatregelen bij de oprichting en bij de exploitatie van installaties voor het vervoer door middel van leidingen van vloeibare koolwaterstoffen en/of vloeibaar gemaakte koolwaterstoffen (...), artikel 28.

(c) KB 20-2-68 (BS 24-4-68) betreffende de te nemen veiligheidsmaatregelen bij de oprichting en bij de exploitatie van installaties voor het vervoer door middel van leidingen van pekél, natronloog en afvalvloeistoffen, artikel 33.

(d) KB 9-5-69 (BS 23-5-69) betreffende de te nemen veiligheidsmaatregelen bij de oprichting en bij de exploitatie van installaties voor het vervoer van gasvormige zuurstof door middel van leidingen, artikel 38.

Deze koninklijke besluiten zijn uitvoeringsbesluiten bij de wet van 12 april 1965 (BS 7-5-65) betreffende het vervoer van gasachtige produkten en andere door middel van leidingen.

gangen en sloten geldt een diepte van ten minste 0,8 m beneden de bodemdiepte; voor de bodemdiepte wordt de keurmaat aangehouden. Voor kruisingen met waterwegen en wegen worden volgende eisen gesteld²¹. In het geval van een boezemwater²² waarop geen scheepvaart plaatsheeft moet er ten minste 1,3 m gronddekking op de leiding aanwezig zijn. Is er kleine of grote scheepvaart, dan wordt de gronddekking opgedreven tot ten minste respectievelijk 2 m en 2,5 m. Voor de kruising van een weg²³ moet de vertikale afstand tussen de onderkant van de wegkonstruktie en de bovenkant van de buis ten minste 1 m bedragen.

Er kan ook verwezen worden naar de Rotterdamse 'Richtlijnen voor Pijpleidingen'²⁴. Men stelt dat, behoudens bijzondere gevallen, de afstand tussen maaiveld en bovenkant van de buis ten minste 1 m moet bedragen. Voor kruisingen met sloten geldt een diepte van ten minste 1 m onder theoretisch profiel en ten minste 0,7 m onder het aanwezige bodemprofiel indien dit laatste lager ligt dan het theoretische²⁵. Anderzijds valt te noteren dat in de leidingenstraat tussen Rotterdam en Bergen-op-Zoom de leidingen een grondbedekking hebben van 1 m. Dit is ook het geval voor een leidingenstrook van het Botlekgebied (industriegebied) in Rotterdam.

3. *Besluit*

In de Belgische wetgeving vindt men 0,80 m als minimale diepte in normale omstandigheden.

In de Nederlandse werken vindt men 1 m als minimale diepte in normale omstandigheden (met uitzondering van de in de Pijpleidingcode van Zuid-Holland genoemde 1,50 m onder bouwland).

²¹ Provinciale Waterstaat van Zuid-Holland, *op. cit.*, blz. 101-110.

²² Stilstaand wateroppervlak.

²³ Secundaire en tertiaire wegen.

²⁴ Gemeentewerken Rotterdam: 'Richtlijnen voor Pijpleidingen', 4de concept, januari 1975.

²⁵ Gemeentewerken Rotterdam: *op. cit.*, hoofdstuk V, toelichtingen, blz. 3.1.5. Ook wordt gesteld dat 'voor kruisingen van leidingen met kanalen, rivieren, havenbekkens en/of meren de vereiste diepteligging onder het theoretisch profiel nader wordt bepaald door de vergunningsverlenende instantie'.

C. Afstand tussen leidingen

1. *Algemeen*

Uiteraard is de veiligheidsafstand essentieel, met andere woorden, de afstand waarbij het ontploffen van een leiding geen schade berokkent aan de naastliggende leiding(en).

Anderzijds wordt ook een afstand opgedrongen door de technieken die worden toegepast bij het leggen van leidingen. Het komt er hierbij op aan dat, wanneer bijvoorbeeld naast een reeds aanwezige leiding een nieuwe buis wordt gelegd, de stabiliteit van de sleuf gewaarborgd is. Met andere woorden: door het aanhouden van een voldoende afstand moet ervoor gezorgd dat bij afschuiving of instorting van het talud van de sleuf de reeds aanwezige leiding niet wordt blootgesteld en/of meegesleurd.

Uit Nederlandse ervaring blijkt dat de afstand, die vanuit technisch standpunt nodig is om leidingen niet-gelijktijdig te plaatsen, groter is dan de veiligheidsafstand.

Ook inzake herstellingswerken kan men de vraag stellen naar de nodige afstand, mede in verband met het al of niet toelaten dat machines hierbij over bestaande leidingen zouden rijden. De Nederlandse praktijk wijst uit dat het nodige graafwerk gebeurt met relatief licht mechanisch materiaal op rupsbanden (voor wegnemen bovenste grondlaag) en via handwerk (omgeving van de leiding). Indien om een of andere reden toch zwaar materiaal nodig is kan het probleem opgelost worden door deze machines te laten rijden op platen die de druk verdelen over een grote grondoppervlakte.

Mede in verband met het later plaatsen van bijkomende leidingen in een reeds gedeeltelijk in gebruik zijnde leidingenstraat is het aangegeven op bepaalde plaatsen de leidingenstraat zo uit te bouwen dat daar toch zware machines en materiaal over bestaande leidingen kunnen gebracht worden.

2. *Belgische wetgeving*

Alvorens te handelen over de gebruikelijke afstanden in Nederlandse pijpleidingenstraten wordt volledigheidshalve eerst gewezen op een aantal bepalingen uit de Belgische wetgeving.

Het koninklijk besluit van 11 maart 1966²⁶ 'betreffende de te nemen veiligheidsmaatregelen bij de oprichting en bij de exploitatie van installaties voor gasvervoer door middel van leidingen' stelt in artikel 39 :

'... Wanneer de ondergrondse leiding in de nabijheid van andere ondergrondse werken gelegd is, moet tussen de dichtstbijzijnde delen der twee installaties een afstand van ten minste 0,20 m op de kruispunten en 0,40 m bij evenwijdige loop bestaan ...'.

Het koninklijk besluit van 25 juli 1967²⁷ 'betreffende de te nemen veiligheidsmaatregelen bij de oprichting en bij de exploitatie van installaties voor het vervoer door middel van leidingen van vloeibare koolwaterstoffen en/of vloeibaar gemaakte koolwaterstoffen (...)', bepaalt in artikel 30 :

'Wanneer de leiding in de nabijheid van andere bestaande installaties gelegd is, moet tussen de dichtstbijzijnde delen der twee installaties een voldoende afstand gelaten worden ten einde, zowel voor de ene als voor de andere installatie, zoveel mogelijk de risico's te vermijden die gepaard gaan met de uitgevoerde werken op de andere installatie. Deze afstand moet in elk geval ten minste gelijk zijn aan 0,20 m op de kruispunten en aan 0,40 m bij evenwijdige loop'.

Het koninklijk besluit van 20 februari 1968²⁸ 'betreffende de te nemen veiligheidsmaatregelen bij de oprichting en bij de exploitatie van installaties voor het vervoer door middel van leidingen van pekkel, natronloog en afvalvloeistoffen' geeft in artikel 35 letterlijk dezelfde bepalingen als deze geldig voor vloeibare koolwaterstoffen.

Het koninklijk besluit van 9 mei 1969²⁹ 'betreffende de te nemen veiligheidsmaatregelen bij de oprichting en bij de exploitatie van installaties voor het vervoer van gasvormige zuurstof door middel van leidingen' is iets strenger en stelt in artikel 38 : '... De leidingen worden in de regel onder de grond gelegd. Zij mogen zich niet op minder dan 0,50 m bevinden van andere leidingen, bij evenwijdige loop en op de kruispunten, en op minder dan 1 m van de afsluiting van de opslagplaatsen van brandbare stoffen ...'.

²⁶ Belgisch Staatsblad van 16 maart 1966.

²⁷ Belgisch Staatsblad van 5 september 1967.

²⁸ Belgisch Staatsblad van 24 april 1968.

²⁹ Belgisch Staatsblad van 23 mei 1969.

In elk der vier genoemde koninklijke besluiten wordt wel voorzien in de mogelijkheid de aangegeven afstanden te verminderen mits het nemen van bijzondere, niet nader bepaalde voorzorgsmaatregelen.

3. Afstanden in Nederlandse leidingenstraten

In een publikatie van het 'Projectbureau Leidingstraten'³⁰ is een groot aantal gegevens te vinden over de onderlinge afstand die moet worden aangehouden tussen een bestaande leiding en een nieuw te plaatsen leiding.

Hierbij wordt rekening gehouden met de bodemsoort, met een eventuele mobiele belasting naast de sleuf en met veiligheidscoëfficiënten $n = 1$ en $n = 1,2$ ³¹. De onderlinge afstand wordt verder bepaald door het talud en de diepte van de sleuf, door de gronddekking van de leidingen (gerekend vanaf het maaiveld) en door de vereiste gronddekking van de aanwezige leiding gerekend loodrecht op het talud van de sleuf.

In verband met de konkrete berekeningswijze kan worden geciteerd³²: 'Bij de berekeningen hebben de volgende gegevens als uitgangspunt gediend:

- de grondprofielen bestaan uit homogene en isotrope grondsoorten, die aan weerszijden van de sleuf dezelfde eigenschappen bezitten;
- voor samenhangende grondsoorten tpv de ontgraving is met een vermindering van 50 procent van de oorspronkelijke korrelspanning gerekend. Dat wil zeggen een snelle uitvoeringsmethode, waarbij de sleuf niet langer dan enkele dagen openligt;
- de stabiliteitsberekeningen zijn uitgevoerd voor cirkelvormige glijdvlakken, waarbij taluds zijn berekend met veiligheidscoëfficiënten van respectievelijk $n = 1$ en $1,2$. De veiligheidscoëfficiënt is gedefinieerd als de verhouding tussen wrijvingsweerstand (inwendige wrijving + kohesie) en de afschuifkracht (eigen gewicht + externe belasting);

³⁰ Projectbureau Leidingstraten: 'Grafieken ter bepaling van de onderlinge afstand van leidingen als functie van: grondsoort, gronddekking, sleufdiepte en stabiliteit van de sleuf', 1972.

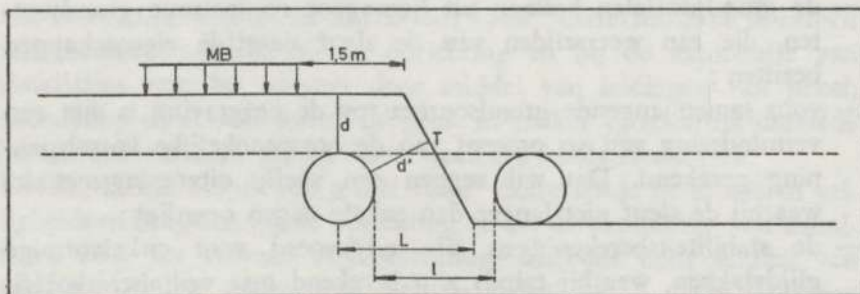
³¹ Veiligheidscoëfficiënt: verhouding tussen de wrijvingsweerstand en de afschuifkracht.

³² Projectbureau Leidingstraten, *op. cit.*, blz. 2.

- de verticale gronddekking van de te leggen leiding en van de reeds aanwezige leiding is gelijk ;
- de mobiele belasting blijft op 1,5 m afstand van de insteek van het talud ;
- in de grafieken, waarbij niet met een mobiele belasting is gerekend, is uitgegaan van een belastingvrije strook van 4 m (bij minimum sleufdiepte) tot 10 m (bij maximum sleufdiepte) ;
- geen rekening is gehouden met potentiaalverschillen tussen de grondwaterstand en de diepe potentiaal. Indien in de praktijk door het verlagen van de grondwaterstand een zodanig potentiaalverschil zou ontstaan dat hierdoor gevaar voor opbarsten van de sleufbodem zou dreigen, dient de diepe potentiaal dienovereenkomstig te worden verlaagd'.

Het is onbegonnen werk de diverse mogelijkheden, afleesbaar vanaf de grafieken, onder woorden te brengen. Om toch een idee te geven van de grootte-orde van de afstanden worden hierna enkele voorbeelden uitgewerkt (zie figuur II, 1).

Figuur II, 1 : *Basiselementen voor plaatsing van pijpleidingen*³³



- d = bodembedekking
- d' = bodembedekking loodrecht op talud
- T = talud
- L = afstand as bestaande buis tot voet talud
- l = afstand tussen wanden van de buizen
- MB = mobiele belasting $2t/m^2$, minstens 1,5 uit insteek

³³ Naar : Projectbureau Leidingstraten, *op. cit.*

Voorbeeld 1 : een buis van 1 m diameter moet geplaatst worden naast een bestaande buis van 1 m ; de grondbedekking (d) moet 1 m bedragen en de aanwezige buis moet bij de werken een grondbedekking (d') hebben van 1 m, gerekend loodrecht op het talud van de sleuf (zie figuur II, 1). Er wordt gezocht naar de helling van het talud (T), de afstand tussen de as van de bestaande buis en de voet van het talud (L), en de afstand tussen de wanden van de buizen (I) indien men tussen de voet van het talud en de wand van de te plaatsen buis een vrije ruimte wil van 0,20 m. De aan te houden afstanden zijn samengebracht in tabel II, 3.

Tabel II, 3 : Afstanden tussen pijpleidingen - voorbeeld 1 (a)

| Grondsoort | Veiligheids- coëfficiënt | Met mobiele belasting | | | Zonder mobiele belasting | | |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------|-------|-------|-----------------------------|-------|-------|
| | | T | L | I | T | L | I |
| Zand | n = 1 | 1 : 1½ | 3,6 m | 3,3 m | 1 : 1½ | 3,6 m | 3,3 m |
| | n = 1,2 | 1 : 2 | 4,5 m | 4,2 m | 1 : 2 | 4,4 m | 4,1 m |
| Stijve klei | n = 1 | 3 : 1 | 2,3 m | 2,0 m | 5 : 1 | 2,1 m | 1,8 m |
| | n = 1,2 | 1 : 1 | 3 m | 2,7 m | 5 : 1 | 2,2 m | 1,9 m |
| Slappe klei | n = 1 | 1 : 2 | 4,4 m | 4,1 m | 4 : 1 | 2,2 m | 1,9 m |
| | n = 1,2 | 1 : 3 | 6,2 m | 5,9 m | 3 : 2 | 3,3 m | 3,0 m |
| Klei op slap veen | n = 1 | 1 : 3 | 6,4 m | 6,1 m | 5 : 1 | 2,3 m | 2,0 m |
| | n = 1,2 | 1 : 3½ | 7,5 m | 7,2 m | 4 : 1 | 2,2 m | 1,9 m |

(a) Naar : Projectbureau Leidingstraten, *op. cit.*

Voorbeeld 2 : een buis van 0,5 m diameter moet geplaatst worden naast een bestaande buis van 0,5 m ; de grondbedekking (d) moet 1 m zijn en de aanwezige buis moet bij de werken een grondbedekking (d') hebben van 0,5 m, gerekend loodrecht op het talud van de sleuf. Opnieuw wordt een vrije ruimte van 0,2 m gehouden tussen de voet van het talud en de wand van de te plaatsen buis (zie tabel II, 4).

Tabel II, 4 : *Afstanden tussen pijpleidingen - voorbeeld 2 (a)*

| Grondsoort | Veiligheids- koëfficiënt | Met mobiele belasting | | | Zonder mobiele belasting | | |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------|-------|--------|-----------------------------|-------|--------|
| | | T | L | I | T | L | I |
| Zand | n = 1 | 1 : 1½ | 2 m | 1,95 m | 1 : 1½ | 2 m | 1,95 m |
| | n = 1,2 | 1 : 2 | 2,4 m | 2,35 m | 1 : 2 | 2,3 m | 2,25 m |
| Stijve klei | n = 1 | 3 : 1 | 1,5 m | 1,45 m | 5 : 1 | 1,4 m | 1,35 m |
| | n = 1,2 | 1 : 1 | 1,7 m | 1,65 m | 5 : 1 | 1,5 m | 1,45 m |
| Slappe klei | n = 1 | 1 : 2 | 2,2 m | 2,15 m | 4 : 1 | 1,5 m | 1,45 m |
| | n = 1,2 | 1 : 3 | 3 m | 2,95 m | 3 : 2 | 2,2 m | 2,15 m |
| Klei op slap veen | n = 1 | 1 : 3 | 2,6 m | 2,55 m | 5 : 1 | 1,5 m | 1,45 m |
| | n = 1,2 | 1 : 3½ | 3,2 m | 3,15 m | 4 : 1 | 1,5 m | 1,45 m |

(a) Naar : Projectbureau Leilingstraten, *op. cit.*

Genoemde afstanden gelden dus bij niet-gelijktijdig plaatsen van leidingen. Bij gelijktijdige plaatsing³⁴ kan de onderlinge afstand verminderd worden. In dit geval gaat de veiligheidsafstand bepalend worden. Zonder zeer in detail te gaan en zich baserend op Nederlandse gegevens kan gesteld worden dat de afstand kan herleid worden tot 0,6-2 m naargelang van het vervoerde produkt, de kenmerken van de buis en de druk. In de bovenvermelde publikatie 'Richtlijnen voor Pijpleidingen' worden geen concrete afstanden genoemd. In een leidingenstrook in het Botlekgebied liggen de leidingen op minder dan 1 m van elkaar. Men kan evenwel niet zonder meer een situatie op een industrieterrein overplaatsen in een plattelandse omgeving.

D. Bedieningsweg — zone voor kabels

Voor een goede bereikbaarheid van de werken tijdens de aanleg, voor een vlotte controle van de in bedrijf zijnde leidingen en voor

³⁴ In dit geval lijkt een groepering naar doorsnede (en dus naar diepte van ingraving) het meest geschikt.

een snel ingrijpen bij ongevallen is een bedieningsweg in de leidingenstraat aangewezen.

Anderzijds dienen in een leidingenstraat behalve de pijpleidingen ook grondkabels (elektriciteit, telekommunikatie) hun plaats te vinden. Het is zeker zinvol buizen en grondkabels gescheiden te houden: beide elementen hebben geheel andere afmetingen en plaatsingsmethoden.

Zo kan voorgesteld worden de bedieningsweg niet in het midden van de leidingenstraat te voorzien maar eerder aan de buitenkant. De relatief smalle strook aan de ene zijde van de weg kan in principe voortgehouden worden voor grondkabels; aan de andere zijde, overeenkomend met het overgrote deel van de leidingenstraat worden dan de pijpleidingen geplaatst.

E. Landschappelijke inkleding

De aanleg van een leidingenstraat gaat gepaard met kaalslag: bomen en struiken dienen te verdwijnen. Heraanplanting is onmogelijk wegens gevaar voor beschadiging van leidingen door de wortels. Ter compensatie dient aan de rand van de leidingenstraat een aangepaste, streekeigen beplanting te worden voorzien.

F. Mogelijk totaalbeeld (figuur II, 2)

Rekening houdend met het voorgaande komt men tot volgend totaalbeeld. Wat de zone voor de buizen betreft kan men uitgaan van de veronderstelling dat de buizen niet gelijktijdig zullen gelegd worden, dat bij het plaatsen van buizen geen mobiele belasting aanvaard wordt op reeds aanwezige buizen en dat een veiligheidscoëfficiënt van $n = 1,2$ aangehouden wordt. In genoemde zone zouden 6 buizen met diameter van 6 m komen en 11 buizen met diameter van 0,3-0,5 m; de onderlinge afstand kan, op basis van de voorgaande veronderstellingen, respectievelijk 3,4 m en circa 2,2 m bedragen³⁵. Aldus komt men voor de zone voor buizen tot een globale breedte van 50-60 m.

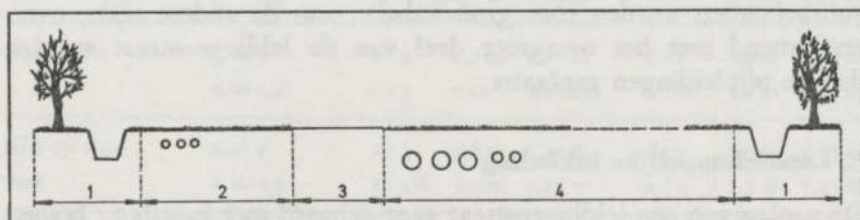
³⁵ Op basis van de gegevens van § 5, punt A.

Naast de zone voor buizen is te rekenen met een bedieningsweg van circa 6 m en de strook voor kabels van circa 10 m breedte.

Aan beide zijden van de leidingenstraat komt nog een strook voor ontwateringssloten en aanplantingen (2 x 7 m).

Aldus komt men tot een totale breedte van 80-90 m. In verband met eventuele wijzigingen in de basisgegevens en met uitbreidingsmogelijkheden lijkt het zinvol hierna rekening te houden met een breedte van circa 100 m.

Figuur II, 2 : *Mogelijk totaalbeeld leidingenstraat*



1. Strook voor ontwateringsgracht en aanplantingen ; circa 7 m

2. Strook voor kabels ; circa 10 m

3. Bedieningsweg ; circa 6 m

4. Strook voor pijpleidingen ; grondbedekking : 1 m

Tenslotte kan even de aandacht gaan naar de inplanting van pompstations. Ter hoogte van deze stations dienen de leidingen verder uit elkaar te gaan. Ofschoon de noodzaak van pompstations bepaald wordt door de gewenste capaciteit van de leidingen en ofschoon deze capaciteit via bijplaatsen van pompstations te verhogen is, kan men veronderstellen dat in de eerste 20-30 km van de leidingenstraat geen pompstations zullen dienen gebouwd.

6. VOORSTELLEN TRACÉS LEIDINGENSTRAAT ZEEBRUGGE-BINNENLAND

A. Omschrijving van het onderzoek

Hieronder wordt gezocht naar mogelijke tracés voor een leidingenstraat Zeebrugge-Gentse industriezone-Antwerpen. De breedte wordt op 100 m gesteld. In deze leidingenstraat moeten ook de kabels voor elektriciteitstransport hun plaats vinden, althans voor het doorkruisen

van de Polderstreek. De tracés worden in detail bestudeerd vanaf de kustlijn tot aan de lijn Aardenburg (Nederland)-Maldegem-Aalter (zie kaart II, 5). Het is duidelijk dat bij de studie van de tracés niet enkel rekening is gehouden met elementen die aanwezig zijn tussen de Kust en de genoemde lijn. Ook elementen die verder landinwaarts liggen hebben hun invloed (bijvoorbeeld bewoningsconcentraties zoals Eeklo, industriegebieden ...).

Bij het zoeken naar tracés is gebruik gemaakt van topografische kaarten, landschapskaarten³⁶, geologische en bodemkundige kaarten en luchtfoto's. De aldus bekomen gegevens werden aan de werkelijkheid getoetst via terreinwerk.

Als beginpunt van de leidingenstraat wordt genomen: de inkokering van de 'twee kanalen'³⁷ op de grens Zeebrugge-Heist. Voor de produkten die vanaf de achterhaven of vanaf het oostelijk deel van de nieuwe voorhaven zullen vertrekken, biedt dit beginpunt geen bijzondere moeilijkheden.

Iets moeilijker is de situatie voor de produkten die vanaf het westelijk voorhavendeel verwacht worden; hiermee gelijk te schakelen zijn de produkten die vanaf het kernenergie-eiland het land zullen bereiken³⁸ via het westelijk deel van de voorhaven. De verbinding tussen dit westelijk voorhavendeel en het beginpunt van de leidingenstraat wordt gezien via de voet van de huidige havenmuur, de bestaande zeesluis en de in uitvoering zijnde nieuwe zeesluis.

De voorgestelde tracés zijn schematisch weergegeven op kaart II, 5. Deze kaart is een zeer vereenvoudigde weergave van het oorspronkelijk kaartenmateriaal (schaal 1/10.000) dat werd gebruikt voor het bestuderen van de tracés.

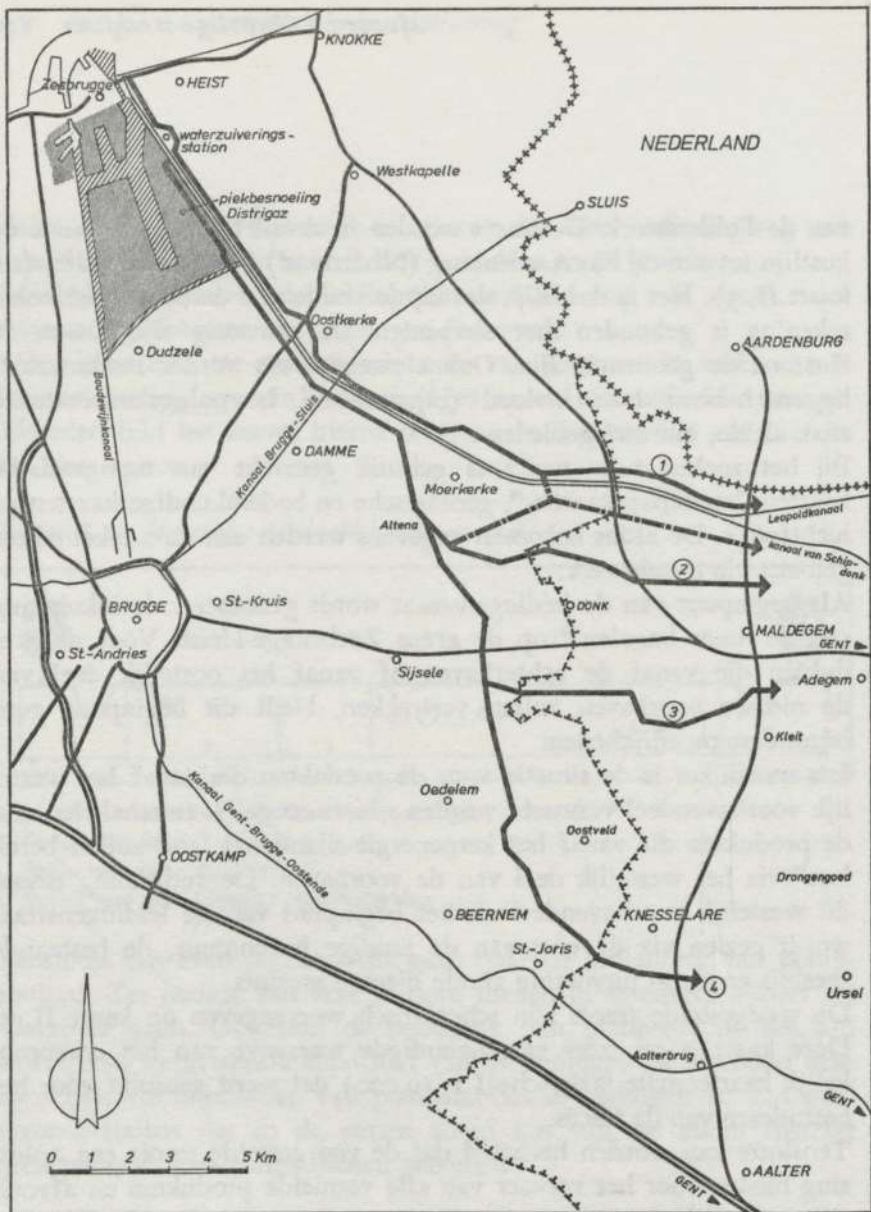
Tenslotte kan worden herhaald dat de voorgestelde tracés een oplossing bieden voor het vervoer van alle vermelde produkten en afvoer-richtingen (zie § 2), met uitzondering van ammoniak, richting Oostende (zie § 7 hierna) en van warm water (net afstandsverwarming).






³⁶ E. Kuyken, 'Milieukaart Noord-West-Vlaanderen 1972-73 - biologische evaluatie van natuurgebieden en landschappen', gepubliceerd in het tijdschrift A+, september 1973, en in het 'Structuurplan Brugge', Brugge, 1976.

³⁷ Leopoldkanaal (Boekhoute-Heist) en kanaal van Schipdonk (Deinze-Heist) of afleidingskanaal van de Leie.

³⁸ Elektrische energie, water, warm water en pekel.

Kaart II, 5 : Voorstellen inzake vervoer van produkten tussen Zeebrugge en het binnenland via leidingen



-  leidingenstraat
-  luchtleidingengang
-  industriegebied Zeebrugge
-  ontworpen of in uitvoering zijnde dokken
-  provinciegrens

B. Voorstel 1 : ten noorden van de twee kanalen

Met 'de twee kanalen' is bedoeld het Leopoldkanaal (Boekhoute-Heist) en het kanaal van Schipdonk (Deinze-Heist)³⁹, meer bepaald de onderling evenwijdig lopende sekties van deze kanalen tussen Maldegem en Heist. Het meest noordelijk gelegen kanaal (Leopoldkanaal) zal in wezen onveranderd blijven ; voor het zuidelijk gelegen kanaal wordt ernstig gedacht aan een verbreding tot duwvaartkanaal (zie deel I, hoofdstuk VI)

1. Algemeen verloop

In principie volgt men vanaf Zeebrugge tot Maldegem de rechteroever van het Leopoldkanaal. Dit kanaal ligt tussen 2-3 m hoge dijken ofschoon de waterstanden in het kanaal niet boven het maai-veld liggen. Het is dan ook niet nodig de hoger genoemde veiligheidsafstand tussen dijk en leidingenstraat in rekening te brengen (circa 60 m ; zie § 4). Een afstand van circa 5 m kan wellicht volstaan.

De sektie tussen de kust en de weg Dudzele-Westkapelle ligt in het ontworpen groene buffergebied ten oosten van het haven- en industriegebied van Zeebrugge.

Plaatselijk wordt de kanaaloever verlaten om hindernissen uit de weg te gaan (in opbouw zijnde rioolwaterzuiveringsinstallatie te Heist, bewoning te Oostkerke). Vanaf de sifon te Oostkerke⁴⁰ tot bij Maldegem blijft men plaatselijk eveneens op enige afstand van het kanaal (100-400 m) om bebouwing te ontwijken. Bij uitvoering van dit tracé zouden circa 12 woningen (meestal oude) dienen te verdwijnen.

Men zou ook kunnen opteren om de leidingenstraat overal naast het kanaal te leggen (met uitzondering van de omgeving van de zuiveringsinstallatie te Heist). In dit geval zouden circa 40 woningen moeten verdwijnen, waaronder enkele recente.

Ter hoogte van de rioolwaterzuiveringsinstallatie van Heist kan men een aftakking voorzien om het industrieterrein van Zeebrugge te

³⁹ Afleidingskanaal van de Leie.

⁴⁰ Kruising van het kanaal Brugge-Sluis met het Leopoldkanaal en het Kanaal van Schipdonk.

bedienen. Tevens kunnen produkten die op het industrieterrein van Zeebrugge geproduceerd worden en naar het binnenland moeten vervoerd worden via pijpleidingen, via deze aftakking naar de leidingenstraat gebracht worden.

Via dit tracé zou de verbinding Zeebrugge-noorden van de Gentse industriezone-Antwerpen Linkeroever, ongeveer 80 km lengte hebben.

2. *Voordelen van dit tracé*

De voordelen (en nadelen) gelden in hoofdzaak voor de in detail bestudeerde sectie tussen de kust en de lijn Aardenburg-Maldegem-Aalter. Voor zover in het verder landinwaarts verloop bepaalde voordelen (en nadelen) opvallen werden zij eveneens vermeld.

- Rekening houdend met de landsgrenzen valt dit tracé in feite samen met de kortste afstand tussen Zeebrugge en Antwerpen.
- Het voorgestelde tracé (Zeebrugge-Maldegem) wordt gedeeltelijk, of eventueel nagenoeg geheel, gelegd naast een ander infrastrukturelement (Leopoldkanaal).
- Het tracé loopt door een dun bevolkt gebied.
- Het tracé loopt door een vlak gebied.
- In het voorgestelde tracé zijn geen kruisingen met grote infrastrukturen (grote kanalen, autowegen ...). Voor de bediening van het industrieterrein van Zeebrugge zouden wel 'de twee kanalen' moeten gekruist worden.

3. *Nadelen van dit tracé*

- Het tracé ligt zeer excentrisch ten opzichte van West-Vlaanderen en van België.
- Heel het tracé, ook het verdere verloop naar de industriegebieden van Gent en Antwerpen ligt in poldergrond. Het is niet uitgesloten dat deze ligging bijkomende werken zal vergen inzake grondstabiliteit en waterbeheersing.
- Dit tracé vormt geen eenheid met de bestaande Texaco-olieleiding naar Oostakker (Gentse industriezone) en met een nieuwe Distri-gaz-leiding die beide aan de linkerzijde van de kanalen liggen.
- Het tracé loopt door een zuiver agrarisch gebied; onderweg is

geen bediening van industrieterreinen mogelijk (afgezien van industriezone Zeebrugge).

4. *Vervoer van elektrische energie*

Vrij recent is een 150 kV-luchtkabel geplaatst tussen Rodenhuize en Sint-Kruis (oostelijk deel van de Brugse agglomeratie). Vanaf Sint-Kruis tot het Waggelwater (te Sint-Andries, westelijk deel van de Brugse agglomeratie) is de luchtkabel vervangen door een ondergrondse kabel. Uit besprekingen blijkt dat de betrokken elektriciteitsmaatschappij deze luchtleiding grotendeels aanziet als een eerste element van een luchtleidingengang Rodenhuize-Zeebrugge.

Men kan dus het volgende voorstellen: vanaf Rodenhuize tot het grensgebied Maldegem-Moerkerke (tevens grensgebied Oost- en West-Vlaanderen) wordt een luchtleidingengang gebouwd zoals gesuggereerd door de elektriciteitsmaatschappij (dus onmiddellijk naast de eerder genoemde 150 kV-luchtkabel). Vanaf het grensgebied Maldegem-Moerkerke tot aan de kustlijn⁴¹ wordt de elektrische energie ondergronds vervoerd via kabels, te plaatsen in de leidingenstraat.

De Brugse agglomeratie kan bediend worden via de ontworpen 150 kV-luchtkabel tussen het Prins Filipsdok (Zeebrugge) en het station Waggelwater te Brugge.

C. **Voorstel 2** : ten zuiden van de twee kanalen en ten noorden van Maldegem

1. *Algemeen verloop*

De oorspronkelijke basisgedachte voor dit voorstel was: de leidingenstraat brengen op het industrieterrein van Zeebrugge en laten verlopen langs de bestaande Texaco-leiding Zeebrugge-Oostakker.

In de loop van de studie bleek evenwel dat de Texaco-leiding zeer dicht bij de kern van Moerkerke loopt, zeer schuin de voorziene luchtleidingengang (hoogspanning) kruist en bovendien vaak een zigzagverloop heeft. Bovendien is het onwaarschijnlijk dat de huidige

⁴¹ Vanaf het grensgebied Maldegem-Moerkerke tot aan de kustlijn heeft men een open polderlandschap met onder meer het gekende landschap langs het kanaal Brugge-Sluis (Damse vaart), tevens overwinteringsplaats van ganzen uit Noord-Europa en Siberië.

Texaco-leiding, althans de sectie Zeebrugge-Moerkerke, kan behouden blijven (werken op het industrieterrein van Zeebrugge, vermoedelijke verbreding van het Schipdonkkanaal tot vorming van het zogenaamde 'Noorderkanaal')⁴².

Een en ander heeft geleid tot volgend voorstel. Tussen de kustlijn en het zuiveringsstation van Heist verloopt het tracé zoals in het eerste voorstel. Ter hoogte van het zuiveringsstation kruist men de twee kanalen en gaat men op het industrieterrein in dezelfde richting verder. Op het industrieterrein kan men eventueel de Texaco-leiding opnemen in de leidingenstraat.

Verder zuidwaarts, en dit tot in het grensgebied Damme-Moerkerke, volgt de leidingenstraat het ontworpen duwvaartkanaal (verbreding Schipdonkkanaal). Hierbij wordt een veiligheidszone tussen de teen van de ontworpen kanaaldijk en de leidingenstraat vrij gehouden (circa 60 m).

Vanaf het grensgebied Damme-Moerkerke verlaat de leidingenstraat het ontworpen duwvaartkanaal en maakt een wijde boog rond Moerkerke.

Het enigszins kronkelend verloop ter hoogte van de wijk Donk (grondgebied Maldegem) is geïnspireerd door de bezorgdheid het binnenrijk landschap nabij deze wijk niet te schenden.

Vanaf de weg Maldegem-Knokke tot aan de weg Maldegem-Aardenburg kan de leidingenstraat gelegd worden langs de gedeeltelijk bestaande, gedeeltelijk ontworpen expresweg Antwerpen-Maldegem (-Knokke)⁴³. Te Maldegem sluit deze (aldaar nog te bouwen) weg aan op de bestaande en aan te passen weg Maldegem-Knokke. Een moeilijkheid is dat het tracé van deze nieuwe weg ter hoogte van Maldegem niet definitief is. Hier dient dus volstaan met een principiële formulering dat de leidingenstraat hier het best naast de expresweg komt. In onderhavige studie is gewerkt met het expresweg-tracé zoals het voorkomt op het ontwerp-gewestplan Eeklo-Aalter⁴⁴.

De kruising van de leidingenstraat (en van de expresweg) met de weg

⁴² Dit kanaal zou een 122,5 m breed wateroppervlak hebben. De dijk op de linkeroever zou 75,5 m breed zijn (van waterlijn tot teen van de dijk). Het kanaal zou ontstaan door verplaatsing van de linkeroever. Zie deel I, hoofdstuk VI.

⁴³ De sectie Antwerpen-Kemzeke bestaat reeds.

⁴⁴ Voorlopig vastgesteld bij ministerieel besluit van 28 maart 1975.

Maldegem-Aardenburg en met de daaraan evenwijdige woonstraat, zal de afbraak van een reeks huizen vereisen.

Voor het verder verloop van de leidingenstraat (landinwaarts Maldegem) kan men eventueel terug aansluiting zoeken op de huidige Texaco-leiding.

2. Voordelen van dit tracé

- Er is een direkt kontakt met de industriezone van Zeebrugge.
- Zoals voorstel 1 loopt dit voorstel door een vlak gebied.
- Plaatselijk is een combinatie met de huidige Texaco-leiding mogelijk.
- Er zijn slechts een zevental gebouwen te verwijderen⁴⁵. In dit voorstel kan de leidingenstraat de bebouwing ontwijken terwijl in voorstel 1 het Leopoldkanaal als een dwingend element aanwezig was.

2. Nadelen van dit tracé

- Er zijn kruisingen met grote infrastruktuurelementen :
 - de twee kanalen ter hoogte van het zuiveringsstation van Heist ;
 - het ontworpen verbindingskanaal tussen het ontworpen Noorderkanaal en het Boudewijnkanaal ter hoogte van Dudzele. Ook de bijhorende wegen moeten gekruist worden⁴⁶ ;
 - het ontworpen Noorderkanaal ter hoogte van Adegem⁴⁶.
- Het tracé gaat rakelings langs de bebouwing van Maldegem.
- Het hele traject Zeebrugge-Antwerpen loopt grotendeels op poldergrond met hieraan verbonden eventuele bijkomende problemen inzake grondstabiliteit en waterhuishouding.
- Het tracé loopt door zuiver agrarisch gebied. Er is geen direkte bediening van (bestaande) industrieterreinen mogelijk.
- Voor het verloop ten oosten van Maldegem kunnen bijkomende moeilijkheden opduiken in verband met het ontwijken van grondwaterwinningsgebieden (Eeklo, Oosteeklo, Lembeke...). Ook het doorkruisen van het voedingsgebied van het spaarbekken te Kluisen (Ertvelde) kan moeilijkheden veroorzaken (zie kaart II, 2).

⁴⁵ De bebouwing bij het kruispunt met de weg Maldegem-Aardenburg niet meegeteld.

⁴⁶ Zie deel I, hoofdstuk VI, § 1 : Waterwegen.

4. *Vervoer van elektrische energie*

De gedachtengang van voorstel 1 wordt ook hier toegepast. De luchtleidingengang wordt in principie gezien naast de huidige 150 kV-leiding Rodenhuize-St.-Kruis. Op een bepaald punt schakelt men over op ondergrondse kabels en verlaat men de lijn Rodenhuize-St.-Kruis en komt men in de leidingenstraat terecht. In voorstel 1 was dit punt gelegen in het grensgebied Moerkerke-Maldegem; in voorstel 2 ligt dit punt ten zuiden van de kern van Moerkerke (omgeving kasteel Altena).

D. **Voorstel 3** : ten zuiden van de twee kanalen en ten zuiden van Maldegem

1. *Algemeen verloop*

Het opzet van dit voorstel is de leidingenstraat minder excentrisch te plaatsen zodat desgewenst meer gebieden kunnen ontsloten worden. Via dit tracé zou de leidingenstraat het Gentse industriegebied bereiken, niet in het noorden (voorstellen 1 en 2), maar ergens in het centrale deel.

Vanaf de kust tot het grensgebied Moerkerke-Sijsele verloopt dit voorstel zoals voorstel 2.

Vanaf het grensgebied Moerkerke-Sijsele loopt de leidingenstraat verder zuidwaarts naar een geschikt kruispunt met de weg Brugge-Maldegem-Gent. Bepalend zijn: de bebouwing langs deze weg, de ligging van de kern van Sijsele en van de kliniek Sint-Lodewijk (wijk Donk), en tenslotte de bossen nabij de genoemde kliniek.

Het verloop van de leidingenstraat tussen de weg Brugge-Maldegem-Gent en de weg Maldegem-Aalter is bepaald door onder meer de bedoeling de vochtige laagte ten zuidwesten van Maldegem te ontwijken (problemen van grondstabiliteit en van waterhuishouding, bomenrijk landschap).

Het voorgestelde kruispunt met de weg Aalter-Maldegem biedt slechts beperkte mogelijkheden. Een verschuiving van dit kruispunt zou evenwel het afbreken van enkele recente woningen met zich brengen.

2. Voordelen van dit tracé

- Tussen Sijsele en Antwerpen ligt het tracé niet in poldergrond (vergelijk met voorstellen 1 en 2). Wel kunnen zich problemen voordoen nabij Adegem (zie onder de nadelen).
- Men heeft de mogelijkheid industrieterreinen te bedienen: Maldegem, Eeklo...
- Er zijn nagenoeg geen gebouwen af te breken. De gebouwen kunnen veelal ontweken worden omdat geen dwingend element aanwezig is (vergelijk met voorstel 1: dwingend karakter van het Leopoldkanaal).

3. Nadelen van dit tracé

- Er zijn kruisingen met grote infrastrukturelementen :
 - de twee kanalen bij het zuiveringsstation van Heist (zoals voorstel 2) ;
 - het ontworpen verbindingskanaal tussen het ontworpen Noorderkanaal en het Boudewijnkanaal ter hoogte van Dudzele. Ook de bijhorende wegen moeten gekruist worden (zoals voorstel 2) ;
 - het ontworpen Noorderkanaal ter hoogte van Eeklo of Waarschoot (vergelijkbaar met voorstel 2).
- Het tracé loopt zeer dicht bij Maldegem (te vergelijken met voorstel 2).
- De lage vochtige vlakte ten zuidwesten van Maldegem wordt wel ontweken maar zal wellicht toch nog bijzondere voorzorgen vereisen.
- De leidingenstraat loopt over een heuvel (te Adegem). Er is een reliëfverschil van circa 15 m te overwinnen. Bovendien gaat het hier vooral om kleiig materiaal dat bijkomende problemen kan scheppen inzake stabiliteit.
- Het verder landinwaarts verloop van de leidingenstraat (ten oosten van Maldegem) zal niet zonder problemen zijn. Er wordt gedacht aan de bebouwingsconcentraties Eeklo en Waarschoot en in mindere mate aan het spaarbekken van Kluizen (Ertvelde).

4. Vervoer van elektrische energie

De afvoer van elektrische energie gebeurt zoals in voorstel 2.

E. Voorstel 3' : variante op voorstel 3

Voorstel 3 verloopt, zoals gezegd, vanaf Sijsele oostwaarts naar een plaats gelegen tussen Maldegem en Kleit; dit tracé wordt verder oostwaarts gedacht via het noorden van Waarschoot.

Er is ook gezocht naar een tracé dat vanaf Sijsele zou gaan naar een plaats ten zuiden van Kleit, met verder verloop via het zuiden van Waarschoot. Dergelijk tracé lijkt evenwel niet verantwoord wegens de aanwezigheid van het natuurgebied Drongengoed en omgeving (grensgebied Maldegem-Knesselare-Ursel).

Indien zou blijken dat een leidingenstraat via het zuiden van Waarschoot toch gewenst zou zijn, dan kan men die realiseren door voorstel 3 op de rechterover van het Schipdonkkanaal (ontworpen duwvaartkanaal) te Eeklo naar het zuiden af te buigen en ter hoogte van Waarschoot verder oostwaarts te trekken. Dergelijk tracé kan gelegd worden naast de voorziene expresweg (of autoweg) Eeklo-Waarschoot-Sleidinge-Desteldonk-Lokeren(...) die ingetekend staat op de ontwerpen van gewestplan 'Eeklo-Aalter' en 'Gentse en kanaalzone'⁴⁷. Voorstel 3' is niet in detail onderzocht omdat de afwijking ten opzichte van voorstel 3 volledig buiten het bestudeerde gebied van 20-30 km (gerekend vanaf de kust) ligt. Voorstel 3' komt dan ook niet voor op kaart II, 5.

F. Voorstel 4 : via Oedelem en Knesselare*1. Algemeen verloop*

De bedoeling van dit tracé is ver naar het zuiden af te buigen om aldus meer gebieden te ontsluiten. In een eerste benadering werd gepoogd deze zuidelijke richting door te trekken tot bij het kanaal Gent-Brugge. Er werd onderzocht in hoever de leidingenstraat langs het kanaal verder oostwaarts kon geprojecteerd worden. Deze bundeling bleek weldra onmogelijk wegens de aanwezigheid van bebouwingkernen langs het kanaal (onder meer te Aalter: wijk Aalter-

⁴⁷ Ontwerp gewestplan 'Eeklo-Aalter': voorlopig vastgesteld bij ministerieel besluit van 28 maart 1975.

Ontwerp gewestplan 'Gentse en kanaalzone': voorlopig vastgesteld bij ministerieel besluit van 17 september 1974.

brug). Het uiteindelijk voorstel 4 verloopt als volgt: vanaf de kustlijn tot de weg Brugge-Maldegem-Gent valt dit voorstel samen met voorstel 3. Vanaf de weg Brugge-Maldegem-Gent tot het grensgebied Oedelem-Beernem-Sint-Joris-ten-Distel is het tracé bepaald door de verspreide bebouwing, de bebouwing langs de weg Oedelem-Knesselare en de ligging van de kern van Oedelem en van de wijk Oostveld.

Vanaf het grensgebied Oedelem-Beernem-Sint-Joris-ten-Distel tot aan de weg Aalter-Maldegem is een oostelijke afbuiging voorgesteld die zich richt naar het zuidelijk deel van de industriezone van Gent.

2. Voordelen van dit tracé

- Via dit tracé kan een ruimer deel van West- en Oost-Vlaanderen ontsloten worden.
- Vanaf Sijsle tot Antwerpen loopt het tracé niet door poldergrond.
- Er is mogelijkheid om industrieterreinen te bedienen (Aalter...).
- Er moeten praktisch geen gebouwen afgebroken worden.

3. Nadelen van dit tracé

- Zoals in de voorstellen 2 en 3 dienen ook hier grote infrastructuurwerken gekruist:
 - de twee kanalen bij het zuiveringsstation van Heist (zoals voorstellen 2 en 3);
 - het ontworpen verbindingskanaal tussen het ontworpen Noorderkanaal en het Boudewijnkanaal ter hoogte van Dudzele met bijhorende wegen (zoals voorstellen 2 en 3);
 - het ontworpen Noorderkanaal ter hoogte van Zomergem (vergelijkbaar met de voorstellen 2 en 3).
- Het tracé loopt dicht bij de kern van Knesselare (op circa 1 km van de dorpsplaats).
- De kruising met de heuvel van Oedelem kan problemen scheppen wegens de klei-samenstelling.
- De lengte van het tracé tussen Zeebrugge en Antwerpen-Linkeroever (via het zuiden van de Gentse industriezone) bedraagt circa 100 km, of bijna 20 % meer dan voorstel 1.
- Het tracé landinwaarts Knesselare zal moeilijkheden opleveren wegens de dichte bebouwing (Lovendegem, Sleidinge, Evergem...).

- Het tracé komt niet langer in de buurt van de waterwinningen tussen Eeklo en Stekene (zie kaart II, 2), zodat de bevoorrading van deze produktiecentra met ontzilt water bijkomende leidingen zou vergen.

4. *Vervoer van elektrische energie*

Het vervoer van elektrische energie gebeurt zoals in de voorstellen 2 en 3.

G. **Samenvatting en besluit**

De voorgestelde tracés worden hierna onder tabelvorm naast elkaar geplaatst (tabel II, 5).

Voor het globale traject Zeebrugge-Antwerpen valt in elk geval nog te wijzen op de af te leggen afstanden. Voorstel 1 kan op circa 80 km geschat worden; voorstel 4 daarentegen benadert de 100 km en is dus circa 20 % langer. De andere voorstellen liggen tussen deze uitersten.

Uiteindelijk staat men voor een fundamentele optie (zie tabel II, 6). Men kan opteren voor een korte verbinding (voorstellen 1 en 2), waarbij de leidingenstraat de bestaande industrieterreinen tussen Zeebrugge en Gent niet bedient. Wel kunnen vanaf deze 'korte' leidingenstraat voor bepaalde produkten aftakkingen voorzien worden naar zekere industriegebieden. In het kader van deze optie lijkt voorstel 1 het meest geschikt.

Men kan ook opteren voor een langere verbinding (voorstellen 3, 3' en 4), die het voordeel biedt industrieterreinen aan te doen en een grotere ruimte te ontsluiten. In dit geval verdient voorstel 3 de voorkeur.

Rekening houdend met de aard en de gebruiksmogelijkheden van de vervoerde produkten kan wellicht het best gekozen worden voor een direkte verbinding van Zeebrugge met het Gentse industriegebied (en Antwerpen...), met andere woorden, voor voorstel 1. Dit impliceert dat de aftakkingen onderweg (naar andere industrieterreinen) kunnen beperkt worden tot een paar gevallen.

Tabel II, 5 : *Eénpolige structuur : vergelijking tussen beschreven voorstellen van leidingsstraat Zeebrugge-binnenland*

| | | Tussen Kust en lijn Aardenburg-Maldegem-Aalter | | | | | Oostwaarts de lijn Aardenburg-Maldegem-Aalter | | |
|---|--|--|---------------------|-------------------------------------|---|---|---|--------------------------|--------------------------|
| | | Bediening industrie-terreinen | Bebouwingsdichtheid | Onmiddellijke nabijheid dorpskernen | Kruisingen grote infrastructuur | Problemen bodem | Bebouwingsdichtheid | Problemen bodem | Andere bijzonderheden |
| 1 | Leopoldkanaal | Zeebrugge | Gering | Geen | Geen | Waarschijnlijk (volledig in polders) | Gering | Waarschijnlijk (polders) | |
| 2 | - (plaatselijk Texaco) - plaatselijk ontworpen Noorderkanaal - plaatselijk ontworpen expresweg | Zeebrugge | Gering | Maldegem | - 'twee kanalen' - ontworpen verbindingkanaal - ontworpen Noorderkanaal | Waarschijnlijk (grotendeels in polders) | Gering | Waarschijnlijk (polders) | Nabijheid waterwinningen |
| 3 | - (plaatselijk Texaco) - plaatselijk ontworpen Noorderkanaal | Zeebrugge Maldegem Eeklo | Groter | Maldegem | - 'twee kanalen' - ontworpen verbindingkanaal - ontworpen Noorderkanaal | - waarschijnlijk in deel op polders - eventueel bij Adegem (kleiheuvel) - eventueel bij Maldegem (laagte) | Groter ; Eeklo, Waarschoot | Niet onderzocht | |
| 4 | - (plaatselijk Texaco) - plaatselijk ontworpen Noorderkanaal | Zeebrugge Aalter | Groter | Knesselare | - 'twee kanalen' - ontworpen verbindingkanaal - ontworpen Noorderkanaal | - waarschijnlijk in deel op polders - eventueel bij Oedelem (kleiheuvel) | Groter ; Lovendégem, Sleidinge, Evergem | Niet onderzocht | |

Voorstel

Tabel II, 6 : *Geschiktheid van de tracés in functie van de optie « korte of langere verbinding Zeebrugge-Antwerpen »*

| Optie | Geschikt voorstel | Bemerkingen |
|--|-------------------|--|
| 1. Men dient de kortste weg te nemen tussen Zeebrugge en Antwerpen | | |
| a) buiten industriezone Zeebrugge | 1 | |
| b) via industriezone Zeebrugge | 2 | — duurder dan 1 (meer infrastructuur te kruisen) — meer moeilijkheden dan 1 in verband met dorpskernen |
| 2. Men dient de ruimte tussen Zeebrugge en Antwerpen te ontsluiten | | |
| a) via relatief kleine omweg | 3 (en 3') | |
| b) via relatief grote omweg | 4 | — duurder dan 3 (langer) — waarschijnlijk meer moeilijkheden dan 3 in verband met bebouwingsconcentraties |

7. LEIDING ZEEBRUGGE-OOSTENDE

In § 1 is gewezen op de mogelijkheid ammoniak af te voeren van Zeebrugge (achterhaven) naar Oostende (industrieterrein)⁴⁸.

Voor de keuze van het tracé wordt verwezen naar hoofdstuk II. In dit hoofdstuk, dat de tweepolige structuur bespreekt, wordt een leidingenbundel voorgesteld tussen Zeebrugge en Oostende (§ 4 hierna en kaart II, 7). Dit tracé kan gebruikt worden voor de ammoniakleiding in de éénpolige structuur.

⁴⁸ Eventueel ammoniakleiding te vervangen door leidingen voor waterstof en stikstof.

hoofdstuk II afvoer bij tweepolige structuur

I. AF TE VOEREN PRODUKTEN EN HUN WIJZE VAN TRANSPORT

In eerste benadering vertrekken de produkten bij een tweepolige structuur vanaf twee punten: vanaf Zeebrugge voor de produkten die te maken hebben met de LNG-terminal en een nog nader te bepalen plaats aan de Westkust voor de produkten die op het kernenergie-eiland zullen geproduceerd worden.

Bij nader toezien is de toestand evenwel iets ingewikkelder. Het bedrijf voor elektrolyse van water (onderdeel van de kernenergieketen) en de bedrijven die afhangen van deze elektrolyse-installatie, kunnen hun plaats niet vinden aan de Westkust. Een geschikte vestigingsplaats lijkt de industriezone van Oostende te zijn. Met andere woorden: Oostende wordt een plaats waar produkten aankomen (van Zeebrugge en van de Westkust) en waar produkten moeten afgevoerd worden naar het binnenland. In zekere zin krijgt men dus drie polen die onderling met elkaar verbonden moeten worden: Zeebrugge, Oostende en een plaats aan de Westkust.

De aanduiding 'plaats aan de Westkust' dient nog toegelicht. Zoals gezegd in de inleiding van dit deel wordt er bij de tweepolige structuur aan gedacht het kernenergie-eiland te bouwen op of nabij de Smalbank, meer bepaald op het gedeelte ter hoogte van Koksijde. Dergelijke inplanting laat in principieel twee mogelijkheden open in verband met de plaats waar de produkten van het eiland aan land kunnen komen. Deze plaats kan gelegen zijn tussen Koksijde en De Panne of tussen Koksijde en Oostduinkerke. Hierop wordt later teruggekomen.

Wat betreft de produkten die vanaf Zeebrugge het binnenland ingaan, kan opnieuw onderscheid gemaakt worden tussen voorhaven en achterhaven.

Vanaf de voorhaven van Zeebrugge worden dezelfde produkten verwacht als in het geval van de éénpolige structuur :

- vergast LNG ;
- produkten afgeleid van LNG : etyleen... ;
- aardolie ;
- zuurstof en stikstof (uit luchtscheiding) ;
- eventueel petroleumprodukten ;
- eventueel residu's van olieraffinage.

Inzake de achterhaven van Zeebrugge worden verschillen genoteerd ten opzichte van het geval van een éénpolige structuur. De eenheid voor elektrolyse van water en de daaraan gebonden bedrijven behoren tot de kernenergie-keten en zijn dus, in het geval van een kernenergie-eiland vóór de Westkust, niet langer aangewezen voor een inplanting te Zeebrugge. Vanaf de achterhaven van Zeebrugge kan men dan nog verwachten :

- eventueel steenkool en ertsen ;
- eventueel chloor en magnesium, geproduceerd uit pekels die vanaf het kernenergie-eiland per schip naar Zeebrugge kan gevoerd worden¹ ;
- eventueel pekels.

Vanaf de Westkust kan men verwachten :

- elektrische energie ;
- ontzilt zeewater, al of niet reeds drinkbaar gemaakt.

In vergelijking met de éénpolige structuur zijn hier dus weggevallen : warm water voor afstandsverwarming (wegens tekort aan grote afnemers) en pekels. Pekels zou per schip kunnen gebracht worden naar Zeebrugge (of Oostende).

Men kan verwachten dat de leidingen voor de produkten, komend van het eiland, zullen ingebouwd worden in een diensttunnel die het eiland met het vasteland zou verbinden. Deze tunnel zou doorlopen tot op ongeveer de grens van Duinen en Polders.

De eenheid voor elektrolyse van water en de hieraan gebonden bedrijven kunnen, zoals gezegd, het best in het Oostendse worden ingeplant. Vanaf deze plaats kan men dus verwachten :

¹ Voor zover de pekels niet naar Oostende wordt gebracht en de winning van chloor en magnesium in Oostende gebeurt. Indien uit pekels alleen magnesium zou gewonnen worden kan dit het best gebeuren op het kernenergie-eiland zelf.

- zuurstof en waterstof (uit elektrolyse van water) ;
- chloor (uit pekels) ;
- magnesium (uit pekels)² ;
- ammoniak.

Inzake de transportwijze van al deze produkten gelden uiteraard dezelfde beginselen als in het geval van de éénpolige structuur. Wel kan worden teruggekomen op het elektriciteitstransport. In het geval van een kernenergie-eiland voor de Westkust zijn een paar bijkomende redenen³ te vermelden waarom dient geopteerd voor ondergronds elektriciteitsvervoer. Gedacht wordt aan het militair vliegveld van Koksijde en aan het radiogeleidingstation te Wulpen (thans Koksijde).

2. AFVOERRICHTINGEN

Voor een aantal produkten is de toestand precies dezelfde als in het geval van de éénpolige structuur. Het betreft vergast LNG, produkten op basis van LNG, aardolie, petroleumprodukten, residu's van olie-raffinage, steenkool, erts en pekels. Deze produkten dienen vanaf Zeebrugge afgevoerd in de richting Gents industriegebied(-Antwerpen).

Voor de zuurstof is er een afwijking ten opzichte van de situatie in de éénpolige structuur omdat bij de tweepolige structuur naast Zeebrugge ook Oostende een produktieplaats is. De zuurstof van Oostende zal, zoals deze van Zeebrugge, wellicht ten minste gedeeltelijk naar het binnenland moeten afgevoerd worden. Daartoe kan men een verbinding aanleggen tussen Oostende en de leiding Zeebrugge-binnenland.

Stikstof die niet gebruikt wordt voor de verarming van LNG komt in de eerste plaats in aanmerking voor ammoniakproduktie. Aangezien het bedrijf voor elektrolyse van water (produktie van onder meer de nodige waterstof) in het geval van de tweepolige structuur te Oostende voorzien wordt, dient de stikstof vanuit Zeebrugge naar Oostende gevoerd.

² Indien uit pekels alleen magnesium zou gewonnen worden kan dit het best gebeuren op het kernenergie-eiland.

³ Naast bescherming van landschap, toerisme en vliegroutes van de vogels. In verband met dit laatste valt te wijzen op onder meer het natuurreservaat De Blankaart te Woumen.

Voor de produktie van chloor en van ammoniak worden twee mogelijke vestigingsplaatsen weerhouden: Zeebrugge en Oostende. In beide gevallen dienen deze produkten naar het Gents industriegebied en Antwerpen gebracht. Indien zij te Oostende geproduceerd worden kunnen zij via Zeebrugge landinwaarts gaan.

De elektrische energie kan het best afgevoerd worden in twee richtingen. Vooreerst dient een verbinding gezocht met het 380 kV-koppelpnet. Dit kan gebeuren via de termische centrale van Ruiien (Oost-Vlaanderen). Deze verbinding met Ruiien kan wellicht tot stand komen via het transformatiestation van Izegem. Verder is het aangegeven de elektrische energie ook af te voeren in noordelijke richting, met name naar de Brugse agglomeratie.

Wat ontzilt water betreft is er rekening te houden met twee soorten afnemers: de drinkwaterbevoorrading en de grote industriële gebruikers van (gedemineraliseerd) water. Voor zover de afvoer moet gericht worden op de huidige produktiecentra (zeer interessant principe indien ontzilt water drinkbaar gemaakt wordt via menging met grondwater en/of oppervlaktewater) is de afvoerrichting Westkust-Woumen (bij Diksmuide)-Ieper-Moeskroen-Zinnik aangewezen. Dit blijkt duidelijk uit kaart II, 2 (zie hoofdstuk I).

Deze transportrichting is heel sterk naar het zuiden van het land gericht. Daartegenover staat dat de grote afnemers vooral in het noorden van het land gevestigd zijn, waar ook de watertekorten genoteerd worden. Daarom wordt geopteerd om het water niet enkel af te voeren in de richting Woumen-Ieper-Moeskroen-Zinnik, maar ook en vooral, naar het noorden van het land. Hierbij wordt gestreefd naar bevoorrading van grote agglomeraties (Oostende, Brugge, Gent, Antwerpen), van grote industriële afnemers (Oostende, Zeebrugge, Gent, Antwerpen...) en van de huidige produktiecentra van drinkwater in het noorden van het land (zie kaart II, 2). Hiermede is dus een antwoord gegeven op de vraag waarheen het water kan worden afgevoerd. Onbeantwoord, maar in het kader van deze ruimtelijke benadering ook niet belangrijk, is de vraag waar het water drinkbaar moet gemaakt worden: op het eiland of op meerdere plaatsen aan land.

Voor de waterstof is er eveneens een afwijking ten opzichte van de éénpolige structuur omdat de waterstof in het geval van de twee-

polige structuur te Oostende geproduceerd wordt. Zij zal dus moeten afgevoerd worden naar Zeebrugge en dan landinwaarts in de richting Gents industriegebied-Antwerpen.

De gegevens van deze paragraaf en van vorige paragraaf worden overzichtelijk samengebracht in tabel II, 7. Uit deze tabel blijkt dat ook in het geval van de tweepolige structuur een groot aantal produkten vanaf Zeebrugge moet afgevoerd worden naar het Gentse industriegebied en Antwerpen.

Naast deze bundel vanaf Zeebrugge naar het binnenland krijgt men in de tweepolige structuur nog :

1. een bundel tussen Oostende en Zeebrugge, bestaande uit :
 - een leiding voor stikstof die van Zeebrugge naar Oostende moet gebracht worden ;
 - leidingen voor zuurstof en waterstof die van Oostende via Zeebrugge moeten gebracht worden naar het Gents industriegebied en Antwerpen ;
 - waterleiding(en) die vanaf de Westkust via Oostende en Zeebrugge naar het Gents industriegebied en Antwerpen moet(en) gaan ;
 - leidingen voor chloor en ammoniak die vanaf Oostende naar het Gents industriegebied en Antwerpen moeten gaan zonder dat dit, althans volgens de huidige inzichten, via Zeebrugge dient te geschieden. Terwille van een meer geordend grondgebruik en omdat de betrokken produkten later eventueel toch te Zeebrugge zouden kunnen bruikbaar zijn, moet geopteerd worden om deze produkten toch via Zeebrugge het binnenland in te sturen⁴.
2. waterleiding(en) vanaf de Westkust naar Woumen (-Ieper-Moeskroen-Zinnik) en naar Oostende (-Zeebrugge-binnenland) ;
3. elektriciteitstransport vanaf de Westkust naar Ruien en naar de Brugse agglomeratie.

Een en ander is schematisch voorgesteld op kaart II, 6.

⁴ De binding met Zeebrugge weglatend, zou kunnen gekozen worden voor het plaatsen van de bedoelde leidingen (Oostende-Gents industriegebied-Antwerpen) langs de autoweg Oostende-Gent-Brussel. Aldus zou de afvoer evenwel gericht worden op de streek ten zuiden van Gent terwijl de belanghebbende industrie ten noorden van Gent gevestigd is (Gents industriegebied).

Tabel II, 7 : *Tweepolige structuur : af te voeren produkten : vertrekpunt aan land en afvoerrichting*

| Produkt | Vertrekpunt aan land | Afvoerrichting |
|-------------------------------|------------------------------------|--|
| A. Aardgas | voorhaven Zeebrugge | — in 2 gevallen : Gents industriegebied ... — in 2 gevallen : omgeving Bergen via zuiden van Gent |
| B. Produkten op basis van LNG | voorhaven Zeebrugge | Gents industriegebied-Antwerpen ... |
| C. Aardolie | voorhaven Zeebrugge | Gents industriegebied (-Antwerpen) |
| D. Zuurstof | voorhaven Zeebrugge en Oostende | Gents industriegebied-Antwerpen ... via Zeebrugge |
| E. Stikstof | voorhaven Zeebrugge | Oostende |
| F. Petroleumprodukten | voorhaven Zeebrugge | Gents industriegebied-Antwerpen ... |
| G. Residu's raffinage | voorhaven Zeebrugge | Gents industriegebied-Antwerpen ... |
| H. Steenkool, ertsen | achterhaven Zeebrugge | Gents industriegebied |
| I. Chloor | achterhaven Zeebrugge of Oostende | Gents industriegebied-Antwerpen ... |
| J. Pekel | achterhaven Zeebrugge | Gents industriegebied |
| K. Elektrische energie | Westkust | — Ruin en — de Brugse agglomeratie |
| L. Ontzilt water | Westkust | — Woumen-leper-Moeskroen ... en — Zeebrugge en Gents industriegebied-Antwerpen ... |
| M. Waterstof | Oostende | — Zeebrugge en — Gents industriegebied-Antwerpen ... |
| N. Ammoniak | Oostende en/of voorhaven Zeebrugge | — Gents industriegebied-Antwerpen ... |

Kaart II, 6 : Tweepolige structuur : af te voeren produkten en afvoerrichtingen



3. LEIDINGENSTRAAT ZEEBRUGGE-BINNENLAND

A. Aantal en diameters van de leidingen

In de leidingenstraat Zeebrugge-binnenland kunnen, in het geval van de tweepolige structuur, volgende leidingen verwacht worden :

1. rechtstreeks vanaf Zeebrugge naar het binnenland :

- aardgas : 2 leidingen met diameter van circa 1 m ;
- produkten op basis van LNG : 1-2 leidingen met diameter van circa 0,3 m ;
- aardolie : 1-2 leidingen met diameter van circa 1 m ;
- zuurstof : 1 leiding met diameter van circa 0,3 m ;
- petroleumprodukten : 1 leiding met diameter van circa 0,3 m ;
- residu's van raffinage : 1 leiding met diameter van circa 0,3 m ;
- steenkool : 1 leiding met diameter van circa 0,5 m ;
- ertsen : 1 leiding met diameter van circa 0,5 m ;
- pekkel : 1 leiding met diameter van circa 0,3 m ;
- eventueel ammoniak : 1 leiding met diameter van circa 0,3 m ;
- eventueel chloor : 1 leiding met diameter van circa 0,3 m.

2. vanaf Oostende via Zeebrugge naar het binnenland :

- zuurstof : 1 leiding met diameter van circa 0,3 m⁵ ;
- waterstof : 1 leiding met diameter van circa 0,3 m ;
- chloor : 1 leiding met diameter van circa 0,3 m ;
- ammoniak : 1 leiding met diameter van circa 0,3 m⁶.

3. vanaf de Westkust via Zeebrugge naar het binnenland :

- water : 2 leidingen met diameter van circa 1 m.

Zoals in het geval van de éénpolige structuur is dit overzicht te beschouwen als een maximum hypotese, althans in de huidige stand van zaken. De vermelde leidingdiameters zijn het resultaat van een ruwe benadering.

Met uitzondering van de elektrische energie komen alle produkten, vermeld bij de éénpolige structuur, terug voor bij de tweepolige structuur.

⁵ Sluit aan op zuurstofleiding vanaf Zeebrugge naar binnenland.

⁶ Sluit aan op eventuele ammoniakleiding Zeebrugge-binnenland.

B. Uitbouw en tracé

In verband met de concrete uitbouw van de leidingenstraat kan verwezen worden naar hoofdstuk I, § 5, van dit deel.

Inzake het tracé van de leidingenstraat wordt eveneens verwezen naar hoofdstuk I, meer bepaald naar § 6 met kaart II, 5.

4. BUNDEL OOSTENDE-ZEEBRUGGE

A. Aantal en diameters van de leidingen

Rekening houdend met de optie dat alle produkten, die in Oostende geproduceerd worden en naar het binnenland moeten gebracht worden, zullen afgevoerd worden via Zeebrugge (aansluitend op de leidingenstraat Zeebrugge-binnenland)⁷ komt men tot volgend overzicht :

- stikstof (Zeebrugge-Oostende) : 1 leiding met diameter van circa 0,3 m ;
- waterstof (Oostende-Zeebrugge) : 1 leiding met diameter van circa 0,3 m ;
- zuurstof (Oostende-Zeebrugge) : 1 leiding met diameter van circa 0,3 m ;
- ammoniak (Oostende-Zeebrugge) : 1 leiding met diameter van circa 0,3 m ;
- chloor (Oostende-Zeebrugge) : 1 leiding met diameter van circa 0,3 m ;
- water (Westkust-Oostende-Zeebrugge) : 2 leidingen met diameter van circa 1 m.

B. Bundeling

Het is uiteraard gewenst deze leidingen te bundelen. Wegens het relatief gering aantal (zeven) is het evenwel waarschijnlijk niet verantwoord een echte leidingenstraat te voorzien. Wellicht kan gedacht worden aan een vorm van leidingenstrook⁸.

Indien de bedoelde leidingen niet gelijktijdig geplaatst worden heeft

⁷ Zie hoofdstuk II, § 2.

⁸ Zie hoofdstuk I, § 3.

men voor deze bundeling een strook grond nodig van circa 20 m breedte⁹. Hierin is dus geen bedieningsweg en geen strook voor ontwateringsgrachten en aanplantingen voorzien. Bij plaatsing van de laatste buizen en indien met zware machines niet op bestaande leidingen mag gereden worden is nog rekening te houden met een werkstrook van circa 15 m.

C. Tracé

Vooraleer de verbinding tussen Oostende en Zeebrugge kan bestudeerd worden, dient onderzocht op welk deel van het industrieterrein van Zeebrugge de leidingenbundel moet aankomen (of vertrekken). De keuze van deze plaats heeft, gezien de uitgestrektheid van de industriezone, invloed op de tracékeuze van de verbinding met Oostende.

Een tweetal elementen pleiten voor een plaats in het noorden van het industrieterrein. Vooreerst is het zo dat stikstof (af te voeren naar Oostende) vanaf de voorhaven van Zeebrugge verwacht wordt. Verder dient gewezen op de mogelijkheid dat de Zeebrugse kooksfabriek, gelegen in het noorden, een afnemer zal zijn van de waterstof (aan te voeren naar Zeebrugge).

Daartegenover staan vier elementen die verwijzen naar een plaats in het zuiden. Ten eerste wordt het Boudewijnkanaal aldaar nauwelijks verbreed¹⁰ en kan de kruising van de leidingen met dit kanaal gekombineerd worden met de ontworpen tunnel (A17) onder het kanaal. Verder dient het kruisen van de leidingen met de ontworpen dokken vermeden te worden. Ook dient in het oog gehouden dat de leidingen zullen moeten in verbinding gesteld worden met de eerder voorgestelde leidingenstraat Zeebrugge-binnenland. Tenslotte is er nog het feit dat de meeste industrieën in het zuiden van het industrieterrein te verwachten zijn.

Rekening houdend met dat alles wordt geopteerd om de leidingenbundel in het zuiden van het industrieterrein te laten aankomen (of vertrekken).

De hierna voorgestelde verbinding Zeebrugge-Oostende is terug te

⁹ Op basis van de gegevens van hoofdstuk I, § 5.

¹⁰ Zie deel I, hoofdstuk VI, § 1 : Waterwegen.

vinden op kaart II, 7. Zoals kaart II, 5 is ook deze kaart een zeer vereenvoudigde weergave van het kaartenmateriaal waarop het studiewerk is gebeurd (schaal 1/10.000).

Op het industrieterrein van Zeebrugge wordt de leidingenbundel gelegd naast de ontworpen autoweg A 17 (Zeebrugge-Kortrijk)¹¹. Samen met de autoweg kruist de leidingenbundel het Boudewijnkanaal (tunnel). De leidingenbundel volgt verder de autoweg tot ongeveer 1 km ten westen van de kruising met de weg Brugge-Blankenberge. Terwijl de autoweg hier geleidelijk zuidwaarts zwenkt, richt de leidingenbundel zich op het kruispunt van de wegen Brugge-Wenduine en Brugge-Oostende, gekend onder de naam Strooienhaan. Vanaf Strooienhaan volgt de leidingenbundel de weg Brugge-Oostende tot op het industrieterrein van Oostende.

Dit tracé, geïnspireerd door de optie de leidingenbundel te laten aankomen (vertrekken) in het zuiden van het industrieterrein van Zeebrugge, heeft wel een dubbel nadelig gevolg. Vooreerst moet de hierin opgenomen stikstofleiding (voorhaven Zeebrugge-Oostende) een omweg maken. Verder veronderstelt deze optie dat de waterstof, komend van Oostende, en voor zover zij afgenomen wordt door de kookfabriek te Zeebrugge, de leidingenbundel zal moeten verlaten vóór de kruising met het Boudewijnkanaal (zie kaart II, 7).

5. WATERTOEVOER WESTKUST-OOSTENDE-ZEEBRUGGE... EN WESTKUST-WOUMEN-IEPER...

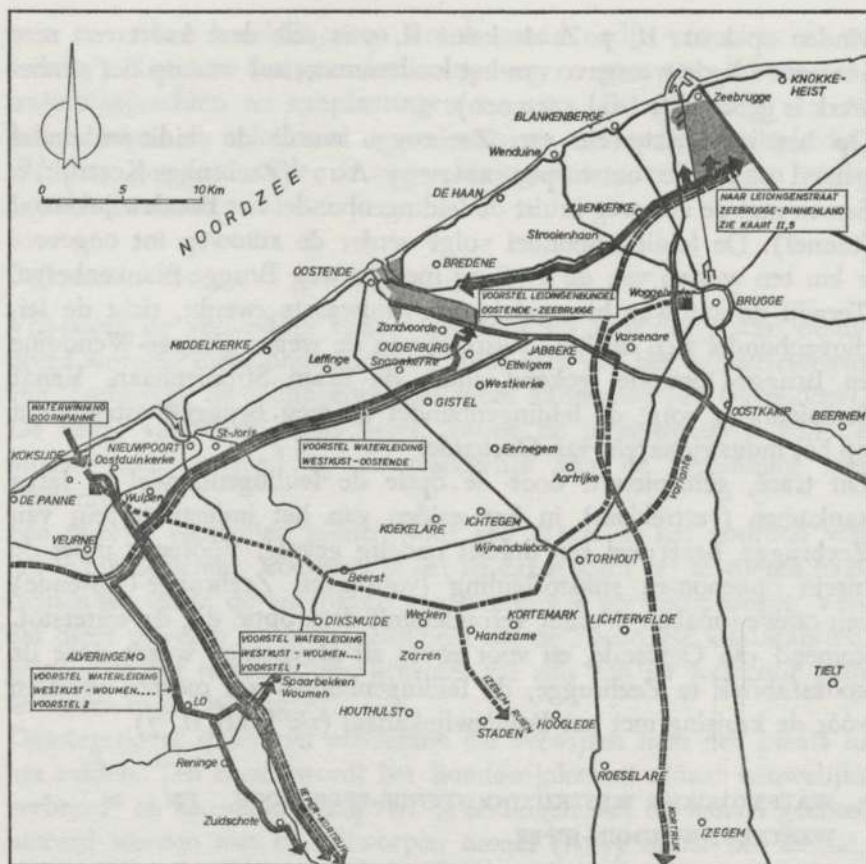
Zoals reeds eerder gesteld kunnen de produkten, komend van het kernenergie-eiland, aan land komen in de ruimte tussen Koksijde en Oostduinkerke of in de ruimte tussen Koksijde en De Panne.

Anderzijds dient het water afgevoerd in twee richtingen: naar de streek Oostende-Zeebrugge en in de richting Woumen-Ieper-Moeskroen-Zinnik. Rekening houdend met de ligging van Oostende en Woumen ten opzichte van Koksijde lijkt het aangewezen het water aan land te laten komen in de ruimte tussen Koksijde en Oostduinkerke, gekend onder de naam Doornpanne¹². Dit heeft als bijkomend

¹¹ Zie deel I, hoofdstuk VI, § 3: Autowegen.

¹² Zoals in § 1 is gesteld zouden de leidingen geplaatst worden in de diensttunnel die vanaf het eiland zou doorlopen tot ongeveer op de grens tussen de Duinen en de Polders. Deze tunnel zou dus onder de Doornpanne geplaatst worden.

Kaart II, 7 : Voorstellen inzake vervoer van produkten tussen de Westkust en het binnenland via leidingen



- voorstel tracé leidingen
- - - - - voorstel bundel ondergrondse kabels hoogspanning
- · · · · voorstel luchtleidingengang hoogspanning
- autoweg (expresweg) : bestaat of in uitvoering
- autoweg (expresweg) : ontworpen
- kanaal
- station hoogspanning
- industriegebied Zebrugge en Oostende

voordeel dat reeds onmiddellijk een bestaand waterproductiecentrum (behorend tot de IWVA) kan bediend worden.

A. Richting Doornpanne-Woumen-Ieper ...

Er is gestreefd naar bundeling met bestaande of ontworpen infrastructuur. Twee voorstellen worden geformuleerd ; zij zijn aangeduid op kaart II, 7.

1. Voorstel 1

Men kan de waterleiding(en) plaatsen naast de gedeeltelijk ontworpen, gedeeltelijk in uitvoering zijnde autoweg Oostduinkerke-Ieper-Kortrijk (A 19)¹³. Men stelt immers vast dat zowel autoweg als waterleiding dezelfde richting uit moeten : van Oostduinkerke naar Ieper (...). Dit tracé komt rakelings langs het spaarbekken De Blankaart te Woumen, zodat dit bekken zeer gemakkelijk kan ingeschakeld worden in het stelsel.

2. Voorstel 2

Voorstel 2 is geïnspireerd door het huidig patroon van toevoerleidingen van water (zie kaart II, 3 in hoofdstuk I).

In de strook Westkust-Ieper zijn thans reeds toevoerleidingen aanwezig die heel sterk de lijn Doornpanne-Woumen-Ieper benaderen. Het gaat om de verbinding tussen het industrieterrein van Veurne en het spaarbekken De Blankaart, en tussen dit spaarbekken en het reservoir te Geluveld. De verbinding Veurne-De Blankaart verloopt langs het Lokanaal (kanaal IJzer-Veurne).

Mits het verzwaren en/of ontdebellen van deze leidingen kan het ontzilt water in principe via de huidige tracés naar het binnenland gebracht worden.

Aan voorstel 2 zijn evenwel ook nadelen verbonden. Vooreerst dient gewezen op het feit dat dit voorstel wegen volgt waarlangs hier en daar bebouwing aanwezig is. Deze bebouwing kan het bijplaatsen van leidingen onmogelijk maken. Dergelijke weg met verspreide bebouwing is bijvoorbeeld Veurne-Lo op de rechteroever van het Lokanaal.

¹³ De sectie Kortrijk-Ieper is in uitvoering ; de sectie Ieper-Oostduinkerke is ontworpen.

Hier kan het probleem opgelost worden door de nieuwe leidingen te plaatsen op de linkeroever van het kanaal (hier is geen weg).

Voorstel 2, of althans de bestaande toevoerleiding, gaat ook door enkele landelijke kernen (Lo, Reninge, Zuidschote...). Ook hier kan bijplaatsen van leidingen onmogelijk zijn.

De oplossing van de problemen inzake ontwijken van bebouwing (kernen of verspreide bebouwing langs verbindingswegen) vraagt detailonderzoek en valt buiten het bestek van onderhavige studie. Volstaan wordt met de vermelding dat voorstel 2 in principe bestaande waterleidingstracés volgt.

Tenslotte dient gewezen op het feit dat voorstel 2 aan waarde zou winnen indien zou besloten worden de sectie Oostduinkerke-Ieper van de A 19 niet uit te voeren. In dit geval verliest voorstel 1 grotendeels zijn zin.

B. Richting Doornpanne-Oostende-Zeebrugge

De afvoer naar Oostende kan gerealiseerd worden als een aftakking van de afvoerrichting Doornpanne-Woumen-Ieper.

Deze aftakking zou in feite reeds kunnen gebeuren op de plaats waar de leiding Doornpanne-Woumen het kanaal Veurne-Nieuwpoort-Oostende (Plassendale) kruist. De afvoer naar Oostende zou aldus kunnen geplaatst worden langs dit kanaal. Uitvoering van dit tracé wordt evenwel bemoeilijkt door de aanwezigheid van bebouwing, temeer dat het kanaal rakelings langs enkele bebouwingsconcentraties loopt (Nieuwpoort, Leffinge, Snaaskerke, Oudenburg). Ook de verbrede IJzer ter hoogte van Sint-Joris vormt een hindernis. Daarom wordt geopteerd voor een andere mogelijkheid.

Deze andere mogelijkheid bestaat hierin, dat de aftakking gebeurt op de plaats waar de leiding Doornpanne-Woumen de autoweg A 18 (Jabbeke-Veurne-Calais) kruist¹⁴. De leiding kan dan geplaatst worden naast deze autoweg. Bebouwing komt hier nauwelijks voor, althans niet langs de sectie Veurne-Westkerke. Ter hoogte van Oudenburg dient evenwel afgeweken van de autoweg en wel om twee redenen: vooreerst omwille van de bebouwingsconcentratie van Oudenburg-

¹⁴ De sectie Jabbeke-Nieuwpoort wordt rond Pasen 1977 in gebruik genomen; de sectie Nieuwpoort-Veurne-Calais is ontworpen.

Ettelgem en ten tweede omdat de autoweg zich ter hoogte van Oudenburg steeds meer verwijderd van Oostende. Daarom wordt voorgesteld ter hoogte van het grensgebied Gistel-Westkerke de autoweg te verlaten en noordwaarts af te zwenken.

Hierbij wordt de leiding eerst geplaatst naast de bestaande aardgas-toevoerleiding¹⁵ en vervolgens naast een bestaande watertoevoerleiding¹⁶. Via dit tracé komt men in het industriegebied van Oostende. Het verder verloop van de leiding naar Zeebrugge, en aldus naar het noorden van het land, kan gebeuren via de leidingenbundel Oostende-Zeebrugge (zie § 4. hiervoor) en verder via de leidingenstraat Zeebrugge-binnenland (zie § 3. hiervoor).

De preciese binding tussen de watertoevoer Doornpanne-Oostends industrieterrein en de leidingenbundel Oostends industrieterrein-Zeebrugge wordt niet in detail behandeld. Deze verbinding heeft te maken met de konkrete uitbouw van het Oostends industriegebied, die hier buiten beschouwing blijft.

Er bestaan ook bijkomende mogelijkheden om water vanaf Oostende landinwaarts te voeren. Zoals uit een combinatie van de gegevens van de kaart II, 3 en II, 7 is af te leiden, wordt het Oostends industrieterrein thans door drie grote watertoevoerleidingen aangedaan¹⁷. De mogelijkheid is niet uitgesloten dat deze bestaande leidingen, eventueel na ombouw, aangesloten worden op de hier voorgestelde toevoer Doornpanne-Oostende.

6. ELEKTRICITEITSTOEVOER WESTKUST-RUIEN EN WESTKUST-BRUGGE

Rekening houdend met de ligging van Ruien en van Brugge kan men de elektrische energie, net als het water, het best laten aan land komen in de ruimte tussen Koksijde en Oostduinkerke (Doornpanne). In deze omgeving bevindt zich thans het eindpunt van het 70 kV-net met een station¹⁸.

¹⁵ Leiding Pittem-Zandvoorde (diameter: 350 mm) met ontspanningsstation te Zandvoorde.

¹⁶ Toevoerleiding van de NMDW (diameter: 400 mm).

¹⁷ Toevoerleidingen van de TMVW (diameter: 500 mm en 700 mm) en toevoerleiding van de NMDW (diameter: 400 mm).

¹⁸ Ten westen van de lijn Oostende-Menen zijn thans geen leidingen aanwezig onder een hogere spanning dan 70 kV.

Ook dient herinnerd aan het principe het elektriciteitsvervoer tussen de kust en de grens Polders-Zandstreek ondergronds te laten gebeuren.

Bij de tracékeuze is gestreefd naar :

- een korte afstand tussen de Doornpanne en Ruien, en tussen de Doornpanne en Brugge ;
- een korte afstand door de Polders, wegens de hoge prijs van de ondergrondse kabels ;
- ontwijken van bebouwingsconcentraties ;
- ontwijken van heuvels, om aldus het landschap minder te schenden ;
- ontwijken van bossen, omdat onder een luchtleidingengang de bomen moeten geroid worden.

Op basis van dit alles worden volgende trajekten voorgesteld (zie kaart II, 7) :

Tussen de Doornpanne en het huidig station te Beerst worden ondergrondse kabels geplaatst naast de huidige 70 kV-luchtleding Oostduinkerke-Beerst.

Tussen Beerst en het grensgebied Werken-Handzame komt een luchtledingengang, te plaatsen buiten de vlakte van de Handzamevaart. In het grensgebied Werken-Handzame splitst de luchtledingengang zich : richting Ruien en richting Brugge. De richting Ruien richt zich naar Izegem via de laagte tussen Stadenberg en Hooglede ; de richting Brugge wordt gezien via de ruimte tussen Torhout en het Wijnendalebos en verder via Zedelgem en Varsenare naar het station Waggelwater te Brugge. De sectie vanaf het grensgebied Aartrijke-Zedelgem tot aan het Waggelwater te Brugge valt samen met een ontworpen 150 kV-luchtleding die, door de betrokken elektriciteitsmaatschappij, reeds eerder werd gezien als een eerste element van een luchtledingengang Waggelwater-Zedelgem.

Besluit

In vergelijking met de éénpolige structuur leidt de tweepolige structuur tot een meer ingewikkeld patroon van leidingen voor de afvoer van precies dezelfde produkten. Dit moge duidelijk blijken uit de

vergelijking van kaart II, 4 (situatie bij éénpolige structuur) met kaart II, 6 (situatie bij tweepolige structuur).

Dit eerder ingewikkeld patroon van leidingen leidt tot meer (ondergronds en/of bovengronds) ruimtegebruik en tot hogere kosten inzake aanleg en onderhoud.

Een essentieel verschil is verder dat in de tweepolige structuur, naast Zeebrugge, ook Oostende direkt betrokken is bij een aantal mogelijkheden inzake industrievestiging.

DEEL III

EKOLOGISCHE EVALUATIE VAN DE POTENTIELE INDUSTRIËLE AKTIVITEITEN

inleiding

De omschrijving van de technische polarisatie, in het eerste hoofdstuk van deel I van deze Symarindusstudie, bracht een aantal industriële activiteiten naar voren, die ingevolge de produktie van elektriciteit met behulp van kernenergie op een eiland vóór de Belgische Kust en ingevolge de aanvoer van LNG in de voorhaven van Zeebrugge tot stand kunnen komen. Tal van industriële activiteiten kunnen uit deze basisactiviteiten afgeleid worden. Rekening houdend met de belangen van de toeristische sektor aan de Kust is het dan ook zonder meer belangrijk van deze potentiële activiteiten een ekologischer evaluatie te maken. Deze ekologischer behandeling zal aldus in een eerste stadium gebeuren rond vier basistemata, met name: de produktie van elektriciteit op basis van kernenergie, de aanvoer van erts, de aanvoer van petroleumprodukten en tenslotte de aanvoer en het opslaan van LNG.

Voor elk van deze vier kerntemata zullen meerdere aspekten nader onderzocht worden. In het gedeelte over de kernenergie zullen vooreerst het kernreaktorstype en de daaraan gebonden veiligheidsmaatregelen aan bod komen. Daarna zullen de afvalwaters, de afvalgassen en de vaste radioactieve afvalstoffen besproken worden. Het transport van radioactieve afval en de heropwerking ervan ronden dit gedeelte af.

Het gedeelte over de aanvoer van erts vraagt de aandacht voor de aanvoer en de overslag van erts, de slurry-bereiding en tenslotte het transport.

Het gedeelte over de aanvoer van petroleumprodukten wordt opgesplitst in de aanvoer op zichzelf, de veiligheidsmaatregelen bij het opslaan en tenslotte het transport per pijpleiding.

Het gedeelte over de aanvoer en het opslaan van LNG behandelt achtereenvolgens de karakteristieken van aardgas en LNG, de LNG-terminal, de algemene veiligheidsvoorschriften van een LNG-terminal,

de opslagcapaciteit te Zeebrugge en tenslotte de alternatieve bouwmethoden voor Zeebrugge.

Naast deze vier kerntemata zullen in tweede instantie ook nog een aantal afgeleide industriële activiteiten behandeld worden. Het gaat meer speciaal om de zeewaterontziltng, de elektrolyseprocédés voor water en voor pekcl, de behandeling van ertsen, de produktie van industriële gassen, de ijzerertsreduktie en de elektrostaalproduktie. Enkele zeer specifieke activiteiten worden tenslotte volledigheidshalve vermeld.

De onderlinge binding tussen de vier kerntemata en de afgeleide potentiële industriële activiteiten worden gegeven in schema III, 1.

Het is echter belangrijk, bij de aanvang van deze ekologisclic evaluatie de basisideeën aan te halen, die doorheen deze bespreking zullen lopen. Vooreerst steunt de studie van de vele mogelijke afgeleide industriële activiteiten afgeleid van de vier basisactiviteiten, op de kennis van de bestaande technologie.

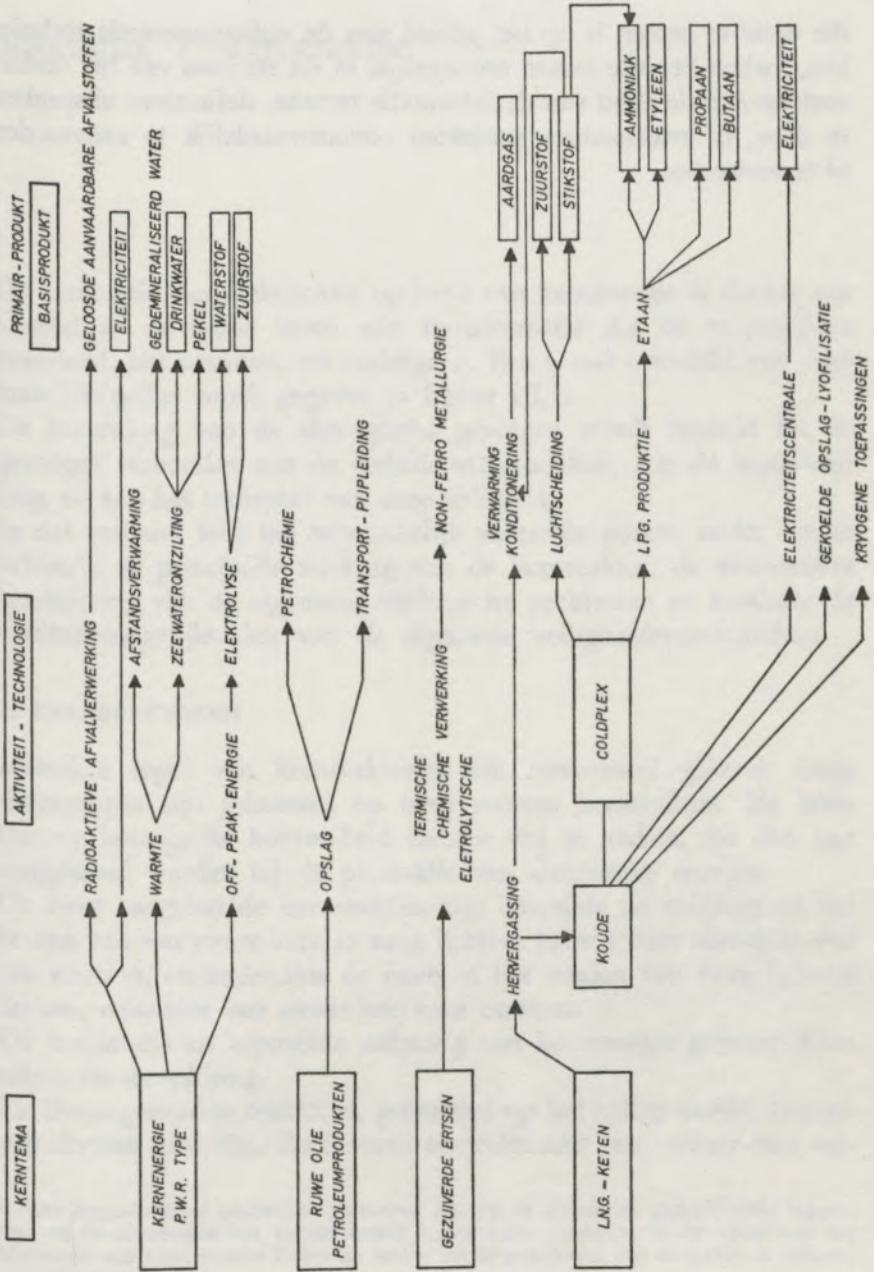
Vervolgens zal het indienen van een concreet investeringsprogramma aan de hand van één of ander produktieproces, in de toekomst steeds moeten geëvalueerd worden naar de eigen karakteristieke elementen van het dossier.

Tenslotte kunnen meer moderne technieken en verder bestudeerde rekuperatie- en valorisatiemogelijkheden van afvalstoffen, bepaalde industriële activiteiten, die nu ekologisclic onaanvaardbaar zijn, dit beeld in de toekomst wijzigen.

Om een globaal overzicht te krijgen van de ekologisclic evaluatie, en om des te beter de binding aan te tonen tussen de diverse basisactiviteiten, afgeleide industriële activiteiten en de ekologisclic desiderata, worden de konklusies als geheel besproken in hoofdstuk VI. Nochtans moet expliciet de nadruk gelegd worden op het feit dat deze ekologisclic evaluatie een eerste benaderende studie is die enkel richtinggevend kan zijn. De definitieve uitbouw van de aangehaalde activiteiten zelf zal steeds individueel moeten bestudeerd worden aan de hand van de karakteristieke gegevens van elk mogelijk te realiseren en aangeboden projekt.

De snelle evoluerende technologie enerzijds, het idee van rekuperatie en valorisatie van afvalstoffen, de tendens om preventief elke vorm van vervuiling te elimineren anderzijds, en tenslotte de verbetering

Schema III, 1 : Binding kerntema's en basisproducten



die waar te nemen is op het gebied van de milieusanerende technieken, maken het alle samen onmogelijk, in dit stadium van het onderzoek en aan de hand van de informatie terzake, definitieve uitspraken te doen, of realiseerbare projecten onvoorwaardelijk te aanvaarden of te verwerpen.

hoofdstuk I kernenergie

De produktie van elektriciteit op basis van kernenergie is slechts een schakel in de totale keten van transformatie die de radioactieve brandstof, het uranium, zal ondergaan. Een totaal overzicht van deze brandstofcyclus wordt gegeven in figuur III, 1.

De bespreking van de ekologische gevolgen wordt beperkt tot de gevolgen verbonden aan de elektriciteitsproduktie, aan de heropwerking en aan het transport van deze splijtstof.

In dat verband leek het noodzakelijk volgende punten nader toe te lichten¹: de principiële werking van de kernreaktor, de elementaire beschrijving van de algemene ekologische problemen en tenslotte de realisatiemogelijkheden van de algemene veiligheidsvoorschriften.

I. KERNREAKTOREN

Meerdere types van kernreactoren zijn momenteel gekend. Deze reaktortypes zijn gebaseerd op twee soorten kernreacties. Ze laten toe een belangrijke hoeveelheid energie vrij te maken, die dan kan aangewend worden bij de produktie van elektrische energie.

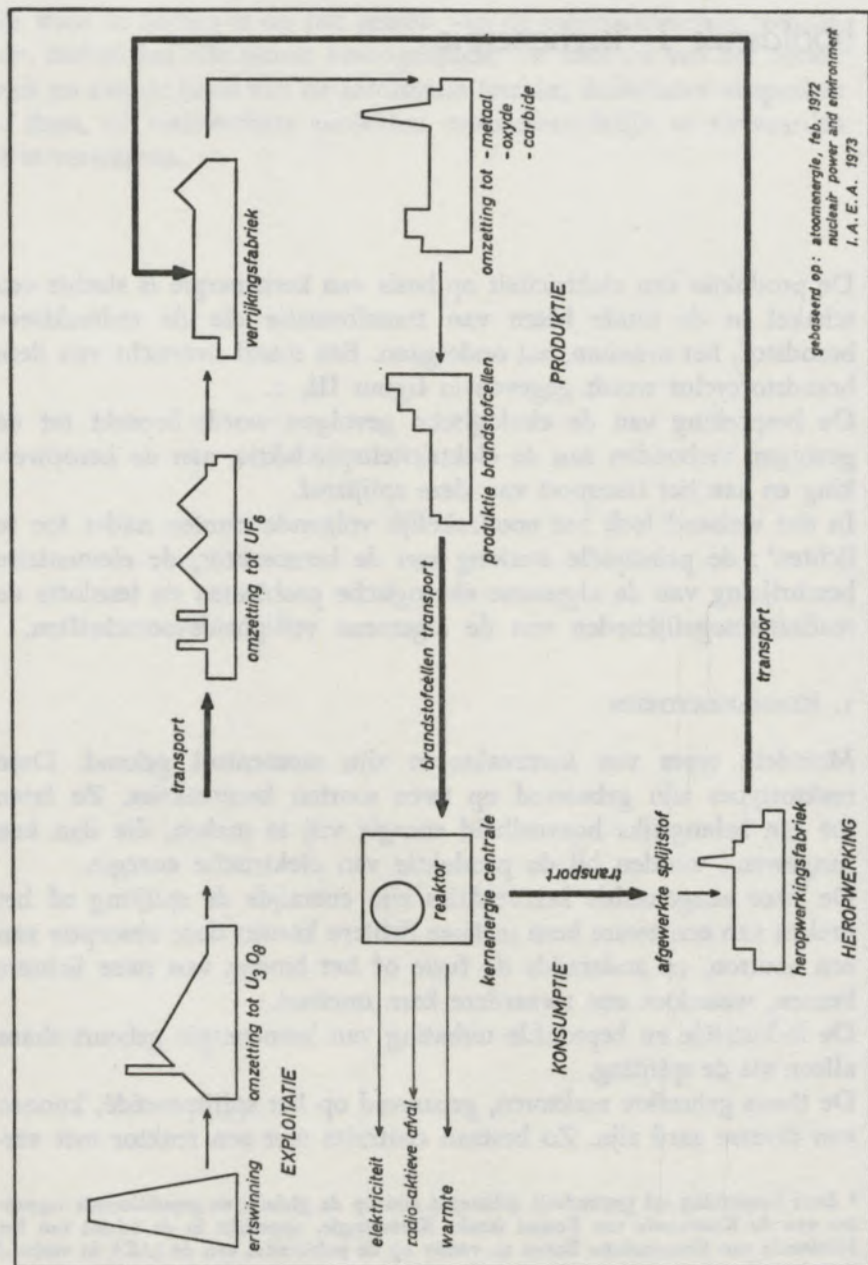
De twee aangehaalde kernreacties zijn enerzijds de splijting of het breken van een zware kern in twee lichtere kernen door absorptie van een neutron, en anderzijds de fusie of het binden van twee lichtere kernen, waardoor een zwaardere kern ontstaat.

De industriële en beproefde uitbating van kernenergie gebeurt thans alleen via de splijting.

De thans gebruikte reactoren, gebaseerd op het splijtprocédé, kunnen van diverse aard zijn. Zo bestaan centrales met een reaktor met ver-

¹ Deze bespreking zal grotendeels gebaseerd zijn op de globale en gepubliceerde rapporten van de Kommissie van Beraad inzake Kernenergie, opgericht in de schoot van het Ministerie van Economische Zaken en verder op de publikaties van de IAEA in verband met atoomenergie.

Figuur III, 1 : Brandstofcyclus



gebaseerd op: atoomenergie, feb. 1972
 nuclear power and environment
 I. A. E. A. 1973

rijkt uranium en water onder druk PWR², met een reaktor met verrijkt uranium en kokend water BWR², met een reaktor met natuurlijk uranium en zwaar water HWR², met een reaktor met natuurlijk uranium en gasreaktor GCR² en tenslotte met een snelle kweekreaktor LMFBR².

Bij de beslissing van het gebruik van kernenergie betekent de keuze van het reaktortype een belangrijk aspekt³.

Bij voorkeur zal men voor de veiligheid in het algemeen en ten bate van een zo verantwoord en veilig mogelijke exploitatie, uitzien naar de meer beproefde vormen van reaktoren. Hier nemen momenteel de lichtwaterreactoren, namelijk PWR en BWR, een voorname plaats in. Factoren die bepalend zijn voor de definitieve keuze, kunnen zowel van technische, economische als politieke aard zijn.

Alle reaktoren in België geïnstalleerd ten behoeve van de produktie van elektriciteit met kernenergie zijn van het PWR-type, namelijk, Doel I en II (2 eenheden van elk 395 MWe), Tihange I (870 MWe), en tenslotte BR 3 te Mol (10,5 MWe).

Momenteel zijn eveneens 2 eenheden van het PWR-type in aanbouw, elk 1.000 MWe, namelijk te Doel en te Tihange en werd beslist op deze beide plaatsen het potentieel nog aan te vullen met elk een PWR-eenheid van 1.000 MWe.

Gebaseerd op de ervaring opgedaan uit het verleden enerzijds, en op de ervaring in het buitenland anderzijds, werd beslist dat men in België voor de vier bestelde centrales het PWR-type zou kiezen.

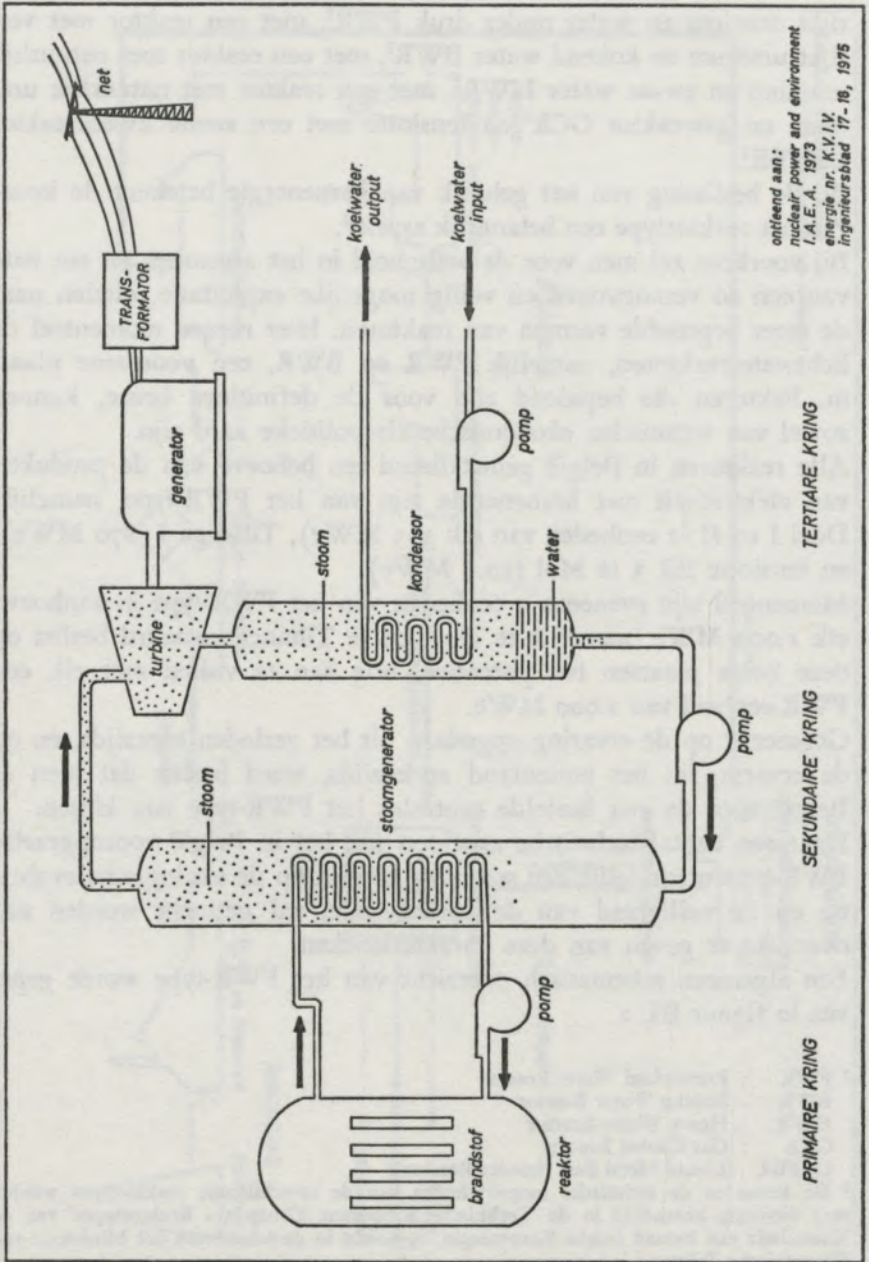
Daar een aantal technische aspecten van het in België vooropgezette PWR-type uiteindelijk een weerslag hebben op de ekologise evaluatie en de veiligheid van de kerncentrale, zal getracht worden een overzicht te geven van deze karakteristieken.

Een algemeen schematisch overzicht van het PWR-type wordt gegeven in figuur III, 2.

- ² PWR : Pressurized Water Reactor
- BWR : Boiling Water Reactor
- HWR : Heavy Water Reactor
- GCR : Gas Cooled Reactor
- LMFBR : Liquid Metal Fast Breeder Reactor

³ De keuze en de technische mogelijkheden van de verschillende reaktortypes werden zeer uitvoerig behandeld in de "Technische Rapporten, Groep 3 - Reaktortypes" van de Kommissie van Beraad inzake Kernenergie, opgericht in de schoot van het Ministerie van Economische Zaken.

Figuur III, 2 : Schema van PWR-reaktor



ontleend aan:
nuclear power and environment
I.A.E.A., 1973
energie nr. K.V.I.V.
ingenieursblad 17-18, 1975

De meer technische karakteristieken van de PWR worden opgesomd in tabel III, 1⁴.

De benaming van de PWR berust op het feit dat deze reaktor werkt onder een druk die hoog genoeg is om zeker te stellen, dat het water dat doorheen deze reaktor gaat, niet gaat koken. Dit water voert de splijtingswarmte af. Het water gaat vervolgens doorheen een stoomgenerator, waar stoom gemaakt wordt om een turbine aan te drijven. Het water, aanwezig in de primaire kring, wordt op geen enkel ogenblik gemengd met de stoom die de turbine aandrijft en die zich bevindt in de secundaire kring. Voor de rest heeft men hier te maken met dezelfde technische inrichting als voor een klassieke termische centrale.

Tabel III, 1 : *Technische karakteristieken van de PWR*

| | |
|---|---------------------------------------|
| Splijstof | Verrijkt uranium 3 % ²³⁵ U |
| Moderator | Licht water (niet-kokend) |
| Koelmiddel | Licht water (niet-kokend) |
| Koelmiddeltemperatuur (uitgang van de kern) | 320°C |
| Druk in de primaire kring | 140 kg/cm ² |
| Temperatuur van de voortgebrachte stoom | 260°C |
| Netto rendement van de centrale | 33 % |
| Verbruik aan natuurlijke splijstof (a) | 20 ton |

Bron : Groep 3 - Kernreakortypes
 Kommissie van Beraad voor Kernenergie
 Ministerie van Economische Zaken

(a) Per productie van een miljard netto kWh (elektriciteit).

⁴ Gebaseerd op de gegevens van de Kommissie van Beraad inzake Kernenergie - Technische Rapporten, Groep 3 - Reaktortypes.

Uit het schematisch overzicht in figuur III, 2 kan dus duidelijk opge-
maakt worden dat de secundaire kring gesloten is en niet in contact
staat noch met de omgeving, noch met de primaire kring. De uitein-
delijke koeling, of met andere woorden, de afvoer van de overtollige
kalorieën, gebeurt langs een tertiaire kring die in open verbinding
staat met de omgeving. Op de secundaire kring kan stoom afgetapt
worden, die op die manier ter beschikking staat om warmte af te
geven aan een medium, waarna de stoom, na condensatie, terug in
de secundaire kring wordt opgenomen. Het verwarmde medium kan
zeewater zijn, bestemd om ontzilt te worden, of zoet water bestemd
voor afstandsverwarming.

Het is duidelijk dat de primaire kring evenals de secundaire kring
een zeer voorname rol spelen in de veiligheid van de totale kern-
centrale. De genomen maatregelen zijn essentieel, gezien de twee
specifieke verschillen die een nucleaire reaktor onderscheiden van
een ketel met klassieke brandstof. Enerzijds is er de aanwezigheid
van restwarmte, geproduceerd door het radioactief verval van de
splijtstof na het stopzetten van de reaktor. Anderzijds valt de aanwe-
zigheid te noteren van radioactieve splijtings- en korrosieproducten
in de primaire kring en bijzonder in het koelmiddel. Daarover zal
later nog meer in detail gesproken worden bij de behandeling van
de vloeibare en gasvormige afvalstoffen.

2. ALGEMENE EKOLOGISCHE PROBLEMEN

Essentieel verbonden aan de algemene werking van een kerncentrale
heeft men aldus te doen met een aantal afvalstoffen die aan de basis
liggen van de algemene ekologische exploitatieproblemen van een
kerncentrale.

Zoals ten dele kan afgeleid worden uit de Technische bindingen,
aangehaald in deel I en het algemeen schema I, 1, is het zo dat drie
groepen afvalstoffen aanwezig zijn. Het gaat meer speciaal om de
vloeibare afvalstoffen, de gasvormige afvalstoffen, en de vaste afval-
stoffen.

De warmte-afvoer en tenslotte een aantal zeer diverse problemen
worden afzonderlijk behandeld.

Daarnaast kan men eveneens de risico's aanhalen die moeten gedragen worden door het exploitatiepersoneel. Deze zou men kunnen groeperen onder de gezondheidsaspecten. Daar het hier gaat om zeer specifieke aspecten, moet men integraal verwijzen naar de Technische Rapporten van de Kommissie van Beraad inzake Kernenergie⁵. De aspecten van de controle op de goede werking, de algemene veiligheidsvoorschriften ten aanzien van de gebruikte technologie, de vergunningen en de bespreking van de mogelijke ongevallen, worden behandeld in § 3. onder de 'Realisatiemogelijkheden en de algemene veiligheidsvoorschriften'.

Teneinde de produktie van afvalstoffen van verschillende aard beter te kunnen lokaliseren in het algemeen schema van de reaktor, zal gebruik gemaakt worden van de figuren III, 3, III, 4 en III, 5.

Een totaal beeld van de bijzonderste emissies van een PWR-centrale van 1.000 MWe en hun karakteristieken, wordt gegeven in tabel III, 2.

A. Vloeibare afvalstoffen

De oorsprong van de vloeibare afvalstoffen is van dubbele aard. Enerzijds treft men de afvalstoffen aan met een hoge radioactiviteit, opgelost in het water van de primaire koelkring en ontsnappend via leidingslekken. Anderzijds vindt men de afvalstoffen met een lage activiteit van de was- en ontsmettingsinstallaties.

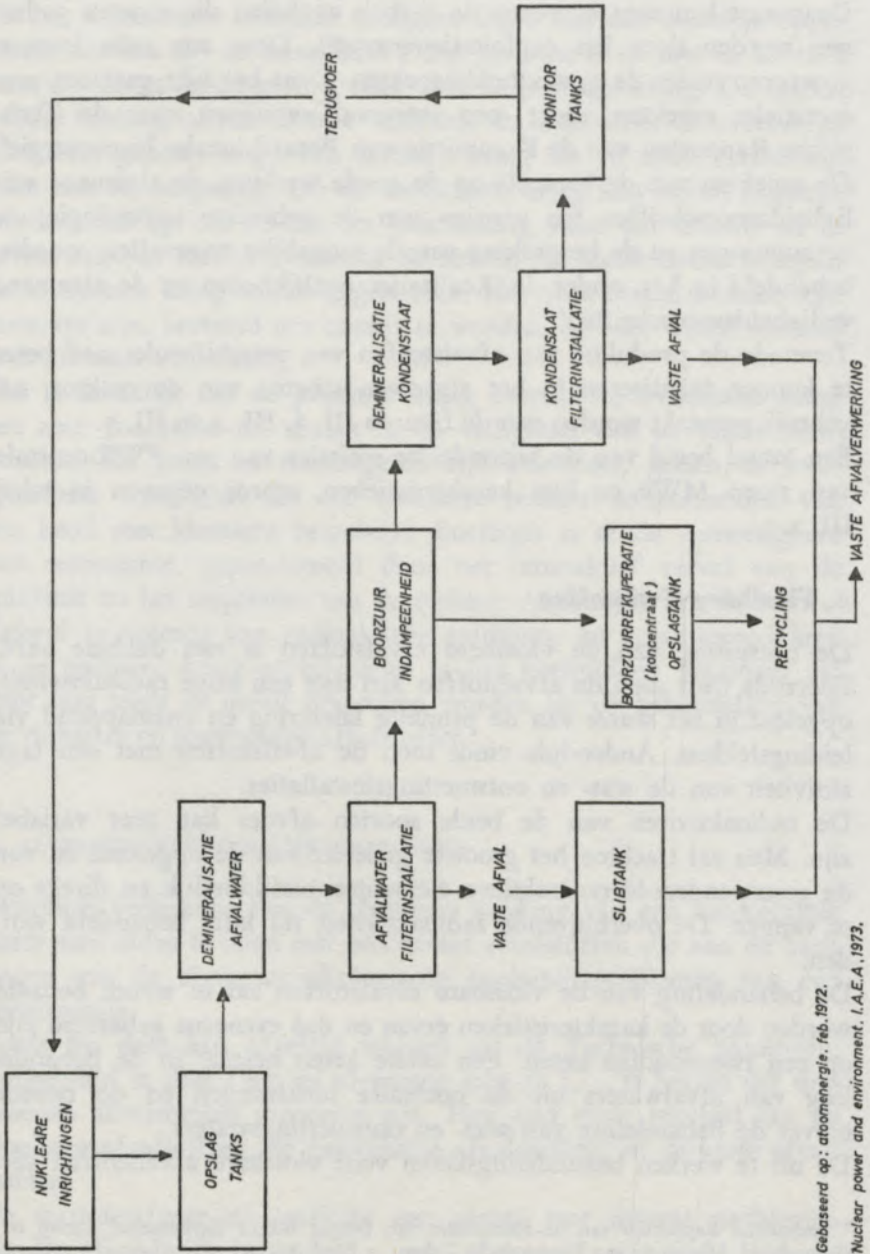
De radioactiviteit van de beide soorten afvoer kan zeer variabel zijn. Men zal trachten het grootste gedeelte van de opgeloste en van de gesuspendeerde radioactieve elementen onmiddellijk en direkt op te vangen. De overblijvende radioactiviteit zal later behandeld worden.

De behandeling van de vloeibare afvalstoffen zal in wezen bepaald worden door de karakteristieken ervan en dus eveneens gebaseerd zijn op een tweevoudige keten. Een eerste keten bestaat in de behandeling van afvalwaters uit de nucleaire inrichtingen en de tweede omvat de behandeling van was- en ontsmettingswaters.

De uit te werken behandelingsketen voor vloeibare afvalstoffen ver-

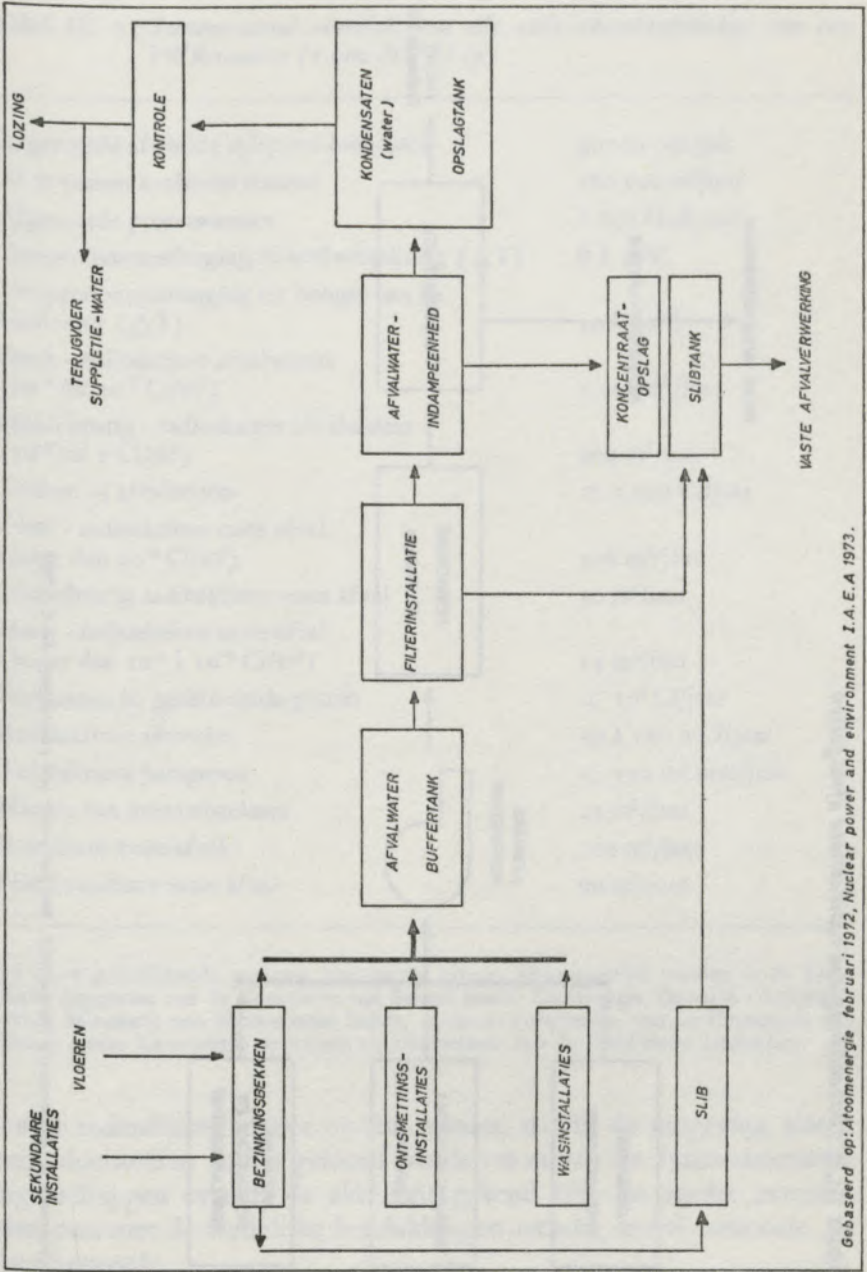
⁵ Technische Rapporten van de Kommissie van Beraad inzake Kernenergie, Groep 6 - Gezondheid, Ministerie van Economische Zaken.

Figuur III, 3 : Behandeling van hoog-radioactieve afvalwaters



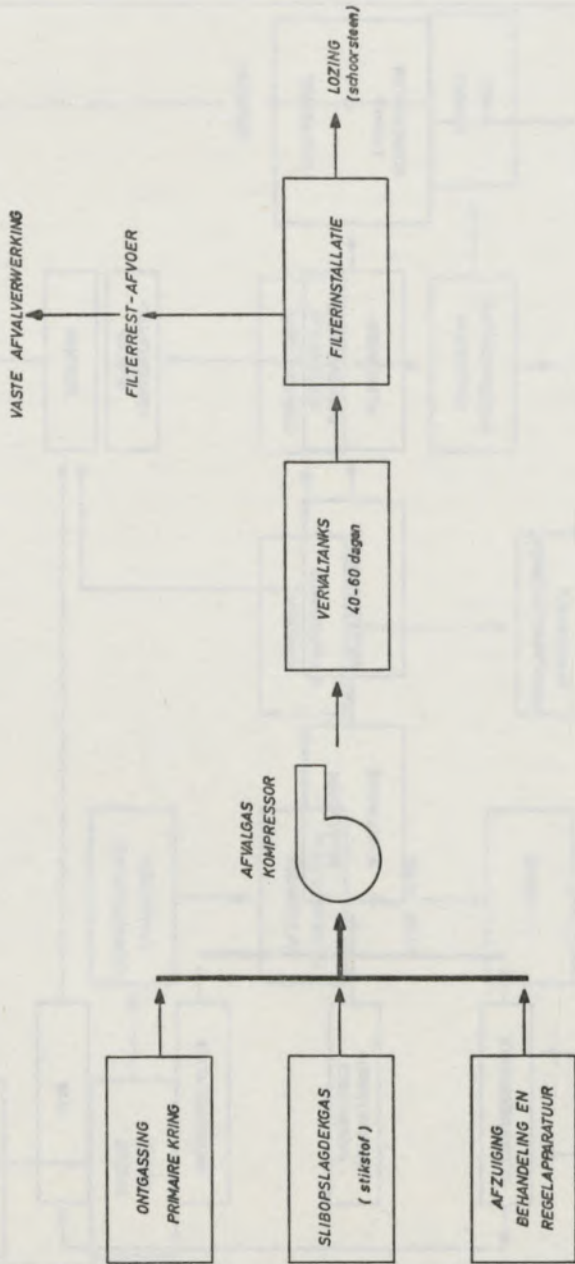
Gebaseerd op: atoomenergie, feb. 1972.
Nuclear power and environment. I.A.E.A., 1973.

Figuur III, 4 : Behandeling van laag-radioactieve afvalwaters



Gebaseerd op: Atoomenergie februari 1972, Nuclear power and environment I.A.E.A 1973.

Figuur III, 5 : Behandeling van radioactieve afvalgassen



Gebaseerd op: Atoomenergie februari 1972, Nuclear power and environment I.A.E.A. 1973

Tabel III, 2 : *Samenvattend overzicht van alle emissiekaracteristieken van een PWR-reaktor (1.000 MWe) (a)*

| | |
|---|-----------------------------|
| Afgevoerde afwerkte splijtstof-brandstof | 30 ton per jaar |
| Af te voeren koelwatervolume | 180.000 m ³ /uur |
| Afgevoerde proceswarmte | 1.800 Gcal/uur |
| Temperatuursverhoging in koelwaterkring (ΔT) | 8 à 10°C |
| Temperatuursverhoging ter hoogte van de kondensor (ΔT) | 10 à 12°C |
| Zwak - radioactieve afvalwaters (10 ⁻⁵ tot 10 ⁻² Ci/m ³) | 7.200 m ³ /jaar |
| Middelmatig - radioactieve afvalwaters (10 ⁻² tot 1 Ci/m ³) | 600 m ³ /jaar |
| Tritium in afvalwaters | ± 1.000 Ci/jaar |
| Zwak - radioactieve vaste afval (lager dan 10 ⁻² Ci/m ³) | 300 m ³ /jaar |
| Middelmatig radioactieve vaste afval | 30 m ³ /jaar |
| Hoog - radioactieve vaste afval (hoger dan 10 ⁻² à 10 ⁻³ Ci/m ³) | 14 m ³ /jaar |
| Edelgassen en geactiveerde gassen | < 10 ⁴ Ci/jaar |
| Radioactieve aërosolen | 50 à 100 mCi/jaar |
| Radioactieve halogenen | < 500 mCurie/jaar |
| Harsen van ionenwisselaars | 25 m ³ /jaar |
| Brandbare vaste afval | 200 m ³ /jaar |
| Niet-brandbare vaste afval | 60 m ³ /jaar |

(a) Meer gedetailleerde gegevens hieromtrent kunnen teruggevonden worden in de Technische Rapporten van de Kommissie van Beraad inzake Kernenergie, Groep 8 - Splijtstof-cyclus, Ministerie van Economische Zaken, en in de antwoorden van de Kommissie van Beraad inzake Kernenergie op vragen en commentaar van de Bond Beter Leefmilieu.

werkt radioactieve afvoer op die manier, dat in de omgeving alleen nog vloeistoffen zullen geloosd worden waarvan de fysico-chemische eigenschappen evenals de activiteit gekend zijn, en verder overeenstemmen met de wettelijke beschikkingen terzake, zowel nationale als internationale.

De huidige systemen die van toepassing zijn voor de behandeling van radioactieve afvoer zijn ontworpen om het totaal volume van de te lozen afvalwaters te verminderen. Op die manier wordt dan ook de totaal geloosde radioactiviteit ernstig verminderd, gezien de concentratiegrenzen nooit mogen overschreden worden, ongeacht de afgevoerde hoeveelheid afvalwaters.

De afvalwaters worden verzameld maar vanaf het begin gescheiden in hoog-radioactieve en laag-radioactieve afvoer, zodat een specifieke behandeling met het hoogste rendement en de grootste veiligheid mogelijk wordt.

Meer moderne en zeer recente technieken zijn thans in ontwikkeling, met het oog op het bekomen van verdoorgedreven volumereducties en een vermindering van oplosbaarheid van de waterige afvoer en tenslotte tracht men de optimalisatie van de fysische en chemische stabiliteit van de bekomen materie te verwezenlijken met onder andere calcinatie-technieken.

1) *Behandeling van hoog- en middelmatig-radioactieve afvalwaters*

Deze afvalwaters, circa 600 m³ per jaar en per 1.000 MWe, afkomstig van de nucleaire inrichtingen bevatten radioactieve tritium. Ze worden opgevangen in vaten of opslagtanks. Na een demineralisatie ervan gaan ze over een afvalwaterfilterinstallatie naar een indamp-eenheid. Deze verdampingsinstallatie zal het mogelijk maken de boorzuurconcentraten te scheiden en ze afzonderlijk af te voeren en op te slaan in boorzuoopslagtanks ten behoeve van een rekuperatie. Het condensaat, ontdaan van het boorzuur, maar dat nog tritium bevat, wordt nogmaals gedemineraliseerd en gefilterd en kan dan, na een volledige controle en via een tijdelijke opslag in de monitor-tank teruggevoerd worden naar de primaire waterbevoorradinginstallaties van de nucleaire inrichtingen. Daardoor wordt de lozing van overblijvend tritium in de omgeving drastisch verminderd. De afval van de filterinstallaties wordt verzameld en afgevoerd naar de slib-tanks, waar hij samen met andere vaste afvalstoffen een verdere vernietiging ondergaat.

Figuur III, 3 geeft een overzicht van deze behandeling van hoog-radioactieve afvalwaters.

2) *Behandeling van laag-radioactieve afvalwaters*

Laag-radioactieve afvalwaters, circa 7.200 m³ per jaar en per 1.000 MWe, zijn afkomstig van de afvoer van de secundaire installaties, van de hulpdiensten, van de laboratoria, van de was- en ontsmettingsinstallaties en tenslotte van het onderhoud van gebouwen.

Deze afvalwaters zijn beladen met detergents en zepen, met bodemstof evenals met splijtings- en korrosieproducten.

De afvalwaters van de secundaire installaties, de laboratoria en dergelijke bevatten bezinkbare stoffen. Ze worden in een bezinkingsbekken afgescheiden. Verhoogde rendementen worden bekomen met behulp van precipitietechnieken op chemische basis. Het geproduceerd slib wordt afgevoerd naar de slibtanks. Dit slib wordt verder behandeld met andere vaste afvalstoffen. Het voorbezonden water van bovenvermelde installaties, samen met de waters van de wasinstallaties en de ontsmettingseenheden worden samen opgeslagen in een buffertank. Na filtratie en eventueel demineralisatie worden deze afvalwaters afgevoerd naar een indampeenheid. Het gezuiverde condensaat wordt opgeslagen, gecontroleerd en uiteindelijk ofwel geloosd onder de wettelijke voorwaarden, ofwel teruggevoerd als suppletiewater naar de nucleaire inrichtingen.

De geproduceerde concentraten worden opgeslagen. Het afgescheiden slib wordt afgevoerd, opgeslagen in een slibtank en uiteindelijk verwerkt samen met de andere vaste afvalstoffen.

Figuur III, 4 geeft een overzicht van de behandeling van laag-radioactieve afvalwaters.

De te vervangen harsen, gebruikt in de demineralisatie-eenheden worden eveneens samen met de andere vaste afvalstoffen onder aanvaarde veiligheidsvoorwaarden verwerkt.

Terloops kan nog vermeld worden dat men door recyclage van een deel van het primaire koelwater, de lozing van tritiumhoudend water sterk beperkt. Nochtans zal, door accumulatie van tritium in het primaire koelwater, op een bepaald ogenblik de maximaal toelaatbare waarde bereikt worden. Dat gebeurt na een tiental jaren. Op dat ogenblik is tritiumafval nodig teneinde de limietconcentratie in de installatie niet te overschrijden.

De hoeveelheden tritium en andere niet-kondenseerbare gassen,

afkomstig van een kernenergiepark met vier centrales van elk 1.000 MWe, rechtvaardigen de oprichting van een installatie voor het opvangen en verwerken van deze tritium en andere niet-kondenseerbare gassen.

Het behandelen van deze afvalwaters zal dan ook speciaal moeten bestudeerd en aangepakt worden, om alle moeilijke of niet-oplosbare milieuproblemen te vermijden.

B. Gasvormige afvalstoffen

Evenals dit het geval was bij de vloeibare afvalstoffen, onderscheidt men bij de gassen, alnaargelang van de oorsprong, potentieel hoog-radioactieve en weinig-radioactieve gassen.

Vandaar dat de behandeling van de gasvormige afvalstoffen voorziet in het opvangen, het opslaan, het terugvoeren en de gecontroleerde lozing van de gasvormige componenten.

Hoog-radioactieve gassen zijn afkomstig uit de kontroletanks van de primaire keten, de aflaattank van het drukregelvat, de opslag tanks van de primaire afvoerstoffen en de verdampingseenheden en ontgassers van de vloeibare afvalstoffen.

Bij normale werking van een centrale vertegenwoordigen de gassen afkomstig uit de behandelingseenheden voor afvalwaters het grootste aandeel. Bij het stilleggen van een centrale vormt de ontgassing van de primaire kring de belangrijkste bron van gasvormige afvalstoffen. Laag-radioactieve gasvormige afvalstoffen worden onder meer aangetroffen onder vorm van de gassen, aanwezig bij de opslag van slib. De laag-radioactieve componenten, samen met het dekgas, meestal stikstof, zijn van die aard dat hiervoor geen specifieke behandeling zou nodig zijn. Andere gasvormige componenten daarentegen, afkomstig van de afzuigingseenheden en dergelijke, bevatten een hogere radioactiviteit. Vandaar dat een ongecontroleerde en spontane lozing in de atmosfeer niet kan worden toegestaan. Er worden hiervoor beperkingen opgelegd, die echter alleen gesteund zijn op het natuurlijk radioactief verval. Zo worden uiteindelijk en gezamenlijk alle gassen via een kompressor afgevoerd naar vervalttanks. Na een vervalperiode van 40 à 60 dagen is de radioactiviteit voldoende afgenomen en worden de gassen, na een laatste filtratie, naar de atmosfeer afgevoerd.

Tabel III, 3 geeft een overzicht van de radioactiviteit aanwezig in de gasvormige afvalstoffen, voornamelijk afkomstig van Xe-133 en voor enkele percenten van Kr-85.

De primaire afvoer van een normaal werkend bedrijf wordt opgeslagen in verzameltanks. Boven deze vloeistof wordt een dekgas, meestal stikstof, aangebracht onder atmosferische druk. Door de aanvoer van afvalwaters vanuit de centrale, verhoogt het niveau van het water in de tanks. De radioactieve gassen van de vloeibare afvalstoffen verlaten de oplossing en worden afgevoerd samen met een deel van het dekgas naar de verval tanks. Door de aanwezigheid van compressoren wordt het mogelijk de afvalgassen op te slaan in de verval tanks, onder een druk van meerdere atmosferen, en gedurende 40 à 60 dagen. In de loop van die periode is de overblijvende activiteit voldoende afgezwakt en kunnen de gassen zonder gevaar in de atmosfeer geloosd worden. De opgedane ervaring leert dat de radioactiviteit van de in de atmosfeer geloosde gassen ver beneden de toegelaten limietwaarden ligt.

Figuur III, 5 geeft een schematisch overzicht van de gevolgde procedure voor opslag, behandeling en lozing van radioactieve afvalgassen. Naast deze beproefde technologie zijn thans nog aanvullende technieken in gebruik met meer specifieke toepassingen. Zo kan stof uit de gassen geëlimineerd worden door filtratie. De bekomen technische rendementen zijn zeer hoog en bedragen circa 99,7 %, ook wanneer de afmetingen van de stofdeeltjes zeer klein zijn.

Het uitwassen van gasvormige componenten wordt eveneens toegepast met behulp van specifieke wasvloeistoffen. Verbeterde rendementen zijn verder te bekomen via droge adsorptie, waarbij de gasvormige componenten selektief worden gebonden aan een vaste stof.

In beide laatste gevallen wordt de gasvormige vervuiling omgebogen naar een produktie van vloeibare en/of vaste afvalstoffen.

C. Vaste afvalstoffen

De vaste radioactieve afvalstoffen zijn afkomstig van zeer verschillende fazen in het produktieproces van elektriciteit op kernenergiebasis.

Tabel III, 3 : *Radioactiviteit van gasvormige afvalstoffen (a)*— *Gegevens van Europese Centrales (b)*

| Jaar | Productie per jaar | Radioactiviteit per netto geproduceerde energie |
|--------|--------------------|---|
| 1969 | 1.867 GWh | 3,0 Ci/GWh |
| 1970 | 4.806 GWh | 1,6 Ci/GWh |
| 1971 | 5.252 GWh | 1,3 Ci/GWh |
| 1972 | 7.295 GWh | 5,2 Ci/GWh |
| 1973 | 9.799 GWh | 3,3 Ci/GWh |
| Totaal | 29.019 GWh | 3,1 Ci/GWh |

— *Gegevens van Amerikaanse Centrales (c)*

| | | |
|--------|------------|------------|
| Totaal | 16.603 GWh | 2,1 Ci/GWh |
|--------|------------|------------|

(a) Gegevens gebaseerd op de studie van PWR-centrales in de EEG - ontleend aan een studie van P. Recht, EEG, AIM-Kongres, Liège, 26-29 januari 1976. 'Effluents radioactifs des centrales nucléaires de la Communauté Européenne'.

(b) Gegevens ontleend aan 5 centrales werkzaam in de periode 1969-73.

(c) Gegevens ontleend aan 7 centrales werkzaam in 1972.

De afvoer en de heropwerking van de afgewerkte splijstof betekenen hierin eerder specifieke gevallen, die niet behandeld worden onder de vaste afvalstoffenverwerking, omwille van de recuperatiemogelijkheden van de grondstof. De uiteindelijke verwerking van de vaste afvalstoffen geschiedt meestal in andere installaties dan deze van de kerncentrale. Omwille van de veiligheid komen alleen het spoorwegen het scheepstransport in aanmerking. Daarnaast is het zo dat het internationaal karakter van deze problematiek een behandeling op internationaal niveau noodzakelijk maakt.

Wel moet de aandacht gevestigd worden op de transportproblemen die hier onvermijdelijk zullen opduiken en waarvoor een veilige

oplossing moet gevonden worden⁶. Deze problematiek werd echter besproken in deel I, hoofdstuk VI: Infrastructuur.

De afvalstoffen, die door een kerncentrale geproduceerd worden, zijn algemeen te rangschikken in de volgende drie categorieën⁷. De juiste omschrijving van elke categorie zal nochtans per auteur verschillen. Vooreerst zijn er de laag-actieve afvalstoffen (low level waste) met een specifieke activiteit lager dan 1 Curie per kubieke meter. Daarnaast komen de middelmatig-actieve afvalstoffen (medium level waste) met een specifieke activiteit lager dan duizend Curie per kubieke meter. Tenslotte zijn er nog de hoog-actieve afvalstoffen (high level waste) met een specifieke activiteit hoger dan duizend Curie per kubieke meter.

Alle categorieën bevatten radio-isotopen met korte, middelmatige en lange halveringstijd.

Alleen de laag-actieve afvalstoffen worden in de centrale zelf behandeld en zullen dus verder in deze tekst besproken worden.

Middelmatige en hoog-actieve afvalstoffen zullen steeds onder de strengste veiligheidsvoorwaarden moeten afgevoerd worden voor konditionering, verwerking, vernietiging of heropwerking naar een gecentraliseerde heropwerkingseenheid.

Hieruit moet dus nogmaals blijken dat een gecentraliseerde aanpak in internationaal overleg meer dan verantwoord is. De opslag van behandelde afvalstoffen in stabiele en gepaste geologische formaties of de dumping ervan in oceanisch milieu maakt daar een onderdeel van uit.

De normale vaste afvalstoffen met een lage radioactiviteit die steeds voorkomen zijn onder meer: papier, votten, plastics; glaswerk en laboratoriumafval; slib afkomstig van de behandelingseenheden van afvalwaters; stof afkomstig van de filterinstallaties van de gassen en tenslotte harsen van de ionenwisselaars en demineralisatie-installaties.

Onder normale omstandigheden zijn deze hoeveelheden eerder gering en belopen circa 300 m³ per jaar en per 1.000 MWe. Door samen-

⁶ Een centrale van 1.000 MWe levert jaarlijks circa 30 ton afgewerkte brandstof. Dit betekent naargelang van de containers, 5 à 40 ritten per jaar naar de heropwerkingsfabriek. Zie Symarinfrastudie, *op. cit.*

⁷ Antwoorden van de Commissie van Beraad inzake Kernenergie op vragen en commentaar van de Bond Beter Leefmilieu.

persen van een deel van deze afvalstoffen kan het volume ervan belangrijk verminderd worden. Daarna worden ze in bitumen verwerkt of in lekdichte betonnen vaten opgeslagen, lekdicht afgesloten en afgevoerd.

Onderscheid kan ook gemaakt worden tussen brandbaar en niet-brandbaar materiaal. De niet-brandbare materialen worden verzameld, indien mogelijk samengeperst, en dan verder ingebed in beton en opgestapeld op een geïsoleerd en bewaakt terrein. De brandbare materialen worden in een industriële oven verbrand. Aanzienlijke verbeteringen in deze technologie zijn nochtans gewenst. De bestaande verbrandingsovens zijn uitgerust met een filterinstallatie waar de gassen worden gefilterd, en verder met een wasinstallatie, waarin de gassen worden gewassen. Alle verzamelde deeltjes uit de gassen worden afgevoerd en samen met het slib behandeld en opgeslagen. De waswaters worden samen met de afvalwaters behandeld. Op die manier verkrijgt men een maximale volumereduktie van de vaste afvalstoffen. Nochtans moet gezegd worden dat het hier alleen gaat om laag-actieve en ten dele om specifieke middelmatig-radioactieve vaste afval.

Radioactieve harsen worden in speciale vaten opgevangen en opgeslagen. Na een opslagtijd van meerdere jaren en na menging met cement of bitumen worden ze in betonnen vaten definitief opgeslagen. Na lekdicht afsluiten van alle vaten met afval worden deze afvalstoffen opgeslagen op een daartoe bestemde plaats of afgevoerd naar een centrale verwerkings- en vernietigingseenheid.

De definitieve berging in een centrale opslagruimte zal echter moeten bepaald worden in coördinatie met de bevoegde overheid.

De problemen van verwerking, maar voornamelijk deze van een opslag onder definitieve vorm, nemen hier een voorname plaats in⁸. Ze worden in detail behandeld in de Technische Rapporten van de Kommissie van Beraad inzake Kernenergie. Daar wordt onder meer verwezen naar het researchwerk dat momenteel nog aan de gang is en naar de noodzakelijke internationale samenwerking.

Meer gedetailleerde gegevens in verband met de produktiehoeveelheden, de oorsprong en de behandelingsmethoden van radioactieve

⁸ Technische Rapporten van de Kommissie van Beraad inzake Kernenergie, Groep 8 - Splijstofcyclus, Ministerie van Economische Zaken.

afvalstoffen, zowel vaste, gasvormige en vloeibare, worden gegeven in de 'Technische Rapporten van de Kommissie van Beraad inzake Kernenergie, Groep 8 — Splitsstofcyclus', Ministerie van Economische Zaken.

D. Termische effecten

Zoals in tabel III, 1 vermeld, heeft een kerncentrale van het PWR-type een rendement van 33 %. De overige energie gaat als warmte verloren. Deze afvalwarmte wordt grotendeels met het koelwater afgevoerd. Voor een kerncentrale van 1.000 MWe bedraagt ze 1.800 Gcal per uur. Deze overtollige warmte is afkomstig van de afgewerkte stoom uit de turbine, die dan eerst moet gekondenseerd worden, vooraleer hij kan teruggevoerd worden naar de stoomgenerator. Door de aanwezigheid van een tertiaire kring, die in 'open' verbinding staat met de omgeving en die als doel heeft de overtollige warmte uit de kondensor af te voeren naar de omgeving, ontstaan in het omliggend aquatisch milieu supplementaire termische effecten. Het koelwater van de tertiaire kring is vrij van radioactieve afvalstoffen. Belangrijk is te weten dat desondanks een ononderbroken controle uitgevoerd wordt. Indien men eventueel radioactiviteit zou waarnemen in de tertiaire kring, dan wordt de afvoer van de koelwaters stopgezet en wordt de centrale buiten werking gesteld. De ingehouden koelwaters van de tertiaire kring worden dan als afvalwaters behandeld.

De behoefte aan koelwater voor een kerncentrale van 1.000 MWe bedraagt 180.000 m³ per uur, indien men alleen werkt in open koelcircuit. De temperatuursverhoging, die optreedt tussen het opgenomen en het uiteindelijk geloosde water, bedraagt $\pm 5^{\circ}\text{C}$ onder vollast van de centrale. Gemiddeld wordt aangenomen dat de temperatuursverhoging van het koelwater ter hoogte van de kondensor in een kerncentrale $\pm 10^{\circ}\text{C}$ bedraagt. Aangezien vrijwel alle afvalwarmte langs de koelwatercircuits moet afgevoerd worden en geen evacuatie mogelijk is langs de afvalgassen, zoals dat in een termische centrale het geval is, heeft dit als gevolg dat de totale behoefte aan koelwater in een kerncentrale 50 à 60 % hoger ligt dan in een termische centrale.

De bovenvermelde behoefte aan koelwater is één van de voornaamste redenen om een kerncentrale in zee of aan zee te vestigen. Nochtans bestaan er mogelijkheden om de koelwaterstroom te verminderen en een direkte binding met een grote waterhoeveelheid en een groot wateroppervlak te verminderen en toch de afvalwarmte op een efficiënte manier af te voeren. Zo kan de waterstroom circuleren in een open, in een half-open of in een gesloten circuit. Bij een open circuit wordt het koelwater uit de omgeving opgenomen en na opwarming terug naar deze omgeving afgevoerd. Veelal maakt men hier gebruik van grote waterhoeveelheden en grote wateroppervlakken (zee, estuarium, grote stroom). Bij een gesloten circuit wordt het gebruikte koelwater in een koeltoren afgekoeld en naar de condensor teruggevoerd. Een eventuele tussenopslag kan daarbij nodig zijn in de vorm van een buffertank waar zowel de waterhoeveelheid als de temperatuur kan afgevlakt worden. Bij elke cyclus gaat nochtans een deel van de hoeveelheid van het koelwatercircuit verloren en men zal dit verlies moeten bijpassen door de aanvoer van suppletiewater. Bij een half-open circuit wordt het opgewarmde koelwater eerst in een koeltoren afgekoeld, vooraleer naar de omgeving te worden teruggevoerd.

Daar aan de bouw van koeltorens bezwaren verbonden zijn van esthetische aard voor de omgeving omwille van de grote afmetingen⁹ en daar deze koelwijze risico's voor klimaatsbeïnvloeding meebrengt¹⁰ voor de omgeving evenals korrosiegevaar¹¹, besteedt men in België veel aandacht aan de bouwvoorwaarden van aanvullende kerncentrales aan de Belgische Kust.

Bij de vestiging van kerncentrales aan de Belgische Kust, komen de

⁹ Natte koeltorens : luchtdebiet : 90 miljoen m³/uur voor de afvoer van 1.800 Gcal/uur. - Afmetingen : hoogte : 150-180 m - basisdiameter : 120-150 m.

Droge koeltorens : luchtdebiet : 300 miljoen m³/uur voor de afvoer van 1.800 Gcal/uur. - Afmetingen : hoogte : ± 300 m - basisdiameter : ± 250 m.

¹⁰ Gebruik van koeltorens, kan een klimaatsbeïnvloeding met zich meebrengen, door de vermeerdering van de neerslag, met optreden van nevel en mist.

¹¹ De aanwending van korrosiebestrijdende middelen en algiciden in de koeltorens, waarbij deze chemicalia gemengd worden in de opgenomen ruwe waters, heeft als gevolg dat een deel ervan geloosd wordt in de uitgedreven waterstroom en als dusdanig in de omgeving zal terechtkomen. Schadelijke neveneffecten ten opzichte van de omgeving zijn in verschillende studies reeds aangetoond. Dergelijke chemicalia bevatten immers onder meer zink- en chroomzouten.

volgende alternatieven in overweging: de zone achter de duinenrij, op de kustlijn ofwel in zee op een kunstmatig eiland.

Symarinfra bestudeerde reeds de mogelijke vestigingsaspecten en kwam tot de slotsom dat hier alleen de laatste oplossing, namelijk 'op een eiland in zee', als enig mogelijke moest worden weerhouden. Uit een keuze van negen mogelijkheden werden twee lokalisaties voorgedragen, met name 'De Wandelaar' en 'Smalbank II'. De Commissie van Beraad bestudeerde alle mogelijkheden van vestiging in zee en kwam tot de konklusie dat slechts de verst afgelegen zones, en dat om diverse redenen, gunstig waren om als vestigingsplaats te dienen¹².

Door de vestiging van kerncentrales in volle zee en door de lozing van de grote hoeveelheden koelwater, circa 180.000 m³/h en per 1.000 MWe, zullen enerzijds maatregelen moeten genomen worden ter vrijwaring van de microflora en de microfauna, en zullen anderzijds nevenverschijnselen met betrekking tot de visstand zoveel mogelijk moeten vermeden worden.

Door de keuze van een gunstig stromingsbeeld zal men een snelle afvoer van de lozingen realiseren en door een goede menging met het zeewater zal de temperatuursverhoging tot aanvaardbare waarden beperkt blijven.

Het is daarom van primair belang een gedetailleerde studie te maken van de opname en de afvoer van het koelwater, opdat de kans op temperatuursbeïnvloeding minimaal zou worden. Aldus zou een accumulatie van calorieën in de omgeving vermeden kunnen worden. Recente studies¹³ wezen uit dat de zone met een temperatuursverhoging van circa 1°C zich kan uitstrekken over circa 5 à 10 km². De Commissie van Beraad inzake Kernenergie geeft hiervoor een zone van 8 à 10 km² aan^{14, 15}. De meeste aangehaalde cijfers uit de litera-

¹² Technische Rapporten van de Commissie van Beraad inzake Kernenergie, Groep 4a, Ministerie van Economische Zaken.

¹³ Les rejets thermiques et gestion des calories, J. Cl. Lebreton, Electricité de France, AIM-Liège, colloquium, 26-29 januari 1976. (Journées internationales d'études sur l'énergie nucléaire et la qualité de vie).

¹⁴ Commissie van Beraad inzake Kernenergie, antwoorden op vragen en commentaar van de Bond Beter Leefmilieu.

¹⁵ Commissie van Beraad inzake Kernenergie, Technische rapporten, Groep 7 - Ecosystemen, Volume II: Aquatische ecosystemen - Termische pollutie.

tuur hebben betrekking op de installatie van een centrale van 1.000 MWe.

De gegevens vermeld door de Kommissie van Beraad inzake Kernenergie slaan weliswaar op de installatie van 4×1.000 MWe, maar de schattingen zijn gebaseerd op de globale residuale stroming om en rond de Trappegeerbank, gelegen aan de Westkust, ter hoogte van De Panne.

Studies op basis van de isothermen met betrekking tot de gekumuleerde effecten bij de installatie van respectievelijk 5.000 MWe en 10.000 MWe, voor de centrales van Gravelines (voorhaven van Duinkerke), geven voor een temperatuursverhoging van circa 1°C , respectievelijk gebieden aan van circa 5 km^2 en circa 10 km^2 ¹⁶.

De gevolgen van de lozing van koelwater op het klimaat maar vooral op de aanwezige ecosystemen in de zee, zullen derhalve zeer aandachtig moeten worden bestudeerd.

Meerdere aspecten verdienen de aandacht, onder meer :

- 1) de lokale veranderingen van het microklimaat zowel in de lucht als in het water in functie van plaats en tijdstip,
- 2) de kwantitatieve en kwalitatieve veranderingen van de ecosystemen, evenals van de individuele mikroflora en mikrofauna, als gevolg van temperatuursverhogingen en eutrofiëringsverschijnselen,
- 3) een grondige studie van de aanwezige visstand en van de eventuele wijzigingen ervan door veranderde uitwendige omstandigheden in verband met hun voedings- en gedragspatronen,
- 4) het stromingspatroon in zee in functie van de afvoer van de koelwaters en de verversingsmogelijkheden, de evakuatierichting en de mengingsverschijnselen, evenals de invloed van de verdeelingsfrequentie van de winden.

Deze aquatische ecosystemen evenals enkele specifieke verschijnselen zoals onder meer de invloed van ioniserende stralingen, de besmetting van de voedselketens, de kontaminatie van de sedimenten, de termische vervuiling en de hydrodynamische en de ekologische toestand

¹⁶ Environmental effects of cooling systems at nuclear power plants. Echauffement des eaux par des centrales nucléaires en estuaire et bord de mer en France, A. Daubert, blz. 151 e.v.

van het kustgebied worden behandeld door de Kommissie van Beraad inzake Kernenergie¹⁷.

Basisgegevens omtrent deze problematiek en omtrent de karakteristieken van de Noordzee werden verzameld door het Nationaal Belgisch Programma Zee in de schoot van de Interministeriële Kommissie voor Wetenschapsbeleid¹⁸.

De valorisatie van afvalwarmte welke onder meer kan gerealiseerd worden in een zeewaterontziltseenheid of de aanleg van een afstandsverwarmingssysteem, zal een zeer gunstig effect hebben op de ekologische gevolgen van de warmte-afvoer.

Ongeacht de verdiensten van deze installaties op zich en ongeacht het feit dat ze nuttig zijn als energiebesparende investeringen, dienen dergelijke initiatieven om hun ekologisch nut terdege bestudeerd en gestimuleerd te worden. Ze beperken immers de totale luchtvervuiling als gevolg van individuele en kollektieve huisverwarming.

E. Diversen

Naast de hierboven behandelde hoofdproblemen blijven er nog twee ekologische aspecten te behandelen, met name de lawaaihinder veroorzaakt door een kerncentrale in werking, en de horizontverstoring die optreedt door de vestiging van deze centrale.

1) *Lawaaihinder*

Dit probleem wordt normaliter behandeld binnen de exploitatievoorwaarden, zodat een begrenzing van het lawaai, zowel binnen de centrale als in de omgeving van de centrale, door de exploitatievergunning wordt geregeld.

Daar de geplande kerncentrales voorzien worden op een kunstmatig eiland in zee, vóór de Belgische Kust, is het probleem van de lawaaihinder onbestaand. Ten andere, de minimale veiligheidsafstanden voor kerncentrales leggen een zulkdanige perceelgrootte op, dat het probleem van de lawaaihinder, behoudens koeltorens met geforceerde trek, zich meestal niet stelt.

¹⁷ Technische Rapporten van de Kommissie van Beraad inzake Kernenergie, Groep 7 - Ecosystemen, Ministerie van Economische Zaken.

¹⁸ Interministeriële Kommissie voor Wetenschapsbeleid, Nationaal Programma Zee, Rapport 4, 1974.

Ten aanzien van de vele ekologische aspecten die hier aan bod zijn gekomen, kan eveneens verwezen worden naar een deelrapport van Symarinfra¹⁹.

2) *Horizontverstoring*

Een bijzonder ekologisch aspect van de inplanting van een eiland in zee met vier kerncentrales van 1.000 MWe is de gezichtsverstoring voor de vakantiegangers. Zoals men zal merken in deel IV, Hoofdstuk V, § 1 is de invloed van de kerncentrales op de toeristische sektor vooral gebaseerd op de psychologische beïnvloeding. Deze psychologische beïnvloeding wordt in belangrijke mate gevoed door de zichtbaarheid van de kerncentrales vanaf de strandboulevard.

Om deze reden werd een zichtbaarheidsproef uitgevoerd. Hierbij moet men in acht nemen dat een kernenergie-eiland minimaal 1,5 à 2 km lengte zal hebben met een hoogte van minimaal + 12 m LLWS. De centrales zelf hebben een hoogte van circa + 45 m LLWS, terwijl de schouwen tot een hoogte van circa + 120 m LLWS zullen reiken. De diameter van elk van de vier reaktorgebouwen zal 50 m bedragen. De zichtbaarheidsproef²⁰ werd uitgevoerd met een Sikorsky S58 helikopter op drie vlieghoogten (5, 50 en 120 m), en drie afstanden vanaf de laagwaterlijn (9, 12 en 16 km)²¹. De zichtbaarheidsproef hield twee facetten in, namelijk de zichtbaarheid van een gesimuleerd kernenergiepark vanaf de kustlijn en de zichtbaarheid van de huidige bebouwing op de strandboulevard vanaf de zee. De proeven zelf gebeurden aan de hand van foto's en op grond van een visuele waarneming.

Inzake de waarnemingen gezien vanaf de strandboulevard was de helikopter duidelijk zichtbaar op een afstand van 9 km en dit voor de drie vlieghoogten. Het is hierbij belangrijk op te merken dat bij vlieghoogte + 5 m de vrije ruimte tussen helikopter en zeespiegel duidelijk te onderscheiden was.

¹⁹ 'Ekologische gevolgen van de inplanting van een kerncentrale. Elementen ter vergelijking van de verschillende potentiële vestigingsplaatsen aan of vóór de Belgische Kust', augustus 1975.

²⁰ De proeven hadden plaats op 17 juni 1976 in de vroege namiddag bij zeer goede zichtbaarheid, ter hoogte van Koksijde-Oostduinkerke.

²¹ De gezichtshoek waarin het eiland met een lengte van 2 km wordt gezien, bedraagt 16° bij 9 km, 12° bij 12 km en 9° bij 16 km.

Bij de afstandslijn 12 km was de helikopter moeilijk zichtbaar bij vlieghoogte 50 m en meer. Er was wel een stip te onderscheiden. Nochtans bleef de vrije ruimte tussen helikopter en zeespiegel duidelijk te onderscheiden. Dit is een indicatie inzake de zichtbaarheid van de centrales. Bij een vlieghoogte van 5 m was de helikopter nauwelijks zichtbaar.

Bij de vliegafstand 16 km was er op geen enkele hoogte enige zichtbaarheid.

De visuele waarnemingen vanaf de helikopter wijzen uit dat de gebouwen op de kustlijn duidelijk zichtbaar blijven op 9 en 12 km afstand en dit voor elk van de drie vlieghoogten. Op een afstand van 16 km was de zichtbaarheid nihil bij een vlieghoogte van 5 m en vormt de bebouwing een wazig silhouet bij een vlieghoogte van 50 m en 120 m²².

Hieruit is er één belangrijke konklusie af te leiden. Het kernenergiepark kan niet op minder dan 9 km van de kust gebouwd worden indien men niet het risico wil lopen dat de psychologische beïnvloeding gevoelig verhoogd wordt. Veeleer echter moet gestreefd worden naar een vestiging op een afstand van 15 km uit de kust.

Het is in dit kader wellicht nuttig nog even te verwijzen naar de beschouwingen terzake in de Symarinfrastudie. Op basis van de evaluatiemethode uitgewerkt door Battelle Pacific Northwest Laboratories, is het mogelijk de visuele hinder naar meer kwantificeerbare normen te rangschikken.

Volgens deze methode beoordeelt men de verstoring in een landschap volgens drie criteria :

- 1) is het storingspunt in het landschap gemakkelijk memoriseerbaar ?
- 2) wordt het uitzicht van het landschap al of niet intact gehouden door het storingspunt, omwille van de vorm, de afmetingen, de kleuren enz... ?
- 3) kan de storende konstruktie in harmonie te brengen zijn met de omgeving ?

Op de eerste vraag is het antwoord duidelijk affirmatief, terwijl het op de tweede en de derde vraag uiteraard negatief luidt. Door de

²² Uit de fotografische proeven is veel minder af te leiden. De gemaakte foto's stroken geenszins met hetgeen visueel werd waargenomen.

inplanting in zee ontstaat er een spanning tussen de bestemming van het betrokken gebied en de vestiging van de kerncentrales die een symbool zijn voor een activiteit die diametraal staat tegenover het toerisme, meer bepaald het imago dat werd gecreëerd ten aanzien van de Belgische Kust. Met andere woorden, er is een tweevoudige onverenigbaarheid. Vooreerst is er de tegenstelling tussen toerisme en de opvatting van het publiek dat het gaat om een gevaarlijke of althans om een als gevaarlijk ervaren activiteit.

In de tweede plaats wordt men gekonfronteerd met uitgestrekte vlakken en horizontale lijnen waartegen het profiel van de centrales zich duidelijk zal aftekenen en de harmonie van het uitzicht zal verstoren. Door het duidelijk aftekenen in het geval van een geringe afstand in zee wordt de memoriseerbaarheid bijzonder groot.

3. REALISATIEMOGELIJKHEDEN EN ALGEMENE VEILIGHEIDSVORSCHRIFTEN

De bouw of de exploitatie van een kerncentrale werd in België geregeld bij koninklijk besluit van 28 februari 1963. Daarnaast moet er een bouwtoelating afgeleverd worden bij toepassing van de wet houdende de organisatie van de Ruimtelijke Ordening en van de Stedebouw, van 29 maart 1962, gewijzigd bij wet van 22 december 1970.

De bouwtoelating voor een nucleaire centrale stelt dan ook bijzondere voorwaarden voorop, waardoor alle delen van de centrale zodanig worden uitgevoerd dat aan de strengste veiligheidsimperatieven wordt voldaan.

Inzake de exploitatievoorwaarden die momenteel moeten nageleefd worden en de evolutie van deze voorwaarden op basis van de Amerikaanse veiligheidsnormen, wordt integraal verwezen naar de Commissie van Beraad²³.

Daarnaast moet eveneens vermeld worden dat bepaalde aspecten én bij de bouw én bij de exploitatie van een kerncentrale gevolgen kunnen hebben voor de gezondheid van de werknemers, maar eveneens voor de gezondheid van de omwonende bevolking. Deze aspecten

²³ Technische Rapporten van de Commissie van Beraad inzake Kernenergie, Groep 5 - Veiligheid, Ministerie van Economische Zaken.

worden uitvoerig behandeld door de Kommissie van Beraad inzake Kernenergie²⁴.

Tenslotte moeten hier eveneens de problemen van de radioactieve afvalstoffen worden behandeld. Verwerking en behandeling ter plaatse vallen onder de exploitatievoorwaarden en binnen het kader van de Belgische wetgeving enerzijds en de Europese en internationale reglementering anderzijds. De veiligheid bij het vervoer van radioactieve afvalstoffen is afhankelijk van de intrinsieke veiligheid gewaarborgd door de verpakking en door de genomen maatregelen tijdens het overladen en het vervoer zelf²⁵.

De van toepassing zijnde reglementering inzake radioactieve lozingen berust op het verdrag van Rome en de richtlijnen van Euratom van 2.2.1959 en ze werd aangevuld met de richtlijnen van 5.3.1962 en 27.10.1966, verder met de Belgische wet van 28.3.1958 in verband met de bescherming van de bevolking en de werknemers en met het koninklijk besluit van 28.2.1963.

De lozing van vloeibare afval valt onder de wet van 26.3.1971 en het koninklijk besluit van 3.8.1976 in verband met de lozingsvoorwaarden. Alle beperkingen worden opgenomen in een vergunningsbesluit, waarbij advies gevraagd wordt aan een speciale kommissie inzake ioniserende stralingen, die in ruggespraak werkt met de Euratomkommissie.

²⁴ Technische Rapporten van de Kommissie van Beraad inzake Kernenergie, Groep 6 - Gezondheid, Ministerie van Economische Zaken.

²⁵ — Meer gedetailleerde gegevens daaromtrent werden gepubliceerd in de notulen van de 'Journées Internationales d'Etude sur l'Energie Nucléaire et la Qualité de la Vie', georganiseerd door 'l'Association des Ingénieurs Electriciens de l'Institut Electrotechnique Montefiore AIM' op 26-29 januari 1976.

— De veiligheidsvoorschriften betreffende radioactieve afval, het transport ervan en de juridische verantwoordelijkheden, worden behandeld in de 'Technische Rapporten van de Kommissie van Beraad inzake Kernenergie, Groep 8 - Splijstofcyclus', Ministerie van Economische Zaken.

— De modaliteiten inzake het vervoer van radioactieve afvalstoffen en radioactieve grondstoffen, wordt algemeen behandeld in deel I, hoofdstuk VI : Infrastructuur.

hoofdstuk II aanvoer van ertsen

Als aktiviteit wordt de aanvoer van ertsen en het slurrytransport integraal naar de achterhaven verwezen. Deze laatste aktiviteit bestaat erin dat men ertsen gaat vermalen en dat na bijmengen van water en op basis van de granulometrische eigenschappen van de vermalen ertsen, het transport van deze ertsen mogelijk wordt via pijpleidingen. Men gaat er van uit dat het in concreto gaat om een ertsen- en slurrytrafiek in het algemeen en om een traditionele aanvoer van gezuiverde ertsen ten behoeve van de geplande direkte reductie-eenheid van de nv Carcoke te Zeebrugge in het bijzonder. De ekologiske evaluatie van deze aktiviteiten zal slechts volledigheidshalve behandeld worden.

De beschouwde technologie voor de direkte aanvoer van ruwe ertsen, de voorbehandeling ervan, en de afvoer onder slurryvorm via pijpleiding wordt schematisch weergegeven in figuur III, 6.

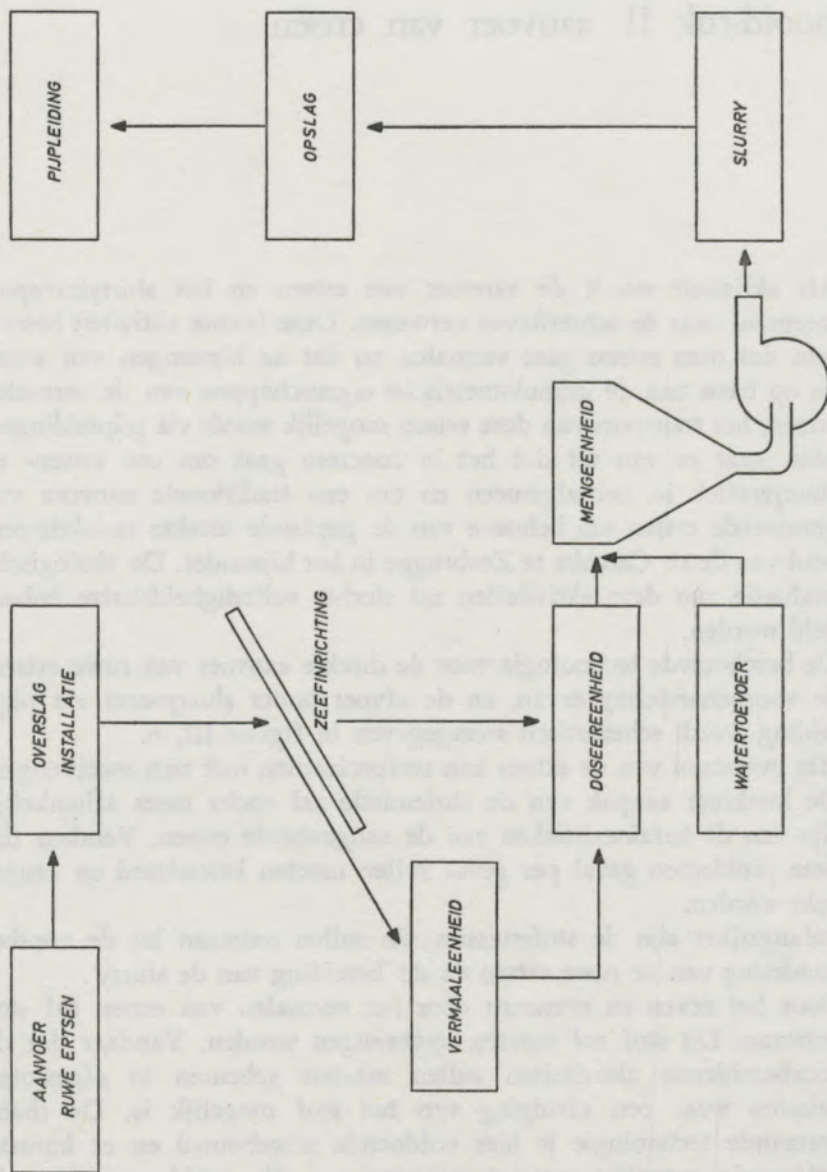
Het overslaan van de ertsen kan stofproblemen met zich meebrengen. De konkrete aanpak van de stofemissie zal onder meer afhankelijk zijn van de karakteristieken van de aangevoerde ertsen. Vandaar dat deze problemen geval per geval zullen moeten bestudeerd en aangepakt worden.

Belangrijker zijn de stofemissies die zullen ontstaan bij de voorbehandeling van de ruwe ertsen en de 'bereiding van de slurry'.

Door het zeven en eveneens door het vermalen van ertsen zal stof ontstaan. Dit stof zal moeten opgevangen worden. Vandaar dat de voorbereidende aktiviteiten zullen moeten gebeuren in afgesloten ruimten waar een afzuiging van het stof mogelijk is. De thans bestaande technologie is hier voldoende uitgebouwd en er kunnen voldoende garanties worden gegeven om alle problemen voor de omgeving veilig op te lossen.

Het transport van slurry via pijpleidingen heeft geen ekologiske

Figuur III, 6 : Ertsen- en slurry-terminal



weerslag. Tussentijdse opslag is ekologisch eveneens zonder problemen.

Indien om één of andere reden water moet onttrokken worden aan de slurry, dan is een dekantatie ervan noodzakelijk alvorens tot de lozing ervan kan overgegaan worden, gezien de hoge concentratie aan zwevende en bezinkbare stoffen. De bestaande en beproefde technologie biedt echter voldoende garantie terzake. De aanvoermodaliteiten van de grote hoeveelheden water nodig bij de slurryvorming zullen streng moeten bepaald worden en de studie van de winningsmogelijkheden voor deze hoeveelheden zal moeten gebeuren als een geïntegreerd deel van de industriële uitbouw van de industriezone van Zeebrugge.

hoofdstuk III aanvoer van petroleumprodukten

De aanvoer van ruwe olie (crude traffic) wordt gezien in het licht van en beïnvloed door de produktie van de Texacoraffinaderij te Gent. Daarnaast kan eventueel rekening gehouden worden met de aanleg van strategische reserves. De aangevoerde ruwe olie wordt direkt vanaf de petroleumtankers gepompt in tussentijdse opslag tanks, van waaruit dan een pijpleiding vertrekt die de haven van Zeebrugge verbindt met de Texacoraffinaderij te Gent. De eventuele aanwezigheid van een strategische reserve stelt geen bijkomend ekologisch probleem.

Een supplementaire aanvoer, mogelijks voorzien in de periode 1985 tot 1995, bedraagt 5 miljoen ton per jaar en loopt in de periode 1996-2005 op tot 10 miljoen ton per jaar. Deze hoeveelheden zouden, naast deze aangegeven voor de Texacoraffinaderij te Gent, afgevoerd kunnen worden naar andere raffinaderijen, via een tussentijdse opslag en een pijpleiding vanaf Zeebrugge (zie Deel IV : Kosten-baten-analyse). Naast de aanvoer van petroleum, mag de aanvoer van andere koolwaterstoffen niet uitgesloten worden.

In de aangehaalde hoeveelheden wordt geen opsplitsing gemaakt in verband met de karakteristieken van de aangevoerde petroleumprodukten. Nochtans mag men verwachten dat, vanaf 1985, de verdere verwerking van petroleumprodukten tot SNG, tot de mogelijkheden gaat behoren.

De ekologische problemen in verband met petroleumtrafiek komen voort uit :

- 1) de aanvoermodaliteiten, waarbij dan vooral de accidentele lozingen en het onderhoud van de tankers de belangrijkste eventualiteiten zijn ;
- 2) het opslaan van aangevoerde petroleumprodukten ;
- 3) het transport per pijpleiding naar het binnenland.

I. AANVOERMODALITEITEN

A. Er moet hier in eerste instantie aandacht gevraagd worden voor het feit dat, tussen twee opeenvolgende ladingen, de reiniging van de petroleumtankers een noodzakelijkheid kan worden.

Wanneer de petroleumtankers, binnen de haven of in de onmiddellijke omgeving van de havenzone, ongecontroleerde reinigungsoperaties uitvoeren, zal een ernstige waterverontreiniging het gevolg zijn. Deze moeilijkheid moet opgevangen worden door de bouw van een speciale reinigingseenheid voor dergelijke tankers. Op die manier kan deze operatie veilig gebeuren.

Wanneer een tanker een reinigingsinstallatie aandoet, treft men in het algemeen drie bronnen van vervuiling aan. Vooreerst heeft men de residu's. Tijdens de vaart werd het onderhoud van de tanker normalerwijze uitgevoerd. Het reinigingswater moet gezuiverd alvorens geloosd te worden. De residu's uit kompakte olie-afscheidingsinstallaties worden aan wal afgezet. De concentratie aan olie is hier zeer hoog. Daarnaast komt het ballast-water. Om de stabiliteit van het schip te verzekeren wordt water opgenomen. Alvorens de tanker gevuld wordt, moet dit water geloosd worden. Het bevat kleine concentraties aan olie. Tenslotte is er het reinigingswater. Bij de reiniging van de cargo worden grote hoeveelheden water verbruikt. Deze mogen niet zonder meer geloosd worden. Ze moeten ontdaan worden van alle olieresten. Olie kan in water aanwezig zijn onder meerdere vormen. Dit vereist een uiterst polyvalente reinigingsinstallatie.

Vooreerst treft men de gesuspendeerde olie aan, die zeer gemakkelijk afgescheiden wordt; daarnaast vindt men partieel opgeloste olie, met de lagere alkanen en de kortere aromatische verbindingen. De concentraties variëren alnaargelang van de herkomst van de ruwe petroleum. Verder komt nog olie voor die geadsorbeerd op stofdeeltjes, een residu vormt. Tenslotte is er de olie onder vorm van emulsie, waaronder onstabiele en stabiele emulsies voorkomen waaruit uiteindelijk chemisch gestabiliseerde emulsies ontstaan door reactie met een andere component, de zogenaamde emulgator.

De verwijdering van deze diverse soorten olieresten gebeurt door een opeenvolging van fysische, chemische en biologische processen, die mekaar inzake doelmatigheid aanvullen.

Een eerste fase bestaat uit een olie-afscheidingseenheid, gebaseerd op een fysisch-mechanische afscheiding van drijvende en neergeslagen oliedeeltjes.

In de tweede fase behandelt men het water in een flotatie- of een flocculatie/uitvlokkingseenheid, waarbij respectievelijk door middel van ingebrachte lucht of door middel van toegevoegde chemicaliën de nog aanwezige olie verder wordt afgescheiden als drijvende of als een neergeslagen laag. Door flotatie wordt tot 40 % verwijderd terwijl met flocculatie/uitvlokking dit effect oploopt tot circa 70 à 90 %. In het laatste geval bevatten de residu's eveneens de toegevoegde chemicalia.

Een derde en laatste stap bestaat uit adsorptie op actieve kool, ofwel uit een biologische behandeling van het voorbehandeld water. Beide systemen worden veelal komplementair aangewend en zijn zeer duur. De afgescheiden vaste bestanddelen of residu's zullen verder afzonderlijk moeten behandeld worden. Bepaalde componenten kan men recycleren. Nochtans is het meestal zo dat de residu's zullen moeten vernietigd worden, veelal door verbranding.

Zoals hierboven besproken, is de technologie van een reinigingseenheid bekend. Zulke installaties kunnen slechts rendabel geëxploiteerd worden wanneer een minimum bezetting gewaarborgd is. Een gekoördineerde aanpak met de havenautoriteiten dringt zich dan ook op. Bovendien is het noodzakelijk een aangepaste reglementering voor en een gestructureerde controle op de reinigingsactiviteiten van de tankers door de havendiensten te voorzien.

B. Accidentele lozingen

Een tweede moeilijkheid, die zich kan voordoen bij de aanvoer van petroleumprodukten in de havenzone en in de daarrond liggende gebieden, is het accidenteel lozen van petroleumprodukten, als gevolg van technische problemen of lekken.

De onmiddellijke bestrijding van deze geloosde petroleumprodukten met beproefde methoden is noodzakelijk. Daarbij komen vier stadia voor. Vooreerst komt het stopzetten van de lozing of het verlies van petroleum aan bod. Op de tweede plaats komt het indijken van de verspreiding van de geloosde petroleum in het omgevend aquatisch milieu, onder meer door het afsluiten van het petroleumdok. Vervol-

gens komt het onschadelijk maken van de geloosde petroleumproducten en het uitschakelen van alle brandgevaar en tenslotte is er nog de evacuatie van de aanwezige petroleumresten uit het aquatisch milieu.

Meer gedetailleerd komt het hierop neer dat het stopzetten van verdere lozingen, ontstaan ten gevolge van accidentele technische problemen of lekken aan boord van de petroleumtankers, een probleem is dat aan boord van de tanker zelf moet opgelost worden. Daarvoor zijn geen speciale voorzorgsmaatregelen te nemen door de betrokken havendiensten. De verdere verspreiding van de petroleumvlek in het omliggend water milieu, kan opgevangen worden door speciale isolatietechnieken zoals schuimplagen, slangen, enz. Het nodige materiaal zal dus ter plaatse moeten aanwezig zijn. Tevens zal moeten bekomen worden dat een efficiënte en snelle actie mogelijk is. Binnen de havenzone zelf moet deze aanpak gebeuren door de technische diensten van de haven, die daartoe een actieplan moeten bezitten, en omvat onder meer het afsluiten van het petroleumdok. Voor wat de directe omgeving van de havenzone betreft, moeten in samenwerking met de nationale instanties (provincie, civiele bescherming, brandweer en luchtmacht), de te nemen maatregelen worden vastgelegd.

Het onschadelijk maken van de petroleumresten en het vermijden van brandgevaar is een technisch probleem. Meerdere mogelijkheden zijn voorhanden zoals filtratie, mechanische verwijdering, chemische behandeling en dergelijke. Nochtans is op dit gebied nog veel researchwerk te verrichten teneinde de bruikbaarheid en de doeltreffendheid van de methoden te vergroten. Een voortdurende evaluatie van deze technieken zal dus nodig zijn. Een snelle ingreep bij het begin, waarbij verdere lozing wordt tegengegaan, vereenvoudigt in aanzienlijke mate het onschadelijk maken en de verwijdering.

Het verwijderen van onschadelijk gemaakte petroleumresten is nochtans vrij moeilijk, maar wordt toch reeds toegepast. Hierbij komt echter de supplementaire moeilijkheden dat de verzamelde en afgepompte resten veelal moeten behandeld worden. In het verleden is meestal geopteerd voor verbranding. Indien een petroleumtankerreinigingsinstallatie voorzien is in de havenzone, dan stelt dit geen onoverkomelijke moeilijkheden. Is deze niet voorzien, dan zal vooraf moeten gezocht worden naar een behandelingsmogelijkheid, dit in samen-

spraak met de bevoegde diensten en zullen de verzamelde petroleumresten moeten afgevoerd worden.

2. VEILIGHEIDSMATREGELEN BIJ DE OPSLAG

De tussenopslag van petroleumprodukten is niet geheel probleemloos. Vandaar dat met een aantal veiligheidsmaatregelen, zowel bij het concept van de tankbouw als bij het bouwschema zal moeten rekening worden gehouden.

Deze aangelegenheid is reeds voldoende gekend en de Belgische wetgeving evenals de internationale reglementering terzake bieden voldoende garanties. Vandaar dat hier niet verder op de veiligheidsvoorschriften van de opslag wordt ingegaan.

3. TRANSPORT PER PIJPLEIDING

Het transport van petroleumprodukten met een pijpleiding is een zeer veilig transport en daarnaast een ekologisch zuiver procédé. De gevaren van het normale transport worden erdoor maximaal onderdrukt, op voorwaarde dat met een aantal veiligheidsmaatregelen bij de aanleg van de pijpleidingenstraat wordt rekening gehouden. De onderlinge afstand tussen de verschillende leidingen is dan zeer belangrijk. In dat verband wordt integraal verwezen naar deel II, waar de reële aanlegmogelijkheden van deze pijpleidingen technisch en infrastruktureel worden behandeld.

Het gevaar voor lekken op de leiding is minimaal en kan grotendeels voorkomen worden door een doeltreffend onderhoud van de pijpleiding zelf.

hoofdstuk IV aanvoer en opslag van vloeibaar gemaakt aardgas

Bij de aanvoer van vloeibaar aardgas kunnen een aantal specifieke onderwerpen behandeld worden die zowel van technische aard zijn als betrekking hebben op de veiligheidsaspecten van de bouw en de exploitatie van de aardgasterminal.

Aldus zullen volgende problemen in bespreking worden gebracht :

- 1) de algemene beschrijving van de karakteristieken van aardgas en vloeibaar gemaakt aardgas
- 2) de onderdelen van een aardgasterminal
- 3) de algemene veiligheidsaspecten van een aardgasterminal
- 4) de bepaling van de nodige opslagcapaciteit te Zeebrugge
- 5) bouwmethoden en alternatieven voor Zeebrugge.

I. KARAKTERISTIEKEN VAN AARDGAS — LIQUEFIED NATURAL GAS

A. Karakteristieken van aardgas

Aardgas heeft als dusdanig geen welomschreven karakteristieken. Het is een heterogeen mengsel van koolwaterstoffen dat uit vrij goed bepaalde geologische lagen wordt gewonnen en ofwel als brandstof wordt gebruikt ofwel als grondstof voor de chemische industrie wordt aangewend.

Er wordt aangenomen dat de oorsprong dubbel kan zijn als gevolg van :

- 1) de hydrogenatie van metaalcarbiden onder aangepaste thermodynamische voorwaarden tot metalen en metaan. Dat aardgas is dan meestal zwavelarm ;
- 2) de kalking van ingewikkelde hoogmoleculaire koolwaterstoffen, afkomstig van organische stofwisselingsprocessen. Dit aardgas is meestal wel zwavelhoudend.

Zwavelarme gassen zijn meestal ontstaan in de continentale oergesteenten, terwijl de zwavelhoudende gassen aanwezig zijn in mariene formaties onder sedimentaire lagen.

Zwavelarme gassen uit de continentale oergesteenten hebben een hoog percentage aan metaan, verdund met inerte gassen als stikstof en kooldioxyde.

Zwavelhoudende brandstoffen uit mariene formaties zijn vrij heterogeen, hebben een hoog calorisch vermogen en moeten gezuiverd worden van de zwavelhoudende verbindingen.

Aardgas is belangrijk voor de nutsvoorzieningen evenals voor de industrie en het is, als gevolg van de lage zwavelinhoud, daarenboven een milieu-vriendelijke brand- en grondstof.

Daar het aardgas niet rechtstreeks kan ingezet worden als distributiegas, omwille van de variërende samenstelling en omwille van de wettelijke reglementeringen, moet het aangevoerde aardgas gekonditioneerd worden zodat het aan volgende eigenschappen voldoet:

- 1) een konstante verbrandingswaarde hebben ;
bijvoorbeeld 8.400 kcal of 10.000 kcal
- 2) droog zijn ;
- 3) een konstante Wobbe index bezitten.

$$\left(= \frac{\text{kalorische bovenwaarde}}{\sqrt{\text{densiteit van het gas ten opzichte van lucht}}} \right)$$

Ter illustratie van de variërende samenstelling worden in tabel III, 4 cijfers verzameld over aardgas, afkomstig uit verschillende gebieden in de wereld. De hoofdkomponent is steeds metaan.

De calorische waarde schommelt tussen 6.500 en 11.600 kcal/Nm³, afhankelijk van het gehalte aan metaan, etaan, propaan en hogere koolwaterstoffen.

De verbranding van 1 Nm³ metaan levert 8.700 kcal à 9.500 kcal warmte bij 0°C en een normale atmosferische druk.

Het soortelijk gewicht van vloeibaar metaan op circa -162°C bedraagt 0,468 kg/liter.

Het soortelijk gewicht van 1 Nm³ gasvormig metaan bij 0°C en 1 atmosfeer bedraagt 0,715 kg/Nm³.

De dichtheid van zuiver metaan bedraagt 0,55. Het metaan is dus heel wat lichter dan lucht¹.

Samenvattend is aardgas een brandstof die gasvormig is bij normale druk en normale temperatuur en waarvan de hoofdkomponent metaan is.

B. Karakteristieken van LNG

Teneinde het transport over grotere afstanden economisch mogelijk te maken, wordt het aardgas vloeibaar gemaakt en wordt het als dusdanig vervoerd. Dan spreekt men over LNG of Liquefied Natural Gas. Het volume ingenomen door 1 m³ LNG is ongeveer 600 maal kleiner dan dit ingenomen door 1 m³ gasvormig aardgas. LNG is fysisch een vloeistof die kookt bij een lage temperatuur. Bij atmosferische druk ligt het kookpunt voor vloeibaar metaan op -161,5°C. Voor LNG kan dit kookpunt variëren rond deze waarde, afhankelijk van de samenstelling van het LNG en van de drukomstandigheden. De warmte-inhoud van een LNG-lading, per gewichtseenheid uitgedrukt ten opzichte van andere brandstoffen, is de volgende :

1 ton LNG : 12 miljoen kcal (gemiddeld)²

1 ton aardolie : 10,5 miljoen kcal (gemiddeld) (naargelang van de samenstelling)

1 ton steenkool : 7 miljoen kcal (gemiddeld).

Daaruit volgt zeer duidelijk dat LNG een hoge energie-inhoud per gewichtseenheid heeft.

Indien men echter, wat hier zeer zeker van belang is, de warmte-inhoud van een LNG-lading per volume-eenheid gaat vergelijken met andere brandstoffen, dan zijn de karakteristieken de volgende :

1 m³ LNG (430 kg) : 5,8 miljoen kcal (gemiddeld)²

1 m³ petroleum (900 kg) : 9,5 miljoen kcal (gemiddeld) (naargelang van de samenstelling)

1 m³ steenkool (1.200 à 1.400 kg) : 9,5 miljoen kcal (gemiddeld).

Zoals in § 3 trouwens verder zal worden besproken, ligt deze verhouding op veiligheidsniveau meer in het voordeel van LNG-transport.

¹
$$\frac{\text{soortelijk gewicht metaan}}{\text{soortelijk gewicht lucht}} = \frac{0,715}{1,292} = 0,55 \text{ (dichtheid)}$$

² Algerijns aardgas heeft een gemiddelde calorische waarde van 10.000 kcal/Nm³.

Tabel III, 4 : Samenstelling van verschillende aardgassoorten (in volumepercent)

| Aardgassoort | U.S.A. | | | | | | | | | | Algerië Hassi-R' Mel. | | Lybië | | |
|---|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|-----------------|------|--------|--------|-------------------------|-----------------------|--------------------------|------------|-------|------------|------|
| | Nederl. Slocht- teren | Duits- land Anzing | Noord- zee Ekofisk | Frank. Lacq | Iran Sarajeh | USSR | Alaska | Brunei | Pank- andle Texas | Paloma Cal. lië | Austra- lië | ruw gas | LNG | ruw gas | LNG |
| Metaan CH ₄ | 81,3 | 94,2 | 90,8 | 69,3 | 81,4 | 93,0 | 99,5 | 88,0 | 73,2 | 84,9 | 90,9 | 79,6 | 86,9 | ± 60,0 | 71,4 |
| Etaan C ₂ H ₆ | 2,85 | 2,0 | 6,1 | 3,0 | 11,9 | 3,3 | — | 5,1 | 6,1 | 7,9 | 6,6 | 7,4 | 9,0 | > 20,0 | 16,0 |
| Propaan C ₃ H ₈ | 0,37 | 1,7 | 0,7 | 0,9 | 3,4 | — | — | 4,8 | 3,2 | 4,2 | 1,8 | 2,7 | 2,6 | > 14,0 | 7,9 |
| Butaan C ₄ H ₁₀ | 0,14 | 1,1 | 0,1 | 0,6 | 0,5 | — | — | — | 1,6 | 1,6 | — | 1,4 | 1,2 | > 3,0 | 3,7 |
| Pentaaan C ₅ H ₁₂ | 0,08 | 0,2 | — | 0,8 | 0,2 | — | — | — | 0,6 | 0,6 | — | 3,6 | — | — | 0,8 |
| Stikstof N ₂ | 14,35 | — | 0,5 | 0,2 | 0,2 | — | 0,4 | 0,1 | 14,3 | — | — | 5,1 | 0,3 | — | 0,2 |
| Kooldioxide CO ₂ | 0,86 | 0,8 | 1,8 | 9,3 | 2,2 | 2,2 | — | — | 0,3 | 0,8 | — | 0,2 | — | > 1,0 | — |
| Zuurstof O ₂ | 0,01 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Helium He | 0,04 | — | — | < 0,01 | — | — | — | — | 0,7 | — | — | — | — | — | — |
| Waterstof- sulfide H ₂ S | — | — | — | 15,8 | 0,2 | — | — | — | — | — | — | — | — | > 1,0 | — |
| Andere gassen | — | — | — | — | — | 1,5 | 0,1 | 2,0 | — | — | 0,7 | — | — | — | — |

Het vloeibaar maken van aardgas vergt een grote hoeveelheid energie, die dan in de vloeistof aanwezig is als koude-energie.

De vloeibaarmaking geschiedt zo kort mogelijk bij de plaats van inscheeping. Daardoor worden enkele milieuproblemen opgelost voor de latere distributie. Het is namelijk zo dat niet alleen de inerte gassen worden verwijderd, maar ook tal van onzuiverheden, zoals zwavelhoudende en cyclische zware frakties.

De methoden van de vloeibaarmaking zullen hier niet verder besproken worden, gezien ze in het kader van deze studie niet aan bod zullen komen.

C. Transport van aardgas — LNG

Aardgas neemt op dit ogenblik reeds een belangrijke plaats in de energievoorziening van België in. Dit aandeel zal in de toekomst nog opgedreven worden.

Daar de bevoorrading in aardgas uit de Belgische ondergrond en uit het aan België toegewezen gedeelte van de Noordzee te verwaarlozen is, zeker op kortere termijn, zal aardgas moeten worden ingevoerd.

Gas per pijpleiding aan de grens bereikt ons vanuit Nederland (Groningen-Slochterengas) en binnenkort vanuit de Noordzee (Ekofisk). Voor de uitbreiding van de import is men in België echter aangewezen op verderaf gelegen bronnen. Daar de transportkosten om dit aardgas onder gasvorm over grotere afstanden aan te voeren te hoog zijn, wordt de voorkeur gegeven aan de import per schip.

Onderstaande tabel III, 5 geeft enige informatie over de karakteristieken van metaantankers. Tabel III, 6 geeft enkele gegevens over andere schepen.

Tabel III, 5 : *Afmetingen van metaantankers*

| Kapaciteit | 35.000 m ³ /LNG | 130.000 m ³ /LNG |
|--------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Totale lengte | 181,5 m | 290 m |
| Breedte | 29,0 m | 45 m |
| Hoogte | 16,5 m | 28 à 33 m |
| Diepgang | 8,45 m | 10,9 à 11,6 |
| Maximum Deadweight | 20.900 ton | circa 60.000 ton |

In verband met de warmte-inhoud kan vermeld worden dat een metaantanker met een capaciteit van circa 130.000 m³, een lading equivalent aan circa 78 miljoen Nm³³ aardgas aan boord heeft met een totale warmte-inhoud van circa 780 miljard⁴ kcal.

Tabel III, 6 : *Afmetingen en karakteristieken van schepen*

Methania-LNG tanker :

| | |
|----------|------------------------------|
| inhoud | : 129.400 m ³ LNG |
| lengte | : 280 m |
| breedte | : 41,60 m |
| diepgang | : 11 m |

Petroleumtanker :

| | |
|----------|---------------|
| inhoud | : 200.000 ton |
| lengte | : 325 m |
| breedte | : 47 m |
| diepgang | : 19 m |

Ertsschip :

| | |
|----------|---------------|
| inhoud | : 150.000 ton |
| lengte | : 300 m |
| breedte | : 42 à 47 m |
| diepgang | : 17 m |

Containerschip-3e generatie :

| | |
|------------|--------------------|
| capaciteit | : 2.450 containers |
| lengte | : 238 m |
| breedte | : 32 m |
| diepgang | : 12 m |

Gemengd ro-ro-containerschip :

| | |
|------------|--------------------|
| capaciteit | : 1.079 containers |
| lengte | : 208 m |
| breedte | : 30 m |
| diepgang | : 10,40 m |

³ 130.000 m³ × 600 = 78 miljoen Nm³ gas.

⁴ — 78 miljoen Nm³ × 0,836 kg = 65.200 miljoen kg
 65.200 ton × 12 miljoen kcal/ton = ± 780 miljard kcal
 — 78 miljoen Nm³ × 10.000 kcal/Nm³ = 780 miljard kcal.

Ter vergelijking kan vermeld worden dat de warmte-inhoud van een tanker van 250.000 ton, met een inhoud van 250.000 m³ petroleum, circa 2.500 miljard kcal bedraagt.

De metaantankers zelf kunnen van verschillende types zijn, naargelang van het al dan niet zelfdragend zijn van de inwendige tanks en naargelang van de toegepaste koude-bestendige materialen.

De meeste van de thans in aanbouw zijnde tankers zijn van het 130.000 m³-type. Het LNG wordt opgeslagen in de tanks van het schip bij een temperatuur van circa — 162°C en bij een normale atmosferische druk.

Bij het transport, evenals bij het laden en het lossen, ontstaan koude gassen, bekend onder de naam 'boil-off-gassen', die moeten afgezogen worden. Deze hoeveelheid wordt geraamd op 0,25 % per dag van het in het schip opgeslagen volume. Gedurende het transport worden de 'boil-off-gassen' verbruikt in de gasturbines van dit schip zelf.

Aangemeerd heeft het schip geen verbruik meer en moet een snelle koppeling met de opslagtanks verzekerd worden. De in de vaart genomen schepen hebben geen vloeibaarmakingseenheid aan boord.

2. ONDERDELEN VAN DE LNG-TERMINAL

Het aan land aanbrengen of het overslaan van LNG is geen gewone behandeling, zodat een speciale aanleg en overslagmogelijkheid voor de metaantankers moet gebouwd worden, gekend als de LNG-terminal.

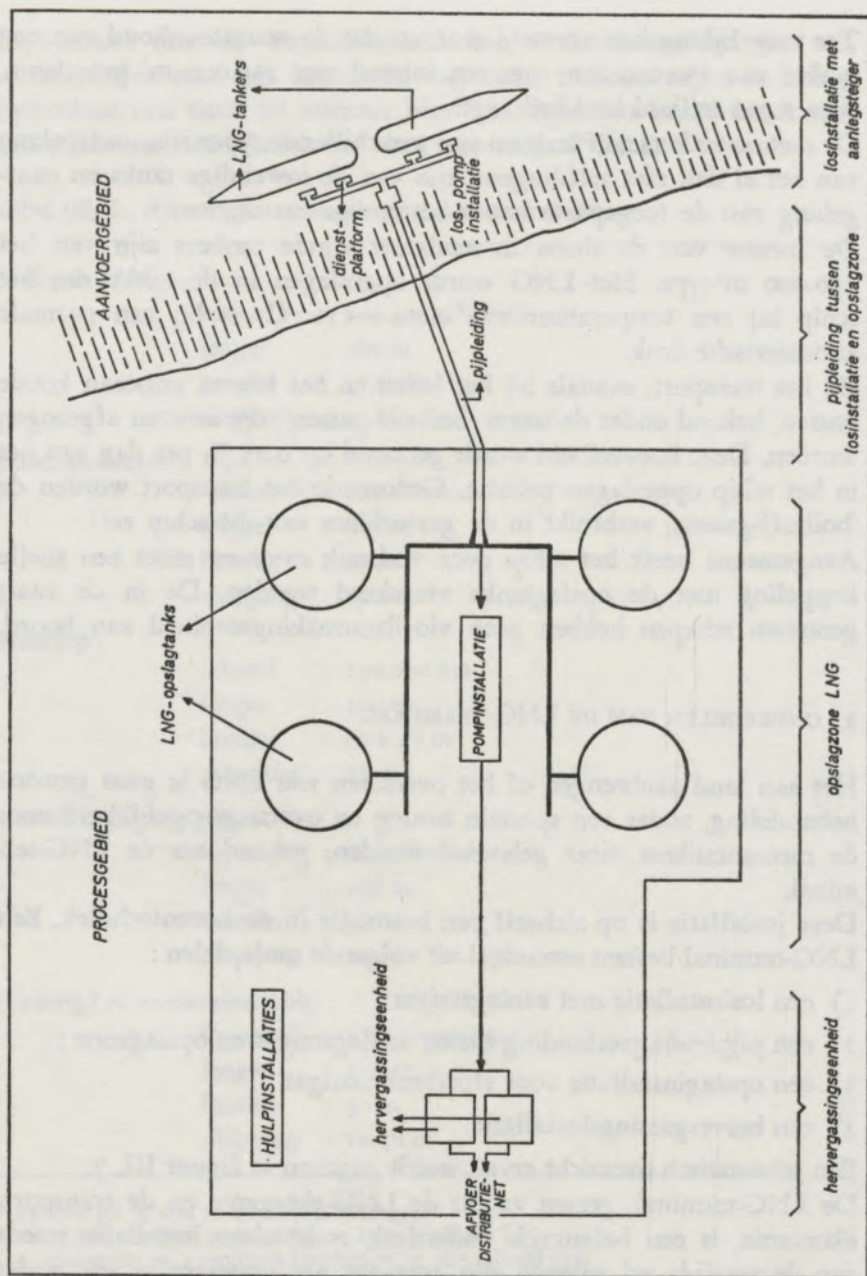
Deze installatie is op zichzelf een innovatie in de haventechniek. Een LNG-terminal bestaat essentieel uit volgende onderdelen :

- 1) een losinstallatie met aanlegsteiger ;
- 2) een pijpleidingverbinding tussen aanlegsteiger en opslagzone ;
- 3) een opslaginstallatie voor vloeibaar aardgas ;
- 4) een hervergassingsinstallatie.

Een schematisch overzicht ervan wordt gegeven in figuur III, 7.

De LNG-terminal, gezien vanuit de LNG-ekonomie en de transport-ekonomie, is een belangrijk onderdeel, zodat deze installatie steeds aan de zeezijde zal gelegen zijn, met een aanlegsteiger in zee, zodat

Figuur III, 7 : Onderdelen van LNG-terminal



de metaantanker zonder onnodige beweging noch vertraging kan aanleggen.

Deze opstelling is nodig om veiligheidsredenen. Het is derhalve zo dat geen enkele haven een dergelijk schip toelaat tot binnendokken of sluisinrichtingen. Naast veiligheidsredenen ten aanzien van mechanische beschadiging, evacuatiemogelijkheden en evacuatieuur zijn er ook economische factoren, zoals het beperken van de omdraaitijd die dergelijke maatregelen vereisen.

A. Losinstallatie

Het is aangewezen voor de metaantanker een aanlegplaats te bouwen die een goede bescherming biedt tegen storm en golfslag.

Op meerdere plaatsen met gunstige atmosferische karakteristieken worden echter relatief onbeschermd aanlegsteigers gebouwd zoals in Brunei en in Cove-Point. De plaatselijke omstandigheden zijn hierin echter steeds doorslaggevend geweest. Het laadproces is analoog met het losproces schematisch gegeven in figuur III, 8.

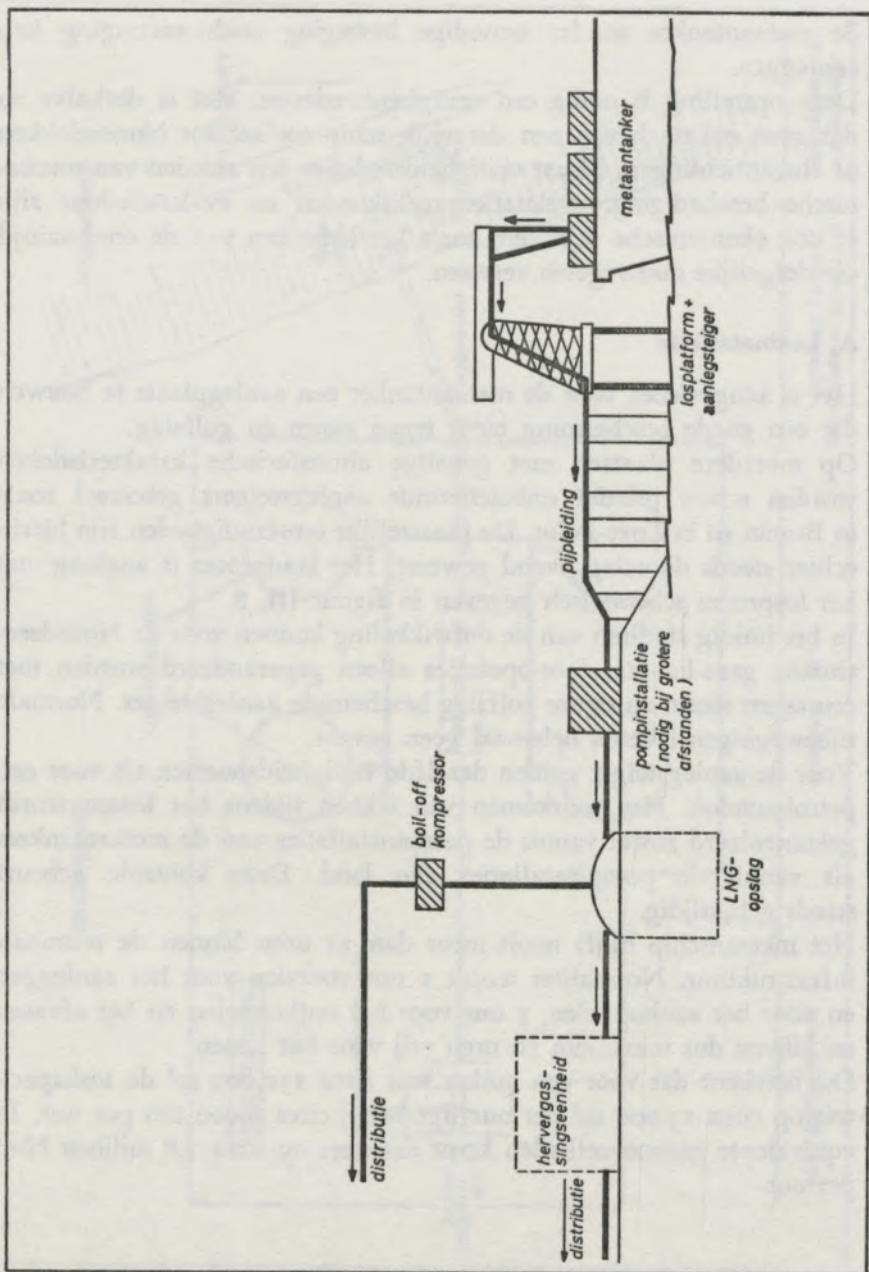
In het huidige stadium van de ontwikkeling kunnen voor de Noordzee-situatie gans-het-jaar-door-operaties alleen gegarandeerd worden met een tegen storm en zware golfslag beschermde aanlegsteiger. Normale tijdbewegingen leveren helemaal geen gevaar.

Voor de aanlegsteiger gelden dezelfde veiligheidsnormen als voor een petroleumdok. Het voorkomen van lekken tijdens het lossen wordt gecontroleerd zowel vanuit de pompinstallaties van de metaantankers als vanuit de pompinstallaties aan land. Deze controle gebeurt steeds gelijktijdig.

Het metaanschip blijft nooit meer dan 12 uren binnen de terminal-infrastructuur. Normaliter wordt 1 uur voorzien voor het aanleggen en voor het aankoppelen, 1 uur voor het ontkoppelen en het afvaren en blijven dus maximum 10 uren vrij voor het lossen.

Dit betekent dat voor een tanker van circa 130.000 m³ de loscapaciteit op circa 13.000 m³ per uur ligt hetzij circa 6.000 ton per uur. In equivalente gashoeveelheden komt dat neer op circa 7,8 miljoen Nm³ per uur.

Figuur III, 8 : LNG-tanker - losproces met ondergrondse opslag



B. Pijpleiding tussen aanlegsteiger en opslagzone (figuur III, 8)

Tussen het metaanschip en de opslagzone, is een pijpleidingverbinding nodig. Om reden van investerings- en exploitatiekosten dient de lengte van deze leiding zo kort mogelijk te zijn. De langste gerealiseerde afstand, namelijk circa 4 km, werd gebouwd in Brunei. Voor deze pijpleiding gelden eveneens dezelfde veiligheidsnormen als voor petroleumleidingen. Opvangbekkens zijn voorzien om veiligheidsredenen, meer specifiek om de verdampende koude vloeistof binnen gekontroleerde opvanggeulen te houden.

C. Opslagtanks

Normaliter wordt de stockeringscapaciteit berekend op een tweemaal-tankercapaciteit⁵. Zonder voldoende opslagruimte is LNG-transport per schip onmogelijk. Dit wordt verder behandeld in § 4.

De opslag van brandstoffen bij lagere temperaturen vereist een speciale techniek. De tanks worden ingedeeld in twee grote categorieën, namelijk enerzijds dubbelwandige bovengrondse tanks, al dan niet met aarden berm en met grote veiligheidszones, en anderzijds dubbelwandige of enkelwandige ondergrondse tanks.

De ondergrondse tanks worden veelal aangewend voor zeer grote opslag-volumes en in dichtbevolkte gebieden. Deze ondergrondse tanks worden in de regel met voorgespannen betonwanden gekonstrueerd. Ondergrondse tanks waarbij de omringende bevroren grondmassa dienst doet als tankwand worden niet meer gebouwd.

Bovengrondse tanks komen meer voor omdat de ondergrondse structuren zich bedrijfseconomisch gezien zeer zelden tot een gemakkelijke inbouw lenen. Nochtans kunnen ondergrondse opslagtanks om macroeconomische redenen, de uitgesproken voorkeur verdienen.

Deze bovengrondse tanks zijn doorgaans metalen tanks, niettegenstaande de combinatie metaal-beton eveneens voorkomt. Een aarden berm, ter aanvulling van de betonstructuur kan de veiligheid nog vergroten. Daarnaast worden dan nog eens grote veiligheidszones

⁵ Tweemaal-tankercapaciteit of een twice-tankercapacity betekent dat de capaciteit van de stockage tweemaal zo groot is als de capaciteit van de tankers die het LNG aanvoeren; zodat twee tankers onmiddellijk na mekaar kunnen ontvangen worden in de terminal.

aangelegd zoals in § 5 bij de bespreking van een typische inrichting van een LNG-terminal zal worden aangegeven.

Qua veiligheid zijn de ondergrondse tanks het meest geschikt voor de opslag van LNG. Ondergrondse opslag heeft esthetische voordelen en kan ook onder water, dus buiten de kust gebouwd worden.

Er bestaan echter nog geen uitvoeringen van vlottende of te verzinken opslagtanks, alhoewel de technieken hiervoor beschikbaar zijn en de situatie te Zeebrugge er zich waarschijnlijk toe leent.

Qua kostprijs zijn de betonkonstrukties 10 à 20 % duurder dan de dubbelwandige stalen tanks. Op kostprijsgebied is zeer weinig geweten over de ondergrondse konstrukties en de vlottende uitvoeringen.

1. De algemene konstruktie van LNG-opslagtanks

In de konstruktie van een LNG-opslagtank volgens de gebruikelijke methoden, vindt men meestal verschillende elementen.

Een binnenwand en een binnenvloer vormen de kerende konstrukties. Deze binnentank moet uit koude-bestendige materialen vervaardigd zijn.

Normaal koolstofstaal is ongeschikt, omdat het bij deze lage temperatuur van circa — 162°C zeer bros wordt.

Vandaar dat 9 % nikkel-staal, INVAR, aluminium of voorgespannen beton worden gekozen.

De isolatie van die delen, waar ook drukweerstand belangrijk is, zoals vloeren, wanden en dergelijke, bestaat meestal uit foamglas en balsahout-versterkingen. In andere gevallen worden ook poedervormige materialen gebruikt, zoals perliet, of ook nog geëxpandeerde kunststoffen uit de plasticsektor.

Een dampdichte buitenwand die niet noodzakelijk koudebestendig moet zijn, als men aanneemt dat er geen gevaren bestaan voor barsten en accidenten met de koude-bestendige binnenwand.

Deze buitenmuur wordt eveneens gebruikt om het dak te ondersteunen en hij moet dus voldoende verankerd zijn aan het dak en aan de fundering om overdruk op te nemen.

Aan het dak wordt een vlak plafond gehangen van aluminiumroosters om de bovenisolatie te dragen. Tussen dak en bovenisolatie heerst een omgevingstemperatuur. Om veiligheidsredenen wordt de voorkeur gegeven aan tankpenetraties doorheen het dak.

De fundering van de tank mag niet bevriezen. Om die reden kunnen onder of in de onderste vloer verwarmingselementen worden aangebracht of wordt de tank los van de bodem opgesteld.

Een noodkering wordt opgericht op enige afstand van de tank. Deze noodkering kan ook geïntegreerd worden met de buitenwand, die dan een koude-bestendige konstruktie wordt.

Soms bestaat die slechts uit een aarden wal van meerdere meters hoog, die tegen een betonnen buitenwand aanleunt.

2. De bovengrondse opslagtanks

a) De dubbelwandige bovengrondse stalen tank

Dit meest voorkomende type van LNG-tank wordt door een aantal gespecialiseerde firma's gebouwd volgens een gebrevetteerd systeem. Zowel de buitenwand als de binnenwand bestaan uit staal. De binnenwand moet koude-bestendig zijn en is vervaardigd uit 9% Nikkel-staal. De buitenwand is niet koude-bestendig en bestaat uit koolstofstaal.

Daar deze laatste niet zal weerstaan aan eventuele lekken van LNG van binnenuit, berust de veiligheid volledig op het intact blijven van de binnentank. Bij een belangrijke lek in deze binnentank zal ook de buitentank begeven. Bijkomende maatregelen, zoals opvangbekkens en keermuren, zijn daarom nodig om te voorzien in katastrofegevalen. Zelfs met deze konstrukties kan niet verhinderd worden dat grote hoeveelheden LNG vrijkomen en in open lucht zullen verdampen, indien een ramp zich zou voordoen.

Het dient echter vermeld te worden dat dit type tank, ondanks het grote aantal en de vele bedrijfsjaren, in de praktijk volledige voldoening geeft.

Een schematisch beeld van de konstruktie van een dubbelwandige stalen tank wordt gegeven in de figuren III, 9a en III, 9b.

b) De betontank met 9% Nikkel-staal binnenbekleding

Deze konstruktie kan ten dele de gestelde problemen van de dubbelwandige stalen tank ondervangen doordat de buitenwand in voorgespannen beton, koude-bestendig zal zijn. Bij scheuren van de binnentank wordt het LNG opgevangen in de buitentank. Door het

verlies aan isolatie zal het LNG echter vlugger verdampen zodat de tank om economische redenen buiten dienst moet gesteld worden, om de herstelling van de binnentank mogelijk te maken.

In deze conceptie zijn in feite de buitenwand en een noodkering in beton tot één geheel verenigd. Een dergelijke koude-bestendige buitenwand kan de volledige tankinhoud keren.

Schematisch wordt deze constructie gegeven in figuur III, 10. Een detail van de wandconstructie wordt gegeven in figuur III, 11.

c) **De dubbelwandige betonnen tank**

Men heeft hier dezelfde eigenschappen als in het vorige geval, maar met dit verschil dat de eigenschappen van de binnentank van voor- gespannen beton gunstiger zijn bij brand.

Een schematische voorstelling ervan geeft figuur III, 12.

d) **Dubbelwandige betonnen tank met tussenliggende berm van massabeton**

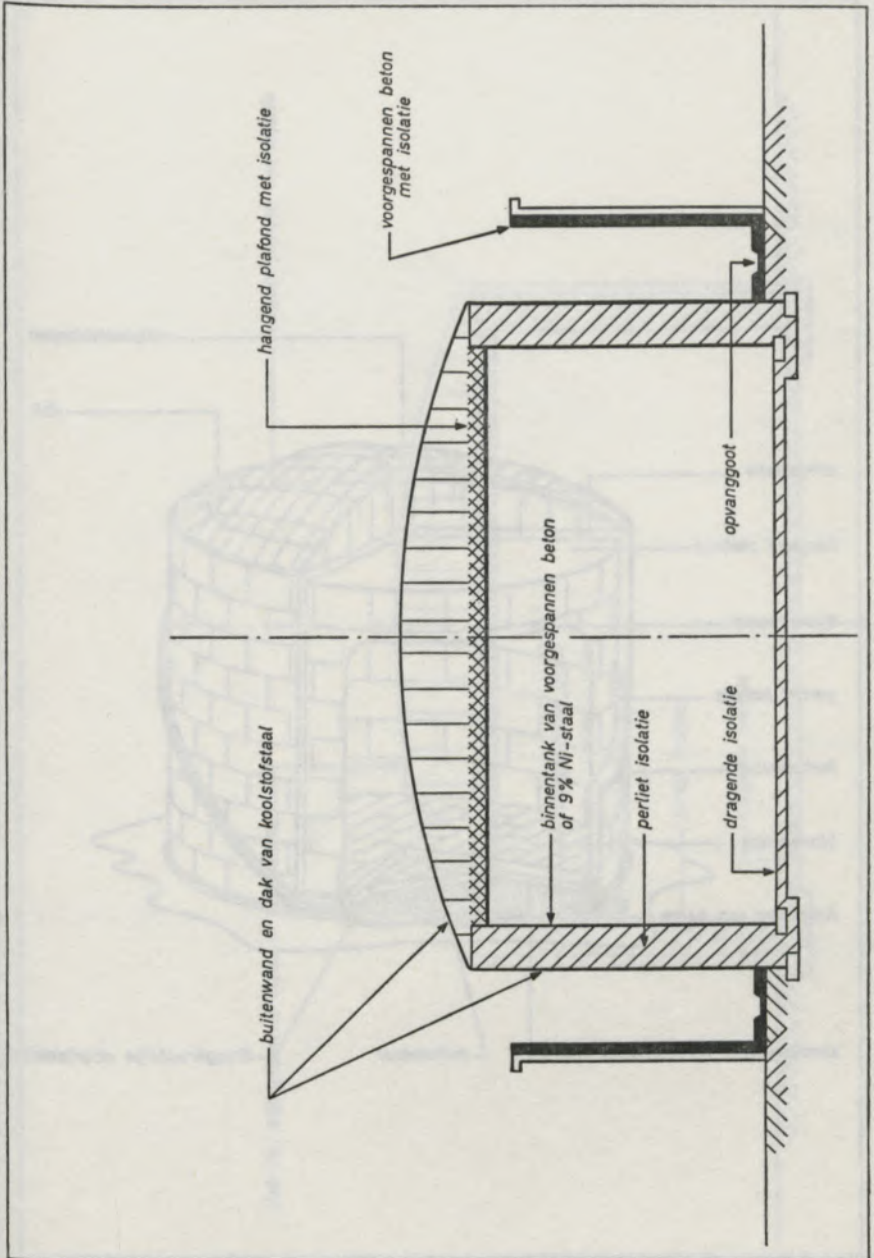
Indien speciale veiligheidsmaatregelen ten opzichte van de omgeving, zoals zeer dichtbevolkte gebieden, de nabijheid van vliegvelden enz., nodig zijn, kan men de vulling tussen de buiten- en binnenwand realiseren met massabeton. Op die manier kan de constructie berekend worden op vallen van vliegtuigen. Een betonnen dak vervolledigt de veiligheid van de constructie.

Een schematische voorstelling ervan wordt gegeven in figuur III, 13.

3. *De ondergrondse opslagtanks*

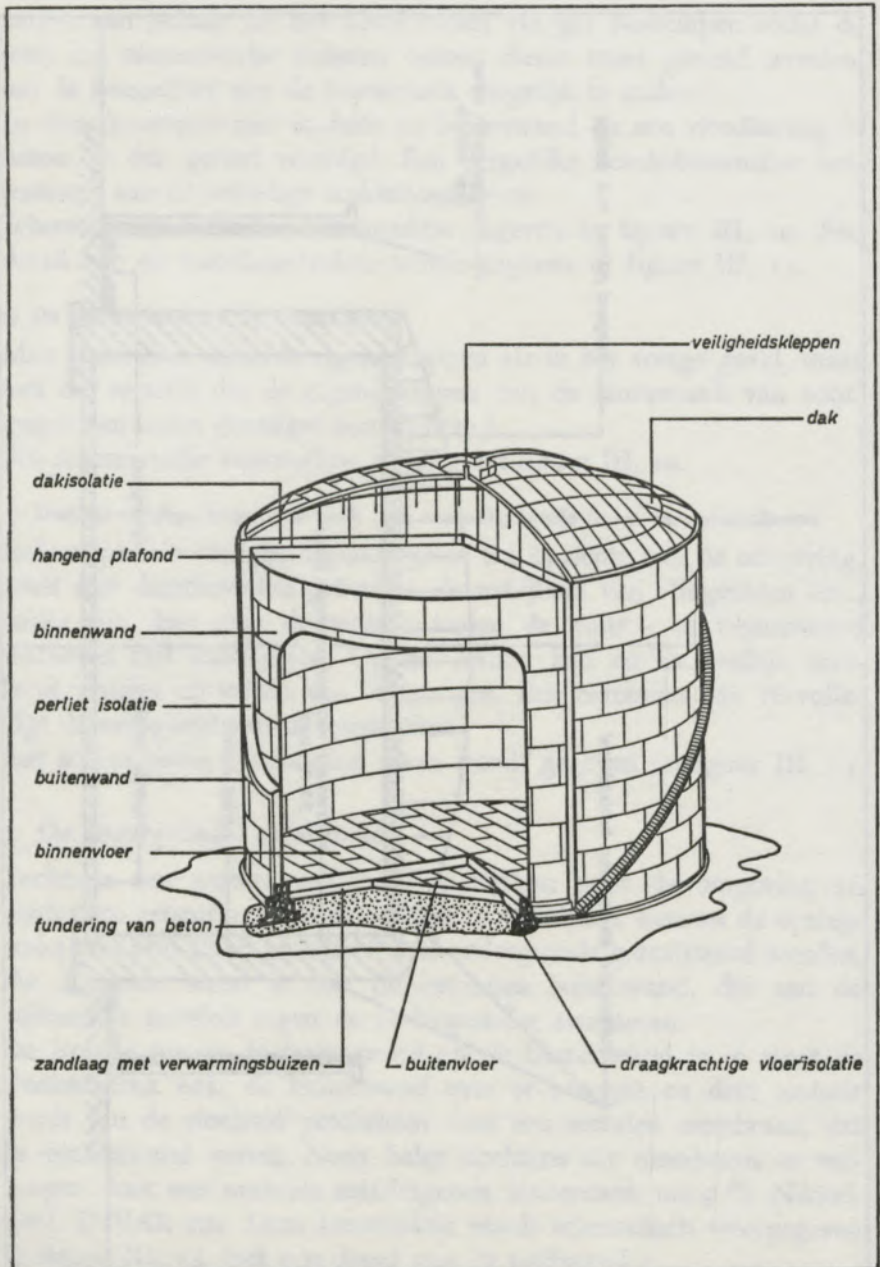
Teneinde een grotere veiligheid te hebben voor de omgeving en verder om verstoring van het uitzicht te vermijden, kunnen de opslagtanks eveneens ondergronds of half-ondergronds gerealiseerd worden. De dragende wand is hier de betonnen buitenwand, die aan de buitenzijde aansluit tegen de ondergrondse structuren.

De isolatie tussen de buitenwand en de binnenwand is in staat de vloeistofdruk naar de buitenwand over te brengen en deze isolatie wordt van de vloeistof gescheiden door een metalen membraan, dat de binnenwand vormt. Niets belet nochtans dit membraan te vervangen door een normale zelfdragende binnentank uit 9% Nikkelstaal, INVAR enz. Deze constructie wordt schematisch weergegeven in figuur III, 14, met een detail van de tankwand.

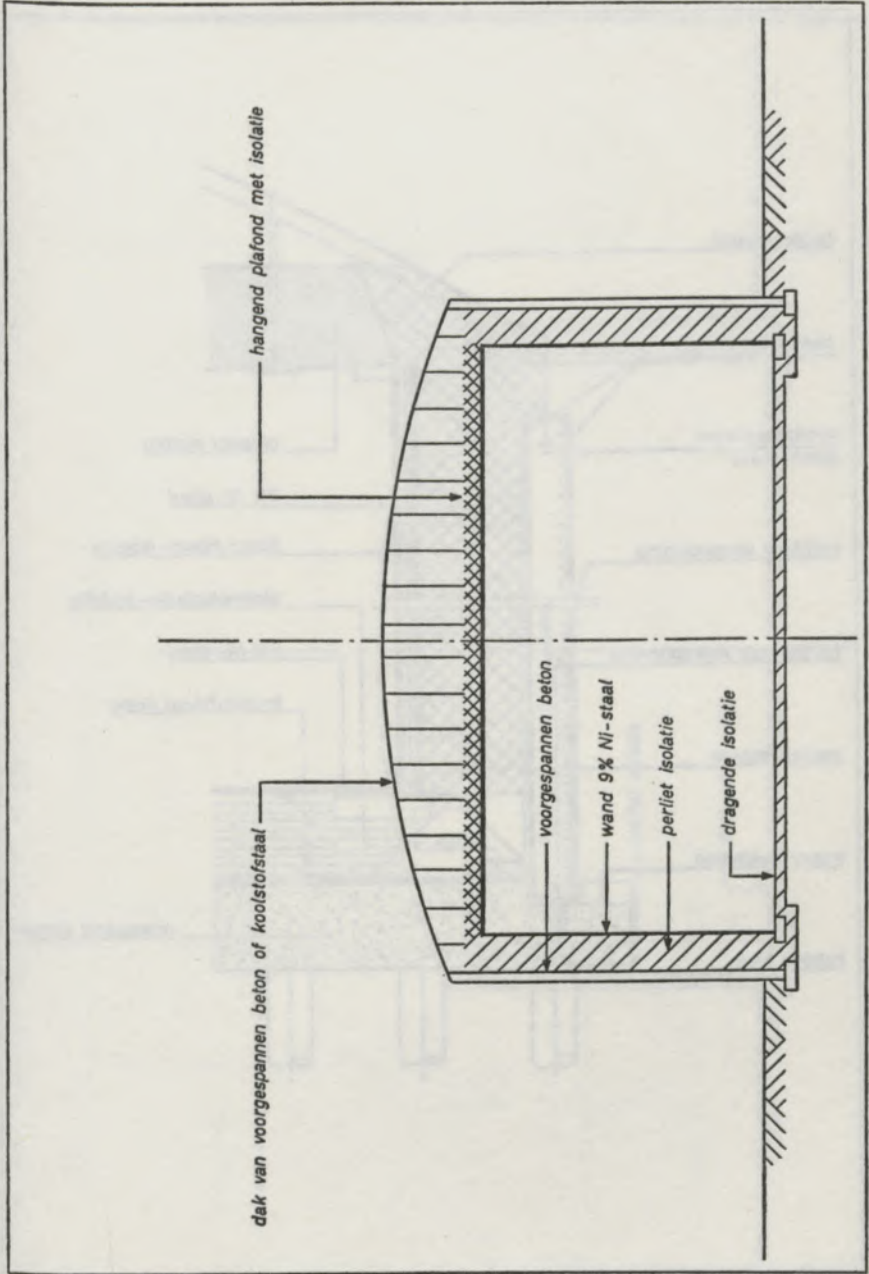


Figuur III, 9a : Dubbelwandige stalen tank

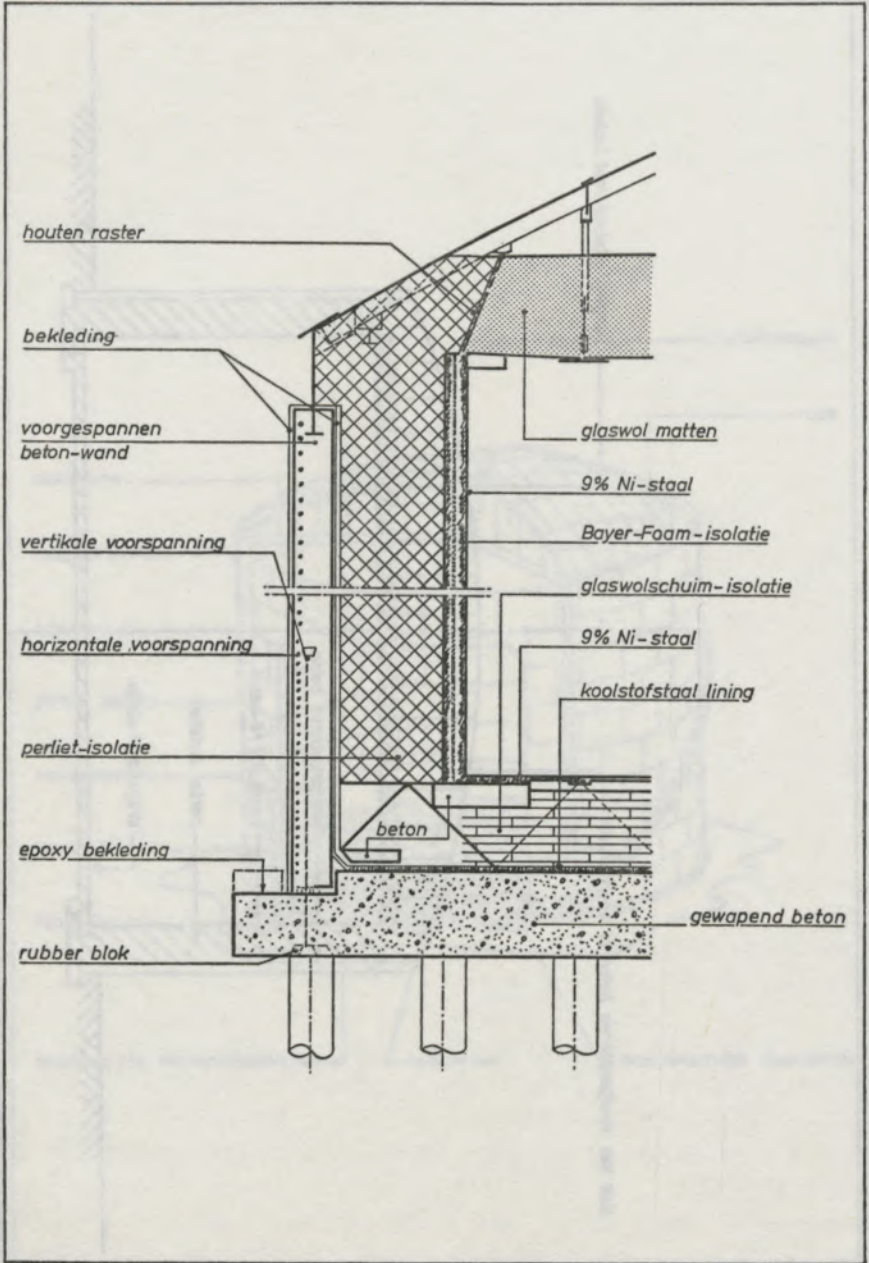
Figuur III, 9b : *Dubbelwandige stalen tank*



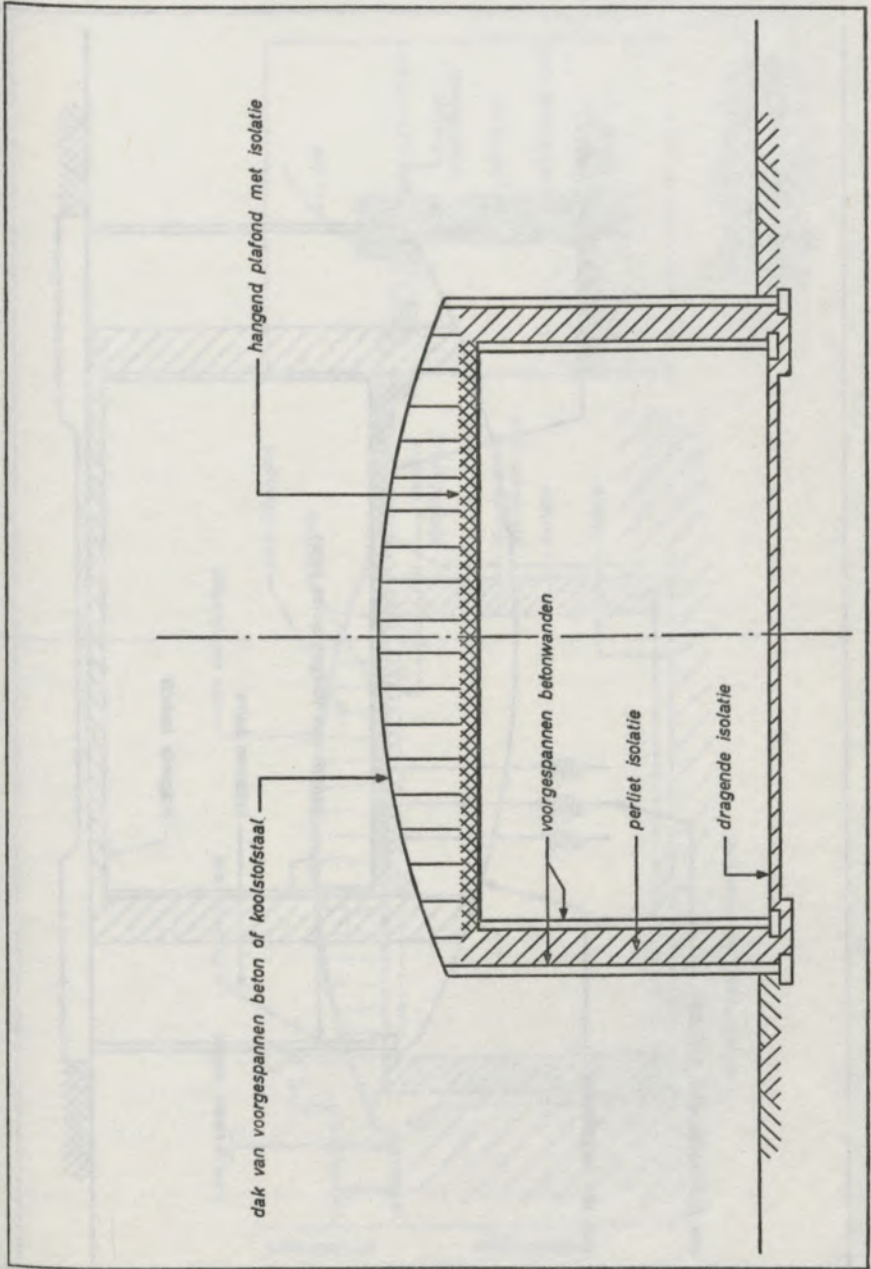
Figuur III, 10 : Dubbelwandige tank (beton - 9 % Nikkel-staal)



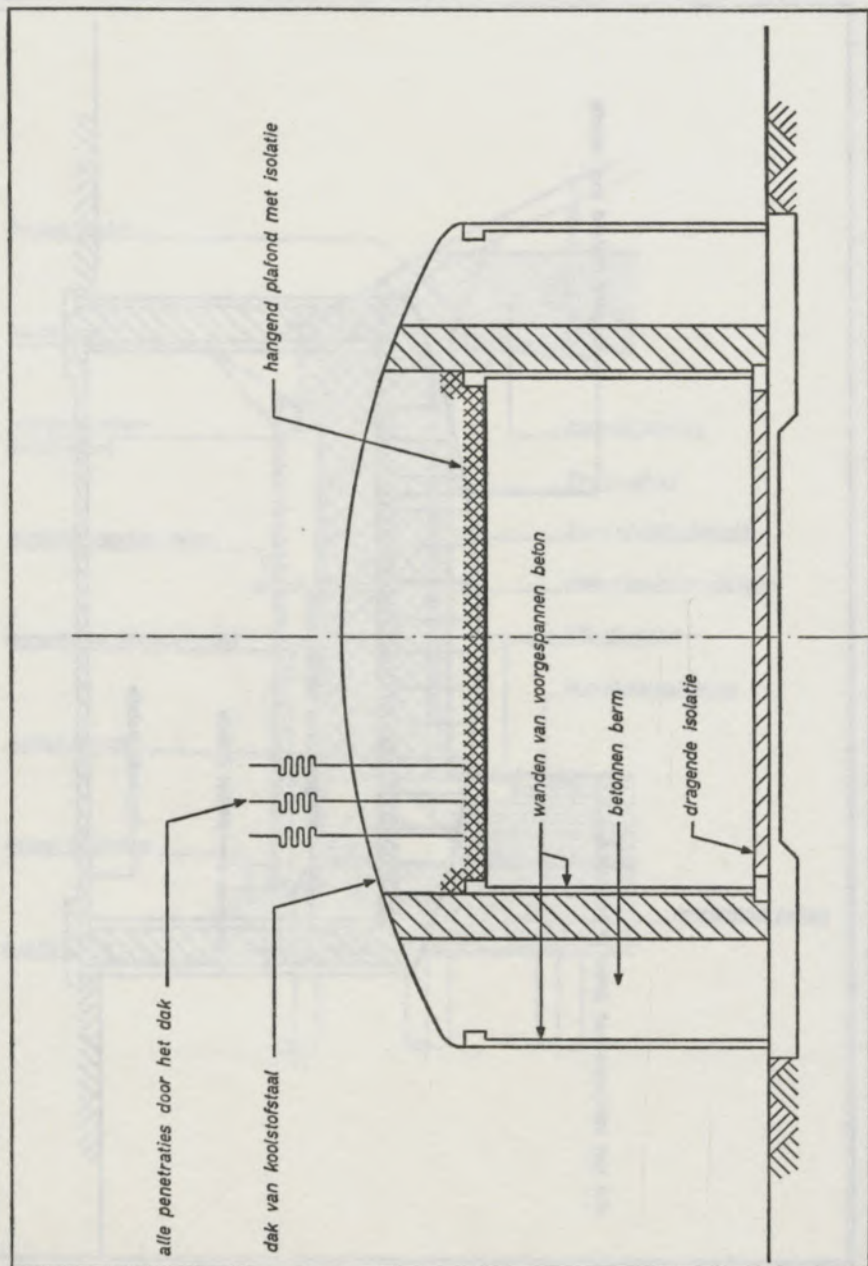
Figuur III, 11 : Detail van de tankwandstructuur



Figuur III, 12 : Dubbelwandige betonnen tank



Figuur III, 13 : Dubbelwandige betonnen tank met massabetonvulling



Wanneer men half-ondergronds werkt, wordt het bovengrondse gedeelte aangevuld met een aarden wal.

4. Vlottende opslaginstallaties

Momenteel zijn nog geen vlottende installaties voor LNG in gebruik, wel voor Liquefied Petroleum Gases of LPG. Dit zijn voornamelijk propaan, butaan en hogere koolwaterstoffen die opgeslagen worden bij temperaturen van -60°C à -40°C . Nochtans bestaan wel een aantal projecten terzake.

Dergelijke vlottende installaties worden buiten de haven afgemeerd en ze kunnen onafhankelijk aangelegd worden van de bestaande of nog te realiseren bouwwerken in de haven zelf. Deze oplossing schept echter problemen in verband met de aanlegfaciliteiten van de metaantanker evenals met de losmodaliteiten. Inderdaad, het veilig aanleggen van de tanker met een voldoende bescherming tegen de golfslag kan zeer problematisch worden, het hergebruik van frigorieën kan ernstig in het gedrang komen en zelfs vrijwel onmogelijk worden, en tenslotte kan de konstruktie van de verbinding tussen de los- en opslagzone met de hervergassingseenheid zeer moeilijk worden naarmate een grotere afstand ontstaat in zee.

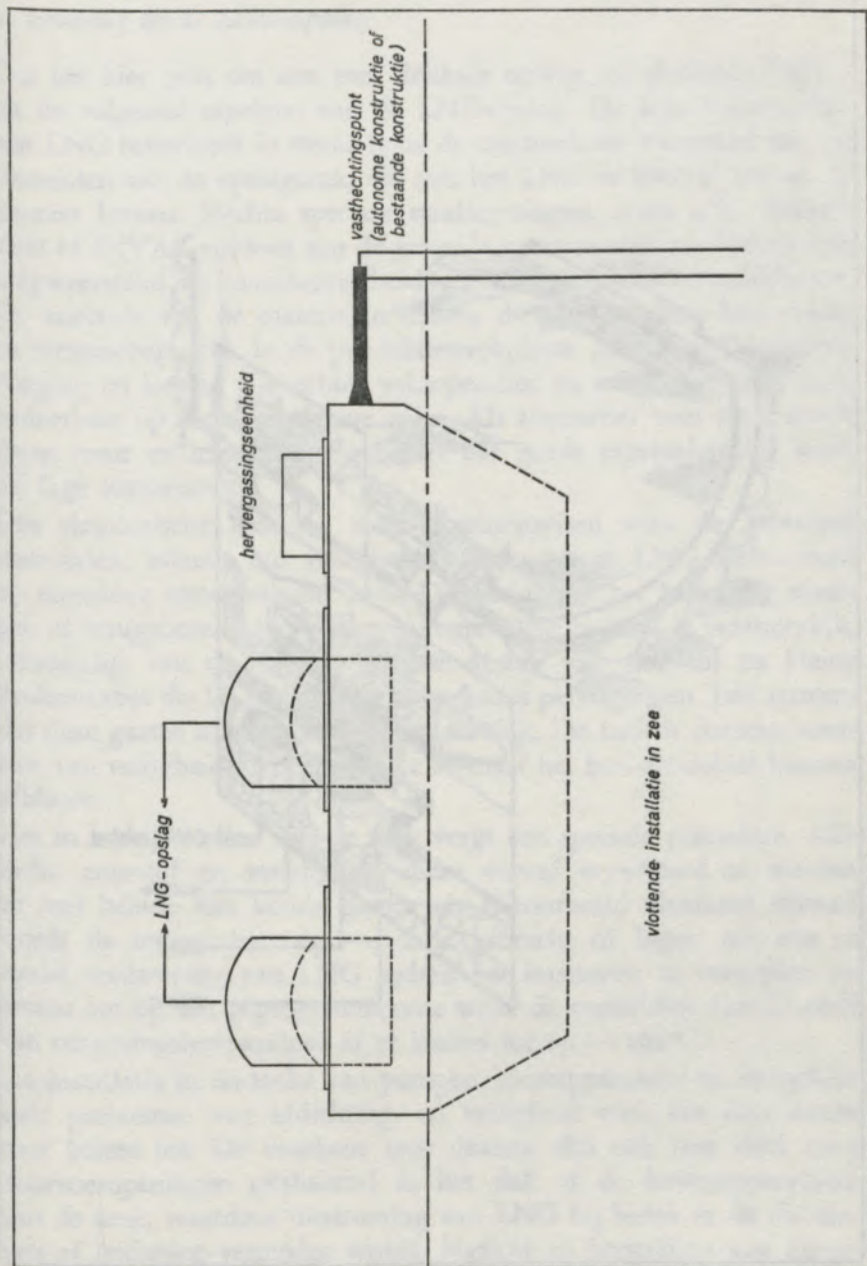
Men kan ook de verankering realiseren in verbinding met de bestaande of nog uit te bouwen structuren van de voorhaven van Zeebrugge. Ook hier blijven de problemen van een veilige verbinding tussen de tanker en de losplaats bestaan in verband met de bescherming tegen de golfslag.

Tenslotte bestaat dan nog de mogelijkheid om, gezien de havenwerken in Zeebrugge nog een aanvang moeten nemen, een aanlegsteiger voor de tankers en een opslag van het LNG op te nemen in de havenwerken zelf. Daarover wordt later, bij de behandeling van een mogelijke inrichting in Zeebrugge, dieper ingegaan.

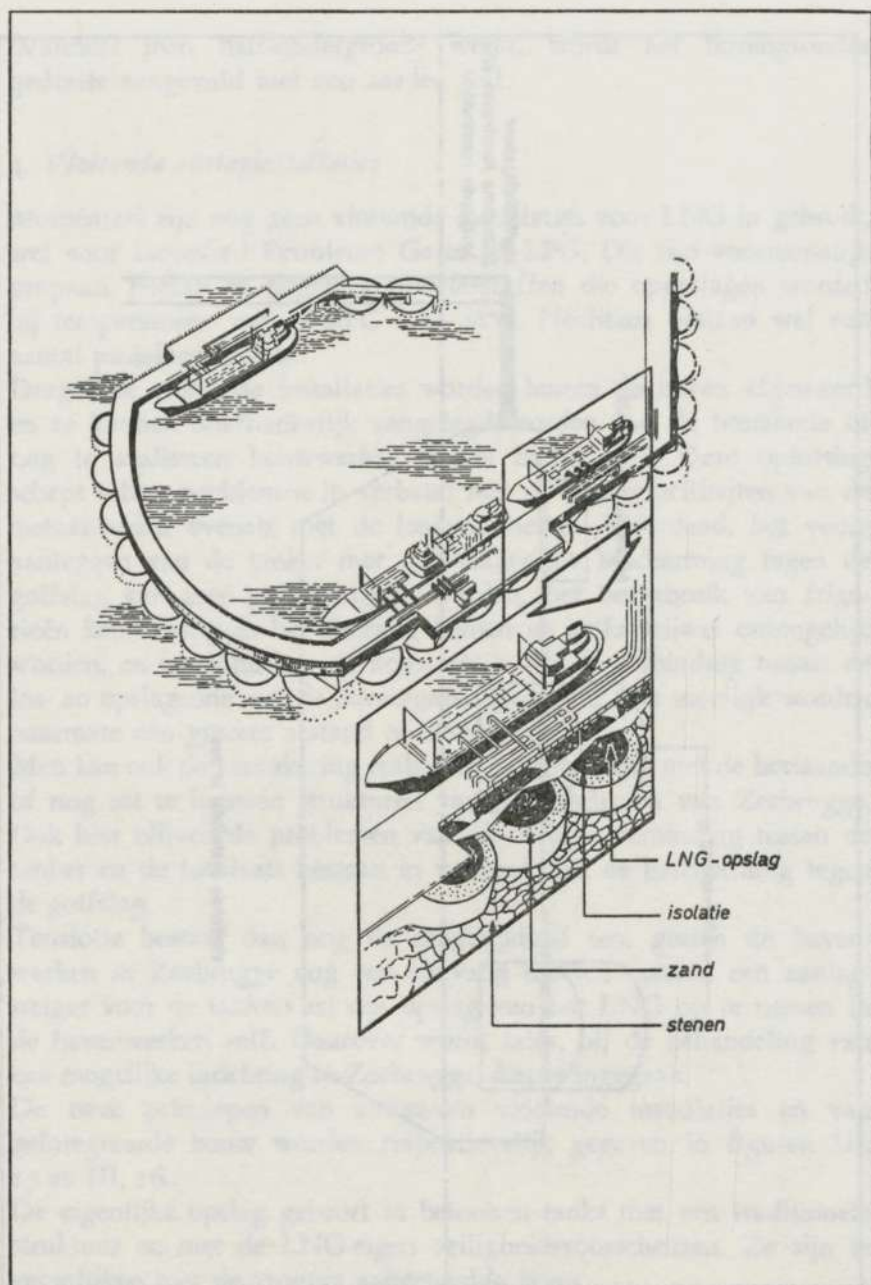
De twee principes van autonoom vlottende installaties en van geïntegreerde bouw worden respectievelijk gegeven in figuren III, 15 en III, 16.

De eigenlijke opslag gebeurt in betonnen tanks met een traditionele structuur en met de LNG-eigen veiligheidsvoorschriften. Ze zijn te vergelijken met de vroeger aangehaalde types.

Figuur III, 15 : Vlottende LNG-opslag met verankering



Figuur III, 16 : Geïntegreerde vlottende LNG-opslag



5. *Ervaring bij de LNG-opslag*

Dat het hier gaat om een zeer delikate opslag zal duidelijk blijken uit de volgende aspecten van de LNG-opslag. De lage temperatuur van LNG beïnvloedt in sterke mate de mechanische weerstand van de elementen van de opslagtank, die met het LNG in contact komen of kunnen komen. Slechts speciale staallegeringen, zoals 9% Nikkelstaal of INVAR voldoen aan de gestelde voorwaarden qua treksterkte, buigweerstand en kerfslagvastheid, in operationele omstandigheden. De controle van de materialen tijdens de produktiefase kan streng en wetenschappelijk in de produktiewerkplaats gebeuren. De samenvoeging en lassing zijn echter veldoperaties en moeilijk 100% controleerbaar op niet-destructieve wijze. Als alternatief voor staal wordt thans meer en meer beton gebruikt dat goede eigenschappen heeft bij lage temperatuur.

Om economische redenen, zoals kwaliteitseisen voor de gebruikte materialen, evenals om veiligheidsredenen wordt LNG gestockeerd op nagenoeg atmosferische druk. Dit noodzaakt het bestendig afzuigen of terugvoeren van verdampingsgas. Deze boil-off is veranderlijk, afhankelijk van de isolatie, aan- en afvoer van vloeistof en kleine drukvariaties die bij de laad- en losoperaties plaatsgrijpen. Een systeem dat deze gassen afvoert, is dus noodzakelijk. De tank is daarom voorzien van veiligheidskleppen die tot 10 maal het boil-off-debiet kunnen afblazen.

Het in bedrijf stellen van de tank vergt een speciale procedure. Alle lucht, zuurstof en vochtigheid dient vooraf verwijderd te worden en met behulp van koude gassen als bijvoorbeeld vloeibare stikstof wordt de temperatuur op -162°C gebracht of lager, om een te sterke verdamping van LNG tijdens het inpompen te vermijden en tevens om op een geprogrammeerde wijze de materialen van de tank van omgevingstemperatuur af te koelen tot op -162°C .

De installatie in de tanks van pompen, meetapparatuur en dergelijke stelt problemen van afdichting, en veiligheid voor het doorvoeren naar buiten toe. De voorkeur gaat daarom dan ook zeer sterk naar doorvoeropeningen uitsluitend in het dak of de bovenoppervlakte van de tank, waardoor uitstroming van LNG bij breuk in de dichtingen of leidingen vermeden wordt. Nazicht en herstelling van derge-

lijke tanks zijn meestal gevaarlijke operaties vanwege de mogelijke onvoorzichtigheid aan de dag gelegd door het personeel bij het opvolgen van de voorschriften.

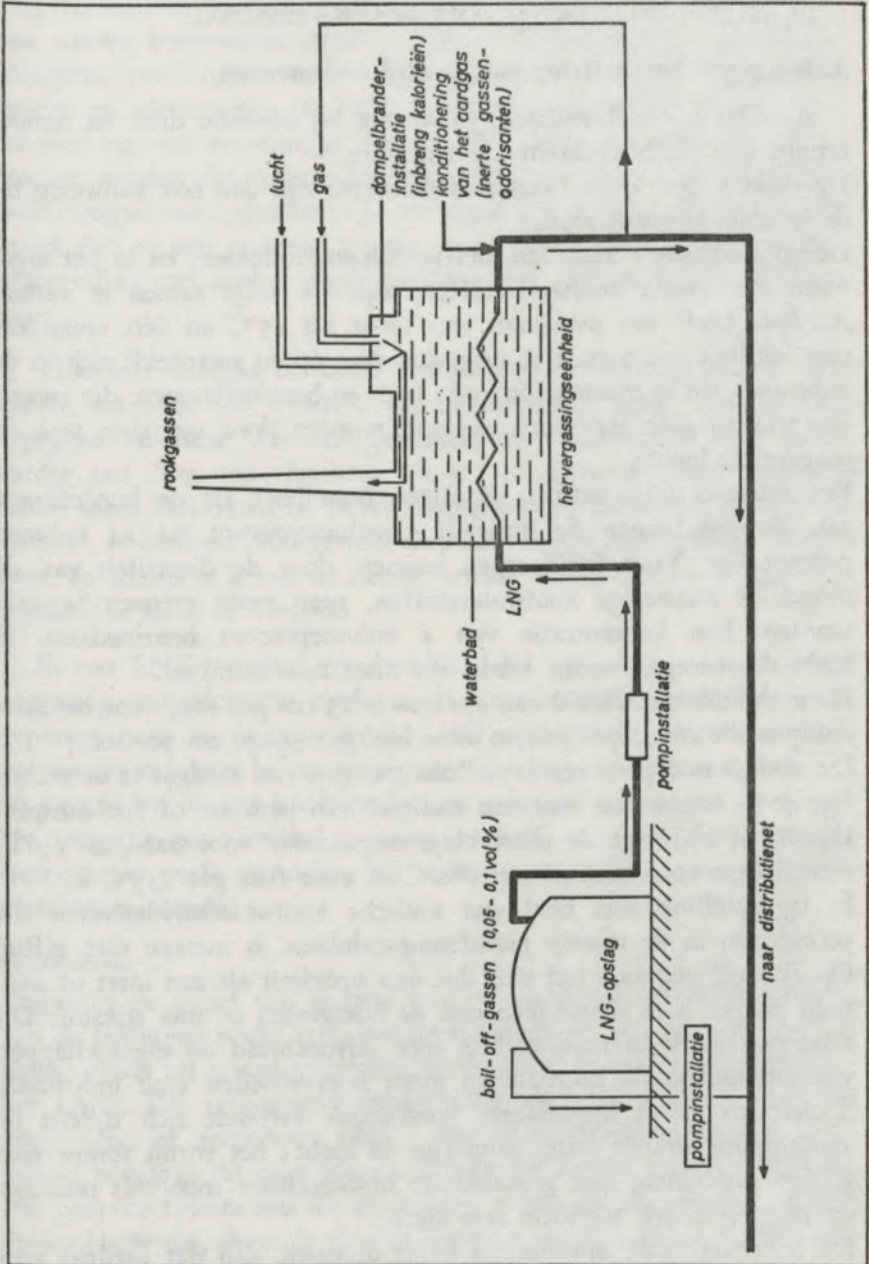
D. Hervergassingseenheid

Tussen de LNG-opslag en het transport- en distributienet is er een hervergassingseenheid voorzien. Bij middel van een warmtebron wordt het LNG dat vooraf op leidingsdruk was gebracht, op omgevings-temperatuur in gas omgezet. Omgekeerd gesteld, door het hervergas-sen van LNG, komen frigorieën vrij. Deze frigorieën kunnen eventueel gebruikt worden in nevenactiviteiten zoals aangegeven wordt in deel I.

In de traditionele installaties wordt als warmtebron meestal zeewater gebruikt, al dan niet voorverwarmd. Deze rechtstreekse warmtewisseling vereist grote hoeveelheden zeewater. De hervergassing van 15 miljoen Nm³ aardgas per dag, vergt een debiet van circa 30.000 ton zeewater per uur, indien er van wordt uitgegaan dat de temperatuurs-verlaging van het zeewater moet beperkt blijven tot 2,5 à 3,0°C. Deze beperking steunt op ekologische of bedrijfstechnische redenen. De warmte kan ook in gasbranders geproduceerd worden waarbij dan een gedeelte van het geproduceerde gas verbruikt wordt. De daartoe gebruikte dompelbranders met hoog rendement leiden toch nog tot een eigen verbruik van circa 1,7 à 2,0 % van de produktie.

Het aldus bekomen gas moet eventueel gekonditioneerd worden, vooraleer het in het distributienet kan gebracht worden. Onder deze konditionering verstaat men onder meer een odorisatie, een aanpas-sing van de verbrandingswaarde en van het Wobbe-getal. Dit geheel van installaties, samen met dienstgebouwen, nemen verhoudings-gewijs niet veel ruimte in beslag. De veiligheidsvoorschriften zijn dezelfde als deze in de petroleumindustrie en in de gasstations.

Een schematisch overzicht van een hervergassingseenheid wordt gege-ven in figuur III, 17.



Figuur III, 17 : Hervergassingseenheid

3. DE VEILIGHEIDSASPEKTEN VAN EEN LNG-TERMINAL

A. Beknopte beschrijving van de risico-elementen

1. Aardgas is een brandstof, gasvormig bij normale druk en temperatuur, met als hoofdkomponent metaan.

De risico's van de koolwaterstoffen-sektor zijn dan ook aanwezig bij de behandeling van aardgas.

De voornaamste verschillen met petroleumprodukten, en in het algemeen met zware koolwaterstoffen, zijn als volgt samen te vatten. Aardgas heeft ten overstaan van lucht bij 15°C en één atmosfeer een densiteit van 0,55. Het stijgt dus vlug op en verspreidt zich in de atmosfeer, dit in tegenstelling met fuel- en benzinedampen, die zwaarder zijn en zeer langzaam verdund worden door menging met de omgevende lucht ;

Een mengsel lucht-aardgas is alleen brandbaar als de concentratie aan aardgas binnen de limieten 5 volumepercent tot 14 volumepercent ligt. Voor fueldampen kunnen, door de diversiteit van de mogelijke aanwezige koolwaterstoffen, geen vaste grenzen bepaald worden. Een concentratie van 1 volumepercent benzinedamp in lucht daarentegen vormt reeds een brandbaar mengsel.

De verbrandingssnelheid van aardgas is 25 cm per sec., voor benzinedamp is dit 46 cm per sec. en voor fuel gas \pm 40 cm per sec. ;

De energie nodig om een brandbaar mengsel van aardgas te ontsteken ligt 40 % hoger dan voor een mengsel van benzine- of fueldampen. Daarnaast bedraagt de ontstekings temperatuur voor aardgas 540°C, terwijl deze voor bezinedamp 280°C en voor fuel gas 235°C is.

In tegenstelling met heel wat toxische koolwaterstofderivaten die voorkomen in de meeste petroleumprodukten, is metaan niet giftig. Op zichzelf gedraagt het zich dus qua toxiciteit als een inert of neutraal gas en is te vergelijken met de edelgassen of met stikstof. Dit staat ook sterk in tegenstelling met bijvoorbeeld de eigenschappen van ammoniak dat nochtans in grote hoeveelheden voor industriële doeleinden wordt opgeslagen. Ammoniak verbindt zich tijdens de verdamping met de waterdamp van de lucht ; het vormt tevens zeer giftige produkten, laat gemakkelijk ontbrandbare mengsels ontstaan en verspreidt zich tenslotte zeer slecht.

De bovenvermelde opsomming toont duidelijk aan dat aardgas zeer

vlug verdunt en opstijgt, alleen een brandbaar mengsel oplevert binnen nauwe concentratiegrenzen, langzamer brandt dan andere gasmengsels, een hogere ontstekings temperatuur en ontstekingsenergie vereist en niet toxisch is. Toch blijft de realiteit dat in elke gasbrander op een eenvoudige manier juist deze omstandigheden gecreeërd worden die verbranding van aardgas toelaten en dat, indien zulk mengsel niet gecontroleerd verbrand wordt maar de gelegenheid krijgt zich in een gesloten ruimte op te hopen, de ongecontroleerde verbranding met drukverhoging en met een ontploffing kan gepaard gaan.

2. Vloeibaar aardgas of LNG wordt bekomen door aardgas af te koelen tot ongeveer -162°C bij atmosferische druk. LNG is een kryogene vloeistof waaraan gebruiksrisiko's verbonden zijn gelijkwaardig aan deze van vloeibare stikstof en zuurstof, waarmede men echter meer vertrouwd is. Bevriezingsgevaar in geval van lichamelijk contact, materialen blootgesteld aan deze lagere temperatuur worden bros, en tenslotte is een afdoende isolatie nodig om deze lage temperatuur in stand te houden.

3. In een LNG-terminal wordt LNG, dat op circa -162°C onder nagenoeg atmosferische druk in een metaantanker toekomt, overgepompt naar en opgeslagen in LNG opslagtanks, vervolgens hervergast om tenslotte bij omgevingstemperatuur en onder een druk van 70 kg per cm^2 in het hoofdverdeelnnet gebracht te worden.

De overgang van vloeistof op circa -162°C naar gas bij omgevings-temperatuur geeft aanleiding tot risico-situaties die als volgt kunnen omschreven worden :

a) Overdruk

Ongeacht de graad van isolatie van de tanks van de metaantanker, van de leidingen nodig voor het overpompen of van de vaste opslagtanks, steeds zal er een minimum hoeveelheid warmte toevloeien naar het LNG. Dit veroorzaakt verdamping van een gedeelte van het opgeslagen of vervoerde LNG: het zogenaamde verdampingsgas. Totaal bedraagt dit 0,05 tot 0,1 % van het tankvolume per dag. In een gesloten ruimte zou dit aanleiding geven tot een onaanvaardbare drukopbouw die, door de daarbij horende verhoging van de verdam-

pingstemperatuur leidt naar een nieuwe evenwichtstoestand vloeistof-gas op een iets hogere druk en een iets hogere temperatuur. Na instelling van dit evenwicht zou, in theorie, dit proces steeds herhaald worden zodat de kritische temperatuur van -82°C bereikt wordt waarbij geen vloeibare toestand meer mogelijk is. Bij een volumetoename van 2,6 maal het oorspronkelijk volume zou de dan bereikte druk reeds meer dan 47 atmosfeer bedragen. Op die manier zouden in een gesloten volume totaal onaanvaardbare drukken ontstaan. Daar men evenwel, om economische en andere redenen, geen drukvaten wenst toe te passen zorgt men er voor steeds zoveel gas weg te zuigen als nodig om de atmosferische druk zo goed mogelijk te benaderen.

De opslagmiddelen zijn dus niet berekend op grote overdruk en daarnaast zijn veiligheidsinstallaties nodig om, bij uitvallen van de afzuiginstallaties, de tanks te verbinden met de atmosfeer en aldus de opbouw van een inwendige druk in de tanks te verhinderen.

b) Gasontsnapping

Bij de inwerkingtreding van deze veiligheidsinstallaties wordt aardgas in de vrije atmosfeer geloosd. Dit gas, oorspronkelijk op -160°C , wordt bij menging met de lucht opgewarmd en is in het beginstadium zwaarder dan lucht. Zodra door opwarming een temperatuur van ongeveer -80°C bereikt wordt is het gas lichter dan lucht en stijgt het zeer snel op onder steeds verdergaande menging en verspreiding in de lucht. De risico-elementen vanaf dit stadium zijn zoals vermeld onder A.1.

Gelijkaardige situaties zoals een verdamping bij circa -162°C , opwarming, verspreiding en andere doen zich voor bij breuk of lek in de leidingen, in de instrumentatie, in de opslagtanks, enz...

c) Gaswolkvorming

Zoals boven gezegd is aardgas bij een temperatuur lager dan -82°C zwaarder dan lucht. Zoals benzine- en stookoliedampen hopen deze LNG-dampen zich op boven het verdampingsoppervlak zolang de aanvoer van warmte onvoldoende is om de temperatuur boven -82°C te brengen. Het is duidelijk dat de omstandigheden nodig voor gaswolkvorming, slechts uitzonderlijk kunnen verwezenlijkt worden.

Hiervoor is een massale uitstroming van LNG uit de tanks nodig en een verspreiding van dit LNG over een zeer groot oppervlak om een voortdurende en zeer snelle verdamping van grote hoeveelheden LNG, en sneller dan de verspreidingsnelheid, op circa -162°C , mogelijk te maken.

d) Roll-over

Dit fenomeen waarbij, door menging van LNG-hoeveelheden van verschillende samenstellingen of op verschillende temperaturen, een extra grote verdamping ontstaat, kan alleen aanleiding geven tot het in werking treden van de veiligheidsinstallaties waarvan sprake onder A.3.a.).

Het wordt hier volledigheidshalve vermeld. De operationele procedures voor het overpompen van LNG zoals menginstallaties in de tanks, het zegelen van de invoerdiepte van het bij te voegen LNG enz., verhinderen nochtans het optreden van dit fenomeen.

B. Soorten ongevallen

1. Kryogene gevaren

Het zou te ver leiden volledig in te gaan op de interne ongevallen-situatie eigen aan alle bedrijven uit de koolwaterstofsektor of de kryogenie. De nodige veiligheidsmaatregelen ten aanzien van open vuren, verschillende soorten elektrische installaties, lasoperaties, aarding, enz. moeten in elk geval genomen worden. Het personeel moet gekwalificeerd zijn om de risico's inherent aan de gassektor, en deze verbonden aan een kryogene vloeistof, adequaat op te vangen. Aangepaste verdedigingsmiddelen zoals onder meer blusapparatuur sproeisystemen (Sprinkler-systemen) moeten aanwezig zijn.

Een permanente aanwezigheid ter plaatse van bevoegde en opgeleide personen is noodzakelijk om in elk geval van nood of ongeval direkt én de nodige én de juiste maatregelen te nemen.

2. Katastrofale brand

Een brandhaard wordt gekarakteriseerd door de verdampingsoppervlakte van de zg. poel waaruit het LNG verdampt dat, — na ontsteking van het eerste opgewarmde gas —, de brand verder blijft voe-

den. Wetenschappelijk onderzoek heeft uitgewezen dat de vlamhoogte boven deze LNG-poel gelijk is aan 3 à 5 maal de poeldiameter. De warmte-flux, door deze verbranding veroorzaakt, ligt lager dan bij een brand van een petroleumtank en bereikt een waarde van 19 kW per m² op een afstand gelijk aan 0,8 maal de poeldiameter (19 kW/m² \approx 16.000 kcal/h,m² komt ongeveer overeen met de gevarengrens voor mensen).

Hieruit volgt dat de Amerikaanse voorschriften, die een veiligheidsafstand voorzien van $0,8 \times \sqrt{\text{grondoppervlakte}}$ van de poel adequaat zijn en tevens verhinderen dat nieuwe brandhaarden ontstoken worden door de stralingswarmte van de primaire brandhaard.

3. *Vorming van een drijvende gaswolk*

Zoals hoger vermeld kan zulk fenomeen zich alleen voordoen in specifieke omstandigheden. Het gaat in dit geval ofwel om de breuk van een LNG-tanker, met massale uitstroming van LNG uit een of meerdere tanks in zee, ofwel om het ineensstorten van een bovengrondse LNG-opslagtank met massale uitstroming van LNG over de omliggende terreinen.

Spurwerk in dit domein omvat het uitvoeren van proeven⁶, het analyseren van de bekomen resultaten en het opstellen van berekeningsmethoden voor nieuwe ontwerpen. Dit laat toe de maximaal ontwikkelbare wolk te berekenen behorend bij de specifieke omstandigheden en de gekozen bouwwijze van elke LNG-installatie.

Ter illustratie volgen hier enkele voorbeelden die vertrekken van theoretische berekeningen en deels door verificatie met behulp van reële experimenten werden bevestigd.

a) **Voorbeeld 1**

Een LNG-tanker met een inhoud van 75.000 m³ is in nood en beslist de lading overboord te spuiten. Het schip ligt stil, wat de meest onveilige toestand is en de LNG-lading wordt overboord gepompt met een debiet van 1.158 m³ per uur. Het resultaat is als volgt te omschrijven :

1) er ontstaat windafwaarts een gaswolk die zich zichtbaar uitstrekt,

⁶ Proeven te Nantes en op zee door Shell Research Ltd.

- afhankelijk van de windsterkte, over een lengtestrook van 2,5 à 3,5 km achter het schip ;
- 2) de grens van de 2,5 volumeprocent-aardgas-koncentratie-zone (veiligheidscoëfficiënt 2 tenoverstaan van de reële concentratie van 5 % nodig voor een brandbaar mengsel) ligt op 700 m à 1.100 m, eveneens afhankelijk van de wind ; op een grotere afstand is ontsteking van deze gaswolk niet meer mogelijk ;
 - 3) twintig minuten na het stopzetten van het overboord spuiten is alle gas volledig verspreid.

b) Voorbeeld 2

Een bovengrondse tank met een opslagcapaciteit van 50.000 m³ is opgesteld op een 100 m x 100 m terrein, op zandgrond, afgesloten door een lage berm eveneens uit zand. Een plotse breuk van de tankstructuur veroorzaakt een ogenblikkelijk leeglopen van de tank. Het resultaat is als volgt te omschrijven :

- 1) afhankelijk van de windsterkte verspreidt de ontvlambare gaswolk zich tot op 700 à 900 m van de tank ; boven deze afstand van maximum 900 m is de gaswolk niet meer ontsteekbaar ;
- 2) de zichtbare condensatie gaat verder tot ± 2.000 m, maar er is geen ontsteking meer mogelijk op deze afstand ;
- 3) de grens van de ontvlambare concentratie in de hoogte varieert tussen 0 en $+ 9$ m.

c) Voorbeeld 3

Een bovengrondse tank met een capaciteit van 50.000 m³ is omringd door een betonnen veiligheidswal met een diameter van 62 m, 20 m hoog aan de binnenkant en bekleed met een 5 cm dikte polyuretaanlaag. In de LNG-tank ontstaat een opening met een diameter van 1 m waardoor het LNG in de ruimte tussen tank en veiligheidswal stroomt. De windsnelheid bedraagt 2 m per sec. en de turbulentie stemt overeen met de atmosferische toestand van het type Pasquill D. Het resultaat is als volgt : de grens van de ontbrandbare concentratie blijft beperkt tot op een afstand van minder dan 100 m en van de veiligheidswal. Vanaf circa 100 m vanaf de veiligheidswal is de gaswolk niet meer ontsteekbaar.

d) Voorbeeld 4

Een bovengrondse tank is omringd door een aarden berm tot op volledige tankhoogte. De binnentank is een 9% Ni-Staal-tank, de buitentank bestaat uit voorgespannen beton. Tussen beide bevindt zich de isolatie.

De grondberm sluit aan tegen de betonnen buitentank.

Het dak is in dubbel uitgevoerd: spanbeton buitenaan en een daaraan opgehangen 9% Ni-Staal-binnendak dat de isolatie draagt. De binnentank scheurt zodat de betonnen buitentank afkoelt tot op circa -160°C . De daaruitvolgende termische vervormingen van de betonstructuur veroorzaken een instorten van het dubbele dak. Het resultaat is het volgende:

- 1) Het verdampingsgas, als gevolg van het scheuren van de binnentank, vormt geen ontvlambare gaswolk. Doorheen eventueel gevormde haarscheuren in de betonwand zou LNG kunnen doordringen tot in de aarden berm, die dan befrist en een volledige nieuwe afsluiting vormt. Het gas ontsnapt alleen langs de dakafsluiting
- 2) Het instorten van het dak heeft alleen een zeer korte hevige verdamping tot gevolg, op basis van de warmte onttrokken aan de betonstukken, waarna zich een statische verdamping instelt, met vanuit de lucht toegevoerde warmte en ingebracht langs de beperkte dakoppervlakte. De afstandsgrens van de ontvlambare concentratie werd nog niet nauwkeurig berekend maar blijft zeker onder de grens van $0,8 \times \sqrt{\text{grondoppervlakte van de poel}}$, zijnde de veiligheidsgrens voor branduitbreiding en, in concreto gelijk aan circa 0,8 maal de tankdiameter. Voorbeeld 4 is onmiddellijk uitbreidbaar naar ondergrondse of onderzeese LNG-tanks. De betonnen zijwanden blijven dicht, eventueel door bevrozing van de omringende media. De verdampingsoppervlakte blijft beperkt tot het dakoppervlak waar, door de instorting, LNG blootgesteld wordt aan de lucht. De gevarengrens is te situeren op circa 0,8 maal het grootste horizontale lengte-element van een tankdoorsnede ter hoogte van het dak.

C. Veiligheidsbeschouwingen specifiek betrokken op het Zeebrugse gebied

1. *Metaantankeroperaties*

Bekeken vanuit het standpunt van de energie-inhoud, stemt een 125.000 m³ LNG-tanker overeen met een petroleumtanker van 75.000 DWT. Operaties met zulke petroleum-hoeveelheden zijn koerant in Zeebrugge.

Het zou daarnaast onlogisch zijn als maximaal denkbaar ongeval voor de metaantanker in aanmerking te nemen het ogenblikkelijk in de havenwateren terechtkomen van de totale inhoud, zijnde 125.000 m³ LNG. Dat kan echter wel het geval zijn voor de petroleumtanker. Welnu, de ramp waarbij ogenblikkelijk 75.000 ton olie in of juist buiten de haven in zee zou terecht komen zou veel erger zijn dan de ramp met het LNG.

Aardgas is niet bevuilend terwijl petroleum, in zulke hoeveelheid, een blijvende vervuiling voor misschien wel een heel seizoen zou betekenen. Het aardgas zou echter na minuten, maximaal een paar uur verdwenen zijn, evenals de gaswolk, die ten hoogste binnen een straal van 2.000 m een gevaar met zich zou meebrengen. De petroleumdampen daarentegen zouden gedurende een lange tijdsduur een reëel gevaar betekenen.

Daar tenslotte ook andere elementen, zoals economische redenen in verband met de omdraaitijd van de tanker, en technische en veiligheidsredenen in verband met het in beslag nemen van de zeesluis, de evacuatiemogelijkheden en de evacuatie-duur, er voor pleiten de metaantanker niet in de achterhaven toe te laten, kan een afmeren in de voorhaven als bijkomende veiligheid ingebouwd worden zodanig dat ook bij kleine risico's vlug zee kan gekozen worden. Proeven hebben uitgewezen dat een veilig en niet vervuilend dumpen van LNG in noodgeval mogelijk is.

2. *LNG-tanks*

Een opslagkapaciteit van 300.000 m³ LNG heeft een energie-inhoud equivalent aan 180.000 ton petroleum. De huidige in Zeebrugge opgestelde petroleumtanks hebben daarentegen een capaciteit van ongeveer 500.000 ton petroleumprodukten.

Anderzijds vergen bovengrondse dubbele stalen tanks belangrijke terreinoppervlaktes als veiligheidszone daar het gaswolkrisico nooit volledig weg te nemen is, alhoewel aangepaste maatregelen zoals betonnen veiligheidsbermen de in acht te nemen afstanden gevoelig kunnen verkleinen. Omwille van de toeristische activiteiten aan de Belgische Kust moeten alle risico's echter tot een uiterste minimum worden beperkt. Bovengrondse tanks zullen daarenboven, in deze toeristische zone, een belangrijke gezichtshinder betekenen, waardoor deze opslagmogelijkheid moet geweigerd worden.

Daar deze tanks verder gevoelig zijn voor externe overdrukken en uitwendige warmtestraling, dient ook rekening gehouden met de aard van de in de onmiddellijke nabijheid te vestigen industriële activiteit. Op basis van de algemene veiligheidsvoorschriften enerzijds, en met de huidige technische kennis anderzijds, moet de bouw van de opslag-tanks, zelfs ondergronds, in de achterhaven worden afgeraden.

Daarentegen vergt de grote afstand tussen de aanlegsteiger in de voorhaven en de opslag in de achterhaven grote investeringen voor de bouw van een lange LNG-verbinding tussen deze beide elementen van de terminal. Rekening houdend met de situatie te Zeebrugge moet hiervoor een tunnel gebouwd worden van ongeveer 6 km lang. Daar deze tunnel toelaat de veiligheidsproblemen op te lossen zullen in eerste instantie bedrijfseconomische omstandigheden zoals kostprijs, verhoogde verdamping, verhoging van het nodige pompvermogen, tot het verwerpen van deze oplossing leiden.

Alle elementen samengenomen, in casu : een aanlegsteiger mag niet in de achterhaven ; zelfs ondergrondse tanks blijven problematisch ; een tunnelverbinding is noodzakelijk ; dan komt men tot de konklusie dat het opslaan van LNG in de achterhaven van Zeebrugge als onrealiseerbaar moet worden aangezien.

Gezien tenslotte de gediversifieerde rol van de haven moeten ook in de voorhaven dubbele stalen tanks als zeer problematisch gezien worden, alhoewel het probleem van de grote, vroeger aangehaalde, veiligheidszones door oordeelkundige keuze van de plaats, met andere woorden door gebruikmaking van openzee-oppervlakte, misschien eenvoudiger kan opgelost worden¹.

Vandaar dat de van uit veiligheidsstandpunt voor de hand liggende oplossing het ondergronds of onderzees bouwen van de opslagtanks

is. Het is daarom aangewezen de grootste aandacht te besteden aan een gedetailleerde studie van deze uitvoeringswijze, al dan niet gekombineerd met de uitvoering van strekdammen en de verdere uitbouw van de voorhaven. Nochtans is het duidelijk dat deze bouwwijze een maximum aan veiligheid biedt en de gevaarsafstanden, evenals de zichtbaarheid minimaliseert.

Vanuit veiligheidsoogpunt verdient een vaste constructie gezonken in zee, deels onder de zeebodem, de voorkeur boven de drijvende, afgemeerde pontonconstructie die het bijkomende risico van hinder voor de zeeverkeer meebrengt, naast tal van andere problemen die vroeger bij deze opslagmodaliteit werden aangehaald.

3. *Hervergassingsstations, nevenactiviteiten in verband met koude-rekuperatie, enz.*

Deze activiteiten stellen geen specifieke veiligheidsproblemen behoudens deze van interne veiligheid, algemeen bekend uit de gasektor en de kryogenie.

In het kader van de algemene ekologische begeleiding van de activiteiten langs de Belgische Kust moet nochtans aandacht gevraagd worden voor de aangewende brandstoffen voor verbrandingsinstallaties.

Algemene voorwaarden voor SO₂-emissies en zwavelinhoud van de gebruikte brandstoffen worden gegeven in een recente Belgische wetgeving⁷.

Daar de Belgische kustzone niet aangegeven is in de beschermde zones en dus hier de strengste veiligheidsvoorschriften niet automatisch van toepassing zijn, is het noodzakelijk de verplichting toch op te leggen om de hervergassingseenheid te stoken met brandstoffen met een laag zwavelgehalte. De aanwending van aardgas is dan ook aan te bevelen.

⁷ Koninklijk Besluit van 8.8.1975. Koninklijk Besluit betreffende het voorkomen van luchtverontreiniging door zwaveloxyden en stofdeeltjes afkomstig van de industriële verbrandingsinstallaties.

4. BEPALING VAN DE NODIGE OPSLAGKAPACITEIT IN ZEEBRUGGE

A. Maximumgeval

Indien de opslag bij de leverancier tot de strikt nodige operationele capaciteit is beperkt, wat meestal het geval is, en er geen andere opslag, zoals ondergrondse gasvormige opslag is, dan is de terminal het enige regelement tussen gasbron en verbruiker. Alle steringen, regelmatig of onregelmatig, stroomopwaarts en stroomafwaarts, moeten opgevangen worden door een buffercapaciteit in de terminal. Vandaar dat met een aantal reserves zal moeten rekening gehouden worden.

Vooreerst is er een strategische reserve noodzakelijk voor het geval dat het gasleverend land zijn leveringen stopt, de vloeibaarmakingsinstallatie uitvalt, de wereldpolitieke toestand de metaanschepen stillegt. Het al dan niet aanleggen en de grootte van deze reservecapaciteit is een politiek-strategische beslissing, maar indien deze reserve aangelegd wordt moet ze — om zinvol te zijn — minstens een veelvoud zijn van 100.000 m³ LNG⁸.

Daarnaast is er een operationele reserve, opgelegd door het feit dat de tanker een regelmatige maar onderbroken aanvoer verzekert van telkens 130.000 m³ LNG die, in een interval van 10 à 12 uur, door de terminal moeten opgenomen worden. In grootte-orde is hiervoor een capaciteit nodig gelijk aan de tankercapaciteit.

Een reserve voor steringen op het zee-traject is eveneens onafwendbaar. Als maximum storing ingevolge weersomstandigheden of defekten, rekent men meestal met een dusdanige vertraging of voorsprong op de omdraaischema's van de metaantankers dat het onmiddellijk na mekaar lossen van twee tankers niet meer te vermijden is. Dit vereist een bijkomende opslagcapaciteit van bijna een tankercapaciteit. Een operationele reserve en een reserve voor steringen komen overeen met de in de literatuur vermelde minimumopslagcapaciteit van ± 2 maal-tankercapaciteit. Deze 2 maal-tankercapaciteitsregel zorgt er dan ook voor dat slechts zeer uitzonderlijk metaantankers met zeer dure wachttijden te maken krijgen; vervolgens is een reserve voor seizoenafnameverschillen noodzakelijk, daar de verhouding tussen de

⁸ 100.000 m³ LNG levert na vergassing circa 60.000.000 Nm³ gas, wat in 1975 ongeveer 2 dagen gemiddeld Belgisch verbruik betekent.

gemiddelde zomerafname ten opzichte van de gemiddelde winterafname voor de openbare distributie de grootte-orde van 1 op 4 kan aannemen, vergt deze faktor — bij een konstant ritme van tanker-aankomsten — zeer grote opslagcapaciteiten. Als grootte-orde mag men toch 300.000 m³ LNG vooropzetten; tenslotte is er de reserve voor dag-nachtschommelingen, die nochtans verwaarloosbaar is ten overstaan van de andere hierboven aangehaalde reserves en eveneens een reserve voor peak-verbruik bij zeer lage temperatuur. In grootte-orde en voor gans België mag de nodige opslag hiervoor op 100.000 m³ LNG geraamd worden.

Alhoewel een substitutie tussen de reservecapaciteiten het totaal een weinig kan verminderen, toch moet men er mee rekening houden dat terzelfdertijd een beroep zal worden gedaan op de reserve voor seizoenschommeling en de reserve voor piekverbruik, en dit gedurende de winter, die juist de meeste kansen biedt op storingen op het zeetraject.

B. Minimumgeval

De hierboven beschreven terminal moet over een uiterst hoge opslagcapaciteit beschikken. Om tot een minimum te komen, zijnde de capaciteit aangepast met de operationele reserve en de reserve voor storingen op het zeetraject, moeten bepaalde functies naar het binnenland verlegd worden. Een minimale terminal ontvangt periodiek volle tankerladingen en zendt een vaste, ononderbroken stroom van gas in het hoofddistributienet. De overschotten tenoverstaan van de verbruiksvraag, die aldus in het net ontstaan, worden opgeslagen in verlaten mijnen, in ondergronds te bouwen reservoirs (zoals te Loenhout mogelijk is), enz.

Teoretisch kan ook een 'opnieuw-vloeibaarmaken' in het binnenland vermeld worden, zodat onder LNG-vorm kan opgeslagen worden. Nochtans is dit kostprijs-technisch onzin. De te creëren binnenlandse gasvormige reserve moet voldoende zijn om de functies van strategische reserve, reserve ten aanzien van de seizoenafnameverschillen en tenslotte eveneens ten aanzien van het piekverbruik over te nemen. De minimumterminal heeft een eigen reserve van 250.000 à 300.000 m³ LNG.

C. Streefdoel

Vele argumenten kunnen vooropgezet worden, zoals strategische, schaafeffekten op kostprijsgebied, enz., om een gemengde piekreserve met strategische reserve in de terminal in te bouwen. Deze terminal zou dan over een opslagcapaciteit van 500.000 à 600.000 m³ LNG moeten beschikken.

D. Uitbouw in de tijd

De bestaande beschouwingen hebben betrekking op een terminal bestemd voor het verwerken van enkele tot ongeveer een tiental miljard Nm³ gas per jaar. De uitbreiding van de opslagcapaciteit verloopt niet evenredig met de hoeveelheid aangevoerd aardgas. Algemeen kan gesteld worden dat een uitbreiding nodig wordt telkens als er ook nood is aan een bijkomende aanlegsteiger. Deze noodzaak doet zich voor zodra de frekwentie van de aankomsten zo sterk verhoogd is dat regelmatig één tanker meer dan voorzien tegelijkertijd moet worden gelost. De uitbreiding van de opslagcapaciteit zal telkens van de grootte-orde van de tankercapaciteit zijn.

5. BOUWMETODEN EN ALTERNATIEVEN VOOR ZEEBRUGGE

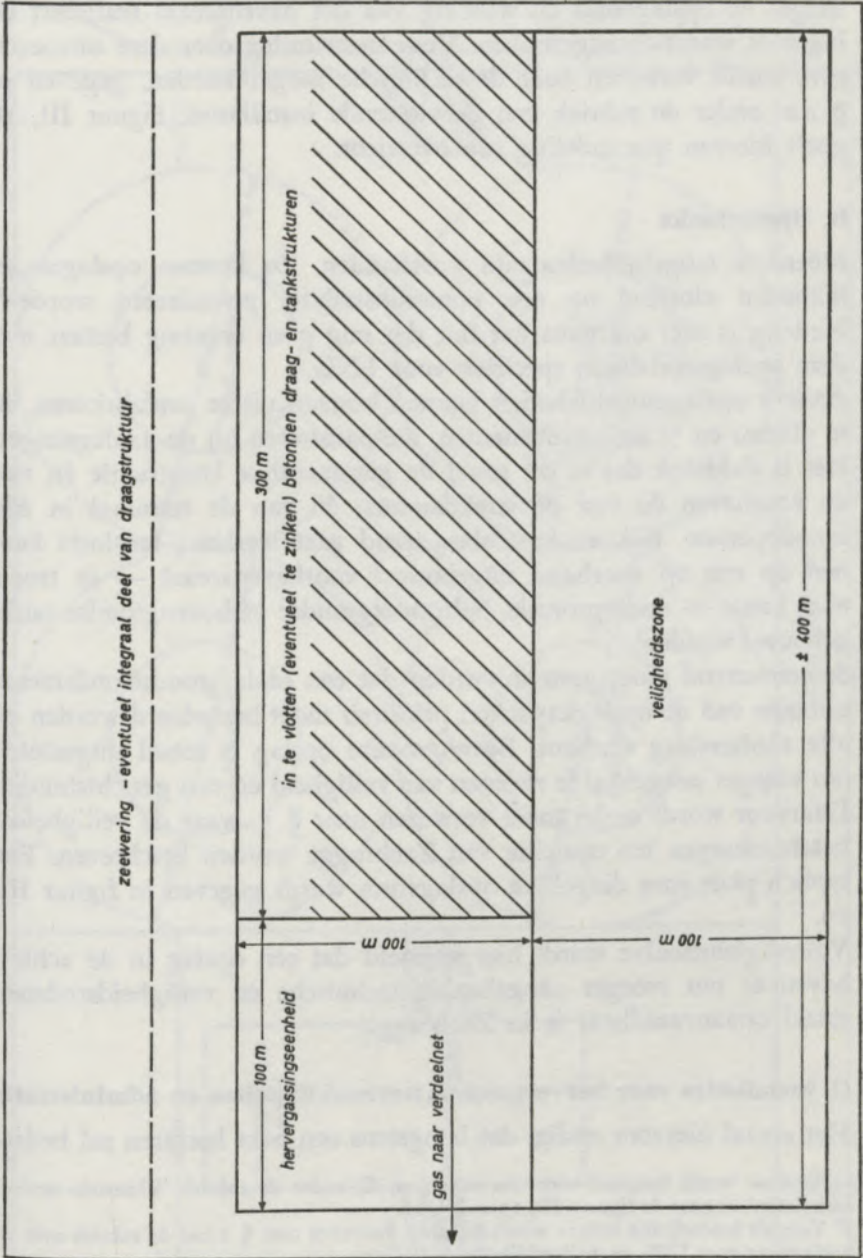
A. Het aanleggen van de metaantanker

In de veronderstelling dat de voorhaven uitgebouwd is, kan daarin een insteeddok voorzien worden om de metaantanker toe te laten veilig aan te leggen en veilig de LNG-lading over te pompen naar de opslagtanks.

Er kan ook een soort betonnen paalsteigerconstructie gebouwd worden of een aanlegmogelijkheid gerealiseerd worden, bestaande uit aan kettingen verankerde Single-Buoy-Mooring systemen (SBM-systemen). Beide systemen kunnen gebouwd worden in het voorhaven-areaal of naast de toegangspas. In het geval met de SBM-systemen kan het schip vrij ronddraaien om precies die ligging in te nemen waarbij de minste weerstand wordt ondervonden van de golf-, stromings- en windkrachten.

Anderzijds kan de aanleginstallatie ook deel uitmaken van een soort constructie buiten de kust die, in prefabrikatie, het geheel van én

Figuur III, 18 : Plan voor prefab-uitvoering



steiger én opslagtanks én winning van het havenareaal realiseert en ingevlot wordt en afgezonken. Voor meer uitleg over deze uitvoeringen, wordt verwezen naar de technische mogelijkheden, gegeven in § 2.2. onder de rubriek van de vlottende installaties. Figuur III, 18 geeft hiervan qua indeling een overzicht.

B. Opslagtanks

Meerdere mogelijkheden zijn voorhanden. Zo kunnen opslagmogelijkheden vlottend op een pontoninstallatie gerealiseerd worden¹. Nadelig is hier nochtans het feit dat nog geen ervaring bestaat met deze opslagmodaliteit, specifiek voor LNG.

Andere opslagmogelijkheden kunnen bestaan uit te prefabriceren, in te vloten en te zinken elementen, die aansluiten bij de aanlegsteiger. Het is duidelijk dat in dit geval de gezamenlijke constructie én van de voorhaven én van de strekdammen én van de terminal in één totaaloperatie, tijd- en kostenbesparend gaat werken; tenslotte kunnen op een op voorhand uitgebouwd voorhavenareaal — in theorie naar keuze — ondergrondse, halfondergrondse of bovengrondse tanks gebouwd worden².

Samenvattend moet gesteld worden dat een ondergrondse-onderzeese uitbouw van de opslagcapaciteit prioritair moet bestudeerd worden en alle aanbeveling verdient. Bovengrondse opslag is totaal uitgesloten om vroeger aangehaalde redenen van veiligheid en van gezichtshinder. Daarvoor wordt onder meer verwezen naar § 3. waar de veiligheidsbeschouwingen ten opzichte van Zeebrugge worden beschreven. Een typisch plan voor dergelijke opslagvorm wordt gegeven in figuur III, 19.

Volledigheidshalve wordt hier vermeld dat een opslag in de achterhaven er om vroeger aangehaalde technische en veiligheidsredenen totaal onaanvaardbaar is in Zeebrugge.

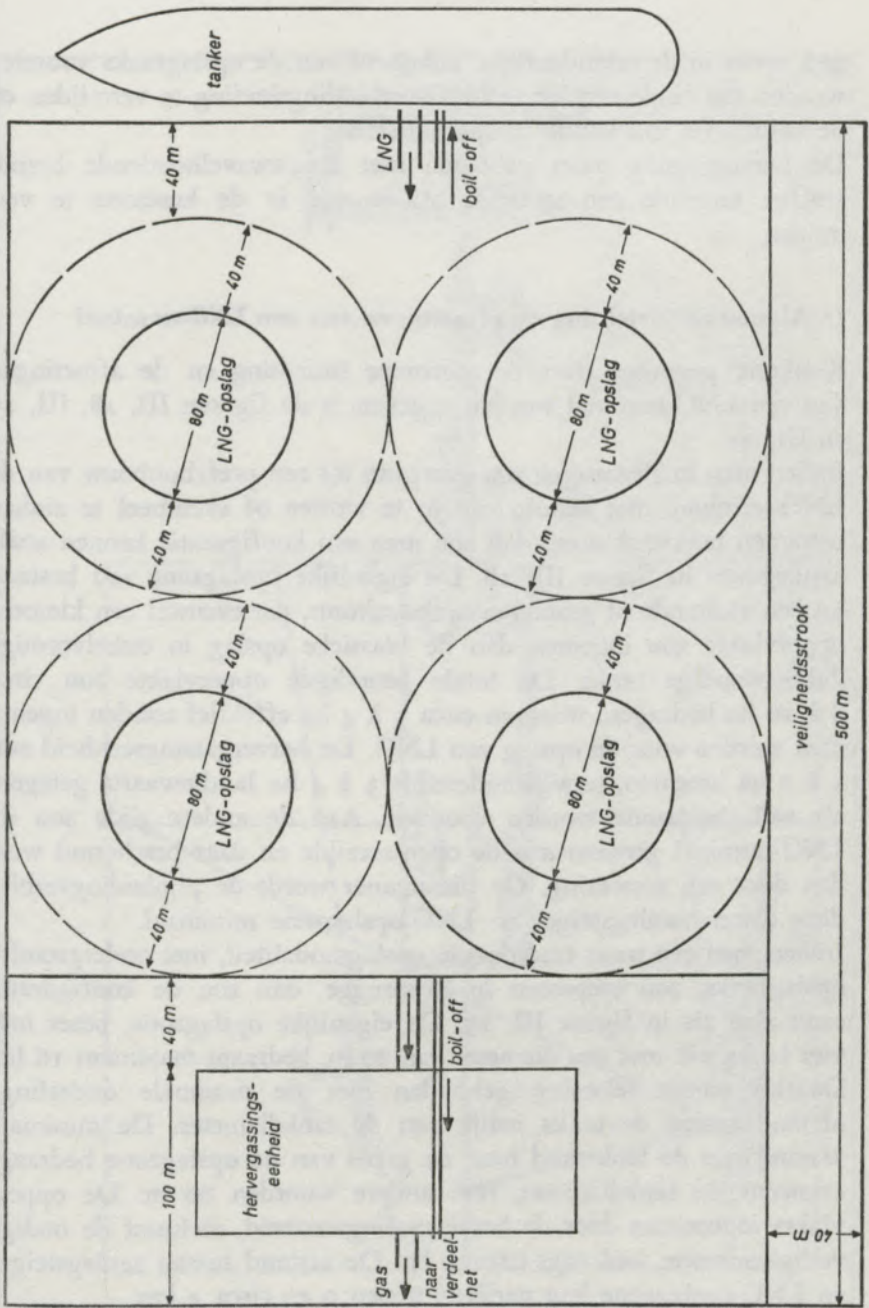
C. Installaties voor hervergassing, nevenactiviteiten en administratie

Het areaal hiervoor nodig, dat hoogstens een paar hectaren zal bedra-

⁵ Hiervoor wordt integraal verwezen naar § 2, C, onder de rubriek 'Vlottende opslaginstallaties' en naar de figuren III, 15 en III, 16.

¹⁰ Voor de beschrijving terzake wordt integraal verwezen naar § 2 met de rubriek over de opslagtanks voor LNG en de daarbij horende figuren.

Figuur III, 19 : LNG-opslag - plan - ondergrondse tanks met half-verzonken tanks met aardse berm



gen, moet in de onmiddellijke nabijheid van de opslagtanks voorzien worden ten einde een lange LNG-verbindingsleiding te vermijden en de valorisatie van koude te optimaliseren.

De hervergassing moet gebeuren met laag-zwavelhoudende brandstoffen teneinde een storende SO₂-emissie in de kustzone te vermijden.

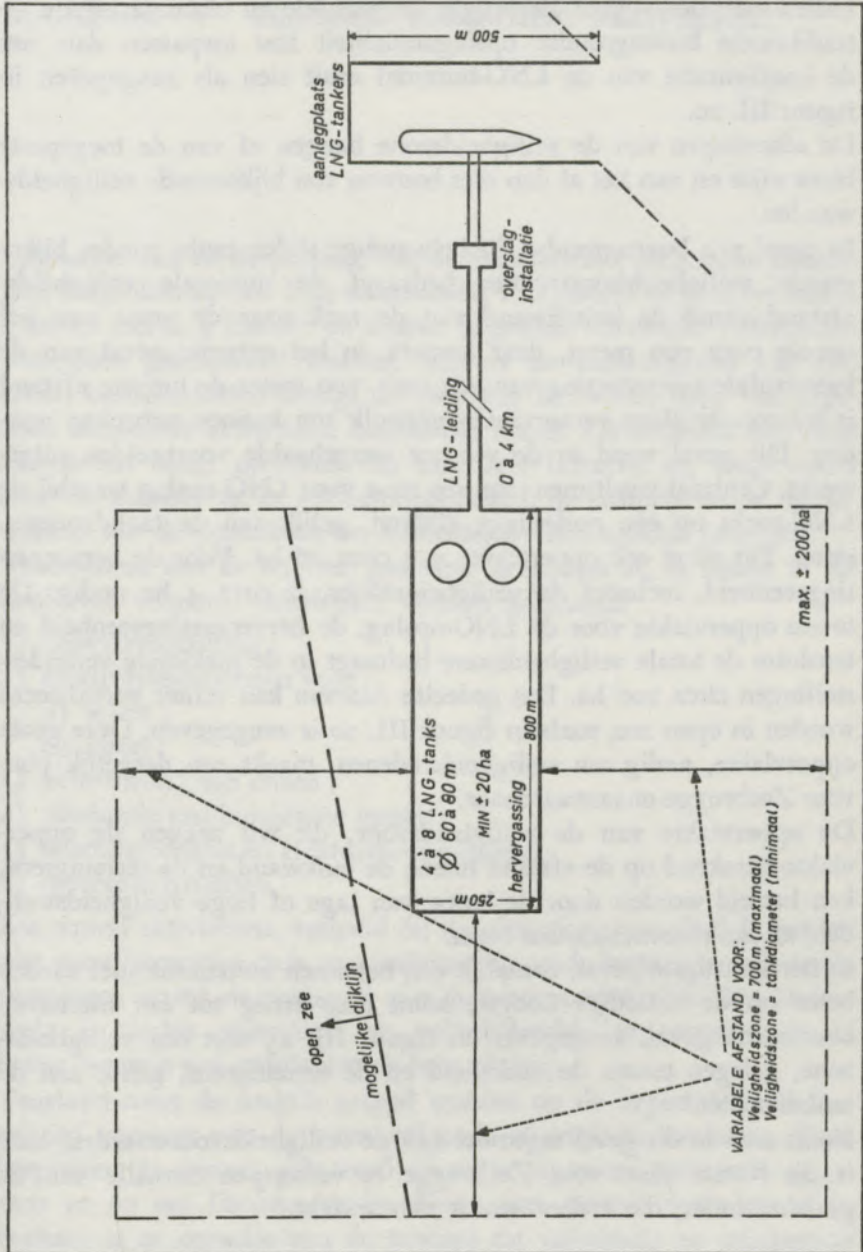
D. Algemene inrichting en afmetingen van een LNG-terminal

Konkrete gegevens over de algemene inrichting en de afmetingen van een LNG-terminal worden gegeven in de figuren III, 18, III, 19 en III, 20.

Indien men in Zeebrugge zou overgaan tot een prefabuitbouw van de LNG-terminal, met behulp van in te vloten of eventueel te zinken betonnen tankstructuren, dan zou men een configuratie kennen zoals aangegeven in figuur III, 18. De eigenlijke opslagzone zou bestaan uit een vlottende of gezonden tankstructuur, die evenwel een kleinere oppervlakte zou innemen dan de klassieke opslag in cirkelvormige dubbelwandige tanks. De totale benodigde oppervlakte zou circa 8 à 10 ha bedragen, waarvan circa 3 à 4 ha effectief zouden ingenomen worden voor de opslag van LNG. De hervergassingseenheid zou 1 à 2 ha innemen, terwijl anderzijds 3 à 4 ha landinwaarts gelegen, als veiligheidszone worden voorzien. Aan de andere zijde zou de LNG-terminal grenzen aan de open-zeezijde en daar beschermd worden door een zeewering. Op die manier wordt de pijpleidingverbinding tussen aanlegsteiger en LNG-opslagzone minimaal.

Indien men een meer traditionele opslagmodaliteit, met ondergrondse opslagtanks, zou toepassen in Zeebrugge, dan zou de configuratie eruit zien als in figuur III, 19. De eigenlijke opslagzone, bezet met vier tanks, elk met een diameter van 80 m, bedraagt maximum 16 ha. Daarbij wordt rekening gehouden met de minimale onderlinge afstand tussen de tanks gelijk aan de tankdiameter. De minimale afstand van de tankwand naar de grens van de opslagzone bedraagt eveneens de tankdiameter, met andere woorden 80 m. De oppervlakte ingenomen door de hervergassingseenheid, inclusief de nodige veiligheidszone, bedraagt circa 4 ha. De afstand tussen aanlegsteiger en LNG-opslagzone kan variëren tussen 0 en circa 4 km.

Figuur III, 20 : Algemene inrichting en afmetingen van LNG-terminal



Indien men de — voor Zeebrugge ongeschikte en onaanvaardbare — traditionele bovengrondse opslagmodaliteit zou toepassen dan zou de configuratie van de LNG-terminal eruit zien als aangegeven in figuur III, 20.

De afmetingen van de veiligheidszone hangen af van de toegepaste bouwwijze en van het al dan niet bouwen van bijkomende veiligheids-wanden.

In geval van bovengrondse dubbelwandige stalen tanks zonder bijkomende veiligheidskonstrukties bedraagt de minimale veiligheidsafstand vanaf de buitenwand van de tank naar de grens van het terrein circa 700 meter, daar immers, in het extreme geval van de katastrofale ineenstorting van een tank, 700 meter de uiterste afstand is waarop de aldus veroorzaakte gaswolk zou kunnen ontstoken worden. Dit geval werd in de vroeger aangehaalde voorbeelden uitgewerkt. Centraal vindt men dan een zone voor LNG-opslag waarbij de LNG-tanks op een onderlinge afstand, gelijk aan de tankdiameter, staan. Dit vergt een oppervlakte van circa 16 ha. Voor de hervergassingseenheid, inclusief de veiligheidszones, is circa 4 ha nodig. De totale oppervlakte voor de LNG-opslag, de hervergassingseenheid en tenslotte de totale veiligheidszone bedraagt in de maximale veronderstellingen circa 200 ha. Een gedeelte daarvan kan echter gerealiseerd worden in open zee, zoals in figuur III, 20 is aangegeven. Deze grote oppervlakte, nodig om veiligheidsredenen, maakt een dergelijk plan voor Zeebrugge onaanvaardbaar.

De oppervlakte van de veiligheidszone, dit wil zeggen de oppervlakte berekend op de afstand tussen de tankwand en de terreingrens, kan herleid worden door de bouw van lage of hoge veiligheids-wanden, al dan niet met aarden berm.

In het gunstigste geval, namelijk een betonnen buitentank met aarden berm op de volledige hoogte, komt men terug tot het hierboven beschreven geval, aangegeven in figuur III, 19 met een veiligheidszone, gelegen tussen de tankwand en de terreingrens, gelijk aan de tankdiameter.

Komt men in dit geval tegemoet aan de veiligheidsvoorwaarden, toch is dit laatste plan voor Zeebrugge te verwerpen omwille van de gezichtshinder, die erdoor wordt veroorzaakt.

hoofdstuk V afgeleide industriële activiteiten

Uitgaande van de bespreking van de verschillende technische bindingen, besproken in deel I en schematisch voorgesteld in de schemata I, 1 tot en met I, 4 kunnen de daaruit afgeleide industriële activiteiten ekologisch geëvalueerd worden. Immers de aanwezigheid van een aantal basisprodukten brengt de vestiging in tweede orde van afgeleide industriële activiteiten binnen het bereik. De realisatie van deze activiteiten hangt nochtans van zeer vele factoren af, zoals onder meer de aanvoer- en de afvoermogelijkheid, de kostprijs en de marktwaarde van de produkten, en tenslotte, de ekologische gevolgen.

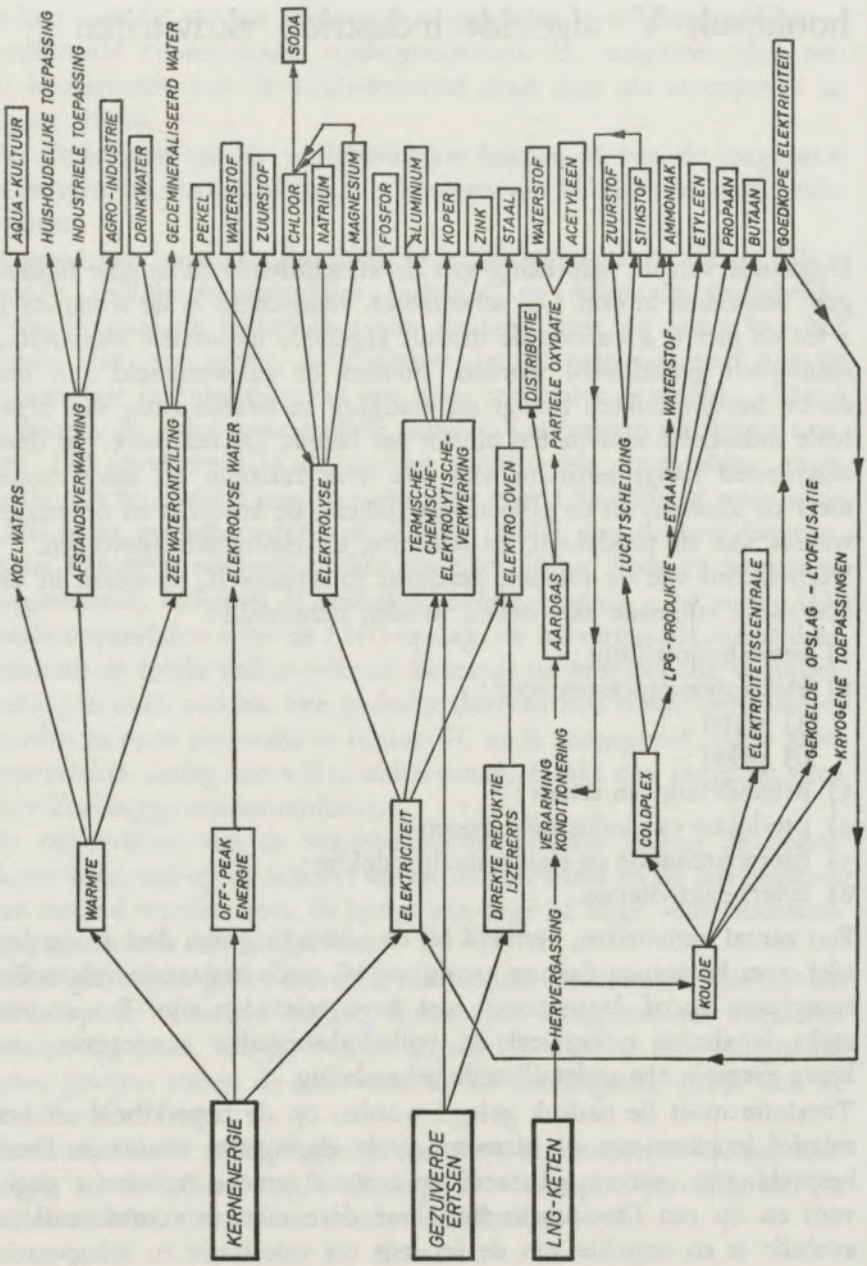
Vertrekkend van de relaties, geschetst in schema II, 2, zullen in dit hoofdstuk volgende activiteiten worden behandeld :

- 1) zeewaterontzilting ;
- 2) elektrolyse-processen voor :
 - a) water ;
 - b) pekels ;
- 3) behandeling van erts ;
- 4) produktie van industriële gassen ;
- 5) ijzerertsreduktie en elektrostaalproduktie ;
- 6) diverse activiteiten.

Een aantal activiteiten, vermeld bij de uitwerking van deel I, werden niet meer hernomen daar ze aansluiten bij reeds bestaande industriële complexen en/of daarenboven niet havengebonden zijn. Een andere reeks is slechts principieel en volledigheidshalve aangegeven, en kreeg evenmin een gedetailleerde behandeling.

Tenslotte moet de nadruk gelegd worden op de beperktheid en het relatief karakter van de hiernavolgende ekologische evaluatie. Deze bespreking is immers gebaseerd op meer algemene technische gegevens en op een literatuurstudie. Daar deze materie voortdurend in evolutie is en omwille van de tendens tot valorisatie en rekuperatie

Schema III, 2 : Afgeleide industriële activiteiten



van afvalstoffen, zal elk voorgedragen projekt in de toekomst, op basis van de eigen technische en ekologische karakteristieken, moeten besproken en bestudeerd worden. Het is derhalve onmogelijk één of meerdere activiteiten definitief en onvoorwaardelijk uit te sluiten of te aanvaarden.

I. ZEEWATERONTZILTING

De vaststelling dat de behoeften aan distribueerbaar drinkwater, zowel voor huishoudelijke als voor industriële doeleinden, in de laatste jaren enorm gestegen zijn en het feit dat de normale bevoorradings- en produktiemogelijkheden de snelle evolutie niet meer kunnen volgen, zet de ontziltling van zeewater in een interessant daglicht. De bestaande technologie, voornamelijk gebaseerd op destillatieprocessen, verliest echter aan haalbaarheid omwille van de verhoging van de energieprijis, die momenteel voor circa 40 % tot 65 % meelt in de totale produktieprijis van ontzilt water.

Het binden van ontziltlingseenheden aan het stoomcircuit van elektrische centrales, en dan vooral kerncentrales, brengt een enigszins nieuw beeld in deze produktiemetode van drinkwater. Nochtans moet de produktie van ontzilt water ten behoeve van de drinkwaterbevoorrading afgewogen worden in het economisch perspektief van alle winnings- en produktiemogelijkheden samen.

Het benutten van afvalwarmte bij wijze van voorverwarming van het ingenomen water en het aanwenden van een deel van de geproduceerde stoom, maakt, dat enerzijds de energiebijdrage in de waterkostprijis daalt, en anderzijds dat de termische belasting van het oppervlaktewater afneemt.

De eigenlijke ontziltlingstechnologie is ekologisch gezien niet belastend. De technieken zijn aanvaardbaar. Er zijn echter bepaalde bemerkingen te maken met betrekking tot de remineralisatie, de kontaminatie en de distributie van ontzilt zeewater.

Door destillatie worden weliswaar zeer vele komponenten verwijderd. Aangezien het nu vast staat dat bepaalde organische of complexe verbindingen daarentegen in het destillaat blijven, betekent de bestendige controle van deze destillaten een noodzaak in het kader van de drinkwaterproduktie. Het is onder meer bekend dat bepaalde zeld-

zame metalen organische bindingen vormen, waardoor ze onder die vorm mee overgaan in het destillaat. De manier waarop dit gebeurt is nog niet bekend. Dit mechanisme is thans nog verder in onderzoek. Anderzijds is het ook zo dat door eliminatie van vrijwel alle zouten, het ontzilt water moet gere-mineraliseerd worden om op die manier de aangename smaakeigenschappen van het drinkwater te herwinnen. Een klein gedeelte van de produktie kan aangepast worden door menging met voorbehandeld oppervlaktewater. Het grootste gedeelte nochtans zal een remineralisatie ondergaan. Het ophardingsproces is op zichzelf onvoldoende bekend. Niet alle toegevoegde produkten echter zijn volgens de Belgische wetgeving toegelaten, zodat wettelijke aanpassingen zullen nodig zijn. Tenslotte is het zo dat de minimale concentraties van vele zouten en metalen, noodzakelijk voor de mens en eventueel op te nemen via het drinkwater, ongekend zijn.

Daar nog al eens wordt voorgesteld de drinkwaterproduktie te baseren op de ontzilting van zeewater, ontnomen uit de direkte omgeving van een kerncentrale en dit omwille van de vermindering van de afvalwarmte, rijst hiertegen in Nederland hevig verzet. Het gevaar voor een eventuele opstapeling van radio-aktiviteit in het drinkwater ligt aan de basis daarvan.

Bepaalde organische componenten, aanwezig in zeewater, die zouden overdestilleren, zijn de oorzaak van afwijkingen in de smaakeigenschappen. Het risico voor dergelijke kontaminaties of smaakverstoringen is vrij groot en de bestrijdingsmechanismen ervan zijn niet gekend.

Tenslotte zijn er nog enkele problemen betreffende de distributie van ontzilt zeewater via de bestaande en reeds gebruikte transport- en distributienetten. De gedeeltelijk afwijkende samenstelling van ontzilt water ten opzichte van deze van drinkwater, laat vermoeden dat de samenstelling van het ontzilt water zou kunnen veranderen tijdens het vervoer doorheen het gebruikte leidingsnet. Toegepast onderzoek is daaromtrent aan de gang.

Tot besluit moet nog de aandacht gevraagd worden voor de verwijdering van de pekkel. Het is immers zo dat een hoeveelheid pekkel even groot als de hoeveelheid ontzilt water in de ontziltingsinstallatie geproduceerd wordt. De aanwezigheid van tal van metalen en halogenen, maakt de valorisatie van deze pekkel interessant. Nochtans

is de concentratie ervan nog te laag om de winning ervan rendabel te maken zodat een verdere aanrijking ervan noodzakelijk is.

De rekuperatie van metalen en halogenen, door valorisatie van de pekkel, steunt vrijwel steeds op elektrolyse. De studie van de rekupe-
ratie van zeldzame metalen uit pekkel is thans nog in volle evolutie. De rendabiliteit ervan is thans nog zeer laag, maar niettegenstaande deze vaststelling wordt het onderzoek hieromtrent voortgezet. De realisatie van elektrolysetechnieken voor de produktie van chloor, natrium en magnesium worden verder besproken in dit hoofdstuk onder de rubriek : Elektrolyse van pekkel.

De ontzilting van zeewater als produktiemethode voor industrieel proceswater van zeer hoge kwaliteit, ondervangt heel wat van de hierboven genoemde beperkingen of problemen. In die zin liggen de kansen ruimer. Een evaluatie ervan blijft nochtans nodig. Nadeel is daarentegen de noodzaak tot het aanleggen van een tweede uitgebreid transport- en distributienet voor de levering van gedemineraliseerd water voor industriële activiteiten.

2. ELEKTROLYSE-PROCESSEN

De aanwezigheid van grote hoeveelheden elektriciteit, geproduceerd door de aanwezige kerncentrales, maakt het opzetten van een reeks elektrolyse-activiteiten aantrekkelijk.

Deze reeks mogelijkheden wordt echter beperkt omwille van de aanvoermogelijkheden van de grondstoffen tot de elektrolyse van water en de elektrolyse van pekkel.

A. Elektrolyse van water

De ter beschikking staande goedkope off-peak energie van de kerncentrale, geschat op circa 10 % van de nominale capaciteit en gebruikt voor de elektrolyse van water, maakt dit procédé zeer aantrekkelijk. Het feit dat de elektrische energie slechts onderbroken of fluktuërend wordt aangeboden is niet noodzakelijk een onoverkomelijk bezwaar.

Dit proces, gepland in de achterhaven van Zeebrugge, berust op een bestaande en goed gekende technologie zonder ekologisch nadelige

gevolgen. De aangevoerde basisgrondstof is gezuiverd water. Deze aanvoer is hier zonder problemen, noch qua kwaliteit noch qua kwantiteit. De elektrolyse gaat door in een alkalisch midden. De geproduceerde gassen, waterstof en zuurstof zijn te integreren in het aan te leggen net voor industriële gassen. De ekologsche bespreking ervan wordt naar § 4. van dit hoofdstuk verschoven.

B. Elektrolyse van pekkel

Pekkel is een produkt van de waterontziltingseenheden gebaseerd op destillatietechnieken gekoppeld aan de kerncentrales. Het is bekend dat de produktie van een aantal metalen berust op de elektrolyse van zeewater en daar de concentraties ervan in de pekkel interessant kunnen liggen, mag men verwachten dat de elektrolyse van pekkel economisch verantwoord wordt.

Via de elektrolyse van pekkel kan men al dan niet gezamenlijk chloor en soda winnen, magnesium en chloor en tenslotte natrium en chloor. De hoeveelheid pekkel is voldoende groot om al deze grondstoffen samen in economische kwantiteiten te produceren.

1) Chloor en soda

De twee voornaamste methoden om chloor op grote schaal te bereiden op basis van elektrolyse van natriumchloride, zijn de kwikmethode of amalgaammethode en de diafragma-methode.

In beide gevallen gaat de produktie van 1 ton chloor gepaard met de produktie van circa 1,13 ton soda. Tot nog toe werd de kwikmethode het meest gebruikt maar er tekent zich een tendens af om aan de diafragma-methode de voorkeur te geven, onder meer om ekologsche redenen. Deze laatste methode voorkomt immers de lozing van kwikzouten. Chloor wordt in de chemie aangewend als basisgrondstof voor de produktie van VCM-PVC enz.¹¹

Er moet echter aandacht geschonken worden aan de chloorwaterstof-emissies en aan het waswater. Een degelijke behandeling ervan is nodig, maar biedt technisch geen onoverkomelijke moeilijkheden. De filterafval van de pekkel moet afgevoerd worden en mogelijks verwijderd worden door dumping in zee.

¹¹ VCM : vinyl-chloride-monomeer en PVC : poly-vinyl-chloride worden beide aangewend in de kunststoffenindustrie.

Chloor is een geelgroen gas, met een sterk stekende geur, oplosbaar in water. Het is toxisch en tast de slijmvliezen aan, waarbij dan vooral gevaar bestaat voor de ademhalingswegen. De waarnemingsdrempel in de lucht ligt op 0,010 mg per liter lucht. Het chloorgas is ongeveer 2,5 maal zwaarder dan lucht en het weegt bij 0°C en 1 atmosfeer 3,214 kg per Nm³. Chloorgas kan geen vuur vatten maar het is chemisch zeer reactief, zodanig dat het zich vrijwel met alle elementen kan verbinden. Chloor is niet explosief maar de reactie met waterstof geeft aanleiding tot de vorming van een explosief mengsel, met name het chloorgas. De explosiegrenzen ervan gaan van 4 % tot 90 % waterstofgas in chloor.

Chloor moet opgeslagen worden onder druk. Zeer strenge veiligheidsmaatregelen zijn dan ook vereist bij de opslag, de behandeling en het transport van chloor.

Chloor wordt gemakkelijk vloeibaar gemaakt bij een temperatuur van circa -40°C. Veiligheidsredenen liggen aan de basis van een uitgesproken voorkeur voor een transport per spoor. Indien dit onmogelijk is, gaat de voorkeur naar transport per pijpleiding en dit in gasvormige toestand. Vervoer langs de weg moet om veiligheidsredenen drastisch beperkt en zelfs verboden worden. De MAC-limietwaarde² voor chloor ligt op 1 ppm.

Daar chloor algemeen als basisgrondstof gebruikt wordt in de chemische sektor, maar in het bijzonder bij de productie van anorganische en organische pesticiden en bij de productie van kunststoffen op basis van VCM en PVC, moet hier de nadruk gelegd worden op de ekologisch zware belasting voor de omgeving.

Monovinylchloride vormt de grondstof voor de PVC-poeders, waaruit dan kunststofartikels worden vervaardigd. In het vinylchlorideproces werden onlangs nog de veiligheidsvoorschriften zeer drastisch aangepast. Algemeen aanvaarde MAC-waarden worden thans gesteld op 1 ppm, als gemiddelde concentratie in de lucht gedurende een 8-uren werkdag. De absolute limietwaarde wordt gesteld op maximum 10 ppm en deze mag in geen enkel geval worden overschreden. De productie van anorganische en organische pesticiden betekent een

² MAC-waarde: maximum admissible concentration, met andere woorden limietwaarde voor de maximum toelaatbare immissiekoncentratie binnen het bedrijf, gedurende 8 uren per dag (volgens de Threshold Limit Values of Airborne Contaminants - A.C.G.I.H.).

groot gevaar voor de omgevende lucht en voor het omgevend waterig milieu. Eventuele bedrijfsstoringen hebben voor gevolg dat beperkte hoeveelheden van deze pesticiden geloosd moeten worden en onvermijdelijk schade zullen berokkenen.

Om deze redenen is het verwerken van chloor in de traditionele sectoren in de zone van de Belgische Kust in elk geval ekologisch onaanvaardbaar.

De produktie van chloorgas in de maritieme gebieden is daarentegen verantwoord. De opslag en het transport van chloorgas moet echter voldoende bestudeerd worden, teneinde alle brand- en explosiegevaar tot een minimum te beperken. Aan te bevelen is nochtans het gebruik van koude voor het vloeibaar maken van chloor en een transport onder vloeibare vorm per spoor. Op die manier kan een maximum aan veiligheid worden bekomen.

Transport onder gasvorm en per pijpleiding is technisch mogelijk. Nochtans moeten hier maatregelen worden genomen om eventuele interacties én met andere gassen, zoals onder meer met waterstof, én met materialen, zoals de pijpleidingen te vermijden.

Natriumkarbonaat of soda, dat als nevenprodukt ontstaat bij de produktie van chloor, wordt onder meer gebruikt in de scheikunde, in de textiel-ververijen, in de wolwasserijen en zelfs in de metallurgie en de papierindustrie. Soda is een kleurloos kristallijn produkt, licht oplosbaar in water, maar zonder enig gevaar, noch bij verwerking noch bij opslag en transport. Het is immers niet toxisch noch korrosief.

2) *Magnesium en chloor.*

Magnesium wordt op vele verschillende manieren gewonnen. De elektrolyseprocédés vallen gewoonlijk het goedkoopst uit. Deze aktiviteit gebeurt steeds in twee stappen; namelijk vooreerst de winning van magnesiumchloride uit ertsen, zeewater of pekelen en vervolgens de elektrolyse van magnesiumchloride.

Pekelen is bijna een onuitputtelijke bron voor de magnesiumwinning. Het gaat daarbij echter om een vrij recente technologie, op basis van het DOW-procédé. Per ton magnesium wordt echter 2,9 ton chloorgas als nevenprodukt geproduceerd. Met dit chloorgas kan onder meer zoutzuur geproduceerd worden. Het gas kan ook opgeslagen en ver-

voerd worden, ten behoeve van andere industriële sectoren, zoals verder in dit hoofdstuk wordt aangegeven onder de rubriek: chloorproductie.

Magnesium wordt vooral gebruikt bij de konstruktie van vliegtuigen en auto-onderdelen.

Magnesium zelf is een glanzend wit metaal dat gemakkelijk aan de lucht oxideert. De produktie van magnesium op zichzelf schijnt ekologisch niet veel problemen met zich mee te brengen. Als gevolg daarvan worden, aan de hand van de elektrolyse van pekkel, geen ekologische beperkingen opgelegd voor de produktie van magnesium in de maritieme zone. Het betekent, als procédé, een valorisatie van waardevolle metalen, aanwezig in de pekkel.

3) *Natrium en chloor*

Natrium wordt door elektrolyse gewonnen uit natriumchloride. Men bekomt chloorgas als nevenprodukt, in casu per ton natrium, circa 1,5 à 1,9 ton chloorgas, alnaargelang van de gebruikte methode. Algemeen wordt ofwel de diafragma-methode toegepast, ofwel de kwikmethode.

Zoals voor de produktie van chloor is hier de diafragma-methode te verkiezen om vroeger aangehaalde redenen. Het energieverbruik per ton produkt is nochtans hoger dan bij het amalgaam- of kwikprocédé. Natrium wordt gebruikt als reduktiemiddel in de organische scheikunde en voornamelijk bij de produktie van tetra-etyl-lood, een antiklop-middel in de benzine. Verder wordt het nog gebruikt bij de produktie van zeldzame metalen zoals titaan, zirkonium en andere, tenslotte en in vrij grote hoeveelheden voor de warmte-overdracht in de natriumgekoelde snelle kweekreactoren.

De transport- en opslagproblemen voor natrium zijn echter aanzienlijk. Natrium moet immers bewaard worden onder petroleum of in paraffine. Vandaar dat een winning door de verwerkende bedrijven veiliger en voordeliger is.

Gezien deze bedrijven niet in de maritieme gebieden langs de Belgische Kust worden aangetroffen, kan voor de produktie van natrium verwezen worden naar gebieden landinwaarts gelegen, waar natrium wordt verbruikt in de zopas aangehaalde industriële sectoren.

3. BEHANDELING VAN AANGERIJKTE ERTSEN

De behandeling van aangerijkte ertsen is gebaseerd op termische en/of chemische en/of elektrolytische verwerking en behoort alsdusdanig tot de groep van de elektriciteitsintensieve bedrijven. De behandeling van aangerijkte ertsen beperkt zich echter tot de winning van fosfor, aluminium, koper en zink.

Een afzonderlijke bespreking van deze vier produkties zoals ze eveneens werden opgenomen in schema I, 4 van de technische polarisatie in deel I, is noodzakelijk. Nochtans moet voorafgaandelijk gewezen worden op het probleem van de evacuatie van aanwezige onzuiverheden. Bij het smelten worden steeds zeer grote hoeveelheden slak geproduceerd die nadien onder ekologisch aanvaardbare voorwaarden moeten afgevoerd of verwerkt worden. In zeer vele gevallen is dit op het huidige ogenblik en met de bestaande technologie onmogelijk. Vandaar dat men zijn toevlucht neemt tot storten.

1) *Fosfor*

Het grootste deel van de geproduceerde witte fosfor, namelijk 90 % wordt verbrand tot P_2O_5 , dat de basisgrondstof vormt voor de produktie van zuiver fosforzuur en andere fosforverbindingen. Slechts een klein gedeelte van de geproduceerde witte fosfor wordt rechtstreeks gebruikt, namelijk in de farmaceutische industrie en dit wegens zijn giftige eigenschappen. Fosforzuur wordt gebruikt in de meststoffenindustrie. Daar wordt het echter geproduceerd uit de chemische behandeling van aangerijkt erts met zwavelzuur. Het op die manier geproduceerde fosforzuur is echter vrij onzuiver.

De produktie van vrije fosfor gebeurt in een elektrische oven en gaat daarbij uit van rijk fosfaat. Gezien de grote hoeveelheden aan onzuiverheden, die in het rijk fosfaat aanwezig zijn, moet bij deze technologie rekening gehouden worden met :

- 1) de nevenproduktie van slak, met een vrij inerte samenstelling. Literatuurgegevens vermelden per ton geproduceerde witte fosfor, de aanwezigheid van circa 10 ton slak, hoofdzakelijk bestaande uit inert calciumsilikaat ;
- 2) de produktie van stof, dat echter kan teruggevoerd worden. Per geproduceerde ton witte fosfor wordt circa 200 kg stof geprodu-

ceerd, hoofdzakelijk bestaande uit natrium, kalium en calciumfosfaat.

Een deel van het stof wordt onder meer meegevoerd met de gassen uit de fosforoven. Deze uitgedreven gassen à rato van circa 2.100 Nm³ per ton geproduceerde fosfor, bevatten circa 9 volumeprocent fosfor. De rekuperatie ervan gebeurt in een elektrische ontstoppingseenheid. De opslag van witte fosfor moet brandveilig gebeuren, afgesloten van de lucht en onder water. De risico's van de opslag van die aard, dat een direkte verbranding na produktie aangeraden is en een minimale tussenopslag zal nagestreefd worden.

Tenslotte moet nog vermeld worden dat bij het lossen van rijk fosfaat veelal stofproblemen zullen optreden. De losinstallaties zullen moeten voorzien worden van een afzuig- en opvangeenheid.

Vooraf de produktie van grote hoeveelheden inert slak, maakt dat bij de lokalisatie van deze produktie-eenheden stortmogelijkheden moeten voorzien zijn opdat de verwijdering van deze inerte materialen op ekologisch verantwoorde wijze zou kunnen gebeuren.

2) *Aluminium*

De winning van aluminium geschiedt uit bauxiet en meestal in 2 fasen: namelijk vooreerst de omzetting van bauxiet naar aluminiumoxide, langs termische weg en vervolgens de elektrolyse van aluminiumoxide.

Een tiental procédés bestaan, waaronder het Bayer-procédé het meest wordt aangewend.

Als gevolg van de karakteristieken van de basisgrondstoffen en de daarin ingesloten onzuiverheden, brengt de winning van aluminium een zeer grote hoeveelheid slib met zich mee.

Per ton aluminium worden 3 à 3,5 ton roodgekleurd slib voortgebracht dat hoofdzakelijk samengesteld is uit oxyden van silicium, aluminium, natrium, ijzer en titaan. Dit zijn veelal inerte componenten die op een verantwoorde wijze moeten kunnen geëvacueerd worden. Middelen tot rekuperatie of valorisatie ervan zijn momenteel ongekend.

Daarnaast moet de aandacht gevraagd worden voor de afvalgassen die onder meer teerhoudende produkten, sulfiden en fluoriden bevatten. Het zal dus nodig zijn deze gassen te wassen, maar het onvol-

doende technisch rendement van de wasinstallaties en de accumulatie van de restozingen in de omgeving, leveren ekologischer problemen op. Op grond van deze globale overwegingen, maar inzonderheid omwille van de grote hoeveelheden slib, moet de winning van aluminium volgens de traditionele technologie verwezen worden naar gebieden waar de evacuatie van het slib onder ekologischer verantwoorde voorwaarden kan gebeuren.

3) *Koper*

Ruw koper wordt langs termische weg uit ertsen geproduceerd. Daaropvolgend wordt het ruw koper gezuiverd volgens twee procédés³. Enerzijds bestaat er een elektrolyse met oplosbare anoden, beter gekend onder vorm van 'raffinage'. 80 à 85 % van de wereldproductie van koper wordt volgens deze methode gewonnen. Anderzijds komt ook een elektrolyse voor met onoplosbare anoden, gekend onder de vorm van 'extractie'. Slechts 10 % van de wereldproductie wordt op die manier gewonnen.

Met de raffinagemethode worden grote hoeveelheden anodisch slib geproduceerd. Waardevolle metalen, zoals goud, zilver, platina en palladium, worden hieruit gerecupereerd. Andere ertsen, zoals ijzer, lood, zwavel, arseen en antimoon, zijn niet-ekonomisch en/of niet-technisch recupereerbaar en moeten dus afgevoerd worden.

Om die redenen is dit produktieproces ekologischer moeilijker aanvaardbaar, tenzij men de weinig gebruikelijke methode van de extractie zou toepassen, die energetischer erg negatief uitvalt.

De aanwezigheid van koperstof in de omgeving, als gevolg van onvermijdelijke stofemissies, zou zeer hinderend zijn. Ten overstaan van de werknemers zijn de MAC-waarden voor koperstof⁴ vastgelegd op 0,1 mg per Nm³. Dit betekent een zeer lage drempelwaarde.

4) *Zink*

Zinkertsen worden in een eerste stap termisch voorbehandeld met een zogenaamd roost-procédé. Een moderne winning van zuiver zink

³ Vermeldenswaardig is het feit dat circa 5 à 10 % van het geproduceerde koper herwonnen wordt uit oud koper.

⁴ Volgens Threshold Limit Values of Airborne Contaminants - A.C.G.I.H.

gebeurt aan de hand van een elektrolyse met onoplosbare anoden, gekend onder de naam van 'de extraktiemethode'.

De aangevoerde en gebruikte zinkertsen zijn :

- a) ofwel zwavelhoudende verbindingen met circa 60 % zink en circa 30 % zwavel. Deze alleen komen in aanmerking voor elektrolyse ;
- b) ofwel zinkoxyden met 30 à 50 % zink.

De thans gebruikte winningstechnologie levert tal van afvalstoffen, die wel enig bezwaar opleveren. De geproduceerde slibcomponenten hebben een zekere economische waarde omwille van koper en cadmium. Een recuperatie is dus verantwoord. Deels zijn ze waardeloos wat het geval is voor het ammonium-ijzersulfaat slib, en de lood-zilver afval. In totaal worden per ton zink, circa 650 kg waardeloze afval voortgebracht, die moet gestort worden.

Wanneer zinkpoeder wordt geproduceerd bestaat er eveneens een gevaar voor zinkhoudende stofemissies. De MAC-limiet ervoor is vastgelegd op 5 mg per Nm³⁵.

Maximale immissiekoncentraties⁶ voor de omgeving ten opzichte van zink worden voorgesteld met volgende karakteristieken :

- maximum 0,5 mg per Nm³ als halfuurgemiddelde
- maximum 0,1 mg per Nm³ als 24-uurgemiddelde
- maximum 0,05 mg per Nm³ als jaargemiddelde.

Dit betekent eveneens dat men hier zeer lage limietwaarden aanneemt, teneinde het accumulatiegevaar van zink in de omgeving te vermijden. Naast een maximum aan veiligheid moet hier eveneens uitgezien worden naar speciaal geselecteerde vestigingsplaatsen voor deze productie-eenheden.

4. PRODUKTIE VAN INDUSTRIËLE GASSEN

De produktie van industriële gassen kan als afgeleide activiteit, enerzijds gebonden zijn aan de kernenergie (waterontziltling, met behulp van elektrolyseprocedures) en anderzijds aan LNG (Coldplex-eenheid, met behulp aan koude-energie).

⁵ Volgens Threshold Limit Values of Airborne Contaminants - A.C.G.I.H.

⁶ MIC-waarde : maximale toelaatbare immissiekoncentratie op de bodem, buiten het bedrijf, gedurende 24 uren per dag (volgens de recente VDI-voorstellen).

A. Elektrolyseprocédés

Het gaat hier meer speciaal over de produktie van waterstof, zuurstof en chloor.

De produktie van waterstof en zuurstof via de elektrolyse van water met de benutting van de off-peak elektriciteit van de kerncentrale werd reeds behandeld in hoofdstuk V, onder de rubriek: Elektrolyse van water. Zuurstof wordt vloeibaar opgeslagen bij een temperatuur van circa -188°C terwijl waterstof eveneens vloeibaar wordt opgeslagen bij een temperatuur van circa -253°C . Beide zijn reukloos en mengsels ervan zijn zeer brandbaar. Waterstof brandt daarenboven met een praktisch onzichtbare vlam. Geen van beide geeft toxische dampen af. Door de lage temperaturen van deze vloeistoffen moeten de nodige maatregelen genomen worden om contact met huid en ogen te vermijden en letsels, gelijkend op brandwonden te voorkomen.

Het transport van de gassen via een pijpleiding, geïntegreerd in een pijpleidingenstraat levert, ekologisch gezien, geen bezwaar. De realisatie van dergelijke leidingenstraat wordt in detail behandeld in deel II.

De produktie van chloorgas via de elektrolyse van pekkel werd behandeld in hoofdstuk III, onder de rubriek: Elektrolyse van pekkel.

Het transport van grote hoeveelheden chloor kan gebeuren ofwel onder vloeibare vorm per spoor ofwel onder gasvormige toestand per pijpleiding. Nochtans blijft er gevaar voor brand en explosie, en moeten specifieke voorzorgsmaatregelen bestudeerd en genomen worden ten opzichte van onder meer waterstof om de vorming van chloor-knalgas bij lekkage tegen te gaan.

B. Coldplex-procédés⁷

Voor de valorisatie van de koude-energie, aanwezig in het LNG en vrijkomend door de hervergassing van LNG tot aardgas, kan in de eerste plaats gedacht worden aan de produktie van stikstof. Stikstof wordt vloeibaar bewaard op een temperatuur van circa -176°C . Het is reukloos, niet brandbaar en het geeft geen specifieke giftige dam-

⁷ Bewerking van een model uitgewerkt door het Stanford Research Institute, California, door I.G. Witwer en andere. 'LNG-Energy Conservation with LNG-cold'. Chemical Engineering Progress, jan. 1976.

pen af. De vloeibare oplossing kan, in contact met de huid, letsels veroorzaken, te vergelijken met brandwonden. Er moeten derhalve maatregelen genomen worden om dergelijke contacten te voorkomen. Dit inerte gas kan gebruikt worden om het calorisch rijkere LNG-aardgas te verarmen van circa 10.000 kcal per Nm³ tot circa 8.400 kcal per Nm³ indien het verdeelnet dit vereist. De produktie van stikstof gebeurt in een luchtscheidingseenheid, waarbij dan gelijktijdig zuurstof zal geproduceerd worden. De onderlinge verhouding is regelbaar bij het ontwerp van het proces. Ekologisch zijn hier geen bezwaren. Gekoppeld aan deze luchtscheidingseenheid en eveneens op basis van de beschikbare koude-energie kan een Coldplexinstallatie uitgebouwd worden. Deze installatie kan dan instaan voor de produktie van etyleen, ammoniak en LP-gassen. Daarnaast is het aardgas nog de grondstof voor de produktie van acetyleen en waterstof.

De produktie van waterstof door partiële oxydatie van metaan is niet storend en de aansluiting op een gemeenschappelijk transport via pijpleidingen is ekologisch verantwoord.

De produktie van acetyleen door partiële oxydatie van metaan, zal de voorkeur verdienen ten opzichte van de meer traditionele produktie-procédés ofwel op basis van calciumcarbide ofwel met koolwaterstoffen, maar zonder zuurstofinbreng. Daar worden immers respectievelijk grote hoeveelheden inert calciumhydroxide geproduceerd, die moeten geëvakuëerd worden⁸, en vrij grote hoeveelheden roet gevormd⁹ dit laatste als gevolg van de onvolledige verbranding van koolwaterstoffen. Acetyleen is een kleurloos gas, dat in zijn gezuiverde vorm niet giftig is. Het is brandbaar, met een ontstekings temperatuur in lucht bij 335°C. Explosieve mengsels worden gevormd met lucht binnen de volumegrenzen van 2,5 tot 80 volumeprocent. Acetyleen is iets lichter dan lucht en het weegt bij 0°C en 1 atmosfeer 1,1709 kg per Nm³.

Gezien deze eigenschappen moet acetyleen brandveilig bewaard worden en veiligheidsmaatregelen tijdens het transport dringen zich op.

Gegevens volgens 'Uhlmans Encyklopädie der Technischer Chemie, 1974'.

⁸ Met het calciumcarbideprocédé: per ton acetyleen wordt 4 ton calciumhydroxyde geproduceerd.

⁹ Met het plasmaprocéde op basis van koolwaterstoffen zonder zuurstofinbreng worden per ton acetyleen 750 à 1.350 kg roet geproduceerd.

Als gevolg van enerzijds de aanwezigheid van stikstof uit de luchtscheidingseenheid en anderzijds waterstof uit de partiële oxydatie van aardgas, wordt de syntese van ammoniak aantrekkelijk. Het transport van ammoniak kan nochtans problemen met zich meebrengen.

Ammoniak vormt de basis voor de produktie van ureum, gebruikt in de kunstmeststoffen en in de chemische sektor. Ammoniak is een kleurloos maar scherp riekend en prikkelend gas, oplosbaar in water en zeer giftig. De ontvlammings temperatuur ligt bij 917 à 1.000°C. Het vormt met lucht ontplofbare mengsels waarvan de volumeverhoudingen variëren tussen 15,5 en 28 volumepercent bij 1 atmosfeer en kamertemperatuur.

Ammoniak is lichter dan lucht en het weegt bij 0°C en 1 atmosfeer 0,771 kg per Nm³. Produktie, opslag en transport zullen dus aan strenge veiligheidsmaatregelen moeten onderworpen worden. Ammoniak tast immers de slijmvliezen van ogen en longen aan. De waarnemingsdrempel ligt zeer laag namelijk 0,00066 ppm en de reukdrempel ligt eveneens zeer laag namelijk 0,049 ppm. Ammoniak wordt onder druk opgeslagen. De MAC-waarde is vastgelegd op 50 ppm of 35 mg per Nm³¹⁰.

Ten overstaan van de omgeving worden maximale immissiewaarden voorgesteld¹¹ met maximum 2 mg per Nm³ als halfuurgemiddelde, maximum 1 mg per Nm³ als 24-uurgemiddelde en tenslotte maximum 0,5 mg per Nm³ als jaaruurgemiddelde.

Aangezien de opslag- en vooral de transportmogelijkheden ingewikkeld zijn en vergaande veiligheidsmaatregelen moeten genomen worden, kan — ekologisch gezien — het transport van de afzonderlijke syntesekomponenten logischer zijn. Zo zou de syntese van ammoniak daar kunnen gebeuren waar de verdere verwerking ervan werd uitgebouwd. De keuze tussen beide opties dient nochtans op grond van economische overwegingen te gebeuren.

Bij de produktie van etyleen vertrekt men van etaan, gebruik makend van de koude-energie.

Etyleen is een kleurloos, brandbaar gas, weinig oplosbaar in water. Het vormt met lucht explosieve mengsels waarvan de volumeverhou-

¹⁰ Volgens Threshold Limit Values of Airborne Contaminants - A.C.G.I.H.

¹¹ Volgens recente VDI-voorstellen.

dingen variëren tussen 3 à 3,5 volumepercent en 16 tot 29 volumepercent.

Omwille van deze eigenschappen moet etyleen brandveilig opgeslagen worden. Etyleen is een basisgrondstof voor de chemische industrie, onder meer voor de produktie van etyleenoxyde. Transport per pijpleiding is mogelijk en betekent een relatief veilig vervoersysteem. De MAC-waarde wordt vastgelegd op 50 ppm¹².

Tenslotte moet men de produktie melden van LP-gassen, namelijk propaan en butaan. De opslag en het transport van deze gassen is voldoende bekend. Maatregelen tegen brand en explosie zijn echter noodzakelijk. De ervaring hiermee is echter voldoende groot om supplementaire risico's te kunnen vermijden.

5. IJZERERTSREDUKTIE EN ELEKTROSTAALPRODUKTIE

Door de daling van de schrootproduktie wordt het gebruik van gereduceerd ijzererts in de staalindustrie meer en meer overwogen.

De aanvoermogelijkheden voor ijzererts, de aanwezigheid van waterstof en zuurstof, en tenslotte de aanwezigheid van elektriciteit maken de integratie van deze staalproduktie in de maritieme zone van de Belgische Kust aantrekkelijk.

De bespreking moet echter opgesplitst worden in twee essentiële stappen namelijk de direkte reduktie van ijzererts en de produktie van staal in elektrische ovens.

De doorlopende omzetting van ijzeroxyde-tabletten (pellets) tot een hoogwaardig staal met gecontroleerde koolstofkoncentratie, is een technologie die ongeveer gelijktijdig ontwikkeld werd met de elektrische oven.

De meeste elektrische ovens opereren echter vanaf schroot of vanaf ijzerstaalsoorten uit de hoogovens, die dan een kwaliteitsverbetering ondergaan in de elektrische oven. De wijzigingen in de economische omstandigheden maken dat de direkte reduktie, thans nog zelden aangewend, meer en meer belangstelling krijgt.

De zuiverheidsgraad van het gereduceerd ijzer maakt het mogelijk

¹² Volgens de Occupational Safety and Health Administration of the United States (OSHA-limits).

staal te produceren van een zeer hoge kwaliteit en met een lage graad van onzuiverheden, zoals onder meer het zwavel- en fosforgehalte. Door de inschakeling van de direkte reductie en door gebruik te maken van de elektrische ovens, kan de produktie van staal in ekologisch aanvaardbare omstandigheden gebeuren.

A. Direkte reductie van ijzererts

De direkte reductie van ijzererts gebeurt in een daartoe speciaal gekonstrueerde oven. Deze oven is verdeeld in twee zones :

- 1) de reductiezone ;
- 2) de koelzone.

Een algemeen schematisch overzicht wordt gegeven in figuur III, 21. De reductiezone bevindt zich bovenaan in de oven. Het ingebrachte oxyde wordt voorverwarmd en daarna in metaal omgezet en gekarboniseerd. De reducerende gassen worden in de reductie-oven gevoerd op een gekontroleerde temperatuur, langs openingen op de buitenwand van de reductie-oven. Deze gassen reageren met de ijzeroxyden en elimineren op die manier de zuurstof.

Het na reaktie af te voeren topgas verwarmt eerst het ingebrachte erts, en wordt nadien afgevoerd, gekoeld en gewassen. Daardoor kunnen de meegesleurde deeltjes weggenomen worden en kan dit gas na konditionering terug in de kringloop gebracht.

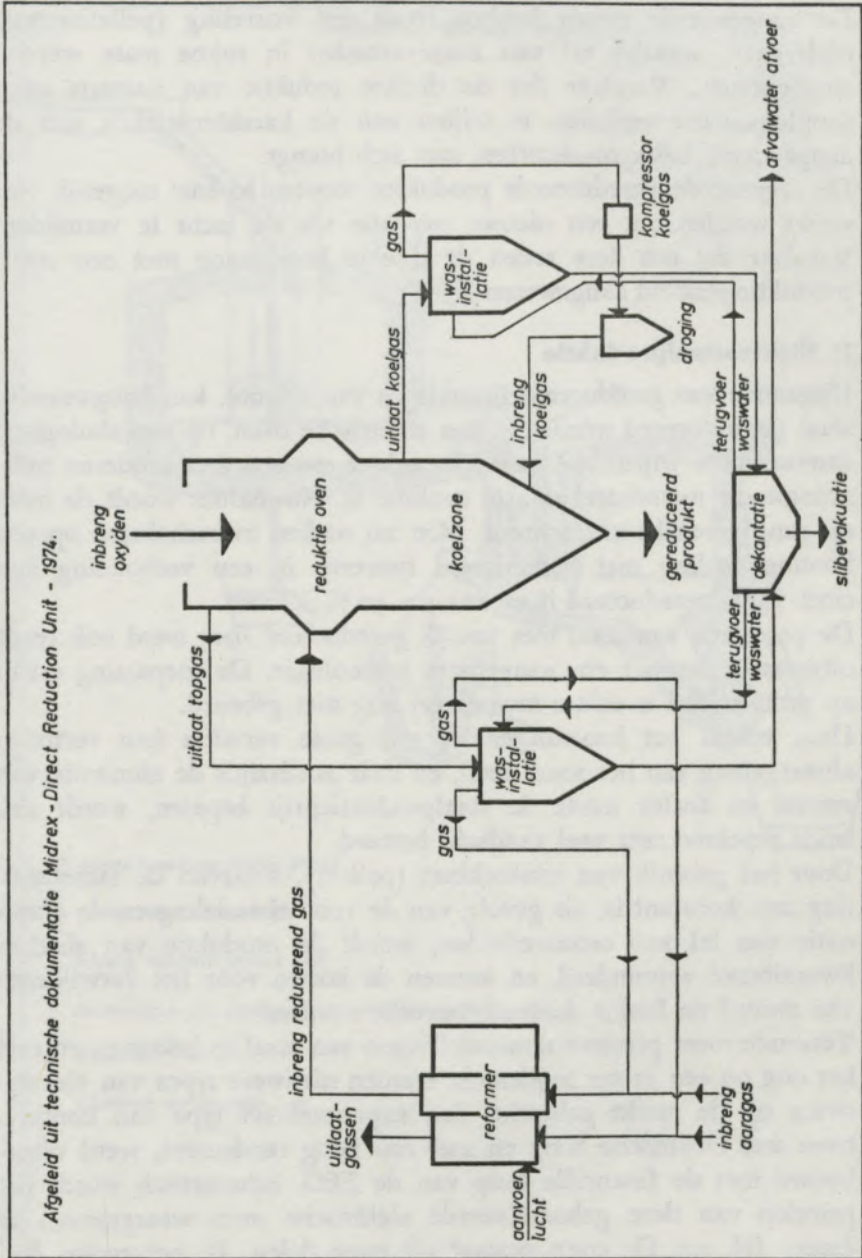
Het onderste gedeelte van de oven is de koelzone. Het neervallend metaal wordt er gekoeld met een koelgas, dat in gesloten circuit wordt gehouden. Het afgevoerde koelgas wordt opnieuw gekoeld, gewassen in een wasinstallatie en opnieuw ingevoerd in de reductie-oven.

De gereduceerde materialen bereiken op die manier een temperatuur van 30°C tot 50°C bij het uittreden.

De met behulp van een wasinstallatie afgescheiden deeltjes uit het reductiegas en uit het koelgas, worden uit het waswater geëlimineerd door dekantatie. Daardoor kan het waswater gedeeltelijk teruggevoerd worden en is het totale waterverbruik als gevolg van een noodzakelijke suppletie slechts 1,5 m³ per ton gereduceerd ijzer. Het gedeeltelijk afgevoerde waswater kan zonder meer geloosd worden.

De installatie is zeer kompakt uitgebouwd en kan, ekologisch gezien, zonder problemen geëxploiteerd worden.

Figuur III, 21 : Principe van directe reductie (Midrex-systeem)



De aangevoerde ertsen hebben reeds een korreling (pelletisering) ondergaan, waarbij tal van onzuiverheden in ruime mate werden weggenomen. Vandaar dat de direkte reductie van ijzererts geen supplementaire emissies, te wijten aan de karakteristieken van de aangevoerde basisgrondstoffen, met zich brengt.

De afgevoerde gereduceerde produkten moeten zo snel mogelijk verwerkt worden om een nieuwe oxydatie via de lucht te vermijden. Vandaar dat om deze reden de direkte combinatie met een staalproduktie-eenheid aangewezen is.

B. Elektrostaalproduktie

Uitgaande van gereduceerd ijzererts en van schroot, kan hoogwaardig staal geproduceerd worden in een elektrische oven, op een ekologisch aanvaardbare wijze. Het gaat hier echter om een zeer moderne technologie die momenteel nog in evolutie is. Normaliter wordt de oven op gang gebracht met schroot. Men zal nadien overschakelen op een kontinu-voeding met gereduceerd ijzererts, in een verhouding van circa 70 % gereduceerd ijzer en circa 30 % schroot.

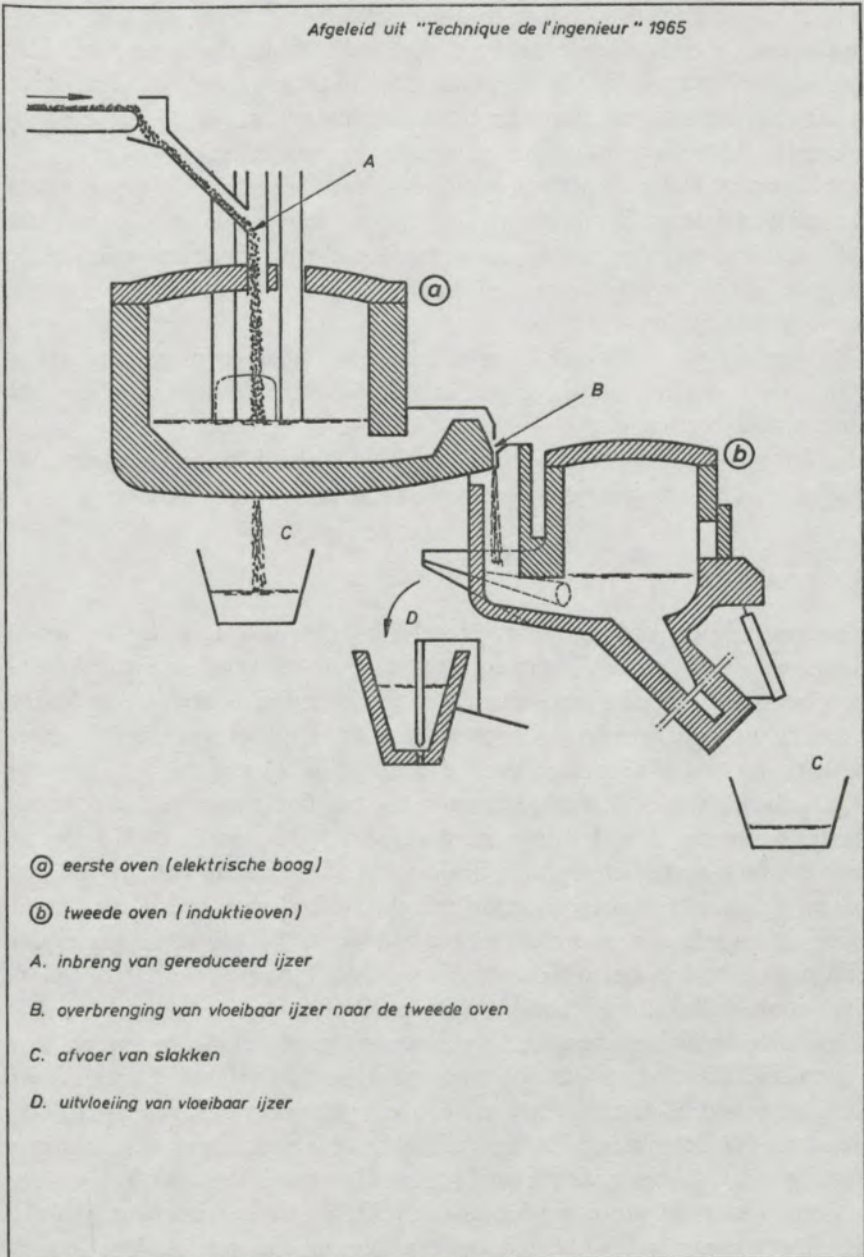
De produktie van staal met 100 % gereduceerd ijzer werd ook reeds uitgetest maar met een aangepaste technologie. De toepassing ervan op grote schaal is echter momenteel nog niet gebeurd.

Daar vooral het koolstofgehalte vrij grote variaties kan vertonen alnaargelang van het soort staal, en daar anderzijds de elimiatie van zwavel en fosfor mede de staalproduktieprijs bepalen, wordt aan beide aspecten zeer veel aandacht besteed.

Door het gebruik van ertsknikkers (pellets), waarvan de samenstelling zeer konstant is, als gevolg van de voorbehandeling en de elimiatie van tal van onzuiverheden, wordt de produktie van slakken kwantitatief verminderd, en kunnen de kosten voor het verwijderen van zwavel en fosfor drastisch beperkt worden.

Teneinde meer precieze samenstellingen van staal te bekomen en met het oog op een groter rendement werden nieuwere types van elektroovens op de markt gebracht. Een experimenteel type van kontinu-oven met elektrische boog en met een hoog rendement, werd uitgebouwd met de financiële hulp van de EEG. Schematisch wordt het principe van deze gekombineerde elektrische oven weergegeven in figuur III, 22. De oven bestaat uit twee delen. In het eerste deel

Figuur III, 22 : Principeesschema van een kontinu-elektrische oven



wordt in hoofdzaak het smeltproces gerealiseerd. Men gebruikt hiervoor een elektrische boogoven met een diskontinuïering. Het gesmolten ijzer vloeit via een overloop over naar een inductieoven, waar dan de temperatuur van het staal aangepast wordt en de precieze karakteristieken aan het staal worden verleend.

Uit de eerste oven wordt een geringe hoeveelheid slakken doorlopend geëvakuëerd, terwijl uit de tweede oven deze evacuatie diskontinuïe gebeurt. Door een kanteling naar voren giet men het staal over in de tweede oven, terwijl door een kanteling naar achteren de slakken verwijderd worden.

De produktie van ijzerslakken is minimaal daar een voorzuivering reeds doorgevoerd werd, voorafgaandelijk aan de vorming van de ijzeroxydetabletten.

Problemen van luchtvervuiling zijn hier vrijwel onbestaande zodat men hier kan spreken van een ekologisch zeer zuiver proces.

6. DIVERSE AKTIVITEITEN

Voortgaande op de gegevens vermeld in schema III, 2, bij de inleiding van hoofdstuk V, wordt nog een aantal afgeleide produktieprocessen aangehaald, waarvan de mogelijkheden hoopvol zijn, maar waar thans nog onvoldoende technische en konkrete informatie over bestaat om een ekologische evaluatie mogelijk te maken.

Het gebruik van kalorieën aanwezig in het koelwater van een kerncentrale maakt aquakultuur realiseerbaar. De haalbaarheid ervan wordt thans wetenschappelijk onderzocht. Proefnemingen op pilotschaal in Frankrijk werden voorlopig beëindigd met goede resultaten voor de kweek van garnalen en tong. Industriële toepassingen ervan zijn momenteel in het uitbouwstadium. Ook Japanse resultaten, waarover minder bekend is, zouden zeer positief zijn.

Wetenschappelijk onderzoek in verband met de versnelde kweek van vis en schaaldieren, wordt ook uitgevoerd in Nederland, Engeland en de Verenigde Staten. Er moeten echter wel voorzieningen getroffen worden met betrekking tot de radioactieve afval. Deze radioactieve afval wordt in de praktijk wel eens afgevoerd met de koelwaterstroom. Door de grote verdunningseffekten van het koelwater blijft de toegevoegde radioactiviteit op een niveau dat verwaarloosbaar is

en zelfs niet te ontdekken tegenover de natuurlijke radioactiviteit. Normaliter is in het koelwater dan ook geen radioactiviteit waar te nemen. Controle op een eventuele biologische opstapeling van radionucliden is evenwel noodzakelijk. Het idee om het warm retourwater van een afstandsverwarmingsstelsel voor agrarische doeleinden te gebruiken, ligt voor de hand. Daarbij beoogt men voornamelijk de irrigatie van akker- en bosgrond. Door het warme koelwater, wordt de vorstbeschadiging voorkomen, de vruchtverbranding in hete en droge perioden vermeden en tenslotte een groeiperiode in lente en herfst verlengd. Hier is wel nog heel wat onderzoekswerk nodig vooral in verband met het effectief gebruik van het irrigatiewater en de doelmatigheid van de bevoeiingsmethoden.

De aanwending voor verwarming van de bodem in kassen wordt thans eveneens bestudeerd in verschillende landen. De geografische nabijheid van de centrale is hier de beperkende faktor, indien men niet over een distributienet voor afstandsverwarming beschikt.

Evenals de bovenvermelde aquakultuur en de agrarische toepassing van koelwater, betekent de benutting van afvalwarmte ten behoeve van de afstandsverwarming in se een ekologisch aanvaardbare — meer zelfs, een milieubeschermdende — activiteit.

Ongeacht de technische realisatiemogelijkheden, heeft men hier te doen met het besparen van brandstoffen, als gevolg van het uitschakelen van individuele verwarmingsinstallaties en het benutten van afvalwarmte van een kerncentrale. Anderzijds is het zo dat verbranding van klassieke brandstoffen wordt vermeden, waardoor luchtvervuiling wordt tegengegaan en een meer optimale aanwending van de warmte wordt gerealiseerd.

Tenslotte moet nog vermeld worden dat het gebruik van koude-energie ten behoeve van gekoelde opslag en van lyofylisatietechnieken naar alle waarschijnlijkheid geen ekologische nevenaspecten zal vertonen. Het gebruik van koude voor kryogene toepassingen kan zelfs in de toekomst ekologisch positief worden. Hierdoor kunnen vermoedelijk waardevolle metalen gerecupereerd worden en zal de afvalverwerking met geïntegreerde rekuperatie mogelijk worden. Meer gedetailleerde gegevens zijn momenteel slechts fragmentair voorhanden.

hoofdstuk VI algemene konklusie inzake de ekologische evaluatie

De ekologische evaluatie van de produktie van elektriciteit op kern-energiebasis behandelt vooreerst de keuze van het reaktortype en de daaraan gebonden veiligheidsvoorschriften.

De produktie van gasvormige, vloeibare en vaste radioactieve afvalstoffen wettigt een geïntegreerde aanpak van de behandeling van deze afvalstoffen volgens de Belgische en internationale reglementeringen.

Laag-radioactieve afvalstoffen kunnen veelal ter plaatse worden onschadelijk gemaakt ofwel verwerkt. Middelmatische en hoog-radioactieve afvalstoffen kunnen ter plaatse veilig worden voorbehandeld en worden nadien, ter vernietiging of ter opberging of ter heropwerking afgevoerd, respektievelijk naar een centrale bergplaats of heropwerkingseenheid.

Net zoals voor de aanvoer van radioactieve brandstof, is voor de afvoer van de afgewerkte splijtstof en de hoger vermelde radioactieve afvalstoffen een geordend en speciaal transport noodzakelijk. Veiligheidsvoorschriften ten opzichte van reisroute, begeleiding, hulpdiensten en dergelijke, worden door de Belgische wetgeving bepaald, maar meer speciaal moet aandacht gevraagd worden voor de organisatie van het vervoer van deze stoffen. Daarbij wordt omwille van de kwetsbaarheid van deze trafiek, de uitgesproken voorkeur gegeven aan vervoer per spoor of te water. Nochtans zal deze aangelegenheid in een internationaal perspectief een oplossing moeten vinden.

De koppeling van een zeewaterontziltingsseenheid en van een afstandsverwarmingssysteem voor het oostelijk gedeelte van de Belgische Kust, aan de aanwezigheid van een kerncentralepark, betekent een vermindering van de af te voeren hoeveelheid warmte.

Daardoor zal de opwarming van het zeewater, als gevolg van de benutting van deze kalorieën, gunstig worden beïnvloed.

Alle negatieve aspecten van deze termische vervuiling zijn echter niet te ondervangen. Nochtans moet gezocht worden naar een drastische beperking ervan door de algemene inrichting van het kerncentralepark en door een optimale situering en vormgeving van de terugvoer van de koelwaterstroom.

Tal van veiligheidsfacetten en ecologische en technische problemen werden uitvoerig behandeld en bestudeerd door de Kommissie van Beraad inzake Kernenergie, in de schoot van het Ministerie van Economische Zaken. Voor deze aangelegenheden wordt dan ook integraal verwezen naar de technische rapporten van deze Kommissie van Beraad.

De aanvoer van ertsen wordt als activiteit integraal naar de achterhaven van Zeebrugge verwezen. De ertsentrafiek onder slurryvorm betekent een ecologisch verantwoorde trafiek. Eventuele stofproblemen ontstaan bij de bereiding van de slurry, zijn technologisch vrij goed te ondervangen en de realisatie van de bestrijding kan met een hoge graad van zekerheid gebeuren. Nochtans zal de behoefte aan aanzienlijke hoeveelheden water, nodig bij deze slurrybereiding, aandachtig moeten bestudeerd worden en een oplossing moeten krijgen in de geïntegreerde industriële uitbouw van het achterhavengebied van Zeebrugge.

De aanvoer van petroleumprodukten wordt gekarakteriseerd door een voldoende ervaring terzake om in het algemeen de ecologische problemen te vermijden. Accidentele lozingen, als gevolg van aanvoer- en losactiviteiten, opslag en transport zijn evenwel niet uitgesloten. Een daadwerkelijk actieplan, op concrete basis, voor de hulpdiensten die over de meest moderne uitrusting moeten beschikken, is een absolute noodzakelijkheid voor een moderne haven.

Op die manier moeten de verdere lozingen vermeden worden, de verspreiding van de geloosde hoeveelheid worden tegengegaan, de geloosde petroleum kunnen onschadelijk gemaakt worden, en moet tenslotte worden gedacht aan de evacuatie van de aanwezige petroleumresten.

De trafiek met tankers wettigt de aanwezigheid van een reinigingsinstallatie, waarbij de verschillende soorten afvalwaters van reinigingsoperaties, gekarakteriseerd door tal van soorten oliehoudende afvalwaters, op een ecologisch verantwoorde wijze kunnen behandeld worden.

Een aangepaste interne reglementering aangevuld met een effectieve controle zijn hier uiterst noodzakelijk.

De aanvoer en het opslaan van LNG zal, gezien de psychologische gevoeligheid en zelfs kwetsbaarheid van het kusttoerisme zo veilig en zo onopvallend mogelijk moeten gebeuren.

De aanvoer van LNG met metaantankers in de achterhaven, met andere woorden achter de sluisinrichtingen is om technische (bezetting van de sluisinrichtingen), om economische (omdraaitijd van de metaantanker) en tenslotte om veiligheidsredenen (evakuatiemogelijkheden en evakuatieduur) onverantwoord en totaal uitgesloten.

De minimale opslagcapaciteit, nodig te Zeebrugge, kan geraamd worden op circa 300.000 m³ LNG.

De opslagzone voor deze minimale hoeveelheden LNG is in de achterhaven onrealiseerbaar. Gezien het aanleggen van metaantankers er om bovenvermelde redenen is uitgesloten, zou het LNG moeten verpompt worden vanaf een aanlegsteiger in de voorhaven, naar de opslagzone in de achterhaven. De betrokken afstanden zijn zo groot dat het verpompen van LNG onder voldoende veilige voorwaarden technisch en vooral economisch zeer grote problemen zou stellen.

Vandaar dat de LNG-opslag in de voorhaven en ondergronds moet gebeuren. Een maximale veiligheid en — omwille van de psychologische gevoeligheid — een zo onopvallend mogelijke opslag wordt immers opgedrongen door de grote bevolkingsdichtheid in het gebied en door het bijzonder belang van de toeristische activiteiten voor de Belgische Kust.

Indien de opslag geïntegreerd wordt in de superstructuur van de voorhaven en samen met deze voorhaven wordt gerealiseerd, kunnen de opslagruimten ingevlot of gezonken gebouwd worden, met behulp van prefabsystemen. Op die manier is een maximale veiligheid te verwezenlijken met een minimum aan terreinverlies en is gezichtshinder vanaf de kustzone ondervangen.

Indien de opslagzone uitgebouwd wordt met de realisatie van het voorhavenareaal, moet de opslag van LNG ondergronds gebeuren. Daardoor wordt eveneens een maximale veiligheid gerealiseerd. Het verdampend oppervlak, bij scheuren van de binnentank, wordt beperkt tot de dakoppervlakte en de verdamping wordt minimaal. Op die manier tenslotte wordt de afstandsgrens, van waarop de ontstane gas-

wolk kan ontstoken worden, minimaal. De veiligheidsafstand tussen de tanks onderling is er gelijk aan de tankdiameter.

De aldus ontstane veiligheidszone, waarbij de veiligheidsafstanden vanaf de tankwand naar de terreingrens gelijkgesteld worden aan de tankdiameters, heeft een totale oppervlakte van circa 20 ha, waarvan circa 4 ha worden ingenomen door de hervergassingseenheid, inclusief de veiligheidszone. Door ondergrondse bouw zal eveneens de horizontverstoring vanaf de kustzone worden vermeden.

Naargelang van het toegepaste systeem kan dit 'ondergronds' ook 'onderzees' worden. Het is eveneens duidelijk dat deze bovenbouw van de LNG-tanks steeds hoger zal komen dan het waterpeil. Er wordt bedoeld dat de installaties, qua zichtbaarheid, zich moeten integreren in het normale uitzicht van een haven met dijken, kaaimuren, loodsen, kranen, enz.

Alle andere opslagmogelijkheden voor LNG zijn in de voorhavenzone van Zeebrugge om veiligheidsredenen, onaanvaardbaar.

De produktie van industriële gassen, deels door elektrolyse van water en pekkel met de benutting van de off-peak-energie van de kerncentrales, deels gekoppeld aan de benutting van de koude, vrijgezet bij de hervergassing van LNG, heeft als gevolg dat afnamemogelijkheden voor deze gassen moeten gezocht worden.

De produktie van waterstof en zuurstof uitgaande van elektrolyse van water enerzijds en de produktie van zuurstof en stikstof uitgaande van een luchtscheidingseenheid anderzijds, is ekologisch zonder problemen zowel wat de produktieprocessen aangaat, als wat de ontstane produkten betreft.

Het reduceren van voorgezuiverd ijzererts of ijzerknikkers gebeurt met waterstof en is een milieuvriendelijk proces dat veelal gekoppeld wordt aan de produktie van elektrostaal in elektrische ovens. Het geheel is ekologisch verantwoord en kan in de maritieme regio gerealiseerd worden.

De produktie van chloor, uitgaande van elektrolyse van pekkel is aanvaardbaar in maritieme gebieden. De afvoer van het geproduceerde chloor zal evenwel landinwaarts moeten gebeuren. Ofwel komt een gasvormig transport per pijpleiding in aanmerking, ofwel zal, door gebruik van koude, chloor vloeibaar moeten gemaakt worden. In dit

laatste geval verdient om veiligheidsredenen, het transport per spoor alle voorkeur.

De syntese van ammoniak is verantwoord maar de afvoer zal per pijpleiding moeten gebeuren naar de gebieden waar dit gas als basisgrondstof verder wordt verwerkt.

De produktie van etyleen op basis van etaan, uit het ingevoerde LNG onttrokken, en de produktie van acetyleen door partiële oxydatie van aardgas zijn gekende technieken zonder zware ekologiske problemen. De afvoer van deze gassen is mogelijk per pijpleiding en betekent een behoorlijk veilig transport.

De winning van magnesium uit pekkel, met een nevenproduktie van chloor, is aanvaardbaar. Het betekent, als procédé, een valorisatie van waardevolle metalen, aanwezig in de pekkel.

De behandeling van ertsen — ten behoeve van de winning van fosfor, koper, zink en aluminium en gebruikt in de non-ferro-metallurgie — wordt algemeen gekarakteriseerd door de produktie van grote hoeveelheden slak en/of slib. Deze inerte materie bevat de onzuiverheden van de aangevoerde aangerijkte ertsen. Waardevolle metalen kunnen op een ekonomisch verantwoorde basis gerekupereerd worden. De grote hoeveelheden onbruikbaar slak en/of slib en de evakuatiemogelijkheden ervoor, zijn nochtans van die aard dat ze — naast onder meer ook storende emissies en stofproblemen bij de winningsprocessen — belangrijke beperkingen meebrengen. De oplossing van deze problemen moet vooraf verzekerd worden vooraleer kan gedacht worden aan de kustzone als vestigingsplaats voor deze bedrijven.

Een aantal activiteiten, zoals onder meer aquakultuur met behulp van afvalwarmte van de kerncentrales, agro-industriële activiteiten op basis van de warme retourwaters van een afstandsverwarmingssysteem gekoppeld aan kerncentrales, kryogene toepassingen, gekoelde opslag en lyofilisatie en tenslotte elektriciteitsproduktie op basis van de aanwezige frigorieën, zijn zonder verdere ekologiske gevolgen en worden in deze evaluatie pro memorie aangehaald.

DEEL IV

KOSTEN-BATENANALYSE VAN DE OVERHEIDSINVESTERINGEN VOORHAVEN ZEEBRUGGE EN KERNENERGIE-EILAND

hoofdstuk I de uitgangspunten en werkschema van de kosten-batenanalyse

I. DE UITGANGSPUNTEN

Voor de opstelling van een maatschappelijke kosten-batenanalyse (hierna soms KBA genoemd) wordt vertrokken van een tiental uitgangspunten.

(1) In de KBA werd onmiddellijk een onderscheid gemaakt tussen twee projekten waartussen een grotere of een minder grote technische en/of economische relatie kan tot stand komen. Het betreft in concreto de uitbouw van de voorhaven te Zeebrugge en de bouw van een eiland voor een kerncentralepark met aanverwante activiteiten. Vermits ten aanzien van de lokalisatie van het kunstmatig eiland voor kerncentrales twee plaatsen zijn weerhouden, namelijk De Wandelaar en Smalbank II, volgt hieruit direkt de noodzakelijkheid van twee verschillende kosten-batenanalyses. Wij noemen deze analyses KBA-Wandelaar voor de combinatie Wandelaar-voorhaven Zeebrugge en KBA-Smalbank II voor de combinatie Smalbank II-voorhaven Zeebrugge. In de beide KBA's zal zoveel mogelijk het onderscheid worden gemaakt — zowel inzake de kosten als de baten — tussen het voorhavengedeelte en het gedeelte eiland voor kerncentrales. In wezen kan en moet men tot op een zekere hoogte, een onderscheid maken tussen KBA Voorhaven, KBA Wandelaar en KBA Smalbank II.

(2) Ten aanzien van de voorhaven van Zeebrugge wordt als werkhypothese weerhouden, dat enkel de marginale investeringen in het kader van de uitbouw van de nieuwe voorhaven in rekening dienen gebracht. Verder in dit gedeelte wordt aan de marginale investeringen een meer precieze inhoud gegeven.

(3) Inzake de eigenlijke investeringen worden de investeringsprogramma's van het Symarinfra-rapport als basis genomen. In bepaalde

gevallen drongen zich aanpassingen op in het licht van nieuwe elementen, zowel van technische als van economische aard. Als publieke investeringskosten worden enkel de voorhaveninvesteringen en het kernenergie-eiland in rekening gebracht. De private investeringen en publieke investeringen op het vlak van produktie van goederen en diensten in de voorhaven en op het eiland worden buiten beschouwing gelaten.

Aanvankelijk werden drie mogelijke basisuitgangspunten genomen. Als eerste alternatief werd enkel gedacht aan de mogelijke publieke investeringen in de voorhaven en de bouwkosten van het eiland. Een tweede alternatief is te vertrekken van een investeringsschema dat, benevens de reeds genoemd publieke investeringen, eveneens de LNG-terminal en het eigenlijk kerncentralepark opneemt. Uiteraard heeft dit voor gevolg dat in de batenelementen moet worden rekening gehouden met de positieve en negatieve cash-flows en de LNG-terminal en de kerncentrales. Een derde mogelijk alternatief gaat nog verder. Het investeringsvolume wordt uitgebreid met alle bedrijfsinvesteringen op het eiland en de voorhaven die direkt voortvloeien uit de investeringen voorzien in het eerste en het tweede alternatief. De keuze voor het eerste alternatief is om twee redenen ingegeven. In de eerste plaats moet een duidelijk onderscheid worden gemaakt tussen publieke infrastrukturele projekten en investeringen op het bedrijfseconomische vlak. Uiteindelijk gaat het om een maatschappelijke verantwoording van de investeringen inzake publieke infrastructuur, in casu de marginale investeringen in de voorhaven en de bouw van het eiland in zee. In de tweede plaats is het moeilijk alle input- en outputelementen van de bedrijfseconomische investeringen op het eiland en in de havenzone in de brede betekenis van het woord vast te leggen. Daarenboven moet worden gesteld dat de opdracht met betrekking tot de KBA beperkt was tot de publieke investeringen.

(4) Hiernavolgend lokalisatiepatroon werd als werkhypothese weerhouden.

a) *Kernenergie-eiland*

Op het kernenergie-eiland moet men in elk geval rekening houden met :

- de vestiging van een kerncentralepark van 4×1.000 MW ;
- een ontziltingsinstallatie.

Als mogelijke andere activiteiten moeten worden weerhouden : bouw van off-shore tuigen, uraniumverrijking, behandeling van pekelen en mari-kultuur.

b) In de voorhaven moet circa 20 tot 35 ha (exclusief wateroppervlakte) worden weerhouden voor de konstruktie van LNG-opslag-tanks, een installatie voor luchtscheiding, een elektriciteitscentrale of een vervangende investering (onder meer coldplex) voor de koudevalorisatie.

c) In de achterhaven van Zeebrugge moet eventueel worden rekening gehouden met de nodige oppervlakten voor de elektrolyse van water en de oppervlakte voor koelruimten. Daarenboven zal een gedeelte van de achterhaven worden benomen door industriële activiteiten, gesteund op de valorisatie van de koude-energie van de LNG-keten. De bepaling van deze laatste is afhankelijk van de marktbehoeften, ekologisehe aspekten, behoefte aan diepwater, oppervlaktebehoefte enz.

Een groot deel van de afgeleide activiteiten zal zich echter niet in het havengebied van Zeebrugge voltrekken. Zij moeten in het binnenland worden gesitueerd. Binnen West-Vlaanderen moet speciale aandacht worden geschonken aan het onmiddellijke achterland in het Oostendse (achterhaven) en het Roeselaarse (het kanaal Roeselare-Leie zal vóór 1980 toegankelijk zijn voor 1.350 ton schepen).

In het licht van de KBA Smalbank II moet de lokalisatie op het vasteland in een lichtelijk gewijzigd vestigingspatroon worden gezien. Zo kan men de vestiging voor de elektrolyse van water in het onmiddellijke achterland van Oostende situeren en zijn wellicht bepaalde energie-intensieve produktieprocessen in te planten langsheen het kanaal Roeselare-Leie en eventueel de Oostendse Achterhaven. Wellicht nog meer dan ten aanzien van de KBA Wandelaar, zullen de industriële afgeleide activiteiten doorvloeien naar het binnenland.

(5) Ten aanzien van het aan te wenden prijsniveau zijn er teoretisch meerdere uitgangspunten aan te nemen. De onzekerheid omtrent de prijsevolutie van meerdere elementen is echter dermate groot dat uit-

eindelijk werd geopteerd voor het prijsniveau 1976 (tenzij expliciet anders is aangegeven).

(6) De kosten en baten zijn gedetailleerd nagegaan voor de periode 1976 tot en met 2005 en geaktualiseerd per 1 januari 1976. Daarbij werd er voor de berekening van uitgegaan dat zowel de kosten als de baten voor elk van de jaren medio het jaar optreden. Voorts kan voor de periode na 2005 een saldo van baten minus kosten globaal worden berekend en opgenomen. De economische levensduur van de voorhaven en het kernenergie-eiland zal immers de periode tot en met 2005 zeker overschrijden. Uiteindelijk werd geopteerd de periode na 2005 te verrekenen in de niet-kwantificeerbare kosten en baten.

(7) Voor het bepalen van de kontante waarde van de toekomstige kosten- en batenstromen moet een bepaalde diskonteringsvoet worden aangehouden. Tijdens het jongste verleden werden ten aanzien van de te hanteren diskonteringsvoet zeer uiteenlopende stellingen verdedigd. De keuze houdt niet zozeer verband met de maatschappelijke tijdsvoorkeur of de opportunitetskosten — hetgeen reeds aanleiding geeft tot uiteenlopende keuzen — doch wel met de invloed van de inflatie op de intrestvoet waarbij dan een onderscheid wordt gemaakt tussen de reële en de nominale intrestvoet. Rekening houdend met de huidige nominale intrestvoet voor langlopende staatsleningen en de prijsontwikkeling moet de intrestvoet in vele gevallen negatief uitvallen. Dit is niet aanneembaar. Trouwens vele onderschrijvers van langlopende staatsleningen gaan er van uit dat de inflatievoet — zoals deze zich tijdens de jongste twee jaren heeft voltrokken — niet zal aanhouden. De inflatievoet is echter moeilijk voorspelbaar.

Rekening houdend met de onzekerheden werd uiteindelijk geopteerd voor een drievoudige intrestvoet gaande van 4 % tot 10 %. Als middenwaarde is 7 % aangehouden. Dit impliceert uiteraard dat bij het toepassen van de selectiecriteria telkens drie KBA's dienen uitgevoerd op grond van de drie vermelde diskonteringsvoeten.

De 4 % aktualiseringsvoet stemt overeen met de diskontovoet toegepast door de Kommissie van Beraad inzake Kernenergie, meer bepaald de kommissie « Economische en financiële aspecten ». In dit deelrapport werd het percentage van 4,2 % aangehouden. Dit percentage

werd in 1975 berekend door een Belgische groep ekonomen en toegepast bij een studie inzake de rendabiliteit van autowegen¹.

De eindeloze discussies omtrent de diskonteringsvoet kan men vermijden door de direkte berekening van de interne rentevoet. Men verliest echter een aantal voordelen, zoals de structuur van de baten en de kosten en de gevoeligheid van het projekt voor de diskontovoet. Om deze reden worden de twee benaderingswijzen toegepast.

(8) Het hanteren van een drievoudige diskonteringsvoet houdt geen verband met de risico's en onzekerheid eigen aan een dergelijk projekt. Wij gaan er van uit dat het risico en de onzekerheid niet kunnen worden gevat door het variëren van een intrestvoet. De onzekerheden worden opgevangen door het inbrengen van varianten voor elk van de kosten- en batenposten waar er zich meerdere mogelijkheden voordoen. Deze werkwijze is uiteraard tijdrovend, doch houdt daarentegen het grote voordeel in dat de overheid, die het projekt moet beoordelen, ingelicht is over de weerslag van de verschillende alternatieven ten aanzien van een of meer kosten- of batenelementen.

(9) De kosten van de publieke investeringen worden gedragen door de Belgische Staat. Dit heeft een belangrijke konsekwentie. Als dusdanig kunnen in de analyse alleen kosten en baten voor de Belgische ekonomie in rekening worden gebracht. Baten die toevloeiën aan buitenlandse ingezetenen worden buiten beschouwing gelaten.

(10) In de KBA's die hierna volgen is het niet mogelijk om alle kosten en baten in fysische eenheden en/of monetaire termen uit te drukken. Dit is trouwens niet karakteristiek voor deze KBA's doch doet zich voor in elke konkrete toepassing. Om deze reden zal de kwantitatieve KBA worden aangevuld door een kwalitatieve KBA. In deze laatste KBA worden deze kosten- en batenelementen opgenomen die niet in kwantificeerbare termen zijn uit te drukken. Zij kunnen nochtans hun betekenis hebben in de beslissing die door de verantwoordelijke overheid moet worden genomen.

¹ Zie E.S. Kirschen, G. Blauwens, L. Eeckhoudt, H. Glejser, J. Sporck, R. Vandenborre en L. Vanderdommen: '*Een vijfjarenplan van het Belgisch wegennet*', Belgische wegennederatie, 1975.

(11) Twee belangrijke opmerkingen verdienen hier nog de aandacht. Ten eerste de kosten-batenanalyse is relatief ongevoelig voor de variaties of minder grote afwijkingen inzake de kosten en baten die op lange termijn ontstaan. Dit is zeker het geval voor de aktualiseringen met de diskontovoeten 7 en 10 %. In de tweede plaats zijn de resultaten van de kosten-batenanalyse vrij ongevoelig voor parallelle verschuivingen van kosten en baten in de tijd.

2. HET KOSTEN-BATENSHEMA

Bij het bepalen van de kosten en de baten van de twee weerhouden KBA's, namelijk KBA Wandelaar en KBA Smalbank II, werd vertrokken van de gedachtengang ontwikkeld door G. Blauwens². Deze redenering is bijzonder instructief om de makro-ekonomische kosten en baten van de publieke infrastructuurkosten te bepalen. Hiernavolgende tabel IV, 1 werd aangepast teneinde een algemeen karakter te geven aan de benadering. Toegepast op het voorhaven-kernenergieeiland moeten volgende elementen in rekening worden gebracht. De opsomming heeft enkel een indicatief karakter: Bij de uitwerking in het volgend hoofdstuk volgt een meer verfijnde aanpak.

A. Maatschappelijke kosten

1. *Infrastructuurkosten* (C_{1a})

Het betreft hier de marginale infrastructuurkosten van de voorhaven en de eigenlijke bouw van het eiland waarop het kerncentralepark, de ontziltinstallatie en eventueel andere bedrijven zullen worden gevestigd.

2. *Exploitatiekosten* (C_{1b})

Het eiland en de voorhaven zullen zowel eigenlijke exploitatiekosten als onderhoudskosten met zich meebrengen.

² Zie onder meer G. Blauwens en J. Denduyver, 'Infrastructuurbeleid', Referaat van het Elfde Vlaams Wetenschappelijk Economisch Kongres, De overheid in de Gemengde Economie, Leuven, 4-5 mei 1973.

Tabel IV, 1 : *Het theoretisch kosten-batenschema*

| Niveau | Kosten | Baten |
|---------------------------|---|--|
| Bedrijfseconomisch niveau | C _{1a} Infrastructuurkosten C _{1b} Exploitatiekosten | B ₁ Positieve cash-flow of ontvangsten van de gebruikers van de publieke infrastructuur |
| Onbetaald niveau | C ₂ Onbetaald gebruik van productiefactoren | B ₂ Onbetaalde maatschappelijke behoeftenbevrediging |
| Onderbetaald niveau | C ₃ Onderbetaling van productiefactoren | B ₃ Onderbetaling van produkten en/of diensten |
| Externe effecten | C ₄ Nadelige invloeden op competitieve bedrijven | B ₄ Voordelige invloed op komplementaire bedrijven |

3. *Onbetaald gebruik van productiefactoren (C₂)*

De energiefunctie van Zeebrugge en het kernenergie-eiland kan een weerslag hebben op de toeristische bedrijvigheid. Voor zover dit het geval is, moet het inkomstenverlies dat hieruit voortvloeit als een kostenelement worden aangezien voor rekening van de publieke infrastructuurkosten. De hoogte van deze kosten zal sterk afhankelijk zijn van de plaats waar het eiland wordt ingeplant en de afgeleide activiteiten die zich in het havengebied van Zeebrugge of het onmiddellijke achterland van de Kust zullen neerzetten. Alle mogelijke verontreinigingsvormen moeten hier in rekening worden gebracht.

Een tweede onbetaald gebruik van productiefactoren houdt verband met de eventuele weerslag van het kerncentralepark op de visserij en de visgronden.

Vermits voor het overbrengen van de elektrische energie van het kerneiland werd geopteerd voor een onderzeese kabel via een tunnelverbinding over het gedeelte eiland-vasteland, en een ondergrondse kabel voor het gedeelte kustlijn-binnenland (althans over een afstand van 15 km voor het alternatief Wandelaar en 20 km voor het alter-

natief Smalbank II), nemen we aan dat er op deze wijze geen schending van het landschap optreedt.

4. *Onderbetaalde produktiefactoren (C₃)*

In de KBA neemt deze kostenpost het karakter van een negatieve kostenpost aan. Inderdaad bij de bepaling van de investerings- en exploitatiekosten werd uitgegaan van de normale marktprijzen. In de infrastructuurkosten (onder meer de bouwfase) en de exploitatiekosten vertegenwoordigt de faktor arbeid een belangrijk gedeelte. Daar in het onmiddellijke achterland van de Kust, alsmede in de toeleverende Belgische grondstoffengebieden vrij veel werknemers werkloos zijn, kan men verwachten dat de realisatie van de publieke investeringen zal gepaard gaan met het opnieuw inschakelen van werkloze arbeidsplaatsen. De opportuniteitskosten van deze werknemers mag in de huidige en de te verwachten economische ontwikkeling op middellange termijn als nihil worden beschouwd. Om deze reden dienen de infrastructuurkosten verminderd met het loonbedrag uitbetaald aan deze werkloze werknemers. Zij komt in de berekening niet in mindering van de C₁-posten doch wordt als een negatieve C₃-post ingeschakeld.

5. *Nadelige invloed op kompetitieve bedrijven (C₄)*

De nadelige invloed op kompetitieve bedrijven zou kunnen voortvloeien uit de weerslag op energiebedrijven of op andere Belgische havens. We gaan er van uit dat voor beide aspecten geen nadelige invloed is te verwachten. Inzake energie staan we in België voor de creatie van twee energiebronnen waaraan een onmiskenbare behoefte bestaat. Daarenboven zal het inzake de eigenlijke energieproductie aanleiding geven tot een verhoging van de bedrijvigheid van de bestaande producenten.

Een nadelige weerslag op andere havens valt evenmin te verwachten. Het gaat in de eerste plaats om activiteiten die in geen enkele andere Belgische haven te verwezenlijken zijn. Ten aanzien van de commerciële trafieken in de voorhaven gaan we uit van de stelling, dat het gaat om trafieken die ofwel de haven van Zeebrugge aandoen in plaats van een buitenlandse haven, ofwel überhaupt verloren zijn voor andere Belgische havens.

B. Maatschappelijke baten

1. *Ontvangsten* (B1)

Uitgaande van de hypothese dat het kernenergie-eiland eigendom is van de staat, zullen de bedrijven die op het eiland een activiteit uitoefenen, een huurprijs moeten betalen aan de Belgische Staat. In de KBA zijn er twee mogelijkheden om dit op te vangen. Ofwel wordt er geen huurprijs verrekend, en wordt het konsumentensurplus van de gedeeltelijke overschakeling van konventionele centrales en/of kerncentrales met koeltorens op kerncentrales gelegen in een kerncentralepark in zee onaangeroerd, ofwel wordt een huurprijs verrekend doch zal het konsumentensurplus moeten worden gereduceerd. De exploitatie van de voorhaven zelf zal aanleiding geven tot allerlei ontvangsten zoals havenrechten in de brede betekenis van het woord en de verhuring van gronden.

2. *Onbetaalde maatschappelijke behoeftenbevrediging* (B2)

De onbetaalde maatschappelijke behoeftenbevrediging kan meerdere vormen aannemen. In de eerste plaats wordt gedacht aan de positieve weerslag van de kernenergieproductie op de betalingsbalans. Hierdoor wordt de internationale likwiditeitspositie van België verbeterd. Een tweede vorm van onbetaalde maatschappelijke behoeftenbevrediging is ongetwijfeld de weerslag van de goedkopere energie en de aanvoer van LNG op nieuwe economische activiteiten in het onmiddellijke achterland van de Kust of in het binnenland. Men kan dit voordeel vertalen in verhoogde investeringen en verbeterde technologie.

De redenering kan zelfs verder worden doorgetrokken. De uitbouw van de voorhaven zal toelaten in België grotere schepen te ontvangen voor allerlei grondstoffen, waardoor de betere maritimisering van Wallonië in de hand wordt gewerkt. Het onmiddellijk gevolg van deze betere maritimisering is het handhaven van bestaande industriële activiteiten. Uiteraard zal ten aanzien van deze baat rekening moeten worden gehouden met de in rekening te brengen transportkostenvoordelen. Dubbeltellingen moeten echter worden vermeden.

Een andere groep onbetaalde maatschappelijke behoeftenbevrediging

houdt verband met de direkte nevenprodukten die voortvloeien uit de vestiging van een LNG-terminal en een kerncentralepark. Hierbij denken we aan het valoriseren van de frigorieën, de afvalwarmte, de watervoorziening en het variabel vermogen van de kerncentrales. Hieruit vloeit een goedkopere produktie voort van stikstof, zuurstof en waterstof. Terzake verwijzen we naar het hoofdstuk II. Verder in de KBA wordt uitvoeriger op dit punt ingegaan.

In deze groep voordelen zou men ook aandacht kunnen schenken aan het tewerkstellingseffekt ten gevolge van de inplanting van de nieuwe motorische elementen. Dit komt evenwel in B₄ aan de orde.

Tot de zuiver kwalitatieve onbetaalde voordelen moeten de strategische en politieke overwegingen worden gerekend. Een afhankelijkheid van een Franse haven voor de bevoorrading van LNG kan aanleiding geven tot grote moeilijkheden in geval van spanningen tussen Frankrijk en het land van oorsprong van de LNG.

3. *Onderbetaling van produkten en diensten (B₃)*

Deze groep voordelen vertaalt zich in konsumentensurplussen. In het gehele projekt zijn twee soorten konsumentensurplussen te onderscheiden.

(a) Transportkostenvoordelen door aanvoer via de voorhaven van Zeebrugge.

(b) Goedkopere energievoorziening (verschil tussen prijs per kWh voor een konventionele centrale of een kerncentrale met koeltoren op het vasteland en een kerncentrale deel uitmakend van een kerncentralepark op een eiland in zee).

4. *Voordelige weerslag op komplementaire activiteiten (B₄)*

De weerslag op de komplementaire activiteiten kan meerdere vormen aannemen zoals hogere activiteit tijdens de bouw en de exploitatie van het eiland voor de toeleverende bedrijven. Een betere bezetting van de horecabedrijven is een ander voorbeeld. Veel is uiteraard afhankelijk van de toestand op de arbeidsmarkt. Dit laatste geldt nog meer voor het al of niet in rekening brengen van het 'multiplier effect'. In een situatie van volledige werkgelegenheid kan dit als

nihil worden aangezien. Er zijn echter weinig indicaties die de hypothese van volledige tewerkstelling op middellange termijn laten verhoppen.

Tevens moet voor deze groep voordelen worden gewaarschuwd voor dubbeltellingen. De goedkopere leveringen van basisgrondstoffen ten gevolge van de LNG en de kernenergie zullen een positieve weerslag hebben op tal van komplementaire activiteiten. Wij moeten er echter op wijzen dat deze voordelen reeds in andere batenkategorieën zijn weerhouden.

*

**

In de volgende hoofdstukken wordt op elk van deze punten verder ingegaan waarbij daarenboven aandacht wordt geschonken aan de kwantiteit en de evaluatie van de kosten en de baten en de timing van de kosten en de baten.

hoofdstuk II investeringkosten

Inzake de investeringkosten worden, zoals boven reeds werd aangegeven, twee grote investeringkosten weerhouden, met name de uitbouw van de voorhaven en in de tweede plaats, de bouw van het kunstmatig eiland. Ten aanzien van het eiland worden verder twee vestigingsplaatsen weerhouden, namelijk De Wandelaar en Smalbank II.

I. DE VOORHAVEN

De eerste fase van het plan Verschave voorziet reeds de aanleg van onderwaterstrekdammen die noodzakelijk zijn om de toegang tot de zeesluis te verzekeren. Zij dienen om de golfhoogten vóór de sluis bij alle weertypen aanvaardbaar te houden; tevens verschaffen ze de nodige remafstand in beschut water voor de binnenvarende schepen. Teoretisch zou men dus deze kosten-batenanalyse kunnen beperken tot het inkalkuleren van uitsluitend de marginale investeringkosten, dit wil zeggen de bijkomende kosten voor aanleg van een aardgasterminal bovenop de reeds in het plan Verschave voorziene uitgaven. Dit is ook gedeeltelijk het geval voor de baggerwerken¹. Nochtans zal de volledige investeringslast worden opgenomen in de kosten.

Voor de investeringkosten van de voorhaven werden in de Symarinfrastudie volgend investeringschema uitgewerkt²:

| | |
|--------|-------------------------|
| 1976 | 0,7 miljard fr. |
| 1977 | 2,0 miljard fr. |
| 1978 | 2,2 miljard fr. |
| 1979 | 2,0 miljard fr. |
| 1980 | 1,6 miljard fr. |
| 1981 | 1,5 miljard fr. |
| Totaal | <u>10,0 miljard fr.</u> |

¹ De baggerwerken zijn verdeeld over de voorhaven en de achterhaven in functie van de trafiek. In wezen behoren ze alle tot de eerste fase van het plan Verschave.

² In prijzen van 1975, exclusief BTW.

Dit maakt een totaal van 10 miljard fr. In deze som gaat het niet uitsluitend om marginale investeringen tegenover de eerste fase van het plan Verschave met dien verstande dat, zoals boven reeds werd benadrukt, ook de onderwaterstrekdammen en de bijkomende baggerwerken (van — 9,0 LLWS voor Scheur-Zandboei tot havenlicht en — 11 LLWS vanaf Wandelaar tot Scheur-Zandboei, tot — 12 LLWS in de toegangspassen, hoofdzakelijk Pas van het Zand en — 16 LLWS in de eigenlijke voorhaven) in beschouwing zijn genomen. Daarenboven is ook de bescherming van de Oostkust (1,5 miljard fr.) in het totaal bedrag begrepen.

Dit neemt niet weg dat aldus eerder konservatief en voorzichtigheids-halve werd gekozen voor een overschatting van de kosten.

Deze investeringskosten zijn evenwel uitgedrukt in prijzen van 1975. Daar 1976 als referentiejaar of basisjaar werd weerhouden zijn de prijzen aangepast om rekening te houden met de prijsevolutie die uiteindelijk gekend is en waarmee moet worden rekening gehouden. Op basis van de kostprijstructuur van de uitbouw van de voorhaven (loonfaktor, grondstoffen, baggerboten, energie enz.) moeten de prijzen voor 1976 met 8,97 % worden aangepast. Dit geldt uiteindelijk tot een investeringsbedrag van 10,9 miljard fr.

In dit investeringsbedrag zijn evenwel twee belangrijke posten niet begrepen, namelijk de kaden enerzijds, en de wegen, spoorwegen en verharding, anderzijds.

Ten aanzien van de kaden werd er van uitgegaan dat de LNG-tankers, petroleumtankers en roro-schepen geen behoefte hebben aan kaden. De aanleginfrastructuur wordt, net zoals de kraneninfrastructuur, als een partikuliere superstructuur beschouwd. Dit is nochtans niet het geval voor de containertrafiek, generaal cargo enz. Deze trafieken hebben wel behoefte aan kaden. Op basis van het Symar-infraprojekt en de trafiekverwachtingen moeten circa 2,8 km kaden worden uitgebouwd. Hierbij gaan we uit van een gemiddelde kostprijs van 550.000 fr. per strekkende meter (— 16 LLWS)³. Dit resulteert in een bijkomende investering van 1,540 miljard fr. De bouw van deze kaaimuren wordt gezien in drie fasen van elk 2 jaar, met aanvang in 1980. De laatste fase zou evenwel aanvangen in 1988.

³ — 16 LLWS mag als een relatief grote diepte worden aangezien. De containerschepen van de derde generatie hebben behoefte aan een kadediepte van — 14 LLWS.

Inzake wegenwerken (inclusief spoorwegen) wordt 300 miljoen fr. publieke investeringen ingerekend. De verharding van de haventerreinen gebeurt in belangrijke mate door de havengebruiker. De wege-nisinvesteringen worden gespreid over 10 jaar met 50 % toerekening aan de periode 1980-1982.

Uitgesplitst per jaar in prijzen van 1976, geeft dit volgend beeld in miljard fr. :

| | Investeringen brutohaven | Investeringen kaden en wegenis | Totaal investeringen (in miljard fr.) |
|------|-----------------------------|--------------------------------------|---|
| 1976 | 0,8 | | 0,8 |
| 1977 | 2,2 | | 2,2 |
| 1978 | 2,4 | | 2,4 |
| 1979 | 2,2 | | 2,2 |
| 1980 | 1,7 | 0,307 | 2,007 |
| 1981 | 1,6 | 0,307 | 1,907 |
| 1982 | | 0,307 | 0,307 |
| 1983 | | 0,278 | 0,278 |
| 1984 | | 0,021 | 0,021 |
| 1985 | | 0,021 | 0,021 |
| 1986 | | 0,021 | 0,021 |
| 1987 | | 0,021 | 0,021 |
| 1988 | | 0,278 | 0,278 |
| 1989 | | 0,278 | 0,278 |

De BTW is niet in rekening gebracht omdat deze in wezen een transfertfunctie heeft. Als dusdanig worden de indirecte belastingen buiten beschouwing gelaten.

De berekening van de kontante waarde van deze investeringen is opgenomen in de syntesetabel.

Uit hoofde van de investeringen in de voorhaven is er geen onderscheid tussen KBA-Wandelaar en KBA-Smalbank II. De investeringen

gaan voor beide kosten-batenanalyses wel uiteenlopen wanneer men het kernenergie-eiland in rekening brengt.

2. HET KERNENERGIE-EILAND

Ten aanzien van de eilandinvesteringen worden drie elementen in beschouwing genomen, namelijk het kernenergie-eiland, de investeringen om de elektriciteit over te brengen naar het vasteland en de tunnel die de verbinding verzorgt tussen het eiland en het vasteland. Op elk van deze drie elementen wordt hierna dieper ingegaan. Vooraf is het wellicht goed te stellen dat de bouw van een kernenergiepark op het vaste land uitgesloten is; trouwens deze mogelijkheid werd ook afgewezen door de Kommissie van Beraad inzake Kernenergie.

A. Het eigenlijke eiland

De investeringskosten van het eiland werden in het kader van de Symarinfrastudie afzonderlijk berekend voor De Wandelaar en Smalbank III. Zij zijn uitgedrukt in prijzen van 1975 en berekend op basis van 137 ha. Voor Smalbank II gaat het om een investering van 7,7 miljard fr., voor De Wandelaar om 9,9 miljard fr.

Rekening houdend met de prijsevolutie op basis van de samenstellende kostprijsstructuur, wordt het eiland in prijzen van 1976 9,15 % duurder of met andere woorden respectievelijk 8,4 miljard fr. en 10,8 miljard fr.

Parallel met de Symarinfrastudie wordt evenwel met een variante rekening gehouden, namelijk een eiland met een oppervlakte van 220 ha. Voor de overgang van variante I tot variante II werd een analoge redenering doorgevoerd als deze weerhouden in de Symarinfrastudie ten aanzien van de Trapegeer. Dit brengt de investeringsraming voor Smalbank II op 10,8 miljard fr. en voor De Wandelaar op 13,8 miljard fr.⁴

Inzake de spreiding van de investeringen in de tijd werd ook hier

⁴ De investeringskosten zullen 10 à 15 % hoger uitvallen indien de werkhaven voor het kernenergie-eiland op De Wandelaar te Nieuwpoort ligt. Het waarschijnlijke tijdsverschil tussen de bouw van de voorhaven en het kernenergie-eiland, geeft meer mogelijkheden inzake de keuze van de werkhaven. Hetzelfde geldt voor Smalbank II tegenover Zeebrugge. Daarentegen kunnen de bouwkosten iets lager uitvallen in functie van het bouwprocédé.

aangeknoopt met de Symarinfrastudie toegepast op het Trapegeerproject. Evenwel wordt het Symarinfra-tijdschema verschoven met één jaar, daar het als weinig realistisch voorkomt dat de werken nog aanvangen in 1976. De toepassing van de Symarinfratiming op de weerhouden investeringsramingen voor de beide varianten van Smalbank II en De Wandelaar, leidt tot volgend beeld :

| | De Wandelaar | | Smalbank II | |
|--------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| | Variante I 137 ha | Variante II 220 ha | Variante I 137 ha | Variante II 220 ha |
| 1977 | 1,2 miljard fr. | 1,2 miljard fr. | 0,9 miljard fr. | 0,9 miljard fr. |
| 1978 | 3,1 miljard fr. | 3,1 miljard fr. | 2,4 miljard fr. | 2,4 miljard fr. |
| 1979 | 3,1 miljard fr. | 3,1 miljard fr. | 2,4 miljard fr. | 2,4 miljard fr. |
| 1980 | 3,3 miljard fr. | 3,3 miljard fr. | 2,6 miljard fr. | 2,6 miljard fr. |
| 1981 | 0,1 miljard fr. | 1,2 miljard fr. | 0,1 miljard fr. | 0,9 miljard fr. |
| 1982 | — | 1,9 miljard fr. | — | 1,6 miljard fr. |
| Totaal | 10,8 miljard fr. | 13,8 miljard fr. | 8,4 miljard fr. | 10,8 miljard fr. |

In de rand van bovenstaande investeringskosten kan men de vraag stellen welke de mikro-ekonomische weerslag is op de kostprijs per kWh elektriciteit. Uitgaande van de meest eenvoudige doch niet realistische werkhypothese dat de 4 kerncentrales terzelfdertijd worden ingezet en met een levensduur van 20 jaar, leidt de doorrekening van de eilandinvesteringen tot een meerkost van 0,04 tot 0,05 fr. per kWh⁵. Inderdaad aan $a_{10/20}$ of een annuïteit over 20 jaar bij een intrestvoet van 10 % leidt tot een jaarlijkse aflossings- en intrestlast uit hoofde van het eiland van 983 miljoen fr. in geval van Smalbank II en 1,263 miljard frank in geval van De Wandelaar. Hierbij wordt enkel de eerste variante in rekening gebracht, daar 137 ha ruimschoots voldoen voor de vestiging van 4 centrales. In wezen houdt deze benadering een overschatting van de kosten in, daar voor de vestiging van 4 produktie-eenheden van 1.000 MW, 80 ha volstaan. De 4 centrales van 1.000 MW leveren een produktiekapaciteit van 26 miljard kWh per jaar. De combinatie van de produktiekapaciteit

en de bijkomende afschrijvings- en financiële last leidt tot een bijkomende kost van 0,038 fr. per kWh voor het Smalbank II-project en 0,049 fr. per kWh voor De Wandelaar⁵.

Zoals hierna zal blijken, vormt het eiland niet de enige meerkost voor de kWh van de kernenergie. Men moet eveneens rekening houden met de kabelprijs, het verlies bij de overbrenging en tenslotte de tunnelverbinding tussen het eiland en het vasteland. Dit zal blijken uit hiernavolgende punten.

Hier moet een belangrijke opmerking worden gemaakt. De kerncentrale in zee wordt gezien in het raam van een kerncentralepark (4 x 1.000 MW) en wordt geplaatst tegenover eenvoudige nucleaire en klassieke centrales op te richten in het binnenland. In welke mate dit nog op grote schaal technisch mogelijk is, is een belangrijke vraag. Doch ook ten aanzien van de grote klassieke centrales stelt zich het probleem van de koeling. Men kan zich zelfs voorstellen dat in plaats van de oprichting van kerncentrales op het kunstmatig eiland wordt overgegaan tot de bouw van de konventionele centrales. Dit laatste is evenwel niet het uitgangspunt van de beide opgezette kosten-baten-analyses.

B. Het elektriciteitstransport van het eiland tot de Kust

Een tweede komponent van de eilandinvesteringen vormt de overbrenging van de elektriciteit van het eiland tot de Kust. In het kader van de Symarinfrastudie werden deze kosten voor beide alternatieve vestigingsplaatsen geraamd op :

- De Wandelaar : 4 miljard fr.
- Smalbank II : 4,2 miljard fr.

De uitsplitsing van deze kosten in de tijd wordt gezien in functie van de bouw van de kerncentrales. Er wordt evenwel van uitgegaan dat de kabels in verschillende fazen zouden worden aangelegd. De aanleg van de eerste reeks zou geschieden twee en één jaar vóór het in produktie nemen van de eerste centrale. Hierbij nemen we het tijdschema kerncentrale-eiland als vertrekbasis. Rekening houdend met de produktietijd van de kabels bij de producenten wordt evenwel

⁵ In geval men een $a_{4/20}$ aanwendt, worden de respektievelijke cijfers 0,024 en 0,030 fr. per kWh.

50 % van de kostprijs toegerekend tot het jaar $t + 4$ waarbij t gelijk is aan het jaar waarin het kerncentraleproject start (1977).

De toepassing van deze gedachtengang leidt tot volgend investerings-schema.

| | De Wandelaar | Smalbank II |
|--------|-----------------|------------------|
| 1976 | — | — |
| 1977 | — | — |
| 1978 | — | — |
| 1979 | — | — |
| 1980 | — | — |
| 1981 | 1,0 miljard fr. | 1,05 miljard fr. |
| 1982 | 0,5 miljard fr. | 0,55 miljard fr. |
| 1983 | 0,5 miljard fr. | 0,50 miljard fr. |
| 1984 | 1,0 miljard fr. | 1,05 miljard fr. |
| 1985 | 0,5 miljard fr. | 0,55 miljard fr. |
| 1986 | 0,5 miljard fr. | 0,50 miljard fr. |
| Totaal | 4,0 miljard fr. | 4,2 miljard fr. |

Dit investeringsschema werd uiteindelijk niet opgenomen in de kosten-batenanalyse in het licht van de servicetunnel-konceptie tussen het eiland en de Kust die hierna wordt behandeld.

C. Servicetunnel tussen het eiland en het vasteland

Een derde element van de eilandinvesteringen is de servicetunnel tussen het eiland en het vasteland. Dit element wijkt in wezen af van de Symarinfrakonceptie. Weliswaar werd ten aanzien van de Trapegeer een brugverbinding als een mogelijke investering weerhouden. Om esthetische en ook om technische redenen is een brugverbinding ondenkbaar ten aanzien van de twee weerhouden vestigingsplaatsen.

Een aantal argumenten pleiten voor een servicetunnel tussen eiland en het vasteland. In deze servicetunnel kunnen de elektriciteitskabel en de afvoerleidingen van ontzilt water en afvalwarmte worden ingebouwd. Dit leidt tot een aantal voordelen zoals :

- minder dure kabels,
- bedrijfszekerheid,
- lagere onderhoudskosten,
- absolute bescherming tegen beschadiging door ankers,
- eventueel gemakkelijker valoriseren van de afvalwarmte met zijn weerslag op de betalingsbalans en de milieuzuiverheid.

Deze investeringskosten van de servicetunnel werden geraamd op basis van een standaardafstand van 12 km. Deze bedragen 4,8 miljard fr. exclusief de kabel voor het elektriciteitstransport. Voor het elektriciteitstransport wordt een prijs van 330 miljoen fr. geraamd voor het overbrengen van 4×1.000 MW over 15 km.

De lengte van de servicetunnel heeft echter voor de twee alternatieve vestigingsplaatsen een ongelijke lengte. De servicetunnel vanaf De Wandelaar wordt gericht naar de nieuwe westelijke havendam van de voorhaven van Zeebrugge en heeft een lengte van 9 km. Dit betekent een investering van 3,6 miljard fr.

De servicetunnel vanaf Smalbank II kan de Kust zijdelings Koksijde bereiken na 9 km of een investering van 3,6 miljard. Deze tunnel zal evenwel moeten doorgetrokken worden tot achter de toeristische zone. Een bijkomende afstand van 4 km moet worden ingerekend. Hierbij wordt uitgegaan van een investering van 240 miljoen fr. per lopende km of in het totaal 960 miljoen fr.

In deze investeringen zijn de kabelkosten niet verrekend. In het eerste geval worden de kabelkosten vanaf het eiland tot de havendam op 198 miljoen fr. geraamd, vermeerderd met 3 km kabeltransport om vanaf de havendam tot achter de kustlijn te komen of vermeerderd met 66 miljoen fr.⁶ In het tweede geval bedragen de kabelkosten tussen het eiland en de uitgang van de tunnel aan land 286 miljoen fr. Inzake de timing van de werken worden drie bouwjaar voorzien waarbij het laatste één jaar voor het operationeel worden van de eerste kerncentrale. Voor de kabels volgen we de redenering van sub 2 hierboven. Dit alles resulteert in hiernavolgend investerings-schema voor servicetunnel inclusief het overbrengen van de energie aan land.

⁶ Hierbij wordt uitgegaan van de hypotese dat het mogelijk zal zijn de kabel in de servicetunnel door te trekken via de linkerhavendam. Indien dit niet het geval mocht zijn, moeten de investeringskosten worden verhoogd met (3×180 miljoen fr. — 3×22 miljoen fr.) of 474 miljoen fr.

| | De Wandelaar | | | Smalbank II | | |
|--------|--------------|-------|---------------|-------------|-------|---------------|
| | Tunnel | Kabel | Totaal | Tunnel | Kabel | Totaal |
| 1976 | | | | | | |
| 1977 | | | | | | |
| 1978 | | | | | | |
| 1979 | | | | | | |
| 1980 | 1,2 | | 1,2 mld fr. | 1,53 | | 1,530 mld fr. |
| 1981 | 1,2 | 0,132 | 1,332 mld fr. | 1,53 | 0,072 | 1,602 mld fr. |
| 1982 | 1,2 | 0,066 | 1,266 mld fr. | 1,52 | 0,036 | 1,556 mld fr. |
| 1983 | | 0,066 | 0,066 mld fr. | — | 0,035 | 0,035 mld fr. |
| 1984 | | 0,132 | 0,132 mld fr. | — | 0,072 | 0,072 mld fr. |
| 1985 | | 0,066 | 0,066 mld fr. | — | 0,036 | 0,036 mld fr. |
| 1986 | | 0,066 | 0,066 mld fr. | — | 0,035 | 0,035 mld fr. |
| Totaal | 3,6 | 0,528 | 3,864 mld fr. | 4,58 | 0,286 | 4,866 mld fr. |

Er moet worden opgemerkt dat de ondergrondse kabelkosten in de polderzone niet zijn verrekend in de investeringskosten, doch wel in een verhoogde kWh-prijs van de elektriciteit van de kerncentrales.

hoofdstuk III exploitatiekosten

De exploitatielasten van het eiland en de voorhaven moeten worden opgedeeld in twee grote groepen. Een onderscheid dringt zich op tussen onderhoudskosten en de eigenlijke beheerkosten. Er wordt uitgegaan van de hypothese dat de exploitatiekosten in de KBA-Wandelaar en de KBA-Smalbank II dezelfde zijn¹.

I. DE VOORHAVEN

A. Onderhoud

De onderhoudskosten van de voorhaven spitsen zich toe op twee punten. In de eerste plaats gaat het om het onderhoud van de eigenlijke voorhaven. Deze worden door havendeskundigen op 10 à 20 miljoen fr. per jaar gerekend. Wij nemen aan dat deze tijdens de eerste jaren iets minder hoog oplopen (10 miljoen per jaar) en geleidelijk stijgen. Deze onderhoudskosten gaan in vanaf de voltooiing van de voorhaven (zie tabel IV, 2).

Een tweede onderdeel van het onderhoud heeft betrekking op het handhaven van de diepten in de Pas van het Zand en in de voorhaven. De gezamenlijke jaarlijkse baggerkosten worden door het Departement van Openbare Werken, Dienst van de Kust, benaderend op 600 miljoen fr. per jaar geraamd. Hiervan zijn er 500 miljoen fr. te rekenen voor de eigenlijke voorhaven en 100 miljoen fr. voor de Pas van het Zand. Er moet worden onderstreept dat enkel de marginale baggerwerken in rekening werden genomen². Rekening houdend met de trafieken bestemd voor de voor- en achterhaven wordt één

¹ De basisdokumentatie werd ingezameld bij het studie bureau Haecon, Ministerie van Openbare Werken, Dienst van de Kust en de Maatschappij der Brugse Zeevaartinrichtingen.

² De nieuwe voorhaven zal een wateroppervlakte hebben van 420 ha ten opzichte van 110 ha op het huidig ogenblik. De huidige baggerwerken bedragen 140 miljoen fr. voor de voorhaven en 150 miljoen fr. voor de Pas van het Zand.

vierde van de totale marginale baggerwerken toegerekend aan de achterhaven. Dit geldt zowel voor de Pas van het Zand als voor de zwaaiikom in de voorhaven³.

Tabel IV, 2 : *Exploitatiekosten van de voorhaven en het eiland* (in miljoen fr.)
(KBA-Wandelaar en KBA-Smalbank II)

| Jaar | Voorhaven | | | | Eiland | | |
|------|-----------|------------------------|-------------------|--------|----------------------------|--------------------------|--------|
| | Onderhoud | Onderhoud baggerwerken | Exploitatiekosten | Totaal | Onderhoud eiland en tunnel | Exploitatiekosten tunnel | Totaal |
| 1976 | | | | | | | |
| 1977 | | | | | | | |
| 1978 | | | | | | | |
| 1979 | | | | | | | |
| 1980 | | | | | | | |
| 1981 | | | | | | | |
| 1982 | 10 | 450 | 10 | 460 | 7 | 15 | 22 |
| 1983 | 10 | 450 | 20 | 470 | 7 | 15 | 22 |
| 1984 | 10 | 450 | 30 | 480 | 7 | 15 | 22 |
| 1985 | 10 | 450 | 40 | 490 | 7 | 15 | 22 |
| 1986 | 10 | 450 | 50 | 500 | 7 | 15 | 22 |
| 1987 | 15 | 450 | 60 | 510 | 7 | 15 | 22 |
| 1988 | 15 | 450 | 70 | 520 | 7 | 15 | 22 |
| 1989 | 15 | 450 | 80 | 530 | 7 | 15 | 22 |
| 1990 | 15 | 450 | 90 | 540 | 7 | 15 | 22 |
| 1991 | 15 | 450 | 90 | 540 | 7 | 15 | 22 |
| 1992 | 20 | 450 | 90 | 540 | 7 | 15 | 22 |
| . | | | | | | | |
| . | | | | | | | |
| . | | | | | | | |
| . | | | | | | | |
| 2005 | 20 | 450 | 90 | 540 | 7 | 15 | 22 |

³ De integrale baggerwerken maakten reeds deel uit van het eerste plan Verschave en van de regeringsbeslissing van 1970, 8 maal 2 miljard fr. te voorzien voor de uitbouw van de haven van Zeebrugge.

Bij de berekening van de onderhoudsbaggerwerken werd ermede rekening gehouden dat de onderwaterstrekdammen en de uitbouw van de voorhaven, de normaal te verwachten onderhoudsbaggerwerken in de Pas van het Zand zullen verminderen (kortere doch diepere en bredere pas).

B. Exploitatiekosten

De exploitatiekosten in de betekenis van het beheer van de haven zijn sterk afhankelijk van de aard van de trafieken. Rekening houdend met de te verwachten trafieken en steunend op de huidige beheersprincipes in de haven van Zeebrugge, worden de jaarlijkse bijkomende exploitatiekosten geraamd op 80 à 100 miljoen fr. In de KBA wordt uitgegaan van een gemiddelde van 90 miljoen fr. Dit wordt evenwel slechts geleidelijk bereikt zoals is aangegeven in tabel IV, 2. Onmiddellijk moet worden beklemtoond dat de exploitatie van privé of publieke bedrijven die bepaalde trafieken verzorgen, niet in rekening wordt gebracht, evenmin de loodskosten en de sleepkosten⁴.

2. HET EILAND

A. Onderhoud

Uitgaande van schadeschattingen kan deze onderhoudskost geraamd worden op 5 miljoen fr. per jaar. Deze jaarkost omvat onder meer :

- een jaarlijkse peilkampanje en inspectiebeurt van de zeekeringen, stranden, diensthaven en kabeltracé ;
- de nodige herstellingen.

Omtrent dit laatste kan opgemerkt worden dat het geraamde onderhoudsbudget niet steeds jaarlijks zal worden opgebruikt.

Het geraamde budget is eerder een over een periode van 30 jaar, gemiddeld per jaar te voorzien budget.

Om de gedachtengang te vestigen is uitgegaan van het 'referentie-eiland' op de Trapegeerbank (oppervlakte 100 ha, omtrek circa 6,2 km). Echter kan er wel worden gesteld dat de 'schadeverwachting'

⁴ Tot op heden kon de aktiviteit van de loodsdiensten en de sleepboten in eigen behoeften voorzien. Inzake de sleepkosten wordt wel 10 % van de ontvangsten van de maatschappij die de sleepdiensten verzorgt afgedragen aan de haven. Dit is evenwel marginaal in het geheel van de havenontvangsten.

niet significant zal verschillen voor de andere eilandlokaties (cfr. studie Symarinfra).

Een tweede groep van onderhoudskosten heeft betrekking op de tunnel. Hiervoor is een bedrag van 2 miljoen fr. per jaar ruim voldoende. Het verkeer in deze servicetunnel mag niet worden vergeleken met een tunnel met normale transportfunctie.

Andere onderhoudskosten zijn vervat ofwel in de reeds bovenvermelde onderhoudsramingen van het eiland ofwel in de hiernavolgende exploitatiekosten van de tunnel.

B. Exploitatiekosten

De exploitatiekosten hebben betrekking op twee onderdelen van het eiland, namelijk het eigenlijke eiland en, ten tweede, de service-tunnel. Ten aanzien van het eigenlijke eiland kan men de exploitatiekosten verwaarlozen. Zij ressembleren in wezen tot de exploitatiekosten van het kerncentralepark. Meer aandacht verdient de servicetunnel tussen het eiland en de voorhaven.

Onder tunnel-exploitatiekosten worden begrepen de verlichtings- en ventilatiekosten (onder meer energie, normaal onderhoud, wisselstukken), de draineringskosten (werking en onderhoud pompen, reiniging leidingen) en eenvoudige verkeersbewaking (onder meer veiligheid). In een eerste benadering zijn deze kosten niet zeer gevoelig aan de lengte van de tunnel. Op basis van ervaringscijfers kunnen exploitatiekosten op 15 miljoen fr. per jaar worden geraamd.

hoofdstuk IV onbetaald gebruik van produktiefactoren

In hoofdstuk I van het vierde gedeelte werd reeds gewezen op de mogelijke weerslag van de energiefunctie op de sectoren toerisme en visserij. Deze weerslag zal daarenboven verschillend zijn in functie van de lokalisatie van het kerneiland.

I. WEERSLAG OP DE TOERISTISCHE SEKTOR

De weerslag op de toeristische sektor kan voortvloeien uit de bouw van de voorhaven en uit het kerncentralepark. Men gaat ervan uit dat de energiefunctie de Kust toeristisch minder attractief maakt en zodoende zal aanleiding geven tot een inkomensverlies. Dit laatste vloeit voort uit het wegblijven van een gedeelte van de buitenlandse toeristen en door het wegvloeien van een gedeelte van de binnenlandse cliënteel naar het buitenland. Hierbij veronderstelt men de afwezigheid van elke vorm van substitutie, ook op het toeristisch vlak¹.

De uitbouw van de voorhaven te Zeebrugge, waarbij Zeebrugge een LNG-functie krijgt en de LNG-tanks in de voorhaven ondergronds worden ingebouwd zodat gezichtsverstoring uitblijft, zal een geringe uitwerking hebben op het toerisme. De Symarinfrastudie ging er inderdaad van uit dat de LNG-tanks in de voorhaven ondergronds worden ingebouwd. Van deze hypotese wordt in dit hoofdstuk ook vertrokken. Dit is een fundamentele werkhypotese. Bij bovengrondse LNG-tanks zal de gezichtsverstoring bijzonder groot zijn en een nadelige weerslag hebben op het kusttoerisme. De andere trafieken, zoals petroleum en containers, hebben geen invloed op het toerisme. Het verleden heeft dit voldoende aangetoond.

¹ Kustvakantiegangers zoeken de zee op en nemen geen voldoening met een ander soort toeristisch produkt. Welnu, voor een zeevakantie in België bestaat er geen substituuat.

De beperkte nadelige invloed van de totale voorhavenuitbouw (omvang, psychologische beïnvloeding) wordt ons inziens gecompenseerd door de voorziene vissershaven en de nieuwe jachthaven. Er zal wel rekening moeten worden gehouden met de ligging van de rechterhavendam ten aanzien van Heist.

De negatieve invloed van de uitbouw van de voorhaven op de ontzanding van het strand Knokke-Heist wordt ongedaan gemaakt door de strandbeschermingsinvesteringen vervat in de marginale haveninvesteringen. Deze belopen 1,5 miljard fr. en moeten worden beschouwd als een schaduw-investering teneinde de nadelige gevolgen van de voorhaven ongedaan te maken. In wezen gaat het om meer dan het wegwerken van de negatieve invloed. Door de schaduwinvesteringen zal voor het eerst een adekwate oplossing worden gebracht voor het probleem van de ontzanding te Knokke-Heist. Daarenboven wordt, zoals reeds werd gesteld, Knokke-Heist voorzien van een nieuwe vissershaven en jachthaven aan de buitenzijde van de rechterhavestrekdam².

Hierbij laten we de positieve invloed van de havenwerken op de aanwending van de westelijke havendam buiten beschouwing.

De invloed van het kerneilandpark op de toeristische sektor kan daarentegen niet als neutraal worden beschouwd. In het raam van de Symarinfrastudie en eveneens in het rapport van de Kommissie van Beraad inzake Kernenergie werd gewezen op de totale onverzoenbaarheid tussen een kerncentrale te land en de toeristische bedrijvigheid. De relatie moet inderdaad uit een drievoudig oogpunt worden bekeken.

(a) *Veiligheid*

De kustzone is een gebied met een vrij hoge bevolkingsdensiteit. De eigenlijke kustbevolking bedraagt 145.000 inwoners, terwijl gedurende het hoogseizoen de logieskapaciteit van 350.000 bedden benomen is. Daarenboven moeten nog 300.000 dagtoeristen in rekening worden gebracht. Rekening houdend met de afstand die kerncentrales verwijderd blijven van stedelijke centra, zou het onverantwoord zijn een kerncentrale te vestigen in of tegen de kustzone. In geval van ramp is het aan de Kust onmogelijk een voldoende evakueerbaarheid te

² Is vervat in het investeringsprogramma.

bereiken. Algemeen mag men stellen dat wooncentra en toeristische zones binnen een straal van 5 km van het kerncentralepark uitgesloten moeten zijn en slechts beperkt mogen voorkomen (of later toegelaten worden) binnen een straal van 10 km³.

(b) *Termische vervuiling*

Elke toeristische zone baseert zijn attractie op een aantal specifieke elementen. Voor de kustzone is deze gebaseerd op « gezondheid, sportrecreatie voor het gezin ». De kwaliteit van het zeewater en het zeeklimaat zijn hierbij belangrijke grondstoffen. Het lozen van reusachtige hoeveelheden koelwater in zee brengt in de nabijheid van de lozingspunten een wijziging met zich, zowel inzake samenstelling en temperatuur als omringende levensgemeenschap. De vraag kan ook worden gesteld welke de invloed zou zijn van de gewijzigde temperatuur op de lokale klimaatomstandigheden. Hier denken we aan verhoogde mistvorming. Daarenboven verhogen de stromingen de onzekerheid omtrent de lokalisatie. Hierbij gewagen we dan nog niet van de radioactiviteit die per ongeluk in het water terecht komt (enkele recente ongelukken, hoe klein ook, staven de mogelijkheid). Het gevolg is duidelijk. De kustzone verliest hierdoor één van de wapens waarmee ze de competitieve kracht van het Zuiden aankan. Het treffen van één van de voornaamste grondstoffen van het toeristisch produkt, betekent meteen het treffen van het toeristisch produkt.

(c) *Psychologische beïnvloeding*

Het grootste gevaar voor de toeristische sektor schuilt evenwel in de psychologische beïnvloeding. Een vakantie doorbrengen in een zone waarin een kerncentrale gelegen is, houdt voor de meeste toeristen een onverenigbaarheid in. Hoe veilig de kerncentrale ook zij, men kan de grote massa niet overtuigen, noch deze op een of andere manier beïnvloeden. Daarenboven is het duidelijk dat de inplanting van een kerncentrale aan de Kust zeer sterk zal worden uitgespeeld door de concurrerende toeristische gebieden zoals de Duitse Nordsee en Ostsee, de Nederlandse kustzone, de Franse Opaalkust, en zelfs de zonnegebieden.

³ Commissie van Beraad inzake Kernenergie: 'Regionale aspecten van de vestiging kerncentrales', groep IV, a.

In het kader van de psychologische beïnvloeding mag men evenmin uit het oog verliezen dat het geringste onrustwekkend berichtje, juist of onjuist, geweld of ongewild uitgelokt, een ware catastrofe met zich zal meebrengen. De vakantiegangers zullen uit veiligheidsoverwegingen onmiddellijk in grote getallen de Kust verlaten. In tegenstelling tot de lokale bevolking aan de Kust is hun band met de Kust zeer beperkt en tijdelijk.

Het besluit is alles samengenomen evident. De kustzone beschikt over een toeristische sektor die een vrij goed inkomen verschaft aan haar bevolking en waarvan de vooruitzichten een verdere groei laten verwachten. De inplanting van een kerncentrale zal deze groei niet enkel onmogelijk maken, doch in belangrijke mate medewerken tot het verval van een tot heden gezonde bedrijvigheid. De schade hiervan is niet eenmalig doch zal zich elk jaar herhalen.

Hiermede is tevens de onverenigbaarheid aangetoond van een vestiging te land van een kerncentrale met de toeristische bestemming van de Kust.

De vertaling van de schade van een vestiging te land op de toeristische sektor is moeilijk in cijfers uit te drukken omdat de mate van reactie niet is te voorzien. In feite moet men niet vertrekken van één enkele doch van vier centrales, die niet op één enkel punt kunnen worden neergezet. De reactie is samengesteld uit twee elementen, namelijk de weerslag op de huidige vraag en de terugslag op de normaal te verwachten groei. In wezen moet men de toeristische vraag bekijken met en zonder de kerncentrales. Indien we vertrekken van een terugval van de totale vraag met 25 % — terugval die meteen praktisch volledig afvloeit naar het buitenland — houdt dit jaarlijks een daling van de omzet in van 5,5 miljard fr., of een netto toegevoegde waarde van 3,6 miljard fr. per jaar⁴. Deze jaarlijks terug-

⁴ De verhouding netto-toegevoegde waarde ten opzichte van omzetcijfers of 65 % is gebaseerd op twee studies :

— WES, 'De economische betekenis van de toeristische sektor in Vlaanderen', Reeks toeristisch-economisch onderzoek, nr 58, 1973 ;

— J. Mesplier, 'Essai de mesure des retombées d'un chiffre d'affaires touristique sur l'économie régionale', *Revue économique du Sud-Ouest*, nr 4, 1974.

Hierbij wordt vertrokken van de hypotese van niet-substitueerbaarheid. Dit heeft voor gevolg dat de toegevoegde waarde van de intermediaire leveringen aan de stuwende toeristische sektor in rekening moeten gebracht worden.

kerende kost maakt meteen elke vestiging in de kuststreek uit economisch oogpunt totaal onaanvaardbaar⁵.

In de Symarinfrastudie en door de Kommissie van Beraad inzake Kernenergie werden alternatieve vestigingen in zee voorgesteld, met name De Wandelaar en Smalbank II op een afstand van 9 km van de LLWS-kustlijn. De gevolgen van deze lokalisatiekeuzen op de toeristische sektor liggen uiteraard totaal anders. De faktor veiligheid is gewaarborgd terwijl de toerist niet langer enige invloed van de termische vervuiling kan ondergaan. Blijft echter het probleem van de psychologische beïnvloeding. Hoewel minder groot dan bij een vestiging op de Kust, zal een vestiging van een kerncentralepark op 9 km in zee, de doorsnee-vakantiegangers niet onberoerd laten bij de keuze van de vakantiebestemming. Dit wordt nog versterkt door het feit dat de inplanting in zee op 9 km met het blote oog waarneembaar is van de kustlijn. De psychologische beïnvloeding bij de vakantiegangers wordt als het ware voortdurend gevoeld.

De vraag stelt zich nu: Hoe de invloed van deze psychologische beïnvloeding op de toeristische vraag meten⁶? Hiervoor zijn uit theoretisch oogpunt drie werkwijzen denkbaar.

Primo zou men kunnen vertrekken van de stelling welk geldbedrag de vakantieganger wenst te ontvangen als compensatie voor de horizontverstoring. Helaas kan niemand een zinvol compensatiebedrag vooropzetten.

Een tweede benadering kan gebaseerd zijn op de weerslag van het kerncentralepark op de toegevoegde waarde van de toeristische sektor, waarbij opnieuw wordt vertrokken van het « with or without principle ». De gezichtshinder en de hieruit voortvloeiende psychologische beïnvloeding zal niet over de gehele Kust dezelfde weerslag hebben. Negatieve publiciteit in het buitenland ten aanzien van de Belgische Kust op basis van kerncentrales, heeft een weerslag op de gehele Kust. Niettemin gaan we ervan uit dat het effect meer lokaal zal

⁵ Het is interessant erop te wijzen dat een enquête georganiseerd in 1975 op de kusten van 6 Franse departementen op initiatief van het Ministerie van Leefmilieu, bij 2.442 strandbezoekers, uitwijst dat 65 % zich vastberaden uitsprekt tegen de vestiging van kerncentrales op de kust. 'Les utilisateurs de la mer face à la pollution', CERU, Paris, 1975 (zie Le Monde, 2-3 mei 1976).

⁶ Hierbij gaan we uit van de stelling dat een eiland zonder kerncentrales het kusttoerisme niet nadelig beïnvloedt. De psychologische beïnvloeding en uitzichtverstoring (beide zijn gekoppeld) gaan uit van de eigenlijke nucleaire centrales.

georiënteerd zijn. Binnen een straal van 10 km van de Wandelaar is 24,6 % van de omzet aan de Kust gelokaliseerd (zone De Haan-Zeebrugge). Binnen een straal van 10 km van Smalbank II (De Panne-Nieuwpoort) is 30,1 % van de omzet aan de Kust gesitueerd. Breiden we de invloedsstraal uit tot 15 km, dan worden de respectievelijke percentages 37,2 % en 35,7 %. In de kosten-batenanalyse houden we ons aan de invloedsfeer van 10 km. Rekening houdend met de zichtbaarheidskansen houdt dit een onderschatting in. We introduceren twee varianten — op willekeurige wijze bepaald — om de terugslag te bepalen.

We veronderstellen inderdaad dat het kerncentralepark de potentiële omzet met 7,5 à 15 % zal omlaag drukken. Teneinde de potentiële omzet te bepalen, wordt vertrokken van de omzet van 1975. Voor de eerste zone wordt, in de hypothese van het niet bouwen van een kerncentrale-eiland, een potentieel groeiritme van 2 % aangehouden terwijl voor de tweede zone een groeiritme van 4 % in de lijn van de verwachtingen ligt⁷.

Verder wordt verondersteld dat de weerslag van het kerncentralepark op het kusttoerisme zich laat gevoelen vanaf 1982. Hierbij wordt aangeleund bij het investeringsprogramma II en III van de Kommissie van Beraad inzake Kernenergie, of stijging van het elektriciteitsverbruik tegen een jaarlijks procent van 5,4 % en 7,7 %. Men moet er wel mede rekening houden dat de eerste investeringsprogramma's enigszins vertraagd zullen verlopen.

De weerslag van deze hypothese op de sociale kost is opgenomen in tabel IV, 3. Herinneren we er verder aan dat de sociale kost enkel rekening houdt met het verlies aan netto toegevoegde waarde. Vanaf 1985 wordt dit verlies konstant aangehouden.

Een derde benadering kan gebaseerd zijn op de berekening van de schaduw-kostprijs. Bij deze werkwijze wordt ervan uitgegaan dat men nagaat hoeveel investeringskosten moeten worden uitgevoerd opdat de weerslag van het kerncentralepark op het toerisme ongedaan wordt gemaakt. Men kan inderdaad het kerncentralepark op een grotere afstand van de kustlijn inplanten, bijvoorbeeld op een afstand waar

⁷ Zie N. Vanhove, *'Het Belgisch kusttoerisme - Vandaag en Morgen'*, Brugge, 1973. WES, *'Prognose van de toeristische vraag aan de Belgische Kust, 1985'*, deelrapport studie Symarindus.

de kerncentrale niet langer zichtbaar is vanaf de strandboulevard. Dit leidt niet enkel tot zwaardere investeringskosten inzake de bouw van het eiland, doch ook tot bijkomende kabelkosten en een langere tunnelverbinding. Deze bijkomende kostprijs is eenmalig en wordt als schaduw-kostprijs aangeduid, nodig om de nadelige weerslag van het kerncentralepark op het toerisme ongedaan te maken.

Tabel IV, 3 : *Sociale kost als gevolg van de weerslag van de bouw van een kerncentralepark op de toeristische sektor (in miljoen fr.)*

| Jaar | KBA - Wandelaar | | KBA - Smalbank II | |
|------|-----------------|-------------|-------------------|-------------|
| | Impact 7,5 % | Impact 15 % | Impact 7,5 % | Impact 15 % |
| 1982 | 273 | 546 | 408 | 816 |
| 1983 | 277 | 556 | 424 | 849 |
| 1984 | 284 | 567 | 441 | 883 |
| 1985 | 289 | 579 | 459 | 918 |
| 1986 | 289 | 579 | 459 | 918 |
| . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . |
| 2005 | 289 | 579 | 459 | 918 |

De uitgevoerde helicoptertesten bij goede zichtbaarheid (doch geen ideale toestand) hebben uitgewezen dat de inplanting minimaal 16 km ver in zee moet geschieden teneinde de horizontverstoring te minimaliseren. In dit geval houdt men enkel een silhouetbeeld over. De bijkomende investeringskost voor het eiland is enkel te bepalen mits bijkomend technologisch onderzoek. Wel kan men stellen dat de bijkomende kost voor de servicetunnel (inclusief kabel) 2,5 tot 3,0 miljard fr. zou bedragen (niet geactualiseerde waarde). Hierbij moeten vier bemerkingen worden gemaakt. Primo, bij een inplanting op 15 tot 16 km in zee, zou de psychologische verstoring in zeer belangrijke mate worden verminderd. Niettemin zou ze niet volledig zijn uitgeschakeld.

Secundo, de helikoptertesten werden uitgevoerd bij een goede zichtbaarheid. Dit is evenwel niet altijd het geval. In elk seizoen zijn er meerdere dagen met een beperkte zichtbaarheid. Dit mag echter niet als argument aangewend worden om de psychologische beïnvloeding te minimaliseren.

Gezien de onzekerheid over de bijkomende investering van het kernenergie-eiland, is de derde werkmethode niet toepasselijk. Men kan evenwel stellen dat de totale bijkomende investeringskosten (eiland en servicetunnel) hoger zullen liggen dan de minimaal berekende weerslag op de toeristische sektor resulterend uit de tweede benadering.

Tertio, een verdere verschuiving van het kernenergie-eilandpark in zee met betrekking tot de Wandelaar is slechts mogelijk over een afstand van circa 2 km. Men kan zich evenwel inplantingen indenken op andere plaatsen dan De Wandelaar en Smalbank II, en dit op een afstand van 15 km van de LLWS-lijn. Een verschuiving verder dan 15 tot 16 km van de LLWS-lijn lijkt ons economisch niet verantwoord.

Quarto, een verschuiving van het kerneilandpark is niet zonder invloed op de valorisatie van de afvalwarmte (onder meer voor ontzilting en voor ruimteverwarming).

2. WEERSLAG OP DE VISSERIJ

Een tweede sektor die de negatieve invloed van een kerncentralepark zal ondergaan is de visserij⁸ ⁹.

De nadelen van een inplanting van een kerncentrale in zee voor de vispopulaties en de daaruit voortvloeiende negatieve invloeden op de visserij zijn complex en veelvuldig. Summier kunnen zij als volgt worden beschreven :

- 1) De tolerantie bij plotse temperatuurswijzigingen is voor de meeste volwassen soorten van de mariene fauna beperkt. Gelijklopend hiermede treden verstoringen op in het metabolisme en in de paaigewoonten.

⁸ In de aanvullende kwalitatieve beschouwingen van het laatste hoofdstuk wordt wel gewezen op mogelijke positieve gevolgen. Franse ervaring wijst erop dat vooral de garnaal- als tongproductie, naast andere nog in onderzoek zijnde vissoorten, voor toepassing van marikultuur in aanmerking komt.

⁹ De uitwerking van deze paragraaf was mogelijk dank zij de hulp van het Rijksstation voor Zeevisserij te Oostende.

- 2) Bij de embryonale stadia resulteert elke plotse wijziging van meer dan 1°C in een algemene mortaliteit.
- 3) Een wijziging van het ecosysteem kan optreden in de vorm van een verandering in de soortendiversiteit (niet a priori nadelig).
- 4) De mogelijkheid bestaat voor waterbloei en het ontstaan van een ziektehaard (explosieve groei).
- 5) Door de chlorering van het koelwater (ter bestrijding van de aanzetting) kunnen met afvalcomponenten reacties ontstaan, zodat herhaald schadelijke mono- en dichloorphenolen worden gevormd.
- 6) De veranderingen van de fysische en chemische eigenschappen van het biotoop hebben een nadelige indirecte invloed op de voedselketting.

Uit deze nadelen vloeit voort dat de schade aan de visserij moeilijk vooraf nauwkeurig te schatten valt.

De Belgische kustwateren waar de kerncentrale zou worden ingeplant, is een typische paai- en kweekplaats voor diverse vissoorten. Bij de studie van de raming van de schade wordt alleen de mortaliteit van het visplankton in beschouwing genomen. De jonge vissen zijn immers in staat zelfstandig te migreren uit de zone en de schade op deze stand wordt eerder miniem gesteld. Het plankton echter kan zich niet zelfstandig verplaatsen en wordt door de stromingen meegedreven. De grondgedachte van deze raming gaat dan ook naar de evaluatie van het afgestorven visplankton in functie van het zeewaterverbruik door de kerncentrales. Het is immers zo dat al dat plankton dat in het gebruikte water terecht komt voor 100 % sterft, hetzij door de plotse opwarming, hetzij door beschadiging in de roosters. Dit visplankton (eieren en larven van commerciële vissoorten) staat rechtstreeks in verband met de volwassen stand en is als de toekomstige rekrutering in de populatie te beschouwen. Verder is de visserij in een stadium gekomen dat de omvang van deze jaarlijkse rekruten bepalend is voor de grootte van de vangst.

Bij deze raming werden drie species beschouwd waarvan het plankton in de Belgische kustwateren voorkomt, namelijk tong, schol en garnaal. De paaiplaatsen van de Noordzeetong en -schol zijn respectievelijk voor 90 % en 75 % gelegen in de 10 mijl kustzone van Calais

tot Hanstholm. Voor deze soorten werd dan ook het door de centrale verbruikte watervolume gesteld ten opzichte van het totale watervolume van alle paaiplaatsen langsheen de kontinentale kustwateren van de Noordzee. Voor garnaal dient evenwel alleen de Belgische Kust te worden beschouwd, daar het gaat om een min of meer gesloten populatie.

In tegenstelling met hetgeen men algemeen zou verwachten, is zodoende het produktieverlies voor de twee alternatieve vestigingsplaatsen ongeveer gelijk. Uitgaand van deze redenering wordt het jaarlijks gemiddelde produktieverlies van België bepaald.

| | Geraamd produktieverlies kontinentale kustlijn (in ton) | Waardeverlies kontinentale kustlijn (in miljoen fr.) | Waardeverlies België (in miljoen fr.) |
|----------------|---|--|---------------------------------------|
| Tong | 536 | 70 | 7 |
| Schol | 3.029 | 66 | 5,5 |
| Garnaal | 324 ¹⁰ | 20 | 20 |
| Andere soorten | — | 73 | 4 |

De schatting van de jaarlijkse schade die door de inplanting van een kerncentrale in zee zou worden toegebracht aan de visserij, bedraagt 229 miljoen fr. Deze schadepost heeft betrekking op de kontinentale kustlijn (diepte 10 mijl) vanaf Calais tot en met Hanstholm. Daarvan zou de Belgische visserij een verlies lijden van 36,5 miljoen fr. of 3 % van de totale jaarlijkse opbrengst. De zwaarste schade zou evenwel aan de garnaalvloot worden toegebracht. Het aandeel zou hier 27 % bedragen. De invloed op de prijs van de garnaal is hier evident. Het verlies aan toegevoegde waarde beperkt zich niet enkel tot de aan land gebrachte vis. Rekening houdend met het produktieverlies en de onmogelijkheid dit laatste te vervangen door import, gezien het produktieverlies ook in de buurlanden optreedt, moet eveneens het verlies aan toegevoegde waarde in direkt visgebonden activiteiten worden ingerekend. Hierbij denken we aan de diverse vormen van

¹⁰ Belgische kustlijn.

kommercialisatie. Om het totale verlies aan toegevoegde waarde te bekomen, moet het produktieverlies aan garnaal worden vermenigvuldigd met 2, voor tong met 3 en voor de andere vissoorten met 4. Zodra de vier centrales operationeel zijn, leidt dit in konstante prijzen tot een verlies aan toegevoegde waarde van 99 miljoen fr. per jaar. Voor de aanloopjaren wordt het totaal produktieverlies geraamd op :

| | |
|------|----------------|
| 1982 | 26 miljoen fr. |
| 1983 | 37 miljoen fr. |
| 1984 | 62 miljoen fr. |
| 1985 | 74 miljoen fr. |
| 1986 | 88 miljoen fr. |

Hierbij moeten evenwel twee bemerkingen worden gemaakt. Primo, de weerslag zal het grootst zijn op de meest kwetsbare visserijbedrijven. De tweede opmerking is van een totaal andere aard. De kerncentrales kunnen ook een positieve weerslag hebben op de visserij. Door de valorisatie van de afvalwarmte moet het mogelijk zijn een aquakultuur in het leven te roepen. Deze gunstige invloed is echter niet in mindering gebracht van de sociale kost. Cijfers terzake ontbreken volkomen.

| | Negatieve investeringskost (hypotese één vijfde) (in miljoen fr.) | Negatieve investeringskost (hypotese één derde) (in miljoen fr.) |
|------|---|--|
| 1976 | — 32 | — 53 |
| 1977 | — 88 | — 145 |
| 1978 | — 96 | — 158 |
| 1979 | — 88 | — 145 |
| 1980 | — 80 | — 132 |
| 1981 | — 76 | — 126 |
| 1982 | — 12 | — 20 |
| 1983 | — 11 | — 18 |
| 1984 | — 1 | — 1 |
| 1985 | — 1 | — 1 |
| 1986 | — 1 | — 1 |
| 1987 | — 1 | — 1 |
| 1988 | — 11 | — 18 |
| 1989 | — 11 | — 18 |

Men kan opmerken dat hierboven enkel wordt rekening gehouden met de direkte loonkost tijdens de bouw van het projekt. Indirekte loonkosten (onder meer de 4 x 200 man-jaar steengroeven-productie) worden buiten beschouwing gelaten. Uit dien hoofde is de negatieve investeringskost onderschat. Deze vindt echter een kompensatie in de tweede hypotese (loonbesparing gelijk aan één derde van de direkte loonkost).

2. HET KERNENERGIE-EILAND

Een analoge redenering moet uiteraard worden aangehouden ten aanzien van het kernenergie-eiland. De bouw van het eiland zal over een periode van vier jaar gemiddeld 600 man-jaar vergen. Hierbij vertrekken we van de goedkoopste versie voorzien in hoofdstuk II. De direkte loonkost maakt voor het eiland 23 % uit van de totale investering. De opportuniteitskosten van de faktor arbeid worden in een eerste werkhypotese 20 % lager beschouwd.

Teneinde overeenstemming te behouden met hoofdstuk II worden er

zowel voor De Wandelaar als voor Smalbank II twee verschillende varianten aangehouden. De negatieve investeringskost van het kern-energie-eiland bedraagt in deze werkhypotesen in (miljoen fr.) :

| | De Wandelaar | | Smalbank II | |
|------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| | Variante I (137 ha) | Variante II (220 ha) | Variante I (137 ha) | Variante II (220 ha) |
| 1977 | — 55 | — 55 | — 41 | — 41 |
| 1978 | — 143 | — 143 | — 110 | — 110 |
| 1979 | — 143 | — 143 | — 110 | — 110 |
| 1980 | — 152 | — 152 | — 120 | — 120 |
| 1981 | — 5 | — 55 | — 5 | — 41 |
| 1982 | | — 87 | | — 74 |

Ook hier kan men de hoogte van de opportuiniteitskosten betwisten. Men kan echter stellen dat eerder werd geopteerd voor de veilige kant. Zo werden ook hier de 4 x 200 man-jaren (minimaal) die in de steengroeven zullen worden ingezet aan het normale kostenniveau aangerekend. Teneinde deze en andere loonkosten (cementindustrie, siderurgie, enz.) in rekening te brengen wordt de directe loonkost van de bouw van het eiland in een tweede werkhypothese met één derde verminderd. Hiernavolgende cijfers hebben betrekking op miljoenen franken.

| | De Wandelaar | | Smalbank II | |
|------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| | Variante I (137 ha) | Variante II (220 ha) | Variante I (137 ha) | Variante II (220 ha) |
| 1977 | — 91 | — 91 | — 68 | — 68 |
| 1978 | — 236 | — 236 | — 182 | — 182 |
| 1979 | — 236 | — 236 | — 182 | — 182 |
| 1980 | — 251 | — 251 | — 198 | — 198 |
| 1981 | — 8 | — 91 | — 8 | — 68 |
| 1982 | | — 144 | | — 122 |

Hierbij zal men hebben opgemerkt dat een volkomen parallellisme met de voorhavenuitbouw werd gerespekteerd.

3. SERVICETUNNEL INCLUSIEF KABELS VOOR ENERGIETRANSPORT

De directe loonkosten worden ook hier op 20 % van de investeringen bepaald. De opportuniteitskosten van de loonfactor wordt in analogie met hetgeen voorafgaat op 80 en 66 % van de reëel uitbetaalde lonen geraamd (in miljoenen fr.).

| | De Wandelaar | | Smalbank II | |
|------|---|---|---|---|
| | Negatieve investeringskost hypotese 20 % | Negatieve investeringskost hypotese 20 % | Negatieve investeringskost hypotese 20 % | Negatieve investeringskost hypotese 20 % |
| 1980 | — 48 | — 80 | — 61 | — 101 |
| 1981 | — 53 | — 88 | — 64 | — 106 |
| 1982 | — 49 | — 82 | — 62 | — 102 |
| 1983 | — 3 | — 4 | — 1 | — 2 |
| 1984 | — 6 | — 8 | — 3 | — 4 |
| 1985 | — 3 | — 4 | — 1 | — 2 |
| 1986 | — 3 | — 4 | — 1 | — 2 |

hoofdstuk VI havenontvangsten

In de vorige hoofdstukken kwamen de diverse kostenelementen van de nieuwe voorhaven en het kerneiland aan de orde. In dit en volgend hoofdstuk gaat het om de makro-ekonomische baten van de projekten. De eerste groep baten heeft betrekking op de ontvangsten van de exploiterende haven.

Teneinde de ontvangsten van de havenautoriteit te bepalen is het noodzakelijk vooraf de bijkomende haventrafieken van de voorhaven vast te leggen. In wezen moet de prognose van de haventrafieken eveneens de basis vormen voor de definitieve opmaak en timing van de supplementaire investeringen in de bruto voorhaven. Hierbij denken we aan de bouw van de dokken en kaden en de weg- en spoorverbindingen. Hiermede werd in hoofdstuk II van dit gedeelte rekening gehouden.

I. PERSPEKTIEVEN INZAKE DE HAVENTRAFIEKEN

De vaststelling van de haventrafieken in de toekomst is een belangrijk onderdeel in de studie en is niet van ernstige moeilijkheden ontdaan. De haventrafieken zijn in de eerste plaats afhankelijk van de ontwikkeling van de wereldhandel, de Europese integratie en de internationale conjunctuur. Wij ontkennen niet dat deze factoren zelf reeds een sterke onderlinge relatie vertonen. In de tweede plaats moet worden rekening gehouden met de rol van het aanbod op de haventrafieken. In de derde plaats speelt de kommerciële politiek en het dynamisme van een havenoverheid een vitale rol in het aantrekken van trafieken.

Teneinde de trafieken te bepalen kan men een zeer uiteenlopende benadering toepassen, gaande van een pure extrapolatie tot een streng gesofistikeerde methode ; van een voluntaristische benadering tot een beredeneerde benadering. In deze paragraaf houden we het bij

Tabel IV, 4 : Invoer van de haven van Zeebrugge, 1967-75 (in 1.000 ton)

| | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
| Kolen en cokes | 341 | 332 | 422 | 384 | 347 | 393 | 447 | 389 | 297 |
| Ruwe olie | — | 2.439 | 5.501 | 5.408 | 5.950 | 5.575 | 6.758 | 7.138 | 5.102 |
| Petroleumproducten | 592 | 583 | 465 | 472 | 555 | 589 | 760 | 833 | 790 |
| Ro-ro goederen | 181 | 257 | 305 | 390 | 418 | 557 | 856 | 1.028 | 1.194 |
| Containergoederen | — | 186 | 509 | 576 | 606 | 759 | 759 | 851 | 835 |
| Bouwmaterialen | 242 | 318 | 543 | 695 | 596 | 589 | 646 | 791 | 974 |
| Andere trafieken | 215 | 255 | 282 | 437 | 340 | 297 | 258 | 249 | 272 |
| Totaal | 1.578 | 4.373 | 8.032 | 8.332 | 8.815 | 8.768 | 10.478 | 11.272 | 9.459 |

Bron : MBZ.

Tabel IV, 5 : Uitvoer van de haven van Zeebrugge, 1967-75 (in 1.000 ton)

| | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 |
|--------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Kolen en cokes | 67 | 68 | 67 | 104 | 135 | 171 | 76 | 40 | 19 |
| Ruwe olie | — | 16 | — | — | — | — | — | — | — |
| Petroleumproducten | 100 | 86 | 78 | 100 | 224 | 242 | 392 | 442 | 423 |
| Ro-ro goederen | 255 | 354 | 274 | 445 | 519 | 758 | 1.037 | 1.279 | 1.384 |
| Containergoederen | — | 122 | 311 | 386 | 331 | 447 | 503 | 788 | 659 |
| Bouwmaterialen | 45 | 27 | 24 | 26 | 7 | 28 | 24 | 7 | — |
| Andere trafieken | 85 | 100 | 106 | 111 | 66 | 108 | 182 | 212 | 151 |
| Totaal | 556 | 774 | 965 | 1.177 | 1.284 | 1.766 | 2.216 | 2.772 | 2.639 |

Bron : MBZ.

een mengvorm van wetenschappelijke benadering en beredeneerde keuzen. In bepaalde gevallen wordt aangeleund bij recent uitgevoerde onderzoeken alsmede bij de deelrapporten van de Commissie van Beraad inzake Kernenergie.

Hoe perfect een haventrafiekprevisie ook wordt opgesteld, steeds blijft men geconfronteerd met een reeks onzekerheden. Om deze reden wordt er veelal gewerkt met twee trafiekvarianten, namelijk een minimale en een maximale previsie.

A. Huidige haventrafieken te Zeebrugge

Als uitgangspunt voor de trafiekperspektieven nemen we de trafiek-evolutie te Zeebrugge gedurende de periode 1967-75. Deze is weergegeven in de tabellen IV, 4 en IV, 5, respectievelijk voor de import en de export. In beide tabellen zijn de trafieken gegroepeerd naar enkele grote groepen die op zichzelf of in combinatie een grote betekenis hebben voor de haven van Zeebrugge.

Uit deze tabellen zijn enkele algemene vaststellingen af te leiden. Primo is de snelle opgang van de haventrafiek vast te stellen: 2,1 miljoen ton in 1967 tot 14,2 miljoen ton in 1974. In 1975 was er tengevolge van de algemene economische crisis een terugval tot 12,1 miljoen ton.

Secundo, de snelle opgang van Zeebrugge in de havenwereld steunt voornamelijk op drie trafiekgroepen: petroleum, ro-ro trafiek en containertrafiek. Tertio is er een uitgesproken overwicht van de import op de export vast te stellen. Quarto, in het geheel van de import domineert de ruwe olie, en bij de export domineren de car-ferry trafiek en de containergoederen.

B. Trafiekperspektieven

1. *Vloeibaar gemaakt aardgas of LNG*

Ofschoon LNG tot op heden niet wordt aangevoerd in de haven van Zeebrugge zijn er twee redenen om deze vooraan te plaatsen. De LNG-terminal wordt inderdaad een centraal onderdeel van de voorhaven en tevens zijn de verwachtingen inzake LNG-aanvoer bijzonder groot. In het kader van de Symarinfra werd een aanvoerprognose voor

Tabel IV, 6 : LNG-leveringen in miljoen m³ en in miljoen ton (a)

| Jaar | Variante 1 | | Variante 2 | | Variante 3 | | Variante 4 | | Variante 5 | |
|------|------------------------------|------|------------------------------------|------|--|------|---|------|---------------------------|------|
| | Normaal programma minus 20 % | | Normaal programma behoeften België | | Normaal programma behoeften België met een gewijzigde spreiding van de Slochterenreserve | | Normaal programma België vermeerderd met een doorvoerraming | | V ₃ + doorvoer | |
| | m ³ | ton | m ³ | ton | m ³ | ton | m ³ | ton | m ³ | ton |
| 1981 | 4,7 | 2,1 | 5,8 | 2,6 | 5,8 | 2,6 | 8,3 | 3,7 | 8,3 | 3,7 |
| 1982 | 4,7 | 2,1 | 5,8 | 2,6 | 10,0 | 4,5 | 14,2 | 6,4 | 18,3 | 8,2 |
| 1983 | 5,3 | 2,4 | 6,7 | 3,0 | 11,7 | 5,3 | 20,8 | 9,4 | 25,8 | 11,6 |
| 1984 | 6,7 | 3,0 | 8,3 | 3,7 | 13,3 | 6,0 | 28,3 | 12,7 | 33,3 | 15,0 |
| 1985 | 8,0 | 3,6 | 10,0 | 4,5 | 15,0 | 6,8 | 30,0 | 13,5 | 35,0 | 15,8 |
| 1986 | 9,3 | 4,2 | 11,7 | 5,3 | 18,3 | 8,2 | 31,7 | 14,3 | 38,3 | 17,2 |
| 1987 | 21,3 | 9,6 | 26,7 | 12,0 | 21,7 | 9,8 | 46,7 | 21,0 | 41,7 | 18,8 |
| 1988 | 24,0 | 10,8 | 30,0 | 13,5 | 25,0 | 11,3 | 50,0 | 22,5 | 45,0 | 20,3 |
| 1989 | 25,3 | 11,4 | 31,7 | 14,3 | 26,7 | 12,0 | 51,7 | 23,3 | 46,7 | 21,0 |
| 1990 | 28,0 | 12,6 | 35,0 | 15,8 | 30,0 | 13,5 | 55,0 | 24,8 | 50,0 | 22,5 |
| 1991 | 30,7 | 13,8 | 38,3 | 17,2 | 33,3 | 15,0 | 58,3 | 26,2 | 53,3 | 24,0 |
| 1992 | 34,7 | 15,6 | 43,3 | 19,5 | 43,3 | 19,5 | 63,3 | 28,5 | 63,3 | 28,5 |
| 1993 | 38,7 | 17,4 | 48,3 | 21,7 | 48,3 | 21,7 | 68,3 | 30,7 | 68,3 | 30,7 |
| 1994 | 41,3 | 18,6 | 51,7 | 23,3 | 51,7 | 23,3 | 71,7 | 32,3 | 71,7 | 32,3 |
| 1995 | 44,0 | 19,8 | 55,0 | 24,8 | 55,0 | 24,8 | 75,0 | 33,8 | 75,0 | 33,8 |
| 1996 | 44,0 | 19,8 | 55,0 | 24,8 | 55,0 | 24,8 | 75,0 | 33,8 | 75,0 | 33,8 |
| 2005 | 44,0 | 19,8 | 55,0 | 24,8 | 55,0 | 24,8 | 75,0 | 33,8 | 75,0 | 33,8 |

(a) Omzetting van 1 m³ LNG = 0,45 ton LNG.

LNG uitgewerkt¹. Deze werd bijgewerkt door de Dienst voor Nijverheidsbevordering. In het volgend hoofdstuk zijn de vijf varianten van aardgasaanvoer opgenomen. In tabel IV, 6 zijn deze varianten vertaald in LNG-trafiekeken zowel in m³ als in ton.

Onmiddellijk trekt de omvang van de LNG-trafiek de aandacht. Uitgaande van de aanvoer met schepen van 125.000 m³ moeten in het aanvangsjaar en vanaf 1995 volgend aantal schepen worden verwacht :

| | 1981 | 1995 |
|------------|------|------|
| Variante 1 | 38 | 352 |
| Variante 2 | 47 | 440 |
| Variante 3 | 47 | 440 |
| Variante 4 | 70 | 600 |
| Variante 5 | 70 | 600 |

De vraag kan worden gesteld of de maximale trafiekeken voorzien in de varianten 4 en 5 technisch haalbaar zijn. Hier dient zeker in een verder stadium de technische capaciteit nader onderzocht. Reeds nu moet worden gedacht aan 2 metaandokken met elk een aanlegsteiger.

2. Petroleum

De petroleumtrafiekeken te Zeebrugge worden beïnvloed door de produktiekapaciteit van de Texacoraffinaderij te Gent. De gerealiseerde uitbreiding van de produktiekapaciteit van deze raffinaderij zal een direkte invloed hebben op de olietrafiek in de haven van Zeebrugge. Hierdoor zal de ruwe-olietrafiek te Zeebrugge stijgen tot circa 10 miljoen ton of 5 miljoen ton meer dan in 1975 en 3 miljoen ton meer dan in 1974². Dit mag als een minimale voorziene aanvoer worden beschouwd.

De maximale invoer is mede afhankelijk van de behoeften van de Belgische markt, de raffinagekapaciteit van de olieraffinaderijen in

¹ Studiesyndikaat Symarinfra : 'Syntese van de Symarinfrastudie', Brussel, 1975, blz. 7.

² De daling van de petroleumimport in 1975 houdt in de eerste plaats verband met het stilleggen van de raffinaderij voor algemeen nazicht.

België en de aanvoerwijze. Hierbij laten we ons leiden door de prognoses in het kader van de Symarinfrastudie en een latere aanpassing. Het aandeel van de aardolie in de Belgische energiebehoeften zal vermoedelijk evolueren van 56 % in 1975 naar 47 % in 1985, of in absolute cijfers nog een toename van 34,4 tot 42 miljoen ton steenkoolkewivalent. Omgekeerd in olie-aanvoer betekent dit een groei van 7,6 miljoen ton ske of 5,2 miljoen ton olie.

Deze aangroei is gebaseerd op een aantal hypotesen, namelijk :

- een eenmalig energetisch bezuinigingseffekt van 6,5 % tengevolge van de hogere energieprijzen,
- een realistisch conjunktuurverloop na de voorbije inzinking: 1,5 % groei in 1976 en 4 % in de daaropvolgende jaren,
- een elasticiteit van de energiebehoeften ten opzichte van het BNP van 1,
- het niet ineenstorten van de petroleumprijs,
- de uitvoering, met een lichte vertraging, van het kernprogramma, weergegeven als scenario nummer 3 van de Kommissie van Beeraad inzake Kernenergie.

De aldus bekomen aangroei van de petroleumimport is echter wellicht enigszins onderschat³.

Rekening houdend met de huidige capaciteit van de Rotterdam-Antwerpen-pijpleiding (RAPL) en de huidige benutting lijkt het evenwel weinig waarschijnlijk dat er een nieuwe pijpleiding wordt aangelegd tussen Zeebrugge en Antwerpen⁴. Voor de periode na 1985 is het niet uitgesloten dat er te Zeebrugge bijkomende aardolie wordt aangevoerd in functie van de energiebehoeften. Tevens is het evenmin uitgesloten dat Zeebrugge de aanvoerhaven wordt van zware koolwaterstoffen. Wij houden er rekening mede dat de aanvoer van bijkomende aardolie of de aanvoer van afgewerkte produkten (zware koolwaterstoffen) een onzekerheid inhoudt. Toch lijkt het wenselijk een bijkomende aanvoer van 5 miljoen ton (aardolie en/of zware koolwaterstoffen) voor de periode 1986-95 en van 10 miljoen ton

³ Hierbij denken we onder meer aan de behoeften aan koolwaterstoffen in de chemische nijverheid, de verdeelde meningen over de aanwending van kernenergie en de wellicht grotere petroleumreserves.

⁴ De RAPL heeft een capaciteit van 39 miljoen ton. In 1975 werd deze benut voor 18,5 miljoen ton. Voegen we daarbij de 9,5 miljoen die worden aangevoerd via de Schelde, dan nog is er een theoretische reserve van 12 miljoen ton.

voor de periode 1996-2005 te weerhouden. Hierbij denken we niet enkel aan de energiebehoeften⁵, doch vooral aan de aanvoer van koolwaterstoffen als grondstof voor de chemische nijverheid.

Daar de realisatie van de voorhaven de herlokalisatie van de petroleumterminal impliceert, wordt de integrale olietrafiek van Zeebrugge tot de nieuwe voorhaven gerekend⁶. Wij veronderstellen dat de overplaatsing zal geschieden in 1981. Verder wordt als werkhypothese opgenomen dat de bijkomende olietrafiek niet bestemd voor Texaco, zal starten in 1986 en zijn maximum bereiken in 1990. Voor de periode na 1996 wordt een konstante aanvoer weerhouden. Dit houdt wellicht een onderschatting in van de realiteit.

Tabel IV, 7 : *De petroleumleveringen in de nieuwe voorhaven te Zeebrugge in miljoen ton*

| | Voorziene aanvoer | Maximum- aanvoer |
|------|----------------------|---------------------|
| 1981 | 10 | 10 |
| 1982 | 10 | 10 |
| 1983 | 10 | 10 |
| 1984 | 10 | 10 |
| 1985 | 10 | 10 |
| 1986 | 10 | 15 |
| . | . | . |
| . | . | . |
| 1996 | . | 20 |
| . | . | . |
| . | . | . |
| . | . | . |
| 2005 | 10 | 20 |

In bovenstaande beschouwingen werd geen rekening gehouden met veiligheidsoverwegingen. De energiekrisis heeft echter voldoende aan-

⁵ Door de aanwezige afvalwarmte op het kerneiland (De Wandelaar) kan Zeebrugge een zeer geschikte aanvoerhaven worden voor zware koolwaterstoffen uit het Midden-Oosten. Op basis van de beschikbare zuurstof (luchtscheidingseenheid of elektrolyse van water) is het mogelijk syngas (SNG) te produceren als substituuat voor aardgas (prijsoverwegingen kunnen tot deze keuze leiden). Dit zou evenwel de LNG-aanvoer kunnen verminderen.

⁶ De vrijkomende ruimte zou worden ingenomen voor containertrafiek.

getoond dat het noodzakelijk is in ons land over potentiële extra overslagcapaciteit te beschikken op eigen bodem voor tankers van 125.000 ton, evenals voor tankers van 250.000 tot 300.000 ton met gedeeltelijke lading die in dit geval 170.000 tot 180.000 ton ladingen kunnen aanbrengen te Zeebrugge.

Een tweede randbeschouwing omtrent de aardolietrafiek betreft de andere petroleumtrafiek. Deze komen verder aan de orde in de uitgebreide groep 'general cargo en andere' (uitzondering aanvoerschema na 1985).

3. *Containertrafiek*

Inzake containertrafiek moet een onderscheid worden gemaakt tussen « short-sea » containertrafiek en « transocean » containertrafiek. Dit onderscheid is bijzonder belangrijk in het licht van de vervoerprognose en van de lokalisatie van deze trafieken in de haven.

(a) *Containertrafiek over korte afstand*

De containertrafiek over korte afstand (short-sea) is praktisch uitsluitend gericht op het Verenigd Koninkrijk. Rekening houdend met de korte reisroutes, is een lokalisatie van deze containertrafiek in de voorhaven een noodzakelijkheid.

In 1975 bedroeg de containertrafiek van Zeebrugge 1,5 miljoen ton waarvan 960.000 ton over korte afstand. Voor de periode 1974-85 werd een trafiekprognose gemaakt in het licht van de studiedag « De haven van Brugge-Zeebrugge na de chunnel »⁷. In deze prognose werd een minimale en een gemiddelde trafiekprevisie vooropgesteld⁸. De minimale trafiek werd op 2,4 miljoen ton geraamd en de gemiddelde trafiek op 3,7 miljoen ton. We nemen deze laatste tonnages als vast referentiepunt voor de trafiek in 1985. Voor de periode na 1985-1995 laten we de trafiek jaarlijks stijgen met 5 %.

Ten aanzien van de nieuwe voorhaven gaan we ervan uit dat enkel de bijkomende trafiek in aanmerking komt, terwijl de nieuwe voor-

⁷ N. Vanhove, 'Structuur, evolutie en vooruitzichten van het roll-on/roll-off container- en passagiersverkeer tussen Groot-Brittannië en het vasteland', *Facetten van West-Vlaanderen*, nr 8, 1975.

⁸ De gemiddelde trafiekprevisie is gebaseerd op het minimum en het maximum.

haven zelf pas in 1981 een containerfunctie kan krijgen. In de KBA wordt hiermede rekening gehouden door te vertrekken van de werkhypothese dat de tweede « short-sea terminal » in de bestaande voorhaven zal worden opgenomen. Uitgaande van een capaciteit van 0,9 miljoen ton per terminal en per jaar zou de derde korte afstand-containerterminal in de nieuwe voorhaven moeten functioneren in 1981. In 1985 zou de short-sea containercapaciteit van de nieuwe voorhaven 1,9 miljoen ton bereiken. De resultaten van deze werkhypotesen zijn opgenomen in tabel IV, 8.

Tabel IV, 8 : *De verwachte containertrafiek in de nieuwe voorhaven na maximale benutting van de bestaande voorhaven (in miljoen ton)*

| | Containertrafiek over korte afstand | Oceaancontainer- trafiek | Totaal containertrafiek |
|------|--|-----------------------------|----------------------------|
| 1981 | 0,3 | 0,1 | 0,4 |
| 1982 | 0,7 | 0,2 | 0,9 |
| 1983 | 1,1 | 0,3 | 1,4 |
| 1984 | 1,5 | 0,4 | 1,9 |
| 1985 | 1,9 | 0,5 | 2,4 |
| 1986 | 2,1 | 0,6 | 2,7 |
| 1987 | 2,3 | 0,8 | 3,1 |
| 1988 | 2,5 | 0,9 | 3,4 |
| 1989 | 2,7 | 1,1 | 3,8 |
| 1990 | 2,9 | 1,2 | 4,1 |
| 1991 | 3,2 | 1,3 | 4,5 |
| 1992 | 3,4 | 1,5 | 4,9 |
| 1993 | 3,7 | 1,6 | 5,3 |
| 1994 | 3,9 | 1,8 | 5,7 |
| 1995 | 4,2 | 2,0 | 6,2 |
| . | | | |
| . | | | |
| . | | | |
| . | | | |
| 2005 | 4,2 | 2,0 | 6,2 |

(b) « Transocean » containertrafiek

In 1975 werden 529.000 ton verhandeld op de oceaan-containerterminal. Rekening houdend met de vaste verbintenissen zal in 1980 de bestaande trafiek oplopen tot 1,2 miljoen ton. De lopende bespre-

kingen laten toe nieuwe oceaantrafieken voorop te stellen van andermaal 1,2 miljoen ton in 1980. Dit zou de oceaancontainertrafiek brengen op 2,4 miljoen ton. Voor de periode 1980-95 wordt een aangroei van de oceaancontainertrafiek van 5 % per jaar vooropgesteld.

Inzake de lokalisatie van de trafieken nemen we een dubbele werkhypothese aan :

- (a) De containertrafiek voorzien vóór 1980 zal worden opgevangen door het westerschiereiland (inclusief rendementsverbetering via het geplande vervoercentrum in de achterhaven).
- (b) Voor de periode na 1980 vertrekken we van de hypothese dat 75 % van de bijkomende trafiek in de voorhaven en 25 % in de achterhaven zal worden gelokaliseerd.

In de rand met het voorgaande werd geen rekening gehouden met een paar containerlijnen die uitdrukkelijk een lokalisatie in de achterhaven hebben aangevraagd.

4. *Ro-ro trafiek*

Inzake ro-ro trafiek kan men eveneens een onderscheid maken tussen korte ro-ro en oceaan-ro-ro trafiek⁹. In het raam van de KBA van de voorhaven is dit onderscheid vooral gebaseerd op technische overwegingen. De oceaan-ro-ro schepen moeten omwille van het belangrijk tijverschil in de voorhaven een lokalisatie in de achterhaven opzoeken. Om deze reden houden we er geen rekening mede in de trafiekperspektieven.

Voor de korte ro-ro grijpen we terug naar de reeds bovenvermelde previsie inzake de vooruitzichten van het ro-ro, container- en passagiersverkeer tussen Groot-Brittannië en het vasteland.

De huidige korte ro-ro trafiek bereikt 2,6 miljoen ton. De gemiddelde trafiekprevisie 1974-85 bedraagt 7,4 miljoen ton¹⁰. Ter informatie moet worden vermeld dat de minimale previsie het houdt bij 4,8 miljoen ton. We nemen verder aan dat de trafiek tijdens de periode 1985-95 verder zal stijgen met 5 % per jaar.

⁹ Bij de ro-ro trafiek rijden de geladen of ledige voertuigen het schip in en uit.

¹⁰ Zie N. Vanhove, *op. cit.*, blz. 43.

Tabel IV, 9 : *De verwachte korte ro-ro trafiek in de nieuwe voorhavens na maximale benutting van de bestaande voorhavens (in miljoen ton)*

| Jaar | Korte ro-ro trafiek |
|------|---------------------|
| 1981 | 0,5 |
| 1982 | 1,0 |
| 1983 | 1,6 |
| 1984 | 2,2 |
| 1985 | 3,0 |
| 1986 | 3,4 |
| 1987 | 3,8 |
| 1988 | 4,2 |
| 1989 | 4,6 |
| 1990 | 5,0 |
| 1991 | 5,5 |
| 1992 | 6,0 |
| 1993 | 6,5 |
| 1994 | 7,0 |
| 1995 | 7,6 |
| . | |
| . | |
| . | |
| . | |
| 2005 | 7,6 |

Voor de lokalisatie van deze trafieken wordt uitgegaan van de volgende werkhypothese :

- (a) De groei tussen 1975 en 1980 wordt opgevangen in de bestaande voorhavens. Hierdoor zou de trafiek toenemen van 2,6 miljoen tot 4,4 miljoen ton. De technische haalbaarheid wordt in vraag gesteld zodat hoogstwaarschijnlijk een gedeelte naar de achterhaven zal verschuiven. Voor de trafieken op Noord-Engeland en Schotland is deze oplossing denkbaar. Na 1980 kunnen er zich terminal-substituties voordoen.
- (b) De bijkomende trafiek na 1980 wordt integraal tot de voorhavens gerekend.

Als slot van de rubriek ro-ro trafiek moet een belangrijke opmerking worden gemaakt. In de behandelde trafiek werd geen rekening

gehouden met de begeleide auto's in het raam van de car-ferry trafiek. Voor de periode 1974-85 wordt een aangroei van 700.000 à 1.100.000 wagens verwacht in Zeebrugge en Oostende samen¹¹.

5. *Ertsen*

De ertstrafiek wordt in de kosten-batenanalyse niet rechtstreeks in rekening gebracht daar deze wordt gelokaliseerd in de achterhaven. De ertstrafiek, samen met enkele andere bulk-trafiek en de containertrafiek met schepen van de derde generatie, is niet zonder gevolgen voor de baggerkosten ten laste van de voorhaven. Hiermede bedoelen we niet dat de baggerkosten zullen toenemen dan wel dat een gedeelte van de bijkomende baggerkosten wordt gedragen door de achterhaven (zie hoofdstuk III).

6. *Stukgoederen*

De stukgoederentrafiek worden hier opgevat in de ruime zin van het woord, met name alle trafieken met uitzondering van deze reeds boven vermeld¹². In 1975 maakte deze groep een trafiek uit van 2,3 miljoen ton inzake invoer en 0,6 miljoen ton inzake uitvoer.

De ontwikkeling van deze trafiekgroep zal in belangrijke mate gedermineerd worden door de industriële produktie in West-Europa. In concreto zal de evolutie van de industriële produktie in België deze stukgoederen in de brede betekenis van het woord beïnvloeden. De uitvoer van stukgoederen zal in belangrijke mate worden gedetermineerd door de industriële ontwikkeling in de westerse wereld, vooral dan de EEG-landen en dan meer bepaald Engeland. In de boven vermelde previsie inzake de trafieken tussen Engeland en Zeebrugge maakt de containertrafiek en de ro-ro trafiek drie vierden uit van de totale bevrachting of met andere woorden, één vierde heeft een minder specifiek karakter. Dit vertegenwoordigt reeds een bijkomende trafiek van 2,9 miljoen ton tijdens de periode 1975-85. Een substitutie ten gunste van de ro-ro trafiek en de containertrafiek is echter niet uitgesloten. Het aandeel is trouwens nu reeds hoger. Dit zou enkel

¹¹ Zie N. Vanhove, *op. cit.*

¹² Hierbij wordt afgeweken van de traditionele meer beperkte betekenis van het woord.

een onderschatting inhouden van de bovenvermelde ro-ro en containertrafiek.

Als theoretische werkwijze zou men volgende regressie-analyse kunnen toepassen :

$$\log M_B = \log a + b \log P \quad (1)$$

$$\log X_B = \log a + b \log P_{EEG} + C \log P_{GB} \quad (2)$$

$$\log M_Z = \log a + b \log M_B \quad (3)$$

$$\log X_Z = \log a + b \log X_B \quad (4)$$

waarin :

M_B = zee-import België in ton ;

X_B = zee-export België in ton ;

P = industrieel produkt België ;

P_{EEG} = industriële produktie EEG (exclusief Groot-Brittannië) ;

P_{GB} = industriële produktie Groot-Brittannië ;

M_Z = import van stukgoederen voor de haven van Zeebrugge in ton ;

X_Z = export van stukgoederen voor de haven van Zeebrugge in ton.

Aangezien echter alle aanbodfactoren zodoende buiten beschouwing blijven, verliezen de vergelijkingen (3) en (4) zeer veel aan betekenis. De uitbouw van de achterhaven en de nieuwe ruimte in de voorhaven brengt een structurele wijziging met zich mee die niet langer toelaat met konstante regressiecoëfficiënten te werken. Om deze reden werd uiteindelijk teruggegrepen naar een minder omslachtige benadering. Er werd vertrokken van de bestaande trafieken waarbij twee groei-varianten worden ingebouwd voor de periode 1975-95, namelijk 5 en 7 %.

Inzake de lokalisatie van de stukgoederen moet worden rekening gehouden met volgende factoren :

1. De stukgoederen zijn minder gebonden aan de voorhaven dan de boven behandelde trafieken. Het element snelheid heeft een veel geringere betekenis.
2. Een gedeelte van de trafiek zal zijn oorsprong vinden in de bestaande en nieuwe industriële en kommerciële vestigingen in de voorhaven.

3. De trafiektoename tijdens de periode 1975-80 moet wegens plaatsgebrek integraal in de achterhaven geschieden.

Uitgaande van deze overwegingen wordt enkel 50 % van de bijkomende stukgoederen na 1980 tot de voorhaven gerekend. De resultaten van deze berekening zijn opgenomen in tabel IV, 10.

Tabel IV, 10 : *De verwachte stukgoederentrafiek in de nieuwe voorhaven (in miljoen ton)*

| Jaar | Minimale previsie | Maximale previsie |
|------|-------------------|-------------------|
| 1981 | 0,1 | 0,2 |
| 1982 | 0,2 | 0,3 |
| 1983 | 0,3 | 0,5 |
| 1984 | 0,4 | 0,7 |
| 1985 | 0,5 | 0,9 |
| 1986 | 0,6 | 1,2 |
| 1987 | 0,8 | 1,4 |
| 1988 | 0,9 | 1,7 |
| 1989 | 1,0 | 1,9 |
| 1990 | 1,2 | 2,2 |
| 1991 | 1,3 | 2,6 |
| 1992 | 1,5 | 2,9 |
| 1993 | 1,6 | 3,3 |
| 1994 | 1,8 | 3,7 |
| 1995 | 2,0 | 4,1 |
| . | . | . |
| . | . | . |
| . | . | . |
| . | . | . |
| 2005 | 2,0 | 4,1 |

7. *Passagiersverkeer*

In 1974 telde Zeebrugge 876.000 passagiers. In 1975 was dit reeds opgelopen tot 1.170.000. Dit passagiersverkeer geschiedt praktisch uitsluitend tussen Zeebrugge en het Verenigd Koninkrijk. De bovenvermelde previsie wijst voor de periode 1974-85 op een groei van minimaal 1.700.000 tot maximaal 2.800.000 voor de Belgische havens Oostende Zeebrugge samen¹³. Voor de periode 1986-95 wordt een aangroei van 5 % als waarschijnlijk geacht.

¹³ Oostende telde in 1975 2.559.000 passagiers.

Het valt uiterst moeilijk te voorzien hoe deze aangroei zich zal spreiden tussen Oostende en Zeebrugge. Indien het jongste verleden een aanduiding inhoudt, zou het grootste gedeelte afvloeien naar Zeebrugge¹⁴. Rekening houdend met de invloed van aanbodelementen zullen we voorzichtigheidshalve de aangroei op een 50/50 basis verdelen.

Inzake lokalisatie nemen we als werkhypothese aan dat de groei van het passagiersverkeer te Zeebrugge vanaf 1981 integraal in de nieuwe voorhaven zal worden opgevangen. De weerslag van de bovenvermelde previsie en de toegepaste verdeelsleutels zijn weergegeven in tabel IV, II.

Tabel IV, II : *Het passagiersverkeer in de nieuwe voorhaven van Zeebrugge*
(× 1.000)

| Jaar | Minimumprognose | Maximumprognose |
|------|-----------------|-----------------|
| 1981 | 473 | 735 |
| 1982 | 560 | 876 |
| 1983 | 648 | 1.042 |
| 1984 | 753 | 1.208 |
| 1985 | 850 | 1.400 |
| 1986 | 936 | 1.514 |
| 1987 | 1.027 | 1.633 |
| 1988 | 1.122 | 1.759 |
| 1989 | 1.222 | 1.890 |
| 1990 | 1.327 | 2.029 |
| 1991 | 1.437 | 2.174 |
| 1992 | 1.553 | 2.327 |
| 1993 | 1.674 | 2.487 |
| 1994 | 1.802 | 2.655 |
| 1995 | 1.935 | 2.831 |
| 1996 | 1.935 | 2.831 |
| . | . | . |
| . | . | . |
| . | . | . |
| . | . | . |
| 2005 | 1.935 | 2.831 |

¹⁴ Tussen 1970 en 1975 groeide de trafiek te Zeebrugge aan van 498.000 tot 1.170.000. De korresponderende cijfers voor Oostende zijn 2.117.000 en 2.589.000.

Ten aanzien van tabel IV, 10 en tabel IV, 11 moet er op worden gewezen dat er uiteraard een zekere relatie bestaat tussen de korte ro-ro trafiek en het passagiersverkeer. In de werkhypoteses komt dit gedeeltelijk tot uiting.

8. *Opmerking*

Bovenvermelde haventrafieken kunnen nu als uitgangspunt genomen worden bij het bepalen van de eigenlijke opmaak en timing van de bouw van de dokken en kaaien. Dit maakt echter niet het voorwerp uit van deze studie. De invloed van een optimale inrichting op het weerhouden investeringsbedrag mag als marginaal worden beschouwd. Dit wil niet zeggen dat de opmaak geen invloed heeft op de doeltreffendheid van de haven. Wij gaan er van uit dat de weerhouden investeringsbedragen de maximale doeltreffendheid mogelijk maken. Merk verder op dat met de timing van de kaden in het hoofdstuk gewijd aan de investeringen, werd rekening gehouden. De timing van de kadenbouw in het meest rationele plan zal slechts in beperkte betekenis afwijken van de weerhouden timing van de kaden, althans wat betreft de totale lengte¹⁵.

2. VERHURING HAVENTERREINEN

De havenontvangsten beperken zich niet enkel tot de havengelden resulterend uit de trafiekfunctie, doch ook uit de verhuring van de haventerreinen, noodzakelijk om de trafiek op te vangen. De omzetting van de trafiekperspektieven in terreinbehoeften leidt tot een behoefte aan circa 65 ha in 1981 tot circa 180 ha in 1993¹⁶. Wij houden het bij een enkelvoudige raming waarbij de trafiekvarianten buiten beschouwing worden gelaten. De trafiekvarianten die in § 1. van dit hoofdstuk zijn opgenomen hebben echter geen grote invloed op de benodigde oppervlakte.

Eenvoudigheidshalve nemen we aan dat de verhuurde terreinen aan

¹⁵ Zie ook W. Nonneman, *'Port pricing and investment: Toward a Common Market Port Policy'*, Antwerpen, 1975, zie hoofdstuk VII.

¹⁶ De voorhaventerreinen die de afgeleide activiteiten van de LNG-aanvoer moeten opvangen, zijn hierin begrepen.

een konstant ritme toenemen tussen 1981 en 1993 en nadien onveranderd blijven. De keuze van 1993 houdt verband met de trafiekprognose van container, ro-ro en stukgoederen. Dit zal wel niet overeenstemmen met de praktijk daar men zich kan verwachten aan ongelijkmatige vraagontwikkelingen. Op het globaal resultaat kan de werkhypothese echter slechts een zeer beperkte weerslag hebben. Trouwens niemand kan de ongelijkmatige groei met juistheid vooropstellen. Dit alles leidt tot volgende verhuurterreinen per jaar.

Tabel IV, 12 : *De verhuurde haventerreinen in de nieuwe voorhaven*

| Jaar | Oppervlakte in ha |
|------|-------------------|
| 1981 | 65 |
| 1982 | 71 |
| 1983 | 78 |
| 1984 | 85 |
| 1985 | 92 |
| 1986 | 100 |
| 1987 | 109 |
| 1988 | 119 |
| 1989 | 130 |
| 1990 | 132 |
| 1991 | 155 |
| 1992 | 166 |
| 1993 | 180 |
| . | . |
| . | . |
| . | . |
| . | . |
| 2005 | 180 |

3. DE WEERHOUDEN HAVENTARIEVEN

Belangrijk onderdeel in de prognose van de havenontvangsten vormen de haventarieven, zowel wat betreft de eigenlijke tarieven als de verhuring van de terreinen.

Teneinde zinvolle haventarieven voorop te stellen werd rekening gehouden met de thans gangbare tarieven in een aantal Belgische en Nederlandse havens.

De vergelijkbaarheid van de haventarieven van verschillende havens is een uiterst ingewikkelde aangelegenheid. Hierbij spelen meerdere factoren een rol, zoals de berekeningsmethode (basis lading of basis tonnenmaat en lading), de regelmaat en de frekwentie waarmede een lijn de haven aandoet, de onderhandelingspositie van de lijndienst en/of de havenautoriteit, enz... Het hoeft nauwelijks gezegd dat ook de aard van de trafiek een belangrijke rol speelt.

Sommigen hebben getracht de juiste tarieven te bepalen mede in functie van een eerlijke concurrentie tussen de havens. Terzake verwijzen we naar de Seefeldprijzen en het werk van W. Nonneman^{17 18}. Eén van de belangrijke Seefeldprincipes vereist dat de prijzen zo dienen bepaald te worden dat de totaliteit van de uitgaven gelijk is aan de totaliteit van de kosten, beide over de tijd beschouwd.

In deze studie gaan we niet uit van een ideaal tarief doch wel van een tarief dat het midden houdt tussen deze toegepast in bovenvermelde havens. Ten aanzien van LNG werd rekening gehouden met twee elementen. In de eerste plaats werd een zekere overeenkomst met aanvoer van petroleum beschouwd. Nochtans moet worden gewezen op het feit dat 1 m³ LNG iets minder dan de helft van een ton uitmaakt. In de tweede plaats werd rekening gehouden met de havenrechten die thans te Le Havre en Marseille worden toegepast¹⁹. De uiteindelijk weerhouden haventarieven zijn de volgende^{20 21}:

| | |
|------------------------------|--------------------------------|
| — LNG | 12 fr. per ton |
| — petroleum | 8 fr. per ton |
| — containers | 15 fr. per ton |
| — ro-ro | 25 fr. per ton |
| — stukgoederen | 15 fr. per ton |
| — passagiers | 27,5 fr. per persoon |
| — huurprijzen haventerreinen | 350.000 fr. per ha en per jaar |

¹⁷ Het Seefeldrapport vormt een basisrapport van een Europees havenbeleid.

¹⁸ W. Nonneman, *op. cit.*, hoofdstuk VII.

¹⁹ De huidige toegepaste tarieven te Le Havre zijn :

— lange route : 16,5 fr. per ton

— Internationale kustvaart (Algerië) : 15,5 fr. per ton

De overeenkomstige tarieven te Marseille bedragen 15,5 en 14,5 fr. per ton.

²⁰ De geulgelden worden op het huidig ogenblik niet toegepast te Zeebrugge. Zij worden beschouwd als zijnde vervat in de havengelden.

²¹ Verwijzend naar het rapport van de Kommissie Zeehavenoverleg, zijn deze tarieven zeker niet aan de hoge kant. Zie Kommissie Zeehavenoverleg, 'Een maatschappelijke kosten-batenanalyse van de voorhaven IJmuiden', Den Haag, 1975, blz. 142-144.

De toepassing van deze normen op de in § 1 weerhouden haventrafieken leidt tot de totale ontvangsten vermeld in tabel IV, 13. Twee extreme stellingen werden ingenomen, namelijk de realisaties van alle minimale trafieken en de verwezenlijking van alle maximale trafieken. Als derde variante is een gemiddelde berekend. Hierbij wordt een uitzondering gemaakt ten aanzien van de LNG. Ten aanzien van LNG geldt als minimum variante 1, als maximum variante 4 en als middenmaat variante 3.

Tabel IV, 13 : *De havenontvangsten van de nieuwe voorhaven in miljoen fr.*

| Jaar | Havenontvangsten op basis van minimale trafieken | Havenontvangsten op basis van maximale trafieken | Gemiddelde ontvangsten (a) |
|------|--|--|----------------------------|
| 1981 | 160,9 | 188,8 | 171,3 |
| 1982 | 186,9 | 248,6 | 220,8 |
| 1983 | 219,4 | 322,2 | 263,6 |
| 1984 | 255,9 | 389,3 | 300,4 |
| 1985 | 297,2 | 437,2 | 346,2 |
| 1986 | 325,6 | 511,7 | 406,1 |
| 1987 | 415,0 | 617,0 | 450,3 |
| 1988 | 451,5 | 661,4 | 492,3 |
| 1989 | 482,9 | 697,5 | 526,0 |
| 1990 | 518,3 | 739,0 | 566,3 |
| 1991 | 563,8 | 792,3 | 618,1 |
| 1992 | 614,0 | 851,0 | 701,9 |
| 1993 | 663,8 | 911,2 | 759,3 |
| 1994 | 703,2 | 959,6 | 805,6 |
| 1995 | 746,8 | 1.010,9 | 854,9 |
| 1996 | 746,8 | 1.050,9 | 874,9 |
| 1997 | 746,8 | 1.050,9 | 874,9 |
| 1998 | 746,8 | 1.050,9 | 874,9 |
| 1999 | 746,8 | 1.050,9 | 874,9 |
| 2000 | 746,8 | 1.050,9 | 874,9 |
| 2001 | 746,8 | 1.050,9 | 874,9 |
| 2002 | 746,8 | 1.050,9 | 874,9 |
| 2003 | 746,8 | 1.050,9 | 874,9 |
| 2004 | 746,8 | 1.050,9 | 874,9 |
| 2005 | 746,8 | 1.050,9 | 874,9 |

(a) Zie berekeningswijze in de tekst.

hoofdstuk VII onbetaalde maatschappelijke behoeftebevreeding

In het eerste hoofdstuk van de kosten-batenanalyse werd er op gewezen dat de onbetaalde maatschappelijke behoeftenbevreeding meerdere vormen kan aannemen. Zij doen zich daarenboven onder een kwantitatieve en kwalitatieve gedaante voor. In dit hoofdstuk beperken we ons tot de kwantitatieve aspecten. Meer bepaald wordt aandacht geschonken aan :

1. de valorisatie van de frigorieën ten gevolge van de LNG-aanvoer ;
2. de wateraanvoer ;
3. de valorisatie van het variabel vermogen van de kerncentrales en
4. de afvalwarmte-valorisatie.

Het eerste aspect heeft betrekking op de voorhaven terwijl de andere een directe relatie met het kerncentralepark hebben.

I. MAKRO-EKONOMISCHE WAARDERING VAN DE VOORDELEN VAN DE AANVOER VAN LNG

A. Technische optie

Vanaf het volgende decennium zal ons land in belangrijke mate aangewezen zijn op aardgas uit Afrika en/of het Midden-Oosten. Deze zal onder LNG-vorm worden aangevoerd. De verdamping van LNG tot aardgas gaat gepaard met het vrijkomen van frigorieën, die kunnen aangewend worden in een luchtscheidingseenheid, koelinstallaties, een Coldplex of de basis vormen voor een goedkope elektrische energieproductie. Ook andere toepassingen zijn mogelijk.

Via een luchtscheidingseenheid zou er een productie ontstaan van 400 miljoen Nm^3 per jaar stikstof en 200 miljoen Nm^3 per jaar zuurstof per 3 miljard Nm^3 aardgasaanvoer. De stikstof heeft als

voornaamste functie het verarmen van de nieuwe aardgasaanvoer tot een kwaliteit gelijk aan het Slochterengas.

Aanvankelijk werd geopteerd voor een verdeling van de frigorieën over de volgende toepassingsmogelijkheden :

- luchtscheidingseenheid : behoefte 10 % ;
- koeltechniek : behoefte 2 % ;
- elektriciteitsproductie : behoefte 88 %.

Alhoewel in de praktijk naar de optimale verdeling van de frigorieën over de diverse toepassingsmogelijkheden moet worden gestreefd, is in de kosten-batenanalyse de waardebepaling van de frigorieën gebaseerd op een enkele toepassingsmogelijkheid, namelijk de elektriciteitsproductie gekombineerd met de hervergassing van LNG.

Deze optie is gebaseerd op de meest rechtlijnige, voor de hand liggende, methode om de frigorieën uit LNG te valoriseren. Meer complexe toepassingen, waarbij het temperatuurdomein van -160°C tot $+15^{\circ}\text{C}$ onderverdeeld wordt en deeldomeinen toegewezen worden aan processen die elk optimaal van een deeldomein gebruik maken, kunnen een beter rendement van de valorisatie van de frigorieën meebrengen¹.

In dit opzicht komt de werkwijze overeen met een voorzichtig standpunt dat zeer waarschijnlijk tot een onderschatting van de waarde van de frigorieën leidt.

In de rand van deze technische optie moet een zeer belangrijke opmerking worden gemaakt. Het is mogelijk de LNG aan te voeren via een buitenlandse haven. Hierbij moet men echter drie punten in acht nemen. Primo zijn alle voordelen van de LNG-aanvoer verloren ; met name gaat het hier om de valorisatie van de frigorieën. In de tweede plaats is het denkbaar dat het buitenland ons verplicht een gedeelte van de investeringen te financieren. Tertio moet het transport van aardgas uit een buitenlandse haven naar het binnenland in rekening worden gebracht. Verder in dit hoofdstuk wordt hierop teruggekomen.

¹ Zie ook deel I. Hierin wordt de valorisatie van de frigorieën via een Coldplex vooropgezet.

B. De aanvoer van aardgas via de aardgasterminal

In de Symarinfrastudie wordt in tabel I, 1 een overzicht gegeven van de gewenste hoeveelheden aardgas in België voor de periode 1975-95². Rekening houdend met de leveringen van Slochteren en Ecofisk I en Ecofisk II, werd hieruit een programma LNG afgeleid. Dit programma is meer dan een jaar oud. Een aantal redenen maakten het noodzakelijk het programma, vervat in de Symarinfrastudie, enigszins aan te passen. Scofisk I en II werden versmolten terwijl de vroegere prognosen inzake aardgaskonsumptie, zoals deze waren voorzien in de Energienota, tengevolge van de economische toestand in de Westerse wereld een herziening vereisten.

Daarenboven lijkt het weinig zinvol te houden aan één enkel programma. Hiervoor pleit niet enkel de onzekere economische ontwikkeling. Twee andere factoren moeten hier worden ingebracht. De eerste heeft betrekking op de doorvoer. Er bestaat een reële kans dat de aardgasterminal eveneens een functie heeft ten aanzien van andere West-Europese landen. West-Duitse maatschappijen betonen interesse voor Zeebrugge. Een tweede faktor houdt verband met het gebruiken van de Slochterenreserve op lange termijn. Normalerweise wordt er in 1986 een felle daling van de levering van Slochterengas verwacht (van 11 miljard Nm³ tot 3 miljard Nm³) en de verminderde leveringen zouden een einde nemen in 1991. Dit is het leverings-schema op basis van de Nederlands-Belgische akkoorden. Men zou zich echter ook een andere spreiding van Slochterengas in de tijd kunnen indenken, met name een betere spreiding van het leveringskwantum over de gehele periode 1981-91. Dit veronderstelt het verminderen van de leveringen van Slochterengas tijdens de periode 1981-86 en het vermeerderen van de leveringen tijdens de periode 1987-91. Dit lijkt gewenst, daarom niet zeker te verwezenlijken, teneinde de ombouw van het aardgasnet te spreiden in de tijd.

Daar bepaalde middens een nog tragere aangroei van aardgasgebruik in overweging nemen, werd als bijkomende variante een vermindering van 20% in rekening gebracht op de reeds aangepaste Belgische behoeften.

Op basis van deze bedenkingen zijn vijf varianten opgenomen in de

² Zie Symarinfra : *Syntese van de Symarinfra-studie, op. cit.*, blz. 7.

kosten-batenanalyse. De prognose van de leveringen voor de periode na 1995 werd niet gemaakt. Het lijkt ook weinig zinvol dit te doen. De importen van 1995 werden aangehouden voor de volgende 10 jaar.

Tabel IV, 14 : *Varianten inzake aardgasleveringen in miljard Nm³*

| Variante | V ₁ | V ₂ | V ₃ | V ₄ | V ₅ |
|----------|------------------------------|------------------------------------|--|--|---------------------------|
| Jaar | Normaal programma minus 20 % | Normaal programma behoeften België | Normaal programma behoeften België met een gewijzigde spreiding van de Slochterenreserve | Normaal programma België vermeerderd met een doorvoering | V ₃ + doorvoer |
| 1981 | 2,8 | 3,5 | 3,5 | 5 | 5 |
| 1982 | 2,8 | 3,5 | 6 | 8,5 | 11 |
| 1983 | 3,2 | 4,0 | 7 | 12,5 | 15,5 |
| 1984 | 4 | 5 | 8 | 17,0 | 20 |
| 1985 | 4,8 | 6 | 9 | 18 | 21 |
| 1986 | 5,6 | 7 | 11 | 19 | 23 |
| 1987 | 12,8 | 16 | 13 | 28 | 25 |
| 1988 | 14,4 | 18 | 15 | 30 | 27 |
| 1989 | 15,2 | 19 | 16 | 31 | 28 |
| 1990 | 16,8 | 21 | 18 | 33 | 30 |
| 1991 | 18,4 | 23 | 20 | 35 | 32 |
| 1992 | 20,8 | 26 | 26 | 38 | 38 |
| 1993 | 23,2 | 29 | 29 | 41 | 41 |
| 1994 | 24,8 | 31 | 31 | 43 | 43 |
| 1995 | 26,4 | 33 | 33 | 45 | 45 |
| 1996 | 26,4 | 33 | 33 | 45 | 45 |
| . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . |
| 2005 | 26,4 | 33 | 33 | 45 | 45 |

C. Waarde van de koude-energie

1. Stellingen

Bij de bepaling van de waarde van de koude-energie werd uitgegaan van hiernavolgende stellingen.

De vervangende energiekost van hervergassing kan als een onderdeel van de aardgasprijs worden beschouwd. Teoretisch bedraagt deze 0,035 fr. per m³ aardgas. Hierbij wordt vertrokken van de hypotese dat 1 Nm³ aardgas 10.000 kcal levert (Sonatrach-leveringen) en een prijs heeft van 2,5 fr. per Nm³. Voor de hervergassing in de terminal moet per Nm³ 140 kcal worden toegevoegd. Dit leidt tot een energiekost per Nm³ van $140 \times 10^{-4} \times 2,5$ fr. of 0,035 fr. Hierin zijn de kapitaalkosten en de exploitatiekosten van de hervergassingsinstallatie niet verrekend.

In de praktijk is de prijs wel hoger omwille van de verliezen. Men rekent met een verbruik van 1,7 à 2 % van de hervergaste hoeveelheid. Dit leidt tot een energiekostprijs per Nm³ van 0,017 tot 0,02 x 2,5 fr. of 0,0425 tot 0,05 fr. (exclusief kapitaalkosten)³.

Het niet in beschouwing nemen van dit energetisch standpunt is gerechtvaardigd omwille van het feit dat België over geen andere alternatieven beschikt inzake de aardgasleveringen. De ramingen inzake de LNG-leveringen zijn gebaseerd op de beperktheden van Slochteren en Ecofisk. Aanvoer van Russisch gas is omwille van strategische redenen problematisch. Daarenboven bindt elke pijplijn de verbruiker aan de leveringsbron. Dit is minder het geval met een aanvoer via metaanschepen.

Het standpunt van de gasverdelers wordt evenmin in rekening gebracht. Dit laatste standpunt gaat er van uit dat de afnemer van de frigorieën op kostenbasis minimaal 0,03 tot 0,05 fr. voor de koude beschikbaar bij hervergassing van een Nm³ kan betalen.

In wezen moet een macro-ekonomisch standpunt worden ingenomen. De koude-energie is een belangrijk nevenprodukt dat op meerdere wijzen kan worden gevaloriseerd. Bij de aanvoer van de LNG via een

³ De ervaring heeft ook uitgewezen dat hervergassing met zeewater (men onttrekt de calorische aan het zeewater) evenveel (of meer) kost als hervergassing met onderwaterbranders.

haven uit een buurland mag dit nevenprodukt als verloren worden beschouwd. Gezien de energieschaarste en de monopolie aanvoestructuur is het daarenboven weinig waarschijnlijk dat de valorisatie van koude-energie in een buurland zou leiden tot een verminderde prijs van aardgasleveringen.

In sub A van dit hoofdstuk werd reeds geopteerd voor de valorisatie van de koude-energie via een elektriciteitsproduktie. Hierbij zijn meerdere procédés denkbaar; een aantal combinaties werden van dichterbij bekeken.

De berekeningen vertrekken van een installatie die zowel dieselgroepen als turbo-generatorgroepen omvat. Het energieverbruik nodig voor hervergassing samen met elektriciteitsproduktie bedraagt 1,4 à 1,6 maal het energieverbruik nodig voor hervergassing alleen. Het optimaliseren van een dergelijke installatie vergt veel verdergaande onderzoeken dan binnen het bestek van deze studie mogelijk was. Redelijkerwijze mag aangenomen worden dat de beschouwde installatie opgebouwd uit vooraf klaargemaakte elementen met gebruikmaking zowel van diesel- als van turbogroepen een goede ondergrens-benadering van de mogelijk te realiseren rendementen zal leveren.

2. Berekeningsmethode van de waarde van de koude-energie

(a) Uitgangspunten

Als eerste uitgangspunt wordt genomen een hervergassingskapaciteit van 700 m³ LNG per uur of 3,5 miljard Nm³ per jaar. Het benodigd intern pompvermogen wordt gesteld op 2 MW en het beschikbaar elektrisch vermogen op 84 MW. Dit leidt tot een elektriciteitsproduktie van :

84 MW à 7.000 per jaar = 588 miljoen kWh per jaar

84 MW à 8.000 per jaar = 672 miljoen kWh per jaar.

Het investeringsbedrag voor de volledige installatie wordt geraamd op 1,1 miljard fr.

(b) Totale kostprijs

(1) *Hervergassing en elektriciteitsproduktie*

| | Belastingfaktor 7.000 uur per jaar | Belastingfaktor 8.000 uur per jaar |
|----------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| — Kapitaalkost | 144,65 miljoen fr. | 144,65 miljoen fr. |
| — Energie | 250,00 miljoen fr. | 287,50 miljoen fr. |
| — Onderhoud | 15,95 miljoen fr. | 18,23 miljoen fr. |
| | <hr/> | <hr/> |
| | 410,60 miljoen fr. | 450,38 miljoen fr. |

(2) *Hervergassingsinstallatie zonder elektriciteitsproduktie*

| | |
|----------------|--------------------|
| — Kapitaalkost | 19,73 miljoen fr. |
| — Energie | 175,00 miljoen fr. |
| — Onderhoud | p.m. |
| | <hr/> |
| | 194,73 miljoen fr. |

(3) *Kostprijs elektriciteitsproduktie [(2) - (1)]*

| | |
|--------------------------------------|---------------------|
| — Belastingfaktor 7.000 uur per jaar | = 215,9 miljoen fr. |
| — Belastingfaktor 8.000 uur per jaar | = 255,7 miljoen fr. |

(4) *Prijs per kWh*

$$\text{— Belastingfaktor } \frac{215,9 \text{ miljoen fr.}}{7.000 \text{ uur per jaar}} = 0,367 \text{ fr.} \\ \text{7.000 uur per jaar} = 588 \text{ miljoen kWh}$$

$$\text{— Belastingfaktor } \frac{255,7 \text{ miljoen fr.}}{8.000 \text{ uur per jaar}} = 0,380 \text{ fr.} \\ \text{8.000 uur per jaar} = 672 \text{ miljoen kWh}$$

(5) *Valorisatie waarde koude-energie*

De produktiekost van de elektriciteitsproduktie op basis van de valorisatie van de koude-energie blijft zeker aan de lage kant. De makro-economische waarde vloeit nu voort uit het verschil tussen de normale kostprijs van elektrische energie en de kostprijs die voortvloeit uit de

valorisatie van de koude. De elektriciteitsproductie uit de valorisatie van de koude wordt tot de basisleveringen gerekend, onafgezien van de behoeften.

Inzake de normale kostprijs van energie wordt in hiernavolgend schema uitgegaan van vier verschillende uitgangspunten, gaande van 0,5 t/m 0,8 fr. per kWh. Rekening houdend met de twee belastingfactoren die in rekening werden gebracht, leidt dit tot volgend totaaloverzicht.

Tabel IV, 15: *Makro-ekonomische valorisatiewaarde van de koude-energie in functie van de produktiekost van de elektrische energie en de belastingfaktor*

| | Belastingfaktor 7.000 uur per jaar | | | | Belastingfaktor 8.000 uur per jaar | | | |
|---|---------------------------------------|-------|-------|-------|---------------------------------------|-------|-------|-------|
| | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 |
| (1) Kostprijs elektriciteitsproductie per kWh in fr. | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 |
| (2) Waarde elektriciteitsproductie op basis van de valorisatie van de koude-energie (= alternatieve kostprijs) (in miljoen fr.) | 294 | 353 | 412 | 470 | 336 | 403 | 470 | 538 |
| (3) Kostprijs elektriciteitsproductie op basis van de valorisatie van de koude-energie (in miljoen fr.) | 216 | 216 | 216 | 216 | 256 | 256 | 256 | 256 |
| (4) Verschil alternatieve kostprijs en effectieve kostprijs (2) - (3) (in miljoen fr.) | 78 | 137 | 196 | 254 | 80 | 147 | 214 | 282 |
| (5) Kostprijsvoordeel per Nm ³ aardgas of (4) : 3,5 miljard | 0,022 | 0,039 | 0,056 | 0,073 | 0,023 | 0,042 | 0,061 | 0,081 |

Rekening houdend met de schaarste aan elektrische energie lijkt het in de huidige omstandigheden zinvol de vergelijking met de alternatieve kostprijs op basis van een klassieke centrale door te trekken. Deze kostprijs bedraagt thans 0,8 fr. per kWh. Uit dit perspectief lijkt het logisch het kostenprijsvoordeel gelijk te stellen aan 0,07 fr. per Nm³ aardgas. Teneinde ons aan de veilige kant te stellen wordt

eveneens een tweede kostprijsvoordeel opgenomen die het midden houdt tussen de extreme waarden opgenomen in tabel IV, 15. In dit geval bedraagt het kostprijsvoordeel 0,05 fr. per Nm³.

3. Totale waarde koude-energie op basis van de vooropgestelde aardgasleveringen

De combinatie van de aardgasleveringen voorzien in tabel IV, 14 met de boven weerhouden kostprijsvoordelen, namelijk 0,05 fr. en 0,07 fr. per Nm³ leidt uiteindelijk tot volgende nominale makro-ekonomische voordelen per jaar (zie tabel IV, 16).

De in tabel IV, 16 opgenomen waarden zullen later in de syntesetabellen worden omgerekend in kontante waarden. De vraag blijft open of aardgasleveringen na 2005 in rekening worden gebracht⁴.

In de rand van het voorgaande moeten drie opmerkingen worden gemaakt.

In de eerste plaats blijft het kostprijsvoordeel ten opzichte van een kWh geproduceerd op basis van kernenergie nog beduidend groot (minimaal 0,04 fr. per Nm³).

Indien ingevolge afstemmingsverliezen of verschuiving in de bouw-timing de belastingfaktor slechts 6.000 uur per jaar zou bedragen, zijn de nominale resultaten enigszins overschat. De berekening wijst echter uit dat het evenwicht tussen inkomsten en uitgaven voor de centrale 8.000 uur per jaar bedraagt bij een externe kWh-prijs van 0,50 fr. per kWh en zelfs 2.500 uur per jaar bij 0,8 fr. per kWh.

In de derde plaats moet worden onderstreept (zie boven) dat de frigorieën, althans een gedeelte ervan, in bepaalde omstandigheden tot een betere valorisatie kunnen aanleiding geven (etaan, etyleen, enz.). Uit dien hoofde gaat het om een minimale waardebepaling.

2. DE WATERVOORZIENING DOOR ONTZILTING VAN ZEEWATER

Watervoorziening door ontzilting van zeewater vertoont een dubbel aspect. In de eerste plaats moet het aanbodaspect worden bekeken. In de tweede plaats gaat het om een prijsaspect. Bij de uitwerking van deze paragraaf werd aan deze twee aspecten veel aandacht

⁴ Zie verder de kwalitatieve beschouwingen inzake de kosten-batenanalyse.

Tabel IV, 16 : De makro-ekonomische waarde van de valorisatie van de koude-energie (in miljoen fr.)

| Variante | V ₁ | | V ₂ | | V ₃ | | V ₄ | | V ₅ | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | V _{1a} | V _{1b} | V _{2a} | V _{2b} | V _{3a} | V _{3b} | V _{4a} | V _{4b} | V _{5a} | V _{5b} |
| Kostprijs- voordeel per Nm ³ | 0,05 | 0,07 | 0,05 | 0,07 | 0,05 | 0,07 | 0,05 | 0,07 | 0,05 | 0,07 |
| Jaar | | | | | | | | | | |
| 1981 | 140 | 196 | 175 | 245 | 175 | 245 | 250 | 350 | 250 | 350 |
| 1982 | 140 | 196 | 175 | 245 | 300 | 420 | 425 | 595 | 550 | 770 |
| 1983 | 160 | 224 | 200 | 280 | 350 | 490 | 625 | 875 | 775 | 1.085 |
| 1984 | 200 | 280 | 250 | 350 | 400 | 560 | 850 | 1.190 | 1.000 | 1.400 |
| 1985 | 240 | 336 | 300 | 420 | 450 | 630 | 900 | 1.260 | 1.050 | 1.470 |
| 1986 | 280 | 392 | 350 | 490 | 550 | 770 | 950 | 1.330 | 1.150 | 1.610 |
| 1987 | 640 | 896 | 800 | 1.120 | 650 | 910 | 1.400 | 1.960 | 1.250 | 1.750 |
| 1988 | 720 | 1.008 | 900 | 1.260 | 750 | 1.050 | 1.500 | 2.100 | 1.350 | 1.890 |
| 1989 | 760 | 1.064 | 950 | 1.330 | 800 | 1.120 | 1.550 | 2.170 | 1.400 | 1.960 |
| 1990 | 840 | 1.176 | 1.050 | 1.470 | 900 | 1.260 | 1.650 | 2.310 | 1.500 | 2.100 |
| 1991 | 920 | 1.288 | 1.150 | 1.610 | 1.000 | 1.400 | 1.750 | 2.450 | 1.600 | 2.240 |
| 1992 | 1.040 | 1.456 | 1.300 | 1.820 | 1.300 | 1.820 | 1.900 | 2.660 | 1.900 | 2.660 |
| 1993 | 1.160 | 1.624 | 1.450 | 2.030 | 1.450 | 2.030 | 2.050 | 2.870 | 2.050 | 2.870 |
| 1994 | 1.240 | 1.736 | 1.550 | 2.170 | 1.550 | 2.170 | 2.150 | 3.010 | 2.150 | 3.010 |
| 1995 | 1.320 | 1.848 | 1.650 | 2.310 | 1.650 | 2.310 | 2.250 | 3.150 | 2.250 | 3.150 |
| 1996 | 1.320 | 1.848 | 1.650 | 2.310 | 1.650 | 2.310 | 2.250 | 3.150 | 2.250 | 3.150 |
| 2005 | 1.320 | 1.848 | 1.650 | 2.310 | 1.650 | 2.310 | 2.250 | 3.150 | 2.250 | 3.150 |

geschonken. De uitgewerkte analyses zijn evenwel niet in de studie opgenomen.

Twee alternatieve werkmethode zijn af te leiden. Een eerste werkhypothese is gebaseerd op de veronderstelling dat de waterbevoorrading te verzekeren is zonder ontzilting van zeewater. Hierbij zouden de aanvullende behoeften worden gedekt door de valorisatie van oppervlaktewater, het kunstmatig hervoeden van de grondwaterlagen, doch vooral door het drinkbaar maken van gezuiverde afvalwaters.

Een tweede alternatief gaat uit van de hypothese dat de bovenvermelde technieken onvoldoende capaciteit kunnen opleveren zodat zeewaterontzilting zich opdringt.

A. Werkhypothese : drinkwaterbevoorrading zonder ontzilting van zeewater

De noodzakelijk aanvullende drinkwaterbevoorrading van België voor het niet-industrieel gebruik tijdens de periode 1980-2000 werd door de Kerngroep voor het Water, van het Ministerie van Volksgezondheid en van het Gezin, op 311 miljoen m³ per jaar gesteld (van 449 miljoen m³ per jaar in 1980 tot 760 m³ in het jaar 2000). Deze behoeften moeten worden vermeerderd met de bijkomende vraag van de industrie. Voor de periode 1980-2000 wordt een supplementaire industriële vraag van 50 miljoen m³ in het vooruitzicht gesteld. We moeten toegeven dat deze laatste behoeften op een minder betrouwbare wijze zijn vastgesteld⁵. Daarenboven is ten gevolge van de strijd tegen de waterverontreiniging en door de daaraan verbonden financiële implicaties voor de industrie, te verwachten dat het hergebruik van water zal worden gestimuleerd.

Op het huidig ogenblik heeft de Kerngroep van het Water nog niet bepaald op welke wijze deze bijkomende behoeften zullen gedekt worden. Het is zeker technisch niet uitgesloten het afvoerwater van de zuiveringsinstallaties aan te wenden als ruw water voor de drinkwaterproductiecentra. Daarenboven moet het mogelijk zijn de kwaliteit van de oppervlaktewaters aanzienlijk te verbeteren.

Men blijft evenwel in het onzekere over de kostprijs van het drink-

⁵ Zie 'Interministeriële Kommissie voor het Waterbeleid', 5de aktiviteitsverslag, 1973-74. Er werd vertrokken van een vaste verhouding tussen industrieel en niet-industrieel gebruik.

baar maken van het afvoerwater van de waterzuiveringsinstallaties, of met andere woorden, een supplementaire zuivering van reeds gezuiverd afvalwater. Dit zelfde geldt ook voor de kunstmatige voeding. Indien de supplementaire zuivering van reeds gezuiverd afvalwater inzake prijs lager zou uitvallen dan ontzilt water, hetgeen hoogst waarschijnlijk is, dan is er geen makro-ekonomische baat verbonden aan het kerncentralepark. Het tweede hierna behandelde alternatief houdt daarentegen wel een ekonomisch voordeel in⁶.

B. Werkhypothese : drinkwaterbevoorrading via ontzilt water van zee

Bij deze werkhypothese moeten twee vragen een antwoord krijgen. Primo, welke hoeveelheid van de bijkomende behoeften zal gewonnen worden via ontzilt water? Het is hierbij ook wellicht nodig er op te wijzen dat niet alle oppervlaktewaterwinningen tot een lagere kostprijs leiden dan zeeontzilt water. De totale kostprijs van het drinkwater van Kluizen I bedraagt 29 tot 33 fr. per m³, en voor het Blankaartbekken bekomt men een produktiekostprijs van 34 tot 39 fr. bij een produktiekapaciteit van 10.000 m³ per dag. Te Kluizen zal de kostprijs in de toekomst terugvallen tot 19 à 22 fr. per m³ bij een produktiekapaciteit van 32.000 m³ per dag. De capaciteitsuitbreiding te Woumen zal eveneens leiden tot een daling van de produktieprijs. Rekening houdend met de totale behoeften en de hypothese dat slechts een gedeeltelijke dekking zal geschieden via niet-ontziltingsprocessen, nemen we drie produktievarianten aan, namelijk 100, 150, en 200 miljoen m³ per jaar. De overeenkomstige produkties per jaar zijn weergegeven in tabel IV, 17. Hierbij wordt rekening gehouden met het bouwschema van de kerncentrales. Voor een verzekerde permanente toelevering van water moeten er twee centrales operationeel zijn. De start zou slechts geschieden in 1984. Dit aanvangsjaar zou ons reeds verplichten een gedeelte van de behoeften te dekken met klassieke waterbronnen.

⁶ Een randbemerking vereist echter wel de aandacht. De demineralisering van gezuiverd afvalwater of valorisatie van oppervlaktewater vergt een supplementaire kost van circa 20 tot 22 fr. per m³. In de meeste omstandigheden bekomt men een kostprijs van gedemineraliseerd water die deze van gedemineraliseerd water via een ontziltingsinstallatie overtreft. De behoeften van de industrie terzake zijn niet gekend. Mochten deze gekend zijn, dan nog zou men moeten rekening houden met de supplementaire distributiekosten.

Tabel IV, 17 : Makro-ekonomische voordelen van de waterproduktie door zeeewaterontzilting op het eiland (in miljoen fr.)

| Jaar | Makro-ekonomisch voordeel | | | | | | | | |
|------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Produktie per jaar in miljoen m ³ | | | De Wandeljaar | | | Smalbank II | | |
| | V ₁ | V ₂ | V ₃ | V ₁ | V ₂ | V ₃ | V ₁ | V ₂ | V ₃ |
| 1982 | 6 | 8 | 12 | 60 | 80 | 120 | 49 | 66 | 98 |
| 1983 | 11 | 15 | 22 | 110 | 150 | 220 | 90 | 123 | 180 |
| 1984 | 17 | 25 | 34 | 170 | 250 | 340 | 139 | 205 | 278 |
| 1986 | 22 | 33 | 44 | 220 | 330 | 440 | 180 | 271 | 360 |
| 1987 | 28 | 44 | 56 | 280 | 440 | 560 | 230 | 361 | 460 |
| 1988 | 33 | 49 | 66 | 330 | 490 | 660 | 271 | 402 | 542 |
| 1989 | 38 | 57 | 76 | 380 | 570 | 760 | 312 | 467 | 624 |
| 1990 | 44 | 66 | 88 | 440 | 660 | 880 | 361 | 541 | 722 |
| 1991 | 49 | 75 | 98 | 490 | 750 | 980 | 402 | 615 | 804 |
| 1992 | 55 | 82 | 110 | 550 | 820 | 1.100 | 451 | 672 | 902 |
| 1993 | 61 | 91 | 122 | 610 | 910 | 1.220 | 500 | 746 | 1.000 |
| 1994 | 67 | 100 | 134 | 670 | 1.000 | 1.340 | 549 | 820 | 1.098 |
| 1995 | 74 | 111 | 148 | 740 | 1.110 | 1.480 | 607 | 910 | 1.214 |
| 1996 | 80 | 120 | 160 | 800 | 1.200 | 1.600 | 656 | 984 | 1.312 |
| 1997 | 87 | 132 | 174 | 870 | 1.320 | 1.740 | 713 | 1.082 | 1.426 |
| 1998 | 94 | 141 | 188 | 940 | 1.410 | 1.880 | 771 | 1.156 | 1.542 |
| 1999 | 100 | 150 | 200 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 820 | 1.230 | 1.640 |
| 2000 | | | | | | | | | |
| 2005 | 100 | 150 | 200 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 820 | 1.230 | 1.640 |

Een tweede vraag die rijst, is het prijsvoordeel van een zeewaterontziltingsproces gekoppeld aan een kerncentralepark. Wanneer men vertrekt van de hypothese dat zeewaterontzilting onontkoombaar is, heeft het weinig zin de kostprijs van ontzilt zeewater te vergelijken met de produktiekostprijs van andere waterbronnen. De enige zinvolle vergelijking die opgaat, is het vergelijken van de kostprijs van ontzilt zeewater door de valorisatie van de afvalwarmte van een kerncentralepark met de kostprijs van ontzilt water gewonnen op basis van een klassieke warmtebron. Hierbij laten we de ontzilting via een termische centrale gelegen aan de Kust buiten beschouwing, omdat de termische centrale ontoelaatbare luchtverontreiniging in de kustzone met zich zou brengen.

Verwijzend naar de uitgevoerde economische technische analyses, mag men een batig kostprijsverschil van 10 fr. per m^3 als waarschijnlijk voorhouden⁷.

Het volstaat nu dit kostprijsverschil per m^3 te vermenigvuldigen met de produktiehoeveelheden, teneinde de makro-economische winst van zeewaterontzilting op het kerneiland te bekomen. De resultaten van deze berekening zijn eveneens weergegeven in tabel IV, 17.

Rekening houdend met de waterbalansen per gewest in België, zal het ontzilt water vooral worden aangevoerd in Noord-België. Dit impliceert dat de waterontzilting op de Smalbank II een bijkomende transportkost met zich brengt. Rekening houdend met de produktiehoeveelheden en de gemiddelde supplementaire afstand van 35 km, wordt de supplementaire transportkost op 1,8 fr. per m^3 gerekend. Hierbij hebben we ons laten leiden door de recente kostprijsberekeningen uitgevoerd door het nv Waterwinningsbedrijf Brabantse Biesbosch. De omstandigheden zijn trouwens erg parallel.

3. DE VALORISATIE VAN HET OFF-PEAK VERMOGEN VAN DE KERN-CENTRALES

Op het kerncentrale-eiland zal er een vermogen van 4.000 MW wor-

⁷ Drie benaderingen wijzen in dezelfde richting :

— de DNB-berekening ;

— de analyse van Prof. Ir. P.L. Knoppert, directeur nv Waterwinningsbedrijf Brabantse Biesbosch ;

— de indicaties verstrekt door de Antwerpse Waterwerken.

De kostprijs per m^3 is in de drie benaderingen echter ongelijk.

den geïnstalleerd. Dit was de werkhypothese weerhouden in deze studie. Aangenomen wordt dat gemiddeld 10 % van dit vermogen als off-peak vermogen kan worden beschouwd, aanwendbaar gedurende 6.700 uren per jaar⁸. In de praktijk kan deze capaciteit wel hoger zijn. Dit impliceert een jaarlijkse produktie van 2.680.000.000 kWh per jaar. Dit variabel vermogen zou kunnen aangewend worden voor de elektrolyse van water. Dit levert als produkt waterstof en zuurstof op. De waterstofproduktie kan worden geraamd op 623 miljoen Nm³ waterstof per jaar. De overeenkomende zuurstofproduktie wordt geraamd op 312 miljoen Nm³ zuurstof per jaar. De analyse van de marktmogelijkheden laat geen twijfel bestaan over de afzetmogelijkheden.

De makro-ekonomische waarde van het off-peak vermogen vloeit voort uit de relatief lage waterstofprijs en/of zuurstofprijs via de lage marginale kWh-prijs van de elektriciteit. Deze laatste is, rekening houdend met de brandstofprijs en de marginale exploitatiekosten, te leveren tegen 0,2 fr. per kWh.

De waterstofprijs per Nm³ vertrekkende van een capaciteit van 100.000 Nm³/h waterstof bedraagt 1,77 fr. Nm³. Als nevenprodukt moet men 50.000 Nm³ zuurstof in rekening brengen. Indien de zuurstofprijs per Nm³ op 1,4 fr. wordt vastgesteld, dan is de waterstofprijs te herleiden tot 1,07 fr. per Nm³. Ingeval de zuurstofprijs 1,6 fr. per Nm³ bedraagt, daalt de kostprijs tot 0,97 fr. per Nm³; bij een zuurstofprijs van 1,8 fr. per Nm³ wordt de waterstofprijs 0,87 fr. per Nm³. Deze waterstofprijs moet worden vergeleken met de kostprijs per Nm³ gewonnen door stoomkraken van aardgas. Deze laatste bedraagt volgens de uitgevoerde kostprijsberekening 1,10 fr. per Nm³. Hieruit volgt dat het voordelig prijsverschil 0,03, of 0,13, of 0,23 fr. per Nm³ bedraagt. Deze drie varianten worden in tabel IV, 18 als uitgangspunt aangewend om de makro-ekonomische waarde van het off-peak vermogen van de kerncentrales op het kerncentralepark te bepalen⁹.

⁸ Zie ook deel I van deze studie.

⁹ Ingezet off-peak vermogen :

1982 : 100 MW

1983 : 150 MW (tweede centrale midden 1983 in gebruik)

1984 : 250 MW (derde centrale midden 1984 in gebruik)

1985 : 300 MW

1986 : 400 MW

Tabel IV, 18 : *De makro-ekonomische waarde van de aanwending van het off-peak vermogen van de kerncentrales (in miljoen fr.)*

| Jaar | Variante I | Variante II | Variante III |
|------|------------|-------------|--------------|
| 1982 | 5 | 20 | 36 |
| 1983 | 7 | 30 | 54 |
| 1984 | 12 | 50 | 90 |
| 1985 | 14 | 60 | 108 |
| 1986 | 19 | 81 | 143 |
| . | | | |
| . | | | |
| . | | | |
| . | | | |
| . | | | |
| 2005 | 19 | 81 | 143 |

In deze paragraaf werd uitgegaan van de veronderstelling dat de waterstof zal worden aangewend in het eigen gewest. Hiertoe bestaat een reële kans. Indien dit niet het geval is, moet de produktiekostprijs van waterstof op basis van elektrolyse (inclusief transportkosten) worden vergeleken met de kostprijs van het stoomkraken van aardgas in het konsumptiecentrum.

4. DE VALORISATIE VAN DE AFVALWARMTE

De afvalwarmte van de kerncentrales vindt niet enkel een toepassingsmogelijkheid voor de ontzilting van zeewater, doch kan eveneens worden gevaloriseerd voor ruimteverwarming, industriële processen, marijkultuur, aquakultuur en tuinbouwactiviteiten.

Bij aanwending van de afvalwarmte voor ruimteverwarming en in industriële processen, kan men vanuit De Wandelaar de kustzone Oostende-Knokke en de Brugse agglomeratie bedienen. Wanneer men daarentegen vertrekt van Smalbank II is men beperkt tot de bediening van de zone De Panne-Oostende en zijn onmiddellijk achterland.

De afzetmogelijkheden vanuit beide zones zijn erg ongelijk. De uitgevoerde technische berekeningen zijn terzake zeer duidelijk. Erg ongelijke kostprijzen komen aan het licht voor de geleverde Gcal aan

Tabel IV, 19 : *De sociale baat van de aanwending van afvalwarmte voor ruimteverwarming en in industriële processen*

| Jaar | Verbruik (in miljoen Gcal) | Kostprijsvoordeel per Gcal (in fr.) | Sociale baat (in miljoen fr.) |
|------|-------------------------------|--|----------------------------------|
| 1987 | 1,96 | 73,80 | 145 |
| 1988 | 2,12 | 113,38 | 240 |
| 1989 | 2,27 | 147,72 | 335 |
| 1990 | 2,42 | 194,00 | 470 |
| 1991 | 2,44 | 194,00 | 473 |
| 1992 | 2,45 | 194,00 | 476 |
| 1993 | 2,47 | 194,00 | 480 |
| 1994 | 2,49 | 194,00 | 483 |
| 1995 | 2,50 | 194,00 | 486 |
| 1996 | 2,52 | 194,00 | 489 |
| 1997 | 2,54 | 194,00 | 492 |
| 1998 | 2,55 | 194,00 | 496 |
| 1999 | 2,57 | 194,00 | 499 |
| 2000 | 2,59 | 194,00 | 503 |
| 2001 | 2,61 | 194,00 | 506 |
| 2002 | 2,63 | 194,00 | 510 |
| 2003 | 2,65 | 194,00 | 514 |
| 2004 | 2,67 | 194,00 | 517 |
| 2005 | 2,69 | 194,00 | 521 |

warmte. Als eerste besluit van de technische berekeningen moet men stellen dat de valorisatie van de afvalwarmte voor de bovenvermelde doeleinden vanaf Smalbank II om kostprijsoverwegingen niet haalbaar is. Een afzet in de zone De Panne-Oostende kan slechts leiden tot een verbruik van circa 1,5 miljoen Gcal per jaar in de jaren negentig. Hierbij moet nog een gedeelte van de afvalwarmte een aanwending kunnen vinden in de industriële processen. De kostprijs zou alsdan 770 fr. per Gcal bedragen. De kostprijs per Gcal op grond van individuele verwarming bedraagt 755 fr.

De situatie ligt wel anders wanneer men vertrekt van een kernenergiepark op De Wandelaar. In dit geval is de markt veel ruimer.

Bij geleidelijke uitbouw van het distributienet op basis van de te verwachten vraag en de aanwending van hulpinstallaties (warmwaterketels), kan men verwachten dat het evenwicht tussen inkomsten en uitgaven wordt bereikt in 1986¹⁰. Vanaf 1987 wordt de voeding van het net volledig verzorgd via de kerncentrales. De geschatte vraag per jaar en het overeenkomstige kostprijnsvoordeel tegenover individuele verwarming zijn opgenomen in tabel IV, 19¹¹.

¹⁰ Hierbij gaan we uit van de zinvolle hypothese dat de aanwending van hulpinstallaties tot een competitieve prijs leidt.

¹¹ Het aanwenden van de afvalwarmte gaat gepaard met een verlies aan vermogen beschikbaar voor elektriciteitsproductie. Deze wordt op 30 MW per centrale van 1.000 MW gesteld bij een verbruik van 2.455.000 Gcal per jaar.

hoofdstuk VIII konsumentensurplussen

In hoofdstuk I, hadden we het over twee groepen konsumentensurplussen. De eerste heeft betrekking op de voorhaven tengevolge van het te realiseren transportkostenvoordeel. De tweede groep konsumentensurplus slaat op het energiekostprijsvoordeel en heeft uiteraard betrekking op het kernenergie-eiland.

I. TRANSPORTKOSTENVOORDEEL

Het toegankelijk maken van de voorhaven — en achterhaven — voor schepen van 125.000 dwt zal voor bepaalde trafieken leiden tot een transportkostenvoordeel. Dit transportkostenvoordeel vloeit voort uit het verschil tussen de transportkosten door aanvoer van goederen met grote schepen in vergelijking met de aanvoer met kleinere schepen. In concreto gaat het om de vergelijking met de aanvoer met schepen van — 14 meter diepgang of 46' voet tegenover de aanvoer met het beste alternatief. Dit beste alternatief in eigen land is op het huidig ogenblik de aanvoer met 75.000-ton schepen te Zeebrugge. Uiteraard zijn er andere vergelijkingen mogelijk. Reeds nu doen grotere petroleum-tankers met gedeeltelijke lading de haven van Zeebrugge aan. Doch ook in dit geval blijft er een transportkostprijsvoordeel daar deze zelfde of grotere schepen Zeebrugge kunnen aandoen met een grotere gedeeltelijke lading.

In andere gevallen houdt het beste alternatief de aanvoer via een buitenlandse haven in. Afgezien van de veiligheidsaspecten inzake de aanvoer, gaat deze aanvoer gepaard met grotere transportkosten over land. Deze laatste situatie doet zich onder meer voor ten aanzien van de LNG-aanvoer.

De aanvoer via een buitenlandse haven kan theoretisch twee bijkomende transportkosten met zich brengen. Primo is er het vervoer over land. In de tweede plaats houdt de bevoorrading via een Nederlandse haven meestal een langer zeetransport in. Dit is niet het geval voor

de aanvoer via de Franse havens. Deze havens liggen dicht bij de bevoorradingspunten (voornamelijk voor LNG en voor petroleum) dan Zeebrugge. De kosten voor het vervoer over land zouden echter hoger zijn.

De trafieken waarvoor een transportkostenvoordeel voor de voorhaven kan worden gerealiseerd zijn :

- (a) LNG ;
- (b) petroleum ;
- (c) containerschepen van de derde generatie bestemd voor de voorhaven.

De ertstrafiek en andere bulk wordt hierbij buiten beschouwing gelaten omdat deze trafiek in hoofdstuk VI, hoofdzakelijk voor de achterhaven werd bestemd. Dit is zeker het geval voor de ertstrafiek. Hierbij moet echter de bemerking worden gemaakt dat de vermindering van de transportkosten niet integraal de Belgische gemeenschap ten goede komt. Uiteraard laten we hierbij de buitenlandse trafieken buiten beschouwing. Een fractie van de winst vloeit naar aandeelhouders van buitenlandse bedrijven, buitenlandse rederijen en naar buitenlandse cliënten onder de vorm van een prijsdaling. Wij hebben aangenomen dat het deel van de vermindering in vervoerkosten, dat de Belgische gemeenschap ten goede zal komen, 70 tot 85 % zou bedragen van de totale kostendaling.

A. LNG

Ten aanzien van de LNG wordt de besparing van transportkosten bepaald op basis van de vergelijking van een aanvoer via de havens Le Havre en St.-Nazaïre. Door de firma Distrigaz werden de twee componenten van het prijsverschil bepaald per Nm³ aardgas tot aan de Belgische grens.

| Kostprijsverschil in fr. per Nm ³ ten overstaan van aanvoer via Zeebrugge | | | |
|--|--------------|---------------|------------|
| | Zeetransport | Landtransport | Totaal |
| Le Havre | — 0,04 fr. | + 0,16 fr. | + 0,12 fr. |
| St.-Nazaïre | — 0,07 fr. | + 0,28 fr. | + 0,21 fr. |

Rekening houdend met de netstructuur maakt het weinig verschil uit of het aardgas te Zeebrugge of aan Frans-Belgische grens ons land binnenkomt.

Deze prijsverschillen vormen het uitgangspunt om het konsumentensurplus te bepalen. Daar er in Frankrijk nog geen beslissing werd getroffen over het al of niet bouwen van een aardgasterminal te St.-Nazaire, nemen we voor de berekening van het konsumentensurplus het beste alternatief¹. Dit laatste is de aanvoer via Le Havre. Te Le Havre wordt thans reeds in beperkte mate LNG aangevoerd. Rotterdam zou geen goedkopere aanvoer garanderen.

Het volstaat nu om het transportkostenvoordeel te vermenigvuldigen met de aanvoerhoeveelheden, teneinde het konsumentensurplus te kennen. Hierbij worden de aanvoerhoeveelheden bestemd voor West-Duitsland totaal buiten beschouwing gelaten (zie varianten V₁, V₂ en V₃ van tabel IV, 14). In tabel IV, 20 is het resultaat van deze berekening opgenomen. Merk op dat het konsumentensurplus werd verminderd met 15 % teneinde rekening te houden met een direkte of indirecte afvloeiing naar het buitenland. Hierdoor wordt het konsumentensurplus per Nm³ tot 0,102 fr. herleid².

B. Petroleum

Uitgaande van het recente rapport 'Increasing vessel size : shoreward costs, seaward savings?', brengt een vergrote toegang van — 11,6 m bij kranktij tot — 14 m bij kranktij een transportkostenbesparing mede van \$ 1,1 per ton voor de rondvaarten van 10.000 mijlen en \$ 2,0 per ton voor de rondvaarten van 18.000 mijlen en \$ 2,3 per ton voor de rondvaarten van 23.000 mijlen³.

Wanneer we een midden scheepsroute nemen mag de besparing benaderend op \$ 2 per ton worden bepaald. Hiervan moeten we twee posten aftrekken. In de eerste plaats zijn er verhoogde opslagkosten en ook voorraad-kosten. Deze mogen op basis van de huidige werk-omstandigheden van Texaco als nihil worden beschouwd⁴. Dit geldt

¹ Er is een zeer reële kans dat St.-Nazaire uiteindelijk de Franse LNG-haven wordt op de Atlantische Kust.

² Dit houdt een transportkostenvoordeel in van 136 fr. per ton LNG.

³ The Westinform Service, 'Increasing vessel size : shoreward costs, seaward savings?', Westinform shipping report, nr 308, London, 1976.

⁴ Vele lossingen houden meestal nu reeds een kwantum van 100.000 ton in.

Tabel IV, 20 : *Het konsumentensurplus van de LNG-trafiek via Zeebrugge (in miljoen fr.)*

| Jaar | Variante 1 | Variante 2 | Variante 3 |
|------|------------|------------|------------|
| 1981 | 286 | 357 | 357 |
| 1982 | 286 | 357 | 612 |
| 1983 | 326 | 408 | 714 |
| 1984 | 408 | 510 | 816 |
| 1985 | 490 | 612 | 918 |
| 1986 | 571 | 714 | 1.122 |
| 1987 | 1.306 | 1.632 | 1.326 |
| 1988 | 1.469 | 1.836 | 1.530 |
| 1989 | 1.550 | 1.938 | 1.632 |
| 1990 | 1.714 | 2.142 | 1.836 |
| 1991 | 1.877 | 2.346 | 2.040 |
| 1992 | 2.122 | 2.652 | 2.652 |
| 1993 | 2.366 | 2.958 | 2.958 |
| 1994 | 2.530 | 3.162 | 3.162 |
| 1995 | 2.693 | 3.366 | 3.366 |
| 1996 | 2.693 | 3.366 | 3.366 |
| . | | | |
| . | | | |
| . | | | |
| . | | | |
| 2005 | 2.693 | 3.366 | 3.366 |

enkel voor de Texacotrafiek. In de tweede plaats nemen we aan dat enkel 70 % van het kostprijsvoordeel toevloeit aan de Belgische gemeenschap. Het uiteindelijk kostprijsvoordeel van de minimumtrafiekprognose of behoeften Texaco bedragen aldus 56 fr. per ton. Ten aanzien van de Texacotrafieken moet men echter wel rekening houden met de huidige toestand waarbij grote tankers (250.000 tot 300.000 dwt) met gedeeltelijke lading Zeebrugge aandoen na aanleggen te Pembroke (Milfordhaven) of Rotterdam. Ook in dit geval zijn er voordelen voor de Texacoraffinaderij aan de verdieping van

de toegang. Het aantal tussentrajekten tussen Pembroke en Zeebrugge kan worden verminderd, daar de lading per traject kan worden opgevoerd met 40.000 ton. Het maken van de haakbeweging via Pembroke brengt immers circa 55 uur scheepskosten met zich mee. Ten aanzien van Rotterdam maakt dit 12 uur uit⁵. Uiteraard wordt het transportkostprijnsvoordeel veel minder bij een operatie van gedeeltelijke lading. De winst wordt uiteindelijk 5 fr. per ton tegenover de huidige situatie of het beste alternatief⁶. In tabel IV, 21 werd enkel dit laatste transportkostenvoordeel in aanmerking genomen. Het beantwoordt na alles het best aan de realiteit.

In hoofdstuk VI is eveneens een maximale aanvoer van aardolie en zware koolwaterstoffen weerhouden. Bij aanvoer van aardolie is het denkbaar dat de formule van gedeeltelijke ladingen ook door andere maatschappijen wordt toegepast. In dit geval zou het konsumentensurplus van de bijkomende aardolie niet hoger liggen dan voor de Texaco-trafiekeen. Het konsumentensurplus krijgt een ander beeld wanneer men de formule van de gedeeltelijke ladingen niet kan toepassen. Dit wordt wellicht het geval voor de aanvoer van de zware koolwaterstoffen. Ten aanzien van deze tweede aanvoerwijze wordt de volgende redenering gevolgd. Rekening houdend met de beperkte toegankelijkheid van Antwerpen is er voor het zeeverkeer van aardolie een transportkostenvoordeel van \$ 2 per ton te weerhouden. De opslag- en de dode voorraad-kosten alsmede de afvloeiing van voor- delen naar het buitenland, beperken dit voordeel tot 50 fr. per ton. Hier kan men opmerken dat het pijpleidingtransport Zeebrugge-Antwerpen niet in rekening wordt gebracht. Deze worden echter gedeeltelijk gekompenseerd door de hogere en lagere zeetransporten per dag⁷. Uiteindelijk wordt er een transportprijnsvoordeel van 47 fr. per ton weerhouden.

Ten aanzien van de zware koolwaterstoffen kan men stellen dat het konsumentensurplus per ton minstens even groot is als voor de petroleumaanvoer. Deze zou te Zeebrugge zelfs hoger liggen bij

⁵ Wij nemen aan dat Milfordhaven en Rotterdam een gelijke kans hebben als aanloophaven.

⁶ Het is een grote waarschijnlijkheid dat de scheepsklasse 250.000 tot 300.000 dwt nog voor lange tijd een dominante klasse zal blijven.

⁷ Zie ook Westinform Shipping Report, nr 308, op. cit.

verwerking van de zware koolwaterstoffen tot syngas als substituuat voor aardgas⁸.

In de eigenlijke berekening van het konsumentensurplus van de bijkomende trafieken van aardolie en andere koolwaterstoffen, wordt het gemiddelde genomen van de twee benaderingswijzen of $(5+47):2$ of 26 fr. per ton. De kans dat de tweede aanwervijze het haalt op de eerste, vooral in het licht van de koolwaterstoffen, is zeer groot. Dit zou een onderschatting impliceren.

Ten aanzien van het konsumentensurplus zou men normalerwijze moeten rekening houden met de geïnduceerde trafieken als gevolg van de mogelijkheid om aan te voeren tegen lagere prijzen. Hierop is eveneens een konsumentensurplus toe te passen. Dit is evenwel niet gebeurd. Dit was trouwens evenmin weerhouden in de trafiekprognose. De resultaten van deze redenering zijn weergegeven in tabel IV, 21.

Tabel IV, 21 : *Het konsumentensurplus van de petroleumtrafiek (in miljoen fr.)*

| Jaar | Minimumprognose | Maximumprognose (zeer geringe waarschijnlijkheid) |
|------|-----------------|--|
| 1981 | 50 | $50 + 0 = 50$ |
| 1982 | 50 | $50 + 0 = 50$ |
| 1983 | 50 | $50 + 0 = 50$ |
| 1984 | 50 | $50 + 0 = 50$ |
| 1985 | 50 | $50 + 0 = 50$ |
| 1986 | 50 | $50 + 130 = 180$ |
| 1987 | 50 | $50 + 130 = 180$ |
| . | | |
| . | | |
| 1995 | 50 | $50 + 130 = 180$ |
| 1996 | 50 | $50 + 260 = 310$ |
| . | | |
| . | | |
| 2005 | 50 | $50 + 260 = 310$ |

⁸ Hier zou zich het probleem van de dubbel telling kunnen stellen. Indien syngas (SNG) wordt geproduceerd kan de LNG-behoefte afnemen.

C. Containertrafiiek

Een derde trafiiekgroep die zal voordeel halen uit de geschetste voorhavenuitbouw via verlaagde transportkosten, is zeker de containertrafiiek. Dit geldt echter niet voor de totale containertrafiiek van de voorhaven. De transportkostenvoordelen zijn enkel toepasselijk op de oceaancontainertrafiiek. Twee vragen stellen zich echter onmiddellijk. Primo : welk aandeel van de oceaancontainertrafiiek zal worden verscheept via derde generatie containerschepen ? Secundo : welk is het transportkostenvoordeel per ton ? Met andere woorden, welk is het verschil in transportkosten per ton tussen een transport met de huidige containerschepen en de derde generatie containerschepen ?

Tabel IV, 22 : *Het konsumentensurplus van de containertrafiiek (in miljoen fr.)*

| Jaar | Bedrag |
|------|--------|
| 1981 | 31,3 |
| 1982 | 32,5 |
| 1983 | 33,8 |
| 1984 | 35,0 |
| 1985 | 36,3 |
| 1986 | 37,5 |
| 1987 | 40,0 |
| 1988 | 41,3 |
| 1989 | 43,8 |
| 1990 | 67,5 |
| 1991 | 69,4 |
| 1992 | 73,1 |
| 1993 | 75,0 |
| 1994 | 78,8 |
| 1995 | 82,5 |
| . | |
| . | |
| . | |
| 2005 | 82,5 |

Het antwoord op deze twee vragen is niet gemakkelijk. Zorgvuldige berekeningen ontbreken. Aanwijzingen van havenkringen waren hierbij wel nuttig.

Ten aanzien van de eerste vraag gaan we ervan uit dat tijdens de jaren tachtig 50 % van de Zeebrugse oceaantainertrafiiek zal geschieden met zeer grote containerschepen; dit aandeel wordt op 75 % gebracht voor de latere jaren. Als transportkostenvoordeel nemen we een voorzichtige raming aan, namelijk 25 fr. per ton. Dit relatief laag transportkostenvoordeel houdt rekening met de mogelijkheid dat niet alle oceaantainerschepen van de derde generatie behoefte hebben aan grotere diepgang. Daarbij komt nog dat voor het containervervoer zowel FOB- als CIF-voorwaarden gelden⁹. Het overeenkomstig transportkostenvoordeel is weergegeven in tabel IV, 22.

D. Opmerking

In dit hoofdstuk wordt er geen rekening gehouden met eventueel konsumentensurplus bij de stukgoederen. Rekening houdend met de definitie van de stukgoederen is het konsumentensurplus op de stukgoederen als zeer reëel te beschouwen. Zij zal echter wellicht veel meer de trafiek van de achterhaven dan deze van de voorhaven ten goede komen. Om deze reden laten we andere konsumentensurplusen buiten beschouwing.

2. ENERGIEKOSTENVOORDELEN

De energiekostenvoordelen zijn het gevolg van de produktie van elektriciteit in het kernpark op het kunstmatig eiland. Hierbij wordt de vergelijking gemaakt tussen de energieprijis per kWh op het kernenergie-eiland en het beste alternatief op het vasteland. Dit alternatief is de opstelling van verspreide kerncentrales aan land. Hierbij nemen we twee varianten aan, namelijk verspreide kerncentrales van 1.000 MW en verspreide kerncentrales van 600 MW.

⁹ Het containeriseren van stukgoederen, zakgoederen en palletized cargo werd niet in aanmerking genomen. Naar Duitse en Nederlandse normen bedraagt dit voordeel circa 225 fr. per ton.

Bij de berekening van de kostprijs per kWh werd vertrokken van de basisgegevens van de Kommissie van Beraad inzake kernenergie^{10 11}. Nochtans werden volgende elementen toegevoegd aan de berekening.

- Door de gegroepete opstelling van de kerncentrales wordt gerekend met een investeringsbesparing per kWh van 10 %. De vergelijking is gebaseerd op centrales van 1.000 MW.
- De bouw van kerncentrales in verspreide opstelling met eenzelfde vermogen aan land zal moeten geschieden met koeltorens. Hierdoor worden de investeringen met 1.234 fr. per geïnstalleerd kW duurder en daalt het rendement van de centrale met 2,9 %.
- Indien men de vergelijking doortrekt met termische centrales, kan men verwachten dat in de nabije toekomst het gebruik van ontzwavelde stookolie zal opgelegd worden. Dit verhoogt de investeringen met 1.754 fr. per geïnstalleerd kW en 0,1036 fr. per kWh inzake exploitatiekosten.
- Verder wordt aangenomen dat de afstand vanaf de grens Polders-Zandstreek tot het huidige 380 kV-koppelniet niet groter zal zijn dan voor de centrales in verspreide opstelling. Voor Smalbank II werd echter gerekend met een bijkomende afstand van 20 km, teneinde het afstandsverschil tussen De Wandelaar en Smalbank II in rekening te brengen¹².

Daar geen huurontvangsten van het kernenergie-eiland in rekening werden gebracht, wordt evenmin rekening gehouden met de huurkosten van het eiland bij de berekening van de energiekost. De weerslag van deze hypotesen is weergegeven in de cijfers van volgende staat.

¹⁰ Kommissie van Beraad inzake kernenergie 'Technische rapporten', Groep 1, economische en financiële aspecten.

¹¹ Basiselementen in de berekening :

- uranium : 2.907 fr./kg U_3O_8
- verrijking : 4.000 fr./TSE (technische scheidingseenheden)
- fabricage-elementen + heropwerking : 4.800 fr./kg U
- herverwerking afval + opslag afval : 5.600 fr./kg U
- opbrengst via plutonium : 800 fr./ gram PU

¹² Bij de uitwerking van de definitieve tracés van de elektriciteitsafvoer moest men in het geval Smalbank II rekening houden met twee afvoerrichtingen (Westkust-Ruilen en Westkust-Brugge). Hierdoor wordt het nadelig afstandsverschil 50 km in plaats van 20 km. Deze meerkost wordt in dit geval echter gekompenseerd door een kortere ondergrondse kabel in de Poldervlakte van circa 4 km. Om deze reden werden de cijfers op blz. 393 niet aangepast. Beide verschillen heffen elkaar in hoge mate op.

De vergelijking kernpark met verspreide kerncentrales van 1.000 MW levert een konsumentensurplus per kWh op van (zie volgende bladzijde) :

Wandelaar : 0,0450 fr.

Smalbank III : 0,0412 fr.

De analoge vergelijking met verspreide kerncentrales van 600 MW levert een konsumentensurplus per kWh op van :

Wandelaar : 0,0898 fr.

Smalbank II : 0,0860 fr.

Rekening houdend met de opties inzake energiebevoorrading is elke vergelijking met een klassieke termische centrale eerder zinloos.

Het volstaat de vooropgestelde prijsverschillen te vermenigvuldigen met de vooropgestelde energieproductie teneinde het totale konsumentensurplus te bekomen, resulterend uit de energiekostenvoordelen.

De totale energieproductie van 4×1.000 MW bedraagt $4 \times 1.000 \times 6.700$ of 26,8 miljoen MWh per jaar of 26,8 miljard kWh per jaar¹³.

Dit bedrag moet worden verminderd met de energieproductie nodig voor de waterontzilting en ruimteverwarming. Het verlies aan vermogen beschikbaar voor elektriciteitsproductie tengevolge van de waterontzilting werd berekend op basis van 32 MW per kerncentrale van 1.000 MW, voor een produktie van 100 miljoen m³ per jaar. Voor de produktie van 150 en 200 miljoen m³ werd een verlies van 48 en 64 MW per kerncentrale van 1.000 MW weerhouden.

Ten aanzien van de ruimteverwarming werd het verlies aan vermogen vastgesteld op 30 MW per 1.000 MW centrale, bij een verbruik van 2,4 miljoen Gcal.

Het resultaat van de toepassing van alle weerhouden werkhypotesen is weergegeven in tabel IV, 23.

¹³ Er werd verondersteld dat de eerste centrale operationeel zal zijn begin 1982, de tweede half 1983, de derde half 1984 en de vierde begin 1986. Dit leidt tot een produktie van : 1982 : 6,7 miljard kWh ; 1983 : 10,05 miljard kWh ; 1984 : 16,75 miljard kWh ; 1985 : 20,10 miljard kWh en 1986 : 26,80 miljard kWh.

| | Kernpark op eiland (4 X 1.000 MW) | Verspreide kerncentrales van 1.000 MW | Verspreide kerncentrales van 600 MW | Verspreide termische centrales van 600 MW |
|--|---|---|---|---|
| 1) Kostprijs elektriciteit per kWh | 0,480 fr. | 0,5327 fr. | 0,5775 fr. | 0,8267 fr. |
| 2) Kostprijs per kWh van ondergrondse kabel door de Polderstreek teneinde het landschap niet te schenden | | | | |
| (a) Projekt Wandelaar (15 km) | 0,0077 fr. | — | — | — |
| (b) Projekt Smalbank II (20 km) | 0,0103 fr. | — | — | — |
| 3) Bijkomend marginaal transport over land voor Smalbank II ten opzichte van De Wandelaar | 0,0012 fr. | — | — | — |

Tabel IV, 23 : *Het konsumptiensurplus van de energieproductie op het kerneland (in miljoen fr.)*

| Jaar | De Wandeljaar | | | | | | | | | | | | Smaalbank II | | | | | | | |
|------|---|-------|-------|-------|---|-------|-------|-------|---|-------|-------|-------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Vergelijking met verspreide opstelling van kerncentrales van 1.000 MW | | | | Vergelijking met verspreide opstelling van kerncentrales van 600 MW | | | | Vergelijking met verspreide opstelling van kerncentrales van 1.000 MW | | | | Vergelijking met verspreide opstelling van kerncentrales van 600 MW | | | | | | | |
| | A(a) | Br | B2 | B3 | C | D | A | Br | B2 | B3 | C | D | A | Br | B2 | B3 | A | Br | B2 | B3 |
| 1982 | 302 | 302 | 302 | 302 | 302 | 302 | 602 | 602 | 602 | 602 | 602 | 602 | 276 | 276 | 276 | 276 | 576 | 276 | 276 | 276 |
| 1983 | 452 | 452 | 452 | 452 | 452 | 452 | 903 | 903 | 903 | 903 | 903 | 903 | 414 | 414 | 414 | 414 | 864 | 414 | 414 | 414 |
| 1984 | 754 | 751 | 750 | 749 | 750 | 754 | 1.504 | 1.499 | 1.497 | 1.497 | 1.497 | 1.497 | 690 | 688 | 687 | 686 | 1.441 | 1.434 | 1.434 | 1.431 |
| 1985 | 905 | 900 | 897 | 895 | 897 | 905 | 1.805 | 1.795 | 1.791 | 1.786 | 1.791 | 1.805 | 828 | 824 | 821 | 819 | 1.729 | 1.719 | 1.715 | 1.710 |
| 1986 | 1.206 | 1.199 | 1.196 | 1.192 | 1.196 | 1.206 | 2.407 | 2.393 | 2.386 | 2.379 | 2.386 | 2.407 | 1.104 | 1.098 | 1.095 | 1.091 | 2.305 | 2.292 | 2.285 | 2.278 |
| 1987 | 1.206 | 1.197 | 1.193 | 1.188 | 1.167 | 1.181 | 2.407 | 2.389 | 2.380 | 2.372 | 2.356 | 2.356 | 1.104 | 1.096 | 1.092 | 1.088 | 2.305 | 2.288 | 2.279 | 2.271 |
| 1988 | 1.206 | 1.196 | 1.191 | 1.185 | 1.159 | 1.175 | 2.407 | 2.386 | 2.376 | 2.366 | 2.344 | 2.344 | 1.104 | 1.095 | 1.090 | 1.085 | 2.305 | 2.285 | 2.275 | 2.266 |
| 1989 | 1.206 | 1.194 | 1.188 | 1.181 | 1.155 | 1.173 | 2.407 | 2.378 | 2.363 | 2.349 | 2.291 | 2.334 | 1.104 | 1.091 | 1.084 | 1.078 | 2.305 | 2.277 | 2.263 | 2.250 |
| 1990 | 1.206 | 1.192 | 1.184 | 1.177 | 1.148 | 1.170 | 2.407 | 2.373 | 2.356 | 2.339 | 2.284 | 2.334 | 1.104 | 1.089 | 1.081 | 1.073 | 2.305 | 2.273 | 2.256 | 2.240 |
| 1991 | 1.206 | 1.189 | 1.181 | 1.172 | 1.144 | 1.170 | 2.407 | 2.368 | 2.349 | 2.330 | 2.277 | 2.334 | 1.104 | 1.086 | 1.078 | 1.069 | 2.305 | 2.268 | 2.250 | 2.231 |
| 1992 | 1.206 | 1.187 | 1.177 | 1.167 | 1.141 | 1.170 | 2.407 | 2.363 | 2.343 | 2.320 | 2.269 | 2.334 | 1.104 | 1.084 | 1.074 | 1.064 | 2.305 | 2.263 | 2.243 | 2.222 |
| 1993 | 1.206 | 1.184 | 1.173 | 1.163 | 1.137 | 1.170 | 2.407 | 2.359 | 2.334 | 2.310 | 2.262 | 2.334 | 1.104 | 1.082 | 1.071 | 1.060 | 2.305 | 2.259 | 2.236 | 2.213 |
| 1994 | 1.206 | 1.182 | 1.170 | 1.158 | 1.134 | 1.170 | 2.407 | 2.354 | 2.327 | 2.301 | 2.255 | 2.334 | 1.104 | 1.080 | 1.068 | 1.056 | 2.305 | 2.254 | 2.229 | 2.203 |
| 1995 | 1.206 | 1.179 | 1.166 | 1.153 | 1.130 | 1.170 | 2.407 | 2.349 | 2.320 | 2.291 | 2.248 | 2.334 | 1.104 | 1.075 | 1.061 | 1.047 | 2.305 | 2.250 | 2.222 | 2.194 |
| 1996 | 1.206 | 1.177 | 1.163 | 1.148 | 1.126 | 1.170 | 2.407 | 2.344 | 2.313 | 2.281 | 2.238 | 2.334 | 1.104 | 1.075 | 1.061 | 1.047 | 2.305 | 2.245 | 2.215 | 2.185 |
| 1997 | 1.206 | 1.175 | 1.159 | 1.143 | 1.122 | 1.170 | 2.407 | 2.339 | 2.306 | 2.272 | 2.231 | 2.334 | 1.104 | 1.073 | 1.058 | 1.042 | 2.305 | 2.240 | 2.208 | 2.176 |
| 1998 | 1.206 | 1.172 | 1.155 | 1.138 | 1.118 | 1.170 | 2.407 | 2.334 | 2.298 | 2.262 | 2.224 | 2.334 | 1.104 | 1.071 | 1.054 | 1.038 | 2.305 | 2.236 | 2.201 | 2.167 |
| 1999 | 1.206 | 1.170 | 1.152 | 1.134 | 1.114 | 1.170 | 2.407 | 2.330 | 2.291 | 2.253 | 2.214 | 2.330 | 1.104 | 1.069 | 1.051 | 1.034 | 2.305 | 2.231 | 2.194 | 2.157 |
| 2000 | 1.206 | 1.167 | 1.148 | 1.129 | 1.110 | 1.167 | 2.407 | 2.330 | 2.291 | 2.253 | 2.214 | 2.330 | 1.104 | 1.069 | 1.051 | 1.034 | 2.305 | 2.231 | 2.194 | 2.157 |
| 2001 | 1.206 | 1.167 | 1.148 | 1.129 | 1.110 | 1.167 | 2.407 | 2.330 | 2.291 | 2.253 | 2.214 | 2.330 | 1.104 | 1.069 | 1.051 | 1.034 | 2.305 | 2.231 | 2.194 | 2.157 |
| 2002 | 1.206 | 1.167 | 1.148 | 1.129 | 1.110 | 1.167 | 2.407 | 2.330 | 2.291 | 2.253 | 2.214 | 2.330 | 1.104 | 1.069 | 1.051 | 1.034 | 2.305 | 2.231 | 2.194 | 2.157 |
| 2003 | 1.206 | 1.167 | 1.148 | 1.129 | 1.110 | 1.167 | 2.407 | 2.330 | 2.291 | 2.253 | 2.214 | 2.330 | 1.104 | 1.069 | 1.051 | 1.034 | 2.305 | 2.231 | 2.194 | 2.157 |
| 2004 | 1.206 | 1.167 | 1.148 | 1.129 | 1.110 | 1.167 | 2.407 | 2.330 | 2.291 | 2.253 | 2.214 | 2.330 | 1.104 | 1.069 | 1.051 | 1.034 | 2.305 | 2.231 | 2.194 | 2.157 |
| 2005 | 1.206 | 1.167 | 1.148 | 1.129 | 1.110 | 1.167 | 2.407 | 2.330 | 2.291 | 2.253 | 2.214 | 2.330 | 1.104 | 1.069 | 1.051 | 1.034 | 2.305 | 2.231 | 2.194 | 2.157 |

A : Exclusief afvalwarmtevalorisatie.

B : Afvalwarmtevalorisatie enkel voor waterontziltting (Br = 100 miljoen m³, B2 = 150 miljoen m³ en B3 = 200 miljoen m³).

C : Afvalwarmtevalorisatie voor waterontziltting (basis 150 miljoen m³) en ruimteverwarming.

D : Afvalwarmtevalorisatie enkel voor ruimteverwarming.

hoofdstuk IX sociale baten via komplementaire activiteiten

I. DE VOORHAVEN

De uitbouw van de voorhaven met de LNG-functie zal een weerslag hebben op een reeks activiteiten binnen en buiten de havenzone van Zeebrugge. Tot deze laatste groep rekenen wij ook de nieuwe bedrijven of verhoging van de capaciteit van bestaande bedrijven die er uit zullen of kunnen worden afgeleid. Door de hogere bedrijvigheid wordt extra werkgelegenheid geschapen die vertaald wordt in een extra bijdrage tot het nationaal produkt.

A. Afgeleide haventewerkstelling

De onmiddellijke weerslag van de voorhaven-investering heeft betrekking op de bijkomende werkgelegenheid die zal resulteren uit de voorziene haventrafieken. De verhoogde werkgelegenheid in de voorhaven tengevolge van de aangroei van de trafieken die toegerekend worden aan de nieuwe voorhaven zijn weergegeven in tabel IV, 24. Deze cijfers zijn de totaalsom van de overeenkomstige werkgelegenheid van de trafieken LNG, petroleum, container, korte ro-ro en stukgoederen alsmede passagiersverkeer. Hierbij werd uitgegaan van een produktiviteit die gevoelig hoger ligt dan in andere havens.

De direkt afgeleide werkgelegenheid is evenwel niet beperkt verbonden met deze trafieken. Parallel met deze werkgelegenheid zal eveneens de werkgelegenheid groeien in havenbedrijf, douanediens ten, waterschoutambt, rijkswacht, loodswezen, agentschappen, NMBS, prive transportbedrijven, reparatiebedrijven en andere diensten. Het aantal hieruit af te leiden arbeidsplaatsen mag minstens gelijkgesteld worden aan het aantal arbeidsplaatsen die direkt verband houden met de trafieken. Beide groepen zijn samen opgenomen in tabel IV, 24.

Tabel IV, 24 : *Bijkomende werkgelegenheid tengevolge van de groei van de trafieken in de nieuwe voorhavens*

| Jaar | Op basis van de minimale trafiekprognoses | Op basis van de maximale trafiekprognoses |
|------|---|---|
| 1981 | 182 | 220 |
| 1982 | 322 | 361 |
| 1983 | 471 | 572 |
| 1984 | 621 | 764 |
| 1985 | 790 | 966 |
| 1986 | 902 | 1.139 |
| 1987 | 1.078 | 1.326 |
| 1988 | 1.181 | 1.490 |
| 1989 | 1.297 | 1.647 |
| 1990 | 1.440 | 1.791 |
| 1991 | 1.586 | 1.978 |
| 1992 | 1.734 | 2.166 |
| 1993 | 1.880 | 2.373 |
| 1994 | 2.027 | 2.583 |
| 1995 | 2.258 | 2.805 |
| 1996 | 2.258 | 2.835 |
| . | | |
| . | | |
| . | | |
| 2005 | 2.258 | 2.835 |

De sociale baat van deze werkgelegenheid wordt volledig bepaald door de situatie op de arbeidsmarkt. In een situatie van volledige werkgelegenheid kan men geen voordeel in rekening brengen. De arbeidsplaatsen die bezet worden in de haven zouden gepaard gaan met een verlies in andere sectoren (buitenlandse migratie komt hier niet aan de orde). Hoogstens zou het positief marginaal loonverschil in rekening kunnen gebracht worden. De situatie op de arbeidsmarkt is evenwel niet deze van volledige tewerkstelling en zoals we reeds opmerkten in hoofdstuk V, wijst alles er op dat we op middellange en lange termijn in ons land zullen gekonfronteerd worden met het

Tabel IV, 25 : *De bijkomend gecreëerde toegevoegde waarde op basis van de groei van de werkgelegenheid tengevolge van de toename van de trafieken in de nieuwe voorhavens (in miljoen fr.)*

| Jaar | Op basis van minimale trafiekprognose | | Op basis van maximale trafiekprognose | |
|------|---------------------------------------|------------|---------------------------------------|------------|
| | Hypotese 1 | Hypotese 2 | Hypotese 1 | Hypotese 2 |
| 1981 | 33 | 50 | 40 | 60 |
| 1982 | 59 | 89 | 66 | 99 |
| 1983 | 86 | 129 | 105 | 157 |
| 1984 | 114 | 171 | 140 | 210 |
| 1985 | 145 | 217 | 177 | 266 |
| 1986 | 99 | 165 | 125 | 208 |
| 1987 | 119 | 197 | 146 | 243 |
| 1988 | 130 | 216 | 164 | 273 |
| 1989 | 143 | 237 | 181 | 301 |
| 1990 | 158 | 264 | 197 | 328 |
| 1991 | 174 | 290 | 218 | 362 |
| 1992 | 191 | 317 | 238 | 396 |
| 1993 | 207 | 344 | 261 | 434 |
| 1994 | 223 | 371 | 284 | 473 |
| 1995 | 248 | 413 | 309 | 513 |
| 1996 | 248 | 413 | 309 | 513 |
| . | | | | |
| . | | | | |
| . | | | | |
| 2005 | 248 | 413 | 309 | 513 |

probleem van de structurele werkloosheid. In deze kontekst krijgt de bijkomende werkgelegenheid tengevolge van de uitbouw van de voorhavens een totaal andere sociaal-ekonomische draagwijdte.

Wij nemen aan dat ook de nieuwe arbeidsplaatsen tijdens de periode 1981-85 voor een gedeelte zullen ingenomen worden door werklozen. Dit gedeelte wordt in een eerste werkhypotese op 1/3 en in een tweede hypotese op 50 % gesteld. Rekening houdend met de stabi-

lisatie op de arbeidsmarkt na 1985 wordt het aandeel van $1/3$ teruggebracht tot $1/5$ en het aandeel van 50 % tot $1/3$.

De toegevoegde waarde van de doorsnee arbeidsinbreng die op deze wijze in het arbeidsproces wordt ingeschakeld, wordt gelijkgesteld aan 550.000 fr. per jaar.

De overeenkomstige toegevoegde waarde is verwerkt in tabel IV, 25. We moeten er hier uitdrukkelijk op wijzen dat de afgeleide werkgelegenheid op basis van de werking van de inkomensmultiplicator volledig buiten beschouwing werd gelaten.

B. Afgeleide industriële werkgelegenheid

De LNG-aanvoer en de voorhavenontwikkeling zullen gepaard gaan met een aantal verwerkende activiteiten. Deze zullen plaats hebben op verschillende plaatsen: voorhaven, achterhaven en verder in het achterland. Rekening houdend met de makro-ekonomische verantwoording van de achterhaven, laten we de nieuwe vestigingen aldaar totaal buiten beschouwing. Op deze wijze blijven wij konform met de gedachtengang die in de vorige hoofdstukken werd aangehouden.

Het is zeer moeilijk een juiste raming voorop te stellen van de afgeleide werkgelegenheid die buiten de havenzone van Zeebrugge zal tot stand komen. De studie van de potentiële technische bindingen in de voorhaven of elders in het land zijn een goede oriëntatie. Op grond hiervan wordt ermede rekening gehouden dat het aantal arbeidsplaatsen in direkt afgeleide ekonomische activiteiten minimaal zal stijgen met 200 eenheden per jaar. Als variante wordt een groei van 400 eenheden per jaar aangehouden. We verwachten evenwel dat de weerslag op de groei van de werkgelegenheid slechts zal aanhouden tijdens de periode 1981-1995.

Teneinde de bijkomende toegevoegde waarde te bepalen, werd een analoge redenering gevolgd als deze, toegepast in sub A (zie tabel IV, 26).

2. HET KERNENERGIE-EILAND

Het kernenergie-eilandpark zal eveneens aanleiding geven tot bijkomende werkgelegenheid en direkt afgeleide werkgelegenheid. Evenwel wordt hier geen sociale baat in rekening gebracht omdat een

Tabel IV, 26 : *De bijkomend gecreëerde toegevoegde waarde op basis van de groei van de werkgelegenheid tengevolge van de afgeleide industriële werkgelegenheid*

| Jaar | Op basis van minimale trafiekprognose | | Op basis van maximale trafiekprognose | |
|------|--|------------|--|------------|
| | Hypotese 1 | Hypotese 2 | Hypotese 1 | Hypotese 2 |
| 1981 | 37 | 55 | 73 | 110 |
| 1982 | 73 | 110 | 146 | 220 |
| 1983 | 109 | 165 | 219 | 330 |
| 1984 | 146 | 220 | 293 | 440 |
| 1985 | 183 | 275 | 366 | 550 |
| 1986 | 132 | 219 | 264 | 439 |
| 1987 | 154 | 256 | 308 | 512 |
| 1988 | 176 | 293 | 352 | 586 |
| 1989 | 198 | 329 | 396 | 659 |
| 1990 | 220 | 366 | 440 | 732 |
| 1991 | 242 | 402 | 484 | 805 |
| 1992 | 264 | 439 | 528 | 878 |
| 1993 | 286 | 476 | 572 | 952 |
| 1994 | 308 | 512 | 616 | 1.024 |
| 1995 | 330 | 549 | 660 | 1.098 |
| . | | | | |
| . | | | | |
| . | | | | |
| 2005 | 330 | 549 | 660 | 1.098 |

lokalisatie van de kerncentrale in een andere plaats in België zou leiden tot dezelfde groei van de werkgelegenheid.

Met andere woorden, de vergelijking met het beste alternatief brengt op nationaal vlak geen werkgelegenheidsverschil met zich. Hoogstens kan er een onderschatting optreden uit hoofde van de zeewaterontzilting. De onderschatting kan evenwel niet groot zijn. Uit regionaal oogpunt maakt het wel een verschil uit waar de lokalisatie van de kerncentrales geschiedt.

Een tweede mogelijke onderschatting houdt verband met de valorisatie van de pekkel. Indien zeewaterontzilting wordt toegepast, hetgeen onzeker blijft, kan uit de pekkel magnesium en chloor worden geproduceerd. Het makro-ekonomische voordeel zou enkel in rekening kunnen gebracht worden, voor zover de produktie plaatsgrijpt op het kernenergie-eiland of op een andere plaats dan de achterhaven van Zeebrugge (bijvoorbeeld de achterhaven van Oostende). Bij lokalisatie van de pekkelverwerking in de achterhaven van Zeebrugge moeten deze investeringen en de eruit voortvloeiende werkgelegenheid als een rechtvaardiging voor de publieke investering van de achterhaven worden beschouwd.

Er werd evenmin rekening gehouden met eventuele produktie van off-shore tuigen op het kunstmatig eiland.

3. OPMERKING

Men kan dus verwachten dat de voorhaveninvesteringen voor de haventrafieken en de direkt afgeleide ekonomische activiteiten in de ruimste betekenis van het woord, werkgelegenheid zal verschaffen aan ongebruikte arbeidskrachten, hetgeen gelijk staat met het verhogen van het nationaal produkt.

Dit tewerkstellingseffekt is evenwel ook een waardemeter voor de verhoogde technologie die uit de LNG-aanvoer zal resulteren. De LNG-aanvoer en de uitbouw van de voorhaven zullen een motorisch element vormen bij het aantrekken van interessante investeringen met hoge produktiviteit. Hieruit volgt dat niet enkel de werkgelegenheid zal gestimuleerd worden, doch tevens de marginale produktiviteit en bijgevolg het loonvolume.

In het werkgelegenheidseffekt op komplementaire activiteiten is eveneens het herwinnen of behouden van arbeidskrachten in sommige Belgische marginale bedrijfseenheden vervat. Hierbij denken we aan een betere kompetitiekraft via lagere transport- of energiekosten en/of een betere technologie.

hoofdstuk X syntese

In dit syntesehoofdstuk gaat de aandacht voornamelijk naar twee hoofdpunten. Primo, welk is het netto resultaat van de kosten-batenanalyse. Uiteraard gaat het hier om een kwantitatief resultaat. In feite moet men echter het onderscheid maken tussen drie resultaten, namelijk dit van de voorhaven, het kernenergie-eiland op De Waddelaar en het kernenergie-eiland op Smalbank II. Desgevallend kan men het resultaat van de voorhaven combineren met elk van de kernenergie-eilanden. Dit leidt in dit geval tot vijf verschillende kwantitatieve resultaten. De laatste twee zijn evenwel louter samenvoegingen van de voorhaven met een van de kernenergie-eilanden. Gezien de beperkte relatie tussen kernenergie-eiland en voorhaven verliezen de combinaties veel aan betekenis.

Er zijn echter een aantal kosten en baten die niet in cijfers zijn uit te drukken. Om deze reden moet de kwantitatieve kosten-batenanalyse in een tweede paragraaf worden aangevuld met een kwalitatieve kosten-batenanalyse. De beleidsbeslissingen moeten uiteindelijk op het geheel van de kwantitatieve en de kwalitatieve analyse gebaseerd zijn.

I. DE KWANTITATIEVE SYNTESI

In deze paragraaf wordt een syntese gebracht van de kosten- en batenposten die in de vorige hoofdstukken aan de orde kwamen. De onderscheiden kosten en baten worden geaktualiseerd naar het basisjaar 1976, op grond van de drie diskontovoeten vermeld in het eerste hoofdstuk van dit deel. Deze diskontovoeten zijn 4 %, 7 % en 10 %.

A. De Voorhaven

In tabel IV, 27 wordt een overzicht gegeven van de kontante waarde van alle kosten- en batenposten van de voorhaven bij de onderscheiden diskontovoeten. In deze tabel zijn eveneens de varianten opgenomen

Tabel IV, 27 : *De kontante waarde van de kosten en de baten van de voorhaven te Zeebrugge (in miljoen fr.)*

| Omschrijving | Diskontovoet | | |
|---|--------------|---------|----------|
| | r = 4 % | r = 7 % | r = 10 % |
| <i>A. Kosten</i> | | | |
| K1 Investeringsen voorhaven | 11.229 | 10.297 | 9.509 |
| K2 Onderhoud en exploitatiekosten voorhaven | 6.509 | 4.209 | 2.847 |
| K3 Onbetaald gebruik van produktiefactoren | p.m. | p.m. | p.m. |
| K4 Onderbetaling produktiefactoren | | | |
| a) variante 1 | — 449 | — 413 | — 379 |
| b) variante 2 | — 740 | — 678 | — 624 |
| K5 Nadelige invloed op competitieve bedrijven | — | — | — |
| <i>Totaal kosten</i> | | | |
| 1. Minimum | 16.998 | 13.828 | 11.732 |
| 2. Maximum | 17.289 | 14.093 | 11.977 |
| <i>B. Baten</i> | | | |
| B1 Havenontvangsten | | | |
| a) minimaal | 6.764 | 4.139 | 2.656 |
| b) gemiddelde | 7.776 | 4.751 | 3.043 |
| c) maximaal | 9.555 | 5.859 | 3.761 |
| B2 Valorisatie koude-energie | | | |
| a) variante 1 | 10.644 | 6.298 | 3.888 |
| b) variante 2 | 14.898 | 8.819 | 5.443 |
| c) variante 3 | 13.304 | 7.874 | 4.863 |
| d) variante 4 | 18.623 | 11.018 | 6.808 |
| e) variante 5 | 13.415 | 8.008 | 5.002 |
| f) variante 6 | 18.779 | 11.208 | 7.003 |
| g) variante 7 | 20.478 | 12.490 | 7.971 |
| h) variante 8 | 28.664 | 17.487 | 11.154 |
| i) variante 9 | 20.590 | 12.623 | 8.109 |
| j) variante 10 | 28.819 | 17.676 | 11.348 |

Tabel IV, 27 : De kontante waarde van de kosten en de baten van de voorhaven te Zeebrugge (in miljoen fr.) (vervolg)

| Omschrijving | Diskontovoet | | |
|---|--------------|---------|----------|
| | r = 4 % | r = 7 % | r = 10 % |
| B3 Transportkostenvoordeel LNG | | | |
| a) variante 1 | 21.709 | 12.846 | 7.937 |
| b) variante 2 | 27.136 | 16.056 | 9.916 |
| c) variante 3 | 27.582 | 16.330 | 9.900 |
| B4 Transportkostenvoordeel ruwe olie en zware koolwaterstoffen | | | |
| a) minimum | 671 | 445 | 310 |
| b) maximum | 2.412 | 1.446 | 910 |
| B5 Transportkostenvoordeel containertrafiek | 784 | 485 | 316 |
| B6 Supplementaire inkomensvorming direkt afgeleide havenactiviteiten | | | |
| a) variante 1 | 2.216 | 1.358 | 871 |
| b) variante 2 | 3.631 | 2.213 | 1.415 |
| c) variante 3 | 2.756 | 1.686 | 1.079 |
| d) variante 4 | 4.514 | 2.748 | 1.751 |
| B7 Supplementaire inkomensvorming direkt afgeleide industriële bedrijvigheden | | | |
| a) variante 1 | 2.954 | 1.806 | 1.157 |
| b) variante 2 | 4.846 | 2.950 | 1.881 |
| c) variante 3 | 5.906 | 3.607 | 2.310 |
| d) variante 4 | 9.697 | 5.900 | 3.756 |
| <i>Totaal baten</i> | | | |
| 1. Minimum | 45.742 | 27.377 | 17.135 |
| 2. Maximum | 83.363 | 50.444 | 31.742 |
| 3. Middenkombinatie (B1b + B2d + B3b + B4a + B5 + B6c + B7c) | 63.652 | 38.048 | 23.782 |

die in de analyse werden weerhouden. Het zou een enorm materieel werk vergen om alle mogelijke combinaties in aanmerking te nemen. Wij spitsen de analyse toe op de minimale en maximale kosten, en op de minimale, maximale en een gemiddelde batenkombinatie (zie definitie tabel IV, 27). De combinatie van de weerhouden kosten en baten is weergegeven in tabel IV, 28.

Tabel IV, 28 : *De kontante waarden en het netto resultaat van de voorhaveninvesteringen (in miljoen fr.)*

| | Diskontovoet | | |
|------------------------|--------------|---------|----------|
| | r = 7 % | r = 4 % | r = 10 % |
| <i>Kosten</i> | | | |
| K1 Minimum | 16.998 | 13.828 | 11.732 |
| K2 Maximum | 17.289 | 14.093 | 11.977 |
| <i>Baten</i> | | | |
| B1 Minimum | 45.742 | 27.377 | 17.135 |
| B2 Maximum | 83.363 | 50.444 | 31.742 |
| B3 Middenkombinatie | 63.652 | 38.048 | 23.782 |
| <i>Netto resultaat</i> | | | |
| B1 - K1 | 28.744 | 13.549 | 5.403 |
| B2 - K1 | 66.365 | 36.616 | 20.010 |
| B3 - K1 | 46.654 | 24.220 | 12.050 |
| B1 - K2 | 28.453 | 13.284 | 5.158 |
| B2 - K2 | 66.074 | 36.351 | 19.765 |
| B3 - K2 | 46.363 | 23.955 | 11.805 |

Uit tabel IIV, 28 kan men volgende besluiten trekken :

1. De meest ongunstige combinatie van baten en kosten (B minimum - K maximum) leidt tot een netto baat van de voorhaveninvesteringen. Bij een rentevoet van 4 % bedraagt de netto kontante waarde

28,4 miljard fr. en bij de rentevoeten 7% en 10% respectievelijk 13,2 en 5,1 miljard fr.

2. Het correlarium van het eerste besluit is de hoogte van de interne rentevoet. Deze is uiteraard hoger dan 10%. De berekende interne rentevoeten van de extreme combinaties weerhouden in tabel IV, 28 bedragen :

$$B_1 - K_2 = 14,5 \%^1$$

$$B_2 - K_1 = 25,0 \%$$

De middencombinatie ($B_3 - K_2$) levert een interne rentevoet op van 18,8%.

3. Rekening houdend met het gevarieerd karakter van de baten, is het zinvol de structuur van de baten in aanmerking te nemen. De samenstelling van de baten is een belangrijk aanvullend element om de waarde van de baten te beoordelen².

| | Minimum resultaat | Maximum resultaat | Midden- combinatie |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------|
| — havenontvangsten | 15,1 | 11,6 | 12,5 |
| — valorisatie koude-energie | 23,0 | 35,0 | 29,0 |
| — transportkostenvoordeel LNG | 46,9 | 32,4 | 42,2 |
| — transportkostenvoordeel koolwaterstoffen | 1,6 | 2,9 | 1,2 |
| — transportkostenvoordeel containertrafiek | 1,8 | 1,0 | 1,3 |
| — inkomensvorming direkt afgeleide havenactiviteiten | 5,0 | 5,4 | 4,4 |
| — inkomensvorming direkt afgeleide bedrijvigheden | 6,6 | 11,7 | 9,5 |
| TOTAAL | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

¹ De symbolen B en K van tabel IV, 28 mogen niet verward worden met deze van tabel IV, 27.

² De benadering op basis van de diskontovoet van 7% wordt hierbij als referentie genomen.

Deze structuurcijfers wijzen op een dominante positie van de LNG. Deze komt direkt tot uiting in de posten B₂ en B₃ en indirect in de posten B₁ en B₇ van tabel IV, 27. Rekening houdend met de genomen beslissing van de regering ten aanzien van de aardgasaanvoer en de grote kans op de doorvoerfunctie, kan men stellen dat dit structuurbeeld enkel de waarschijnlijkheid van de bekomen resultaten verhoogt. Hierbij willen we nog onderstrepen dat bij de valorisatie van de koude-energie werd uitgegaan van een niet geoptimaliseerde aanwending.

B. Het kernenergie-eiland De Wandelaar

Tabel IV, 29 en tabel IV, 30 brengen een syntesebeeld van de kontante waarden van de kosten- en batenposten die betrekking hebben op het kernenergie-eiland De Wandelaar. Analoog met tabel IV, 28 worden in tabel IV, 30 enkel de extreme waarden en een zinvolle middenpositie weerhouden (B₁, B₂ en B₃). De beide tabellen vertonen evenwel een zeer uitgebreid karakter. Dit is het gevolg van twee bijzonderheden. Primo werd inzake de kosten vertrokken van twee eilanden met een ongelijke oppervlakte³. Secundo werd het verbruikerssurplus van kernenergie op het kerneiland bepaald ten aanzien van verspreide kerncentrales van 1.000 en 600 MW. Uit deze beide tabellen zijn een aantal interessante konklusies af te leiden.

1. Het kernenergie-eiland De Wandelaar heeft een negatieve kontante waarde bij elk van de drie intrestvoeten wanneer de baten uitsluitend gebaseerd zijn op elektriciteitsleveringen en een minimale valorisatie van het off-peak vermogen en voor zover men de vergelijking beperkt tot kerncentrales van 1.000 MW. In deze gevallen is er geen zee-waterontzilting en evenmin afvalwarmtevalorisatie voor andere doeleinden. In bepaalde B₁-kombinatievormen is het intern rendement zelfs negatief. Indien men echter het konsumentensurplus berekent ten opzichte van kerncentrales van 600 MW, doch met uitsluiting van afvalwarmtevalorisatie voor ontzilting of ruimteverwarming, is er

³ Bij de interpretatie van de resultaten moet men ermede rekening houden dat de kleinste weerhouden oppervlakte volstaat indien men de 'off-shore' activiteiten buiten beschouwing laat.

Tabel IV, 29 : De kontante waarde van de kosten en de baten van het kern-energie-eiland De Wandelbaar (in miljoen fr.)

| Omschrijving | Diskontovoet | | |
|--|--------------|---------|----------|
| | r = 4 % | r = 7 % | r = 10 % |
| <i>A. Kosten</i> | | | |
| K ₁ Investerings eiland | | | |
| a) oppervlakte 137 ha | 9.682 | 8.947 | 8.296 |
| b) oppervlakte 220 ha | 12.087 | 10.997 | 10.051 |
| K ₂ Investerings servicetunnel en kabel | 3.358 | 2.897 | 2.510 |
| K ₃ Onderhoud en exploitatiekosten | 275 | 181 | 121 |
| K ₄ Nadelige invloed op de toeristische sektor | | | |
| a) variante 1 | 3.597 | 2.344 | 1.595 |
| b) variante 2 | 7.203 | 4.692 | 3.193 |
| K ₅ Nadelige invloed op de visserijsector | 1.090 | 686 | 452 |
| K ₆ Onderbetaling produktiefactoren via eilandbouw | | | |
| a) variante 1 (137 ha) | — 446 | — 413 | — 382 |
| b) variante 2 (137 ha) | — 738 | — 682 | — 631 |
| c) variante 3 (220 ha) | — 556 | — 506 | — 462 |
| d) variante 4 (220 ha) | — 920 | — 837 | — 764 |
| K ₇ Onderbetaling produktiefactoren via servicetunnel | | | |
| a) variante 1 | — 134 | — 117 | — 101 |
| b) variante 2 | — 220 | — 190 | — 166 |
| K ₈ Nadelige invloed op competitieve bedrijven | — | — | — |
| <i>Totaal kosten</i> | | | |
| 1. Oppervlakte 137 ha | | | |
| — minimum | 17.044 | 14.183 | 12.177 |
| — maximum | 21.028 | 16.873 | 14.089 |
| 2. Oppervlakte 220 ha | | | |
| — minimum | 19.267 | 16.078 | 13.799 |
| — maximum | 23.323 | 18.830 | 15.764 |

Tabel IV, 29 : De kontante waarde van de kosten en de baten van het kern-energie-eiland De Wandelbaar (in miljoen fr.) (vervolg)

| Omschrijving | Diskontovoet | | |
|--|--------------|---------|----------|
| | r = 4 % | r = 7 % | r = 10 % |
| B. Baten | | | |
| B1 Zeewaterontzilting | | | |
| a) variante 1 (konventionele methodes) | 0 | 0 | 0 |
| b) variante 2 | 5.942 | 3.345 | 1.960 |
| c) variante 3 | 8.913 | 5.012 | 2.935 |
| d) variante 4 | 11.940 | 6.691 | 3.920 |
| B2 Valorisatie variabel vermogen kerncentrales | | | |
| a) variante 1 | 209 | 131 | 91 |
| b) variante 2 | 893 | 559 | 365 |
| c) variante 3 | 1.578 | 991 | 652 |
| B3 Valorisatie van afvalwarmte voor ruimteverwarming | | | |
| | 3.887 | 2.235 | 1.333 |
| B4 Energiekostenvoordeel | | | |
| 1. Vergelijking met 1.000 MW-kerncentrales | | | |
| a) geen afvalwarmtevalorisatie | 13.287 | 8.364 | 5.495 |
| b) afvalwarmtevalorisatie enkel voor zeewaterontzilting | | | |
| b.a 100 mln m ³ | 13.059 | 8.235 | 5.418 |
| b.b 150 mln m ³ | 12.940 | 8.169 | 5.378 |
| b.c 200 mln m ³ | 12.824 | 8.103 | 5.339 |
| c) afvalwarmtevalorisatie voor zeewaterontzilting (150 mln m ³) en voor ruimteverwarming | 12.687 | 7.987 | 5.266 |
| d) afvalwarmtevalorisatie enkel voor ruimteverwarming | 13.039 | 8.183 | 5.385 |
| 2. Vergelijking met 600 MW-kerncentrales | | | |
| e) geen afvalwarmtevalorisatie | 26.519 | 16.692 | 10.965 |
| f) afvalwarmtevalorisatie enkel voor zeewaterontzilting | | | |
| f.a 100 mln m ³ | 26.055 | 16.432 | 10.811 |
| f.b 150 mln m ³ | 25.820 | 16.304 | 10.734 |
| f.c 200 mln m ³ | 25.594 | 16.175 | 10.658 |

Tabel IV, 29 : De kontante waarde van de kosten en de baten van het kern-energie-eiland De Wandelbaar (in miljoen fr.) (vervolg)

| Omschrijving | diskontovoet | | |
|---|--------------|---------|----------|
| | r = 4 % | r = 7 % | r = 10 % |
| g) afvalwarmtevalorisatie voor zeewaterontziltling (150 mln m ³) en voor ruimteverwarming | 25.319 | 15.934 | 10.511 |
| h) afvalwarmtevalorisatie enkel voor ruimteverwarming | 26.014 | 16.326 | 10.741 |
| <i>Totaal baten</i> | | | |
| 1. Vergelijking 1.000 MW-kerncentrales | | | |
| a) minimum | 13.496 | 8.495 | 5.586 |
| b) maximum | 30.092 | 17.904 | 11.171 |
| c) middenkombinatie (B1b + B2b + B3 + B4.1.c) | 23.409 | 14.126 | 8.924 |
| 2. Vergelijking 600 MW-kerncentrales | | | |
| a) minimum | 26.728 | 16.823 | 11.056 |
| b) maximum | 42.722 | 25.851 | 16.416 |
| c) middenkombinatie (B1b + B2b + B3 + B4.2.g) | 36.041 | 22.073 | 14.169 |

enkel een positieve kontante waarde bij alle baten-kostenrelaties wanneer de diskontovoet 4 % bedraagt. Indien er echter enkel elektriciteitswaarde wordt geproduceerd op het eiland, heeft men geen behoefte aan 220 ha en kan men zich beperken tot een kleinere oppervlakte. De combinatie van B4 en K2 (zie tabel IV, 30) leidt tot een interne rentevoet van 7 %.

2. De maximale kontante waarde (bij berekening van het verbruikerssurplus ten aanzien van 1.000 MW-kerncentrales) bedraagt 13,0 miljard fr. bij een diskontovoet van 4 % en 3,7 miljard fr. bij een diskontovoet van 7 %. Het intern rendement bedraagt 9,4 %. Dit intern rendement daalt reeds tot 7,8 % bij de combinatie B2-K2, of met andere woorden, maximale baten (inclusief valorisatie van de afvalwarmte) en de maximale kostenraming bij een eiland van 137 ha.

Tabel IV, 30 : *De kontante waarden en het netto-resultaat van de kernenergie-eilandinvesteringen De Wandelaar (in miljoen fr.)*

| Kosten of baten | Diskontovoet | | | |
|------------------------------------|--------------|----------|----------|---------|
| | r = 4 % | r = 7 % | r = 10 % | |
| <i>Kosten</i> | | | | |
| K ₁ Minimum | } 137 ha | 17.044 | 14.183 | 12.177 |
| K ₂ Maximum | | 21.028 | 16.873 | 14.089 |
| K ₃ Minimum | } 220 ha | 19.267 | 16.078 | 13.799 |
| K ₄ Maximum | | 23.323 | 18.830 | 15.764 |
| <i>Baten</i> | | | | |
| 1. Vergelijking 1.000 MW-centrales | | | | |
| B ₁ Minimum | | 13.496 | 8.495 | 5.586 |
| B ₂ Maximum | | 30.092 | 17.904 | 11.171 |
| B ₃ Middenpositie | | 23.409 | 14.126 | 8.924 |
| 2. Vergelijking 600 MW-centrales | | | | |
| B ₄ Minimum | | 26.728 | 16.823 | 11.056 |
| B ₅ Maximum | | 42.722 | 25.851 | 16.416 |
| B ₆ Middenpositie | | 36.041 | 22.073 | 14.169 |
| <i>Netto-resultaat</i> | | | | |
| B ₁ - K ₁ | | - 3.548 | - 5.688 | - 6.591 |
| B ₂ - K ₁ | | + 13.048 | + 3.721 | - 1.006 |
| B ₃ - K ₁ | | + 6.365 | - 57 | - 3.253 |
| B ₄ - K ₁ | | + 9.684 | + 2.640 | - 1.121 |
| B ₅ - K ₁ | | + 25.678 | + 11.668 | + 4.239 |
| B ₆ - K ₁ | | + 18.997 | + 7.890 | + 1.992 |
| B ₁ - K ₂ | | - 7.542 | - 8.378 | - 8.503 |
| B ₂ - K ₂ | | + 9.064 | + 1.031 | - 2.918 |
| B ₃ - K ₂ | | + 2.381 | - 2.747 | - 5.165 |
| B ₄ - K ₂ | | + 5.700 | - 50 | - 3.033 |
| B ₅ - K ₂ | | + 21.694 | + 8.978 | + 2.327 |
| B ₆ - K ₂ | | + 15.013 | + 5.200 | + 80 |
| B ₁ - K ₃ | | - 5.781 | - 7.583 | - 8.213 |

Tabel IV, 30 : De kontante waarden en het netto-resultaat van de kernenergie-eilandinvesteringen De Wandelbaar (in miljoen fr.) (vervolg)

| Kosten of baten | diskontovoet | | |
|---------------------------------|--------------|----------|----------|
| | r = 4 % | r = 7 % | r = 10 % |
| B ₂ - K ₃ | + 10.825 | + 1.826 | - 2.628 |
| B ₃ - K ₃ | + 4.142 | - 1.952 | - 4.875 |
| B ₄ - K ₃ | + 7.461 | + 745 | - 2.743 |
| B ₅ - K ₃ | + 23.455 | + 9.773 | + 2.617 |
| B ₆ - K ₃ | + 16.774 | + 5.995 | + 370 |
| B ₁ - K ₄ | - 9.837 | - 10.335 | - 10.178 |
| B ₂ - K ₄ | + 6.769 | - 926 | - 4.593 |
| B ₃ - K ₄ | + 86 | - 4.704 | - 6.840 |
| B ₄ - K ₄ | + 3.405 | - 2.007 | - 4.708 |
| B ₅ - K ₄ | + 19.399 | + 7.021 | + 652 |
| B ₆ - K ₄ | + 12.718 | + 3.243 | - 1.595 |

Uiteraard is het intern rendement hoger bij vergelijking van de elektriciteitsprijs op het kerncentralepark met gespreid opgestelde centrales van 600 MW (de B₅-baten in tabel IV, 30). De kontante waarde is zelfs nog positief bij een intrestvoet van 10 % bij de combinatie B₅-K₄, of in de meest gunstige batencombinatie en de meest ongunstige kostenraming. In dit geval bedraagt het intern rendement circa 11 %. De combinatie B₅-K₁, of met andere woorden, maximale baten- en minimale kosten-(K₁)bedragen, leidt tot een intern rendement van 15,3 %.

3. Een zinvolle combinatie is uiteraard de B₃-K₂ relatie of met andere woorden, de middenpositie inzake baten (dit wil zeggen gemiddelde hypothese valorisatie van het variabel vermogen, waterontzilting van 100 miljoen m³ per jaar en warmtevalorisatie voor ruimteverwarming) en maximale kosten voor een eiland van 137 ha. Het intern rendement is in dit geval beperkt tot 5,4 %. Bij opstelling van 600 MW-kerncentrales in het binnenland wordt de combinatie B₆-K₂ de meest zinvolle relatie. Het intern rendement bedraagt in dit geval 10 %.

4. Interessant is de samenstelling van de baten in de zes weerhouden varianten⁴ :

| | B ₁ | B ₂ | B ₃ | B ₄ | B ₅ | B ₆ |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| — Zeewaterontziltling | — | 37,4 | 23,7 | — | 25,9 | 15,2 |
| — Valorisatie variabel vermogen van de kerncentrales | 1,5 | 5,5 | 4,0 | 0,8 | 3,8 | 2,5 |
| — Valorisatie van de afvalwarmte voor ruimteverwarming en industriële processen | — | 12,5 | 15,8 | — | 8,6 | 10,1 |
| — Verbruikerssurplus energie | 98,5 | 44,6 | 56,5 | 99,2 | 61,6 | 72,2 |
| | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

In elk van de gevallen vormt het verbruikerssurplus van elektriciteit de voornaamste batenpost. In de gevallen waar afvalwarmte wordt gevaloriseerd, is de waarde van de waterontziltling groter dan de waarde van de ruimteverwarming.

C. Het kernenergie-eiland Smalbank II

Analoog met het kernenergie-eiland De Wandelaar, wordt in tabel IV, 31 en in tabel IV, 32 een syntese gebracht van de kosten en baten behandeld in de vorige hoofdstukken van dit gedeelte. Om de redenen die reeds werden vermeld ten aanzien van het kernenergie-eiland De Wandelaar, gaat het hier andermaal om een waaier van resultaten waaruit we trachten de meest zinvolle te releveren.

⁴ Uitgaande van een 7 % intrestvoet.

Tabel IV, 31 : De kontante waarde van de kosten en de baten van het kern-energie-eiland Smalbank II (in miljoen fr.)

| Omschrijving | Diskontovoet | | |
|--|--------------|---------|----------|
| | r = 4 % | r = 7 % | r = 10 % |
| <i>A. Kosten</i> | | | |
| K1 Investerings eiland | | | |
| a) oppervlakte 137 ha | 7.525 | 6.950 | 6.440 |
| b) oppervlakte 220 ha | 9.447 | 8.587 | 7.839 |
| K2 Investerings servicetunnel en kabel | 3.983 | 3.447 | 2.999 |
| K3 Onderhoud en exploitatiekosten | 275 | 181 | 121 |
| K4 Nadelige invloed op de toeristische sektor | | | |
| a) variante 1 | 5.672 | 3.688 | 2.507 |
| b) variante 2 | 11.348 | 7.375 | 5.012 |
| K5 Nadelige invloed op de visserijsector | 1.090 | 686 | 452 |
| K6 Onderbetaling produktiefactoren via eilandbouw | | | |
| a) variante 1 (137 ha) | — 346 | — 320 | — 296 |
| b) variante 2 (137 ha) | — 571 | — 529 | — 489 |
| c) variante 3 (220 ha) | — 434 | — 394 | — 360 |
| d) variante 4 (220 ha) | — 716 | — 652 | — 595 |
| K7 Onderbetaling produktiefactoren via servicetunnel | | | |
| a) variante 1 | — 159 | — 139 | — 119 |
| b) variante 2 | — 261 | — 226 | — 198 |
| K8 Nadelige invloed op competitieve bedrijven | — | — | — |
| <i>Totaal kosten</i> | | | |
| 1. Oppervlakte 137 ha | | | |
| — minimum | 17.713 | 14.197 | 11.832 |
| — maximum | 23.716 | 18.180 | 14.609 |
| 2. Oppervlakte 220 ha | | | |
| — minimum | 19.490 | 15.711 | 13.225 |
| — maximum | 25.550 | 19.743 | 15.944 |

Tabel IV, 31: *De kontante waarde van de kosten en de baten van het kern-energie-eiland Smalbank II (in miljoen fr.) (vervolg)*

| Omschrijving | Diskontovoet | | |
|---|--------------|---------|----------|
| | r = 4 % | r = 7 % | r = 10 % |
| B. Baten | | | |
| B1 Zeewaterontzilting | | | |
| a) variante 1 (konventionele methodes) | 0 | 0 | 0 |
| b) variante 2 | 4.875 | 2.743 | 1.607 |
| c) variante 3 | 7.308 | 4.110 | 2.403 |
| d) variante 4 | 9.750 | 5.487 | 3.213 |
| B2 Valorisatie variabel vermogen kerncentrales | | | |
| a) variante 1 | 209 | 131 | 91 |
| b) variante 2 | 893 | 559 | 365 |
| c) variante 3 | 1.578 | 991 | 652 |
| B3 Valorisatie van afvalwarmte voor ruimteverwarming | | | |
| | 0 | 0 | 0 |
| B4 Energiekostenvoordeel | | | |
| 1. Vergelijking met 1.000 MW-kerncentrales | | | |
| a) geen afvalwarmtevalorisatie | 12.163 | 7.657 | 5.030 |
| b) afvalwarmtevalorisatie enkel voor zeewaterontzilting | | | |
| b.a 100 mln m ³ | 11.954 | 7.538 | 4.960 |
| b.b 150 mln m ³ | 11.844 | 7.478 | 4.925 |
| b.c 200 mln m ³ | 11.743 | 7.418 | 4.889 |
| 2. Vergelijking met 600 MW-kerncentrales | | | |
| c) geen afvalwarmtevalorisatie | 25.393 | 15.984 | 10.498 |
| d) afvalwarmtevalorisatie enkel voor zeewaterontzilting | | | |
| d.a 100 mln m ³ | 24.369 | 15.256 | 9.953 |
| d.b 150 mln m ³ | 24.152 | 15.130 | 9.881 |
| d.c 200 mln m ³ | 23.930 | 15.008 | 9.808 |

Tabel IV, 31: De kontante waarde van de kosten en de baten van het kern-energie-eiland Smalbank II (in miljoen fr.) (vervolg)

| Omschrijving | diskontovoet | | |
|---|--------------|---------|----------|
| | r = 4 % | r = 7 % | r = 10 % |
| <i>Totaal baten</i> | | | |
| 1. Vergelijking 1.000 MW-kerncentrales | | | |
| a) minimum | 12.372 | 7.788 | 5.121 |
| b) maximum | 23.071 | 13.896 | 8.754 |
| c) middenkombinatie (B1b + B2b + B4.1.b.b) | 17.612 | 10.780 | 6.897 |
| 2. Vergelijking 600 MW-kerncentrales | | | |
| a) minimum | 25.602 | 16.115 | 10.589 |
| b) maximum | 35.258 | 21.486 | 3.873 |
| c) middenpositie (B1b + B2b + B4.2.b.b) | 29.920 | 18.432 | 11.853 |

1. Wanneer men vertrekt van de minimale baten (B1), zijn alle kontante waarden negatief. Met andere woorden, het intern rendement bedraagt geen 4 %. De B1-B2 combinatie leidt tot een absoluut verlies. Bij deze minimale baten wordt de afvalwarmte niet gevaloriseerd en wordt het verbruikerssurplus van de kerncentrales op het kerncentralepark bepaald ten opzichte van gespreid opgestelde centrales van 1.000 MW.

2. De maximale kontante waarde bij een bepaling van een verbruikerssurplus ten opzichte van 1.000 MW-centrales, bedraagt 5,3 miljard fr. (B2-K1) wanneer de diskontovoet 4 % bedraagt. Het intern rendement in deze baten-kosten combinatie bedraagt 6,9 %. Dit is beduidend minder dan voor het kernenergie-eiland De Wandelbaar waar het overeenkomstig intern rendement 9,4 % bedraagt. Het intern rendement daalt reeds tot 3,7 % bij de combinatie B2-K2 tegenover 7,8 % voor het kernenergie-eiland De Wandelbaar.

In geval het verbruikerssurplus van de kernenergieconsumptie gebaseerd is op gespreid opgestelde 600 MW-centrales (batenpost B5), leidt het meest gunstige resultaat (B5-K1) tot een kontante waarde

Tabel IV, 32 : *De kontante waarden en het netto resultaat van de kernenergie-eilandinvesteringen Smalbank II (in miljoen fr.)*

| Kosten of baten | Diskontovoet | | | |
|------------------------------------|--------------|----------|----------|---------|
| | r = 4 % | r = 7 % | r = 10 % | |
| <i>Kosten</i> | | | | |
| K ₁ Minimum | } 137 ha | 17.713 | 14.197 | 11.832 |
| K ₂ Maximum | | 23.716 | 18.180 | 14.609 |
| K ₃ Minimum | } 220 ha | 19.490 | 15.711 | 13.125 |
| K ₄ Maximum | | 25.550 | 19.743 | 15.944 |
| <i>Baten</i> | | | | |
| 1. Vergelijking 1.000 MW-centrales | | | | |
| B ₁ Minimum | | 12.372 | 7.788 | 5.121 |
| B ₂ Maximum | | 23.071 | 13.896 | 8.754 |
| B ₃ Middenpositie | | 17.612 | 10.780 | 6.897 |
| 2. Vergelijking 600 MW-centrales | | | | |
| B ₄ Minimum | | 25.602 | 16.115 | 10.589 |
| B ₅ Maximum | | 35.258 | 21.486 | 13.873 |
| B ₆ Middenpositie | | 29.920 | 18.432 | 11.853 |
| <i>Netto-resultaat</i> | | | | |
| B ₁ - K ₁ | | - 5.341 | - 6.409 | - 6.711 |
| B ₂ - K ₁ | | + 5.358 | - 301 | - 3.078 |
| B ₃ - K ₁ | | - 101 | - 3.417 | - 4.935 |
| B ₄ - K ₁ | | + 7.889 | + 1.918 | - 1.243 |
| B ₅ - K ₁ | | + 17.545 | + 7.289 | + 2.041 |
| B ₆ - K ₁ | | + 12.207 | + 4.235 | + 21 |
| B ₁ - K ₂ | | - 11.344 | - 10.392 | - 9.488 |
| B ₂ - K ₂ | | - 645 | - 4.284 | - 5.855 |
| B ₃ - K ₂ | | - 6.104 | - 7.400 | - 7.712 |
| B ₄ - K ₂ | | + 1.886 | - 2.065 | - 4.020 |
| B ₅ - K ₂ | | + 11.542 | + 3.306 | - 736 |
| B ₆ - K ₂ | | + 6.204 | + 252 | - 2.756 |
| B ₁ - K ₃ | | - 7.118 | - 7.923 | - 8.004 |

Tabel IV, 32 : De kontante waarden en het netto resultaat van de kernenergie-eilandinvesteringen Smalbank II (in miljoen fr.) (vervolg)

| Kosten of baten | diskontovoet | | |
|---------------------------------|--------------|----------|----------|
| | r = 4 % | r = 7 % | r = 10 % |
| B ₂ - K ₃ | + 3.581 | — 1.815 | — 4.371 |
| B ₃ - K ₃ | — 1.878 | — 4.931 | — 6.228 |
| B ₄ - K ₃ | + 6.112 | + 404 | — 2.536 |
| B ₅ - K ₃ | + 15.768 | + 5.775 | + 748 |
| B ₆ - K ₃ | + 10.430 | + 2.721 | — 1.272 |
| B ₁ - K ₄ | — 13.178 | — 11.955 | — 10.823 |
| B ₂ - K ₄ | — 2.479 | — 5.847 | — 7.190 |
| B ₃ - K ₄ | — 7.938 | — 8.963 | — 9.047 |
| B ₄ - K ₄ | + 52 | — 3.628 | — 5.355 |
| B ₅ - K ₄ | + 9.708 | + 1.743 | — 2.071 |
| B ₆ - K ₄ | + 4.370 | — 1.311 | — 4.091 |

van 2,0 miljard fr. bij een diskontovoet van 10 %. Het overeenkomstig intern rendement bedraagt in dit geval 13,0 %. De baten-kosten combinatie (B₅-K₄) of meest gunstige baten en meest ongunstige kosten, vertoont een intern rendement van 8,4 %. Herinneren we eraan dat het overeenkomstig resultaat voor De Wandelaar 11 % bedroeg.

3. De zinvolle combinatie B₃-K₂ waarbij men vertrekt van een middenpositie inzake de baten, levert een negatieve kontante waarde van — 6,1 miljard fr. bij een diskontovoet van 4 %. In deze combinatievorm wordt de interne rentevoet negatief. De combinatie B₆-K₂ of de meest zinvolle combinatie bij gespreid opgestelde centrales van 600 MW in het binnenland, resulteert in een intern rendement van circa 7 % (10 % voor het kernenergie-eiland De Wandelaar).

4. Uit bovenstaande punten kan men meteen twee belangrijke conclusies afleiden. Primo, het kernenergie-eiland Smalbank II vertoont een lager makro-ekonomisch rendement dan het kernenergie-eiland De Wandelaar. Secundo, het kernenergie-eiland Smalbank II is slechts rendabel wanneer de kernenergieproductie gekoppeld wordt aan de

valorisatie van de afvalwarmte en wanneer de kosten niet maximaal oplopen. Hierbij wordt uiteraard vertrokken van de berekening van het verbruikerssurplus op basis van verspreid opgestelde kerncentrales van 1.000 MW.

Teneinde de vergelijking van de resultaten van de kosten-baten-analyse voor de beide kerneilanden nog beter tot uiting te laten komen, worden hierna het intern rendement en de baten-kosten ratio opgegeven voor de meest zinvolle combinaties.

| | Intern rendement | | $\frac{B'}{C}$ verhouding ($r = 4\%$) ⁵ | |
|-------|------------------|-------------|--|-------------|
| | De Wandelaar | Smalbank II | De Wandelaar | Smalbank II |
| B1-K2 | Neg. | Neg. | 0,6 | 0,5 |
| B2-K1 | 9,4 % | 6,9 % | 1,8 | 1,3 |
| B3-K1 | 7,0 % | 3,9 % | 1,4 | 1,0 |
| B3-K2 | 5,4 % | Neg. | 1,1 | 0,7 |
| B4-K2 | 7,0 % | 5,4 % | 1,3 | 1,1 |
| B5-K1 | 15,3 % | 13,0 % | 2,5 | 2,0 |
| B6-K2 | 10,0 % | 7,0 % | 1,7 | 1,3 |

D. Voorhaven — kernenergie-eiland De Wandelaar

Uit sub A en sub B van deze paragraaf is het niet moeilijk om het globaal resultaat te bepalen van een combinatie van de voorhaven en het kerneiland De Wandelaar. Gezien de geringe betekenis van de combinatie, beperken we ons tot de extreme posities.

In een minimale hypotese, of met andere woorden, wanneer men alle minimale baten combineert met de maximale kosten weerhouden in de studie, bedraagt het intern rendement 8,8 %. In de maximale hypotese of met andere woorden, een combinatie van alle maximale baten (600 MW-centrales blijven hier buiten beschouwing) met de minimale kosten, bedraagt het intern rendement + 18,7 %.

⁵ B' en C' hebben betrekking op geaktualiseerde waarden.

Tabel IV, 33 : De kontante waarden en het netto resultaat voor de combinatie voorhaveninvestering en kernenergie-eilandinvestering (in miljoen fr.)

| | Diskontovoet | | |
|---|--------------|---------|----------|
| | r = 4 % | r = 7 % | r = 10 % |
| <i>Kosten</i> | | | |
| Voorhaven-minimum (K1) (a) | 16.998 | 13.828 | 11.732 |
| Voorhaven-maximum (K2) | 17.289 | 14.093 | 11.977 |
| Kernenergie-eiland-minimum (137 ha) (K1) | 17.044 | 14.183 | 12.177 |
| Kernenergie-eiland-maximum (137 ha) (K2) | 21.028 | 16.873 | 14.089 |
| <i>Baten</i> | | | |
| Voorhaven-minimum (B1) | 45.742 | 27.377 | 17.135 |
| Voorhaven-maximum (B2) | 83.363 | 50.444 | 31.742 |
| Kernenergie-eiland-minimum (B1) | 13.486 | 8.495 | 5.586 |
| Kernenergie-eiland-maximum (B2) | 30.092 | 17.904 | 11.171 |
| <i>Netto resultaat</i> | | | |
| Minimum (minimale baten en maximale kosten) | 20.911 | 4.906 | — 3.345 |
| Maximum (maximale baten en minimale kosten) | 79.413 | 40.337 | 19.004 |

(a) De tekens tussen haakjes hebben betrekking op de symbolen gebruikt in de vorige tabellen van dit hoofdstuk.

E. De voorhaven — kernenergie-eiland Smalbank II

Het lijkt weinig zinvol verder in te gaan op deze investeringssamenhang en dit om twee redenen. De technische relaties tussen de voorhaven Zeebrugge en het kernenergie-eiland Smalbank II zijn nihil. In de tweede plaats is uit bovenstaande duidelijk gebleken dat het kernenergie-eiland Smalbank II een lager makro-ekonomisch rendement vertoont dan het kernenergie-eiland De Wandelaar.

2. AANVULLENDE KWALITATIEVE BESCHOUWINGEN

In het eerste hoofdstuk van deel IV werd er reeds op gewezen dat het niet mogelijk is alle kosten en baten in geldbedragen uit te drukken. Om deze reden wordt de kwantitatieve kosten-batenanalyse aangevuld met een kwalitatieve kosten-batenanalyse. In feite gaat het om aanvullende elementen waarmee moet worden rekening gehouden bij de totale beoordeling van de onderscheiden projecten. Teneinde de kwalitatieve elementen even duidelijk als de kwantitatief geraamde posten tot hun recht te laten komen, zijn deze eveneens in een tabelvorm opgenomen. Voor de voorhavens verwijzen we naar tabel IV, 34 en voor de kernenergie-eilanden naar tabel IV, 35.

3. BESLUIT

1. Het resultaat ten aanzien van de kosten-batenanalyse van de voorhavens mag als zeer positief worden beschouwd. Het intern rendement varieert tussen een minimale waarde van 14,5 % en een maximale waarde van 25,0 %. De middenkombinatie levert een intern rendement van 18,8 %. Belangrijk is hierbij het feit dat het niet uitvoeren van het kernenergie-eiland geen invloed heeft op de rendabiliteit van de voorhavens.

2. Het positieve resultaat van de kosten-batenanalyse van de voorhavens is in belangrijke mate gedetermineerd door de LNG-aanvoer. Over deze LNG-aanvoer bestaat er ingevolge de recente regeringsbeslissing terzake, geen enkel risico. Dit verhoogt meteen de waarde van de resultaten van de kosten-batenanalyse ten aanzien van de voorhavens.

3. De kwalitatieve beschouwingen in de tabel over de niet-kwantificeerbare kosten en baten zijn niet van aard om het kwantitatief resultaat in een negatieve zin te beïnvloeden. De interne rentevoet kan nog stijgen als men rekening houdt met :

(a) een volledige toerekening van de onderwaterstrekdammen tot de achterhavens ;

(b) de technische levensduur van de voorhavens strekt verder dan het

Tabel IV, 34 : Niet-kwantificeerbare kosten en baten ten aanzien van de voorhaven

| Kosten of baten | Omschrijving van niet-kwantificeerbare kosten en baten en opmerkingen |
|--|---|
| <p>A. Kosten</p> <p>1) Infrastructuurkosten</p> <p>2) Exploitatiekosten en onderhoud</p> <p>3) Onbetaald gebruik van productiefactoren</p> | <p>(a) Een gedeelte van de ingerekende marginale investeringskosten behoren in feite tot de eerste fase van het plan Vershave of met andere woorden tot de achterhaven. Dit is het geval voor de onderwaterstredammen, een gedeelte van de baggerwerken en de beschermingswerken vóór Knokke-Heist. Dit houdt een overschatting van de kosten in.</p> <p>(b) Aanvullende technische onderzoeken (bodemonderzoek en hydrologische onderzoeken) en gewijzigde bouwmethodes kunnen de investeringskosten verhogen of verlagen. We mogen aannemen dat de afwijkingen beperkt zullen blijven (in prijzen van 1976).</p> <p>(c) De technische levensduur van de investeringen strekt verder dan het jaar 2005. Met andere woorden, ook na de periode van 30 jaar zal de haven baten afwerpen zonder daarom bijkomende investeringen te vergen.</p> <p>Nihil</p> <p>— Bij de bepaling van de sociale kosten van de voorhavenbouw werd uitgegaan van een drievoudige werkhypothese :</p> <p>(a) De nadelige invloed op Knokke-Heist wordt ondervangen door de schaduwprojectenbenadering. Met andere woorden, de nadelige invloed zal worden geneutraliseerd door de boveng vermelde beschermingswerken vóór Knokke-Heist.</p> <p>(b) De LNG-tanks worden ondergronds ingeplant.</p> <p>(c) In de voorhaven worden geen lucht- of waterverontreinigende activiteiten toegelaten.</p> <p>— Ten aanzien van het wegverkeer moet worden rekening gehouden met de bouw van een tunnel onder de Koninklijke Weg op het grondgebied van Zeebrugge en de bouw van een tunnel ter hoogte van Lissewege.</p> <p>— Ten aanzien van het transportnet landinwaarts zijn bijkomende spoorinvesteringen enkel noodzakelijk bij het gezamenlijk optreden van de containertrafiek en de erstrafiek.</p> |

Tabel IV, 34 : *Niet-kwantificeerbare kosten en baten ten aanzien van de voorhavens (vervolg 1)*

| Kosten of baten | Omschrijving van niet-kwantificeerbare kosten en baten en opmerkingen |
|--|---|
| 4) Onderbetaalde produktiefactoren | Nihil |
| 5) Nadelige invloed op competitieve bedrijven | Bij de bepaling van de haventrafieken werd enkel rekening gehouden met deze trafieken die zonder de uitbouw van de voorhavens de buitenlandse havens zouden ten goede komen. |
| B. <i>Baten</i> | |
| 1) Havenontvangsten | Nihil |
| 2) Ontbetaalde maatschappelijke behoeftenbevrediging | <p>(a) De voorhavenuitbouw heeft een positieve weerslag op de regionale spreiding van inkomen en tewerkstelling. De invloed zal een onmiddellijke weerslag hebben op de werkloosheid in Noord-West-Vlaanderen. Daarenboven kunnen verder afgelegen toeleveringsbedrijven mede voordeel halen uit de voorhavenontwikkeling.</p> <p>(b) De LNG-aanvoer en de aanvoer van zware koolwaterstoffen kunnen de basis vormen voor het aantrekken van vreemd kapitaal op lange termijn. Dit voordeel is bijzonder interessant in een periode van schaarse internationale likwiditeiten. Bij betalingsbalansmoeilijkheden zou de aanpassing van de Belgische economie daardoor overbodig of minder moeilijk worden.</p> <p>(c) Een tweede betalingsbalansvoordeel schuilt in de positieve invloed van de voorhavenuitbouw op de dienstbalans. België vermindert zijn potentiële afhankelijkheid van buitenlandse havens en is daarentegen in staat vervoersdiensten aan het buitenland te leveren.</p> <p>(d) Hoewel de verhoogde technologie indirect is opgenomen in de geraamde bijkomende toegevoegde waarde via de complementaire activiteiten, moet toch bijzonder de nadruk gelegd worden op de mogelijkheid om nieuwe bedrijvigheden te ontwikkelen die behoren tot de groep van de hoogontwikkelde technologie.</p> <p>(e) Door de voorhavenuitbouw wordt de beveiliging van de bevoorrading van het land verbeterd. Het recente verleden heeft voldoende aangetoond dat een buitenlandse haven kan lam gelegd worden door sociale of internationale conflicten.</p> |

| Kosten of baten | Omschrijving van niet-kwantificeerbare kosten en baten en opmerkingen |
|--|--|
| <p>3) Onderbetaling van produkten en diensten</p> <p>4) Voordelige weerslag op komplementaire activiteiten</p> | <p>(f) De aanvoer van allerlei grondstoffen met grotere schepen waarvan de export op basis van FOB-noteringen plaatsrijpt, leidt tot een verlaging van de zeevrachten. Dit betekent dat industrieën in het binnenland indirect voordeel kunnen halen uit de voorhavenuitbouw. Een betere maritimisering van Wallonië is een logisch gevolg. Dit laatste betekent meteen een beveiliging van een groot aantal arbeidsplaatsen die zonder transportkostenvoordelen dreigen verloren te gaan door de nadelige competitieve positie.</p> <p>— Het is mogelijk dat de aanvoer van zware koolwaterstoffen werd onderschat. Veel zal afhangen van de prijsontwikkeling van de koolwaterstoffen en het aardgas. We moeten er echter wel voor waarschuwen dat een verhoogde aanvoer van koolwaterstoffen uit hoofde van de energiefunctie kan leiden tot een verminderde LNG-aanvoer.</p> <p>— Het containeriseren van stukgoederen, « palletized cargo » en zakgoederen is niet in beschouwing genomen. In de studie 'Maatschappelijke kosten-batenanalyse van de voorhavens IJmuiden werd een kostprijsvoordeel van 15 gulden per ton in aanmerking genomen.</p> <p>De huidige en de te verwachten toestand op de arbeidsmarkt rechtvaardigen de geraamde bedragen van de marginale toegevoegde waarden. Men mag immers stellen dat onbenutte produktiekapaciteit in de regio en in België beschikbaar zijn en zullen blijven die niet elders op alternatieve wijze kunnen worden aangewend. Twee indirecte effecten zijn evenwel niet opgenomen, ofschoon de situatie van ondertewerkstelling zulks rechtvaardigt:</p> <p>(a) de afgeleide werkgelegenheid via de inkomensmultiplicator. De verhoogde inkomensvorming in een aantal basisbedrijvigheden zal een stimulerende invloed hebben op de tertiaire sektor.</p> <p>(b) de bijkomende werkgelegenheid verbonden aan de havengebonden installaties (onder meer LNG-terminal, luchtscheidingsseenheid, kranen, enz.).</p> |

Tabel IV, 35 : Niet-kwantificeerbare kosten en baten ten aanzien van de kernenergie-eilanden De Wandelelaar en Smalbank II

| Kosten of baten | Omschrijving van niet-kwantificeerbare kosten en baten en opmerkingen |
|--|--|
| A. <i>Kosten</i> | |
| 1) Infrastructuurkosten | Rekening houdend met de waarschijnlijke timing van de bouw van het kerneiland, met achterstand ten opzichte van de voorhaven, is het waarschijnlijk dat Zeebrugge de werkhaven wordt ten aanzien van De Wandelelaar. Daarentegen zullen er moeilijkheden rijzen wat betreft de bouw van een werkhaven te Nieuwpoort, teneinde eventueel het kerneiland Smalbank II uit te voeren. |
| 2) Exploitatiekosten en onderhoud | Nihil |
| 3) Onbetaald gebruik van produktiefactoren | Een kerneiland op een afstand van 9 km van de kust blijft vele dagen van het jaar goed zichtbaar. Uit dien hoofde kan de weerslag op de toeristische sektor onderschat zijn. Weliswaar werd in de kwantificering van de sociale kosten geen rekening gehouden met een mogelijk uitslijtingsproces, met andere woorden dat de terugval van de toeristische vraag na verloop van tijd geleidelijk zal worden teruggewonnen. Veel zal afhangen van de psychologie van de massa tegenover kernenergie. Niettemin mag men niet uit het oog verliezen dat het kerneiland zich zal uitstrekken over 1,5 of 2 km en dat de kerncentrale een hoogte zal hebben van 50 meter en de schouw 120 meter. |
| 4) Onderbetaalde produktiefactoren | Nihil |
| B. <i>Baten</i> | |
| 1) Ontvangsten | Er werd geen huurwaarde van eilandterreinen verrekend. Een huurwaardeverrekening zou evenwel leiden tot een overeenkomstige daling van het konsumentensurplus van de kernenergie van het kern-eilandpark. |

| Kosten of baten | Omschrijving van niet-kwantificeerbare kosten en baten en opmerkingen |
|--|---|
| <p>2) Onbetaalde maatschappelijke behoeftenbevrediging</p> | <p>(a) Energiebevoorrading via kerncentrales vermindert niet enkel de afhankelijkheid van het buitenland, doch beïnvloedt op een zeer positieve wijze de handelsbalans. Dit is echter niet volledig typisch voor het kernenergie-eiland. Een gedeelte van dezelfde voordelen wordt eveneens beko-men door inplanting van individuele centrales gespreid opgesteld.</p> <p>(b) Een potentiële sociale haat eigen aan het kernenergie-eiland vormt de aanwending van de afval-waarte in de toeristische sektor. Bij valorisatie van afvalwaarte via ruimteverwarming en indus-triële processen, ligt het voor de hand dat zwenbaden op een goedkope wijze kunnen verwarmd worden. Dit kan een verlenging van het toeristisch seizoen in de hand werken.</p> <p>(c) De invloed op de marijkultuur en aquakultuur blijft eveneens een onbekende. Een intensiever onderzoek terzake dringt zich wel op.</p> <p>(d) Het kernelandpark kan de basis vormen voor een verhoogde technologie in ons land (nieuwe en hoogwaardige technologische processen).</p> |
| <p>3) Onderbetaling van produkten en diensten</p> | <p>Nihil</p> |
| <p>4) Voordelige weerslag op komplementaire activiteiten</p> | <p>(a) De bouw van een kerneland kan aan België een kans geven intensiever betrokken te worden in activiteiten buiten de Kust. De vraag rijst echter of kan worden gewacht tot het kerneland klaar is.</p> <p>(b) Zeewaterontzilting kan via de pekelwinning enkele industriële processen uitlokken. De voordelen ervan op de inkomensvorming zijn niet in de kwantitatieve analyse opgenomen.</p> |

jaar 2005, dit wil zeggen, baten die na 2005 ontstaan zou men ook in rekening moeten brengen ;

- (c) de grotere beveiliging inzake energiebevoorrading ;
- (d) positieve invloed op de internationale likwiditeiten ;
- (e) bij de waardebepaling van de frigorieën werd niet uitgegaan van de meest optimale aanwending.

Daarentegen zijn de aanvullende spoor- en weginvesteringen in het binnenland niet verrekend. Bovendien wordt uitgegaan van de hypothese dat de LNG-opslag ondergronds zal geschieden. Indien dit niet het geval zou zijn, hetgeen we zouden betreuren, moet men de weerslag op de toeristische sektor in rekening brengen. Deze sociale kost zou zeer hoog oplopen en het rendement in belangrijke mate verminderen.

4. De rendabiliteit van het kernenergie-eiland Smalbank II is lager dan de rendabiliteit van het kernenergie-eiland De Wandelaar.

5. Hieruit mag evenwel niet worden besloten dat de kernenergie-eilanden in alle omstandigheden een voldoende rendement afwerpen. De resultaten van De Wandelaar zijn terzake sprekend. In het gunstigste geval stijgt het interne rendement tot 15,3 %. Daarenboven wordt de interne rentevoet 1,6 % bij een minimale kostenraming en wanneer het kerneiland wordt geëxploiteerd zonder valorisatie van de afvalwarmte van de kerncentrales (om water te ontzilten en/of het aanwenden van afvalwarmte voor ruimteverwarming of in industriële processen). Indien de minimale baten worden gekombineerd met maximale kosten is het intern rendement zelfs negatief. Vertrekkend van een middenpositie inzake de baten, lijkt een intern rendement variërend tussen 5 % en 7 % het meest waarschijnlijke resultaat.

6. Ten aanzien van het kernenergie-eiland moet er worden op gewezen dat de weerslag op het toerisme moeilijk te bepalen is. Rekening houdend met de goede zichtbaarheid van het kerneiland vanaf de kustlijn, is er voldoende reden om de maximale invloed op het kusttoerisme te weerhouden bij de bepaling van de sociale kost.

7. Het intern rendement van de investeringen in voorhaven en kernenergie-eiland De Wandelaar samen, variëren in de weerhouden

lijst van de tabellen

| | | |
|---------------|--|-----|
| Tabel I, 1 : | Overzicht van het potentieel aanbod en de vraag naar waterstof, zuurstof en stikstof (hoeveelheden in miljoen Nm ³ /jaar) | 52 |
| Tabel I, 2 : | Bezoldigde werkgelegenheid in de arrondissementen Brugge, Oostende en Veurne, naar sectoren, 30 juni 1974 | 64 |
| Tabel I, 3 : | Verdeling van de bezoldigde werkgelegenheid in de voornaamste industriële bedrijfstakken, naar de grootte van de bedrijven, 30 juni 1974 | 65 |
| Tabel I, 4 : | Aandeel van de vrouwen en van de bedienden in de tewerkstelling in de industriële bedrijven, naar sektor, 30 juni 1974 | 66 |
| Tabel I, 5 : | Werkende beroepsbevolking naar bedrijfsgroep en onderwijsniveau in het arrondissement Brugge, 31 december 1970 (procentuele verdeling) | 69 |
| Tabel I, 6 : | Kwalifikatie van de tewerkgestelden in de Westvlaamse industrie, WES-enquête, 1974 | 76 |
| Tabel II, 1 : | Eénpolige structuur, af te voeren produkten : vertrekpunt aan land en afvoerrichting | 129 |
| Tabel II, 2 : | Belgische wetgeving : minimale ingravingsdiepte van pijpleidingen | 139 |
| Tabel II, 3 : | Afstanden tussen pijpleidingen - voorbeeld 1 | 145 |
| Tabel II, 4 : | Afstanden tussen pijpleidingen - voorbeeld 2 | 146 |
| Tabel II, 5 : | Eénpolige structuur : vergelijking tussen de beschreven voorstellen van leidingenstraat Zeebrugge-binnenland | 161 |
| Tabel II, 6 : | Geschiktheid van de tracés in functie van de optie « korte of langere verbinding Zeebrugge-Antwerpen » | 162 |
| Tabel II, 7 : | Tweepolige structuur : af te voeren produkten : vertrekpunt aan land en afvoerrichting | 168 |

| | | |
|----------------|---|----|
| Tabel III, 1 : | Technische karakteristieken van de PWR | 19 |
| Tabel III, 2 : | Samenvattend overzicht van alle emissiekarakteristieken van een PWR-reaktor (1.000 MWe) | 19 |
| Tabel III, 3 : | Radioactiviteit van gasvormige afvalstoffen | 20 |
| Tabel III, 4 : | Samenstelling van verschillende aardgassoorten (in volumeprocent) | 22 |
| Tabel III, 5 : | Afmetingen van metaantankers | 22 |
| Tabel III, 6 : | Afmetingen en karakteristieken van schepen | 23 |
| Tabel IV, 1 : | Het theoretisch kosten-batenschema | 30 |
| Tabel IV, 2 : | Exploitatiekosten van de voorhaven en het eiland (in miljoen fr.) (KBA-Wandelaar en KBA-Smalbank II) | 32 |
| Tabel IV, 3 : | Sociale kost als gevolg van de weerslag van de bouw van een kerncentralepark op de toeristische sektor (in miljoen fr.) | 33 |
| Tabel IV, 4 : | Invoer van de haven van Zeebrugge, 1967-75 (in 1.000 ton) | 34 |
| Tabel IV, 5 : | Uitvoer van de haven van Zeebrugge, 1967-75 (in 1.000 ton) | 34 |
| Tabel IV, 6 : | LNG-leveringen in miljoen m ³ en in miljoen ton | 34 |
| Tabel IV, 7 : | De petroleumleveringen in de nieuwe voorhaven te Zeebrugge in miljoen ton | 35 |
| Tabel IV, 8 : | De verwachte containertrafiek in de nieuwe voorhaven na maximale benutting van de bestaande voorhaven (in miljoen ton) | 35 |
| Tabel IV, 9 : | De verwachte korte ro-ro trafiek in de nieuwe voorhaven na maximale benutting van de bestaande voorhaven (in miljoen ton) | 35 |
| Tabel IV, 10 : | De verwachte stukgoederentrafiek in de nieuwe voorhaven (in miljoen ton) | 35 |
| Tabel IV, 11 : | Het passagiersverkeer in de nieuwe voorhaven van Zeebrugge (× 1.000) | 35 |
| Tabel IV, 12 : | De verhuurde haventerreinen in de nieuwe voorhaven | 36 |
| Tabel IV, 13 : | De havenontvangsten van de nieuwe voorhaven in miljoen fr. | 36 |

| | |
|---|-----|
| Tabel IV, 14 : Varianten inzake aardgasleveringen in miljard Nm ³ . | 368 |
| Tabel IV, 15 : Makro-ekonomische valorisatiewaarde van de koude-energie in functie van de produktiekost van de elektrische energie en de belastingfaktor | 372 |
| Tabel IV, 16 : De makro-ekonomische waarde van de valorisatie van de koude-energie (in miljoen fr.) | 374 |
| Tabel IV, 17 : Makro-ekonomische voordelen van de waterproduktie door zeewaterontzilting op het eiland (in mln fr.) . . | 377 |
| Tabel IV, 18 : De makro-ekonomische waarde van de aanwending van het off-peak vermogen van de kerncentrales (in mln fr.) | 380 |
| Tabel IV, 19 : De sociale baat van de aanwending van afvalwarmte voor ruimteverwarming en in industriële processen . . | 381 |
| Tabel IV, 20 : Het konsumentensurplus van de LNG-trafiek via Zeebrugge (in miljoen fr.) | 386 |
| Tabel IV, 21 : Het konsumentensurplus van de petroleumtrafiek (in miljoen fr.) | 388 |
| Tabel IV, 22 : Het konsumentensurplus van de containertrafiek (in miljoen fr.) | 389 |
| Tabel IV, 23 : Het konsumentensurplus van de energieproduktie op het kerneiland (in miljoen fr.) | 394 |
| Tabel IV, 24 : Bijkomende werkgelegenheid tengevolge van de groei van de trafieken in de nieuwe voorhaven | 396 |
| Tabel IV, 25 : De bijkomend gecreëerde toegevoegde waarde op basis van de groei van de werkgelegenheid tengevolge van de toename van de trafieken in de nieuwe voorhaven (in miljoen fr.) | 397 |
| Tabel IV, 26 : De bijkomend gecreëerde toegevoegde waarde op basis van de groei van de werkgelegenheid tengevolge van de afgeleide industriële werkgelegenheid | 399 |
| Tabel IV, 27 : De kontante waarde van de kosten en de baten van de voorhaven te Zeebrugge (in miljoen fr.) | 402 |
| Tabel IV, 28 : De kontante waarden en het netto resultaat van de voorhaveninvesteringen (in miljoen fr.) | 404 |
| Tabel IV, 29 : De kontante waarde van de kosten en de baten van het kernenergie-eiland De Wandelbaar (in miljoen fr.) . . | 407 |

| | | |
|----------------|---|-----|
| Tabel IV, 30 : | De kontante waarden en het netto-resultaat van de kern-energie-eilandinvesteringen De Wandelaar (in mln fr.) | 410 |
| Tabel IV, 31 : | De kontante waarde van de kosten en de baten van het kernenergie-eiland Smalbank II (in miljoen fr.) . . . | 413 |
| Tabel IV, 32 : | De kontante waarden en het netto resultaat van de kern-energie-eilandinvesteringen Smalbank II (in mln fr.) . | 416 |
| Tabel IV, 33 : | De kontante waarden en het netto resultaat voor de combinatie voorhaveninvestering en kernenergie-eiland-investering (in miljoen fr.) | 419 |
| Tabel IV, 34 : | Niet-kwantificeerbare kosten en baten ten aanzien van de voorhaven | 421 |
| Tabel IV, 35 : | Niet-kwantificeerbare kosten en baten ten aanzien van de kernenergie-eilanden De Wandelaar en Smalbank II . | 424 |

lijst van de kaarten

| | |
|---|-----|
| Kaart Technisch Voorwoord : Potentiële vestigingsmogelijkheden voor een kernenergie-eiland | 23 |
| Kaart I, 1 : Situering van de bevolkingsnederzettingen in de omgeving van de haven van Zeebrugge | 92 |
| Kaart I, 2 : Verbinding Zeebrugge-binnenland : bestaande kanalen en uit te voeren waterbouwwerken | 100 |
| Kaart I, 3 : Achterhaven Zeebrugge, uitbouw spoorwegennet ; inplanting transportzone | 105 |
| Kaart I, 4 : Verbinding Zeebrugge-binnenland : bestaande wegennet en uit te voeren wegenwerken | 108 |
| Kaart II, 1 : Werkingsgebieden van de voornaamste waterleidingsmaatschappijen in Noord-België | 124 |
| Kaart II, 2 : De waterwinningen van NMDW, TMVW, IWVA, Ieper, Knokke-Heist en Wenduine die grotendeels instaan voor de bevoorrading van West- en Oost-Vlaanderen | 125 |
| Kaart II, 3 : Toevoerleidingen TMVW (West- en Oost-Vlaanderen) en NMDW (West-Vlaanderen en noorden van Oost-Vlaanderen) | 126 |
| Kaart II, 4 : Eénpolige structuur : af te voeren produkten en afvoer-richtingen | 130 |
| Kaart II, 5 : Voorstellen inzake vervoer van produkten tussen Zeebrugge en het binnenland via leidingen | 150 |
| Kaart II, 6 : Tweepolige structuur : af te voeren produkten en afvoer-richtingen | 169 |
| Kaart II, 7 : Voorstellen inzake vervoer van produkten tussen de Westkust en het binnenland via leidingen | 174 |

lijst van de schema's

| | |
|--|-----|
| Schema I, 1 : Potentieel technische bindingen | 30 |
| Schema I, 2 : Potentieel technische bindingen - kwantitatieve benadering | 37 |
| Schema I, 3 : Afgeleide industriële activiteiten op basis van LNG en kernenergie | 43 |
| Schema I, 4 : Afgeleide industriële activiteiten - totaal beeld | 53 |
| Schema III, 1 : Binding kerntema's en basisprodukten | 185 |
| Schema III, 2 : Afgeleide industriële activiteiten | 272 |

lijst van de figuren

| | | |
|------------------|--|-----|
| Figuur II, 1 : | Basiselementen voor plaatsing van pijpleidingen . . . | 144 |
| Figuur II, 2 : | Mogelijk totaalbeeld leidingenstraat | 148 |
| Figuur III, 1 : | Brandstofcyclus | 188 |
| Figuur III, 2 : | Schema van PWR-reaktor | 190 |
| Figuur III, 3 : | Behandeling van hoog-radioactieve afvalwaters . . . | 194 |
| Figuur III, 4 : | Behandeling van laag-radioactieve afvalwaters . . . | 195 |
| Figuur III, 5 : | Behandeling van radioactieve afvalgassen | 196 |
| Figuur III, 6 : | Ertsen- en slurry-terminal | 216 |
| Figuur III, 7 : | Onderdelen van LNG-terminal | 232 |
| Figuur III, 8 : | LNG-tanker - losproces met ondergrondse opslag . . . | 234 |
| Figuur III, 9a : | Dubbelwandige stalen tank | 239 |
| Figuur III, 9b : | Dubbelwandige stalen tank | 240 |
| Figuur III, 10 : | Dubbelwandige tank (beton - 9 % Nikkel-staal) . . . | 241 |
| Figuur III, 11 : | Detail van de tankwandstructuur | 242 |
| Figuur III, 12 : | Dubbelwandige betonnen tank | 243 |
| Figuur III, 13 : | Dubbelwandige betonnen tank met massabetonvulling | 244 |
| Figuur III, 14 : | Ondergrondse opslag van LNG | 245 |
| Figuur III, 15 : | Vlottende LNG-opslag met verankering | 247 |
| Figuur III, 16 : | Geïntegreerde vlottende LNG-opslag | 248 |
| Figuur III, 17 : | Hervergassingseenheid | 251 |
| Figuur III, 18 : | Plan voor prefab-uitvoering | 265 |
| Figuur III, 19 : | LNG-opslag - plan - ondergrondse tanks of half-verzonken tanks met aarden berm | 267 |

| | |
|--|-----|
| Figuur III, 20 : Algemene inrichting en afmetingen van LNG-terminal | 269 |
| Figuur III, 21 : Principe van directe reductie (Midrex-systeem) . . . | 289 |
| Figuur III, 22 : Principeppschema van een kontinu-elektrische oven . . . | 291 |

inhoudstafel

| | |
|---|----|
| Algemene inleiding | 7 |
| Technisch voorwoord | 13 |
| DEEL I : Industriële, economische en infrastrukturele gevolgen van de inplanting van een LNG-terminal en een kernenergiepark . | 25 |
| Inleiding | 27 |
| <i>Hoofdstuk I</i> : Technische polarisatie op basis van LNG-aanvoer en van de productie van elektriciteit op kernenergiebasis op een eiland . . | 29 |
| 1. De LNG-keten en de kernenergieketen | 29 |
| A. De LNG-keten | 29 |
| B. De kernenergieketen | 32 |
| C. Aanvoer van erts en petroleum | 35 |
| 2. Kwantitatieve benadering | 35 |
| A. De LNG-keten | 36 |
| B. De kernenergieketen | 39 |
| C. Ertsenaanvoer en petroleum aanvoer | 41 |
| 3. Afgeleide industriële activiteiten | 42 |
| A. Waterstof | 44 |
| B. Zuurstof | 46 |
| C. Stikstof | 49 |
| D. Vraag en aanbod | 50 |
| E. Valorisatie van de pek | 50 |
| F. Opmerkingen | 54 |
| 4. De behoeften aan haventerreinen | 55 |
| A. De behoefte aan voorhaventerreinen voor de LNG-keten | 55 |
| B. De behoefte aan voorhaventerreinen voor de trafiekkun- ctie na maximale benutting van de bestaande voorhaven . | 56 |
| C. Behoefte aan terreinen op het kernenergie-eiland | 56 |
| D. Behoefte aan achterhaventerreinen | 57 |

| | |
|---|-----|
| <i>Hoofdstuk II</i> : Huidige industriële structuur van de regio en te verwachten wijzigingen | 61 |
| 1. Industriële structuur, 1974 | 61 |
| 2. Verwachte wijzigingen in de industriële structuur | 71 |
| A. Eenpolige ontwikkeling | 71 |
| B. Tweepolige ontwikkeling | 73 |
| <i>Hoofdstuk III</i> : Inkomensvorming in de regio en het kwalitatief aspect van de gevraagde arbeidskrachten | 75 |
| <i>Hoofdstuk IV</i> : Druk op de arbeidsmarkt en gevolgen ten aanzien van een eventuele versnelde agglomeratievorming | 79 |
| 1. Eenpolige ontwikkeling | 79 |
| A. Evolutie van de beroepsbevolking | 80 |
| B. Arbeidsreserve in de geregistreerde werkloosheid | 81 |
| C. Terughaalbare pendel | 82 |
| D. Afvloeiing uit de landbouw | 82 |
| E. Sluiting van ondernemingen | 82 |
| F. Totaal overzicht | 83 |
| 2. Tweepolige ontwikkeling | 85 |
| A. Evolutie van de beroepsbevolking | 86 |
| B. Arbeidsreserve in de geregistreerde werkloosheid | 87 |
| C. Terughaalbare pendel | 87 |
| D. Afvloeiing uit de landbouw | 87 |
| E. Sluiting van ondernemingen | 87 |
| F. Totaal overzicht | 87 |
| <i>Hoofdstuk V</i> : Mogelijkheden van behoud van de bevolkingsnederzettingen in de omgeving van de haven van Zeebrugge | 91 |
| 1. Zeebrugge-dorp en Zeebrugge-mijn | 91 |
| 2. Zwankendamme en Zeebrugge-station | 96 |
| <i>Hoofdstuk VI</i> : Aanpassingen van de verkeersinfrastructuur | 99 |
| 1. Waterwegen | 99 |
| A. Aanpassing van het Boudewijnkanaal | 99 |
| B. Te graven dokken in de achterhaven | 101 |
| C. Verbreding van het Schipdonkkanaal : het Noorderkanaal | 101 |
| D. Te graven verbindingskanaal | 103 |
| E. Belang van het Noorderkanaal en het verbindingskanaal | 103 |

| | |
|--|-----|
| 2. Spoorwegen | 104 |
| A. Ontsluiting van het haven- en industriegebied | 104 |
| B. Verbinding Zeebrugge-binnenland | 104 |
| C. Verbinding Brugge-Knokke-Heist | 106 |
| 3. Autowegen | 107 |
| 4. Transportzone te Zeebrugge | 109 |
| 5. Vervoer van radioactieve stoffen | 111 |

DEEL II : Vervoer van produkten vanaf de kust naar het binnenland via
leidingen - Planologische benadering 115

Inleiding 117

Hoofdstuk I : Afvoer bij éénpolige structuur 119

| | |
|---|-----|
| 1. Af te voeren produkten en hun wijze van transport | 119 |
| 2. Afvoerrichtingen | 120 |
| A. Vergast LNG | 120 |
| B. Produkten afgeleid van LNG : etyleen | 121 |
| C. Aardolie | 121 |
| D. Zuurstof | 121 |
| E. Stikstof | 121 |
| F. Petroleumprodukten | 121 |
| G. Residu's van raffinage | 121 |
| H. Waterstof | 122 |
| I. Ammoniak | 122 |
| J. Chloor | 122 |
| K. Steenkool en ertsen | 122 |
| L. Elektrische energie | 122 |
| M. Ontzilt water | 122 |
| N. Pekel | 128 |
| O. Warm water | 128 |
| P. Samenvatting | 128 |
| 3. Bundeling van leidingen | 131 |
| A. Algemeen | 131 |
| B. Voorbehoud ten aanzien van zekere produkten | 131 |
| C. Leidingenstraten, leidingenstroken, leidingenviadukten | 132 |

| | |
|--|------------|
| 4. Elementen die de tracékeuze voor een leidingenstraat helpen bepalen | 133 |
| 5. Schema van de leidingenstraat Zeebrugge-binnenland | 137 |
| A. Aantal en diameters van de leidingen | 137 |
| B. Diepte van pijpleidingen | 138 |
| C. Afstand tussen leidingen | 141 |
| D. Bedieningsweg - zone voor kabels | 146 |
| E. Landschappelijke inkleding | 147 |
| F. Mogelijk totaalbeeld | 147 |
| 6. Voorstellen tracés leidingenstraat Zeebrugge-binnenland . . . | 148 |
| A. Omschrijving van het onderzoek | 148 |
| B. Voorstel 1 : ten noorden van de twee kanalen | 151 |
| C. Voorstel 2 : ten zuiden van de twee kanalen en ten noorden van Maldegem | 153 |
| D. Voorstel 3 : ten zuiden van de twee kanalen en ten zuiden van Maldegem | 156 |
| E. Voorstel 3' : variante op voorstel 3 | 158 |
| F. Voorstel 4 : via Oedelem en Knesselare | 158 |
| G. Samenvatting en besluit | 160 |
| 7. Leiding Zeebrugge-Oostende | 162 |
| <i>Hoofdstuk II : Afvoer bij tweepolige structuur</i> | <i>163</i> |
| 1. Af te voeren producten en hun wijze van transport | 163 |
| 2. Afvoerrichtingen | 165 |
| 3. Leidingenstraat Zeebrugge-binnenland | 170 |
| A. Aantal en diameters van de leidingen | 170 |
| B. Uitbouw en tracé | 171 |
| 4. Bundel Oostende-Zeebrugge | 171 |
| A. Aantal en diameters van de leidingen | 171 |
| B. Bundeling | 171 |
| C. Tracé | 172 |
| 5. Watertoevoer Westkust-Oostende-Zeebrugge ... en Westkust-Woumen-Ieper | 173 |
| A. Richting Doornpanne-Woumen-Ieper | 175 |
| B. Richting Doornpanne-Oostende-Zeebrugge | 176 |
| 6. Elektriciteitstoevoer Westkust-Ruien en Westkust-Brugge . . . | 177 |
| Besluit | 178 |

| | |
|---|-----|
| DEEL III : Ekologische evaluatie van de potentiële industriële activiteiten | 181 |
| Inleiding | 183 |
| <i>Hoofdstuk I : Kernenergie</i> | 187 |
| 1. Kernreactoren | 187 |
| 2. Algemene ekologische problemen | 192 |
| A. Vloeibare afvalstoffen | 193 |
| B. Gasvormige afvalstoffen | 200 |
| C. Vaste afvalstoffen | 201 |
| D. Termische effecten | 205 |
| E. Diversen | 209 |
| 3. Realisatiemogelijkheden en algemene veiligheidsvoorschriften | 212 |
| <i>Hoofdstuk II : Aanvoer van ertsen</i> | 215 |
| <i>Hoofdstuk III : Aanvoer van petroleumprodukten</i> | 219 |
| 1. Aanvoermodaliteiten | 220 |
| 2. Veiligheidsmaatregelen bij de opslag | 223 |
| 3. Transport per pijpleiding | 223 |
| <i>Hoofdstuk IV : Aanvoer en opslag van vloeibaar gemaakt aardgas</i> | 225 |
| 1. Karakteristieken van aardgas - Liquefied Natural Gas | 225 |
| A. Karakteristieken van aardgas | 225 |
| B. Karakteristieken van LNG | 227 |
| C. Transport van aardgas - LNG | 229 |
| 2. Onderdelen van de LNG-terminal | 231 |
| A. Losinstallatie | 233 |
| B. Pijpleiding tussen aanlegsteiger en opslagzone | 235 |
| C. Opslagtanks | 235 |
| D. Hervergassingseenheid | 250 |
| 3. De veiligheidsaspecten van een LNG-terminal | 252 |
| A. Beknopte beschrijving van de risico-elementen | 252 |
| B. Soorten ongevallen | 255 |
| C. Veiligheidsbeschouwingen specifiek betrokken op het Zeebrugse gebied | 259 |

| | |
|---|------------|
| 4. Bepaling van de nodige opslagcapaciteit in Zeebrugge | 262 |
| A. Maximumgeval | 262 |
| B. Minimumgeval | 263 |
| C. Streefdoel | 264 |
| D. Uitbouw in de tijd | 264 |
| 5. Bouwmethoden en alternatieven voor Zeebrugge | 264 |
| A. Het aanleggen van de metaantanker | 264 |
| B. Opslagtanks | 266 |
| C. Installaties voor hervergassing, nevenactiviteiten en administratie | 266 |
| D. Algemene inrichting en afmetingen van een LNG-terminal | 268 |
| <i>Hoofdstuk V : Afgeleide industriële activiteiten</i> | <i>271</i> |
| 1. Zeewaterontzilting | 273 |
| 2. Elektrolyse-processen | 275 |
| A. Elektrolyse van water | 275 |
| B. Elektrolyse van pekkel | 276 |
| 3. Behandeling van aangerijkte ertsen | 280 |
| 4. Produktie van industriële gassen | 283 |
| A. Elektrolyseprocédés | 284 |
| B. Coldplex-procédés | 284 |
| 5. IJzerertsreduktie en elektrostaalproduktie | 287 |
| A. Direkte reduktie van ijzererts | 288 |
| B. Elektrostaalproduktie | 290 |
| 6. Diverse activiteiten | 292 |
| <i>Hoofdstuk VI : Algemene konklusie inzake de ekologische evaluatie</i> | <i>295</i> |
| | |
| DEEL IV : Kosten-batenanalyse van de overheidsinvesteringen voorhaven Zeebrugge en kernenergie-eiland | 301 |
| | |
| <i>Hoofdstuk I : De uitgangspunten en werkschema van de kosten-batenanalyse</i> | <i>303</i> |
| 1. De uitgangspunten | 303 |
| 2. Het kosten-batenschema | 308 |
| A. Maatschappelijke kosten | 308 |
| B. Maatschappelijke baten | 311 |

| | |
|---|-----|
| <i>Hoofdstuk II</i> : Investeringskosten | 315 |
| 1. De voorhaven | 315 |
| 2. Het kernenergie-eiland | 318 |
| A. Het eigenlijke eiland | 318 |
| B. Het elektriciteitstransport van het eiland tot de Kust | 320 |
| C. Servicetunnel tussen het eiland en het vasteland | 321 |
| <i>Hoofdstuk III</i> : Exploitatiekosten | 325 |
| 1. De voorhaven | 325 |
| A. Onderhoud | 325 |
| B. Exploitatiekosten | 327 |
| 2. Het eiland | 327 |
| A. Onderhoud | 327 |
| B. Exploitatiekosten | 328 |
| <i>Hoofdstuk IV</i> : Onbetaald gebruik van produktiefactoren | 329 |
| 1. Weerslag op de toeristische sektor | 329 |
| 2. Weerslag op de visserij | 336 |
| <i>Hoofdstuk V</i> : Opportuïteitskosten van de arbeidsfaktor in de investeringen | 341 |
| 1. De voorhaven | 341 |
| 2. Het kernenergie-eiland | 342 |
| 3. Servicetunnel inclusief kabels voor energietransport | 344 |
| <i>Hoofdstuk VI</i> : Havenontvangsten | 345 |
| 1. Perspektieven inzake de haventrafieken | 345 |
| A. Huidige haventrafieken te Zeebrugge | 347 |
| B. Trafiekperspektieven | 347 |
| 2. Verhuring haventerreinen | 360 |
| 3. De weerhouden haventarieven | 361 |
| <i>Hoofdstuk VII</i> : Onbetaalde maatschappelijke behoeftenbevrediging | 365 |
| 1. Makro-ekonomische waardering van de voordelen van de aanvoer van LNG | 365 |
| A. Technische optie | 365 |
| B. De aanvoer van aardgas via aardgasterminal | 367 |
| C. Waarde van de koude-energie | 369 |

| | |
|---|------------|
| 2. De watervoorziening door ontzilting van zeewater | 373 |
| A. Werkhypotese : drinkwaterbevoorrading zonder ontzilting van zeewater | 375 |
| B. Werkhypotese : drinkwaterbevoorrading via ontzilting van zeewater | 376 |
| 3. De valorisatie van het off-peak vermogen van de kerncentrales | 378 |
| 4. De valorisatie van de afvalwarmte | 380 |
| <i>Hoofdstuk VIII : Konsumentensurplussen</i> | <i>383</i> |
| 1. Transportkostenvoordeel | 383 |
| A. LNG | 384 |
| B. Petroleum | 385 |
| C. Containertrafiek | 389 |
| D. Opmerking | 390 |
| 2. Energiekostenvoordelen | 390 |
| <i>Hoofdstuk IX : Sociale baten via komplementaire activiteiten</i> | <i>395</i> |
| 1. De voorhaven | 395 |
| A. Afgeleide haventewerking | 395 |
| B. Afgeleide industriële werkgelegenheid | 398 |
| 2. Het kernenergie-eiland | 398 |
| 3. Opmerking | 400 |
| <i>Hoofdstuk X : Syntese</i> | <i>401</i> |
| 1. De kwantitatieve syntese | 401 |
| A. De voorhaven | 401 |
| B. Het kernenergie-eiland De Wandelaar | 406 |
| C. Het kernenergie-eiland Smalbank II | 412 |
| D. Voorhaven - kernenergie-eiland De Wandelaar | 418 |
| E. De voorhaven - kernenergie-eiland Smalbank II | 419 |
| 2. Aanvullende kwalitatieve beschouwingen | 420 |
| 3. Besluit | 420 |
| Lijst van de tabellen | 429 |
| Lijst van de kaarten | 433 |
| Lijst van de schema's | 435 |
| Lijst van de figuren | 437 |
| Inhoudstafel | 439 |

REEKS VAN HET WESTVLAAMS EKONOMISCH STUDIEBUREAU

- De Economische Situatie en Mogelijkheden van het Arrondissement Ieper*,
door G. DECLERCQ & O. VANNESTE, 1958 (207 blz.), uitgeput.
- De Belgische Zeevisserij — Een Economische Studie*,
door O. VANNESTE & P. HOVART, 1959 (358 blz.), 212 fr.
- La Pêche Maritime Belge — Etude Economique*,
par O. VANNESTE & P. HOVART, 1959 (358 pp.), 212 fr.
- Het Arrondissement Brugge — Een Regionaal-Economische Studie*,
door O. VANNESTE, J. THEYS & M. ZWAENEPOEL, 1961 (463 blz.), uitgeput.
- Het Arrondissement Oostende — Een Regionaal-Economische Studie*,
door O. VANNESTE, J. THEYS & M. ZWAENEPOEL, 1962 (444 blz.), 265 fr.
- Menen — Een Economische Studie van een Grensstad*,
door O. VANNESTE & J. THEYS, 1962 (256 blz.), uitgeput.
- Het Arrondissement Roeselare — Een Regionaal-Economische Studie*,
door O. VANNESTE, J. THEYS & M. ZWAENEPOEL, 1963 (336 blz.), uitgeput.
- Westvlaamse grensarbeiders in Noord-Frankrijk*,
door J. THEYS o.l.v. O. VANNESTE, 1964 (144 blz.), 159 fr.
- Les Frontaliers de la Flandre Occidentale dans le Nord de la France*,
par J. THEYS s.l.d. O. VANNESTE, 1964 (144 pp.), 159 fr.
- Veurne — Een Economische Studie*,
door O. VANNESTE & J. THEYS, 1964 (189 blz.), uitgeput.
- De landbouw in West-Vlaanderen*,
door M. ZWAENEPOEL & N. VANHOVE, 1965 (352 blz., plus kaart), uitgeput.
- Het Groeiconcept en de Regionaal-Economische Politiek*,
door O. VANNESTE, 1967 (376 blz.), 265 fr.
- Het Arrondissement Tielt — Een Regionaal-Economische Studie*,
door O. VANNESTE & J. THEYS, 1968 (410 blz.), 265 fr.
- Een analyse van de Westvlaamse grensarbeid in Noord-Frankrijk*,
door J. THEYS, 1969 (279 blz.), 265 fr.
- Vrije Tijd — Een sociologische analyse van het vrijetijdsgebruik en de vrijetijdsbesteding van de Westvlaamse bevolking*,
door M. ZWAENEPOEL, 1969 (332 blz.), uitgeput.
- Het vakantiepatroon en de toeristische bestedingen van de Belgische bevolking*,
door N. VANHOVE, 1969 (264 blz.), 265 fr.
- Structure des vacances et dépenses touristiques de la population belge*,
par N. VANHOVE, 1969 (264 pp.), 265 fr.
- Demografische facetstudies*,
door Ir. J. M. L. DEMEYERE, 1969 (144 bl.), 159 fr.
- Tertiaire sektor en verzorgende centra van West-Vlaanderen*,
door R. BRANSON, J. THEYS, H. VAN REYBROUCK o.l.v. N. VANHOVE, 1971 (360 blz.), 318 fr.
- Luchtverontreiniging in West-Vlaanderen — Bronnen, toestand en bestrijding door de ruimtelijke ordening*,
door J. HEMSCHOOTE, 1972 (212 blz.), 265 fr.
- Het Belgisch Kusttoerisme — Vandaag en morgen*,
door N. VANHOVE, 1973 (520 blz.), 477 fr.
- Van vlaskutser tot Franschman — Bijdrage tot de geschiedenis van de Westvlaamse platte-landsbevolking in de negentiende eeuw*,
door L. SCHEPENS, 1973 (294 blz.), 371 fr.
- De Westvlaamse gemeenten in de Volkstelling 1970 — Statistische tabellen*,
VOLKSTELLING 1970, 1974 (128 blz.), 191 fr.
- De energiefunctie van de Belgische Kust en de maritieme industrialisering — Een technisch-economische evaluatie*,
door SYMARINDUS, 1977 (448 blz.), 650 fr.

Ontwerp van het omslag : Boudewijn Delaere CBG

Clichés : Deckmyn nv, Roeselare

Druk van het omslag en het boek : Groeninghe sv, Kortrijk

