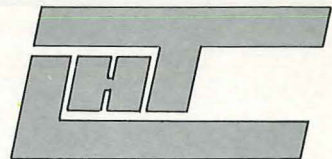


Gemeenschapsminterie van
Openbare Werken en Verkeer
Projectleiding
Direktie der Wegen Antwerpen



Leider van
Internationaal
Bankconsortium



Concessiehouder
T.V. De Meyer - Van Laere - Betonac



DE LIEFKENSHOEKTUNNEL

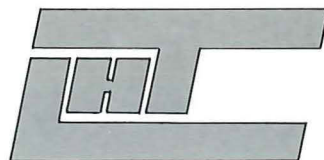
ANTWERPEN - BELGIE



*Gemeenschapsministerie van
Openbare Werken en Verkeer
Projectleiding
Direktie der Wegen Antwerpen*



*Leider van
Internationaal
Bankconsortium*



*Concessiehouder
T.V. De Meyer - Van Laere - Betonac*

DE LIEFKENSHOEKTUNNEL

VOORWOORD



De Liefkenshoektunnel en de bijzondere wegverbindingen stonden sinds lang hoog op de lijst van grote openbare werken. De Scheldeoever-verbinding ten noorden van Antwerpen is nodig voor een adequate wegontsluiting maar ook als doorgangsmogelijkheid van gevaarlijke transporten. De wenselijkheid en het nut van de verbinding werd bevestigd door objectief-wetenschappelijke kosten-baten- en multicriteria-analyses.

Het is een verdienste van het departement van Openbare Werken voor de tunnel zelf een alternatieve financieringsvorm te hebben ontworpen en in realiteit om te zetten. Dit zal toelaten met een beperkte belasting van de overheidsmiddelen een projekt uit te voeren waarvan het nut door niemand betwist wordt.

De overheid heeft met deze unieke formule niet voor een gemakkelijksoplossing gekozen of zich min of meer overbodig gemaakt.

Integendeel, de overheid is in het nieuwe samenwerkingsmodel van privé en staat (nu gewest) noodzakelijk geweest. Wanneer echter de overheid kiest voor privatisering van een openbare dienst, concreet in dit geval het ter beschikking stellen van een gedeelte infrastructuur, ontsnapt ze niet aan het selectieprobleem.

De prioriteiten uit het oogpunt van gemeenschapsbelang blijven gelden. Bovendien blijft de overheid verantwoordelijk voor de kwaliteiten van de openbare dienst.

Waarden zoals verkeersveiligheid, continuïteit van de infrastructuurkarakteristieken, technische normen voor uitvoering van de werken, enz... moeten geëxpliciteerd worden en ondubbelzinnig opgelegd worden aan de concessiehouder. Een type-voorbeeld in geval van de Liefkenshoektunnel is het opleggen van bijzondere eisen i.v.m. explosie- en brandveiligheid van de tunnel.

Vervolgens is het de taak van de overheid de kandidaat-investeerdere voldoende gegevens te bezorgen die hun moeten toelaten een zo juist mogelijk beeld te krijgen van het waarschijnlijke verloop van de concessie.

In voorkomend geval werd een omvangrijke vervoerseconomische studie uitgevoerd die de prognose gemaakt heeft van gebruik en opbrengsten van de toltunnel, die, zoals vandaag blijkt, investeerders heeft kunnen overtuigen op het aanbod in te gaan.

Van uitermate belang bij de realisatie, is de intense samenwerking, tussen alle betrokkenen zowel voor het tot stand komen van het concessiekontraat als voor de uitvoering ervan.

Deze samenwerking is een onmisbaar gegeven voor het succesvol afleggen van de rest van de weg.

Het gemeenschapsministerie van Openbare Werken en Verkeer, en meer in bijzonder, de ambtenaren van het departement mogen terecht trots zijn op het resultaat van hun inspanningen.

Het projekt Liefkenshoektunnel is bovendien een voorbeeld van integratie van infrastructuurplanning : haven- en weginfrastructuur is als één geheel bekeken.

De Liefkenshoektunnel zal meewerken aan het bewust worden van het publiek en de beleidsmensen dat "koken geld kost" en dat de kosten steeds moeten afgewogen worden tegen de baten én last but not least, dat gebruikers mee betalen.

De Liefkenshoektunnel zal in belangrijke mate bijdragen tot de beheersing van de mobiliteitsproblemen die groot zijn in het Antwerpse.

Vlaanderen kan 1992 vol vertrouwen tegemoet gaan.

*Johan Sauwens,
Gemeenschapsminister van
Openbare Werken en Verkeer*

november 1989

0. Inhoud

I. ECONOMISCHE, FINANCIËLE EN ORGANISATORISCHE KENMERKEN

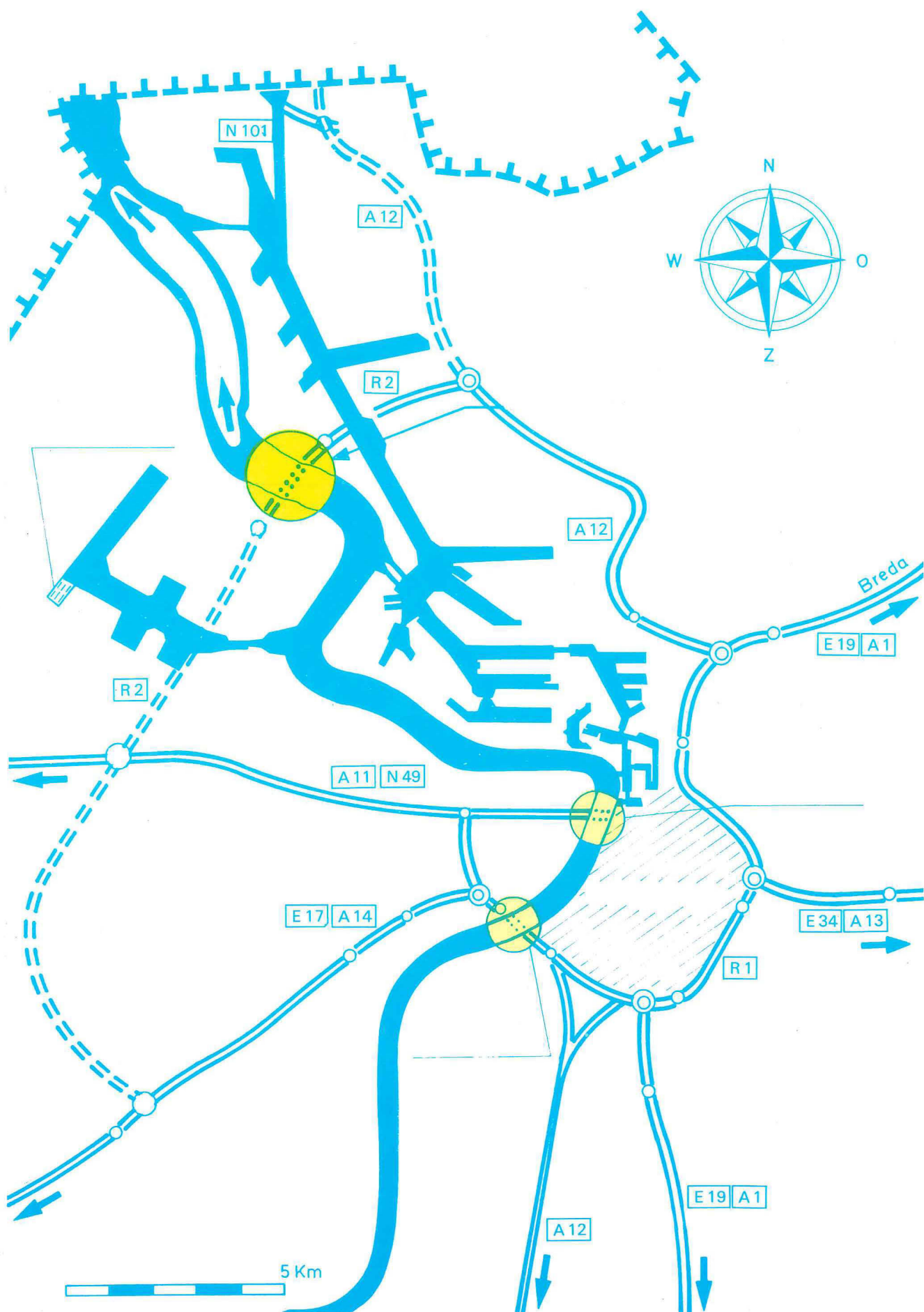
1. Situatie	5
2. De infrastrukturele oplossing voor de huidige verkeerssituatie	5
3. Het budgettaire probleem	6
4. De concessie als oplossing	6
5. De concessie "Liefkenshoek-tunnel"	6
6. De voorstellen van concessie en het keuzeprobleem	7
7. De keuze van concessiehouder	8
8. Financiële kenmerken	9
9. Organisatie van het Bestuur in het concessiecontract	13

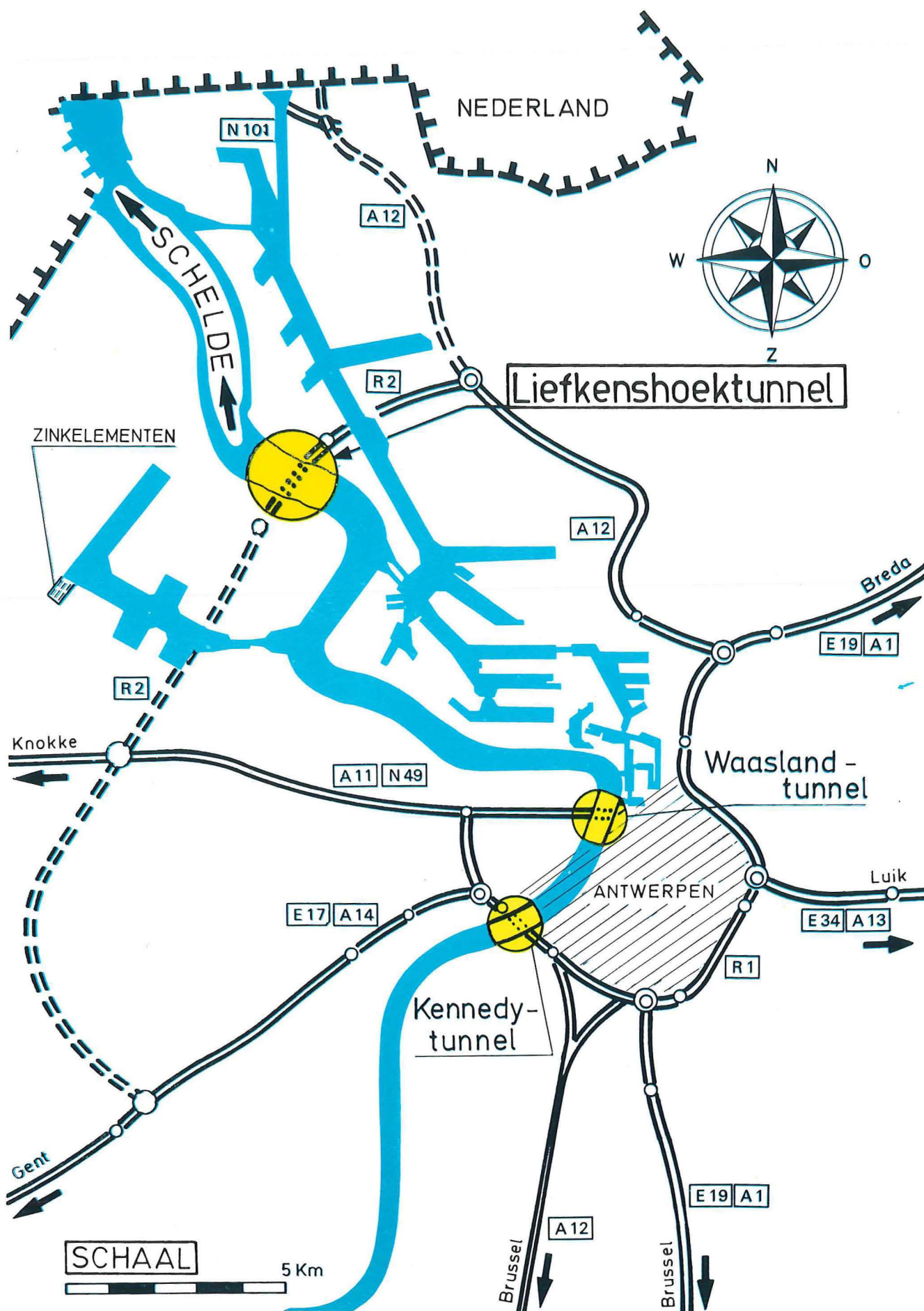
II. BOUWTECHNISCHE KENMERKEN

1. Beschrijving van de Liefkenshoek-tunnel	15
2. Konstrukties op de linkeroever	15
3. Konstrukties op de rechteroever	16
4. Tunnelementen	17
5. Modelonderzoek	19
6. Hydro-meteo begeleiding	22
7. De baggerwerken	23
8. Het afzinken	24
9. Betonsamenstelling	27
10. Staalverbruik	28

III. EXPLOITATIEVOORZIENINGEN

1. Algemeen	29
2. Vluchtgangen	29
3. Brandwerende bekleding	29
4. Veiligheidsnissen	29
5. Leidingenkokers	29
6. Afwateringskokers	29
7. Tunnelventilatie	29
8. Dienstgebouwen	33
9. Tunnelverlichting	34
10. Pompstations	36
11. Verkeertechnische uitrustingen	36
12. Radioverbindingen in de tunnel	36
13. Televisie-uitrusting	37
14. H.S. - en L.S. -installatie	37
15. Centrale installatie voor controle, bediening en beheer	37





I. Economische, financiële en organisatorische kenmerken

1. Situatie

De Liefkenshoektunnel moet na de Waasland- en de Kennedytunnel, de derde wegverbinding onder de Schelde te Antwerpen worden.

De beide bestaande tunnels zijn in, of zeer dicht bij de kernstad gelegen en hebben reeds lang de theoretische capaciteitsgrenzen overschreden. De Kennedytunnel, die een ringautosnelweg van 2 x 3 rijstroken doorgang biedt, verwerkt tot 100.000 wagens gemiddeld per dag; de Waaslandtunnel, 2 x 1 rijstrook, ingeplant in het stadswegennet, verwerkt dagelijks 30.000 voertuigen. Alhoewel enigszins afgeremd door de economische crisis blijkt het verkeer in die tunnels ook nog toe te nemen.

Het gebruik van die twee tunnels is voor een havenstad in belangrijke mate restriktief gereglementeerd.

De Kennedytunnel mag niet gebruikt worden voor vervoer van gevaarlijke stoffen, de Waaslandtunnel is zelfs ontoegankelijk voor alle vrachtvervoer. Het oeverkruisend transport van gevaarlijke produkten kan enkel rondrijden langs Temse, waar stroomopwaarts de Schelde een brug beschikbaar is. Het omrijden kost dit transport wel ongeveer 70 km meer per rit.

De havenactiviteit van Antwerpen, die zich situeert ten noorden van de kernstad (stroomafwaarts de Schelde) en daar de noodzakelijke expansie slechts kan vinden verder naar het noorden en op de beide Scheldeoevers, is zelfs voor ongevaarlijk en licht verkeer niet optimaal gediend met tunnels die relatief veraf gelegen zijn.

Zo vereist in het centrum van de haven, de verbinding langs de weg tussen de twee Scheldeoevers enkele tientallen kilometer rijden.

Voor gevaarlijke transporten loopt dat op tot een ordegröte van 100 km per rit. Afgezien van de kostprijs van dergelijke omwegen mag de nodeloze belasting en het bijkomend gevaar op en langs de gebruikte wegen niet uit het oog verloren worden.

Het momenteel uitgebouwde autowegennet rond Antwerpen integreert de zuidwestelijke, zuidoostelijke en noordoostelijke sectoren. Oost-west en noord-west verbindingen langsheen Antwerpen moeten noodgedwongen zuidelijk Antwerpen rondrijden en gebruik maken van de Kennedytunnel. Vooral het verkeer van het westen (Gent, kust, Noord-Frankrijk) naar de haven en Nederland lijden daaronder.

2. De infrastrukturele oplossing voor de huidige verkeerssituatie

In de naoorlogse lange-termijnplanning van de wegeninfrastructuur in de Antwerpse regio is de Grote Ring rond Antwerpen (Autosnelweg R2) steeds, zij het onder een andere vorm, geheel of gedeeltelijk aanwezig geweest.

Deze zou, in zijn oorspronkelijke vormgeving, volledig rond de agglomeratie lopen op een tiental kilometer van het stadscentrum. Van de twee noodzakelijke Scheldeovergangen is de noordelijke gelegen nabij fort "Liefkenshoek" in de havenzone. Hiermee werd bij de planologische en vervoersinfrastrukturele ontwikkeling op linker- en rechteroever van de Schelde sinds tientallen jaren rekening gehouden en werden er belangrijke investeringen gedaan. Zo werden onder de landinwaartse havenstrukturen reeds de Tijsmantunnel op rechteroever en de Beverentunnel op linkeroever gebouwd.

De sinds een tiental jaren ingetreden recessie, daarin geholpen door het toenemende milieubewustzijn, heeft de realisatie van het volledige ringprojekt op zijn minst voor onbepaalde tijd uitgesteld.

Daar waar het projekt evenwel als mogelijkheid voorzien bleef, maken de urbanistische en Koninklijke Besluiten inzake autosnelwegentracés, een realisatie op relatief korte termijn mogelijk.

Het is duidelijk dat de uitvoering van het noordwestelijk vak van de Grote Ring en inzonderheid de bouw van een "Liefkenshoektunnel" met doorgangsmogelijkheid voor gevaarlijke transporten een oplossing zou betekenen voor de reeds genoemde probleemsituaties. De keuze van die oplossing is mee ingegeven door de resultaten van de socio-economische studie die in 1981 alle nog uit te voeren nieuwe projekten in het Belgisch Wegennet heeft doorgelicht. Van de meer dan 400 onderzochte projekten werd de Grote Ring van Antwerpen op de 23ste plaats gerangschikt, als eerste van de nog uit te voeren grote projekten. Het rendement van de investering, gemeten door de opbrengstratio, haalt de waarde 30,8 te vergelijken met het algemeen (nationaal) gemiddelde van 7,6.

3. Het budgettaire probleem

De meest wenselijk geoordeelde oplossing, de bouw van de Liefkenshoektunnel en voldoende aansluitende wegenis, mag dan wel een goede investering zijn, de investeringskosten blijven enorm en moeten kunnen opgebracht worden.

4. De concessie als oplossing

Geïnspireerd door voorbeelden uit het buitenland en gestimuleerd door de wetenschap met een economisch verantwoord en renderend project te maken te hebben, heeft de overheid de bouw van de tunnel als concessieopdracht onderzocht.

Daarbij wordt aan een privaatrechterlijke concessiehouder het recht toegekend om in ruil voor de bouw van de tunnel op zijn kosten, deze gedurende een welbepaalde termijn uit te baten onder tolsysteem : de gebruikers van de tunnel betalen een tol aan de concessiehouder die daarmee de bouwkosten moet terugbetalen.

Wanneer de concessie renderend blijkt is ze, in afweging met uitstel of afzien van het project, de beste oplossing : alle economische betrokken partijen halen er in de gegeven omstandigheden voordeel uit.

- De weggebruikers hebben de keuze tussen de oude routes en de nieuwe, weliswaar mits betaling. De automobilist betaalt om door de tunnel te

Zelfs na belangrijke afslankingen van de vroeger opgestelde ontwerpen blijven die kosten van een ordegrrootte van 10 miljard frank, wat een zware handicap betekent voor opname in de krappe en fel bevochten budgetten voor de uitvoering van infrastructuurinvesteringen.

rijden, wanneer hij weet of denkt, dat zijn voordeel groter is dan de tol. Zoniet zal hij de tunnel vermijden en de oude, tolvrije routes blijven gebruiken.

- Voor de overheid en de openbare financiën heeft de concessieformule grote voordelen : de bouwkosten bezwaren het budget niet, integendeel, de bouwactiviteit haalt enkele duizend man-jaren uit de werkloosheid. Bovendien kan het renderend project direkt en indirekt afgeroomd worden (B.T.W., winstbelasting, concessieretributies).
- Ook de bouwsector vaart wel bij een concessiesysteem. Bij tekortschieten van de overheid om voldoende projecten te budgetteren, wordt de privaatssektor de gelegenheid gegeven zelf werk te kreëren en zich te laten betalen.

5. De concessie "Liefkenshoektunnel"

Voor een eerste toepassing van een tolsysteem in België zou de tunnel zeer geschikt zijn.

- De nieuwe tolplichtige infrastructuur is een verbetering van de bestaande. De huidige verbindingsmogelijkheden blijven beschikbaar als alternatieve reisroute, van toldwang is geen sprake.
- Een toltunnel is eenvoudig en relatief goedkoop uit te baten. Het toltarief is onafhankelijk van het totale traject dat door het betalende voertuig afgelegd wordt en de inning kan op één plaats gebeuren (open tolsysteem). Rekening houdend met de enorme kost van het bouwwerk zelf zijn de kosten van een op te zetten en uit te baten tolsysteem verhoudingsgewijs minimaal.
- Het beheer van een grote tunnel is een specifieke en welomlijnde opdracht die zonder grote problemen uit het takenpakket "wegenbeheer" van de overheid kan losgemaakt worden en overgedragen worden aan een privaatrechterlijke concessiehouder.

- De tunnel heeft primordiaal een rol te spelen in de verbetering van een haveninfrastructuur. Het is te verwachten dat in het kostenbewuste havenmilieu de reële voordelen van een verbeterde verbinding, economisch objectief zullen gewaardeerd worden.

Om realiseerbaar te zijn moet een concessieuitbating evenwel haalbaar zijn. Men moet er inderdaad mee rekening houden dat het sociaal-economisch rendement van een project, zoals aangetoond in een maatschappelijke kosten-baten analyse, niets zegt over de privaatssektor, economische rendabiliteit.

De voorbereidende studies, gebaseerd op algemene verkeerstellingen (1975, 1980) en een specifiek verkeersonderzoek in de Antwerpse regio (1980) hadden uitgewezen dat de Liefkenshoektunnel als onderdeel van de Grote Ring van Antwerpen circa 20.000 voertuigen per dag zou te verwerken krijgen in de gebruikelijke veronderstelling dat voor het tunnelgebruik geen vergoeding zou gevraagd worden.

Om met succes concessiehouders-investeerders te kunnen aantrekken moest de leefbaarheid van de concessie onder de door de overheid op te leggen bouw- en uitbatingsvoorwaarden aangetoond worden. Met het oog daarop werd een specifieke studie uitgevoerd door het Ministerie van Openbare Werken.

Van alle verkeerstromen die zouden kunnen geïnteresseerd zijn in de nieuwe verbindingsmogelijkheid werd, aan de hand van een kostenvergelijking tussen de bestaande en nieuwe verbindingsmogelijkheden, de omvang geraamd van de toekomstige verkeersverdeling over de alternatieve routes.

Door bij de beschouwde kosten naast energiekosten, gebruikskosten, tijdskosten, enz. ook een kost aan tolgeld te betrekken was het mogelijk voor elk toltarief een bijhorende tunnelbezetting te voorspellen. Een vervoersekonomisch computermodel werd uitgewerkt dat, rekening houdend met alle andere gekende verkeerstechnische wetmatigheden, het verband tussen toltarief en het aantal tunnelgebruikers kan berekenen.

De berekeningen werden uitgevoerd per vijfjaarlijkse periode tot het jaar 2010 en in verband met de vermoedelijke tariefklassen bij uitbating, met afzonderlijke gegevens voor personenwagens en vrachtwagens.

De resultaten van de studie toonden aan dat de geraamde investeringsbouwkost van ordegrrootte 5 miljard frank voor de tunnel op middellange termijn (15 jaar of méér, al naar gelang de toltarieven) kan terugbetaald worden uit de concessieopbrengsten. Zeven aannemersgroepen hadden zich ondertussen, reagerend op een algemene uitnodiging van het Ministerie van Openbare Werken, midden 1983 als belangstellende in het concessieproject gemeld.

Aan de vier daaruit door het Bestuur geselecteerde groepen werd gevraagd op 1.3.1984 hun voorstel-

len voor bouw, uitbating en beheer van de Liefkenshoek-tunnel in te dienen.

De vervoersekonomische studie werd ter inlichting aan de kandidaat-concessiehouders overgemaakt, samen met een bestek dat de voorwaarden voor uitvoering van een eventuele concessieopdracht bepaalt. De belangrijkste uitvoeringsvoorwaarden zijn :

- de concessiehouder ontwerp, bouwt, onderhoudt en exploiteert voor eigen rekening de tunnel en de daarbuiten gelegen tolinstallaties;
- de overheid komt niet financieel tussen in de concessie, en zal evenmin waarborgen geven aan de concessiehouders, van welke aard ook;
- het Wegenfonds staat wel in voor de aanleg van de aan de tunnel aansluitende wegenis tegen het begin van de tunneluitbating;
- de bouwwerken, uit te voeren door de concessiehouder, voldoen aan de technische voorschriften, gebruikelijk voor ontwerpen van de overheid;
- na beëindigen van de concessie worden de bouwwerken en bijhorende installaties zonder vergoeding overgedragen aan de Staat.

De aangeschreven kandidaat-concessiehouders werd de gelegenheid geboden offertes in te dienen met betrekking tot bouwtermijn, uitbatingstermijn en retributie. De hier bedoelde retributie is het bedrag of het percentage van de omzet dat de concessiehouder tijdens de uitbating jaarlijks zal overmaken aan de Staat. De retributie, op te vatten als een vrijwillige beperking van concessie-inkomsten kan op initiatief van het Wegenfonds, de vorm aannemen van verlaagde tolgelden, waardoor zoals onmiddellijk duidelijk, het gebruik van tunnel en bijhorende wegeninfrastructuur kan gestimuleerd worden.

6. De voorstellen van concessie en het keuzeprobleem

De vier uitgenodigde kandidaat concessie-houders hebben op 1.3.1984 voorstellen ingediend waaruit in eerste instantie de bevestiging kon worden gehaald dat de analyse van het Bestuur korrekt was : de exploitatie van een toltunnel wordt ook door het privé-initiatief voor haalbaar gehouden.

Meer nog, de maximaal toegelaten concessietermijn van 50 jaar werd in geen enkele offerte uitgeput.

Bovendien werden in allerlei combinaties, steeds retributies aangehouden, van 1 tot 85% van de omzet.

De volgens bestek door de kandidaat-houders in te dienen dossiers waren uiteraard zeer omvangrijk en bevatten nog veel meer elementen die de keuze van het Bestuur mee moesten bepalen :

- de kostprijs der bouwwerken
- de technische waarden van de ontwerpen
- de weerslag van de ontwerpen op de (aansluitende) werken ten laste van het Wegenfonds
- beroepswaarborgen

- de hinder aan derden tijdens de uitvoering der werken
- de wetenschappelijke waarde van de door de kandidaat-koncessiehouder uitgevoerde ver-
voersekonomische- en exploitatiestudie
- de financieringsstructuur en de in dat verband
geleverde waarborgen.

Met de bedoeling op de wetenschappelijke en objectieve wijze uit de technisch en administratief aanvaardbare voorstellen het beste project aan te duiden heeft het Bestuur aangepaste procedures uitgewerkt. Daarbij wordt, in afweging met de specifieke investeringskosten, van elk aangeboden alternatief het makro-ekonomisch effect berekend van het verkeer in de tunnel dat bij dat voorstel te verwachten is.

7. De keuze van koncessiehouder

Alhoewel geen van de offertes als volledig konform met de bestekbepalingen kan beschouwd worden was het, met behulp van de hierboven vermelde evaluatietechnieken, toch mogelijk de voorstellen te rangschikken volgens intrinsieke globale waarde.

Hierbij bleek de biding van de T.V. DE MEYER - VAN LAERE - BETONAC de meest voordelige.

In toepassing van art. 17 § 2, 2° van de Wet van 14 juli 1976 betreffende de overheidsopdrachten voor werken, leveringen en diensten werd met deze groep onderhandeld met het oog op onderhands afsluiten van het beoogde koncessiekontrakt. Deze onderhandelingen, gevolgd en gestuurd door de hoogste overheidsautoriteit (Ministerieel Komitee voor Sociale en Ekonomische Koördinatie), resulteerden op 3 oktober 1985 in een overeenkomst tussen de Belgische Staat en de Tijdelijke Vereniging DE MEYER - VAN LAERE - BETONAC waarbij, met respect voor de originele bestekbepalingen en behoud van de kwaliteiten van de op 1.3.1984 ingediende offerte, de studie, bouw en uitbating van de Liefkenshoektunnel toevertrouwd werd aan genoemde tijdelijke vereniging.

De termijn van het koncessiekontrakt is vastgesteld op 22 jaar. De eerste vier jaar van deze periode zijn voorzien voor de bouw van de tunnel, de overige 18 jaar voor uitbating onder tolsysteem. De tunnel wordt dus gepland in gebruik genomen te worden in 1991 en tot 2009 tolplichtig te zijn.

Technische en wetenschappelijke kwaliteiten, waarborgen, e.a. zijn keuzebepalende criteria die niet tussenkomen in de bovengenoemde monetaire berekeningen. Ze krijgen, per offerte, een beoordeling die de onderlinge vergelijking van de projecten op dat punt mogelijk maakt.

Het geheel van berekeningsresultaten en beoordelingen werd in een aangepaste techniek van multi-kriteria onderzocht met het oog op de rangschikking van de haalbare projecten, volgens globale voorwaarde. Voor zover de beoordelingstechnieken vooraf zijn vastgelegd kadert de procedure in de opdracht van het Bestuur een objectieve en rechtszekere behandeling van de kandidaat-koncessiehouders te verzekeren.



8. Financiële kenmerken

Voor de financiering van de bouw van de Liefkenshoek-tunnel werd de BBL belast met de vorming van een financieel consortium. Dit zou gebeuren in twee fasen.

Een eerste fase van onderzoek werd op 3 oktober 1985 afgerond met de ondertekening door de BBL van het concessiecontract, in naam van het te vormen consortium.

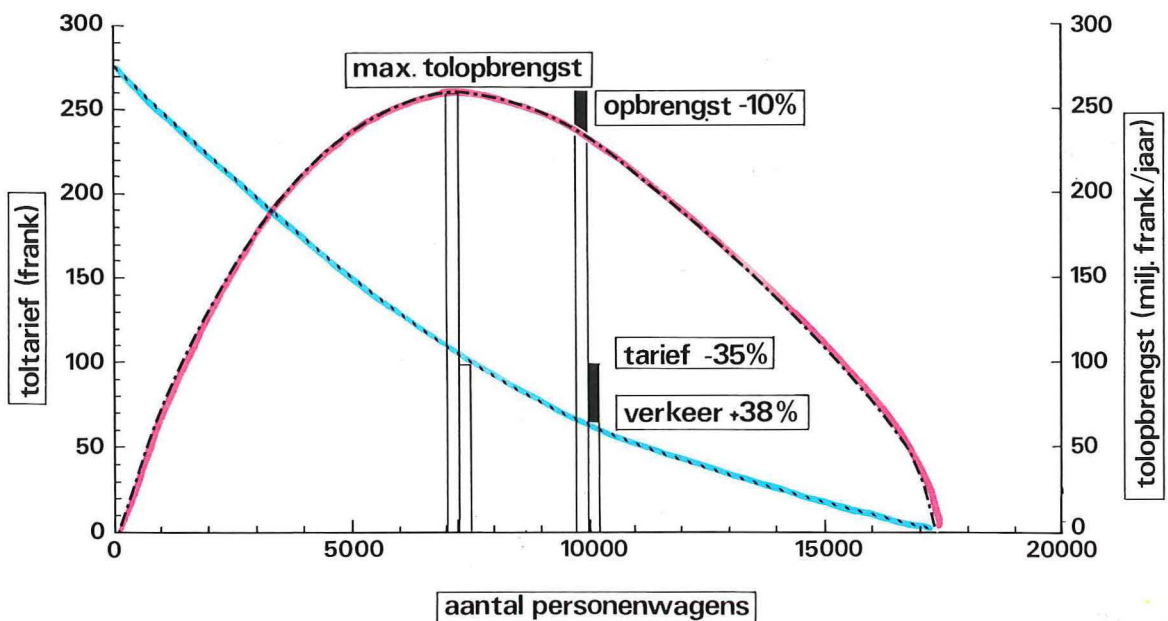
In een tweede fase werd over een leencontract onderhandeld. Zij werd afgesloten met de ondertekening en de vankrachtwording van de concessie.

De overeenkomsten geven eenieder de rol die hem toekomt. De Staat kan zich bij dergelijk werk niet afzijdig houden. Hij bepaalt de bouwnormen. Hij kiest de concessiehouder. Hij delegeert het dagelijks beheer van het contract. Hij keurt de verzekeringscontracten en de leenovereenkomst goed. Hij oefent het toezicht uit over de stand van voortgang van de werken en geeft toestemming tot betalingen.

In een latere fase zal de Staat in overleg met de concessiehouder, het tarief vastleggen van de tolgelden die de schuld zullen terugbetalen en de inkomsten moeten maximaliseren. Huidige prognoses laten maximale bedragen van ± 100 F voor personenwagens en ± 500 F voor de gemiddelde vrachtwagens voorspellen.

Dank zij de hoge rentabiliteit van het project en het daaruit resulterende overschot op de exploitatie- en terugbetalingsrekening is het waarschijnlijk dat hogergenoemde toltarieven zullen kunnen gedrukt worden tot ordegroottes van 50 F en 250 F per doortocht. Algemeen vervult de Staat alle plichten die dergelijk belangrijk contract van hem vereist.

optimalisatie toltarief



This announcement appears as a matter of record only.

N.V. Tunnel Liefkenshoek

Belgian Francs 13,000,000,000

Long-Term Credit Facility

For the financing of the Liefkenshoektunnel
under the Scheldt River in Antwerp.

Managed and provided by

Bank Brussel Lambert N.V.

Amsterdam-Rotterdam Bank N.V.

The Bank of Tokyo, Ltd.

Banque Nationale de Paris

Gemeentekrediet van België N.V./Crédit Communal de Belgique S.A.

Kredietbank N.V.

Nationale Maatschappij voor Krediet aan de Nijverheid/Société Nationale de Crédit à l'Industrie

Algemene Bank Nederland (België) N.V.

Agent and Arranger

Bank Brussel Lambert N.V.



May 1987

Gedurende de bouw is de concessiehouder de Tijdelijke Vereniging. Voor de exploitatie, in principe een periode van 18 jaar, zal de concessie worden overgedragen aan de N.V. Tunnel Liefkenshoek, vennootschap met enig doel, bestaande uit de ondernemingen die deel uitmaken van de Tijdelijke Vereniging.

Deze vennootschap heeft de tunnel als enig actief en de overeenstemmende schuld als enig passief. De activa van de tunnel worden haar overgedragen naar gelang van de maandelijkse betalingen aan de ondernemingen. De ondernemingen die aandeelhouder zijn van de vennootschap blijven evenwel de hele duur van de concessie bijdragen tot het goede verloop ervan.

Het konsortium, onder het leadership van de BBL, bestaat uit volgende banken :

- BBL
- Amsterdam-Rotterdam Bank N.V.
- The Bank of Tokyo, Ltd
- Banque Nationale de Paris
- Gemeentekrediet van België N.V.
- Kredietbank N.V.
- Nationale Maatschappij voor Krediet aan de Nijverheid
- Algemene Bank Nederland (België) N.V.

Het heeft uiteraard voornamelijk de financiering van het projekt tot doel. Dit zal gebeuren door het ter beschikking stellen van kredietlijnen, die slechts zullen worden aangewend op grond van de behoeften, maar waarmee het hoofd moet kunnen worden geboden aan alle eventualiteiten :

	(miljard)
Investeringskost	7,3
Reserve voor meerkost	2,9
	10,2
Stand-by-krediet	2,8
	13,0

De financiering zal gebeuren in twee fasen.

De eerste fase omvat de terbeschikkingstelling van een basiskrediet van 10,2 miljard tijdens de bouwperiode, alsook van een stand-by-krediet van 2,8 miljard opneembaar na de bouwperiode gedurende een beperkte tijd.

De tweede fase omvat de konsolidatie.

Het is voorzien dat de concessie en de financiering ervan zijn begrepen in de concessieperiode van 22 jaar en dat de schuld binnen deze periode wordt afgelost.

De kredietrelaties tussen de partners zijn de normale relaties tussen kredietverlener en kredietnemer. Zij houden rekening met de rechten en plichten van elke partij.

De studies, vooruitzichten en het financieel plan zijn het werk van de concessiehouder en concessieverlener. Zij staan ook in voor de technische en economische steun, zowel voor de uitvoering van de werken, als voor het toezicht erop en het goede verloop ervan.

In de verbintenissen vervat in drie overeenkomsten, zoekt de Staat de zekerheid dat de werken binnen de termijn van 4 tot 5 jaar zullen beëindigd zijn :

- het concessiekontrakt;
- de verzekeringskontrakten die de concessiehouder dekken tegen elk fysiek verlies en de gevolgen ervan;
- de kredietlijnen ter beschikking gesteld door de banken.

In overeenstemming met de regels die zijn handeling beheersen, verzekert de Staat ook een aantal plichten die erop gericht zijn dat het projekt uiteindelijk het publiek belang dient.

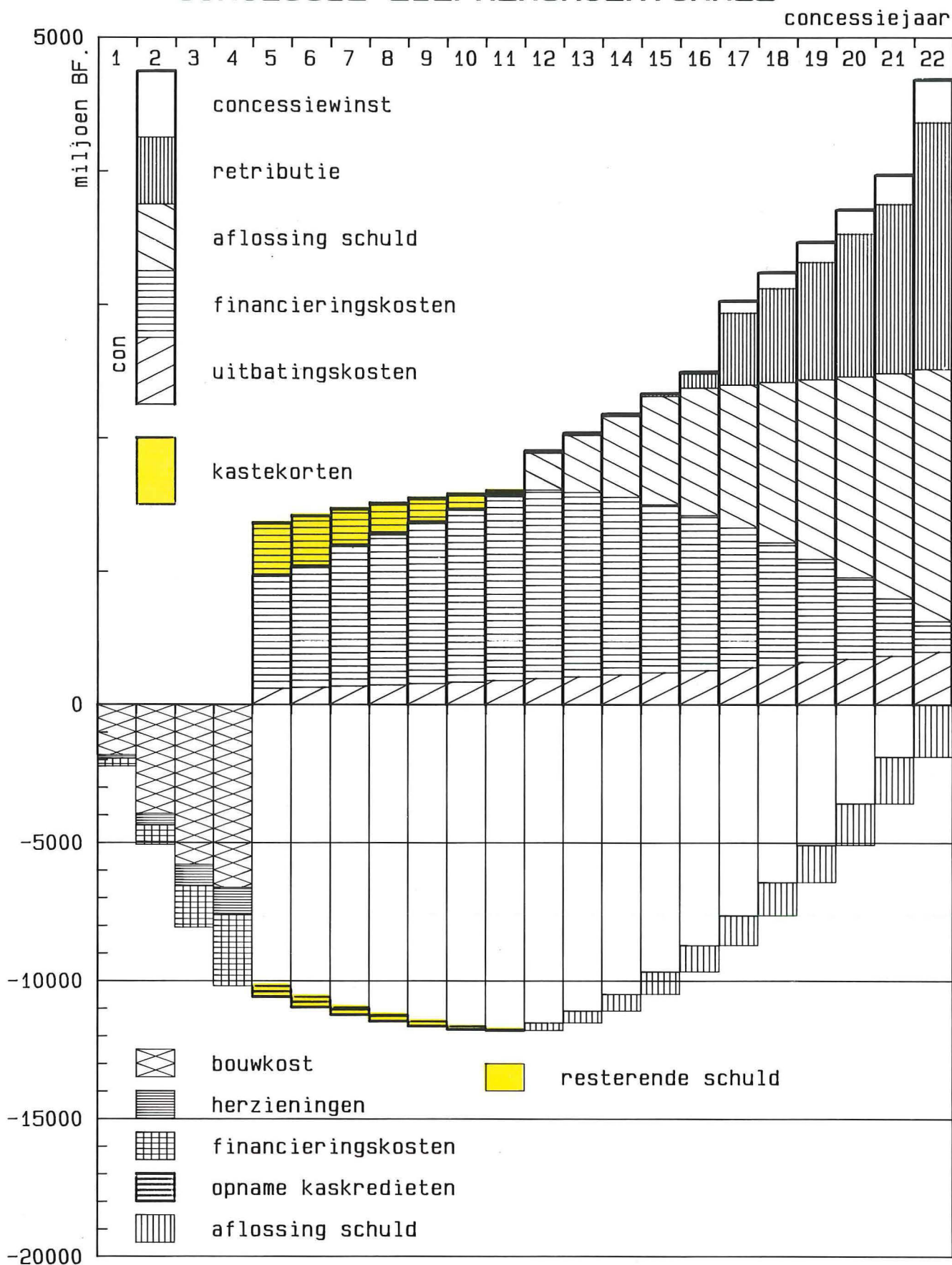
De terugbetaling van de schuld dient te gebeuren aan de hand van tolgelden, die dagelijks aan de banken zullen worden overgemaakt. De inkomsten zouden voldoende moeten zijn, rekening houdend met het opgestelde financiële schema.

Indien tegen alle verwachtingen in, het budget van de concessie onvoldoende zou blijken, zullen mechanismen in werking worden gezet hetzij om de kredietlijnen aan te vullen, hetzij om het tekort aan inkomsten uit de concessie, op te vangen.

De overeenkomsten voorzien bovendien een aantal zekerheden, voorzorgen of beschikkingen die erop gericht zijn het publiek een service te bieden die overeenstemt met zijn verwachtingen, ongeacht de omstandigheden.

Het is duidelijk dat de enorme werken die momenteel aan de gang zijn, niet alleen het resultaat zijn van technische realisaties, maar ook van een financiële technologie aangepast aan de omstandigheden.

CONCESSIE LIEFKENSHOEKTUNNEL



9. Organizatie van het Bestuur in het koncessiekontra^{kt}

In eerste toepassing van een belangrijk koncessiekontra^{kt} was het onontkoombaar de rol van de overheidsadministratie te definiëren en waar nodig de werking aan te passen.

Uitgangsgegeven is hierbij steeds geweest de opvatting dat de bouwwerken zelf, evenals de gekoncedeerde openbare dienst, de kwaliteiten moest hebben van realisaties die de overheid volledig in eigen hand heeft.

Het ontwerp en de uitvoering van de konstrukties zal daarom gevolgd en gekeurd worden alsof de overheid bouwheer is. Voor de opvolging van de uitbating worden specifieke en aangepaste procedures voorzien die de belangen van de gemeenschap moeten veilig stellen.

De opvolging van de bouwwerken van deze koncessie is, gezien de aard van het projekt, een ongebruikelijke opdracht voor de administratie, i.c. het departement van Openbare Werken. Omdat de koncessiehouder een volledig afgewerkt en uitgerust bouwwerk moet laten bouwen, zijn alle technische besturen van het departement rechtstreeks betrokken bij één enkel kontra^{kt}.

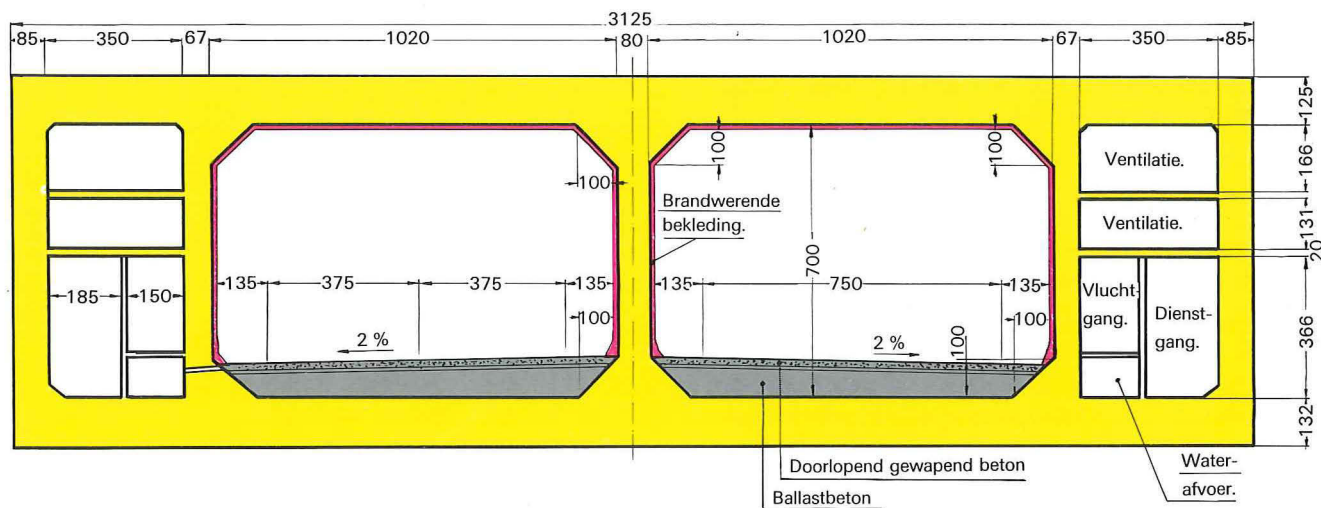
De veelheid van diensten die tengevolge daarvan hun medewerking zullen moeten verlenen is dus nog aanzienlijker, al was het maar omdat de koncessie wordt uitgeoefend op het grondgebied van 2 provincies (Antwerpen en Oost-Vlaanderen).

Het departement van Openbare Werken heeft daarom, op uitvoeringsniveau, geopteerd voor een tijdelijk samenwerkingsverband voor alle betrokken diensten van het departement en daarbuiten, dat op beleidsniveau gestuurd wordt door een kollege van hoge ambtenaren onder koördinerend voorzitterschap van de Sekretaris-generaal van Openbare Werken (Stuurgroep).

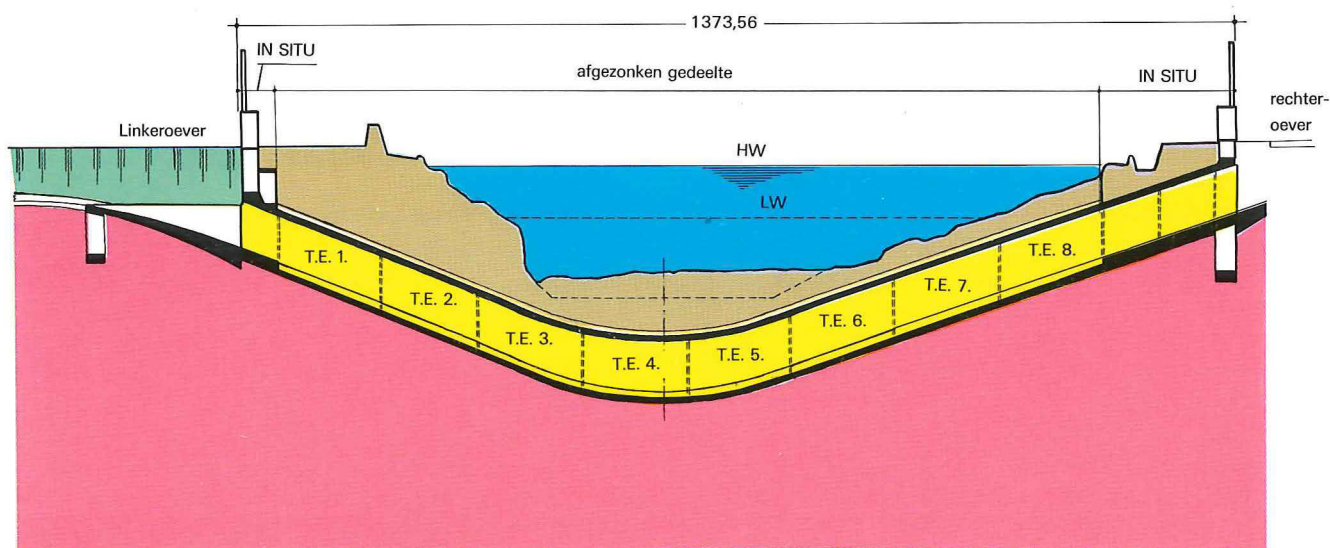


ir. R. De Paepe
Secretaris-generaal van Openbare Werken

DWARSDOORSNEDE



LANGSDOORSNEDE



II. Bouwtechnische kenmerken

1. Beschrijving van de Liefkenshoektunnel

De tunnel met een lengte van 1374 m, een breedte van 31,25 m en een hoogte van 9,42 m, bestaat uit twee rijwegkokers met elk twee rijstroken van 3,75 m breed, en twee zijkokers voor leidingen, vluchtgangen, afwateringskanalen en ventilatiekanalen.

Het bouwen van de Liefkenshoektunnel gebeurt door het afzinken van acht geprefabriceerde betonnen elementen tussen twee in situ gebouwde tunneldelen op linker- en rechteroever.

2. Konstrukties op de linkeroever

Vanaf de Schelde naar links worden de volgende gedeelten van de tunnel gebouwd :

- 50 m gesloten tunnel, met aan de tunnelingang onder de rijweg een pompenput en op het tunneldak een bedieningsgebouw met ventilatieschachten.
- een U-vormig open tunnelgedeelte van 177,40 m lang.
- een pompenput over de volledige rijwegbreedte van 26,60 m lang.
- en een open rijweg van 97 m lang tot aan de grens van de aanneming.

Op 500 m afstand van de ingang van de tunnel wordt het bijna ruitvormige tolplein aangelegd. Hierop wordt de tolinfrastructuur gebouwd : 14 tolhokjes voor manuele betaling (7 in elke richting) en 2 lanen in elke richting voor telebetaling (een soort magnetische kaart) alsook een tolgebouw voor exploitatie, administratie en tunnelbeheer. De inning van het tolgeld gebeurt uitsluitend op de linkeroever : het is een open tolsysteem.

De konstrukties, in gewoon gewapend beton, worden in een grote open bouwput gerealiseerd onder bescherming van de bestaande Scheldedijk. Een uitgebreide bemalingsinstallatie houdt de bouwput droog. Het open tunnelgedeelte is een soort drijvende konstruktie : de wanden van de "U" reiken tot het peil T.A.W. 0,00 m en steunen op een dikke betonnen vloer; dit als tegengewicht voor de opwaartse kracht van het grondwater dat zich op het peil T.A.W. +2,50 m bevindt. Met een open bemaling, t.t.z. door grachten wordt het grondwaterpeil achter de wanden op het peil T.A.W. -1,00 m gehouden. Ook wordt er een gans afwateringssysteem voor oppervlaktewater en draineerwater gebouwd met inbegrip van een spaarbekken, rioleringen en lozingskonstrukties in de Schelde.

Inbegrepen in het tunnelprojekt is de bouw van de toerit op linkeroever, onder de vorm van een half-open tunnel over de lengte van ± 200 m en aangrenzend de tolinstallaties met tolhuisjes en tolgebouw.



bouwput linkeroever

Ook zijn maatregelen genomen tegen zettingen ten gevolge van de voorlopige en de definitieve grondwaterverlagingen. Om schade te vermijden aan de konstrukties van de dichtbijgelegen firma Haltermann, die deels op staal en deels op palen gefundeerd zijn, is er een damplankenscherm van peil T.A.W. +8,00 m tot peil T.A.W. -12,00 m over een lengte van 200 m geheid, tussen de werf en het bedrijf. Daarbij is er ook een retourbemaling, aangesloten op de bronbemaling, geïnstalleerd.

De vermoedelijke definitieve verlaging van het grondwaterpeil ter hoogte van dit bedrijf wordt geschat op 2,50 m, wat een vermoedelijke zetting van 3 à 4 cm zal bewerkstelligen. Met de retourbemaling wordt deze grondwaterverlaging reeds in de tijdelijke fase stapsgewijze verwezenlijkt : zo blijven de vermoedelijke beschadigingen aan de fabrieksinstallaties beperkt.

Voor de toegangsschacht van de M.O.O.W.-leidingentunnel, die in de onmiddellijke omgeving gelegen is, zijn geen bijkomende maatregelen nodig : de toegangsschacht is gefundeerd in de dieper gelegen kleilagen, en de neerwaartse kracht, gevolg van de mantelwrijving bij het zetten van de ondergrond, blijft relatief klein.

De Ketenislaan en een bevoorradingsspoor naar de firma Haltermann kruisen de werf ter hoogte van het eerste af te zinken tunnelelement. Deze weg en spoorweg zijn daarom tijdelijk omgelegd over het uiteinde van het open tunnelgedeelte, en worden later op hun oorspronkelijke plaats terug aangelegd.

Ook belangrijke, zware nutsleidingen (water, gas, R.T.T., elektriciteit) en bevoorradingsleidingen van de bedrijven op de linkeroever kruisen de te bouwen tunnel. Deze zijn definitief verplaatst over het gesloten tunnelgedeelte.

Voor de hulpdiensten worden aparte toegangswegen naar de tunnel aangelegd die altijd in beide richtingen kunnen gebruikt worden.



bouw tunnelgedeelte linkeroever

3. Konstrukties op de rechteroever

Op de rechteroever wordt 187 m gesloten tunnel in situ gebouwd. Daarop komt het bedieningsgebouw met de ventilatieschachten. Toegangswegen tot het bedieningsgebouw worden aangelegd.

De bouwput wordt drooggehouden door een uitgebreide bronbemaling. Deze wordt aangevuld met een retourbemaling om zettingen te vermijden in de omgeving, onder andere aan de geklasseerde molen te Lillo, de firma Degussa, de hoogspanningspost van Ebès, en de leidingenstraat.

Een kofferdam schermt de bouwput af van de Schelde. Deze kofferdam is geheid nadat er een grondverbetering is gebeurd : ruim 350.000 m³ slechte grond is weggebaggerd. Hij werd gedumpt in een vooraf gebaggerde overdiepte in het Doeldok, gelegen in de Waaslandhaven. De weggebaggerde grond werd vervangen door goed zand, eveneens afkomstig van de overdiepte in het Doeldok. Hierbij werd gebruik gemaakt van een bestaande zinker onder de Schelde ter hoogte van het fort te Lillo.

Om de constructie in de bouwput niet te hinderen werd er een hoogspanningsmast, eigendom van Ebès, ruim 50 m verplaatst.



leidingenbrug en vorige fundering hoogspanningsmast

Een leidingsstraat kruist de tunnel. De leidingen worden opgehangen aan een tijdelijke leidingenbrug (Baileybrug) die boven de leidingen werd gebouwd. Nadat al de leidingen aan deze brug bevestigd zijn, wordt de grond eronder weggegraven en wordt de tunnel in situ gebouwd. Een stalen beplating rond de brug beschermt de leidingen tegen weersinvloeden en tegen beschadiging door het materieel. Na aanvulling van de tunnelkonstructie kan de brug terug gedemonteerd worden.



leidingen opgehangen aan Baileybrug

4. De tunnelementen

In een bouwdok van 18 m diepte, worden de 8 tunnelementen geprefabriceerd. Het bouwdok situeert zich in het in de toekomst te bouwen Verrebroekdok, in de Waaslandhaven op de linkerscheldeoever (zie liggingsplan).

De voordelen van de keuze van deze inplanting ten opzichte van een bouwplaats langs de Schelde in de onmiddellijke omgeving van de afzinkplaats, zoals klassiek gekozen wordt, zijn de volgende :

- het bouwdok is niet onderhevig aan het getij eens het onder water is gezet;
- er is bijgevolg minder kans op slibafzetting, wat de kans op aanzuiging van de tunnelementen aan de konstruktiebodem vermindert;
- de afwerking aan de afbouwkade is gemakkelijker;
- de Scheldedijk moet niet weggenomen worden en terug hersteld worden;
- en bovendien is deze oplossing ongeveer 25 % goedkoper dan de klassieke oplossing.

Een bijkomend voordeel is dat naderhand de uitgraving van het bouwdok behouden blijft als een deel van het Verrebroekdok.

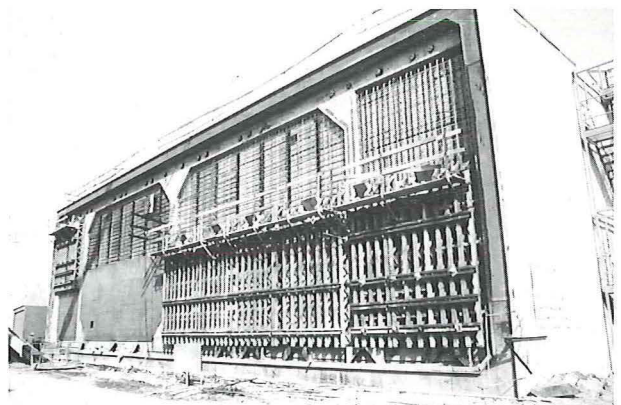


bouw tunnelgedeelte rechteroever

De toegangshelling op de rechteroever wordt eveneens uitgevoerd als een half-open tunnel in U-vorm. Deze is 67m lang en omvat ook de bouw van de pompenput en het aanleggen van de Scheldelaanbrug deel 1 (rijrichting Antwerpen).

Een gelijkaardig afwateringssysteem als op de linkeroever wordt hier ook aangelegd.

Elk element is 142 m lang. Gezien de garantie op waterdichtheid nodig is, is elk element samengesteld uit 6 moten van 23,65 m lengte die door een langse voorspanning in dak en vloer met elkaar verbonden worden. Deze lichte Freyssinet-voorspanning is er voor de belasting tijdens het transport, en is in de definitieve fase nodig om de grote dwarskrachten op te vangen. Aan de uiteinden wordt elk element afgesloten en waterdicht gemaakt door een betonnen wand (kopschot) : zo kunnen de elementen als grote holle dozen gaan drijven.



plaatsen kopschot

Om het opdrijven te bevorderen, wordt voor het vervaardigen van de tunnelvloer eerst 30 cm grind gestort. Op het grind komt betonplex, dat verhindert dat de betonmelk in het grind dringt. Vooraan en achteraan, over de ganse omtrek van het tunnel-element, wordt een metalen I-profiel ingebetonneerd met een nauwkeurigheid van 2 cm. In de I wordt een stalen plaat ingelast op 2 mm nauwkeurig. Aan de primaire zijde is deze plaat voorzien van bevestigingspunten voor het Gina-profiel. De sekundaire zijde is enkel een vlakke plaat. De primaire zijde met Gina-profiel van een element moet waterdicht afsluiten tegen de sekundaire plaat van het voorgaande element. Dit vormt de primaire waterdichting tussen de verschillende elementen. Een Gina-profiel is een massief rubberen ring waarvan de zwaarte varieert met de diepteligging van het element.

De zinkvoegomranding wordt tegen corrosie beschermd door, na zandstralen, een 120 mikron-metallisatie op basis van een zink-aluminiumlegering aan te brengen. In combinatie met de kathodische bescherming die aangebracht wordt, garandeert men een levensduur van 60 à 70 jaar.



kopschotten en oplegkonsoles afgewerkt



aanbrengen van Gina-profiel

5. Modelonderzoek

In het Waterbouwkundig Laboratorium te Borgerhout is 3,2 km Schelde op schaal gebouwd. De lengte- en diepteschaal is $1/64$, de snelheids- en tijdsschaal is $1/8$ en de krachtenschaal bedraagt $1/64^3$.

Om het model te ijken zijn stroomsnelheidsmetingen en drijvermetingen gebeurd.

Na de ijking is in het model de te baggeren zinksleuf gebouwd.

Dit leidt tot een afname van de stroomsnelheid van meer dan 20 % ter plaatse van de tunnelas en tot neervorming bij linker- en rechteroever.

Zowel tijdens het invaren van de tunnelementen als tijdens het afzinken, moeten de krachten bekend zijn die door de waterstroming worden uitgeoefend op deze elementen.

Eerst was het uitgangspunt dat bij elke stroomsnelheid moest worden afgezonken. Maar door de invloed van de getijwerking waren zo'n zware trossen nodig, dat ze niet meer hanteerbaar waren.

Uitgangspunt is nu een hanteerbare tros geworden en met dit gegeven is nagegaan tot bij welke stroomsnelheid de tunnelementen nog kunnen getransporteerd en afgezonken worden.

Deze toelaatbare stroomsnelheid is 1 m/sec.

De optredende krachten op het tunnelement worden herleid naar een referentiepunt, stroomafwaarts van de tunnel gelegen.

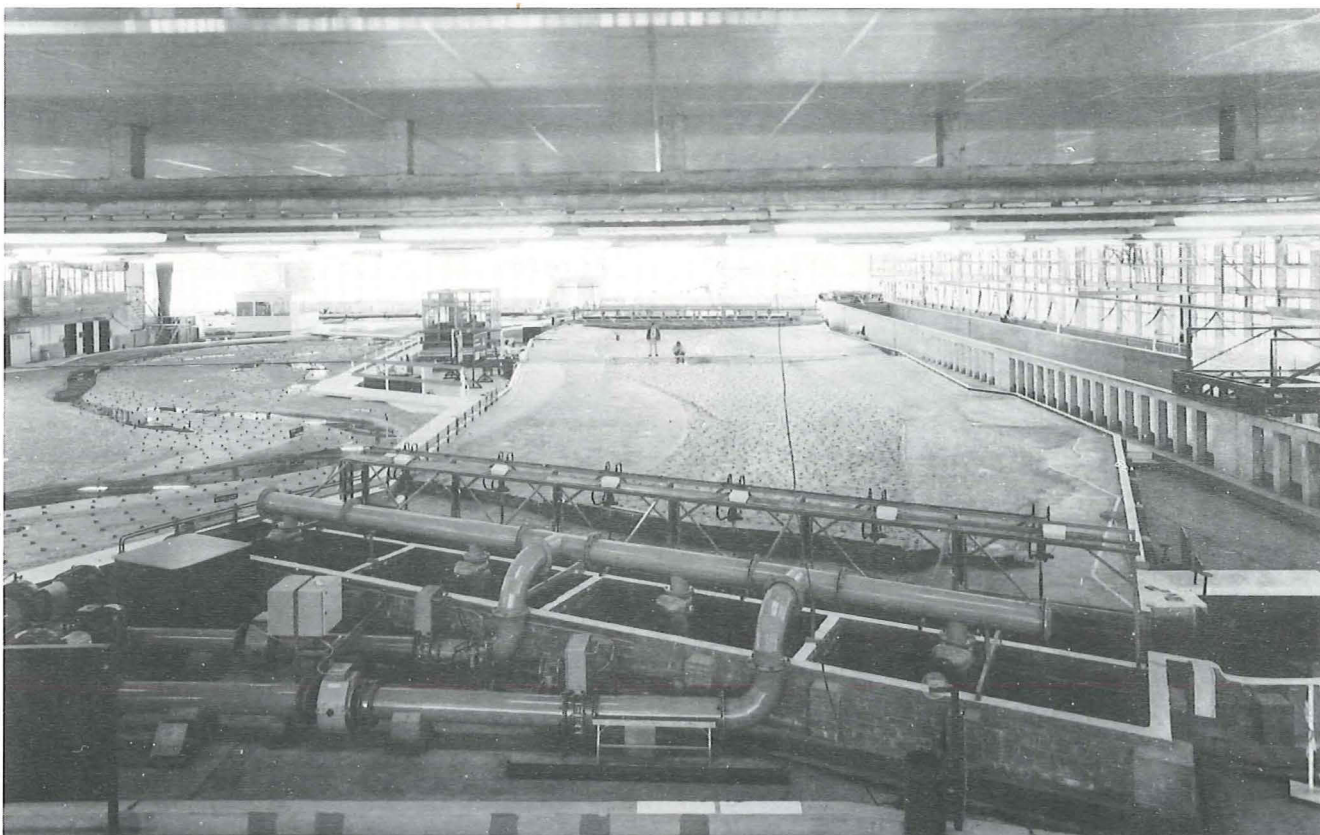
Zo gaat men dan, door tijdens de afzinkoperaties de stroomsnelheid te meten, onmiddellijk kunnen afleiden welke krachten er op dat ogenblik inwerken op het tunnelement.

Na de krachtenmetingen werd het model aangewend om bijkomende metingen te verrichten.

Ter plaatse van het vrije uiteinde van ieder afgezonken tunnelement werd een uitgebreide stroommeting uitgevoerd.

Het doel van deze meting is :

- inzicht verwerven in het stroom-gebeuren ter plaatse van de kop van ieder tunnelement in verband met de te verwachten sedimentatie of uitspoeling.
- inzicht verwerven in het stroompatroon dat zich gaat instellen in de ruimtes naast de afgezonken tunnel.
- Van enkele tunnelementen wordt het stroombeeld in de sleuf gemeten tijdens de afzinkoperaties. Hierdoor zal inzicht worden bekomen over ondermeer de stroomsnelheden op de bodem van de sleuf tijdens het afzinken.



Waterbouwkundig Laboratorium te Borgerhout



Rechteroever op 21.11.88



26.12.88



Bouwdok op 12.04.88



21.11.88



Linkeroever op 07.12.87



14.06.88





29.05.89



21.08.89



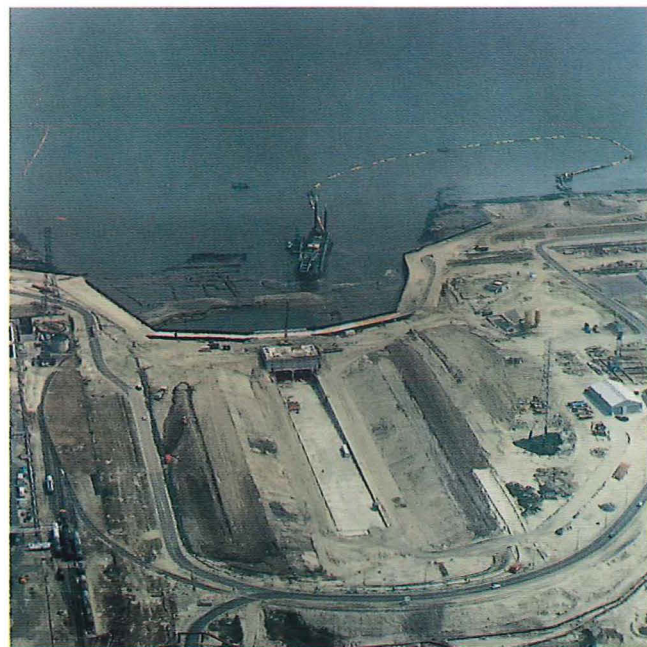
06.03.89



03.07.89



21.11.88



21.06.89

6. Hydro-meteo begeleiding

De meest kritische fase bij de bouw van de tunnel is het transport vanuit het bouwdok naar de afzinkplaats en het afzinken van de tunnelementen. Daar deze operaties plaatsvinden op de Schelde, met stroming en getij, en omdat ze zeer sterk afhankelijk zijn van o.a. weersomstandigheden, is een hydro-meteo begeleiding nodig.

Het hydro-meteostation is opgericht op de werf linkeroever : het is een automatisch meetstation.

Kontinu worden windsnelheid en windrichting, neerslag, barometrische druk, luchttemperatuur en watertemperatuur, relatieve vochtigheid, evenals het getij, de stroomsnelheid en de stroomrichting gemeten aan de steiger van Liefkenshoek.

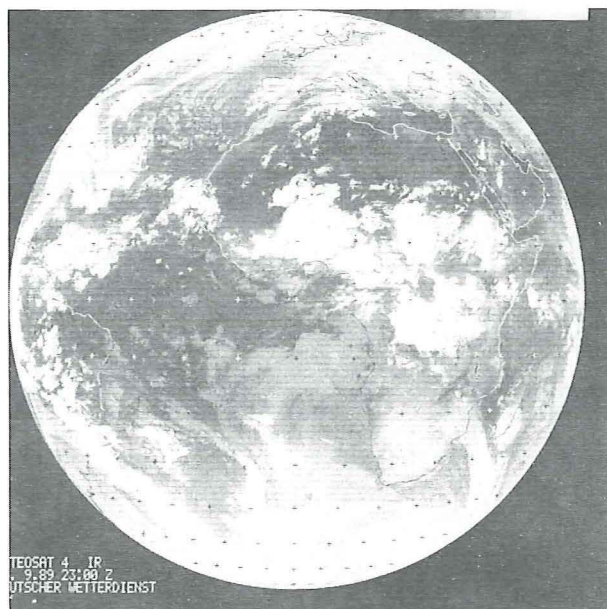
Via een telefoonlijn worden deze gegevens door-gestuurd naar het hydro-meteostation op de werf linkeroever, waar ze verwerkt worden tot grafieken en statistieken.

Een hoofdtaak van het hydro-meteostation is het voorspellen van windsnelheid, temperatuur en zichtbaarheid.

Te veel wind, vorst of mist kunnen de afzinkoperaties doen uitstellen of stopzetten.

Deze weersverwachtingen worden opgesteld met moderne apparatuur : rechtstreekse ontvangst-installatie van de satellieten (Meteosat III, NOAA en METEOR), een Radio Tele Type - installatie, en de ontvangst van grote internationale weercentra zoals Bracknell, Reading en Offenbach op geautomatiseerde Radio Facsimiles.

Zo worden betrouwbare verwachtingen opgesteld voor de komende twee à drie, en soms voor de komende vier à vijf dagen.



7. Baggerwerken

Baggerwerken zijn een belangrijk onderdeel bij de bouw van een afgezonken tunnel. Bij de bouw van de Liefkenshoektunnel omvatten de baggerwerken de hierna volgende werken :

- De aanleg van de zinksleuf waarin de tunnelelementen worden afgezonken. Dit gebeurt door twee grote cutterzuigers en twee emmerbaggermolens. De grootste massa baggerwerk gebeurt door de cutterzuigers, terwijl de emmerbaggermolens het fijnprofielingswerk uitvoeren, met een tolerantie op de diepte van 30 cm naar beneden. De slechte specie wordt geborgen in een gebaggerde overdiepte in het Doeldok, terwijl het zand opgespoten wordt op de stortterreinen in het havengebied op de linkeroever.

De specie afkomstig van de emmerbaggermolens wordt geklept in de Schelde en/of opgespoten met een bakkenzuiger in de Ketenisplaatpolder op de Linkeroever.

- Het onderhoud van de zinksleuf is nodig daar er een belangrijke sedimentatie optreedt. Dit wordt verwijderd door een dustpanzuiger die de onderhoudsspecie in de Schelde agiteert en door dezelfde emmerbaggermolens als hierboven die de zinksleuf "opschonen" tot vlak voor het afzinken van een element.
- Om de scheepvaart tijdens deze baggerwerken niet te hinderen dient de scheepvaartgeul tweemaal te worden verlegd : éénmaal naar de rechteroever toe en éénmaal naar de linkeroever toe. Deze twee nieuwe vaargeulen worden aangelegd door één van hogervermelde cutterzuigers. Deze specie wordt gedumpt in de Ketenisplaatpolder indien het om niet-herbruikbare grond gaat, en in geval van goed zand wordt het opgespoten op industrieterreinen aan te leggen in de Waaslandhaven.
- Het onderhoud van deze verlegde vaargeul gebeurt door sleephopperzuigers die hun specie kleppen op bepaalde stortplaatsen in de Schelde en/of opspuiten in de Melselepolder.
- De oplegtegels, waarop de vijzelpennen steunen bij het afzinken, worden geplaatst in tegelputten die in de zinksleuf uitgebaggerd worden door de baggermolens.
- Na het afzinken van de tunnelelementen wordt de zinksleuf terug aangevuld met zand. Dit zand wordt voor het grootste gedeelte gewonnen door een cutterzuiger die overdieptes baggert in de dokken van de Waaslandhaven. Een kleiner deel zand wordt door sleephopperzuigers gewonnen op drempels in de Schelde.

Het totaal van deze baggerwerken (aanleggen, onderhoud en aanvullen) is 5 miljoen m³ nat grondverzet.



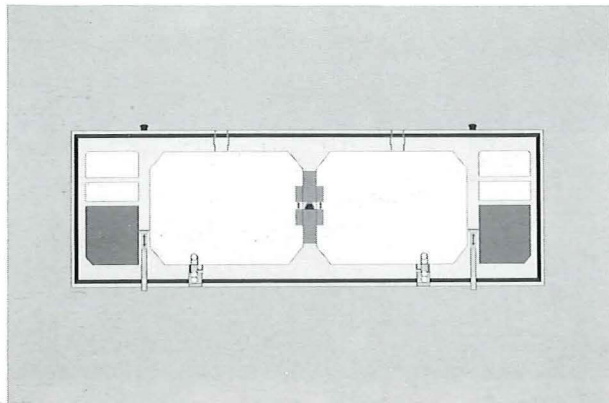
aanleg zinksleuf op linkeroever met cutterzuiger



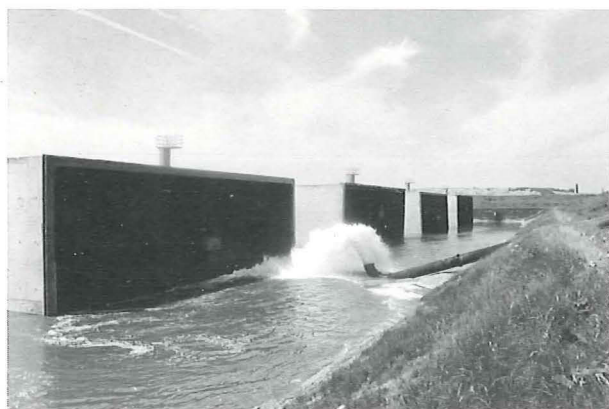
baggeren overdiepte in Waaslandhaven met cutterzuiger

8. Afzinken

Nadat het bouwdok opgeruimd is en de elementen waterdicht zijn gemaakt met kopschotten, worden ze met water geballast zodat ze op de bodem van het dok blijven liggen.



Met een vulpijp wordt water in het bouwdok gezet. De dijk tussen het Waaslandkanaal en het bouwdok wordt weggebaggerd.



Twee afzinkpontons varen het dok in en manoeuvreren boven een element.

De ballasttanks worden leeggepompt waardoor het tunnelement gaat drijven. Het tunnelement wordt naar de afbouwsteiger gebracht in het naastliggende Vrasenedok. Daar wordt er een laag trimbeton op aangebracht om een vrijboord, zonder ballastwater, van gemiddeld ongeveer 10 cm te realiseren, en tevens om de onnauwkeurigheden in massa en drijfevenwicht te neutraliseren.

De nodige afzinkvoorzieningen worden opgeplaatst : twee richttorens van 30 m hoog, bolders, kluizen, hijsogen, ankerdraden, enz.

In het element worden de vizels en de pompen voor het ballastwater aangebracht.

Navigatieverlichting, zoals voor een schip, is eveneens nodig.



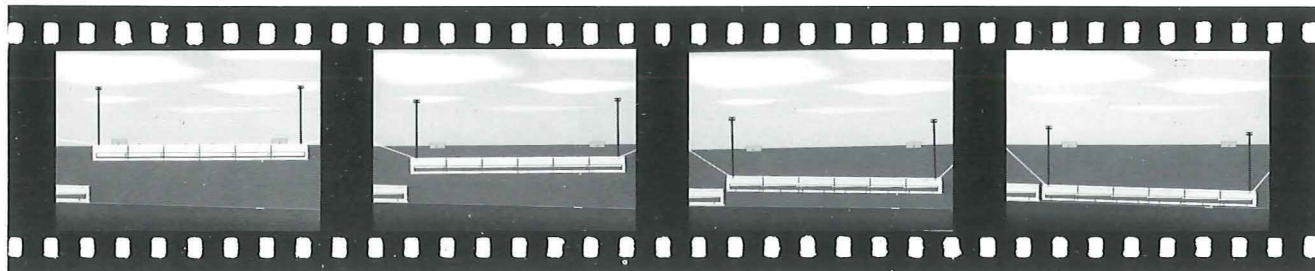
transport eerste tunnelement door Kallosluis op 09.09.89

Alvorens het element de afbouwkade verlaat, worden diverse instanties verwittigd, zodat het transport in de Waaslandhaven, via de Kallosluis en op de Schelde optimaal kan verlopen.

Vier sleepboten verslepen het tunnelement naar de afzinkplaats. Twee andere sleepboten blijven ter beschikking.

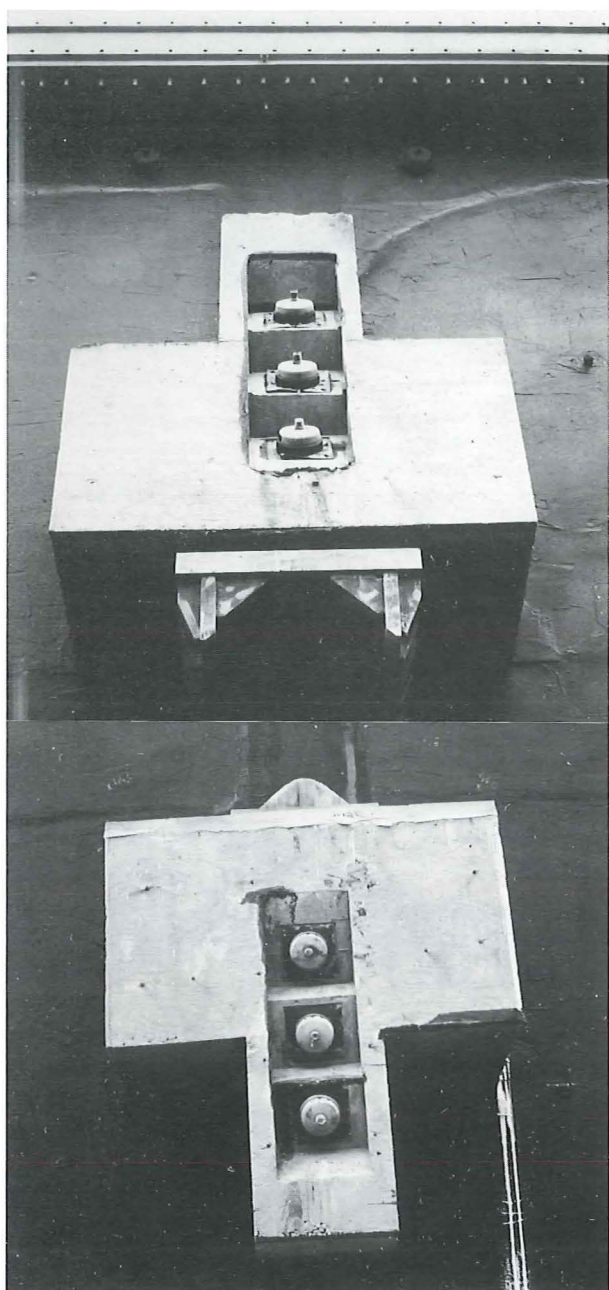
Tijdens dit transport wordt de scheepvaart voor bepaalde tijd onderbroken.

Als de sleep op de afzinkplaats aankomt, wordt hij vertraagd en wordt de rol van de sleepboten overgenomen door de ankerkabels. Vanop de richttorens wordt de juiste plaats bepaald. Het element ligt gereed om geballast en afgezonken te worden, óp of juist ná kentering laagwater.

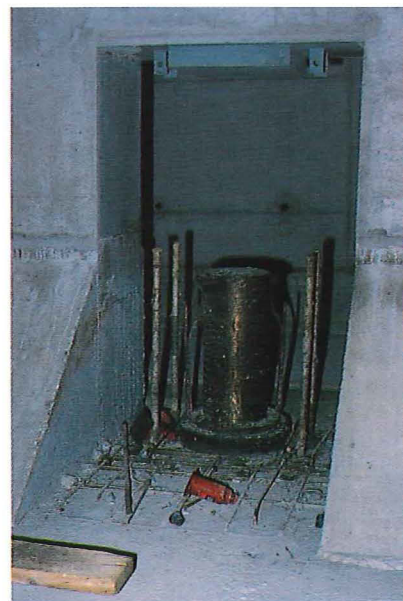


het afzinken in beeld

Water wordt dan in de ballasttanks gepompt en het element zinkt zachtjes naar de bodem van de zinksleuf. De positie van het element wordt zó bepaald en het wordt zó afgevierd dat het aansluit op het voorgaande tunnelelement door te steunen op de oplegkonsole aan de ene zijde en aan de andere zijde op de twee vijzelpennen.



primaire en secondaire oplegkonsole



vijzelpen

Deze vijzelpennen steunen op betonnen tegels van 6 m op 6 m en 1,20 m dik, die vooraf in de zinksleuf werden afgezonken.

Zowel de oplegneus als de vijzelpennen worden met enkele tientallen tonnen lichtjes belast.

Het element wordt dichter tegen het voorgaande aangetrokken, zodat het waterdichtingsprofiel, een rubberen Gina-profiel, over de ganse omtrek aansluit tegen de afzinkplaat van het voorgaande element.

Nu kan de afgedichte ruimte tussen de twee kopschotten worden leeggepompt. Door de waterdruk wordt het element steeds harder tegen het voorgaande aangedrukt. De ballasttanks worden helemaal gevuld met water. De deur in het kopschot kan geopend worden, en het definitief waterdichtingsprofiel, een omega-profiel, wordt aangebracht in de zinkvoeg.

Nu wordt de fundering onder het element aangebracht.

Door onderstroompunten, voorzien in de vloer van de rijwegkokers, wordt via een persleiding een zandwatermengsel onder het element geperst : het zand zet zich neer en vormt zo de fundering van de tunnel. Om het zand onder de ganse tunnel te verdelen worden tachtig onderstroompunten in een uitgetest patroon aangebracht.

Nadien worden de afzinkpontons en de richttorens verwijderd.

Op het tunneldak worden de bolders en de kluizen weggehaald. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een drijvende bok, duikers en transportpontons.

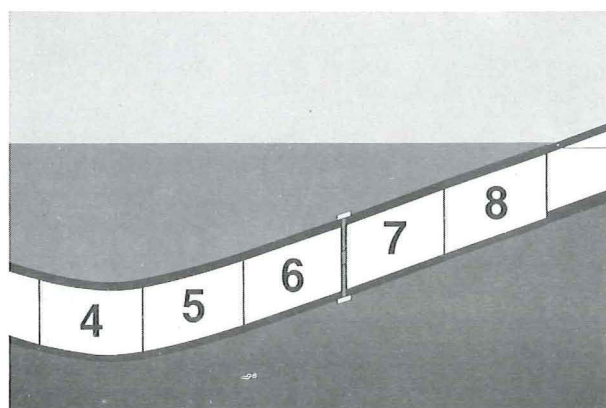
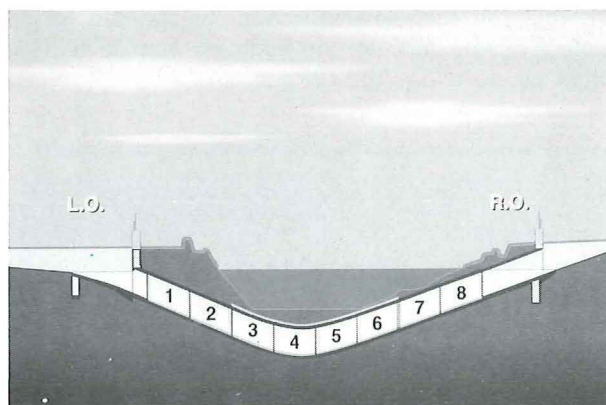
Het eerste tunnelelement is afgezonken, aansluitend aan het vast tunnelgedeelte op linkeroever, op 9 september 1989. Aansluitend daaraan worden het tweede, derde en vierde tunnelelement afgezonken.

Dan wordt aansluitend aan het vast tunnelgedeelte op rechteroever het tunnelelement acht afgezonken. Naderhand wordt element zeven, vijf en dan element zes afgezonken. Volgens de planning zou dit klaar zijn eind 1989.

Wanneer reeds enkele elementen afgezonken zijn, kunnen de kopschotten en de oplegkonsolen verwijderd worden.

Het ballastwater, dat door zijn gewicht het element beneden in de zinksleuf houdt, wordt dan vervangen door 75 cm mager beton in de rijwegkokers.

Na het afzinken van het laatste element (6) blijft er tussen het element 6 en 7 een ruimte van ongeveer 1,20 m over. Deze extra ruimte is nodig om het laatste tunnelelement tussen de twee voorgaande elementen te manoeuvreren bij het afzinken. In deze resterende vrije ruimte worden na het afzinken van het laatste element zware betonnen wiggen geplaatst om de hydrostatische druk over te nemen nadat het water uit die ruimte weggepompt is. Rondom de sluitvoeg worden stalen schotten geplaatst die waterdicht tegen de vloer, de buitenwanden en het dak van de elementen 6 en 7 gemonteerd worden. De ruimte tussen de elementen wordt leeggepompt en binnenin kan de definitieve betonconstructie in het droge worden aangebracht. Na het afzinken van de tunnelelementen wordt de zinksleuf aan weerszijden van de tunnel aangevuld, en wordt de tunnel afgedekt. Ter hoogte van de scheepvaartgeul gebeurt dit met een 1,50 m dikke steenlaag. Uiteindelijk worden de oorspronkelijke oevers hersteld.



sluitvoeg tussen 6 en 7

9. Betonsamenstelling

De betonsamenstelling is zo nauwkeurig mogelijk gekozen, gezien er een waterdicht beton moet bekomen worden.

Het beton moet enerzijds dicht zijn om voldoende waterdicht en sterk te zijn en weerstand te bieden aan het agressief milieu (Scheldewater), anderzijds mag het toch niet te zwaar zijn om voldoende drijfvermogen te bezitten.

Het betonmengsel dat gebruikt is, bestaat per m³ beton uit :

- 1140 kg grind 4/28
- 730 kg zand 0/5
- 270 kg hoogovencement HL30
- 80 kg vliegas
- 130 l water
- 3 kg hulpstof, een superplastificeerder.

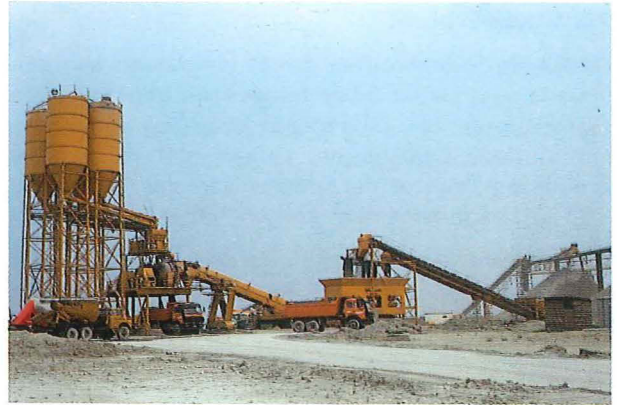
De voordelen van het gebruik van vliegas in het beton zijn :

- er is minder kans tot scheuren van het beton door de tragere warmteontwikkeling;
- het beton heeft een betere waterdichtheid omwille van de puzzolane reactie;
- het beton is beter bestand tegen agressieve milieu's
- de weerstand van het beton op langere termijn loopt zelfs hoger op dan deze van klassiek beton;
- het vliegas heeft een gunstig effect op het verloop van de alkali-silica-reactie;
- het verwerken van vliegas heeft positieve aspecten voor het milieu.

Dagelijks gebeuren volgende proeven op het beton : de druksterkte, de wateropsorping, de dichtheid, de vloeibaarheid en de kwaliteitskontrolle van de ingrediënten.

Het beton voldoet aan de bestekseis en haalt een minimale karakteristieke druksterkte na 28 dagen van 30 N/mm². De water/cement faktor is 0,48.

Normaal wordt voor 1 m³ beton 300 kg cement verwerkt, maar hier is 30 kg cement vervangen door 80 kg vliegas, wat resulteert in een beton dat beter verwerkbaar is, een geringere hydratatiwarmte ontwikkelt, minder waterdoorlatend is en toch voldoende weerstand heeft om na vier dagen te ontlasten : ongeveer 20 N/mm².



betoncentrale bouwdoek

Elk element bestaat uit 6 moten. Elke tunnelmoot wordt gebetonneerd in 3 fasen : de vloer, de binnenwanden en de buitenwanden samen met het dak. Om geen krimp-scheuren te krijgen, wordt erop gelet dat het temperatuursverschil, door hydratatie, tussen het oude beton van de vloer en het vers gestorte beton van de wand niet hoger wordt dan 15°C. Op de grens tussen het verhardende en het verse beton, evenals op verschillende hoogten op de buitenwand meten thermokoppels de temperatuur. In de buitenwand is een koelsysteem aangebracht dat bestaat uit een horizontaal buizenstelsel waardoor water circuleert. Door dit water te koelen met koelunits wordt de temperatuur van de verhardende beton van de wanden beperkt.

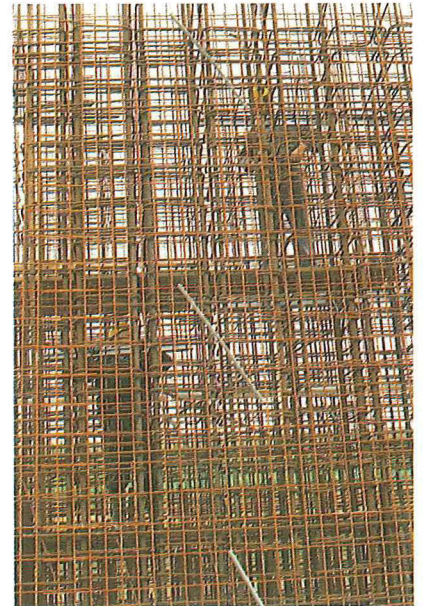


koelunits op tunneldak

10. Staalverbruik

De tunnel is ontworpen om te weerstaan aan een inwendige druk van 5 bar, ten gevolge van mogelijke explosies, en een uitwendige belasting van 30 m water. Deze belastingen, samen met de strenge brandeisen, zijn er de oorzaak van dat gemiddeld 160 kg wapeningsstaal per m³ beton is verbruikt.

Voorontwerpberekeningen werden gemaakt met een staalkwaliteit BE400, maar er is overgegaan op de hogere staalkwaliteit BE500 om het staalverbruik enigszins te beperken. Hierdoor kon ook de gemiddelde diameter verlaagd worden. Deze twee maatregelen verhogen de waterdichtheid van het beton gezien de kans op scheurvorming sterk afneemt en gezien minder staal een betere verwerking van het beton mogelijk maakt en dus hogere dichtheden worden bekomen.



dichte wapening



III. Exploitatievoorzieningen

1. Algemeen

Gezien de tunnel ook door gevaarlijke transporten gebruikt mag worden, zijn er uitgebreide veiligheidsvoorzieningen en aangepaste uitrustingen voor handen.

2. Vluchtgangen

In elke rijwegkoker geven zelfsluitende brandvrije deuren om de 50 m toegang tot een vluchtgang aan de rechterkant van de rijweg. Deze vluchtgang geeft aan beide tunneluiteinden toegang tot de open lucht. In deze vluchtgang is er permanent een overdruk om te vermijden dat gassen en/of rookontwik-

keling in de rijwegkoker zich ook hier zouden verspreiden. De nodige telefoontoestellen vindt men in de directe buurt van de vluchtdeuren zodat telefonische verbinding met de Rijkswacht gemakkelijk mogelijk blijft.

3. Brandwerende bekleding

Daar de Liefkenshoek tunnel ook door ADR-transport gebruikt wordt, is speciaal aandacht besteed aan de brandweerstand. In de rijwegkokers wordt op de wanden en het dak een 3cm dikke brandwerende bespuiting op basis van vermiculite aangebracht.

Daarvoor wordt naderhand een brandwerende beplating op de wanden van de rijwegkokers aangebracht. Deze constructie heeft een brandweerstand (Rf) van vier uur.

4. Veiligheidsnissen

In de rijwegkokers zijn in de tussenwanden om de 50 m veiligheidsnissen uitgespaard met allerlei uitrustingen voor brandbestrijding : een muurhaspel aangesloten op een light-water doseersysteem, een

poederblusser, een blusser met schuim, brandmonden en een stopkontakt. Deze uitrusting is tegen bevuiling beschermd door een brandvrije deur.

5. Leidingenkokers

Voedingskabels voor verlichting, ventilatie, snelheidsmeters, telefoonverbindingen, brandleidingen, enz. zijn ondergebracht in leidingenkokers naast de vluchtgang.

Deze leidingen monden uit in twee technische dienstgebouwen die zich op de twee tunnelhoofden bevinden en daar aangesloten zijn op hoogspannings- en laagspanningskasten, computeruitrusting, no-breakinstallatie, enz.

6. Afwateringskokers

Onder de vluchtgang bevindt zich een afwateringskanaal met een kollektor.

Om de 25 m wordt de sleufgoot naast de rijweg verbonden met deze kollektor om de vloeistoffen (water

e.a.) van de rijwegkoker naar het afwateringskanaal te brengen. Deze kollektor loost in de centrale pompput, gelegen in het diepste punt van de tunnel.

7. Tunnelventilatie

7.1. Theoretische beschouwingen

Het CO-gehalte is de parameter die rechtstreeks het ventilatiesysteem van een tunnel bepaalt. Een te hoog CO-gehalte is een onmiddellijke bedreiging voor het leven van de tunnelgebruiker.

Het toelaatbaar CO-gehalte is van 400 ppm in de vooroorlogse tunnels gedaald tot 150 ppm (p.p.m. = parts pro million).

Voor de Liefkenshoekstunnel is het ontwerpkriterium maximum 150 ppm CO bij stokkend verkeer.

Men onderscheidt de dwars-, halfdwars- en langsventilatie.

De langsventilatie d.m.v. aanjaagventilatoren, die gespreid opgesteld worden over de ganse lengte van de rijwegkokers, is veel toegepast in de Belgische tunnels. Dit systeem vergt inderdaad geen speciale ventilatiekanalen en is uiteraard goedkoper.

In tunnels waarin gevaarlijke transporten toegelaten zijn zoals de Liefkenshoekstunnel, wordt dwarsventilatie toegepast.

VENTILATIE: Dwarsdoorsnede van de tunnel

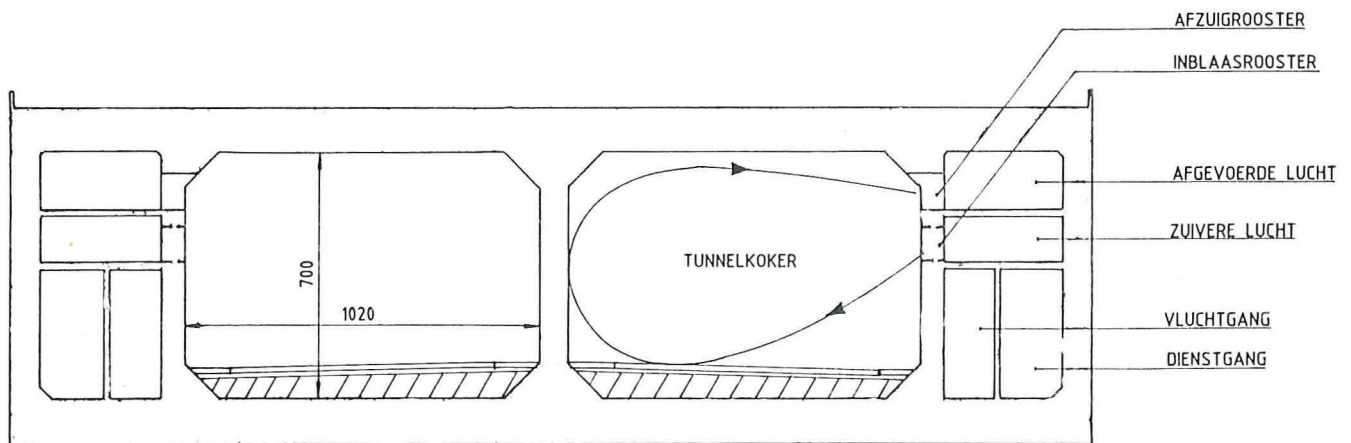


Fig. 1

VENTILATIE: Langsdoorsnede van de tunnel

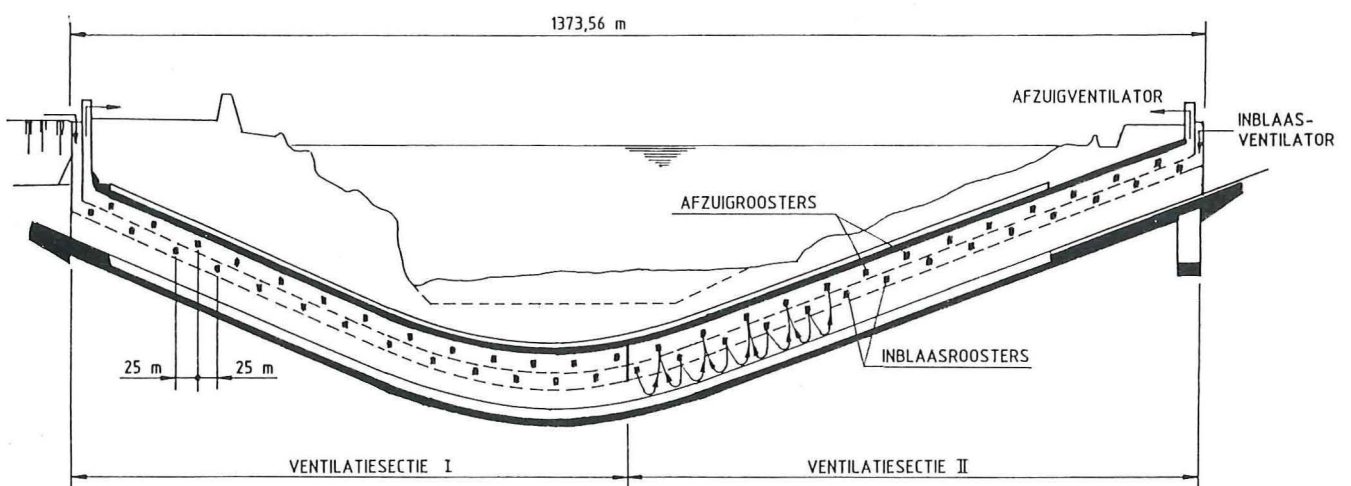


Fig. 2

7.2. Uitgevoerde installatie

Het principe van het systeem voor dwarsventilatie is geschetst op de bijgaande figuren 1, 2 en 3. Elke tunnelkoker is in twee ventilatiesekties verdeeld.

Voor de ventilatie van een sectie is aan de ingang van de tunnelkoker een blaas- en afzuigventilator geplaatst. De aan- en afvoer van de lucht gebeurt langs kanalen, die in de tunnelkoker ingebouwd zijn boven de dienst- en de vluchtgang.

De zuivere lucht wordt in de tunnelkoker ingeblazen via roosters.

De lamellen van deze roosters zijn zo ingesteld dat de luchtstroom een volledige luchtverversing verzekert over de ganse tunnelsectie.

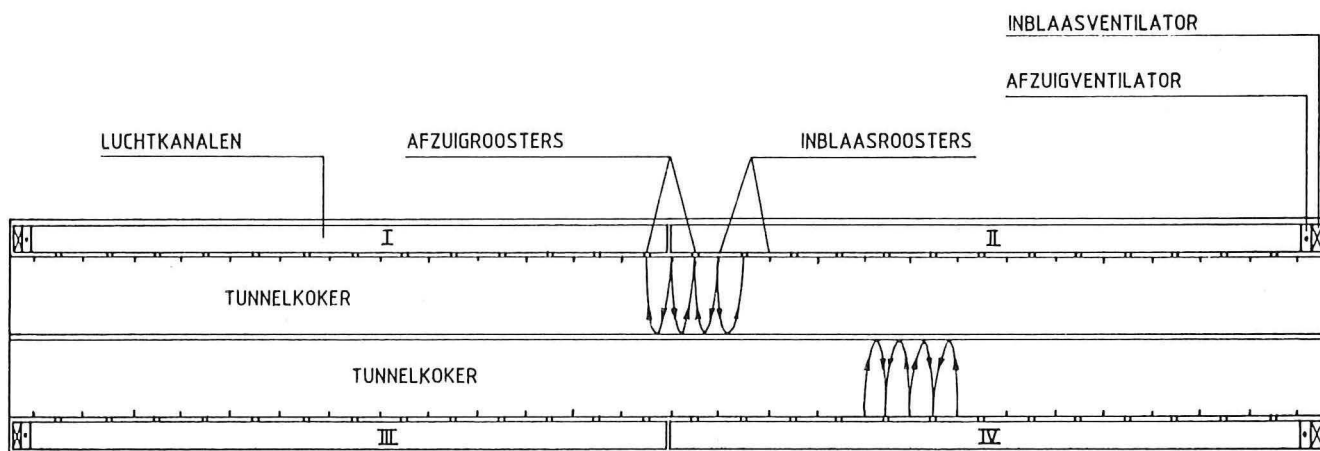
Om de 50 m bevindt zich een inblaasrooster.

De vervuilde lucht wordt afgezogen via afzuigmonden, die eveneens uitgerust zijn met roosters. Ze zijn opgesteld op een gemiddelde tussenafstand van 50 m en zo geplaatst dat de afstand tussen een inblaas- en een afzuigrooster gemiddeld 25 m is.

Elk afzuigrooster kan individueel, door middel van de centrale installatie voor controle, bediening en beheer (C.I.C.B.B.) geopend of gesloten worden.

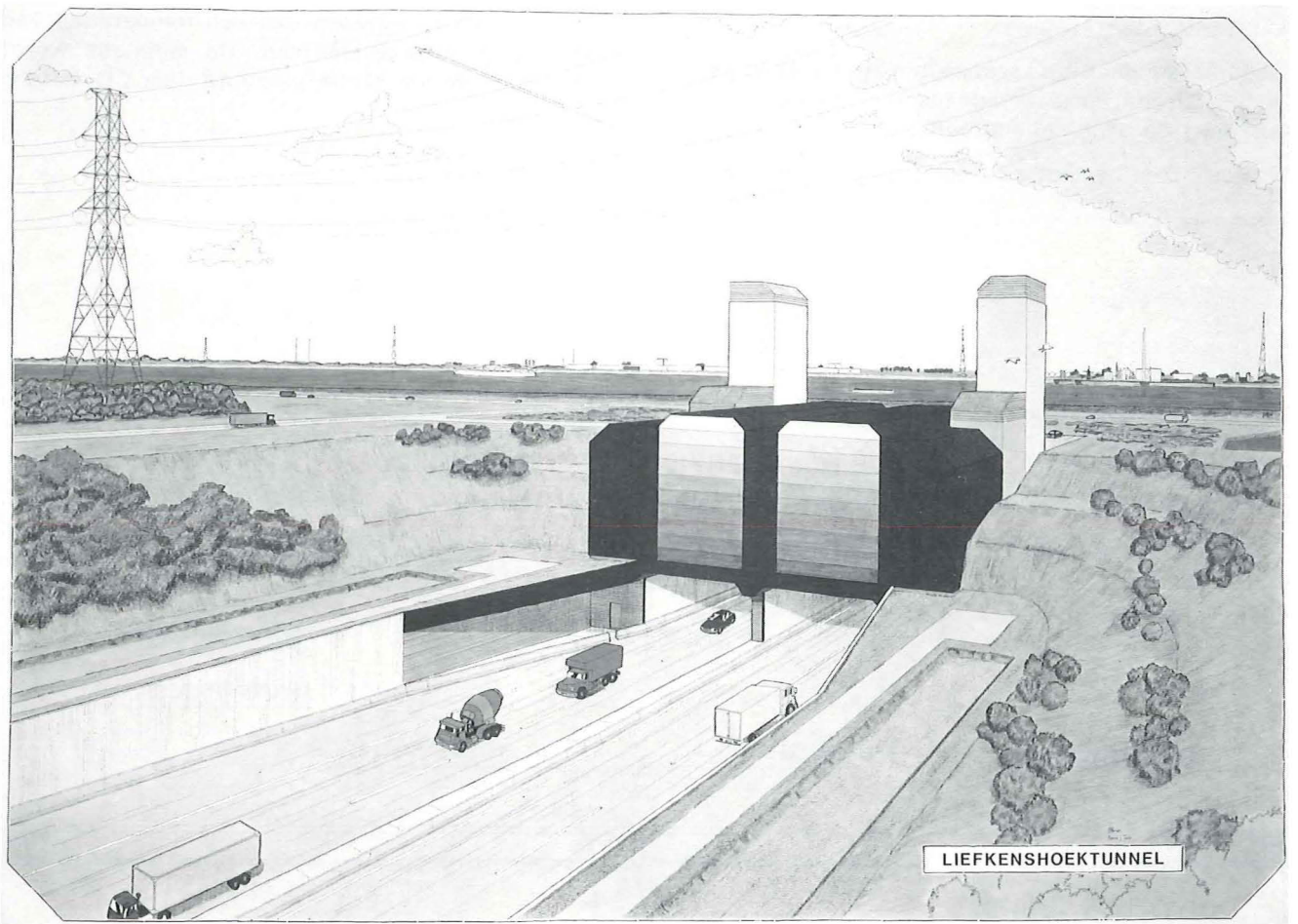
De volledige ventilatie is geschikt voor het verwerken van rookgassen met een temperatuur van 600°C, gedurende één uur. De ventilatie wordt automatisch, per sectie, gestuurd door CO-meters.

VENTILATIE: Planzicht van de tunnel.



I, II, III EN IV: VENTILATIESECTIES

Fig. 3.



8. Dienstgebouwen en tunnelhoofd

Boven de in- en uitgangen van de tunnel op de linker- en de rechteroever van de Schelde wordt een dienstgebouw opgericht waarin een aantal installaties zijn ondergebracht welke voor een efficiënt functioneren van de tunnel van essentieel belang zijn :

- de ventilatoren ten behoeve van de mechanische verluchting van de tunnel;
- een computerruimte voor de permanente sturing en controle van tunneluitrustingen;
- de hoog- en laagspanningsposten nodig voor de elektrische voeding van de tunnelverlichting, de ventilatie en andere voorzieningen;
- de noodstroomgroepen welke bij het uitvallen van het net tijdelijk de nodige elektrische stroom kunnen leveren.

Al deze installaties werken automatisch of worden van op afstand bestuurd.

De dienstgebouwen zijn dus louter technisch en er is geen permanent personeel aanwezig.

De bediening gebeurt vanuit een afzonderlijk gebouw dat op de linkeroever zal gebouwd worden en dat geïntegreerd zal worden in de tolinstallaties.

Het voordeel van deze "afstandsbediening" is dat in de "technische" gebouwen weinig of geen kosten moeten gedaan worden aan binnenafterwerking en aan thermische en akoestische isolatie : niet alleen de dieselmotoren van de noodstroomgroepen maar ook het in- en uitrijdend verkeer van de tunnel zorgen voor een behoorlijke geluidsoverlast. Het personeel kan op eenvoudige wijze comfortabel gehuisvest worden.

De technische dienstgebouwen vormen konstruktief en architecturaal één geheel met de tunnelhoofden. Het zou ook niet mooi zijn zulk gebouw als een losse konstruktie boven op het tunnelfront te plaatsen.

Integendeel werd in de architecturele uitwerking naar een globale kompositie gestreefd. Daartoe is een harmonische uitwendige structuur ontworpen, benadrukt door een continuïteit in de toepassing van de bekledingsmaterialen.

Binnen dit architecturaal geheel wordt de tunnelingang duidelijk geaccentueerd. Tesaen met de plaatsing van vangrails ("New Jersey") en een afbui-gen van de keerwanden naar de uitgang toe, zal dit de verkeersbegeleiding bevorderen. Een donker-kleurige bekleding rond de tunnelingang moet bovendien het "zwarte gat-effect", het gevoel van plotse verduistering bij het inrijden van een tunnel, verminderen.

In de bekledingsplaten boven de tunnelingang wordt ook de rijstrooksignalisatie (met groene pijlen en rode kruisen) ingewerkt.

De bovenbouw van het tunnelfront is samengesteld uit drie vertikaal gerichte volumes waarvan de twee buitenste nog verhoogd worden door de achterlig-gende ventilatiekokers, en daartussen twee iets terugspringende horizontaal gerichte volumes. Aan de zijde van het tunnelfront heeft het dienstgebouw geen ramen of openingen zodat symmetrie en een-heid van gevel nergens verstoord wordt. De onder-scheiden vlakken zullen bekleed worden met een plaatmateriaal, geribd voor de "vertikale" delen en vlak doch in een graduele variatie van kleur voor de "horizontale" delen.

Reliëf en kleur worden nog bestudeerd. Het geheel zou op linker- en rechteroever moeten resulteren in een attractief en herkenbaar beeld van de tunnel-ingang.

9. Tunnelverlichting

9.1. Probleemstelling

De tunnelverlichting moet zo opgevat zijn dat de automobilist door de tunnel kan rijden vanaf de ingang tot aan de uitgang met dezelfde snelheid, met dezelfde veiligheidsgraad en met hetzelfde veiligheidsgevoel als op de open weggedeelten vóór en na de tunnel.

De volgende voorwaarden moeten vervuld worden om dit te bereiken :

- elk voorwerp dat een gevaar kan vormen voor het verkeer moet gemakkelijk kunnen gezien worden vanop voldoende grote afstand.
- de automobilist moet er zeker van zijn dat de weg vrij is als hij geen hindernissen ziet.
- alle effecten die de aandacht van de weggebruiker kunnen afleiden moeten vermeden worden.

Het meest kritieke moment voor de automobilist die overdag door een tunnel moet rijden doet zich juist voor de ingang van de tunnel voor.

Het oog is ingesteld op het helderheidsniveau van de omgeving van de tunnel : de heldere hemel, het wegdek, het tunnelfronton en de zijanten van de weg en plotseling doemt er voor de automobilist een donkere opening op. Hoe dichterbij de tunnel nadert hoe meer zijn gezichtsveld ingenomen wordt door deze donkere ruimte.

Op een bepaald ogenblik is het evenwel nodig dat de automobilist eventuele hindernissen die zich in de ingangszone bevinden moet zien.

In de literatuur is het verschijnsel dat zich voordoet bij het naderen van de tunnelopening gekend als het zwarte gat effect. (zoals reeds eerder gemeld)

Proeven hebben aangetoond dat de luminantie van de ingangszone 1/10 moet bedragen van de luminantie van de omgeving. Bij een luminantieniveau van 8000 cd/m² buiten zou men 800 cd/m² in de ingangszone moeten realiseren.

Eens de tunnel ingereden wordt het gezichtsveld van de automobilist niet meer gestoord door de buitenhelderheid en kan het oog zich geleidelijk aanpassen. Het is dan ook aangewezen het helderheidsniveau geleidelijk te verminderen tot een bepaalde minimum waarde. De vermindering van het helderheidsniveau dient gelijke tred te houden met de adaptatie tijd die het oog nodig heeft.

Bij het uitrijden van de tunnel zijn de moeilijkheden overdag veel kleiner.

Inderdaad het oog kan zich veel sneller aanpassen bij overgang van donker naar licht dan omgekeerd. Bij het uitrijden van de tunnel zal men bij heldere hemel wel met de ogen knipperen doch men kan zien. Bij het binnen rijden riskeert men helemaal niets te zien.

Bij nacht kan het uitrijden wel problemen stellen. Men moet zorgen dat de nachtelijke buitenverlichting niet veel lager is dan de nachtverlichting in de tunnel.

9.2. Uitgewerkte oplossing

9.2.1. Verdeling in zones

Alhoewel het menselijk oog gevoelig is voor luminanties en niet voor verlichtingssterkten wordt de verlichtingsinstallatie toch gekenmerkt door de gerealiseerde verlichtingssterkten. Zoals hierboven uitgelegd bestaat er een verband tussen de verlichtingssterkte en de luminantie.

Zoals voor alle autosnelwegentunnels in België is in de Liefkenshoektunnel voor elke rijrichting een afzonderlijke koker voorzien.

In de ingangszone moet de helderheid 1/10 bedragen van de buiten helderheid om het zwarte gat effect te overwinnen. Dit betekent dat een luminantie van 800 cd/m² zou moeten gerealiseerd worden waaraan een verlichtingsniveau van 10.000 à 12.000 lx beantwoordt.

Een dergelijk verlichtingsniveau met kunstlicht realiseren is een praktisch onmogelijke opdracht. Men zal dan ook beroep doen op natuurlijke middelen. Men zal de onmiddellijke omgeving van de tunnel (fronton, bermen, ...) zo donker mogelijk maken en er voor zorgen dat het wegdek en de zijwanden van de tunnel een zo groot mogelijke reflectiecoëfficiënt hebben. In die omstandigheden is een verlichtingsniveau van 6.000 lx aanvaardbaar in de ingangszone.

Eens dat de automobilist de tunnel ingereden is mag het helderheidsniveau geleidelijk verminderd worden. Proeven hebben aangetoond dat de verlichtingssterkte stapsgewijze verminderd mag worden met een factor die maximum 3 bedraagt.

Deze stapsgewijze vermindering gebeurt in overgangszones waarvan de lengte zodanig bepaald is dat het oog de tijd heeft om zich bij de voorgeschreven snelheid aan te passen aan verminderende helderheidsniveau's. Zoveel overgangszones worden aangelegd totdat, vertrekkend van het maximale helderheidsniveau in de ingangszone, het minimaal helderheidsniveau in de tunnelzone bereikt wordt.

9.2.2. Verlichtingsregimes

Het is duidelijk dat het bovengenoemd verlichtingsniveau van 6000 lx in de ingangszones alleen moet gerealiseerd worden bij zeer heldere buitenverlichtingsniveau's.

Om in te spelen op de sterk wisselde helderheidsniveau's worden de volgende verlichtingsregimes voorzien :

- zeer helder
- helder
- minder helder
- somber
- zeer somber
- nachtverlichting

In functie van het gemeten helderheidsniveau buiten de tunnel wordt een bepaald regime automatisch ingesteld.

In de tabel hiernaast zijn de verschillende verlichtingsregimes aangeduid.

Voor elk verlichtingsregime zijn de verlichtingssterkten in lux in de verschillende zones vermeld.

Voor elke koker van de Liefkenshoektunnel onderscheidt men :

- de ingangszone : lengte : 104 m
- 3 overgangszones met elk een lengte van 80,6 m
- 1 tunnelzone met een lengte van 1028 m

Regimes Zones	zeer helder	helder	minder helder	somber	zeer somber	nacht
ingangszone	6000 lx	3250 lx	1500 lx	600 lx	200 lx	90 lx
overgangszone 1	3250 lx	1500 lx	600 lx	200 lx	200 lx	90 lx
overgangszone 2	1500 lx	600 lx	200 lx	200 lx	200 lx	90 lx
overgangszone 3	600 lx	200 lx	200 lx	200 lx	200 lx	90 lx
tunnelzone	200 lx	200 lx	200 lx	200 lx	200 lx	90 lx

9.2.3. Bijkomende maatregelen

Niet alleen de verlichting van het wegdek is belangrijk, maar ook deze van de zijwanden. De hindernissen tekenen zich inderdaad af tegen de wanden. Om de helderheid van de zijwanden te vergroten worden ze goed weerkaatsend gemaakt en worden spiegelende reflecties vermeden. Vooral in de ingangszone zijn deze maatregelen van groot belang.

Sommige automobilisten voelen zich onzeker in een tunnel. Om dit gevoel van onzekerheid te verminderen wordt de rijrichting goed aangeduid evenals de begrenzing van het weggedeelte. Door de opstelling van de verlichtingstoestellen in kontinu doorlopende rijen wordt de optische geleiding bevorderd. Deze opstelling vermijdt eveneens het flikkereffect. Het flikkereffect ontstaat als puntvormige lichtbronnen op relatief kleine onderlinge afstand weerkaatst worden door het koetswerk van de auto's.

10. Pompstations

Voor het afvoeren van het neerslagwater van het afwateringsgebied, van het water dat voortkomt van de permanente grondwaterverlagingen en van het lekwater en vloeistoffen van lekkende tankwagens, worden vier pompstations gebouwd.

Elk pompstation is uitgerust met minstens twee pompen van het ondergedompelde centrifugale type.

De pompen worden ingeschakeld door niveau-wippers met kwikcontacten.

In elk pompstation worden vier peilen d.m.v. niveau-wippers aangebracht :

1. het laag peil waarbij alle pompen worden uitgeschakeld.
2. het hoog peil waarbij alle pompen worden ingeschakeld.
3. het laag alarmpeil, dat 20 cm hoger ligt dan het peil waarop de pompen beginnen te caviteren.
4. het hoog alarmpeil, dat 20 cm beneden het peil ligt waarop de pompput overloopt.

11. Verkeerstechnische uitrustingen

Voor het begeleiden van het verkeer worden zowel in de in- en uitritten van de tunnel als in de tunnel zelf verkeerstechnische uitrustingen opgesteld.

De apparatuur, die buiten de tunnel dient geplaatst, behoort niet tot de opdracht van de concessiehouder. In de tunnel zelf bestaat de verkeerstechnische uitrusting uit :

- de rijstrooksignalen
- de telling en de snelheidsmeting
- de telefoonverbindingen met de Rijkswacht.

De rijstrooksignalen en de inrichtingen voor telling en snelheidsmeting worden opgevat en afgesteld rekening houdend met het feit dat in elke tunnelkoker het verkeer in beide richtingen kan geschieden.

12. Radioverbindingen in de tunnel

De tunnelkokers zijn uitgerust met een installatie voor de ontvangst en het heruitzenden van radiogolven. Deze installatie laat toe om vanuit elke koker gesprekken te voeren met de Rijkswacht, de Brandweer en de Politie.

Het volume V van de pompput is het volume dat begrepen is tussen het laag en het hoog peil en dit volume omvat het hogervermelde neerslagwater, het water van de permanente grondwaterverlagingen en het lekwater.

Het gezamenlijk volumetrisch debiet Q van alle pompen van een pompstation wordt bepaald door

$Q = \frac{V}{7200}$ met Q in m^3/s uitgedrukt en V het volume van de pompput.

In elke rijstrook van elke tunnelkoker zijn detectoren aangebracht voor de telling en de snelheidsmeting van het verkeer. Abnormaal traag en stilstaand verkeer wordt gedetekteerd en gesignaleerd aan de Rijkswacht. De telling en de snelheidsmeting worden eveneens overgebracht naar dezelfde Rijkswachtpost.

Veiligheidsnissen zijn om de 50 m in elke tunnelkoker aangebracht.

Elke veiligheidsnis is voorzien van een noodtelefoon, van de nodige stopcontacten voor het uitvoeren van onderhoudswerken alsook van de nodige brandbestrijdingsmiddelen (zie hoger).

Daarenboven is deze installatie, voor een kleine meerkost, uitgerust met de nodige apparatuur voor het heruitzenden van de openbare zenders BRT 1, BRT 2, BRT 3 en RTBF 1, zodat de automobilisten, die de radio op deze zenders hebben afgestemd, geen onderbreking hebben in de ontvangst van deze zenders bij het doorrijden van de tunnel.

13. Televisie-uitrusting

Elke koker is uitgerust met T.V.-kamera's, die zodanig opgesteld zijn dat een volledig beeld van elke tunnelkoker kan bekomen worden. De T.V.-beelden worden overgebracht naar de Rijkswacht.

14. H.S. - en L.S. - installatie

Aan elke tunnelingang wordt een H.S.-kabine opgericht met een transformatorvermogen van 2000 kVA. Deze H.S.-installatie verzekert de elektrische voeding van de geïnstalleerde apparatuur en kan de gelijktijdige werking van deze apparatuur voeden.

Bij uitval van de normale stroomvoorziening zorgen twee noodgroepen van elk 500 kVA ervoor dat het vitaal gedeelte van de elektrische installatie gevoed blijft.

Deze noodgroepen zijn no-break groepen. Dit betekent dat de vitale delen van de elektrische installatie ook bij uitval van de normale stroomvoorziening zonder enige onderbreking of storing gevoed blijven.

Bij stilstaand of abnormaal traag verkeer en wanneer een brandblusapparaat of -haspel wordt opgenomen, of een toegangsdeur van de vluchtgang geopend wordt, wordt automatisch het T.V.-beeld overgebracht naar de Rijkswacht van de zone waar de vermelde feiten zich voordoen.

Het vitaal gedeelte van de elektrische installatie omvat :

- het verlichtingsregime nacht in de tunnelkokers
- de T.V.-uitrusting
- de verkeerstechnische uitrustingen
- de radioverbindingen
- de C.I.C.B.B. (zie verder)
- de apparatuur van de veiligheidsnissen
- de helft van het maximaal ventilatievermogen in één tunnelkoker
- de verlichting van de ontsnappingswegen en van de dienstgebouwen.

15. Centrale installatie voor controle, bediening en beheer (C.I.C.B.B.)

De bediening en de controle van de elektromechanische installaties gebeurt automatisch, zonder menselijke tussenkomst. Altijd is evenwel een menselijke tussenkomst mogelijk in elk stadium van het controle- en bedieningsproces.

De elektromechanische installaties worden bediend en gecontroleerd door programmeerbare automaten. Elke automaat is ontdubbeld zodat de werking van een automaat automatisch overgenomen wordt door de tweede automaat als de eerste buiten dienst valt. De automaten zorgen o.m. voor het bedienen van de toestellen, het bepalen van de alarmen, het weergeven en registreren van de alarmen, enz...

Het beheer van de installaties omvat o.m. het bijhouden van de werkingsduur van de pompgroepen, de ventilatoren, de tunnelverlichtingsregimes, het registreren van de verlichtingssterkte en CO-gehalte, enz...

Dit beheer gebeurt door een procescomputer, die gekoppeld is met de programmeerbare automaten. Deze procescomputer is eveneens ontdubbeld.

Dokumentatie : Ministerie van Openbare Werken.

T.V. De Meyer - Van Laere - Betonac

BBL

Redactie en realisatie : Gemeenschapsministerie van Openbare Werken en Verkeer

Projektleiding : Direktie der Wegen Antwerpen I

Fotografie : Ministerie van Openbare Werken Dienst Pers en Voorlichting

Dienst Fotografie en Drukkerij

Foto Guido Coolens n.v.

Drukwerk : Ministerie van Openbare Werken

