

138962

excavator

Mensuel
11 numéros par an

481 - V - 1984

Maandelijks
11 nummers per jaar

4427

Rédaction / Administration
AGRA sprl - TVA 417.766.825
Redaktie / Beheer
AGRA pvba - BTW 417.766.825

Bureaux
Rue St-Bernard, 11 - bte 13 1060 Bruxelles
Téléphone (02) 538.88.37
Burelen
St-Bernardusstraat, 11 - bus 13 1060 Brussel
Telefoon (02) 538.88.37

Publicité : tarif sur demande
Publiciteit : tarief op aanvraag

Abonnement :
Belgique et Grand-Duché
848 F TVA comprise
Etranger
1.700 F à verser au compte d'AGRA
210-0047900-34

België en Groot-Hertogdom
848 F BTW inbegrepen
Buitenland
1.700 F te storten op bankrekening van
AGRA 210-0047900-34

Editeur responsable
Verantwoordelijke uitgever
André Delhove
Rue Saint Bernard 11, 1060 Bruxelles

Directeur de publication
Directeur van de publicatie
Christian Durieux

Imprimeur / Drukker
Blondiau Print Lotstraat, 146 - 1650 Beersel
Tel. (02) 377.49.12

SOMMAIRE

**Les grandes réalisations
d'infrastructure en Belgique**
A-12/N 177
Bruxelles - Boom - Anvers

2

Quoi de neuf ?

36

INHOUD

**De grote infrastructuurwerken
in België**
A-12
Brussel - Boom - Antwerpen

Wat nieuws ?

NOTRE COUVERTURE

Nouveau dumper
VOLVO BM 6x6
(voir pages 38 et 39)

ONZE OMSLAG

Nieuwe dumper
VOLVO BM 6x6
(zie blz 39 en 40)

Copyright :

Les articles contenus dans ce numéro ne peuvent être reproduits qu'avec l'autorisation expresse de l'éditeur.
De artikelen die in het huidige nummer verschijnen mogen in geen geval nagedrukt worden zonder voorafgaande toelating van de uitgever

Tirage

Le présent numéro a été tiré à 4.500 exemplaires

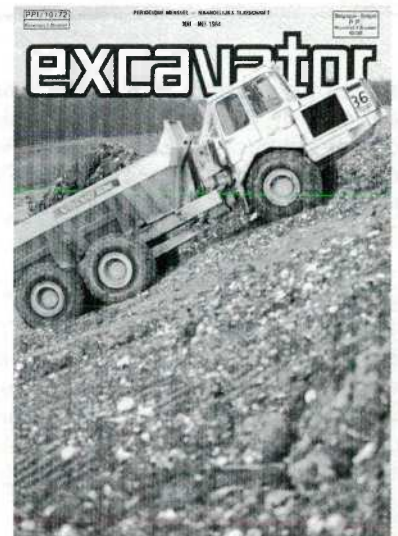
Afdruk

Van dit nummer werden 4.500 ex. gedrukt.

Distributeur - Verdeler :

VOLVO/BM/BELGIUM

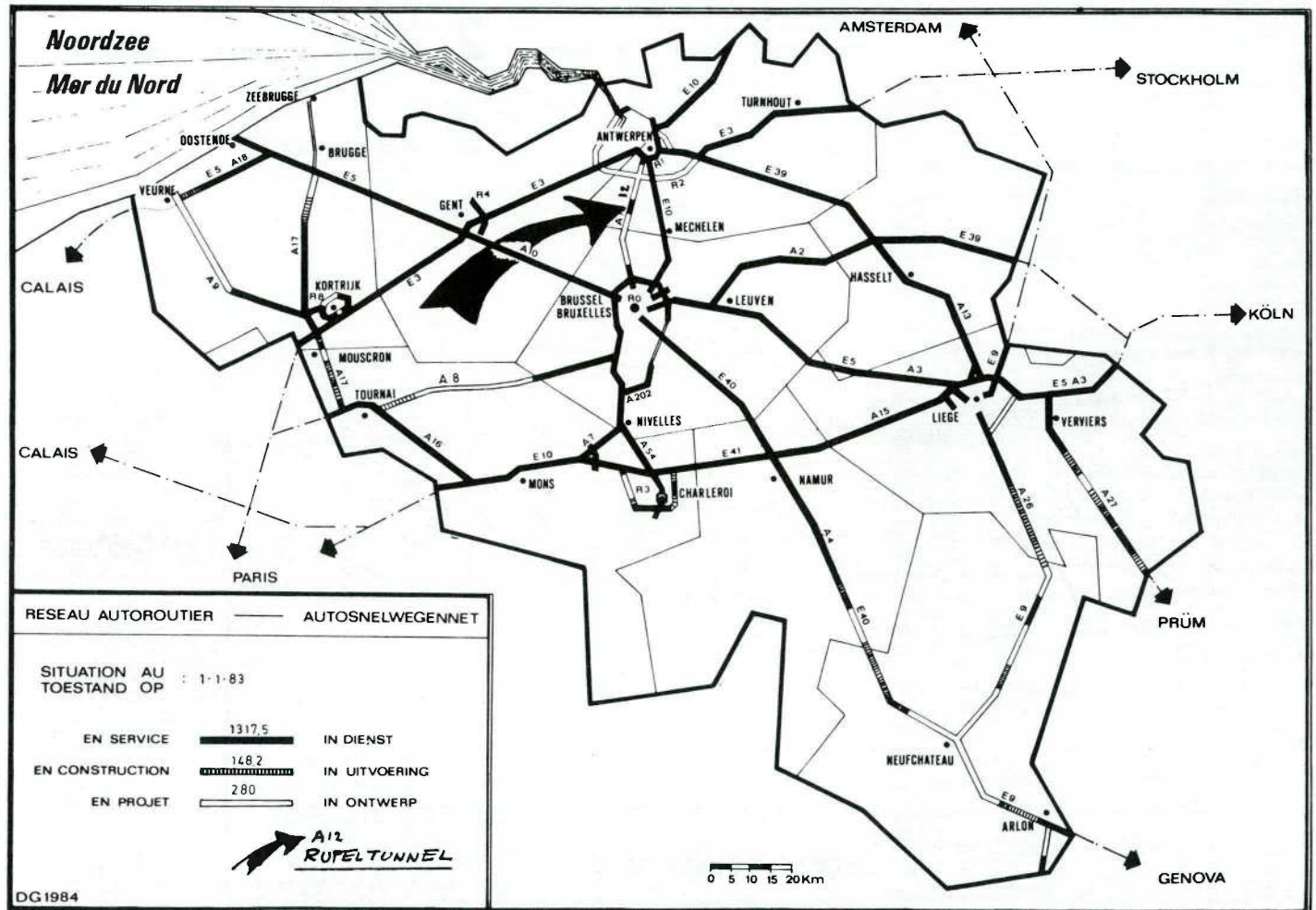
1930 Zaventem - 02/721.20.62



Les grandes réalisations d'infrastructure en Belgique

A-12/RN177 BRUXELLES - BOOM - ANVERS

Tunnel sous le Rupel et le canal maritime avec ses accès



Dans notre numéro de mai 1969, nous avons décrit en détail la construction du « KENNEDY TUNNEL » à Anvers. Le tunnel de Boom est le deuxième tunnel à caissons immergés réalisé chez nous. Nous sommes heureux de pouvoir consacrer à cette très belle et très importante réalisation les pages qui suivent d'autant plus que le chemin qu'ont du suivre le maître de l'ouvrage et ses entrepreneurs pour le terminer n'était pas précisément parsemé de roses !

I. Introduction.

Déjà avant la guerre 1940-1945 on s'était attendu à ce que la route N.177 Bruxelles-Boom-Anvers devienne une des routes les plus chargées du pays. Cette attente a été confirmée et continue à être confirmée par les comptages de trafic. Sur le territoire de la

province d'Anvers on a compté aux endroits les moins chargés de cette route :

en 1960 19315 véhicules par jour
en 1965 27164 véhicules par jour
en 1970 33378 véhicules par jour
en 1975 31604 véhicules par jour
en 1980 29907 véhicules par jour.

Les transports lourds interviennent pour environ 20% dans ce trafic. Puisque les difficultés que présente la traversée de Boom appartiennent heureusement maintenant au passé, on peut s'attendre à un nouvel accroissement de trafic pour 1985. (*)

(*) **Note de l'éditeur**

Le tunnel fut mis en service le 24 juin 1982. L'accès nord était totalement achevé à son tour le 24 octobre 1983.

A-12 BRUSSEL-BOOM-ANTWERPEN

138962

TUNNEL ONDER DE RUPEL EN HET ZEEVAARTKANAAL EN DE TOEGANGEN.



I. Inleiding

Reeds vóór de oorlog 1940-1945 werd verwacht dat rijksweg nr. 177 Brussel-Boom-Antwerpen één der drukste wegen van het land zou worden. Die verwachting werd en wordt bevestigd door de verkeersstellingen. Op het grondgebied der provincie Antwerpen telde men op de minst drukke plaatsen van deze weg :

in 1960	19315	voertuigen	per
		dag	
in 1965	27164	voertuigen	per
		dag	
in 1970	33378	voertuigen	per
		dag	
in 1975	31604	voertuigen	per
		dag	
in 1980	29907	voertuigen	per
		dag	

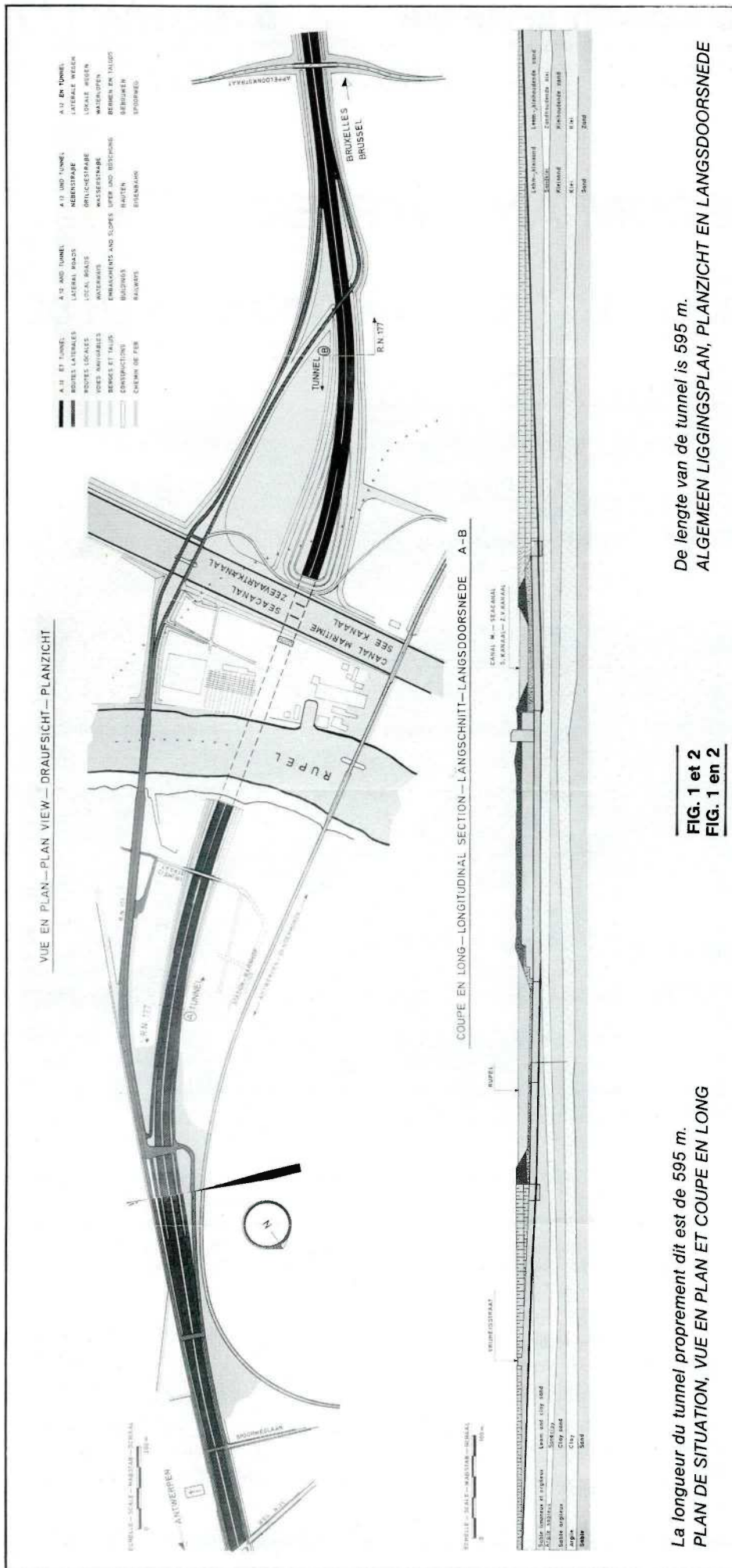
Van dat volume wordt ongeveer 20% ingenomen door het zwaarverkeer.

Daar de huidige verkeersmoeilikheden in de doortocht van Boomwel-dra tot het verleden gaan behoren, mag voor 1985 opnieuw een verkeersstijging verwacht worden. (*)

De verwachte verkeersdrukke was er oorzaak van dat reeds spoedig na de oorlogsjaren overwogen werd, de rijksweg om te bouwen tot autosnelweg, die de benaming A12 kreeg. Ten behoeve van het lokaal verkeer en van de talrijk uitzonderlijke transporten, uitzonderlijk in gewicht of/en

(*) **Nota van de uitgever**

Indienststelling van de tunnel gebeurde op 24 juni 1982. De noordelijke toegang kwam op zijn beurt volledig klaar op 24 oktober 1983.



La longueur du tunnel proprement dit est de 595 m.
 PLAN DE SITUATION, VUE EN PLAN ET COUPE EN LONG

De lengte van de tunnel is 595 m.
 ALGEMEEN LIGGINGSPAN, PLANZICHT EN LANGSDOORSNEDE

C'est en se basant sur ces prévisions d'accroissement de trafic que bien vite après les années de guerre on a envisagé de transformer la route nationale en autoroute qui reçut la dénomination A 12. Pour les besoins du trafic local et des nombreux transports exceptionnels, exceptionnels pour leur poids ou/et leur hauteur, des chaussées latérales ont été prévues.

Naturellement une transformation aussi importante et de longue durée a été commencée par l'élimination des principaux points difficiles. Puisque la majorité des difficultés se présentaient à la traversée de Wilrijk, on a déjà dans les années 1968-1970 procédé à la construction d'un viaduc de 1290 m de longueur.

La liaison de ce viaduc au ring d'Anvers, ainsi que les croisements à niveau différent et les raccordements au réseau routier de l'Etat et urbain en cet endroit sont achevés. Les travaux au viaduc sont exécutés par l'Etat, les autres par l'Intercommunale E3.

Un autre point difficile sur la nationale est la traversée de Boom. Du fait que cette commune s'est développée le long des deux bords de la route, la circulation routière est retardée par quatre feux de signalisation sur une distance d'à peine 1700 m. La présence de ponts sur le Rupel et le Canal Maritime cause encore plus de gêne car l'ouverture de ce dernier pont pour les besoins de la navigation, qui s'opère plusieurs fois par jour, provoque la formation d'interminables files de voitures.

La solution de l'ensemble de ces problèmes est figurée sur la carte (figure 1), et comprend du nord au sud :

- A) le trafic non local est détourné dans une tranchée à l'air libre entre Rumst et l'entrée du tunnel. Les liaisons locales dans la direction est-ouest se font alors par l'intermédiaire de 6 ponts. Les travaux ont été exécutés par la S.P.R.L. Van Laere.
- B) la construction d'un tunnel sous le Rupel, le Canal Maritime et la bande de terrain entre ces deux voies navigables, et des accès vers ce tunnel.
- C) le raccordement de la route nationale existante et à conserver avec l'accès vers le tunnel et la construction de deux ponts, le déplacement de la Appeldonkstraat avec accès au tunnel et deux ponts, le déplacement de la Appeldonkstraat et de la Gansbroekstraat. Les travaux ont été exécutés par l'Association Momentanée Saterco - S.B.B.M.

In ons nummer van mei 1969 hebben wij uitvoerig de bouw van de «KENNEDY TUNNEL» te Antwerpen beschreven. De tunnel te Boom is de tweede tunnel met gezonken tunnelementen bij ons gebouwd. Wij zijn verheugd de hierna volgende bladzijden te kunnen wijden aan deze mooie en zeer belangrijke realisatie. Reden te meer daar de te volgen weg om dit project tot een goed einde te brengen, voor de bouwmeester en zijn ondernemers niet bepaald gemakkelijk te noemen was!

hoogte, worden laterale wegen voorzien.

Uiteraard wordt aan een dergelijke grootscheepse en langdurige ombouw begonnen met het wegruimen van de grootste knelpunten. Daar de meeste moeilijkheden voorkwamen in de doortocht van Wilrijk, werd reeds in de jaren 1968-1970 een viadukt van 1 290 m lengte gebouwd.

De verbinding van dit viadukt met de ring van Antwerpen, alsmede de ongelijkvloerse kruisingen en aansluitingen met de stads- en rijks-wegenis aldaar, naderen hun voltooiing. (*)

De werken aan de viadukt zijn uitgevoerd door de Staat, de overige geschieden door de Interkommunale Vereniging E3.

Een ander knelpunt voor de rijksweg is de doortocht van Boom. Daar deze gemeente uitgebouwd is aan weerszijden van de weg, wordt het voertuigenverkeer gehinderd door de aanwezigheid van vier verkeerslichten over een afstand van amper 1 700 m. De aanwezigheid van bruggen over de Rupel en het Zeevaartkanaal schept nog meer moeilijkheden, daar het openen van deze laatste brug ten behoeve van de scheepvaart, iets wat meermaals per dag geschiedt, oorzaak is van ellenlange files voertuigen.

De oplossing voor het geheel dezer problemen is voorgesteld op bijgevoegde kaart (figuur 1), en omvat van noord naar zuid :

A) het leiden van het doorgaand verkeer tussen Rumst en de tunnelingang in een open sleuf. De lokale verbindingen oost-west zullen dan geschieden door middel van 6 bruggen. De werken worden uitgevoerd door de



P.V.B.A. Van Laere. (*)

- B) het bouwen van een tunnel onder de Rupel, het Zeevaartkanaal en de grondstrook tussen beide waterlopen, en van de toegangen naar deze tunnel.
- C) het aansluiten van de bestaande, te behouden rijksweg met de toegang naar de tunnel en de bouw van twee bruggen, de verlegging van de Appeldonkstraat en de bouw van twee bruggen, de verlegging van de Appeldonkstraat en de Gansbroekstraat. De werken worden uitgevoerd door de Tijdelijke Vereniging Saterco - S.B.B.M. (*)
- Alleen de op- en afrit moet nog verwezenlijkt worden. Dit zal geschieden onmiddellijk nadat het doorgaand verkeer zal gebruik maken van de tunnel.

In het geheel dezer werken zijn daarenboven voorzien : een volledige verkeerswisselaar te Boom, en een in- en uitrit voor het verkeer Brussel-Boom te Willebroek.

II. Inschrijving en keuze van de aannemer.

Nadat beslist was, de kruising van de twee waterlopen met de autosnelweg te laten geschieden door middel van een tunnel, werd een algemene offerteaanvraag uitgeschreven.

De inschrijvers dienden zelf de studie van het in te dienen ontwerp te maken - zij kregen wel enkele richtlijnen waaraan zij zich dienden te houden :

Het lengte- en dwarsprofiel van de autosnelweg en de minimale vrije hoogte in de tunnel, het grondplan, de hoogte van de dijken die rond de in- en uitritten van de tunnel voorzien

(*) Nu voltooid



L'état des lieux le 6 juillet 1971. Photo prise en direction du nord. A l'avant plan, le pont mobile sur le canal maritime, puis, le Rupel et, à l'arrière plan (nord), la ville de Boom. Le chantier naval (avec son slipway) est bien visible sur la rive nord du Rupel entre le pont routier (à droite) et celui du chemin de fer (à gauche) (ligne Anvers-Termonde).

De toestand ter plaatse op 6 juli 1971. Foto genomen richting noord. Op de voorgrond, de beweegbare brug over het Zeevaarkanaal, daarachter de Rupel, en op de achtergrond (noord) de stad Boom. De scheepswerf (met slipway) is goed zichtbaar op de noorderoever van de Rupel tussen de wegbrug (rechts) en de spoorwegbrug (links) (lijn Antwerpen-Dendermonde).



40.000 véhicules jour (Touring Secours 15 juin 1982)

Ce sont des fortunes qui se sont évaporées en attentes stériles sur la RN 177 et, surtout, à hauteur des ponts sur le Canal Maritime et sur le Rupel à Boom. De très grandes difficultés ont retardé jusqu'en 1982 l'ouverture du tunnel. Tous ces mauvais souvenirs sont maintenant oubliés.

40.000 voertuigen per dag (Touring Wegenhulp 15 juni 1982)

Fortuinen gingen in rook op in nutteloze wachttijden op RW 177, voornamelijk ter hoogte van de bruggen over het zeevaarkanaal en over de Rupel te Boom. Grote moeilijkheden stelden de opening van de tunnel uit tot 1982. Al deze pijnlijke herinneringen zijn heden vergeten.

Zijn om deze laatste tegen mogelijke overstroming van de Rupel te vrijwaren.

Daarbij dienden zij er rekening mede te houden dat op de grond tussen beide waterlopen zich een scheepswerf bevond die ononderbroken moest blijven doorwerken.

Ongelukkig genoeg sneed de tunnelas de werf in twee delen: de hal bevond zich westwaarts, de centrale helling oostwaarts van de tunnel. Om die moeilijkheid te ondervangen kreeg de aannemer als tijdelijke een nieuwe konstruktiehal te bouwen ten oosten van de tunnel vooraleer hij mocht beschikken over de terreinen voor de bouw van de tunnel aldaar.

De aanbesteding had plaats op 8 oktober 1971. Er waren 5 inschrijvingen.

Een commissie, belast met het onderzoek der ingediende ontwerpen, was van oordeel dat de inschrijving "Rupel-tunnel" de meest geschikte was en bracht als dusdanig advies uit bij de toenmalige Minister van Openbare Werken, J. De Saeger, die met de tijdelijke vereniging een akkoord afsloot die volgende bepalingen bevatte:

- bedrag der werken: 1 559 904 308,- F
- aanvang der werken: 1.3.1972
- uitvoeringstermijn: 45 kalendermaanden
- de omlegging van Zielbeek, Appeldonkbeek en Bosbeek, zijnde 3 beken die door de tunneltoegangen gekruist werden, dienen door de tijdelijke vereniging eveneens uitgevoerd mits het opstellen van verrekkingen.
- Wegens, deze laatste voorwaarde konden de werken niet starten,

daar deze moesten aanvangen op de plaats waar Appeldonkbeek en Zielbeek lagen.

De gevolgen waren:

- het aanvangsbevel der werken werd verschoven van 1.3.1972 naar 1.5.1972
- de uitvoeringstermijn werd 6 maanden langer
- de uitvoering van de werken werd verhoogd van 80 000 720,- Fregeldedewerken tot verlegging dezer beken.

De tijdelijke vereniging is samengesteld uit volgende firma's:

- Ackermans en Van Haaren N.V.
- later omgevormd tot Dredging International N.V.
- Aannemingsmaatschappij C.F.E.
- Pieux Franki N.V.
- Belgische Betonmaatschappij N.V.
- Christiani en Nielsen N.V.

III. Analyse van het ontwerp.

Het ontwerp omvatte volgende delen, zoals weergegeven op het algemeen liggingsplan, figuur 2.

- A. Noordelijke toegang: gevormd door slibwanden met veranderlijke dikte;
- Het instandhouden van de slibwanden werd voorzien door middel van grondankers.
- B. De eigenlijke tunnel, bestaande uit drie delen:
- 1. Het gedeelte onder de Rupel: twee af te zinken elementen met een totale lengte van 198 m.
- 2. Het in situ te bouwen deel op de grond tussen beide waterlopen in open bouwput tussen slibwanden, in stand gehouden door middel van stempels;
- totale lengte: 259 m.
- In die zone is ook voorzien de oprichting van het dienstgebouw.



1. Vue sur les travaux de terrassement dans l'accès nord. Au premier plan, le pont compris dans le complexe des accès de Boom et l'entrée et sortie direction Boom-Bruxelles.

N.B. Voir EXCAVATOR juin 1972 pages 1 à 37 «Projet d'un tunnel à Boom» par M. J.P. DEZANGRE et M. L. MAHIEU

Zie EXCAVATOR juni 1972 blz 1 tot 37 «Ontwerp tot het bouwen van een tunnel te Boom» door d.h. J.P. DEZANGRE en d.h. L. MAHIEU

zijn om deze laatste tegen mogelijke overstroming van de Rupel te vrijwaren.

Daarbij dienden zij er rekening mede te houden dat op de grond tussen beide waterlopen zich een scheepswerf bevond die ononderbroken moest blijven doorwerken.

Ongelukkig genoeg sneed de tunnelas de werf in twee delen: de hal bevond zich westwaarts, de centrale helling oostwaarts van de tunnel. Om die moeilijkheid te ondervangen kreeg de aannemer als opdracht een nieuwe konstruktiehal te bouwen ten oosten van de tunnel vooraleer hij mocht beschikken over de terreinen voor de bouw van de tunnel aldaar.

De aanbesteding had plaats op 6 oktober 1971. Er waren 5 inschrijvingen.

Een commissie, belast met het onderzoek der ingediende ontwerpen, was van oordeel dat de inschrijving "Rupel-tunnel" de meest geschikte was en bracht als dusdanig advies uit bij de toenmalige Minister van Openbare Werken, J. De Saeger, die met de tijdelijke vereniging een akkoord afsloot die volgende bepalingen bevatte:

- bedrag der werken: 1 559 904 308,- F
- aanvang der werken: 1.3.1972
- uitvoeringstermijn: 45 kalendermaanden
- de omlegging van Zielbeek, Appeldonkbeek en Bosbeek, zijnde 3 beken die door de tunneltoegangen gekruist werden, dienen door de tijdelijke vereniging eveneens uitgevoerd mits het opstellen van verrekkingen.
- Wegens, deze laatste voorwaarde konden de werken niet starten,

daar deze moesten aanvangen op de plaats waar Appeldonkbeek en Zielbeek lagen.

De gevolgen waren:

- het aanvangsbevel der werken werd verschoven van 1.3.1972 naar 1.5.1972.
- de uitvoeringstermijn werd gebracht op 47 maanden
- een verrekking ten bedrage van 65 057 720,- Fregeldedewerken tot verlegging dezer beken.

De tijdelijke vereniging is samengesteld uit volgende firma's:

- Ackermans en Van Haaren N.V., later omgevormd tot Dredging International N.V.
- Aannemingsmaatschappij C.F.E.
- Pieux Franki N.V.
- Belgische Betonmaatschappij N.V.
- Christiani en Nielsen N.V.

III. Analyse van het ontwerp.

Het ontwerp omvatte volgende delen, zoals weergegeven op het algemeen liggingsplan, figuur 2.

- A. Noordelijke toegang: gevormd door slibwanden met veranderlijke dikte;
- Het instandhouden van de slibwanden werd voorzien door middel van grondankers.
- B. De eigenlijke tunnel, bestaande uit drie delen:
- 1. Het gedeelte onder de Rupel: twee af te zinken elementen met een totale lengte van 198 m.
- 2. Het in situ te bouwen deel op de grond tussen beide waterlopen in open bouwput tussen slibwanden, in stand gehouden door middel van stempels;
- totale lengte: 259 m.
- In die zone is ook voorzien de oprichting van het dienstgebouw.

3. Het gedeelte onder het Zee-kanaal: één af te zinken element, 138 m lang.

C. Zuidelijke toegang: voorzien als ingraving tussen taluds.

De noordelijke toegang (figuur 3)

Op het algemeen liggingsplan van figuur 2 bemerkt men de oorspronkelijke ligging van het begin van de noordelijke toegang. Vanaf dit punt in de richting Antwerpen was een viadukt voorzien. Later werd beslist, die viadukt te vervangen door een open gleuf, thans in uitvoering. Om (*) echter de tunnel in dienst te kunnen nemen onmiddellijk na zijn afwerking en vóór de open tunnelsleuf klaar was, werden de geplande werken uitgebreid met de in- en uitrit van de verkeerswisselaar te Boom, alsmede met de brug in het toegangscomplex.

Zicht op de grondwerken in de Noordelijke toegang.

Op de voorgrond de brug in het toegangscomplex te Boom en de in- en uitrit richting Boom-Brussel.



(*) Nu voltooid (24 oktober 1983)

II. Soumissions et choix de l'entrepreneur.

Après qu'il avait été décidé de réaliser le croisement des deux voies navigables avec l'autoroute sous forme d'un tunnel, un appel public d'offres fut lancé.

Pour leur soumission, les entrepreneurs devaient eux-mêmes faire l'étude du projet à présenter - ils reçurent néanmoins quelques directives à respecter :

Le profil en long et en travers de l'autoroute et la hauteur libre minima dans le tunnel, le plan d'ensemble, la hauteur des digues à prévoir autour des entrées et sorties du tunnel pour protéger ce dernier contre d'éventuels débordements du Rupel.

En outre ils devaient tenir compte du fait que sur la bande de terrain entre les deux voies navigables se trouvait un chantier naval dont l'activité ne pouvait être interrompue.

Malheureusement l'axe du tunnel coupait le chantier en deux parties : le hall se trouvait à l'ouest, le slipway central à l'est du tunnel. Pour remédier à cette difficulté, l'entrepreneur fut chargé de construire un nouveau hall de montage à l'est du tunnel avant de pouvoir disposer des terrains pour la construction du tunnel en cet endroit.

L'ouverture des soumissions eut lieu le 6 octobre 1971. Il y avait 5 soumissions.

Une commission, chargée de l'examen des soumissions introduites, fut d'avis que la soumission «Rupel-tunnel» était la plus appropriée et porta cet avis au ministre des Travaux Publics de l'époque. J. De Saeger, qui signa avec l'association momentanée une convention qui comprenait les clauses suivantes :

- montant des travaux 1 559 904 308,-F
- début des travaux : 1.3.1972
- délai d'exécution : 45 mois de calendrier

- le détournement de 3 ruisseaux, la Zielbeek, la Appeldonkbeek et la Bosbeek, qui étaient coupés par les accès au tunnel, devait également être exécuté sous forme de décomptes. Cette dernière condition empêchait la mise en route des travaux, puisque ces derniers devaient être entamés à l'endroit où se trouvaient les Appeldonkbeek et la Zielbeek.

Il en résulta que :

- l'ordre d'entamer les travaux fut reculé du 1.3.1972 au 1.5.1972
- le délai d'exécution fut porté à 47 mois
- un décompte au montant de 65 057 720 F règle les travaux pour détournement des ruisseaux.

L'association momentanée se compose des firmes suivantes :

- S.A. Ackermans et Van Haaren, transformée ultérieurement en S.A. Dredging International
- Société d'Entreprises C.F.E.
- S.A. Pieux Franki
- S.A. Société Belge des Bétons S.B.B.M.
- S.A. Christiani & Nielsen

III. Analyse du projet.

Le projet comportait les parties suivantes, comme il est représenté sur le plan de situation général fig. 2 p. 4.

A. Accès nord : formé par des murs emboués d'épaisseur variable ; La stabilité des murs emboués était assurée par des ancrages dans le sol.
B. Le tunnel proprement dit, composé de trois parties :

1. La partie sous le Rupel : deux éléments à échouer, avec une longueur totale de 198 m.

2. La partie à construire sur place sur le terrain entre les deux voies navigables dans une fouille à l'air libre entre des murs emboués maintenus en place par des étançons ; Longueur totale 259 m.

Dans cette zone est aussi prévue la construction du bâtiment de service.

3. La partie sous le Canal Maritime : un élément à échouer, de 138 m de longueur.

C. Accès sud : prévu en déblai entre des talus.

L'accès nord (figure 3)

Sur le plan général de situation figure 2 on remarque la situation prévue à l'origine pour le commencement de l'accès nord. A partir de ce point en direction d'Anvers était prévu un viaduc. On a décidé ultérieurement de remplacer ce viaduc par une tranchée ouverte. Afin de pouvoir toutefois mettre le tunnel en service dès son achèvement et avant que la tranchée ouverte ne soit achevée, on a étendu les travaux projetés par les entrées et sorties de l'échangeur de Boom, ainsi que le pont compris dans le complexe d'accès.

La rampe d'accès est exhaussée sur toute son étendue, excepté à hauteur du pont sur la Vrijheidsstraat, jusqu'à la cote (+ 8,50). Ce niveau est supérieur de plus d'un mètre à la cote la plus haute jamais relevée dans le Rupel.

Font également partie des travaux :

- le détournement de la Bosbeek
- la construction d'un pont dans la Vrijheidsstraat

- la construction d'une station de pompage d'une capacité de 1 000 m³.

Comme les ancrages dans le sol, nécessaires pour la stabilité des murs emboués, ne semblent pas garantir suffisamment cette stabilité, on a décidé de remplacer la partie des murs emboués qui est plus élevée que le terrain naturel par un mur de soutènement classique en béton armé qui présente une stabilité propre suffisante sans ancrages dans le sol.

L'accès sud (figure 4)

Contrairement à l'accès nord, où les terrains disponibles étaient limités à cause des constructions existantes, on peut réaliser ici l'accès par une tranchée, ce qui permet de se passer de murs de soutènement résistant à la poussée du sol.

Du fait que entre le Rupel et l'accès sud se présente le Canal Maritime, ce qui constitue une protection contre les inondations du Rupel, les digues autour de l'accès n'ont été relevées qu'à la cote (+ 4,50), donc 4 m plus bas qu'autour de l'accès nord.

Font également partie des travaux :

- le détournement des Appelbeek et Zielbeek
- le déplacement de la Gansbroekstraat
- la construction d'une station de pompage d'une capacité de 2 500 m³.

LE TUNNEL PROPREMENT DIT

A. Le tunnel construit en place (in situ).

D'après les données du cahier des charges on disposait d'une bande de terrain de 60 m pour construire le tunnel. Ceci pouvait se faire de deux manières : soit en creusant une tranchée avec des parois verticales étançonnées, et en appliquant dans cette tranchée la méthode d'échouage d'éléments préfabriqués ; soit en construisant un tunnel en place. Cette dernière méthode fut choisie pour deux raisons :

- en appliquant la méthode d'échouage on devait à tout prix éviter que l'eau du Rupel ne communique avec l'eau du canal, puisque la première est une rivière à marée à niveau variable : marée haute moyenne (5,21), marée basse moyenne (+0,55), tandis que le second est un canal dont le niveau est maintenu approximativement à la cote (+4,40). Cette servitude aurait exigé des dépenses importantes.



L'ACCES SUD est réalisé par une vaste tranchée qui a nécessité d'importants travaux de rabattement et de terrassement (83.000 m³).

De ZUIDELIJKE INRIT, verwezenlijkt door een uitgebreide ingra-ving dat belangrijke waterkerings- en grondverzetwerken vergde (83.000 m³).



Vue partielle du dispositif de rabattement (21.9.1972). Ci-des-sous, on aperçoit les filtres de grand Ø.

Gedeeltelijk zicht op de waterkeringsinstallatie (21.9.1972). Hier-onder merkt men de grote Ø filters.



Pour implanter l'accès sud, il a fallu détourner les ruisseaux « Appelbeek et Zielbeek » et déplacer la rue Gansbroek-straat.

Om de zuidelijke inrit te bouwen moest overgegaan worden tot het omleggen van de Appelbeek en de Zielbeek en tot het verleggen van de Gansbroekstraat.



La construction de la trémie entre talus (et non entre murs) entraîne un apport d'eau de pluie tel qu'il a fallu porter la capacité de la station de pompage de 1.000 à 2.500 m³.

De bouw van de inrit tussen taluds (en niet tussen muren) heeft een groter regenwater-toevoer tot gevolg, in die mate dat het pompstation van 1.000 tot 2.500 m³ capaciteit moest gebracht worden.

-immédiatement en dessous du fond du tunnel se présente une couche argile épaisse de plus de 2,50 m, qui empêche que l'eau du sous-sol ne pénètre dans le tunnel. La pression de cette nappe phréatique sur le fond du tunnel peut être diminuée par des puits de décharge.

L'eau de ces puits de décharge qui pénètre dans le tunnel et l'eau qui filtre à travers les murs emboués est rassemblée dans un puisard central de 150 m³ de capacité, d'où elle est pompée vers la station de pompage sud.

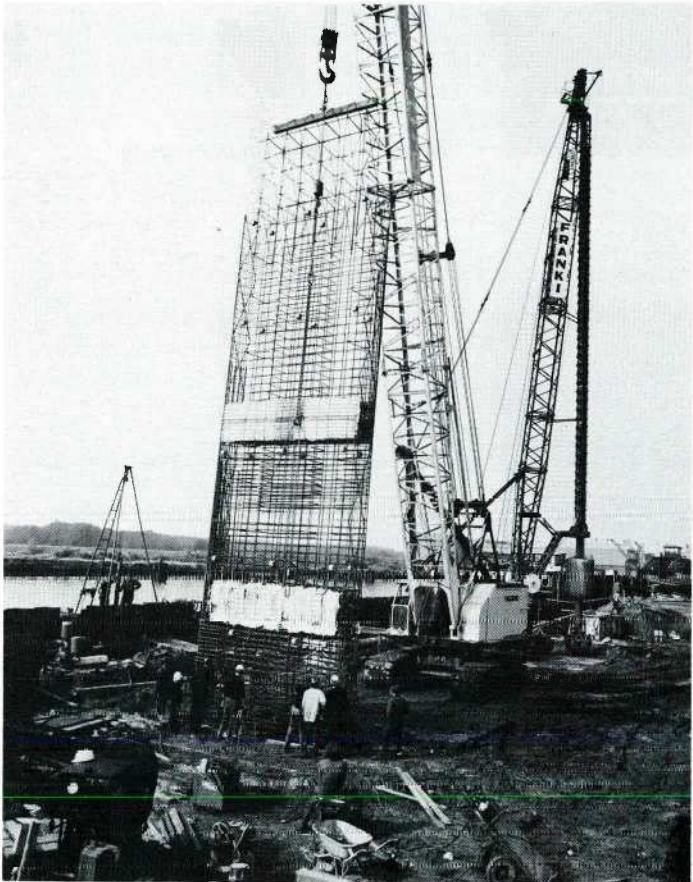
La construction elle-même s'effectua comme suit :

- construction des murs emboués et déblai des terres entre les murs jusqu'à près de 3 m de profondeur.
- bétonnage des poutres longitudinales et transversales supérieures et continuation de l'excavation jusqu'en dessous du niveau de la série de poutres d'étaçonnage suivante
- bétonnage des poutres d'étaçonnage



Ces photos, prises le 30 novembre 1972, permettent d'apprécier les vastes proportions de la trémie sud (photos prises en direction de Bruxelles). Les talus sont à 9 / 4 avec des bermes intermédiaires aux niveaux (0,00) et (-5,30). Cette fouille a servi de cale sèche pour la construction de l'élément n° 1 qui a été immergé dans le canal le 23 mai 1978. La digue sud du canal a alors été remise en état et cette fosse de construction a été asséchée en sorte que les travaux de l'entrée sud du tunnel ont pu débuter fin 1979.

Deze foto's, genomen op 30 november 1972, tonen de grootse afmetingen aan van de zuidelijke toegang (foto's genomen richting Brussel). Taludhelling 9 / 4 met tussenliggende bermes op niveau (0,00) en (-5,30). Deze uitgraving fungeerde als droogdok voor de bouw van element n°1 dat in het kanaal afgezonken werd op 23 mei 1978. De zuidelijke kanaaldijk werd vervolgens hersteld en de uitgraving drooggepompt. Nadien, einde 1979, konden de werken van de zuidelijke toegang tot de tunnel aangevat worden.

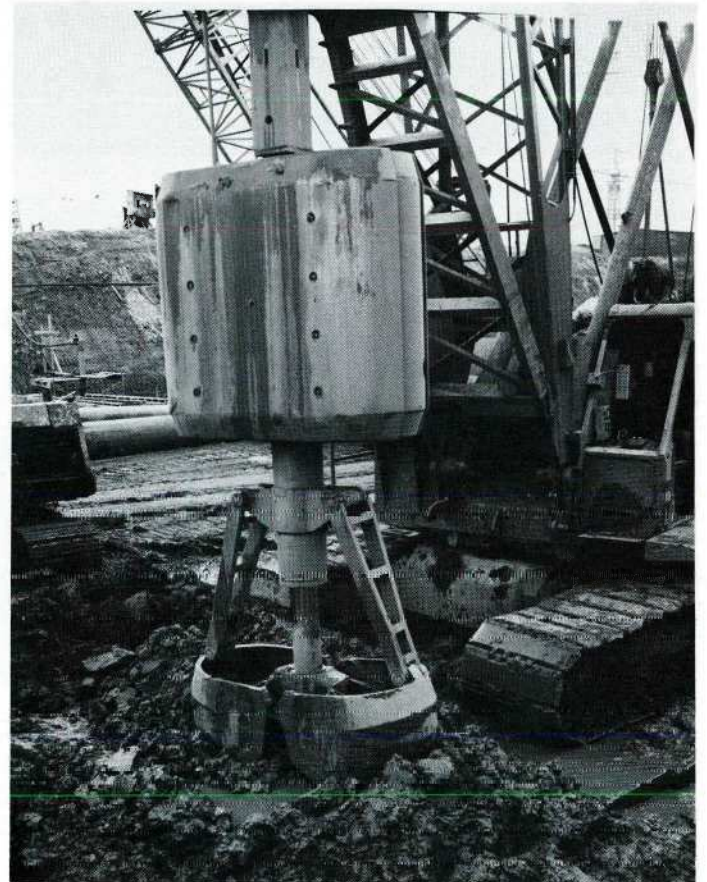


(photo prise le 24.9.1973)

Le tunnel in situ traversant le lambeau de terre séparant le canal maritime du Rupel mesure 259 m de long sur 32,50 m de large. Vu la surface disponible très réduite dont on disposait (± 60 m), on a choisi d'assurer la stabilité des parois de la fouille au moyen de murs emboués. Les parois latérales du tunnel sont donc formées par des murs moulés dans le sol d'une épaisseur de 1 m depuis le niveau (+ 2,50) au niveau de $\pm (-25)$ à $\pm (-27)$. Ci dessus, la descente d'une armature dans la fouille creusée au moyen d'un grappin FRANKI photographié à droite.

(foto genomen op 24.9.1973)

De tunnel in situ steekt het gronddeel over gelegen tussen Zeevaarkanaal en Rupel, en meet 259 m (lengte) op 32,5 m (breedte). Gezien de beperkte breedte van de beschikbare strook (± 60 m), werd gekozen voor stabilisatie van de zijkanen van de uitgraving door middel van slibwanden. De zijwanden van de tunnel bestaan dus uit in de grond gegoten muren van 1 m dikte, van niveau (+2,50) tot niveau $\pm (-25)$ à $\pm (-27)$. Hierboven wordt een wapeningskorf in de sleuf neergelaten. Deze sleuf werd uitgegraven door een FRANKI-grijper zoals op de foto rechts zichtbaar.



(photo prise le 15.1.1975)

(foto genomen op 15.1.1975)



Zicht op Zuidelijke tunnelingang



Zicht op Noordelijke tunnelingang



FIG 4.

1. Vue sur l'entrée sud du tunnel

2. Vue sur l'entrée nord du tunnel

3. Profil en travers accès sud

Terre arable

Terre imperméable

Revêtement en concassés

Bordure en béton

Barrière de sécurité basse en béton

Remblai en terre

Terre arable

Sable de drainage

Tuyau d'évacuation d'eau

Drain « Porosit »

= Dwarsprofiel toegang zuid

= teelaarde

= waterdichte grondspecie

= steenslag verharding

= betonnen kantstrook

= lage betonnen schampboordsteen

= grondaanvulling

= teelaarde

= draineerzand

= waterafvoerbuizen

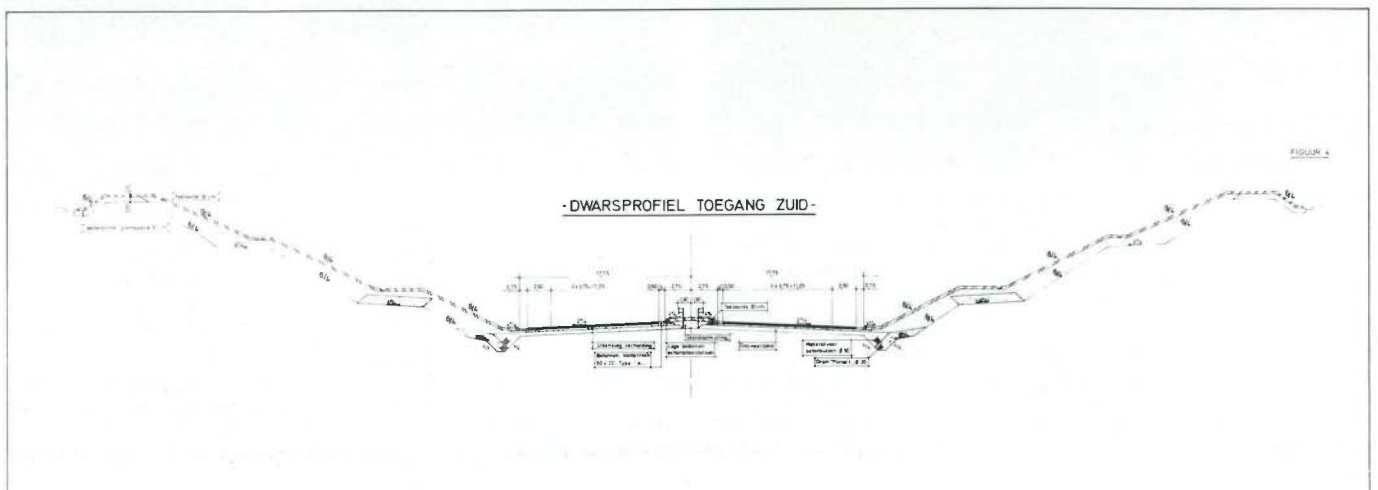
= drain « Porosit »



Zicht op Zuidelijke tunnelingang.



Zicht op Noordelijke tunnelingang.





DE EIGENLIJKE TUNNEL

A. De tunnel "in situ"

Volgens de bepalingen van het bestek beschikte men over een grondstrook van 60 m voor de tunnelbouw. Deze kon ook geschieden op twee wijzen: ofwel door het graven van een sleuf met geschoorde verticale wanden, en in die sleuf de zinkmethode met voorafvervaardigde elementen toepassen; ofwel door in situ een tunnel te bouwen. Deze laatste methode werd verkozen om twee redenen:

Het mogelijk lang de ontlastingsputten en het lekwater door de slijbwallen wordt verzameld in een centrale put met een inhoud van 150 m³, en vandaar weggepompt naar het zuidelijk pompstation.



De bouw zelf geschiedt als volgt: vervaardigen van de slijbwallen, en verwijderen van de gronden tussen de wanden tot een diepte van circa 3 m.

betonnen van de bovenste langs- en dwarsbalken en verder uitgraven tot onder het peil der volgende rij stutbalken

betonnen van de stutbalken

uitgraven tot onder de balkenrij, die later het tunneldak gaan dragen, en betonnen van de balkenrij.

In al die fazen worden de verticale middenbalken mede gebetonneerd. Die zijn als het ware aan de horizontale balken opgehangen.

uitgraven tot onder de tunnelplafond. Betonneren van die vloer en van de twee verticale balkenrijen in het midden. Na verharding van het beton worden door middel van vijzels de middenbalken omhooggestuwd, zodat in die balken druk ontstaat.

betonnen van het dak

aanbrengen van glasalplaten aan buiten- en binnenwanden van de tunnel.

Zicht op het deel tunnel in situ, bestemd voor de rijweg.

Zicht op de balkconstructie tussen het dak en de eigenlijke tunnel.

Zicht op de constructie tussen het dak en de eigenlijke tunnel.

Zicht op de constructie tussen het dak en de eigenlijke tunnel.

Zicht op de constructie tussen het dak en de eigenlijke tunnel.

Zicht op de constructie tussen het dak en de eigenlijke tunnel.

Zicht op de constructie tussen het dak en de eigenlijke tunnel.

Zicht op de constructie tussen het dak en de eigenlijke tunnel.

1. Tunnel construit en place

Profil en long

Rupel

Pertuis routier

Murs emboués

Puisard central

Bâtiment de service

Canal Maritime

2. Profil en travers tunnel construit en place

Mur emboué

Bordure

Béton de propreté

Membrane en plastique

Sable de drainage

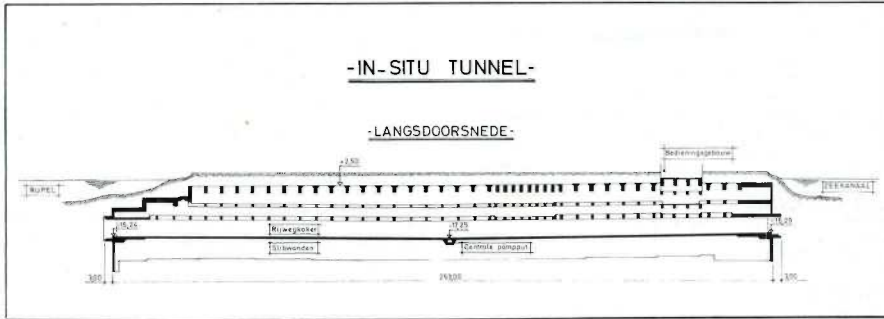
Sable bidim U34

3. Vue sur la partie destinée à la route du tunnel construit en place

4. Vue sur la construction en poutres entre le toit et le tunnel lui-même

- = in-situ-tunnel
- = langdoorsnede
- = Rupel
- = rijwegkoker
- = slijbwallen
- = centrale pompput
- = bedieningsgebouw
- = zeekanaal

- = dwarsprofiel in-situ tunnel
- = slijkwand
- = kantstrook
- = zuiverheidsbeton
- = plasticfolie
- = draineerzand
- = draineerbidum U34



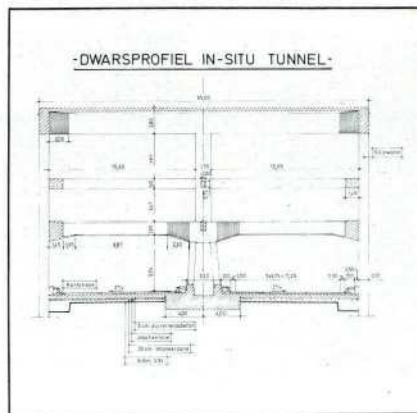
DE EIGENLIJKE TUNNEL

A. De tunnel "in situ"

Volgens de bepalingen van het bestek beschikte men over een grondstrook van 60 m voor de tunnelbouw. Deze kon ook geschieden op twee wijzen: ofwel door het graven van een sleuf met geschoorde verticale wanden, en in die sleuf de zinkmethode met voorafvervaardigde elementen toepassen; ofwel door in situ een tunnel te bouwen. Deze laatste methode werd verkozen om twee redenen:

- bij toepassing van de zinkmethode zou men te allen prijze moeten vermijden dat het Rupelwater met het kanaalwater in verbinding komt, daar de eerste een tijrvierv is met veranderlijk waterpeil: gemiddeld hoog water (5,21), gemiddeld laag water (+ 0,55) en de tweede een kanaal met een waterpeil van circa (+ 4.40). Deze voorzorgen zouden zware uitgaven vergen.
- vlak onder de tunnelbodem is een kleilaag van meer dan 2,50 m aanwezig, die belet dat het grondwater uit de ondergelegen lagen de tunnel zou kunnen binnendringen. De druk van dit grondwater op de tunnelbodem kan door ontlastingsputten laag gehouden worden. Het in de tunnel komende water

dat opstijgt langs die ontlastingsputten en het lekwater door de slijbwallen wordt verzameld in een centrale put met een inhoud van 150 m³, en vandaar weggepompt naar het zuidelijk pompstation.



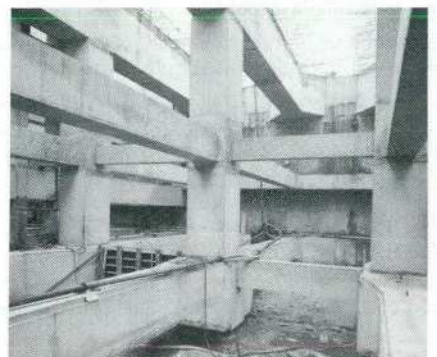
De bouw zelf geschiedt als volgt:

- vervaardigen van de slijbwallen, en verwijderen van de gronden tussen de wanden tot een diepte van circa 3 m.
- betonnen van de bovenste langs- en dwarsbalken en verder uitgraven tot onder het peil der volgende rij stutbalken
- betonnen van de stutbalken
- uitgraven tot onder de balkenrij, die later het tunneldak gaan dragen, en betonnen van de balkenrij.

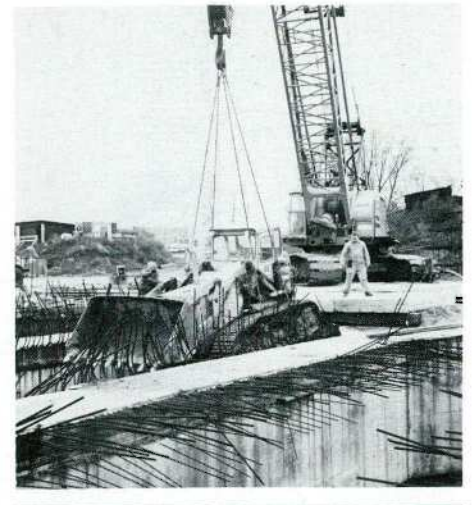
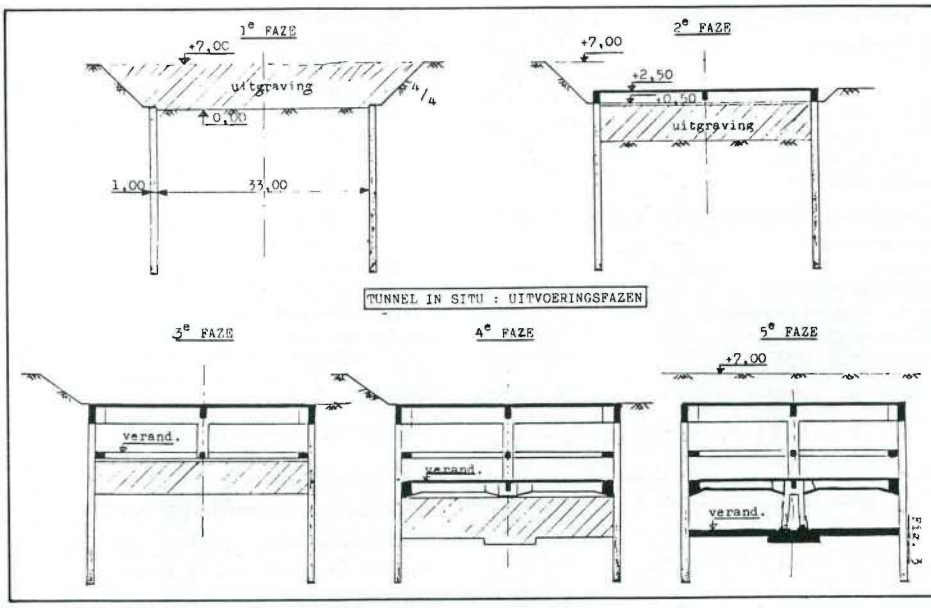
In al die fazen worden de verticale middenbalken mede gebetonneerd. Die zijn als het ware aan de horizontale balken opgehangen.

- uitgraven tot onder de tunnelvloer, betonnen van die vloer en van de twee verticale balkenrijen in het midden. Na verharding van het beton worden door middel van vijzels de middenbalken omhooggestuwd, zodat in die balken druk ontstaat.
- betonnen van het dak
- aanbrengen van glasalplaten aan buiten- en binnenwanden van de tunnel.

Zicht op het deel tunnel in situ, bestemd voor de rijweg.



Zicht op de balkconstructie tussen het dak en de eigenlijke tunnel.



Une fois atteints les 3 mètres de profondeur, on procède à l'enlèvement des terres entre les murs au moyen de bulldozers et de chargeurs descendus dans la fouille.

Illustration des 5 phases d'exécution du tunnel in situ.
La partie hachurée « uitgraving » illustre les 4 phases du déblai.
« verand. » = variable

Eens op 3 meter diepte, begint het wegvoeren van de aarde tussen de muren met behulp van bulldozers en laders, in de uitgraving neegelaten.

Illustratie van de 5 uitvoeringsfazen van de tunnel in situ.
De gearceerde delen duiden de 4 uitgravingsfazen aan.



Une cathédrale enfouie

Construction des murs emboués et déblai du stross entre ceux-ci jusqu'à près de 3 m de profondeur. On procède ensuite au bétonnage des poutres longitudinales et transversales supérieures.

La terre continue à être enlevée jusqu'en dessous du niveau de la série des poutres d'étaie suivantes.

Dans ces phases, les poutres verticales sont, en quelque sorte, suspendues aux poutres horizontales. On voit nettement, derrière le bulldozer et le chargeur, les fers à béton en attente destinés aux poutres verticales et dépassant de la face inférieure des poutres horizontales.

Een ingegraven kathedraal

Bouw van de slipwanden en verwijderen van de gronden tussen de wanden tot een diepte van circa 3 m. Vervolgens betonneert men de bovenste langs- en dwarsbalken. De aarde wordt verder uitgegraven tot onder het peil der volgende rij stutbalken.

In deze fazen worden de verticale middenbalken als het ware aan de horizontale balken opgehangen. Achter de bulldozer ziet men duidelijk de vrije betonijzers, bestemd voor de verticale balken, die aan de onderkant van de horizontale balken uitsteken.



Vue sur la construction en poutres entre le toit et le tunnel lui-même. (15.1.1975) La poutre visible tout au bas de la photo est celle du toit du tunnel routier.

Zicht op de balkconstructie tussen het dak en de eigenlijke tunnel (15.1.1975). Een balk van het dak van de wegentunnel is juist zichtbaar onderaan de foto.

-excavation jusqu'en dessous de la série de poutres qui portera plus tard le plafond du tunnel et bétonnage de cette série de poutres.

Dans toutes ces phases les poutres verticales du milieu sont bétonnées simultanément. Elles sont en quelque sorte suspendues aux poutres horizontales.

-excavation jusqu'en dessous du plancher du tunnel, bétonnage de ce plancher et des deux rangées de poutres verticales du milieu. Après durcissement du béton les poutres du milieu sont soulevées par des vérins, de manière à mettre ces poutres en compression

-bétonnage du plafond

- application des plaques glasal aux parois intérieures et extérieures du tunnel.

Ces différentes phases sont illustrées page 14.

B. Les éléments de tunnel échoués

Les trois éléments se présentent intérieurement et extérieurement avec les mêmes formes : seule leur longueur est différente. Chaque élément est bétonné en blocs de 15 m de longueur, et chaque bloc en trois phases ; d'abord la plaque du sol, ensuite les éléments montants et enfin le plafond.

Le bétonnage de ces éléments se fait alternativement pour limiter le plus possible le retrait du béton.

L'étanchéité de la plaque de sol est assurée par des plaques d'acier de 6 mm d'épaisseur qui sont soudées l'une à l'autre jusqu'à former des surfaces d'à peu près 50 m², qui sont posées sur le fond de la cale sèche. Les diverses plaques furent réunies entre elles par des joints étanches et élastiques.

L'étanchéité des parois latérales des éléments est assurée par une chape asphaltique, qui se compose de deux couches de roofing en fibres d'alcool-polyvinyle et trois couches de collage de bitume chaud, recouvertes d'une couche de glissement de bitume non soufflé. Sur le toit des éléments la membrane étanche se compose également de deux couches de roofing de même composition et de trois couches de bitume chaud, qui sont toutefois recouvertes d'une couche de mortier de ciment d'1 à 2 cm d'épaisseur, protégée à son tour par une couche de béton épaisse de ± 13 cm et légèrement armée, à cause du risque d'avaries causées par la navigation.

Pour que les éléments puissent flotter et être remorqués, les deux bouts furent fermés par des cloisons d'about, qui se composaient d'une plaque de 25 cm d'épaisseur en béton armé, qui était soutenue par des profils en acier, placés verticalement à 1,50 m d'entredistance. Dans les cloisons terminales étaient prévues deux portes, ainsi que des passages pour les canalisations, qui étaient nécessaires pour pouvoir lors de l'échouage vider l'intervalle entre les cloisons d'about.

Afin de réaliser après l'opération d'échouage une liaison étanche entre les parties du tunnel, leur extrémité est garnie sur tout le pourtour d'un profil métallique ancré dans le béton, dénommé « acier plat de jointure ».

Outre ce joint, chaque bout primaire (c.à.d. l'extrémité nord de l'élément de tunnel 1 et l'extrémité sud des éléments de tunnel 2 et 3) est munie d'un joint en caoutchouc synthétique, qui garnit également toute la circonférence.

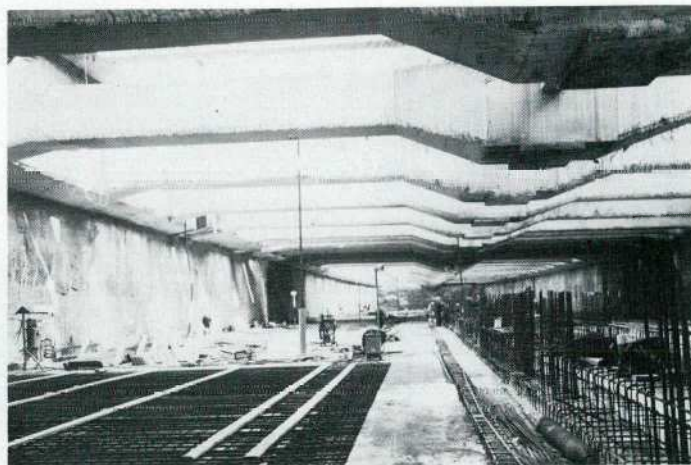
Après que le tunnel construit en place a été équipé de cloisons étanches et d'un acier plat de jointure, l'ordre des travaux préparatoires et de l'opération d'échouage elle-même est le suivant :

- le dragage à profondeur de la tranchée d'échouage
- la mise en place des blocs de fondation où prendront appui les appuis secondaires provisoires



(photo prise le 27 mai 1977)
 Pour implanter le tunnel in situ, il a fallu déblayer environ 208.000 m³ de matériaux de natures très diverses et pratiquement imprévisibles.
 Le volume de béton pour les murs emboués est de l'ordre de 19.300 m³.

(foto genomen op 27 mei 1977)
 Voor de bouw van de tunnel in situ was het nodig ongeveer 208.000 m³ gronden van diverse en praktisch onvoorzienbare aard uit te graven.
 Het betonvolume voor de slibwanden bedraagt ongeveer 19.300 m³.



Octobre 1976: Vue sur la partie destinée à la route du tunnel construit in situ qui a nécessité la mise en œuvre de 18.000 m³ de béton armé.

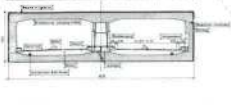
Oktober 1976: Zicht op het deel tunnel in situ, bestemd voor de rijweg. Dit deel vergde 18.000 m³ gewapend beton.



(photo prise fin 1975)
 La nature capricieuse du sous-sol a été, entre autres, la cause de certaines de ces nombreuses difficultés, des retards et dépenses supplémentaires auxquels ont été confrontées les diverses entreprises ainsi que toutes les instances concernées et auxquels M. V. VAUTMANS, chef de cabinet du Ministre des Travaux Publics M. L. OLIVIER, a fait allusion dans le discours qu'il a prononcé lors de la mise en service du tunnel, le 24 juin 1982.

(foto genomen eind 1975)
 De grillige aard van de ondergrond was, onder andere, de oorzaak van sommige van de talrijke moeilijkheden, uitstellen en bijkomende kosten, aan dewelke de verschillende ondernemingen en al de betrokken instanties het hoofd moesten bieden. Het is op deze moeilijkheden dat de Heer V. VAUTMANS, kabinetschef van de Heer L. OLIVIER, Minister van Openbare Werken, toespeelde in zijn toespraak bij de indienststelling van de tunnel, op 24 juni 1982.

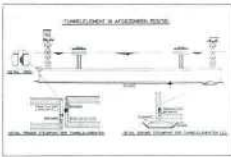
DWARSPROFIEL GEZONKEN TUNNELELEMENT



B. De gezonken tunnel-elementen

De drie elementen hebben dezelfde innerlijke en uiterlijke vormgeving; alleen hun lengte verschilt. Ieder element is gebetonneerd in moten van circa 15 m lengte, en iedere moot in drie fasen; eerst de vloerplaat, dan de opstandselementen en uiteindelijk het dak.

Het betonneren van die elementen geschiedde alternatief om de krimp van het beton zo gering mogelijk te houden.



afgedekt echter met een 1 à 2 cm dikke laag cementmortel, en vervolgens beschermd door een ± 13 cm dikke, licht gewapende betonlaag, omwille van het risico van beschadiging door de scheepvaart.

Om de elementen te kunnen doen vloten en te kunnen verslepen, werden hun twee uiteinden met kopschotten afgesloten, die bestonden uit een 25 cm dikke plaat in gewapend beton, die gesteund werd door stalen profielen, vertikaal geplaatst op een tussenafstand van 1,50 m. In

1. Profil en travers type d'un élément de tunnel immergé

- Béton de protection
- Revêtement ignifuge PYROK
- Membrane imperméable
- Couche de glissement
- Bordure
- Béton
- Trottoir
- Passage de secours
- Niche de sécurité

2. Élément de tunnel en position immergée

- Détail d'un joint
- Extrémité du tunnel construit en place bout secondaire TE2
- Console supérieure
- Console inférieure
- Bout primaire TE 1, 2 ou 3
- Détail d'un point d'appui primaire des éléments du tunnel
- Vérin hydraulique
- Broche Ø 315 mm
- Bloc de fondation
- Détail d'un point d'appui secondaire des éléments de tunnel 1, 2, 3
- Concassés

3. Élément de tunnel, bétonné dans la cale sèche.

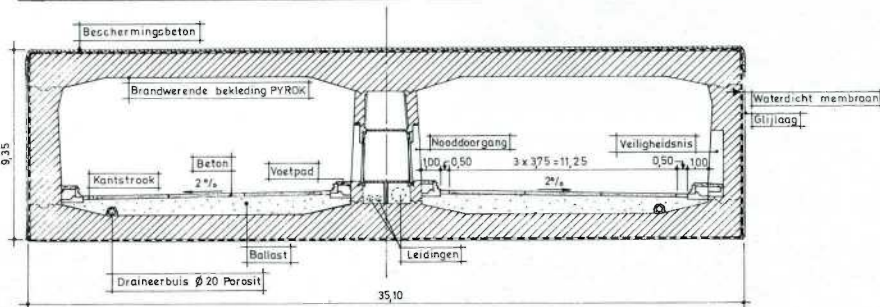
= Dwarsprofiel gezonken tunnelement

- = beschermingsbeton
- = brandwerende bekleding PYROK
- = waterdicht membraan
- = glijlaag
- = kantstrook
- = beton
- = voetpad
- = nooddoorgang
- = veiligheidsnis

= Tunnelement in afgezonken positie

- = détail voeg
- = uiteinde in-situ tunnel
- = bovenconsole
- = onderconsole
- = primair einde TE 1, 2 of 3
- = détail primair steunpunt
- = hydraulische vijzel
- = Pen Ø 315 mm
- = fundatieblok
- = détail sekund. steunpunten
- = steenslag

-DWARSPROFIEL GEZONKEN TUNNELELEMENT-



B. De gezonken tunnel-elementen

De drie elementen hebben dezelfde innerlijke en uiterlijke vormgeving; alleen hun lengte verschilt. Ieder element is gebetonneerd in moten van circa 15 m lengte, en iedere moot in drie fasen; eerst de vloerplaat, dan de opstandselementen en uiteindelijk het dak.

Het betonneren van die elementen geschiedde alternatief om de krimp van het beton zo gering mogelijk te houden.

De waterdichtheid van de bodemplaat is verzekerd door 6 mm dikke staalplaten, die, aaneengelast tot oppervlakten van ± 50 m², op de bodem van het droogdok gelegd werden. De verschillende platen werden met waterdichte, elastische voegen onderling verbonden.

De waterdichtheid van de zijwanden van de elementen is verzekerd door een asfaltrok, bestaande uit twee lagen polyvinylalkoholvezelroofing en drie kleeflagen warm bitumen, afgedekt met een glijlaag van niet geblazen bitumen.

Op het dak van de elementen bestaat het waterdicht membraan eveneens uit twee lagen polyvinylalkoholvezelroofing en drie lagen warm bitumen,

afgedekt echter met een 1 à 2 cm dikke laag cementmortel, en vervolgens beschermd door een ± 13 cm dikke, licht gewapende betonlaag, omwille van het risico van beschadiging door de scheepvaart.

Om de elementen te kunnen doen vloten en te kunnen verslepen, werden hun twee uiteinden met kopschotten afgesloten, die bestonden uit een 25 cm dikke plaat in gewapend beton, die gesteund werd door stalen profielen, vertikaal geplaatst op een tussenafstand van 1,50 m. In

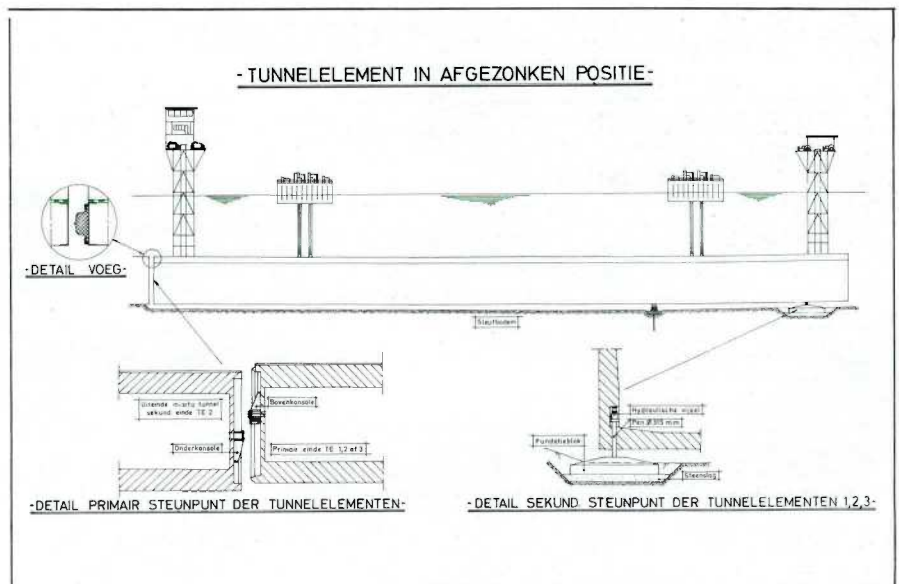


Tunnelement, gebetonneerd in het droogdok.

de kopschotten waren twee deuren voorzien, evenals doorgangen voor de leidingen, die nodig waren om bij het afzinken de ruimte tussen de kopschotten te kunnen leegpompen.

Om na de zinkoperatie een hermetische verbinding tussen de tunneldelen tot stand te brengen is hun uiteinde over gans de omtrek voorzien van een in het beton verankerd metalen profiel, het zogenaamde "voegvlakstaal".

Buiten de voeg is elk primair uiteinde (dit is het noordelijk uiteinde van tunnel-element 1 en het zuidelijk uiteinde van de elementen 2 en 3) voorzien van een voeg uit syntetisch rubber, die eveneens over de ganse omtrek loopt.





Vue prise du sud en direction du nord (Anvers) le 15.3.1973.
A l'avant plan, la fouille (future trémie de l'accès sud) qui servira comme fosse de construction pour l'élément n° I destiné à la traversée du canal maritime. Le chantier naval avec sa cale sèche et son slip way sont, à ce moment, encore en place sur la rive nord du Rupel.

Zicht vanaf het zuiden, richting Noord (Antwerpen) op 15.3.1973.
Op de voorgrond, de uitgraving (toekomstige trechter van de zuidelijke toegang) die dienst zal doen als bouwput voor element n° 1, bestemd voor de overstek van het Zeevaarkanaal. Op de noorderoever van de Rupel zijn de scheepswerven met droog dok en slipway nog duidelijk zichtbaar.



L'élément n° I est bien visible à l'avant plan. (photo du 25.2.1974).
Au nord du canal, on distingue le tunnel in situ. Sur la rive nord du Rupel, le chantier naval a fait place à une vaste fouille qui servira d'abord de cale sèche pour y construire les éléments du tunnel n° II et n° III et ensuite de trémie d'accès nord au tunnel (80.000 m³ en déblai).

Element n° I is goed zichtbaar op de voorgrond (foto op 25.2.1974)
Ten noorden van het kanaal ziet men de tunnel in situ. Op de noorderoever van de Rupel hebben de scheepswerven plaats gemaakt voor een uitgebreide uitgraving. Deze zal eerst als droogdok dienst doen om er tunnel-elementen n° II en III te bouwen, alvorens als noordelijke toegang te fungeren (80.000 m³ afgegraven grond).



Vue prise du nord en direction du sud (Bruxelles) le 21.2.1974.
De bas en haut, nous voyons successivement :
- La fouille où sont construits les éléments II et III,
- le Rupel, où ces 2 éléments seront immergés,
- le batardeau nord du tunnel in situ,
- le tunnel in situ,
- le canal maritime,
- l'élément n° I sur la rive sud de ce canal.

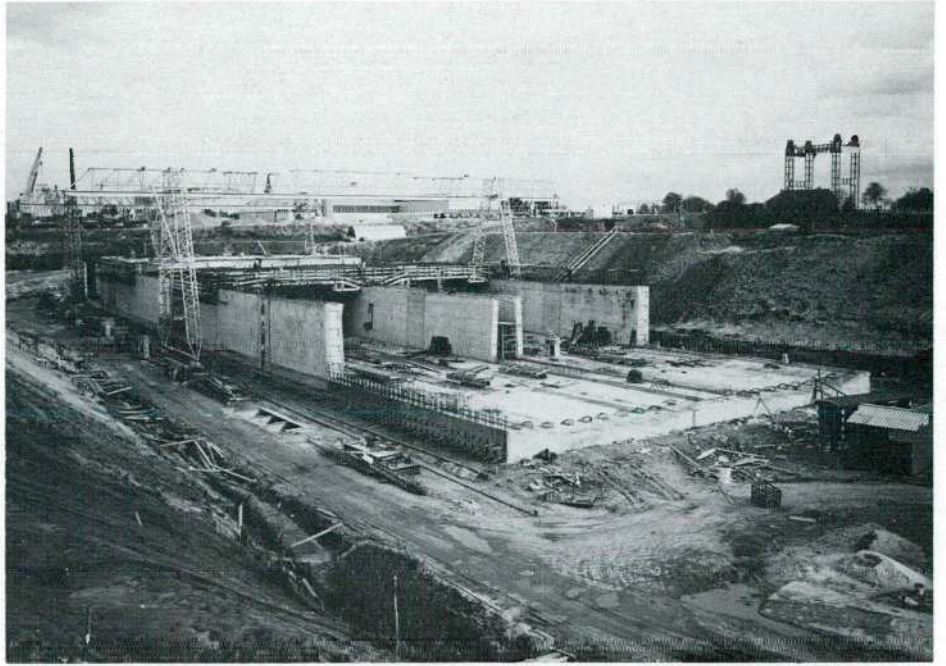
Zicht vanuit het noorden, richting Zuid (Brussel) op 21.2.1974.
Van voor naar achter (beneden naar boven op de foto) zien wij opeenvolgend :
- de uitgraving waar elementen II en III gebouwd worden,
- de Rupel, waar deze twee elementen zullen afgezinken worden,
- het noordelijk kopschot van de tunnel in situ,
- de tunnel in situ,
- het zeevaarkanaal
- element I op de zuidelijke oever van dit kanaal.

L'élément n° 1, destiné à être immergé dans le canal maritime, en construction (le 22 octobre 1973) dans sa cale sèche sur la rive sud du canal.

Sa longueur est de 138,097 m, ce qui, à ce moment constituait un record de longueur.

Element n° 1, bestemd tot afzinken in het zeevaarkanaal, is in opbouw in het droogdok op de zuidelijke kanaaloever (22 oktober 1973).

De lengte van dit element bedraagt 138,097 m, hetgeen op dat ogenblik een lengterekord uitmaakte.



A l'avant plan; la cale sèche a été mise sous eau.

Les 2 tours de contrôle pour l'immersion de l'élément n° 1 sortent de l'eau. Dans le canal maritime, la drague à godets «YZER» creuse la fouille destinée à recevoir l'élément n° 1. En bordure du canal, juste à gauche de la drague, se dresse la tour d'injection de sable. La rangée supérieure des poutres transversales étançant les murs emboués du tunnel in situ sont clairement visibles.

Op de voorgrond werd het droogdok onder water gezet. De twee richttorens voor het afzinken van element 1 steken boven het water uit.

In het Zeevaarkanaal graaft emmerbaggermolen «IJZER» de sleuf bestemd voor element 1. Op de oever van het kanaal ziet U, juist links van de bagger, de zandspoeltoren. De bovenste rij dwarsbalken-schoren voor de sliwbanden van de tunnel in situ zijn hier duidelijk zichtbaar.



Mai 1978

L'élément n° 1 a été immergé dans le canal maritime le 23 mai 1978.

Le plafond du tunnel in situ a été recouvert. En bordure de la rive nord du canal se dresse le bâtiment de service. A l'arrière plan sur la rive nord du Rupel, les éléments II et III sont «à l'eau».

Mei 1978

Element 1 werd afgezonken in het Zeevaarkanaal op 23 mei 1978.

Tunnel in situ kreeg een dakbedekking. Langs de noorderoever van het kanaal is het dienstgebouw opgericht. Op de achtergrond, op de noorderoever van de Rupel, zijn elementen II en III «te water».





(Photo prise le 24.4.1975)
La construction de la cale sèche nord a nécessité la déviation du cours du Bosbeek et la démolition d'importants bâtiments.

(Foto genomen op 24.4.1975)
De bouw van droogdok Noord vergde de verlegging van de Bosbeek en de afbraak van belangrijke gebouwen.

- le remplissage d'eau des tanks de ballast
- l'enlèvement par dragage de la digue entre la fouille de construction de l'élément et la tranchée d'échouage
- la vidange partielle des tanks de ballast, de manière à faire flotter l'élément
- le déplacement de l'élément flottant jusqu'à son endroit d'échouage
- le remplissage à niveau des tanks de ballast; l'élément coule; l'opération est bien maîtrisée parce que la descente se fait en donnant du mou à des câbles, fixés à l'élément et guidés par deux pontons flottants;
- après que l'élément a trouvé appui sur ses appuis provisoires, on effectue le réglage définitif de sa position en plan et en niveau;

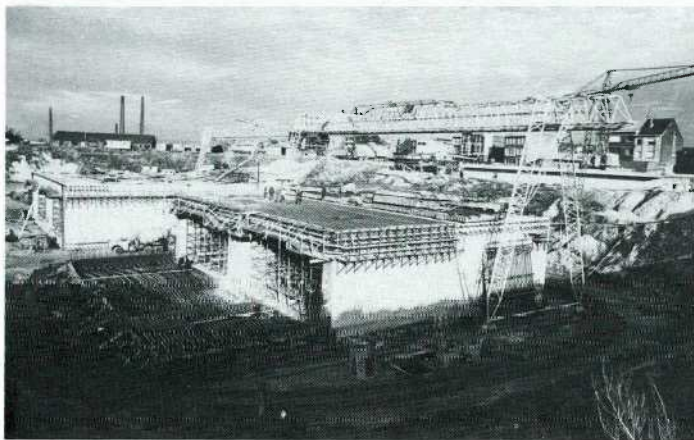
- vidange par pompage de l'eau qui se trouve entre les cloisons d'about, ce qui produit une pression ferme contre le tunnel construit en place;
- remplissage de l'espace vide sous la plaque de sol du tunnel et la tranchée draguée, enlèvement des points d'appui provisoires;
- remblayage des intervalles le long et au-dessus de l'élément, réfection de la digue entre la fouille de construction et la voie navigable, démolition des cloisons d'about.

Ce mode de travail, décrit pour l'élément 1, s'applique également à l'élément II, à l'exception du dernier point, et s'applique également à l'élément III, qui prend toutefois appui contre l'élément II et non contre le tunnel construit en place. Après l'échouage des

éléments II et III on effectue aussi l'injection en dessous avec du sable, la réfection de la digue du Rupel et la démolition des cloisons d'about.

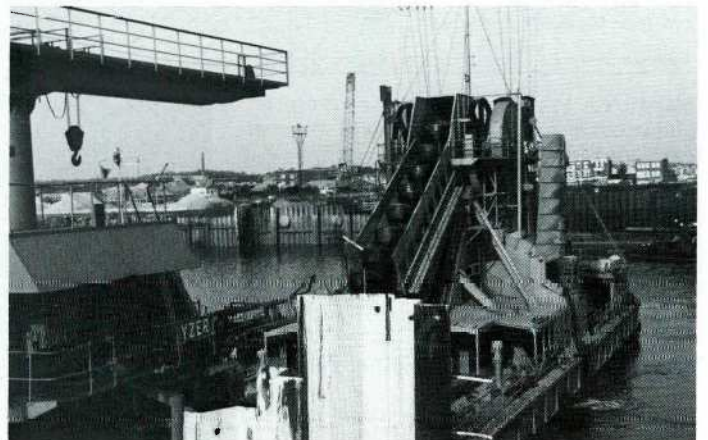
IV. Quelques données statistiques

- Béton armé et précontraint dans les éléments du tunnel 45 000 m³
- Travaux de dragage dans le Rupel et le Canal Maritime 960 000 m³
- Fouilles pour le tunnel construit en place 208 000 m³
- Béton pour murs emboués du tunnel construit en place 19 300 m³
- Béton armé pour le tunnel construit en place 18 000 m³
- Terrassements pour l'accès nord 80 000 m³
- Terrassement pour l'accès sud 83 000 m³



Les éléments de tunnel n° II et III (99,772 m et 98,301 m de long) en construction sur la rive nord du Rupel (janvier 1975).

Tunnelementen II en III (lengte 99,772 en 98,301 m) in aanbouw op de noorderoever van de Rupel (januari 1975).



Les travaux de dragage ont été exécutés en partie par la drague cutter «RENAISSANCE» et la drague à godets «YZER», illustrée ci-dessus. Il a fallu draguer 960.000 m³ dans le Rupel et dans le canal.

De baggerwerken werden uitgevoerd, deels door de cutterzuiger «RENAISSANCE», deels door de emmerbaggermolen «IJZER» hierboven afgebeeld. 960.000 m³ dienden weggebaggerd te worden in de Rupel en in het kanaal.

De voorbereidende werkzaamheden en de operatie van het eigenlijk afzinken zijn, nadat aan de in situ tunnel eveneens waterdichte kopschotten en voegvlakstaal aangebracht zijn :

- het uitbaggeren van de zinksleuf ;
- het plaatsen van funderingsblokken waar de tijdelijke sekundaire steunen zullen komen ;
- het vullen van de ballasttanks met water ;
- het wegbaggeren van de dijk tussen de bouwput van het element en de zinksleuf ;
- het gedeeltelijk leegpompen van de ballasttanks, zodat het element gaat vlotten ;

De voorbereidende werkzaamheden en de operatie van het eigenlijk afzinken zijn, nadat aan de in situ tunnel eveneens waterdichte kopschotten en voegvlakstaal aangebracht zijn :

- het uitbaggeren van de zinksleuf ;
- het plaatsen van funderingsblokken waar de tijdelijke sekundaire steunen zullen komen ;
- het vullen van de ballasttanks met water ;
- het wegbaggeren van de dijk tussen de bouwput van het element en de zinksleuf ;
- het gedeeltelijk leegpompen van de ballasttanks, zodat het element gaat vlotten ;

IV. Enkele statistische gegevens.

Gewapend voorgespannen beton in de tunnelelementen 45 000 m³

Baggerwerken in Rupel en Zeevaartkanaal 960 000 m³

Uitgravingen bij de in situ tunnel 208 000 m³

Beton voor slibwanden van de in situ tunnel 19 300 m³

Gewapend beton voor tunnel in situ 18 000 m³

Grondwerken in noordelijke toegang 80 000 m³

Grondwerken in zuidelijke toegang 83 000 m³

1. *Elément de tunnel, équipé de tours de guidage et de pontons, prêt à être échoué.*

2. *Vue des travaux du tunnel*

A l'avant-plan : les éléments II et III, dont II est encore en cours de construction.

A l'arrière-plan : la rangée supérieure des poutres transversales qui étançonneront les murs emboués du tunnel construit in place, et qui porteront le plafond du tunnel dans une phase ultérieure.

N.B. : Une description détaillée des procédés d'immersion et d'injection de sable a été donnée dans notre numéro de mai 1969 consacré au tunnel Kennedy à Anvers.

N.B. : Een gedetailleerde beschrijving van de afzinkoperaties en de zandonderspoeling werd opgenomen in ons nummer van mei 1969 handelend over de Kennedytunnel te Antwerpen.

De voorbereidende werkzaamheden en de operatie van het eigenlijk afzinken zijn, nadat aan de in situ tunnel eveneens waterdichte kopschotten en voegvlakstaal aangebracht zijn :

- het verslepen van het element tot aan de plaats van afzinken ;
- het opnieuw vullen van de ballasttanks ; het element zinkt ; de operatie wordt in de hand gehouden omdat het afzinken geschiedt door viering van kabels, verbonden aan het element en geleid op twee drijvende pontons ;
- nadat het element steun gevonden heeft op zijn voorlopige steunen, geschiedt de definitieve plaatsregeling in grondplan en hoogte ;
- wegpompen van het water dat zich bevindt tussen de kopschotten ; waardoor een vaste aandrukking tegen de in situ tunnel ontstaat ;

- opvullen van de ledige ruimte tussen de onderkant van de tunnel en de uitgebaggerde sleuf, verwijderen van de voorlopige steunpunten ;
- aanvullen van de sleuven langs en boven het element, herstellen van de dijk tussen bouwput en waterloop, wegbreken van de kopschotten.

Bovenstaande werkwijze, beschreven voor element I, geldt ook voor element II, behalve het laatste punt, en geldt ook voor element III, dat echter zijn aansluiting krijgt tegen element II in plaats van tegen de tunnel in situ.

Na het afzinken der elementen II en III geschiedde eveneens het onderspoelen met zand, het herstellen van de Rupeldijk en het uitbreken van de kopschotten.

IV. Enkele statistische gegevens.

- Gewapend en voorgespannen beton in de tunnelelementen 45 000 m³
- Baggerwerken in Rupel en Zeevaartkanaal 960 000 m³
- Uitgravingen bij de in situ tunnel 208 000 m³
- Beton voor slibwanden van de in situ tunnel 19 300 m³
- Gewapend beton voor tunnel in situ 18 000 m³
- Grondwerken in noordelijke toegang 80 000 m³
- Grondwerken in zuidelijke toegang 83 000 m³



Tunnelement, uitgerust met richttorens en pontons, klaar voor afzinken.



Overzicht der tunnelwerkzaamheden. Op de voorgrond : elementen II en III waarbij II nog in opbouw is. Op de achtergrond : de bovenste rij dwarsbalken die de slibwanden van de in situ tunnel schoren, en in een verdere fase het tunneldak zullen dragen.



*(Photo prise le 5.5.1980)
L'élément III est équipé pour l'opération d'échouage. Celle-ci sera brillamment effectuée le 24.6.1980. Rappelons que l'élément n° II avait été immergé le 11.3.1980. L'échouage de l'élément III a été particulièrement bien mené et le temps qu'il a pris a été le plus court jamais réalisé en Belgique.*

*(Foto genomen op 5.5.1980)
Element III is uitgerust voor het afzinken. Op 24.6.1980 zal de afzinkoperatie schitterend verlopen. Ter herinnering: element II werd op 11.3.1980 afgezonken. De plaatsing van element III werd bijzonder goed geleid, en in de kortste tijd ooit in België verwezenlijkt.*



Vue rapprochée de la tour secondaire installée sur l'élément n° III.

Zicht van dichtbij op de sekundaire toren op element III vastgebouwd.



Ci-dessus, mise en place de la tour d'injection de sable sur l'élément II. A droite, «SAND JETTING» sous l'élément n° II.

Hierboven, plaatsing van de zandspoeltoren op element II. Rechts, «SAND JETTING» onder element II.



Le 11 mars 1980, l'élément II (99,772 m de long) a été immergé avec succès sous le lit du Rupel.
La photo, prise ce jour là, illustre de bas en haut; l'extrémité nord du tunnel in situ, l'élément n° II totalement équipé, prêt à être échoué et sur la rive nord du Rupel, la fosse de construction avec l'élément n° III en attente.
Les travaux de dragage et les opérations d'immersion dans le Rupel ont été exécutés dans des conditions plus difficiles que celles existant pour le canal.
Le Rupel est en effet une rivière à marées et charrie d'importantes masses de vase.

Op 11 maart 1980 werd element II (99,772 m lang) met succes onder de bedding van de Rupel afgezonken.
De foto, die dag getrokken, toont, van voor naar achter (van beneden naar boven op de foto): het noordelijk uiteinde van de tunnel in situ, element II, volledig uitgerust, gereed voor het afzinken; en, op de noordelijke oever van de Rupel, de bouwput met element 3 in afwachting.
Baggerwerken en afzinkoperatie in de Rupel gebeurden in moeilijker omstandigheden dan deze in het kanaal. De Rupel is namelijk een tijrvier en belangrijke massas slib stromen er in mee.

EQUIPEMENT ELECTROMECHANIQUE

Aperçu général

L'équipement électromécanique du tunnel du Rupel à Boom a été conçu et réalisé sous la direction de l'Administration de l'Electricité et de l'Electromécanique, direction d'Anvers.

L'équipement électromécanique comprend les dispositifs d'alimentation en électricité, l'éclairage du tunnel et des accès, les postes téléphoniques de secours, la signalisation dépendant du trafic ou permanente, le circuit T.V. en circuit fermé pour la surveillance de la circulation et le réseau de télécommunications.

Alimentation en électricité

Une alimentation électrique à l'abri de toute panne est de la plus haute importance pour l'usager de la route.

Une interruption de courant qui provoquerait une interruption brusque de l'éclairage et de la signalisation routière peut causer de graves accidents.

Les stations de pompage et la ventilation ne peuvent subir aucune interruption.

En dressant le projet de l'équipement électrique on a donc veillé à garantir la continuité de service optimale pour les divers équipements, compte tenu de leur fonction et de leur influence sur la sécurité.

En ce qui concerne l'alimentation on peut distinguer entre :

- le raccordement au réseau de la société distributrice
- le groupe générateur de secours
- le groupe no-break.

Le raccordement au réseau de distribution se fait par 3 câbles haute tension indépendants de 10 kV pour alimenter le poste de transformation.

Lorsque la tension vient à manquer sur un câble H.T., l'alimentation est automatiquement et en 0,2s transférée au deuxième ou au troisième câble.

Afin qu'en cas d'interruption de courant sur le réseau H.T. du distributeur les parties vitales des stations de pompage, l'éclairage du tunnel et la ventilation puissent être alimentés on a prévu un groupe générateur de secours. Celui-ci se met en marche dès que le réseau H.T. est défaillant et ne peut fournir de courant qu'après une interruption d'environ 10s.

Du fait qu'une interruption de 10s n'est pas admissible pour certains équipements d'importance vitale, un groupe no-break assure leur alimentation ininterrompue.

Poste de transformation H.T.

Le poste de transformation H.T. comprend 4 transformateurs de 800 kVA.

Ceux-ci alimentent sous une tension de 3 x 3880/220V les tableaux basse tension, qui sont installés dans le local des tableaux de distribution. De ce local partent les câbles qui alimentent les divers équipements électromécaniques et mécaniques du tunnel.

Groupe générateur de secours

Le groupe générateur de secours de compose d'un moteur diesel et d'un alternateur de 1000 kVA. Le groupe peut fournir durant un temps illimité l'énergie électrique nécessaire pour les appareils connectés à l'alimentation no-break, l'éclairage du tunnel jusque et y compris le régime «sombre», la moitié des ventilateurs et 1 pompe de chaque station de pompage.

Le groupe no-break

Le groupe no-break consiste en un groupe moteur-générateur synchrone et des batteries. Ce groupe peut pendant 30 min. fournir 150 kVA et alimente les équipements suivants :

- l'éclairage de nuit dans le tunnel
- l'éclairage du bâtiment de service
- les signaux de sécurité
- l'installation téléphonique
- l'installation T.V.
- les appareils de mesure
- les circuits auxiliaires
- les signaux sur le tableau de commande.

Eclairage du tunnel

L'éclairage dans le tunnel comprend un éclairage de nuit d'environ 160 lux et un éclairage de jour réglable, réparti sur quatre régimes d'éclairage possibles. Ces régimes d'éclairage assurent que l'éclairement dans l'entrée du tunnel atteint environ 1/10 de l'éclairement de jour du moment à l'extérieur du tunnel. De cette façon un conducteur de voiture qui approche du tunnel peut encore remarquer à temps des obstacles éventuels dans l'entrée du tunnel.

Les régimes d'éclairage sont répartis comme suit : très clair (7000 lux), clair (4000 lux), sombre (2400 lux), très sombre (795 lux). Du fait que l'œil s'adapte graduellement aux niveaux d'éclairement moins élevés, le tunnel est en outre divisé en cinq zones d'éclairage.

La zone d'entrée, où les niveaux d'éclairement ci-dessus sont atteints, a une longueur de 104 m. A cette zone succèdent trois zones de transition, longue chacune de 52 m, et dans lesquelles l'éclairage s'atténue graduellement jusqu'à 400 lux. Cette valeur est alors maintenue sur le reste de la longueur du tunnel.

L'éclairage du tunnel et les divers régimes d'éclairage sont commandés automatiquement, à partir de cellules photo-électriques, qui mesurent en permanence le niveau d'éclairement naturel aux environs du tunnel. Grâce à un choix judicieux des lampes, on a pu utiliser des appareils standard pour l'ensemble de l'éclairage du tunnel. Comme sources lumineuses on a retenu la lampe fluorescente 65W (Slimline) pour l'éclairage de base, la lampe fluorescente 110W pour les régimes bas et l'éclairage de base de jour, et la lampe au sodium basse pression 180W (SOX) pour les régimes élevés.

Enfin il faut remarquer que les appareils furent installés à l'aplomb de la voie routière, position qui donne le meilleur rendement, et que les circuits d'alimentation sont séparés de manière à pouvoir mettre chaque rangée de lampes séparément en service, ce qui diminue sensiblement l'entretien.

Ventilation du tunnel

La ventilation fut calculée pour limiter la teneur en CO dans le tunnel à 250ppm (parts pro million) en cas de circulation arrêtée et bloquée. Vu la géométrie du tunnel et le choix qui fut fait de pertuis totalement distincts pour chaque sens, on a fait choix d'un système de ventilation longitudinale avec insufflation. Le système de ventilation longitudinale consiste à ventiler le tunnel en aspirant de l'air frais à l'entrée et à chasser cet air dans le sens longitudinal dans le pertuis en suivant le sens de la circulation.

La mise en marche des ventilateurs se fait automatiquement à l'aide de mesureurs de CO. A 75 ppm CO la moitié des ventilateurs est mise en route, et à 150 ppm CO tous les ventilateurs. Si la teneur en CO atteint 200ppm, le service de garde permanent de l'Administration d'Electricité et d'Electromécanique est alerté. Les ventilateurs sont également actionnés automatiquement par des mesureurs d'opacité qui mesurent la visibilité dans le tunnel. Les 44 ventilateurs ont chacun un débit de 11 m³/s avec une force d'impulsion de 410N et une puissance électrique de 22 kW.

1. Eclairage du tunnel.

ELEKTROMECHANISCHE UITRUSTING

Algemeen overzicht
De elektromechanische uitrusting van de Ruppeltunnel te Boom werd ontworpen en uitgevoerd onder leiding van het Bestuur voor Elektromechanica, Directie Antwerpen. De Elektromechanische uitrusting omvat de elektrische voedingen, de verlichting van de tunnel en de toegangswegen, de noodtelefoonposten, de verkeersafhankelijke en vaste wegsignalisatie, het T.V.-net in gesloten kring voor de verkeersbewaking en het telekommunikatienet.



Verlichting van de tunnel.

Elektrische voeding
Een bedrijfszekere elektrische voeding is voor de veiligheid van de weggebruiker van het grootste belang. Een stroomonderbreking die als gevolg zou hebben dat de verlichting en de wegsignalisatie plots uitvalt kan oorzaak zijn van zware ongevallen.

De pompstations en de ventilatie mogen evenmin uitgeschakeld worden. Bij het ontwerp van de elektrische uitrusting werd dan ook getracht een optimale bedrijfszekerheid te bekomen voor de verschillende uitrustingen rekening houdend met hun functie en hun invloed op de veiligheid. Ten aanzien van de elektrische voeding kan onderscheid gemaakt worden tussen:

- de aansluiting op het net van de stroomleverancier
- het noodstroomaggregaat
- de no-break-groep.

De aansluiting op het net van de stroomleverancier gebeurt door 3 onafhankelijke H.S.-kabels van 10 kV die de omvormingspost voeden.

Bij het uitvallen van de spanning op een H.S.-kabel wordt automatisch binnen 0,2 s overgeschakeld naar de tweede of derde H.S.-kabel.

Om in geval van stroomonderbreking op het H.S.-net van de stroomleverancier de vitale gedeelten van de pompstations, de tunnelverlichting en de ventilatie te kunnen voeden is een noodstroomaggregaat voorzien in werking als het normale H.S.-net verdwijnt en kan slechts na een spanningsonderbreking van ongeveer 10 s stroom leveren.

Omdat een stroomonderbreking van 10 s voor sommige vitale uitrustingen onaanvaardbaar is, zorgt een no-break groep voor hun ononderbroken elektrische voeding.

H.S. - omvormingspost

De H.S.-omvormingspost omvat 4 transformatoren van 800 kVA. Zij worden onder een spanning van $3 \times 380/220$ V de L.S.-borden die opgesteld zijn in het verdeelbordenlokaal. Vanuit dit lokaal vertrekken de kabels die de verschillende elektromechanische en mechanische uitrustingen van de tunnel voeden.

Noodstroomaggregaat

Het noodstroomaggregaat bestaat uit een dieselmotor en een alternator van 1000 kVA. Het noodstroomaggregaat kan gedurende onbepaalde tijd de nodige elektrische energie leveren voor de gebruikers aangesloten op de no-break voeding, de verlichting in de tunnel tot en met het regime somber, de helft van de ventilatoren en 1 pomp van ieder pompstation.

ELEKTROMECHANISCHE UITRUSTING

Algemeen overzicht

De elektromechanische uitrusting van de Ruppeltunnel te Boom werd ontworpen en uitgevoerd onder leiding van het Bestuur voor Elektromechanica, Directie Antwerpen. De Elektromechanische uitrusting omvat de elektrische voedingen, de verlichting van de tunnel en de toegangswegen, de noodtelefoonposten, de verkeersafhankelijke en vaste wegsignalisatie, het T.V.-net in gesloten kring voor de verkeersbewaking en het telekommunikatienet.

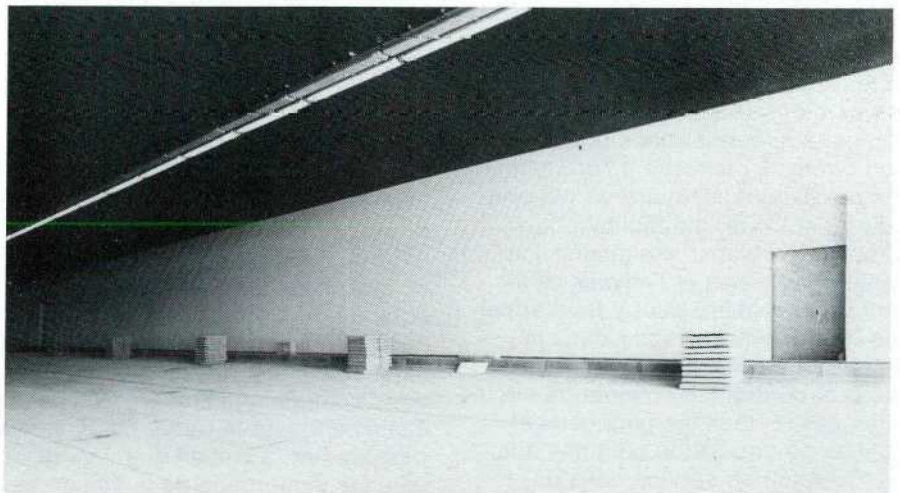
Elektrische voeding

Een bedrijfszekere elektrische voeding is voor de veiligheid van de weggebruiker van het grootste belang. Een stroomonderbreking die als gevolg zou hebben dat de verlichting en de wegsignalisatie plots uitvalt kan oorzaak zijn van zware ongevallen. De pompstations en de ventilatie mogen evenmin uitgeschakeld worden.

Bij het ontwerp van de elektrische uitrusting werd dan ook getracht een optimale bedrijfszekerheid te bekomen voor de verschillende uitrustingen rekening houdend met hun functie en hun invloed op de veiligheid. Ten aanzien van de elektrische voeding kan onderscheid gemaakt worden tussen:

- de aansluiting op het net van de stroomleverancier
- het noodstroomaggregaat
- de no-break-groep.

De aansluiting op het net van de stroomleverancier gebeurt door 3 onafhankelijke H.S.-kabels van 10 kV die de omvormingspost voeden.



Verlichting van de tunnel.

Bij het uitvallen van de spanning op een H.S.-kabel wordt automatisch binnen 0,2 s overgeschakeld naar de tweede of derde H.S.-kabel.

Om in geval van stroomonderbreking op het H.S.-net van de stroomleverancier de vitale gedeelten van de pompstations, de tunnelverlichting en de ventilatie te kunnen voeden is een noodstroomaggregaat voorzien. Het noodstroomaggregaat treedt in werking als het normale H.S.-net verdwijnt en kan slechts na een spanningsonderbreking van ongeveer 10 s stroom leveren.

Omdat een stroomonderbreking van 10 s voor sommige vitale uitrustingen onaanvaardbaar is, zorgt een no-break groep voor hun ononderbroken elektrische voeding.

H.S. - omvormingspost

De H.S.-omvormingspost omvat 4 transformatoren van 800 kVA. Zij voeden onder een spanning van $3 \times 380/220$ V de L.S.-borden, die opgesteld zijn in het verdeelbordenlokaal. Vanuit dit lokaal vertrekken de kabels die de verschillende elektromechanische en mechanische uitrustingen van de tunnel voeden.

Noodstroomaggregaat

Het noodstroomaggregaat bestaat uit een dieselmotor en een alternator van 1000 kVA. Het noodstroomaggregaat kan gedurende onbepaalde tijd de nodige elektrische energie leveren voor de gebruikers aangesloten op de no-break voeding, de verlichting in de tunnel tot en met het regime somber, de helft van de ventilatoren en 1 pomp van ieder pompstation.

Signalisation routière

La signalisation routière normale (indicateurs de direction, présignalisation, etc.) est réalisée à l'aide de panneaux de signalisation éclairés intérieurement et à indications permanentes.

Sur la section Willebroek-Aartselaar de l'autoroute A12 on a en outre prévu une signalisation réglable, comportant des signaux de bande de circulation, des panneaux avec indications mobiles et des feux clignotants. Cette signalisation routière permet de détourner la circulation par les trajets de détournement existants (ponts sur le Canal Maritime et sur le Rupel), ou d'interdire une ou plusieurs bandes de circulation dans le tunnel et dans le tunnel ouvert qui sera mis en service plus tard, ceci en cas d'accident ou pour permettre l'entretien du tunnel. Le transport de matières dangereuses doit toujours se faire par les routes de détournement.

C'est la police des autoroutes (AWP) de la Gendarmerie d'Anvers qui est chargé d'actionner cette signalisation. Ce poste de gendarmerie dispose d'un terminal, raccordé à l'ordinateur central. Dans la mémoire de cet ordinateur est logée une bibliothèque complète de plans de signalisation routière possibles et l'officier de la circulation routière peut y faire appel dès qu'il désire intervenir dans la signalisation existante. Après qu'il a choisi et contrôlé le schéma de circulation désiré, tous les panneaux et signaux de circulation sont mis automatiquement en service dans un ordre logique et suivant une temporisation imposée. La commande automatique comprend aussi bien des signaux en croix et en flèche et des clignotants oranges que les diverses positions des panneaux de circulation mobiles. En outre la gendarmerie dispose d'une installation de TV en circuit fermé qui porte à l'écran le déroulement de la circulation aussi bien dans le tunnel lui-même que dans ses accès.

Au total on a installé 14 caméras de T.V., dont 2 orientables.

Secours aux usagers de la route

Dans chaque pertuis de tunnel on a prévu tous les 50 m une niche de sécurité, où se trouvent des extincteurs, des lances d'incendie et des postes téléphoniques d'alarme. Ces téléphones communiquent avec la gendarmerie. Les postes d'alarme sont indiqués par un signal routier particulier. Sur les accès et dans le tunnel sont installés des détecteurs de circulation qui mesurent en permanence l'intensité du trafic et sa vitesse.

Entre autres des voitures à l'arrêt sont détectées et la gendarmerie en est informée. En même temps l'image de la zone concernée est montrée sur l'écran T.V. dans le poste de gendarmerie. De cette manière la sécurité des usagers de la route est garantie au mieux, et au moindre trouble dans le déroulement normal de la circulation les services compétents peuvent immédiatement apporter secours et prendre les mesures de technique de circulation les plus adéquates.

Stations de pompage

Cinq stations de pompage dont trois pour le tunnel proprement dit sont chargées d'évacuer les eaux du tunnel, du tunnel ouvert et des accès.

Les trois stations de pompage du tunnel sont situées à hauteur de l'entrée sud, de l'entrée nord et du milieu du tunnel. La capacité des puisards est respectivement de 2500 m³, 1500 m³ et 150 m³. Elles sont équipées de pompes immergées identiques qui peuvent être immédiatement échangées entre elles. Chaque pompe a un débit de 5000 l/min pour une hauteur de refoulement manométrique de 35 m.

La station de pompage sud qui est équipée de quatre pompes immergées refoule l'eau vers le Canal Maritime. La station milieu, équipée de deux pompes immergées, évacue également vers le Canal Maritime en passant par la station sud. Les deux pompes immergées de la station de pompage nord évacuent l'eau vers le Rupel.

Pour l'évacuation de l'eau du tunnel ouvert, une station de pompage a été construite le long de l'autoroute A12 à hauteur de la Overwinningstraat à Boom. La station de pompage du tunnel ouvert est équipée de trois pompes immergées. La capacité du puisard est de 2500 m³. L'évacuation se fait vers la Bosbeek.

Pour éviter à l'avenir des inondations dans la Vrijheidstraat à Boom, on a construit la station de pompage de la Bosbeek. Cette station est située à l'embouchure de la Bosbeek dans le Rupel. Dans des circonstances normales la Bosbeek évacue son eau par gravité dans le Rupel par un système de clapets. Par marée haute dans le Rupel cette évacuation n'est toutefois pas possible, et c'est la station de pompage de la Bosbeek qui pompe l'eau vers le Rupel.

Pour des raisons de sécurité, la capacité des puisards a été fixée de telle sorte que le volume total d'eau de pluie au cours d'une averse exceptionnelle avec une fréquence de répé-

tion de 50 ans peut être emmagasinée dans le puisard.

Manipulation et surveillance

Pour la surveillance et la manipulation des installations un ordinateur industriel a été installé qui assume deux fonctions :

- d'une part la gestion du tunnel lui-même (commande et contrôle des équipements techniques du tunnel) ;
- d'autre part la surveillance de la circulation et la commande de la signalisation routière.

L'ordinateur industriel passe en permanence toute l'installation en revue pour y déceler des défauts ou des erreurs de connexion éventuelles, tandis qu'en même temps tous les équipements sont commandés automatiquement. En cas de défaut, ou lorsque le personnel chargé de la commande désire effectuer des manipulations, l'ordinateur industriel propose les mesures à prendre, et l'opérateur industriel propose les mesures à prendre, et l'opérateur peut, sur un écran de T.V., examiner et suivre les schémas des connexions. Chaque opération commandée est examinée au point de vue de sa validité, et tous les signaux d'alarme sont présentés d'une manière simple mais claire à l'opérateur. Enfin un tableau synoptique fonctionnel présente en permanence et complètement une image de la situation du tunnel.

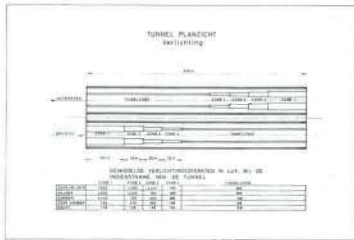
Tout l'appareillage de commande et de surveillance, parmi lequel l'ordinateur industriel mentionné sont placés dans le bâtiment de service du tunnel du Rupel, dans lequel aucun personnel permanent n'est toutefois prévu.

La manipulation et la surveillance se rapportent à deux domaines, à savoir :

- les installations pour la circulation routière ;
- les installations techniques.

La commande et la surveillance des installations pour la circulation routière s'effectue à distance par la police des autoroutes (AWP) de la province d'Anvers qui est située au Herbouvillekaai à Anvers. La commande et la surveillance s'effectuent à l'aide d'un ordinateur central qui est connecté à l'ordinateur industriel du tunnel du Rupel.

Le poste AWP dispose également de moniteurs T.V. qui présentent une image du déroulement de la circulation à partir de caméras placées dans le tunnel et ses accès. Les postes téléphoniques d'alarme sont en communication directe avec le poste AWP, où des situations anormales au point de vue de la circulation sont également signalées.



No-break groep:
De no-break groep bestaat uit een synchrone motor-generator en batterijen. Deze groep kan gedurende 30 min. 150 kVA leveren en voedt de volgende uitrustingen:

- de nachtverlichting in de tunnel
- de verlichting van het dienstgebouw
- de veiligheidstekens
- de telefooninstallatie
- de T.V. installatie
- de meetapparatuur
- de hulpkringen
- de signalen op het bedieningsbord

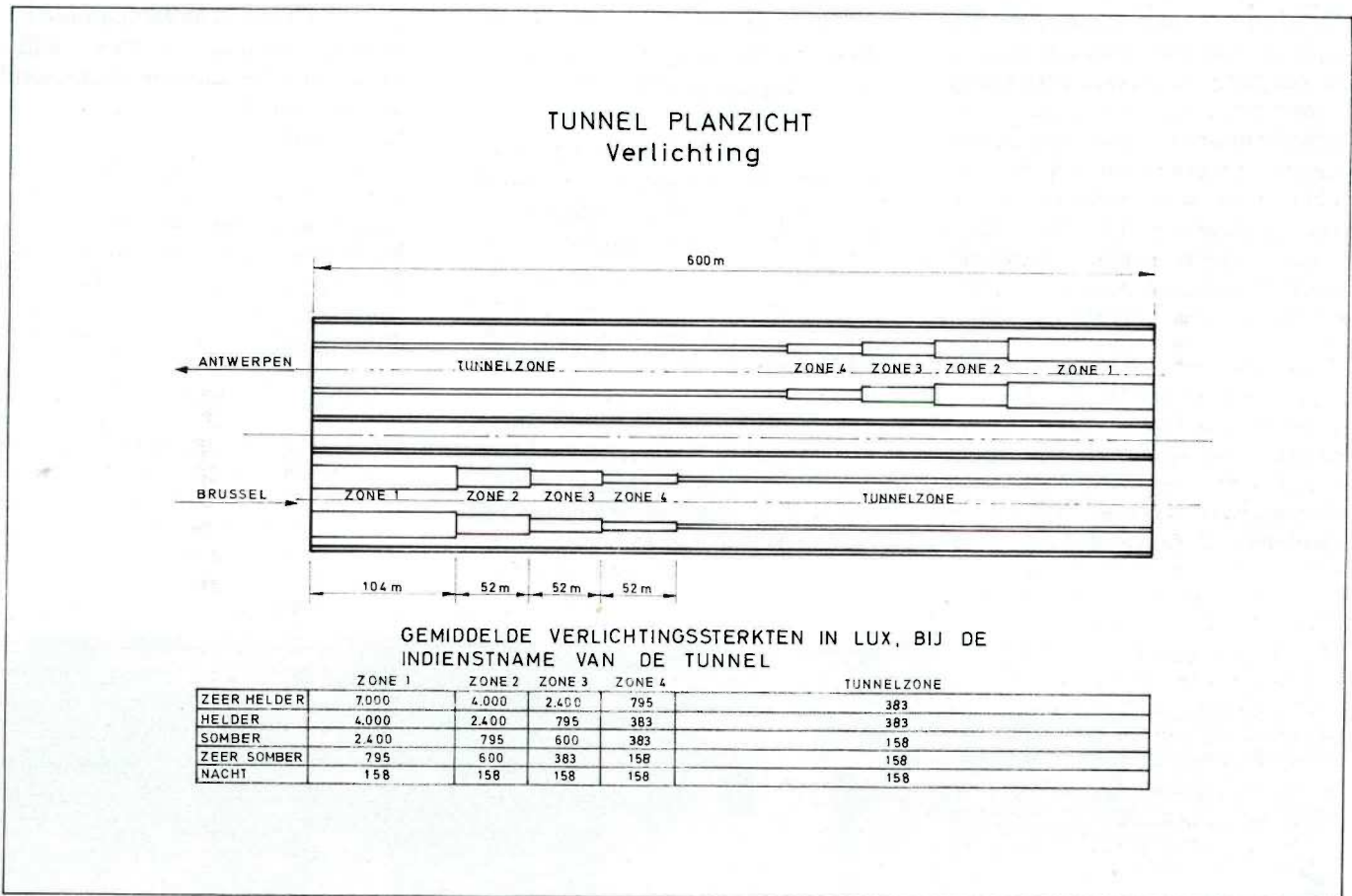
Tunnelverlichting
De verlichting in de tunnel omvat een nachtverlichting van ongeveer 160lux en een schakelbare dagverlichting, verdeeld over vier mogelijke verlichtingsregimes. Deze verlichtingsregimes dragen er zorg voor dat de verlichting in de tunnelingang ongeveer 1/10 van de bestaande dagverlichting buiten de tunnel bedraagt. Op deze wijze kan een autobestuurder die de tunnel nadert nog tijdig mogelijke hindernissen in de tunnelingang opmerken.

Aangezien het oog zich geleidelijk aanpast aan de lagere verlichtingsniveaus is de tunnel bovendien in vijf verlichtingszones opgesplitst. De ingangzone, waarin de hogervermelde verlichtingsniveaus worden bereikt, heeft een lengte van 104 m. Hierop volgen dan drie overgangszones, ieder 52 m lang, en waarin de verlichting geleidelijk daalt tot 400 lux. Deze waarde wordt over de verdere lengte van de tunnel behouden.

De sturing van de tunnelverlichting en verlichtingsregimes gebeurt volledig automatisch, door middel van foto-elektrische cellen, die permanent de natuurlijke dagverlichting in de omgeving van de tunnel meten.

1. Vue en plan du tunnel - Eclairage
Anvers
Zone du tunnel
Zone 4..3..2..1
Bruxelles
Eclairagements moyens
en Lux lors de la mise en service du tunnel
Très clair
Clair
Sombre
Très sombre
De nuit

= tunnel plan zicht verlichting
= Antwerpen
= tunnelzone
= zone 4..3..2..1
= Brussel
= gemiddelde verlichtingssterkten in Lux bij de indienstname van de tunnel
= zeer helder
= helder
= somber
= zeer somber
= nacht



No-break groep

De no-break groep bestaat uit een synchrone motor-generator en batterijen. Deze groep kan gedurende 30 min. 150 kVA leveren en voedt de volgende uitrustingen :

- de nachtverlichting in de tunnel
- de verlichting van het dienstgebouw
- de veiligheidstekens
- de telefooninstallatie
- de T.V. installatie
- de meetapparatuur
- de hulpkringen
- de signalen op het bedieningsbord.

Tunnelverlichting

De verlichting in de tunnel omvat een nachtverlichting van ongeveer 160lux en een schakelbare dagverlichting, verdeeld over vier mogelijke verlichtingsregimes. Deze verlichtingsregimes dragen er zorg voor dat de verlichting in de tunnelingang ongeveer 1/10 van de bestaande dagverlichting buiten de tunnel bedraagt. Op deze wijze kan een autobestuurder die de tunnel nadert nog tijdig mogelijke hindernissen in de tunnelingang opmerken.

De mogelijke schakelregimes zijn als volgt opgesplitst : zeer helder (7000 lux), helder (4000 lux), somber (2400 lux), zeer somber (795 lux).

Aangezien het oog zich geleidelijk aanpast aan de lagere verlichtingsniveaus is de tunnel bovendien in vijf verlichtingszones opgesplitst.

De ingangzone, waarin de hogervermelde verlichtingsniveaus worden bereikt, heeft een lengte van 104 m. Hierop volgen dan drie overgangszones, ieder 52 m lang, en waarin de verlichting geleidelijk daalt tot 400 lux. Deze waarde wordt over de verdere lengte van de tunnel behouden.

De sturing van de tunnelverlichting en verlichtingsregimes gebeurt volledig automatisch, door middel van foto-elektrische cellen, die permanent de natuurlijke dagverlichting in de omgeving van de tunnel meten.

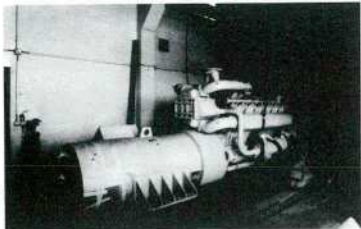
Dank zij een oordeelkundige keuze van de lampen, konden voor de ganse tunnelverlichting standaardtoestellen worden aangewend. Als lichtbronnen werden weerhouden de fluorescencielamp 65 W (Slimline) voor de basisverlichting, de fluorscencielamp 110 W voor de lage regimes en de basis-dagverlichting, de lage druk natriumlamp 180 W (SOX) voor de hoge regimes.

Tenslotte dient te worden opgemerkt dat de toestellen boven de rijvakken werden opgesteld, wat meteen de meest rendabele opstelling vormt en dat de voedingskringen dermate zijn gescheiden, dat iedere lampenrij afzonderlijk kan worden bediend, wat het onderhoud gevoelig vereenvoudigt.

Tunnelventilatie
De ventilatie werd berekend op het algemeen aanvaardbaar niveau bij CO-gehalte in de tunnel te beperken tot 250 ppm parts pro million. Gezien de geometrie van de tunnel en de keuze van volledig gescheiden tunnelkokers per rijrichting werd voor een langs-ventilatie systeem met aanjaging gekozen. Het systeem van de langsventilatie bestaat erin de tunnel te ventileren door verse lucht aan de ingang aan te zuigen en deze lucht in de lengterichting en volgens de rijrichting van het verkeer door de tunnelkoker te voeren.

De bediening van de ventilatoren geschiedt automatisch door middel van CO-meters. Bij 75 ppm CO wordt de helft van de ventilatoren ingeschakeld en bij 150 ppm CO alle ventilatoren. Als het CO-gehalte 200 ppm bereikt wordt de permanente wachtendienst van het Bestuur voor Elektriciteit en Elektromechanika gealarmeerd. De ventilatoren worden eveneens automatisch bediend door opaciteitsmeters die de zichtbaarheid in de tunnel meten. De 44 ventilatoren hebben ieder een debiet van 11 m³/s bij een impulskracht van 410 N en elektrisch vermogen van 22 kW.

1. Groupe électrogène de 1000 kVA.



De groepengroep van 1000 kVA

Dank zij een oordeelkundige keuze van de lampen, konden voor de ganse tunnelverlichting standaardtoestellen worden aangewend. Als lichtbronnen werden weerhouden de fluorescencielamp 65 W (Slimline) voor de basisverlichting, de fluorscencielamp 110 W voor de lage regimes en de basis-dagverlichting, de lage druk natriumlamp 180 W (SOX) voor de hoge regimes.

Tenslotte dient te worden opgemerkt dat de toestellen boven de rijvakken werden opgesteld, wat meteen de meest rendabele opstelling vormt en dat de voedingskringen dermate zijn gescheiden, dat iedere lampenrij afzonderlijk kan worden

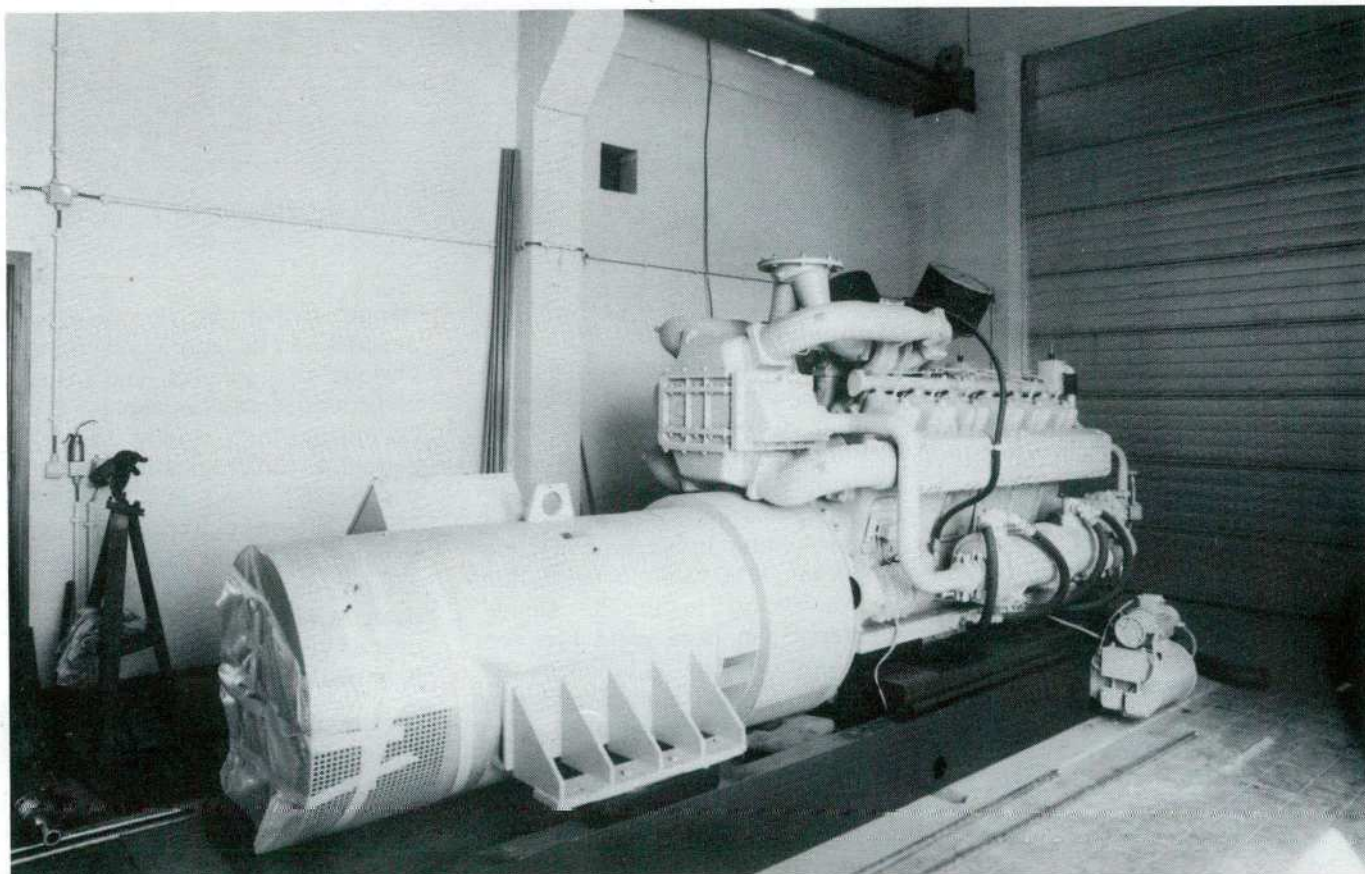
bediend, wat het onderhoud gevoelig vereenvoudigt.

Tunnelventilatie

De ventilatie werd berekend om bij stilstaand en stremmend verkeer het CO-gehalte in de tunnel te beperken tot 250 ppm (parts pro million). Gezien de geometrie van de tunnel en de keuze van volledig gescheiden tunnelkokers per rijrichting werd voor een langs-ventilatie systeem met aanjaging gekozen. Het systeem van de langsventilatie bestaat erin de tunnel te ventileren door verse lucht aan de ingang aan te zuigen en deze lucht in de lengterichting en volgens de rijrichting van het verkeer door de tunnelkoker te voeren.

De bediening van de ventilatoren geschiedt automatisch door middel van CO-meters. Bij 75 ppm CO wordt de helft van de ventilatoren ingeschakeld en bij 150 ppm CO alle ventilatoren. Als het CO-gehalte 200 ppm bereikt wordt de permanente wachtendienst van het Bestuur voor Elektriciteit en Elektromechanika gealarmeerd. De ventilatoren worden eveneens automatisch bediend door opaciteitsmeters die de zichtbaarheid in de tunnel meten. De 44 ventilatoren hebben ieder een debiet van 11 m³/s bij een impulskracht van 410 N en elektrisch vermogen van 22 kW.

Elektrogroep van 1000 kVA



Wegsignalizatie

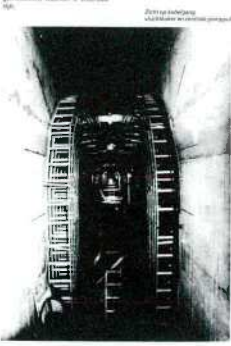
De normale wegsignalizatie (wegwijzers, voorwegwijzers, enz...) werden uitgevoerd door middel van inwendig verlichte verkeersborden met vaste aanduidingen.

De het vak Willebroek-Aartselaar van de Autoweg A12 is bovendien een stuurbare Wegsignalizatie voorzien bestaande uit rijstrooksignalen, verkeersborden met veranderlijke aanduiding en knipperlichten. Deze wegsignalizatie laat toe het verkeer om te leiden over de bestaande omleidingswegen (bruggen over het Zeevaartkanaal en Rupelbrug) of één of meerdere rijstroken in de tunnel en de op latere datum nog open te stellen open tunnel af te sluiten voor het verkeer bij ongevallen of om het onderhoud van de tunnel mogelijk te maken. Het transport van gevaarlijke stoffen moet altijd de omleidingswegen gebruiken. (*)

De bediening van de wegsignalizatie werd toevertrouwd aan de autowegenpolitie (AWP) van de Rijkswacht te Antwerpen. Deze Rijkswachtpost beschikt over een terminal, aangesloten op een centrale computer. In het geheugen van deze computer is een volledige bibliotheek aan mogelijke verkeerssignalizatie-plans opgeslagen waarop de vorkoorsofficier beroep kan doen zodra hij in de bestaande verkeerssignalizatie wenst in te grijpen. Na keuze en controle van de gewenste signalizatie-toestand, worden alle verkeersborden en verkeerssignalen automatisch geschakeld in een logische volgorde en volgens vaste tijdsintervallen. De automatische sturing omvat zowel de kruis pijl scinon, oranje knipperlichten, als de diverse standen van de wisselbare verkeersborden. Bovendien beschikt de

Rijkswacht over een gesloten T.V.-keten, die volledig en permanent het verkeersverloop zowel in de tunnel zelf als op de toegangswegen in beeld brengt.

In totaal werden 14 T.V.-kamera's geïnstalleerd waarvan 2 stuurbaar zijn.



Zicht op kabelgang, vluchtkoker en centrale pompput.

1. Vue sur le couloir à câbles, le puits de fuite et le puisard central.

Wegsignalizatie

De normale wegsignalizatie (wegwijzers, voorwegwijzers, enz...) werden uitgevoerd door middel van inwendig verlichte verkeersborden met vaste aanduidingen.

Op het vak Willebroek-Aartselaar van de Autoweg A12 is bovendien een stuurbare wegsignalizatie voorzien bestaande uit rijstrooksignalen, verkeersborden met veranderlijke aanduiding en knipperlichten.

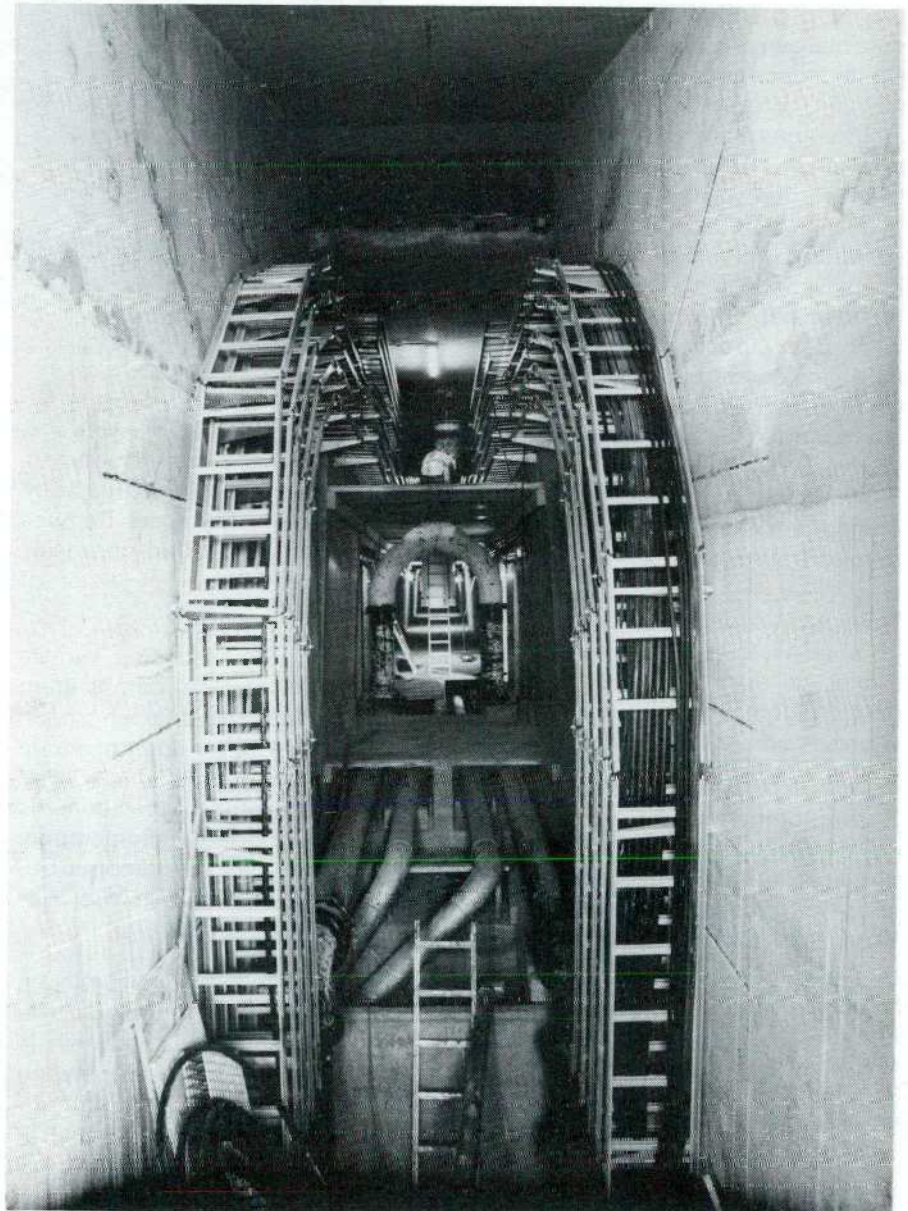
Deze wegsignalizatie laat toe het verkeer om te leiden over de bestaande omleidingswegen (bruggen over het Zeevaartkanaal en Rupelbrug) of één of meerdere rijstroken in de tunnel en de op latere datum nog open te stellen open tunnel af te sluiten voor het verkeer bij ongevallen of om het onderhoud van de tunnel mogelijk te maken. Het transport van gevaarlijke stoffen moet altijd de omleidingswegen gebruiken. (*)

De bediening van de wegsignalizatie werd toevertrouwd aan de autowegenpolitie (AWP) van de Rijkswacht te Antwerpen. Deze Rijkswachtpost beschikt over een terminal, aangesloten op een centrale computer. In het geheugen van deze computer is een volledige bibliotheek aan mogelijke verkeerssignalizatie-plans opgeslagen waarop de vorkoorsofficier beroep kan doen zodra hij in de bestaande verkeerssignalizatie wenst in te grijpen. Na keuze en controle van de gewenste signalizatie-toestand, worden alle verkeersborden en verkeerssignalen automatisch geschakeld in een logische volgorde en volgens vaste tijdsintervallen. De automatische sturing omvat zowel de kruis pijl scinon, oranje knipperlichten, als de diverse standen van de wisselbare verkeersborden. Bovendien beschikt de

Rijkswacht over een gesloten T.V.-keten, die volledig en permanent het verkeersverloop zowel in de tunnel zelf als op de toegangswegen in beeld brengt.

In totaal werden 14 T.V.-kamera's geïnstalleerd waarvan 2 stuurbaar zijn.

Zicht op kabelgang, vluchtkoker en centrale pompput.



(*) De opentunnel werd officiël opengesteld op 24.10.1983

Meeroverwinning aan de weggebruikers

In elke tunnelkoker zijn om de 50 m veiligheidsnissen voorzien, waar brandblusapparaten, brandhaspels en noodtelefoonposten zijn aangebracht. Deze noodoproepposten geven verbinding met de Rijkswacht. De noodoproepstation zijn aangebracht op een speciale verkeerssteek. Op de toegangswegen en in de tunnel zijn verkeersdetektoren, tergevaakt die permanent de verkeersintensiteit en ook de snelheid meten. O.m. worden stilstaande voertuigen gedekt en de Rijkswacht wordt verwittigd. Tevens wordt de verbinding met de Rijkswacht via de telefoonlijn en de Rijkswacht via de telefoonlijn en de Rijkswacht via de telefoonlijn.



Pompgebouw Bosbeek

Het midden pompstation dat voorzien is met twee pompstations, loost via het zuidelijk pompstation eveneens in het Zeekanaal. De twee pompstations van het noordelijk pompstation voeren het water af naar de Rupel.

Voor de waterhuishouding van de open tunnel, is een pompstation opgericht dat gelegen is langs de autoweg A12 ter hoogte van de Overwinningstraat te Boom. Het pompstation van de open tunnel is uitgerust met drie pompstations. De capaciteit van de pompputten bedraagt respectievelijk 2500 m³, 1500 m³ en 150 m³. Ze zijn uitgerust met identische pompstations die onderling onderling uitwisselbaar zijn. Iedere pomp heeft een debiet van 5000 l/min bij een manometrische opvoerhoogte van 35 m. Het zuidelijk pompstation dat uitgerust is met vier pompstations pompt het water naar het Zeekanaal.

1. Station de pompage Bosbeek.

Hulpverlening aan de weggebruikers

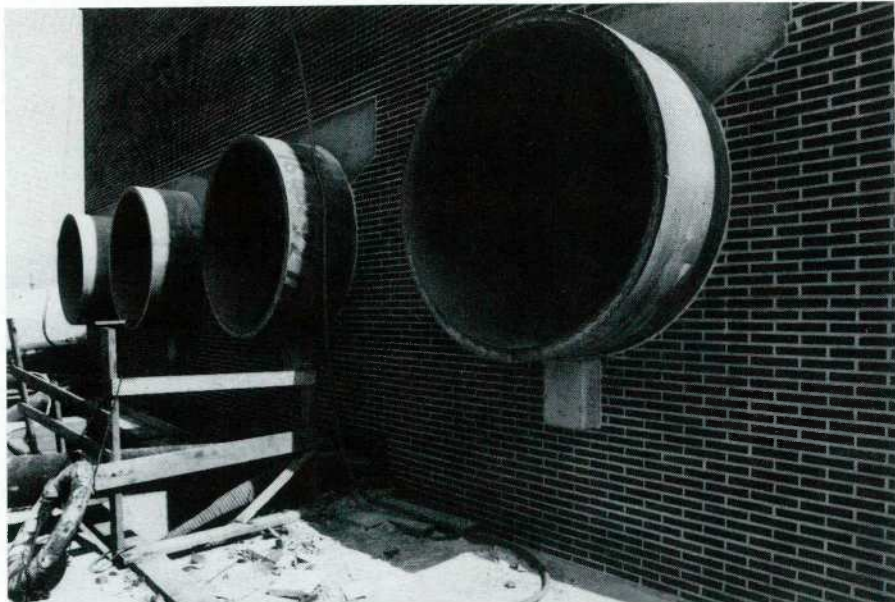
In elke tunnelkoker zijn om de 50 m veiligheidsnissen voorzien, waar brandblusapparaten, brandhaspels en noodtelefoonposten zijn aangebracht. Deze noodoproepposten geven verbinding met de Rijkswacht. De noodoproepposten zijn aangebracht met een speciaal verkeerssteek. Op de toegangswegen en in de tunnel zijn verkeersdetektoren opgesteld die permanent de verkeersintensiteit en ook de snelheid meten. O.m. worden stilstaande voertuigen gedekt en de Rijkswacht wordt verwittigd. Terzelfdertijd wordt het beeld van de betrokken zone getoond op het T.V.-scherm in de Rijkswachtpost. Op deze wijze is de veiligheid van de weggebruikers optimaal gewaarborgd en kunnen bij de minste storing in het normaal verkeer verloop de bevoegde diensten onmiddellijk hulp bieden en de nodige verkeerstechnische maatregelen treffen.

Pompstations

Voor de waterhuishouding van de tunnel, de open tunnel en de toegangswegen zijn vijf pompstations voorzien, waarvan drie pompstation voor het eigenlijke tunnelcomplex.

De drie pompstations van het tunnelcomplex zijn gelegen ter hoogte van de zuidelijke inrit, de noordelijke inrit en in het midden van de tunnel. De capaciteit van de pompputten bedraagt respectievelijk 2500 m³, 1500 m³ en 150 m³. Ze zijn uitgerust met identische pompstations die onderling onderling uitwisselbaar zijn. Iedere pomp heeft een debiet van 5000 l/min bij een manometrische opvoerhoogte van 35 m.

Het zuidelijk pompstation dat uitgerust is met vier pompstations pompt het water naar het Zeekanaal.



Pompgebouw Bosbeek.

Het midden pompstation dat voorzien is met twee pompstations, loost via het zuidelijk pompstation eveneens in het Zeekanaal. De twee pompstations van het noordelijk pompstation voeren het water af naar de Rupel.

Voor de waterhuishouding van de open tunnel is een pompstation opgericht dat gelegen is langs de autoweg A12 ter hoogte van de Overwinningstraat te Boom. Het pompstation van de open tunnel is uitgerust met drie pompstations. De capaciteit van de pompputten bedraagt 2 500 m³. De afvoer geschiedt in de Bosbeek.

Om in de toekomst overstromingen in de Vrijheidsstraat te Boom te vermijden werd het pompstation van de Bosbeek opgericht. Dit pompstation is gelegen ter hoogte van de uitmonding van de Bosbeek in de Rupel. In normale omstandigheden loost de Bosbeek gravitair via een kleppensysteem in de Rupel. Bij hoge waterstanden in de Rupel is deze lozing

evenwel niet mogelijk en wordt het water via het pompstation van de Bosbeek naar de Rupel gepompt.

De capaciteit van alle pompputten is uit veiligheidsoverwegingen zodanig bepaald dat het volledig watervolume van een uitzonderlijk hevige regenbui met een gemiddelde herhalingsfrequentie van 50 jaar volledig kan gestockeerd worden.

Bediening en bewaking

Voor de bewaking en de bediening van de installaties is een procescomputer geïnstalleerd die een dubbele functie meekreeg :

- enerzijds de tunnelhuishouding zelf (sturing en controle van de technische tunneluitrusting);
- anderzijds de verkeersbewaking en de bediening van de verkeerssignalisatie.

De proces-computer tast permanent de volledige installatie af op mogelijke defecten of foutieve schakelingen, terwijl tevens alle technische

uitrustingen automatisch worden gestuurd. Bij defect of wanneer het bedieningspersoneel schakelingen wenst uit te voeren, worden door de proces-computer de toestellen met regelmatige frequentie, en kan de operator via een T.V.-scherm de schakelschema's nakijken en opvolgen. Ieder bevel wordt op zijn waarde gecontroleerd terwijl alle alarmen op een eenvoudige maar duidelijke wijze aan de operator worden voorgelegd. Tenslotte geeft een functioneel synoptisch bord een volledig en permanent bijgehouden beeld van de tunneltoestand.

Alle bedienings- en bewakingsapparatuur waaronder de hogergevoemde proces-computer is opgesteld in het dienstgebouw van de Rupeltunnel, waar evenwel geen permanente aanwezigheid van personeel voorzien is.

De bediening en de bewaking strekt zich uit over twee domeinen, te weten:

- de verkeerstechnische installaties;
- de technische uitrustingen.

De bediening en de bewaking van de verkeerstechnische installaties gebeurt van op afstand door de Autowegenpolitie (AWP) van de provincie Antwerpen die gevestigd is op d'Hertbouvillekaai te Antwerpen. De bediening en de bewaking gebeurt door middel van een centrale computer die verbonden is met de proces-computer van de Rupeltunnel.

De AWP post beschikt ook over T.V.-monitoren die een beeld geven van het verkeersverloop via camera's opgesteld in de tunnel en zijn toegangen. De noodtelefoonposten geven rechtstreeks verbinding met de AWP-post, waar tevens abnormale situaties in het verkeersverloop worden gesignaleerd. Tenslotte kan de



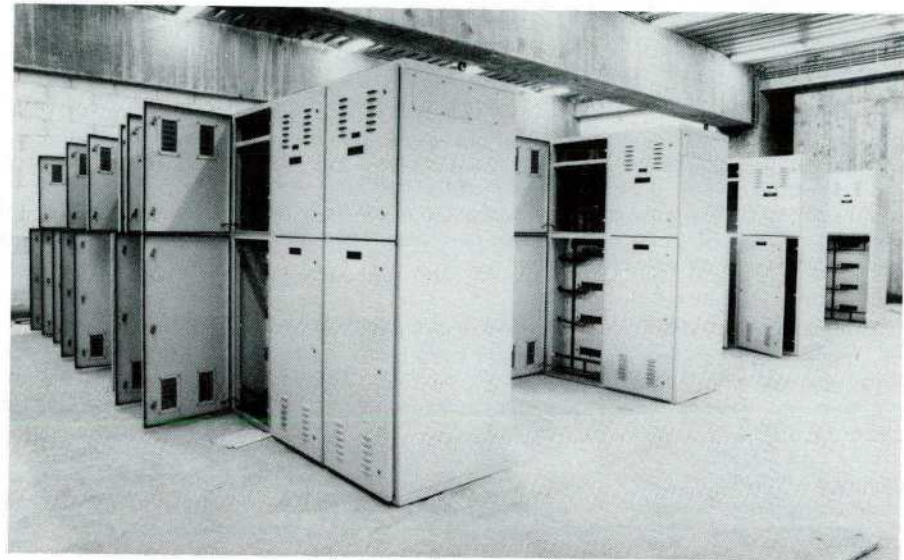
AWP post door middel van een functioneel synoptisch bord de rijstrooksignalen en de verkeersborden met veranderlijke aanduidingen bedienen.

De bediening en de bewaking van de technische uitrustingen gebeurt eveneens van op afstand door de permanente wachtdienst van de Directie Antwerpen van het Bestuur voor Elektriciteit en Elektromechanica met behulp van een centrale computer, die eveneens aangesloten is op de proces-computer van de Rupeltunnel. De permanente wachtdienst bevindt zich in het Automatie en Controle Centrum van het B.E.E. - Directie Antwerpen.

Besluit

Zonder overdrijving mag gesteld worden dat de Rupeltunnel uitgerust werd met de modernste apparatuur om in alle omstandigheden de verkeersveiligheid te waarborgen. Vrijwel uitsluitend Belgische ondernemingen hebben met succes de elektromechanische uitrusting gerealiseerd, wat pleit voor de know-how die ons land op het vlak van de tunneluitrustingen heeft weten te ontwikkelen.

1. Salle des tableaux.



Bordenzaal.

AWP-post door middel van een functioneel klavier de rijstrooksignalen en de verkeersborden met veranderlijke aanduidingen bedienen.

De bediening en de bewaking van de **technische uitrustingen** gebeurt eveneens van op afstand door de permanente wachtdienst van de Directie Antwerpen van het Bestuur voor Elektriciteit en Elektromechanica met behulp van een centrale computer, die eveneens aangesloten is op de proces-computer van de Rupeltunnel. De permanente wachtdienst bevindt zich in het Automatie en Controle Centrum van het B.E.E. - Directie Antwerpen.

Besluit

Zonder overdrijving mag gesteld worden dat de Rupeltunnel uitgerust werd met de modernste apparatuur om in alle omstandigheden de verkeersveiligheid te waarborgen. Vrijwel uitsluitend Belgische ondernemingen hebben met succes de elektromechanische uitrusting gerealiseerd, wat pleit voor de know-how die ons land op het vlak van de tunneluitrustingen heeft weten te ontwikkelen.

Uitvoering der werken

- 1. Studie en leiding der werken**
Ministerie van Openbare Werken
bestuur voor Elektriciteit en Elektromechanica
Directie Antwerpen
- 2. Aannemer**
N.V. E.N.I. - Aartselaar
Aanbestedingsbedrag :
202 048 803 F
Belangrijkste leveranciers :
- Verlichtingstoestellen :
N.V. SCHREDER, Ans
- Rijstrooksignalen, T.V. installatie en Telefooninstallatie :
N.V. M.B.L.E., Brussel
- Accumulatorenbatterij :
TUDOR, Florival
- Kabels : Cablerie, Eupen.

Enfin, le poste AWP dispose d'un clavier fonctionnel pour commander les signaux de bandes de circulation et les panneaux à indications variables.

La commande et la surveillance des équipements techniques se fait également à distance par le service de garde permanent de la Direction d'Anvers de l'Administration de l'Electricité et de l'Electromécanique, au moyen d'un ordinateur central qui est également connecté à l'ordinateur industriel du tunnel du Rupel. Le service de garde permanent est situé au Centre d'Automatisme et de Contrôle de l'A.E.E., Direction d'Anvers.

Conclusion

Sans exagérer on peut prétendre que le tunnel du Rupel a été équipé des appareils les plus modernes afin de garantir en toutes circonstances la sécurité de la circulation. Ce sont presque exclusivement des entreprises belges qui ont réalisé avec succès l'équipement électro-mécanique, ce qui témoigne de la compétence que notre pays a pu acquérir en matière d'équipements de tunnel.

Exécution des travaux

1. Etude et direction des travaux

Ministère des Travaux Publics, Admi-

nistration de l'Electricité et de l'Electromécanique Direction d'Anvers.

2. Entrepreneur

S.A. E.N.I.-Aartselaar

Montant de l'entreprise : 202 048 803 F

Fournisseurs principaux :

- Appareils d'éclairage

S.A. SCHREDER, Ans

- Signaux de bandes de circulation,

installation T.V. et de téléphonie

S.A. M.B.L.E., Bruxelles

- Batterie d'accumulateurs

TUDOR, Florival

- Câbles : Cablerie, Eupen.

L'ACCES NORD DU TUNNEL SOUS LE RUPEL (*)

Cet accès se fait par le tunnel à ciel semi-ouvert à Boom.

L'adjudication a eu lieu le 29.11.1979. L'adjudicataire a été la S.A. VAN LAERE de Burcht pour un montant de 665.811.262 F et un délai contractuel de 800 jours ouvrables (solution par murs emboués).

Les travaux ont débuté le 14.4.1980. L'inauguration officielle de cette infrastructure spectaculaire a eu lieu le 24 octobre 1983. Le trafic intense sur la RN117 a considérablement gêné l'entrepreneur qui a réalisé un tour de force en parvenant à terminer dans les délais prescrits une telle entreprise.

HALF-OPEN TUNNEL ALS VERLENGSTUK VAN DE RUPELTUNNEL OFFICIEEL IN GEBRUIK GENOMEN OP 24 OKTOBER 1983.

De aanbesteding ervan had plaats op 29.11.1979 en het was de N.V. VAN LAERE die het werk kreeg toegewezen voor een bedrag van 665.811.262 fr.

Het betreft een uitvoering met slibwanden, hetzij wanden in beton die in de grond gevormd worden zonder bekisting en waarbij achteraf de grond, in het geval van de half-open tunnel aan de voorzijde, weggegraven wordt.

De firma VAN LAERE zou dit werk uitvoeren binnen een termijn van 800 werkdagen. De werken begonnen op 14 april 1980 en, niettegenstaande de moeilijke uitvoeringsomstandigheden, werd de timing stipt nageleefd.

Een groot probleem, aldus de h. Cauberghs, was het verkeer op de rijksweg 177, waardoor de aannemer verplicht was in sommige fasen van de werken tijdelijke omleggingen voor dit verkeer door te voeren.

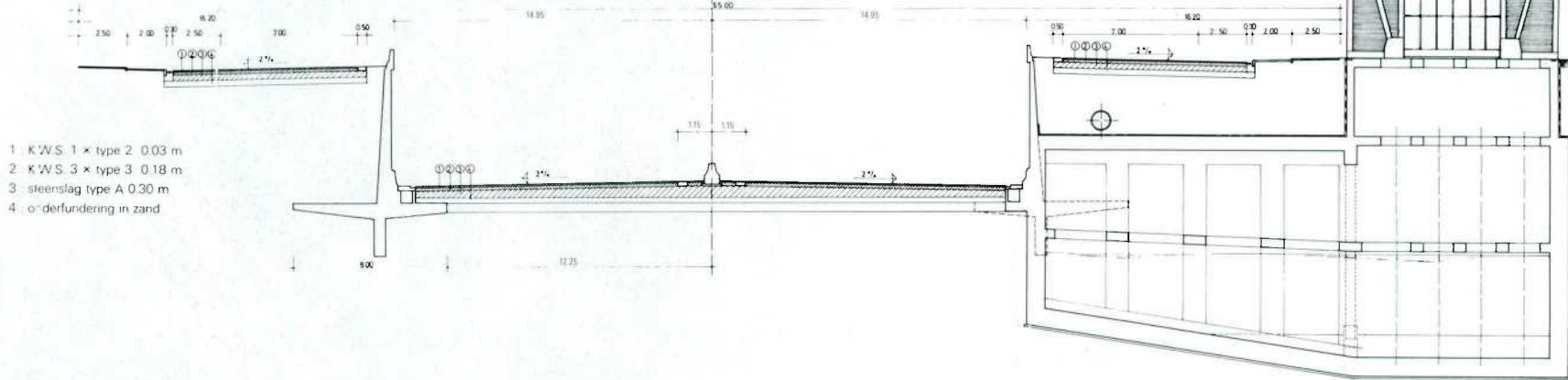


(*) Maître d'ouvrage : Ministère des Travaux Publics - Fonds des Routes Direction Provinciale des Ponts et Chaussées à Anvers.

(*) Bouwheer : Ministerie van Openbare Werken - Wegenfonds - Provinciaal bestuur van Bruggen en Wegen te Antwerpen.

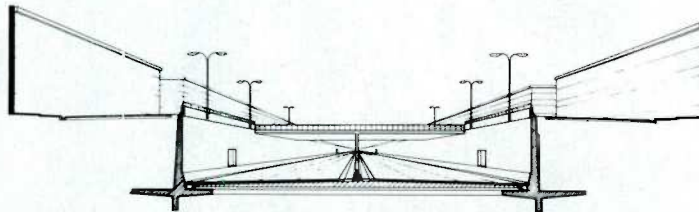
I. DWARSDOORSNEDE ter hoogte van POMPSTATION

schaal: / 



II. ZICHT in HALF-OPEN TUNNEL

schaal: / 



Ministerie van Openbare Werken
WEGENFONDS
 Bouwheer :
 Provinciale Directie Antwerpen
 Bruggen en Wegen
 Uitvoerder : N.V. VAN LAERE (BURCHT)

DE HALF-OPEN TUNNEL TE BOOM

Deze tunnel, die het verlengde vormt van de Rupe tunnel, en gelegen is in de rijksweg Brussel - Antwerpen, loopt door de gemeente Boom. De totale lengte ervan is 1800 m ; de vrije breedte tussen de steunmuren bedraagt 29,90 m. Het peil van de rijweg is gemiddeld 6,50 m onder het niveau van het natuurlijk terrein.

De stabiliteit van de steunmuren wordt tijdens de bouw verzekerd door een bek onder de funderingszool, en in definitieve toestand door stempels onder de rijweg.

Vijf bruggen overspannen de half-open tunnel.

LE TUNNEL A CIEL SEMI-OUVERT A BOOM

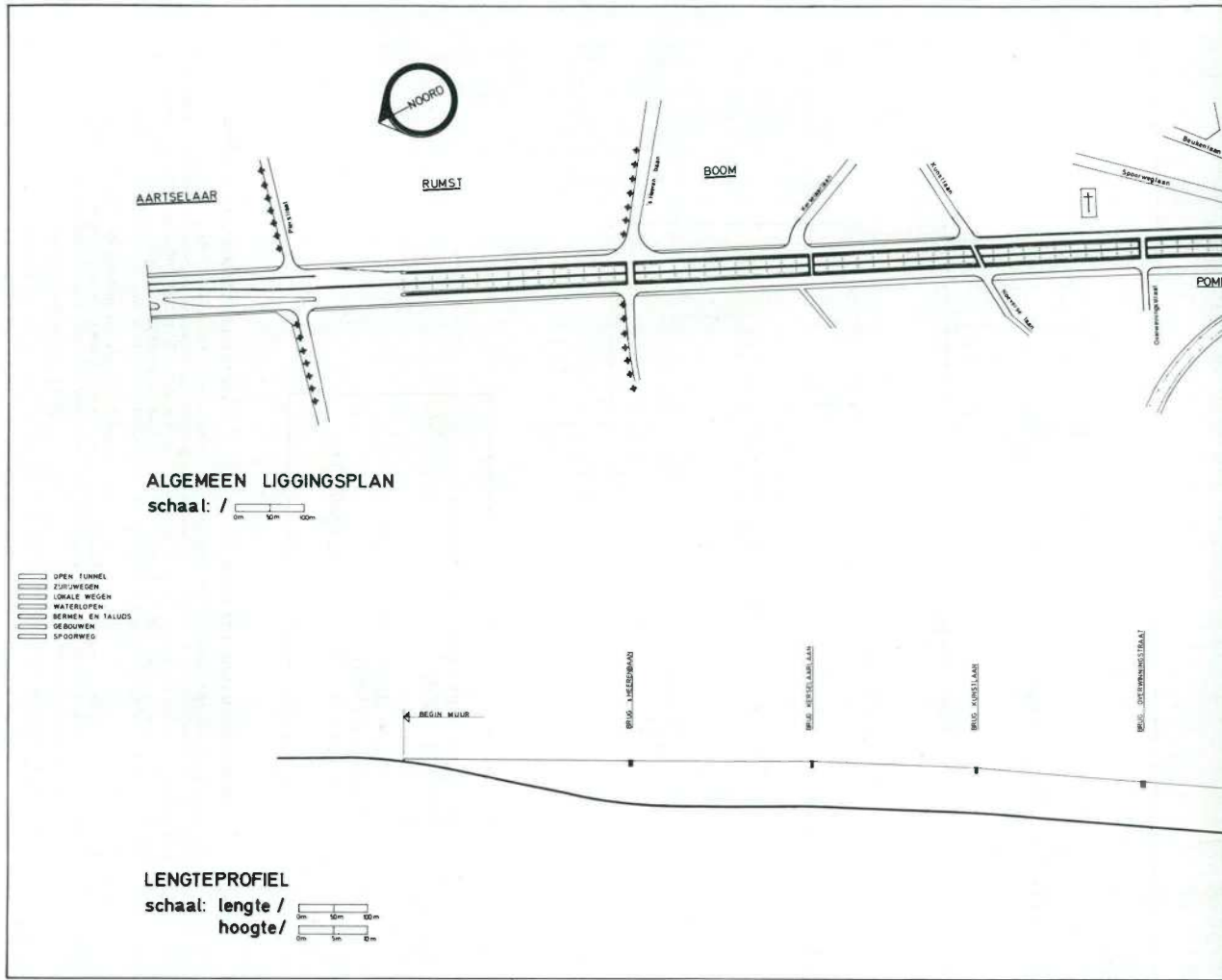
Ce tunnel est la prolongation du "Rupeltunnel" dans la route Bruxelles - Anvers, passant par la commune de Boom. La longueur totale est de 1800 m et la largeur entre les murs de soutènement est de 29,90 m. Le niveau moyen de la route se trouve à 6,50 m en dessous du niveau du terrain naturel.

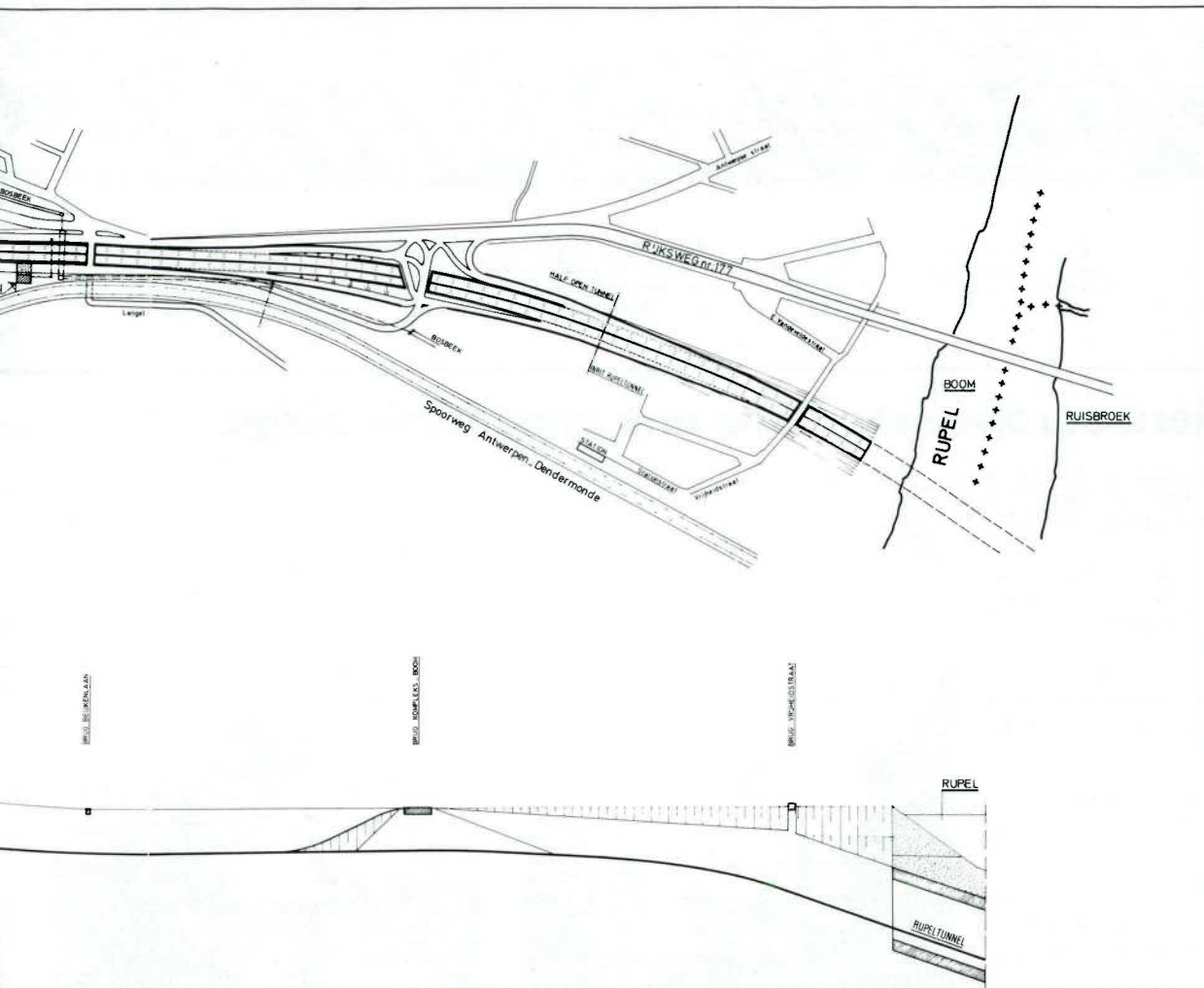
La stabilité des murs de soutènement est réalisée pendant la construction par une bêche sous la semelle et par des butées en dessous de la route dans la phase définitive.

Cinq ponts enjambent le tunnel semi-ouvert.

I - Coupe en travers à hauteur de la station de pompage

II - Vue en perspective dans le tunnel à ciel semi-ouvert





L'accès nord sous forme de tunnel à ciel semi-ouvert à Boom.

Cette photo a été prise le 5.10.1983 en direction du Sud (Bruxelles).

La longueur totale de ce tunnel à ciel semi-ouvert est de 1.800 m.

La largeur entre les murs de soutènement est de 29,90 m.

Sur la photo, on ne voit que la moitié environ de l'accès, c.à.d. la partie allant du sud du pont sur la BEUKENLAAN à l'entrée du tunnel sous le Rupel.

Il faut toutefois bien noter que l'extrémité côté fleuve de cet accès a été réalisée par l'Association. (Sur la photo : depuis le Rupel jusqu'au deuxième pont à rampe d'accès, y compris).

Noordelijke inrit en verlengstuk onder de vorm van een half-open tunnel te Boom.

Foto genomen op 5.10.1983, richting Zuid (Brussel).

Totale lengte van deze half-open tunnel bedraagt 1.800 m.

Breedte tussen keermuren is 29,90 m.

Op de foto ziet men ongeveer de helft van de half-open toegang, nl. het gedeelte vanaf de zuidkant van de brug ter hoogte van de BEUKENLAAN tot aan de ingang van de tunnel onder de Rupel.

Er dient niettemin opgemerkt dat het uiteinde kant Rupel van deze inrit door de tijdelijke Vereniging werd uitgevoerd (op de foto : vanaf de Rupel tot aan de tweede brug, met toegangshellingen, inbegrepen).

Documentation / Dokumentatie.

- Ministère des Travaux Publics / Ministerie van Openbare Werken
- s.a. C.F.E. n.v.
- De Rupeltunnel Ir A. VANGILS

Photographies / Fotos.

- Ministère des Travaux Publics / Ministerie van Openbare Werken
- s.a. C.F.E. n.v.
- s.a. FRANKI n.v.
- s.a. SBBM / DP n.v.
- s.a. DREDGING INTERNATIONAL n.v.
- Guido COOLENS (Antwerpen)
- LA PHOTOGRAPHIE DOCUMENTAIRE (Bruxelles-Brussel)
- AERO NEWS Photo-foto Jean Laurent

