



Rijkswaterstaat
Adviesdienst Verkeer en Vervoer
Bureau Dokumentatie
Postbus 1031
3000 BA Rotterdam

C5211-5

Westerschelde Oever Verbinding



NOTA VOORONTWERP

Toetsontwerp
Westerschelde Oeververbinding

NOTA VOORONTWERP

Provincie Zeeland
Directie Milieu en Waterstaat
November 1991

Colofon

Deze nota is samengesteld door:
Directie Milieu en Waterstaat van Provincie Zeeland
Rijkswaterstaat directie Zeeland
Bouwdienst Rijkswaterstaat

Voorts zijn bijdragen geleverd door:
Rijkswaterstaat dienst Getijdewateren
Scheepvaart en Maritieme zaken regio Scheldemon
Rijkswaterstaat dienst Verkeerskunde
Grondmechanica Delft
Waterloopkundig Laboratorium
MOS Grondmechanica
Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
Hydro Soil Services

Lay-out en vormgeving:
Visucom

INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING	7	4.1.9	LITERATUUR	43
1.1.	KORTE WEERGAVE INHOUD	8	4.2	BRUG (EVERINGEN)	44
1.2.	VERANTWOORDING	9	4.2.0	INLEIDING	44
2.	UITGANGSPUNTEN	10	4.2.1	BRUGVARIANTEN	44
2.1	HUIDIGE SITUATIE	10	4.2.2	ONDERBOUW (ALGEMEEN)	45
2.2	TRACENOTA/ MILIEU-EFFECT-RAPPORTAGE	11	4.2.3	CAISSONS	46
2.3	BESCHRIJVING ONTWERPVARIANTEN TRACE 3,4 EN 5	11	4.2.4	PIJLERBODEMBESCHERMING	47
2.4	ACTUALISERING TRACE 3	12	4.2.5	VARIANT A BETONNEN TUIBRUG	48
2.5	NOTA BASISGEGEVENS	12	4.2.6	VARIANT B STALEN TUIBRUG	53
2.6	NOTA RANDVOORWAARDEN	12	4.2.7	VARIANT C GEKOPPELDE STALEN HANGBRUG	61
3.	SAMENVATTING	13	4.2.8	VARIANT D ENKELE STALEN HANGBRUG	70
3.1	TUNNEL	13	4.2.9	DIVERSEN (ALGEMEEN)	82
3.2	BRUGVARIANTEN	14	4.2.10	LITERATUUR	83
3.3	DAMVAK	15	4.3	NATTE WERKEN	84
3.4	WEGEN	16	4.3.0	INLEIDING	84
3.5	BOUWDOK	17	4.3.1	DAMVAK MIDDELPLAAT	84
4.	VOORONTWERP	18	4.3.2	TUNNELTRACE PAS VAN TERNEUZEN	100
4.1	TUNNEL (GEDEELTE PAS VAN TERNEUZEN)	18	4.3.3	AANSLUITING ZEEUWSCH- VLAANDEREN	106
4.1.1	ALGEMEEN	18	4.3.4	BRUGTRACE EVERINGEN	109
4.1.2	TOERIT NOORD	20	4.3.5	DAMVAK ZUID-BEVELAND	117
4.1.3	GESLOTEN TUNNELGEDEELTE	25	4.3.6	DIJKVAK STAARTSCHE NOL	119
4.1.4	TOERIT ZUID	32	4.3.7	AANVULLENDE BESTORTINGEN	121
4.1.5	BEDIENINGSGEBOUWEN	38	4.3.8	WEGVERHARDINGEN	122
4.1.6	TUNNELINSTALLATIES	40	4.3.9	LITERATUUR	123
4.1.7	WEGVERHARDING	41	4.4	WEGEN	125
4.1.8	MOGELIJKE OPTIMALISERINGEN	41	4.4.1	ALGEMEEN	125
			4.4.2	TOELEIDENDE WEGEN	129
			4.4.3	AANSLUITENDE WEGEN	131

4.4.4	KRUISENDE WEGEN	133
4.4.5	KRUISING SPOORLIJN NS GOES- SLOE-GEBIED	135
4.4.6	TOLPLEIN	135
4.4.7	VERZORGINGSPLAATSEN	137
4.4.8	KUNSTWERKEN	138
4.4.9	OPENBAAR VERVOERVOOR- ZIENINGEN	145
4.4.10	VERKEERSLICHTEN	147
4.4.11	AFWATERING	147
4.4.12	WATERKERINGEN	148
4.4.13	GELUIDWERENDE VOORZIENINGEN	148
4.4.14	NATUURBOUW EN BEPLANTINGSPLAN	149
4.4.15	KABELS EN LEIDINGEN	150
4.4.16	MILIEUVOORZIENINGEN	151
4.4.17	WEGMARKERING EN BEBORDING	151
4.4.18	VERLICHTING	152
4.4.19	BEWEGWIJZERING	152
4.4.20	PRAATPALEN	153
4.4.21	STREMMINGSSIGNALERING	153
4.5	BOUWDOK	153
4.5.0	INLEIDING	153
4.5.1	LOKATIES	153
4.5.2	BOUWDOKKEN ALGEMEEN	154
4.5.3	CONSTRUCTIE RINGDIJKEN	155
4.5.4	WERKWEGEN	157
4.5.5	CONSTRUCTIE BOUWSTEIGER C.A.	157
4.5.6	OVERIGE VOORZIENINGEN	161
4.5.7	LITERATUUR	161

5	TE VERRICHTEN STUDIE EN ONDERZOEK	162
5.1	TUNNEL (PAS VAN TERNEUZEN)	162
5.2	BRUGGEN	164
5.3	MILIEUASPECTEN	164
5.4	WEGEN	165

1. INLEIDING

Gedurende de afgelopen decennia is in de provincie Zeeland de aanleg van een vaste oeververbinding ter kruising van de Westerschelde voortdurend onderwerp van gesprek geweest.

Onlangs is ten aanzien van deze Westerschelde Oeververbinding (WOV) een zeer uitvoerige discussie over de tracékeuze door Rijk, Provincie, gemeenten en anderen afgerond.

Op 1 maart 1991 hebben Provinciale Staten van Zeeland de ligging van het tracé vastgesteld; de Minister van Verkeer en Waterstaat heeft op 7 maart 1991 daarmee ingestemd.

Het buitendijks tracé is gelegen tussen een plaats even ten westen van het sluizencomplex bij Terneuzen in Zeeuwsch-Vlaanderen en een plaats ten westen van Ellewoutsdijk op Zuid-Beveland. Het wordt met toeleidende wegen aangesloten op het bestaande wegennet.

Ten behoeve van de WOV is nu door de Provincie Zeeland en overige direct betrokken overheidsinstanties, waaronder de directie Zeeland en de Bouwdienst Rijkswaterstaat, een toetsplan opgesteld. Daarin wordt het gehele realisatieproces (ontwerp, aanbesteding, gunning en begeleiding bouw) doorlopen. Zodoende kan, bij daadwerkelijke realisering van het project door derden, het ontwerp en de bouw optimaal worden getoetst en kan de rol van de opdrachtgever op elk moment van het realisatieproces op deskundige wijze worden ingevuld.

Onderdeel van het toetsplan is het maken van een voorontwerp. Uit de gestelde randvoorwaarden en de voorhanden zijnde basisgegevens is een voor-

ontwerp gegenereerd dat bestaat uit de volgende deelprojecten:

- a. een tunnel onder het hoofdvaarwater 'De Pas van Terneuzen', inclusief toeritten;
- b. een damvak op de Middelpaalt in het midden van de Westerschelde en een damvak bij de aanlanding van de brug op Zuid-Beveland (zgn. 'natte werken');
- c. een brug over het nevenvaarwater Everingen;
- d. toeleidende wegen op zowel Zuid-Beveland als in Zeeuwsch-Vlaanderen;
- e. een bouwdok en afbouwsteiger in het industriegebied Vlissingen-Oost.

Een uitvoerige (technische) beschrijving, toelichting en onderbouwing van het gekozen voorontwerp is weergegeven in de voorliggende nota met bijbehorende tekeningen.

De tekeningen zijn per deelproject gebundeld in een tekeningenboek.

- Tekeningenboek nr. 1 Tunnel bevat:
tek. reg.nrs. B 106941 t/m B 106959)
- Tekeningenboek nr. 2 Bruggen bevat
tek. reg.nrs. B 107010 t/m B 107047)
- Tekeningenboek nr. 3 Damvak (zgn. 'Natte werken' bevat tek. reg.nrs. B 106980 t/m B 106993)
- Tekeningenboek nr. 4 Wegen bevat
tek. reg.nrs. B 106900 t/m B 106918;
B 106920 t/m B 106929; B 106931)
- Tekeningenboek nr. 5 Bouwdok bevat
tek. reg.nrs. B 106970 t/m B 106973;
B 106975 t/m B 106979; B 107060 t/m B 107064;
B 107067 t/m B 107069; B 107086 t/m B 107087;
B 107898)

1.1. KORTE WEERGAVE INHOUD

De nota voorontwerp telt 5 hoofdstukken.

Hoofdstuk 1 bevat deze inleiding.

Hoofdstuk 2 beschrijft algemene uitgangspunten en grijpt terug op eerder geschreven nota's en reeds genomen beleidsbeslissingen.

Hoofdstuk 3 bevat een samenvatting van het voorontwerp.

Hoofdstuk 4 vormt de hoofdmoot van de nota. Het beschrijft de verschillende deelprojecten en wel in de onderstaande volgorde:

- Tunnel
- Bruggen
- Natte werken
- Wegen
- Bouwdok

Met betrekking tot de *Tunnel* is een aantal varianten bekeken. Op grond van de gesignaleerde voor- en nadelen is daaruit een keuze gemaakt.

Voor de *Bruggen* zijn 4 varianten parallel bekeken, namelijk:

- gekoppelde betonnen tuibruggen
- gekoppelde stalen tuibruggen
- gekoppelde stalen hangbruggen
- enkele stalen hangbrug

Vanwege de technische gelijkwaardigheid is geen keuze gemaakt. Het kostenaspect zal de doorslag moeten geven.

Bij de *Natte werken* worden ten aanzien van de bekledingsmaterialen van het damvak meerdere varianten beschouwd. Net als bij de tunnel wordt ook hier een keuze uit de voorhanden zijnde materialen gemaakt.

Het onderdeel *Wegen* beschrijft, behalve het ontwerp van de toeleidende, aansluitende en kruisende wegen, ook de in de wegvakken voorkomende kunstwerken en de wegen voor busroutes. Ook de algemene karakteristieken van het tolplein en de verzorgingsplaatsen komen aan de orde. Verder krijgen nog andere zaken van algemene aard aandacht zoals veiligheids- en milieu-aspecten.

Ten aanzien van het *Bouwdok* zijn voor de brug-caissons en de tunnelelementen twee afzonderlijke ontwerpen gemaakt. Omdat bij de brugconstructie meerdere varianten mogelijk zijn, is voor zowel het type hangbrug als het type tuibrug een afzonderlijk ontwerp van een bouwdok nader uitgewerkt.

Tijdens het uitwerken van het voorontwerp is gebleken dat van een aantal aspecten geen of in onvoldoende mate gegevens voorhanden waren.

Hoofdstuk 5 geeft een overzicht van de leemten in kennis. Er wordt tevens in aangegeven welke verdere studie nog moet worden verricht om deze 'witte plekken' te kunnen invullen.

Hoofdstuk 6 tenslotte bevat een opgave van de bijlagen. Behalve de al besproken bescheiden behoren nog als bijlagen bij de nota Voorontwerp de nota Tracé-beschrijving en de nota Uitvoering.

In de nota Tracé-beschrijving is een meer gedetailleerde verantwoording van de ligging van het tracé opgenomen.

De nota Uitvoering beschrijft de uitvoeringsaspecten: de inhoud hiervan is gerelateerd aan de verschillende (onderdelen van) deelprojecten. Een tijdsplanning en een globaal overzicht van de benodigde hoeveelheden (incl. grondbalans) completeren het geheel.

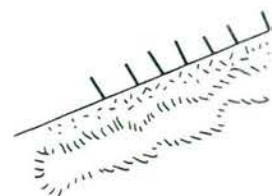
1.2. VERANTWOORDING

Met nadruk dient vermeld dat er onvoldoende tijd was om alle relevante aspecten diepgaand te bestuderen; er is dan ook ontworpen op hoofdlijnen.

In de definitieve ontwerpfase zal het ontwerp gebaseerd moeten worden op de dan vastgestelde randvoorwaarden en de dan beschikbare en waarschijnlijk nog aan te vullen basisgegevens. Dan zal ook de ontwerp-optimalisatie en detaillering aangebracht moeten worden.

De omstandigheid dat tijdens het voorontwerp-proces nog niet alle noodzakelijke basisgegevens bekend waren (het verzamelen van de basisgegevens verliep deels parallel met het ontwerpwerk) kan tot gevolg hebben dat de gekozen ontwerpuitgangspunten niet in overeenstemming zijn met de definitieve resultaten van de gepleegde onderzoeken. Het spreekt voor zich dat ook daarmee bij het definitieve ontwerp rekening moet worden gehouden.

Ook het is het mogelijk dat het voorontwerp niet geheel voldoet aan de gestelde randvoorwaarden. Met name kan dit het geval zijn voor de milieurandvoorwaarden.



2. UITGANGSPUNTEN

2.1 HUIDIGE SITUATIE

De provincie Zeeland laat zich kenmerken als een weinig verstedelijkt landelijk gebied, omringd door water. De oppervlakte omvat 301.700 ha (waarvan 123.100 ha water), het inwoneraantal bedraagt ca. 357.000 (1990). De economische functies van Zeeland vallen uiteen in een viertal hoofdonderdelen;

- De agrarische functie, in grote delen van de provincie aanwezig;
- De toeristische functie, vooral langs de Noordzeekust, Grevelingen en Veerse Meer;
- De bedrijfsfunctie, te vinden op tal van plaatsen bij de stedelijke gebieden;
- De industrie functie, veelal gelokaliseerd aan diep water, zoals Sloegebied, Kanaalzone Terneuzen.

De Provincie Zeeland kent veel gebieden die hoog scoren met natuurwaarden, zowel op het land, in intergetijde zones als onder water. Op enige punten is de natuurfunctie uniek in West Europa.

De infrastructuur is door de geografie van de eilanden van oudsher oost-west gericht geweest. De Deltawerken maakten een sterke verbetering in de noord-zuid relatie mogelijk.

De Westerschelde kon als belangrijke vaarroute naar Antwerpen, Gent etc. niet worden afgedamd. De verbinding tussen Zeeuwsch-Vlaanderen en Midden-Zeeland wordt momenteel uitgevoerd door twee veerdiensten: tussen Vlissingen en Breskens en Kruiningen en Perkpolder. Hoewel deze op zich goed functioneren, vormen ze toch een knelpunt in de noord-zuid relatie. De veerdiensten onderhouden op werkdagen een half-uurs dienstregeling, in de

vroege ochtend, 's-avonds en in de weekeinden is er één afvaart per uur. Tussen 23 uur en 5 uur wordt niet gevaren, er zijn dan slechts verbindingen via Antwerpen mogelijk. Voor de overtocht met de veren wordt tol geheven.

Afgezien van de nadelen van de discontinu dienstregeling leveren de veerdiensten vertragingen op. Een overtocht inclusief wachttijd kost gemiddeld 35 minuten, dit komt overeen met een fictieve afstand van 40 - 50 km. Bovendien blijkt in het toeristische hoogseizoen de capaciteit van de veerdiensten onvoldoende, waardoor wachttijden van 1 - 2 uur geen zeldzaamheid zijn.

De veerverbindingen staan optimale ontplooiing van economische en maatschappelijke relaties in de weg. De aanleg van een vaste oeververbinding zal deze barrièrewerking teniet doen. Niet alleen zullen reeds bestaande relaties verbeteren, maar de vaste oeververbinding zal ook een voorwaardenschepend element zijn voor verdere economische en maatschappelijke uitbouw.

Een ander belangrijk aspect vormen de kosten van de verbindingen over de Westerschelde op langere termijn. In aanvulling op de opbrengst van de veertarieven draagt de overheid jaarlijks ruim f. 35 miljoen bij aan de exploitatie van de veerdiensten. Nadat de vaste oeververbinding tolvrij is geworden resteert een jaarlijkse exploitatielast van ca. f. 14 miljoen (prijsspeil 1991). Binnen nu en 10 jaar zijn enige schepen voor de veerdiensten aan vervanging toe. Tevens dient binnen deze termijn zeer groot onderhoud aan de veerhavens te worden uitgevoerd. Door de bouw van een vaste oeververbinding kunnen deze investeringen beperkt blijven.

De aanleg van een vaste oeververbinding brengt ook nadelen met zich mee. Om er enkele te noemen:

- De opheffing van de veerdiensten kost werkgelegenheid, die slechts ten dele wordt gecompenseerd door de bouw en exploitatie van de oeververbinding.
- De oeververbinding zal extra verkeer aantrekken, hetgeen een grotere milieubelasting voor de omgeving tot gevolg heeft.
- De aanleg van de vaste oeververbinding zal nadelige effecten geven op de omgeving. Deze zijn beschreven in de tracénota/MER.

Naar de mening van het provinciaal bestuur weegt de positieve invloed van de oeververbinding op tegen de negatieve effecten. Deze effecten dienen echter wel zoveel mogelijk te worden beperkt of gecompenseerd. Dit is dan ook uitgangspunt in het beleidsvoornemen van het provinciaal bestuur om een vaste oeververbinding te realiseren.

2.2 TRACÉNOTA/ MILIEU-EFFECT-RAPPORTAGE

De tracénota/MER (Provincie Zeeland, januari 1990) heeft inclusief aanvullende notities ten grondslag gelegen aan de tracévaststelling voor de WOV door het provinciaal bestuur van Zeeland. Nota en aanvullingen hierop vormen derhalve belangrijke basisdocumenten voor het technische toetsplan. Als studiegebied definieert de tracénota/MER het gebied tussen A58 op Zuid-Beveland en N61 in Zeeuwsch-Vlaanderen en de aansluitende wegen op de veerverbindingen Vlissingen-Breskens en Kruiningen-Perkpolder. Binnen dit studiegebied worden beschreven:

- De huidige situatie met de autonome ontwikkelingen;
- De diverse alternatieve oplossingen van de WOV;
- De effecten van de aanleg van een WOV per alternatief;
- Leemten in kennis en te verrichten vervolgonderzoek.

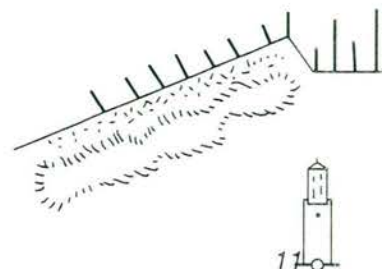
De effecten worden beschreven in relatie tot de huidige situatie. Voor de beoordeling van de effecten dient het niet realiseren van de WOV (de nulvariant) als referentie. Daarbij komen talrijke aspecten aan de orde zoals:

- Ruimtelijke hoofdstructuur;
- Kabels, leidingen en walradarketen;
- Verkeer en vervoer;
- Economie;
- Verzorgingsstructuur;
- Geomorfologie;
- Milieuhygiëne (bodem-, grond- en oppervlaktewater, morfologie, lucht en geluid);
- Natuur en landschap;
- Cultuurhistorie en archeologie;
- Visueel-ruimtelijke aspecten;
- Volksgezondheid en externe veiligheid.

Voor veel van deze aspecten worden per alternatief mitigerende maatregelen tegen ongewenste effecten voorgesteld. De algemeen voorgestelde en de specifieke maatregelen voor het tracé dienen verwerkt te zijn in het voorontwerp.

2.3 BESCHRIJVING ONTWERPVARIANTEN TRACE 3,4 EN 5

Dit rapport (RWS d.d. 24-03-1989, uitgave mei 1989, zgn. groene nota) is samengesteld door de toenma-



lige directies Bruggen en Sluizen & Stuwen (inmiddels samen de Bouwdienst) en de directie Zeeland van Rijkswaterstaat. Het vormt de technische onderbouwing van de tracénota/MER, waarbij het accent ligt op de diverse brug-, damvak- en tunneloplossingen van de na de eerste selectie overgebleven tracés. Behalve de beschrijvingen van de constructies en uitvoeringsmethoden zijn er globale bouwschema's en budgetramingen in opgenomen. In het rapport komen tevens situatietekeningen en lengte- en dwarsprofielen voor.

2.4 ACTUALISERING TRACE 3

In vervolg op de tracénota/MER is door de Provincie Zeeland een aanvullende notitie uitgebracht. Deze gaat in op een aantal vragen van de Commissie MER, en de Raad van de Waterstaat. De Provincie Zeeland heeft de Bouwdienst van Rijkswaterstaat gevraagd het tracé 3 te actualiseren op basis van inspraakreacties en de nieuwste inzichten vanuit de betrokken overheidsdiensten. Het rapport 'Actualisering tracé 3' (RWS d.d. december 1990, zgn. blauwe nota, aanvulling op groene nota) bevat een aantal aanpassingen. De opmerkelijkste wijzigingen zijn:

- Het tracé van het damvak op de Middelpaalt is dusdanig verlegd, dat de kruising met de leidingen van DOW nu op de Middelpaalt plaats vindt. Dit heeft zowel technische als financiële voordelen.
- Op grond van een aanvullende nautische studie ten aanzien van het ontwerp voor de brug over de Everingen is de doorvaarthoogte van NAP +54 m verlaagd tot NAP +43 m. Hierdoor kon tevens het

stijgingspercentage van de brugopritten worden verkleind.

- Op Zuid-Beveland wordt de toeleidende weg naar de WOV aangesloten op de S11 ter hoogte van de huidige aansluiting S10/S11. De aansluiting S10 en de Europaweg worden gecombineerd. Hierdoor komt de aansluiting Monsterweg te vervallen.

Het rapport presenteert op basis van de aanpassingen een bijgestelde raming. Tevens bevat het tekeningen van nieuwe situaties.

2.5 NOTA BASISGEGEVENS

De noodzakelijke informatie die ten grondslag ligt aan het voorontwerp is opgenomen in de nota 'Basisgegevens'. Het eerste deel van deze tweeledige nota vervult een catalogusfunctie. Het geeft een overzicht van reeds aanwezige basisinformatie en verwijst naar de rapporten met de resultaten van aanvullende studies en onderzoeken. Het tweede deel vormt het rapport Basisgegevens. In dit deel zijn onder meer opgenomen de op onderzoeks- en studieresultaten gebaseerde rapporten met de interpretaties en adviezen. Hierbij dient opgemerkt dat een aantal adviezen in een (te) laat stadium van het ontwerp is ontvangen. Ze konden slechts worden gebruikt ter toetsing van eerdere aannames op basis van reeds beschikbare gegevens. Het gaat hierbij vooral om de resultaten en adviezen van het grondmechanisch onderzoek.

2.6 NOTA RANDVOORWAARDEN

De Westerschelde Oeververbinding stelt een groot aantal eisen en randvoorwaarden. Deze liggen ten

grondslag aan de nota 'Randvoorwaarden'. De inhoudsopgave van deze nota geeft een goed beeld van de veelzijdige aard van eisen en randvoorwaarden.

- 1 Lokatie-eisen.
- 2 Functionele eisen.
- 3 Betrouwbaarheidseisen.
- 4 Levensduureisen.
- 5 Veiligheidseisen.
- 6 Milieu-eisen.
- 7 Eisen vanuit de omgeving.
- 8 Eisen van derden.
- 9 Esthetische eisen.
- 10 Voorgeschreven ontwerpspecificaties.
- 11 Eisen t.a.v. kosten.
- 12 Normen en richtlijnen.
- 13 Uitvoeringseisen.
- 14 Eisen m.b.t. inspectie en onderhoud.
- 15 Vergunningen en ontheffingen.

3. SAMENVATTING

Vijf onderdelen

Het toetsplan van het WOV-project bestaat uit vijf deelprojecten:

1. een tunnel onder het hoofdvaarwater Pas van Terneuzen, inclusief toeritten;
2. een brug over het nevenvaarwater Everingen;
3. een damvak op de Middelplaat in het midden van de Westerschelde en een damvak bij de aanlanding van de brug op Zuid-Beveland;
4. toeleidende wegen op zowel Zuid-Beveland als in Zeeuwsch-Vlaanderen;
5. een bouwdok en afbouwsteiger in het industriegebied Vlissingen-Oost.

3.1 TUNNEL

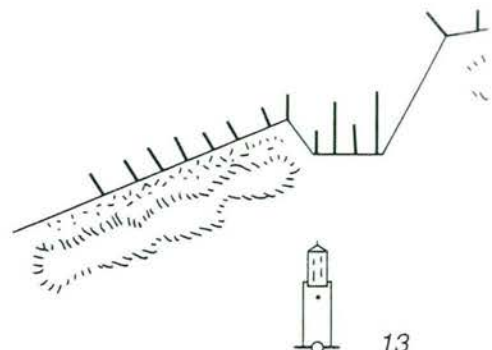
Zowel voor het voorontwerp van de tunnel als de bijbehorende toeritten zijn diverse varianten in beschouwing genomen.

Voor het gesloten tunnelgedeelte is een beproefde methode gekozen waar veel ervaring mee is opgedaan. Afzonderlijk in een bouwdok gemaakte betonelementen worden drijvend naar de lokatie vervoerd en daar in een gebaggerde sleuf afgezonken.

De tunnel wordt opgebouwd uit tien elementen: 8 van 162 m en 2 van 139 m, in totaal dus 1574 m. Voor de afzinkoperatie per tunnelelement (bij doodtij) is een draaiboek opgesteld dat de stremming voor de scheepvaart tot maximaal 34 uur beperkt.

Toeritten

Voor de toeritten is de keuze gevallen op bentoniet-cementwanden, voorzien van foliepanelen in combinatie met damwandschermen. Het is niet alleen prijstechnisch een aantrekkelijke oplossing. Andere voordelen zijn de relatief korte bouwtijd en het feit dat geen intensieve bemaling nodig is. De waterkerende constructie ligt nagenoeg geheel buiten de weg zodat eventuele reparaties geen verkeersbelemmeringen veroorzaken. Omdat de toerit grotendeels uit een groen talud bestaat is die goed uitvoerbaar.



3.2 BRUGVARIANTEN

Het voorontwerp geeft vier varianten, met maximaal 5 en minimaal 2 brugpijlers. Vanwege de technische gelijkwaardigheid is geen keuze gemaakt. Het kostenaspect zal de doorslag moeten geven.

In alle varianten is de doorvaarthoogte NAP +43 m, zijn de aanbruggen gefundeerd op voorgespannen betonpalen en is de bovenbouw van voorgespannen beton, de onderbouw van gewapend beton. De cilindervormige caissons waarop de pylonen staan zijn van gewapend beton, gefundeerd op staal en aanvaarbestendig geconstrueerd. Ter plaatse van de Middelpilaar is in alle varianten rekening gehouden met een tijdens de bouw aanwezige leidingenstrook met een profiel van vrije ruimte van ± 50 m.

De breedte van de brugconstructie is gebaseerd op 2 x 2 rijstroken, terwijl de lengte wordt bepaald door:

- de maximale kruinhoogte ca. NAP +15 m van de aansluitende damaanzetten;
- het maximale hellingspercentage van 4,5% met een topstraal van 10.000 m;
- de maximale vernauwing van het nuttige dwarsprofiel van de Everingen met 20% ten opzichte van NAP. Deze wordt volledig gecompenseerd door een verdieping van de bestaande bodem met ca. 5 m.

Variant A: Gekoppelde betonnen tuibruggen

De totale lengte van dit ontwerp met 5 brugpijlers is 2128 m. De 5 betonnen tuibruggen hebben lengten van 3 x 360 m en 2 x 340 m, totaal 1760 m. De gekozen overspanningslengte van 360 m per tui-

brug levert netto lengten van 250 m loodrecht op de vaargeul voor de doorvaartbreedte.

De beide doorvaartopeningen van 250 m zijn symmetrisch ten opzichte van de vijf tuibruggen geprojecteerd. Dit heeft tot gevolg dat de bestaande vaargeulbegrenzing aan de zijde van Zuid-Beveland ca. 215 m in noordelijke richting moet worden gecorrigeerd.

De aanbruggen hebben elk een totale lengte van 184 m, opgebouwd uit 4 ongelijke overspanningen.

De gewapend betonnen pylonen van de tuibruggen hebben een A-vorm. Dit is noodzakelijk om elke afzonderlijke tuibrug voldoende stabiliteit te geven. Om architectonische redenen is deze vorm zowel in het zij- als in het langsaanzicht toegepast.

De rijdekconstructie, gebaseerd op een breedte van 2 x 2 rijstroken, bestaat uit voorgespannen beton en is om aërodynamische redenen aan de zijanten afgeschuind.

De tuikabels worden zowel door de wanden van de verticale pyloonkop als door de verzwaring van het dek heengevoerd en verankerd.

Variant B: Gekoppelde stalen tuibruggen

De variant met 4 brugpijlers heeft een totale lengte van 1961 m. De drie betonnen overspanningen aan de zijde van Zeeuwsch-Vlaanderen hebben een gezamenlijke lengte van 155 m. De 4 stalen tuibruggen hebben lengten van 2 x 500 m en 2 x 350 m, totaal 1700 m. De betonnen aanbrug aan de Zuid-Bevelandse kant is 106 m lang.

De doorvaartopening van 400 m is symmetrisch ten opzichte van de 4 tuibruggen geprojecteerd. Dit heeft tot gevolg dat de bestaande vaargeulbegren-

zing aan de zijde van Zuid-Beveland ca. 80 m in noordelijke richting moet worden gecorrigeerd.

De bovenbouw en de pylonen van de tuibruggen bestaan uit staalconstructies. De pylonen hebben een A-vorm. Dit is noodzakelijk om elke afzonderlijke tuibrug voldoende stabiliteit te geven. Om architectonische redenen wordt deze vorm zowel in het zij- als in het langsaanzicht toegepast.

De rijdekconstructie met een breedte gebaseerd op 2 x 2 rijstroken is om aërodynamische redenen aan de zijanten afgeschuind.

Variant C: Gekoppelde stalen hangbruggen

Deze variant met 3 brugpijlers bestaat uit 2 gekoppelde stalen hangbruggen met betonnen ankerblokken en een totale lengte van 2198 m. De symmetrische deling in twee hoofdoverspanningen van 720 m en twee zijoverspanningen van 255 m is gekozen terwille van een zo gunstig mogelijk krachtsverloop in de hoofdkabels. De beide gewapend betonnen ankerblokken zijn elk 80 m lang, de betonnen aanbruggen elk 44 m.

De bovenbouw en de pylonen bestaan geheel uit staalconstructies. De ankerblokken zijn gefundeerd op staal en zodanig geballast dat de ankerkrachten uit de hoofdkabels van de hangbrug kunnen worden opgenomen.

De doorvaartbreedte is aan beide zijden van de middenpyloon 250 m. Om dit te bereiken moet de vaargeulbegrenzing aan de zijde van Zuid-Beveland met 120 m in noordelijke richting worden gecorrigeerd.

De vorm van de rijdekconstructie met een breedte gebaseerd op 2 x 2 rijstroken is in grote mate bepaald door aërodynamische overwegingen.

Variant D: Enkele stalen hangbrug

De variant met 2 brugpijlers heeft een totale lengte van 2048 m, opgebouwd uit één hoofdoverspanning van 1050 m en twee zijoverspanningen van 375 m. De beide gewapend betonnen ankerblokken zijn elk 80 m lang, de aanbruggen elk 44 m.

De bovenbouw en de 2 pylonen bestaan geheel uit staalconstructies. Ook hier zijn de ankerblokken gefundeerd op staal en zodanig geballast dat de uit de hoofdkabels van de hangbrug optredende ankerkrachten kunnen worden opgenomen.

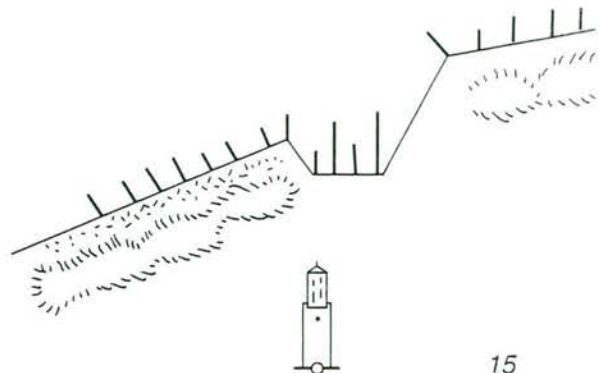
Gekozen is voor volledige symmetrie van het hoofddraagsysteem. De doorvaartbreedte (in het middendeel van de hoofdoverspanning) is 400 m.

De vorm van de rijdekconstructie met een breedte gebaseerd op 2 x 2 rijstroken is in grote mate bepaald door aërodynamische overwegingen.

3.3 DAMVAK

Geometrie van het damlichaam en type en afmetingen van de taludbekleding hangen nauw met elkaar samen. Toepassen van flauwere taludhellingen leidt tot lagere kruinhoogte en mogelijk een lichtere verdedigingsconstructie.

Landschappelijk gezien gaat de voorkeur uit naar een geometrie die zo veel mogelijk overeenkomt met het algemeen gebruikelijk profiel van de dijken langs de Westerschelde. Na beschouwing van diverse varianten is een algemeen dwarsprofiel ontworpen met buitentaluds van 1:4, een berm op maatgevend hoog water, breed 7,50 m en een harde bekleding van breuksteen. De toepassing van breuksteen is gunstig voor de ecologie.



Werkhaven

Aanleg van het damvak Middelpaat vergt aanvoer, overslag en verwerking van grote hoeveelheden materiaal. Ook zijn voorzieningen nodig voor aan- en afvoer van personeel en (zwaar) materieel. Dit maakt aanleg van een werkhaven op de Middelpaat noodzakelijk. Deze dient tevens voor de uitvoering van alle andere natte werken in Everingen en Pas van Terneuzen omdat in de directe nabijheid van deze werken geen geschikte faciliteiten aanwezig zijn.

3.4 WEGEN

De WOV met toeleidende wegen krijgt een functie voor het regionale en interregionale verkeer. Het karakter van de weg dient hiermee in overeenstemming te zijn. In de eindsituatie zal de WOV met toeleidende wegen op grond van de verkeersintensiteiten en de wegfunctie als autosnelweg zijn uitgevoerd. Bij de ingebruikstelling zal de verkeersintensiteit echter niet op alle weggedeelten zodanig zijn dat aanleg als dubbelbaansweg is vereist. Uitbouw tot autosnelweg moet relatief eenvoudig kunnen plaatsvinden. Daarom zijn voor het ontwerp 1e fase zowel de richtlijnen voor autosnelwegen als niet-autosnelwegen van toepassing. De aansluitende en kruisende wegen moeten in het algemeen voldoen aan de eisen voor niet-autosnelwegen.

Tolplein

In het poldertje dat ontstaat door het afsnijden van een gedeelte van de inham bij de Staartsche Nol is een tolplein gesitueerd. Maatgevend voor vormgeving en inrichting zijn de ervaringen van de Dienst

Verkeerskunde van Rijkswaterstaat (DVK) bij diverse projecten en die van de Provincie Zeeland met de tolpleinen bij de Zeelandbrug en de Provinciale Stoombootdiensten (PSD). Het is echter niet uitgesloten dat de toekomstige exploitatie van de WOV een ander wensenpakket vergt.

Kunstwerken

In de eindfase van het wegontwerp zijn 16 kunstwerken (viaducten, duikers en dergelijke) gepland. In het ontwerp 1e fase komen er 10 voor, zij het niet altijd volledig uitgebouwd op autosnelwegniveau.

Openbaar vervoervoorzieningen

Door aanleg van de WOV zal de structuur van de openbaar vervoerlijnen (busverbindingen) in Zeeland ingrijpend wijzigen. Het openbaar vervoerbedrijf Zuid-West Nederland (ZWN) heeft al tijdens de MER-procedure voorstellen gedaan voor het realiseren van nieuwe busverbindingen over de WOV. Hiervoor moet de bestaande infrastructuur worden aangepast. De busdienst over de WOV heeft tevens een functie voor het langzaam verkeer. (Brom)fietsers krijgen geen toegang tot de WOV, zij zullen worden vervoerd met een bus met speciale aanhanger voor de (brom)fietsen. Deze busdienst dient kort bij de WOV-verbinding zelf opstapmogelijkheden te bieden.

In het ontwerp is aan weerszijden van de verbinding een busstation opgenomen. Aan de Zeeuwsch-Vlaamse zijde is als lokatie een terrein aan de oostzijde van de Wulpenbek gekozen. Op Zuid-Beveland is het busstation gecombineerd met het tolplein.

Verzorgingsplaatsen

De aanwezigheid van een brandstofverkooppunt is een vereiste om te voorkomen dat auto's op de verbinding met een lege tank komen te staan. Daarom is zowel aan de zuid- als de noordzijde een benzine-station annex verzorgingsplaats voorzien. Aan Zuid-Bevelandse kant is dat verzorgingsplaats 'De Staart', in Zeeuwsch-Vlaanderen 'De Neus'.

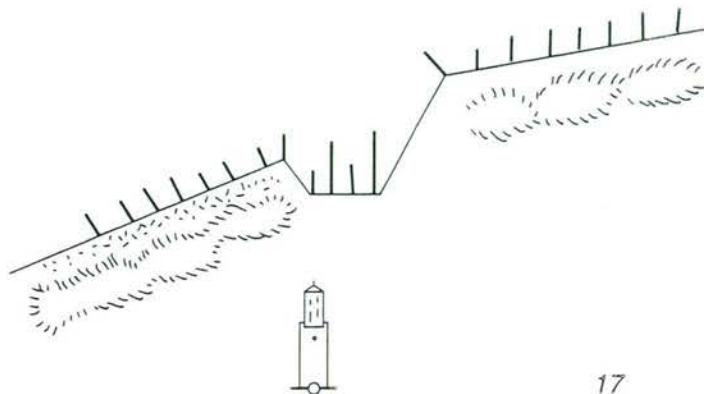
3.5 BOUWDOK

Voor dit voorontwerp is voorzien in een bouwdok voor 10 tunnelelementen en een bouwdok voor 2 tot 5 caissons voor de brug(varianten). Een mogelijke plaats is de Sloehaven te Vlissingen.

Bij de bouwdokken is een gecombineerd (brug/tunnel) werkterrein voorzien van 2 tot 4 ha, afhankelijk van de grootte van het bouwdok voor de caissons van het te kiezen brugtype. Het terrein grenst direct aan de doorgaande verkeersweg vanaf de Sloehaven richting Vlissingen en is derhalve voor alle (bouw)verkeer goed bereikbaar.

Zo dicht mogelijk nabij de bouwdokken is een tijdelijke betoncentrale gesitueerd. De afmeersteiger dient zowel voor aanvoer/lossen van grondstoffen voor het beton als ten behoeve van de afbouw van tunnelelementen en caissons.

Voor de bouw van de beide toeritten kan worden volstaan met bouwterreinen van respectievelijk ca. 2 ha voor toerit zuid en ca. 0,5 ha voor toerit noord.



4. VOORONTWERP

Technische omschrijving van tunnel, brugvarianten, damvak (natte werken), wegen en bouwdok. Met specificatie van per onderwerp van de bijbehorende tekeningen.

4.1 TUNNEL (gedeelte Pas van Terneuzen)

4.1.1 ALGEMEEN

Bij dit hoofdstuk behoort de volgende tekening:
B-106941 Tunnel lengteprofiel

In het tracé van de WOV is de hoofdvaargeul de Pas van Terneuzen. Deze ligt tussen Zeeuwsch-Vlaanderen aan de zuidzijde en de Middelpaalt aan de noordzijde. Het tracé kruist de Pas nagenoeg loodrecht.

De Pas is ca. 1600 m breed, terwijl de huidige vaargeul ca. 580 m breed is. De ligging van de bodem van de Pas is van zuid naar noord als volgt:

- een vooroever breed ca. 130 m op ca. NAP -1,50 m;
- een steile oever met talud van ca. 1:5 van ca. NAP -1,50 m tot ca. NAP -28 m;
- de rivierbodem breed ca. 550 m op een diepte variërend van ca. 28 m- tot max NAP -34 m;
- een convex lopende oever met talud variërend van ca. 1:5 tot 1:40 van ca. 28 m- tot NAP -1,50 m;
- een verdieping breed ca. 150 m op NAP -3,50 m, waarna de bodem naar het plaatniveau op ca. NAP +1 m loopt.

De zuidelijke oever is vanwege valgevoeligheid vast-

gelegd door middel van zink- en kraagstukken, de noordelijke oever is regelmatig onderhevig aan plaatvallen. Hierdoor is de ligging van deze oever en de bodem van de Pas van Terneuzen aan aanzienlijke fluctuaties onderhevig.

De bodem van de Pas bestaat uit jong zeezand op een basis van Boomse klei. Het niveau van de bovenkant van de klei bedraagt:

- verlopend van ca. NAP -24,50 à 23 m tot ca. NAP -27 m in Zeeuwsch-Vlaanderen;
- verlopend van ca. NAP -30 m tot max. ca. NAP -38 m ter plaatse van de Pas;
- ca. NAP -20 m op de Middelpaalt.

In Zeeuwsch-Vlaanderen bevindt zich boven de Boomse klei een laag zand, waarin enkele dunne laagjes klei, afgedekt door een 1,50 m tot 4,50 m dikke kleilaag waarop 1,50 m (antropogeen)zand. Het maaiveld ligt hier op ca. NAP +1,40 m.

Als belangrijkste randvoorwaarden voor dit gedeelte van de oeververbinding gelden:

- minimaal benodigde vaargeulbreedte 750 m op NAP -20,50 m;
- onbeperkte doorvaarhoogte over de gehele vaargeulbreedte;
- 100% behoud van het natte doorstroomprofiel, waarbij maximaal 20% mag worden gewijzigd, bij een waterstand van NAP;
- minimale bodembreedte 300 m op NAP -28 m.

Op grond van bovenstaande randvoorwaarden, in het bijzonder de onbeperkte doorvaarhoogte, bestaat de oeververbinding in de Pas van Terneuzen uit een tunnel.

Het lengteprofiel is bepaald op basis van de in hoofdstuk 4.1.3 gekozen bouwmethode en de hierbij

behorende tunneldoorsnede, aangevuld met de volgende uitgangspunten:

- ontwerpsnelheid 100 km/h;
- bodemlijn raai, peiling d.d. 09/01/91;
- minimale dikte tunnelafdekking 2 m (ter plaatse van de buitenste 30 m van de vaargeul is een verloop van dikte 2 m naar 1 m toegestaan);
- hoogte zijkant berm ter plaatse van kruising hoogwaterkering, kanteldijk NAP +6,25 m.

Het horizontale alignement ter plaatse van (het gesloten gedeelte) van de tunnel impliceert dat de wegverkanting varieert van 2,5% dakprofiel tot 4% zaagtandprofiel.

Om een zo eenduidig mogelijk verticaal alignement te ontwerpen is gekozen om het draaipunt van de verkantingsovergang te leggen ter plaatse van het midden van de witte streep tussen beide rijstroken, op 5,775 m vanuit het horizontaal alignement.

Hierdoor kunnen verticaal alignement en dak en vloer van het gesloten tunnelgedeelte evenwijdig worden gehouden.

De minimale hoogteligging van NAP +6,25 m is tengevolge van een dwarsverkanting van 2,5% gecorrigeerd naar NAP +6,50 m ter plaatse van het verticale alignement. Hierbij is geen rekening gehouden met de mogelijke aanwezigheid van vluchtstroken ter plaatse van toerit zuid.

De dwarsverkanting van 4% ter plaatse van het damvak is niet maatgevend in verband met de richting van de dwarsverkanting en de kerende dijk op NAP +11 m.

Uitgaande van de ROA-richtlijnen en de ontwerpsnelheid moeten de volgende hellingen en stralen

worden aangehouden:

- maximale helling 4,5% (1:22,22222)
- minimale bovenstraal 10.000 m
- minimale onderstraal 2.500 m.

Voor het 'horizontaal' gedeelte ter plaatse van de vaargeul is een helling aangehouden van 1:700.

De toe te passen helling is bepaald aan de hand van:

- benodigde capaciteit voor de afvoer van brandgevaarlijke stoffen bij calamiteiten, 5m³/h;
- maximaal toe te passen buisdiameter ten behoeven van de riolering Ø 0,35 m.

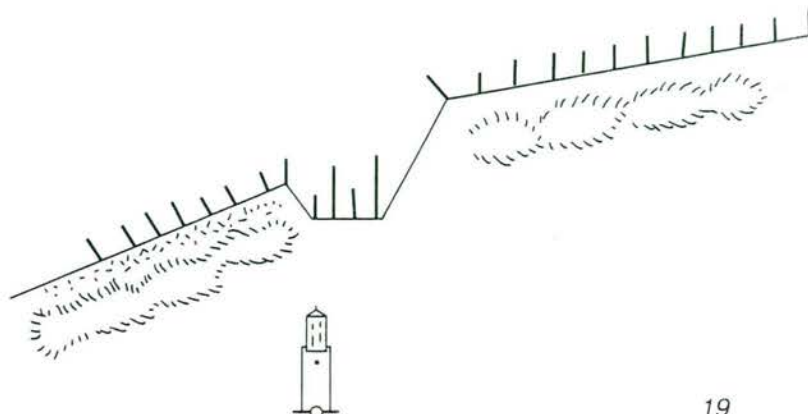
Het diepste punt van de helling is aan de zuidzijde gekozen in verband met de diepere bodemligging ter plaatse.

De tunnelafdekking, dik 2 m, ter plaatse van het hoogste punt van de helling ligt op de vereiste NAP -28 m. De aldus verkregen bodembreedte onder NAP -28 m bedraagt ca. 340 m.

Ter plaatse van de begrenzing van de vaargeul, breed 750 m, is een minimale dikte van de tunnelafdekking aangehouden van 1,50 m in plaats van 1 m. Dit in verband met een mogelijke baggertolerantie van 0,50 m. Dit zijn de dwangpunten op NAP -20,50 m voor de hellingen van 4,5%, waarbij het zuidelijke dwangpunt is vastgelegd op de huidige bodemlijn.

De kruising van de hoogwaterkering is niet aan een lokatie (kilometrerings) gebonden, zodat de vereiste hoogte van NAP +6,50 m als top van de bovenstraal is aangehouden. Tussen de genoemde hellingen zijn de onder- en bovenstralen geconstrueerd.

Het aldus ontstane lengteprofiel met bijbehorende tunnelafdekking blokkeert het bestaande natte



doorstroomprofiel voor ca. 9% en het maximale natte doorstroomprofiel (omhullende 1955-1990) voor ca. 18%. Dit wordt gecompenseerd door op de noordoever uit te voeren baggerwerk (zie hoofdstuk 4.3.2).

Ten aanzien van het ontwerp in het algemeen moet worden opgemerkt dat noch voor de toeritten, noch voor de bedieningsgebouwen rekening is gehouden met esthetische eisen. Na vaststellen van een definitief ontwerp zal het esthetisch advies in het ontwerp moeten worden verwerkt. Voor het gesloten gedeelte zal de invloed nihil zijn.

4.1.2 TOERIT NOORD

Bij dit hoofdstuk behoren de tekeningen:

- B-106942 Tunnel toerit noord fase 1 (bouwfase)
- B-106943 Tunnel toerit noord fase 2 (afzinkfase)
- B-106944 Tunnel toerit noord fase 3 (eindsituatie)
- B-106945 Tunnel toerit noord lengtedoorsneden fase 1 t/m 3
- B-106946 Tunnel toerit noord betontekening overgangsgedeelte en bakconstructie
- B-106947 Tunnel toerit noord betontekening T-wanden
- B-106948 Tunnel toerit noord ingraving, riolering en drainage.

De tekeningen hebben alle betrekking op de gekozen variant 4: bentoniet-cementwand voorzien van foliepanelen in combinatie met damwandschermen, waarbinnen een ingraving met groen talud.

Toerit noord ligt op het op de Middelplaat te maken damvak (zie hoofdstuk 4.3.1). Hiertoe wordt het damvak aan de zuidelijke kop verbreed en aan beide zijden door dijken omringd. Daarbinnen wordt de toerit gebouwd.

Gezien de ligging van de toerit zijn er geen randvoorwaarden die ontwerp/bouwmethode beperken. Er is één uitzondering: de transportleidingen van DOW mogen geen zettingen ondergaan.

De volgende varianten zijn in beschouwing genomen:

A. Varianten volgens een indirecte bouwmethode in een open bouwput met bemaling:

- variant 1
betonbak over de hele toerit
- variant 2
betonbak ter plaatse van het diepe gedeelte van de toerit en een vliesconstructie ter plaatse van het hoge gedeelte van de toerit
- variant 3
betonbak met lage wanden met in dwarsrichting aansluitend een vliesconstructie ter plaatse van het diepe gedeelte van de toerit en een vliesconstructie ter plaatse van het hoge gedeelte van de toerit.

B. Varianten volgens een directe bouwmethode:

- variant 4
bentoniet-cementwand voorzien van foliepanelen in combinatie met damwandschermen, waarbinnen een ingraving met groen talud.

De varianten/bouwmethoden zijn in het kort als volgt te karakteriseren.

Varianten 1 t/m 3 Algemeen

Nadat de zuidelijke kop van het damvak gereed is, wordt binnen de dijken een bronbemaling geïnstalleerd en onder een 'voorlopende' waterstandsverlaging de bouwput in den droge ontgraven met taludhellingen van 1:3.

Variant 1

Bij variant 1 wordt binnen de bouwput het betonwerk gerealiseerd, bestaande uit een gesloten overgangsgedeelte van ca. 50 m en een open bakconstructie van ca. 330 m. De lengte van het overgangsgedeelte is zodanig dat in de afzinkfase de waterkering in gereduceerde vorm (stormvloedberm t/m binnenberm) erover gelegd kan worden. Hierin wordt onder andere een waterkelder opgenomen, te realiseren tussen damwanden met een open bodem, waarbij lokaal een vacuumbemaling wordt geïnstalleerd. Omdat in de afzink- en eindfase de hoogwaterkering over het overgangsgedeelte wordt gevoerd is hier altijd voldoende veiligheid tegen opdrijving aanwezig, mits de dijk wordt aangelegd voor beëindiging van de bemaling. De gronddrukken onder dit gedeelte zijn zodanig dat op staal kan worden gefundeerd. Tengevolge van zwel van de Boomse klei kunnen echter grote zettingen optreden (ca. 0,10 m). Bij een eventueel funderen op palen boven of in de Boomse klei blijven deze zettingen optreden. De moten onderling worden met staal-/betondeuvels gekoppeld om ongelijkmatige zettingen te voorkomen. De betonbak moet worden gewaarborgd tegen opdrijven in de eindfase. Hiertoe worden trekpalen toegepast, waarbij de volgende mogelijkheden in beschouwing zijn genomen:

- prefab betonpalen 0,45 x 0,45 m, trekkracht 600 kN; gezien de vereiste inheidiepte van NAP - 25 m in het diepste gedeelte van de bak moeten deze palen hun trekkracht zowel uit het zand als uit de Boomse klei halen;
- vibropalen Ø 0,50 m, trekkracht 600 kN; ook hier is de maximale inheidiepte van NAP - 22 m gelegen in de Boomse klei.

Omdat de vibropalen geen voordeel hebben ten opzichte van de prefab palen (aangenomen dat de heibaarheid in de Boomse klei geen problemen oplevert) is uit kostenoverweging gekozen voor prefab palen.

Na gereedkomen van de betonconstructie wordt de bouwput weer aangevuld en de bemaling buiten werking gesteld. In de afzinkfase moet het talud van de zinksleuf ter plaatse van het overgangsgedeelte worden beëindigd door een damwandscherm met een hoogte tot de stormvloedberm van de hoogwaterkering (ca. NAP +6 m). Deze damwand doet tevens dienst als kwelscherm.

Om uitvoeringstechnische redenen wordt deze damwand aangebracht vóór het ontgraven van de bouwput.

Tijdens het aanvullen kan deze damwand laagsgewijs op 4 niveaus worden verankerd, waardoor inheidiepte en profielzwaarte beperkt kunnen blijven. Hiertoe moeten echter wel het talud van de bouwput en de kruinhoogte van de dijk direct achter het scherm tijdelijk worden aangepast.

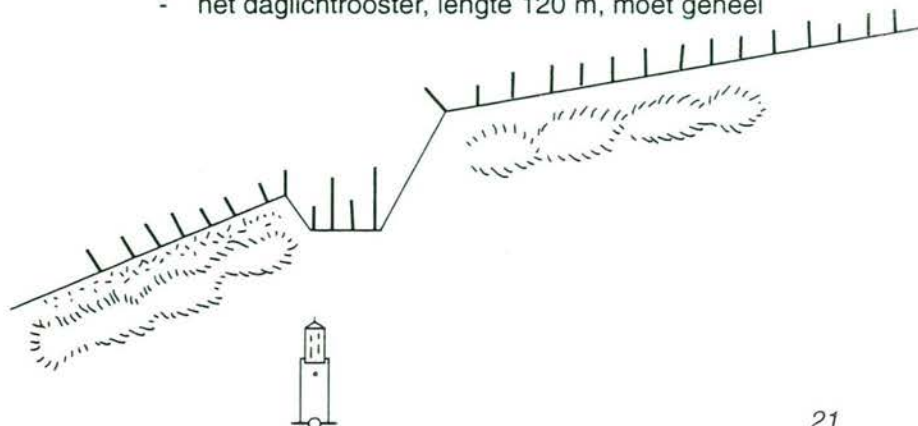
Variant 2

De bouwmethode is in principe gelijk aan die van variant 1, de bakconstructie is echter slechts ca. 140 m lang.

Het overige gedeelte van de toerit wordt uitgevoerd als een ingraving met groene taluds binnen een in den droge aangelegd vlies, met een lengte van ca. 190 m.

Als randvoorwaarden voor de overgang van de bakconstructie naar het vlies zijn aangehouden:

- economische;
- het daglichtrooster, lengte 120 m, moet geheel



op de bak gefundeerd zijn;

- om de extra bemaling te beperken is de maximale aanlegdiepte van het vlies ca. NAP -10 m.

De laatste randvoorwaarde is hier maatgevend.

Ten behoeve van de aanleg van het vlies moet de bouwput ter plaatse beduidend dieper (max. ca. 8 m) worden ontgraven dan bij variant 1. Hierdoor zal ook de bemaling toenemen. Om het effect hiervan te beperken is het mogelijk de bouwput van betongedeelte en vliesconstructie gefaseerd (na elkaar) aan te leggen waardoor de bemalingsinvloed enigszins blijft beperkt.

Nadat het vlies in de bouwput is gelegd wordt dit waterdicht op de bakconstructie aangesloten, aangevuld en voorzien van riolering en drainage. Ter voorkoming van binnendringen van agressieve stoffen in de polder worden bermen en taluds bekleed met 0,50 m klei.

Vóór het beëindigen van de bemaling moet binnen het vlies een waterstand van NAP -4,10 m worden ingesteld.

Variant 3

De bouwmethode is in principe gelijk aan die van variant 2. Naast de bakconstructie wordt echter aan weerszijden een vliesconstructie op de vloer aangesloten.

Deze vliesconstructie heeft tot doel om de waterdruk en -hoogte tegen de bakwanden te verminderen. Dit reduceert aanmerkelijk wanddikte en -hoogte, terwijl ook de palen gunstiger (gelijkmatiger) worden belast. De opwaartse kracht op de bakvloer blijft echter gelijk aan die van de voorgaande varianten.

Vóór het beëindigen van de bemaling moet binnen het vlies naast de bakconstructie een waterstand van NAP -3,75 m worden ingesteld. De waterstand binnen dit vlies moet met een afzonderlijke pompinstallatie worden beheerst.

Variant 4

Nadat de zuidelijke kop van het damvak gereed is wordt binnen de dijken een deels permanent waterdicht verticaal scherm aangebracht. Door dit scherm tot ca. 1,50 m in de ter plaatse op ca. NAP -20 m aanwezige Boomse klei aan te brengen ontstaat een polder waarbinnen de toerit zonder bemaling kan worden gerealiseerd.

Het waterdichte scherm bestaat uit:

- vanaf ca. 50 m ten noorden van de overgang gesloten gedeelte-overgangsgedeelte toerit: een bentoniet-cementwand, zowel ten westen als ten oosten van de as, met een lengte langs de as van ca. 350 m, dik 0,60 m met daarin een HDPE kunststoffolie. Deze schermen zijn aan de noordzijde door een dwarsscherm met elkaar verbonden;
- vanaf de overgang gesloten gedeelte-overgangsgedeelte toerit tot de bentoniet-cementwand: een stalen damwand. Dit in verband met de kerende functie bij de ontgraving ten behoeve van de verankering van kopscherm ter plaatse van de zinksleuf, zoals omschreven bij variant 1. Om de waterdichtheid van dit scherm te waarborgen worden de sloten voorzien van een waterdichte vulling, terwijl tegen het eventueel uit het slot lopen slotverklidders worden toegepast.
- ten zuiden van de overgang gesloten gedeelte -

overgangsgedeelte toert een cirkelvormig damwandscherm. Dit vanwege het feit dat dit scherm in de afzinkfase moet worden verwijderd (getrokken).

Binnen de aldus gevormde polder kan onder 'voorlopende' waterstandsverlaging de bouwput resp. wegingraving in den droge worden ontgraven met taludhellingen van 1:3.

Binnen de bouwput wordt het betonwerk gerealiseerd. Dit bestaat uit een overgangsgedeelte conform variant 1, een open bakconstructie lang ca. 40 m om het talud van de weg in ingraving op te vangen en ter plaatse van de inritzijde 2 niet-grondkerende T-wanden lang ca. 80 m die tezamen met het hierop gelegde daglichtrooster als ingangspartij fungeren.

Aangezien deze constructies niet aan opwaartse kracht onderhevig zijn en de gronddrukken gering zijn kan een paalfundering achterwege blijven.

De moten worden met staal- /betondeuvels gekoppeld om ongelijkmatige zettingen te voorkomen.

Het grondwaterpeil binnen de bentoniet-cementwanden wordt beheerst door de aanleg van riolering en drainage. De waterstand wordt ingesteld op NAP -8,50 m.

Ter voorkoming van binnendringen van agressieve stoffen in de polder worden bermen en taluds bekleed met 0,50 m klei.

Om de constructie in de zink- en eindfase waterdicht op de Boomse klei aan te sluiten is een afdichting ter plaatse van de overgang afgezonken-landgedeelte noodzakelijk.

Hiervoor zijn 2 mogelijkheden aanwezig:

- het frontscherm ter plaatse van de zinksleuf wordt tussen de langsdamwanden/-diepwanden waterdicht uitgevoerd. Hiertoe wordt de damwand tot in de Boomse klei geheid, voorzien van slotverklidders. Omdat het gedeelte van het langsscherm onder de dijk dichter bij de voedende grens staat dan aangenomen zal de hoogte van de damwand moeten worden aangepast aan de maximale verhanglijn in de dijk, terwijl de damwand moet worden aangesloten op de kleibekleding. Vanuit het dijkontwerp is dit een minder fraaie oplossing. Dit kan worden verbeterd door de stormvloedberm plaatselijk te verhogen.
- het frontscherm ter plaatse van de zinksleuf wordt uitgevoerd conform de bij variant 1 beschreven oplossing. Als definitieve waterkering op de zuidelijke kop wordt aan de zuidzijde van de waterkelder een waterdicht damwandscherm tussen de langsschermen aangebracht. Dit kan tevens dienst doen als verankering voor het frontscherm. Vanuit economisch oogpunt is deze oplossing minder aantrekkelijk.

Gekozen is voor de eerste oplossing.

Als mootlengten zijn voor het overgangsgedeelte 25 m en voor de overige delen 20 m aangehouden. De dwarsprofielen van de te onderscheiden onderdelen van de diverse varianten zijn als volgt bepaald:

Gesloten overgangsgedeelte

Het dwarsprofiel is afgeleid van dat van het gezonken gedeelte (zie hoofdstuk 4.1.3) met de volgende afwijkingen:

- de ballastbeton is vervallen;



- de verkanting van het wegdek wordt opgenomen in constructiebeton vloer;
- de rioleringsbuizen vervallen over dit gedeelte.

Bakconstructie

De rijkokers sluiten aan op het gezonken gedeelte. De breedte van de middenberm is bepaald door het PvE ten aanzien van de vluchtroute in de tunneltoeritten. Aan weerszijden van de rookmuur dient een vluchtweg breed 0,75 m aanwezig te zijn. Uitgaande van een middenwanddikte van 0,70 m en een bovendikte van de 'losstaande' N.J. profielen van 0,20 m vereisen deze een afstand tussen de voorkanten van 3,05 m. Deze afstand blijft ook gehandhaafd waar geen middenwand meer nodig is.

Het verticale evenwicht en de dikten van vloer en buitenwanden zijn bepaald met eenvoudige handberekeningen en spreadsheets en gecontroleerd met een raamwerkberekening. Als minimale wanddikte ter plaatse van bovenkant wand is 0,50 m aangehouden, terwijl als maatgevend criterium voor de dikte ter plaatse van de vloer de dwarskrachtcapaciteit is aangehouden. Dit resulteert in een maximale wanddikte voor variant 1 en 2 van 1,90 m en voor de overige varianten van 1,20 m.

Aan de inritzijde van de toerit is over ca. 120 m vanaf het overgangsgedeelte een daglichtrooster aanwezig. De onderkant van dit rooster sluit aan op de onderkant van het dak van het overgangsgedeelte. Over de laatste 20 m loopt het rooster omhoog tot ca. 7 m boven het wegdek. Daarbij dient de hemel te worden afgeschermd tot ca. 9 m boven het wegdek. Het verloop van het daglichtrooster beïnvloedt het verloop van de bovenkant wand, die

normaal op 1 m boven maaiveld ligt.

Aan de uitritzijde is de bak over 20 m gesloten om 'kortsluiting' van de luchtstromen in de rijkokers te voorkomen. De gesloten vluchtweg van het mid-dentunnelkanaal is vanaf dit punt over ca. 20 m in de toerit doorgezet.

T-wanden

De wanden zijn gefundeerd op een sloof, breed 5 m, dik 0,75/0,45 m met een aanlegniveau 2 m onder het wegdek aan de lage zijde.

De noordelijke toerit bevindt zich gedeeltelijk in een horizontale boogstraal $R_{hor}=750$ m, aansluitend op een overgangsboog $A=500$ die in het gesloten gedeelte begint. In verband met deze situatie is het mogelijk dat de rijbaan aan de binnenbochtzijde moet worden verbreed om te voldoen aan de vereiste stopzichtlengte.

Aangaande deze problematiek is DVK Verkeerstechniek advies gevraagd. Dit heeft geresulteerd in de volgende bevindingen:

- in het gesloten gedeelte is de maximale horizontale kromming zodanig dat er ruim voldoende stopzicht aanwezig is;
- in de kritische oostelijke rijbaan van de open tunnelbak is het stopzicht bij de varianten met (gedeeltelijke) groene taluds in de gegeven situatie aanvaardbaar.

De dwarsprofielen zijn daarom niet verbreed. Opgemerkt moet worden dat het advies is gebaseerd op de varianten 2 en 3 met een vliesconstructie.

Bij variant 1 ligt een gedeelte van de bak wel in de horizontale boogstraal $R_{hor}=750$ m, zodat verbreding van het dwarsprofiel wel noodzakelijk is. Dit is

echter niet in het ontwerp meegenomen.

Bij alle varianten wordt het hemelwater van de weg en het terrein tussen de kruin van de ringdijk opgevangen en afgevoerd via het rioleringsstelsel van de toerit en de waterkelder van het overgangsgedeelte.

Evaluatie

De varianten zijn op basis van kosten met elkaar vergeleken. Variant 4 (bentoniet-cementscherm, waarbinnen een ingraving met groen talud) blijkt de goedkoopste oplossing.

De globale prijsverschillen zijn:

- variant 1 +fl 4,9 x 10⁶
- variant 2 +fl 3,1 x 10⁶
- variant 3 +fl 1,8 x 10⁶

Variant 4 heeft als verdere voordelen:

- Geen bemaling. Alhoewel de zetting van de DOW-leiding is te verwaarlozen, waardoor het toepassen van bemaling niet onoverkomelijk is, is deze post moeilijk in te schatten. De omvang van de bemaling is afhankelijk van de horizontale doorlatendheid van de grond. Deze is pas in een zeer laat stadium te bepalen, namelijk na aanleg van het damvak ter plaatse.
- Een relatief snelle bouwtijd.
- De waterkerende constructie ligt nagenoeg geheel buiten de weg, waardoor eventueel noodzakelijke reparaties geen verkeersbelemmeringen veroorzaken.
- De betonconstructie heeft een geringe lengte, waardoor de aanwezige stopzichtlengte gunstiger is.
- De toerit bestaat grotendeels uit een groen talud,

waardoor de ruimtelijke inpassing beter is.

Met deze motivatie is gekozen voor variant 4.

4.1.3 GESLOTEN TUNNELGEDEELTE

Bij dit hoofdstuk behoren de volgende tekeningen:

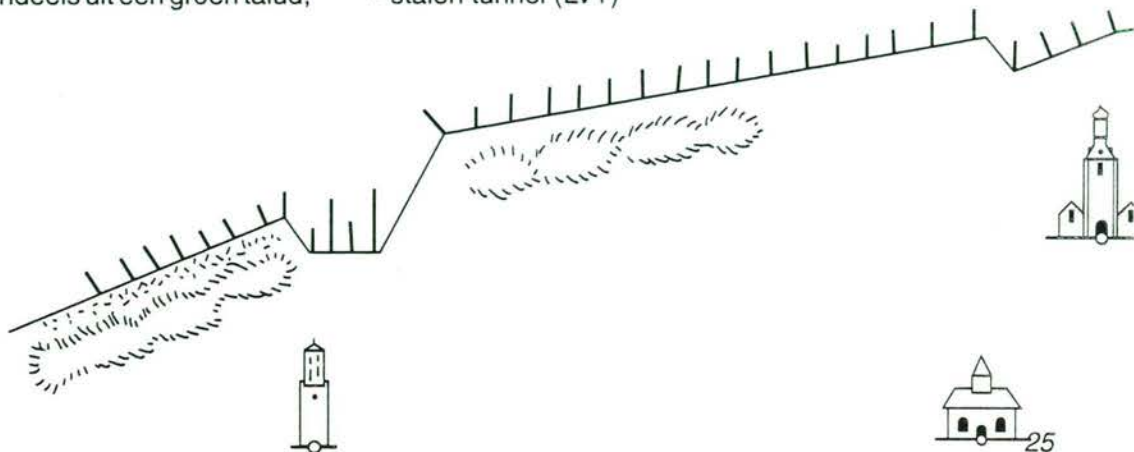
- B-106941 Tunnel lengteprofiel
- B-106949 Tunnel gesloten gedeelte dwarsprofiel tunnelementen
- B-106950 Tunnel gesloten gedeelte betontekening tunnelement 7 en 10
- B-106951 Tunnel gesloten gedeelte details

De tekeningen hebben alle betrekking op gekozen type en bouwmethode: de afgezonden tunnel.

Zowel de zgn. Groene Nota van mei 1989 als de aanvullende notitie daarop van RWS, december 1990 gaan uit van een afgezonden tunnel als bouwmethode voor het gesloten gedeelte. Toch wordt hier nog een afweging gemaakt van andere mogelijke bouwmethoden. Behalve naar de bouwmethoden die in het document Algemene Richtlijnen Tunnel Ontwerp (ARTO) zijn aangegeven, is gekeken naar de resultaten van de ontwerpen die diverse aannemers voor de langzaamverkeerstunnel Heinenoord (LVT) hebben gemaakt. Ofschoon qua afmetingen duidelijk een andersoortige tunnel, lenen de bevindingen zich wel voor interpretatie. Opgemerkt wordt dat de afweging een zeer globaal karakter heeft.

Voor het riviergedeelte kunnen de volgende typen/bouwmethoden worden onderscheiden:

- zinktunnel (ARTO, LVT)
- segmenttunnel (LVT)
- schuiftunnel (LVT)
- stalen tunnel (LVT)



- boortunnel (ARTO,LVT).
- tunnel in situ (ARTO).

De nu volgende korte karakteristiek van elk type geeft de voor- en nadelen toegespitst op de Westerschelde-situatie en de belangrijkste argumenten waarom wel of niet voor dit type is gekozen.

Zinktunnel

Dit is het gekozen type in de hiervoor genoemde nota's.

Het riviergedeelte wordt afzonderlijk in een bouwdok gemaakt in elementen ter lengte van 100 à 175 m. Deze worden drijvend naar de lokatie vervoerd en aldaar in een van te voren gebaggerde sleuf afgezonken.

Voordelen zijn:

- beproefde bouwmethode, ruime kennis en ervaring aanwezig;
- bouwplaats-/tijd TE relatief onafhankelijk van situatie tracé
- meest economische bouwmethode

Nadelen zijn:

- extrapolatie kennis en ervaring in verband met diepe ligging, grote stroomsnelheden en afmetingen scheepvaart
- stremming scheepvaart gedurende korte perioden (afzinken)
- beperkingen van geringe aard ten aanzien van de scheepvaart gedurende een langere periode (baggeren, afzinken, aanvullen).

Segmenttunnel

Het riviergedeelte wordt in zeer korte delen ter lengte van 5 à 6 m gemaakt, Deze segmenten worden met

een hijswerktuig in een van te voren gebaggerde sleuf afgezonken.

Voordelen zijn:

- vergt beperkte bouwplaats eventueel zonder bemaling;
- geringere betondoorsnede mogelijk;
- geringere diepte zinksleuf mogelijk door geringere doorsnede;
- minder invloed stroom- en scheepvaartkrachten op tunnel in bouwfase.

Nadelen zijn:

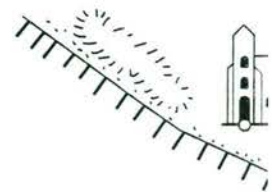
- geen ervaring met bouwmethode;
- in principe alleen geschikt voor tunnels met kleine doorsnede, door beperkt gewicht segment;
- kwetsbare constructie tengevolge van vele waterdichte aansluitingen;
- door gelijktijdig uitbouwen van beide oevers sluitstuk in vaargeul;
- beperkingen voor de scheepvaart gedurende een langere periode (baggeren, plaatsen segmenten, aanvullen);
- minder economisch.

Schuiftunnel

Het riviergedeelte wordt in een bouwput in het tracé aan beide oevers in mootlengten van 20 à 25 m gemaakt. Deze worden met vijzels, door een waterdichte doorvoering in de kuip en via horizontale en verticale geleidingen in een van te voren gebaggerde sleuf naar de andere oever geschoven.

Voordelen zijn:

- vereist beperkte bouwplaats eventueel zonder bemaling;
- geringere betondoorsnede mogelijk;



- geringere diepte zinksleuf mogelijk door geringere doorsnede;

Nadelen zijn:

- geen ervaring met bouwmethode;
- vrijheidsbeperking horizontaal en verticaal alignement, hierdoor wordt de diepte van de zinksleuf weer vergroot;
- vrijheidsbeperking bouw toeritten;
- kwetsbaarheid geleidingen in sleuf tengevolge van aanzanding etc.;
- door gelijktijdig uitbouwen van beide oevers sluitstuk in vaargeul;
- grotere invloed stroom-en scheepskrachten op (hulp) constructie(s);
- beperkingen voor de scheepvaart gedurende een langere periode (baggeren, bouw gesloten gedeelte, aanvullen);
- minder economisch.

Stalen tunnel

In principe is deze tunnel gelijk aan de gezonken tunnel, de doorsnede wordt echter gerealiseerd met stalen profielen in plaats van gewapend beton.

Voordelen zijn:

- bouwplaats/tijd TE relatief onafhankelijk van situatie tracé;
- geringere diepte zinksleuf mogelijk door geringere doorsnede;
- grotere lengte afgezonken gedeelte mogelijk
- ondieper bouwdok mogelijk door geringere diepgang.

Nadelen zijn:

- extrapolatie kennis en ervaring in verband met diepe ligging, grote stroomsnelheden en afme-

tingen scheepvaart;

- hittewerende bescherming staal in verband met vervoer brandgevaarlijke stoffen;
- stremming scheepvaart gedurende korte periode (afzinken);
- beperkingen voor de scheepvaart gedurende een langere periode (baggeren, afzinken, aanvullen);
- minder economisch.

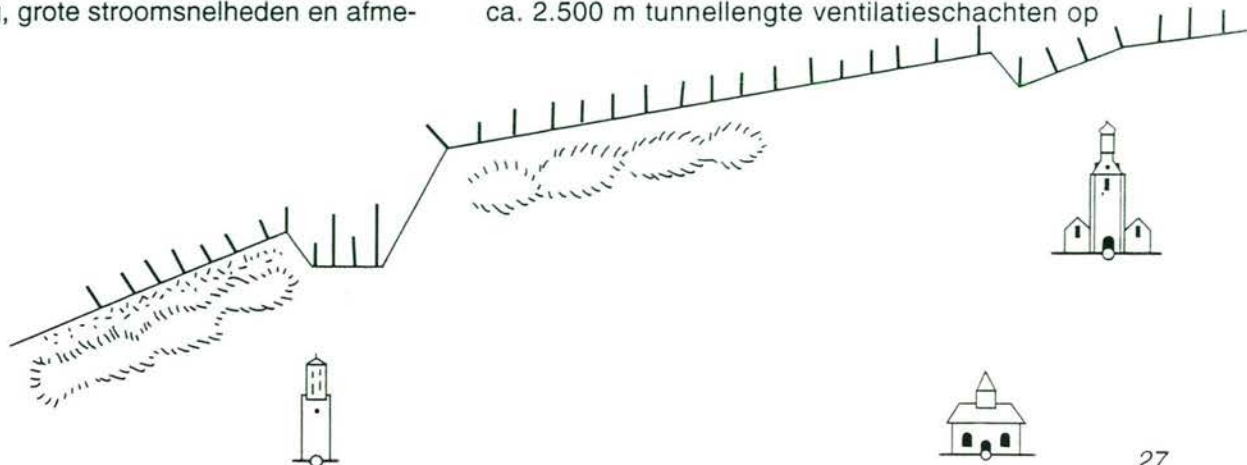
Boortunnel

Het riviergedeelte wordt gemaakt door onder de bestaande rivierbodem met een zgn. schild een doorgaans rond gat in de bodem te graven en dit te voorzien van een betonnen bekleding. De minimale gronddekking tijdens de bouw moet 1 à 1,5 x diameter bedragen. Een aandachtspunt bij het ontwerp van het schild en het boren is de aanwezigheid van verschillende grondsoortlagen en met name de passage van het grensvlak. Voorzichtigheidshalve wordt er vanuit gegaan dat voor het realiseren van de tunnel 2 ronde buizen met een inwendige diameter van ca. 11,30 m nodig zijn.

Gezien de huidige stand van zaken is het wellicht mogelijk het vereiste dwarsprofiel incl. vluchtgang met een 'rechthoekig' schild met 2 boorkoppen te realiseren.

In overeenstemming met voorgaande ontwerpstudies wordt er vanuit gegaan dat bij een boortunnel de gehele verbinding van oever tot oever wordt geboord. De totale lengte van het te boren gedeelte bedraagt dan ca. 7.000 m.

In verband met ventilatie-eisen moeten om de ca. 2.500 m tunnellenge ventilatieschachten op



eilanden worden gemaakt. Deze kunnen tevens dienst doen als vluchtroute. Recente ontwikkelingen geven aan dat ventilatie over een afstand van ca. 4.500 m mogelijk is, zodat ook dan minimaal één ventilatieschacht nodig is.

Voordelen zijn:

- ervaring met bouwmethode, zij het buiten Nederland, aanwezig;
- door grotere diepteligging en vorm is de faalkans ten aanzien van zinkende schepen, resp. krabbende en vallende ankers gering;
- minder risico bij kruising vooroevers en waterkeringen;
- vereist beperkte bouwplaats, eventueel zonder bemaling;
- geen hinder of stremmingen voor de scheepvaart;
- hydrologische en morfologische effecten nihil;
- betere landschappelijke inpassing.

Nadelen zijn:

- vrijheidsbeperking bouw toeritten;
- toeritten en bijbehorende kanteldijken liggen relatief ver landinwaarts, waardoor een groot ruimtebeslag op de oevers nodig is;
- lengte tunnel en het ontbreken van een verbinding tussen de twee tunnelbuizen is nadelig voor exploitatie en onderhoud;
- minder economisch.

Tunnel in situ

Het riviergedeelte wordt gefaseerd gemaakt in een bouwput in het tracé op de uiteindelijke situatie in mootlengten van 20 à 25 m. Tijdens de bouw is zeker de helft van de hoofdvaargeul geblokkeerd. Alleen

daarom al uit hydraulisch en morfologisch oogpunt onaanvaardbaar. Tevens is deze methode technisch zeer gecompliceerd. Op de tunnel in situ wordt dan ook verder niet op ingegaan.

Evaluatie

Uit het globale vergelijk van de beschouwde varianten blijkt dat de gezonken tunnel de voorkeur geniet.

Afgezien van de financiële aspecten zijn de segment- en de schuiftunnel varianten die vanwege hun technische onzekerheden juist in de WOV-situatie niet moeten worden toegepast. Ook zal bij de noodzakelijke gelijktijdige uitbouw van beide oevers een minder gewenste uitbreiding van de bouwactiviteiten op het damvak plaatsvinden.

Bij de schuiftunnel zal het tracé in het riviergedeelte op de bouwmethode moeten worden aangepast.

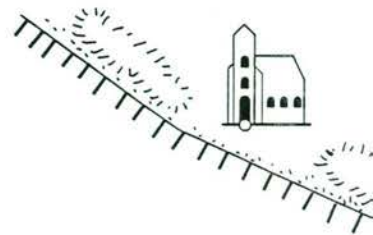
Een stalen tunnel valt alleen al om financiële redenen af en biedt technisch verder weinig voordelen.

Afgezien van de financiële aspecten biedt de boortunnel voornamelijk tijdens de bouwphase aantrekkelijke voordelen en moet dan ook als mogelijk alternatief worden beschouwd.

Dwarsprofiel

Het dwarsprofiel van het gezonken gedeelte is als volgt bepaald.

De rijkokerbreedte van 9,20 m is bepaald aan de hand van de volgens de ROA-norm aan te houden rijbaanindeling incl redresseerstroken volgens fig 4.2.1 (deel III ROA), PvR loodrecht op wegdek. Als



verkeersgeleiders zijn toegepast N.J. profielen met een totale breedte van 0,35 m.

Voor de benodigde inwendige hoogte is het profiel van vrije ruimte vermeerderd met:

- aan de onderzijde: asfalt, dik 0,08 m en ballast-beton dik min. 0,70 m ter plaatse van de rioeringsbuis;
- aan de bovenzijde: ventilatoren, 0,75 m, hierin opgenomen 0,10 m speling voor de ophanging.

Bij de verkantingen van 2,5% dakprofiel en 4% zaagtandprofiel is de dwarsdoorsnede gecontroleerd op het benodigde profiel van vrije ruimte. De maximaal optredende verkanting in het gesloten gedeelte is echter ca. 3,125%. Bij deze verkanting bedraagt de afstand van het profiel van vrije ruimte tot de wand aan de lage zijde (exclusief betegeling) nog 0,025 m.

De noordelijke toerit bevindt zich gedeeltelijk in een horizontale boogstraal $R_{hor}=750$ m, aansluitend op een overgangsboog $A=500$, die in het gesloten gedeelte begint. In verband met deze situatie is het mogelijk dat de rijbaan aan de binnenbochtzijde moet worden verbreed om te voldoen aan de vereiste stopzichtlengte.

Het dwarsprofiel is niet verbreed op advies van DVK Verkeerskunde (zie hoofdstuk 4.1.2).

De breedte van het middentunnelkanaal (MTK) is bepaald door het PvE ten aanzien van de vluchtroute in de tunneltoeritten. Aan weerszijden van de rookmuur dient een vluchtweg breed 0,75 aanwezig te zijn. Uitgaande van een rookmuurdikte van 0,70 en een bovendikte van de 'losstaande' N.J. profielen van 0,20 m is een breedte van het MTK nodig van 1,35 m. Hoewel er wel enige reserve zit in de be-

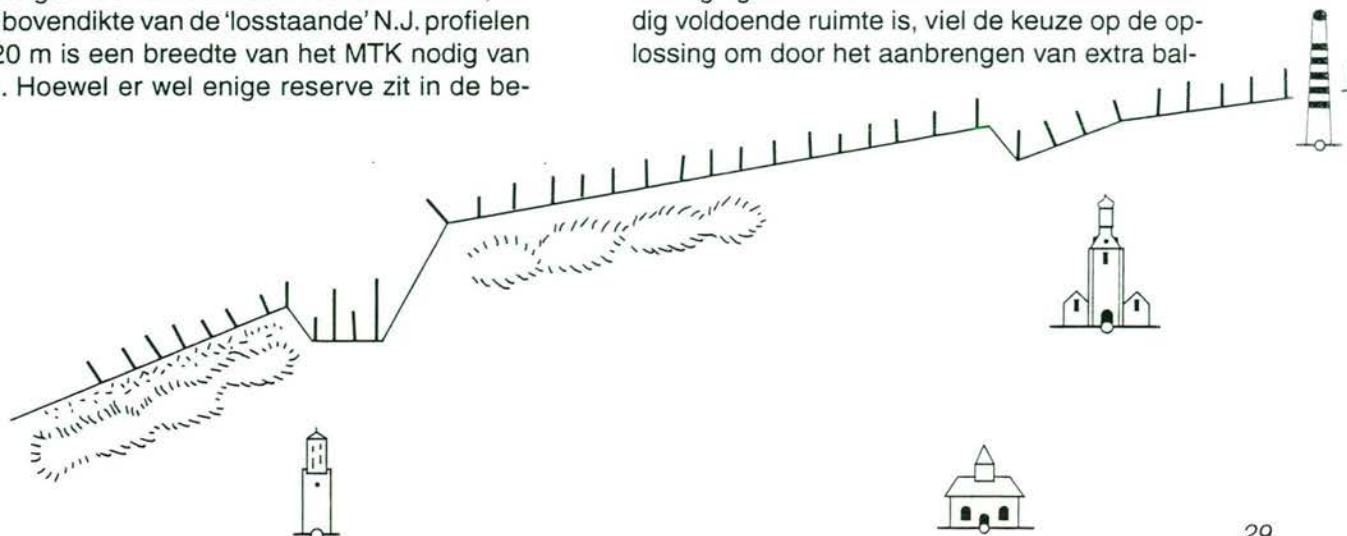
schikbare ruimte van het MTK is geen rekening gehouden met doorvoer van kabels en leidingen van derden.

De dikten van vloer, dak en binnen- en buitenwanden berusten op globale handberekeningen op moment en dwarskracht. Dit resulteert in een dikte van 1,20 m voor vloer en dak; 1,10 m voor de buitenwanden en 0,50 m voor de binnenwanden.

Bij het bepalen van de afmetingen van het dwarsprofiel van het gesloten gedeelte is geen rekening gehouden met bouw- en afzinktoleranties. Dit geldt eveneens voor de dwarsprofielen van de toeritten.

Het dwarsprofiel is doorgerekend met een spreadsheet gewichtsberekening. Hierbij zijn de volgende aanvullende uitgangspunten meegenomen:

- lengten TE 160 m en 130 m;
- vrijboord recht TE ca. 0,40 m (voor een krom TE moet een equivalente inhoud worden aangehouden). Dit vrijboord is opgebouwd uit 0,25 m, wat als normaal kan worden beschouwd voor een TE dat over lange afstand moet worden getransporteerd. Deze maat is vermeerderd met $0,5 \times 0,30 = 0,15$ m in verband met de te verwachten golven tengevolge van deining,
- Voor het uitwisselen van waterballast voor vaste ballast is overwogen om ter plaatse van de vloeren aan het TE te maken, waarop grondballast kan worden aangebracht. Omdat dit leidt tot extra verhoging van de tunneldoorsnede en er inwendig voldoende ruimte is, viel de keuze op de oplossing om door het aanbrengen van extra bal-



lastbeton de gebruikelijke minimale overwaarde van 5 kN/m² in de eindsituatie te verhogen tot 10 kN/m².

De benodigde hoogte van de dwarsdoorsnede is aldus bepaald op 9,35 m, waarbij het vereiste vrijboord een maatgevende rol speelt.

De betonafmetingen zijn na vaststelling van het dwarsprofiel gecontroleerd met een staafwerkprogramma. Als maatgevende doorsnede voor de normale belasting is aangehouden het punt op de zuidelijke oever met de grootste grondbelasting (ca. 19 m).

Voor de normale belasting, belastingscoëfficiënt 1,4, is aangehouden:

- water tot NAP +5,85 m, overschrijdingskans 1×10^{-4} incl. zeespiegelrijzing van 0,20 m
- grond max. van omhullende 1955-1990
- eigen gewicht
- temperatuur.

Behalve naar de normale belasting en explosiebelasting (bc 1,0) is ook globaal gekeken naar belastingen tengevolge van vallende ankers en gezonken schepen (bc 1,0).

Hierover de volgende opmerkingen:

- Vallende ankers:

Uit ervaring is bekend dat bij een afdekking ≥ 1 m er voldoende veiligheid is ten aanzien van een anker van 100kN met een valsnelheid van 7m/s. Nagegaan moet worden of er rekening moet worden gehouden met grotere gewichten van vallende ankers.

- Gezonken schepen:

Hier is geen nadere belastingspecificatie van bekend. Er is een globale schatting gedaan aan

de hand van de belasting, aangehouden bij de storebelttunnel in Denemarken (100kN/m² over 250m²). Afgezien van een onwaarschijnlijke stranding in de vooroever voldoet de dwarsdoorsnede. Indien bij ongelijkmatige bovenbelasting door zettingsverschillen tussen de stortmoten de tandconstructie in de dilatatievoegen wordt belast, kan de tand worden overbelast, zeker wanneer torsiebelasting optreedt. Om deze reden wordt voorgesteld de tandconstructie zodanig te detailleren dat zelfs na bezwijken bij een extreme belasting de primaire functie (waterdichting) blijft verzekerd. Als waterdichting is de dilatatievoeg normaal voorzien van een injecteerbare rubbermetaalvoegstrook, W9U-I. Deze is in de bouw dienst toegepast tot ca. 25 m waterdruk. Momenteel is onderzoek gaande of deze waterdichting ook voldoet op grotere diepten.

De dwarsdoorsnede is in combinatie met lengteprofiel en de lengte van het gesloten gedeelte incl. de overgangsgedeelten gecontroleerd op ventilatietechnische aspecten. Hierbij zijn de ventilatoren in paren van 2 boven de rijstroken geplaatst, waardoor een gunstig rendement wordt verkregen. De berekening geeft een relatief gering aantal benodigde ventilatoren.

Voor de lengte van het afgezonken gedeelte is de hoogteligging van de hoogste zinkvoegen bepalend. Hiervoor zijn de volgende criteria beschouwd:

- ligging bk tunneldak ten opzichte van de waterlijn;
- relatie met betrekking tot afzinkmogelijkheden;
- relatie met situering landgedeelten.

Om in de eindsituatie de kans op lekkage van het



ginaprofiel en mogelijke bevroering van het lekwater tussen omega- en ginaprofiel te beperken moet het tunneldak voldoende diep liggen.

Uitgegaan is van een ligging van bovenkant dak ter plaatse van de hoogste zinkvoeg 1,50 m onder GLW= NAP -1,93 m. Afgerond ligt bovenkant dak dan op NAP -3,50 m en de bijbehorende onderschrijdingskans is 1×10^{-2} .

Bij de aldus bepaalde voeghoogte is nagegaan wat de mogelijkheden van afzinken ten opzichte van het getij zijn. Hierbij zijn de volgende aanvullende uitgangspunten aangenomen:

- lengten TE 175 m en 110 m
- vrijboord 0,40 m
- keel clearance 0,50 m
- pontonafmetingen en afzinkbelasting volgens rapport 'indicaties voor krachten op tunnelelementen.'

Als het tunnelelement aansluitend op het overgangsgedeelte het laatst af te zinken element is, wordt de tijd tussen de benodigde waterstanden voor het overvaren van het voorliggende element (NAP +0,90 m) en het afzinken (NAP -0,75 m) te krap voor de uitvoering van de dan nog benodigde afzinkhandelingen. Door het tweede element vanaf het overgangsgedeelte van de toerit als sluitelement te kiezen wordt de benodigde waterstand voor het afzinken van het tunnelelement aansluitend op het landhoofd NAP -1,35 m, waardoor voldoende tijd aanwezig is voor de benodigde afzinkhandelingen.

Over de situering van de overgang gezonken gedeelte en landgedeelte bij de vastgestelde zinkvoeghoogte het volgende. Voor toerit noord ligt de overgang voldoende ver buiten de geul, zodat na het

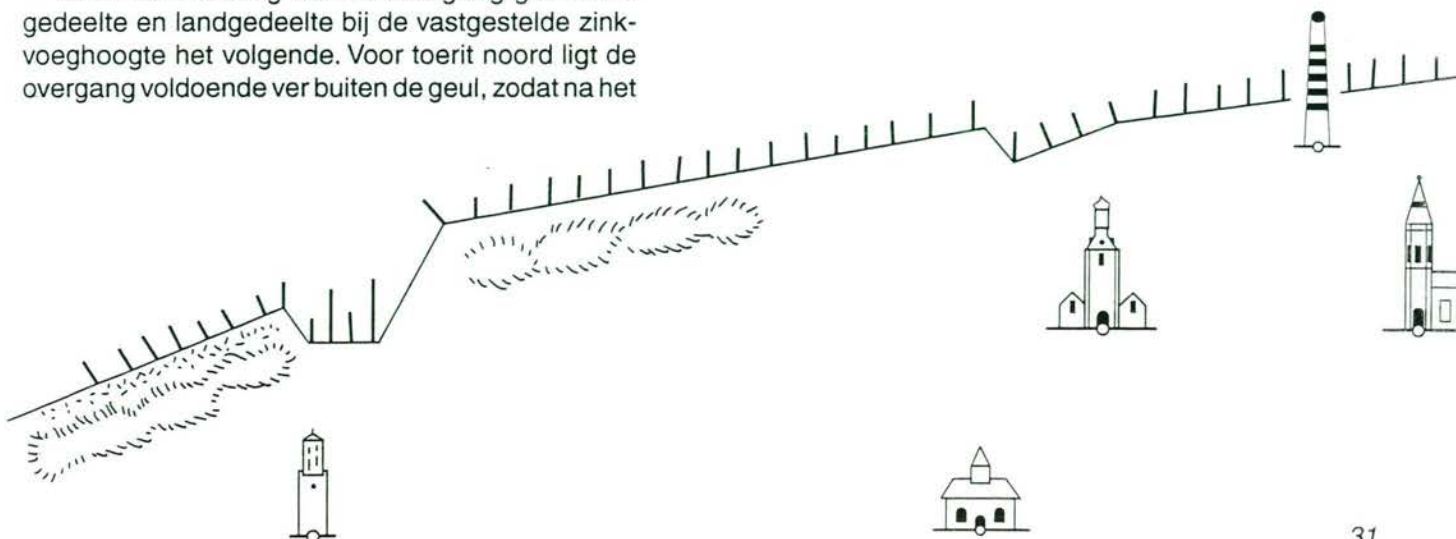
compensatiebaggerwerk de teen van de tijdelijke hoogwaterkering boven NAP +8 m blijft. Voor toerit zuid ligt de overgang voldoende ver achter de zeedijk om zelfs een open bouwput met taluds 1:3 te maken. Het verder landinwaarts leggen van de overgang is in verband met de benodigde taluds van de zinksleuf en ruimtebeslag niet aan te raden.

Bij de hoogteligging van het dak ter plaatse van de hoogste zinkvoeg van het gezonken gedeelte en het reeds bepaalde lengteprofiel is de totale lengte van het afgezonken gedeelte bepaald op ca. 1572 m. Bij deze lengte is een zo optimaal mogelijke indeling van de tunnelelementen en stortmoten gemaakt. Daarbij is uitgegaan van de volgende aanvullende uitgangspunten:

- zo min mogelijk afzinkmanoeuvres;
- totale afzinkperiode buiten stormseizoen (01/04 tot 01/10);
- minimale afzinkcyclus van 2 weken;
- maximale kromming TE <0,80 m;
- maximale lengte TE 175 m.

Binnen de gestelde periode kunnen maximaal $24:2=12$ tunnelelementen worden afgezonken. Er moet echter rekening mee worden gehouden dat voor de 3 middelste tunnelelementen een afzinkcyclus van 4 weken nodig is. Hieruit kan worden afgeleid dat het maximum aantal tunnelelementen 10 stuks bedraagt.

De tunnelelementen worden gebouwd in stortmoten met een lengte 20 à 25 m, waarbij een



standaardisatie van de lengte de voorkeur heeft. In verband met de kortere bouwtijd geldt die voorkeur ook een zo'n gering mogelijk aantal stortmolen.

Rekening houdend met de max. toegestane kromming en een sluitvoeglengte van ca. 1,50 m wordt de optimale lengte van de tunnelementen:

- 8 tunnelementen met een lengte van 161,70 m, waarin 7 stortmolen van 23,10 m;
- 2 tunnelementen met een lengte van 138,60 m, waarin 6 stortmolen van 23,10 m.

In langsrichting zijn de elementen doorgerekend op transport- en afzinkkrachten met de bijbehorende tijdelijke oplegreacties. Hierover de volgende opmerkingen.

De langsvoorspanning in het dak van de kleine tunnelementen is tengevolge van de relatief grote kromming hoog (15 stuks kabels met een werkvoorspanning van 2660kN). Voor de vloeren en overige daken zijn 7 resp. 8 stuks kabels nodig.

Als tijdelijke opleggingen zijn per tunnelement 4 stuks vijzelpennen Ø 0,35 m nodig, die twee aan twee hydraulisch moeten worden gekoppeld. Het tunnelement wordt verder op het voorgaande element opgelegd met een zgn. neus-taats constructie.

Om de optredende krachten op deze opleggingen niet te hoog te laten worden moet een scheepvaartbeperking worden ingesteld. Daarbij moet de minimale passeerafstand 150 m bedragen vanaf het midden van het afgezonken tunnelement. De vaarsnelheid mag niet meer bedragen dan:

- 4,4 m/s voor de bulkcarriers
- 7,2 m/s voor de containerschepen
- 6,4 m/s voor de multi-purpose schepen.

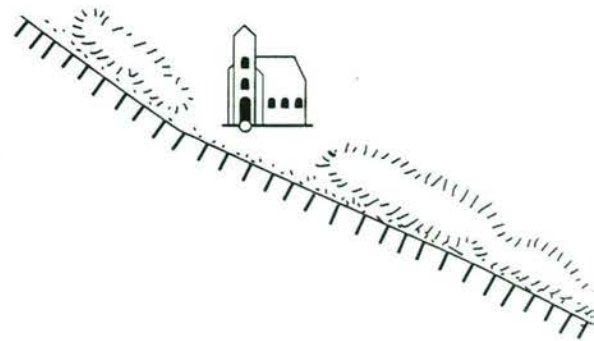
Verder worden in het gesloten gedeelte de volgende voorzieningen opgenomen:

- een middenpompkelder ter plaatse van het diepste punt van het verticale alignement. Deze dient voor de opvang van wandenwas- en lekwater, alsmede gevaarlijke stoffen. Via een persleiding in het middentunnelkanaal worden deze vloeistoffen naar de waterkelders in de overgangsgedeelten afgevoerd. De pompkelder is, evenals de in 4.1.2 en 4.1.4 vermelde waterkelders, uitgevoerd volgens het Programma van Eisen Vervoer gevaarlijke stoffen door tunnels.
- hittewerende bekleding op het dak en de bovenste 1 m van de wanden van de rijkokers.
- tegelbekleding op de wanden van de rijkokers. Deze loopt aan de inritzijde van de toerit door tot onder het daglichtrooster.
- vluchtdeuren hoh ca. 92 m vanuit de rijkokers naar het middentunnelkanaal.
- hulpposten en poederbluskasten hoh ca. 46 m in binnen- resp. buitenwanden van de rijkokers. Deze worden voor zover mogelijk in de toeritwanden doorgezet.

4.1.4 TOERIT ZUID

Bij dit hoofdstuk behoren de volgende tekeningen:

- | | |
|----------|---|
| B-106952 | Tunnel toerit zuid fase 1 (bouwphase) |
| B-106953 | Tunnel toerit zuid fase 2 (afzinkfase) |
| B-106954 | Tunnel toerit zuid fase 3 (eindsituatie) |
| B-106955 | Tunnel toerit zuid lengtedoorsneden fase 1 t/m 3 |
| B-106956 | Tunnel toerit zuid betontekening overgangsgedeelte + bakconstructie |
| B-106957 | Tunnel toerit zuid betontekening T-wanden |



B-106958 Tunnel toerit zuid ingraving, riolering en drainage.

De tekeningen hebben alle betrekking op de gekozen variant 5, bentoniet-cementwand voorzien van foliepanelen in combinatie met damwandschermen, waarbinnen een ingraving met groen talud.

Toerit zuid ligt op de Zeeuws-Vlaamse oever tussen het industrieterrein van DOW-Benelux aan de westzijde en de voorhaven van Terneuzen aan de oostzijde. Gezien de ligging hebben de volgende randvoorwaarden een rol gespeeld bij ontwerp en bouwmethode.

Ter plaatse van de industrieterreinen mogen geen zettingen optreden en mag de grondwaterstroming niet worden verstoord. De geplande uitbreiding van de voorhaven van Terneuzen moet mogelijk blijven.

De volgende varianten voor toerit zuid zijn in beschouwing genomen:

A. Varianten volgens een indirecte bouwmethode in een open bouwput met bemaling:

- variant 1 betonbak over de hele toerit
- variant 2 betonbak ter plaatse van het diepe gedeelte van de toerit en een vliesconstructie ter plaatse van het hoge gedeelte van de toerit.

Bij toerit zuid wordt de hoogte van de betonwand bepaald door het ter plaatse aanwezige maaiveld op NAP +1,40 m. Ook de stijghoogte in het watervoerende pakket is beduidend minder dan bij toerit noord. Daarom is de variant met lage betonwanden met daarop aansluitend een vliesconstructie niet in de beschouwing meegenomen.

B. Varianten volgens een indirecte bouwmethode in een bouwkuip van onderwaterbeton en damwanden:

-variant 3 betonbak over de hele toerit

-variant 4 betonbak ter plaatse van het diepe gedeelte van de toerit en een vliesconstructie ter plaatse van het hoge gedeelte van de toerit.

C. Varianten volgens een directe bouwmethode:

-variant 5 bentoniet-cementwand voorzien van foliepanelen in combinatie met damwandschermen, waarbinnen een ingraving met groen talud. De varianten/bouwmethoden zijn in het kort als volgt te karakteriseren.

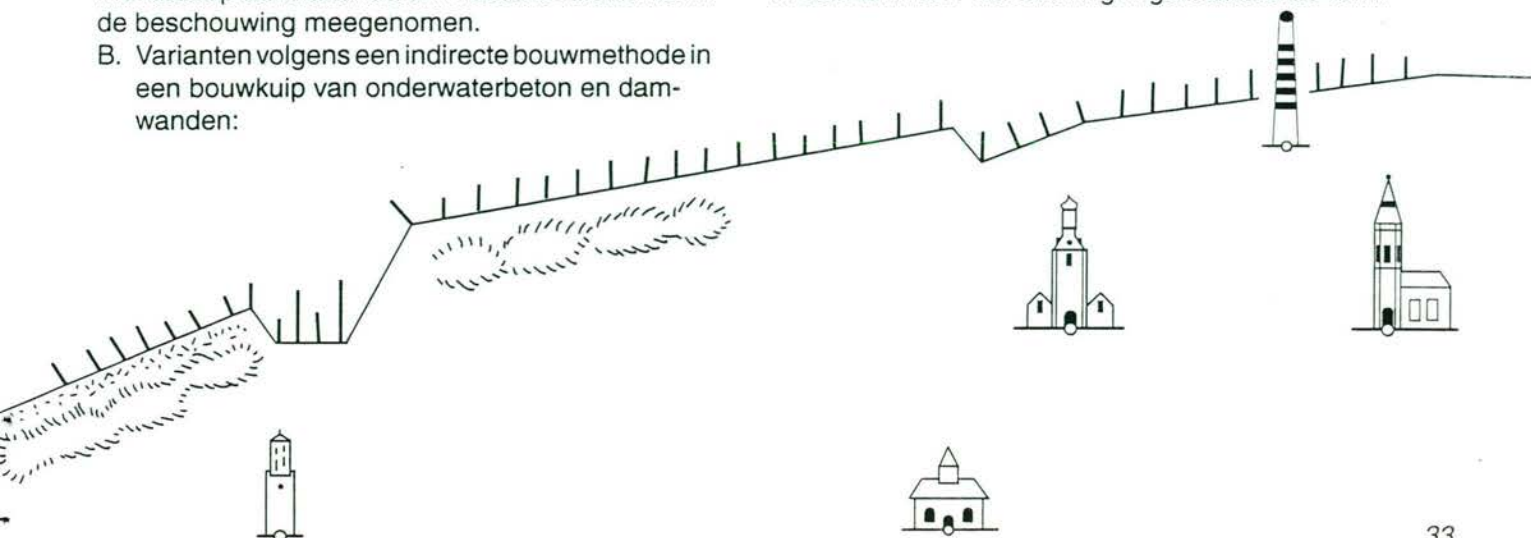
Varianten 1 en 2 Algemeen

Bij varianten 1 en 2 wordt de bouwput, nadat de bronbemaling is geïnstalleerd, onder een 'voorlopende' waterstandsverlaging in den droge ontgraven met taludhellingen van 1:3. De uitkomende grond wordt voor zover geschikt verwerkt in de naast de put gelegen kanteldijken, die gelijktijdig met de put worden aangelegd. Om de invloed van de waterstandsverlaging in de omgeving zoveel mogelijk te beperken wordt het opgepompte water via retourputten voor 100% in het watervoerend pakket geïnfiltreerd.

Variant 1

Binnen de bouwput wordt het betonwerk gerealiseerd, bestaande uit een gesloten overgangsgedeelte van ca. 50 m en een open bakconstructie van ca. 215 m.

De lengte van het overgangsgedeelte is zodanig dat in de afzinkfase waterkering in gereduceerde vorm



(stormvloedberm t/m binnenberm) erover gelegd kan worden. In het overgangsgedeelte wordt onder meer een waterkelder opgenomen, te realiseren gerealiseerd tussen damwanden met een open bodem, waarbij lokaal een vacuumbemaling wordt geïnstalleerd.

Omdat in de afzink- en eindfase de hoogwaterkering resp. kanteldijk over het overgangsgedeelte wordt gevoerd is hier altijd voldoende veiligheid tegen opdrijving aanwezig, mits de dijk wordt aangelegd voor beëindiging van de bemaling. De gronddrukken onder dit gedeelte zijn zodanig dat hier geen grote zettingen optreden en op staal kan worden gefundeerd. Bij een eventueel funderen op palen boven of in de Boomse klei blijven deze zettingen optreden.

De betonbak moet worden gewaarborgd tegen opdrijven in de eindfase. Hiervoor worden trekpalen toegepast, waarbij de volgende mogelijkheden in beschouwing zijn genomen:

- prefab betonpalen 0,45 x 0,45 m, trekkracht 600kN. Gezien de vereiste inheidiepte van NAP -23,50 m in het diepste gedeelte van de bak moeten deze palen hun trekkracht zowel uit het zand als uit de klei halen;
- vibropalen Ø 0,50 m, trekkracht 600kN; de inheidiepte van max. NAP -22 m kan hier net boven de Boomse klei blijven.

Omdat de vibropalen weinig voordeel hebben ten opzichte van de prefab palen (aangenomen dat de heibaarheid in de Boomse klei geen problemen oplevert) en dit voor een beperkt deel van de toerit geldt is uit kostenoverweging gekozen voor prefab palen.

Na gereedkomen van de betonconstructie wordt de bouwput weer aangevuld en de bemaling buiten werking gesteld.

In de afzinkfase moet het talud van de zinksleuf ter plaatse van het overgangsgedeelte worden beëindigd door een damwandscherm met een hoogte tot de stormvloedberm van de hoogwaterkering. Deze damwand doet tevens dienst als kwelscherm. Gezien de beperkte beschikbare ruimte aan de westzijde van het tracé, mede door de hier aanwezige hoogspanningsmast, moet de zinksleuf hier ook in langsrichting over ca. 230 m worden afgeheid.

Om uitvoeringstechnische redenen wordt de damwand 'binnen' de bouwput aangebracht vóór het ontgraven van de put.

Tijdens het aanvullen kan deze damwand laagsgewijs op 4 niveaus worden verankerd, waardoor inheidiepte en profielzwaarte beperkt kunnen blijven. Hiertoe moeten echter wel het talud van de bouwput en de kruinhoogte van de kanteldijk pal achter het scherm tijdelijk worden aangepast.

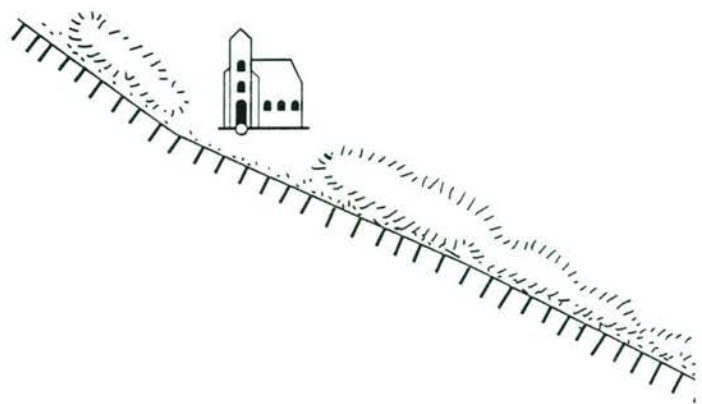
De overige damwand wordt verankerd met groutankers op NAP +3 m.

Aandachtspunt bij het heien van deze damwand is de passage van de bestaande hoogwaterkering.

Variant 2

De bouwmethode is in principe gelijk aan die van variant 1, de bakconstructie is echter slechts ca. 120 m lang.

Het overige gedeelte van de toerit wordt uitgevoerd als een ingraving met groene taluds binnen een in den droge aangelegd vlies met een lengte van ca. 95 m.



Als randvoorwaarden voor de overgang van de bakconstructie naar het vlies zijn aangehouden:

- economische;
- het daglichtrooster, lengte 120 m, moet geheel op de bak zijn gefundeerd;
- om de extra bemaling te beperken is de max. aanlegdiepte van het vlies ca. NAP -10 m.

De tweede randvoorwaarde is hier maatgevend.

Voor de aanleg van het vlies moet de bouwput ter plaatse aanmerkelijk dieper (max. ca. 5,30 m) worden ontgraven dan bij variant 1. Hierdoor zal ook de bemaling toenemen. Om het effect hiervan te beperken is het mogelijk de bouwput van betongedeelte en vliesconstructie gefaseerd (na elkaar) aan te leggen waardoor de bemalingsinvloed enigszins blijft beperkt.

Nadat het vlies in de bouwput is gelegd wordt dit waterdicht op de bakconstructie aangesloten, aangevuld en voorzien van riolering en drainage. Ter voorkoming van binnendringen van agressieve stoffen in de polder worden bermen en taluds bekleed met 0,50 m klei.

Vóór het beëindigen van de bemaling moet binnen het vlies een waterstand van NAP -4,85 m worden ingesteld.

Varianten 3 en 4 Algemeen

De bouwkuip wordt als volgt geformeerd. Vanaf maaiveld worden damwanden tot op de vereiste diepte geheid en daarna verankerd met groutankers op NAP. In langsrichting wordt de kuip om veiligheidsredenen en uit oogpunt van voortgang gecompartmenteerd in delen van ca. 100 m. Binnen de compartimenten wordt de grond in den natte

ontgraven. De uitkomende grond wordt voor zover geschikt verwerkt in de naast de kuip gelegen kanteldijken, die gelijktijdig met de kuip worden aangelegd.

Binnen de kuip wordt een bodemafsluiting gemaakt van ongewapend onderwaterbeton, die met trekpalen is gewaarborgd tegen opdrijven, zoals omschreven bij variant 1. Deze doen ook dienst in de eindfase, zodat de palen zowel op de bouwphase- als op de eindfasebelasting moeten worden berekend.

De bouwkuip is aan weerszijden ca. 1,50 m breder dan de te maken constructie, zodat na gereedkomen de langsdamwanden kunnen worden herwonnen.

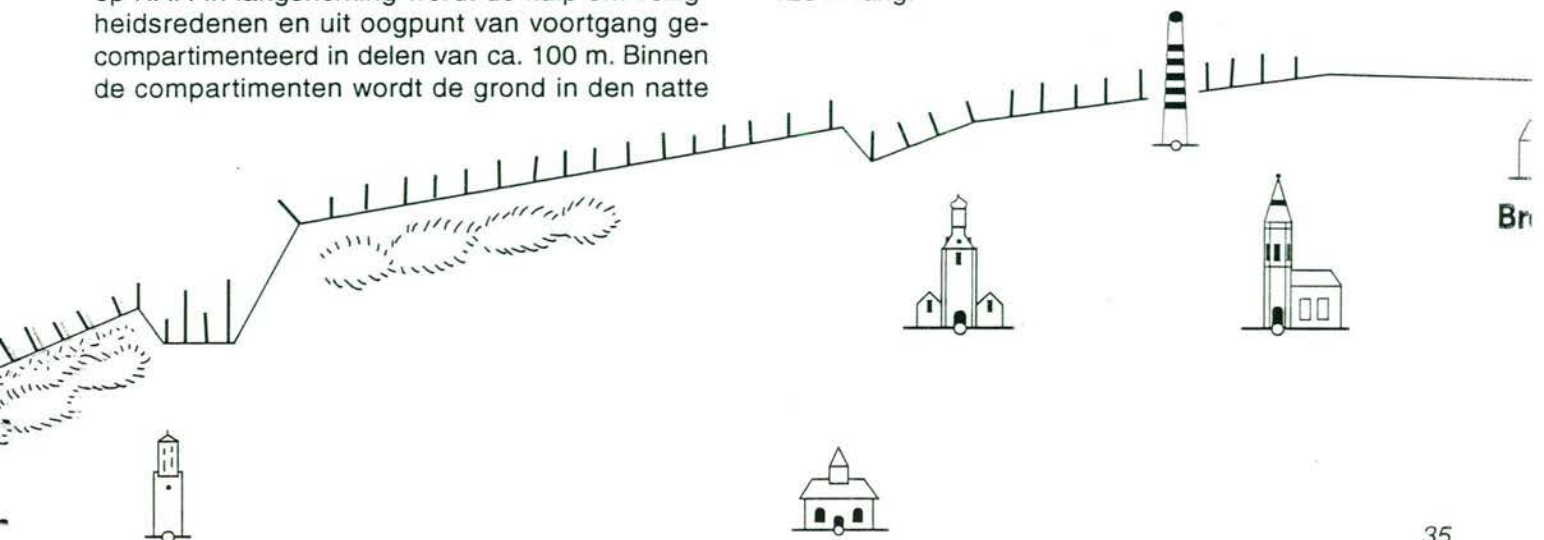
Variant 3

Binnen de bouwkuip wordt de betonconstructie gerealiseerd conform variant 1. Ter plaatse van de waterkelder en de aansluiting aan het gezonken gedeelte is het onderwaterbeton met dwarsschermen op een dieper niveau aangelegd.

Door de noodzaak van palen in de bouwphase ter plaatse van het overgangsgedeelte wordt dit in deze variant ook in de eindfase op palen gefundeerd. Na gereedkomen wordt de bouwkuip aangevuld en de damwand getrokken.

Variant 4

De bouwmethode is in principe gelijk aan die van variant 3, maar de bakconstructie is slechts ca. 120 m lang.



Het overige gedeelte van de toerit wordt uitgevoerd als een ingraving met groene taluds binnen een in den natte aangelegd vlies met een lengte van ca. 95 m. De taludhellingen zijn 1:4.

De te maken bouwput wordt hierdoor aanzienlijk kleiner, maar het ruimtebeslag in de bouwphase ter plaatse van het vlies aanmerkelijk groter.

Variant 5

Rondom de te maken toerit wordt een deels permanent waterdicht verticaal scherm aangebracht. Door dit scherm tot ca. 1,50 m in de ter plaatse op NAP -23 m à -27 m aanwezige Boomse klei aan te brengen ontstaat een polder waarbinnen de toerit zonder bemaling kan worden gerealiseerd. Het waterdichte scherm bestaat uit:

- vanaf ca. 50 m ten zuiden van de overgang gesloten gedeelte/overgangsgedeelte toerit, een bentoniet-cementwand, met een lengte langs de as van ca. 235 m, dik 0,60 m met daarin een HDPE kunststoffolie. Deze schermen zijn aan de noordzijde door een dwarsscherm met elkaar verbonden;
- vanaf de overgang gesloten gedeelte/-overgangsgedeelte toerit tot de bentoniet-cementwand een stalen damwand. Dit in verband met de kerende functie bij de ontgraving voor de verankering van kopscherm ter plaatse van de zinksleuf, zoals omschreven bij variant 1. Om de waterdichtheid van dit scherm te waarborgen worden de sloten voorzien van een waterdichte vulring. Tegen het eventueel uit het slot lopen worden slotverklikkers toegepast.
- ten noorden van de overgang gesloten gedeelte/

overgangsgedeelte toerit een deels cirkelvormig damwandscherm, dat in de afzinkfase moet worden verwijderd (getrokken). Dit scherm sluit aan op de frontdamwand van de zinksleuf, die evenwijdig met het tracé loopt. Deze moet hier dan ook tot in de Boomse klei worden geheid.

Binnen de aldus gevormde polder kan onder 'voorlopende' waterstandsverlaging de bouwput resp. wegingraving in den droge worden ontgraven met taludhellingen van 1:3.

De uitkomende grond wordt voor zover geschikt verwerkt in de naast de put gelegen kanteldijken die gelijktijdig worden aangelegd.

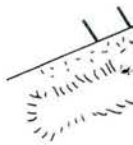
Binnen de 'bouwput' wordt het betonwerk gerealiseerd. Het bestaat uit een overgangsgedeelte conform variant 1, een open bakconstructie lang ca. 80 m om het talud van de weg in ingraving op te vangen en ter plaatse van de inritzijde 2 niet grondkerende T-wanden, lang ca. 40 m die tezamen met het hierop gelegde daglichtrooster als ingangspartij fungeren.

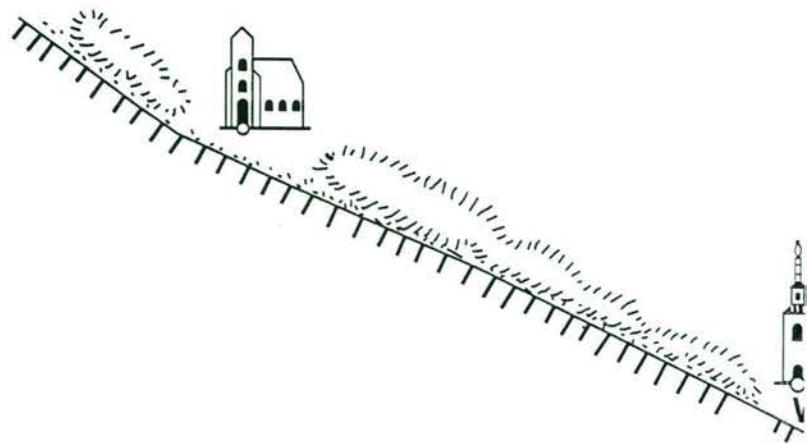
In afwijking van toerit noord is het open bakgedeelte ca. 40 m langer doorgezet. Dit om op maaiveldniveau ruimte te creëren voor het aan de westzijde van de toerit geplande bedieningsgebouw.

Omdat deze constructies niet aan opwaartse kracht onderhevig zijn en de gronddrukken gering zijn kan een paalfundering achterwege blijven.

De moten worden onderling met staal/-betondeuvels gekoppeld om ongelijkmatige zettingen te voorkomen.

Teneinde de constructie in de zink- en eindfase waterdicht op de Boomse klei aan te sluiten is een afdichting ter plaatse van de overgang afgezonken/





landgedeelte noodzakelijk.

Het frontscherm ter plaatse van de zinksleuf wordt tussen de langsdamwanden/diepwanden waterdicht uitgevoerd. Hiertoe wordt de damwand tot in de Boomse klei geheid en voorzien van slotverklikkers, conform de overige waterdichte damwand.

Door in de eindsituatie de kruin van de zeedijk weer op de oorspronkelijke plaats terug te leggen is de voedende grens hier op voldoende afstand van de waterdichte schermen. Aanvullende maatregelen zoals bij toerit noord zijn niet nodig.

Dwarsprofielen

De dwarsprofielen van de te onderscheiden onderdelen van de diverse varianten, te weten:

- gesloten overgangsgedeelte
- bakconstructie
- T-wanden

zijn op dezelfde manier bepaald als die voor toerit noord (zie hoofdstuk 4.1.2). Bij de berekeningen van de constructies is echter wel rekening gehouden in de eindsituatie met de gewijzigde stijghoogte in het watervoerend pakket tengevolge van de uitbreiding van de voorhaven van Terneuzen.

De max. wanddikte is voor variant 1 t/m 4 1,60 m en 1 m voor variant 5.

Gezien de geringere horizontale boogstraal $R_{hor}=2600$ m speelt hier de stopzichtproblematiek geen rol.

Bij alle varianten wordt het hemelwater van de weg en het terrein tussen de kruin van de kanteldijken boven het niveau van NAP +1,40 m (maaiveld) opvangen en afgevoerd via een slotenstelsel en

een gemaal op maaiveld.

De varianten zijn bekeken op het benodigde ruimtebeslag. In het bijzonder in relatie tot de toekomstige uitbreiding van de voorhaven van Terneuzen. Hieruit blijkt dat de varianten 1 en 3 het meest flexibel zijn. De teen van het binnentalud van de kanteldijken kan tot op ca. 15 m vanaf de bakconstructie worden gelegd. Bij variant 3 kan dit zelfs al in de bouwphase.

De overige varianten voldoen in principe aan de gestelde eis, met dien verstande dat de in de bouwphase aangelegde kanteldijken bij de aanleg van de voorhaven enigszins worden aangepast. Dit geldt overigens ook voor variant 1.

Variant 4 heeft in de bouwphase een zodanig ruimtebeslag dat de kanteldijken ter plaatse van het vlies niet in de bouwphase moeten worden aangebracht.

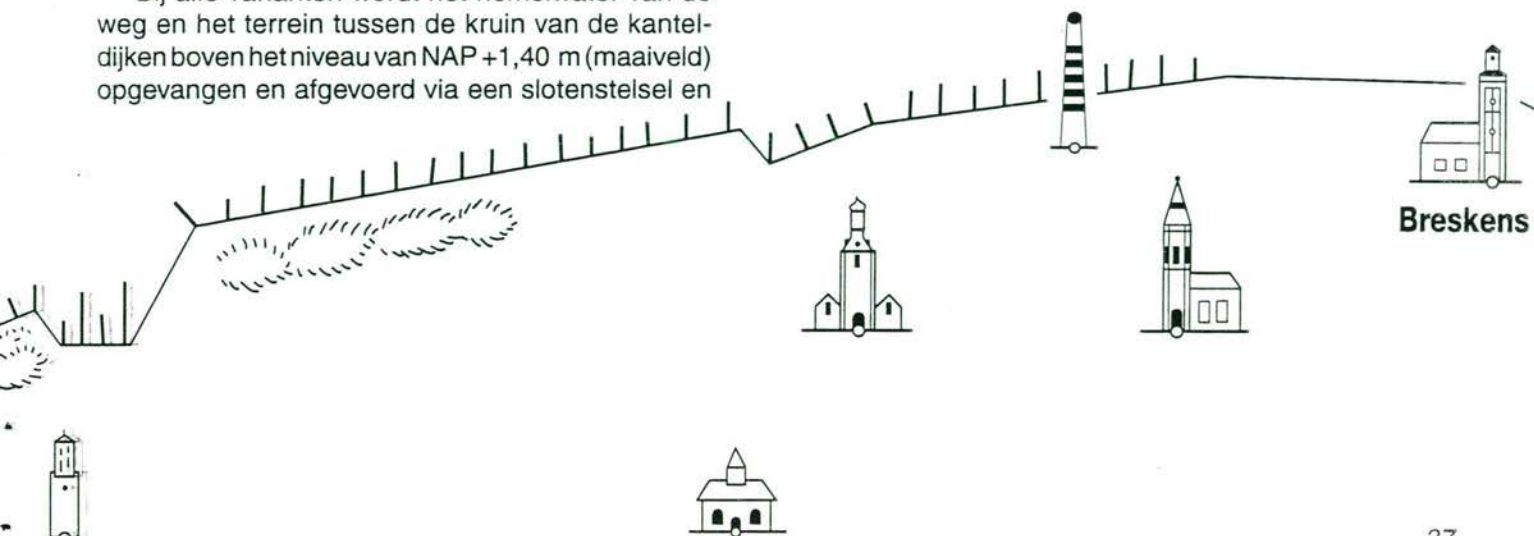
Evaluatie

De varianten zijn op basis van kosten met elkaar vergeleken. Daarbij zijn voor de gelijksoortige varianten de gegevens van toerit noord geïnterpreteerd.

Variant 5 (bentoniet-cementscherm, waarbinnen een ingraving met groen talud) blijkt de goedkoopste oplossing.

De globale prijsverschillen zijn:

- variant 1 +fl $2,9 \times 10^6$
- variant 2 +fl $2,4 \times 10^6$



- variant 3 +fl 5,3 x10⁶

- variant 4 +fl 4,4 x10⁶

Variant 5 heeft als verdere voordelen:

- Geen bemaling. Ondanks het toepassen van een retourbemaling bij de varianten 1 en 2 is een zeker risico ten aanzien van realiseerbaarheid en daarmee zettingsschade niet uitgesloten.

- Een relatief snelle bouwtijd.

- De bouwmethode is gelijk aan die van toerit noord, wat besparend kan werken.

- De waterkerende constructie ligt nagenoeg geheel buiten de weg, waardoor eventueel noodzakelijke reparaties geen verkeersbelemmeringen veroorzaken.

- De toerit bestaat grotendeels uit een groen talud, waardoor de ruimtelijke inpassing beter is.

Met deze motivatie is gekozen voor variant 5.

4.1.5 BEDIENINGSGEBOUWEN

Bij dit hoofdstuk behoort de volgende tekening:

B-106959 Tunnel bedieningsgebouwen plattegronden noord en zuid

Zowel aan de zuid-als aan de noordzijde van de tunnel is een bedieningsgebouw gesitueerd.

Bedieningsgebouw zuid is het hoofdgebouw. De voeding door het stroomleverend bedrijf komt er binnen en nagenoeg alle voor het tunnelbedrijf benodigde installaties zijn er ondergebracht. Tevens vindt hier de tunnelbewaking plaats.

Het gebouw is gesitueerd naast de tunnelbak ten westen van moot 3. Voor de verbinding met het middentunnelkanaal wordt een betonnen koker met de afmetingen 4 x 2,50 m gemaakt. In verband met de extra te verwachten zettingen tengevolge van de

aanvulling van de bouwput wordt het bedieningsgebouw op palen gefundeerd. De fundering bestaat uit prefab beton palen 0,40 x 0,40 m, drukkracht 600kN.

Het gebouw bestaat uit:

- een kelder, waar de bovenvermelde koker op aansluit;

- de begane grond waar zich de entree bevindt;

- een verdieping.

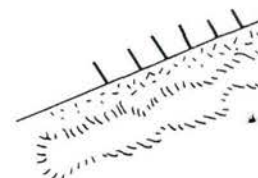
De ruimtebehoefte is bepaald aan de hand van de onder te brengen installaties. Hierna is een indeling gemaakt met de volgende oppervlakten:

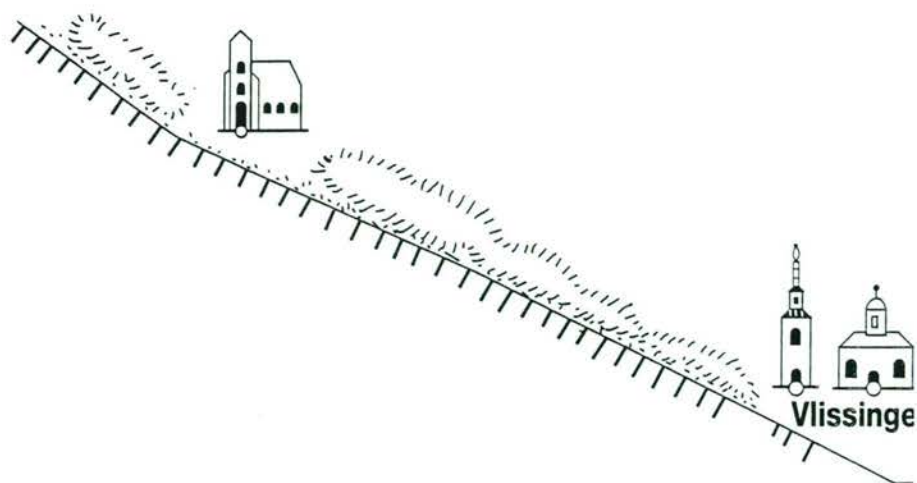
kelder	m ²
waterreservoir, 120m ³	64
pompen brandblusinst.	24
ventilatie MTK	32
step up\down trafo's	20
no-break	20
kelder hoogspanning	20
kabelkelder	165
gang/trap	60
---	---
	405

begane grond		m²
dieselruimte		80
luchtbeh.diesel		40
olie en smeerm.	1)	--
hoogspanning		20
hoofdverdeelinr.		70
schakelruimte		58,5
werkplaats/garage		42
entree/gang\trap		82,5
reserve		12

		405

1) in dieselruimte





no-break, schakeling en plc moeten computervloeren worden toegepast. Uit oogpunt van flexibiliteit is dit ook in de verblijfsruimte en kantoor aangehouden.

Dit resulteert in een gebouw met 'netto' afmetingen van 15 x 27 m (bruto ca. 16 x 28,5 m).

De aan te houden verdiepingshoogten zijn:

- kelder 3m
- begane grond 3,40m
- verdieping 3,60m
- dieselruimte 6m

Bedieningsgebouw noord doet slechts dienst als onderstation waar de middenspanning van de 10 kV kabels wordt getransformeerd en verdeeld. Tevens wordt van hieruit het noordelijke deel van de MTK-ventilatie geregeld.

Het gebouw is gesitueerd naast de tunnelbak ten oosten van moot 3. Voor de verbinding met het mid-dentunnelkanaal wordt een betonnen koker met de afmetingen 4 x 2,50 m gemaakt.

In verband met de extra te verwachten zettingen tengevolge van de aanvulling van de bouwput wordt het bedieningsgebouw op palen gefundeerd. De fundering bestaat uit prefab beton palen 0,40 x 0,40 m, drukkracht 400kN.

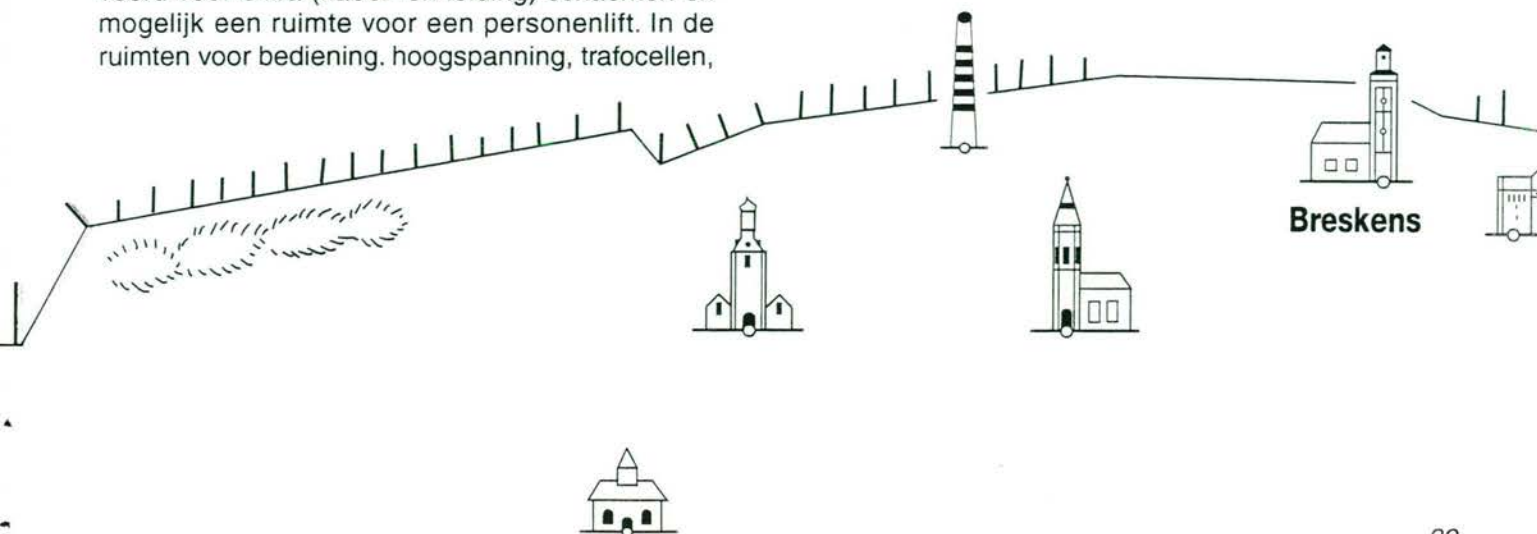
Het gebouw bestaat uit:

- een kelder, waar de bovenvermelde koker op aansluit,
- de begane grond, waar zich de entree bevindt.

verdieping	m ²
vide dieselruimte	80
lb/diesel incl schachten	40
luchtbeh.gebouw	24
cv ruimte	8
plc ruimte	40
bedieningsruimte	56
verbl./kantine	35
kantoor beheerder	30
sanitaire ruimten	5
entree/gang/trap	70
reserve	17
	405

Maatgevend is geweest de beganegrondindeling, kelder en verdieping zijn hiervan afgeleid.

Verder moeten nog ruimten worden gereserveerd voor extra (kabel- en leiding) schachten en mogelijk een ruimte voor een personenlift. In de ruimten voor bediening, hoogspanning, trafocellen,



Aan de hand van de onder te brengen installaties is een ruimte behoefte bepaald, waarna een indeling is gemaakt met de volgende oppervlakten:

kelder	m2
kabelkelder	54
trap	12

	66
 begane grond	 m2
ventilatie MTK	20
step up/down trafo's	15
schakelruimte	60
luchtbeh.gebouw	12
sanitaire ruimte	4,5
entree\gang\trap	32,5

	144

Maatgevend is geweest de beganegrond-indeling, de kelder hiervan afgeleid. In de schakelruimte moet een computervloer worden toegepast.

Dit resulteert in een gebouw met 'netto' afmetingen van 10/12 x 12/14 m (bruto ca. 11/12,5 x 13,5/15,5m). De aan te houden verdiepingshoogten zijn:

- kelder 3 m
- begane grond 3,20 m

4.1.6 TUNNELINSTALLATIES

De tunnel is voorzien van de standaard tunnelinstallaties, zoals gebruikelijk voor rijkstunnels in autosnelwegen. De installatie omvat voorzieningen voor:

- energie (onder meer no-break, noodstroom);
- ventilatie, verlichting, pompen en besturing;
- communicatie;

- veiligheid (onder meer brandblusapparatuur, vluchtroutes);
- verkeersgeleidingssysteem;
- dienstruimtes (onder meer klimaatregeling, tunnelbediening).

Van het totale mogelijke pakket zijn de volgende voorzieningen *niet* opgenomen:

- afstandsbediening/bewaking.

Er wordt vanuit gegaan dat de tunnel wordt bediend vanuit bedieningsgebouw zuid, waar ook het merendeel van de tunneltechnische installaties is ondergebracht. Wel zijn alle installaties geschikt om zonder principiële aanpassingen te worden aangesloten op apparatuur voor afstandsbediening/bewaking.

- liften\roltrappen.

De verbinding is alleen geschikt voor autoverkeer, zodat hier geen rekening mee hoeft te worden gehouden.

- calamiteitenroutes.

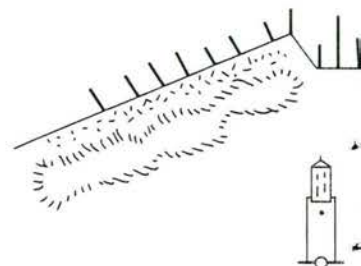
Om in geval van calamiteit de tunnel toegankelijk te houden voor de hulpverleningsdiensten moeten voorzieningen zoals afsluitbare dienstwegen worden aangelegd. De juiste behoefte moet in overleg met de plaatselijke diensten worden vastgesteld.

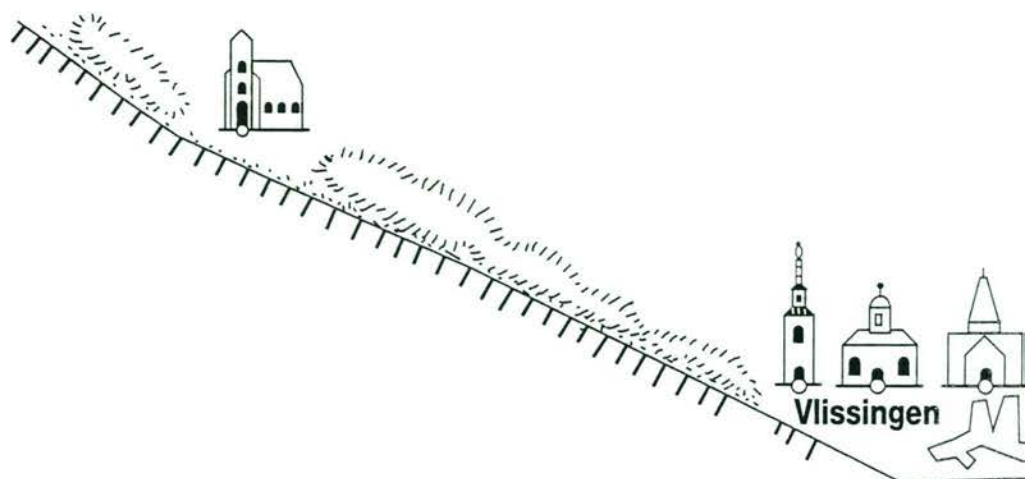
- mobilfooninstallatie.

Omdat al is voorzien in een hoogfrequent radiocommunicatiesysteem, is een aparte mobilfooninstallatie overbodig.

- hoogtedetectie.

Omdat het PVR een overhoogte heeft van ca. 0,35 m kan een hoogtedetectie achterwege blijven.





Verder is wel rekening gehouden met de volgende voorzieningen:

- tegenverkeer in één tunnelbuis.
Bij werkzaamheden resp. onderhoud in een der tunnelbuizen moet het verkeer in beide richtingen door één tunnelbuis worden geleid. Hiertoe zijn de volgende voorzieningen opgenomen:
 - een beweegbare verkeersgeleiding (VEVA) in de middenberm aan beide zijden van de tunnel op een nog nader te bepalen afstand.
 - een dubbel uitgevoerde rijstrooksignalering in beide tunnelbuizen.

4.1.7 WEGVERHARDING

In het ontwerp is uitgegaan van de volgende verhardingsconstructies.

Op constructiebeton:

- hydrofobeerlaag;
- uitvulling dichtasfaltbeton 0/11 of 0/16 VK3;
- 40 mm dichtasfaltbeton 0/11 of 0/16 VK3;
- 40 mm steenmastiekasfalt 0/11

Op ballastbeton:

- uitvulling dichtasfaltbeton 0/11 of 0/16 VK3;
- 40 mm dichtasfaltbeton 0/11 of 0/16 VK3;
- 40 mm steenmastiekasfalt 0/11.

Voor de wegverharding op de aardeschermen van de toeritten wordt verwezen naar hoofdstuk 4.4.1.

4.1.8 MOGELIJKE OPTIMALISERINGEN

Lengteprofiel

In het profiel van vrije ruimte van het afgezonken gedeelte is nog een speling van ca. 0,35 m tot aan

de ventilatoren. Hierdoor zou het totale alignement van bovenkant-weg mogelijk hoger kunnen komen te liggen. De diepteligging van de gezonken tunnel blijft echter onveranderd, terwijl de toeritten ca. 0,35 m hoger komen te liggen. Opgemerkt dient te worden dat de grootte van deze marge theoretisch is en moet worden verminderd met de benodigde hoogte voor het opvangen van eventuele zettingsverschillen tussen het landgedeelte en de tunnelementen.

'Technische consequenties' zijn:

- meer ballastbeton, ca. 10.100 m³;
- kortere toeritten, ca. 2 x 7,50 m;
- minder ontgraving en aanvulling toeritten, ca. 30.000 m³;
- minder wandhoogte toeritten (marginaal).

Gezien de hogere kosten is verhoging van het lengteprofiel verder niet in overweging genomen.

Vergroting van de maximale helling van 4,5% tot 6,0% zoals aangegeven in het rapport 'Verkeerskundige consequenties van steilere hellingen in tunnels en aquaducten' is niet in het ontwerp meegenomen. Hiervoor zijn twee redenen.

Het rapport beschouwt hoogteverschillen tussen 10 m en 30 m. Hier is het te overwinnen hoogteverschil echter ca. 44 m, terwijl aan de brugzijde na ca. 800 m horizontaal nog eens een hoogteverschil van ca. 41 m moet worden overwonnen ;

Verder kunnen de in het tracé aanwezige horizontale boogstralen de gestelde conclusies nadelig beïnvloeden.



Indien toepassing toch wordt overwogen, zal dit moeten worden onderbouwd door een gerichte studie door DVK.

'Technische consequenties' van het toepassen van een helling van 6% zijn:

- kortere tunnel, c.q. toeritten;
- mogelijk toepassen kruipstroken ter plaatse van toeritten;
- langer horizontaal gedeelte, dus meer ontgraving in de Boomse klei;
- ondiepere insnijding zuidelijke vooroever en geringere omlegging zeedijk;
- ondiepere insnijding noordelijke vooroever en grotere en diepere uitbouw damvak;
- geringere mogelijkheid tot compensatiebaggerwerk.

Bouwmethode gesloten gedeelte

De boortunnel biedt vooral tijdens de bouw aantrekkelijke voordelen ten opzichte van de gezonken tunnel. Onderzocht dienen te worden de technische en financiële aspecten van:

- een boortunnel-damvak-brug combinatie
- een boortunnel-boortunnel combinatie.

Overweging kan plaatsvinden op het moment dat de geselecteerde aannemers serieuze aanbiedingen doen.

Dwarsdoorsnede gesloten gedeelte

Het toepassen van een niet zelfdrijvend TE kan een mogelijkheid zijn om de dwarsdoorsnede te reduceren. Dit heeft de volgende 'technische' consequenties:

- geringere hoogte dwarsprofiel;
- geringere hoeveelheid ballastbeton;

- minder diepe zinksleuf;
- meer ventilatoren.

Het rapport 'Indicaties voor krachten op tunnelelementen' van WL geeft aan dat met de berekende afzinkpontons ($A_{tot}=945 \text{ m}^2$) wordt afgeraden om niet-zelfdrijvende TE te transporteren (hfdst 2.4.4).

Nagegaan moet worden :

- welke eisen aan het afzinkequipment dienen te worden gesteld;
- of de extra kans dat een TE tijdens transport 'verloren' gaat aanvaardbaar is.

Toeritten

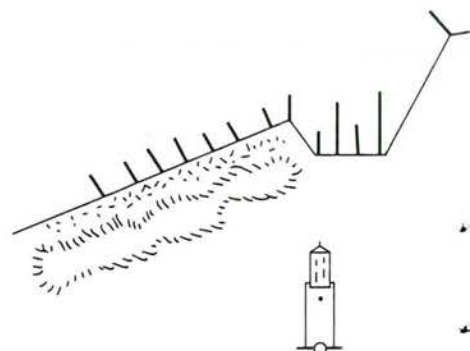
Het toepassen van steilere hellingen van de taluds van de bouwputten en de groene toeritten behoort tot de mogelijkheden.

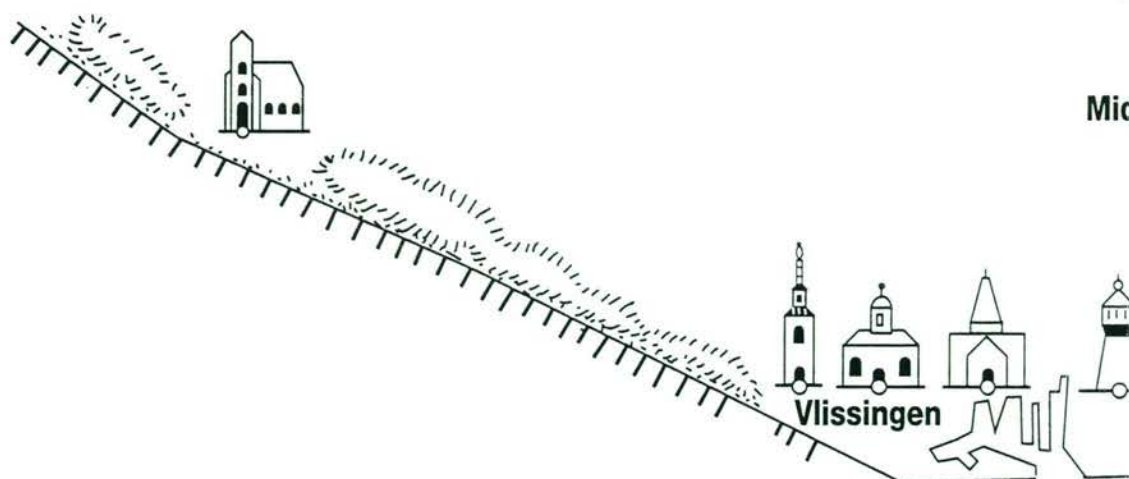
Het advies van GD geeft aan dat een talud van 1:2 mogelijk is, mits wordt voorkomen dat water uit het talud kan treden.

Ten aanzien van de lengte van de T-wanden is nog een optimalisering mogelijk. De lengte van het daglichtrooster kan tot min. 100 m worden teruggebracht. Wel dient rekening te worden gehouden met de esthetische vormgeving van de beëindiging van het daglichtrooster. 'Technische' consequenties zijn:

- minder beton, ca. 475 m³
- minder daglichtrooster, ca. 185m²
- minder verlichting, ca. 20 m¹

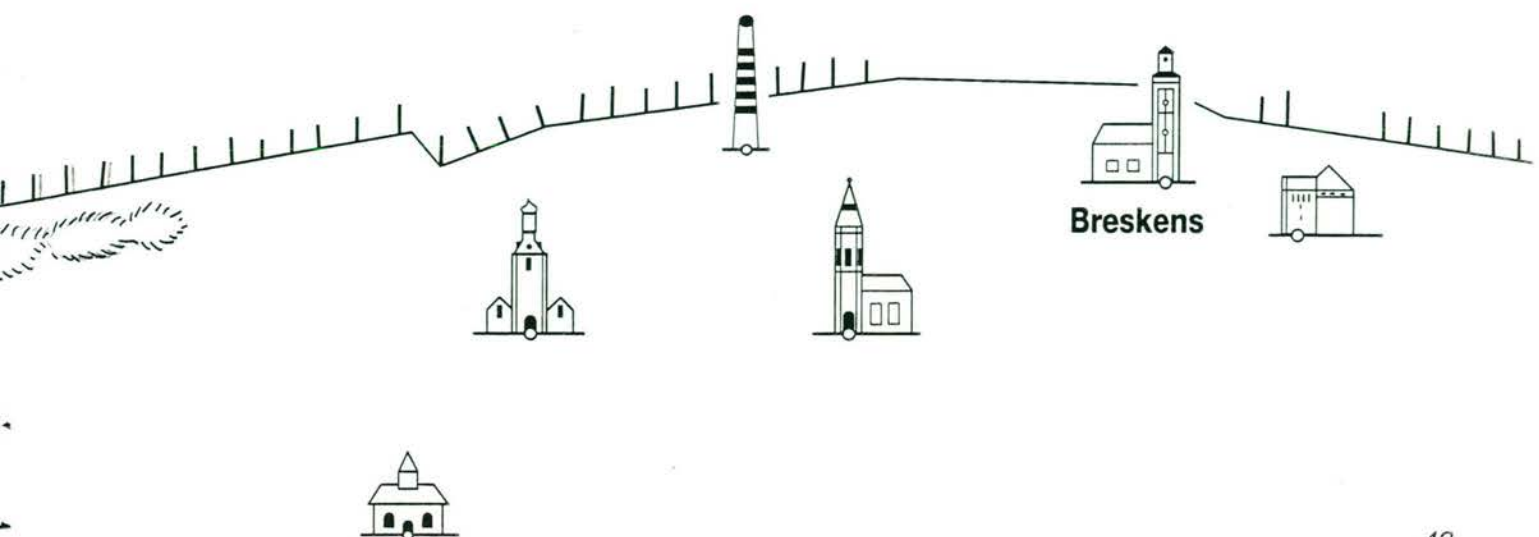
Gezien de geringe besparing is dit in het ontwerp niet meegenomen.





4.1.9 LITERATUUR

1. Algemene richtlijnen tunnelontwerp (ARTO);
Bouwdienst Rijkswaterstaat afd. Tunnelbouw,
december 1990.
2. Studie/ontwerp voor de bouw van een langzaam-
verkeerstunnel onder de Oude Maas;
Diverse aannemers i.o.v. Bouwdienst Rijkswa-
terstaat afd. Tunnelbouw, 1990.
3. Verkeerskundige consequenties van steilere
hellingen in tunnels en aquaducten;
Rijkswaterstaat dienst Verkeerskunde, oktober
1990.
4. Stabiliteit van lange cement-bentonietsleuven;
Literatuurstudie CO-312600/39 Grondmechani-
ca Delft, april 1991.
5. Afdichtingswanden van cement-bentoniet;
Cement-1990, nr. 9.
6. Hydraulic Aspects on Coastal Structures, vol. 1.
7. Westerschelde Oeververbinding. Geohydrolo-
gisch onderzoek t.p.v. de op- en afrit Zuid-
Beveland;
Hy. H. 81-12 Rijksinstituut voor drinkwatervoor-
ziening, februari 1981.



4.2 BRUG (EVERINGEN)

4.2.0 INLEIDING

Beperking van nautische randvoorwaarden ten aanzien van doorvaarthoogte en -breedte heeft geleid tot de keuze van een brugoplossing in de noordelijke nevenvaargeul Everingen. Daarbij is de doorvaartbreedte loodrecht op de geul bij één opening minimaal 400 m en bij twee openingen minimaal 2 x 250 m. De doorvaarthoogte ter plaatse van de vaargeul(en) is ten minste NAP +43 m. De lengte van de brugconstructie wordt bepaald door:

- de maximale kruinhoogte ca. NAP +15 m van de aansluitende dam aanzetten;
- het maximale hellingspercentage van 4,5% met een topstraal van 10.000 m;
- de maximale vernauwing van het nuttige dwarsprofiel van de Everingen met 20% met als waterlijn ten opzichte van NAP. Deze wordt volledig gecompenseerd door een verdieping van de bestaande bodem met maximaal ca. 5 m.

De breedte van de brugconstructie is gebaseerd op 2 x 2 rijstroken.

4.2.1 BRUGVARIANTEN

Dit toetsontwerp beschouwt vier varianten, met projectie van maximaal 5 en minimaal 2 caissons in de neven vaargeul Everingen.

In alle varianten zijn de aanbruggen gefundeerd op voorgespannen betonpalen en is de bovenbouw van voorgespannen beton, de onderbouw van gewapend beton.

De caissons zijn cilindervormig, gefundeerd op staal, vervaardigd van gewapend beton en aanvaar-

bestendig geconstrueerd.

Ter plaatse van de Middelpaalt (Y coördinaat = 377.479) is in alle varianten rekening gehouden met een tijdens de bouw aanwezige leidingenstrook met een profiel van vrije ruimte van ± 50 m.

Variant A

Variant A met 5 caissons is samengesteld uit 5 achter elkaar geplaatste gekoppelde betonnen tui- bruggen met aansluitende betonnen aanbruggen.

De totale lengte bedraagt ± 2130 m. De 5 tui- bruggen hebben lengten van 3 x 360 m en 2 x 340 m en zijn totaal 1760 m. De aanbruggen hebben elk een totale lengte van 184 m, opgebouwd uit 4 ongelijke overspanningen.

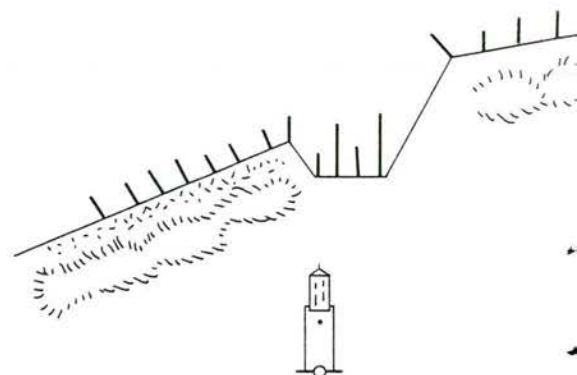
De bovenbouw van de tui- bruggen bestaat uit voorgespannen beton en de pylonen zijn van gewapend beton.

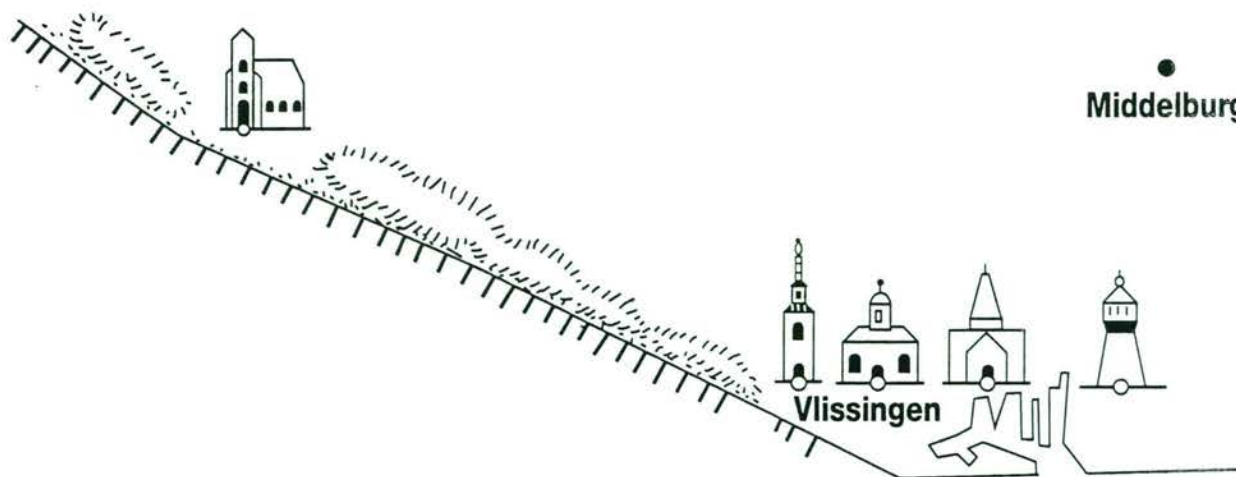
Variant B

De variant met 4 caissons is variant B, samengesteld uit 4 achter elkaar geplaatste stalen tui- bruggen met aansluitende betonnen aanbruggen.

De totale lengte van Variant B is 1961 m. De 4 stalen tui- bruggen hebben lengten van 2 x 500 m en 2 x 35 m, totaal 1700 m. De betonnen aanbruggen hebben lengten van 155 respectievelijk 106 m en zijn opgebouwd uit 3 respectievelijk 2 overspanningen.

De bovenbouw en de pylonen van de tui- bruggen bestaan uit staalconstructies.





Variant C

Variant C met 3 caissons bestaat uit 2 gekoppelde stalen hangbruggen met betonnen ankerblokken en aansluitende betonnen aanbruggen.

De totale lengte van Variant C is 2198 m. De gekoppelde stalen hangbrug heeft een lengte van 1950 m en is opgebouwd uit 2 x 255 m eindvelden en 2 x 720 m hoofdvelden. De beide gewapend betonnen ankerblokken zijn elk 80 m lang, de betonnen aanbruggen elk 44 m.

De bovenbouw en de pylonen van de gekoppelde hangbrug bestaan geheel uit staalconstructies.

De ankerblokken zijn gefundeerd op staal en zodanig geballast dat de ankerkrachten uit de hoofdkabels van de hangbrug kunnen worden opgenomen.

Variant D

De variant met 2 caissons is Variant D, samengesteld uit een enkele stalen hangbrug met betonnen ankerblokken en aansluitende betonnen aanbruggen.

De totale lengte van Variant D is 2048 m. De enkele hangbrug heeft een lengte van 1800 m, opgebouwd uit 2 x 375 m eindvelden en 1 x 1050 m hoofdveld.

De beide gewapend betonnen ankerblokken zijn elk 80 m lang, de aanbruggen elk 44 m.

De bovenbouw en de 2 pylonen van de enkele hangbrug bestaan geheel uit staalconstructies.

De ankerblokken zijn gefundeerd op staal en zodanig geballast dat de uit de hoofdkabels van de

hangbrug optredende ankerkrachten kunnen worden opgenomen.

4.2.2 ONDERBOUW (ALGEMEEN)

Fundering varianten A t/m D

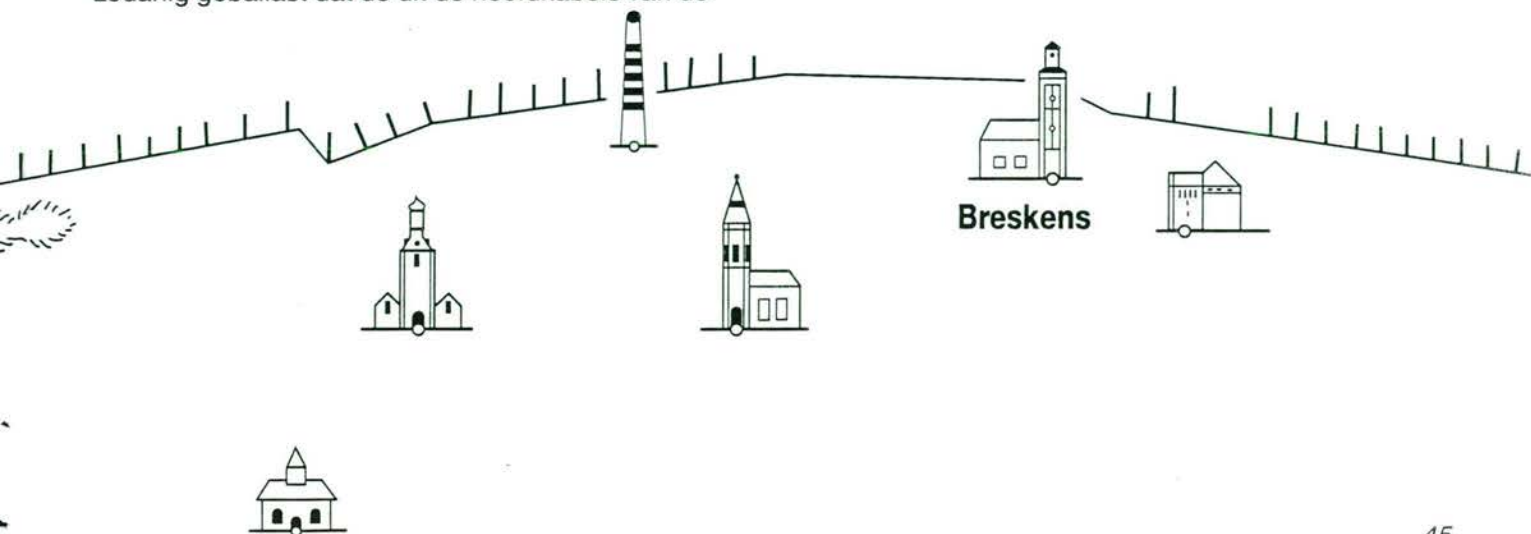
De totale belasting uit bovenbouw en pyloon-steunpunten wordt naar de ondergrond overgebracht door de bodemplaat van de caissons. De diepte van onderkant bodemplaat (= funderingsniveau) is afhankelijk van:

- a) de resultaten van de gemaakte sonderingen en
- b) de te verwachten evenwichtslijn.

Deze evenwichtslijn is de lijn die wordt bereikt indien het dwarsprofiel Everingen tengevolge van maximale vernauwing met 20% volledig wordt gecompenseerd. De lijn ligt voor alle varianten max. 5 m beneden bestaand bodemniveau.

De onderkant van de bodemplaat moet minimaal 3 m beneden de evenwichtslijn liggen in verband met afschuiving. De bodemplaat van de caisson, aan de onderzijde voorzien van gecompartmenteerde ruimten, rust op een bed van zeegrind. De ruimten tussen onderkant bodemplaat en zeegrind worden volgegroot om de volledige belasting uit de brug gelijkmatig op de ondergrond over te brengen.

Onder de evenwichtslijn wordt rondom elke caisson een pijlerbodembescherming aangebracht.



4.2.3 CAISSONS

Algemeen Varianten A t/m D

De caisson dient twee zaken:

- a) overbrenging van de belastingen uit de pylo-
nen naar de ondergrond;
- b) bescherming van de pyloonsteunpunt- construc-
tie tegen aanvaring.

De ronde (klok) vorm is zodanig dat de constructie voor een aanvaarbelasting in alle richtingen even sterk is en geen extra wervelingen in het stromende water veroorzaakt.

De buitendiameter, aan de bovenzijde van de caisson, wordt geheel bepaald door de constructieve en esthetische afstand van de pyloonpoten, alsmede door het veiligheidstechnische profiel van vrije ruimte voor het verkeer. Indien de poten minder ver uit elkaar staan, kan de diameter afnemen tot de aanvaarbelasting maatgevend wordt.

De buitendiameter aan de onderzijde van de caisson wordt bepaald door de:

- 1) aangehouden funderingsdruk (zie fundering)
- 2) maximale verticale belasting
- 3) aangehouden excentrische funderingsdruk door rustende belasting en scheepsstootbelasting.

De caisson heeft een ringvormige binnen- en buitenwand, onderling door verticale tussenschotten en horizontale vloerschijven verbonden.

Aan de onderzijde bevindt zich een ronde funderingsbodemplaat met uitwendige gecompartmenteerde draagsnijranden.

Aan de bovenzijde vangt een overstekende ronde afdekplaat een belangrijk deel van de aanvaarbelasting op.

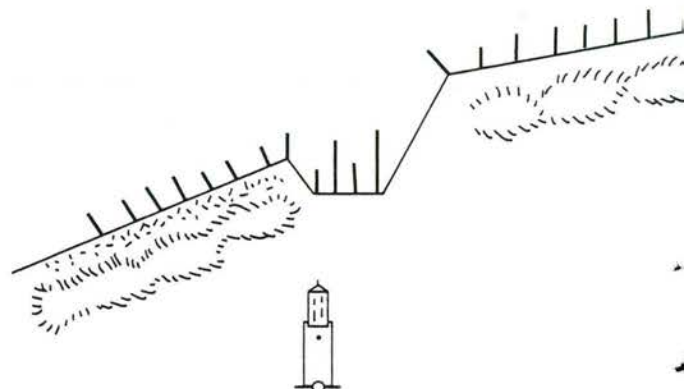
De tussenschotten onder de pyloonpoten zijn zwaarder gedimensioneerd dan de overige tussenschotten.

De ruimten tussen binnen- en buitenwand worden met goed verdicht zand aangevuld, zodanig dat de totale rustende belasting uitgeoefend op de ondergrond in overeenstemming is met de belasting op de ondergrond die wordt uitgeoefend door de scheepsstoot.

Om de druk op de buitenwand niet te hoog op te laten lopen zijn diverse horizontale vloerschijven opgenomen. Samen met de verticale tussenschotten geven ze de caissonconstructie een grote stijfheid tegen aanvaarkracht. Door de hechte samenwerking van binnen- en buitenwand met het tussenliggende aanvulzand ontstaat een zeer stijve ring met een dikte van 7,50 m. Deze geeft een zodanige zekerheid dat de schade die ontstaat door zware aanvaringen beperkt kan blijven tot plaatselijke schade.

Binnenring en schotten kunnen bij schade aan de buitenring ruimschoots de rustende belasting en de verkeersbelasting van de brug(gen) opnemen. De dikte van de buitenwand en bodemplaat dient zo beperkt mogelijk te blijven om de diepgang minimaal te houden bij het varen van bouwdok naar lokatie. (Op lokatie wordt het inwendige van de caisson verder afgebouwd. In het bouwdok wordt de caisson zover gebouwd als noodzakelijk is om de caisson drijvend met een diepgang van ca. 12 m te kunnen transporteren.)

De dikte van de buitenwand wordt bepaald door de water/gronddrukverschillen en door de aanvaarbelasting.





Een minimale bodemplaatdikte wordt verkregen door de compartimentering met de tussenschotten en de binnenring ('binnenwerk').

De overstekken van de bodemplaat zijn beperkt tot 3 m vanaf de buitenwand.

Om de voor de funderingsdruk benodigde plaatdiameter te krijgen wordt de diameter van de buitencilinder aan de onderzijde vergroot, waardoor een kegelvormig ondergedeelte ontstaat.

Verschil per variant

De caissons bij de betonnen en stalen tuibrugvarianten hebben vanaf NAP +10 m een betonnen opzet-tussenstuk tot onderzijde dek.

De pyloonpoten worden op dit opzet-tussenstuk geplaatst en verankerd.

De vorm van het opzet-tussenstuk tussen pyloon en caisson is zodanig dat de normaalkrachten uit de pyloonpoten door de wanden naar de caisson worden overgebracht. Uit esthetisch oogpunt hebben deze wanden de vorm van een koker gekregen. De cilindervormige constructie is in staat om bij beschadigingen van de ondersteuningswanden door een aanvaring de belasting over te nemen.

De caissons bij de hangbrugvarianten hebben geen betonnen opzet-tussenstukken. Hier worden de pyloonpoten op de afdekplaat van de caisson (NAP +12 m) geplaatst en verankerd. Het midden-caisson van de gekoppelde hangbrug (variant C) heeft geen kegelvormige onderzijde, dit in verband met het grotere benodigde ruimtebeslag voor de middenpyloonpoten.

4.2.4 PIJLERBODEMBESCHERMING

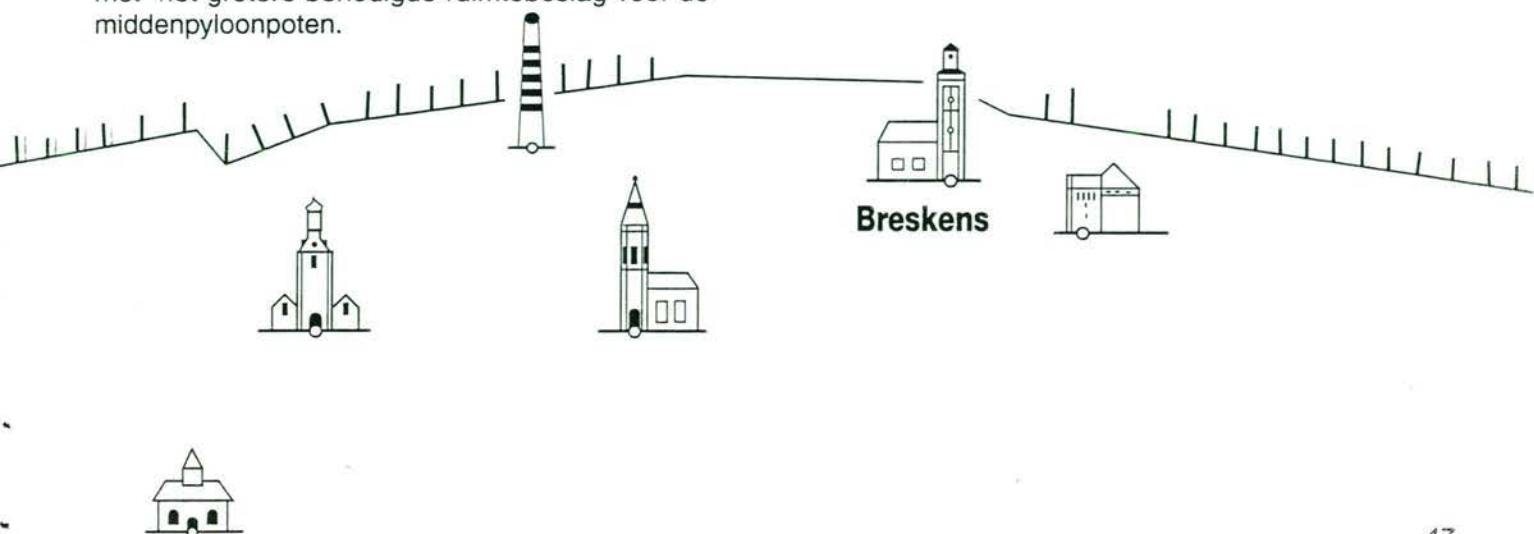
Algemeen varianten A t/m D

De pijlersteunpuntencaissons worden beschermd tegen ontgrondingsgevaar tengevolge van wervelingen en turbulentie door grotere stroomsnelheden. Hiertoe wordt onder de evenwichtslijn een bodembescherming aangebracht.

Over een alzijdige zone van 2 maal caisson-diameter = $2 \times D$, wordt een zanddichte stabiele constructie naast de caisson aangebracht. Deze bestaat uit een onderlaag slakken 40/200 dik 0,50 m met daarop een toplaag breuksteen 60/300 dik 1 m. Aansluitend op de zone van $2D$ loopt de onderlaag slakken 40/200 dik 0,50 m over een zone van 1 maal de caissondiameter = $1 \times D$ door. Deze laatste zone dient om inleidende ontgroning te voorkomen.

Op de zanddichte stabielconstructie wordt een extra ring (ca. $0,25 D$) van breuksteen 60/300 dik 1 m aangebracht voor volledige afsluiting tegen de caissonwand.

Uitgangspunt van deze bescherming is dat tijdens de bouw en daarna de bescherming periodiek dient te worden geïnspecteerd en onderhouden.



4.2.5 VARIANT A BETONNEN TUIBRUG

Bij deze beschrijving behoren de volgende tekeningen:

- B 107039 Overzicht
- B 107040 Rijdek
- B 107041 Rijdek details
- B 107042 Aanbruggen noord
- B 107043 Aanbruggen zuid
- B 107044 Caissons
- B 107045 Pylonen
- B 107046 Tussensteunpunten
- B 107047 Overzicht bodembescherming

Geometrie

De totale lengte (2130 m) van dit ontwerp en het tuibruggedeelte daarin is geminimaliseerd binnen een combinatie van de hydraulische en morfologische randvoorwaarden.

Bepalende elementen daarin zijn: 20% maximale vernauwing + volledige compensatie, de kruinhoogten van de aansluitende dam aanzetten, het maximaal toegestane hellingspercentage en de topboogstraal, de doorvaartbreedte en hoogte en het bodemniveau waarbij niet meer met aanvaring van pijlers behoeft te worden rekening gehouden.

In waterdiepten lager dan NAP -5 m zijn de aanvaarbestendige caissons van de vijf tuibruggen geprojecteerd.

In waterdiepten hoger dan NAP -5 m zijn steunpunten ontworpen die een geringe scheepsstoot kunnen opnemen. Ter plaatse van het noordelijk overgangssteunpunt (=tuibrug-aanbrug) is een bodemdiepte ontworpen hoger dan NAP -5 m in de vorm

van de noordelijke dam aanzet.

Ter plaatse van het zuidelijk overgangssteunpunt is naar een bestaande bodemdiepte hoger dan NAP -5 m gezocht.

De gekozen overspanningslengte van ca. 360 m per tuibrug levert netto lengten van 250 m loodrecht op de vaargeul voor de doorvaartbreedte.

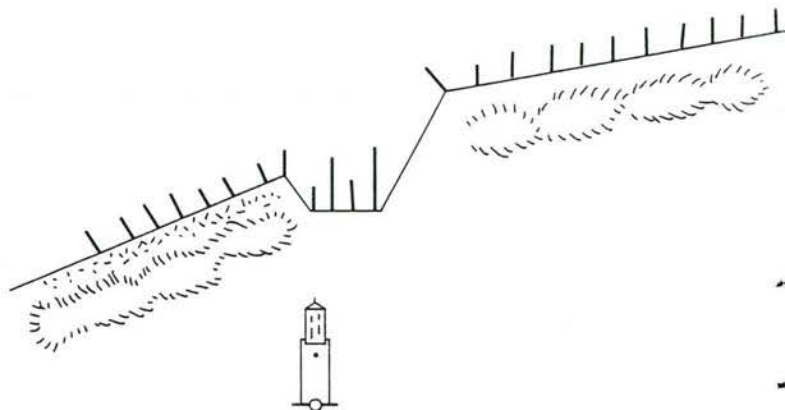
De beide doorvaartopeningen van 250 m zijn symmetrisch ten opzichte van de vijf tuibruggen geprojecteerd. Dit heeft tot gevolg dat de bestaande vaargeulbegrenzing aan de zijde van Zuid-Beveland aanzienlijk (ca. 215 m) in noordelijke richting moet worden gecorrigeerd.

De rijdekconstructie is om aërodynamische redenen aan de zijanten afgeschuind. De totale breedte van het rijdek is zodanig ontworpen dat, behalve met 2 x 2 rijstroken, redresseer- en verfstroken, inspectiepaden en geleiderail en het ruimtebeslag tuiverankeringen, rekening is gehouden met veiligheidsleuning in verband met aanrijdingsgevaar tuikabels over een hoogte van ongeveer 5 m.

Bovenbouw

Tuikabelsysteem

De gekozen tuikabels zijn samengesteld uit strengen van 15 mm super (15,7 mm) met een staalkwaliteit FeP 1770. Het aantal strengen per tuikabel varieert van 37 tot 55 stuks. Aangezien de rustende belasting meer bedraagt dan 72,5% van de totale tui belasting, kan worden gerekend met een maximale gebruiksbelasting van 720 N/mm² volgens DIN 1073. Bij deze Duitse norm is de gebruiksbelasting beperkt





tot 45% van de treksterkte. Deze treksterkte voor tuikabels is weer minimaal 1600 N/mm².

De kabels worden zowel door de wanden van de pyloon als door de verzwaring van het dek heen-gevoerd en verankerd. Hierdoor kunnen in het gebied rond de pyloon geen tuikabels worden aangebracht in verband met de kleine kruisingshoeken waardoor sparings over grote lengten ontstaan. Dit gedeelte van het brugdek wordt ter plaatse van de pyloon in as steunpunt door opleggingen ondersteund. De eerste tuikabels zijn verzaard om de grotere belasting op te kunnen nemen. Om de kabels tegen beschadiging te beschermen worden ze tot ca. 5 m boven het dek van een extra omhulling voorzien.

In het ontwerp is in verband met het agressieve milieu op de Westerschelde uitgegaan van een corrosiewerend systeem in drie lagen, zoals nader omschreven bij variant B.

Rijdekconstructie

De rijdekconstructie bestaat uit 2 kokervormige (rand)hoofdliggers en tussenliggende dwarsdragers met druklaag op geprefabriceerde bekistingsplaten. De kokervormige hoofdliggers worden gesteund door tuikabels met h.o.h. afstand van 9,70 m. De buitenranden van de hoofdliggers zijn verzaard tot een dikte van ca. 0,70 m ten behoeve van de krachtsinleiding van de tuikabels. De tuikabels worden zodanig op spanning gebracht dat de optredende momenten tengevolge van rustende belasting in de hoofdligger klein zijn. Behalve de door de tuika-

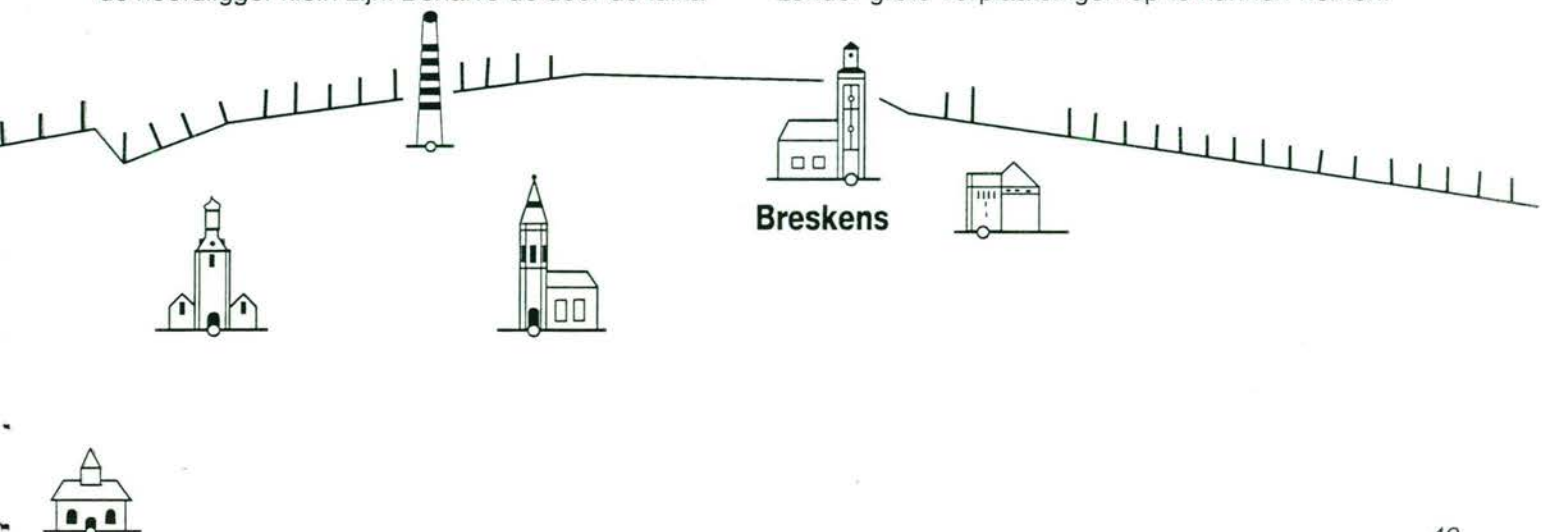
bels geleverde langsvorspanning in de hoofdliggers wordt in de wanden van de kokers aanvullende langsvorspanning aangebracht. Dit betreft hoofdzakelijk vorspanning ten behoeve van mobiele belasting op een deel van het brugdek. Tevens is voor de bouw van de rijdekconstructie extra langsvorspanning nodig, afhankelijk van het bouwsysteem. Alle langsvorspanning kan op nokken ter plaatse van de dwarsdragers worden afgespannen.

De dwarsdragers tussen de kokervormige hoofdliggers zijn geprefabriceerde gedeeltelijk voorgespannen liggers, die worden nagespannen op de verzaarde buitenranden. Per tuikabel worden 3 dwarsdragers geplaatst op gelijke onderlinge afstanden. Deze afstanden zijn zo klein dat de dekdikte van minimaal 0,22 m voldoende is om zowel plaatselijke momenten als langsmomenten op te nemen.

Om bij het bezwijken of vervangen van een tuikabel nog voldoende breukveiligheid te houden wordt in de rijdekconstructie rondom zachtstaalwapening aangebracht. Dit houdt tevens de scheurwijdte binnen de toelaatbare grenzen.

Pylonen

Bij tuibruggen wordt de horizontale verplaatsing van de top van de pyloon verhinderd door het treksteunpunt. Door de koppeling van meerdere tui- bruggen, zonder treksteunpunten moet de pyloon zelf voldoende stijf zijn om asymmetrische belasting zonder grote verplaatsingen op te kunnen nemen.



Dit resulteert in een A-vormige pyloon met een kervvormige doorsnede. De vierkante koker heeft afgeronde hoeken om de windbelasting te verminderen.

De grote en zware caissonfundering voor de aanvaarbelasting draagt sterk bij tot beperking van de verplaatsingen van de top en dus van de doorbuiging in het veldmidden van de overspanning.

Om de kruisingshoek tussen pyloon en kabel niet te klein te maken is het bovenste deel van de pyloon verticaal. De hoogte van dit verticale deel (pyloonkop) dient zo klein mogelijk te zijn om de momenten te beperken. Door de (scheve) verankeringsconstructie tengevolge van de verschillende kruisingshoeken van de kabel met de pyloonkop varieert de verticale afstand tussen de kabels van 1 tot 2,2 m. Uit esthetische overwegingen is ook gekozen voor een A-vorm in dwarsrichting en een gelijke afstand tussen de poten in beide richtingen.

Het zwaartepunt van de verankering van de tuikabels ligt op ca. 80 m boven het betondek. De verhouding van pyloonhoogte en overspanning is $80:360 = 0,22$. Volgens Duits onderzoek ligt de meest economische verhouding tussen 0,19 en 0,22, afhankelijk van de betonkwaliteit (B30 - B45), voor de som van kosten van pyloon en tuikabels.

De verankeringen van de tuikabels in de pyloonkop leveren ook grote trekkrachten op de wanden van de kokerdoorsnede. Deze belasting wordt opgenomen door horizontale voorspan-staven. Door de A-vorm van de pyloon wordt een belangrijk deel van de asymmetrische belasting omgezet in trekdruk in de poten. Een hogere betonkwaliteit levert dus een aanzienlijke besparing van de hoe-

veelheid beton. Gekozen is voor B45 als maximaal haalbare betonkwaliteit voor deze constructie. Een nadeel ten opzichte van B 35 is de grotere verplaatsing van de top bij deze asymmetrische belasting.

Aanbruggen

Voor de aanbruggen is gekozen voor een geprefabriceerde dekconstructie. Gezien de relatief dure steunpunten (grote hoogte, golfbelasting, aanvaarkrachten) wordt een zo groot mogelijke overspanning genomen. Bij de constructie is uitgegaan van standaard liggers met een druklaag op geprefabriceerde bekistingsplaten.

Steunpunten aanbruggen

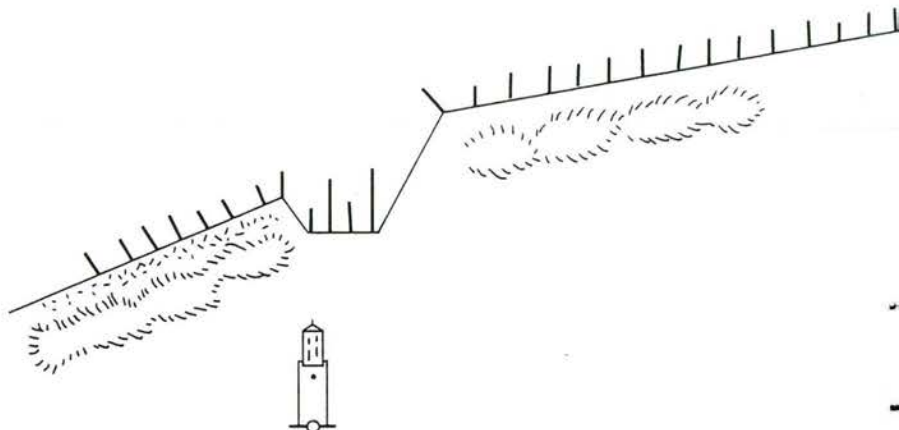
De steunpunten van de aanbruggen bestaan uit 3 typen:

- Overgangssteunpunt tuibrug - aanbrug
- Tussensteunpunten
- Landhoofd

Door de liggers van de aanbrug op te leggen op een zware oplegbalk, opgenomen in het dek van de tuibrug, wordt voldoende gewicht gecreëerd om de opleggingen altijd onder druk te houden. Hierdoor kan worden volstaan met een eenvoudig steunpunt gelijk aan de tussen-steunpunten.

(N.B. In de bouwfase dient enige ballast te worden aangebracht, ter vervanging van de eventueel nog niet aanwezige liggers.)

De tussensteunpunten bestaan uit een oplegsloof voor de liggers, een (massieve) kolom en een funderingssloof op voorgespannen palen. Het steunpunt wordt binnen een damwandkuip gebouwd





op onderwaterbeton. Dit wordt aangebracht op aan-
vulzand binnen de kuip. Aangezien de bodem ten-
minste op NAP -5 m wordt vastgelegd kan worden
gerekend met een beperkte aanvaarbelasting.

De landhoofden kunnen hoog worden gefun-
deerd op voorgespannen palen, indien na het aan-
brengen van de terpen voldoende zettingstijd in het
werkplan kan worden opgenomen.

Specifieke details bovenbouw

Opleggingen

Bij de tuibruggen wordt de horizontale kracht in
langsrichting van de brug opgenomen door een
viertal verticaal geplaatste opleggingen per tuibrug
tussen brugdek en pylonen. Om de invloed van
verschillen in verlenging te beperken zijn de opleg-
gingen aan de binnenzijde van pyloonpoten ge-
plaatst.

De grote verschillen in belasting, tezamen met de
optredende hoekverdraaiingen, vereisen stalen
opleggingen. Om de opleggingen te kunnen ver-
vangen en om de druk erop te handhaven dienen de
onderlegplaten verstelbaar te zijn. Ter beperking van
de frequentie van het bijstellen van de oplegging in
verband met de krimp- en kruipverkorting van het
brugdek kan ook een rubberoplegging worden tus-
sengevoegd.

De horizontale kracht in dwarsrichting wordt ook
opgenomen door vier verticaal geplaatste opleg-
gingen tussen de pyloonpoten en het brugdek.



De verticale belasting van het brugdeel nabij de
pyloon wordt opgenomen door twee rubberopleg-
gingen in as steunpunt.

Tussen de tuibruggen is een deuvelconstructie
geplaatst. Omdat ook hier grote verschillen in ver-
ticale belasting optreden tezamen met hoekver-
draaiingen van 0,01 radiaal kan alleen worden ge-
bruik gemaakt van stalen opleggingen. Om de ho-
rizontale verplaatsingen op te vangen moeten grote
roestvrijstalen glijdplaten worden gebruikt.

Bij de overgang van de tuibrug naar de aanbrug
worden de betonnen liggers opgelegd op een
tandconstructie in het dek van de tuibrug. Deze
oplossing is gekozen om te voorkomen dat trek op
het steunpunt komt. De opleggingen krijgen een
teflonglijdlaag vanwege de grote horizontale ver-
plaatsingen. De optredende hoekverdraaiing ten-
gevolge van zowel de tuibrug als de aanbrug vereist
dikke rubberopleggingen.

Ook de 4 opleggingen op de pijler krijgen een
sterk variërende verticale belasting. De hierbij op-
tredende grote hoekverdraaiingen maken stalen
opleggingen noodzakelijk.

De overige opleggingen van de aanbruggen
krijgen geen bijzondere belastingen zodat hier voor
rubber opleggingen is gekozen.

Voegovergangen

De gekoppelde tuibruggen ontleen hun horizontale
stabiliteit (langs en dwars) aan de pyloon met fun-
dering. De pyloon met de verticaal geplaatste op-
leggingen steunt het dek horizontaal zowel in langs-
als dwarsrichting. Hierdoor is een voegovergang ter

plaatse van de aansluiting van elke uitkraging (=midden h.o.h. pyloonafstand) noodzakelijk. Deze voegovergangen moeten behalve de horizontale (langs) verplaatsing van ca. 400 mm ook grote hoekverdraaiingen tengevolge van verkeersbelastingen op kunnen nemen.

De aansluiting van elke uitkraging dient als deuvelconstructie te worden uitgevoerd om als scharnierende verbinding tussen de brugdekken te kunnen functioneren.

Bij keuze voor een (gedeeltelijk) ingeklemde verbinding zal de hoekverdraaiing kleiner worden. De verbidingsconstructie moet dan echter erg zwaar worden gedimensioneerd. Meer effect op het verminderen van de hierbij optredende verkeersknik wordt bereikt door het stijver maken van de pyloon.

Bij de aansluiting van de tuibruggen met de aanbruggen is bij de overgangssteunpunten een voegovergang aangehouden voor een totale verplaatsing van ca. 230 mm, met grote hoekverdraaiingsopnamecapaciteit.

Ter beperking van de dikte van de opleggingen bij de steunpunten van de aanbruggen is bij elk steunpunt een eenvoudige voegconstructie aangebracht.

Wegverharding

In het ontwerp is rekening gehouden met ZOAB (Zeer Open AsfaltBeton) als wegverharding. Voor toepassing op de betonnen brugdekken/aanbruggen dient de wegverharding als volgt te worden opgebouwd:

1) Een hydrofobeermiddel op het betonnen rijdekoppervlak.

2) Een uitvulling dab 0/11 of 0/16 VK3.

3) 40 mm dab 0/11 of 0/16 VK3.

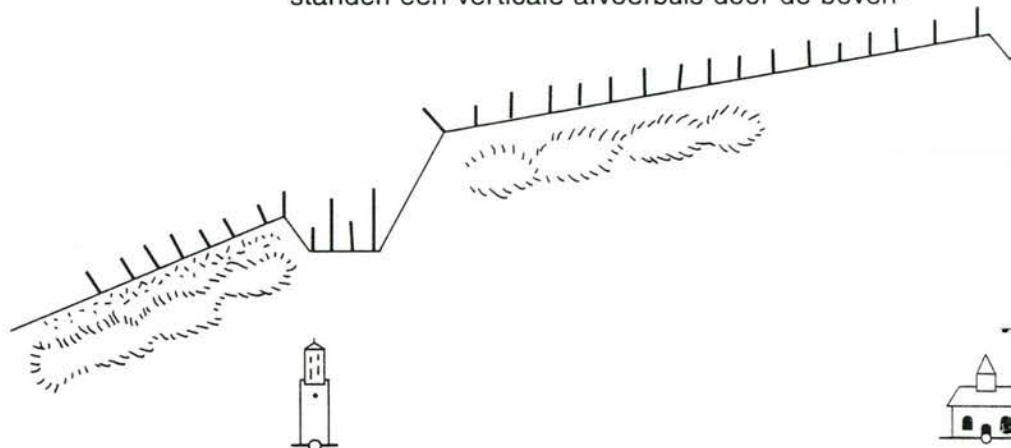
4) 40 mm sma 0/11.

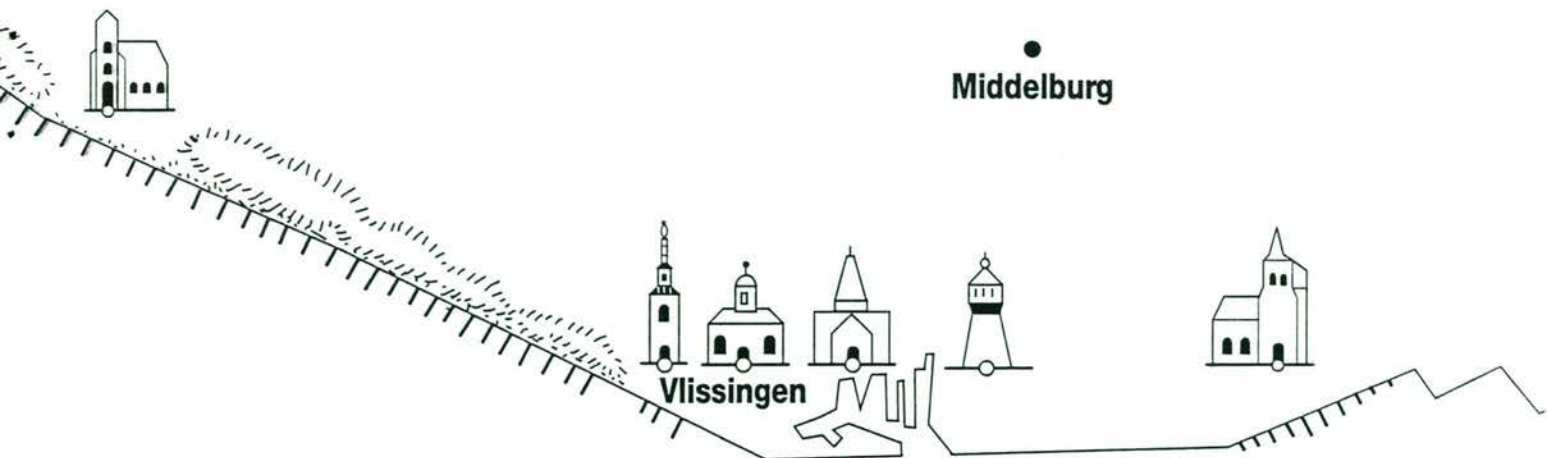
Wegmeubilair

Over de totale lengte van de brugoverspanning bestaat de scheiding tussen de rijrichtingen uit een geleiderail van het type 2DL 400-80. Tevens worden over het grootste deel van de overspanning geleiderails toegepast naast de redresseerstroken. Deze zijn van het type Vlp 1DL 133-60. Op 500 mm van deze geleiderails worden veiligheidsleuningën geplaatst. Deze keuze voor geleiderails naast de redresseerstroken is bepalend voor de breedte van de hoofdligger. De flexibiliteit van deze geleiderails heeft tot gevolg dat de afstand tussen het hart van de hoofdligger en de tui aansluitingen zodanig is gekozen dat de tuien het profiel van vrije ruimte (5000 mm loodrecht op het rijdek, gerekend vanaf de binnenkant van de leuning) niet doorsnijden. Bij keuze van een vaste barrier mag de binnenkant ervan als grens voor het profiel van vrije ruimte worden gebruikt. Omwille van de eenheid is ook bij de aanbruggen voor deze oplossing gekozen, hoewel hier geen veiligheidsleuning noodzakelijk is.

Hemelwaterafvoer

Het zijdelings transport van hemelwater over het rijdek vindt plaats door de ZOAB-laag. Het rijdek heeft hiertoe naar beide zijden een afschot van 1:40 gekregen vanuit de as van de brug. Naast de betonnen schampkant is in de wegverharding een goot van gietasfalt gemaakt waarin op regelmatige afstanden een verticale afvoerbuīs door de boven-





bouwconstructie is aangebracht.

Ter plaatse van de landhoofden worden afvoerputten met bijbehorende afvoerbuizen aangebracht.

Onderbouw: fundering

De tuibruggen worden op staal gefundeerd. De bodemplaat van de caisson heeft een zodanige afmeting dat de funderingsdruk ca. 350 kN/m² varieert tengevolge van de mogelijk optredende aanvaarbelasting. Deze is voor de betonnen tuibrug (5 steunpunten in diep water) 118.000 kN. Het aangrijppunt is op NAP +10 m aangenomen.

De rustende belasting op de fundering dient ten minste 350 kN/m² te bedragen om te voorkomen dat de bodemplaat vrijkomt van de ondergrond tengevolge van aanvaarbelasting. Gezien het grote gewicht van bovenbouw en caisson zou zandvulling tot NAP niet nodig zijn om aan deze voorwaarde te voldoen. Om te voorkomen dat het water ten gevolge van aanvaring in beweging komt, is gekozen voor zandvulling tot NAP in de binnenring en zandvulling tot NAP +8 m in de buitenring. De optredende rustende belasting is hierdoor voor de diepgefundeerde caissons ca. 420 kN/m².

Voor de hoger gefundeerde caissons is de gemiddelde rustende belasting ca. 350 kN/m². De aanvaarbelasting geeft een belasting van ongeveer 240 kN/m². De afmeting van de funderingsplaat is gelijk gehouden in verband met de lagere conuswaarde aan de zijde van Zuid-Beveland. Een klei-

nere funderingsplaat nabij de Middelpilaat is wel mogelijk.

De minimale gronddekking op de fundering is 3 m. De aangebrachte bestorting is meegenomen in de bepaling van toelaatbare funderingsdruk.

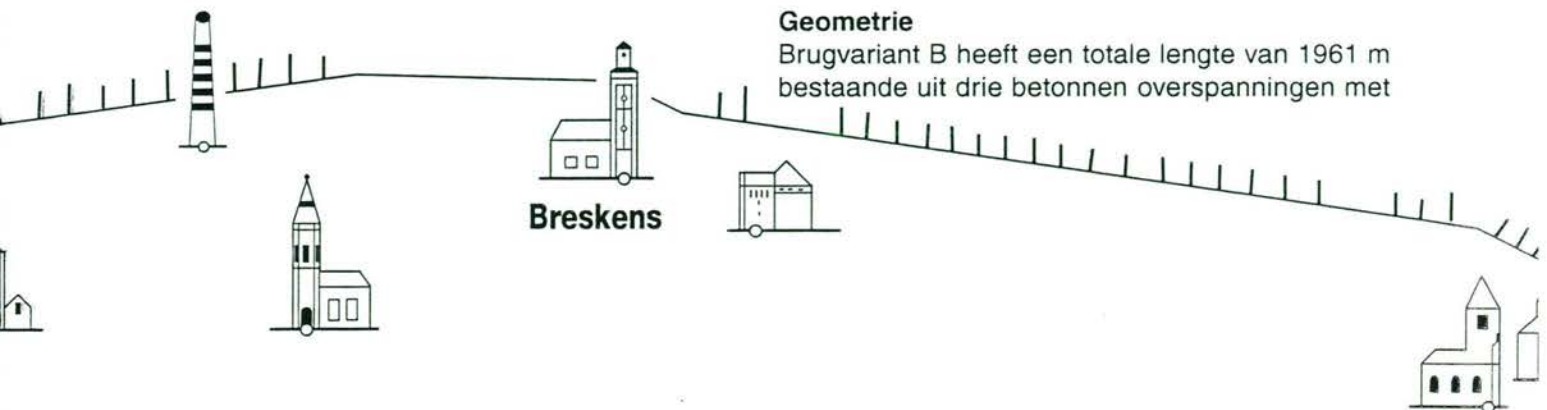
De rustende verticale belasting is bij de diep gefundeerde caissons ca. 7,6 en bij de hoog gefundeerde caissons ca. 6,3 maal zo groot als de aanvaarbelasting.

4.2.6 VARIANT B STALEN TUIBRUG

Ontwerpvariant B betreft een ontwerp op hoofdlijnen van een stalen tuibrug met stalen pylonen en betonnen aanbruggen. Met details die de haalbaarheid van het concept niet in gevaar brengen, zoals een lift in de pyloonpoten of verlichting in de koker, is geen rekening gehouden, al worden deze wel in de randvoorwaarden genoemd.

Bij deze beschrijving behoren de tekeningen:

- B 107029 Overzicht
- B 107030 Hoofdligger
- B 107031 Opleggingen en dilataties
- B 107032 Pylonen
- B 107033 Montagevoorstel
- B 107034 Betonnen aanbruggen noord
- B 107035 Betonnen aanbruggen zuid
- B 107036 Caissons
- B 107037 Tussensteunpunten
- B 107038 Overzicht bodembescherming



Geometrie

Brugvariant B heeft een totale lengte van 1961 m bestaande uit drie betonnen overspanningen met

een gezamenlijke lengte van 155 m aan de zijde Zeeuwsch-Vlaanderen, vier stalen tuibruggen met een gezamenlijke lengte van 1700 m en twee betonnen overspanningen met een gezamenlijke lengte van 106 m aan de zijde Zuid-Beveland.

De totale lengte van dit brugontwerp en het tuibruggedeelte daarin is geminimaliseerd binnen een combinatie van de hydraulische en morfologische randvoorwaarden, de kruinhoogten van de aansluitende dam aanzetten, het toegestane hellingspercentage en de topboogstraal van de hoofdligger, de doorvaartbreedte en -hoogte en het bodemniveau waarbij niet meer met aanvaring van de pijlers rekening behoeft te worden gehouden (boven NAP -5 m).

Het tuibruggedeelte omvat vier tuibruggen. De middelste twee tuibruggen (brug 2 en 3) zijn symmetrisch ten opzichte van het midden van de totale tuibruglengte gesitueerd en hebben elk een lengte van 500 m. Deze twee tuibruggen kragen vanuit het hart van de pyloonconstructie 250 m naar beide zijden uit. De buitenste twee tuibruggen (brug 1 en 4) hebben elk een lengte van 350 m, verdeeld in een deel van 160 m aan de zijde van de aanbruggen en een deel van 190 m aan de zijde van de grote tuibruggen.

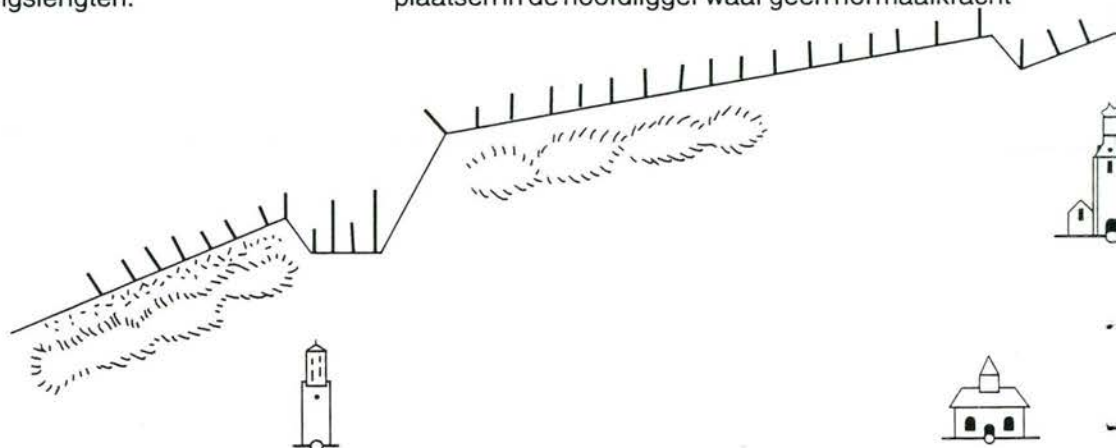
Omdat alle pijlers binnen het gebied tussen de overgangspijlers, van tuibrug naar aanbrug, zijn voorzien van een pyloonconstructie, spreken we van geschakelde of gekoppelde tuibruggen.

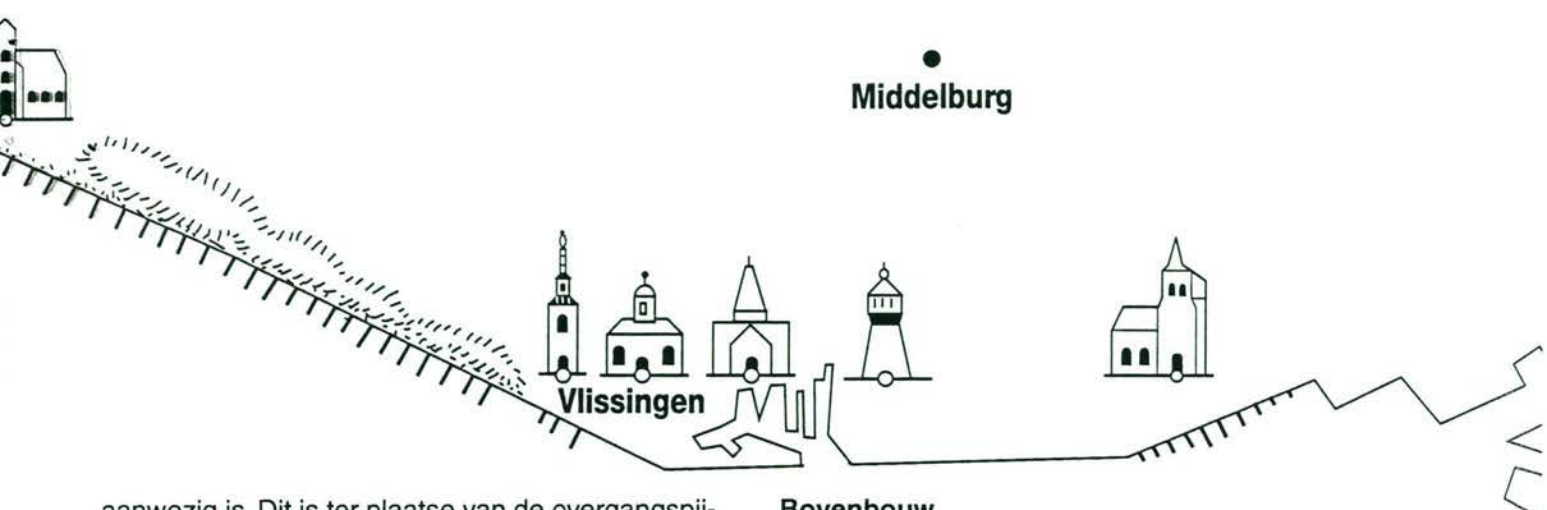
Gekozen is voor minimalisatie van het aantal pijlers en pylonen. Dit bepaalt de indeling van de pyloon-/pijlerconstructies en daarmee van de indeling van de overspanningslengten.

Tot minimalisatie van het aantal pijlers is besloten omdat deze relatief duur zijn vanwege de voor de dimensionering van de pijlers maatgevende aanvaarbelasting. Deze volgt uit het aanvaarrisico en bepaalt in combinatie met de bodemgesteldheid en de keuze voor een fundering op staal de benodigde massa en afmetingen van de pijlers. Gekoppeld aan het feit dat de pijlers in diep water moeten worden geplaatst, maakt dit de pijlers tot dure constructieonderdelen. Omdat ook de pylonen relatief dure onderdelen zijn is het wenselijk hun aantal te beperken binnen de mogelijkheden van de overspanningslengten. Uitgaande van één doorvaartopening die aan de vereiste minimale breedte van 400 m voldoet, kan het aantal pijlers en pylonen bij keuze voor een geschakelde stalen tuibrug tot vier beperkt blijven. De doorvaartopening wordt hierbij in het midden van de tuibruggedeelte gesitueerd, waardoor de bestaande vaargeul 80 m in noordelijke richting moet worden verplaatst.

Voor de hoofdligger is om aërodynamische redenen een kokervorm gekozen. De dwarsdoorsnede van de hoofdligger heeft tussen de buitenste geleiderails een breedte van 19,8 m en biedt ruimte voor 2 gescheiden rijbanen met elk twee rijstroken en een redresseerstrook. De totale breedte van de hoofdligger inclusief inspectiepaden, leuning en tui aansluitingszones is 25 m. De hoofdligger wordt gedragen door twee tuivlakken met tuiafstanden van gemiddeld 16 m.

In verband met de lengte van de totale tuibrugoverspanning zijn voor het opnemen van temperatuuruitzettingen dilatatie aangebracht op die plaatsen in de hoofdligger waar geen normaalkracht





Middelburg

Vlissingen

aanwezig is. Dit is ter plaatse van de overgangspijlers en van de drie overgangen tussen de vier tui-
bruggen.

Vanwege de keuze voor geschakelde tui-
bruggen hebben de pylonen van de bruggen 2 en 3 geen 'tui'
verankering naar een vaste pijler. De pylonen van
deze bruggen bepalen als gevolg hiervan de stijfheid
van dit brugtype. Om van voldoende stijfheid ver-
zekerd te zijn is voor een A-vorm gekozen. Om ar-
chitectonische redenen wordt deze zowel in het zij-
als in het langs-aanzicht toegepast en vloeien de vier
pyloonpoten ter hoogte van de onderste tui-aanslui-
tingen samen tot één verticale koker, de pyloonkop.

De tuien zijn hierin zo compact mogelijk aan-
gesloten (waaierconfiguratie) om de grootte van de
momenten in de pyloonconstructie zo klein mogelijk
te houden.

Voor de pylonen van de bruggen 1 en 4 is een
gelijke geometrie gekozen als voor die van de
bruggen 2 en 3. De stijfheid kan echter minder zijn
omdat, tengevolge van de ongelijke uitkrags-
lengten bij dit brugtype, de pyloonkop via eindtuien
en een trekverankering verbonden is met de over-
gangspijler die als vast steunpunt werkt om het
uitkragsverschil op te vangen. Deze pylonen
worden verend gesteund.

Bovenbouw

Tuikabelsysteem

De tuien liggen in twee vlakken die een kleine hoek
maken met de verticaal. Ze zijn in een waaiercon-
figuratie gegroepeerd, om de hoogte van de py-
loonkop, en daarmee de grootte van de momenten
in de pyloonconstructie, zoveel mogelijk te beper-
ken. Ter beperking van de hoogte is ook de aanslui-
ting van de eerste tuien in de hoofdligger op 38 m uit
het hart van de pyloonconstructie gekozen. De ge-
middelde tui-afstand op hoofdliggerniveau bedraagt
16 m. Bij de keuze van het tuisysteem kan worden
uitgegaan van 'parallel wires' ($\varnothing 7\text{mm}$) of 'parallel
strands' (oppervlak per strand 150 mm^2). De uiter-
ste treksterkte varieert binnen de verschillende
systemen tussen de 1600 en 1800 N/mm². In het
ontwerp is uitgegaan van parallel wires met een
treksterkte van 1670 N/mm². Voor het bepalen van
de toelaatbare gebruiksspanning is uitgegaan van
de Duitse norm DIN 1073. Deze norm staat onder
gebruiksbelasting 45% van de treksterkte toe
($0.45 \times 1670 = 751,5\text{ N/mm}^2$). Bij stalen tui-
bruggen is vermoeiing van de tuikabels van wezenlijk belang in
verband met het betrekkelijk lage eigen gewicht van
de constructie in relatie tot de optredende ver-
keersbelasting. In het ontwerp is daarom uitgegaan
van een lagere gebruiksspanning. Voor de helling
van de flauwste tuikabels is 1 : 2,2 aangehouden.

De tuien moeten tot een hoogte van 5 m boven
het rijdek voorzien zijn van een stalen bescher-
mingsbuis. In het ontwerp is in verband met het
agressieve milieu op de Westerschelde uitgegaan
van een corrosiewerend systeem in drie lagen :



Breskens

- gegalvaniseerde draden
- grouting
- PE-pijp om bundel

Door het galvaniseren van de draden wordt de treksterkte 1570 N/mm². Door de lagere in rekening gebrachte gebruiksspanning (vermoeiing) wordt dit niet maatgevend.

Ook bij toepassing van parallel strands kan een corrosiewerend systeem in drie lagen worden verkregen:

- normale of gegalvaniseerde strands met individuele PE-omhulling
- waslaag
- PE-pijp om bundel.

De tuien moeten relatief eenvoudig vervangen kunnen worden zonder dat de oeververbinding volledig voor verkeer moet worden afgesloten.

Hoofdligger

De hoofdligger heeft een totale breedte van 25 m en bestaat uit een koker met een breedte van 20,4 m met aan beide zijden uitkragingen van 2,3 m. De constructiehoogte bedraagt inclusief asfalt 2,75 m. De uitkragingen worden benut voor de aansluiting van de tuikabels. Het effect van de gekozen tuiafstanden van gemiddeld 16 m is een gelijkmatige ondersteuning van de hoofdligger. De lokaal in te leiden tuikrachten blijven hierdoor van beperkte aard zodat de hoofdliggervorm zoveel mogelijk constant kan worden gehouden. Dit leidt tot een zo groot mogelijk repetitie-effect tijdens de fabricage.

De hoofdligger heeft tussen de kokerlijven een orthotrope rijvloer bestaande uit een dekplaat ($t=12\text{mm}$), trogvormige langsliggers h.o.h. 600 mm

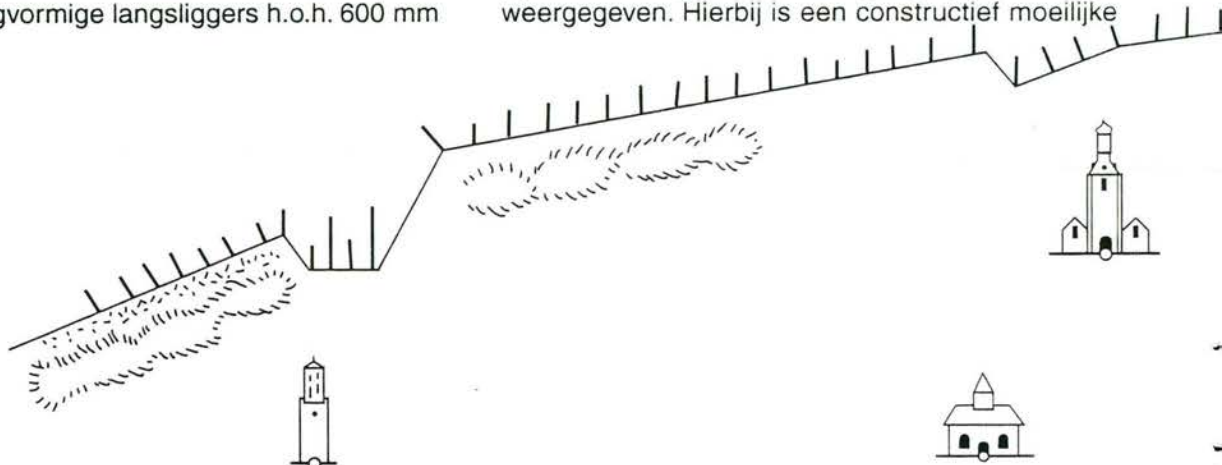
en dwarsdragers op een gemiddelde afstand van 3,8 m. De dwarsdragers verzekeren tevens de vormvastheid van de hoofdligger. De onderflens van de hoofdligger is eveneens door middel van trogvormige langsliggers verstijfd.

Pylonen

De pyloonconstructies hebben in zij- en langs-aanzicht een A-vorm waardoor elke pyloon vier pyloonpoten heeft. Ter hoogte van de laagste tui-aansluiting vloeien de pyloonpoten samen tot één verticale koker, de pyloonkop. De hoogte van de pylonen wordt bepaald door de keuze van de flauwste tuihelling (1:2.2).

De helling van de pyloonpoten van de bruggen 2 en 3 bedraagt ca. 1:7,8 ten opzichte van een verticale lijn in het langs- en zijaanzicht. Voor de pyloonpoten van de bruggen 1 en 4 bedraagt deze helling ca. 1:6,5. In het horizontale vlak hebben de pyloonpoten een vierkante doorsnede. Dit betekent dat een doorsnede loodrecht op de as van de pyloonpoot tengevolge van de scheefstand een ruitvorm heeft. De zijden van deze ruit hebben een lengte van 3.500 mm gemeten loodrecht op de as van de pyloonpoot. De keuze om ze in het horizontale vlak vierkant te houden is gemaakt om de overgang van pyloonpoten naar pyloonkop in twee horizontale vlakken plaats te kunnen laten vinden.

De overgang van de elkaar snijdende platen van de pyloonpoten naar de binnenplaten van de pyloonkop wordt gecreëerd door gietstukken met een gelijkbenige driehoek als doorsnede vorm. Op de pyloontekening is deze overgang op één niveau weergegeven. Hierbij is een constructief moeilijke



Middelburg

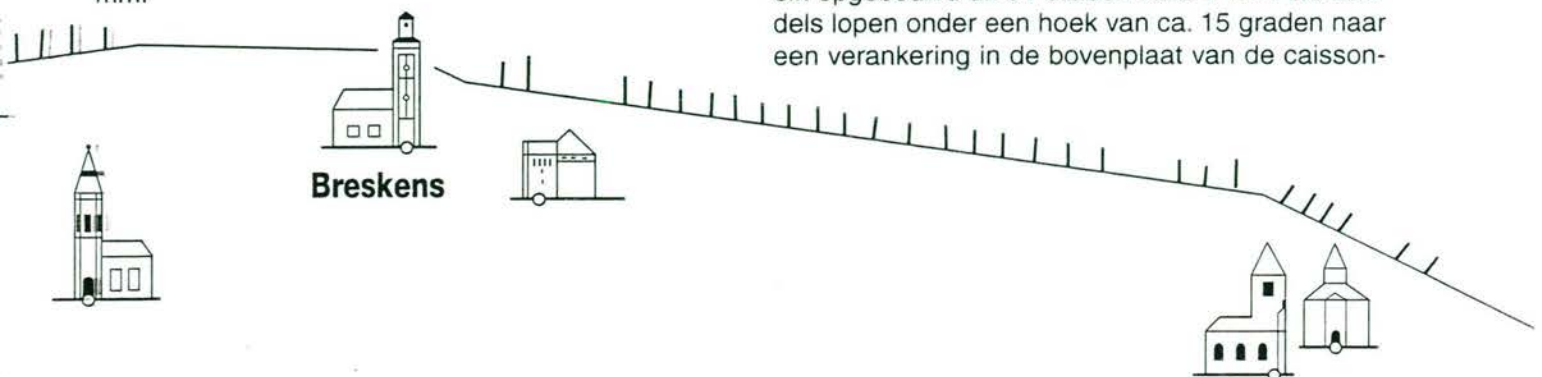


verbinding tussen de gietstukken in de twee richtingen noodzakelijk. Bij nader inzien is het beter deze overgang op twee niveaus te realiseren, waardoor de gietstukken in de twee verschillende richtingen boven elkaar komen te liggen. Dit is te realiseren door de breedte van de gietstukken aan de onderzijde te variëren. De overgang van de platen van de pyloonpoten die aansluiten op de buitenplaten van de pyloonkop geschiedt met een lasverbinding onder de hoek van de helling van de pyloonpoten. De spatkrachten die hierdoor ontstaan worden door verstijvingen aan de binnenzijde van de pyloonkop opgenomen.

De pyloonkop heeft in langsrichting van de brug gezien drie 'lijf'platen. Tussen deze lijfplaten zijn de tuien van de twee tuivlakken aangesloten met schetsplaten als liggers op drie steunpunten. Als alternatief kan een pyloonkop met vier lijfplaten worden beschouwd. Hierbij worden de tuien aangesloten met schetsplaten als liggers op twee steunpunten.

Aanbruggen

De aanbruggen worden in beton uitgevoerd. In verband met de relatief dure pijlers is een overspanningslengte van gemiddeld 50 m aangehouden. Gekozen is voor geprefabriceerde langsliggers met een hoogte van 2,3 m en een onderlinge afstand van 1,8 m. De liggers zijn voorzien van een druklaag die ter plekke op geprefabriceerde bekistingsplaten wordt gestort. De totale druklaagdikte bedraagt 210 mm.



Specifieke details bovenbouw

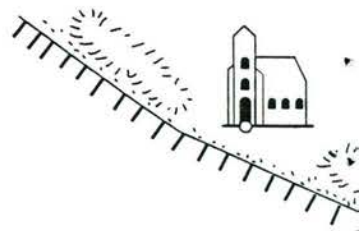
Verticale opleggingen

In verband met de keuze om de eerste tuien 38 m uit het hart van de pyloonconstructies in de hoofdligger te laten aansluiten wordt de hoofdligger ter plaatse van het centrum van de pyloonconstructies verticaal ondersteund door twee alzijdig beweegbare neopreen potopleggingen. Deze zijn aan de buitenzijde van het horizontale deel van de onderflens gesitueerd.

De tuibruggen 1 en 4 hebben verschillende uitkragingslengten. Het verschil wordt opgevangen door de massa van de overgangspijler als ballast te gebruiken om het systeem in evenwicht te brengen. De overdracht van de evenwichtskracht wordt verzorgd door een trekverankering.

Opleggingen in langsrichting tuibrug

De keuze voor geschakelde tuibruggen en de lokatie van de dilatatie in de hoofdligger heeft tot gevolg dat een asymmetrische verkeersbelasting een schommelende beweging van de hoofdligger zal veroorzaken. Deze beweging is op te heffen door de hoofdligger ter plaatse van de pyloonconstructie in langsrichting vast te houden. Dit is gerealiseerd door vanuit het snijpunt van de zwaartelijns van de hoofdligger met een verticale lijn door de neopreen potopleggingen in beide langsrichtingen van de brug een bundel tuien aan te brengen. De vier benodigde bundels bestaan elk uit vier voorgespannen tuien, elk opgebouwd uit 91 draden rond 7 mm. De bundels lopen onder een hoek van ca. 15 graden naar een verankering in de bovenplaat van de caisson-



opbouw. De verticale component die hierdoor ontstaat wordt via de dwarsdrager en de potopleggingen naar de caissonopbouw afgevoerd.

De doorsnede van de kabels en het verloop ervan staan goed aangegeven op tekening B 107031 Opleggingen en Dilataties. Onjuist is wat tekening B 107036 betreffende dit onderwerp weergeeft.

Opleggingen in dwarsrichting brug

De opleggingen in dwarsrichting van de brug dienen voornamelijk voor de opname van de windbelasting. In verband met de aanwezigheid van de dilataties in de hoofdligger, is deze in dwarsrichting gezien geen doorgaande ligger op meerdere steunpunten. De tui Bruggen 1 en 4 worden in dwarsrichting gesteund door zijdelingse opleggingen onder de as van de hoofdligger ter plaatse van de overgangspijlers en de pyloonpijler. De tui Bruggen 2 en 3 worden in dwarsrichting gesteund door twee opleggingen onder de as van de hoofdligger aan de randen van de bovenplaat van de caissonopbouw. Hierdoor ontstaat een inklemming tegen zijdelingse verplaatsingen.

Gedurende de bouw wordt het oplegsysteem zoals beschreven voor de tui Bruggen 2 en 3 ook toegepast voor de tui Bruggen 1 en 4.

Dilataties en voegovergangen

Over de totale lengte van de tui brug is voorzien in vijf dilataties, gesitueerd op die plaatsen in de hoofdligger waar geen normaalkracht aanwezig is. Ter plaatse van de overgangspijlers worden ze verticaal en zijdelings gefixeerd door middel van de aanwezige opleggingen. De overgang van tui brug naar

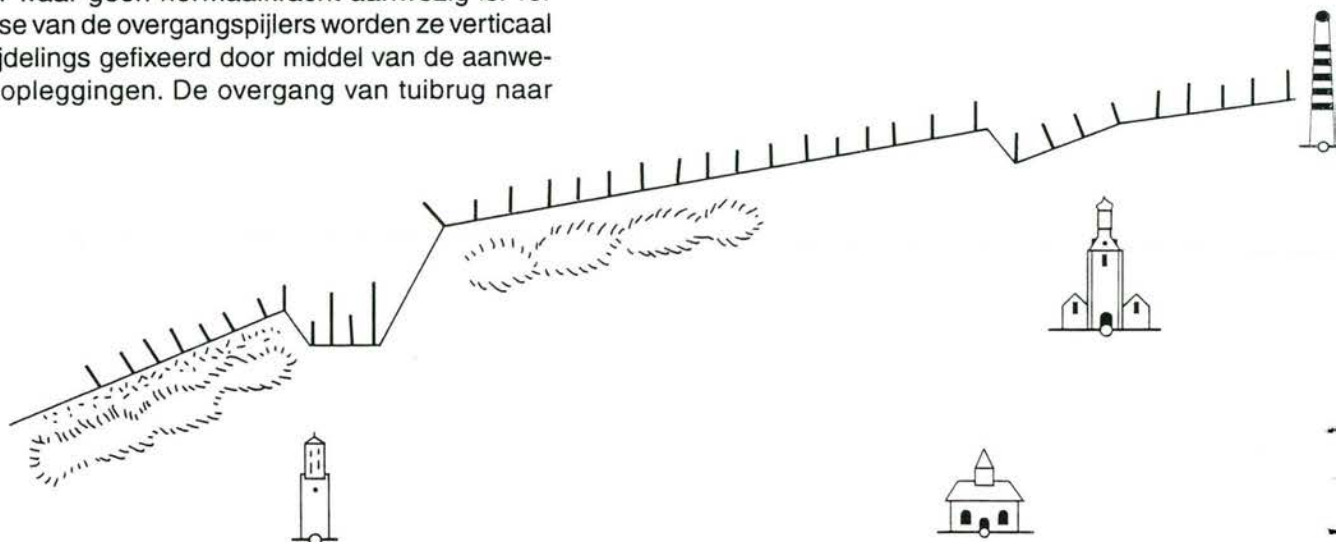
aanbrug wordt gerealiseerd door middel van een meervoudige waterdichte rijbaanovergang.

De drie dilataties tussen de vier tui Bruggen zijn ontworpen als scharnierende verbindingen. Ze hebben tot taak de verticale en de zijdelingse verplaatsingen van de aansluitende hoofdliggerdelen gelijk te houden. De verbinding moet in staat zijn verticale en zijdelingse dwarskrachten en tevens een torsiemoment over te dragen. De verbinding is gerealiseerd door vier, stijf aan het ene hoofdliggeruiteinde bevestigde, uitkragende kokers glijdend op te leggen in het andere hoofdliggeruiteinde. Door de glijdende laag te voorzien van een rubberlaag en het geheel zonder speling uit te voeren wordt 'klapperen' van de aansluiting voorkomen en kunnen hoekverdraaiingen ongehinderd optreden. De continuïteit van de rijweg wordt gerealiseerd door een meervoudige waterdichte rijbaanovergang. Om vochtindringing ter plaatse van de scharnierdilataties tegen te gaan zijn de kokerlijven en de kokeronderflenzen van de aansluitende hoofdliggerdelen met elkaar verbonden door een balgconstructie.

Wegverharding

In het ontwerp is uitgegaan van een wegverharding met een laagopbouw als volgt:

- kleeflaag + primer
- 15 mm mastiek
- 2x 35 mm gietasfalt.



Middelburg



Wegmeubilair

Over de totale lengte van de brugoverspanning bestaat de scheiding tussen de rijrichtingen uit een geleiderailconstructie van het type F 2DL 400-80. Tevens worden over het grootste deel van de overspanning naast de redresseer-stroken geleiderails van het type Vlp 1DL 133-60 toegepast en op 500 mm daarvan veiligheidsleuningen. Deze keuze is bepalend voor de breedte van de hoofdligger. De flexibiliteit van deze geleiderails heeft gevolgen voor de afstand tussen het hart van de hoofdligger en de tui-aansluitingen. Deze moet zodanig worden gekozen dat de tuien het profiel van vrije ruimte (5.000 mm loodrecht op het rijdek gerekend vanaf de binnenkant van de leuning) niet doorsnijden. Bij keuze van een vaste barrier mag de binnenkant van de barrier als grens voor het profiel van vrije ruimte worden gebruikt. Voor de totale lengte van de brug wordt echter een vaste barrier niet toelaatbaar geacht, wel de lokale toepassing van vaste barriers op de hoofdligger ter plaatse van de pylonen. Hiervan is in het ontwerp gebruik gemaakt om de dwars-helling van de pylonen zo groot mogelijk te houden.

Hemelwaterafvoer

Het zijdelingse transport van hemelwater over het rijdek vindt plaats door de ZOAB-laag. Het rijdek heeft hiertoe naar beide zijden een afschot van 1:40 gekregen vanuit het hart van de hoofdligger. Naast de leuning is in de wegverharding een goot gerealiseerd. Aan weerszijden van de hoofdligger en per 16 m zorgt een verticale afvoerbuis, die in de hoek

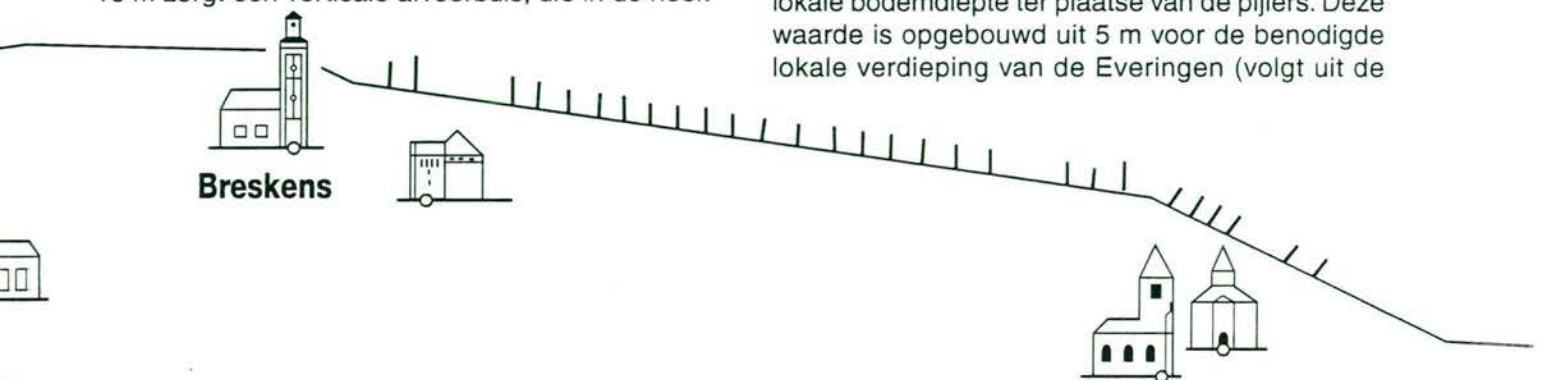
tussen de dwarsdrageruitkraging en het verticale lijf van de hoofdligger is bevestigd, voor lozing op de Everingen.

Onderbouw: fundering

De tuibruggen worden op staal gefundeerd. De aanvaarbelasting heeft grote invloed op de dimensies van de bodemplaat en de pijlers, die als caissons met opbouw worden uitgevoerd. Voor de pijlers wordt rekening gehouden met een aanvaarbelasting van 110.000 kN aangrijpend op een hoogte van NAP +10 m. Dit resulteert voor de laag gefundeerde caissons van de middelste tuibruggen in een variatie van de funderingsdruk van 320 kN/m² en voor de hoog gefundeerde caissons van 260 kN/m², (bij de uiteindelijk gekozen bodemplaatdiameter van 52 m). De bodemplaat moet zodanige afmetingen hebben dat de funderingsdruk tengevolge van eigen gewicht bovenbouw, eigengewicht caisson (+ vul-ling) en de aanvaarbelasting:

- 1 positief blijft en
 - 2 de toelaatbare funderingsdruk niet overschrijdt.
- In het ontwerp is voor alle pijlers uitgegaan van een bodemplaatdiameter van 52 m. Rekening houdend met de verschillen in de conuswaarden tussen de verschillende lokaties zou alleen de bodemplaat van de caisson nabij de Middelplaat een kleinere diameter kunnen krijgen.

Het funderingsniveau is 8 m onder de huidige lokale bodemdiepte ter plaatse van de pijlers. Deze waarde is opgebouwd uit 5 m voor de benodigde lokale verdieping van de Everingen (volgt uit de



morfologische randvoorwaarden) en 3 m dekking om voldoende afschuifweerstand te verkrijgen.

De bodemplaat rust op een bed van zeegrind en is voorzien van volgegroute gecompartmenteerde ruimten met draag- en snijranden.

Steunpunten aanbruggen

Er zijn drie typen pijlers voor de aanbruggen:

- overgangspijler tuibrug-aanbrug
- tussensteunpunt
- landhoofd.

De tuibruggen 1 en 4 oefenen in verband met de uitkravingsverschillen trek uit op de overgangspijlers door een trekverankering, verankerd in een zware kolom. Met een excentrische oplegtafel worden de liggers van de aanbruggen ook op deze kolom opgelegd. Het steunpunt wordt binnen een damwandkuip gebouwd op onderwaterbeton.

De 'normale' tussensteunpunten bestaan uit een oplegsloof voor de liggers, een massieve kolom en een funderingssloof op voorgespannen palen. Het steunpunt wordt binnen een damwandkuip gebouwd op onderwaterbeton.

De landhoofden kunnen hoog worden gefundeerd op voorgespannen palen indien na het aanbrengen van de terpen voldoende zettingstijd in acht wordt genomen.

Diversen

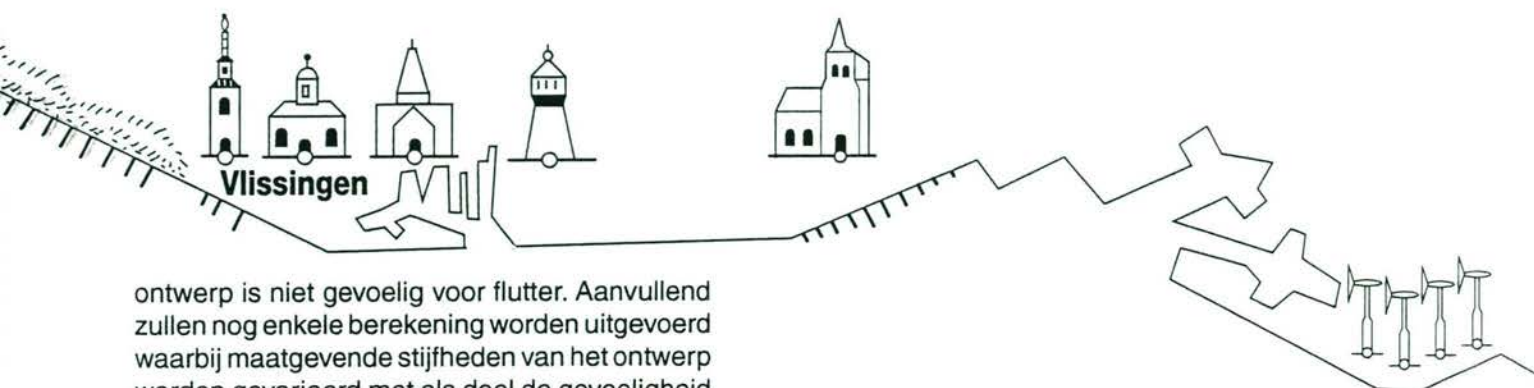
Aërodynamisch onderzoek

Bij bruggen met grote overspanningen, een gering eigen gewicht en een lage constructiedemping kunnen als gevolg van de lage eigenfrequenties hinderlijke trillingsverschijnselen optreden bij regel-

matig voorkomende windsnelheden. Het voorontwerp van de stalen tuibrug ligt in het gebied waarin de kans op dergelijke trillingen reëel aanwezig is. Het NLR heeft daarom een studie verricht naar de aërodynamische gevoeligheid van het brugontwerp. Het onderzoek is in drie fasen uitgevoerd:

1. De bepaling van de eigenfrequenties van de stalen tuibrug. Hiertoe is een eindige elementenmodel van de halve tuibrugoverspanning vervaardigd waarin de stijfheids- en massa-eigenschappen van het voorontwerp zijn verwerkt. Met behulp van dit model zijn een veertigtal symmetrische en anti-symmetrische trillingsvormen met bijbehorende eigenfrequenties bepaald.
2. Aan de hand daarvan is in samenhang met de berekende gegeneraliseerde massa's een flutterberekening uitgevoerd. Flutter is een vorm van aërodynamische instabiliteit. Daarbij beïnvloeden twee trillingsvormen met nagenoeg dezelfde eigenfrequenties elkaar zodanig dat een van beide ongedempt raakt. De trillingsamplitude neemt toe tot breuk volgt. In deze berekening wordt de windsnelheid bepaald waarbij dit verschijnsel optreedt. Dit gebeurt met behulp van theoretische luchtkrachten geldend voor een ideale vlakke plaat. De resulterende windsnelheid wordt gecorrigeerd in verband met de van een vlakke plaat afwijkende actuele constructievorm. De berekeningen tonen aan dat bij alle onderzochte trillingsvormen de aërodynamische demping toe neemt met de windsnelheid. Conclusie: het

Middelburg



ontwerp is niet gevoelig voor flutter. Aanvullend zullen nog enkele berekening worden uitgevoerd waarbij maatgevende stijfheden van het ontwerp worden gevarieerd met als doel de gevoeligheid voor deze variabelen vast te stellen.

3. De bepaling van het trillingsgedrag door wervel-excitatie. Bij wervelexcitatie ontstaat een wisselende aërodynamische belasting op het brugdek als gevolg van het regelmatig loslaten van wervels achter de brug. Hierbij kan resonantie optreden wanneer de frequentie van het loslaten van deze wervels overeenstemt met één van de eigenfrequenties van de brug. De geometrie van het brugdek is in dit geval de bepalende factor voor de grootte van de instationaire luchtkrachten en voor de windsnelheid waarbij resonantie kan optreden. Met behulp van literatuurgegevens en eerder verricht onderzoek naar de tuibruggen bij Ewijk, Zaltbommel en de Willemsbrug zijn aannamen gedaan voor het getal van Strouhal, de structurele damping en de grootte van de instationaire luchtkrachten. Op basis van deze aannamen en de resultaten van de trillingsberekeningen is een schatting gemaakt van de grootte van maximale trillingsamplituden met bijbehorende windsnelheden. De resultaten geven aan dat wervelexcitatie bij torsietrillingsvormen uitgesloten kan worden geacht. Dit gezien het feit dat bij de bijbehorende hoge windsnelheden geen sprake meer zal zijn van een stationaire stroming. De trillingsamplitude bij buigtrillingsvormen is dermate laag dat er geen noodzaak is maat-

gelen te nemen om een comfortabele passage van het verkeer te garanderen. Het trillingsgedrag als gevolg van wervelexcitatie zal ook worden betrokken in de onder punt 2 genoemde gevoeligheidsstudie.

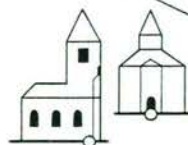
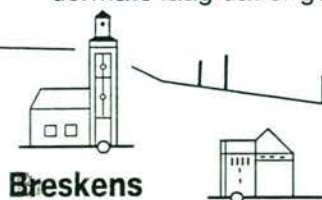
Concluderend kan worden gesteld dat het voorontwerp bij de huidige aannamen ten aanzien van de geometrie van de brug, de stijfheden, de massa's, de damping en de instationaire luchtkrachten aërodynamisch stabiel is (flutter) en dat de trillingsamplituden gering zijn.

Op het tijdstip van gereedkomen van deze nota wordt nog gewerkt aan een gevoeligheidsstudie. Deze moet inzicht verschaffen in het effect van een aantal belangrijke bepalende factoren. Bij het uiteindelijke ontwerp zullen de berekeningen moeten worden herhaald voor de definitieve geometrie, stijfheid en massa. Voorts zullen diverse aannamen moeten worden geverifieerd door een windtunnelonderzoek dat in dit stadium van het ontwerp niet is uitgevoerd.

4.2.7 VARIANT C GEKOPPELDE STALEN HANGBRUG

Bij deze beschrijving behoren de volgende tekeningen:

B 107019	Overzicht
B 107020	Middenpyloon
B 107021	Zijpylonen
B 107022	Hoofdligger
B 107023	Hoofdkabel met hangers, kabelverankering en spreidzadel



B 107024	Montagevoorstel
B 107025	Ankerblokken
B 107026	Aanbruggen
B 107027	Caissons
N 107028	Overzicht bodembescherming

Geometrie

De geometrie van het hoofdsysteem is weergegeven op de tekening nr. B 107019.

De totale lengte van de brug en het verticale lengteprofiel zijn bepaald door de factoren, zoals vermeld in secties 4.2.0 en 4.2.1. De deling in twee hoofdo overspanningen van 720 m en twee zijoverspanningen van 265 m is gekozen om een zo gunstig mogelijk krachtsverloop in de hoofdkabels te bereiken, alsmede vanwege de optredende verplaatsingen.

Gekozen is voor volledige symmetrie van het hoofddraagsysteem, zowel wat lengteindeling als peilmaten betreft. De doorvaart vindt plaats aan beide zijden van de middenpyloon van de brug, waarbij de doorvaartbreedte 2×250 m bedraagt, en de doorvaarthoogte NAP +43 m. Om dit te bereiken moet de vaargeulbegrenzing aan de zijde van Zuid-Beveland met ca. 120 m worden gecorrigeerd in noordelijke richting. Bij de bepaling van het verticale verloop van de hoofdligger is rekening gehouden met de marge van 2 m voor verfwagenbaan, statische doorbuiging en eventuele andere invloeden.

In de dwarsrichting is de breedte van de hoofdligger bepaald door de indeling van het rijdek in 2×2 rijstroken zonder vluchtstrook. Het aanbrengen van leuningen, onderhoudspaden, geleiderails en andere elementen van de weginrichting leidt tot de

breedte van 22 m tussen de hangers. Deze is gelijk aan de afstand tussen de hoofdkabels.

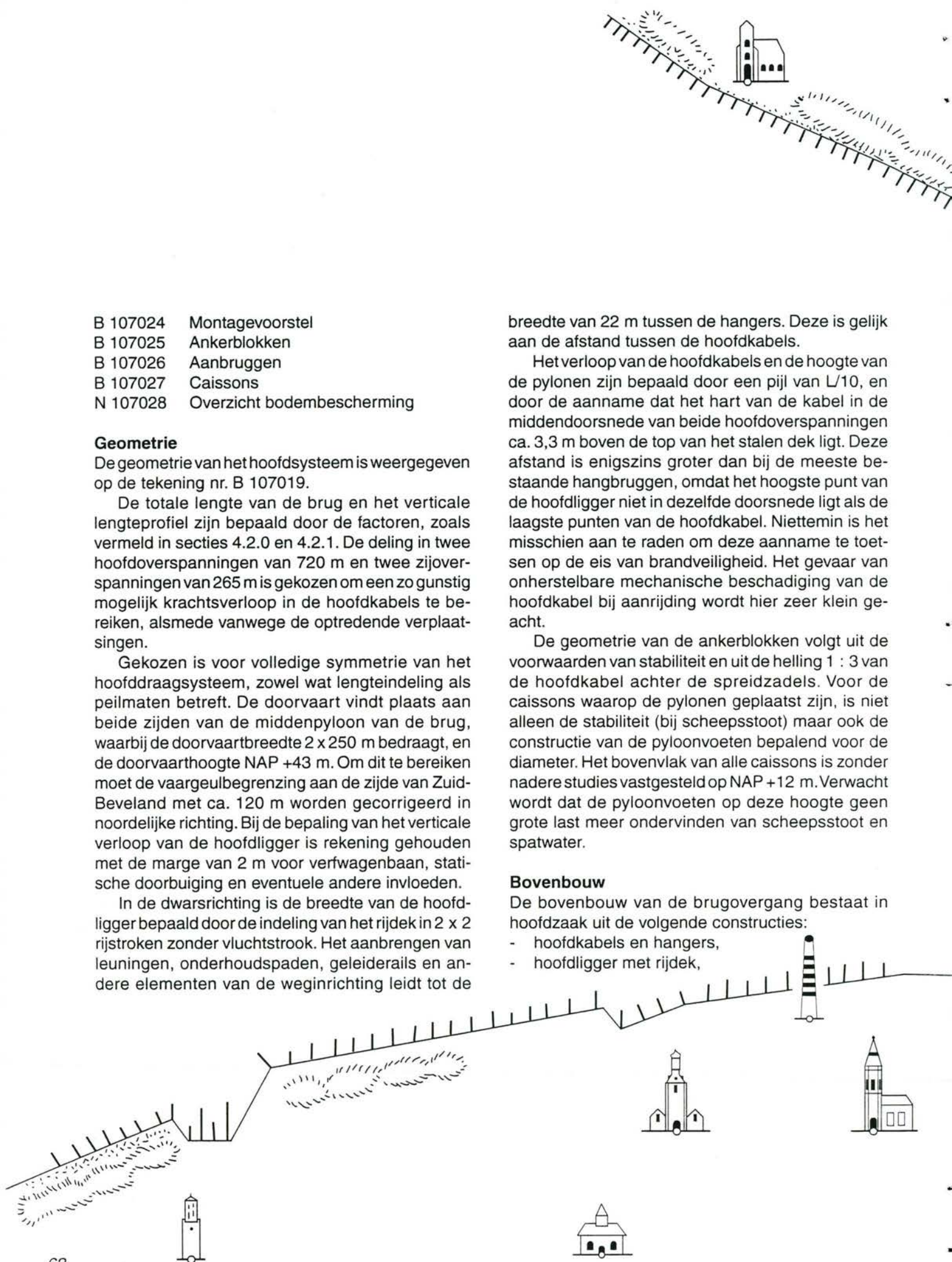
Het verloop van de hoofdkabels en de hoogte van de pylonen zijn bepaald door een pijl van $L/10$, en door de aanname dat het hart van de kabel in de middendoorsnede van beide hoofdo overspanningen ca. 3,3 m boven de top van het stalen dek ligt. Deze afstand is enigszins groter dan bij de meeste bestaande hangbruggen, omdat het hoogste punt van de hoofdligger niet in dezelfde doorsnede ligt als de laagste punten van de hoofdkabel. Niettemin is het misschien aan te raden om deze aanname te toetsen op de eis van brandveiligheid. Het gevaar van onherstelbare mechanische beschadiging van de hoofdkabel bij aanrijding wordt hier zeer klein geacht.

De geometrie van de ankerblokken volgt uit de voorwaarden van stabiliteit en uit de helling 1 : 3 van de hoofdkabel achter de spreidzadels. Voor de caissons waarop de pylonen geplaatst zijn, is niet alleen de stabiliteit (bij scheepsstoot) maar ook de constructie van de pyloonvoeten bepalend voor de diameter. Het bovenvlak van alle caissons is zonder nadere studies vastgesteld op NAP +12 m. Verwacht wordt dat de pyloonvoeten op deze hoogte geen grote last meer ondervinden van scheepsstoot en spatwater.

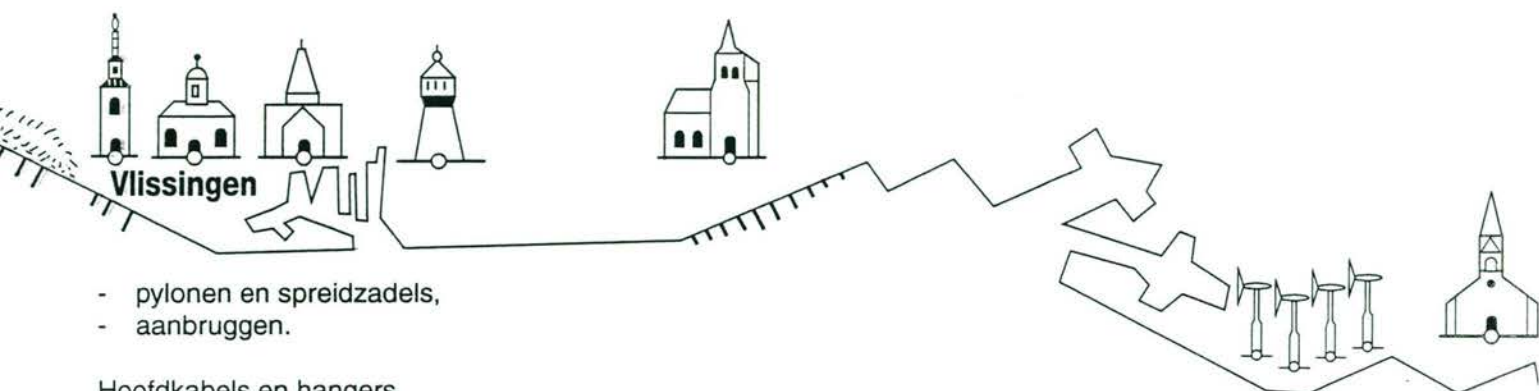
Bovenbouw

De bovenbouw van de brugovergang bestaat in hoofdzaak uit de volgende constructies:

- hoofdkabels en hangers,
- hoofdligger met rijdek,



Middelburg



- pylonen en spreidzadels,
- aanbruggen.

Hoofdkabels en hangers

De constructie van hoofdkabels en hangers is weergegeven op tekening nr. B 107023. Het hoofdkabelsysteem is gekozen aan de hand van marktverkenning en literatuurstudie. Daarbij is zowel gekeken naar bestaande hangbruggen als naar in voorbereiding/uitvoering zijnde projecten. Belangrijke factor voor deze keuze was ook het streven naar een zo kort mogelijke bouwcyclus.

Uitgegaan is van het meest voorkomende systeem van twee enkele hoofdkabels. Andere mogelijkheden, zoals één enkele hoofdkabel, twee dubbele hoofdkabels enzovoort zijn al in een vroeg stadium onaantrekkelijk bevonden.

Voor de montage en de opbouw van de hoofdkabel kan worden gekozen tussen:

- 1) Het spinnen van de hoofdkabel (AS - Air Spinning Method), onder andere Severn, Verrazano Narrows, Bosporus;
- 2) De methode van prefab strengen (PS - Prefabricated Strands Method), onder andere Kleine Belt, Japanse hangbruggen.

Gekozen is voor de methode van prefab strengen onder meer vanwege de bouwtijd, die bij deze methode aanzienlijk korter kan zijn. Het marktonderzoek wijst eveneens uit dat juist deze methode steeds vaker de voorkeur krijgt in het buitenland.

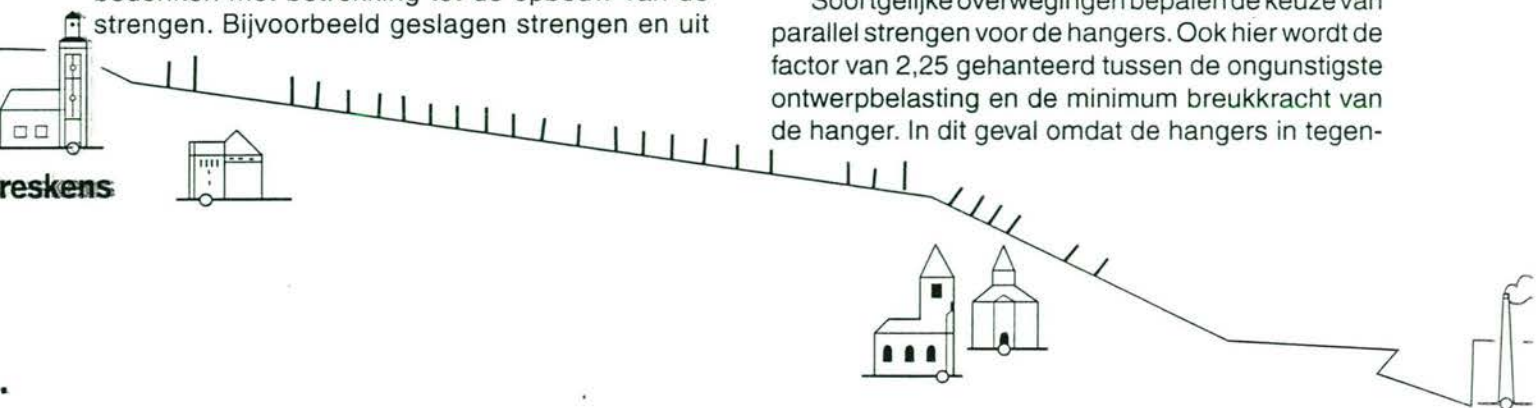
Binnen de PS-methode zijn nog varianten te bedenken met betrekking tot de opbouw van de strengen. Bijvoorbeeld geslagen strengen en uit

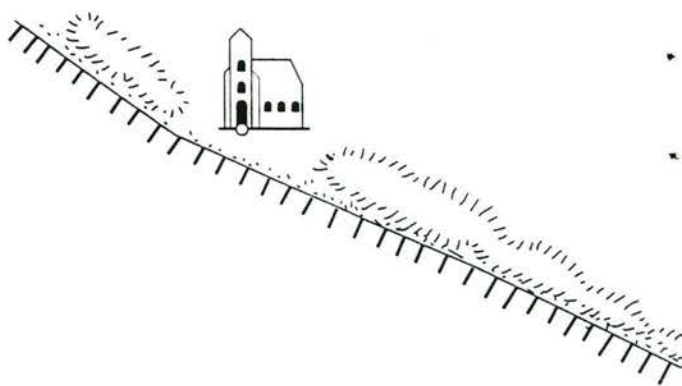
parallelendraad opgebouwde strengen. Gekozen is voor de parallel opgebouwde strengen (PWS - Parallel Wire Strand) onder meer vanwege betere sterkte-technische eigenschappen zoals breukkracht, rekstijfheid en vermoeiingsgedrag.

De diameter van de draad laat in principe de keuze tussen Ø5 en Ø7 mm. Gekozen is voor de draad Ø5, onder meer omdat Ø7 voor zover bekend nog nergens is toegepast in hoofdkabels van een hangbrug. De opgebouwde know-how is dus sterk georiënteerd op de draad Ø5.

Deze overwegingen en de voorontwerpberekeningen hebben geleid tot de keuze van de hoofdkabels zoals getekend op tekening nr. B 107023. Uitgangspunt in de berekening was dat de breuksterkte van de kabel minstens 2,25 x groter moest zijn dan de maximum trekkracht als gevolg van de ongunstigste ontwerpbelastingscombinatie. De overschrijdingsfrequentie van deze belasting is voorlopig niet in beschouwing genomen. De factor 2,25 komt praktisch overeen met die ook voor tuibruggen gebruikelijk gehanteerde. Dit heeft een goede reden: vergeleken met de vermoeiing van een tui in een tuibrug speelt vermoeiing door mobiele belasting hier weliswaar een zeer bescheiden rol. Maar het belang van de hoofdkabel in het hele systeem is groot en vervanging is niet mogelijk.

Soortgelijke overwegingen bepalen de keuze van parallel strengen voor de hangers. Ook hier wordt de factor van 2,25 gehanteerd tussen de ongunstigste ontwerpbelasting en de minimum breukkracht van de hanger. In dit geval omdat de hangers in tegen-





stelling tot de hoofdkabels wel een aanzienlijke vermoeiingsbelasting moeten dragen. Nagegaan dient te worden of de vermoeiing niet maatgevend is voor de dimensionering van de hangers.

De keuze van de draad Ø5 voor de hangers berust op het streven naar uniformiteit en op de verwachting dat dit de produktiekosten van de draad enigszins beperkt. Overigens is er wel know-how aanwezig voor toepassing van draad Ø7 in hangers.

De ophanging van een hanger aan de hoofdkabel wordt verkregen met gietstalen klemmen. Voorspanbouten (zie tekening) wekken de benodigde wrijvingskracht op die de klem aan de kabel moet vasthouden.

In beide gevallen (hoofdkabels en hangers) dient de draad thermisch verzinkt te worden, met een zinklaag zoals op de tekening aangegeven. Nadere conservering (zinkpasta in stalen omhulsel voor hoofdkabels, vet in PE-buis voor hangers) is afgeleid van het project van de hangbrug over Grote Belt in Denemarken. Daar heeft men dit probleem grondiger kunnen onderzoeken en er gelden vergelijkbare milieuvoorschriften (bijvoorbeeld afschaffing van loodmenie).

Ter plaatse van de zadels op de pylonen wordt de hexagonale structuur van de strengen omgebouwd tot rechthoekige vorm. Dit geldt ook voor de spreidzadels aan het begin van de ankerblokken. In beide gevallen zijn geen bijzondere voorzieningen nodig om de kabels op de zadels niet te laten schuiven. De optredende wrijvingskrachten zijn voldoende. Dit geldt niet voor het zadel op de middenpyloon, waar een extra verankering van de hoofdkabel nodig is. Het probleem is uniek in

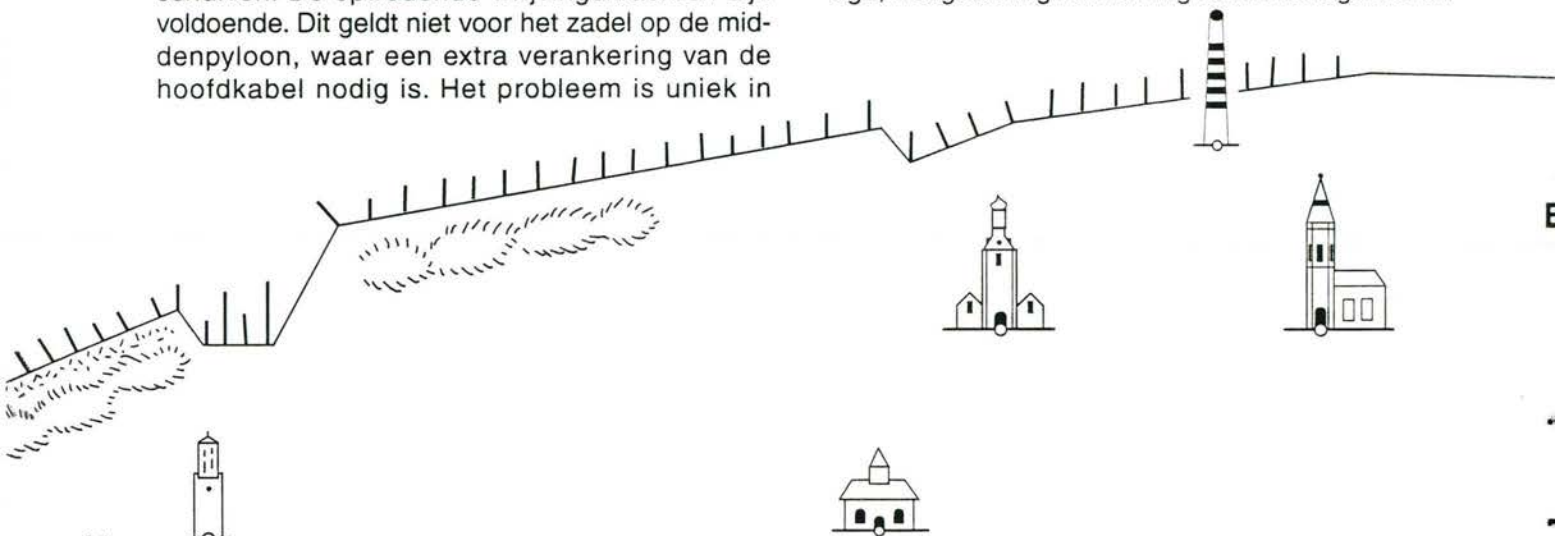
bruggenbouw en moet in een later stadium nader worden onderzocht. Voorlopig wordt gedacht aan een verankering met gegoten epoxyhars van verlopemde elasticiteit: hard in het midden en zachter in de randgebieden (zie tekening B 107020). De verankeringen van de hoofdkabels in ankerblokken zijn beschreven onder 'Ankerblokken' verderop in dit hoofdstuk.

Hoofdligger met rijdek

Met *hoofdligger* wordt in deze nota de constructie bedoeld, die de mobiele belasting van het rijvlak naar de hangers afdraagt. Het rijdek bijvoorbeeld maakt dus deel uit van de hoofdligger. In de literatuur over hangbruggen staat deze constructie bekend als 'verstijvingsligger'. Deze benaming is bewust niet gekozen omdat zij vaak tot verwarring leidt.

De hoofdligger van de hangbrug is weergegeven op tekening nr. B 107022. Zoals op het schema van opleggingen aangegeven, is de hoofdligger gedeeld met dilatatievoegen ter plaatse van de pylonen. Elke overspanning vormt een afzonderlijk geheel, waarvan de belastingen alleen indirect (via hoofdkabels) van invloed zijn op andere overspanningen.

De dwarsdoorsnede van de hoofdligger is in principe gelijk over de hele lengte van de brug. De vorm ervan is in grote mate bepaald door aërodynamische overwegingen, met name het streven naar beperking van optredende windbelasting en naar een grote aërodynamische stabiliteit. Centraal staat de puntige, vleugelachtige afwerking van de randgebieden



Middelburg



(kleine luchtweerstand, beperking van Kármán-wervels) en de kokervorm (grote torsiestijfheid).

Alle wanden van de koker zijn in de langsrichting verstijfd door gootprofielen die in de dekplaat zwaarder en dichter bij elkaar zijn gelegen dan in de overige plaatvelden. Dit wegens de direct optredende mobiele belastingen. De gootprofielen voeren deze belastingen af naar de dwarsdragers, met h.o.h. afstand van 4,5 m. Elke vierde dwarsdrager is voorzien van een stel hangerbevestigingen, zodat tussen de hangers een modulaire afstand van 18 m ontstaat. Deze afstand ligt in de buurt van het economische optimum met inachtneming van alle uitvoeringstechnische en sterktekundige facetten.

De constructiehoogte van de hoofdligger volgt niet in de eerste plaats uit de sterkteberekening, maar uit de benodigde buigstijfheid. Deze is onder meer van invloed op het rijcomfort en op de verticale windtrillingen. Wegens gebrek aan normen op dit gebied is zonder nader onderzoek aangenomen dat de doorbuiging onder extreme belastingscombinatie maximaal 2 m mag zijn. Kleinere doorbuigingen zijn toelaatbaar geacht onder meer vanwege het karakter van de doorbuigingslijn. Deze heeft een vloeiend verloop over enkele honderden meters, zonder grote discontinuïteiten ('knikken') die het rijcomfort nadelig kunnen beïnvloeden.

Terzake van windtrillingen is wel studie verricht naar de haalbaarheid van verschillende combinaties tussen de lengte en de breedte van de hoofdligger. Hier is gebruik gemaakt van de resultaten (zowel van een numeriek- als van een modelonderzoek) die in het buitenland zijn verkregen. De studie is in principe

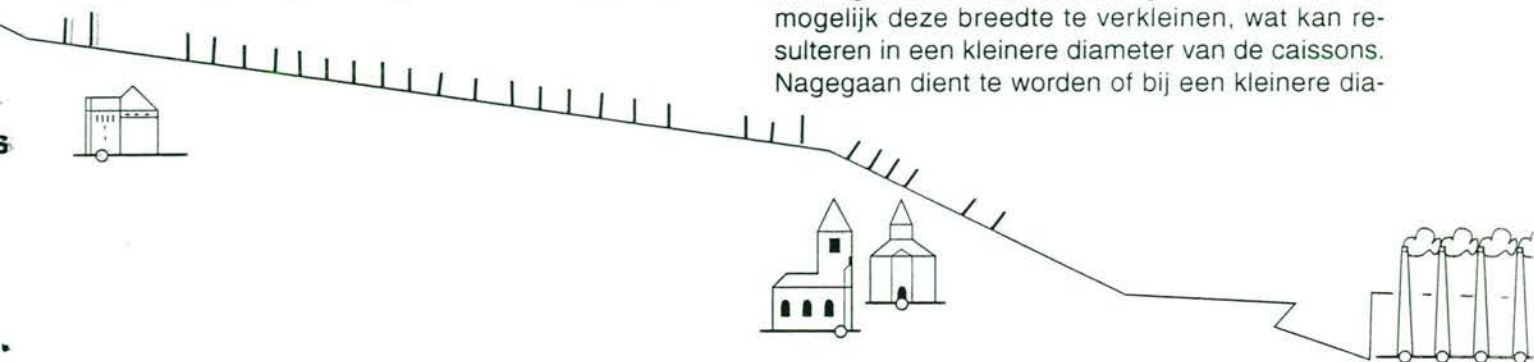
verricht voor hangbruggen met één hoofdoverspanning, maar de resultaten zijn ook te extrapoleren op 'dubbele' hangbruggen. Het blijkt dat de hoofdligger met de constructiehoogte van 3 m haalbaar is bij de gekozen lengte van de hoofdoverspanningen en breedte van het rijdek.

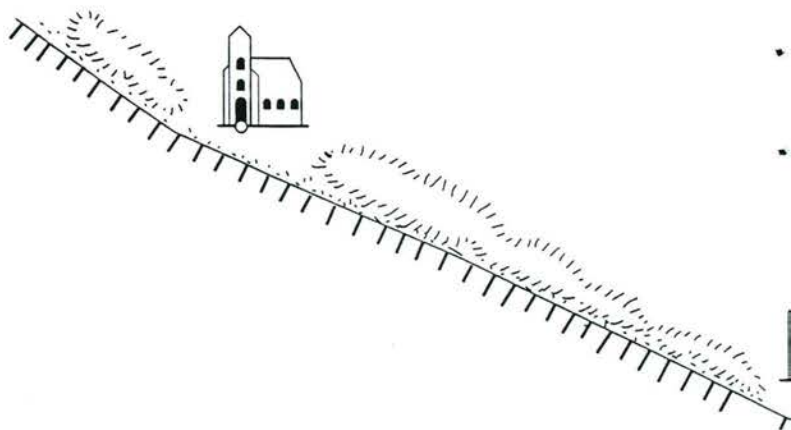
Voor inspectie- en onderhoudswerkzaamheden is de hoofdligger voorzien van looppaden binnen de koker en van verfwagens aan de buitenzijde. Voorlopig wordt gedacht aan één verfwagen over de volledige breedte onder elke overspanning.

Pylonen en spreidzadels

Buiten de ankerblokken zijn de hoofdkabels in de verticale richting ondersteund op pylonen en spreidzadels. De pylonen zijn weergegeven op de tekeningen nr. B 107020 en B 107021; en de spreidzadels op tekening nr. B 107023.

De hoogte van de pylonen volgt uit het verticale alignement van de hoofdligger, en uit de pijl van 1:10 van de hoofdkabel in beide hoofdoverspanningen. Medebepalend is ook de hoogte van de kabel boven het rijdek in het midden van deze overspanningen. De 'overall' breedte van de pylonen in de dwarsrichting van de brug volgt uit de hartafstand tussen de kabels (boven) en uit de aanname dat de dwarsdoorsnede van de hoofdligger ter plaatse van de poten niet wordt versmald. Afhankelijk van de te volgen montagemethoden (zie tekening nr. B 107024) is het mogelijk deze breedte te verkleinen, wat kan resulteren in een kleinere diameter van de caissons. Nagegaan dient te worden of bij een kleinere dia-





meter van de caissons toelaatbare hoekverdraaiing niet wordt overschreden.

Bij de vormgeving van de middenpyloon is het verschil tussen de horizontale kabelkracht aan beide zijden van groot belang. Dit verschil treedt op als gevolg van ongelijke mobiele belasting in beide hoofdovertoppingen. Het 'loslaten' of het verkleinen van deze kracht (bijvoorbeeld door scharnierende oplegging of kleine buigstijfheid van de pyloon) leidt tot onaanvaardbare vervormingen van het hele systeem. De kracht moet dus aan de top van de pyloon worden opgenomen. Om de inklemming van het resulterende moment te kunnen realiseren, zijn de poten van de pyloon gespreid in de langsrichting van de brug. Uit esthetische overwegingen viel de keuze op spreiding vanaf de hoogte van het rijdek.

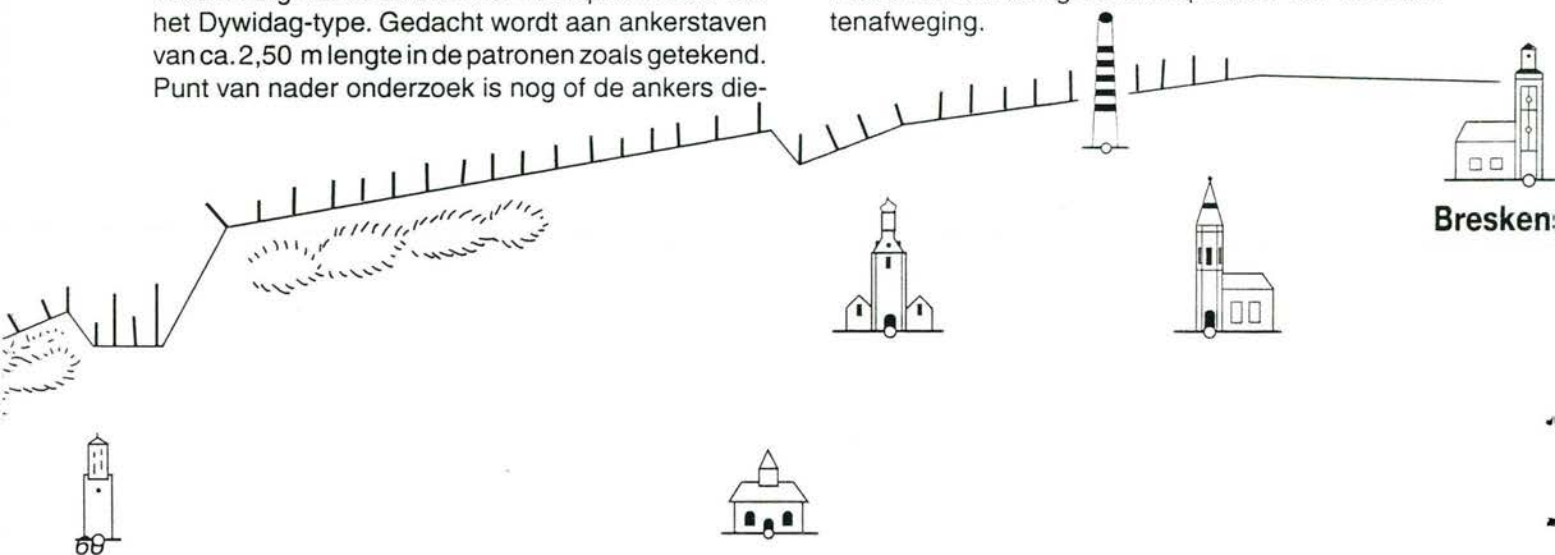
Onderhouds- en visuele overwegingen hebben geleid tot een horizontale regel op ca. 12 m boven het rijdek. Een systeem met diagonale staven of met horizontale en diagonale staven, is sterktechnisch eveneens mogelijk. Er is geen optimalisatie verricht naar het verstijvingssysteem van de pyloon. Deze afweging van kosten, mede in relatie tot het visuele aspect, zal in een later stadium moeten worden uitgewerkt.

Verdere maatgeving van de pylonen en spreidzadels volgt uit de sterkteberekening. Stijfheid is alleen voor de middenpyloon doorslaggevend, hoewel de inklemming van alle pylonen aan de voet wel bijdraagt tot de stijfheid van het hele systeem. Deze inklemming wordt bereikt met voorspanankers van het Dywidag-type. Gedacht wordt aan ankerstaven van ca. 2,50 m lengte in de patronen zoals getekend. Punt van nader onderzoek is nog of de ankers die-

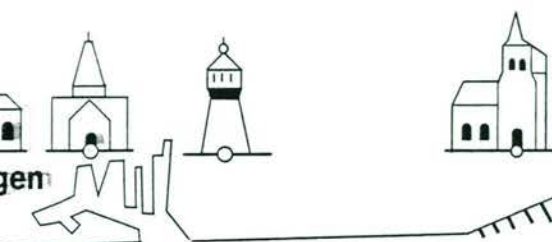
nen te worden geïnjecteerd, of dat op een andere wijze de benodigde bescherming tegen corrosie is te waarborgen.

De spreidzadels en de zadels op de top van de pylonen bestaan uit gietstalen bovenstukken en gelaste steunconstructies. De vorm van de zadels wordt bepaald door de extreme waarden van de hoek van de hoofdkabels ter plaatse van de pylonen, en door de radius van $R \geq 5$ m die de kabel op het zadel beschrijft. Deze radius is zonder nader onderzoek afgeleid van vergelijkbare hangbruggen. Naar verwachting zullen bij deze radius de plaatselijke secundaire spanningen in de kabel van weinig betekenis zijn.

Voor inspectie- en onderhoud worden de pylonen voorzien van een mechanisch transportsysteem. De keuze is gevallen op een lift in één van de poten, met looppaden naar de tweede poot binnen de horizontale tussenbalken. Op de tekening zijn de bordessen en andere details van het systeem nog vrij willekeurig geplaatst. Een bijkomend probleem is de scheefstand van alle poten van de middenpyloon, die de liftschachtconstructie aanzienlijk compliceert. In de pylonen zijn geen montageelingen aangegeven omdat deze in sterke mate worden bepaald door de fabricagemogelijkheden en de wijze van monteren. De sterkte van alle doorsneden is voldoende om - indien hiervoor wordt gekozen - de pylonen in één geheel recht te zetten vanuit de horizontale positie (zie tekening nr. B 107024). Deze keuze zal worden gemaakt op basis van een kostenafweging.



Middelburg



Aanbruggen

De grote doorvaarthoogte en de beperkte hellingen resulteren in betrekkelijk hoge peilmaten van het rijkdek ter plaatse van de ankerblokken. Om de omvang van aansluitende damvakken te beperken en de gronddruk op de ankerblokken te verminderen zijn er korte aanbruggen nodig. De constructie van de aanbruggen is weergegeven op tekening nr. B 107026.

Het draagsysteem bestaat uit prefab-balken van voorgespannen beton met de ter plaatse gestorte druklaag en einddwarsdragers. De aansluiting met damvakken geschiedt met betonnen landhoofden op palen. De overspanningslengte van de aanbrug bedraagt 44 m.

Ankerblokken

Voor de dubbele hangbrug geldt hetzelfde als voor de enkele hangbrug (zie 4.2.8.). De optredende horizontale kracht uit de hangkabels is hier echter 170 mN zodat kan worden volstaan met een beperkte verbreding van het ankerblok aan de achterzijde. Uit esthetische overwegingen is gekozen voor ten minste 5 m verbreding aan beide zijden.

Als funderingsniveau wordt uitgegaan van NAP -4 m ter plaatse van de verankering van de kabels en NAP +2 m elders. De gemiddelde gronddruk is ca. 250 kN/m² onder rustende belasting.

Specifieke details bovenbouw

In dit deel komen de volgende specifieke details van de bovenbouw aan de orde:

- kabelverankeringen,
- opleggingen en voegovergangen,

- slijtlaag, waterafvoer en wegmeubilair.

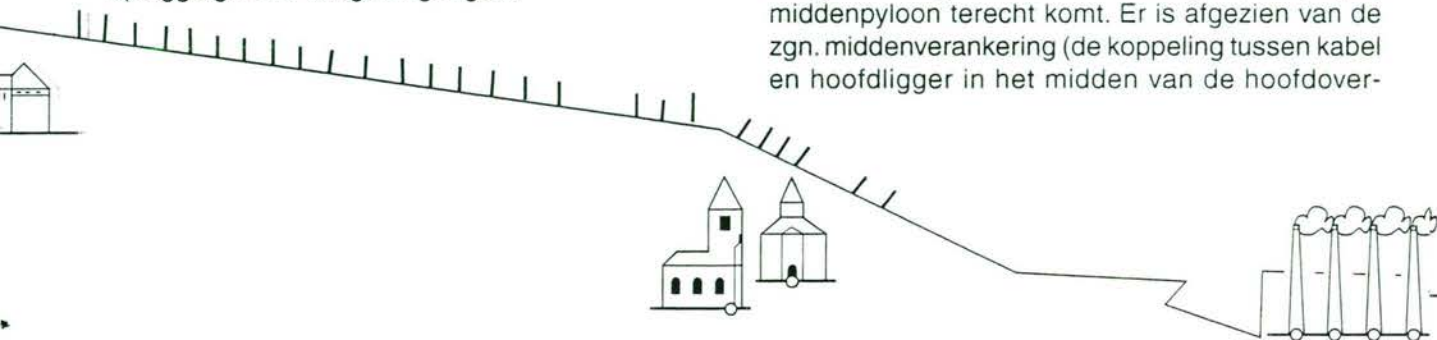
Kabelverankeringen

Ter plaatse van het spreidzadel wordt de hoofdkabel in de prefab strengen gesplitst. Om de spreidingshoek van de strengen zo klein mogelijk te houden worden de strengen aan de achterzijde van het ankerblok afgespannen in plaats van aan de voorzijde. Hiervoor zijn sparingsbuizen in het ankerblok aangebracht. Een voordeel hiervan is dat er geen koppelankers nodig zijn. Wel dienen er voorzieningen getroffen te worden om de kabels in de sparingsbuizen te kunnen inspecteren.

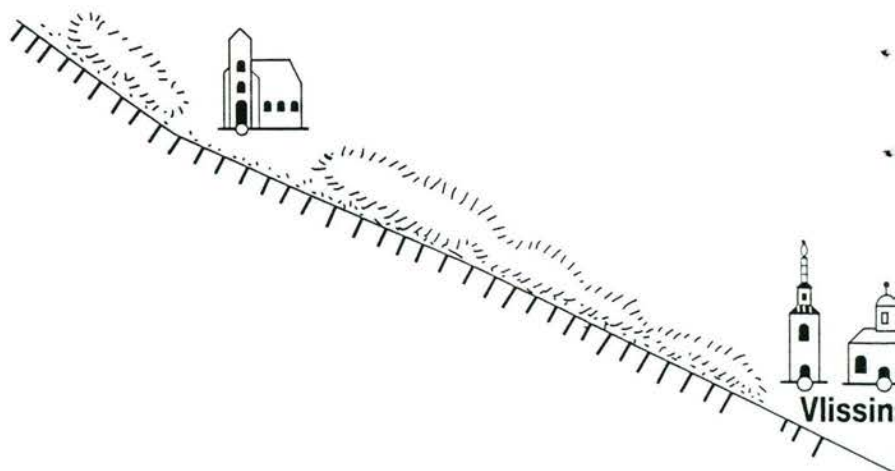
Na het afspannen kunnen de strengen op verschillende manieren worden verankerd. Bekend zijn onder meer diverse BBRV-systemen (BBRV, DINA, Hi-Am), het aangieten in kegelvormige 'sockets', de draden apart verankeren op een geperforeerde plaat. Gekozen is voor de verankering door aangieten. Als vulmateriaal wordt gedacht aan zink of epoxyhars met zinkpoeder.

Opleggingen en voegovergangen

Het oplegsysteem van de hoofdligger volgt uit de deling in vier afzonderlijke overspanningen. Zo heeft elke overspanning één stel vaste, en één stel schuifbare opleggingen in de langsrichting. De lokatie van de vaste opleggingen is zodanig dat de horizontale belasting die in de langsrichting van de brug wordt uitgeoefend voornamelijk op de (stijve) middenpyloon terecht komt. Er is afgezien van de zgn. middenverankering (de koppeling tussen kabel en hoofdligger in het midden van de hoofdover-



Ellew



spanningen) in combinatie met schuifbare opleggingen. Hoewel dit systeem de dilatatievoegen enigszins beperkt wordt het om andere redenen vrijwel niet meer toegepast.

De dilatatievoegen zijn berekend op temperatuuruitzettingen volgens art. 33 van VOSB 1963, met een overschot van 120 mm voor montageafwijkingen, scheefstand van de pylonen tengevolge van ongelijkmatige zakkings van de caissons en dergelijke. De constructie van de opleggingen is slechts schematisch aangegeven, zonder berekening. Gezien de geringe verticale reacties (hoofdligger hangt aan de hoofdkabels) kunnen de opleggingen betrekkelijk licht worden uitgevoerd.

De laatste conclusie heeft geen betrekking op de opname van horizontale reactiekrachten. Deze zijn groot, zowel in dwars- als in langsrichting. Het probleem is in het huidige stadium nog niet voldoende onderzocht. Niet nagegaan is bijvoorbeeld of in verband met de grote overspanningslengten van de brug de windbelasting per lengte enigszins mag worden verkleind. Ook is geen onderzoek verricht naar de krachten tengevolge van de temperatuuruitzettingen van de hoofdligger, kabels en pylonen en naar de uitzettingsverschillen, bijvoorbeeld tussen de hangers. Dit probleem kan leiden tot verzwaring van de opleggingen, of zelfs tot een ander oplegsysteem.

Zeer belangrijk is een goede afwerking van de voegovergangen in verband met de grote verplaatsingen die op deze overgangen worden verwacht (zie tekening nr. B 107022). Voor de overbrugging van de resulterende voegbreedten is in principe de rijbaanovergang van het type Maurer toepasbaar. Dit

systeem biedt niet alleen een goede opvang van de optredende uitzettingen maar is ook waterdicht.

Wegverharding, waterafvoer en wegmeubilair

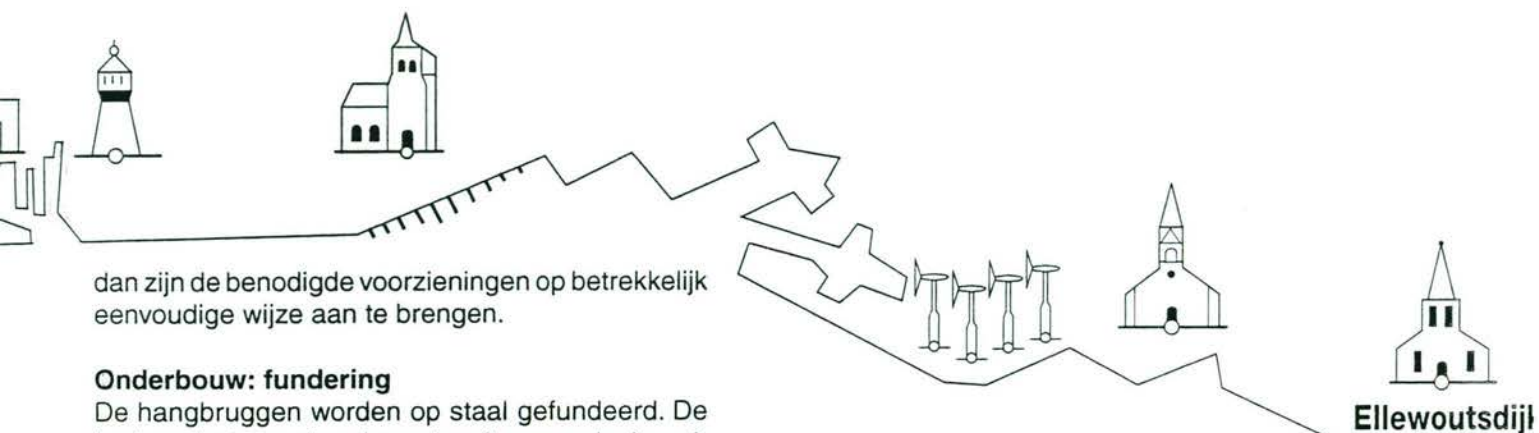
In het ontwerp is voor de wegverharding uitgegaan van:

- kleeflaag;
- 15 mm mastiek;
- 2 x 35 mm gietasfalt.

Bij de keuze van het waterafvoersysteem is er van uitgegaan dat het hemelwater niet naar de pijlers (en/of landhoofden) hoeft te worden afgevoerd. Hoewel dit wellicht niet conform de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren is, wordt het sterk aanbevolen vanwege zeer grote overspanningen. Het afvoeren naar pylonen en landhoofden leidt tot grote doorsneden van de afvoerleidingen. Uit veiligheidsoverwegingen dienen deze leidingen aan de buitenzijde van de hoofdligger te worden geplaatst, wat de vormgeving van de hoofdligger ingrijpend aantast.

De brugovergang moet worden voorzien van wegmeubilair dat de veiligheid van het verkeer en die van de brug onder alle weersomstandigheden waarborgt. Enige elementen van het wegmeubilair zijn te zien op de dwarsdoorsnede op tekening nr. B 107019. De signalering, het waarschuwingsysteem tegen wind en dergelijke zullen nog in een later stadium worden bepaald. Men gaat er voorlopig van uit dat er geen verlichting op de brug wordt aangebracht. Wordt hiertoe naderhand alsnog besloten





dan zijn de benodigde voorzieningen op betrekkelijk eenvoudige wijze aan te brengen.

Onderbouw: fundering

De hangbruggen worden op staal gefundeerd. De bodemplaat van de caisson heeft een zodanige afmeting dat de funderingsdruk ca. 350 kN/m² varieert tengevolge van de mogelijk optredende aanvaarbelasting. Deze is voor de hangbruggen (3 steunpunten in diep water) ca. 102.000 kN. Het aangrijpingspunt is op NAP +10 m aangenomen.

De rustende belasting op de fundering dient ten minste 350 kN/m² te bedragen om te voorkomen dat de bodemplaat vrijkomt van de ondergrond tengevolge van aanvaarbelasting. Gezien het grote gewicht van bovenbouw en caisson zou zandvulling tot NAP niet nodig zijn om aan deze voorwaarde te voldoen. Om te voorkomen dat het water tengevolge van aanvaring in beweging komt, is gekozen voor zandvulling tot NAP in de binnenring en zandvulling tot NAP +8 m in de buitenring. De optredende rustende belasting is hierdoor voor de diepgefundeerde caissons ca. 420 kN/m². Voor de hoger gefundeerde caissons is de gemiddelde rustende belasting ca. 280 kN/m².

De aanvaarbelasting geeft een belasting van ongeveer 240 kN/m². De afmeting van de funderingsplaat is gelijk gehouden in verband met de lagere conuswaarde aan de zijde van Zuid-Beveland. Een kleinere funderingsplaat nabij de Middelplaat is wel mogelijk.

De minimale gronddekking op de fundering is 3 m. De aangebrachte bestorting is meegenomen in de bepaling van toelaatbare funderingsdruk.

De rustende verticale belasting is bij de diepgefundeerde caissons ca. 8,7 en bij de hoog gefundeerde caissons ca. 5,8 maal zo groot als de aanvaarbelasting.

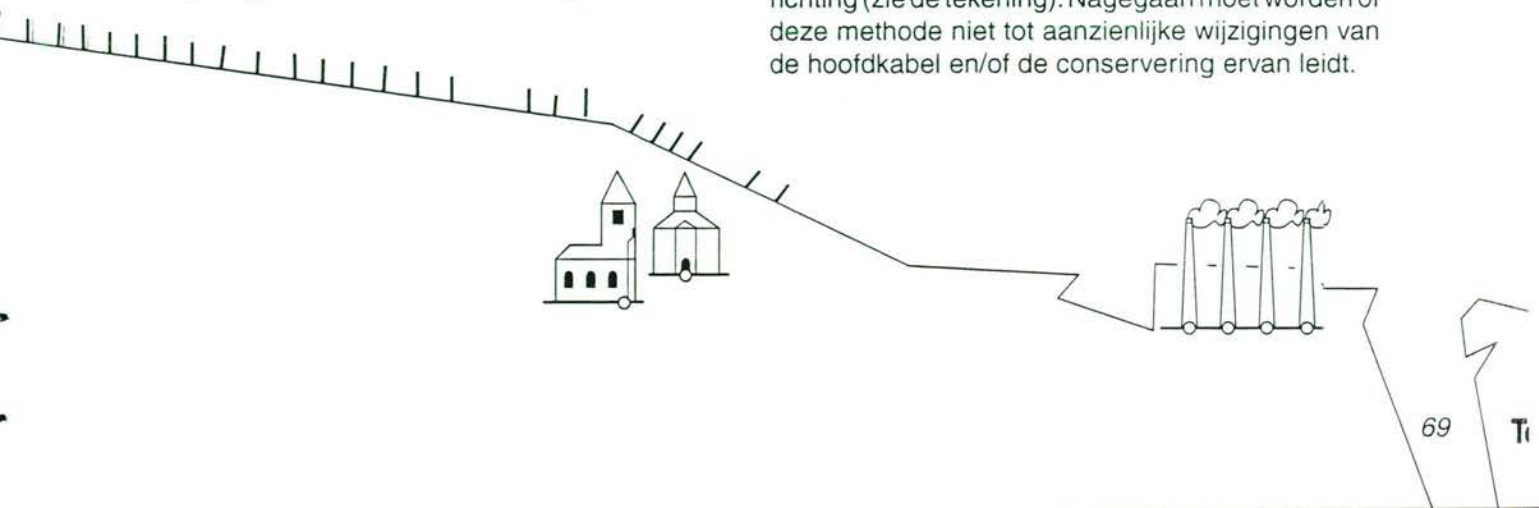
Diversen

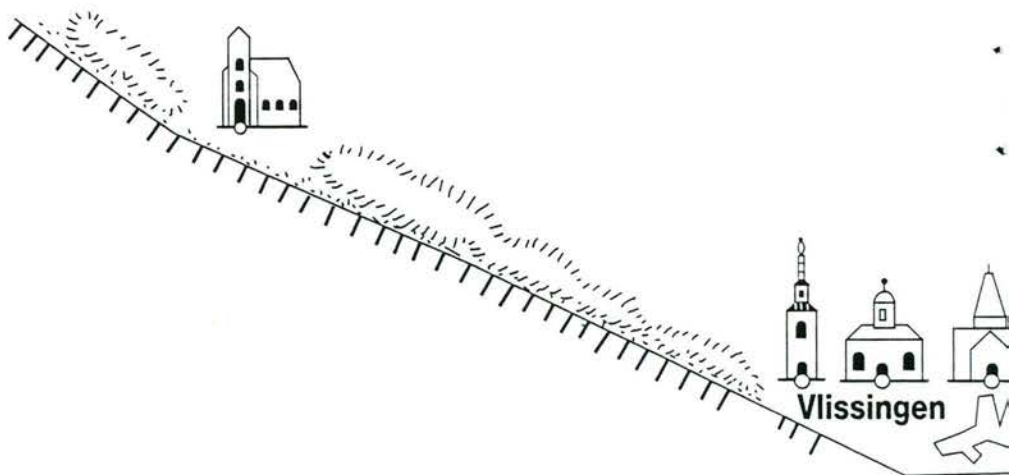
Voorzieningen t.b.v. fabricage en montage

De problemen van fabricage en montage van de brug behoren in principe niet tot het onderwerp van dit hoofdstuk. Toch is tijdens het ontwerpen voortdurend rekening gehouden met uitvoeringstechnische zaken, omdat deze in grote mate bepalend zijn voor de kosten van het hele project.

Het voorontwerp is afgestemd op het montagevoorstel zoals op tekening B 107024 aangegeven. 'Afgestemd' houdt niet in dat al voorzieningen zijn getroffen voor de montage. Hulpconstructies, hijsogen, montagedelingen en dergelijke zullen pas in een later stadium worden bepaald. Wel is onderzoek gedaan naar de haalbaarheid van diverse handelingen, zodat geen ingrijpende wijzigingen van de constructie nodig zijn om de benodigde voorzieningen aan te brengen.

De laatste constatering is voorlopig niet van toepassing op de montage van de hoofdligger op de hoofdkabels met behulp van een verrijdbare hijsinrichting (zie de tekening). Nagegaan moet worden of deze methode niet tot aanzienlijke wijzigingen van de hoofdkabel en/of de conservering ervan leidt.





Voorzieningen voor inspectie en onderhoud

De voorzieningen voor inspectie en onderhoud (verfwagens, liften in pylonen en dergelijke) zijn nog niet volledig uitgewerkt. Verwezen wordt naar de voorlopige aannamen, zoals eerder beschreven.

In het ontwerp van de hoofdligger en van de hangers is er van uitgegaan dat elke hanger afzonderlijk vervangbaar moet zijn, zonder aanbrengen van tijdelijke ophangingen. De hoofdkabels kunnen daarentegen nooit worden vervangen, evenmin als de afzonderlijke strengen of draden ervan.

Leidingen, elektriciteitskabels e.d. van derden

Aangenomen is dat aan of in de brug geen voorzieningen van derden voor leidingen, elektriciteitskabels en dergelijke worden aangebracht. Mocht dit veranderen dan kunnen dit alleen betrekkelijk lichte kabels en/of leidingen zijn. Anders behoeft het ontwerp van het hele systeem (incl. hoofdkabels) aanpassing. Leidingen met vloeistoffen mogen in zo'n geval alleen aan de buitenzijde van de hoofdligger komen. Dit heeft als bezwaar dat de gunstige aërodynamische vormgeving van de hoofdligger wordt aangetast.

Binnen het voorliggende ontwerp is het wel mogelijk om zonder extra voorzieningen een signalering aan te brengen, bijvoorbeeld in de middenoverspanning voor scheepvaart en op de pylonen voor luchtvaartverkeer.

4.2.8 VARIANT D

ENKELE STALEN HANGBRUG

Bij deze beschrijving behoren de tekeningen:

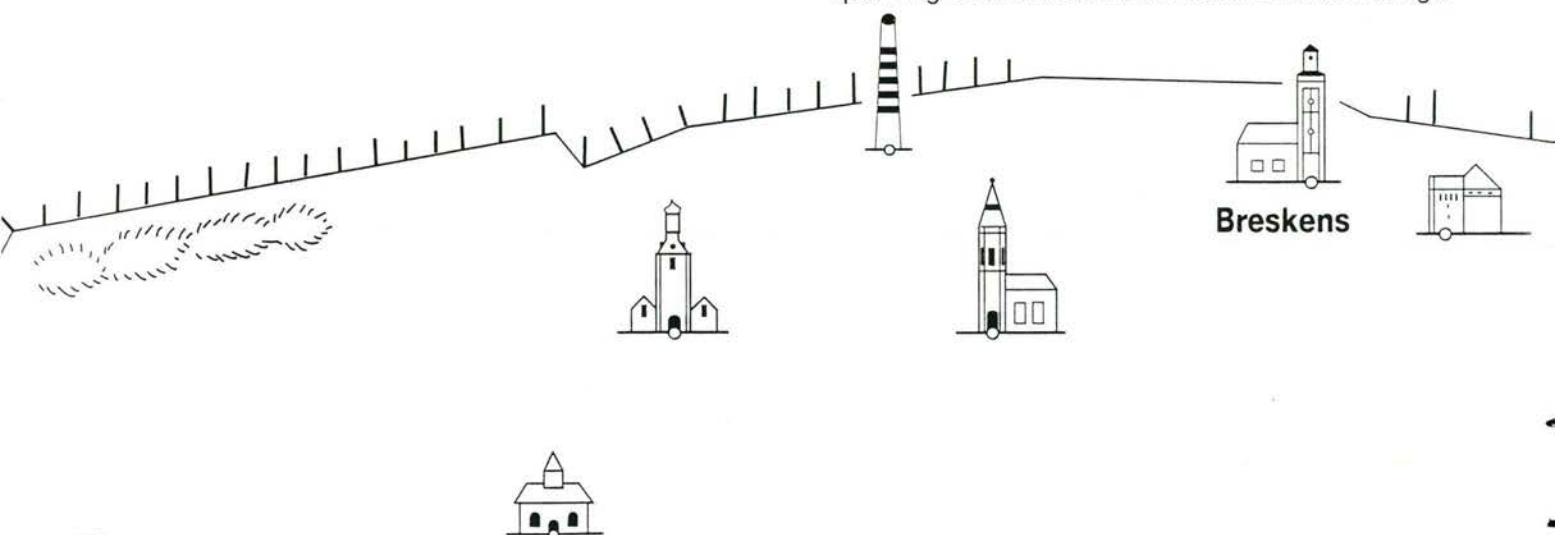
- | | |
|----------|---|
| B.107010 | Overzicht |
| B.107011 | Pylonen |
| B.107012 | Hoofdligger |
| B.107013 | Hoofdkabel met hangers, kabelverankering en spreidzadel |
| B.107014 | Montagevoorstel |
| B.107015 | Ankerblokken |
| B.107016 | Aanbruggen |
| B.107017 | Caissons |
| B.107018 | Overzicht bodembescherming |

Geometrie

De geometrie van het hoofdsysteem is weergegeven op tekening nr. B.107010.

De totale lengte van de brug en het verticale lengteprofiel zijn bepaald door de factoren, zoals vermeld in sectie 4.2.0 en 4.2.1. De verdeling in één hoofdoverspanning van 1050 m en twee zijoverspanningen van 385 m is gekozen om een zo gunstig mogelijk krachtsverloop in de hoofdkabels te bereiken, alsmede vanwege de optredende verplaatsingen.

Gekozen is voor een volledige symmetrie van het hoofddraagsysteem, zowel voor wat betreft de lengteindeling als de peilmaten. De doorvaart vindt plaats in het middendeel van de hoofdoverspanning. De doorvaartbreedte is 400 m en de doorvaarthoogte NAP +43 m. Het midden van de hoofdoverspanning komt overeen met het hart van de huidige





vaargeul. Bij de bepaling van het verticale verloop van de hoofdligger is ook rekening gehouden met de marge van 2 m voor verfwagenbaan, statische doorbuiging en eventuele andere invloeden.

In de dwarsrichting is de breedte van de hoofdligger bepaald door de indeling van het rijdek in 2 x 2 rijstroken zonder vluchtstrook. Het aanbrengen van leuningen, onderhoudspaden, geleiderails en andere elementen van de weginrichting leidt tot de breedte van 22 m tussen de hangers. Deze is gelijk aan de afstand tussen de hoofdkabels.

Het verloop van de hoofdkabels en de hoogte van de pylonen zijn bepaald door een pijl van $L/10$, alsmede door de aanname dat het hart van de kabel in de middendoorsnede ca. 2,5 m boven de top van het stalen dek ligt. Hoewel deze afstand terug te vinden is bij de meeste hangbruggen, is het misschien toch aan te raden om deze aanname te toetsen op de eis van brandveiligheid. Het gevaar van aanzienlijke mechanische beschadiging van de hoofdkabel bij aanrijding wordt hier zeer klein geacht.

De geometrie van de ankerblokken volgt uit de voorwaarden van stabiliteit en uit de helling 1:3 van de hoofdkabel achter de spreidzadels. Voor de caissons waarop de pylonen zijn geplaatst is niet alleen de stabiliteit (bij scheepsstoot) maar ook de constructie van de pyloonvoeten bepalend voor de diameter. Het bovenvlak van de caissons is zonder nadere studies vastgesteld op NAP +12 m. Verwacht wordt dat de pyloonvoeten op deze hoogte geen grote last meer ondervinden van scheepsstoot en spatwater.



Bovenbouw

De bovenbouw van de brugovergang bestaat in hoofdzaak uit de volgende constructies:

- hoofdkabels en hangers,
- hoofdligger met rijdek,
- pylonen en spreidzadels,
- aanbruggen

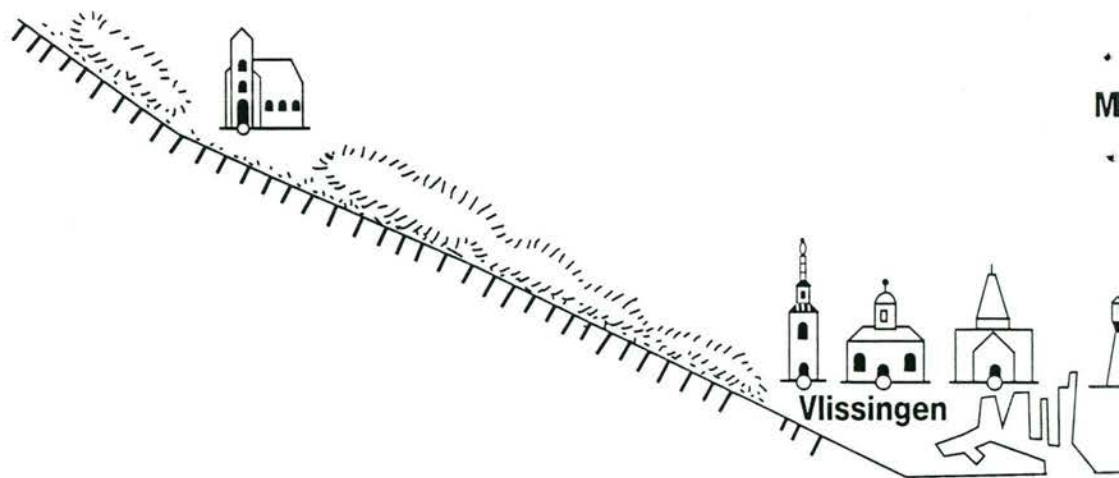
Hoofdkabels en hangers

De constructie van hoofdkabels en hangers is weergegeven op tekening nr. B 107013. Het hoofdkabelsysteem is gekozen aan de hand van marktverkenning en literatuurstudie. Daarbij is zowel gekeken naar bestaande hangbruggen als naar in voorbereiding/uitvoering zijnde projecten. Belangrijke factor voor deze keuze was ook het streven naar een zo kort mogelijke bouwcyclus. Uitgegaan is van het meest voorkomende systeem van twee enkele hoofdkabels. Andere mogelijke systemen, zoals één enkele hoofdkabel, twee dubbele hoofdkabels enzovoort zijn al in vroeg stadium onaantrekkelijk bevonden.

Voor montage en opbouw van de hoofdkabel kan worden gekozen tussen:

- Het spinnen van de hoofdkabel (AS - Air Spinning Method), o.a. Severn, Verrazano Narrows, Bosporus;
- De methode van prefab strengen (PS Prefabricated Strands Method), o.a. Kleine Belt, Japanse hangbruggen.

Gekozen is voor de methode van prefab strengen,



onder meer vanwege de bouwtijd die bij deze methode aanzienlijk korter kan zijn. Het marktonderzoek wijst eveneens uit dat juist deze methode steeds vaker de voorkeur krijgt in het buitenland.

Binnen de PS-methode zijn nog varianten te bedenken met betrekking tot de opbouw van de strengen. Men kent bijvoorbeeld geslagen en uit paralleldraad opgebouwde strengen. Gekozen is voor de parallel opgebouwde strengen (PWS-Parallel Wire Strand) onder andere vanwege betere sterkte-eigenschappen zoals breukkracht, rekstijfheid en vermoeiingsgedrag.

De draaddiameter laat in principe de keuze tussen $\varnothing 5$ en $\varnothing 7$ mm. Gekozen is voor de draad $\varnothing 5$, onder meer omdat $\varnothing 7$ voor zo ver bekend nog nergens is toegepast in hoofdkabels van een hangbrug. De opgebouwde know-how is dus sterk georiënteerd op de draad $\varnothing 5$.

Deze overwegingen en de voorontwerpberekeningen hebben geleid tot de keuze van de hoofdkabels zoals getekend op tekening nr. B 107013. Uitgangspunt in de berekening was dat de breuksterkte van de kabel minstens 2,25x groter moest zijn dan de maximum trekkracht als gevolg van de ongunstigste ontwerpbelastingscombinatie. De overschrijdingsfrequentie van deze belasting is voorlopig niet in beschouwing genomen. De factor 2,25 komt praktisch overeen met die voor tui- en hangbruggen gebruikelijk gehanteerde. Dit heeft een goede reden: vergeleken met de vermoeiing van een tui in een tuibrug speelt vermoeiing door mobiele belasting hier weliswaar een zeer bescheiden rol. Maar het belang van de hoofdkabel in het hele systeem is groot en ver-

vang is niet mogelijk.

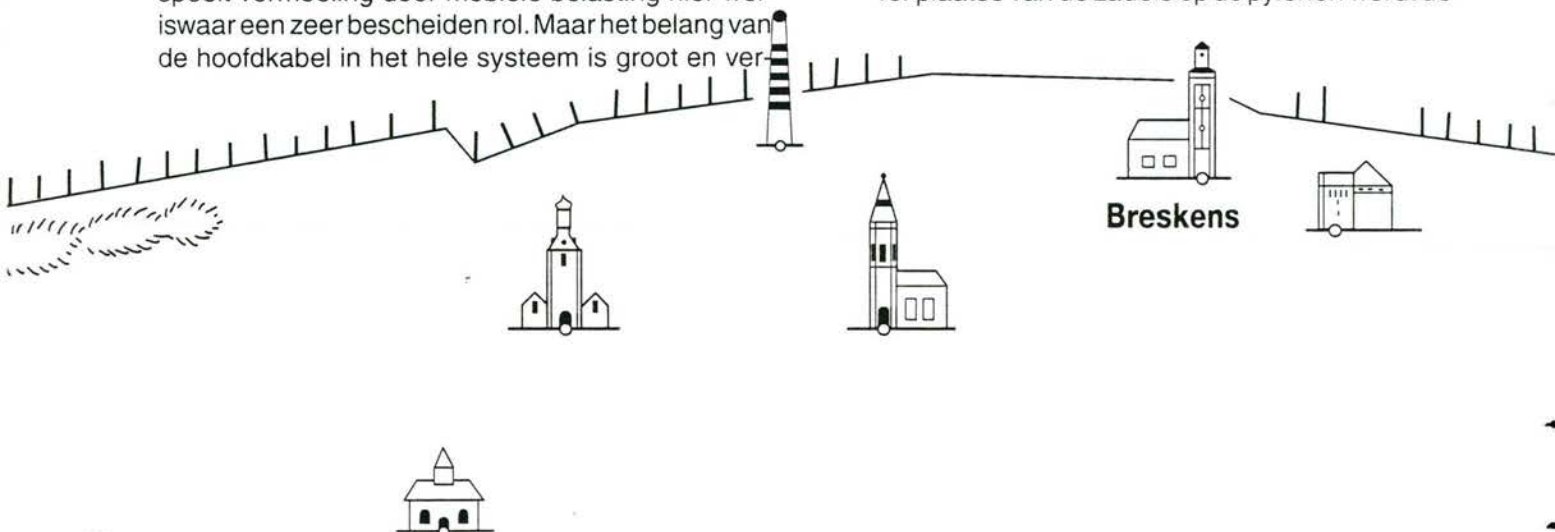
Soortgelijke overwegingen bepalen de keuze van parallel strengen voor de hangers. Ook hier wordt de factor van 2,25 gehanteerd tussen de ongunstigste ontwerpbelasting en de minimum breukkracht van de hanger. In dit geval omdat de hangers in tegenstelling tot de hoofdkabels wel een aanzienlijke vermoeiingsbelasting moeten dragen. Nagegaan dient te worden of de vermoeiing niet maatgevend is voor de dimensionering van de hangers.

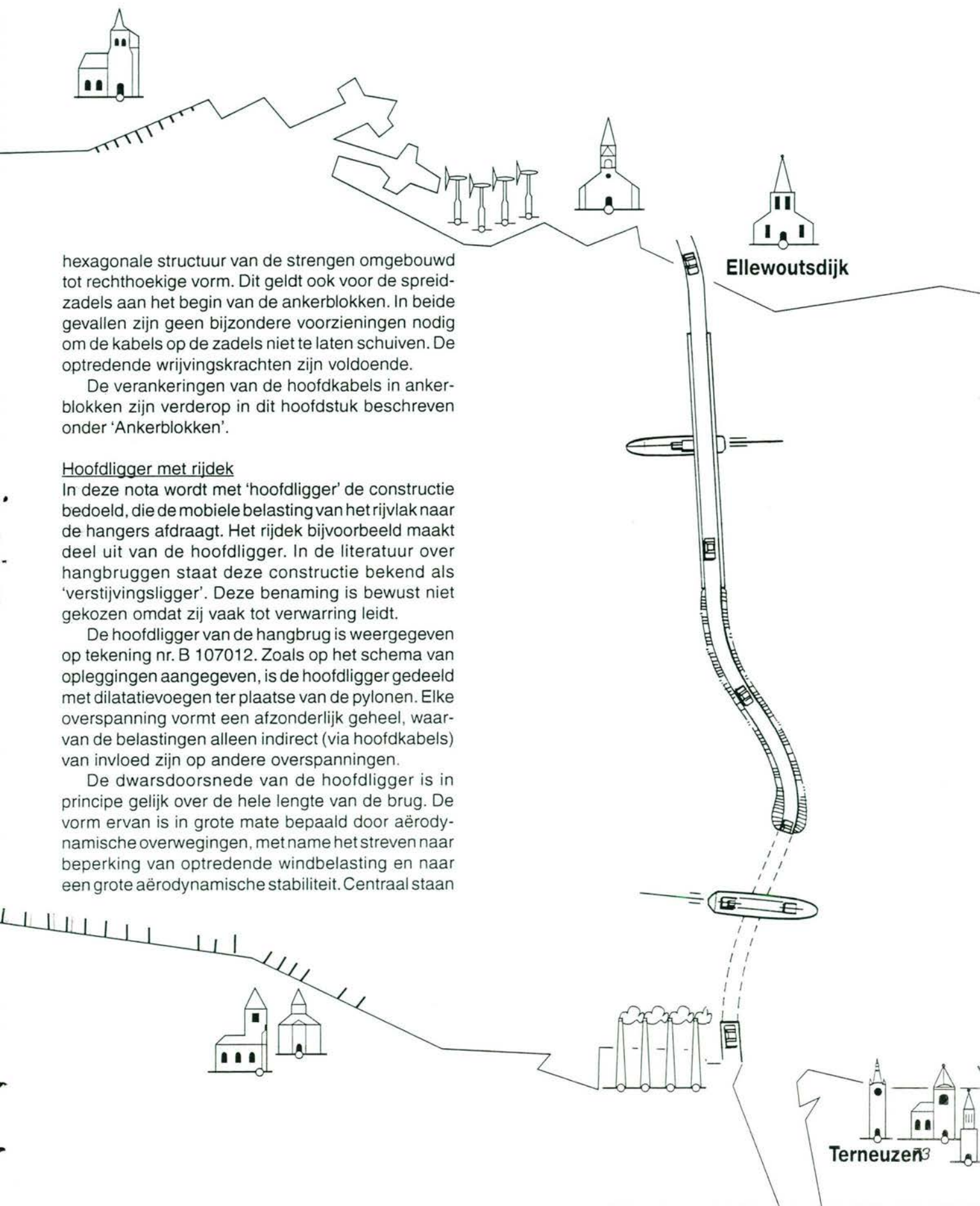
De keuze van de draad $\varnothing 5$ voor de hangers berust op het streven naar uniformiteit en op de verwachting dat dit de produktiekosten van de draad enigszins beperkt. Overigens is er wel know-how aanwezig voor toepassing van draad $\varnothing 7$ in hangers.

De ophanging van een hanger aan de hoofdkabel wordt verkregen met gietstalen klemmen. Voorspanbouten (zie tekening) wekken de benodigde wrijvingskracht op die de klem aan de kabel moet vasthouden.

In beide gevallen (hoofdkabels en hangers) dient de draad thermisch verzinkt te worden, met een zinklaag zoals op de tekening aangegeven. Nadere conservering (zinkpasta in stalen omhulsel voor hoofdkabels, vet in PE-buis voor hangers) is afgeleid van het project van de hangbrug over de Grote Belt in Denemarken. Daar heeft men dit probleem grondiger kunnen onderzoeken en er gelden vergelijkbare milieuvoorschriften (bijvoorbeeld afschaffing van loodmenie).

Ter plaatse van de zaddels op de pylonen wordt de





hexagonale structuur van de strengen omgebouwd tot rechthoekige vorm. Dit geldt ook voor de spreidzadels aan het begin van de ankerblokken. In beide gevallen zijn geen bijzondere voorzieningen nodig om de kabels op de zadels niet te laten schuiven. De optredende wrijvingskrachten zijn voldoende.

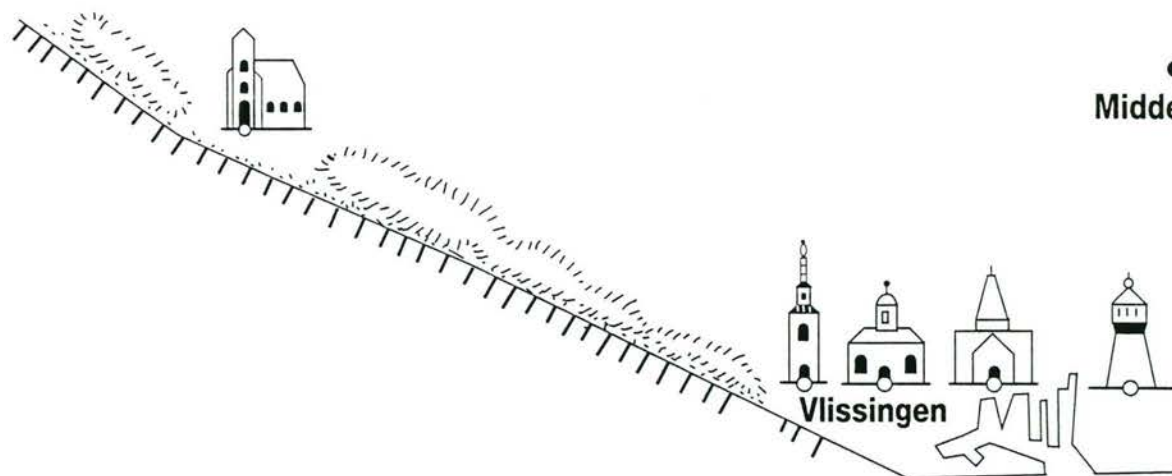
De verankeringen van de hoofdkabels in ankerblokken zijn verderop in dit hoofdstuk beschreven onder 'Ankerblokken'.

Hoofdligger met rijdek

In deze nota wordt met 'hoofdligger' de constructie bedoeld, die de mobiele belasting van het rijvlak naar de hangers afdraagt. Het rijdek bijvoorbeeld maakt deel uit van de hoofdligger. In de literatuur over hangbruggen staat deze constructie bekend als 'verstijvingsligger'. Deze benaming is bewust niet gekozen omdat zij vaak tot verwarring leidt.

De hoofdligger van de hangbrug is weergegeven op tekening nr. B 107012. Zoals op het schema van opleggingen aangegeven, is de hoofdligger gedeeld met dilatatievoegen ter plaatse van de pylonen. Elke overspanning vormt een afzonderlijk geheel, waarvan de belastingen alleen indirect (via hoofdkabels) van invloed zijn op andere overspanningen.

De dwarsdoorsnede van de hoofdligger is in principe gelijk over de hele lengte van de brug. De vorm ervan is in grote mate bepaald door aërodynamische overwegingen, met name het streven naar beperking van optredende windbelasting en naar een grote aërodynamische stabiliteit. Centraal staan



de puntige, vleugelachtige afwerking van de randgebieden (kleine luchtweerstand, beperking van Kármán-wervels) en de kokervorm (grote torsiestijfheid).

Alle wanden van de koker zijn in de langsrichting verstijfd door gootprofielen die in de dekplaat zwaarder en dichter bij elkaar zijn gelegen dan in de overige plaatvelden. Dit wegens de direct optredende mobiele belastingen. De gootprofielen voeren deze belastingen af naar de dwarsdragers, met h.o.h. afstand van 4,525 m. Elke vierde dwarsdrager is voorzien van een stel hangerbevestigingen, zodat tussen de hangers een modulaire afstand van 18,1 m ontstaat. Deze afstand ligt in de buurt van het economische optimum met inachtneming van alle uitvoeringstechnische en sterktekundige facetten.

De constructiehoogte van de hoofdligger volgt niet in de eerste plaats uit de sterkteberekening maar uit de benodigde buigstijfheid. Deze is onder meer van invloed op het rijcomfort en op de verticale windtrillingen. Wegens gebrek aan normen op dit gebied is zonder nader onderzoek aangenomen dat de doorbuiging onder extreme belastingscombinatie maximaal 2 m mag zijn. Kleinere doorbuigingen zijn toelaatbaar geacht, onder meer vanwege het karakter van de doorbuigingslijn. Deze heeft een vloeiend verloop over enkele honderden meters, zonder grote discontinuïteiten ('knikken') die het rijcomfort nadelig kunnen beïnvloeden.

Ten aanzien van windtrillingen is wel een studie verricht naar de haalbaarheid van verschillende

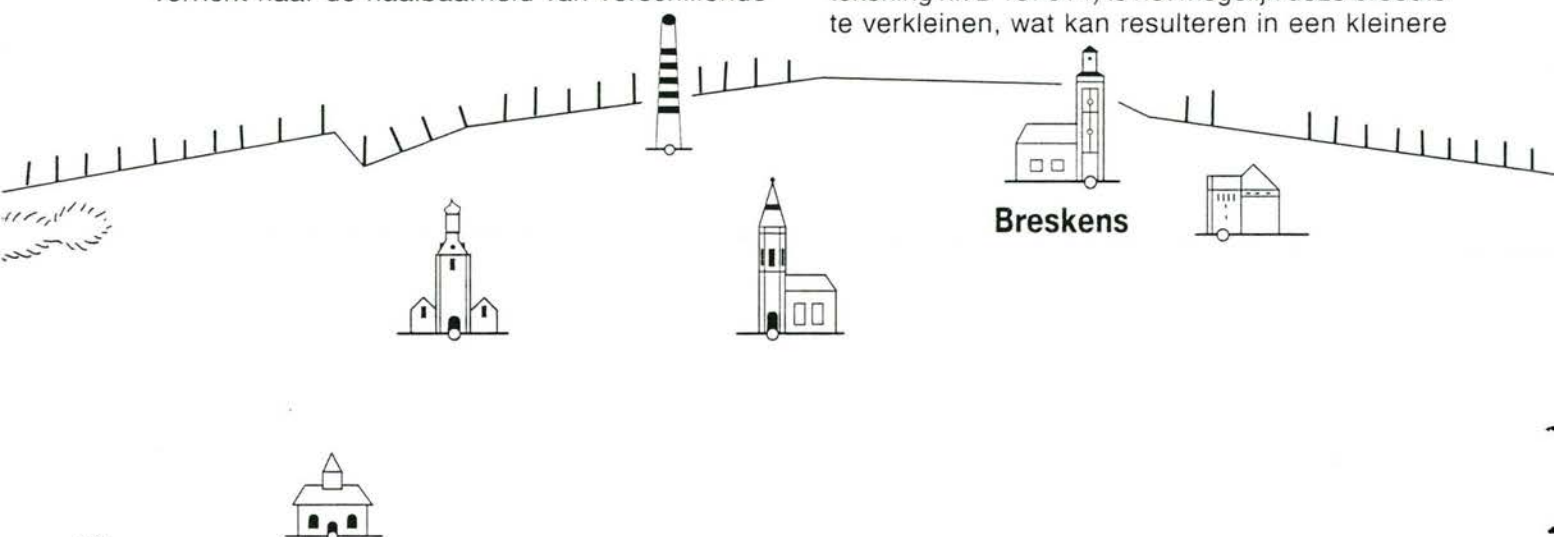
combinaties tussen de lengte en de breedte van de hoofdligger. Hier is ook gebruik gemaakt van de resultaten (zowel van een numeriek als van een modelonderzoek) die in het buitenland zijn verkregen. De studie toont aan dat de hoofdligger met de constructiehoogte van 3 m haalbaar is bij de gekozen lengte van de hoofdoverspanning en breedte van het rijdek.

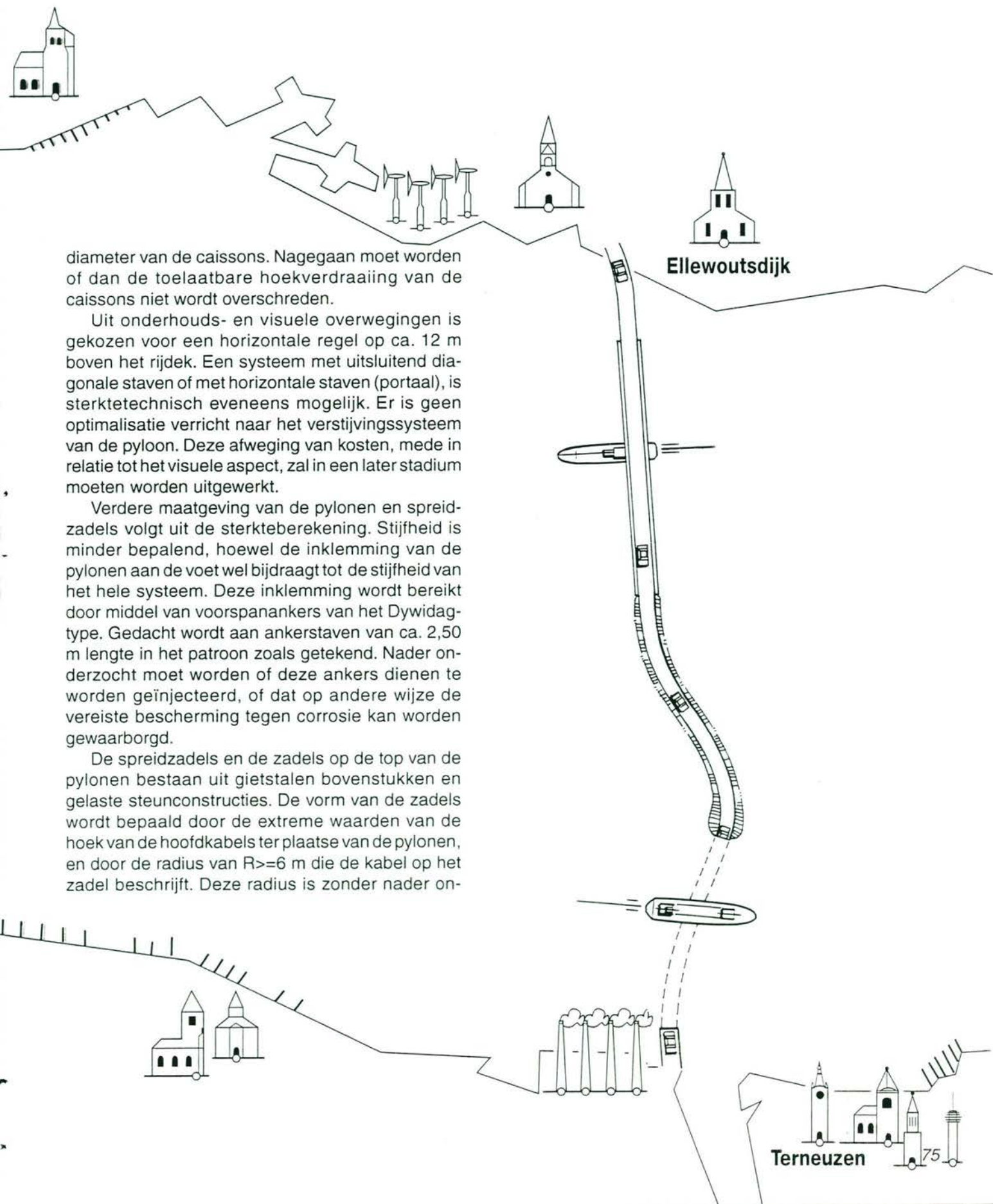
Voor inspectie- en onderhoudswerkzaamheden is de hoofdligger voorzien van looppaden binnen de koker en van verfwagens aan de buitenzijde. Voorlopig wordt gedacht aan één verfwagen over de volledige breedte onder elke overspanning.

Pylonen en spreidzadels

Buiten de ankerblokken zijn de hoofdkabels in de verticale richting ondersteund op pylonen en spreidzadels. De pylonen zijn weergegeven op tekening nr. B 107011, en de spreidzadels op nr. B 107013.

De hoogte van de pylonen volgt uit het verticale alignement van de hoofdligger, en uit de pijl van 1:10 van de hoofdkabel in de middenoverspanning. Medebepalend is ook de hoogte van de kabel boven het rijdek in het midden van deze overspanning. De overall breedte van de pylonen volgt uit de afstand tussen de hoofdkabels (boven) en uit de aanname dat de dwarsdoorsnede van de hoofdligger ter plaatse van de poten (onder) niet wordt versmald. Afhankelijk van de te volgen montagemethoden (zie tekening nr. B 107014) is het mogelijk deze breedte te verkleinen, wat kan resulteren in een kleinere



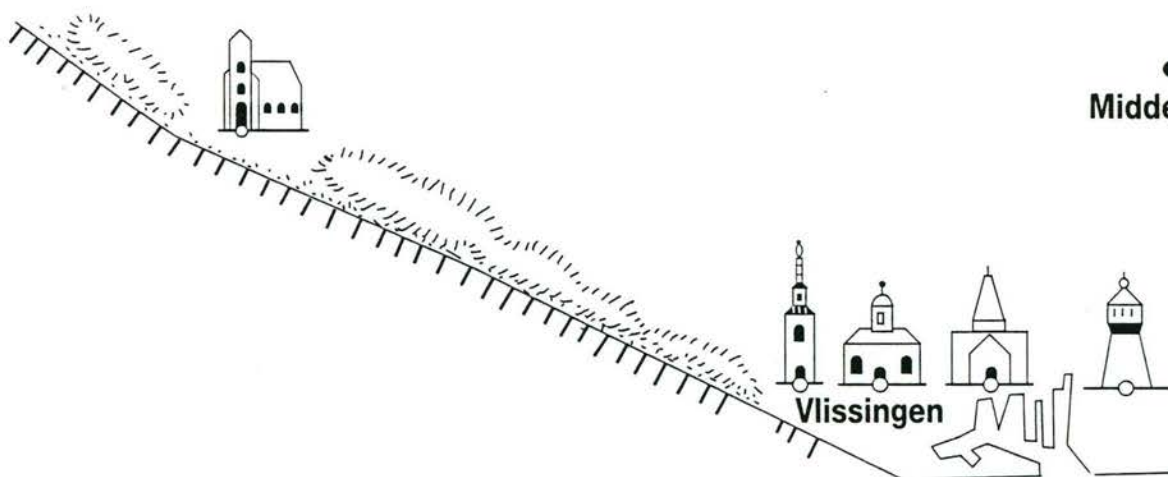


diameter van de caissons. Nagegaan moet worden of dan de toelaatbare hoekverdraaiing van de caissons niet wordt overschreden.

Uit onderhouds- en visuele overwegingen is gekozen voor een horizontale regel op ca. 12 m boven het rijdek. Een systeem met uitsluitend diagonale staven of met horizontale staven (portaal), is sterktechnisch eveneens mogelijk. Er is geen optimalisatie verricht naar het verstijvingssysteem van de pyloon. Deze afweging van kosten, mede in relatie tot het visuele aspect, zal in een later stadium moeten worden uitgewerkt.

Verdere maatgeving van de pylonen en spreidzadels volgt uit de sterkteberekening. Stijfheid is minder bepalend, hoewel de inklemming van de pylonen aan de voet wel bijdraagt tot de stijfheid van het hele systeem. Deze inklemming wordt bereikt door middel van voorspanankers van het Dywidag-type. Gedacht wordt aan ankerstaven van ca. 2,50 m lengte in het patroon zoals getekend. Nader onderzocht moet worden of deze ankers dienen te worden geïnjecteerd, of dat op andere wijze de vereiste bescherming tegen corrosie kan worden gewaarborgd.

De spreidzadels en de zadels op de top van de pylonen bestaan uit gietstalen bovenstukken en gelaste steunconstructies. De vorm van de zadels wordt bepaald door de extreme waarden van de hoek van de hoofdkabels ter plaatse van de pylonen, en door de radius van $R \geq 6$ m die de kabel op het zadel beschrijft. Deze radius is zonder nader on-



derzoek afgeleid van vergelijkbare hangbruggen. Naar verwachting zullen de plaatselijke secundaire spanningen in de kabel bij deze radius van weinig betekenis zijn.

Om inspectie- en onderhoudsredenen worden de pylonen voorzien van een mechanisch transportsysteem. De keuze is gevallen op een lift in één van de poten, met looppaden naar de tweede poot binnen de horizontale tussenbalken. Op de tekening zijn de bordessen en andere details van het systeem nog niet helemaal uitgewerkt.

In de pylonen zijn geen montagedelingen aangegeven omdat deze in sterke mate worden bepaald door de fabricagemogelijkheden en de wijze van monteren. De sterkte van alle doorsneden is voldoende om - indien hiervoor wordt gekozen - de pyloon in één geheel recht te zetten vanuit de horizontale positie (zie tekening nr. B 107014). Deze keuze zal worden gemaakt op basis van een kostenafweging.

Aanbruggen

De grote doorvaarthoogte en de beperkte hellingen resulteren in betrekkelijk hoge peilmaten van het rijdek ter plaatse van de ankerblokken. Om de omvang van aansluitende damvakken te beperken en de gronddruk op de ankerblokken te verminderen zijn er korte aanbruggen nodig. De constructie van de aanbruggen is weergegeven op tekening nr. B 107016.

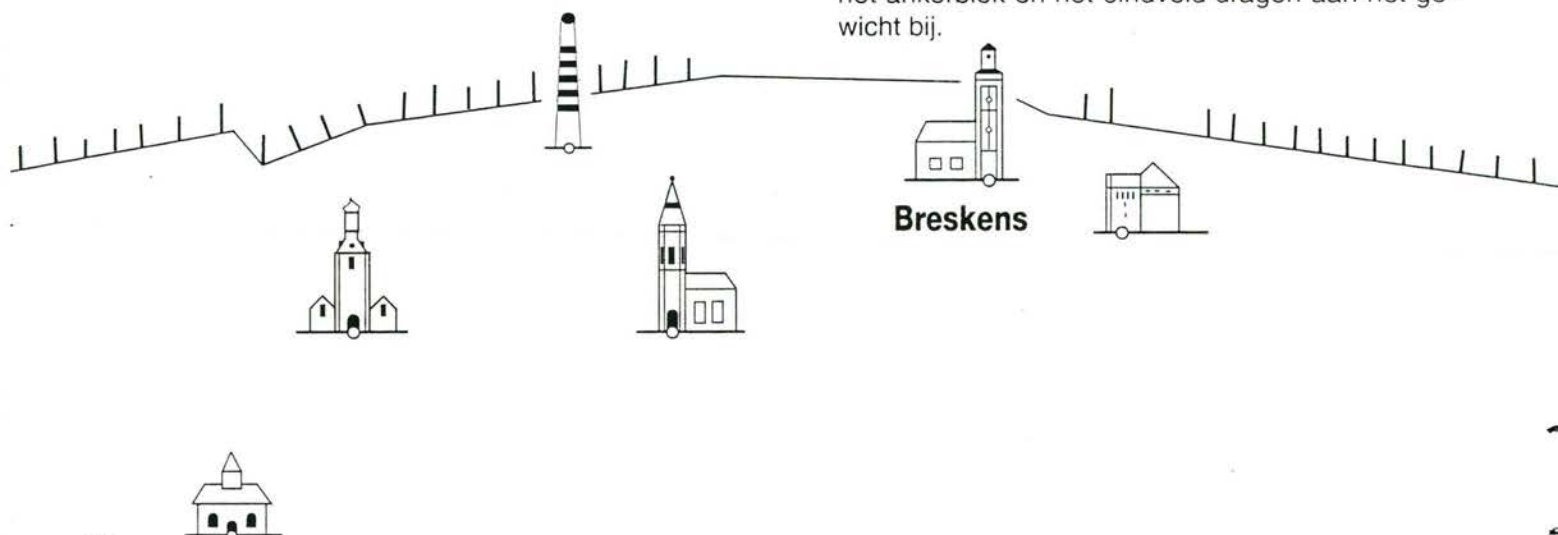
Het draagsysteem bestaat uit prefab-balken van voorgespannen beton met de ter plaatse gestorte druklaag en eindwarsdragers. De aansluiting met damvakken geschiedt met betonnen landhoofden op palen. De overspanningslengte van de aanbrug bedraagt 44 m.

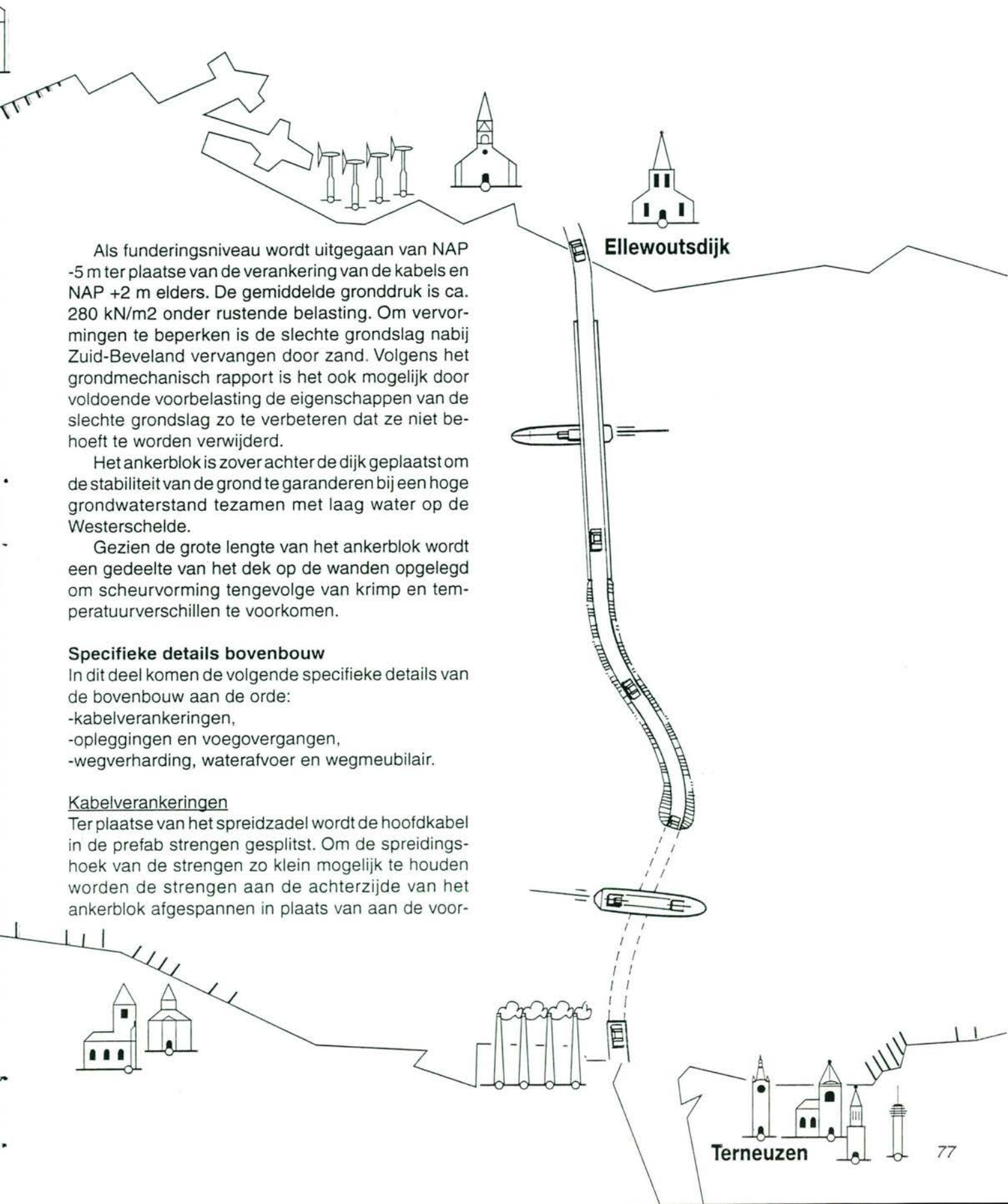
Ankerblokken

Het ankerblok dient ter verankering van de hangkabels. Het bestaat uit een aantal kamers voor het verankeren van de kabels en het spreiden van de ankerkracht. De kabels zijn zo ver mogelijk naar achteren geplaatst om geen trek in het beton te krijgen.

Bij de gekozen fundering op staal moet voldoende gewicht worden gecreëerd om verschuiven van het ankerblok te voorkomen tengevolge van de horizontale kracht van 240 mN uit de hangkabels. Uitgangspunt is dat de verticale belasting minstens drie maal zo groot is als de horizontale belasting. Dit betekent een minimaal gewicht van $3 \times 240 + 50 = 770$ mN, bij een waterstand van NAP +6 m (50 mN is de opwaartse kracht van de hangkabel).

Om dit enorme gewicht te bereiken en tevens het zwaartepunt op de juiste plaats te houden, wordt het ankerblok aan de achterzijde verbreed van 33 tot 53 m over een lengte van 30 m. De totale lengte van het blok is 81 m. Alle ruimten die niet voor onderhoud en inspectie behoeven te worden gebruikt zullen met zand worden gevuld. Ook het gewicht van het dek op het ankerblok en het eindveld dragen aan het gewicht bij.





Als funderingsniveau wordt uitgegaan van NAP -5 m ter plaatse van de verankering van de kabels en NAP +2 m elders. De gemiddelde gronddruk is ca. 280 kN/m² onder rustende belasting. Om vervormingen te beperken is de slechte grondslag nabij Zuid-Beveland vervangen door zand. Volgens het grondmechanisch rapport is het ook mogelijk door voldoende voorbelasting de eigenschappen van de slechte grondslag zo te verbeteren dat ze niet behoeft te worden verwijderd.

Het ankerblok is zover achter de dijk geplaatst om de stabiliteit van de grond te garanderen bij een hoge grondwaterstand tezamen met laag water op de Westerschelde.

Gezien de grote lengte van het ankerblok wordt een gedeelte van het dek op de wanden opgelegd om scheurvorming tengevolge van krimp en temperatuurverschillen te voorkomen.

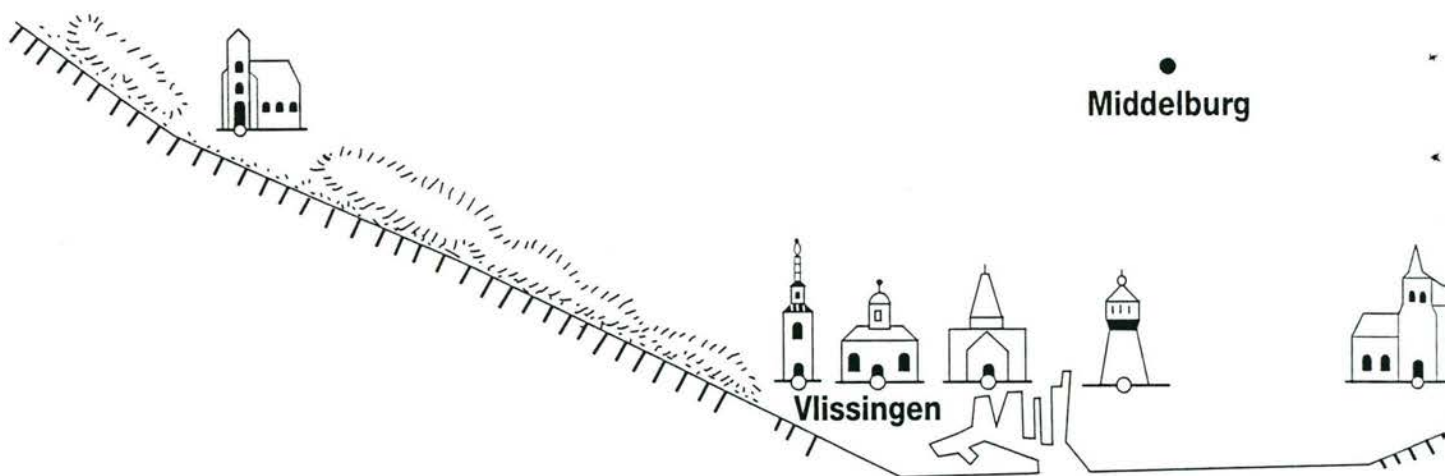
Specifieke details bovenbouw

In dit deel komen de volgende specifieke details van de bovenbouw aan de orde:

- kabelverankeringen,
- opleggingen en voegovergangen,
- wegverharding, waterafvoer en wegmeubilair.

Kabelverankeringen

Ter plaatse van het spreidzadel wordt de hoofdkabel in de prefab strengen gesplitst. Om de spreidingshoek van de strengen zo klein mogelijk te houden worden de strengen aan de achterzijde van het ankerblok afgespannen in plaats van aan de voor-



zijde. Hiervoor zijn sparingsbuizen in het ankerblok aangebracht. Een voordeel hiervan is dat er geen koppelankers nodig zijn. Wel dienen er voorzieningen te worden getroffen om de kabels in de sparingsbuizen te kunnen inspecteren.

Na het afspannen kunnen de strengen op verschillende manieren worden verankerd. Bekend zijn onder meer diverse BBRV-systemen (BBRV, DINA, Hi-Am), het aangieten in kegelvormige 'sockets', de draden apart verankeren op een geperforeerde plaat. Gekozen is voor de verankering door aangieten. Als vulmateriaal wordt gedacht aan zink of epoxyhars met zinkpoeder.

Opleggingen en voegovergangen

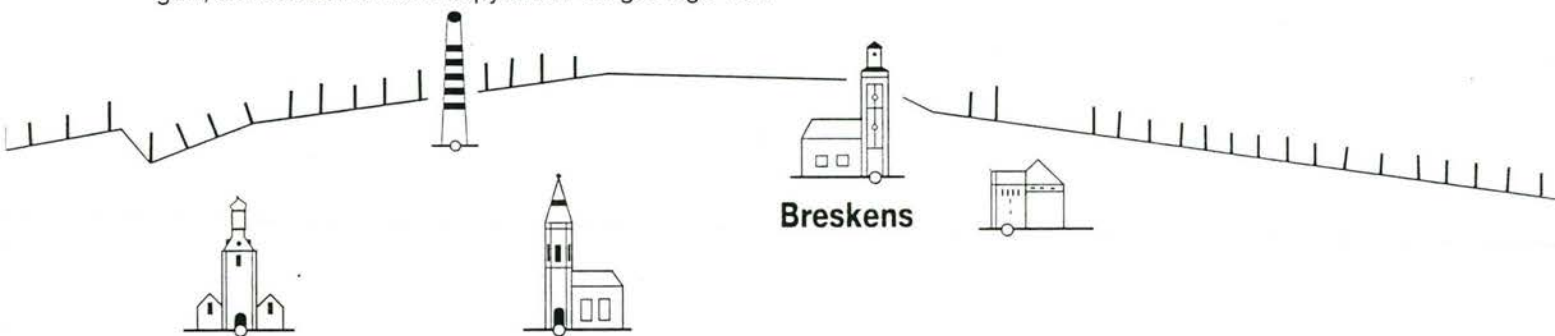
Het oplegsysteem van de hoofdligger volgt uit de deling in drie afzonderlijke overspanningen, zoals eerder beschreven. Zo heeft elke overspanning één stel vaste en één stel schuifbare opleggingen in de langsrichting. De lokatie van de vaste opleggingen is zodanig dat de horizontale belasting die in de langsrichting van de brug op de pylonen wordt uitgeoefend zo laag mogelijk is. Er is afgezien van de zgn. middenverankering in combinatie met twee schuifbare opleggingen in de hoofdoverspanning; dit systeem wordt tegenwoordig vrijwel niet meer toegepast.

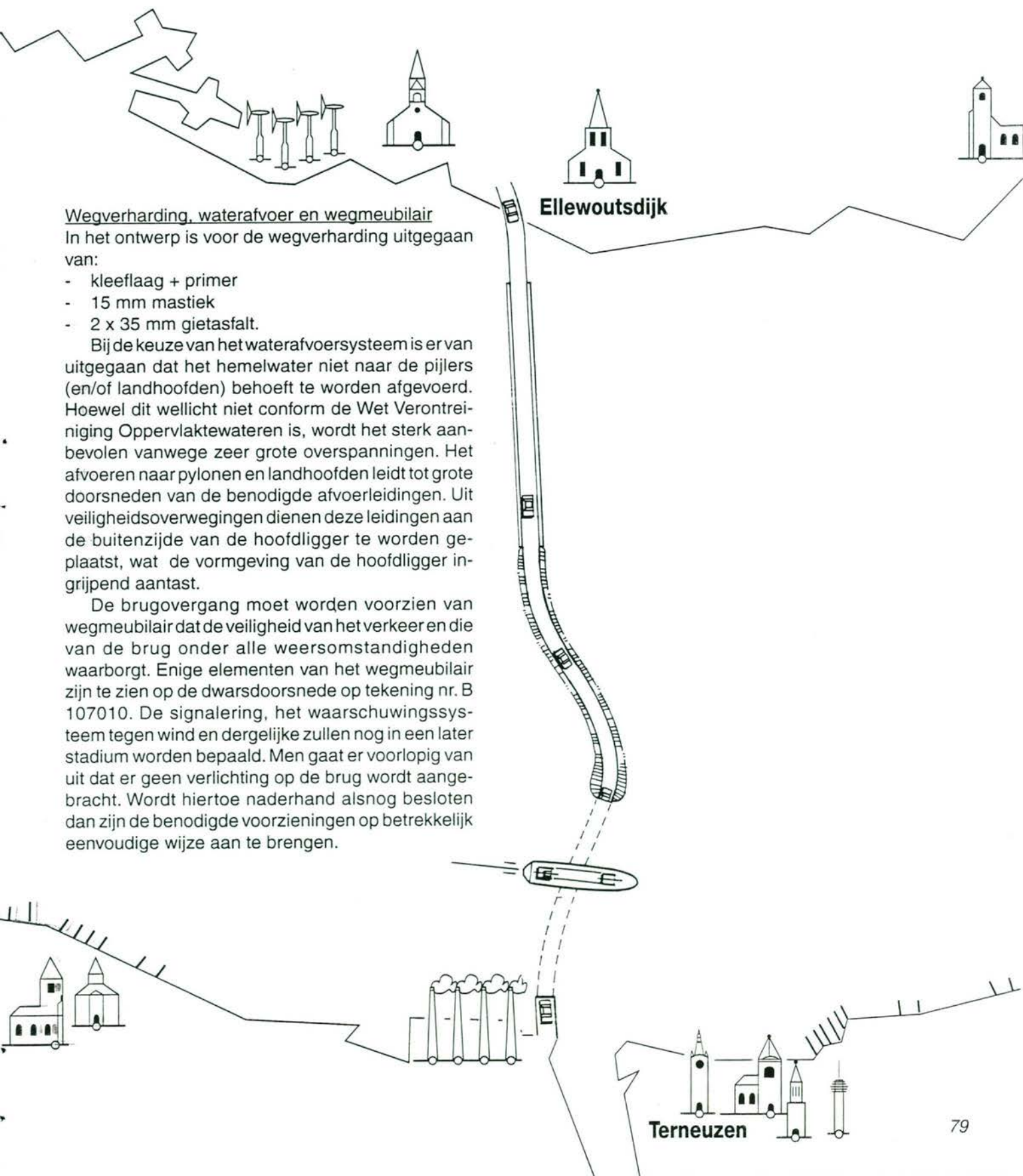
De dilatatievoegen zijn berekend op temperatuuruitzettingen volgens art. 33 van VOSB 1963, met een overschot van 150 mm voor montageafwijkingen, scheefstand van de pylonen tengevolge van

ongelijkmatige zakkingen van de caissons en dergelijke. De constructie van de opleggingen is slechts schematisch aangegeven, zonder berekening. Gezien de geringe verticale reacties (hoofdligger hangt aan de hoofdkabels) kunnen de opleggingen betrekkelijk licht worden uitgevoerd.

Deze laatste conclusie heeft geen betrekking op de opname van horizontale reactiekrachten. Deze krachten zijn groot, zowel in de dwars- als in de langsrichting. Het probleem is in het huidige stadium nog niet voldoende onderzocht. Niet nagegaan is bijvoorbeeld of in verband met de grote overspanningslengten van de brug de windbelasting per lengte enigszins mag worden verkleind. Ook is geen onderzoek verricht naar de krachten tengevolge van de temperatuuruitzettingen van hoofdligger, kabels en pylonen, en naar de uitzettingsverschillen, bijvoorbeeld tussen de hangers. Dit probleem kan leiden tot de verzwaring van de opleggingen, of zelfs tot een ander oplegsysteem.

Zeer belangrijk is een goede afwerking van de voegovergangen, in verband met de grote verplaatsingen die op deze overgangen worden verwacht (zie tekening nr. B 107012). Voor de overbrugging van de resulterende voegbreedten is in principe de rijbaanovergang van het type Maurer toepasbaar. Dit systeem biedt niet alleen een goede opvang van de optredende uitzettingen maar is ook waterdicht.





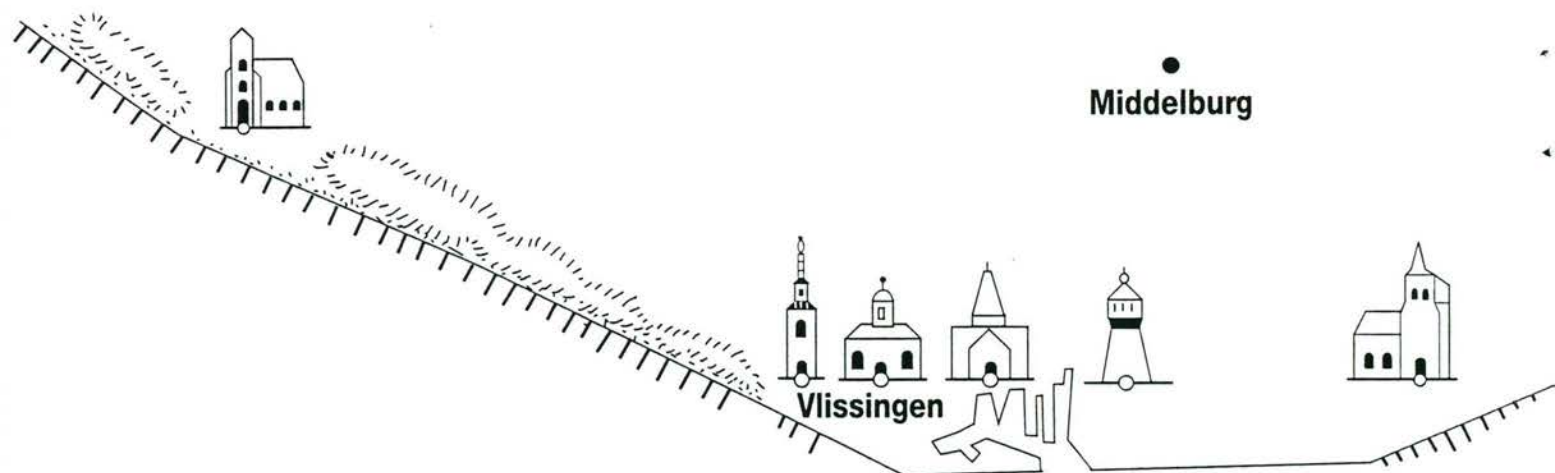
Wegverharding, waterafvoer en wegmeubilair

In het ontwerp is voor de wegverharding uitgegaan van:

- kleeftlaag + primer
- 15 mm mastiek
- 2 x 35 mm gietasfalt.

Bij de keuze van het waterafvoersysteem is ervan uitgegaan dat het hemelwater niet naar de pijlers (en/of landhoofden) hoeft te worden afgevoerd. Hoewel dit wellicht niet conform de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren is, wordt het sterk aanbevolen vanwege zeer grote overspanningen. Het afvoeren naar pylonen en landhoofden leidt tot grote doorsneden van de benodigde afvoerleidingen. Uit veiligheidsoverwegingen dienen deze leidingen aan de buitenzijde van de hoofdligger te worden geplaatst, wat de vormgeving van de hoofdligger ingrijpend aantast.

De brugovergang moet worden voorzien van wegmeubilair dat de veiligheid van het verkeer en die van de brug onder alle weersomstandigheden waarborgt. Enige elementen van het wegmeubilair zijn te zien op de dwarsdoorsnede op tekening nr. B 107010. De signalering, het waarschuwingssysteem tegen wind en dergelijke zullen nog in een later stadium worden bepaald. Men gaat er voorlopig van uit dat er geen verlichting op de brug wordt aangebracht. Wordt hiertoe naderhand alsnog besloten dan zijn de benodigde voorzieningen op betrekkelijk eenvoudige wijze aan te brengen.



Onderbouw: fundering

De hangbrug wordt op staal gefundeerd. De bodemplaat van de caisson heeft een zodanige afmeting dat de funderingsdruk ca. 300 kN/m² varieert tengevolge van de mogelijk optredende aanvaarbelasting. Deze is voor de hangbrug (2 steunpunten in diep water) ca. 93.000 kN. Het aangrijpingspunt is op NAP +10 m aangenomen.

De rustende belasting op de fundering dient ten minste 300 kN/m² te bedragen om te voorkomen dat de bodemplaat vrijkomt van de ondergrond tengevolge van aanvaarbelasting. Gezien het grote gewicht van bovenbouw en caisson zou zandvulling tot NAP niet nodig zijn om aan deze voorwaarde te voldoen. Om te voorkomen dat het water ten gevolge van aanvaring in beweging komt, is gekozen voor zandvulling tot NAP in de binnenring en zandvulling tot NAP +10 m in de buitenring. De optredende rustende belasting is hierdoor voor de caissons ca. 320 kN/m².

De aanvaarbelasting geeft een belasting van ca. 240 kN/m². De grote afmeting van de funderingsplaat houdt verband met de lagere conuswaarde aan de zijde van Zuid-Beveland. Een kleinere funderingsplaat nabij de Middelpilaar is wel mogelijk.

De minimale gronddekking op de fundering is 3 m. De aangebrachte bestorting is meegenomen in de bepaling van toelaatbare funderingsdruk.

De rustende verticale belasting is bij de caissons ca. 7,3 maal zo groot als de aanvaarbelasting.

Diversen

Voorzieningen t.b.v. fabricage en montage

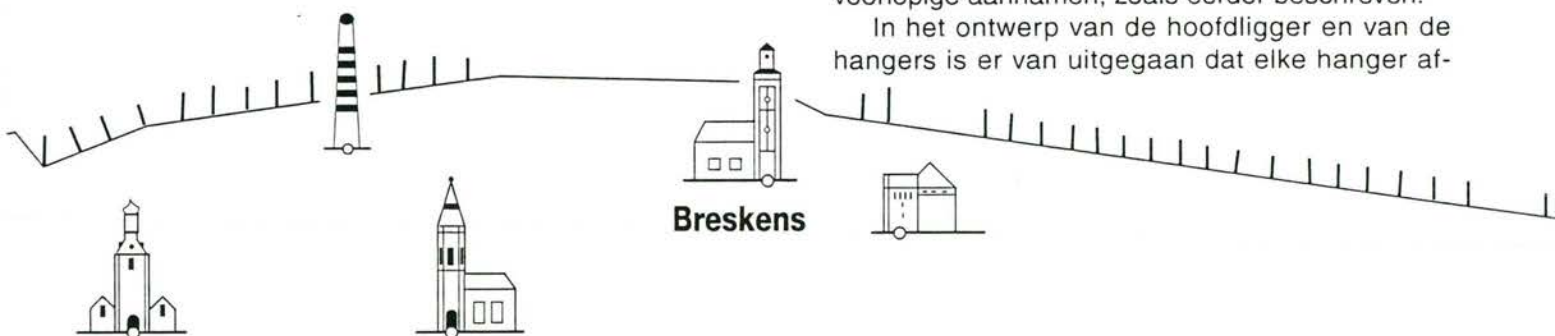
De problemen van de fabricage en van de montage van de brug behoren in principe niet tot het onderwerp van dit hoofdstuk. Toch is tijdens het ontwerpen voortdurend rekening gehouden met uitvoeringstechnische zaken, omdat de wijze van uitvoering in grote mate bepalend is voor de kosten van het hele project. Het voorontwerp is afgestemd op het montagevoorstel zoals op tekening B 107014 aangegeven. 'Afgestemd' houdt niet in dat al voorzieningen zijn getroffen voor de montage. Hulpconstructies, hijsogen, montagedelingen en dergelijke zullen pas in een later stadium worden bepaald. Wel is onderzoek gedaan naar de haalbaarheid van diverse handelingen, zodat geen ingrijpende wijzigingen van de constructie nodig zijn om de benodigde voorzieningen aan te brengen.

De laatste constatering is voorlopig niet van toepassing op de montage van de hoofdligger op de hoofdkabels met behulp van een verrijdbare hijsinrichting (zie de tekening). Nagegaan moet worden of deze methode niet tot aanzienlijke wijzigingen van de hoofdkabel en/of de conservering ervan leidt.

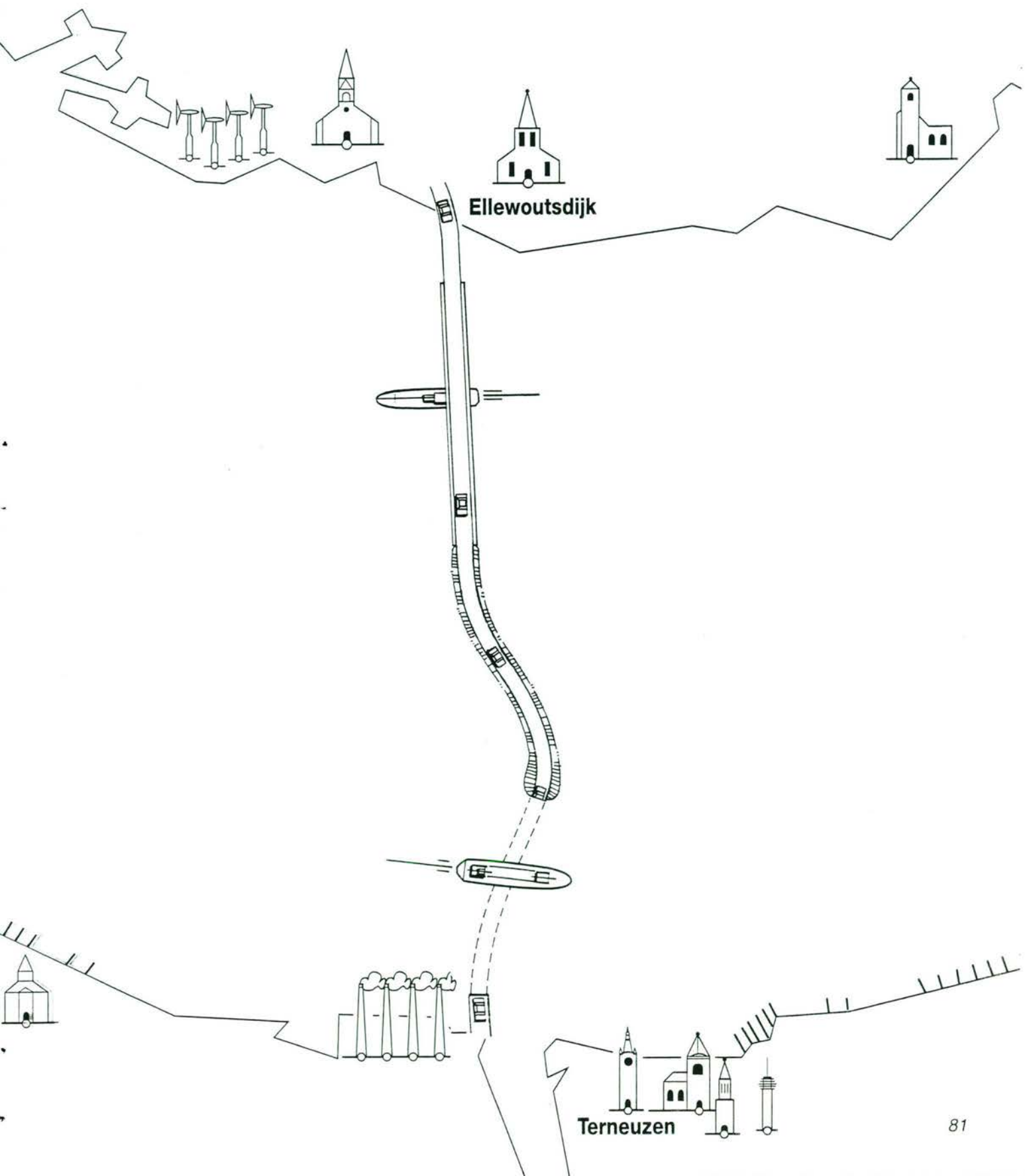
Voorzieningen voor inspectie en onderhoud

De voorzieningen voor inspectie en onderhoud (verfwagens, liften in pylonen en dergelijke) zijn nog niet volledig uitgewerkt. Verwezen wordt naar de voorlopige aannamen, zoals eerder beschreven.

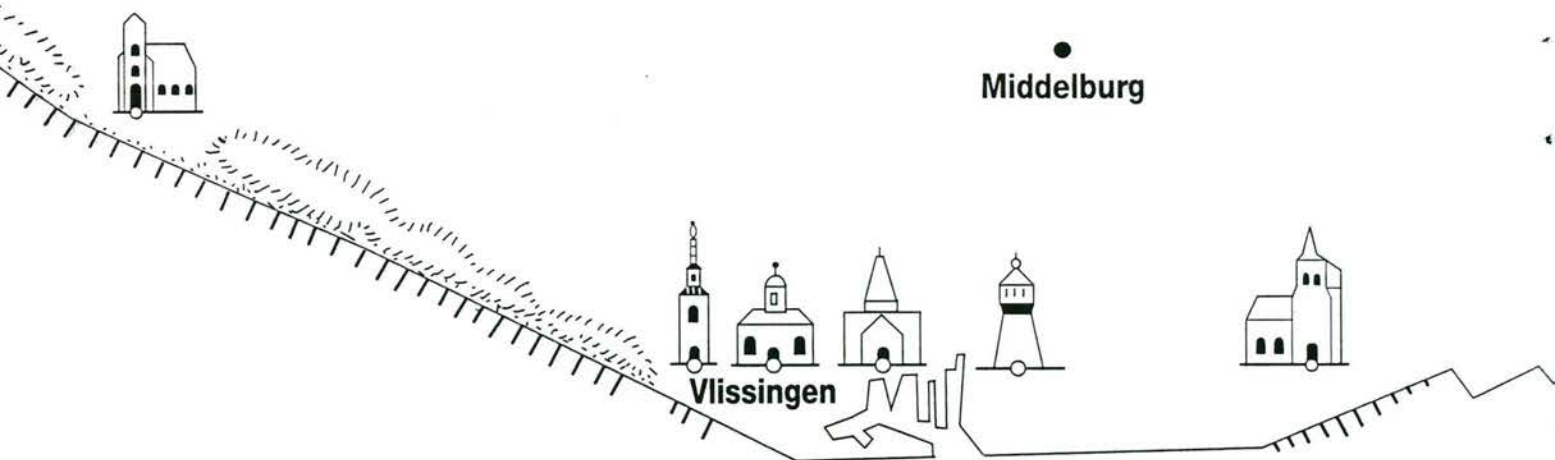
In het ontwerp van de hoofdligger en van de hangers is er van uitgegaan dat elke hanger af-



●
Goes



Terneuzen



zonderlijk vervangbaar moet zijn, zonder aanbrengen van tijdelijke ophangingen. De hoofdkabels kunnen daarentegen nooit worden vervangen, evenmin als de afzonderlijke strengen of draden ervan.

Leidingen, elektriciteitskabels e.d. van derden

Aangenomen is dat aan of in de brug geen voorzieningen voor leidingen, elektriciteitskabels en dergelijke van derden worden aangebracht. Mocht dit ooit wel gebeuren, dan kunnen het alleen betrekkelijk lichte kabels en/of leidingen zijn. Anders behoeft het ontwerp van het hele systeem (inclusief hoofdkabels) aanpassing. Leidingen met vloeistoffen mogen dan alleen aan de buitenzijde van de hoofdligger worden aangebracht. Dit heeft als bezwaar dat de gunstige aërodynamische vormgeving van de hoofdligger wordt aangetast.

Binnen het voorliggende ontwerp is het wel mogelijk om zonder extra voorzieningen een signalering aan te brengen, bijvoorbeeld in de middenoverspanning voor scheepvaart en op de pylons voor luchtvaartverkeer.

4.2.9 DIVERSEN (ALGEMEEN)

Verrichte studie en onderzoek

Bij studie en onderzoek is het gestelde in de zgn. Blauwe Nota aangehouden (= aanvullende notitie op de Groene Nota van RWS, mei 1989). Daarin zijn

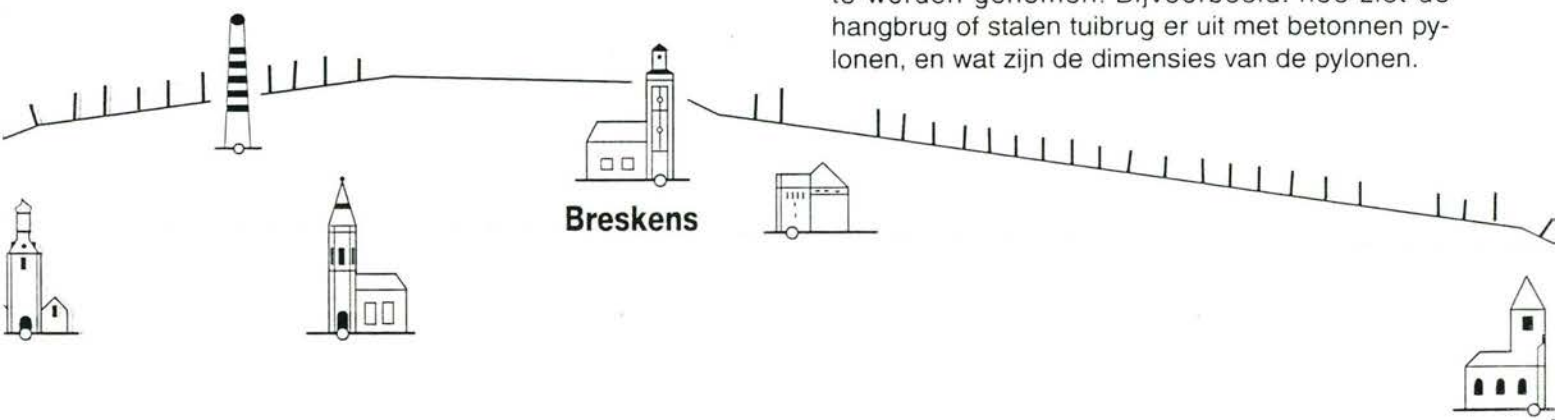
ter overbrugging van de nevenvaargeul Everingen maximaal 5 en minimaal 2 steunpunten in de hoofdnevenvaargeul geplaatst. Op grond hiervan zijn 4 varianten in beschouwing genomen. Meer varianten zijn reëel denkbaar. Gezien het krappe tijds/capaciteitsaspect diende echter het aantal varianten te worden beperkt.

De keuze van aanvaarbestedige pijlers (caissons) behoeft niet te betekenen dat pijler-eilanden onmogelijk zijn. Vanwege de grote waterdiepte (ca. 25 m) en het feit dat er meer steunpunten (2 à 3) zijn, is nu niet van eilanden uitgegaan. Eilanden nemen relatief veel ruimte in het dwarsprofiel van de Everingen in. Dit grotere ruimtebeslag geeft nadelige hydraulische en morfologische gevolgen.

Eilanden rondom pyloonsteunpunten zijn aanvaarveiliger dan aanvaarbestedige caissons omdat de energie van de botsing door het talud van het eiland wordt opgenomen.

Bij de enkele en mogelijk gekoppelde hangbrugvarianten zijn eilanden met bijbehorende andere hoofd- en zijoverspanningen denkbaar.

Bij de varianten is tevens bewust gekozen om de bovenbouwconstructies, dek en pylonen, integraal uit te werken in staal of beton. Dit betekent dat een betonnen pyloon bij een stalen tui- of hangbrug, of een stalen pyloon bij een betonnen tuibrug mogelijk is. Alleen prijsvergelijk uit de raming zal nadere precisie aangeven. Samenhangende constructieaspecten dienen dan eventueel later in beschouwing te worden genomen. Bijvoorbeeld: hoe ziet de hangbrug of stalen tuibrug er uit met betonnen pylonen, en wat zijn de dimensies van de pylonen.

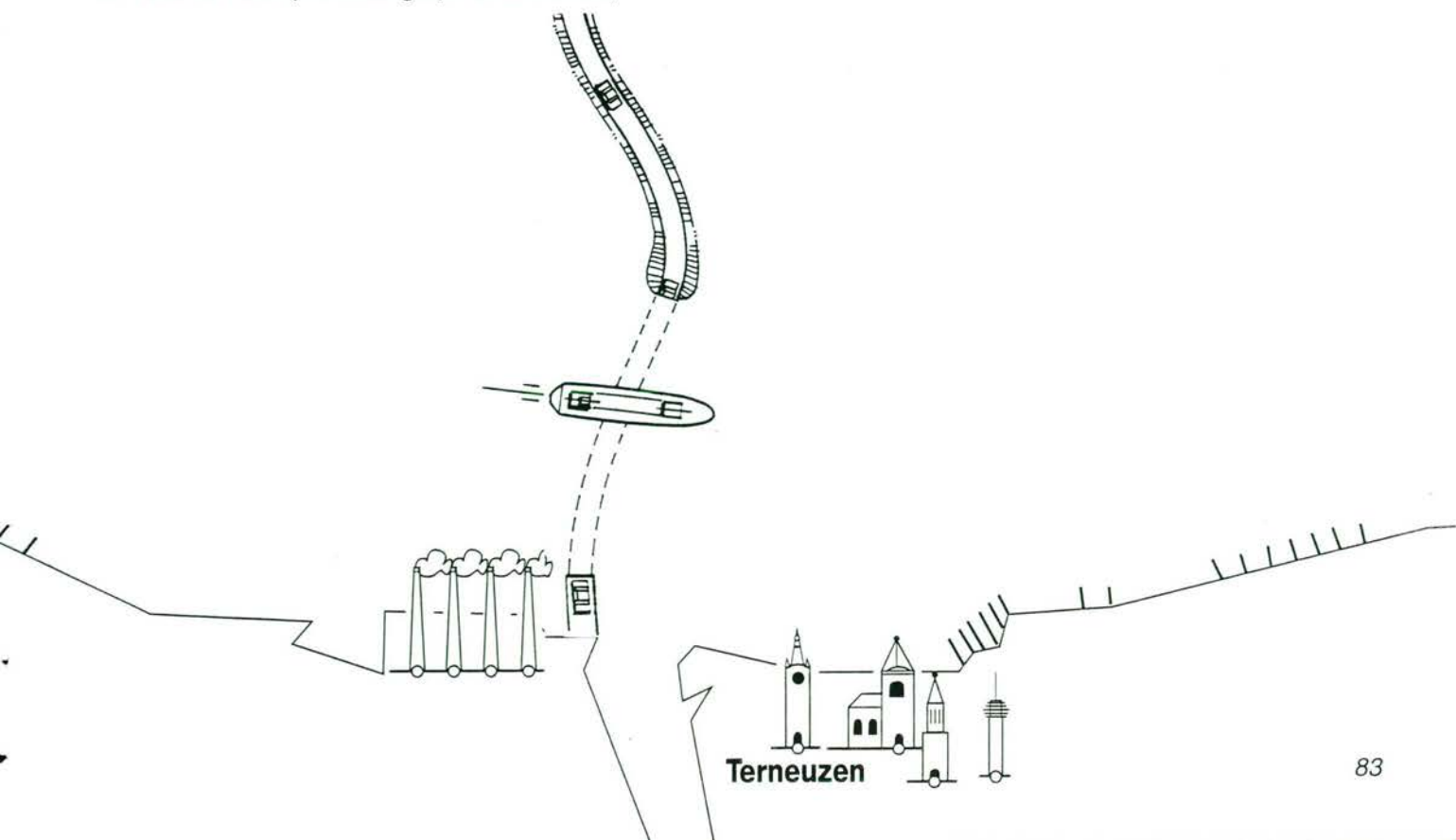


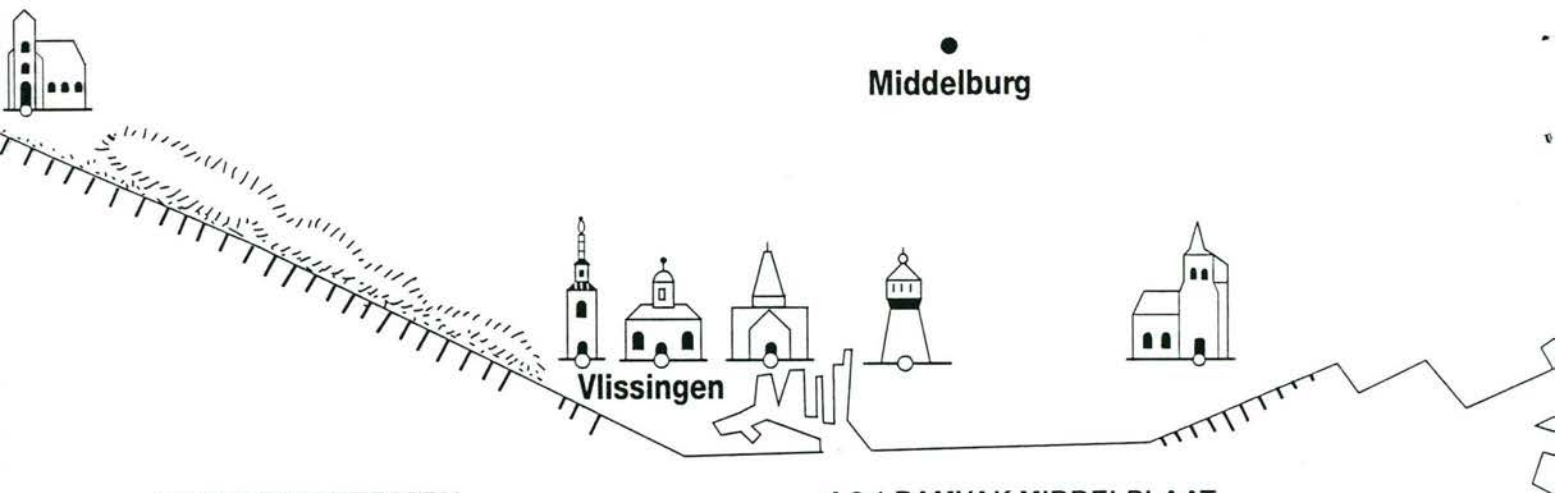


4.2.10 LITERATUUR

Voor de opstelling van de varianten is gebruik gemaakt van onderstaande rapporten, notities etc.

1. Aanvaarproblematiek scheepsstoten
2. N.L.R.-onderzoek voor stalen tuibruggen
3. Literatuurstudie Aërodynamische windhinder op stalen bruggen
4. Haalbaarheid smalle hangbruggen (notitie van R. Daniel)
5. Caissonfundatie/Ankerblokfundatie (notitie van Grondmechanica Delft)
6. Referentie stukken (Morfologie en Hydraulica)
7. Onderzoek verkeersknikken
8. Voorontwerp bodembescherming
9. Blauwe Nota (aanvulling op Groene Nota)





4.3 NATTE WERKEN

4.3.0 INLEIDING

Dit hoofdstuk beschrijft het ontwerp van de natte werken in het tracé. Voor zover onderdelen zijn gerelateerd aan het ontwerp van de brug over de Everingen, wordt uitgegaan van de variant 'enkele hangbrug' (twee pijlers).

Geometrie en constructie van aansluitende dammen en de bodembescherming in de Everingen kunnen bij de andere brugvarianten aanzienlijk afwijken van het hier beschreven ontwerp. Het ontwerp-principe (filosofie, uitgangspunten, berekeningsmethoden en dergelijke) is echter voor alle varianten gelijk.

Bij het geometrische en constructieve ontwerp van de natte werken is uitgegaan van voorlopige hydraulische en grondmechanische gegevens, zoals die op moment van ontwerpen beschikbaar waren. Inmiddels zijn wijzigingen en aanvullingen op deze gegevens beschikbaar gekomen (met name golfcondities en grondmechanische gegevens). De gebruikte gegevens kunnen dus afwijken van de in de nota 'Basisgegevens' gepresenteerde condities.

Verwezen wordt naar de bij het hoofdstuk 'Natte werken' behorende tekeningen (situaties, profielen en details), die als bijlagen zijn bijgevoegd. Hierop is het resultaat van de nu volgende beschrijving van het ontwerp gedetailleerd weergegeven.

4.3.1 DAMVAK MIDDELPLAAT

Inleiding

In de nota 'Randvoorwaarden', hoofdstuk 'Betrouwbaarheidseisen', wordt bij de toedeling van toelaatbare factoren gesteld dat waar de oeververbinding buitendijks ligt en uit een dam bestaat, de overbelastingsfrequentie 1/1.000 per jaar bedraagt.

Voor de kering rond de tunnelinrit op het damvak ligt dit anders. Uitgangspunt is de bereikbaarheid van Zeeuwsch-Vlaanderen *direct na* een superstorm, waarbij het damvak wel flink beschadigd mag zijn, maar de tunnel niet mag zijn volgelopen. De weg op het damvak kan (eventueel provisorisch) snel zijn hersteld; een volgelopen tunnel veroorzaakt een zeer langdurige buitengebruikstelling van de oeververbinding.

De ontwerp-frequentie van de kering rond de tunneltoerit wordt vastgesteld op 1/4.000 per jaar.

Resumerend wordt de ontwerp-frequentie voor het damvak vastgesteld op 1/1.000 per jaar, met uitzondering van het gedeelte rond de tunnelaansluiting, waar een ontwerp-frequentie van 1/4.000 per jaar wordt gehanteerd.

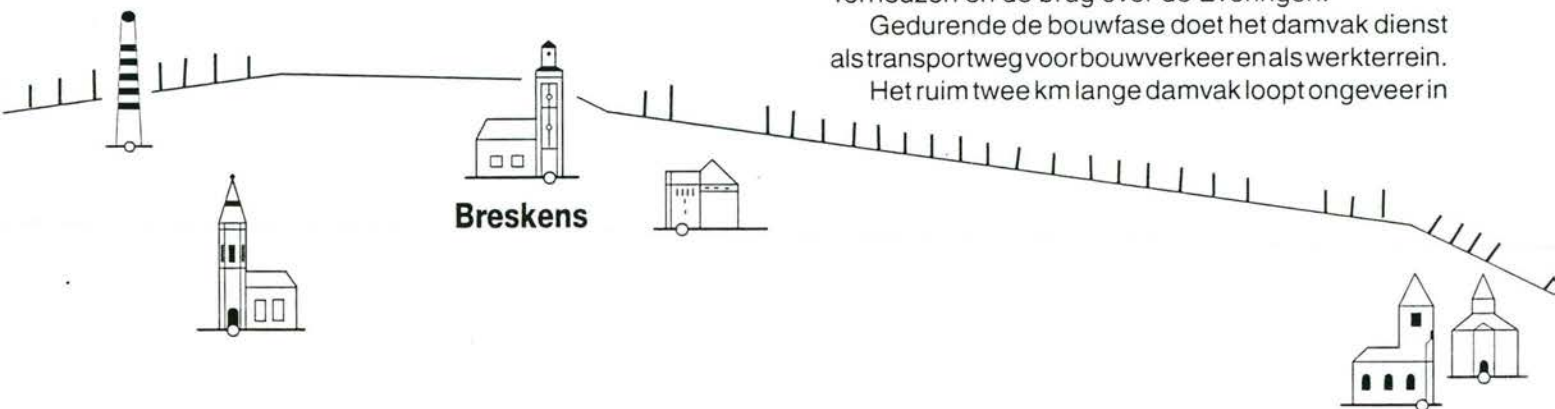
De bijbehorende ontwerpwaterstanden en -golven zijn opgenomen in de nota 'Basisgegevens'.

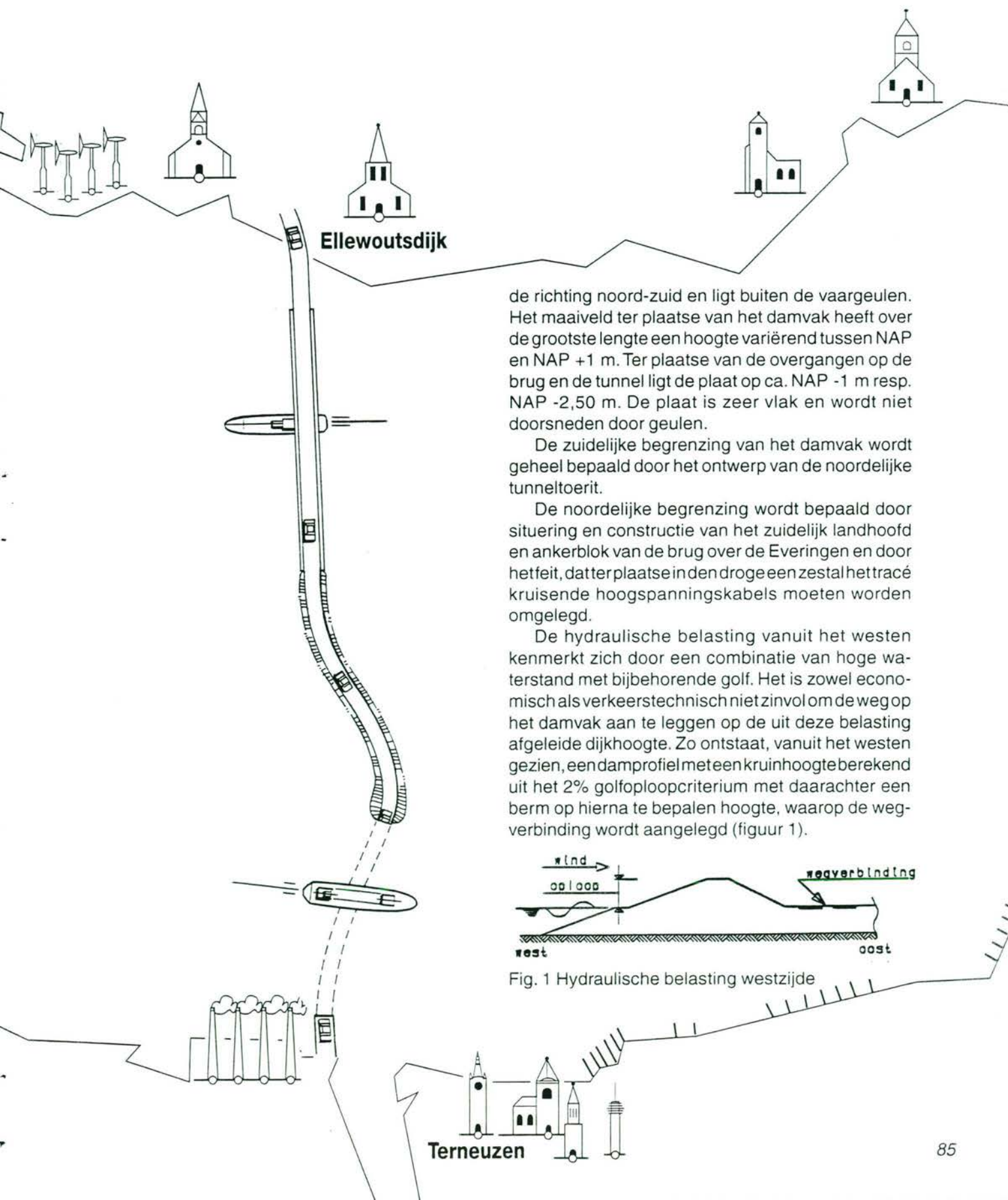
Algemene geometrie damvak

Primair heeft het damvak een verkeersfunctie; het vormt de verbinding tussen de tunnel door de Pas van Terneuzen en de brug over de Everingen.

Gedurende de bouwfase doet het damvak dienst als transportweg voor bouwverkeer en als werkterrein.

Het ruim twee km lange damvak loopt ongeveer in





de richting noord-zuid en ligt buiten de vaargeulen. Het maaiveld ter plaatse van het damvak heeft over de grootste lengte een hoogte variërend tussen NAP en NAP +1 m. Ter plaatse van de overgangen op de brug en de tunnel ligt de plaat op ca. NAP -1 m resp. NAP -2,50 m. De plaat is zeer vlak en wordt niet doorsneden door geulen.

De zuidelijke begrenzing van het damvak wordt geheel bepaald door het ontwerp van de noordelijke tunneltoerit.

De noordelijke begrenzing wordt bepaald door situering en constructie van het zuidelijk landhoofd en ankerblok van de brug over de Everingen en door het feit, dat ter plaatse in den droge een zestal het tracé kruisende hoogspanningskabels moeten worden omgelegd.

De hydraulische belasting vanuit het westen kenmerkt zich door een combinatie van hoge waterstand met bijbehorende golf. Het is zowel economisch als verkeerstechnisch niet zinvol om de weg op het damvak aan te leggen op de uit deze belasting afgeleide dijkhoogte. Zo ontstaat, vanuit het westen gezien, een damprofiel met een kruinhoogte berekend uit het 2% golfoploopcriterium met daarachter een berm op hierna te bepalen hoogte, waarop de wegverbinding wordt aangelegd (figuur 1).

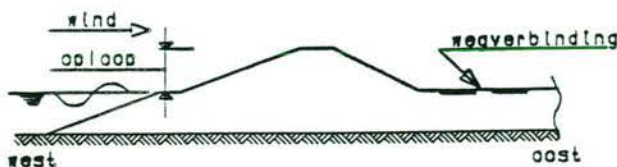
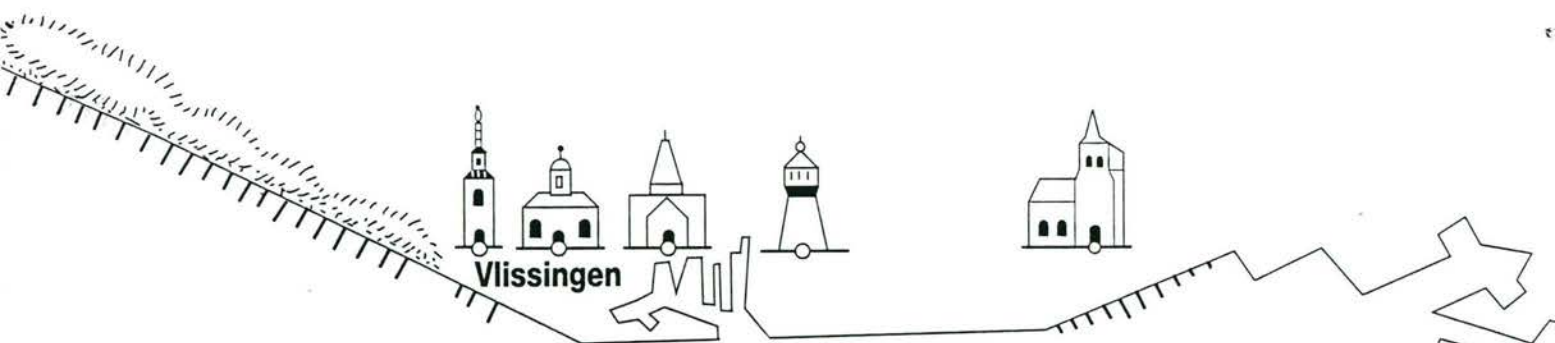


Fig. 1 Hydraulische belasting westzijde

Middelburg



Vanuit het oosten gezien wordt de hydraulische belasting veroorzaakt door hetzij een westelijke wind (hoge waterstand, geen golfbelasting), dan wel een oostelijke wind (lage waterstand, wel golfbelasting) (figuur 2).

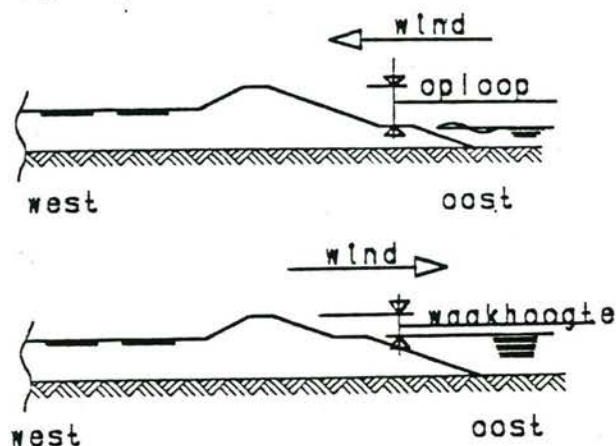
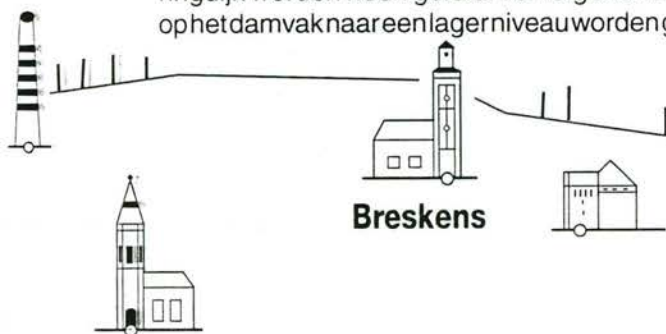


Fig. 2 Hydraulische belasting oostzijde

Vanuit zuidelijke richting sluit de wegverbinding via de tunneltoerit aan op de wegverbinding op het damvak. In de inleiding van dit hoofdstuk is aangegeven dat de ontwerpfrequentie van de kering rond de tunnelinrit arbitrair is vastgesteld op 1/4.000 per jaar (bereikbaarheid Zeeuwsch-Vlaanderen direct na superstorm). De wegverbinding moet dus over deze ringdijk worden heen geleid. Vervolgens kan de weg op het damvak naar een lager niveau worden gebracht,



namelijk op een berm tussen de westelijke en de oostelijke kering (ontwerpfrequentie 1/1.000 per jaar).

Aan de noordzijde van het damvak gaat de weg weer stijgen om over te gaan in de oprit van de brug over de Everingen (figuur 3).

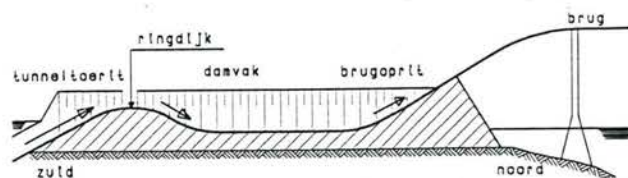


Fig. 3 Lengtedoorsnede damvak

Om verkeerstechnische redenen (geen 'zak' in het verticaal wegalignment tussen tunneltoerit en brug) wordt het wegniveau, zoals bepaald door de hoogte van de ringdijk van de tunnel, doorgezet tot aan de brugoprit (figuur 4).

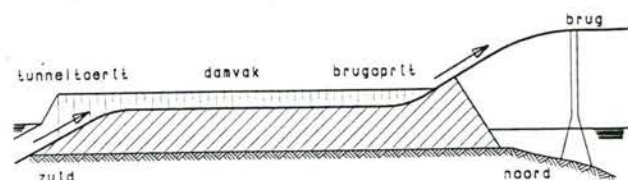
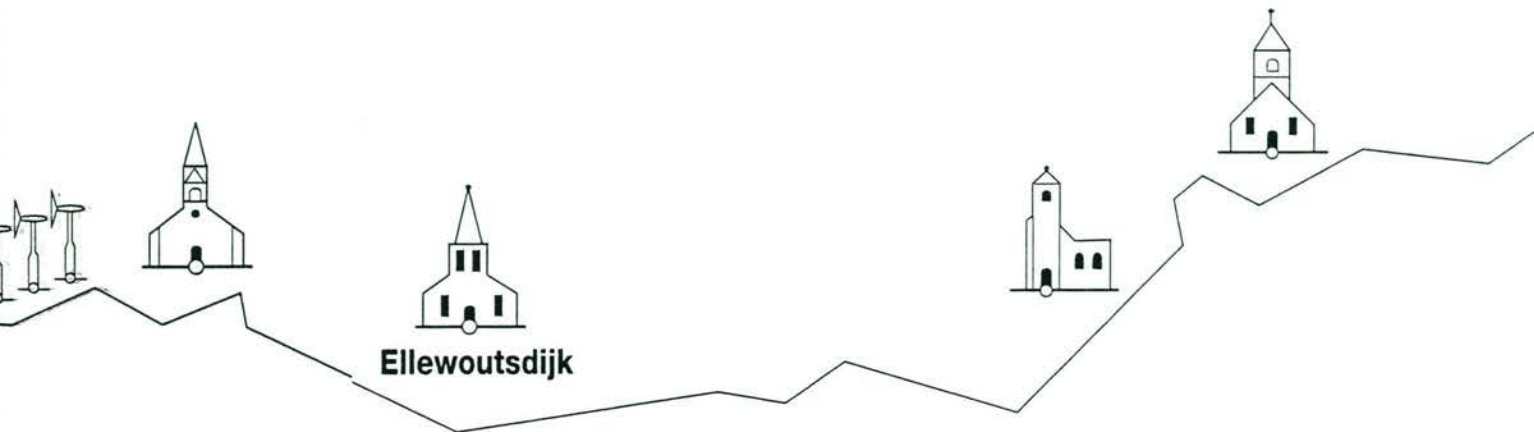


Fig. 4 Lengtedoorsnede damvak

●
Goes



Nu kan een algemeen dwarsprofiel van het damvak worden ontworpen; ergens tussen tunnelinrit en brugoprit. Vervolgens wordt dit zowel in noordelijke als in zuidelijke richting langs het tracé van de wegverbinding over de Middelpaats geschoven. Dit met aanpassing aan plaatselijk geldende ontwerpuitgangspunten en aanwezige maatgevende omstandigheden en belastingen (ontwerpfrequentie, oriëntatie, hoogte maaiveld, constructie tunnel en brug enzovoort). Streefdoel is een zo evenwichtig mogelijk ontwerp qua geometrie, toe te passen materialen en uitvoering.

Algemeen dwarsprofiel

Geometrie

Geometrie van het damlichaam en type en afmetingen van de taludbekleding hangen nauw met elkaar samen.

Toepassen van flauwere taludhellingen leidt tot lagere kruinhoogte en mogelijk een lichtere verdedigingsconstructie, daarentegen tot grotere te verdedigen taludlengtes en mogelijk tot meer daminhoud.

Landschappelijk gezien gaat de voorkeur uit naar een geometrie die zo veel mogelijk overeenkomt met het algemeen gebruikelijk profiel van de dijken langs de Westerschelde.

Een 'algemeen dwarsprofiel' van de hoogwaterkeringen langs de Westerschelde laat zich als volgt karakteriseren:

- buitentalud: 1:3 1/2 à 1:4
- buitenberm: breed 7,50 à 10 m
op niveau maatgevend hoogwater (MHW)
- kruin: breed min. 2,50 m, op niveau bepaald uit het 2% golfploopcriterium
- binnentalud: 1:3
- binnenberm: voorzien van onderhoudsweg
- bekleding: harde constructie op buitentalud tot even onder of tot op de MHW berm; verder kleibekleding, ingezaaid.

Bekledingsconstructies

Een aantal bekledingsconstructies kan in beschouwing worden genomen en onderling vergeleken op sterkte, aanlegkosten, onderhoud, mogelijkheid hergebruik, landschapswaarde en natuurontwikkeling.

a) Klei met grasmat.

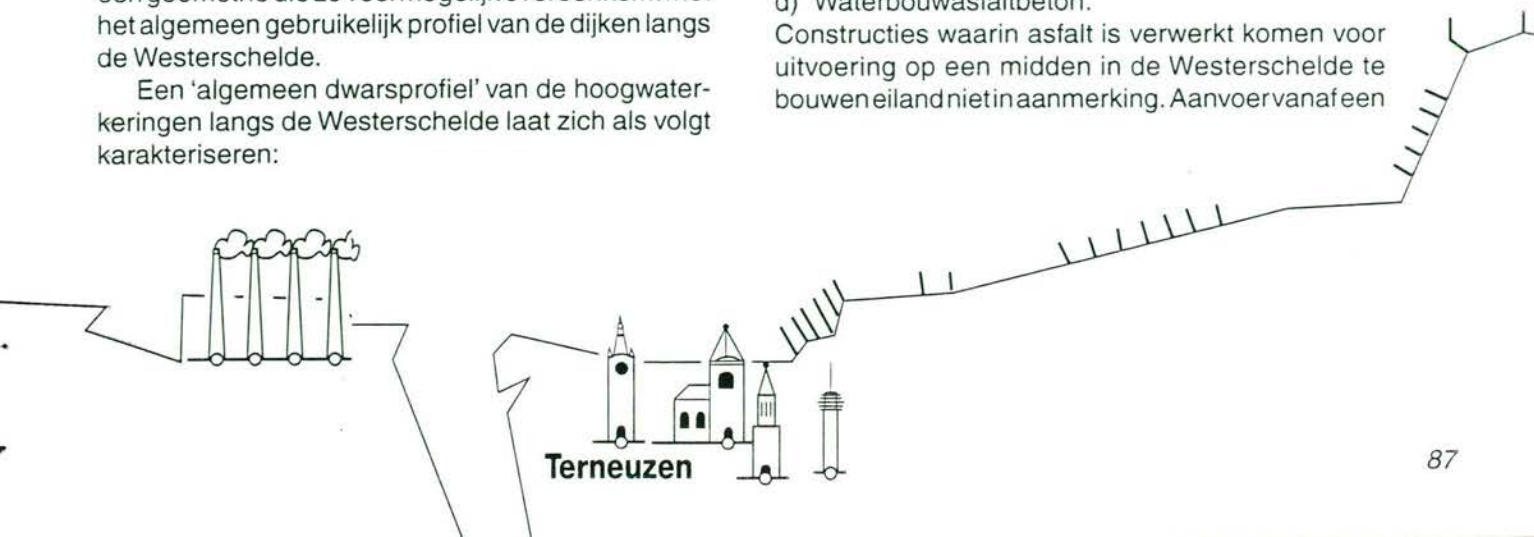
Dit is de gebruikelijke verdediging voor buitenberm en buitentalud, boven MHW en voor kruin en binnentalud.

b) Breuksteen gepenetreerd met gietasfalt of (colloïdaal) beton.

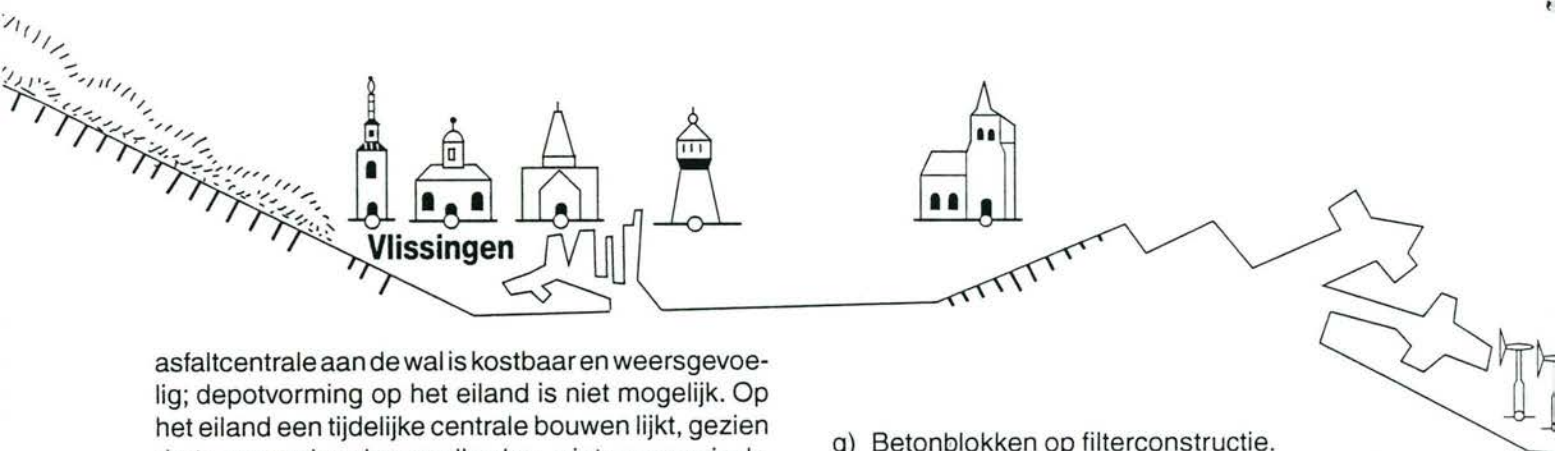
c) Open steenasfalt.

d) Waterbouwasfaltbeton.

Constructies waarin asfalt is verwerkt komen voor uitvoering op een midden in de Westerschelde te bouwen eiland niet in aanmerking. Aanvoervanaf een



Middelburg



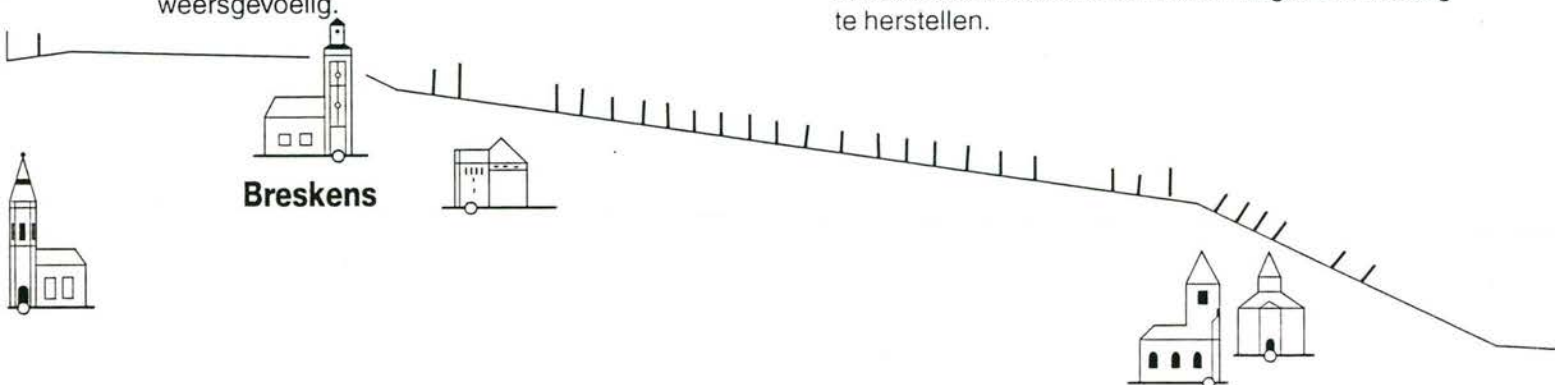
asfaltcentrale aan de wal is kostbaar en weersgevoelig; depotvorming op het eiland is niet mogelijk. Op het eiland een tijdelijke centrale bouwen lijkt, gezien de te verwerken hoeveelheden, niet economisch. Asfaltbekledingsconstructies bieden weinig mogelijkheden voor de ontwikkeling van een gevarieerde flora en fauna en worden algemeen beschouwd als ongunstig voor het milieu. Deze constructies blijven verder buiten beschouwing.

e) Plaatbekleding van colloïdaal beton.

Ontwerp en uitvoering van een plaatbekleding van colloïdaal beton bevinden zich momenteel nog in het experimentele stadium en worden voorlopig buiten beschouwing gelaten.

f) Betonblokken op klei.

Boven de gemiddelde getijzone kunnen deze in principe worden toegepast. Beneden dit niveau is het niet mogelijk een kleilaag goed af te werken en te verdichten. Dit houdt in dat ergens op het talud, boven GHW, een overgangsconstructie moet worden gemaakt. Ervaring leert dat juist bij de overgang van het ene naar het andere type bekleding gemakkelijk schade optreedt. (Zie ook 'Schadecatalogus voor dijkbekledingen' in oktober 1990 uitgebracht door de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat). Een dergelijke overgangsconstructie in de golfzone moet zo mogelijk worden vermeden. Ook aan de kleilaag onder de blokken zijn hoge eisen te stellen, zowel aan het materiaal zelf (samenstelling, vochtgehalte) als aan de verwerking (vlakke afwerking, verdichting). De verwerking van de kleilaag is zeer weersgevoelig.



g) Betonblokken op filterconstructie.

Dit is een veel toegepaste constructie. De blokken worden machinaal gezet. Hergebruik, ook machinaal, is goed mogelijk.

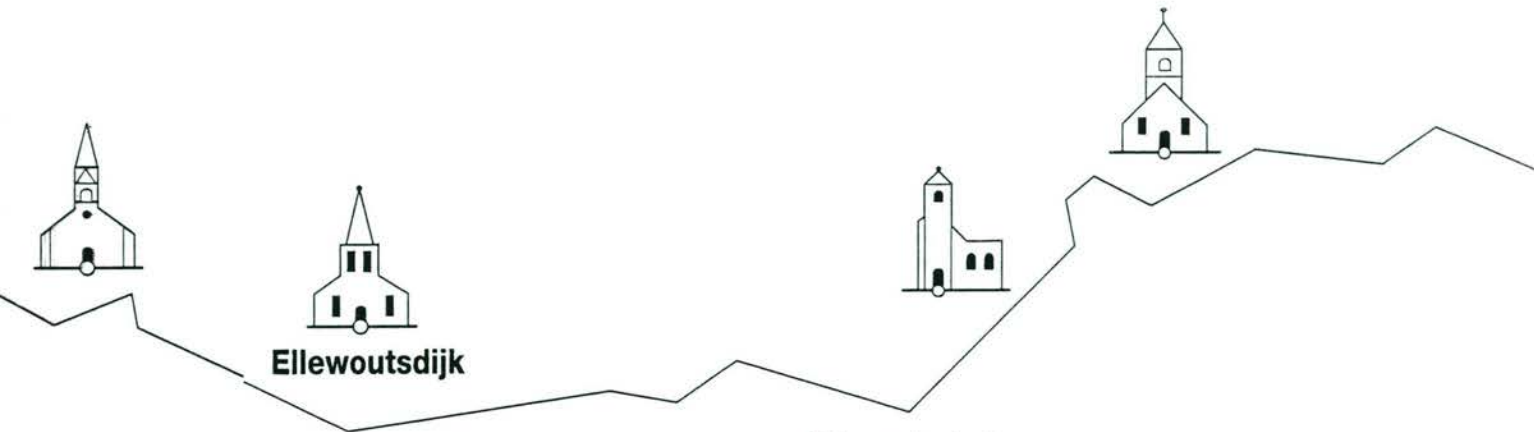
h) Betonzuilen op filterconstructie.

Betonzuilen (polygoonvormig) op filter zijn ontworpen als vervanging van de traditionele basaltzuilen. De constructie ontleent haar sterkte in hoge mate aan een goede vulling van de voegen (klemming). In vergelijking met rechte betonblokken hoeft minder gewicht per m² te worden aangebracht. Het verwerken van betonzuilen is echter duurder, zeker waar dit handmatig moet gebeuren. Machinaal zetten is in principe alleen mogelijk op taluds met rechte lijnen en bovendien evenwijdig aan elkaar lopende teen- en kruinlijnen. Machinaal herzetten van eerder verwerkte zuilen is niet mogelijk.

i) Breuksteen op granulair filter of op geotextiel.

Algemeen wordt een bekleding met breuksteen beschouwd als gunstig voor het milieu. De constructie heeft een onregelmatige oppervlaktestructuur met veel spleten, holten en oneffenheden, waarop en waarin zich flora en fauna kunnen ontwikkelen. Breuksteen is nagenoeg overal en onder alle omstandigheden verwerkbaar en is altijd her te gebruiken (bouwfasen). Het materiaal is op diep water rechtstreeks te verwerken vanuit aanvoerschepen; zowel natte als droge depots zijn eenvoudig in te richten. Lokale schade is snel te onderkennen en vlug en eenvoudig te herstellen.

Goes



Ontwerpprofiel

Bij het hierna volgend ontwerp van het algemeen dwarsprofiel van het damvak Middelpa is uitgegaan van een profiel met buitentaluds van 1:4, een berm op maatgevend hoog water, breed 7,50 m en een harde bekledingsconstructie van breuksteen. Voor alle breuksteensorteringen wordt voorlopig gerekend met een dichtheid van 2650 kg/m³, zodat in eerste instantie zoveel mogelijk potentiële produktieregio's in aanmerking kunnen komen voor levering.

Ter toetsing een aantal variabelen:

- talud 1:3 - 1:5
- betonblokken op klei
- betonblokken op filter
- polygoon betonzuilen op filter.

Door een globale kostenafschatting is de invloed van deze variabelen na te gaan, zodat eventuele aanpassing van het ontwerpprofiel mogelijk is.

Ontwerp kruinhoogte westzijde

De kruinhoogte wordt bepaald aan de hand van het volgende schema.

Ontwerpwatervstand

frequentie 1/1.000	=NAP +5,25 m
Buistoot:	0,05 m
Relatieve zeespiegelrijzing (0,20 m/eeuw)	0,10 m (planperiode damvak is 50 jaar)
Golfoploop:	te berekenen +
	DIJKTAFELHOOGTE
Overhoogte (i.v.m. zetting en klink)	wordt in het werk bepaald +
	AANLEGHOOGTE

De golfoploop wordt bepaald volgens het 2% golfoploopcriterium met de formule:

$Z_{2\%} = 0,7 \times f \times r \times T_p \times \sqrt{g H_s} \tan \alpha$ (Technische Adviescommissie voor de Waterstaat).

Hierin is:

- $Z_{2\%}$ golfoploop die door 2% van het totale aantal golven wordt overschreden
- f ruwheidsfactor in verband met de aard van de talusbekleding
- r reductiefactor voor berm en scheve golfinval

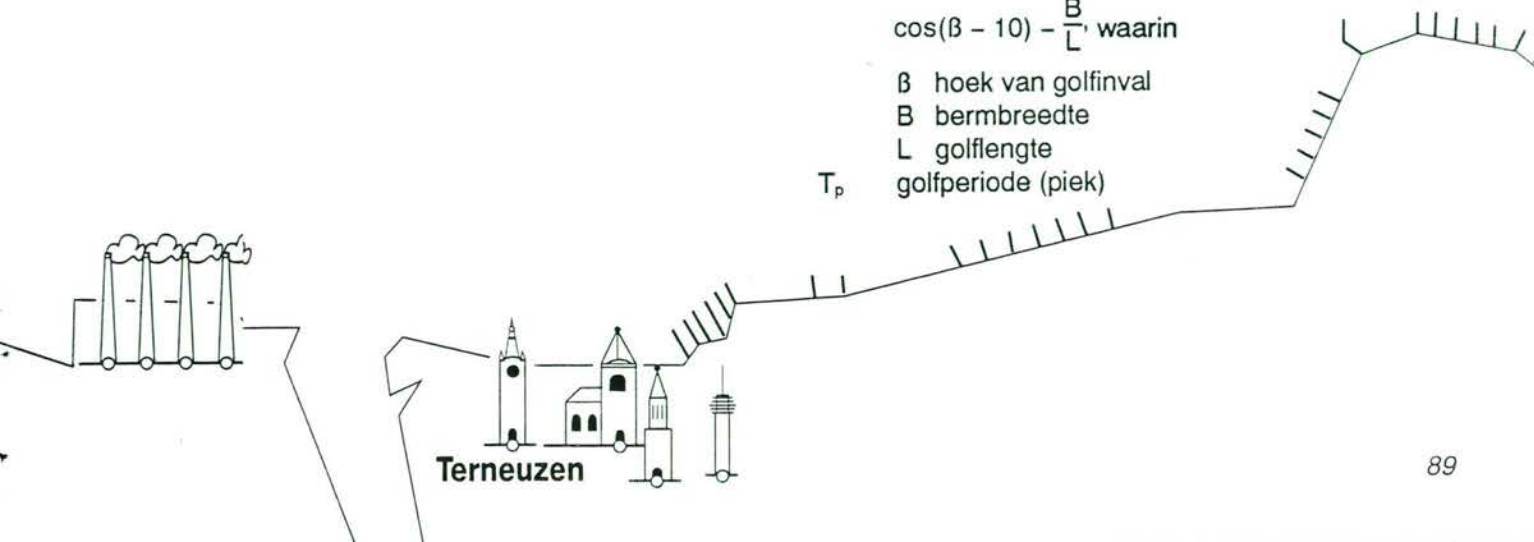
$$\cos(\beta - 10) - \frac{B}{L}, \text{ waarin}$$

β hoek van golfinval

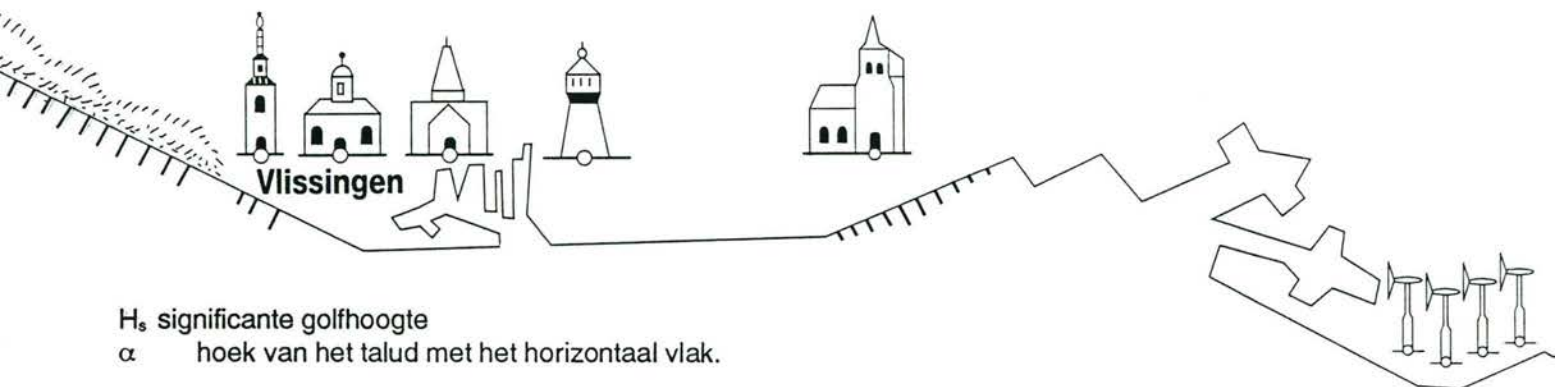
B bermbreedte

L golflengte

T_p golfperiode (piek)



Middelburg



H_s significante golfhoogte

α hoek van het talud met het horizontaal vlak.

Voor het algemene dwarsprofiel van het damvak Middelplaat westzijde wordt van de volgende gegevens uitgegaan:

Talud 1:4

Ontwerpfrequentie = 1/1.000 per jaar

Ontwerpwaterstand = NAP +5,25 m

Ontwerpgolf H_s = 2,35 m

T_p = 5,60 sec

Hieruit volgt een golfoploop van 3,45 m.

De kruinhoogte wordt dan:

Ontwerpwaterstand NAP +5,25 m

Buistoot: 0,05 m

Rel. 0,10 m

zeespiegelrijzing

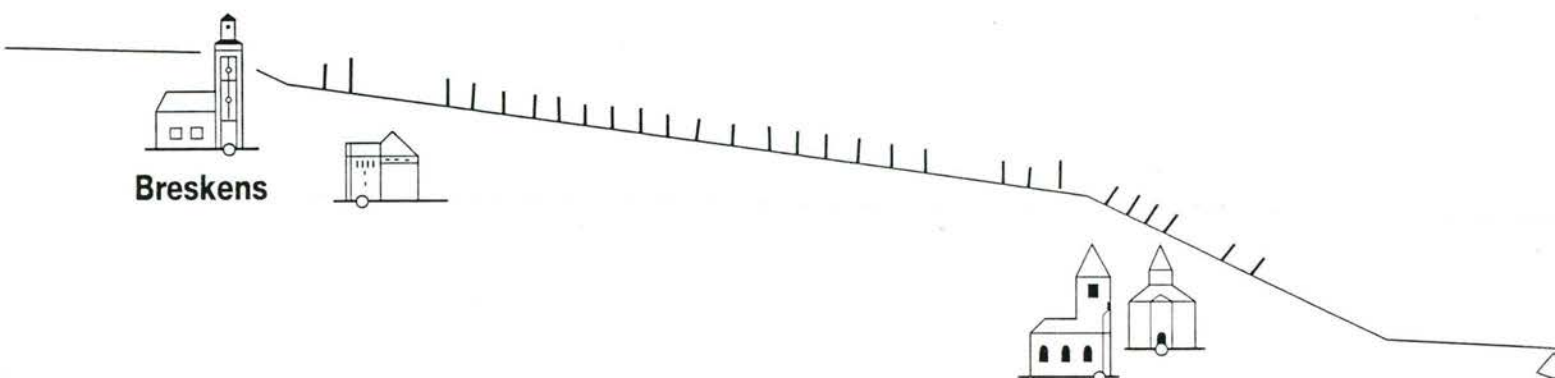
0,15 m

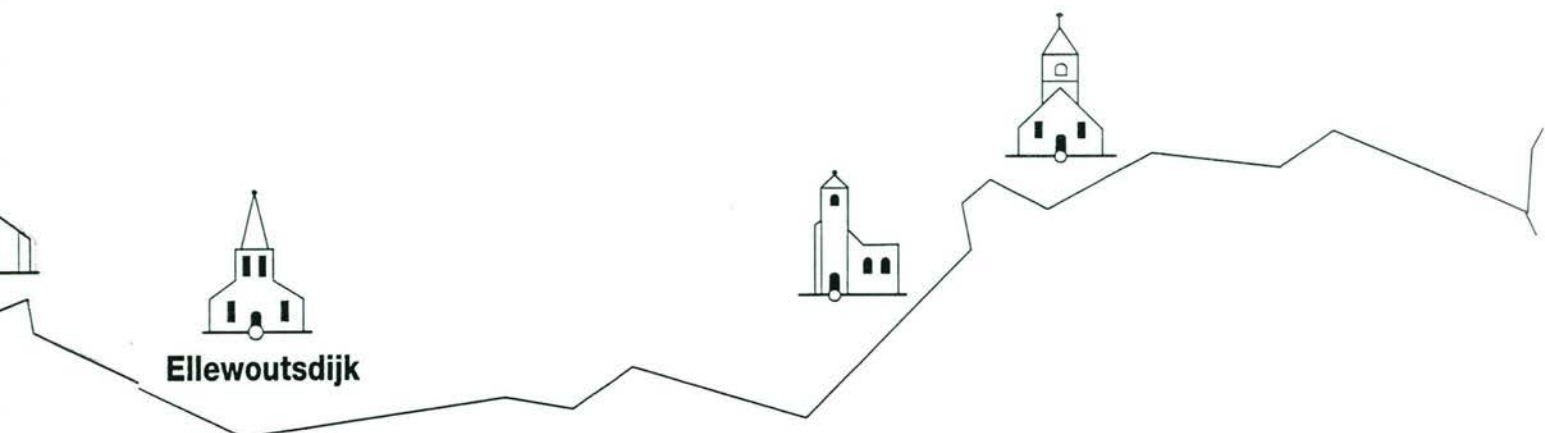
NAP +5,40 m

Golfoploop 3,45 m

Dijktafelhoogte NAP +8,85 m

Bij toepassing van een talud 1:3 resp. 1:5 wordt de dijktafelhoogte 5,40 + 4,58 = NAP +9,98 m resp. 5,40 + 2,75 = NAP +8,15 m.





Ontwerp bekledingsconstructie westzijde

Uitgegaan wordt van de ontwerpgolf die ook is gebruikt voor de berekening van de golfoploop, een talud van 1:4 en een bekledingsconstructie van breuksteen. Voor de berekening van de zwaarte van de constructie wordt de formule van Van de Meer gehanteerd.

$$\frac{H_s}{\Delta D_n} \leq 6,2 \times P^{0,18} \times \left(\frac{S}{\sqrt{N}}\right)^{0,2} \times \frac{1}{\sqrt{\xi}}$$

Waarin:

$H_s = 2,35 \text{ m}$

$$\Delta = \text{rel. dichtheid steen} = \frac{2650 - 1025}{1025} = 1,59$$

D_n = benodigde nominale steendiameter

P = doorlatendheidsfactor = 0,4

S = schadefactor = 2 (geen schade)

N = aantal golven tijdens maatgevende storm
= 5.000 (stormduur 5 à 10 uur)

$$\xi = \text{brekerparameter} = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{H_s/L}}$$

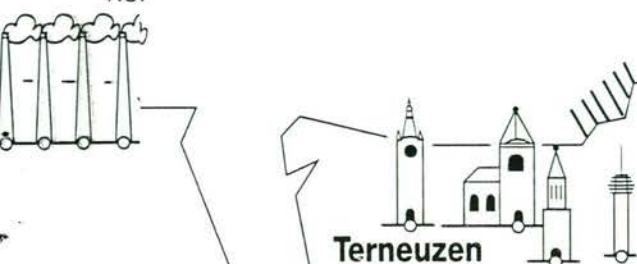
Uit de berekening volgt een benodigde steendiameter D_n van 0,61 m. Toegepast wordt breuksteen 300/1000 kg.

Bij toepassing van een talud 1:3 resp. 1:5 is benodigd een D_n van 0,71 m (sortering 1/3 ton) resp. 0,55 m (sortering 300/1000 kg).

De volgende alternatieven worden nog in beschouwing genomen:

- betonblokken op klei;
- betonblokken op filter
- polygoon betonzuilen op filter;

beide constructies met taludhellingen van 1:3, 1:4 en 1:5.



Voor de berekening van de constructie betonblokken op klei of op filter luidt de formule:

$$\frac{H_s}{\Delta D} \leq \varphi \frac{\cos \alpha}{\xi}$$

Waarin:

$$\Delta = \text{rel. dichtheid beton} = \frac{2300 - 1025}{1025} = 1,24$$

φ = sterktecoëfficiënt

voor klei $\varphi = 5$ à 6

voor filter $\varphi = 3,5$ à 4

Voor de constructie 'betonzuilen op filter' geldt de relatie:

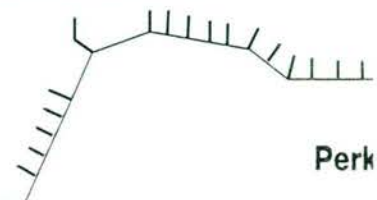
$$\frac{H_s}{\Delta D} \leq \varphi \frac{\cos \alpha}{\xi^{2/3}}$$

$\varphi = 4$ à 6

De resultaten van alle uitgevoerde berekeningen voor de westzijde van het damvak zijn samengevat in tabel 1.

Eerste conclusies:

- Breuksteen: taluds 1:3, 1:4 en 1:5 te verdedigen met standaard sorteringen.
- Betonblokken op klei: alleen talud 1:5 mogelijk, onder toepassing van de maximaal beschikbare standaard dikte.
- Betonblokken op filter: géén standaardblok beschikbaar.



Middelburg



- Betonzuilen op filter:
voor talud 1:3 géén standaard zuil beschikbaar;
op talud 1:4 de maximaal beschikbare zuildikte toepassen, deze zuil kan niet machinaal worden gezet;
voor talud 1:5 standaard dikte beschikbaar, waar mogelijk machinaal te zetten.

De nog overgebleven constructies worden nu, zij het globaal, met elkaar vergeleken op aanlegkosten per m¹ dam, uitgaande van:

- teenconstructie op NAP +0,5 m (ca. MV);
- berm op NAP +5,25 m;
- volledige opbouw van de constructie tot op het zandlichaam;

- toepassing van een teenconstructie (perkoenen + teenschot + betonband) bij betonblokken en -zuilen;
- zowel op talud 1:4 als op 1:5 moet breuksteen 300/1000 kg worden toegepast. Als gevolg van de langere taludlengte zal de constructie op 1:5 per m¹ damvak duurder uitvallen dan de constructie op 1:4. Breuksteen 300/1000 kg op talud 1:5 wordt verder buiten beschouwing gelaten.

De resultaten van de berekeningen zijn in tabel 2 opgenomen.

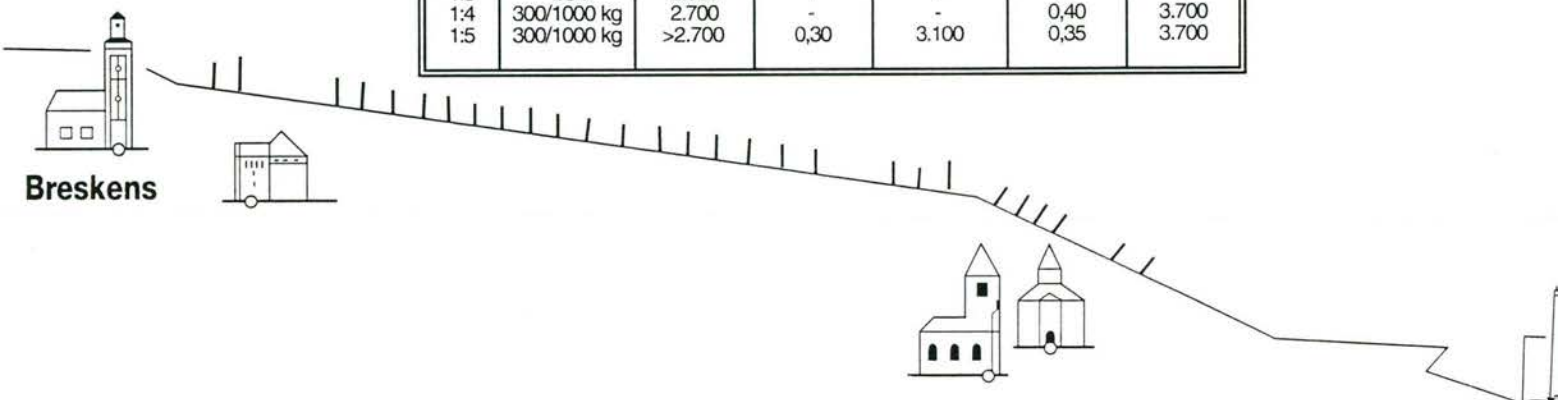
Tabel 1

Helling talud	Breuksteen		Blokken op klei		Blokken op filter		Zuilen op filter	
	D _n (m)	Sortering	d nodig (m)	d standaard (m)	d nodig (m)	d standaard (m)	d nodig (m)	d standaard (m)
1:3	0,71	1/3 t	0,44-0,53	1)	0,67-0,76	1)	0,40-0,60	2)
1:4	0,61	300/1000 kg	0,33-0,39	1)	0,49-0,56	1)	0,33-0,49	0,40
1:5	0,55	300/1000 kg	0,26-0,31	0,30	0,39-0,44	1)	0,28-0,42	0,35

- 1) maximale dikte standaard blok 0,30 m
- 2) maximale dikte standaard zuil 0,40 m
deze zuil is niet machinaal te zetten

Tabel 2

Helling talud	Breuksteen		Blokken op klei		Zuilen op filter	
	Sortering	f/m ¹	d (m)	f/m ¹	d (m)	f/m ¹
1:3	1/3 t	2.800	-	-	-	-
1:4	300/1000 kg	2.700	-	-	0,40	3.700
1:5	300/1000 kg	>2.700	0,30	3.100	0,35	3.700



Goes

Ellewoutsdijk

Conclusies:

- De constructies met breuksteen zijn goedkoper dan constructies met betonblokken of -zuilen.
- De aanlegkosten van de breuksteenconstructies op taluds 1:3 en 1:4 zijn van dezelfde orde van grootte.

Gekozen wordt voor een constructie van breuksteen 300/1000 kg op een talud van 1:4. Tussen de toplaag van breuksteen 300/1000 kg en het zandlichaam moeten nog enige tussenlagen worden aangebracht. Ze doen dienst als filterlaag en (in de tij- en golfzone) als tijdelijke verdedigingsconstructie tijdens de uitvoering.

De bekledingsconstructie van de westzijde van het damvak Middelpaalt ziet er nu als volgt uit:

- talud 1:4 onder de buitenberm: breuksteen 300/1000 kg - 1900 kg/m² (ca. 1,20 m, ca. $1 \frac{1}{2} \cdot D_{50}$) op breuksteen 10/60 kg - 600 kg/m² op geotextiel (ca. 500 gr/m²) met rietmat op mijnsteen 10/125 mm, dik 0,50 m;
- ter plaatse van de buitenberm: een overgangsconstructie van doorgroeiblokken en een non-woven filterdoek tussen klei en granulair materiaal;
- talud 1:4 boven de buitenberm en de kruin: klei dik 0,80 m met grasmat;
- binnentalud 1:3: klei dik 0,60 m met grasmat;
- kreukelberm breed 10 m: breuksteen 60/3000 kg - 1200 kg/m² (ca. 0,75 m) op geotextiel (ca. 500 gr/m²) met rietmat.

Eerder is berekend dat de dijktafelhoogte van de dam bij taluds van 1:4, een westelijke aanval en een ontwerp frequentie van 1/1.000 per jaar minimaal NAP +8,85 m moet bedragen. Voor het voorontwerp zal

worden uitgegaan van NAP +9 m.

Uitgaande van de gekozen bekledingsconstructie en taludhellingen voor de westzijde van het damvak kunnen nu - afhankelijk van de plaatselijke omstandigheden - op andere lokaties van het damvak de bekledingsconstructies en dijktafelhoogten worden ontworpen.

Ontwerp kruinhoogte oostzijde

Zoals onder 'Algemene geometrie damvak' is aangegeven, wordt - vanuit het oosten gezien - de hydraulische belasting veroorzaakt door ofwel een westelijke wind (hogewaterstand, geen golfbelasting) ofwel een oostenwind (lage waterstand, wel golfbelasting).

In dezelfde paragraaf wordt beargumenteerd hoe - om verkeerstechnische redenen - de hoogteligging van de weg op het damvak wordt afgeleid van de hoogte van de kruising over de noordelijke ringdijk van de tunnelinrit, ontworpen met een ontwerp frequentie van 1/4.000 per jaar.

Westelijke wind

Ontwerpwaterstand

(frequentie 1/4000)

Relatieve

zeespiegelrijzing

Waakhoogte

Dijktafelhoogte

NAP +5,65m

0,10m

0,50m

NAP +6,25m

Perkpolder

Terneuzen

Middelburg



De frequentie van 1/4.000 wordt dus gebruikt om de kerende hoogte rond de tunneltoerit te berekenen. Deze hoogte is vervolgens bepalend voor de weghoogte tussen tunneltoeriten brugoprit (zie 'Inleiding' fig. 4). Voor het verdere ontwerp van de oostzijde van het damvak (bekledingsconstructie) kan uiteraard weervan 1/1.000 omstandigheden worden uitgegaan.

Oostelijke wind

Bij oostelijke wind mag worden gerekend met verlaging van waterstanden als gevolg van afwaaiing. Als hoogste waterstand onder deze omstandigheden wordt voorlopig aangehouden een peil van NAP +2,60 m (gemiddeld hoogwater spring).

Volgens de momenteel beschikbare gegevens moet vervolgens worden gerekend met een golf met een H_s van 1,50 m en een periode van 4 à 5 seconden (1/1.000 per jaar). De golfploop, berekend volgens de methode die eerder is uitgewerkt voor het ontwerp van de westzijde van de dam en voor een talud van 1:4 bedraagt hierbij 2,20 m. De dijktafelhoogte laat zich als volgt vaststellen:

Ontwerpwaterstand =	NAP +2,60 m
Buistoot	0,05 m
Relatieve	0,10 m
zeespiegelrijzing	
Golfploop	2,20 m
Dijktafelhoogte	NAP +4,95 m

Gezien de hoge ligging van het MV (NAP +1 m tot NAP +1,50 m) lijkt het niet aannemelijk dat bij een waterstand van ca. NAP +2,50 m zich een golf van 1,50 m zou kunnen ontwikkelen. De dijktafelhoogte van NAP +4,95 m is derhalve te zien als een ruime bovengrens benadering. Dit leidt tot de conclusie dat de dijktafelhoogte hier wordt bepaald door hydraulische omstandigheden onder invloed van een westelijke wind. De marge tussen de twee berekende dijktafelhoogten, NAP +6,25 m resp. NAP +4,95 m, is zodanig ruim, dat een nadere optimalisatie van de ontwerpwaterstand bij oostelijke wind en de daarbij optredende golf deze conclusie niet zal veranderen.

Vanuit het oosten gezien wordt de dijktafelhoogte vastgesteld op NAP +6,25 m.

Ontwerp bekledingsconstructie oostzijde

Voor de westzijde van het damvak is na afweging van alternatieven gekozen voor een bekledingsconstructie van breuksteen, op een talud van 1:4. Voor de oostzijde wordt nu eveneens uitgegaan van een breuksteenconstructie op een talud van 1:4.

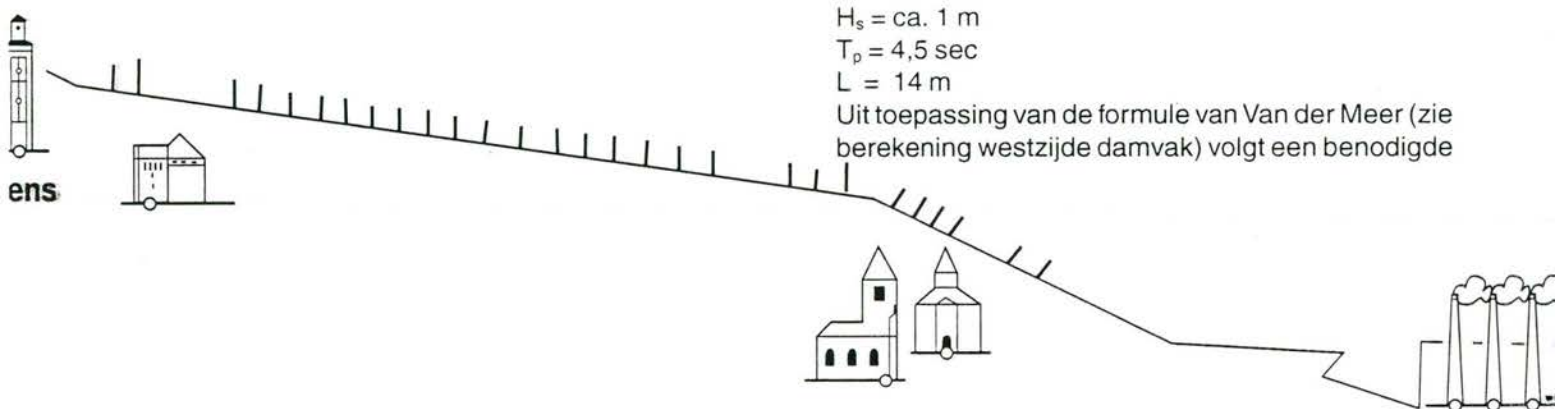
De oostelijke ontwerpgolf voor 1/1.000 omstandigheden in de Pas van Terneuzen en in de Everingen heeft een H_s van 1,50 m. Aangenomen wordt dat bij een waterstand van NAP +2,60 m, door de hoge ligging van de plaat, de volgende golf zich kan ontwikkelen:

$H_s = \text{ca. } 1 \text{ m}$

$T_p = 4,5 \text{ sec}$

$L = 14 \text{ m}$

Uit toepassing van de formule van Van der Meer (zie berekening westzijde damvak) volgt een benodigde





woudsdijk

Ontwerpwaterstand (frequentie 1/4000)	NAP +5,65 m
Buistoot	0,05 m
Relatieve zeespiegelrijzing	0,10 m
Golfoploop	5,20 m
Dijktafelhoogte	NAP +11,00 m

steendiameter D_n van 0,23 m (sortering 10/60 kg).

De bekledingsconstructie van de oostzijde van het damvak Middelplaat ziet er nu als volgt uit:

- talud 1:4 onder buitenberm:
breuksteen 10/60 kg - 800 kg/m² (ca. 0,5 m)
op geotextiel (ca. 500 gr/m²) met rietmat op
mijnsteen 10/125 mm, dik 0,50 m;
- kreukelberm breed 10 m:
als aansluitend talud 1:4, waarbij op het maaiveld
de mijnsteen laag kan worden weggelaten;
- overgangsconstructies en kleibekledingen als aan
de westzijde.

Overgang op tunnel

Kruinhoogte dijk bij tunneltoerit

In paragraaf 4.3.1 is aangegeven dat de ontwerp-frequentie voor het dijkgedeelte rond de tunneltoerit is vastgesteld op 1/4.000 per jaar.

De maatgevende golf uit westelijke richting heeft de volgende karakteristieken:

$H_s = 3$ m

$T_p = 6$ à 7 sec.

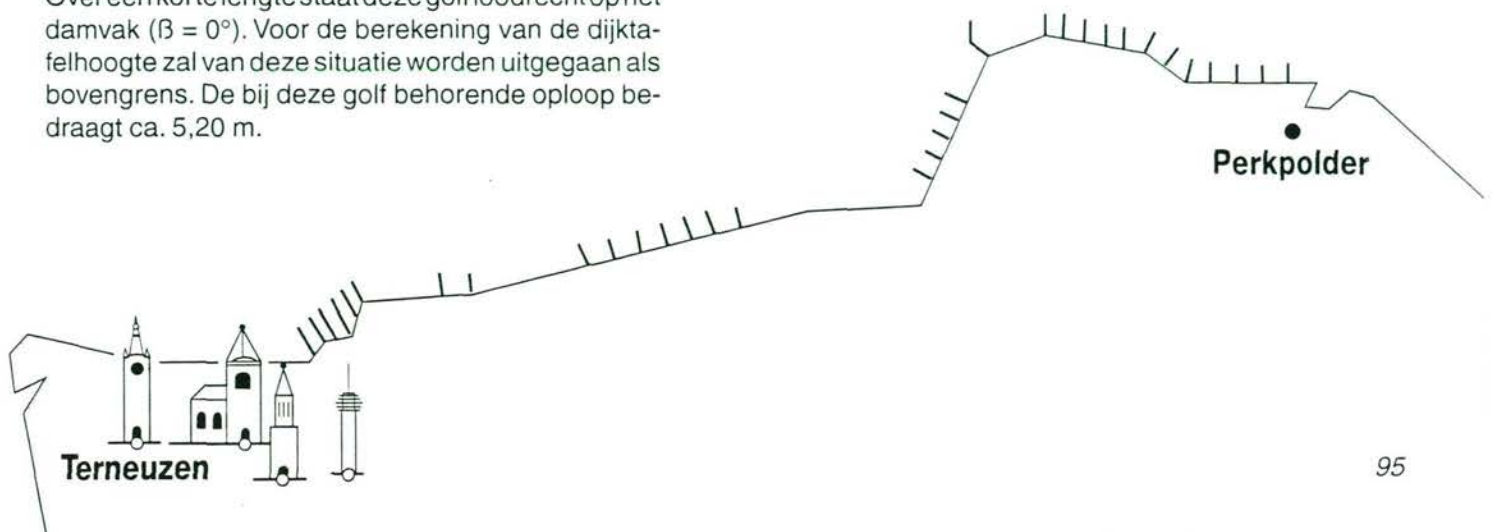
Over een korte lengte staat deze golf loodrecht op het damvak ($\beta = 0^\circ$). Voor de berekening van de dijktafelhoogte zal van deze situatie worden uitgegaan als bovengrens. De bij deze golf behorende oploop bedraagt ca. 5,20 m.

Het verloop van de dijktafelhoogte van west naar oost (NAP +9 m → +11 m → +6,25 m) is op de tekeningen aangegeven.

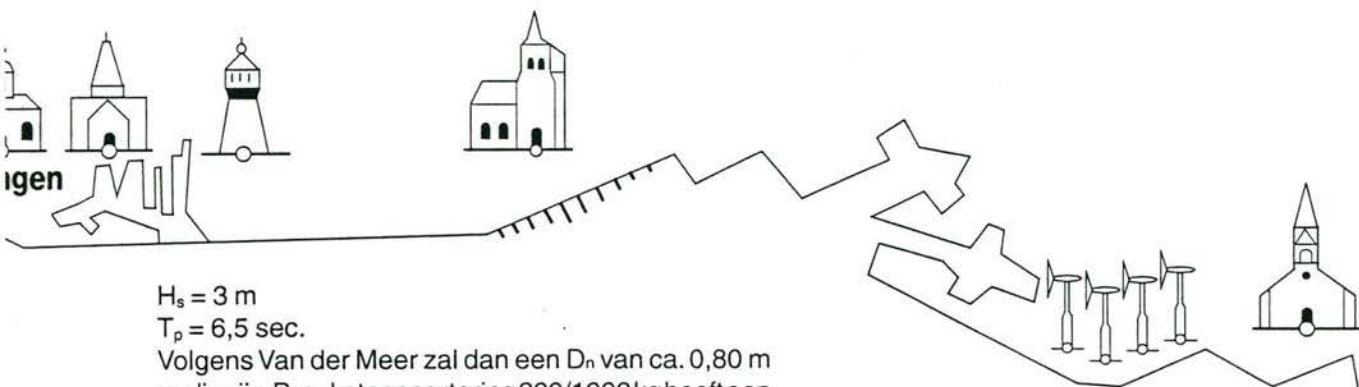
De overgangsconstructie tussen het landgedeelte en het afgezonken gedeelte van de tunnel wordt in de droge gemaakt. Gedurende deze bouwphase wordt een tijdelijke ringdijk aangelegd, die ca. 100 m zuidelijker is gesitueerd dan de definitieve zuidkop van het damvak. Voor deze bouwphase mag worden uitgegaan van een ontwerp-frequentie van 1/500 à 1/1000 per jaar. De kruinhoogte van deze tijdelijke dijk wordt gelijk gehouden aan de hoogte van de westzijde van het damvak, zijnde NAP +9 m.

Bekledingsconstructie bij tunneltoerit

Voor de berekening van de zwaarte van de bekledingsconstructie wordt uitgegaan van de volgende golf uit westelijke richting.



Middelburg



$H_s = 3 \text{ m}$

$T_p = 6,5 \text{ sec.}$

Volgens Van der Meer zal dan een D_n van ca. 0,80 m nodig zijn. Breuksteensortering 300/1000 kg heeft een D_n van 0,60 à 0,65 m; sortering 1/3 ton 0,90 à 0,95 m. De benodigde D_n bevindt zich hier dus tussen in.

Bedacht moet worden dat deze maximale aanval slechts op een klein gedeelte van het beschouwde dijkgedeelte plaats vindt en in de toegepaste formule niet met schade is gerekend ($S = 2$). Daarom wordt het verantwoord geacht om als toplaag een sortering 300/1000 kg toe te passen, waarbij een ruime hoeveelheid (2400 kg/m²) wordt aangebracht.

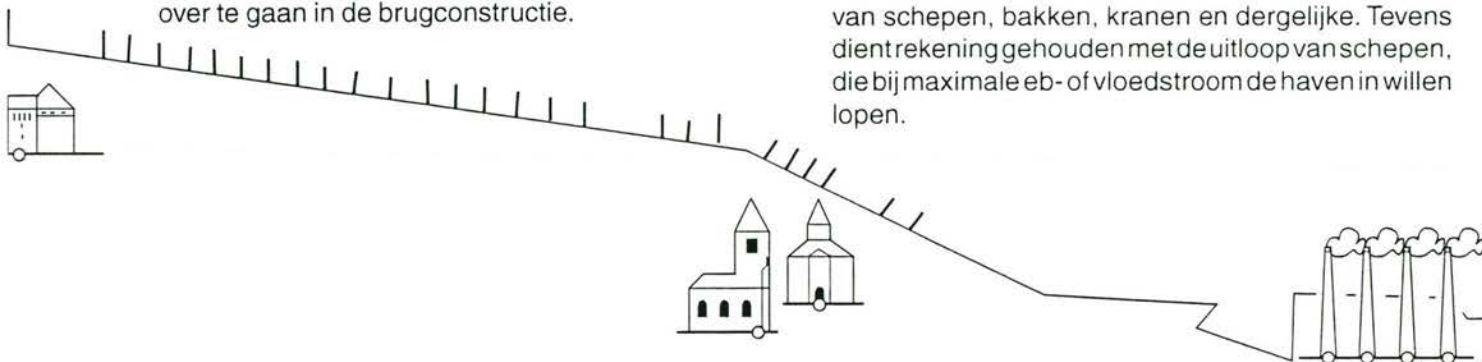
De totale opbouw van de constructie is verder gelijk aan die aan de westzijde van het damvak. Oostwaarts sluit de constructie, via een overgangsgedeelte met een toplaag van breuksteen 60/300 kg, aan op de eerder beschreven constructie breuksteen 10/60 kg aan de oostzijde van het damvak. Dit verloop is op de tekeningen nader aangegeven.

Voor de bouwfase van de tunneltoerit (ontwerpfrequentie 1/500 à 1/1.000) wordt, in verband met hergebruik, gerekend met dezelfde constructie als benodigd voor de eindfase. De na het beëindigen van deze bouwfase vrijkomende breuksteen kan dan rechtstreeks in het definitieve werk worden gebracht.

Overgang op brug

Damprofiel overgang op brug Everingen

Aan de noordzijde van het damvak stijgt het niveau van de weg als brugoprit boven de dijktafelhoogte van NAP +9 m uit, om op een hoogte van ca. NAP +15 m over te gaan in de brugconstructie.



Deze hoogte van ca. NAP +15 m wordt beschouwd als een economisch optimale overgang van het grondlichaam op de brugconstructie.

De bekledingsconstructie van de westzijde van het damvak wordt via de noordelijke beëindiging van het damvak doorgezet en sluit aan de oostzijde aan op de constructies van de daar geprojecteerde werkhaven.

Werkhaven en werkterreinen

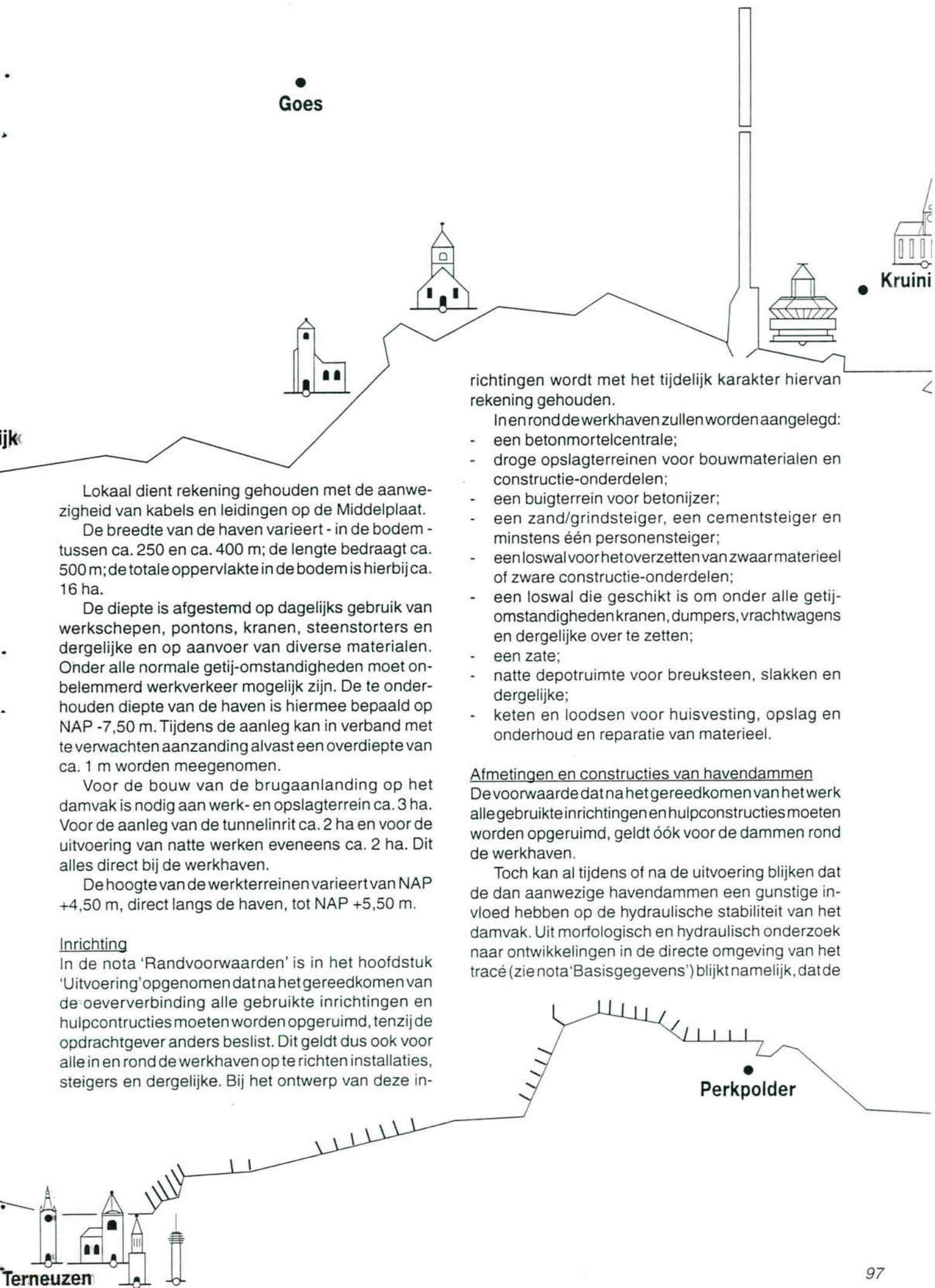
Lokatie

Uitnautische overwegingen is gekozen voor de aanleg van de werkhaven aan de noordzijde van het damvak. De doorgaande scheepvaart in de hoofdvaargeul (de Pas van Terneuzen) en de verkeersafwikkeling bij de voorhaven van Terneuzen ondervindt dan zo min mogelijk hinder door werkvaart. De noordelijke situering vergt bovendien minder baggerwerk - ook in onderhoud - door een gunstiger ligging ten opzichte van diep water.

Een ligging ten oosten van de noordelijke kop van het damvak is het gunstigst voor wat betreft wind en golven.

Afmetingen

De oppervlakte van de werkhaven wordt onder meer bepaald door het gebruik voor overslag materialen, depotvorming, benodigde kadelengetes en overliggen van schepen, bakken, kranen en dergelijke. Tevens dient rekening gehouden met de uitloop van schepen, die bij maximale eb- of vloedstroom de haven in willen lopen.



Goes

Kruini

richtingen wordt met het tijdelijk karakter hiervan rekening gehouden.

In en rond de werkhaven zullen worden aangelegd:

- een betonmortelcentrale;
- droge opslagterreinen voor bouwmaterialen en constructie-onderdelen;
- een buigterrein voor betonijzer;
- een zand/grindsteiger, een cementsteiger en minstens één personensteiger;
- een loswal voor het overzetten van zwaarmaterieel of zware constructie-onderdelen;
- een loswal die geschikt is om onder alle getij-omstandigheden kranen, dumpers, vrachtwagens en dergelijke over te zetten;
- een zate;
- natte depotruimte voor breuksteen, slakken en dergelijke;
- keten en loodsen voor huisvesting, opslag en onderhoud en reparatie van materieel.

Afmetingen en constructies van havendammen

De voorwaarde dat na het gereedkomen van het werk alle gebruikte inrichtingen en hulpconstructies moeten worden opgeruimd, geldt óók voor de dammen rond de werkhaven.

Toch kan al tijdens of na de uitvoering blijken dat de dan aanwezige havendammen een gunstige invloed hebben op de hydraulische stabiliteit van het damvak. Uit morfologisch en hydraulisch onderzoek naar ontwikkelingen in de directe omgeving van het tracé (zie nota 'Basisgegevens') blijkt namelijk, dat de

Lokaal dient rekening gehouden met de aanwezigheid van kabels en leidingen op de Middelpaats.

De breedte van de haven varieert - in de bodem - tussen ca. 250 en ca. 400 m; de lengte bedraagt ca. 500 m; de totale oppervlakte in de bodem is hierbij ca. 16 ha.

De diepte is afgestemd op dagelijks gebruik van werkschepen, pontons, kranen, steenstorters en dergelijke en op aanvoer van diverse materialen. Onder alle normale getij-omstandigheden moet onbelemmerd werkverkeer mogelijk zijn. De te onderhouden diepte van de haven is hiermee bepaald op NAP -7,50 m. Tijdens de aanleg kan in verband met te verwachten aanzanding alvast een overdiepte van ca. 1 m worden meegenomen.

Voor de bouw van de brugaanlanding op het damvak is nodig aan werk- en opslagterrein ca. 3 ha. Voor de aanleg van de tunnelinrit ca. 2 ha en voor de uitvoering van natte werken eveneens ca. 2 ha. Dit alles direct bij de werkhaven.

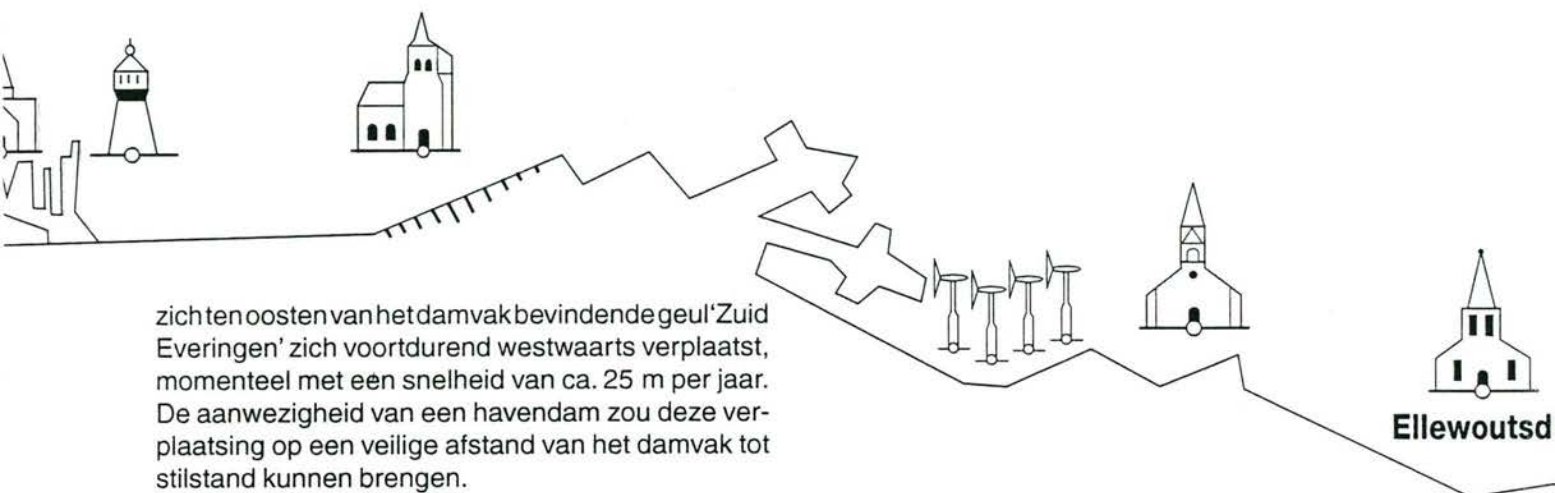
De hoogte van de werkterreinen varieert van NAP +4,50 m, direct langs de haven, tot NAP +5,50 m.

Inrichting

In de nota 'Randvoorwaarden' is in het hoofdstuk 'Uitvoering' opgenomen dat na het gereedkomen van de oeververbinding alle gebruikte inrichtingen en hulpconstructies moeten worden opgeruimd, tenzij de opdrachtgever anders beslist. Dit geldt dus ook voor alle in en rond de werkhaven op te richten installaties, steigers en dergelijke. Bij het ontwerp van deze in-

Perkpolder

Terneuzen



zichten oosten van het damvak bevindende de geul 'Zuid Everingen' zich voortdurend westwaarts verplaatst, momenteel met een snelheid van ca. 25 m per jaar. De aanwezigheid van een havendam zou deze verplaatsing op een veilige afstand van het damvak tot stilstand kunnen brengen.

De havendammen zullen worden opgebouwd uit granulair materiaal. Moeten ze worden opgeruimd, dan kunnen de materialen worden opgenomen en verwerkt in een van de laatste bouwfasen of in een depot voor onderhoud. Krijgende dammen echter ook na de aanleg van het werk een definitieve verdedigende functie, dan laten ze zich eenvoudig aanpassen en eventueel verzwaren.

De hoogte van de havendammen wordt vastgesteld op NAP +5 m. Dit komt overeen met een overschrijdingsfrequentie van ca. 1/500 per jaar. Met betrekking tot golfaanval wordt rekening gehouden met de beschutte ligging ten oosten van de brugoprit. De dammen krijgen een kruinbreedte van 3,50 m en zijn daarmee begaanbaar voor bijvoorbeeld een hydraulische kraan.

Voor de taluds wordt een helling van 1:2 aangehouden.

Het maaiveld ter plaatse varieert tussen NAP en NAP +1 m. Daarop wordt - als kern van de dam - een kade van fosforslakken gestort. Deze slakkenkade wordt bekleed met een laag breuksteen 10/60 kg. De binnentaluds in de haven met 650 kg/m²; de buitentaluds met 800 kg/m².

De taluds onder maaiveld worden gebaggerd onder een helling van 1:4 en tot NAP -4 m verdedigd met 650 kg/m² breuksteen 10/60 kg op een kraagstuk (geotextiel met rietmat en rijshout wiepen). Op de

overgang van verdedigd op onverdedigd talud, op het niveau NAP -4 m, is een onverdedigde platberm voorzien. Deze berm verhoogt enerzijds de stabiliteit van het totale gebaggerde talud en houdt anderzijds, tijdens onderhoudsbaggerwerk, de baggermolen of cutter uit het verdedigde talud.

De koppen van de havenmond worden verdedigd met 1200 kg/m² breuksteen 60/300 kg.

Kabels en leidingen

Het damvak op de Middelplaat kruist een aantal kabel- en leidingbundels van PTT, DELTAN (Delta Nutsbedrijven) en DOW-Benelux.

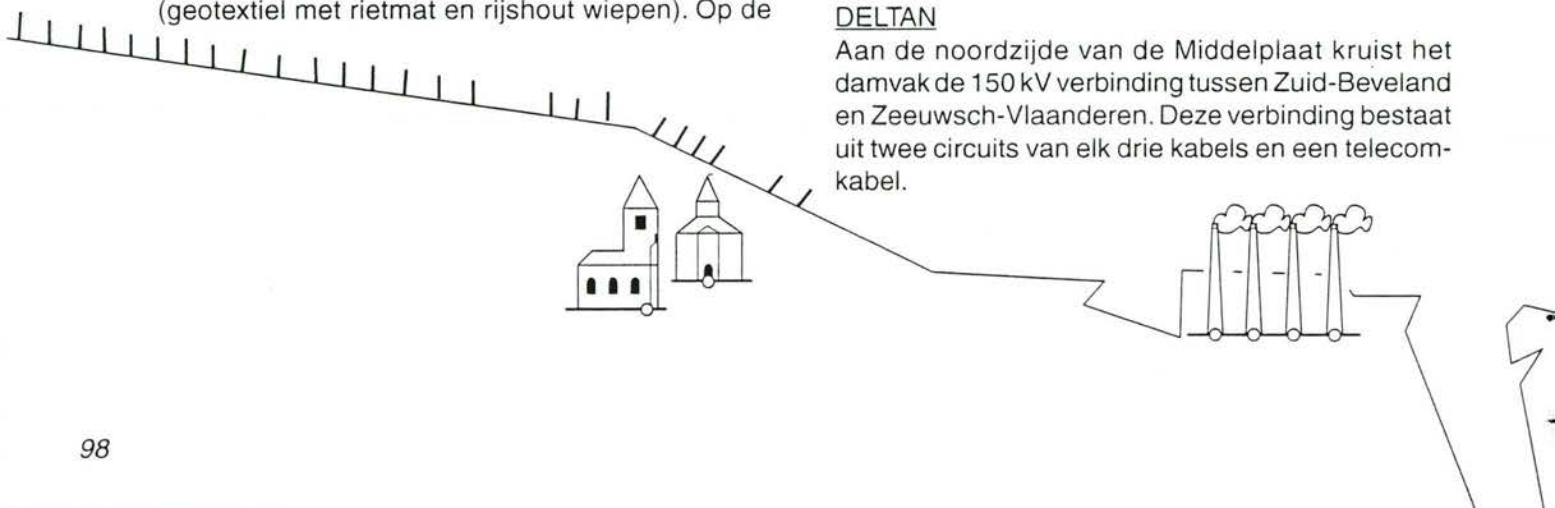
Tijdens het werk zullen beschermende maatregelen en voorzieningen moeten worden uitgevoerd. Ook na de aanleg van de natte werken moet rekening worden gehouden met de invloed van de dan uitgevoerde werken op de ongestoorde ligging van de leidingen. Hiertoe zullen aanvullende bestortingen nodig zijn.

PTT

De PTT-kabels, die het damvak en de werkhaven kruisen, zijn niet meer in bedrijf. De kabels moeten per plaatse van de uit te voeren werken worden opgeruimd en ter beschikking van de PTT gesteld.

DELTAN

Aan de noordzijde van de Middelplaat kruist het damvak de 150 kV verbinding tussen Zuid-Beveland en Zeeuwsch-Vlaanderen. Deze verbinding bestaat uit twee circuits van elk drie kabels en een telecom-kabel.



Goes

Kruiningen

ontmoetingspunt in het oorspronkelijk kabeltracé.

De omlegging veroorzaakt een verlenging van het kabeltracé van 300 à 400 m, waarvoor nieuwe kabel gelegd dient te worden.

De verbinding vormt de hoofdstroomvoorziening van Zeeuwsch-Vlaanderen. De kabels zijn stug, hebben een grote buigstraal en zijn zeer gevoelig voor zettingen. De voorkeur gaat er naar uit om vóór de start van de uitvoering van damvak en brug de kabels om te leggen tot buiten het grondlichaam van het damvak. De kruising wordt aldus uitgevoerd ten noorden van het damvak op de rand van de plaat, tussen damkop en brugpijler.

De kabels zijn destijds speciaal voor de Westerschelde ontworpen en gefabriceerd, waarbij géén rekening is gehouden met eventuele verleggingen. De omlegging zal moeten worden uitgevoerd onder zodanige condities, dat tijdens de uitvoering hiervan steeds visuele controle op eventuele beschadigingen mogelijk is.

Het tracé van de omlegging wordt vastgesteld ter plaatse van de actuele lijn van NAP -2 m op de noordrand van de Middelpaalt. De totale breedte van de kabelbundel bedraagt ca. 5 m, terwijl aan weerszijden een werkstrook van 25 m wordt vrijgehouden. Dit resulteert in een effectieve leidingstrook van ca. 55 m. Een en ander betekent dat de tracering van de om te leggen kabel mede bepalend is voor de situatie van de beëindiging van het damvak en de overgang op de brug. Bij definitief ontwerp en uitvoering zal moeten worden rekening gehouden met de hoogteligging van de plaat op dat moment.

Ten westen van het damvak loopt de omgelegde kabelstrook op een afstand van ca. 50 m van - en evenwijdig aan - de teen van het damvak, tot het

DOW

Halverwege de Middelpaalt vindt een kruising plaats met een tweetal DOW-transportleidingen.

De nota 'Tracébeschrijving' geeft aan dat het tracé van het damvak zodanig is bepaald dat de oeververbinding de DOW leidingen kruist op de hoge Middelpaalt. Met het damvak dus, en niet in de Pas van Terneuzen, met de tunnel. Binnen de eisen gesteld aan het horizontaal alignement van de wegverbinding op het damvak wordt de kruising zo haaks mogelijk uitgevoerd.

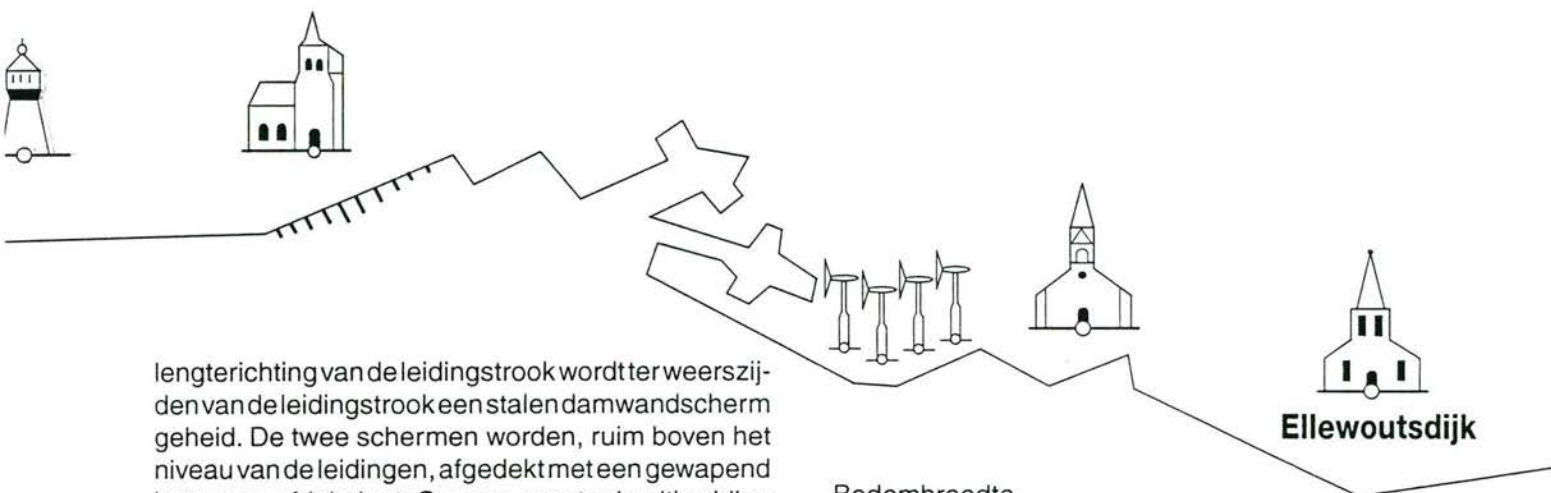
Deze transportleidingen hebben elk een diameter van 6" en liggen ter plaatse van de uitvoeren kruising op een onderlinge afstand van ca. 0,50 m h.o.h.

Aangezien de leidingen niet bestand zijn tegen de gevolgen van ongelijke zettingen zal de kruising moeten worden uitgevoerd met een zettingsvrij gefundeerde leidingkoker of met een overkluizing. Na een nog uit te voeren optimalisering kan - afhankelijk van definitief tracé en geometrie van het damvak en overleg met de leidingbeheerder - het type kruising worden gekozen.

Voorlopig wordt voor het voorontwerp uitgegaan van een overkluizing van de leidingen. Deze kan als volgt worden uitgevoerd.

Ter plaatse van het te maken damlichaam en in

Perkpolder



lengterichting van de leidingstrook wordt ter weerszijden van de leidingstrook een stalen damwandscherm geheid. De twee schermen worden, ruim boven het niveau van de leidingen, afgedekt met een gewapend betonnen afdekplaat. Om een eventuele uitbreiding van het aantal leidingen niet te blokkeren worden de damwandschermen op een onderlinge afstand van 3 à 4 m geplaatst. De inheidiepte van de damwandschermen moet nader worden bepaald aan de hand van de geometrie en de constructie van het damvak ter plaatse en de bodemgesteldheid.

Voorkomen moet worden dat in de lengterichting van deze hydraulisch open bak waterstroming ontstaat, waardoor zanduitspoelingen zouden kunnen optreden. Hiertoe worden de kopeinden van de overkluizing ook met damwand afgesloten. De doorvoering van de leidingen door deze kopwanden gebeurt met flexibele manchetten.

4.3.2 TUNNELTRACE PAS VAN TERNEUZEN

Ontgraving tunnelsleuf

Inleiding

De afmetingen van de tunnelsleuf - bodembreedte, ontgravingsdiepte, horizontaal en verticaal alignement - worden in eerste instantie bepaald door het in hoofdstuk 4.1 beschreven ontwerp van de tunnel.

De uiteindelijke vorm van de sleuf, met name de helling van de te baggeren taluds, wordt bepaald door de geologische bodemgesteldheid van het betreffende gebied.

Bodembreedte

De uitwendige breedte van de tunnelelementen bedraagt 22,95 m. Uitgaande van ervaring met vergelijkbare projecten wordt ter weerszijden van de elementen een strook van ruim 7 m aangehouden, tot de teen van het zijtalud van de sleuf. Afgerond wordt de breedte in de bodem vastgesteld op 37,50 m.

Ontgravingsdiepte

Als ontgravingsdiepte van de bodem van de zinksleuf wordt aangehouden een niveau van 1 m beneden de onderkant van de tunnelelementen. Het diepste punt van de sleuf, ongeveer halverwege de Pas van Terneuzen, ligt op ca. NAP -41 m.

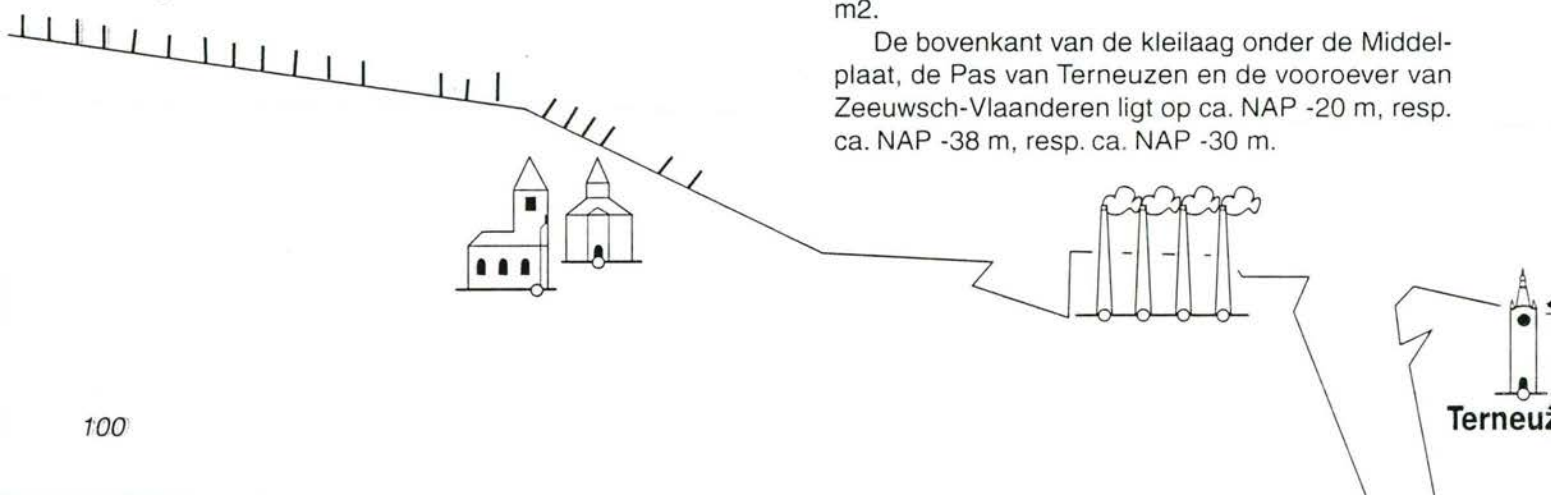
Taluds

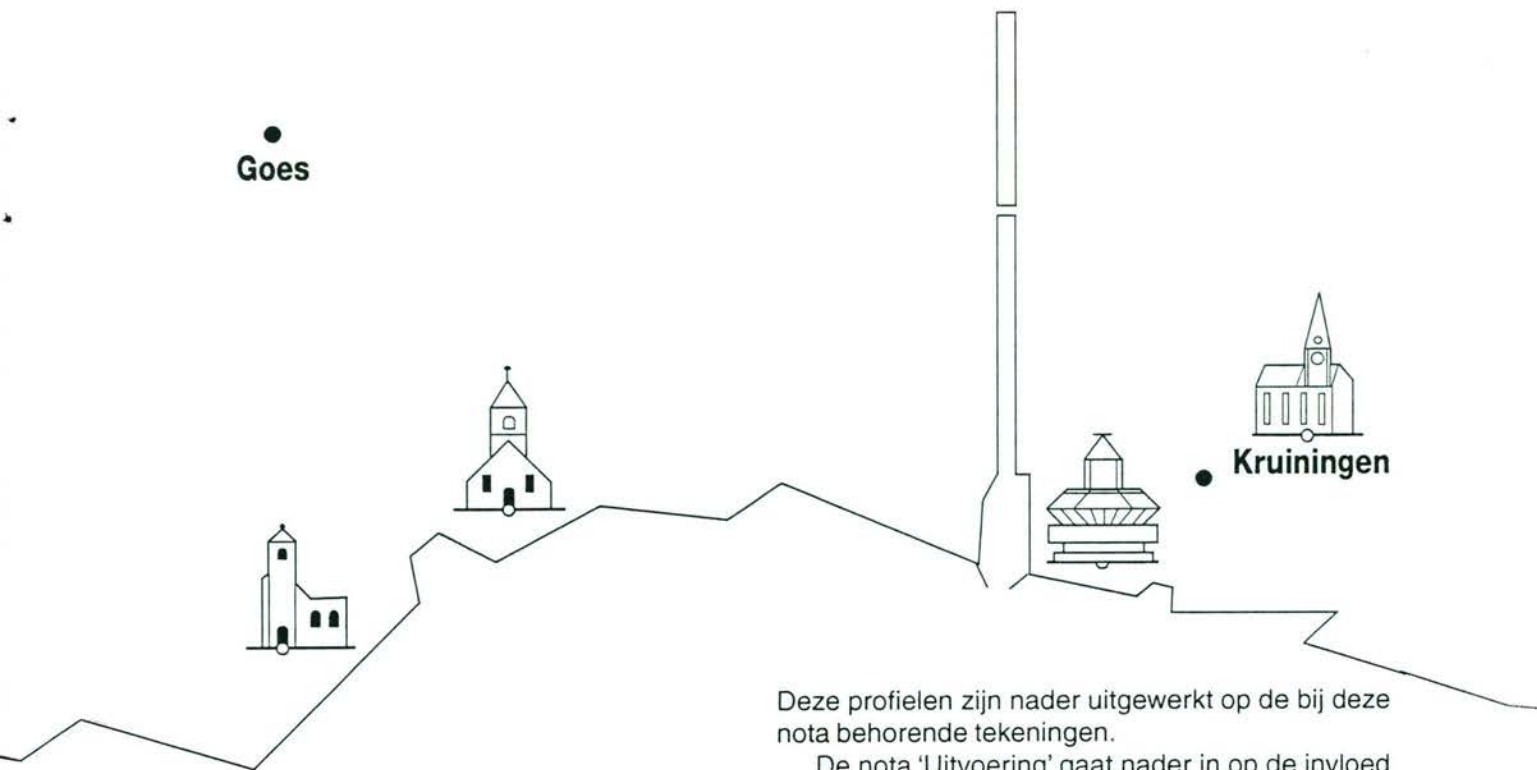
De geologische bodemgesteldheid van de Pas van Terneuzen is uitvoerig beschreven in de nota 'Basisgegevens'.

Bepalend voor het ontwerp van de vorm van de tunnelsleuf - en in zeer belangrijke mate ook voor de uitvoering - is de aanwezigheid van een laag zgn. *Boomse klei* in de ondergrond en het feit dat beide oevers van de Pas van Terneuzen zettingsvloeiingsgevoelig zijn.

Boomse klei is een Rupeliene afzetting en wordt beschreven als een stevige, taaie, groene soms zandige klei, met een conusweerstand van 4 à 5 MN/m².

De bovenkant van de kleilaag onder de Middelplaat, de Pas van Terneuzen en de vooroever van Zeeuwsch-Vlaanderen ligt op ca. NAP -20 m, resp. ca. NAP -38 m, resp. ca. NAP -30 m.





De dikte van de kleilaag wordt ter plaatse van het tunneltracé geschat op minimaal ca. 20 m. De Boomse klei is afgedekt met afzettingen van los gepakt jong zeezand. Ter plaatse van de noordelijke tunneloprit, op de rand van de Middelpaas, bedraagt de dikte van dit zandpakket momenteel 15 à 20 m. Deze plaatrand heeft over een groot gedeelte een helling van ca. 1:8 over een hoogte van vaak meer dan 7 m, en is zeer zettingsvloei gevoelig.

In het diepste gedeelte van de Pas van Terneuzen bedraagt de dikte van het zandpakket 2 à 5 m, ter plaatse van de vooroever van Zeeuwsch-Vlaanderen toenemend tot ca. 30 m. Ook deze vooroever met een taludhelling van ca. 1:5 is zeer zettingsvloei gevoelig. Om verdere versteiling tegen te gaan, en zettingsvloeiingen te voorkomen is deze oever vastgelegd met zinkstukken en bestortingen.

In grote lijnen kunnen nu - langs het tracé gaande van noord naar zuid - enige karakteristieke dwarsprofielen van de tunnelsleuf worden vastgesteld, met daarin te ontgraven:

- een zandpakket dik ca. 20 m;
- een zandpakket dik ruim 15 m en een kleilaag dik ca. 7,50 m;
- een zandlaag dik ca. 8 m en een kleilaag dik ca. 3 m;
- een zandlaag dik 4 à 5 m;
- een zandpakket dik 25 tot 30 m.

Deze profielen zijn nader uitgewerkt op de bij deze nota behorende tekeningen.

De nota 'Uitvoering' gaat nader in op de invloed van het zettingsvloei gevoelige zand en de aanwezigheid van de Boomse klei op de ontgraving van de zinksleuf. De voorontwerpnota geeft alleen het ontwerp van de uiteindelijke eindsituatie weer.

Grondmechanica Delft heeft onderzoek gedaan naar de stabiliteit van de te maken taluds in zand en in klei. Daarbij is ook gekeken naar recent uitgevoerd werk in de Braakmanhaven, in de onmiddellijke omgeving van het tunneltracé. Daar zijn onderwatertaluds gemaakt tot een helling van 1:6, tot NAP -15 m.

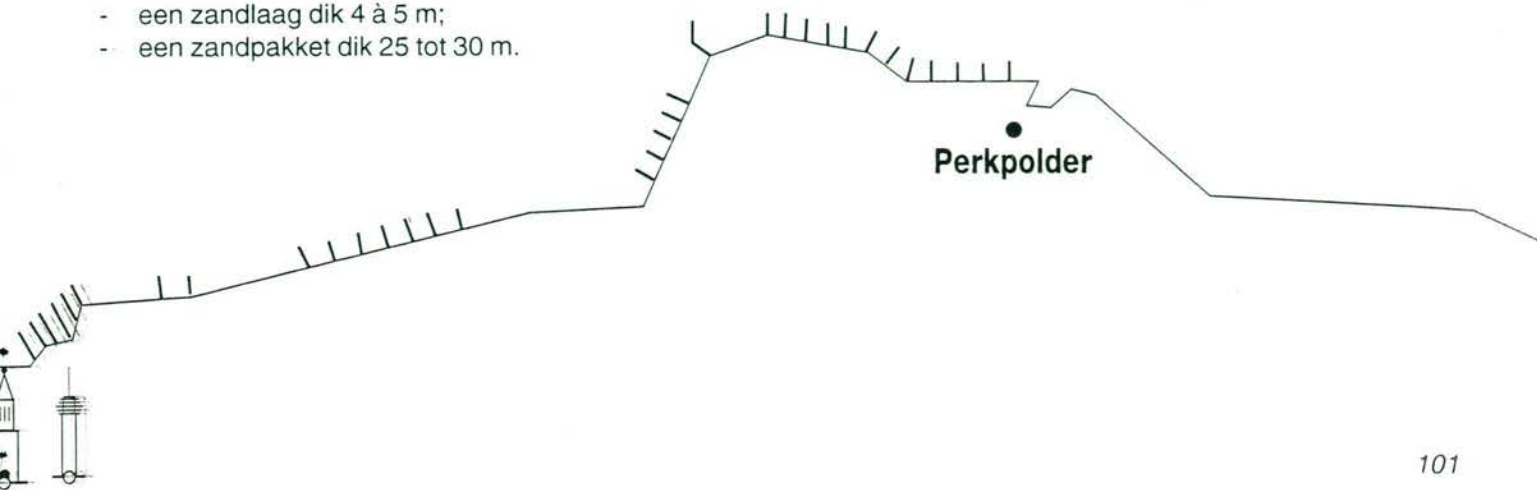
Vanaf NAP -15 m wordt ter plaatse van het tunneltracé het zand weervaster gepakt, zodat doorgaan onder hetzelfde talud haalbaar lijkt.

Voor het talud in zand zal voor de tunnelsleuf worden uitgegaan van een helling van 1:7.

Bij de uitvoering van de Liefkenshoek tunnel te Antwerpen zijn de ϕ en c waarden van de Boomse klei bepaald. Daar de schuifweerstand van de klei na ontgraven binnen ca. 50 dagen belangrijk achteruit kan gaan, is door Grondmechanica veiligheidshalve gerekend met $\phi = 22^\circ$ en $c = 4 \text{ kN/m}^2$.

Een onderwatertalud in de Boomse klei onder 1:2 is volgens glijcirkelberekeningen haalbaar.

Het ontgraven van zand en klei zal gefaseerd en met verschillend materieel moeten gebeuren. Het zand zal in een eerste fase worden gezogen, de klei





in een latere fase geknepen.

Uitvoeringstechnische redenen maken het noodzakelijk om op het scheidingsvlak zand/klei een platberm aan te leggen. De aanwezigheid ervan voorkomt tevens dat bij toch plaatselijk optredende - relatief geringe - instabiliteiten van het zandtalud boven de kleilaag, zand op de bodem van de tunnelsleuf loopt. 'Gevoelsmatig' wordt voor de breedte van de berm 15 m aangehouden.

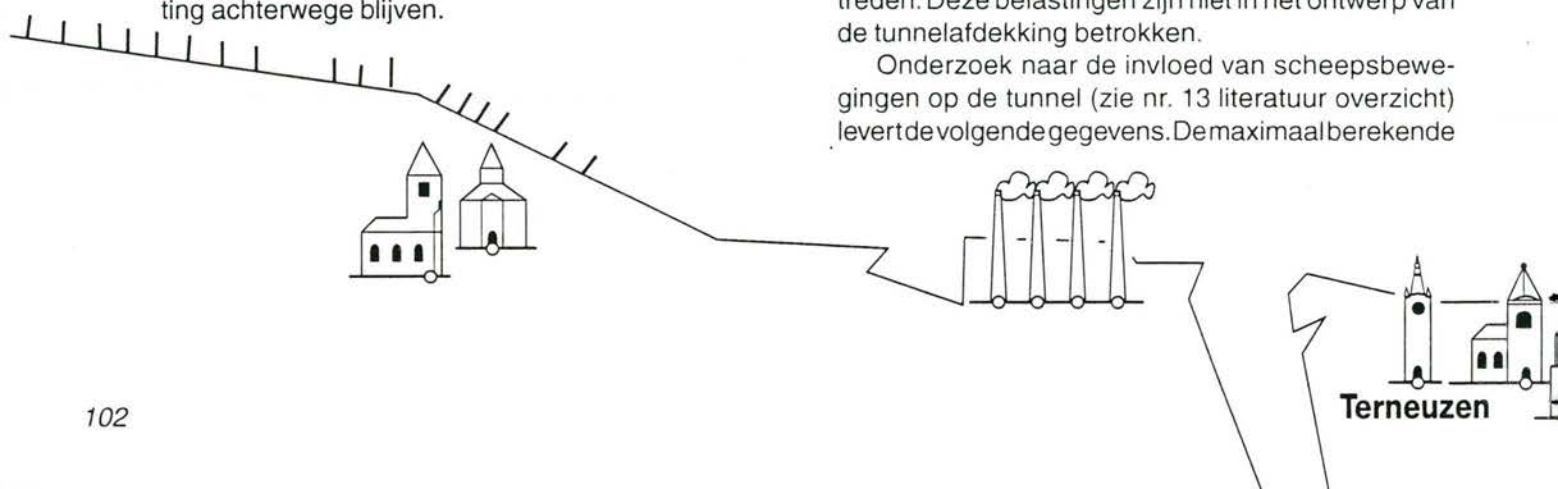
Samenvattend is het profiel van de tunnelsleuf als volgt te beschrijven:

- bodemdiepte 1 m beneden onderkant tunnel;
- bodembreedte 37,50 m;
- taluds in klei 1:2;
- taluds in zand 1:7;
- ter hoogte van de bovenkant van de kleilaag een overgangsberm breed 15 m.

Voorzieningen op bodem tunnelsleuf

Daar waar de bodem van de sleuf in het zandpakket wordt aangelegd, kunnen aan het eind van elk tunnelement, direct na plaatsing, ontgrondingen optreden als gevolg van turbulentie rond de kop van het tunnelement. Om deze ontgrondingen te voorkomen wordt vóór het afzinken van een tunnelement 0,50 m dikke bestorting aangebracht van het zijbetongrind, hetzij een wat grovere bestorting. Deze is aan te brengen over de volle breedte van de bodem en van 25 m vóór tot 25 m voorbij de lokatie van de kop van elk tunnelement.

Waar de bodem van de tunnelsleuf in de erosiebestendige klei wordt ingegraven, kan deze bestorting achterwege blijven.



Aanvulling en afdekking tunnelsleuf

Na het afzinken en onderstromen van de tunnel wordt de tunnelsleuf aangevuld met zand, tot gelijke hoogte met bovenkant tunnel. Zandaanvulling en tunneldak worden tenslotte afgedekt met een beschermende constructie.

Daar waar de bovenkant van de tunnel boven de geulbodem uitsteekt, zullen bij aanvullen met zand te hoge verliezen gaan optreden. Op dat moment wordt overgegaan op het aanstorten met slakken.

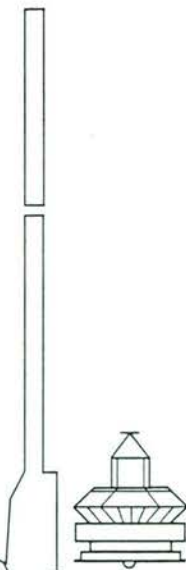
Ten aanzien van de afdekkende bescherming worden de volgende eisen gesteld:

- langs de tunnel mogen geen ontgrondingskuilen ontstaan die de stabiliteit van de tunnel in gevaar kunnen brengen;
- de tunnel dient te worden beschermd tegen vallende en krabbende ankers en eveneens tegen zinkende en aanvarende schepen;
- er mogen geen ontgrondingen optreden die de stabiliteit van de DOW-leidingen kunnen bedreigen.

De belastingen ten gevolge van vallende en krabbende ankers kunnen moeilijk worden gekwantificeerd. De dikte en de omvang van de bescherming zijn daarom (vrij) arbitrair vastgesteld. Hetzelfde probleem doet zich voor ten aanzien van zinkende of aanvarende schepen, evenals met de krachten die daarbij optreden. Deze belastingen zijn niet in het ontwerp van de tunnelafdekking betrokken.

Onderzoek naar de invloed van scheepsbewegingen op de tunnel (zie nr. 13 literatuur overzicht) levert de volgende gegevens. De maximaal berekende

●
Goes



● Kruiningen



waterspiegeldaling bedraagt ca. 1,2 m. De haalgolf heeft ongeveer dezelfde amplitude. Op een afstand van 400 m vanaf het schip is nog ongeveer 1/3 van de hoogte over en op 500 m nog ongeveer 1/6 deel. Dit leidt tot golven in de orde van 0,5 m. Deze golven zijn verwaarloosd.

Onzekerheden:

- krabbende en vallende ankers; kans, gedrag en krachten;
- zinkende en aanvarende schepen; kans, gedrag en krachten;
- scheepsgolven; grootte en periode.

De stroomsnelheden als gevolg van het getij variëren van ca. 1 m/s bij gemiddeld tij tot ca. 1,6 m/s bij springtij.

Berekeningsmethodiek

De berekeningsmethodiek voor het ontwerpen van een bodembescherming is uitgebreid behandeld in hoofdstuk 4.3.4 'Brugtracé Everingen', waar het ontwerp van de bodembescherming rond brugpijlers en damkoppen is uitgewerkt.

Ontwerp bodembescherming tunnel

Komende vanaf de Middelplaat ligt de tunnel tot op een diepte van ongeveer NAP -25 m in een ingraving. In het midden van de Pas steekt de tunnel boven het huidige bodemniveau uit. Aan de zuidkant van de Pas

ligt de tunnel weer volledig onder het maaiveld.

Voor het ontwerp zijn de volgende stroomsnelheden gehanteerd:

- $U = 1.6 \text{ m/s}$ en $\psi_{cr} = 0.03$ (geen beweging)

- $U = 3.0 \text{ m/s}$ en $\psi_{cr} = 0.06$ (beweging)

De invloed van golven en schepen is alleen voor de hogere delen van de tunnel gecontroleerd.

In de vaargeul wordt de tunnel afgedekt door een toplaag van breuksteen 10/60 kg, laagdikte 1,25 m op een 0,75 m dikke laag slakken; totale laagdikte afdekking dus 2 m.

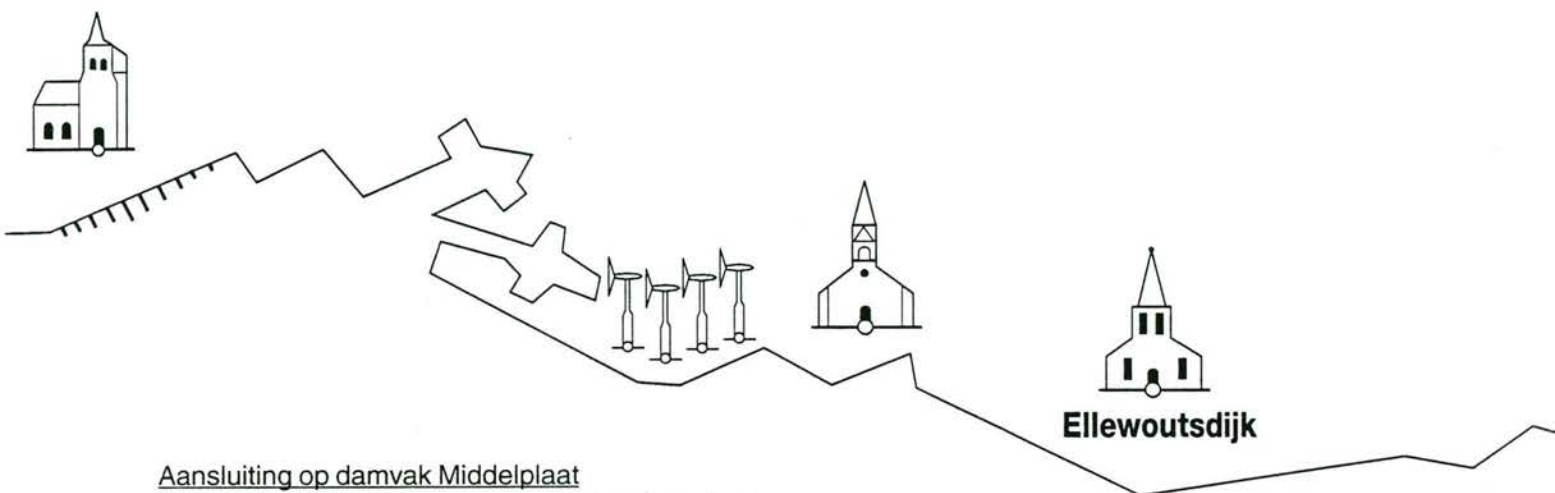
Buiten de vaargeul bestaat de bescherming alleen uit een 1,50 m dikke laag slakken.

De afdekking van de tunnel dient zodanig vorm te krijgen dat geen wervelingen en turbulente stromingen ontstaan die weer tot ontgrondingen leiden. Dit is te realiseren door zeer flauwe hellingen toe te passen; flauwer of gelijk aan 1:8.

De ontgrondingen aan de randen van de bescherming (ten gevolge van ruwheidsverschillen) zullen beperkt blijven. De aanzethellingen van de ontgrondingskuilen worden gestabiliseerd door het toepassen van een imperfect filter.

De bescherming wordt in het dwarsprofiel over de zandaanvulling naast de tunnel doorgetrokken tot het snijpunt met het maaiveld, c.q. het talud van de tunnelsleuf. Vervolgens wordt over een breedte van 20 m een imperfect filter aangebracht, bestaande uit een 0,75 m dikke laag slakken.

●
Perkpolder



Aansluiting op damvak Middelplaat

Het maaiveld ter plaatse van de damkop is gelegen op ongeveer NAP -2,50 m.

Naar het zuiden loopt de bodem flauw af tot een diepte van NAP -10 m op een afstand van 350 m uit de teen van de damkop. Vanaf dat punt neemt de diepte snel toe. Naar het westen en het oosten is eveneens een aanzienlijk ondiep watergebied aanwezig.

De teen van de damkop ligt op ongeveer 500 m uit de hoofdvaargeul. Voor het ontwerp zijn de volgende stroomsnelheden gehanteerd:

- $U = 1.1 \text{ m/s}$ en $\psi_{cr} = 0.03$ (geen beweging)
- $U = 2.0 \text{ m/s}$ en $\psi_{cr} = 0.06$ (beweging)

Bovenstaande snelheden en Shield-parameters zijn met waterstanden, golven en waterdiepte gecombineerd.

Gekozen is voor een bescherming met een toplaag van breuksteen 60/300 kg over een lengte van 30 m uit de teen, op een onderlaag slakken (dik 0,50 m), die nog 10 m verder doorloopt. Deze opbouw dient rond de damkop te worden doorgezet.

De ontgrondingen voor de kop moeten kunnen worden gevolgd. Als de stabiliteitscriteria voor een ontgrondingskuil in de nabijheid van de damkop worden overschreden, zullen aanvullende bestortingen (met slakken) moeten plaatsvinden.

Compensatie baggerwerk

In de nota 'Randvoorwaarden' is in het hoofdstuk 'Eisen vanuit de omgeving' als eis gesteld dat het natte doorstroomprofiel ten opzichte van NAP voor 100%

behouden moet blijven.

Is om aan deze eis te voldoen compensatie baggerwerk nodig, dan zal dit moeten gebeuren aan de noordzijde van de Pas van Terneuzen, langs de rand van de Middelplaat.

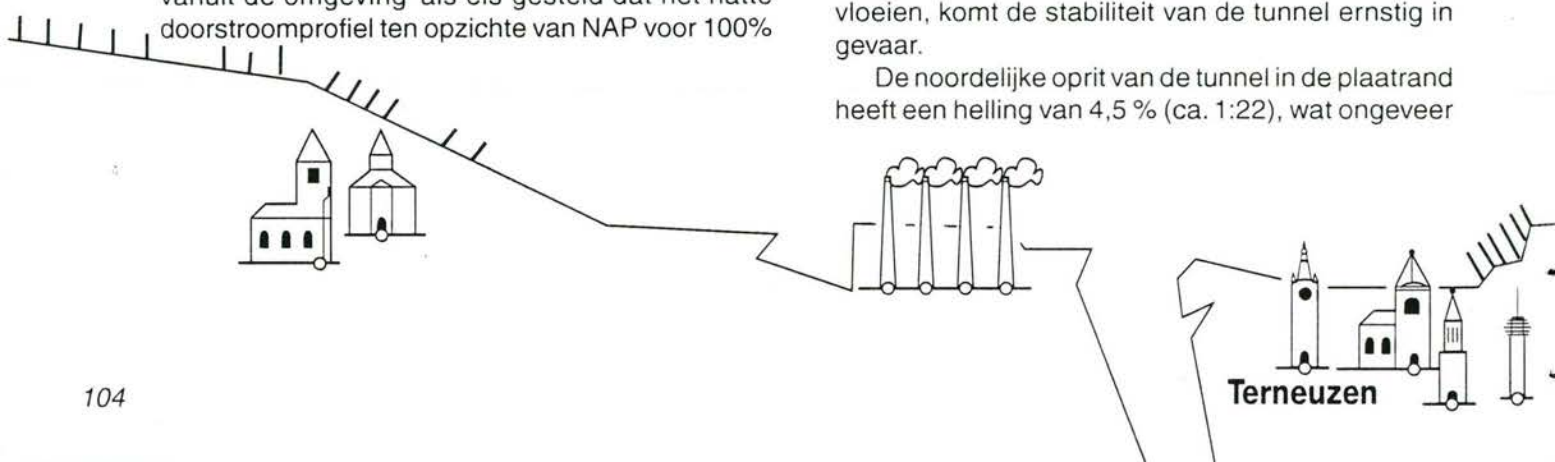
Deligging van de bovenkant van de tunnel (inclusief afdekking) is vergeleken met de ligging van het maaiveld in het tunneltracé, zoals dat is opgenomen in augustus 1990. Hieruit blijkt dat in de bodem van de Pas van Terneuzen het doorstroomprofiel wordt verkleind met ca. 2.000 m², terwijl ter plaatse van de noordelijke tunneloprit het profiel met ca. 4.000 m² wordt verruimd. In de as van het tracé is dus sprake van overcompensatie.

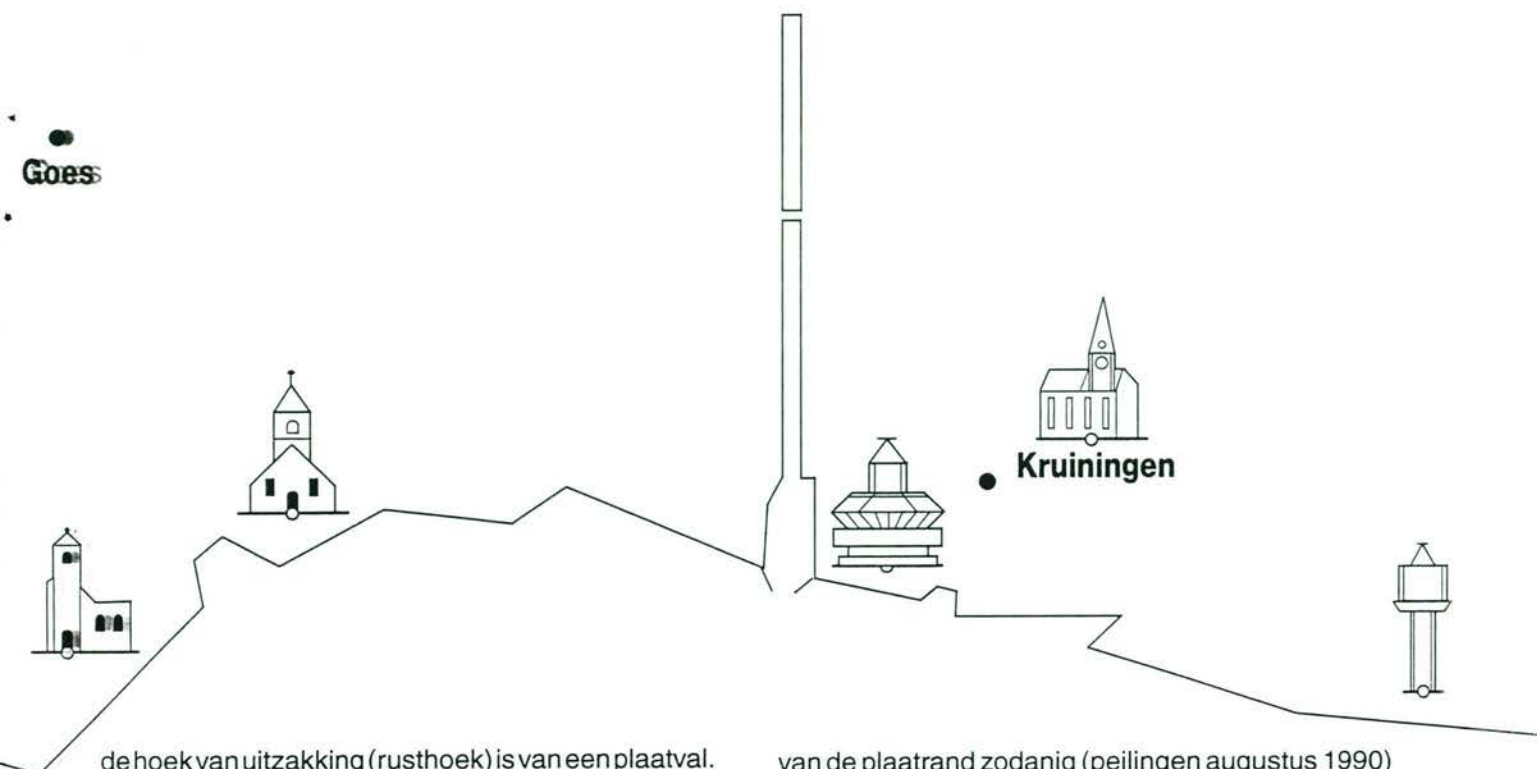
Weerszijden van de tunnel worden de taluds van de tunnelsleuf aangelegd onder een helling van 1:7. De tunnelsleuf wordt niet verder aangevuld dan tot wat minimaal nodig is voor de vastlegging en verdediging van de tunnel.

Profielverruiming ter plaatse van de rand van de Middelplaat vindt dus niet alleen plaats in de as van het tunneltracé, maar strekt zich uit tot een ruim 300 m brede strook (oost - west). Het is overigens te verwachten dat dit gedeelte weer snel zal aanzanden (Nota 'Basisgegevens', morfologie).

Weerszijden van de tunnelsleuf dient rekening gehouden met het optreden van een zettingsvloeiing. Indien hierbij zand van onder de tunnel weg zou vloeien, komt de stabiliteit van de tunnel ernstig in gevaar.

De noordelijke oprit van de tunnel in de plaatrand heeft een helling van 4,5 % (ca. 1:22), wat ongeveer





de hoek van uitzakking (rusthoek) is van een plaatval. Het over een aanzienlijke lengte vrijkomen van de tunnel lijkt daarom onwaarschijnlijk.

Niettemin moet voor ondermijning van de beschermende afdekking van de tunnel worden gewaakt en dienen zo nodig tijdig adequate maatregelen te worden genomen. Deze kunnen bestaan uit het verflauwen van het talud van de Middelplaat met baggerwerk, uit het aanbrengen van bestorting die dan wel tot aan de geulbodem moeten worden doorgezet, of uit het verdichten van een zandpakket ter plaatse.

Bij het vastleggen van een talud met bestortingen moet wel worden bedacht dat versteiling van het talud zowel kan ontstaan door erosie aan de onderzijde als door aanzanding op het bovenste gedeelte van het talud. Het aanbrengen van een bestorting gaat dit laatste uiteraard niet tegen.

Ten westen van de tunnelsleuf lopen - evenwijdig aan de as van de tunnel - 2 transportleidingen van DOW Benelux te Terneuzen. De afstand tussen deze leidingen en de insteek van het talud van de baggersleuf varieert - op het talud van de Middelplaat - van 100 tot 150 m. De aanwezigheid van deze leidingen begrenst en beperkt eventuele correcties van de plaatrand, omdat te allen tijde beschadiging van de leidingen moet worden voorkomen.

Ten oosten van de tunnel is de situatie ter plaatse



van de plaatrand zodanig (peilingen augustus 1990) dat ook hier geen compenserende correcties moeten worden uitgevoerd.

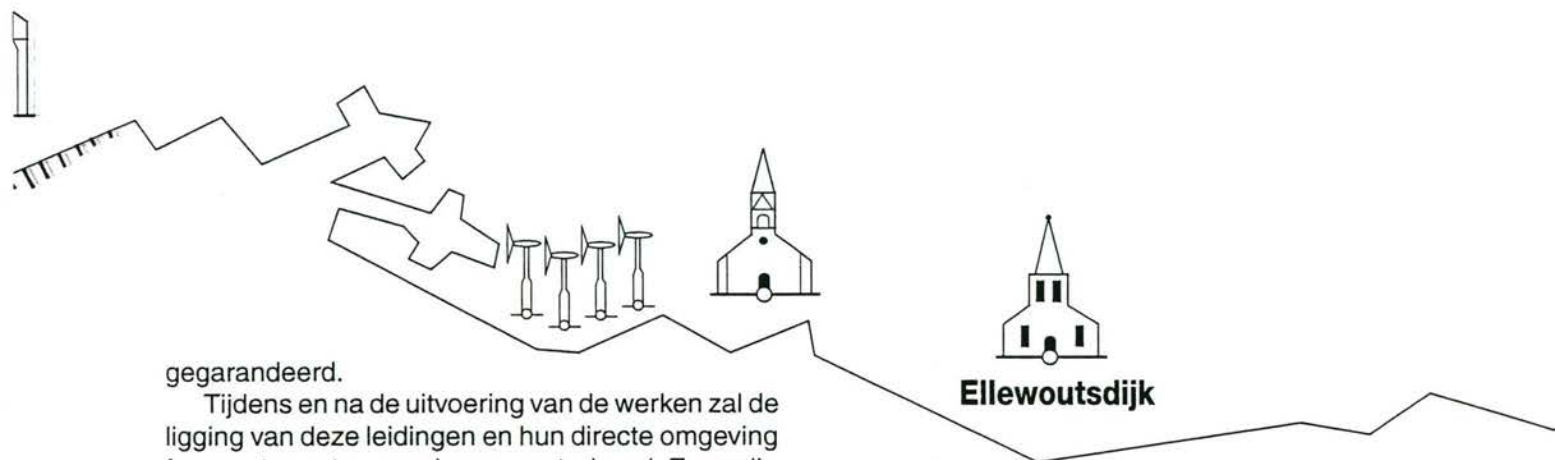
Met nadruk wordt er echter op gewezen dat:

- het betreffende gebied zeer zettingsvloei gevoelig is;
- direct ten oosten van het tunneltracé in 1988 een grote plaatval is opgetreden (ruim 2 miljoen m³ zand);
- sindsdien de plaatrand in een snel tempo weeraan het versteilen is, en de Pas van Terneuzen erodeert;
- de situatie volgens de peiling van augustus 1990 slechts een tussenopname is;
- het niet uitgesloten is dat ten tijde van de uitvoering de situatie zodanig gewijzigd is dat alsnog compenserend en/of corrigerend baggerwerk moet worden uitgevoerd.

Kabels en leidingen

Evenwijdig aan de as van de tunnel en ongeveer 300 m ten westen daarvan lopen twee transportleidingen van DOW Benelux te Terneuzen; diameter 6", onderlinge afstand ca. 0,50 m h.o.h. Hoewel deze leidingen buiten de fysieke begrenzing van de uit te voeren werken vallen, liggen ze wel binnen de invloedssfeer daarvan.

In de nota 'Randvoorwaarden' wordt in hoofdstuk 'Eisen vanuit de omgeving' gesteld dat de vaste ligging van de DOW-transportleidingen moet worden



gegarandeerd.

Tijdens en na de uitvoering van de werken zal de ligging van deze leidingen en hun directe omgeving frequent moeten worden gecontroleerd. Zo nodig moeten tijdig maatregelen kunnen worden getroffen, waarbij te denken valt aan bestortingen.

4.3.3 AANSLUITING ZEEUWSCH-VLAANDEREN

Vooroever

De zuidelijke tunneloprit wordt aangelegd in de vooroever van Zeeuwsch-Vlaanderen.

De nagenoeg vlakke vooroever heeft - vanaf de teen van de zeedijk - een breedte van bijna 200 m op een niveau van ca. NAP -1 m tot ca. NAP -2,50 m, en gaat vervolgens over in een steile oever met een talud van ca. 1:5 naar de bodem van de Pas van Terneuzen.

Op een gedeelte van vooroever en geultalud zijn in de jaren 1870 - 1880 bezinkingen en bestortingen aangebracht. Vooruitlopend op het baggerwerk van de tunnelsleuf moeten deze bezinkingen en bestortingen worden verwijderd.

Nahet afzinken van de tunnelementen ter plaatse wordt de sleuf aangevuld en de vooroever weer teruggebracht naar de oorspronkelijke bodemconfiguratie. Vervolgens wordt een verdediging aangebracht van bezinkingen en bestortingen, aansluitend op bestaande verdedigingsconstructies op de vooroever en op het nieuwe werk van de verdediging van de tunnel en van de hoogwaterkering van Zeeuwsch-Vlaanderen.

De bestaande zink- en stortvelden op de vooroever bevinden zich globaal tussen de lijnen van NAP -1,50 m en

Ellewoutsdijk

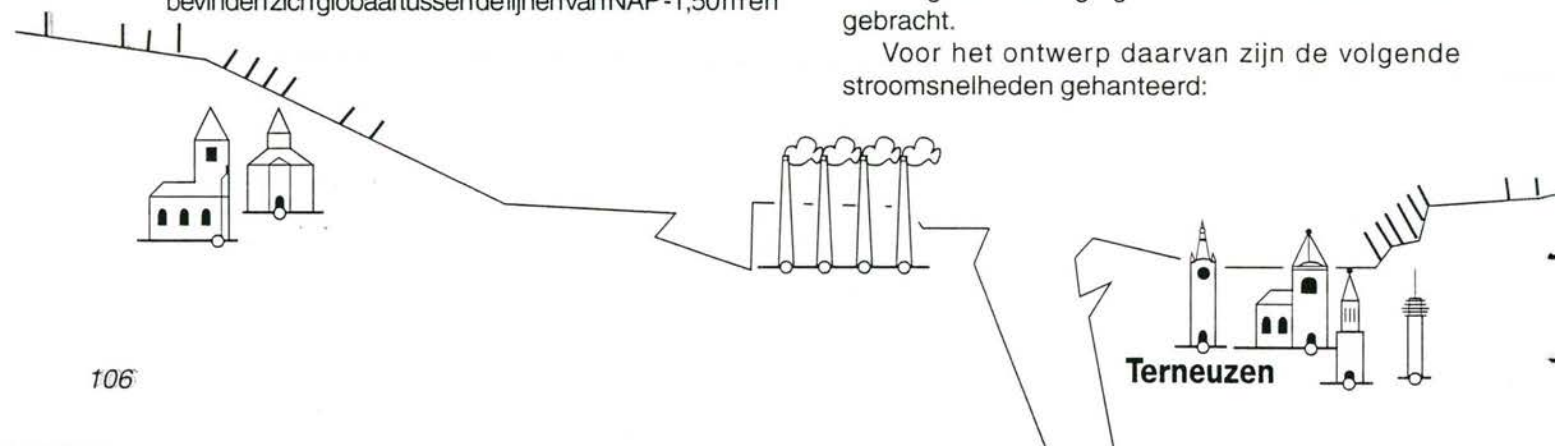
NAP -25 m, plaatselijk tot ca. NAP -30 m. Het is niet uitgesloten dat buiten dit gebied - rivierwaarts - restanten kunnen voorkomen van nog oudere verdedigingsconstructies. De samenstelling ervan is niet bekend; zink- en stortregisters zijn bij de stormvloed van 1953 verloren gegaan.

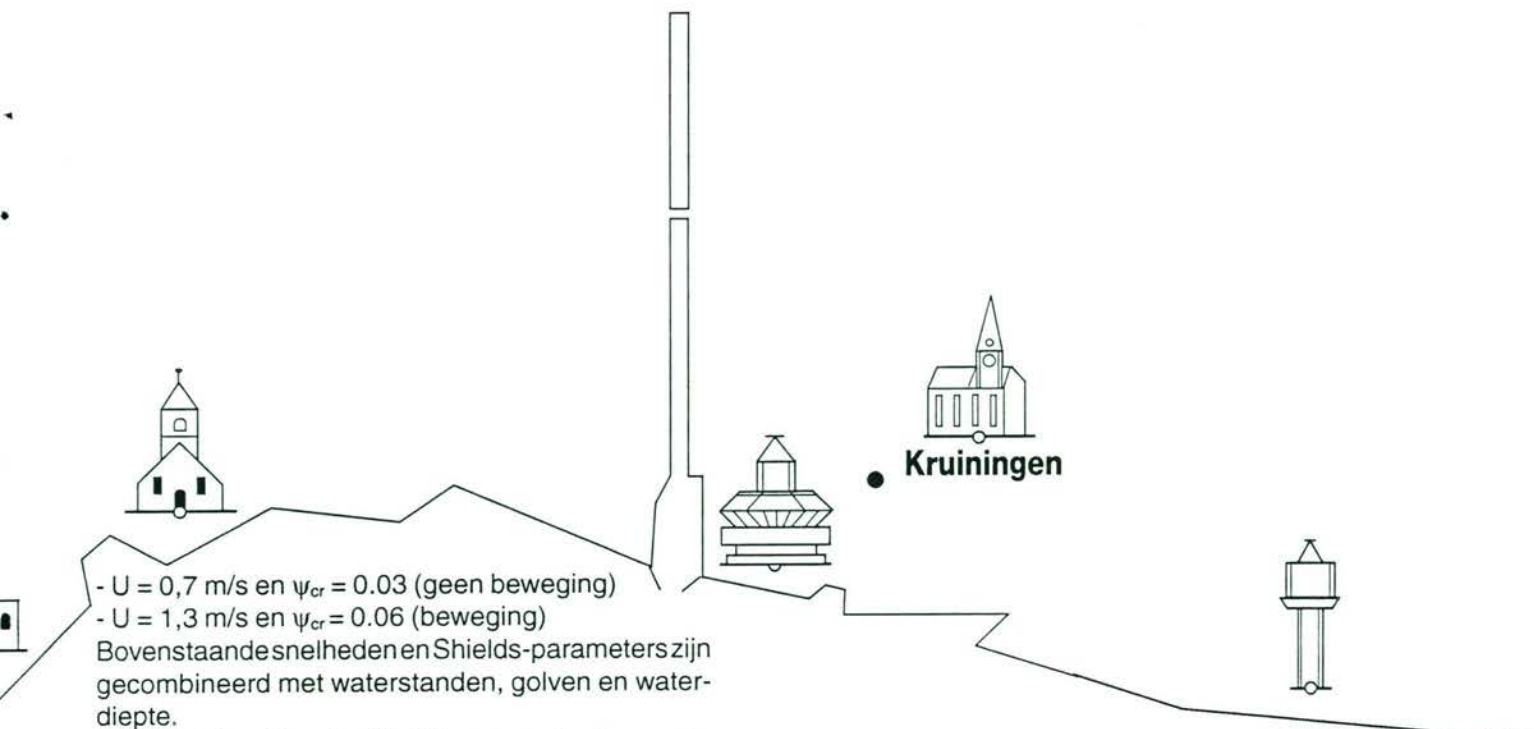
Aangenomen wordt dat de bezinking is uitgevoerd met klassieke rijshouten zinkstukken, afgezonken met zinksteen vergelijkbaar met de huidige sorteringen 5/40 of 10/60 kg, en nabestort met een zwaardere sortering. Gerekend wordt op de aanwezigheid van een steenpakket met een dikte van minimaal 1 m van een sortering ongeveer gelijk aan 60/300 kg.

De reconstructie van de vooroever na het afzinken van de tunnelementen ter plaatse, wordt uitgevoerd met zand. Hierbij moet het oorspronkelijke talud van ca. 1:5 weer worden hersteld. Dit is onder water met zand onmogelijk.

Om te voorkomen dat tijdens de reconstructie van de vooroever het zand uit het werk wegvloeit in de Pas van Terneuzen, worden ter plaatse van het talud opsluitkaden van slakken aangebracht. Dit dient gefaseerd te gebeuren, vanaf de bodem van de zinksleuf tot het niveau waarop de steile oever overgaat in het nagenoeg vlak liggende voorland. Achter deze kaden wordt geleidelijk de zandophoging aangebracht door sproeien of spuiten. Op de zandophoging en op de taluds van de slakkenkaden kunnen tenslotte de benodigde verdedigingsconstructies worden aangebracht.

Voor het ontwerp daarvan zijn de volgende stroomsnelheden gehanteerd:





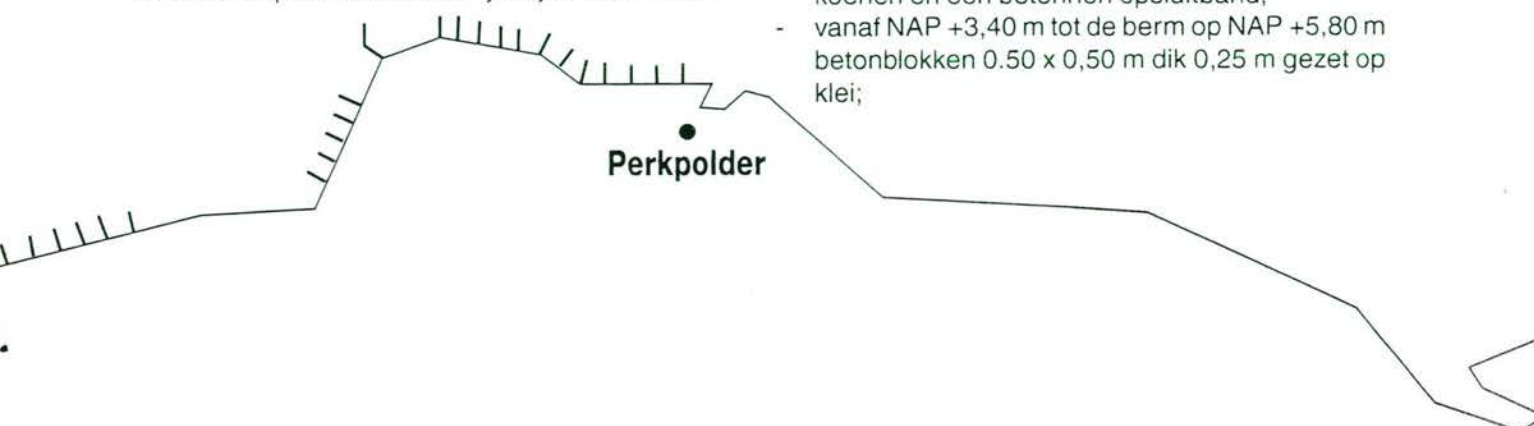
Aansluitend op de afdekkingsconstructie van de tunnel wordt het onderste gedeelte van de taluds van de slakkenkade, tot een niveau van ca. NAP -9 m, afgedekt met een laag breuksteen 10/60 kg, ca. 800 kg/m². Daarboven, in de invloedssfeer van wind- en scheepsgolven, tot aan de bovenzijde van het talud wordt een laag breuksteen 60/300 kg, ca. 1.200 kg/m² aangebracht. Het vlakke voorland wordt bekleed met een constructie bestaande uit een geotextiel met rietmat en eventueel rijshoutwiepen, waarop 200 kg/m² breuksteen 10/60 kg en als toplaag 1.200 kg/m² breuksteen 60/300 kg.

Hoogwaterkering

Gedurende de bouwphase van de tunnelaansluiting op Zeeuwsch-Vlaanderen is het noodzakelijk de bestaande hoogwaterkering tijdelijk over een afstand van ca. 150 m landinwaarts te verplaatsen. Na de uitvoering van de aansluiting en de reconstructie van de vooroever wordt de hoogwaterkering weer in het oorspronkelijke tracé teruggebracht.

Bij het ontwerp van zowel de tijdelijke als van de definitief weer teruggelegde hoogwaterkering wordt ervan uitgegaan dat de blootstelling aan de hydraulische belastingen (waterstanden, golven en stromingen) gelijk is aan die van de huidige hoogwaterkering.

Het ontwerp van zowel de tijdelijke als van de



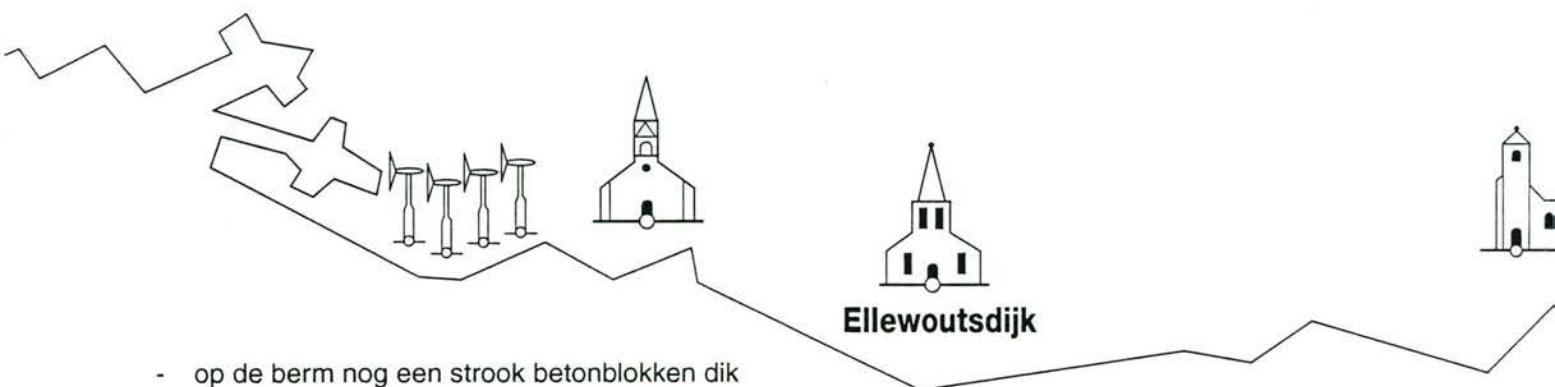
definitieve dijk wordt afgeleid van de bestaande zeedijk.

De dijktafelhoogte van de bestaande kering, ter plaatse van het tunneltracé en direct ten westen daarvan bedraagt NAP +8,50 m. Ten oosten van het tunneltracé verloopt de dijktafelhoogte naar NAP +9,25 m. De kruinbreedte bedraagt +2,50 m. De buitenberm ligt op NAP +5,80 m en is 9 m breed. De buitentaluds hebben een helling van 1:4; het binnentalud van 1:3.

Bij het ontwerp van de tijdelijke en de definitieve hoogwaterkering wordt van deze maatvoering uitgegaan. Daarbij wordt voor de dijktafelhoogte ter plaatse van de kruising met de tunnel het peil van NAP +8,50 m aangehouden. Direct ten oosten hiervan stijgt de kruin geleidelijk naar het niveau van de bestaande dijk.

Voor de bekledingsconstructie van zowel de tijdelijk omgelegde als de definitief teruggelegde hoogwaterkering wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de materialen die vrijkomen bij het ontmantelen en afgraven van de bestaande dijk. De bekledingsconstructie daarvan is als volgt samengesteld:

- vanaf de teenconstructie tot NAP +3,40 m zetsteen (basalt, Doornikse steen, Vilvoordse steen) op puin;
- op NAP +3,40 m een opsluitconstructie van perkoenen en een betonnen opsluitband;
- vanaf NAP +3,40 m tot de berm op NAP +5,80 m betonblokken 0.50 x 0.50 m dik 0,25 m gezet op klei;



- op de berm nog een strook betonblokken dik 0,20 m, ter breedte van ca. 2 m;
- op buitenberm, boventalud en kruin klei dik 0,80 m;
- op het binnentalud klei dik 0,60 m.

Afhankelijk van fasering en voortgang van het werk en van het seizoen waarin de werkzaamheden aan de hoogwaterkering plaatsvinden, moeten tijdelijke verdedigingsconstructies worden aangebracht om te allen tijde de veiligheid van het achterland te waarborgen.

Kanteldijken

Om de zuidelijke toerit van de tunnel en aansluitend aan de hoogwaterkering worden kanteldijken aangelegd. Ze moeten voorkomen dat bij eventueel vollopen van de tunnel bij waterstanden die hoger zijn dan het maaiveld van de polder achter de hoogwaterkering, de Westerschelde en de polder zich via tunnel en tunneltoerit als communicerende vaten gaan gedragen, waardoor de polder zou overstromen. De kanteldijken maken dus deel uit van de hoogwaterkering. De hoogte wordt bepaald door de maatgevende waterstand die behoort bij de ontwerp-frequentie van de hoogwaterkering van Zeeuwsch-Vlaanderen.

Bij de bepaling van hoogte en constructie hoeft geen rekening te worden gehouden met golven, daar deze dijken niet aan golfaanval worden blootgesteld.

De dijktafelhoogte wordt als volgt vastgesteld:

ontwerpwaterstand (frequentie 1/4000 per jaar)	= NAP+5.65 m
relatieve zeespiegelrijzing (50 jaar)	0.10 m
waakhoogte	0.50 m
dijktafelhoogte	<u>NAP +6.25 m</u>

De kanteldijken worden gemaakt met vrijkomend zand uit de bouwput van de tunneltoerit en bekleed met 0,60 m klei. De taluds worden aangelegd onder een helling van 1:3.

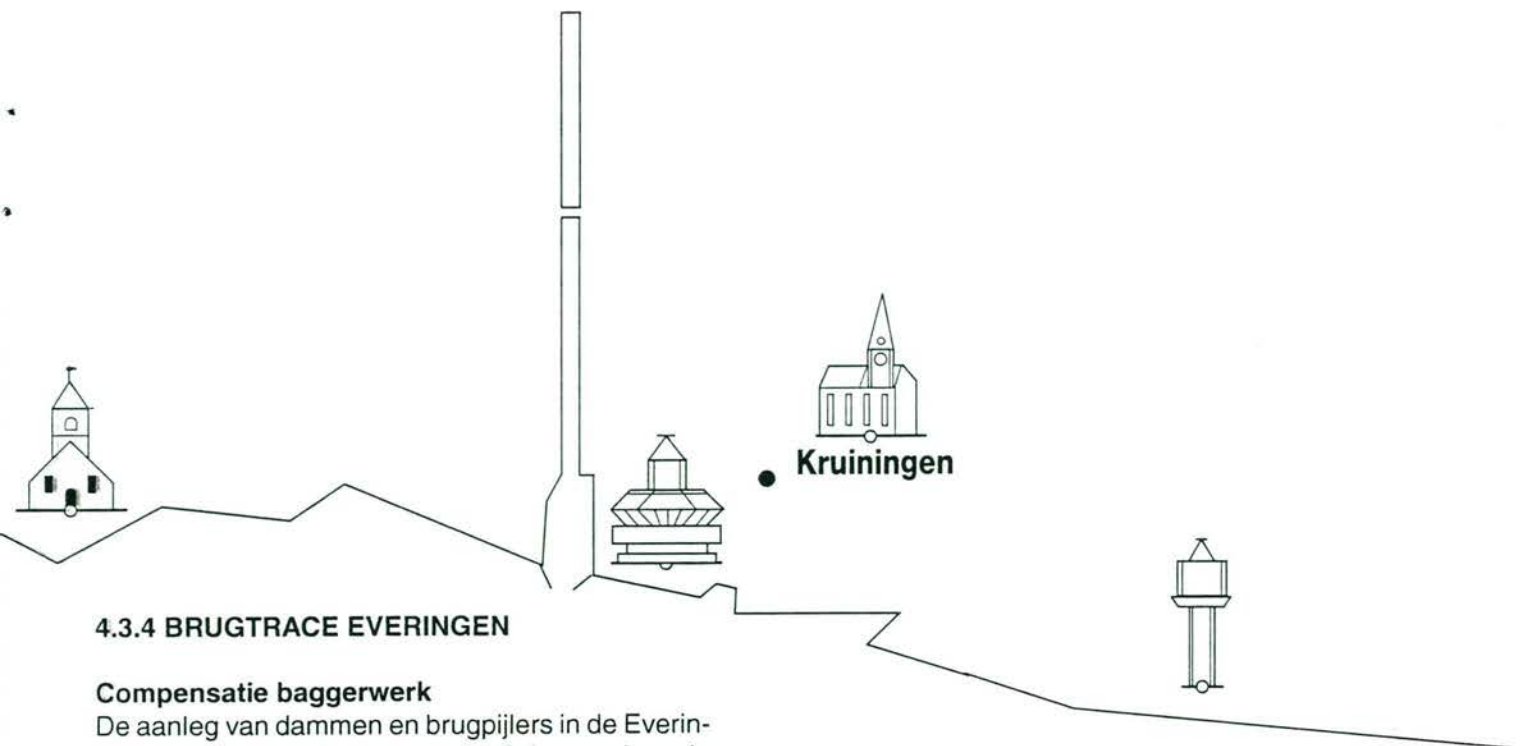
Kabels en leidingen

Ten westen van de aansluiting van de tunnel op Zeeuwsch-Vlaanderen bevindt zich een vuilwaterlozingspunt van DOW Benelux. Een stalen leiding met een diameter van ca. 0,90 m kruist de hoogwaterkering en het voorland. Het lozingspunt bevindt zich op ca. 200 m uit de teen van de hoogwaterkering en bestaat uit een geperforeerde dwarsleiding lang ca. 35 m, ondersteund door een aantal stalen palen. De uitmonding bevindt zich op ca. NAP -13,50 m.

Parallel aan de leiding loopt een noodleiding, rond ca. 0,50 m, uitmondend op het voorland, even voorbij de teenconstructie van de dijk.

In verband met de uit te voeren werkzaamheden op het voorland en aan de hoogwaterkering moet deze vuilwaterlozing 100 à 150 m westwaarts worden verlegd. Dit zal in nauw overleg met de eigenaar van de leiding en met de dijkbeheerder moeten gebeuren.





4.3.4 BRUGTRACE EVERINGEN

Compensatie baggerwerk

De aanleg van dammen en brugpijlers in de Everingen verkleint het doorstroomprofiel, waardoor de stroomsnelheden zullen toenemen. Indien verder géén maatregelen worden getroffen, zal de geul na de ingreep naar een nieuwe diepte - de zgn. "evenwichtsdiepte" - eroderen.

Te berekenen is tot hoe diep de bodem zich gemiddeld zal verdiepen. Maar of deze profielverruiming zich ook evenredig over het hele resterende doorstroomprofiel zal verdelen en hoe de aanpassing van het geulenverloop oostelijk en westelijk van het brugtracé zich zal ontwikkelen is moeilijker te voorspellen. Het is dus zeker aan te bevelen om de geul al kunstmatig de gewenste vorm te geven, om te voorkomen dat de natuur een ongecontroleerd evenwicht instelt.

De nota 'Randvoorwaarden' stelt daarom in het hoofdstuk 'Eisen vanuit de omgeving dat het natte doorstroomprofiel ten opzichte van NAP voor 100% behouden moet blijven. Daarbij mag maximaal 20% van het oorspronkelijk profiel worden verwijderd dan wel geblokkeerd.

Bij de dimensionering van dammen en brugpijlers in de Everingen is uitgegaan van de maximaal toegestane blokkering van het doorstroomprofiel met 20%. Hieruit is berekend dat de bodem met gemiddeld 3,50 en maximaal met 5 m dient te worden verdiept tot een nieuwe evenwichtsdiepte (zie nota in Basisgegevens: 'Het dwarsprofiel van de Everin-

gen na aanleg van de WOV').

De bodembescherming rond de brugpijlers zal worden aangelegd op de nieuwe evenwichtsdiepte, op een niveau van 5 m onder het huidige maaiveld. Het gedeelte tussen de brugpijlers, waar geen bodembescherming wordt aangebracht, zal op minstens gelijke diepte worden gebracht, om stroomconcentraties van de brugpijlers weg te leiden.

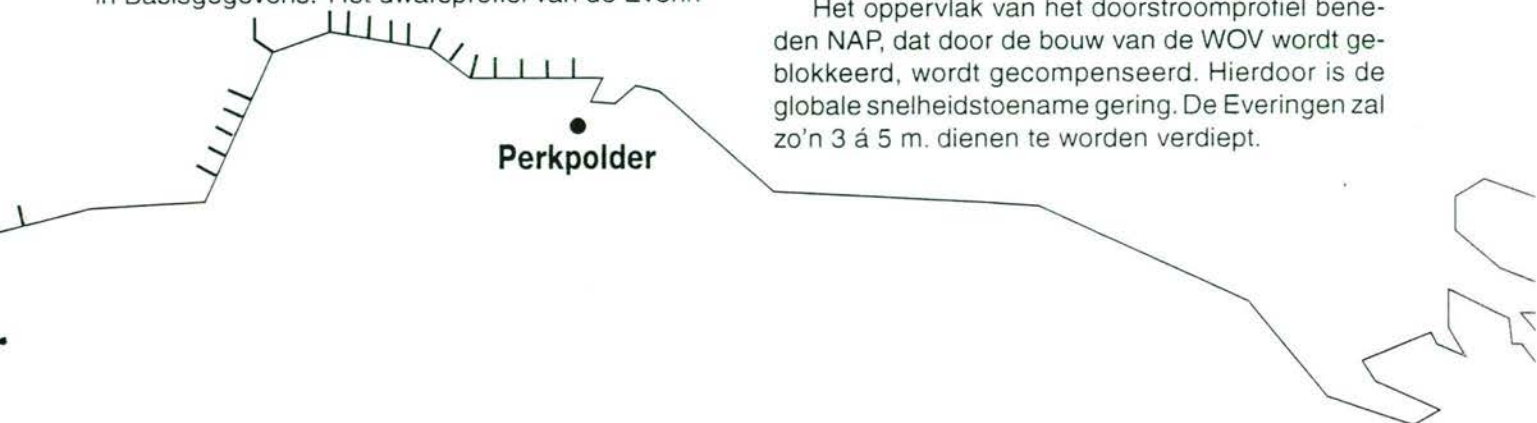
Oostelijk en westelijk van het brugtracé kan als overgang naar het bestaande geulenstelsel een bodemverlaging van gemiddeld 3,50 m worden uitgevoerd. Binnen deze aanzet zal zich dan na verloop van tijd een nieuwe evenwichtsdiepte instellen. Aan de oostzijde van het brugtracé wordt het te compenseren gebied echter beperkt door de aanwezigheid van de DELTAN 150 KV leidingen.

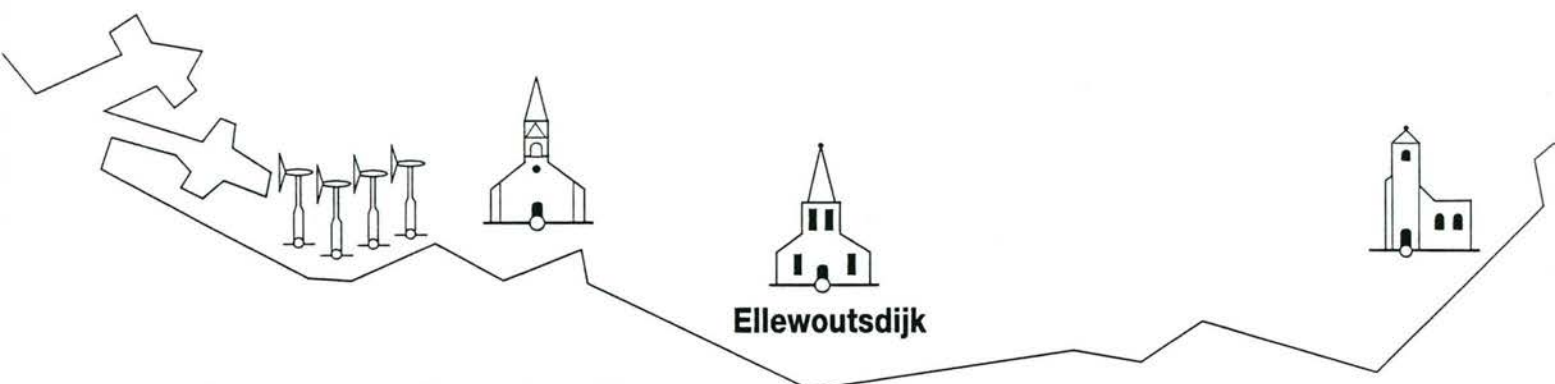
Bodembescherming

Algemeen

In de Everingen nemen door de aanleg van de dammen en de brug de stroomsnelheden lokaal toe. Rondom de damkoppen en pijlers ontstaan turbulente stromingen en wervels. Dit resulteert in een lokaal verhoogde ontgrondingscapaciteit. Bij een onbeschermd bodem ontstaan dan ontgrondingskuilen, die de stabiliteit van dam en pijler bedreigen.

Het oppervlak van het doorstroomprofiel beneden NAP, dat door de bouw van de WOV wordt geblokkeerd, wordt gecompenseerd. Hierdoor is de globale snelheidstoename gering. De Everingen zal zo'n 3 à 5 m. dienen te worden verdiept.





Het doorstroomprofiel van de geul bedraagt ongeveer 30.000 m². Het diepste deel ligt op ongeveer NAP -22,5 m en verplaatst zich in zuidelijke richting. De bodem bestaat voornamelijk uit zandig materiaal.

De dieptegemiddelde, maximale, stroomsnelheden bedragen ongeveer 1,2 m/s bij een normaal tij, oplopend tot 2 m/s bij springtij. De stroomsnelheden bij stormomstandigheden zullen naar verwachting niet veel groter zijn. De vloodsnelheden zijn iets groter dan de ebsnelheden.

Het ontwerp van de bodembeschermingen is betrokken op de enkele hangbrug met twee pijlers.

Uitgangspunten

De bodembeschermingen moeten voorkomen dat ontgrondingen in de nabijheid van pijlers en damkoppen de stabiliteit van die constructieonderdelen bedreigen. Dit betekent dat de toplaag van de beschermingen stabiel moet zijn. Voorlopig is gesteld dat de bodembeschermingen een toelaatbare overbelastingsfrequentie van 1/4.000 per jaar hebben.

Tevens is gesteld dat de bodembescherming wordt overbelast als de toplaag wegspoelt. Andere bezwijkmechanismen zijn niet in beschouwing genomen.

De stroomsnelheden, zoals die met WAQUA zijn berekend worden als uitgangspunten voor verdere berekeningen gehanteerd. (zie literatuur 1). De windgolven en waterstanden zijn afkomstig uit lit. 2 resp. 3. Met het programma DIPRO zijn scheepsgolven berekend in de Pas van Terneuzen. Vanwege de

vele onzekerheden is de maatgevende hoogte (arbitrair) gesteld op 1 m.

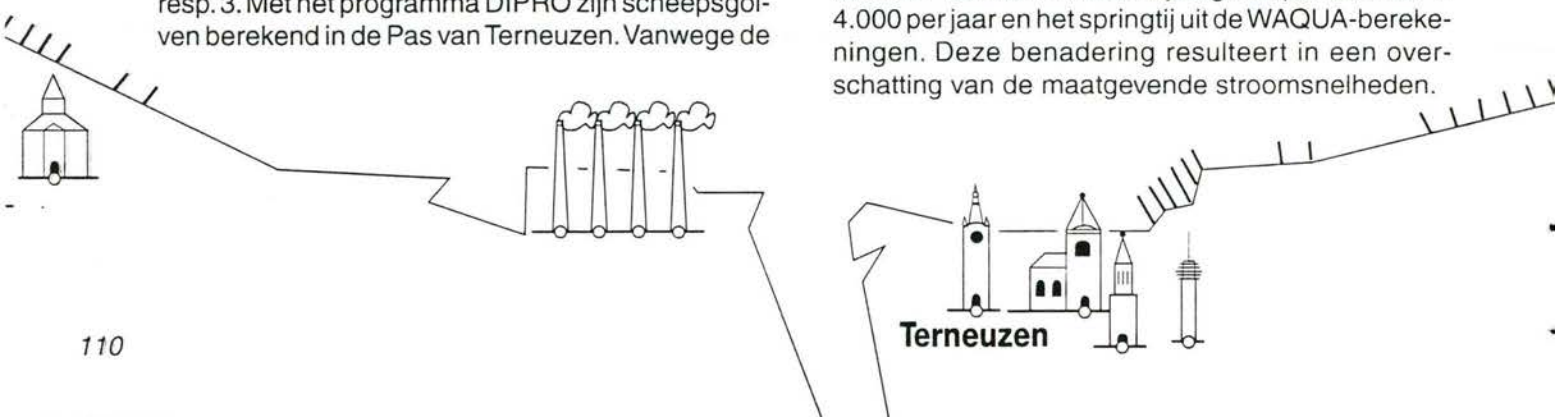
Onzekerheden:

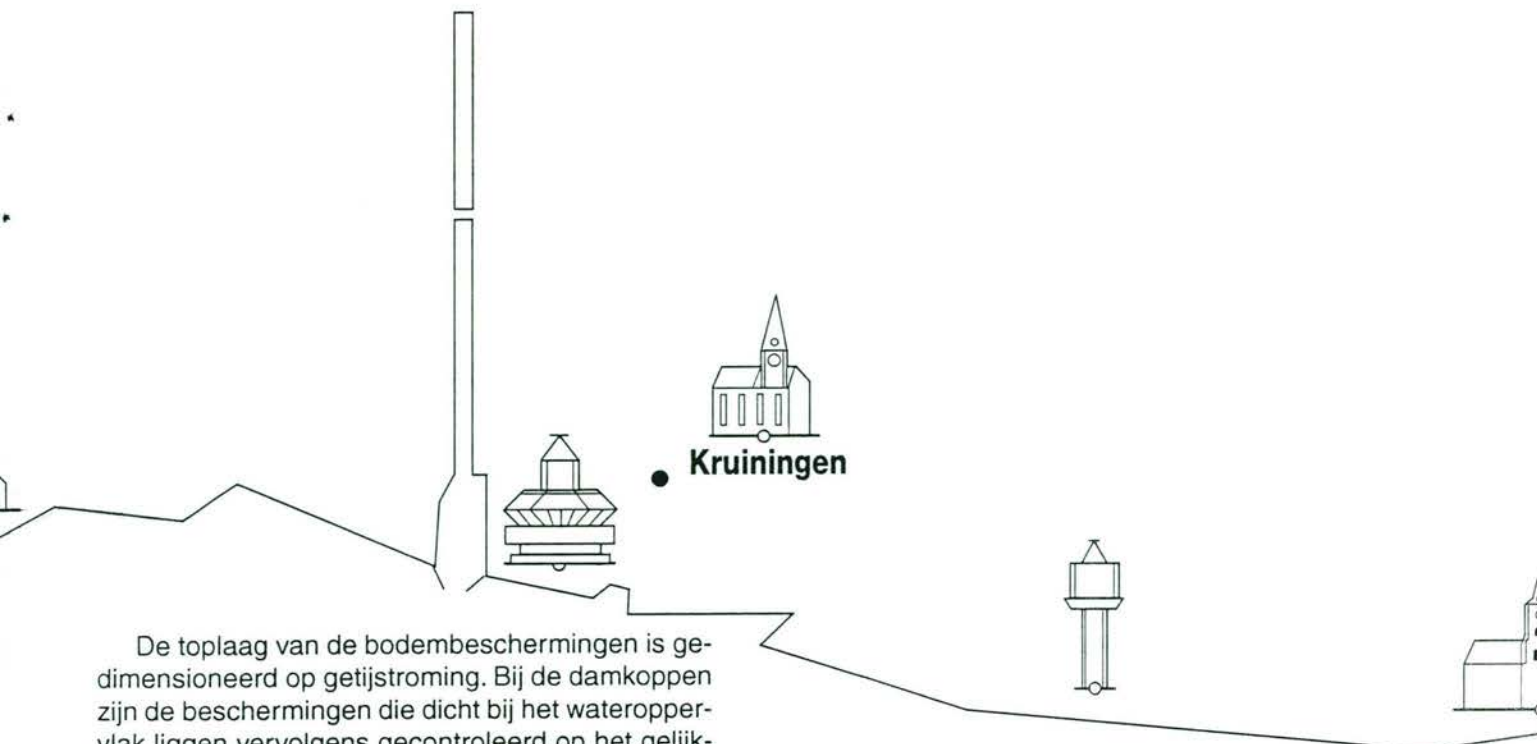
- faalfrequentie bodembescherming
- verwaarlozing andere bezwijkmechanismen
- WAQUA berekeningen (kleiner grid, betere geometrie)
- windgolven (iets beters dan Bretschneider/ENDEC, bijvoorbeeld HISWA)
- scheepsgolven

Belastingen

De belastingen bestaan uit stroming, turbulentie en wervels. De stromingen ter plaatse van de bodem worden opgewekt door getij, windgolven en schepen (golven en retourstroming).

De stroomsnelheden (getij) rondom de damkoppen en pijlers zijn berekend met een computermodel (WAQUA) en de turbulentie en wervelvorming zijn verrekend door middel van vergrotingsfactoren op de stroomsnelheden. In literatuur (1) staat een verslag van een aantal WAQUA-berekeningen. Ze zijn gemaakt in een grid van 100*100 m² en volgens een schematisering van de WVO die redelijk overeenkomt met het huidige tracé. Met het model zijn de stroomsnelheden berekend, zoals die opgetreden zouden zijn bij een springtij. Vervolgens zijn deze opgeschaald naar de 1/4.000-jaars situatie. De schaalfactor is de verhouding tussen de vloedwaterstanden met een overschrijdingsfrequentie van 1/4.000 per jaar en het springtij uit de WAQUA-berekeningen. Deze benadering resulteert in een overschatting van de maatgevende stroomsnelheden.





De toplaag van de bodembeschermingen is gedimensioneerd op getijstroming. Bij de damkoppen zijn de beschermingen die dicht bij het wateroppervlak liggen vervolgens gecontroleerd op het gelijktijdig optreden van windgolven en stroming. De invloed van scheepvaart (golven en retourstroming) is verwaarloosd.

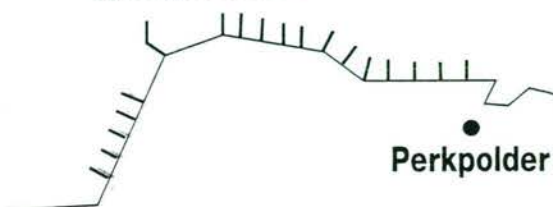
Onzekerheden:

- de maatgevende stroomsnelheid hoeft niet op te treden bij 1/4.000 jaars omstandigheden.
- de opschaling naar de 1/4.000 jaars stroomsnelheden is niet correct.
- de WAQUA-schematisering is te grof voor de berekening van de lokale snelheden en qua geometrie niet geheel correct.

Berekeningsmethodiek

Uitgaande van de maatgevende stroomsnelheden vindt bepaling van de steendiameter van de toplaag plaats. Daarna wordt de marge in de sterkte van de toplaag, voor het opnemen van golfbelastingen, gecontroleerd. Vervolgens wordt de omvang van de bodembeschermingen bepaald. Afsluitend kan om praktische en/of uitvoeringstechnische redenen het ontwerp (sterkte, omvang) nog worden bijgesteld.

De dieptegemiddelde stroomsnelheden bij getij zijn berekend met een twee-dimensionaal stromingsmodel (WAQUA). Het gebruikte grid is nog vrij grof. De berekeningen zijn gemaakt voor een situatie waarin het dwarsprofiel van de Everingen nog niet is gecompenseerd.



Het opschalen naar 1/4.000-jaars omstandigheden met de verhouding van de waterstanden levert een overschatting van de maatgevende stroomsnelheden.

Al met al kan worden gesteld dat de op deze wijze berekende stroomsnelheden een bovengrens vormen.

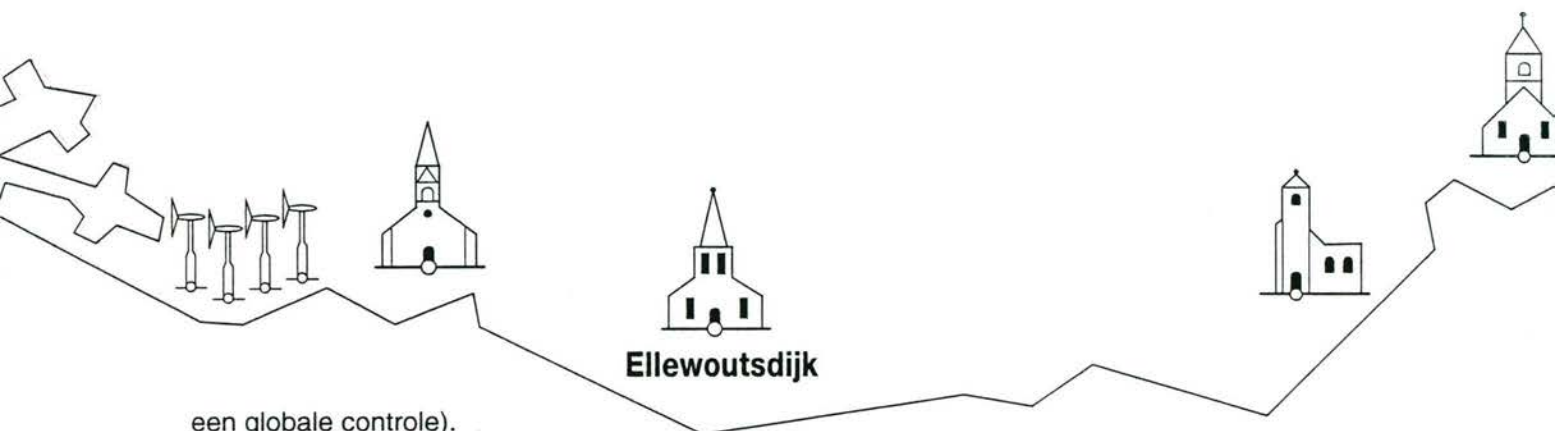
Met WAQUA zijn zowel de maximale snelheden bij vloed als bij eb gedurende een springtij berekend. Die met de grootste (absolute) waarde is in de vervolgberekeningen gebruikt. Er is verondersteld dat deze snelheid in alle richtingen kan optreden (m.a.w. de bodembescherming ligt symmetrisch rondom de constructie).

Afhankelijk van de waterdiepte zijn ter controle van de stabiliteit van de toplaag twee formules gebruikt:

- voor diep water: Shields
- voor ondiep water: Isbash.

Voor de berekening volgens Shields zijn twee belastingcombinaties gebruikt: 1/4.000 omstandigheden met een transportparameter $\psi_{cr} = 0.06$ (transport) en de springtij omstandigheden met transportparameter $\psi_{cr} = 0.03$ (geen transport). Vervolgens is op een aantal plekken de invloed van de golven op de stabiliteit van de toplaag gecontroleerd. Met name in de ondiepere delen van de geul (naast de damkoppen). Voor deze controle zijn enige methoden mogelijk:

- Bepaal de Shieldsparemeter ψ . Is er een ruime marge tot de kritische waarde ψ_{cr} dan voldoet de toplaag. (Deze methode is alleen bruikbaar voor



een globale controle).

- Per belastingsbron (uniforme stroming, windgolven, scheepsgolven, retourstroming enzovoort) worden een maatgevende stroomsnelheid en een coëfficiënt bepaald. Vervolgens wordt een resulterende schuifspanning (τ_{res}) bepaald. Met Shields kan dan de stabiliteit van de toplaag worden gecontroleerd.

De algemene vorm:

$$\tau = 0.5 \cdot \rho_w \cdot C_f \cdot U^2$$

C_f : schuifspanningscoëfficiënt

U : diepte gemiddelde stroomsnelheid

Voor uniforme stroming geldt:

$$C_f = 0.06 [\log(12R/k_n)]^{-2}$$

R : hydraulische straal

k_n : ruwheid

Voor korte golven op een horizontale bodem geldt:

$$U_{bod,max} = (\omega \cdot H/2) \cdot 1/\sinh(kh)$$

$$C_f = 0.35 \cdot (h/k_n)^{-0.56}$$

De resulterende schuifspanning τ_{res} wordt als volgt bepaald:

$$\tau_{res} = (C_{f1} \cdot \rho_w / 2) \cdot [U_1 + U_1 \cdot \sqrt{(C_{f1}/C_{f1})}]^2$$

Vervolgens geldt (Shields):

$$\psi = \tau_{res} / g(\rho_s - \rho_w) D \text{ en } \psi \leq \psi_{cr}$$

In literatuur (4) wordt ook aangegeven hoe scheepsgolven, retourstroming, en dergelijke moeten worden verrekend.

- De steendiameter D_{50} onder invloed van getijstroming en golven kan direct worden bepaald met de volgende formule:

$$D_{50} = (1/\Delta \cdot \psi) [(ifac \cdot V_0/C) + \sqrt{(fw/2g) \alpha U_b}]^2$$

Δ : relatieve dichtheid

ψ : Shieldsparameter

$ifac$: invloedsfactor stromingsbeeld

V_0 : diepte gemiddelde stroomsnelheid

C : Chezy-factor

$$fw = \exp[-5.977 + 5.213(ifac \cdot a_b/r)^{-0.194}]$$

voor $a_b/r \leq 1.57$ geldt $fw = 0.3$ (lit.12, blz 269)

a_b : amplitude horizontale orbitaal beweging

r : ruwheidsconstante

α : correctiefactor op orbitaalbeweging

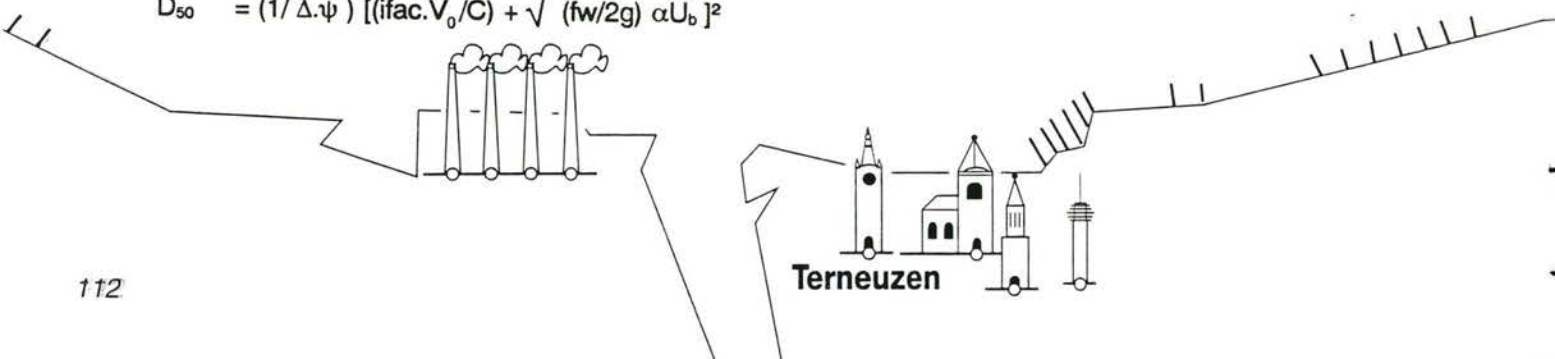
U_b : maximale horizontale orbitaalsnelheid op de bodem

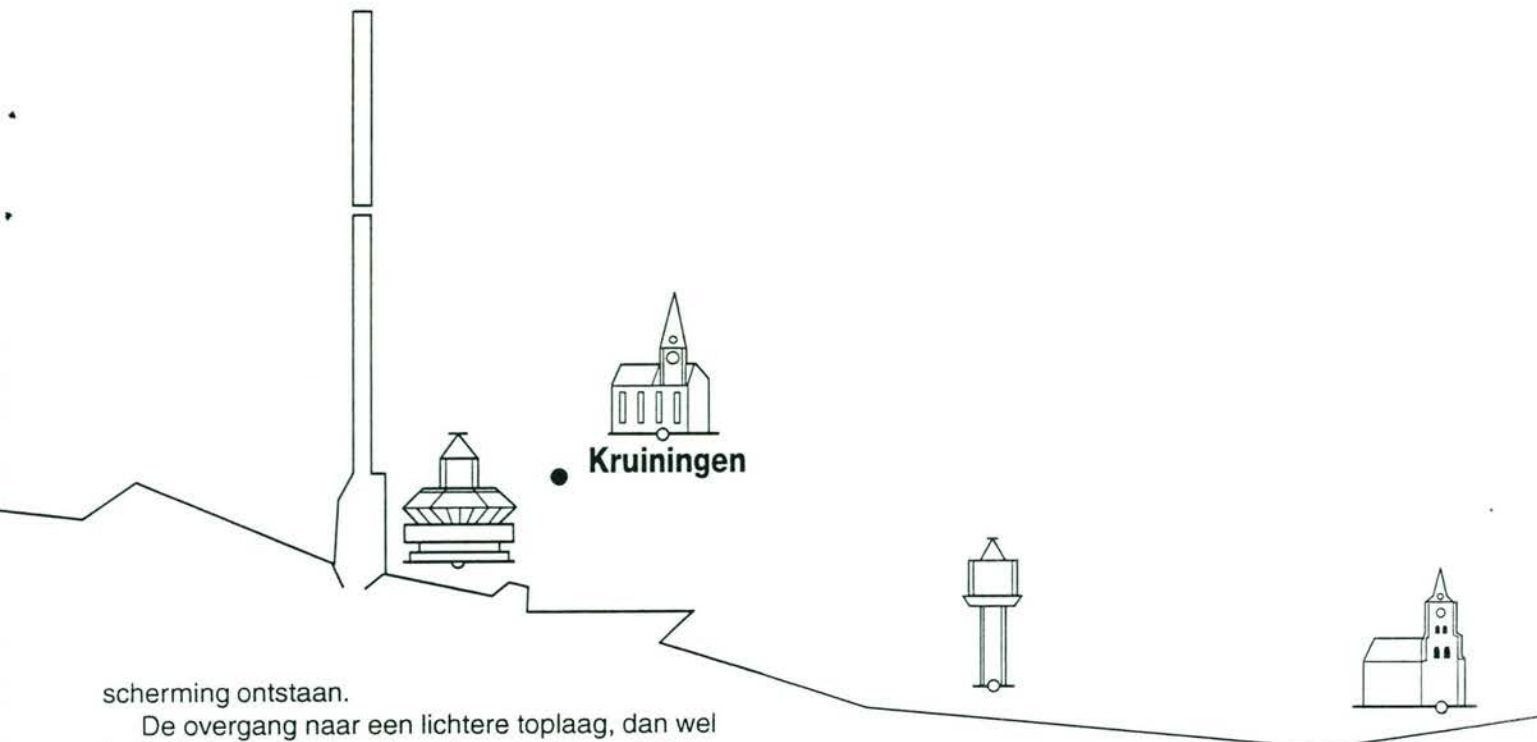
Deze formule is (gedeeltelijk) o.a. afkomstig uit lit. 5 (hoofdstukken 15 en 19) en circuleert in verschillende gedaantes. Zie verder ook lit. 12.

De laatste twee benaderingen bergen een groot aantal coëfficiënten (vormfactoren) in zich. Het bepalen van de waarde van deze coëfficiënten is moeilijk.

De orbitale snelheden en bewegingen onder een windgolf worden berekend volgens de theorie van de sinusoïdale golf. (De snelheden worden bij gebruik van deze theorie overschat).

De omvang van de beschermingen is gerelateerd aan de stroomsnelheden (inclusief turbulentie en wervelingen) en aan diepte en steilheid van de ontgrondingskuilen die bij het beëindigen van de be-





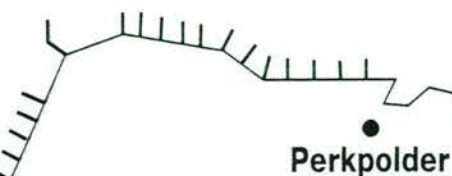
scherming ontstaan.

De overgang naar een lichtere toplaag, dan wel beëindiging van de bescherming wordt bepaald door stroomsnelheden (inclusief turbulentie en wervelingen) ter plaatse. Het verloop daarvan in de buurt van een constructie is moeilijk te vatten in berekeningen. De aanwezige kennis is voornamelijk gebaseerd op proeven en interpretaties daarvan. (Zie lit. 6, 7, 8, 9 en 11).

Voor beide constructies wordt het gebied geschat dat zou ontgronden zonder bodembescherming. Dit dient te worden afgedekt.

Voor een damkop is uit proeven (op kribben) afgeleid dat loodrecht op de stroming over een lengte van 2,25 waterdiepte ontgroningen optreden. In de richting van de stroming wordt een lengte geschat (een praktische maat). Dit gebied dient met een zanddichte bescherming te worden afgedekt. De rand van de bescherming wordt gevormd door een imperfect filter. Deze niet-zanddichte beschermingen zijn in staat de hellingen van eventuele kuilen te stabiliseren, de kuilgroei te remmen en te voorkomen dat de zanddichte bescherming de kuil inglijdt.

Het ontgrondingspatroon rondom een pijler is onder meer afhankelijk van de verhouding tussen waterdiepte en pijlerdiameter. Aan de hand van de literatuur en de onderstaande formule wordt geschat dat de ontgrondingsdiepte bij een onverdedigde bodem in de orde van 40 a 45 m ligt.



Volgens lit. (10, verwijzend naar Breusers, Nicollet en Shen) kan de ontgrondingsdiepte bij een pijler als volgt worden bepaald:

$$h_s/b = f_1(u/u_{kr}) * 2 \tanh(h_0/b) f_3(\text{shape}) f_x(a/b)$$

h_s : kuildiepte t.o.v. bodem

b : breedte pijler

$f_1(u/u_{kr})$: als $u/u_{kr} > 1$ dan $f_1(u/u_{kr}) = 1$

(u = gemiddelde snelheid)

h_0 : waterdiepte op $t = 0$

$f_3(\text{shape})$: vormfactor, hier voor ronde pijler geldt $f_3(\text{shape}) = 1$

$f_x(a/b)$: vormfactor voor verrekening aanstroomhoek, hier $f_x(a/b) = 1$

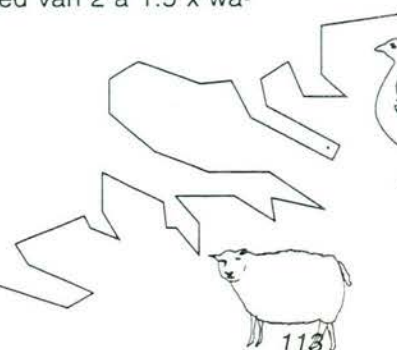
Bovenstaande formule kan met de vorige worden geschreven als :

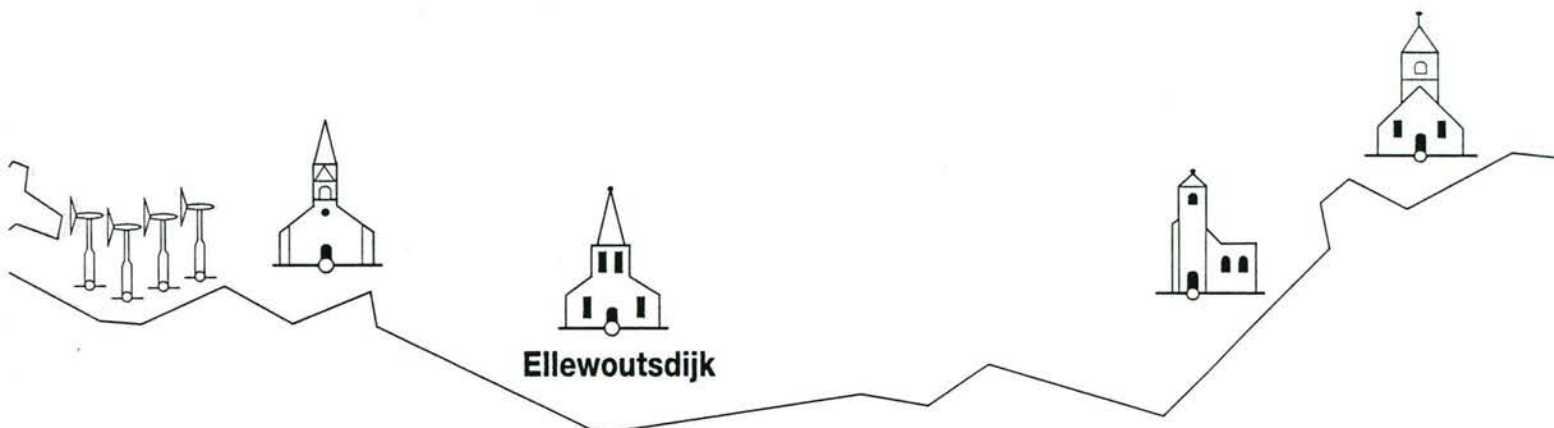
$$h_s/b = 2 \tanh(h_0/b) = 2 \tanh(25/50) = 0.92; h_s = \approx 45 \text{ m.}$$

Andere onderzoeken (bijv. lit. 8) geven voor de uiteindelijke ontgrondingsdiepte een waarde van

$$1.5 h_0 \approx 40 \text{ m}$$

In de literatuur (4 en 9) zijn eveneens de hellingen van de ontgrondingskuilen te vinden. Evenwijdig aan de stroming zijn naast de pijler hellingen 1:2 te verwachten. Gerekend vanaf de voor/achterkant van een pijler moet dan een gebied van 2 à 1.5 x wa-





terdiepte worden afgedekt. Tevens is op basis van een interpretatie van lit. (4) in lit. (9) de te beschermen oppervlakte op 2 x diameter van de pijler (steeds gerekend vanaf de buitenzijde van de pijler) bepaald.

Gekozen is voor een (zanddichte) bescherming in een zone van 2 x diameter rondom de pijler, gevolgd door een niet-zanddichte bestorting met een lengte van 1 x diameter van de pijler.

De bodembeschermingen rondom damkoppen en pijlers vereisen bewaking. Bij te diepe kuilen (c.q. te steile hellingen) aan de rand van de bescherming zullen aanvullende bestortingen moeten worden verricht.

Er is verband tussen de lengte van de bestorting en de bewaking van de kuilvorming. Hoe omvangrijker het gebied dat in eerste instantie wordt vastgelegd, hoe lager de bewakingsinspanning. Dit leent zich voor optimalisering.

De kuilontwikkeling is aan een aantal grenzen gebonden. Bij overschrijding ervan dienen aanvullende bestortingen plaats te vinden. De criteria hebben betrekking op de stabiliteit van de te beschermen constructie (pijler, damkop) of op de stabiliteit van de beschermingsconstructie zelf.

De aanzethelling van de kuil, tussen de rand van de bodembescherming en het diepste deel van de kuil, is gebonden aan criteria betreffende de gemiddelde kuilhelling en het steilste deel van de helling.

De toelaatbare kuildiepte en helling van de ontgrondingskuil zijn afhankelijk van de zettings-

vloeiingsgevoeligheid van de ondergrond. In lit. (10) staat de volgende tabel:
Criteria aanzethelling

	steilste deel		gemiddeld	
	helling	hoogte	helling	hoogte
A	1:4	5	1:7	10
B	1:2	5	1:4	10-15

A=zettingsvloeiingsgevoelig
B=niet-zettingsvloeiingsgevoelig

Het criterium wordt overschreden als over een hoogte groter dan x de helling steiler is dan 1:y

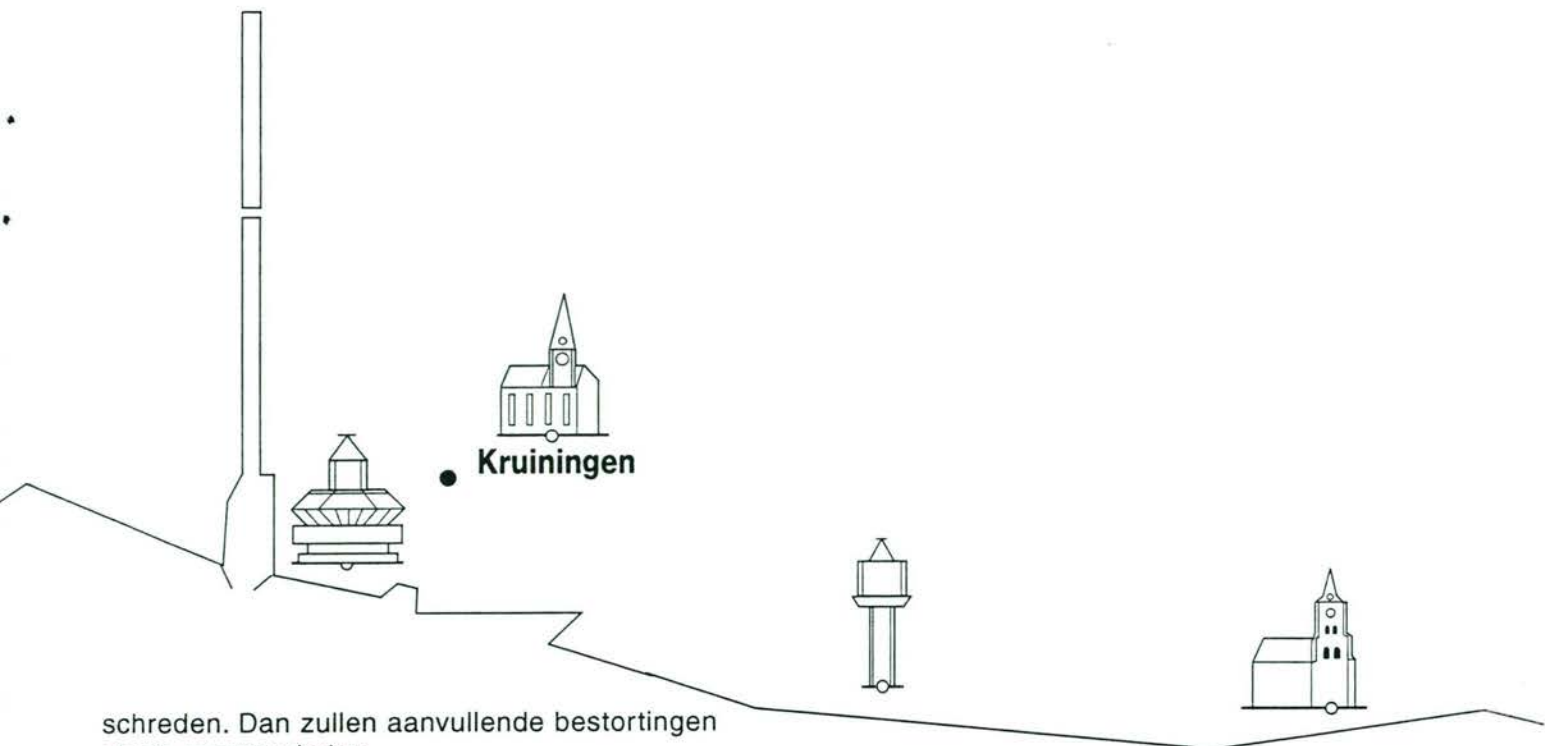
Criteria kuildiepte

	gemiddelde helling tot diepste punt kuil
zettingsvloeiingsgevoelig	1:15
niet-zettingsvloeiingsgevoelig	1:7

Bedoeld wordt de helling tussen de rand van de pijler/damkop en het diepste deel van de kuil.

De rand van de bescherming bestaat uit een imperfect filter. Dit heeft als doel de kuilrand te stabiliseren. Bij de kuilvorming zakt het imperfecte deel de kuil in en stabiliseert op den duur de aanzethelling ter plaatse van het imperfecte deel. De kuilvorming zal doorgaan en stroomafwaarts van het imperfecte filter kunnen bovenstaande criteria worden over-





schreden. Dan zullen aanvullende bestortingen plaats moeten vinden.

Het ontwerp van de bodembescherming leunt sterk op proefresultaten. Het is daarom noodzakelijk het uiteindelijk ontwerp te verifiëren met behulp van literatuuronderzoek en eventueel (model-) proeven.

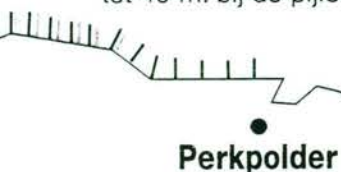
Bescherming damkoppen Zuid-Beveland en Middelpaalt

In de berekeningen is geen onderscheid gemaakt tussen de beschermingen van de damkoppen aan de noord- en zuidzijde van de Everingen. De bodembeschermingen zijn beschreven vanaf de teen van de dam. Voor het ontwerp zijn de volgende belastingscombinaties gehanteerd:

- $U = 3 \text{ m/s}$ en $\psi_{cr} = 0.03$ (geen beweging)
- $U = 5 \text{ m/s}$ en $\psi_{cr} = 0.06$ (transport)

De bodembescherming bestaat uit een toplaag van breuksteen 60/300 kg (dik $1.5D_{50} = 0.75 \text{ m.}$) op een laag fosforslakken tout-venant (dik 0.50 m.). Deze constructie strekt zich uit tot een afstand van 30 m. uit de teen. Vanaf deze lijn loopt de onderlaag slakken nog 10 m. verder door.

Om praktische redenen worden de stortvelden 60/300 kg van de damkoppen met die van de pijlers verbonden. De lengte waarover de onderlaag slakken doorgetrokken wordt na de beëindiging van de 60/300 kg laag verloopt van 10 m. bij de damkoppen tot 40 m. bij de pijlers.



Tijdens de bouw dient de onmiddellijke omgeving van de damkop te worden bewaakt en bij geconstateerde kuilvorming dient bij overschrijding van de diepte- en/of hellingscriteria de kuil te worden afgestort met slakken.

Volledigheidshalve wordt hier nog de opbouw van de damkoppen op het talud net boven de teen vermeld.

Aan de kant van Zuid-Beveland bestaat de constructie op het talud uit de volgende lagen (van buiten naar binnen):

- breuksteen 300/1000 kg (1.20 m.);
- breuksteen 10/60 kg (0.35 m.) op een kade of een laag slakken.

Aan de kant van de Middelpaalt:

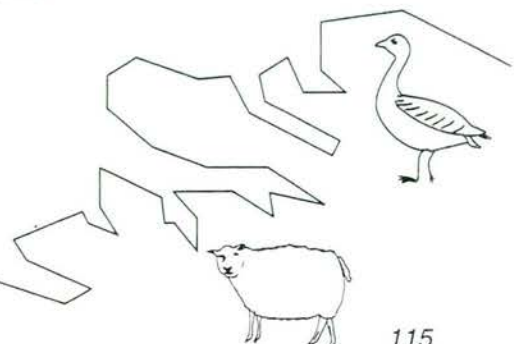
- breuksteen 300/1000 kg (1.20 m.);
- breuksteen 10/60 kg (0.35 m.);
- een geotextiel met rietlaag op een mijnsteenlaag (0.50 m.).

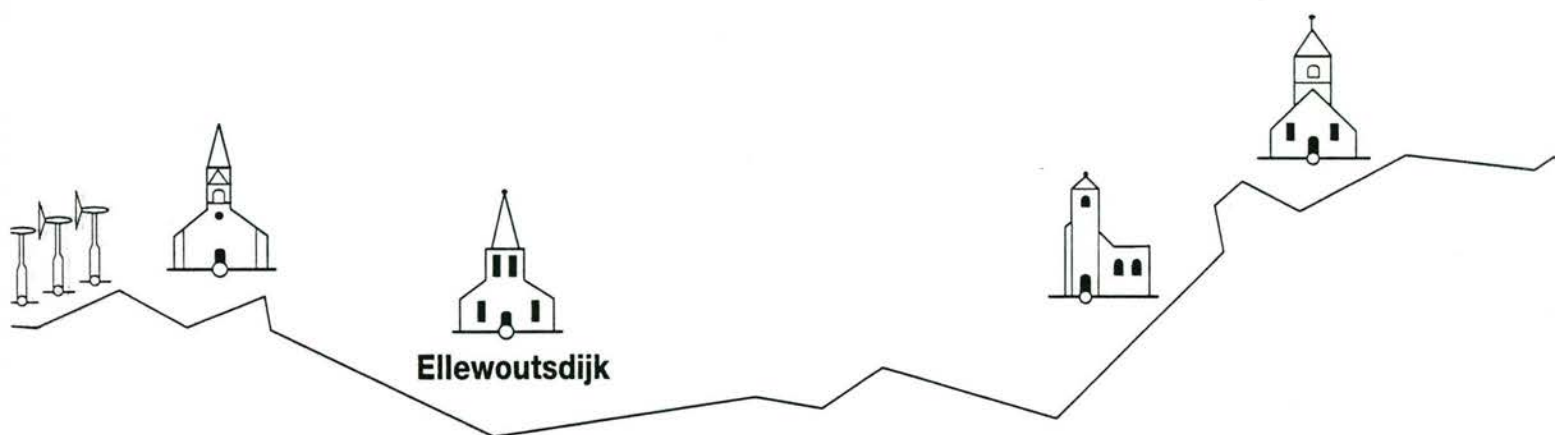
Net onder teen wordt over een lengte van 10 m. de laag 300/1000 kg vervangen door een laag 60/300 kg (0.75 m.) op een geotextiel met rietlaag. Hierna volgt de standaard bodemverdediging (60/300 kg op slakken)

Bodembescherming brugpijlers

In de berekeningen is geen onderscheid gemaakt tussen de beschermingen van de pijlers aan de west- en oostzijde.

Voor het ontwerp zijn de volgende belastingscombinaties gehanteerd:





- $U = 3 \text{ m/s}$ en $\psi_{cr} = 0,03$ (geen beweging)
- $U = 5 \text{ m/s}$ en $\psi_{cr} = 0,06$ (transport)

In een zone van 2 maal de diameter van de pijler (gemeten vanaf de buitenkant van de pijler) wordt rondom de pijler een zanddichte bestorting aangebracht. De toplaag bestaat uit breuksteen 60/300 kg ($2 \times D_{50} = 1 \text{ m}$), vervolgens een laag fosforslakken tout-venant (dik 0,50 m). De onderlaag slakken wordt over een zone van 3 maal de diameter aangebracht (gerekend vanaf de buitenkant van de pijler).

De slakkenlaag vormt een imperfect filter. Deze laag is in staat ontgrondingen te volgen (zakt de kuil in) en te stabiliseren.

De bodemligging rondom de pijler (aan de rand van de beschermingen) dient te worden bewaakt en bij de vorming van te diepe dan wel te steile kuilen moeten deze worden afgestort met slakken. De kuilvorming zal vrij snel (orde weken) na het plaatsen van de pijler optreden.

Rondom de pijler wordt direct aansluitend op de pijler over een strook met een breedte van 10 m een extra laag breuksteen 60/300 kg met een dikte van 0,50 m aangebracht.

De kuil die voor het plaatsen van de pijler is gebaggerd wordt niet aangevuld tot de toekomstige evenwichtsdiepte. De bodembescherming rondom de pijler ligt als het ware in de kuil. In verband met de stabiliteit van de pijler bedraagt de afstand tussen het fundatieniveau en de bovenkant van de bodembescherming minimaal 3,5 m. De fundatie waarop de

pijler wordt geplaatst bestaat uit een laag zeegrind met een dikte van 1 m.

Kabels en leidingen

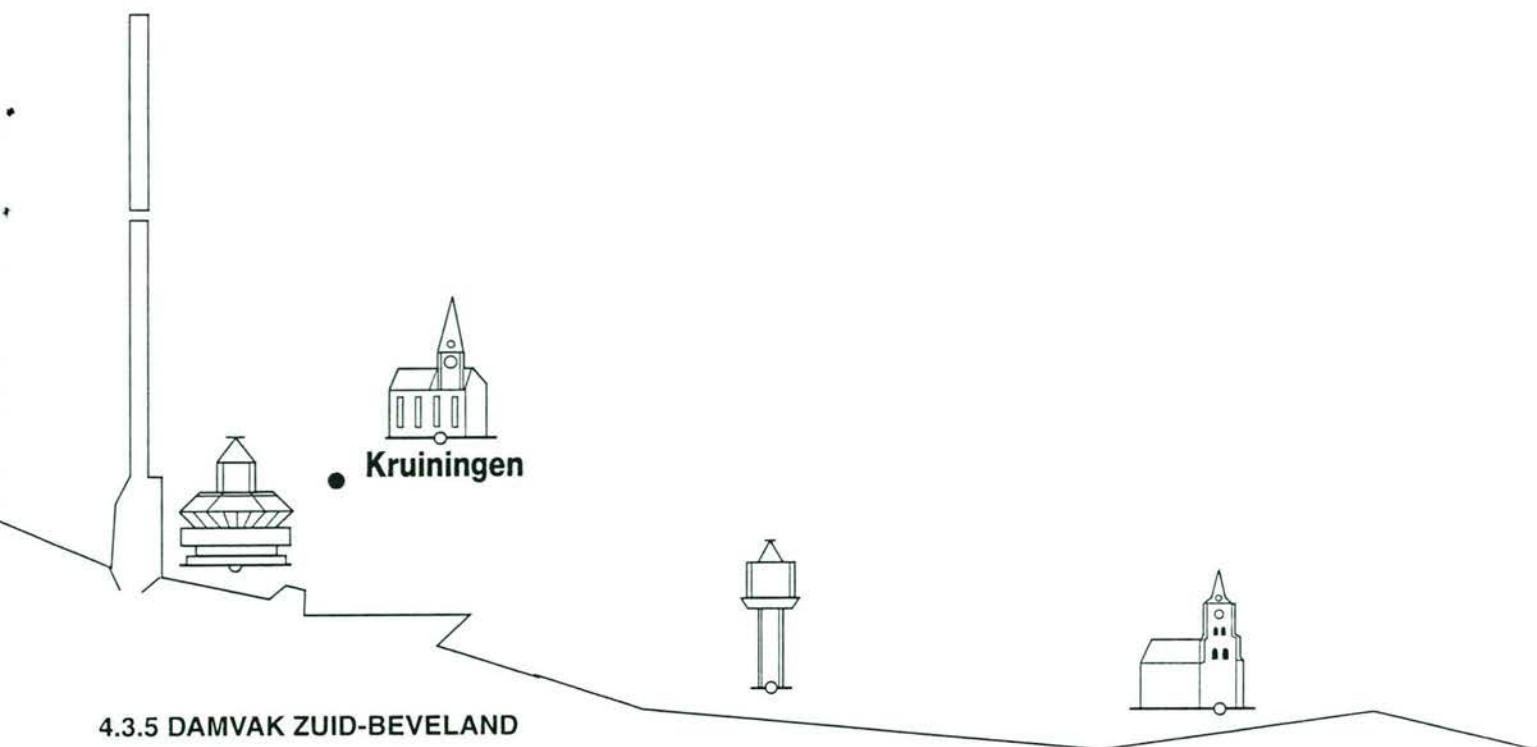
Het brugtracé over de Everingen wordt halverwege gekruist door een niet meer in gebruik zijnde PTT-kabel. Deze zo nodig ter plaatse opruimen en ter beschikking van de PTT stellen.

Van belang is wel de ligging ten oosten van de brug van de in hoofdstuk 4.3.1 'Damvak Middelplaat' genoemde DELTAN 150 kV leidingstrook. Bij de uitvoering van compensatie baggerwerk en bodembescherming moet met deze in de onmiddellijke nabijheid van het uit te voeren werk gelegen leidingen nadrukkelijk rekening worden gehouden. Aanleg van de werken zou kunnen leiden tot lokale ontgrondingen in het leidingtracé, met schade aan de leidingen als gevolg.

Tijdens de uitvoering zal de directe omgeving van de leidingen voortdurend moeten worden gepeild, zodat tijdig maatregelen kunnen worden getroffen in de vorm van slakkenbestortingen.

Nog verder oostwaarts liggen de ook al in het hoofdstuk 'Middelplaat' genoemde DOW-leidingen. Hoewel nog verder uit de invloedssfeer van de uit te voeren werken gelegen, behoeft ook de ligging van deze leidingen intensieve controle.





4.3.5 DAMVAK ZUID-BEVELAND

Geometrie damvak

Het ca. 650 m lange damvak Zuid-Beveland vormt de overgang tussen de brug over de Everingen en het vaste land van Zuid-Beveland.

Het maaiveld ter plaatse ligt op NAP -8 m à NAP -10 m. Evenals bij de zuidelijke brugaansluiting op het damvak Middelplaat wordt ook hier uitgegaan van een economisch optimale overgang van grondlichaam op brugconstructie op een niveau van ca. NAP +15 m.

De maximale lengte van het damvak wordt bepaald door het gestelde in de nota 'Randvoorwaarden'. Het damvak mag niet verder de Everingen worden ingebouwd dan tot waar de teen van de kop van het damvak het oorspronkelijk maaiveld snijdt op een diepte van NAP -10 m.

De geometrie van het damvak wordt verder grotendeels bepaald door het verticaal wegalignment van de oeververbinding; de hoogte van de wegverbinding ter plaatse van de kruising met de huidige hoogwaterkering bedraagt ca. NAP +1 m. Omdat een coupure in de hoogwaterkering uiteraard niet acceptabel is, wordt de kering rivierwaarts omgelegd, en wel zo ver tot de hoogte van de brugoprit overeenkomt met de vereiste kruinhoogte van de hoogwaterkering van Zuid-Beveland. Het damvak maakt dus over een zekere lengte deel uit van de hoogwaterkering, waarvoor een ontwerpfrequentie

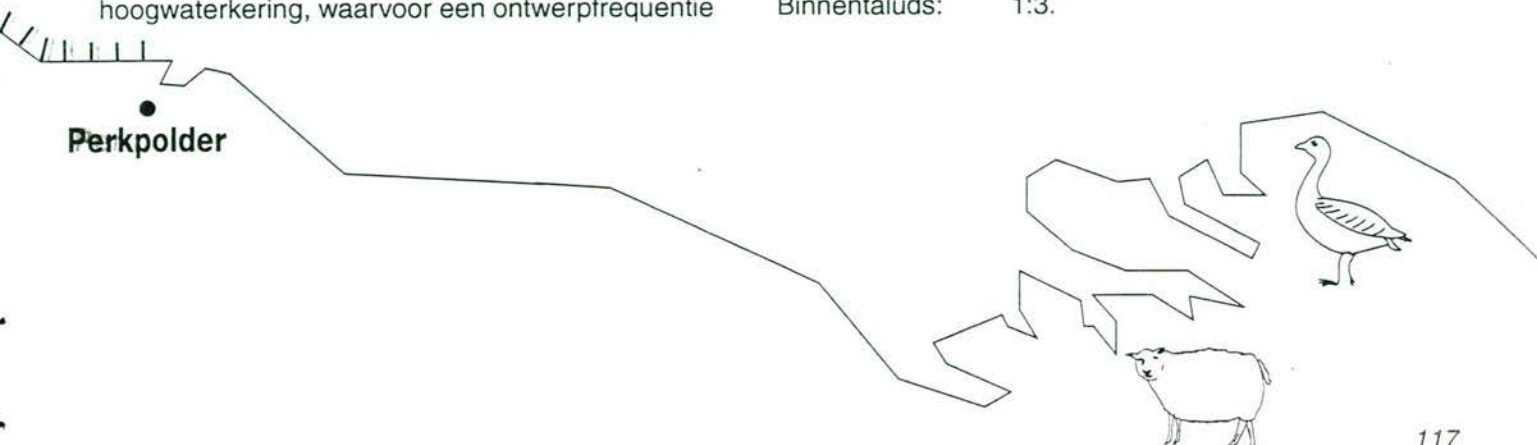
geldt van 1/4.000 per jaar.

In het damvak worden twee constructies opgenomen: het ankerblok van de hangbrug en het landhoofd van de aanbrug. Om te voorkomen dat onder ontwerpomstandigheden het ankerblok door golven wordt omspoeld en daardoor de stabiliteit negatief beïnvloed, wordt ten westen en ten zuiden van het ankerblok een tuimeldijk aangelegd. De minimale (werk)ruimte rond het ankerblok bedraagt 10 m. Waar dit gedeelte van het damvak géén deel uitmaakt van de hoogwaterkering wordt gerekend met een ontwerpfrequentie van 1/1.000 per jaar.

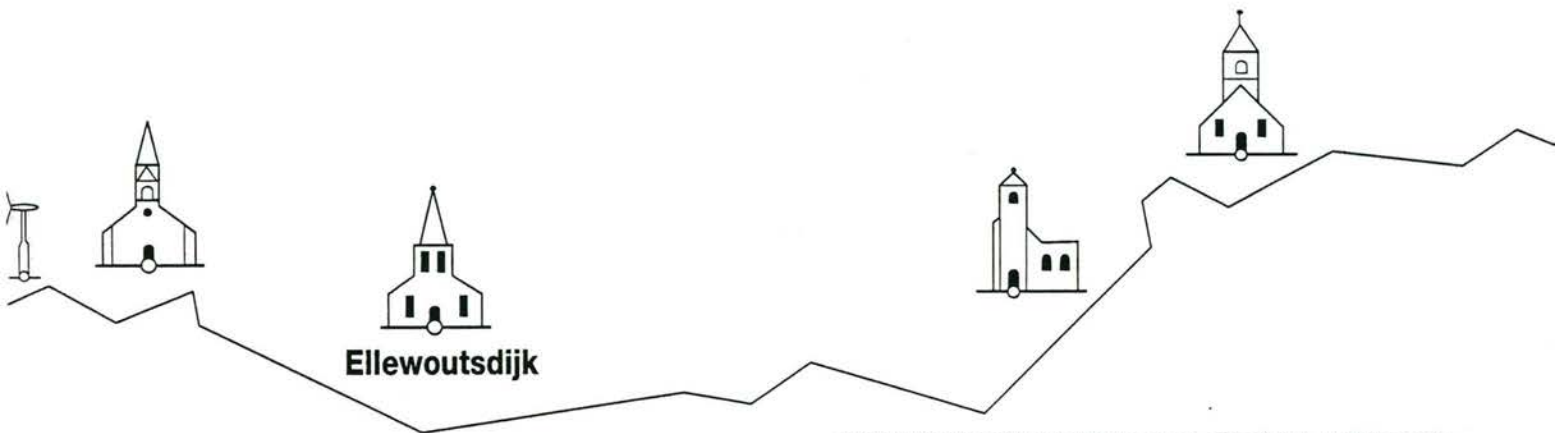
Voor de bepaling van de geometrie van het damvak (kruinhoogte, taludhelling, bermen) wordt uitgegaan van dezelfde uitgangspunten en rekenmethoden zoals die zijn beschreven en toegepast bij het ontwerp van het damvak Middelplaat. Hierbij wordt tevens rekening gehouden met de geometrie van de aansluitende dijkvakken van de bestaande hoogwaterkering.

Het aldus ontworpen algemene dwarsprofiel is als volgt samen te vatten:

Buitentaluds:	1:4
Buitenberm:	breed 10 m op ca. NAP +6 m
Kruinhoogte :	1/4.000 - NAP +11 m
	1/1.000 - NAP +9 m
Binnentaluds:	1:3.



●
Goes



Grondverbetering

Uit het grondmechanisch onderzoek blijkt dat ter plaatse van het aan te leggen damvak de ondergrond vanaf maaiveld tot ca. NAP -15 m bestaat uit slappe niet draagkrachtige kleilagen. Deze lagen worden verwijderd en vervangen door zand. Deze zandaanvulling wordt aangebracht tot een niveau van NAP -8 m; ongeveer gelijk aan het niveau van het oorspronkelijk maaiveld of daarboven. Op deze grondverbetering wordt het damvak aangelegd.

Ter plaatse van de kop van het damvak wordt de zandaanvulling opgesloten door een slakkenkade. Dit om te voorkomen dat het zand buiten het profiel in de Everingen terecht komt, ter plaatse van het uit te voeren compensatie baggerwerk.

Berekend is dat bij uitvoering van een grondverbetering en verdichten van het opgebrachte zand het ankerblok van de hangbrug op staal kan worden gefundeerd.

Opbouw damlichaam

Vanaf het niveau van de grondverbetering op NAP -8 m tot NAP wordt de zandkern van de dam aangebracht tussen slakkenkaden. Daarboven wordt gewerkt met zandkaden die in de getij- en golfzone worden afgedekt met een 0,50 m dikke laag slakken.

Bekledingsconstructies

De bestaande hoogwaterkering moet over een lengte van ca. 400 m worden ontmanteld en afgegraven. Dit is pas mogelijk nadat het damvak de functie van

de kering heeft overgenomen. Er dient voldoende zand te zijn aangebracht en de taluds moeten voldoende zijn verdedigd. Vrijkomende gloopingsmaterialen kunnen dus niet worden gebruikt voor de verdediging van het damvak. Bovendien bedraagt de te verdedigen taludlengte van het damvak ca. 1200 m¹. Voor de verdediging van het damvak is veel meer materiaal nodig dan dat er vrijkomt uit de te ontmantelen zeedijk.

Voor de keuze van de bekledingsconstructie worden dezelfde overwegingen gehanteerd zoals beschreven bij het ontwerp van het damvak Middelplaat. Voor het damvak Zuid-Beveland gelden echter niet de beperkingen zoals die zich voordoen bij de bouw van een eiland.

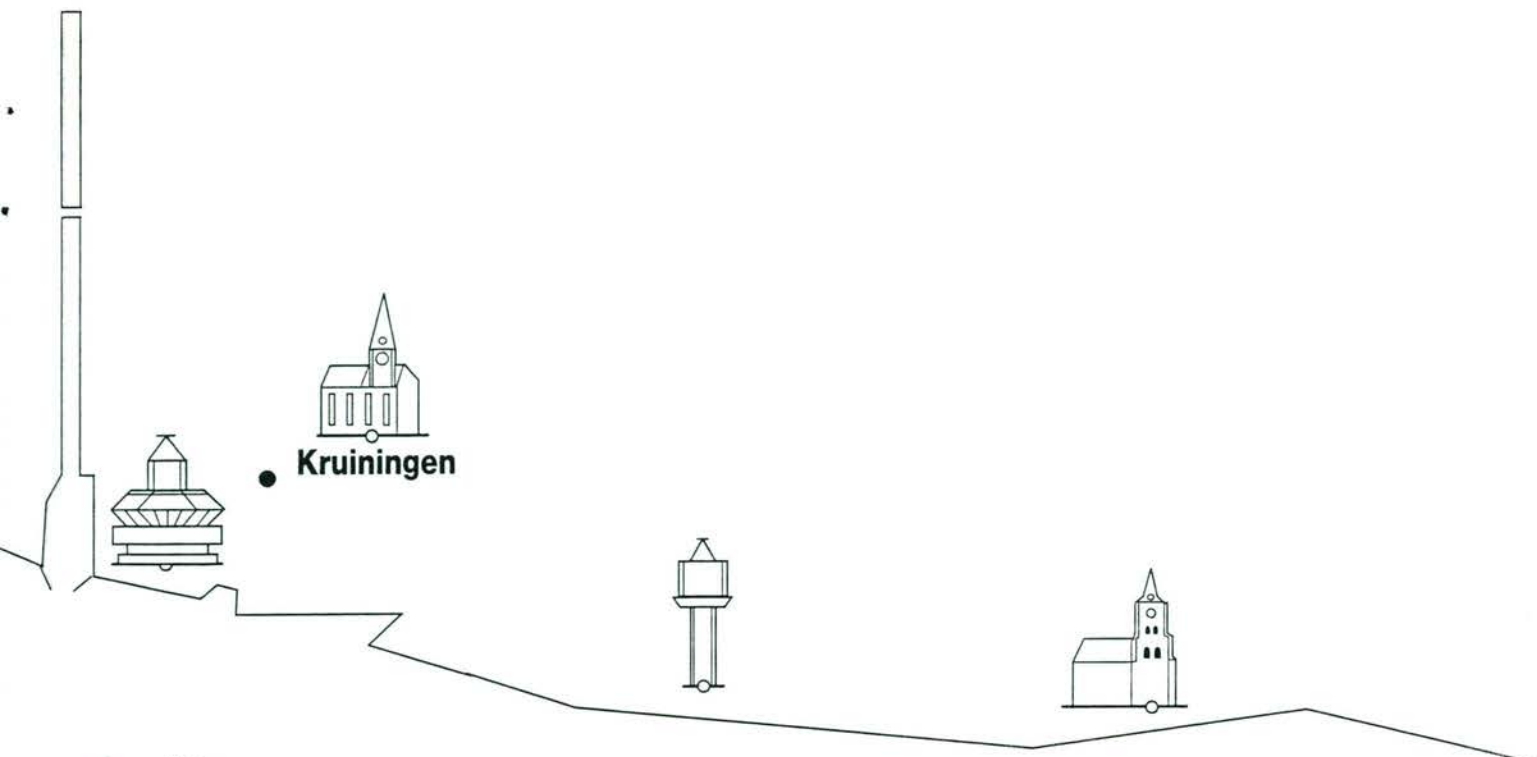
Ook voor het damvak Zuid-Beveland wordt gekozen voor een bekledingsconstructie van breuksteen. De hydraulische belasting van dit damvak is vergelijkbaar met de koppen van het damvak Middelplaat, in de Everingen en de Pas van Terneuzen. De bekledingsconstructie wordt berekend zoals is aangegeven bij het ontwerp van het damvak Middelplaat.

Toplaag bekledingsconstructie:

Westzijde

langs de teen op NAP -8 m, breed 30 m - 60/300 kg taluds 1:4 van NAP -8 m tot NAP +5,60 m - 300/1000 kg.





Oostzijde

langs de teen op NAP -8 m, breed 30 m - 60/300 kg taluds 1:4 van NAP -8 m tot NAP +5,60 m - 60/300 kg.

Kop damvak

langs de teen op ca. NAP -15 m en aansluitend op de bodembescherming van de noordelijke brugpyloon - 60/300 kg taluds 1:4 van ca. NAP -15 m tot NAP +5,60 m - 300/1000 kg.

Bereikbaarheid

Op de binnenberm van de bestaande hoogwaterkering ligt een onderhoudsweg. Deze wegverbinding wordt door het wegtracé van de vaste oeververbinding onderbroken.

Ten westen van het damvak wordt de onderhoudsweg via een dijkovergang aangesloten op de buitenberm van het damvak. Aan de oostzijde van het damvak wordt weer aangesloten op de binnenberm van de bestaande hoogwaterkering. Bovendien wordt daar een aansluiting gemaakt op de Arendshoekweg.

Gedurende de bouwfase (bouw ankerblok en landhoofd brug) zal het werkverkeer gebruik maken van de Arendshoekweg en de onderhoudsweg aan de oostzijde van het damvak. Daartoe krijgt deze wegverharding een breedte van 6 m. Voor het overige deel van de aan te leggen onderhoudsweg kan

worden volstaan met een breedte van 4,50 m.

Ontmantelen en afgraven bestaande hoogwaterkering

Vrijkomende bekledingsconstructies worden afgevoerd en, voor zo ver geschikt, verwerkt op het talud van het dijkvak Staartsche Nol. Vrijkomende klei wordt verwerkt op taluds en terreinen van het damvak ter plaatse; het zand wordt in het cunet van de aansluitende weg gereden.

4.3.6 DIJKVAK STAARTSCHE NOL

Inleiding

Op ca. 2 km ten westen van het aanlandingspunt van de vaste oeververbinding op Zuid-Beveland doorsnijdt het tracé van de toeleidende weg tweemaal de hoogwaterkering van Zuid-Beveland.

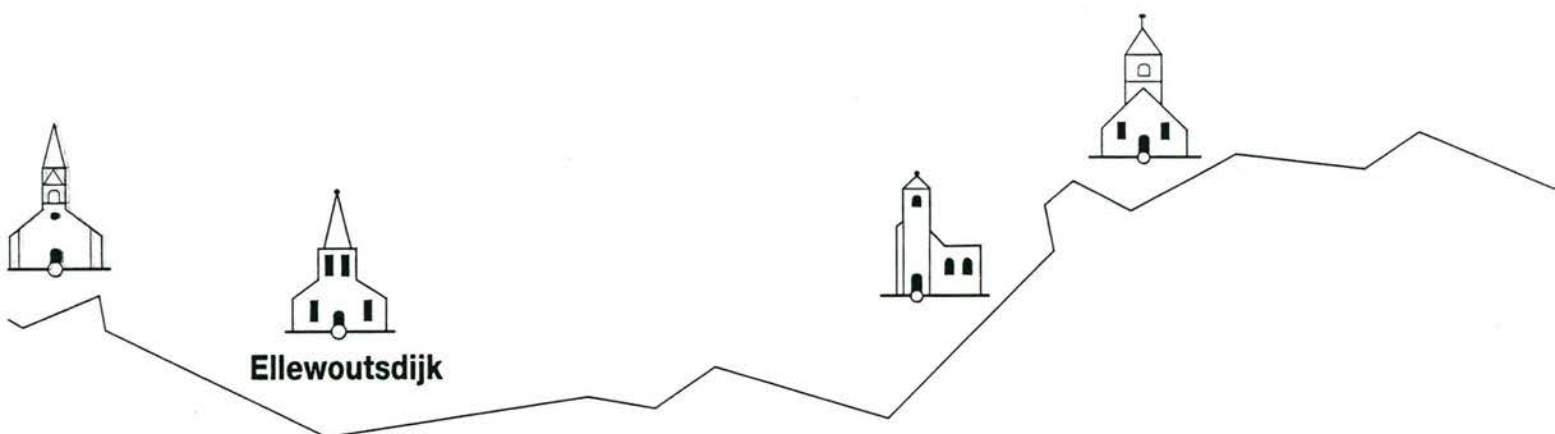
Het tracé van de zeedijk vertoont aldaar een landwaarts gerichte 'instulping', waardoor de te maken toeleidende weg naar de oeververbinding over een lengte van ca. 400 m buitendijks komt te liggen.

Zeewaarts van de toeleidende weg wordt een nieuwe hoogwaterkering aangelegd, het dijkvak 'Staartsche Nol'. Dit snijdt een gedeelte van de oorspronkelijke instulping af, en verkort zo de waterkerende lengte.

Het voorland waarop het dijkvak wordt aangelegd heeft een maaiveldhoogte van ca. NAP en wordt



●
Goes



doorsneden door enkele krekten.

Primair heeft het dijkvak een waterkerende functie; het vormt een onderdeel van de waterkering van Zuid-Beveland waarvoor een ontwerprequentie geldt van 1/4.000 per jaar. Het nieuwe dijkvak zal dus ook aan deze ontwerprequentie moeten voldoen.

Achter de waterkering wordt ruimte gecreëerd voor de aanleg van een toplein met bijbehorende voorzieningen. Het ca. 620 m lange dijkvak loopt ongeveer in de richting noord/west zuid/oost en snijdt het huidige dijkvak af tussen dp. 6 en dp. 83.

De hydraulische belasting wordt gekenmerkt door een hoge waterstand met bijbehorende golf, optredend bij een westenwind dan wel wind vanuit het zuid-westen, waarbij het ondiepe voorland voor het dijkvak een rol speelt. Het achterliggende terrein wordt aangelegd op een hoogte van NAP +4,50 m. De bestaande zeedijk (ontmanteld) wordt gedeeltelijk gehandhaafd.

Uitgangspunt bij het bepalen van het dijkprofiel is de inpassing in de bestaande situatie naar zowel geometrie als constructie.

Verkeerstechnisch speelt het dijkvak zelf geen rol van betekenis (buitenberm moet bereikbaar zijn). Het achterliggende terrein echter heeft primair wel een verkeersfunctie; het vormt een onderdeel van de toeleidende weg naar de vaste oeververbinding, waarbij het Tolplein met bushaltes en carpoolplaatsen een belangrijke functie vervult.

Geometrie

De geometrie van het dijklichaam, het type en de afmetingen van de taludbekleding hangen nauw met elkaar samen. Uitgangspunt is onder meer om de geometrie landschappelijk gezien zoveel mogelijk aan te passen aan het algemeen profiel van de dijken langs de Westerschelde. Met name aan die gedeelten waar het nieuwe dijkvak op aansluit.

Voor het nieuw aan te leggen dijkvak Staartsche Nol is de volgende geometrie aangehouden:

buitentalud: 1:4

buitenberm: breed 10 m, op het niveau van
NAP +5.60 m tot NAP +6.27 m

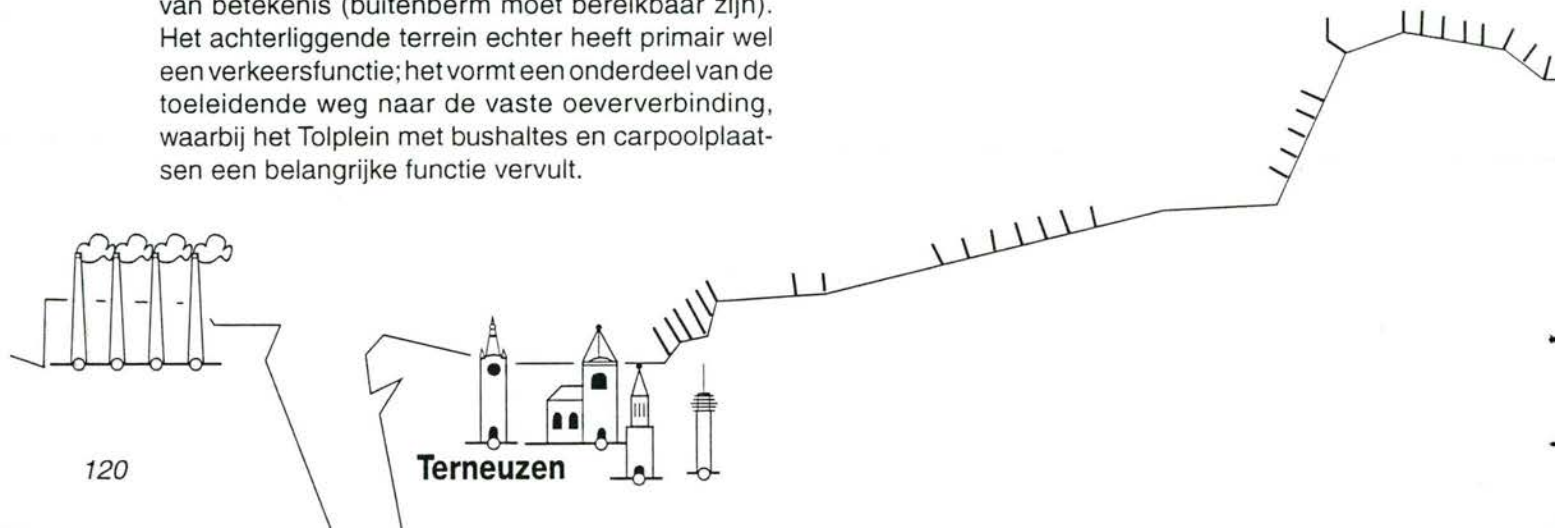
kruin: breed 2.50 m, op het niveau van NAP
+9 m (dijktafelhoogte)

binnentalud: 1:3

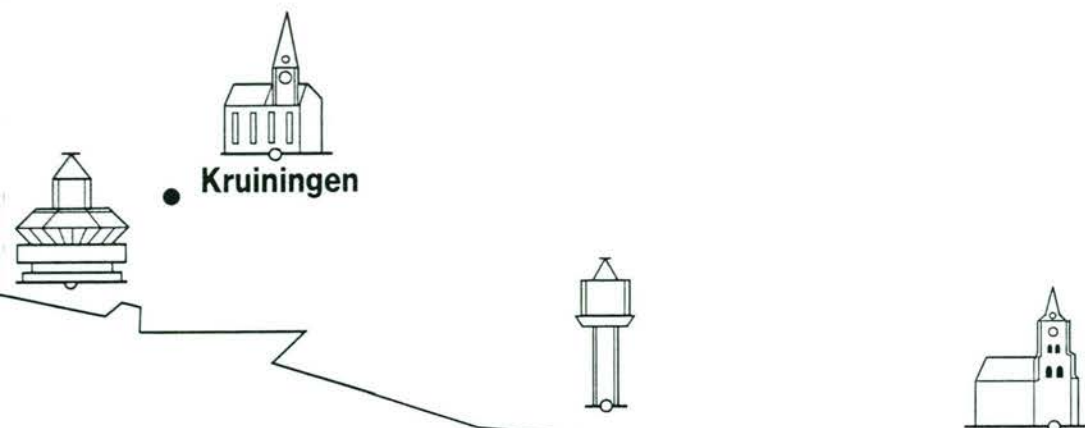
Bekledingsconstructie

Een algemene afweging van de verschillende bekledingsmaterialen op sterkte, aanlegkosten, onderhoud, mogelijk hergebruik, landschapswaarde en natuurontwikkeling is terug te vinden bij het onderdeel 'Natte werken Damvak Middelpaalt'.

Bij het dijkvak Staartsche Nol is van belang de mogelijkheid tot hergebruik van vrijkomende materialen. Zowel bij ontmanteling van de huidige dijk ter



Terneuzen



plaats van het aan te leggen tolplein, als bij de aanleg van het damvak Zuid-Beveland, ter plaatse van de aansluiting van de brug op Zuid-Beveland. Het gaat hier om:

- doorgroeistenen: ca. 800 m²
- betonblokken (type Haringman): ca. 8.000 m²
- basaltzuilen: ca. 3.500 m²
- breuksteen: ca. 2.500 ton

Uitgangspunt bij de dimensionering van de verschillende bekledingsmaterialen is de bestaande situatie.

De situering van het nieuwe dijklichaam is zodanig dat de omstandigheden wat windrichting, golf-aanval en dergelijke betreft niet of nauwelijks afwijken van die bij de aansluitende dijkvakken. Daarom kunnen de materialen ook wat afmetingen en zwaarteen betreft overeenkomstig de bestaande situatie worden gekozen. De volgende materialen worden verwerkt:

- kreukelberm van breuksteen 60/300 kg;
- teenconstructie van perkoenen, teenschot, bevestigingsplank en betonband;
- vanaf de teenconstructie tot ca. NAP +3,20 m basalt- of basaltbekleding op een laag breuksteen 25/60 mm, dik 0,15 m, op een 0,50 m dikke laag mijnsteen 10/125 mm;
- daarboven tot ca. NAP +5 m haringmanblokken dik 0,20 m en 0,25 m op een kleilaag van 0,80 m dik;
- een strook doorgroeistenen zorgt voor de overgang van haringmanblokken naar de kleibekleding;

- vanaf ca. NAP +5,40 m t/m de kruin kleibekleding met een laagdikte van 0,80 m;
- het binnentalud is voorzien van een kleilaag van 0,60 m.

4.3.7 AANVULLENDE BESTORTINGEN

Aanvullende bestortingen zijn te verdelen in twee categorieën:

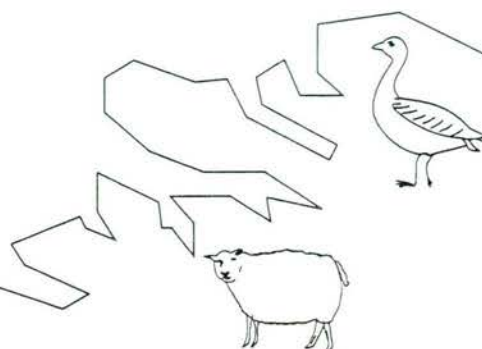
- bij aanvang der werkzaamheden is wel de lokatie bekend, maar niet de omvang;
- bij aanvang der werkzaamheden is noch de lokatie, noch de omvang bekend.

Voor beide categorieën geldt dat het tijdstip van noodzaak van uitvoering niet bekend is.

Onder de eerste categorie vallen voornamelijk uitbreidingen van bestaande verdedigingsconstructies van het gemaakte werk, zoals beschermingen rond brugpijlers, damkoppen en dergelijke. Tevens kan het gaan om objecten en gebieden in de onmiddellijke omgeving van het werk, zoals kabels en leidingen, aansluitende zeeweringen, dammen en plaatranden.

Onder de tweede categorie (lokatie noch omvang bekend) vallen bestortingen die moeten worden aangebracht voor het in uitvoering zijnde of reeds gerealiseerde werk op plaatsen waar dit - ondanks onderzoek - tijdens het ontwerp niet was voorzien. Ook kunnen het bestortingen zijn, nodig voor het in standhouden van objecten die wat verder uit de invloedssfeer van het werk liggen. Voor de laatste ca-

older



Ellewoutsdijk

tegorie is het niet altijd even duidelijk of de noodzaak tot storten een direct gevolg is van de aanleg van de werken, of dat het (mede) veroorzaakt wordt door de 'natuurlijke' hydraulische en morfologische ontwikkeling van het betreffende gebied.

Het tijdstip waarop tot bestorting moet worden overgegaan kan zich openbaren al tijdens of direct na uitvoering van een onderdeel. (Bijvoorbeeld: overschrijding van de ontwerpcriteria van de ontgrondingskuil van een bodembescherming.)

Het is ook mogelijk dat pas na (on)zekere tijd na het gereedkomen van het werk, nog aanvullende bestortingen moeten worden uitgevoerd (een geul verplaatst zich geleidelijk in de richting van een daarop niet ontworpen object).

Het mag duidelijk zijn: voor lokaties waar aanpassingen zijn te verwachten geldt de noodzaak al tijdens de uitvoering frequent te controleren en de ontwikkelingen te volgen.

Voor het gehele invloedsgebied van de uit te voeren natte werken zal tijdens, maar ook na de uitvoering, een inspectiesysteem in stand moeten worden gehouden.

Hoewel in de voorbereidende fase niet exact is aan te geven 'waar, wat en wanneer' zal toch een prognose moeten worden opgesteld.

Lokaties, waar rekening moet worden gehouden met aanvullende bestortingen zijn:

- kop damvak Zuid-Beveland;
- bodembescherming brugpijlers Everingen;
- noordelijke kop damvak Middelplaat;
- havendammen werkhaven;
- westzijde damvak Middelplaat;

- zuidelijke kop damvak Middelplaat;
- bodembescherming tunnel;
- DOW leiding bij de werkhaven, op de Middelplaat en in de Pas van Terneuzen;
- Deltanleiding in de Everingen en op de Middelplaat;
- hoogwaterkering Zuid-Beveland bij de aansluiting van het nieuwe damvak en bij Ellewoutsdijk;
- hoogwaterkering Zeeuwsch-Vlaanderen op de vooroever bij de tunnelaansluiting en weerszijden daarvan, daar waar de kwaliteit van de bestaande oeververdediging twijfelachtig is.

De totale oppervlakte van deze lokaties wordt globaal geschat op 250.000 m². Voor 'onvoorzien' wordt rekening gehouden met nog eens 100.000 m².

De bestortingen worden uitgevoerd met fosfor-slakken. Daar waar tevens rekening moet worden gehouden met wind- of scheepsgolven, wordt plaatselijk de slakkenlaag afgedekt met breuksteen.

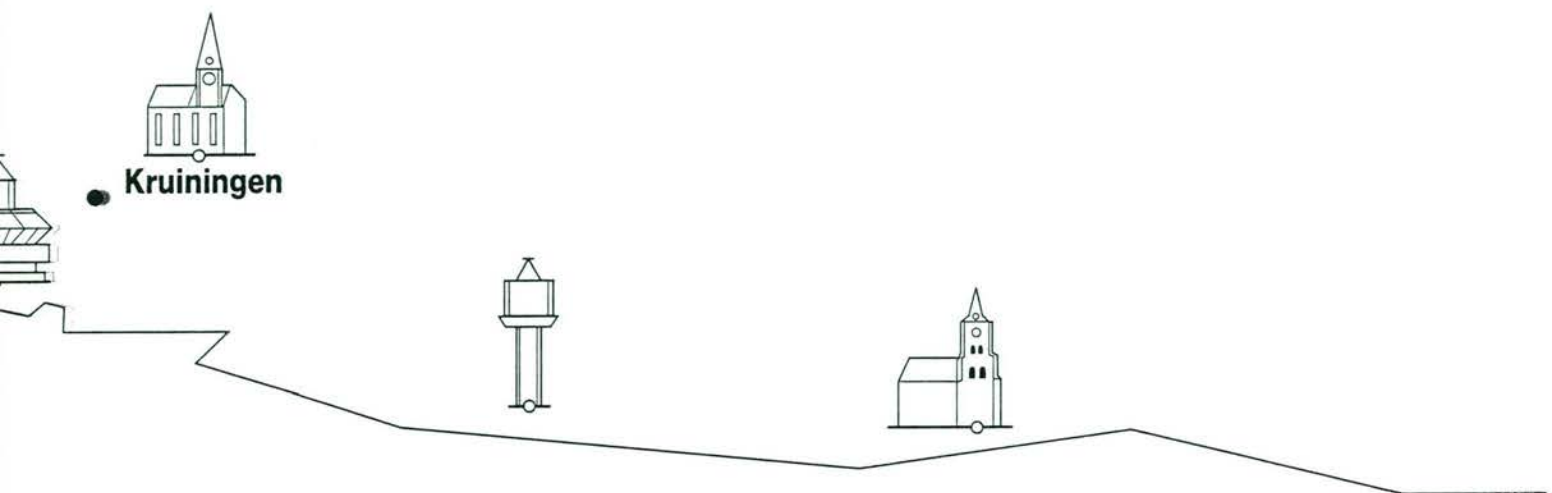
4.3.8 WEGVERHARDINGEN

In de eindsituatie zal de WOV met toeleidende wegen op grond van verkeersintensiteiten en wegfunctie als autosnelweg zijn uitgevoerd.

Bij de ingebruikstelling zal de verkeersintensiteit zodanig zijn, dat volledige aanleg als autosnelweg nog niet is vereist.

Terneuzen

Perk



Op de damvakken Middelpaalt en Zuid-Beveland zullen in eerste instantie geen vluchtstroken worden aangelegd. Evenals in de toeleidende wegen bedraagt de verhardingsbreedte van de rijbanen 8,60 m.

De verhardingsconstructie is als volgt:

- 40 mm dab 0/16 vk 3
- 40 mm oab 0/16 type 2 vk 3
- 60 mm stab 0/57 vk 3
- 250 mm fosforslakken gebonden
- 600 mm zandbed

(afhankelijk van type en CBR ondergrond).

De verhardingsconstructie van de onderhoudsweg op het damvak Zuid-Beveland is als volgt:

- 35 mm dab 0/11 vk 2
- 60 mm stab 0/57 vk 2
- 200 mm fosforslakken gebonden
- (250 mm puinfundering)
- 400 mm zandbed

(afhankelijk van type en CBR ondergrond).

Gebruikte afkortingen:

dab : dicht asfaltbeton

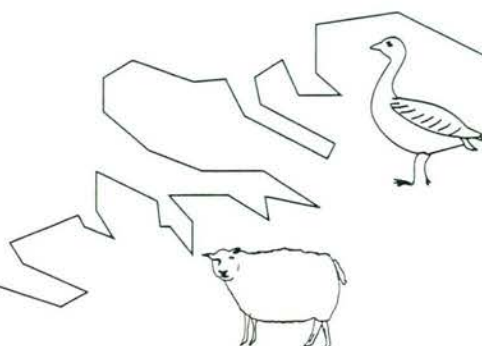
oab : open asfaltbeton

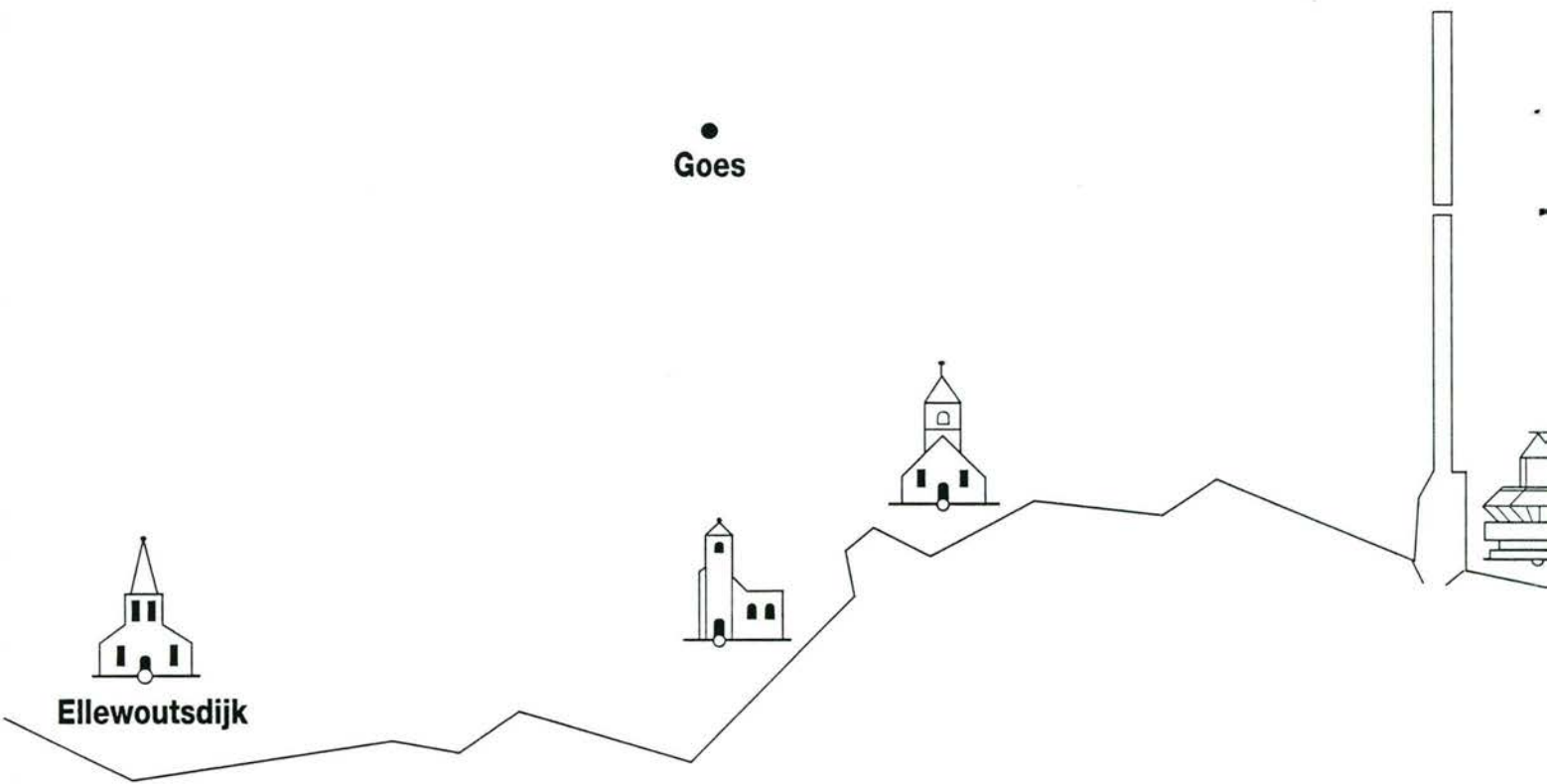
stab: steenslag asfaltbeton

vk : verkeersklasse

4.3.9 LITERATUUR

- 1 : WAQUA-runs tracé 3BT met schuine dam, notitie AXI 91.06, 15 januari 1991, dir. Zeeland.
- 2: Golfrandvoorwaarden tracé 3 Westerschelde Oeververbinding, 5-6-1991, dir. Zeeland
- 3: Overzicht Basisgegevens WOV, 1-7-1991, WBA-R-91085
- 4: Flexibele waterbouwkundige constructies, oktober 1986, dictaat f4, fac. der Civiele Techniek, TUD
- 5: Coastal Engineering, Vol II, Harbour and Beach Problems, 1980, fac. der Civiele Techniek, TUD
- 6.: Ontgroning bij een horizontale vernauwing, WL Q935, mei 1991, Waterloopkundig Laboratorium
- 7.: Texaco Mittleplate Platforms, scour and bed protection, M1841, januari 1982, Waterloopkundig Laboratorium
- 8.: Stormvloedkering Oosterschelde, werkgroep 8, ontgroningen bij de putten van de pijleroplossing, april 1976, M1385, waterloopkundig Laboratorium.
- 9.: Nieuwe Stadsbrug, Ontwerp bodembescherming rond brugpijlers, Ingenieursbureau Havenwerken, Gemeentewerken Rotterdam, 61.00 R9015
- 10: The Closure of Tidal Basins, Delft University





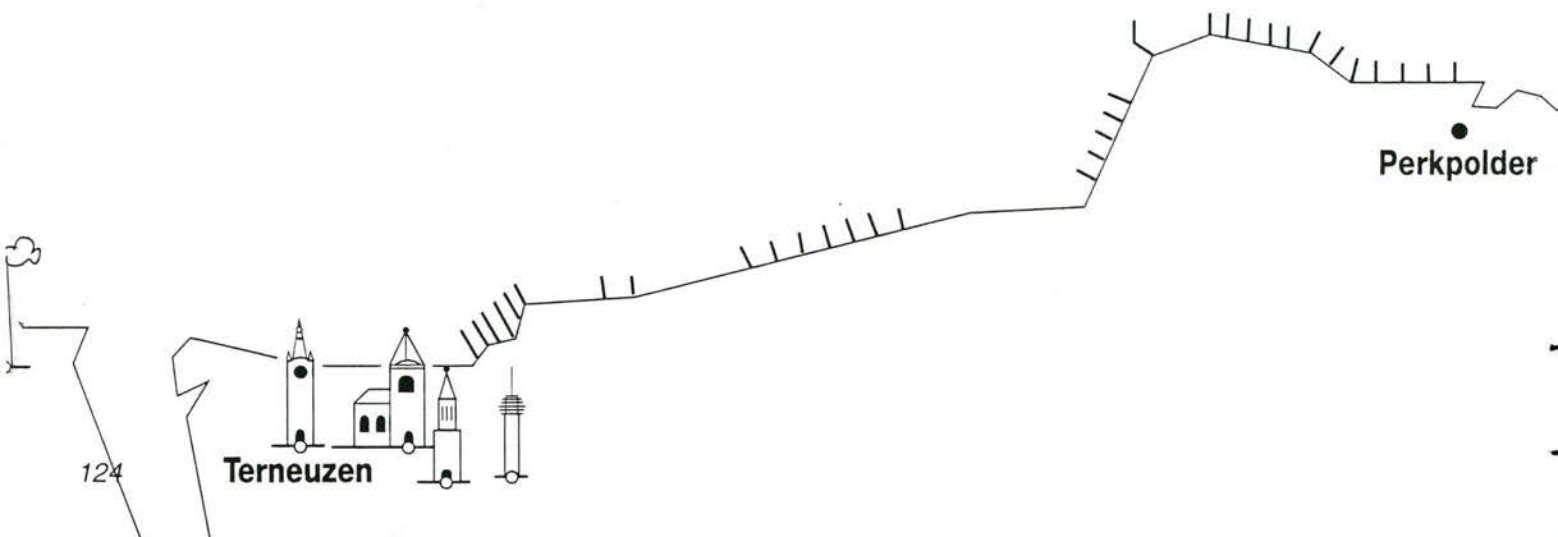
Press, 1984.

11: Gedrag van een bodemverdedigingsrand bij een over- en langstreckende stroming, Q711, november 1988, Waterloopkundig Laboratorium

12: Principles of fluid flow and surface waves in rivers, estuaries, seas and oceans. Leo C. van Rijn, ISBN 90-800356-1-0

13: WL Q1322-I

14: Westerschelde Oeververbinding. Stroombeelden ter plaatse van tunnelsleuf, verslag modelonderzoek. Rapport M 1734, Waterloopkundig Laboratorium, juli 1981.





Kruiningen



4.4 WEGEN

4.4.1 ALGEMEEN

De WOV met toeleidende wegen is een functie toebedacht voor het regionale en interregionale verkeer. Het karakter van de weg dient hiermee in overeenstemming te zijn. In de eindsituatie zal de WOV met toeleidende wegen op grond van de verkeersintensiteiten en de wegfunctie als autosnelweg zijn uitgevoerd. Bij de ingebruikstelling zal de verkeersintensiteit niet op alle weggedeelten zodanig zijn dat aanleg als dubbelbaansweg is vereist. De weggedeelten die wel dubbelbaans dienen te worden uitgevoerd krijgen in eerste instantie geen vluchtstroken. Omdat uitbouw tot autosnelweg relatief eenvoudig moet kunnen plaatsvinden zijn voor het ontwerp 1e fase zowel de richtlijnen voor autosnelwegen (ROA), als niet-autosnelwegen (RONA) van toepassing. De aansluitende wegen moeten eveneens aan de RONA-eisen voldoen. De secundaire wegen S10, S11 en S21, de N252 en de tertiaire weg T67 vallen in de RONA-categorie 3 en 5, de tertiaire weg T36, de Verlengde Staartschedijk en de weg langs de Zeedijk (tussen busstation en Verlengde Staartschedijk) in categorie 6 en de landbouwwegen in categorie 7. Elke categorie stelt specifieke eisen aan het horizontaal en verticaal alignement.

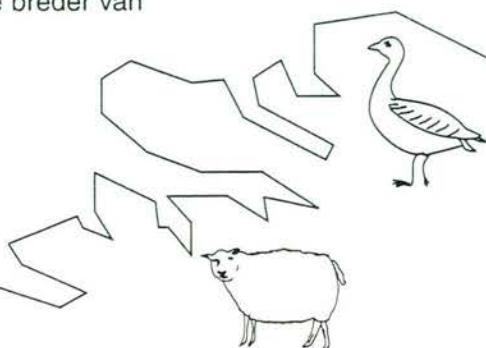
De provincie Zeeland ontwerpt gebruikelijk wegen met standaard dwarsprofielen. Deze wijken echter enigszins af van de RONA-richtlijnen, met name de rijstroken zijn bij de provincie breder van

opzet. De breedte van de rijbanen die op termijn moeten worden uitgebouwd tot autosnelwegniveau bedraagt 8,60 m, (RONA autoweg 7,50 m). In dit geval is gekozen voor de extra breedte om te voorkomen dat bij de uitbouw tot autosnelweg het rechterspoor precies boven een langslas in de verhardingen komt. Dit zou een verzwakking van de constructie betekenen. De aansluitende secundaire wegen N252 en T67 hebben een breedte van 7,50 m met rijstroken van 3,25 m. Voor de tertiaire weg T36, de Verlengde Staartschedijk en de Weg langs de Zeedijk (tussen busstation en de Verlengde Staartschedijk) geldt een breedte van 6 - 6,50 m, afhankelijk van de aansluitende bestaande weg.

De landbouwwegen hebben een breedte van 3,50 - 6 m afhankelijk van de functie van de weg (zie ook 4.4.9 'Wegen busroutes'). Enkelzijdige fietspaden zijn 3 m breed.

De volgende hoofdstukken gaan nader in op het ontwerp van de wegen. Een gedetailleerde verantwoording van de ligging van het tracé is opgenomen in de nota 'Tracébeschrijving'.

Voor het voorontwerp is een werk-kilometrerings opgezet, waarbij het nulpunt gelegen is bij het viaduct over de Frankrijkgweg. De kilometrerings loopt derhalve van noord naar zuid.



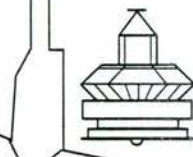
Goes



Willewoutsdijk



150 mm fosforslakken ongebonden
(150 mm puinfundering)
400 mm zandbed



Tekeningen

Bij het wegenonderdeel van het voorontwerp behoren 28 tekeningen, alle verkleind naar A3 formaat, namelijk:

B 106900	Algemeen overzicht
B 106901	Overzicht zijde Zuid-Beveland
B 106902	Overzicht zijde Zeeuwsch-Vlaanderen
B 106904	Assen tekening
B 106905/	
B 106913	Situatie
B 106914	Inrichting natuurterrein
B 106916	Algemene dwarsprofielen
B 106917/	
B 106918	Lengteprofielen
B 106920/	
B 106929	Kunstwerken
B 106931	Inrichting tolinning
B 106935/	

Opmerking: De opgegeven schaal is van de originele, niet verkleinde tekeningen.

De tekeningen zijn opgenomen in tekeningenboek nr. 4.

Wegconstructies

Voor de verschillende typen aan te leggen of te reconstrueren wegen zijn de volgende constructies gehanteerd, met eventuele alternatieven:

Fietspaden

25 mm dab 0/8	vk 2
60 mm stab 0/57	vk 2

Wegen met een zeer lage verkeersintensiteit (landbouwwegen).

35 mm dab 0/11	vk 2
60 mm stab 0/57	vk 2
200 mm fosforslakken gebonden (250 mm puinfundering)	
>400 mm zandbed (afhankelijk van type en CBR ondergrond)	

Wegen met een verkeersintensiteit van 1000 - 3000 mvt/etm

35 mm dab 0/11	vk 2 (sma 0/8)
40 mm oab 0/16 type 1	vk 2
(ook als tijdelijke deklaag)	
60 mm gab 0/57	vk 2
250 mm fosforslakken gebonden (300 mm puinfundering)	
500 mm zandbed (afhankelijk van type en CBR ondergrond)	

Wegen met een verkeersintensiteit van 3000 - 7000 mvt/etm

40 mm dab 0/16	vk 2 (sma 0/11)
40 mm oab 0/16 type 2	vk 2
(tijdelijke deklaag type 3)	
60 mm stab 0/57	vk 2
250 mm fosforslakken gebonden	
600 mm zandbed (afhankelijk van type en CBR ondergrond)	

Perkpolder





Wegen met een verkeersintensiteit van 7000 - 16000 mvt/etm

40 mm dab 0/16	vk 3
40 mm oab 0/16 type 2	vk 3
60 mm stab 0/57	vk 3
250 mm fosforslakken gebonden	
600 mm zandbed	
(afhankelijk van type en CBR ondergrond)	

Gebruikte afkortingen:

dab: dicht asfaltbeton
oab: open asfaltbeton
gab: grindasfaltbeton
zoab: zeer open asfaltbeton
stab: steenslag asfaltbeton
vk: verkeersklasse

Bij de constructieopbouw is voor de hoofdrijbanen uitgegaan van 10% vrachtverkeer. De te reconstrueren landbouwwegen ten behoeve van de busroutes zijn een klasse hoger ingedeeld. Bij de VRI's dient de constructie zodanig te worden aangepast dat geen spoor/ribbelvorming en/of scheuren/rafeling optreden. De dimensionering van de constructie is getoetst aan de Shell Manual methode.

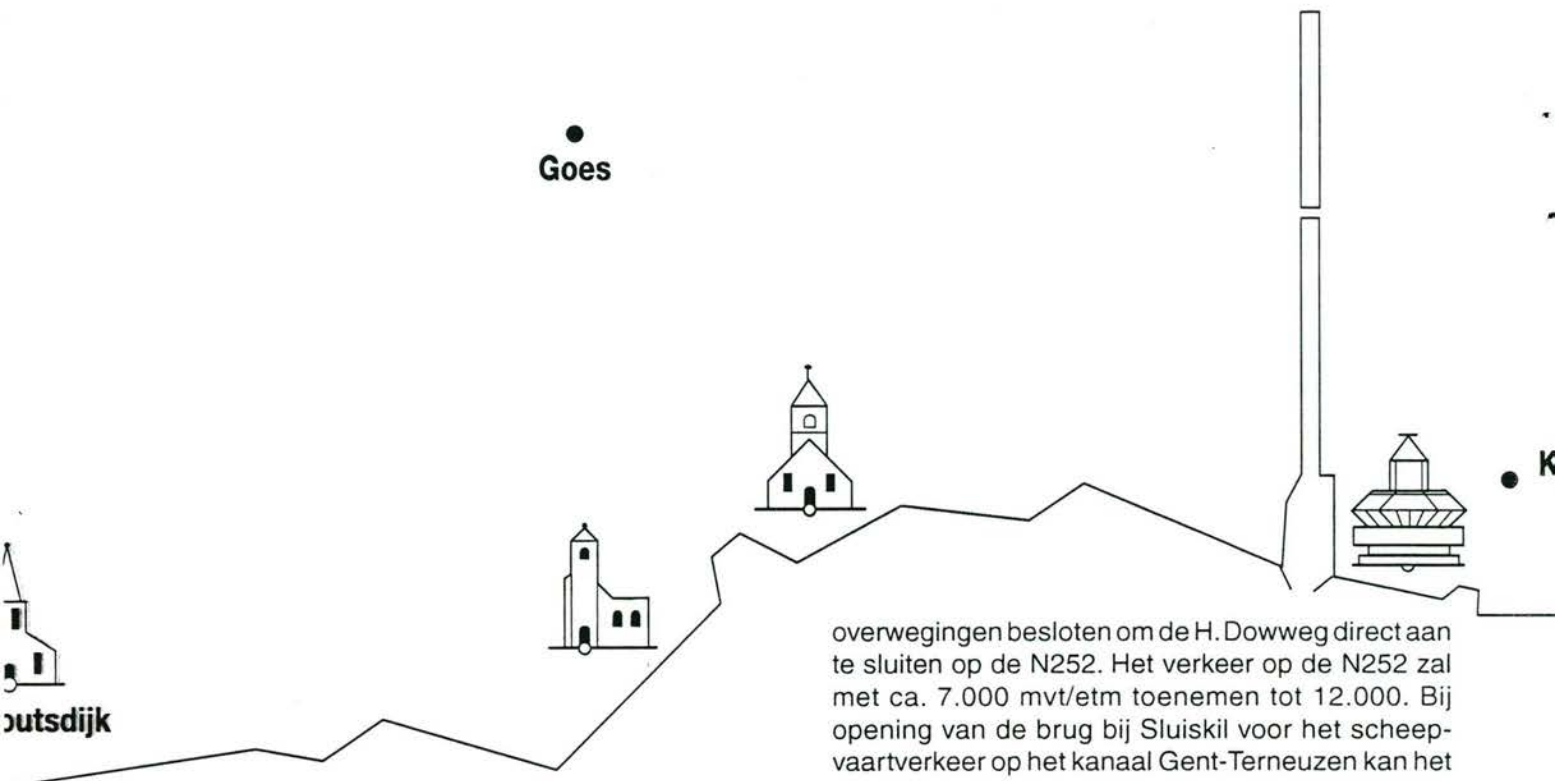
Algemene verkeersgegevens

Met behulp van een verkeersnetwerk van DHV Milieu en Infrastructuur BV is een prognose gemaakt van de verkeersstromen op en naar de WOV. Het netwerk strekt zich uit van Noord-Frankrijk, België,

Nederland en een noord-westelijk deel van Duitsland. Met het rekenmodel Zeeland van de Provincie Zeeland zijn voor de belangrijkste toeleidende wegen de kruispuntenbewegingen bepaald. Het DHV-net is hiertoe verder verfijnd en aangepast aan de wijzigingen ten opzichte van de tracénota/MER. De resultaten geven een voor deze voorontwerpfase voldoende nauwkeurige indicatie. Voor exacte bepaling van de kruispuntbewegingen dienen echter nader onderzoek en kalibratie met bestaande kruispuntbewegingen plaats te vinden. Bij een industriegebied bijvoorbeeld kunnen de kruispuntbewegingen in de spits sterk afwijken van de overige dagdelen.

De prognoses van het DHV rekenmodel geven aan dat in 2000, het geschatte jaar van openstelling, op de WOV een verkeersaanbod van ca. 12.000 mvt/etm is te verwachten. Voor het verkeersaanbod op de huidige wegen wordt gerekend met de actuele intensiteiten, vermeerderd met 2% groei per jaar. Dit komt overeen met het midden-scenario uit het Structuurschema Verkeer en Vervoer (SVV). In de nota 'Basisgegevens' is een verkeersstromenkaart opgenomen met de verkeersintensiteiten van 1991 in de provincie Zeeland. De intensiteiten (1990) op de belangrijkste aansluitende wegen zijn:





S10	Middelburg-S11	6200 mvt/etm
S10	S11-Borsselsedijk	4700 mvt/etm
S10	Borsselsedijk-Monsterweg	2200 mvt/etm
S11	S10-'s-Heerenhoek	5900 mvt/etm
T36	Monsterweg	2000 mvt/etm
		250 fietsers/etm
T67	H. Dowweg	5800 mvt/etm
S21	Hoek-H. Dowweg	5500 mvt/etm
S21	H. Dowweg-N252	9700 mvt/etm
N252	S21-N61	4700 mvt/etm
N61	S21-N252	6100 mvt/etm

De effecten van aanleg van de WOV op de Zuid-Bevelandse wegen vallen mee. Slechts het gedeelte tussen de aansluiting S10/S11 en de Borsselsedijk dient al in de 1e fase te worden verdubbeld. De bestaande wegen zullen het verkeersaanbod goed kunnen verwerken.

Het weggedeelte tussen tolplein en oprit brug dient uit verkeersveiligheidsoverwegingen eveneens dubbelbaans te worden uitgevoerd.

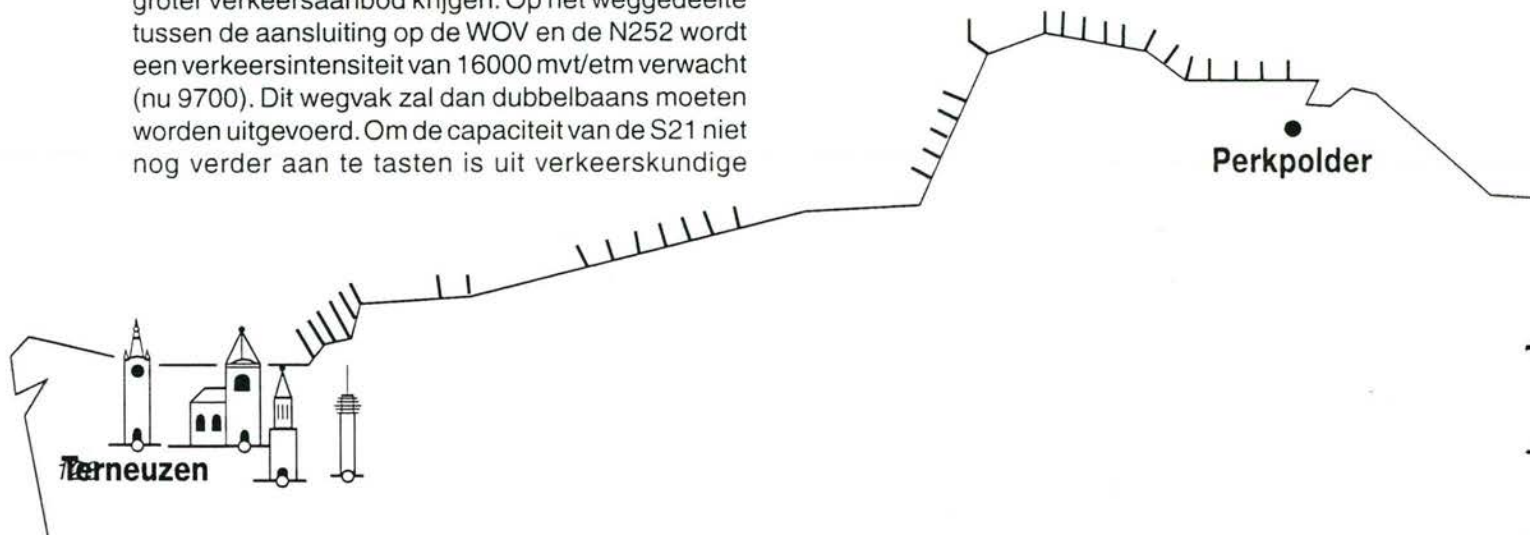
In Zeeuwsch-Vlaanderen ligt de situatie gecompliceerder. Door het niet doortrekken van de toeleidende weg naar de WOV tot aan de N61 (zie onder hoofdstuk 4.4.4) zullen de S21 en de N252 een veel groter verkeersaanbod krijgen. Op het weggedeelte tussen de aansluiting op de WOV en de N252 wordt een verkeersintensiteit van 16000 mvt/etm verwacht (nu 9700). Dit wegvak zal dan dubbelbaans moeten worden uitgevoerd. Om de capaciteit van de S21 niet nog verder aan te tasten is uit verkeerskundige

overwegingen besloten om de H. Dowweg direct aan te sluiten op de N252. Het verkeer op de N252 zal met ca. 7.000 mvt/etm toenemen tot 12.000. Bij opening van de brug bij Sluiskil voor het scheepvaartverkeer op het kanaal Gent-Terneuzen kan het verkeer worden teruggestuwd tot op de N252. De rechtsafstrook zou hiertoe moeten worden verlengd. Dit is het kader van dit voorontwerp niet verder uitgevoerd.

Algemeen eindfase wegeaanleg.

De toeleidende wegen naar de WOV zullen uiteindelijk worden uitgevoerd als autosnelwegen. De eerste 10-15 jaar na openstelling kan worden volstaan met enkelbaans autowegen, op enkele dubbelbaans uit te voeren wegvakken na. Omdat de wegeaanleg 1e fase moet passen binnen de eindfase is door de ontwerpgroep wegen (bestaande uit medewerkers van Provincie Zeeland en Rijkswaterstaat directie Zeeland) de eindfase als eerste op voorontwerpniveau uitgewerkt. Het horizontale en verticale alignement van de eindfase zijn ook bepalend voor de 1e fase. De ontwerptekeningen van de eindfase zijn niet bij dit voorontwerp gevoegd, maar wel beschikbaar. Van deze eindfase is uitsluitend het ontwerpwerk uitgevoerd. Een staat van hoeveelheden en een raming van kosten zijn niet opgesteld.

In het ontwerp voor de eindfase zijn de aansluitingen van de WOV op de S10/S11, de S10 en het Sloegebied en de S21 ongelijkvloers uitgevoerd. De





autosnelweg is aan de Zeeuwsch-Vlaamse zijde gelijkvloers aangesloten op de N61. Dit kruispunt is voorzien van een VRI. Vindt de realisatie van een tunnel onderdoor het kanaal van Gent-Terneuzen plaats vóór aanleg van de WOV dan is het in principe mogelijk de aansluiting op de N61 ongelijkvloers uit te voeren. Hierdoor zou een bijzonder vlotte verbinding ontstaan in de relatie WOV-Traktaatweg-Belgie. De lokatie van de aansluiting van de WOV op de N61 houdt al rekening met deze mogelijkheid.

Op Zuid-Beveland bepaalt de eindfase in sterke mate het verticale alignement van de aansluiting van de WOV op de S10/S11 in de 1e fase. Vanwege de toekomstige uitbouw tot ongelijkvloerse aansluiting is de hoofdrijbaan hoog gelegen. Voor het overige is gekozen voor een lage ligging ten opzichte van het bestaande maaiveld. Hierdoor valt de weg zo min mogelijk op in het landschap.

Algemeen 1e fase wegeaanleg.

Het ontwerp van de wegeaanleg 1e fase is gestedilleerd uit de eindfase, rekening houdend met het horizontale en verticale alignement van de eindfase en de eis om op relatief eenvoudige wijze uit te kunnen bouwen tot autosnelweg. Ten opzichte van de eindfase springen enige zaken in het oog. Om te beginnen zijn alle aansluitingen gelijkvloers uitgevoerd en voorzien van een verkeerslichtenregeling. Het weggedeelte tussen de S21 en de N61 in Zeeuwsch-Vlaanderen is uit het oogpunt van kostenbesparingen in de 1e fase achterwege gebleven.

Op Zuid-Beveland is een tijdelijke aansluiting gemaakt bij de Borsselsedijk. In de eindfase wordt deze vervangen door een enige honderden meters zuidoostelijker gelegen ongelijkvloerse kruising. Kunstwerken in kruisende wegen zijn uitgelegd op de eindsituatie, kunstwerken in de hoofdweg op de 1e fase. De brug over de Paardegatsche watergang is bijvoorbeeld enkelbaans uitgevoerd; onder het viaduct van de Korte Noordweg is ruimte gereserveerd voor de uitbouw tot autosnelweg.

4.4.2 TOELEIDENDE WEGEN

Van de wegen is hier alleen de ligging omschreven. De achtergronden van de tracerings en horizontale en verticale alignementen zijn nader uitgewerkt in de nota 'Tracé-beschrijving'.

Wegvak Zuid-Beveland.

De toeleidende weg naar de WOV op Zuid-Beveland is op een zestal situatietekeningen (B 106905 - B 106909) uitgewerkt.

Vanaf het noorden gezien start de verbinding naar de WOV even ten noorden van het viaduct Frankrijkgweg in de S10. De oprit naar dit viaduct wordt vloeiend doorgezet tot aan de nieuwe aansluiting met de S11. Vervolgens daalt de weg naar even boven maaiveldniveau ten zuiden van de Borsselsedijk, waarbij de secundaire waterkering intact blijft. Op het gedeelte Frankrijkgweg-Borssel-





Wegvak Zeeuwsch-Vlaanderen.

Het wegvak in Zeeuwsch-Vlaanderen is weergegeven op de tekeningen B-106910 en B 106911. Het aanlandingspunt is aan de zuidzijde juist ten oosten van het DOW-complex gelegen. Vanuit de tunnel komend stijgt de weg tot de kanteldijk die een waterkering rond de tunnelinrit vormt. Vanaf de kanteldijk stijgt de weg nog enigszins tot aan de kruising met de H. Dowweg. Enige honderden meters ervoor wordt op ruim voldoende hoogte een binnendijk, de Willemskerkedijk gepasseerd. Vanaf de H. Dowweg daalt de weg tot ca. 0,50 m boven maaiveld en sluit aan op de S21. In verband met de verkeersintensiteiten op de aansluiting met de S21 zullen voor de linksafrichting naar Terneuzen twee rijstroken noodzakelijk zijn. Daarnaast komt er uiteraard een rechtsafstrook voor het verkeer richting Hoek.

Het dubbelbaans wegvak uit de tunnel wordt doorgetrokken tot even voorbij de kanteldijk en daarna geleidelijk versmald tot een enkelbaansweg ter hoogte van de H. Dowweg.

Ten noorden van de H. Dowweg is de verzorgingsplaats 'De Neus' gelegen.

De geluidsvoorzieningen zijn gerealiseerd conform het Zuid-Bevelandse wegvak.

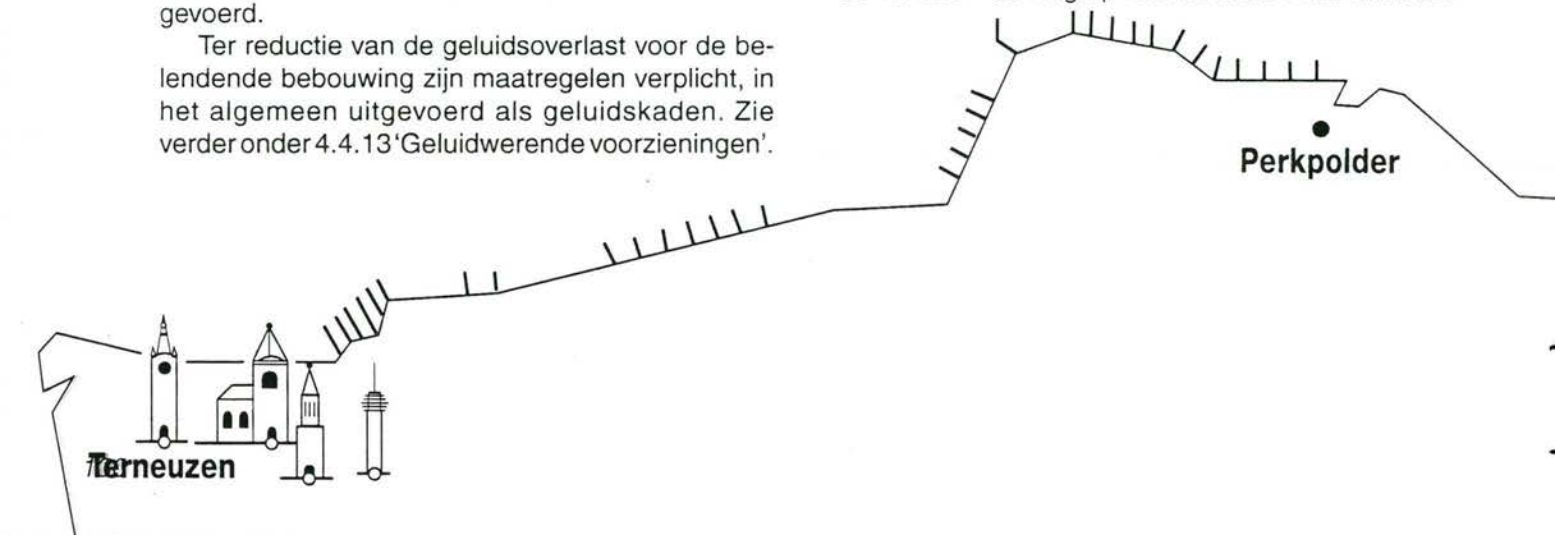
Wegvak damvak Middelplaat

Het damvak Middelplaat vormt de verbinding tussen de brug over de Everingen en de tunnel onder de Pas van Terneuzen. Zowel brug als tunnel is dubbelbaans uitgevoerd zonder vluchtstroken, evenals - in de 1e fase - de weg op het damvak. In de eindfase

sedijk wordt de boog in de S10 afgesneden. De bestaande aansluiting Borsselsedijk blijft, zij het dat hier ook de S10 af zal takken. De weg ligt vervolgens over een grote lengte op ca. 300 m afstand oostelijk van de Jurjaneweg en kruist achtereenvolgens de Vaathoekweg, Korte Noordweg, Monsterweg en Korte Zuidweg. Vanaf de Korte Zuidweg buigt de weg met een ruime boog in oostelijke richting en snijdt een gedeelte van de inham bij de Staartsche Nol af. In de buitenboog is een verzorgingsplaats 'De Staart' voorzien. Ter plaatse van de Staartsche Nol wordt de zeewering eveneens verlegd waardoor een polder tje ontstaat. Hierin is het tolplein van de WOV geprojecteerd. De weg is in de Ellewoutsdijkpolder even ten zuiden van een doorgaande kavelsloot gelegen. Even voor de Inlaag 1887 buigt de weg naar het zuiden en sluit via een damvak aan op de brug over de Everingen. De toeleidende weg is juist voor de brugaanzet via de Arendshoekweg bereikbaar voor hulpdiensten.

De weg verloopt voorbij de Frankrijkweg van enkelbaans naar dubbelbaans tot voorbij de aansluiting Borsselsedijk. Het wegvak tussen tolplein en brug is eveneens dubbelbaans uitgevoerd. Het grootste deel van de weg is echter enkelbaans uitgevoerd.

Ter reductie van de geluidsoverlast voor de belendende bebouwing zijn maatregelen verplicht, in het algemeen uitgevoerd als geluidskaden. Zie verder onder 4.4.13 'Geluidwerende voorzieningen'.





worden de vluchtstroken op het damvak aangelegd. De aansluitingen op brug en tunnel domineren het lengteprofiel. Tussen beide aansluitingen in is de weg voldoende hooggelegen om beschermd te zijn tegen hoge waterstanden. Voor een verdere toelichting op de weg op het damvak zie hoofdstuk 4.3. 'Natte werken'.

4.4.3 AANSLUITENDE WEGEN

Secundaire weg 10

De functie van de S10 tussen de S11 en de Borsseledijk wordt overgenomen door de weg naar de WOV. Het gedeelte van de S10 vanaf de Borsseledijk richting Ovezande zal aftakken vanaf de weg naar de WOV. Teneinde sluipverkeer door de Zak van Zuid-Beveland te ontmoedigen is hierbij bewust gekozen voor een verkeerskundig aanvaardbare, maar behoorlijk krap bemeten oplossing. Tevens speelt het tijdelijk karakter van de aansluiting een rol; in de eindfase wordt de S10 vanaf de richting Ovezande omgeleid richting Sloe en ongelijkvloers aangesloten op de weg naar de WOV. Vanwege het tijdelijke karakter dient het grondbeslag zo beperkt mogelijk te blijven. De aansluiting WOV/S10/Borsseledijk zal vanwege de intensiteiten op de WOV van een VRI worden voorzien. De parallelweg van de S10 wordt verbonden met het oostelijk deel van de Borsseledijk. Er komt een aparte oversteek voor het fietsverkeer. Langs de oostzijde van de aansluiting zal een geluidskade worden aangelegd.

Secundaire weg 11

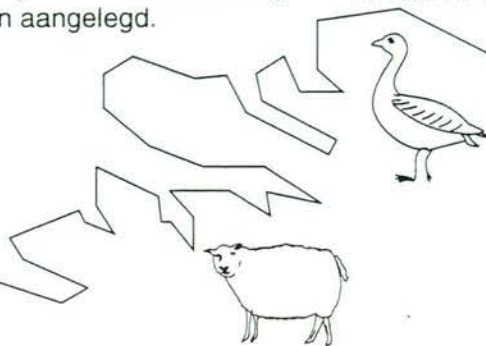
De oprit van de aansluiting van de S11 zal iets ten oosten van de bestaande weg worden aangelegd. De westzijde dient vrij te blijven in verband met de toekomstige uitbouw tot ongelijkvloerse kruising. De oprit sluit aan op de huidige S11 nabij de (verlaten) benzinestations. De kruising wordt vanwege de verkeersintensiteiten voorzien van een VRI.

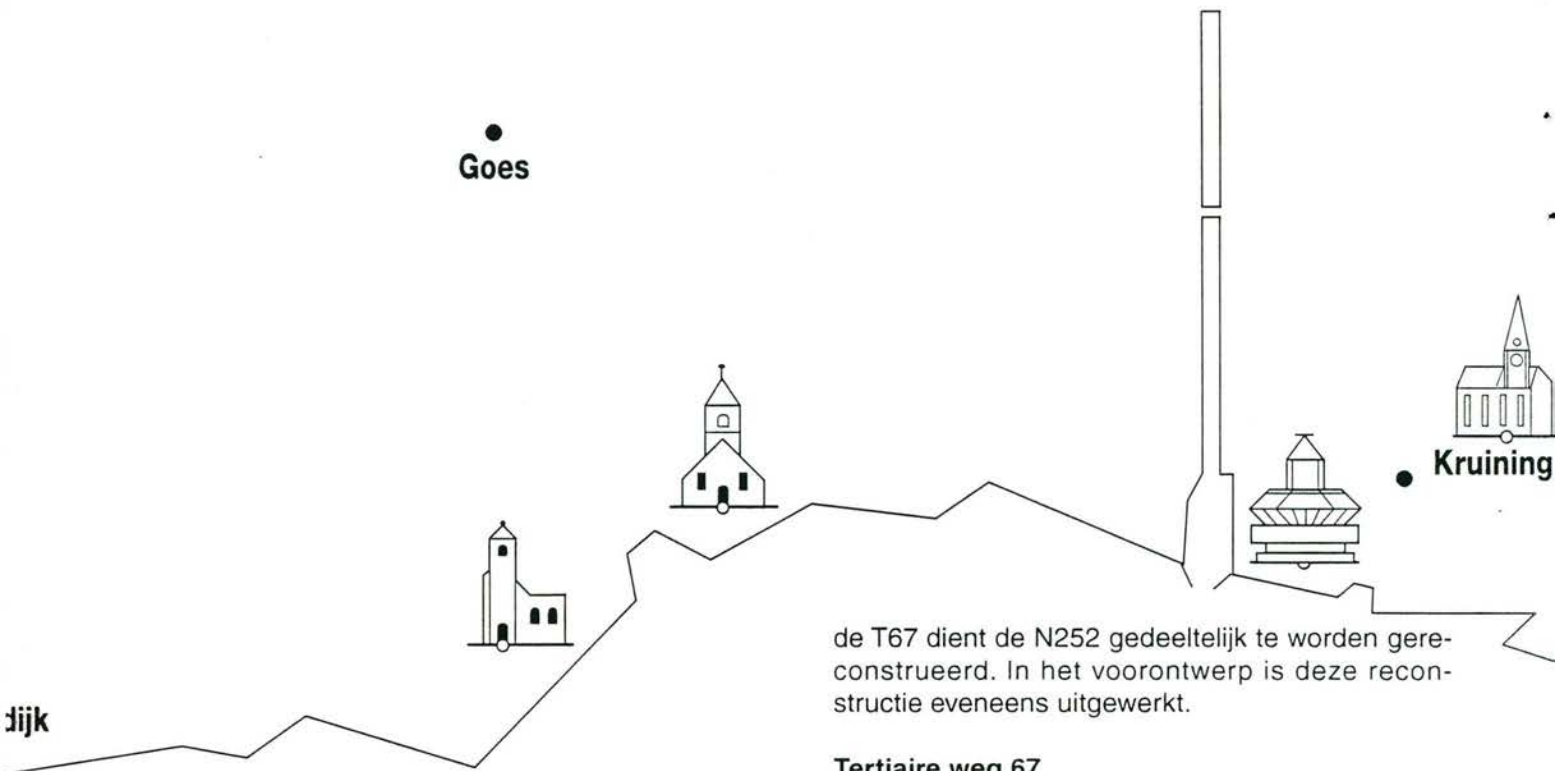
Nabij de afrit van de S11 is aan de spoorlijn het voormalige station Nieuwdorp gelegen, nu als woning in gebruik. Deze woning en een aan de zuidzijde van de spoorlijn gelegen perceel hebben momenteel een uitweg naar de S11. Vanwege de aanleg van de oprit zal deze uitweg in oostelijke richting moeten worden verlengd en verhoogd. Het uitkomende bestemmingsverkeer mag de S11 slechts kruisen. Dit impliceert dat ook aan de noordzijde van de S11 een dreef dient te worden aangelegd. In de eindsituatie kan een dergelijke oplossing echter niet blijven bestaan.

De aansluiting van de Halsweg op de S11 zal in noordelijke richting moeten worden verschoven.

Secundaire weg 21 (incl. aansluiting N252)

De secundaire weg 21, de weg van Hoek naar Terneuzen, vormt in de 1e fase het eindpunt van de toeleidende weg naar de WOV. In de eindfase wordt deze weg doorgetrokken tot de N61. De S21 wordt dan over de WOV-weg geleid en met een half klaverblad aangesloten. In de 1e fase wordt met deze





opzet al rekening gehouden. Vanwege de sterk toenemende intensiteiten wordt de S21 in de relatie WOV-N252 met dubbele rijstroken uitgevoerd. Vanaf de N252 komend richting WOV is dit over een gedeelte van de weg het geval. Vanwege de aanwezigheid van een VRI op de kruising N252/S21 is dit niet op het gehele wegvak noodzakelijk. De kruising met de N252 wordt overigens in noordelijke richting verschoven tot tegenover het zuidelijke hoofd van de zeesluis. Hierdoor kan het intensieve verkeer op de relatie Terneuzen-N252/S21 vice versa vlotter worden afgewikkeld. Het lengteprofiel van de S21 wordt over het wegvak N252-Wulpenbek al op het niveau van de eindfase aangelegd. Vanaf de Wulpenbek wordt vloeiend aangesloten op het huidige wegniveau. De H. Dowweg wordt niet meer op de S21 aangesloten, maar rechtstreeks op de N252. De S21 kruist de Westelijke Rijkswaterleiding met een duiker; deze wordt vervangen (kunstwerk 15). Het horizontale alignement van de S21 wordt over het gedeelte N252-Wulpenbek eveneens op de eindfase gericht.

Momenteel bevindt zich langs de S21 een dubbelzijdig fietspad. Dit wordt vervangen door een enkelzijdig fietspad aan de zuidzijde van de weg, buitenom de VRI van de aansluiting WOV/S21. Ter plaatse van de aansluiting op de N252 (VRI) en bij de buurtschap De Knol kunnen de fietsers oversteken.

Op de lokatie van de huidige aansluiting van de T67 is een busstation geprojecteerd. Dit is verder beschreven onder paragraaf 4.4.9. 'Busstations'.

Vanwege de nieuwe aansluitingen van de S21 en

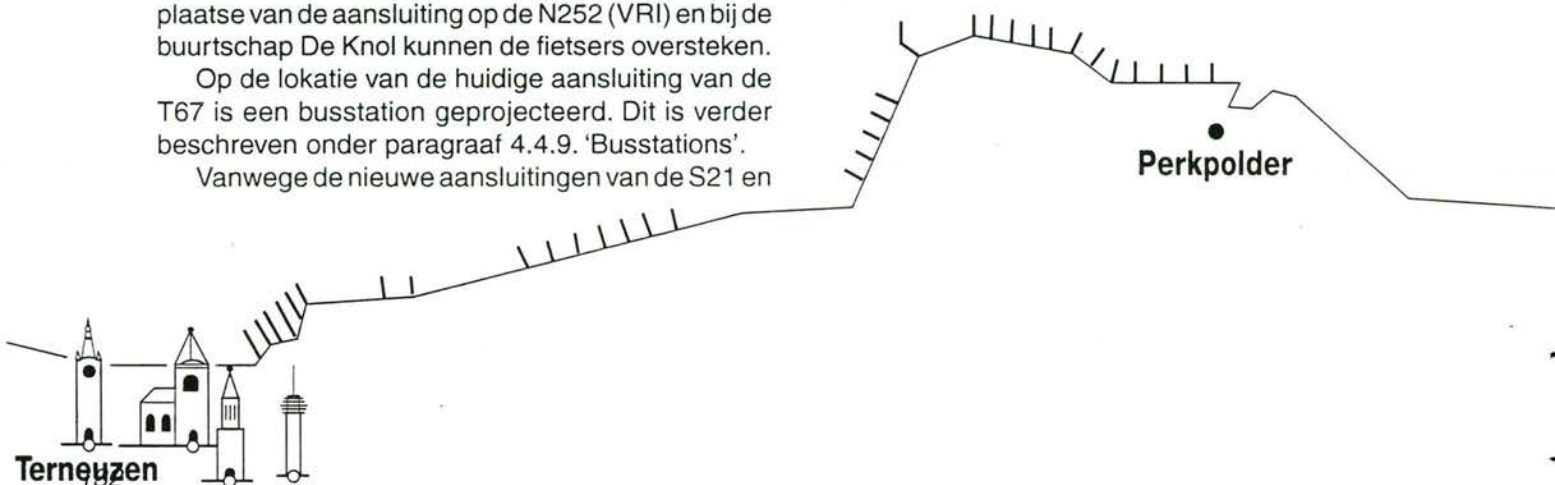
de T67 dient de N252 gedeeltelijk te worden gereconstrueerd. In het voorontwerp is deze reconstructie eveneens uitgewerkt.

Tertiaire weg 67

De tertiaire weg 67, de H. Dowweg, is momenteel even ten oosten van de Wulpenbek aangesloten op de S21. In de nieuwe situatie zou handhaving van deze aansluiting tot problemen leiden. De T67 vormt de hoofdtoegang tot het DOW-complex. In de spits ontstaan nu al capaciteitsproblemen op de aansluiting. De sterke toename van de verkeersintensiteit op de S21 door verkeer van/naar de WOV maakt handhaving niet gewenst. Bovendien zouden teveel drukke kruispunten op korte onderlinge afstand komen te liggen. Er is gekozen voor een oplossing waarbij de T67 rechtstreeks wordt aangesloten op de N252. Het gedeelte T67 tussen aansluiting op de Nieuw-Neuzenweg en de S21 komt te vervallen en kan worden geamoveerd. De Nieuw-Neuzenweg krijgt een nieuwe aansluiting op de T67. Het fietspad langs de T67 wordt hierbij voor een groot gedeelte buitenom de Nieuw-Neuzenweg geleid. Hierdoor ontstaat met name voor fietsers een zo verkeersveilig mogelijke aansluiting.

Borsselsedijk (aansluiting Europaweg-Zuid)

De westelijke tak van de Borsselsedijk vormt momenteel één van de hoofdtoegangswegen naar het zuidelijke Sloegebied. In de eindfase komt er een geheel nieuwe aansluiting met het Sloegebied en





vervalt de aansluiting Borsselsedijk. In de 1e fase blijft de toegang via de Borsselsedijk gehandhaafd. De aansluiting van de S10 en de Borsselsedijk wordt gecombineerd. Die van de Borsselsedijk blijft nagenoeg op dezelfde plaats. De toeleidende weg naar de WOV is echter hoger gelegen dan de huidige S10 vanwege de kruising met de secundaire waterkering. Uit esthetische en kostenoverwegingen is gekozen voor het verleggen van de kruislijn van de secundaire waterkering in noordelijke richting. De Borsselsedijk kruist momenteel ook deze waterkering, het nieuwe lengteprofiel van de Borsselsedijk sluit hierop aan. De helling wordt derhalve een stuk flauwer.

Vanwege het tijdelijk karakter was uitgangspunt bij het ontwerp om de aansluiting binnen de bestaande eigendomsgrenzen te realiseren. Hierbij is rekening gehouden met de noodzaak van een geluidskade ter afscherming van de nabij gelegen woningen.

4.4.4 KRUISENDE WEGEN

Tertiaire weg 36

De tertiaire weg nr 36, de Monsterweg, kruist bij km. 4.340 het WOV-tracé. Het tracé van de Monsterweg wordt niet gewijzigd; tijdens de aanleg van het viaduct en de opritten wordt met een hulpweg gewerkt. Verschuiven van de as van de Monsterweg is in principe mogelijk, maar leidt tot een onacceptabel wegbeeld. Bovendien kan dan niet worden voldaan aan de RONA-eisen voor dit wegtype.

In het ontwerp voor de kruising is rekening gehouden met de aanleg van een fietspad aan de zuidzijde van de Monsterweg. De planvorming voor dit fietspad bevindt zich bij de gemeente Borssele al in een ver gevorderd stadium.

Landbouwwegen

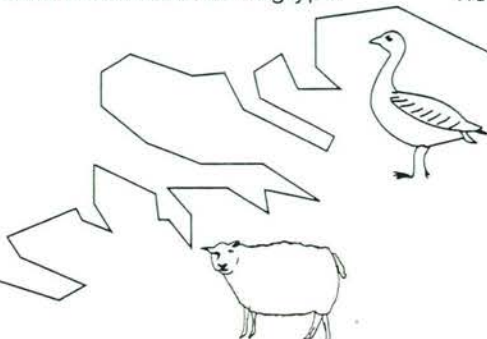
Zuid-Beveland

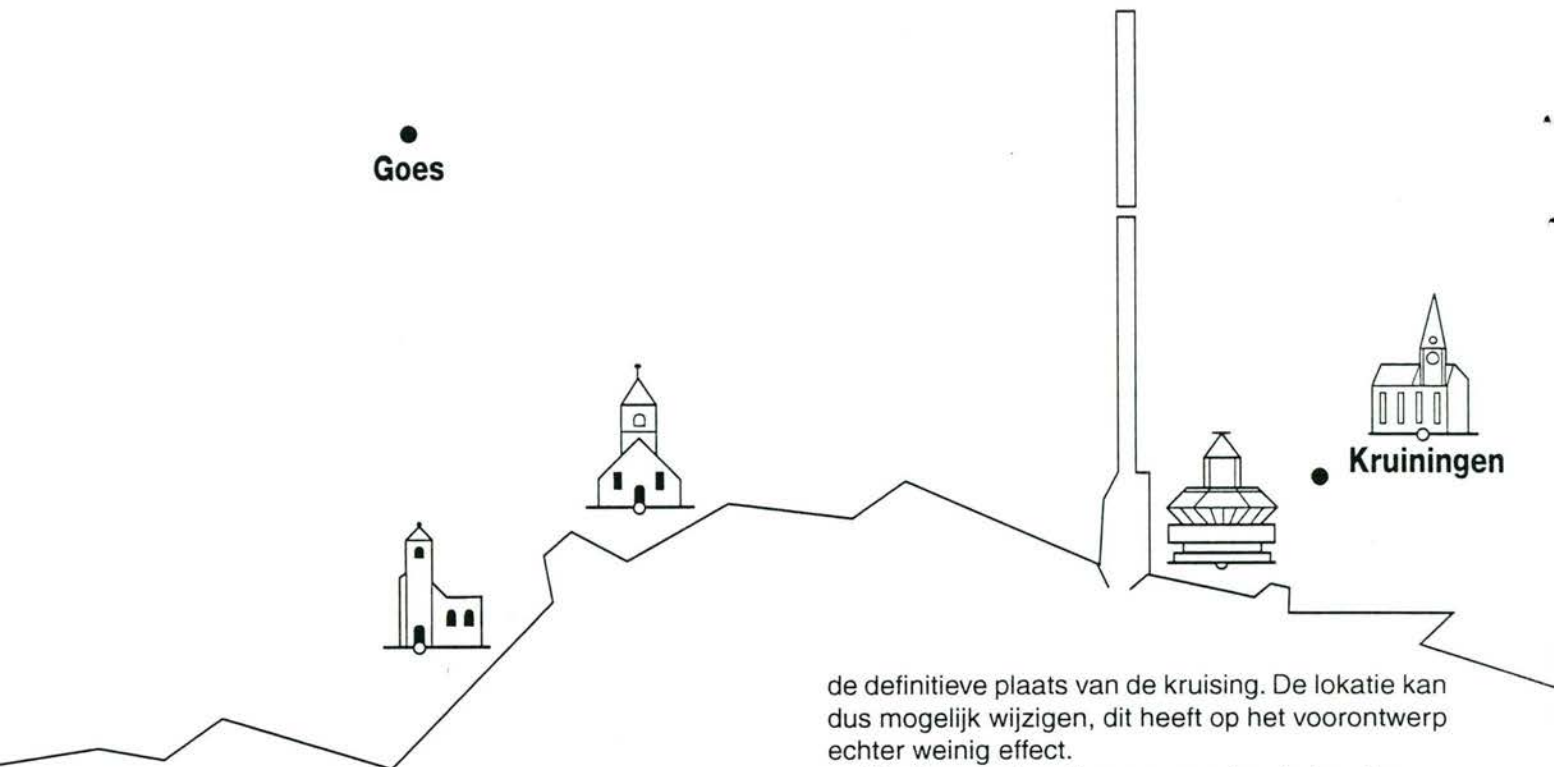
Het WOV-tracé doorsnijdt op Zuid-Beveland een aantal landbouwwegen. Van noord naar zuid zijn dit:

- Km 2.590 Vaathoekweg;
- Km 3.370 Korte Noordweg;
- Km 5.655 Korte Zuidweg;
- Km 6.620 Weg onderlangs de Zeedijk (tweemaal);
- Km 7.650 Staartsche Dijk;
- Km 8.290 Steendammeweg;
- Km 9.010 Weg onderlangs de zeedijk.

Uitgangspunt bij het ontwerp was het bestaande netwerk van landbouwwegen zo compleet mogelijk te handhaven. Toch is gekozen voor het afsluiten van een aantal wegen. Criteria daarvoor waren ten eerste de functie van de landbouwweg en de mogelijkheden voor omrijden via te handhaven wegen. Bij de selectie is om deze redenen slechts één weg, de Vaathoekweg, afgesloten. De andere af te sluiten weg, de Steendammeweg, valt midden in het in te richten natuurgebied in de Ellewoutsdijkpolder en heeft daar geen functie meer.

De Korte Noordweg en de Korte Zuidweg blijven





gehandhaafd. De weg onderlangs de zeedijk wordt verschoven samen met de te verleggen zeewering bij de Staartsche Nol. De verlengde Staartsche Dijk blijft via een landbouw/bustunnel bereikbaar. De Arendshoekweg tenslotte wordt doorgetrokken tot buitenom het landhoofd van de brug over de Everingen en aangesloten op de onderhoudsweg onderlangs de zeedijk.

De Korte Noordweg en de Korte Zuidweg kruisen beide met een viaduct de hoofdweg. De nieuwe Korte Zuidweg is vanwege de ver van de weg gelegen bebouwing op (exact) dezelfde plaats getraceerd als de huidige weg. Tijdens de uitvoering zal met een hulpweg de verbinding intact worden gehouden. Bestaande uitwegen naar de aanliggende bebouwing worden verlengd tot de voet van de opritten. Bij de Korte Noordweg is gekozen voor een tracé buitenom de bestaande weg. De aanwezige bebouwing is op korte afstand van de weg gelegen zodat de ruimte voor opritten hier ontbreekt. In eerdere plannen was een kruising aan de zuidzijde voorzien. Dit stuitte tijdens de MER-procedure op grote tegenstand van belanghebbenden. Vooral nog is nu gekozen voor een kruising aan de noordzijde van de bestaande weg, hoewel ook hiertegen bezwaren zijn ingebracht. Het Provinciaal Bestuur heeft toegezegd dat vooraleer plannen worden ingediend voor de bestemmingsplanprocedure overleg zal worden gevoerd met belanghebbenden over

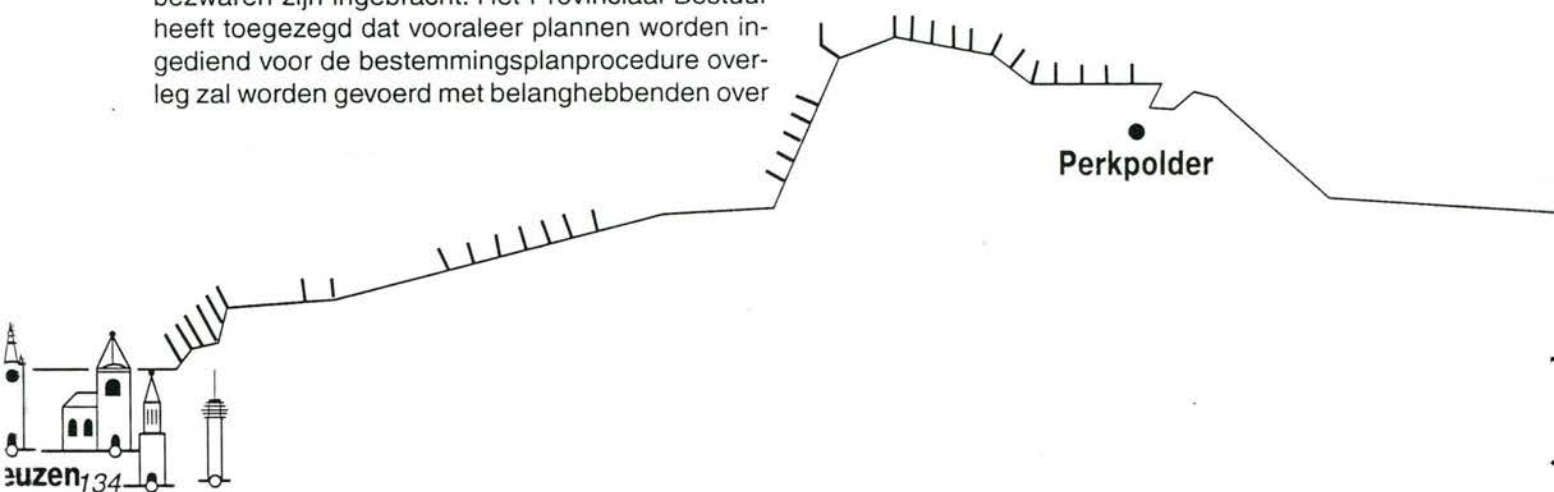
de definitieve plaats van de kruising. De lokatie kan dus mogelijk wijzigen, dit heeft op het voorontwerp echter weinig effect.

Verder worden diverse onverharde landbouwdrengen doorsneden. Afhankelijk van de voor de aanleg benodigde grondtransacties, waarbij grondruil een wezenlijk element zal zijn, worden deze drengen vervangen of op een andere lokatie aangelegd. Uitgangspunt is dat de grondeigenaren/gebruikers tijdens en na de aanleg hun landerijen op goede wijze moeten kunnen bereiken. In het ontwerp zijn enige uitwegen, waarvan kon worden aangenomen dat de plaats na aanleg WOV niet zou wijzigen, weer met het aanliggende wegennet verbonden.

Zeeuwsch-Vlaanderen

In Zeeuwsch-Vlaanderen doorsnijdt het WOV-tracé een tweetal wegen: de Nieuw-Neuzenweg onderlangs de zeedijk bij km 15.040 en de Willemskerkedijk bij km 16.340. De Nieuw-Neuzenweg wordt met de nieuwe zeewering meegelegd. Tijdens de bouwphase is deze weg in gebruik als werkweg voor het bouwverkeer naar de tunnel. Deze weg vormt in de nieuwe situatie tevens de toegang tot de tunnel voor hulpdiensten etc.

De Willemskerkedijk wordt afgesloten, deze weg heeft nauwelijks een verkeersfunctie en omrijden is goed mogelijk.





4.4.5 KRUISING SPOORLIJN NS GOES-SLOE-GEBIED

De weg naar de WOV snijdt bij km 1.025 de spoorlijn Sloegebied 's-Heer Arendskerke. Bij 's-Heer Arendskerke takt de spoorlijn aan op het baanvak Vlissingen - Roosendaal. Over de spoorverbinding naar het Sloegebied vindt uitsluitend intensief goederenvervoer plaats. Het gaat daarbij hoofdzakelijk om massagoed, aluminium, containers en gas.

De Provincie Zeeland heeft met de Nederlandse Spoorwegen een overeenkomst voor de spoorwegovergang in de S10. Indien de intensiteit van het wegverkeer op de S10 uitstijgt boven de 10.000 mvt/etm dient de Provincie op haar kosten een ongelijkvloerse kruising aan te (doen) leggen. Door de aanleg van de weg naar de WOV wordt deze grensintensiteit aanmerkelijk overschreden. Er dient derhalve een kunstwerk te worden aangelegd. Voor de nadere uitwerking zie paragraaf 'Viaducten' in 4.4.8.

Momenteel heeft de spoorlijn op historische gronden de status van tramlijn en valt onder het Tramwegreglement. De baanvaksnelheid bedraagt maximaal 30 km/h. NS is voornemens om de status van de lijn te verhogen tot Lokaalspoorlijn (Lokaalspoorwet). Hierdoor kan de baanvaksnelheid en dus de capaciteit worden opgevoerd. De strengere eisen die de Lokaalspoorwet stelt hebben echter tevens consequenties voor de beveiliging langs de spoorbaan.

De spoorlijn ligt ter plaatse van het te realiseren

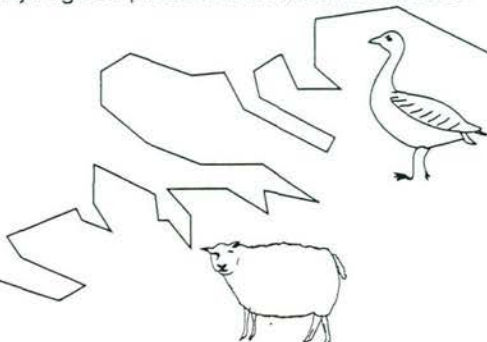
kunstwerk in een boog. Het kunstwerk zal het uitzicht van zowel machinepersoneel als van personeel voor het baanonderhoud beperken. Hierdoor kunnen onveilige situaties ontstaan. De NS stelt mede op grond van de toekomstige status van de spoorlijn als randvoorwaarde dat een beveiligingssysteem voor het baanonderhoud wordt geïnstalleerd. Dit systeem heet WUBO (Waarschuwingssysteem Uitvoering Baan Onderhoud). In dit voorontwerp is de invoering van een dergelijk systeem nog niet verder onderzocht.

4.4.6 TOLPLEIN

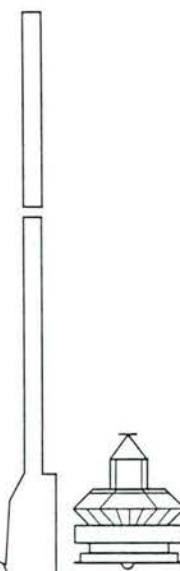
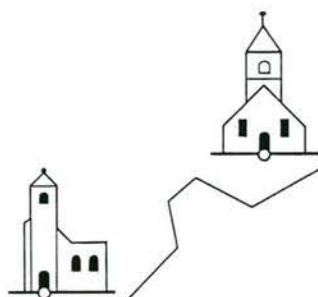
Algemeen

Het tolplein is gesitueerd in het polderdijke dat ontstaat door het afsnijden van een gedeelte van de inham bij de Staartsche Nol. Omdat de Staartsche Dijk een secundaire waterkering is bedraagt het gemiddelde aanlegniveau van het tolplein ca. NAP +4,50 m. De huidige zeewering blijft zoveel mogelijk gehandhaafd ter visuele en akoestische afscherming van het tolplein. Voor een nadere onderbouwing van de lokatiekeuze wordt verwezen naar de nota 'Tracébeschrijving'.

Vormgeving en inrichting van het tolplein zijn gebaseerd op enige veronderstellingen. Maatgevend hierbij waren de ervaringen van de Dienst Verkeerskunde van Rijkswaterstaat (DVK) bij diverse projecten en de ervaringen van de Provincie Zeeland met de tolpleinen bij de Zeelandbrug en de Provinciale Stoombootdiensten (PSD). Het is echter



●
Goes



● **Kruiningen**

niet uitgesloten dat de toekomstige exploitatiemaatschappij van de WOV een ander eisenpakket ten aanzien van de tolinning en dergelijke opstelt.

Vormgeving

De vormgeving van het complex wordt bepaald door een aantal functies: de tolheffing, overstapplaats openbaar vervoer en wegsteunpunt.

Tevens dient er rekening mee te worden gehouden dat de tolinning na een exploitatieperiode van 25-30 jaar wordt beëindigd. Dit aspect heeft bijvoorbeeld consequenties voor het ruimtebeslag van de toe- en afritten van de busbanen. Gedurende de exploitatieperiode zijn de snelheden ter plaatse van het tolplein laag en kan voor het openbaar vervoer worden volstaan met korte in- en uitvoegstroken. Na afloop van de exploitatie wordt het voormalige tolplein een doorgaande weg waarop met veel hogere snelheid zal worden gereden. De in- en uitvoegstroken voor het openbaar vervoer dienen dan aanmerkelijk te worden verlengd. Deze verlenging werkt ook door in de lengte van de tunnel in de verlengde Staartsche Dijk, kunstwerk 9.

In overleg met DVK is op grond van capaciteitsberekeningen het aantal rijstroken voor de tolinning bepaald. In eerste instantie bestaat behoefte aan 3 rijstroken per rijrichting, in de toekomst uit te breiden

tot 4 (ruimtereservering). De rijstroken ter plaatse van de tolinning wordt versmald van 3,50 m naar 3 m, zowel uit visuele als praktische overwegingen. Het verloop van 2 naar 3 rijstroken en de insnoering geschiedt over een lengte van ca. 100 m. Hoewel bij tolpleinen in het buitenland (Frankrijk onder andere) de wegmarkering soms achterwege blijft, is hier voor het doorzetten van de markering gekozen. Een tolplein is in het algemeen een complex met een scala aan informatie, een duidelijke wegmarkering kan deze informatie ondersteunen.

Op het tolplein is tevens een toegang gecreëerd voor hulp- en onderhoudsdiensten. Deze is normaliter afgesloten met een slagboom. Ook de afritten voor het openbaar vervoer zijn afsluitbaar.

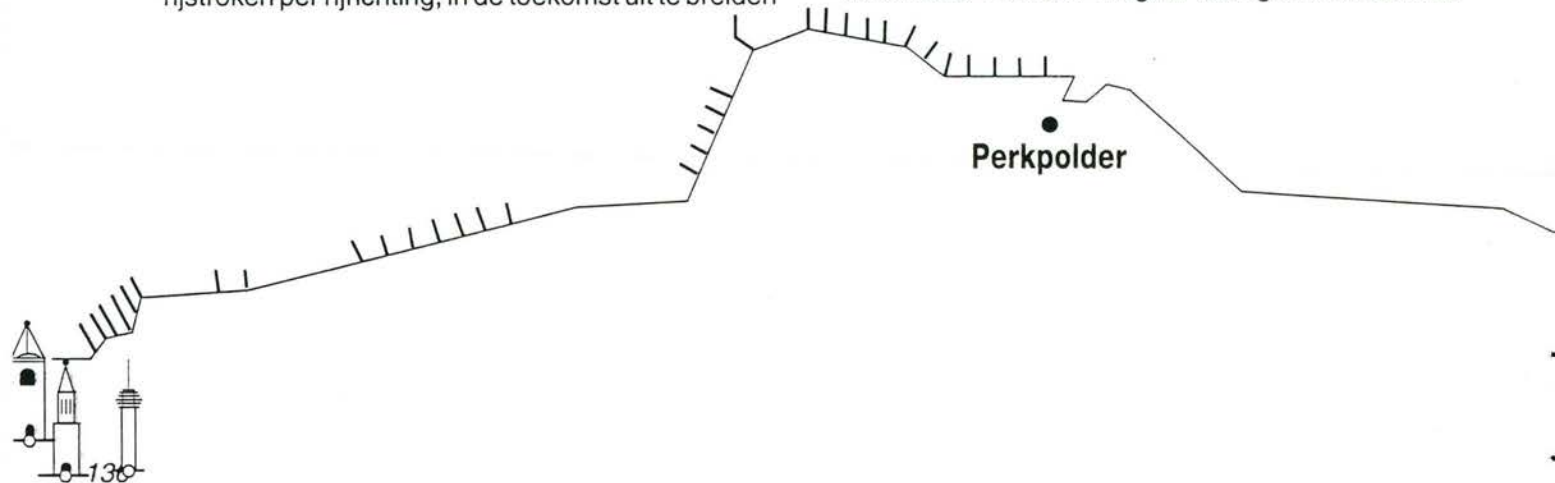
De algehele lay-out van het tolplein is weergegeven op tekening nr. B 106908.

Inrichting

De inrichting van het tolcomplex is meer in detail uitgewerkt op tekening B 106931. De toekomstige exploitatiemaatschappij zal echter de uiteindelijke inrichting bepalen.

Alle perrons zijn aan de aanrijzijde voorzien van een betonnen constructie met dusdanige afmetingen en fundering dat een aanrijding door een vrachtauto uit de zwaarste categorie kan worden doorstaan. De aanrijbeveiliging wordt vanaf deze constructie met een vangrail voortgezet tot aan de

● **Perkpolder**





slagboom.

Over de tolstraten is een loopbrug ontworpen die de perrons van de bushaltes aan weerszijden van het tolplein met elkaar verbindt. De toegang wordt aan beide zijden gevormd door een trap en een lift. De loopbrug is verder geheel dicht, de wanden zijn voorzien van ramen en er is verlichting aanwezig. De inwendige afmetingen: breed 3 m, hoog 2,70 m. De ondersteuning van de loopbrug worden dusdanig geplaatst dat zij buiten de toekomstige uitbreiding van het aantal tolstraten en - na de exploitatieperiode - buiten de rijbanen staan. Aan de loopbrug is een overkapping boven de tolstraat bevestigd, breed 10 m, waaronder verlichting is aangebracht.

Overige aandachtspunten inrichting tolplein

- Tussen de perrons aparte kabelkokers voor netspanning, zwakstroom en stuurstroom.
- Gescheiden riolsysteem met olieafscheiding voor de hemelwaterafvoer vanaf de wegverharding.

4.4.7 VERZORGINGSPLAATSEN

Algemeen

De aanwezigheid van een brandstofverkoopspunt is een vereiste om te voorkomen dat auto's op de verbinding zonder brandstof komen te staan. De lokatie spoort bovendien met het beleid, waarbij om de 20 tot 25 km een benzinestation langs een

hoofdverbinding is gesitueerd.

Zowel aan de zuid- als de noordzijde is derhalve een benzinestation voorzien. Daarbij was een combinatie met een verzorgingsplaats gewenst. Het brandstofverkoopspunt is in het ontwerp niet verder gedetailleerd. Wel is er in het ontwerp van de verzorgingsplaatsen ruimte voor gereserveerd. De verdere uitwerking zal plaatsvinden op basis van een overeenkomst tussen Exploitiemaatschappij en betreffende oliemaatschappij. Uiteraard met inachtneming van de van toepassing zijnde (milieu)wetgeving en richtlijnen.

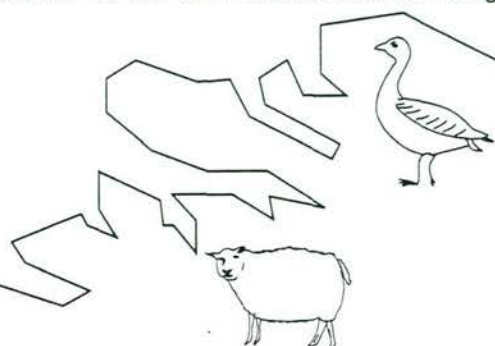
De vormgeving, rijstrookbreedten en verdere inrichting van de verzorgingsplaatsen zijn ontleend aan de 'Richtlijnen voor het ontwerp van verzorgingsplaatsen langs autosnelwegen', uitgave Rijkswaterstaat. De lokatiekeuze van de verzorgingsplaatsen wordt nader onderbouwd in de nota 'Tracébeschrijving'.

De verhardingsconstructie van de parkeerplaatsen is afwijkend gekozen ten opzichte van de rijstroken op de verzorgingsplaats. De rijstroken hebben dezelfde constructie als de hoofdrijbaan. De parkeerplaatsen zijn voorzien van een betonklinkerverharding. Hierdoor wordt een duidelijke visuele scheiding tussen rijweg en parkeerplaatsen bereikt.

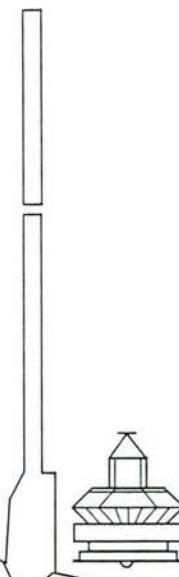
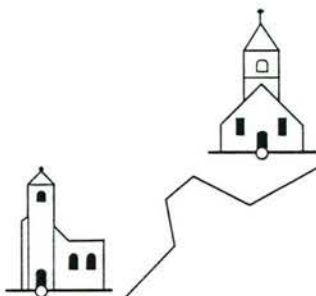
Een wegrestaurant is niet in het ontwerp opgenomen. Een dergelijke voorziening is voor de verbinding als zodanig geen vereiste.

Verzorgingsplaats 'De Staart'

De verzorgingsplaats 'De Staart' is gelegen op Zuid-Beveland in een overhoek aan de noordwestzijde van het tolplein. De naam is ontleend aan de na-



●
Goes



bijheid van de Staartsche Nol en de Staartsche Dijk. De verzorgingsplaats ligt in de buitenbocht van de hoofdrijbaan. Deze snijdt hier schuin door een landbouwkavel, waarbij een zeer grote overhoek zou ontstaan. Deze overhoek is nu benut voor het realiseren van de verzorgingsplaats. In de bovengenoemde Richtlijnen is een formule opgenomen voor de berekening van de benodigde parkeercapaciteit. Gelet op het grote verwachte aandeel van recreatie(caravans) en vrachtverkeer is het aantal parkeerplaatsen voor vrachtverkeer relatief groot.

De vormgeving van de verzorgingsplaats is weergegeven op situatietekening B 106908. De inrichting als zodanig (voorzieningen, aanduidingen, verlichting) is niet verder in detail uitgewerkt omdat de Richtlijnen hiervoor zeer duidelijke aanknopingspunten geven.

Verzorgingsplaats 'De Neus'

De verzorgingsplaats 'De Neus' is in Zeeuwsch-Vlaanderen gelegen tussen de toerit naar de tunnel en de Willemskerkedijk.

De naam 'De Neus' komt van de Nieuw-Neuzenpolder waarin de verzorgingsplaats is gelegen. Vanwege het ruimtebeslag is gekozen voor een

relatief lange en smalle vormgeving. De verzorgingsplaats is hier gesitueerd omdat de mogelijk storende verlichting en geluidsoverlast in feite samenvallen met de effecten van het nabijgelegen industriecomplex.

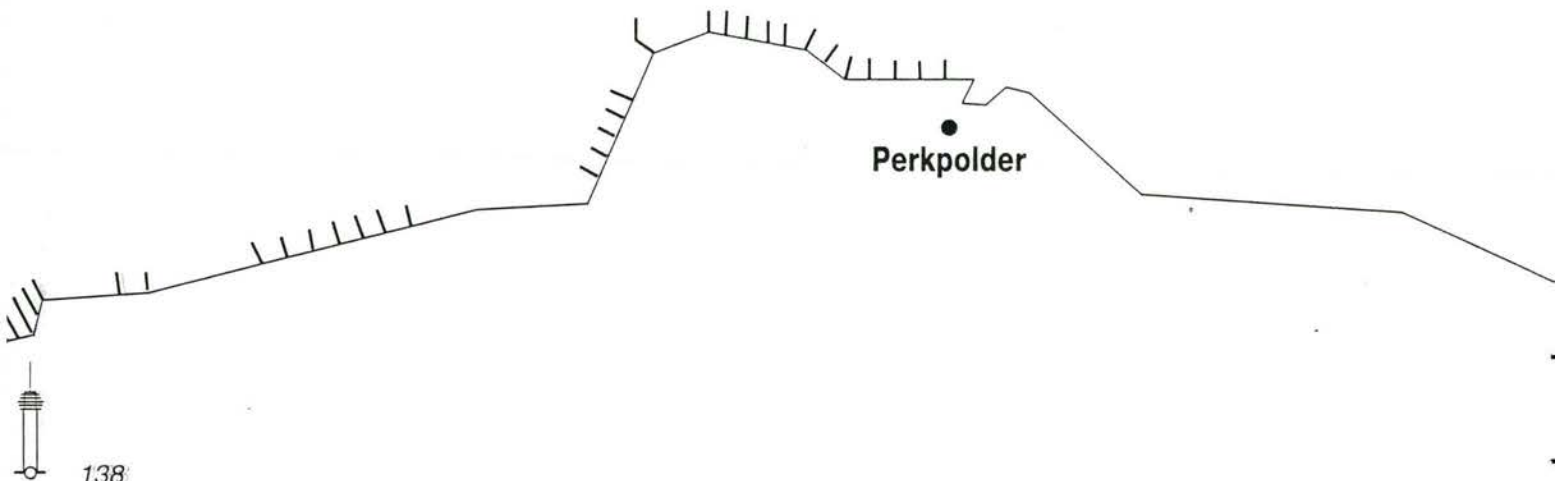
De verzorgingsplaats is weergegeven op tekening B 106910. Ook hier zijn details niet verder uitgewerkt.

4.4.8 KUNSTWERKEN

Algemeen

Voor de eindfase van het wegontwerp van de WOV waren al globale ontwerpen gemaakt van de noodzakelijke kunstwerken. Ten behoeve van deze ontwerpen is een nummering van de kunstwerken opgezet die ook is gebruikt voor het voorontwerp van de wegeaanleg 1e fase. Doordat in de 1e fase enige kunstwerken niet behoeven te worden aangelegd ontstaat een niet-doorlopende nummering. Deze is echter bewust aangehouden voor dit voorontwerp teneinde verwarring tussen 1e fase en eindfase te voorkomen. De kunstwerken zijn op de situatietekeningen met hun nummer aangeduid.

●
Perkpolder





Het nummerschema is als volgt:

Nr.	Fase	Lokatie	Omschrijving
1	eind	aansluiting S11-WOV	Tweelingviaduct over verbindingsboog
2	1e/eind	aansluiting S11-WOV	Tweelingviaduct over spoorlijn
3	eind	aansluiting S11-WOV	Tweelingviaduct over spoorlijn
4	eind	aansluiting WOVSloe	Viaduct in weg S10-Sloe
5	1e/eind	Korte Noordweg	Viaduct in landbouwweg
6	1e/eind	Monsterweg	Viaduct in tertiaire weg
7	1e/eind	Paardegatsche watergang	Brug over watergang
8	1e/eind	Korte Zuidweg	Viaduct in landbouwweg
9	1e/eind	Verlengde Staartsche Dijk	Landbouwtunnel
10	-	Weg langs zeedijk	Vervallen, weg loopt nu voorlangs landhoofd brug Everingen.
11	1e/eind	H. Dowweg	Viaduct over tertiaire weg
12	eind	S21	Viaduct in secundaire weg
13	eind	Spoorlijn Sluiskil-DOW	Viaduct over spoorlijn
14	1e/eind	Monsterweg	Duiker Paardegatsche watergang
15	1e	S21	Duiker westelijke Rijkswaterleiding
16	1e/eind	Vaathoekweg	Overkluizing leidingenstrook

Van de geplande 16 kunstwerken in de eindfase van het wegontwerp komen er 10 al voor in het ontwerp 1e fase, zij het niet altijd volledig uitgebouwd op autosnelwegniveau.

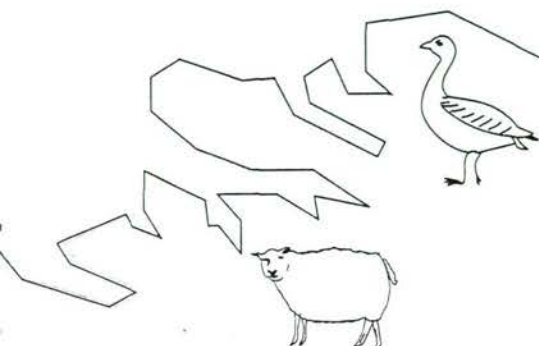
De kunstwerken 5 en 8 zijn berekend op verkeersklasse 45, de overige kunstwerken op verkeersklasse 60 volgens de Voorschriften voor het

Ontwerpen van Stalen Bruggen (VOSB 1963). Voor de verhardingsconstructie op de kunstwerken, uitzonderd de nrs. 9 en 14, is gerekend met een asfaltdikte van 90 mm aan de rand van de verharding. De kunstwerken zijn berekend op de belastinggevallen en -combinaties volgens de ontwerp Voorschriften Betonnen Bruggen (VBB 1988). Met behulp van de programma's ALP en GUYMAS van Rijkswaterstaat Bouwdienst zijn verkennende berekeningen uitgevoerd voor bepaling van de plaatdikten van viaducten. Met het programma PAALFU dienen nog aanvullende berekeningen te worden gemaakt ten behoeve van de paalfunderingen. Aan de hand van sonderingen zijn de paalpuntniveaus bepaald. De resultaten van de berekeningen voor de fundering dienen nog te worden getoetst aan de adviezen van MOS en Grondmechanica Delft. Dit geldt met name voor de horizontale krachten op de palen in slappe lagen en voor de bepaling van het fundatieniveau van de damwandschermen bij kunstwerk 16.

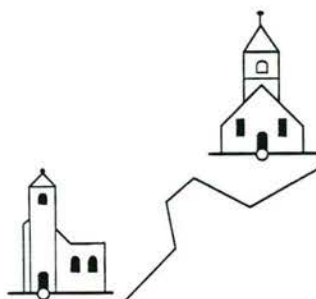
De wanddikten van de landbouwtunnel en duikers zijn geschat met behulp van globale handberekeningen.

Voor de constructiewijze van de viaducten is de volgende afweging gemaakt. Is het viaduct gelegen over een bestaande (spoor)weg dan gaat de voorkeur uit naar een prefab-constructie met voorgespannen liggers. Hiervoor zijn geen hulpconstructies nodig, de bouwtijd is relatief kort en het (spoor)wegverkeer ondervindt zo min mogelijk hinder. Moet een kunstwerk over/onder een nog aan te leggen weg worden gebouwd dan is gekozen voor in het werk te storten platen. Het argument van hinder speelt in deze situatie geen rol en bovendien bestaat er meer vrijheid in de vormgeving van het kunstwerk.

Voor de landbouwtunnel en duikers is het ont-



●
Goes



●
Kruiningen



werp gebaseerd op in het werk storten. Voor de duikers zou een variant met elementen in principe ook mogelijk zijn. De duikers hebben echter dusdanige afmetingen dat in het werk storten qua kosten concurrerend is.

De keuze voor voorgespannen liggers kan nog verder worden uitgewerkt. In principe is er keus uit voorgespannen liggers met een druklaag of voorgespannen liggers (contactliggers) met dwarsvoorspanning. Voor de voorontwerpfase is deze detailkeuze niet meer gemaakt. Dit geldt eveneens voor de voorspansystemen van de in het werk gestorte kunstwerken. Deze systemen zijn bijvoorbeeld niet bepalend voor de constructiehoogte van het viaduct.

Viaducten

De kunstwerken 2, 5, 6, 8, en 11 zijn viaducten. De viaducten 2 en 11 bevinden zich in de toeleidende weg naar de WOV, de overige zijn gelegen in kruisende wegen.

Per viaduct is op de overzichtstekening weergegeven:

- Vooraanzicht;
- Langsdoorsnede over de as;
- Bovenaanzicht;
- Dwarsdoorsnede over de as;
- Dwarsdoorsnede voor het landhoofd;
- Sonderingsdiagram.

Kunstwerk 2

Dit kunstwerk is een tweelingviaduct over de spoorlijn 's-Heer Arendskerke - Sloegebied ter plaatse van ca. km 1.035. De hoogteligging van het viaduct wordt in dit geval niet bepaald door het vereiste profiel van vrije ruimte van de spoorlijn, maar door het lengteprofiel van de toeleidende weg. De overspanning van het middenveld van het viaduct wordt bepaald door het profiel van vrije ruimte inclusief toekomstige spoorbaanverdubbeling. Buiten dit profiel wordt nog ruimte vrijgehouden ten behoeve van onderhoud aan de spoorbaan. De overspanning van de zijvelden wordt bepaald door de taludhelling (2:3) van het landhoofd en de hoogteligging van het viaduct. De dragende constructie bestaat uit voorgespannen betonnen liggers.

Het lengteprofiel van de weg 1e fase komt overeen met het lengteprofiel uit de eindfase. Het lengteprofiel van de hoofdrijbaan wordt in de eindfase gedicteerd door het lengteprofiel van de verbinding Goes-WOV en Middelburg-Goes. Beide verbindingen kruisen eveneens de spoorlijn door middel van een viaduct (kunstwerk 3). Vanaf dit viaduct verlopen beide verbindingen richting Goes geleidelijk naar een hoogte ca. 0,5 m boven het maaiveld. Ter plaatse van de kruising met de hoofdrijbaan kunnen de verbindingssbogen nog niet op maaiveldhoogte zijn, maar enige meters daarboven. De hoogteligging van het kunstwerk 1 in de

●
Perkpolder



eindfase wordt hierdoor bepaald en daardoor tevens het lengteprofiel van de hoofdrijbaan. In de 1e fase bevindt de aansluiting met de S11 zich op ca. NAP +12 m, het op korte afstand gelegen kunstwerk 2 heeft dan nog een ashoogte van NAP +10,85 m.

De breedte van kunstwerk 2 wordt bepaald door de eindfase. Dan moet het tweelingviaduct ruimte bieden aan een weg op autosnelwegniveau. Op het noordelijke viaduct wordt in de 1e fase de beschikbare ruimte voor de vluchtstrook benut voor de uitvoegstrook naar de S11. Op het zuidelijke viaduct wordt deze ruimte niet benut.

Het paalpuntniveau van de palen bedraagt NAP -12 m. De overspanningen meten 12 m voor het middenveld en 14 m voor de eindvelden, gemeten loodrecht op de ondersteuning. De constructiehoogte is ca. 0,60 m.

Kunstwerk 2 is weergegeven op tekening B 106920.

Viaduct Frankrijkweg

Dit al bestaande viaduct in de S10 over de Frankrijkweg dient te worden aangepast aan het nieuwe lengteprofiel van de weg. Teneinde voor de aansluiting WOV/S10/S11 in de 1e fase een goed uitzicht te creëren dient het lengteprofiel ook in noordelijke richting een vloeiend verloop te krijgen. Het sluit dan aan op de oprit aan de noordzijde van het viaduct. Hierdoor dient het viaduct te worden opgevijseld. De te vizelen hoogte varieert van 0,20 m

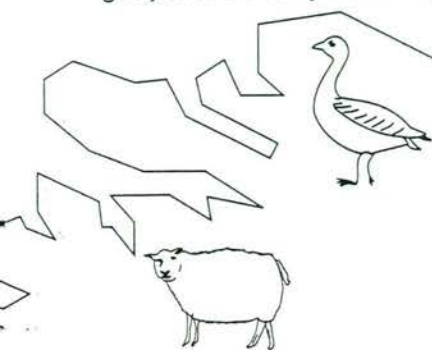
aan de noordzijde tot 0,50 m aan de zuidzijde van het viaduct. Het viaduct bestaat uit een voorgespannen betonplaat op 5 steunpunten. Het viaduct heeft een lengte van 60 m, bestaande uit 2 eindvelden van elk 12 m en 2 tussenvelden van elk 18 m. De totale breedte van het viaduct bedraagt 13,45 m. De plaatdikte is 0,60 m.

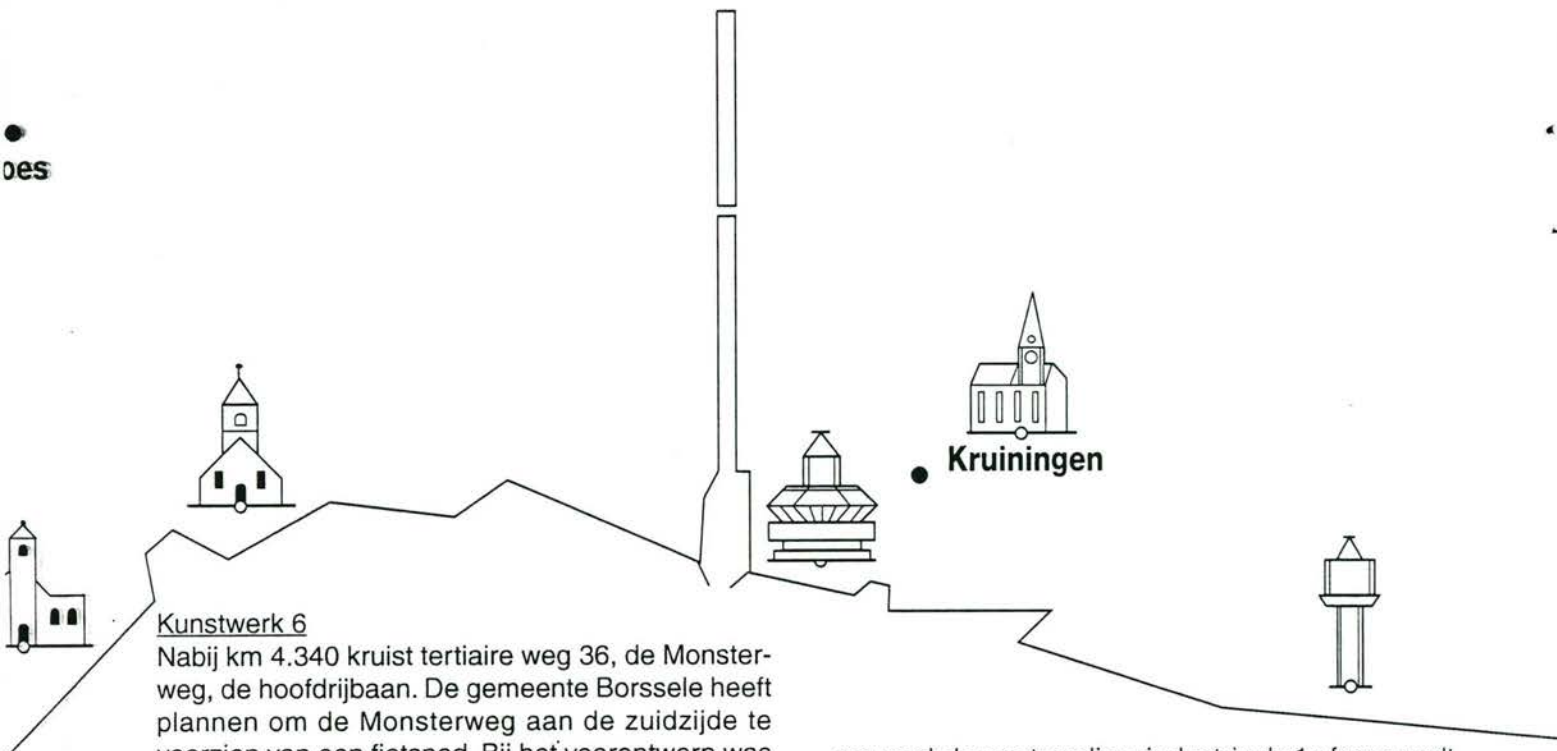
Kunstwerk 5

De verlegde Korte Noordweg, een landbouwweg, kruist bij ca. km 3.200 de hoofdrijbaan door middel van een viaduct. Hoewel de exacte lokatie van de kruising nog in overleg met belanghebbenden dient te worden vastgesteld, zal dit voor de constructie van het viaduct naar verwachting geen gevolgen hebben. De verlegde Korte Noordweg zal een breedte van 5 m krijgen. Op het viaduct is gerekend met de wegbreedte van 5 m plus 2 maal 1 m veiligheidsstrook tussen de leuning. Hierdoor blijft op het viaduct voldoende ruimte voor landbouwvoertuigen om elkaar te kunnen passeren. De totale breedte van het viaduct bedraagt 7,50 m.

De overspanningen zijn symmetrisch gekozen. In principe zou één veld voldoende zijn omdat in aanvang slechts één rijbaan aan de westzijde wordt aangelegd. Deze variant is onderzocht, maar is relatief duur en visueel uiterst onaantrekkelijk. De draagconstructie is in het werk gestort en kent een parabolisch verloop vanaf de buitenste opleggingen naar het middensteunpunt. De plaatdikte neemt vanaf de eindopleggingen toe van 0,70 m tot 1,20 m. De overspanning meet 2 maal 23,50 m. Omdat ter plaatse van het te bouwen kunstwerk geen sonderingen konden worden uitgevoerd, is het paalpuntniveau aan de hand van de in de omgeving van de bouwlokatie gemaakte sonderingen geschat op NAP -15 m.

Kunstwerk 5 is uitgewerkt op tekening B 106921.





Kunstwerk 6

Nabij km 4.340 kruist tertiaire weg 36, de Monsterweg, de hoofdrijbaan. De gemeente Borssele heeft plannen om de Monsterweg aan de zuidzijde te voorzien van een fietspad. Bij het voorontwerp was het uitgangspunt, dat bij de start van de uitvoering van de WOV dit fietspad zal zijn gerealiseerd. De breedte van de hoofdrijbaan van de Monsterweg ter plaatse van het viaduct bedraagt 6 m met aan weerszijden een strook van 1 m. De breedte van het fietspad is 3 m met strookjes van 0,5 m. De totale breedte van het viaduct bedraagt 13,80 m. Ook hier hebben de overspanningen een parabolisch verloop; de plaatdikte neemt vanaf de zijopleggingen toe van 0,70 m tot 1,20 m. Evenals bij kunstwerk 5 meten de overspanningen elk 23,50 m. Het paalpuntniveau bedraagt ca. NAP -15 m.

Kunstwerk 6 is op tekening B 106922 weergegeven.

Kunstwerk 8

Dit kunstwerk bevindt zich in de Korte Zuidweg ca. km 5.650. De uitvoering viaduct is identiek aan het viaduct in de Korte Noordweg. Het paalpuntniveau is NAP -15 m.

Het ontwerp is weergegeven op tekening B 106924.

Kunstwerk 11

Dit viaduct in de hoofdrijbaan bevindt zich bij ca. km 16.520, ter plaatse van de kruising met de H. Dowweg. In de eindfase wordt dit kunstwerk uit-

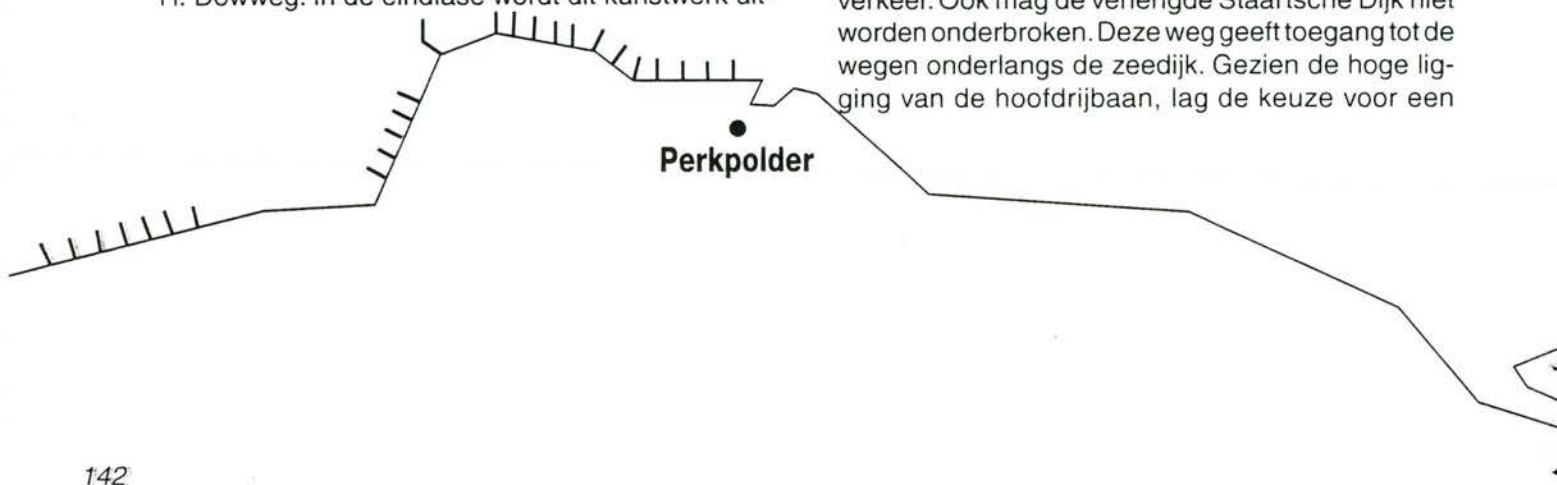
gevoerd als een tweelingviaduct; in de 1e fase wordt slechts de oostelijke helft aangelegd. Vanuit de tunnel komend wordt de hoofdrijbaan met 2 x 2 rijstroken op enige afstand voor het viaduct versmald tot een 1 x 1 rijbaan. Deze versmalling geschiedt overigens vanaf een punt waar ook het vrachtverkeer weer op snelheid is.

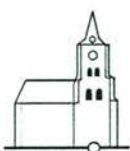
De breedte van het viaduct wordt bepaald door de rijbaanbreedte + uitvoegstrook naar verzorgingsplaats 'De Neus' + toekomstige vluchtstrook. De totale breedte wordt hierdoor 18,90 m. Dit viaduct heeft asymmetrische overspanningen. Vanwege de aanwezigheid van een fietspad, is een grote enkelvoudige overspanning uit kostenoverwegingen niet aantrekkelijk. Derhalve is gekozen voor een excentrisch geplaatst tussensteunpunt. Vanwege de reeds aanwezige weg is hier gekozen voor een draagconstructie van prefab-liggers. De constructiedikte is ca. 0,90 m. Het paalpuntniveau ligt op ca. NAP -10 m.

Kunstwerk 11 is op tekening B 106926 uitgewerkt.

Landbouwtunnel

Zoals vermeld bij het busstation nabij het toplein is een verbinding noodzakelijk tussen noord- en zuidzijde van het toplein ten behoeve van het busverkeer. Ook mag de verlengde Staartsche Dijk niet worden onderbroken. Deze weg geeft toegang tot de wegen onderlangs de zeedijk. Gezien de hoge ligging van de hoofdrijbaan, lag de keuze voor een





tunnel voor de hand. Omdat het omliggende maai-veld en de grondwaterspiegel zeer laag liggen bleek een tunnel inpasbaar. De landbouw/bustunnel, kunstwerk 9, ligt bij ca. km 7.090. Omdat bussen elkaar veelvuldig zullen passeren op de verlengde Staartsche Dijk is gekozen voor een verhardings-breedte van 6 m. In de tunnel is aan weerszijden een extra redresseerstrook van 1 m toegevoegd, waar-door het schrik-effect voor de bestuurders afneemt.

De lengte van de tunnel wordt bepaald door de wegensituatie in de eindfase, wanneer de tolheffing is beëindigd. In dat stadium hebben de toe- en afritten voor de busdiensten de vorm van normale in- en uitvoegstroken. Deze steken tot voorbij de land-bouwtunnel. In de exploitatiesituatie met tolheffing kunnen de toe- en afritten veel korter zijn omdat het snelheidsverschil veel kleiner is dan in de eindsituatie. De totale lengte van de tunnel komt hierdoor op 38,77 m. Bij het ontwerp van de tunnel was storten in het werk uitgangspunt.

Het ontwerp gaat er van uit dat een fundering op palen noodzakelijk is, gezien de aanwezigheid van pakketten veen in de bodem. Het paalpuntniveau bedraagt ca. NAP -6 m.

Kunstwerk 9 is op tekening B 106925 te vinden.

Brug (Paardegatsche watergang)

De toeleidende weg naar de WOV kruist bij ca. km 4.970 de Paardegatsche watergang, een hoofdwaterloop van de Borssele polder. De Paar-

degatsche watergang zal in de eindfase worden gekruist door een tweelingbrug (kunstwerk 7). In de 1e fase wordt de westelijke brughelft aangelegd. Om deze brug vrij van obstakels te kunnen bouwen is de lokatie van de kruising verschoven naar ca. km 4.920.

De breedte van de brug bedraagt 14,95 m, voortvloeiend uit de rijbaanbreedte van 11,50 m in de eindfase inclusief redresseerstroken. De over-spanning bedraagt 17,72 m en is uitgevoerd met prefab-voorgespannen liggers met een totale dikte van ca. 0,90 m.

De landhoofden zijn onderheid, het paalpunt-niveau bedraagt ca. NAP -10 m.

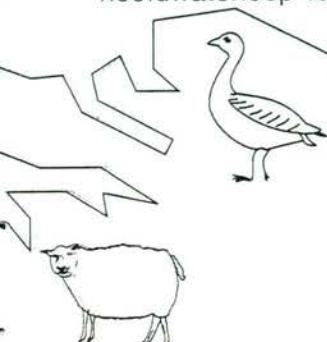
Kunstwerk 7 is te zien op tekening B 106923.

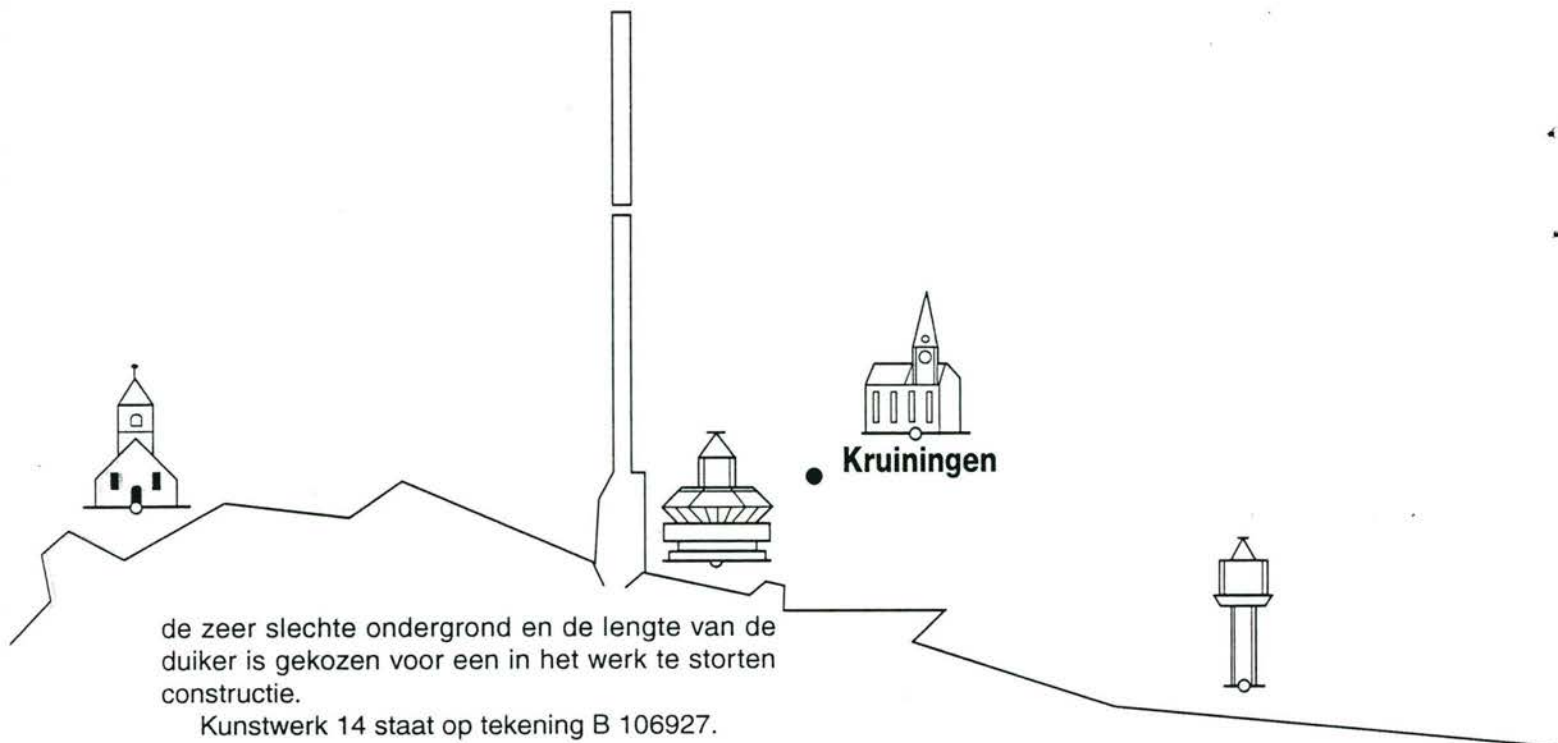
Duikers

In de kunstwerkenlijst zijn twee duikers opgenomen, namelijk de duiker in de Paardegatsche watergang onder de Monsterweg (kunstwerk 14) en de duiker in de Westelijke Rijkswaterleiding onder de S21 (kunstwerk 15). De overige duikers zijn van zodanige afmeting dat ontwerpen daarvan in dit stadium te ver zou voeren. Wel is er in het hoofdstuk 4.4.11 'Afwatering' aandacht aan geschonken.

Kunstwerk 14

Ook dit kunstwerk wordt gebouwd op enige afstand van de bestaande kruising van de watergang met de Monsterweg. De duiker komt onder de oprit van de Monsterweg naar kunstwerk 6. Aan weerszijden van de Monsterweg zijn uitwegen voor de aanliggende landbouwpercelen gepland. Dit bepaalt de aanmerkelijke lengte van de duiker: 56 m. De inwendige afmetingen zijn 2 x 4 m. Gezien de natte doorsnede van de watergang had met een iets kleiner profiel kunnen worden volstaan. Uit onderhoudsoogpunt is voor een royaler formaat gekozen. Voor beide uiteinden van de duiker is een stortebedconstructie aanwezig met een lengte van 4,50 m. Mede gezien





Kunstwerk 15

De verlegde S21 (Hoek - Terneuzen) zal de Westelijke Rijkswaterleiding enige tientallen meters noordelijker kruisen dan nu het geval is. Hierdoor kan ook deze duiker in den droge worden aangelegd. De kruising met de S21 vindt haaks plaats.

De duiker bestaat uit een dubbele betonnen koker met inwendige afmetingen van 2 x 3 m x 2,50 m. Gezien de afmetingen is gekozen voor een in het werk gestorte constructie. De lengte van de duiker bedraagt 52,50 m.

De duiker is aan beide uiteinden voorzien van een stortebedconstructie over een lengte van 10 m.

Het ontwerp van kunstwerk 15 is te zien op tekening B 106928.

Overkluizing Leidingenstrook

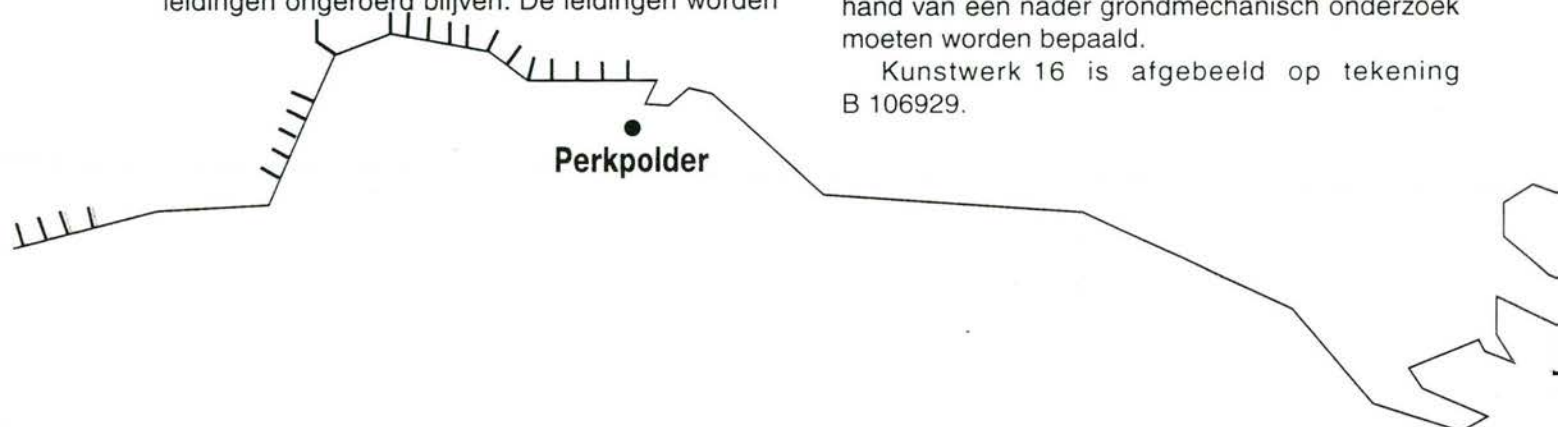
Het tracé van de toeleidende weg naar de WOV zal bij ca. km 2.660 de leidingenstrook snijden. Hierin liggen enige hoofdtransportleidingen van onder meer water en aardolieprodukten. Deze strook is planologisch beschermd, hetgeen tevens inhoudt dat de leidingen in principe niet mogen worden verlegd. De leidingen zijn van vitaal belang voor de industrie in het Sloe-gebied. In overleg met de beheerders is gekozen voor een oplossing waarbij de leidingen ongeroerd blijven. De leidingen worden

gekruid door middel van een zogenaamde overkluizing. Kunstwerk 16 bestaat uit een aantal trillingsvrij in de grond gebrachte damwandschermen. Deze compartimenteren de verschillende leidingen, waardoor bij calamiteiten aan een leiding de overige leidingen geen gevaar lopen. Op deze damwandschermen worden betonsloven gestort waarop prefab-liggers komen te rusten die de weg dragen. De reeds aanwezige leidingen moeten aan weerszijden van de overkluizing over een lengte van ca. 25 m worden afgedekt met wegneembare gewapend betonplaten dik 0,20 m.

De leidingen dienen bereikbaar te blijven. Het laagst gelegen punt van de draagconstructie komt op ca. maaiveld (MV) + 0,30 m. De afstand tot bovenzijde leidingen bedraagt dan ca. 1,80 m. De wegas komt hierdoor uit op ca. NAP +2,50 m. De ashoogte bedraagt in de Borssele polder normaal NAP +1,65 m. Ten behoeve van dit kunstwerk heeft derhalve een aanpassing van het lengteprofiel plaats moeten vinden.

De leidingenstrook snijdt het wegtracé onder een hoek van ca. 48°. De overspanningen van de prefab-liggers meten 2x10 m, gemeten loodrecht op de ondersteuning. De constructiedikte is ca. 0,70 m. Het funderingsniveau van de damwanden zal aan de hand van een nader grondmechanisch onderzoek moeten worden bepaald.

Kunstwerk 16 is afgebeeld op tekening B 106929.



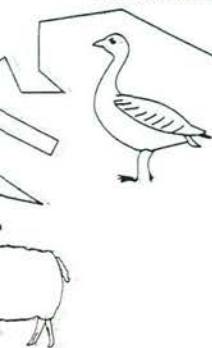


4.4.9 OPENBAAR VERVOERVOORZIENINGEN

Door de aanleg van de WOV zal de structuur van de openbaar vervoerlijnen (busverbindingen) in Zeeland ingrijpend wijzigen. In het voorontwerp zijn slechts de directe gevolgen in de nabijheid van het tracé meegenomen. Het openbaar vervoerbedrijf Zuid-West Nederland (ZWN) heeft reeds tijdens de MER-procedure voorstellen gedaan voor het realiseren van nieuwe busverbindingen over de WOV. De ZWN is voornemens een snelbusdienst te openen tussen afwisselend Goes of Middelburg en Terneuzen, met een halfuursfrequentie. Op deze snelbusdiensten dienen lokale diensten aan te sluiten. Hiervoor moet de bestaande infrastructuur worden aangepast. De busdienst over de WOV heeft tevens nog een functie voor het langzaam verkeer. (Brom)fietsers krijgen geen toegang tot de WOV, zij zullen worden vervoerd met een bus met speciale aanhanger voor de (brom)fietsen. Deze busdienst dient kort bij de WOV-verbinding zelf opstapmogelijkheden te bieden. De ZWN denkt hierbij aan een uurdienst, waarbij met een aangepaste bus kan worden volstaan.

Busstations

In het ontwerp is weerszijden van de verbinding een busstation opgenomen. Aan de Zeeuwsch-Vlaamse zijde is als lokatie een terrein aan de oostzijde van de Wulpenbek gekozen. Op Zuid-Beveland is het busstation gecombineerd met het tolplein. De lay-



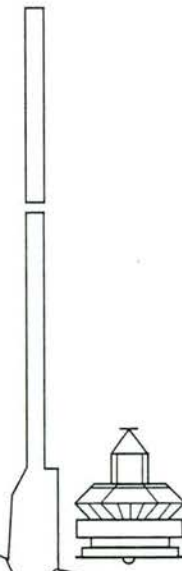
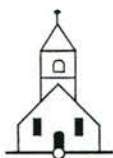
out van beide busstations is reeds akkoord bevonden door de ZWN. De verdere inrichting (zoalsabri's, personeelsverblijf en verlichting) is niet verder gedetailleerd. De uitwerking moet van de ZWN zelf komen. De infrastructuur sec (verhardingen) is wel in het ontwerp meegenomen.

Busstation op Zuid-Beveland

De snelbusdienst moet aansluiting geven op twee lokale buslijnen, namelijk Goes-Borssele v.v. en Goes-Ellewoutsdijk v.v. Voorts dient er een opstapgelegenheid te zijn voor de fietsers. De snelbusdienst kan pas bij de aansluiting Borsselsedijk/S10 van de toeleidende weg van de WOV afslaan. Voor optimale aansluitingsmogelijkheden is gekozen voor een lokatie nabij het tolplein. Hier was voldoende ruimte beschikbaar die bovendien goed bereikbaar is te maken. Aan weerszijden van het tolplein is een bushalte voor de sneldienst en de 'fiets'dienst. Aan de zuidzijde zijn bushaltes voor de twee lokale diensten ontworpen. De zuidelijke bushaltes zijn bereikbaar via de weg langs de verlegde zeedijk en de tunnel in de verlengde Staartsche Dijk (kunstwerk 9). De 'fiets'bus kan vanaf de noordelijke halte door het tunneltje naar de zuidzijde rijden en vervolgens weer de WOV op. De noordelijke en zuidelijke bushaltes zijn met elkaar verbonden door een loopbrug over het tolcomplex. Naast het busstation is een parkeerterrein dat de overstap van auto naar bus mogelijk maakt.

De rijbanen hebben een breedte van 6 m, zodat twee bussen elkaar kunnen passeren. De stroken langs de bushaltes zijn 3,50 m breed en voorzien van een betonklinkerverharding. De overige wegverhardingen zijn in asfalt uitgevoerd. De perrons hebben een tegelverharding. De parkeerplaatsen voor de auto's zijn eveneens met een klinkerverharding uitgevoerd.

Het busstation op Zuid-Beveland is weergegeven op tekening B 106908.



● Kruiningen



Busstation in Zeeuwsch-Vlaanderen

Aan de Zeeuwsch-Vlaamse zijde van de WOV bestond eveneens de noodzaak tot aanleg van een nieuw busstation. Dit zal een centrale functie voor geheel Zeeuwsch-Vlaanderen gaan vervullen. Er ontstaat dan een knooppunt voor zowel de noord-zuid als de oost-west verbindingen. Als lokatie is hier een terrein gekozen dat vrijkomt door het verleggen van de aansluiting van de H. Dowweg op de S21 naar de N252. Omdat hier diverse buslijnen samen zullen komen is gekozen voor een oplossing waarbij de bussen stoppen/vertrekken rond een centraal gelegen perron. De overstappende passagiers behoeven geen busstroken te kruisen (conflictvrije overstap) en alles is gelijkvloers uitvoerbaar. Als variant is een opstelling van naast elkaar gelegen perrons onderzocht. Nadeel hiervan is echter dat overstappende passagiers voor of achterlangs de bussen moeten lopen met kans op aanrijdingen.

Ook hier is in de nabijheid van het busstation een parkeervoorziening ontworpen. Constructie en afmetingen van rijbanen/stroken is conform de noordzijde.

Het busstation Zeeuwsch-Vlaanderen is te zien op tekening B 106913.

Wegen busroutes

Zowel op Zuid-Beveland als in Zeeuwsch-Vlaanderen zullen busroutes worden verlegd naar de WOV. Op Zuid-Beveland heeft dit echter consequenties voor de huidige infrastructuur nabij de aanlanding van de WOV. Met de ZWN zijn de vol-

● Perkpolder

gende routewijzigingen overeengekomen:

- 1- De route Goes-Oudelande-Ellewoutsdijk-Driewegen.

Momenteel rijdt de bus rechtstreeks van Ellewoutsdijk naar Driewegen. In de toekomst zal de bus vanaf Ellewoutsdijk via de Trenteweg naar het busstation bij het tolplein rijden. Vanaf het tolplein rijdt de bus via de Staartschedijk\Baandijk en de Paulushoekseweg naar Driewegen.

- 2- De route Goes-Borssele v.v.

De huidige busroute heeft haar eindpunt in het dorp Borssele. Overeengekomen is om de bus straks vanuit Borssele via de Wolphaartsweg en de weg onderlangs de Zeedijk naar het tolplein te laten rijden.

- 3- Een nieuwe busroute zou kunnen zijn de verbinding tolplein-Sloegebied v.v.. Deze zou gebruik kunnen maken van de weg langs de Zeedijk. De potenties van een dergelijke verbinding worden momenteel door de ZWN onderzocht.

Als criterium voor de breedte van wegen voor busroutes in plattelandsgebieden wordt een minimale maat van 5,50 m gehanteerd. Deze maat kan worden teruggebracht tot 5 m indien de bermten worden versterkt en er weinig vrachtverkeer is. In het voorontwerp wordt uitgegaan van de maat van 5 m. Voor route 1 voldoen de Staartschedijk en de Baandijk niet aan de eisen. Deze wegen dienen tot 5 m te worden verbreed. De wegfundering wordt aangelegd op een fictieve verhardingsbreedte van 6 m. Indien een bus enigszins moet uitwijken geeft de berm op deze wijze voldoende steun. Voor route 2



dient de Wolphaartsweg te worden verbreed; deze is nu 3 - 3,50 m breed met smalle bermen van ca. 1,25 m. De nieuwe breedte wordt 5 m met aan weerszijden bermen van 3 m. Deze profielverruiming past niet meer binnen de huidige grenzen van het waterschap Noord- en Zuid-Beveland, er zal een strook grond moeten worden aangekocht. Vanwege de langs de weg gelegen bebouwing is gekozen voor verbreding aan de westzijde. De busroutes zijn ingetekend op de tekeningen B 106912 en B 106913.

4.4.10 VERKEERSLICHTEN

In het voorontwerp komt op een vijftal plaatsen een verkeersregelingsinstallatie (VRI) voor. De lokaties zijn achtereenvolgens:

- 1 Kruispunt WOV/S10/S11;
- 2 Kruispunt WOV/S10/Borsselsedijk;
- 3 Kruispunt WOV/S21;
- 4 Kruispunt S21/N252;
- 5 Kruispunt N252/verlegde H. Dowweg.

De VRI's als zodanig zijn niet verder in detail uitgewerkt. De Provincie Zeeland heeft voor de VRI's die bij haar in beheer en onderhoud zijn een uniform bewakingssysteem ingevoerd. De VRI's vertrekken zelf informatie aan een centraal computersysteem, storingen in de installatie of de verkeersafwikkeling worden gedetecteerd. Vanaf het centrale punt kunnen de cyclustijden etc. worden bijgestuurd teneinde de verkeersafwikkeling te optimaliseren. Momenteel wordt ervan uitgegaan dat de toeleidende wegen

met bijbehorende voorzieningen in beheer en onderhoud bij de Exploitatiemaatschappij komen. Dit betekent in principe dat deze voor de VRI's een systeem kan kiezen dat afwijkt van het de Provincie Zeeland gangbare systeem, hetgeen bepaald onpraktisch lijkt. De VRI's moeten worden aangesloten op het elektriciteitsnet van Delta Nutsbedrijven.

Voor de kostencalculatie van de VRI's is uitgegaan van het bij de Provincie Zeeland in gebruik zijnde systeem.

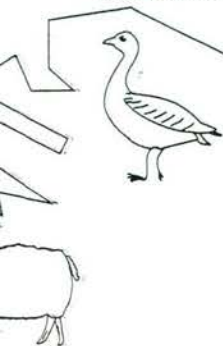
4.4.11 AFWATERING

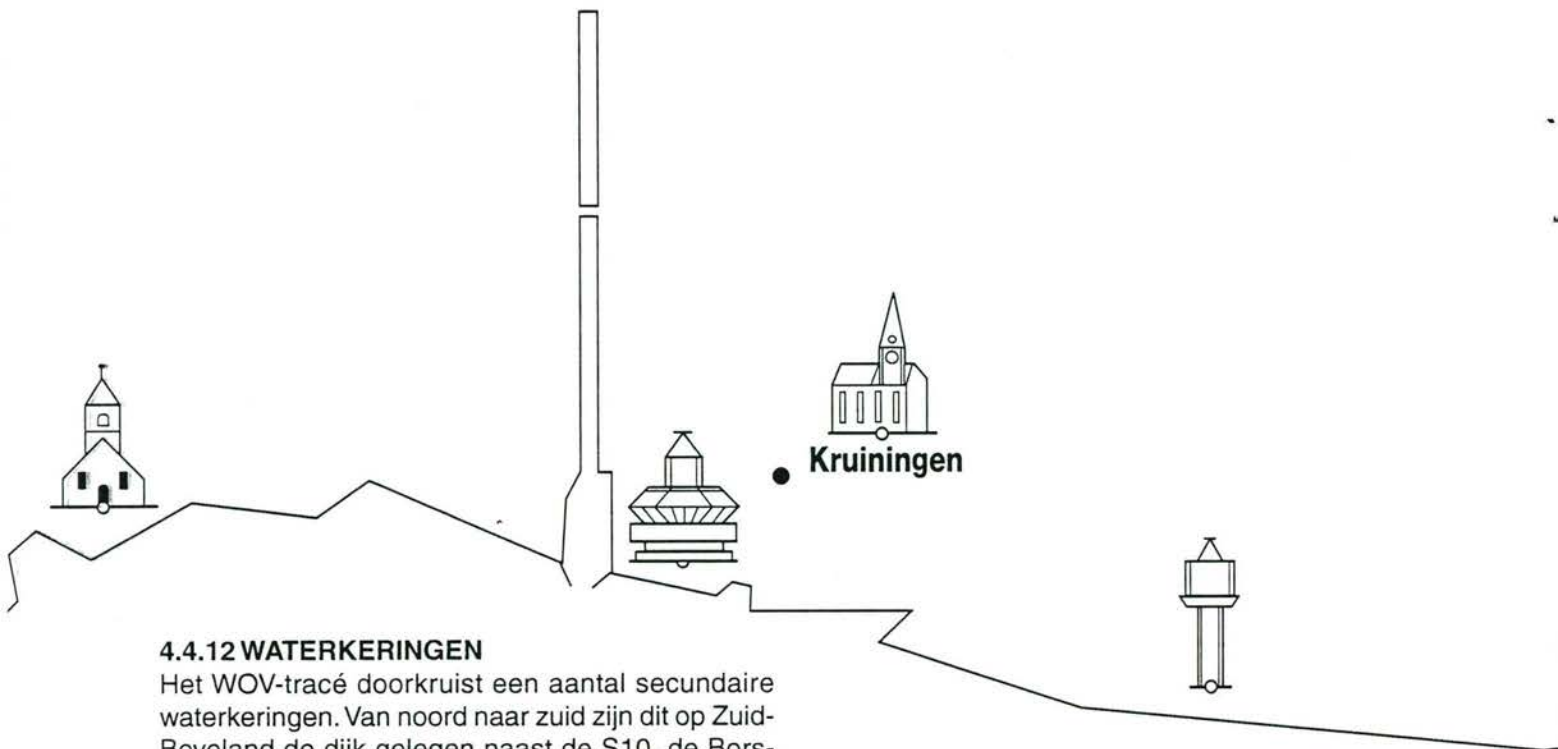
Het WOV-tracé doorsnijdt een aantal hoofdwatgangen en secundaire waterlopen. Met de waterschappen Noord- en Zuid-Beveland en de Drie Ambachten (Zeeuwsch-Vlaanderen) zijn voor de te kruisen hoofdwatgangen voorlopige afspraken gemaakt voor kruisingslokatie (verleggen tracé watgang) en afmetingen van brug of duiker. Deze grotere kunstwerken zijn nader uitgewerkt.

In overleg met de waterschappen dient een afwateringsplan te worden opgezet waarin ook de effecten voor de kleinere waterlopen worden gezien.

Voor de watgangen van kleiner kaliber is uitgegaan van het handhaven van de watervoerende functie door middel van het leggen van betonbuizen met een gemiddelde inwendige diameter van 0,80 m. De duikers met grote afmetingen komen voor in de Monsterweg (kunstwerk 14) en de S21 (kunstwerk 15). Voorts kruist de toeleidende weg naar de WOV de Paardegatsche watgang door middel van een brug (kunstwerk 7).

De wegen zullen ook bestaande drainages in aangekochte landbouwkavels doorsnijden. De effecten daarvan zullen aan de hand van drainagekaarten in beeld moeten worden gebracht. Een dergelijk gedetailleerd onderzoek ging in het kader van het voorontwerp te ver. Voor de kostenraming is gerekend met het aanbrengen van eindvoorzieningen op doorsneden drains, waarbij een gemiddelde onderlinge afstand van 10 m is aangenomen.





4.4.12 WATERKERINGEN

Het WOV-tracé doorkruist een aantal secundaire waterkeringen. Van noord naar zuid zijn dit op Zuid-Beveland de dijk gelegen naast de S10, de Borsseledijk en de Staartsche Dijk. In Zeeuwsch-Vlaanderen wordt de Willemskerkedijk gekruist.

Voor secundaire waterkeringen is een minimale hoogte vastgesteld. Deze bedraagt op Zuid-Beveland NAP +4,30 m en in Zeeuwsch-Vlaanderen NAP +4,70 m.

Bij alle kruisingen met de secundaire waterkeringen wordt voldaan aan de hoogte-eis, als minimum waarde is NAP +4,30 m aangehouden. Bij het kruispunt S10, de Borsseledijk is de waterkering iets in noordelijke richting verlegd teneinde het kruispunt optimaal te kunnen dimensioneren. De kruising met de Staartsche Dijk vindt eveneens op correcte wijze plaats. Bij de Willemskerkedijk is de kruising in het geheel geen probleem omdat het wegvak hier stijgt vanaf de kanteldijk voor de tunnel (NAP +6,50 m) naar het viaduct over de H. Dowweg (NAP +7,50 m).

4.4.13 GELUIDWERENDE VOORZIENINGEN

Bij de aanleg van de wegen naar de WOV dient rekening te worden gehouden met de bepalingen van de Wet Geluidshinder (Wgh). Vooruitlopend op het noodzakelijke akoestische onderzoek in het kader van de bestemmingsplanprocedure is voor het voorontwerp een inschatting gemaakt van de aard en omvang van aan te brengen geluidwerende

voorzieningen. In het kader van de MER-procedure was reeds een akoestisch onderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek is geactualiseerd, rekening houdend met de wijzigingen in het tracé en het verticaal alignement. Voor de wijze van uitvoering van dit onderzoek en de randvoorwaarden kan worden verwezen naar de Tracénota/MER hoofdstuk 8.8.4.

Het onderzoek ten behoeve van het MER-rapport is gebaseerd op de eindfase van het project, waarbij de toeleidende wegen als autosnelweg zijn uitgevoerd. Tijdens de 1e fase zullen de toeleidende wegen als autoweg worden aangelegd. In het ontwerp is getracht te voorkomen dat geluidwerende voorzieningen bij de uitbouw tot autosnelweg dienen te worden verplaatst, dit is echter niet in alle gevallen gelukt. In principe is gekozen voor aarden wallen, omdat deze oplossing het grootste grondbeslag vergt. Bovendien heeft een aarden wal uit landschappelijke overwegingen de voorkeur: dijken en wallen zijn vertrouwde elementen in het Zeeuwsche landschap. Uiteraard zijn voor geluidwerende voorzieningen vele alternatieven mogelijk, deze zijn echter niet nader onderzocht. Verder hebben belanghebbenden een belangrijke stem in de keuze van de soort voorziening. Het is niet ondenkbeeldig dat aanwonenden zullen kiezen voor geluidsisolerende maatregelen aan de woning zelf, in plaats van een wal die weliswaar het geluid afschermt doch tevens het uitzicht wegneemt.

In het voorontwerp is uitsluitend rekening gehouden met de geluidwerende voorzieningen nabij het tracé. Uit het akoestisch onderzoek blijkt dat op een aantal aansluitende wegen door toename van





de verkeersintensiteiten de geluidbelasting de toegelaten grenswaarde overstijgt, bijvoorbeeld bij de bebouwing langs de S21 te Hoek. Voor het vaststellen van dergelijke situaties dient aanvullend akoestisch onderzoek plaats te vinden.

De lokatie van de geluidswallen is op de situatietekeningen van het wegontwerp weergegeven.

De wallen hebben taluds 1:1 en een kruinsbreedte van 1 m. De hoogte varieert afhankelijk van de lokatie van 2,50 - 3,50 m ten opzichte van zijkant wegverharding. De geluidswal nabij het te creëren natuurterrein in de Ellewoutsdijkpolder heeft afwijkende afmetingen. Uit landschappelijke overwegingen is gekozen voor een geluidskade die lijkt op de Inlaagdijk van de nabijgelegen Inlaag 1887. De taludhellingen zijn 1:2 en de kruinsbreedte bedraagt 1,50 m.

De toepassing van zeer open asfaltbeton (zoab) leidt tot een behoorlijke reductie van de geluidsoverlast. Bij nieuwe wegen kan zoab echter pas na enige jaren worden toegepast, wanneer de zettingen van het weglichaam zich grotendeels hebben voltrokken. Dit betekent dat bij de start van de exploitatie van de WOV niet mag worden gerekend met een reductie van de geluidsoverlast. De zoab kan wel een rol spelen in het verminderen van de geluidseffecten door toename van de verkeersintensiteiten op de verbinding. Bij het ontwerp van geluidskaden etc. is met de aanwezigheid van zoab geen rekening gehouden.

4.4.14 NATUURBOUW EN BEPLANTINGSPLAN

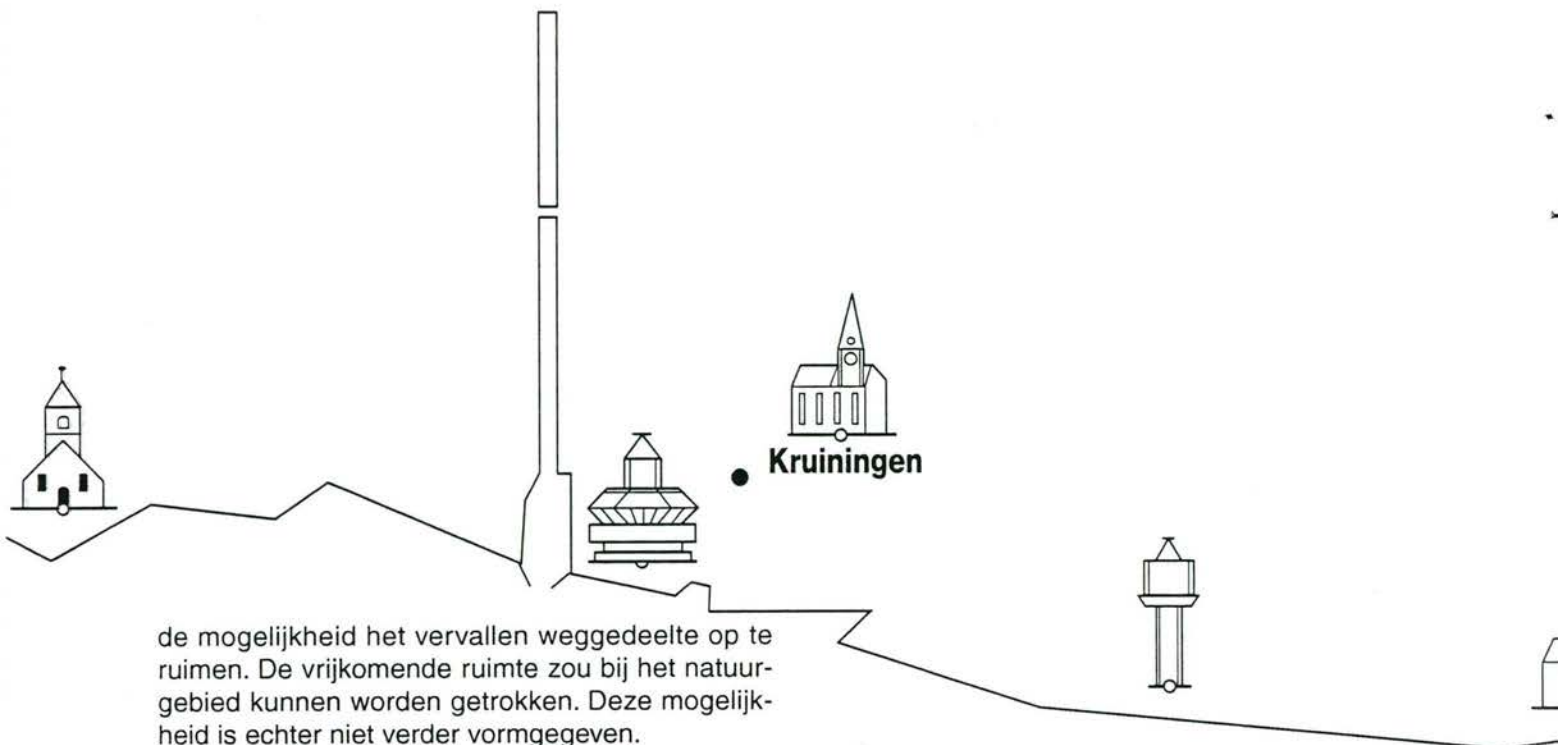
Natuurbouw

In de eindfase van de toeleidende wegen naar de WOV bestaan er talrijke mogelijkheden voor kleinschalige natuurbouw in overhoeken en door aansluitingen omsloten terreinen (bijvoorbeeld bij halve klaverbladen). De wegeaanleg 1e fase, zijnde onderdeel van dit voorontwerp, biedt aanmerkelijk minder mogelijkheden.

De beste mogelijkheden voor natuurbouw liggen in de Ellewoutsdijkpolder op Zuid-Beveland. Hier is een ca. 27 ha groot terrein aanwezig tussen de zeedijk en de toeleidende weg naar de WOV. Momenteel heeft dit gebied reeds een ecologische relatie met de Westerschelde. De Ellewoutsdijkpolder vormt onderdeel van een oudlandgebied. Dit is voor natuurbouw interessant omdat onder de bovenlaag (klei) veenlagen aanwezig zijn. Deze bieden in samenhang met een aangepast grondwaterregime goede condities voor natuurbouw. Voor dit gebied is een inrichtingsplan ontworpen, nader uitgewerkt op situatietekening B 106914. Het principe berust op cultuurhistorische grondslag. Een strook langs de zeedijk wordt ingericht als 'karreveld' (laag grasland met begreppeling). De strook noordelijk hiervan zal een inrichting krijgen als Poelgebied, reliëfrij grasland met kavelslootjes en hagen. De uitkomende klei is geschikt bevonden voor verwerking als bekledingsgrond op de damvakken of op ritten voor de wegen.

Nadat het natuurterrein is gerealiseerd is het gewenst om de weg onderlangs de zeedijk aan het openbaar verkeer te onttrekken. Deze beheersmaatregel heeft op het voorontwerp uiteraard geen invloed.

Tussen de Westelijke Rijkswaterleiding en de N252 in Zeeuwsch-Vlaanderen bevindt zich een kleinschalig natuurgebied. Door de wijziging van de aansluiting van de H. Dowweg ontstaat in principe



de mogelijkheid het vervallen weggedeelte op te ruimen. De vrijkomende ruimte zou bij het natuurgebied kunnen worden getrokken. Deze mogelijkheid is echter niet verder vormgegeven.

Tevens zal in de Borsselepolder of in de Ellewoutsdijkpolder langs de Westerschelde een terrein van ca. 10 ha worden aangewezen, dat eveneens als natuurterrein zal worden ingericht.

Beplantingsplan

Uit landschappelijke overwegingen wordt langs de toeleidende wegen geen opgaande beplanting geplaatst. Voor opgaande beplanting bestaan meer mogelijkheden bij wegaansluitingen, verzorgingsplaatsen en het toplein. Deze beplanting accentueert vooral bij wegaansluitingen discontinuïteiten in het wegverloop en is als zodanig zeer gewenst. Een probleem bij de lokatie van opgaande beplanting bij de aansluitingen is de uitbouw van 1e fase naar eindfase. Een beplantingsplan voor het ontwerp 1e fase is niet uitgewerkt. Wel is in de kostenraming met een beplantingsplan rekening gehouden op basis van ervaringscijfers bij gelijksoortige wegenprojecten. In de nota Randvoorwaarden zijn onder punt 6.1. een aantal eisen genoemd waaraan het op te stellen beplantingsplan dient te voldoen.

4.4.15 KABELS EN LEIDINGEN

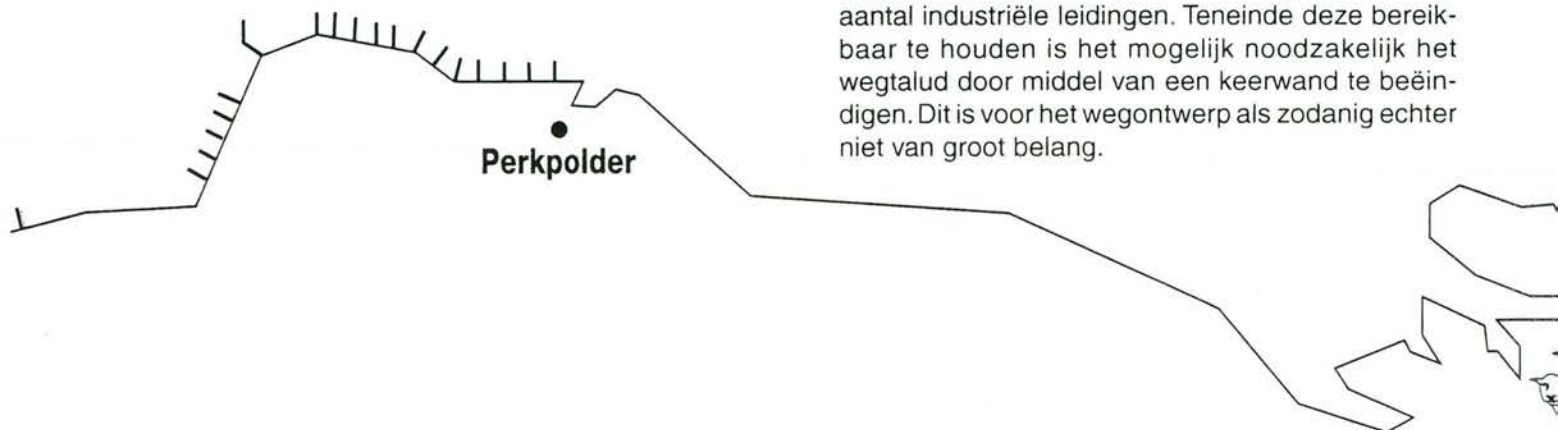
Er is een inventarisatie gemaakt van alle kabels en leidingen die het tracé van de toeleidende en aantakende wegen kruisen. Voor het wegaandeel in

voorontwerp zijn slechts enkele grotere transportkabels en leidingen die in principe niet of moeilijk kunnen worden verlegd van belang. Op Zuid-Beveland betreft het de kabels en leidingen gelegen in de planologisch beschermde leidingenstrook nabij de Vaathoekweg. In Zeeuwsch-Vlaanderen gaat het om de hoogspanningsleiding naast het industrie-complex bij het aanlandingspunt en om enkele industriële leidingen in dit zelfde gebied.

De kabels en leidingen in de leidingenstrook blijven onaangeroerd liggen. Over de leidingstrook heen wordt een overkluizing gebouwd. Voor een nadere toelichting zie de beschrijving van kunstwerk 16.

Bij ca. km 15.850 kruist het WOV-tracé de hoogspanningsleiding (150 KV) van de Delta Nutsbedrijven (Deltan). Deze vormt de voortzetting van de verbinding in de Westerschelde, die het WOV-tracé kruist bij de noordelijke kop van het damvak Middelpaalt. Vooruitlopend op de aanleg van de toeleidende weg dient een aantal hoogspanningsmasten te worden verplaatst door de Deltan. Deze heeft voor het verplaatsen van de masten met bijkomende werken een begroting opgesteld die is verwerkt in de raming van kosten van het voorontwerp.

Van ca. km 15.900 - km 16.100 liggen in de teen van het westelijke talud van het weglichaam een aantal industriële leidingen. Teneinde deze bereikbaar te houden is het mogelijk noodzakelijk het wegtalud door middel van een keerwand te beëindigen. Dit is voor het wegontwerp als zodanig echter niet van groot belang.



Perkpolder

Op korte termijn zal bij ca. km 15.800 een industriële effluentleiding worden aangelegd die het WOV-tracé nagenoeg haaks kruist. Uit overleg met het ingenieursbureau dat de aanleg van deze leiding voorbereid is niet gebleken dat bijzondere voorzieningen noodzakelijk zullen zijn.

De overige kabels en leidingen kunnen relatief eenvoudig worden verlegd. Afgezien van de kosten speelt hier fasering tijdens de uitvoering een rol. Het verleggen van deze meer ondergeschikte kabels en leidingen is niet verder gedetailleerd; in de uitvoeringsplanning voor de wegen liggen zij niet op het kritieke pad.

4.4.16 MILIEUVOORZIENINGEN

Een deel van de in het voorontwerp opgenomen milieuvoorzieningen is al afzonderlijk behandeld. Bijvoorbeeld geluidwerende voorzieningen, natuurbouwmogelijkheden en beplantingsplan. In de tracering van de toeleidende wegen is rekening gehouden met een aantal milieuaspecten. Dit onderwerp is echter uitvoerig behandeld in de Tracénota/MER inclusief aanvullende notities en behoeft hier geen expliciete uitwerking. Overige milieuvoorzieningen zijn:

- Gescheiden rioleringssysteem met olieafscheiders op het tolplein, benzinestation en verzorgingsplaats. De kosten van een dergelijk systeem zijn in de ramingen opgenomen van tolplein en verzorgingsplaatsen. De benzinestations

vallen hier niet onder.

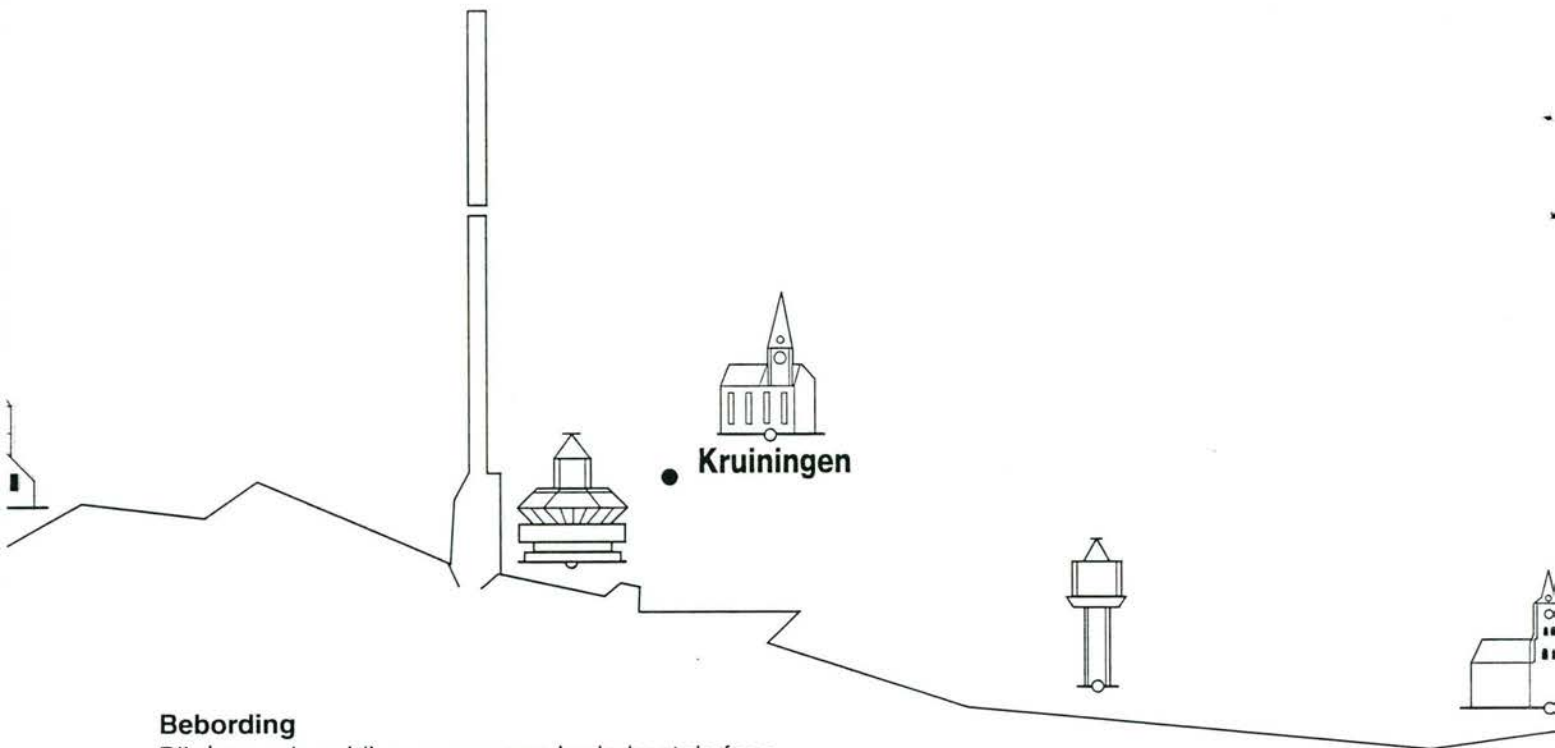
- Vliesconstructie op de plaatsen waar gebruik van in de Westerschelde gewonnen zand dat nog niet volledig is ontzilt problemen oplevert met het relatief zoete grondwater. Dit is met name het geval in de Kraaijertpolder op Zuid-Beveland nabij de aansluiting WOV/S11/S10. Vooralsnog is ervan uitgegaan dat bij het ontgraven van het bouwdoek in het Sloegebied voldoende ontzilt zand vrijkomt voor verwerking in het wegvak Kraaijertpolder en dat een vliesconstructie achterwege kan blijven. Bovendien is uitgangspunt dat het voor het weglichaam benodigde zand door middel van droog grondverzet wordt aangebracht en niet door spuiten.
- Aanleg van wildtunnels in door het wegtracé doorsneden routes van kleine zoogdieren en amfibieën. Voor deze wildtunnels is aanvullend onderzoek nodig naar de trekroutes en de populatie. Kostentechnisch zijn de wildtunnels vertaald in extra lengte betonbuis, zoals gebruikt voor de kleinere duikers.

4.4.17 WEGMARKERING EN BEBORDING

Wegmarkering

Voor het onderdeel wegmarkering in het voorontwerp zijn als uitgangspunt de richtlijnen 'ROA', 'RONA' en 'Bebakening en markering van wegen' gebruikt. Voor de wegmarkering wordt in de besteksfase vaak gebruik gemaakt van een detailontwerp, met name op moeilijke locaties zoals complexe kruispunten. In het voorontwerp heeft deze detailuitwerking uiteraard niet plaatsgevonden. Het ontwerp van kruispunten en dergelijke is echter dermate gedetailleerd uitgewerkt, dat een betrouwbare bepaling van de hoeveelheden kan plaatsvinden. Kantstrepen zijn niet getekend, maar de figuratie is wel op de situatietekeningen aangegeven.





Bebording

Bij de voorbereiding van wegen in de besteksfase stelt de wegbeheerder een bebordingsplan op. Daarbij rekening houdend met de eisen gesteld in het Wegen Verkeersreglement/ Reglement Verkeersregels en Verkeerstekens (WVR/RVV) en bijbehorende plaatsingsbeschikking. In het voorontwerp is dit gedetailleerde plan niet opgesteld. Voor de kostenramingen is een inschatting gemaakt van de benodigde hoeveelheid bebording.

4.4.18 VERLICHTING

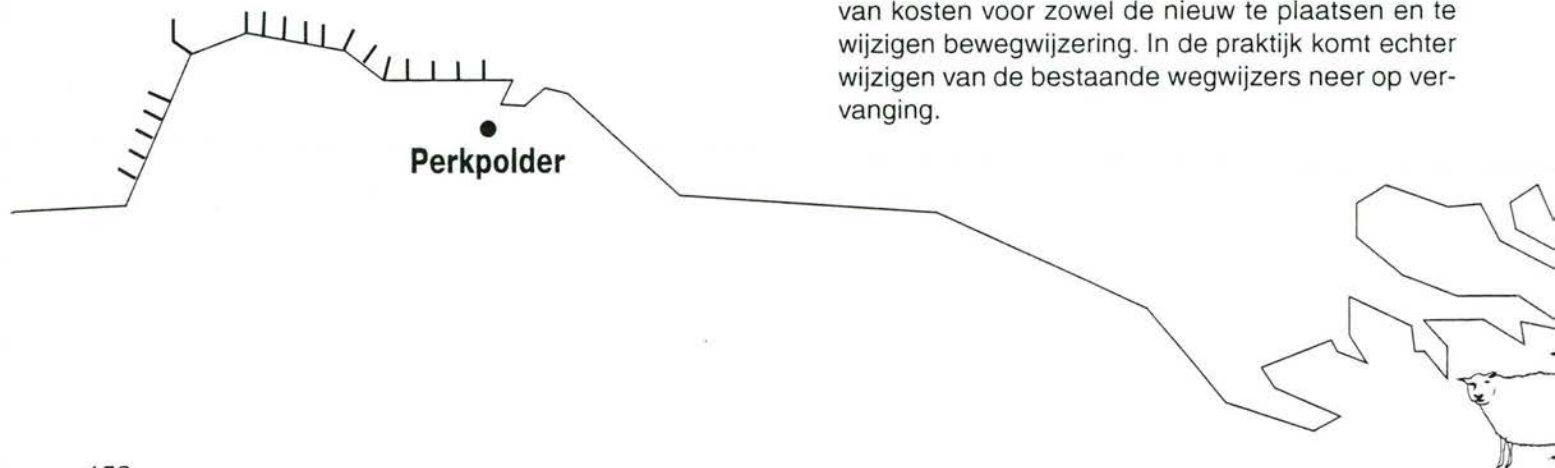
Op de kruispunten van de toeleidende weg naar de WOV met de bestaande wegen, op het tolplein en de verzorgingsplaatsen zal openbare verlichting worden geplaatst. Hiervoor stelt de toekomstige beheerder in overleg met de Delta Nutsbedrijven een verlichtingsplan op, waarin opgenomen lokatie en type van de lichtmasten, kabelligging etc.

Een dergelijk verlichtingsplan is in het kader van dit voorontwerp niet opgesteld. Voor de kostenraming is een berekening gemaakt op basis van ervaringen met gerealiseerde projecten voorzien van elementen van gelijke omvang.

4.4.19 BEWEGWIJZERING

Door de aanleg van de WOV wijzigt een aanzienlijk deel van de bewegwijzering in de gehele provincie Zeeland. De op de bewegwijzering aangeduide verbindingen in de noord-zuid relatie aan weerszijden van de Westerschelde zijn nu georiënteerd op de huidige veerverbindingen Vlissingen-Breskens en Kruiningen-Perkpolder. Na aanleg van de WOV blijft het veer Vlissingen-Breskens weliswaar gehandhaafd, doch in een andere vorm, uitsluitend geschikt voor langzaam verkeer (voetgangers en(brom)-fietsers). Het veer Kruiningen-Perkpolder wordt geheel opgeheven.

Bij de voorbereidingen voor de aanleg van nieuwe wegen is het gebruikelijk dat de toekomstige wegbeheerder in samenwerking met de ANWB een plan opstelt voor de bewegwijzering. In het geval van de WOV zou dit al in de voorontwerpfase een bijzonder grote inventarisatie- en ontwerpinspanning vergen. Het wegontwerp sec is in het geval van het WOV-project slechts in geringe mate bepalend voor het bewegwijzeringsplan. Voor de kostenraming van het totale project vormt de aanpassing van de bewegwijzering echter een wezenlijk onderdeel. Gekozen is voor een opzet waarbij een globale inventarisatie is gemaakt, resulterend in een ruwe raming van kosten voor zowel de nieuw te plaatsen en te wijzigen bewegwijzering. In de praktijk komt echter wijzigen van de bestaande wegwijzers neer op vervanging.



4.4.20 PRAATPALEN

Conform de eisen gesteld in de RONA, dienen langs een autoweg praatpalen aanwezig te zijn voor hulp in pechsituaties. Het voorontwerp gaat voor het weggedeelte op het land en op de damvakken uit van plaatsing van praatpalen bij de vluchthavens, alsmede op de brug, in de tunnel en op de verzorgingsplaatsen. De praatpalen aansluiten op het telecomnet van de PTT.

4.4.21 STREMMINGSSIGNALERING

Ten behoeve van calamiteiten de toegangen van de tunnel (en van de brug) voorzien van een elektronische stremmingssignalering, inclusief afsluitemiddel.

4.5 BOUWDOK

4.5.0 INLEIDING

Voor het bouwen van tunnelelementen en caissons voor de pijlers van de brug is het maken van twee afzonderlijke bouwdokken en een afbouwsteiger c.a. noodzakelijk.

Bij dit hoofdstuk behoren de tekeningen zoals genoemd op bladzijde 7 onder artikel 1 "inleiding", 2^e kolom, 5^e aandachtsstreepje.

4.5.1 LOKATIES

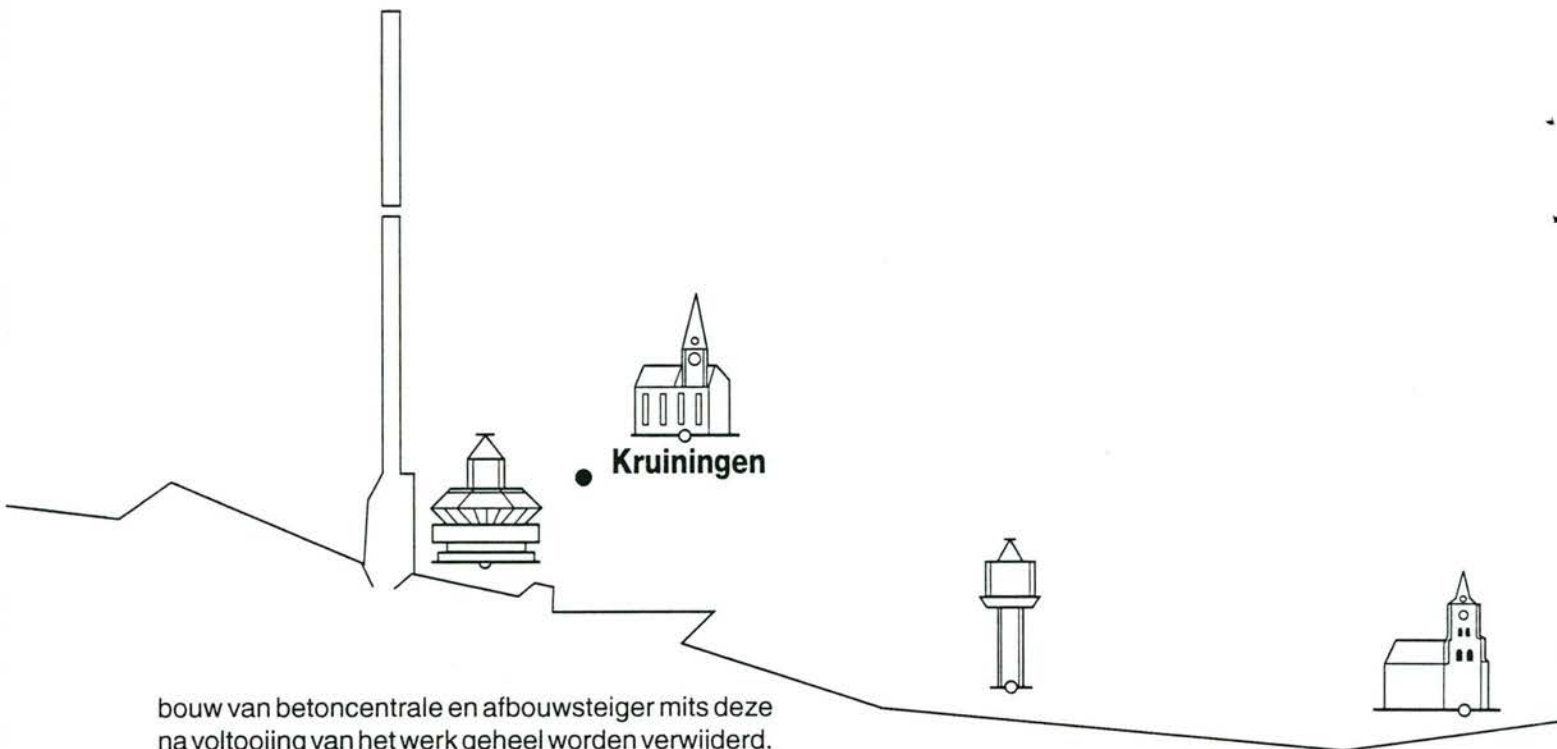
De bouwdokken en afbouwsteiger moeten liggen aan diep vaarwater en nabij doorgaande wegen.

Voor de bouwdokken komt het terrein ten westen van de reparatiewerf van de Koninklijke Maatschappij De Schelde B.V. (K.M.S.) in het industriegebied Vlissingen Oost in aanmerking. Dit terrein is eigendom van de K.M.S. Als technische randvoorwaarde geldt daarbij dat de bouwdokken na gebruik afgesloten van het buitenwater en met verdedigde ringdijken worden achtergelaten.

De bestaande faciliteiten van de scheepswerf komen niet in aanmerking voor gebruik als afbouwsteiger c.a. Na overleg met het Havenschap Vlissingen kwam de lokatie ten oosten van de westhavendam in aanmerking voor het bouwen van de afbouwsteiger.

De benodigde betoncentrale met een capaciteit van minimaal 120 m³ per uur kan westelijk van de afbouwsteiger worden gebouwd.

De afbouwsteiger dient tevens als afmeer- en losplaats van de schepen die de materialen voor de betoncentrale aanvoeren. De instandhouding van het getij in het naastgelegen natuurgebied maakt een onderbouw op palen in het water noodzakelijk. De eigenaar van het betreffende gebied 'Havenschap Vlissingen', heeft geen bezwaar tegen de



bouw van betoncentrale en afbouwsteiger mits deze na voltooiing van het werk geheel worden verwijderd.

4.5.2 BOUWDOKKEN ALGEMEEN

Bouwdok tunnelementen

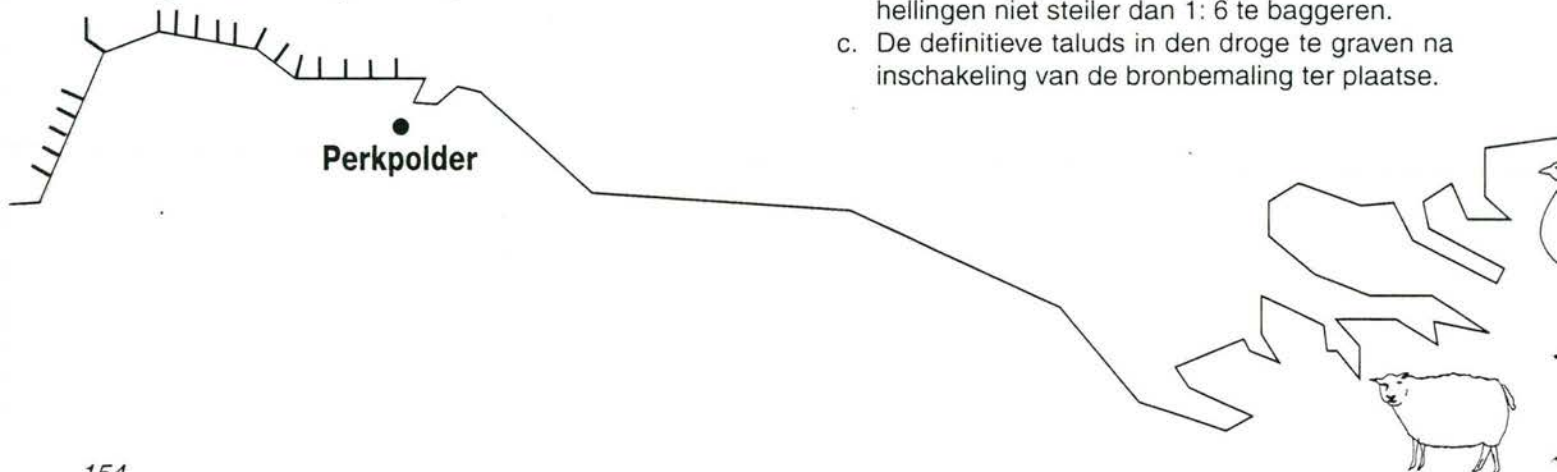
Het bouwen van 10 tunnelementen, elk breed 23 m, 8 stuks lang 161,70 m en 2 stuks lang 138,60 m, vergt een werkvloer van minimaal 141 x 518 m. De diepgang van de elementen vereist een bodemdiepte van NAP -11,50 m.

Bouwdokken caissons

Daar een kostenafweging tussen de bouw van een hangbrug en een tuibrug moet worden gemaakt is voor beide brugtypen een afzonderlijk ontwerp van de bouwdokken uitgewerkt. Daarbij is rekening gehouden met een diameter van 52 m van het grondvlak van de caisson voor de pijlers van beide brugtypen. De bodembreedte van beide bouwdokken is ontworpen op 80 m, de bodemdiepte op NAP -13 m.

De lengte van het bouwdok voor de caissons van de hangbrug is 160 m, ruimte biedend voor het bouwen van 2 caissons.

In het bouwdok voor de caissons van de tuibrug is de gelijktijdige bouw van maximaal 5 caissons mogelijk gemaakt. Daartoe is de lengte op het grondvlak vastgesteld op 390 m.



Afbouwsteiger c.a.

De weg voor het transport per auto en de benodigde ruimte voor de kraanbaan vereist een totale breedte van 14,20 m.

De mogelijkheid tot gelijktijdig afmeren van een tunnelement en een schip met een lading van bouwmaterialen voor de betoncentrale vergt een totale afmeerlengte van 250 m.

De verbindingssteiger met de werkwegen bouwdokken krijgt een lengte van 155 m en een bovenbreedte van 8 m.

Ten behoeve van het afmeren van de tunnelementen en de schepen met bouwmaterialen zijn vrijstaande dukdalven voor de afbouwsteiger geplaatst.

Grondmechanica

Het door Grondmechanica Delft uitgebrachte advies van juni 1991, nr. CO-323850/33 gaat hoofdzakelijk in op de volgende punten:

- De te verwachten zettingen ter plaatse van een aantal punten in de kruin van de ringdijken.
- Het advies bij toepassing van hydraulisch transport geen gebruik te maken van zuigers die niet zijn voorzien van een cutter of graafwiel; te baggeren in lagen niet dikker dan 2 m en de hellingen niet steiler dan 1: 6 te baggeren.
- De definitieve taluds in den droge te graven na inschakeling van de bronbemaling ter plaatse.

Bemaling

Advies nr. CO-323850/40 van juni 1991 uitgebracht door Grondmechanica Delft behelst de volgende hoofdpunten:

- a. Berekeningsresultaat van het te verwachten waterbezwaar, waarbij rekening werd gehouden met een overschrijdingsfrequentie van de maximale vloedstand, die eens in de 500 jaar voorkomt;
- b. De tengevolge van de bemaling te verwachten zettingen in de omliggende terreinen.
- c. Ter voorkoming van schade aan een aantal met name genoemde gebouwen kunnen de volgende voorzieningen worden getroffen:
 1. Het toepassen van retourbemaling in het terrein aan de oostzijde van de bouwputten.
 2. Het toepassen van retourbemaling rondom een tweetal gebouwen van K.M.S.

Ter plaatse van de onder c. bedoelde gebouwen zijn de te verwachten zettingen niet groter in te schatten dan 10-15 mm. Van een zetting tot 10 mm wordt geen schade verwacht. De voorlopige conclusie luidt dan ook dat kan

worden volstaan met een nulmeting van de in c2 bedoelde, gedeeltelijk op staal, gedeeltelijk op palen gefundeerde gebouwen van K.M.S. Eventueel optredende schade zal moeten worden vergoed.

Sedimentatie

De Dienst Getijdewateren heeft desgevraagd door berekening aangetoond dat in de bouwdokken rekening moet worden gehouden met een sedimentatie van 0,40 m per jaar. (notitie nr. G.W.A.O. 91.13036 d.d. 9 juli 1991).

4.5.3 CONSTRUCTIE RINGDIJKEN

De werkgroep Hydraulica heeft desgevraagd berekend dat bij een overschrijdingsfrequentie van eens in de 500 jaar een maximale vloedstand van NAP +4,90 m kan optreden, gepaard met een golfhoogte van 0,90 m in de haven.

Deze vloedstand en golfhoogte kunnen uitsluitend optreden bij een westelijke windrichting waarbij de bouwdokken, die in de luwte liggen, geen golfaanval hebben te duchten.

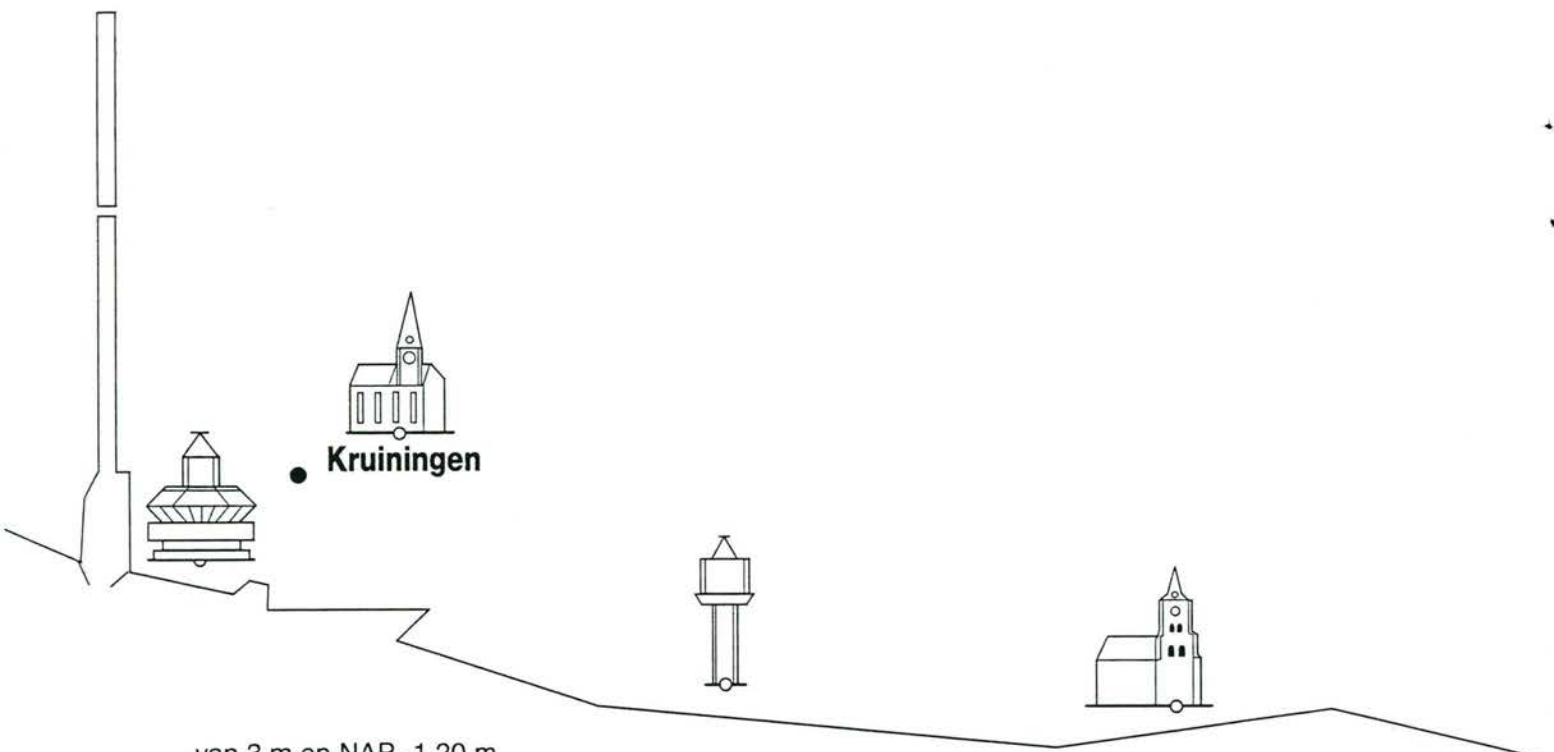
Bij windrichting uit het zuidoosten moet rekening worden gehouden met golfhoogten die kunnen oplopen tot 1,50 m, waarbij echter geen hoge vloedstand kan optreden.

Gebaseerd op deze berekeningen zijn de hoofdmaten van de ringdijken als volgt ontworpen:

- a. hoogte kruin NAP +6,50 m;
 - b. hoogte buitenberm NAP +5 m;
 - c. helling buitentaluds beneden NAP +5 m 1:4;
 - d. helling buitentaluds boven NAP +5 m 1:3.
- De bekleding van het buitentalud is als volgt ontworpen:
- a. Beneden NAP een kraagstuk van kunststoffilter met een bovenroosterwerk van rijshouten wiepen h.o.h. 1 m, afgezonken met 100 kg/m² fosforslakken 20-40 mm en nabestort met 1000 kg/m² breuksteen 60-300 kg.
 - b. Tussen NAP en NAP + 5 m een waterdicht kunststoffolie dik 0,5 mm, een laag zand als bescherming van het kunststoffolie dik 0,50 m, een vlies van filamentgarens 360 g/m² en 1.000 kg/m² breuksteen 60-300 kg.
 - c. Boven NAP +5 m een vlies van filamentgarens 360 g/m² en een laag fosforslakken 20-40 mm dik 0,80 m.

Ter plaatse van het zuidelijk talud wordt de ringdijk op de bestaande grondslag als volgt opgebouwd:

- a. Een kade van fosforslakken tout-venant met taldhellingen van 1:4 aan de havenzijde en 1:1 1/2 aan bouwdokzijde en een bovenbreedte



van 3 m op NAP -1,20 m.

- b. Boven NAP -1,20 m en achter de stukken kade een aanvulling met bodemspecie aanbrengen en afwerken onder een buitentalud van 1:4.
- c. Op de aangegeven constructie de bekledingen aanbrengen die zijn ontworpen voor de overige buitentaluds.

Na afvoer van caissons en tunnelementen zijn de doorvaartopeningen weer af te sluiten. Deze afsluitconstructie is als volgt ontworpen:

- a. Op de drempel van de doorvaartopening aan de voet van het te maken buitentalud een kade van fosforslakken tout-venant hoog ca. 3 m aanbrengen.
- b. Aan de bouwdokzijde een zandaanvulling aanbrengen tot ca. 0,50 m beneden de hoogte van de onder a. genoemde kade.
- c. Op deze zandlaag een kade van fosforslakken aanbrengen zoals hierboven onder a is beschreven.
- d. De ontworpen constructie (b en c) herhalen tot de kade van slakken een hoogte van NAP +3 m heeft bereikt. Daarbij moet worden zorg gedragen dat de taludlijn door de buitenkruin van de slakkenkaden een helling heeft van 1:4.
- e. Op het buitentalud boven NAP -5 m achtereenvolgens een bestorting aanbrengen van 400 kg m² breuksteen 10-60 kg en 1.000 kg/m² breuksteen 60-300 kg.

De grondtaluds aan de bouwdokzijde van de ringdijken zijn zowel in ophoging als ingraving ontworpen onder een helling van 1:3. Een uitzondering is gemaakt ter plaatse van de te maken op- en afritten waar een taludhelling van 1:2 is ontworpen.

De geringe beschikbare werkruimte tussen het in gebruik zijnde terrein van K.M.S. en het natuurgebied noopt tot toepassing van relatief steile taluds ter plaatse van de opritten.

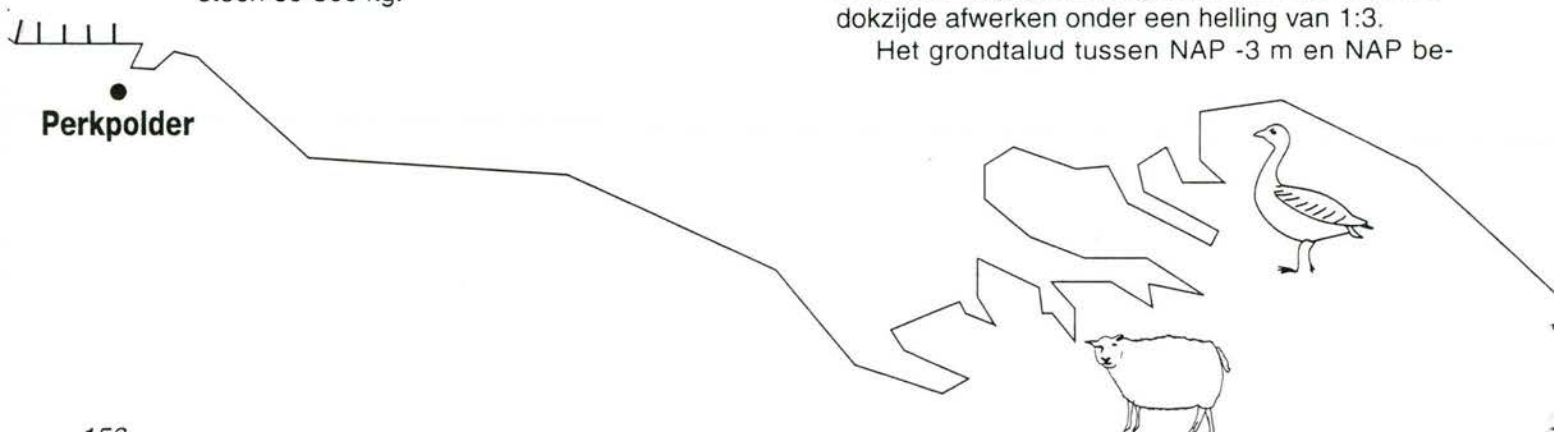
Tijdens de bouw van de tunnelementen treedt via de doorvaartopening het getij op in het bouwdok van de caissons. Ter beperking van de bemalingscapaciteit in die periode wordt op het oostelijk talud van het bouwdok een waterdichte afsluiting aangebracht beneden NAP +4m. De verdediging van dit talud bestaat uit:

- a. Een waterdichte kunststoffolie dik 0,5 mm.
- b. Een laag zand ter dikte van 0,10 m ter bescherming van de waterbouwfolie.
- c. Een vlies van filamentgarens, 360 g/m².
- d. Een laag fosforslakken 40 mm tout-venant 400 kg/m².

De overige binnentaluds van de bouwdokken bekleden met een vlies van filamentgarens 360 g/m² en een laag fosforslakken 40 mm tout-venant 400 kg/m².

Na het afsluiten van de doorvaartopeningen in de zuidelijke ringdijken het grondtalud aan de bouwdokzijde afwerken onder een helling van 1:3.

Het grondtalud tussen NAP -3 m en NAP be-



schermen door het aanbrengen van een kraagstuk van kunststoffilter met een bovenroosterwerk van rijshouten wiepen h.o.h. 1 m.

Het talud boven NAP beschermen door het aanbrengen van een vlies van filamentgarens, 360 g/m². Het talud tussen kruin en NAP -5 m bestorten met een laag fosforslakken 40 mm tout-venant 400 kg/m².

4.5.4 WERKWEGEN

De breedte van de wegverharding op de afrit in het bouwdok voor 2 caissons is ontworpen op 9 m. Overige op- en afritten bouwdokken zijn 5 m breed. Alle andere wegen krijgen een verhardingsbreedte van 6 m.

De dikte van de funderingslaag van fosforslakken 0-40 mm van de wegen op het buitentalud van de ringdijken is ontworpen op 0,70 m. De dikte van de funderingslaag van fosforslakken 0-40 mm van alle overige wegen is 0,25 m.

Onder de funderingslaag van slakken komt een zandbed ter dikte van 0,70 m, afgedekt met een vlies van filamentgarens 360 g/m².

Op de slakkenfundering van alle wegen is een laag grindasfaltbeton ter dikte van 0,06 m en een laag dicht asfaltbeton dik 0,04 m ontworpen.

4.5.5 CONSTRUCTIE BOUWSTEIGER C.A.

Algemeen

Voor het maken in de bouwdokken en afbouwen na opdrijven van de caissons en tunnelelementen zijn de volgende voorzieningen nodig:

- Een betoncentrale met een capaciteit van 120 m³/u.
- Een losplaats voor schepen die zand, grind en cement voor de betoncentrale en de overige bouwmaterialen voor de caissons en tunnelelementen aanvoeren.
- Een steiger en werkwegen tussen de betoncen-

trale en de bouwputten voor vervoer van het beton met betonmixers en de overige bouwmaterialen.

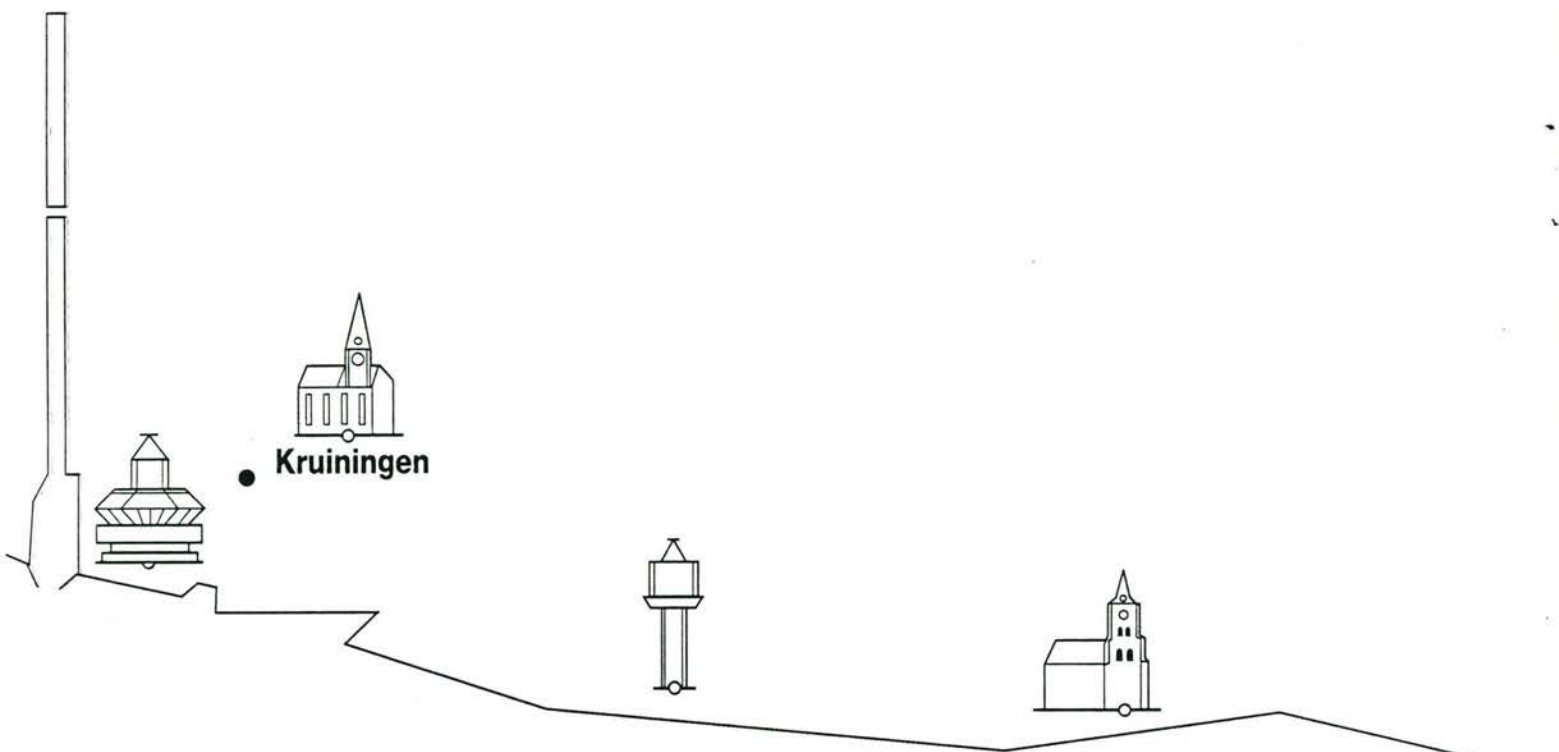
- Een afbouwsteiger, waaraan de caissons en tunnelelementen na opdrijven worden afgebouwd. Ter beperking van de transportafstanden zijn de afbouwsteiger, de losplaats van de schepen en de betoncentrale zo dicht mogelijk bij de bouwdokken gesitueerd. Genoemde voorzieningen zijn weergegeven op de tekeningen B 107086, B 107087, B 107898 en B 107899.

Afbouwsteiger

De betoncentrale is gesitueerd op de westoever van de Sloehaven in de directe nabijheid van de bouwdokken. Er is voorzien in een afbouwsteiger juist vóór de betoncentrale. Deze steiger dient in de eerste plaats als afmeerplaats voor de tunnelelementen en de caissons tijdens de afbouw. In de tweede plaats dienen aan de afbouwsteiger schepen te kunnen afmeren die materialen voor de bouw van de tunnelelementen en de caissons aanvoeren (onder andere de wapening). Bepalend voor de lengte van de afbouwsteiger is de lengte van de tunnelelementen die ca. 161,70 m bedraagt. Aangezien de afbouwwerkzaamheden plaatsvinden rond het midden van de tunnelelementen (gerekend in langsrichting), voldoet een afbouwsteiger met een lengte van 98 m. De breedte van het rijdek van de afbouwsteiger bedraagt 8 m. De belasting op de afbouwsteiger bestaat uit betonmixers met een gewicht van circa 400 kN, vrachtwagens voor de aanvoer van materialen en uit een relatief lichte mobiele kraan ten behoeve van de afbouwwerkzaamheden aan de tunnelelementen en de caissons.

Toegangssteiger

Een toegangssteiger met een lengte van 155 m vormt de verbinding tussen afbouwsteiger en het



vaste land. Over de toegangssteiger dienen benodigde materialen per betonmixer en vrachtwagen te worden vervoerd. Een gedeelte van deze steiger is voorzien van een horizontale kromming ten behoeve van de aansluiting op de afbouwsteiger. De breedte van het rijdek van de toegangssteiger bedraagt 8 m, zodat betonmixers en vrachtwagens uit beide richtingen elkaar op de steiger kunnen passeren.

Meerstoelen

Vóór de afbouwsteiger dienen meerstoelen te worden geplaatst ter bescherming van de steiger bij het afmeren van de tunnelementen, caissons en schepen. De meerstoelen moeten bestand zijn tegen scheepsstoten van afmerende tunnelementen, caissons en schepen. Tevens dienen de meerstoelen optredende troskrachten op te nemen.

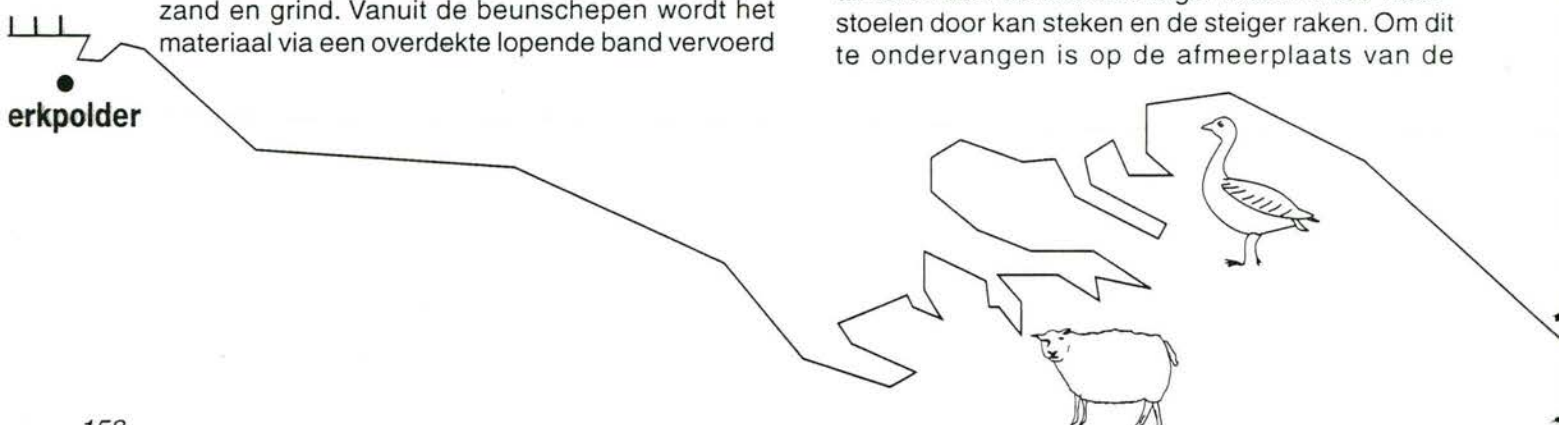
Een losplaats voor de zand- en grindschepen is gemaakt door het doorvoeren van de meerstoelen over een lengte van circa 100 m buiten de afbouwsteiger. Zand en grind worden aangevoerd door schepen van het type 'Europaschip' met een lengte van circa 80 m. Deze schepen dienen af te meren aan de oostzijde van de meerstoelen. De scheepslading dient te worden overgeladen in zogenaamde beunschepen, die zijn afgemeerd aan de westzijde van de meerstoelen. De beunschepen dienen te zijn uitgerust met een kraan voor de overslag van het zand en grind. Vanuit de beunschepen wordt het materiaal via een overdekte lopende band vervoerd

naar de betoncentrale. Aangezien de Europaschepen en de beunschepen naast elkaar moeten kunnen afmeren, dient de rij meerstoelen buiten de afbouwsteiger dubbel te worden uitgevoerd.

Ter overbrugging van de stagnatie in de aanvoer van de bouwstoffen voor het beton is een buffervoorraad in de beunschepen van circa 2500 m³ vereist. Tijdens het afbouwen van de caissons is een belangrijk gedeelte van de steiger niet beschikbaar voor het lossen van schepen met onderdelen van de caisson en van de in aanbouw zijnde tunnelementen in het bouwdok. Deze onderdelen moeten derhalve tijdens de wachttijd tussen het wisselen van de caissons worden aangevoerd of aan andere loswallen in het industriegebied worden gelost.

Voor het afbouwen van de tunnelementen is niet meer dan 200 m³ beton per element vereist. Deze geringe hoeveelheid kan worden geleverd door bestaande betoncentrales. Het instandhouden van de betoncentrale na het bouwen van de tunnelementen in het bouwdok is derhalve niet rendabel.

De h.o.h.-afstand van de meerstoelen is gesteld op 25 m. Deze afstand is bepaald op circa éénderde van de lengte van het kleinste schip dat afmeert. De afstand tussen meerstoelen en de steiger bedraagt 1 m. Deze plaatsing van meerstoelen houdt echter wel in dat een caisson (buitendiameter 50 m), bij het afmeren aan de afbouwsteiger tussen twee meerstoelen door kan steken en de steiger raken. Om dit te ondervangen is op de afmeerplaats van de



caissons, dit is ter hoogte van de betoncentrale, een extra meerstoel toegepast.

Constructie afbouw- en toegangssteiger

De belasting op de afbouw- en toegangssteiger bestaat uit betonmixers (totaalgewicht circa 400 kN) en vrachtwagens voor de aanvoer van bouwmaterialen. Verder wordt de afbouwsteiger belast door een relatief lichte mobiele kraan ten behoeve van de afbouwwerkzaamheden aan de tunnelelementen en de caissons.

De bovenkant van het dek van afbouw- en toegangssteiger ligt op NAP +5 m. De diepgang van de tunnelelementen vereist een bodemdiepte op NAP -15 m. Het huidige bodemniveau ter plaatse is NAP -9,20 m.

Voor de bepaling van de constructie van afbouw- en toegangssteiger is uitgegaan van de berekeningen van de toegangssteiger in de veerhaven te Kruiningen. De reden hiervoor is dat relevante dimensies daarvan, alsmede aard en grootte van de daar optredende belastingen goed overeenkomen met die van de steigers nabij de bouwdokken. Voor gegevens met betrekking tot berekeningen en tekeningen wordt verwezen naar het rapport 'Berekening van de aanlegsteiger in de veerhaven te Kruiningen (Bestek Z 1400)'. Hier wordt volstaan met de meest belangrijke resultaten van de genoemde berekeningen.

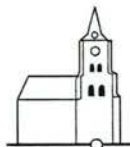
Voor de afbouw- en toegangssteiger is gekozen voor dezelfde constructie-opbouw. In het vervolg wordt met 'de steiger' zowel de afbouw- als de toegangssteiger bedoeld.

Voor het bepalen van de diepte van de draagkrachtige laag waarop de steiger dient te worden gefundeerd, is gebruik gemaakt van grondonderzoek uitgevoerd door Grondmechanica Delft ter plaatse van de te realiseren bouwdokken (rapport CO- 323850/14, juni 1991). Uit dit onderzoek volgt dat de draagkrachtige laag zich bevindt beneden

NAP -23 m. Opgemerkt wordt dat gegevens van de grondslag ter plaatse van de te bouwen steiger niet beschikbaar zijn. Voor het definitieve ontwerp van de steiger dient aanvullend grondonderzoek te worden ter verkrijging van nauwkeuriger informatie te verschaffen over de diepteligging van de draagkrachtige laag. De resultaten van dit aanvullend grondonderzoek kunnen aanleiding geven tot aanpassing van de in dit voorontwerp vastgestelde lengte van de funderingspalen van de steiger.

De fundering van de steiger bestaat uit voorgespannen betonpalen met een doorsnede van 0,45 m x 0,45 m. De palen dienen tot circa 1 m in de draagkrachtige laag te worden geheid, derhalve tot NAP -24 m. De benodigde paallengte komt daarmee te liggen op 27,50 m. De inheidiepte van de palen bedraagt 9 m; de afstand van bovenkant paal tot bodemniveau bedraagt circa 18 m. De h.o.h.-afstand van de betonpalen in lengterichting van de steiger bedraagt 14 m. Per oplegging worden in totaal 8 betonpalen toegepast, die alle onder een helling van 10:1 worden geheid. De helling van 7 palen is in langsrichting van de steiger. In verband met krachten die in dwarsrichting van de steiger kunnen optreden, wordt aan de westzijde van de steiger per sloof één paal met helling in dwarsrichting van de steiger geheid. De afstand tussen de palen onder een oplegging bedraagt h.o.h. 1,10 m.

Op de betonpalen worden betonsloven (dwarsliggers) van gewapend beton gemaakt met een doorsnede van 1,30 m x 1,50 m. Op de sloven zijn langsliggers van voorgespannen beton met een lengte van 14 m voorzien. Toegepast worden H.I.P.-liggers; per overspanning worden 5 van dergelijke liggers geplaatst. In de toegangssteiger worden H.I.P.-liggers 80/118 toegepast. Opgemerkt wordt dat ter plaatse van de afbouwsteiger voorzieningen moeten worden getroffen voor het opnemen van de stempelkrachten van de kraan die optreden aan de aanlegzijde van de afbouwsteiger. Deze stempel-



krachten treden op ter plaatse van de rand van de afbouwsteiger, hetgeen ongunstig is met het oog op belastingspreiding. Hiertoe dienen ter plaatse van de afbouwsteiger aan de aanlegzijde zwaardere H.I.P.liggers te worden toegepast. In de afbouwsteiger worden hiertoe per overspanning toegepast 1 H.I.P.-ligger 90/118 aan de aanlegzijde en verder 4 H.I.P.-liggers 80/118.

Tussen liggers en sloven worden rubberopleggingen aangebracht. Op de liggers wordt een gewapend betondek van 25 cm gemaakt. De totale constructiehoogte van de bovenbouw van de steiger bedraagt 2,35 m.

De toe te passen wapening in betonsloven en betondek bedraagt circa 100 kg/m³. De steiger wordt voorzien van leuningen en verlichting. Tevens wordt voorzien in dilatatievoegen die h.o.h. 42 m van elkaar liggen. Het begin van de toegangssteiger wordt voorzien van een betonnen landhoofdconstructie met benodigde overgangsconstructie en opleggingen.

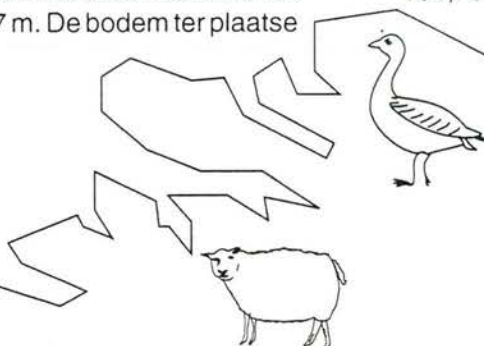
Constructie meerstoelen

De functie van de meerstoelen is het opnemen van scheepsstoten tijdens afmeermanoeuvres van schepen en tunnelementen en tevens het opnemen van troskrachten van afgemeerde schepen en tunnelementen. De meerstoelen worden geheid vóór de steiger en dienen te allen tijde vrij te blijven van de steiger. Voor de meerstoelen wordt gekozen voor ronde stalen buispalen. De bovenkant van de meerstoelen ligt op NAP +7 m. De bodem ter plaatse

van de meerstoelen ligt op NAP -15 m. De meerstoelen zijn voorzien van houten aanvaarschotten van NAP +7 m tot NAP -3 m. Tevens wordt elke meerstoel voorzien van 4 stuks 20-tons bolders. De h.o.h.-afstand van de meerstoelen is vastgesteld op 25 m. Zoals eerder vermeld wordt ten behoeve van het afmeren van de caissons één meerstoel extra toegepast ter hoogte van de betoncentrale.

Bij de dimensionering van de meerstoelen is er van uitgegaan dat de belasting door stoten van afmerende schepen en tunnelementen groter is dan de belasting door troskrachten. Als gevolg van wisselende waterstanden kunnen scheepsstoten op verschillende hoogtes aangrijpen. Het aangrijpingspunt van de maatgevende stoot is aangenomen op het laagste punt gerekend vanaf de bodem. Dit punt ligt op NAP -0,40 m, derhalve 14,60 m boven de bodem. Voor het bepalen van de maatgevende stoot (volgens EAU 1985) is uitgegaan van de volgende twee extreme belastinggevallen:

- Afmeren van een schip met lengte 180 m, breedte 11,5 m, diepgang 4 m en een massa van 8.000.000 kg. Uitgegaan is van een onder ongunstige omstandigheden aanvaarsnelheid van 0,5 m/s en een aanvaarhoek van 15°. Bij een aanvaring van een meerstoel op de punt van het schip is een in rekening te brengen scheepsstoot van circa 20 kNm berekend.
- Afmeren van een tunnelement met lengte van 161,70 m, breedte 23 m, een diepgang van circa



9,40 m en een massa van 35.000.000 kg. De tunnelementen worden onder anker afgemeerd, zodat de afmeersnelheid beperkt blijft. Uitgaande van het gegeven dat de tunnelementen alleen onder gunstige condities worden afgemeerd, is een aanvaarsnelheid van 0,04 m/s aangehouden. De tunnelementen worden loodrecht op de lengte-as van de steiger afgemeerd. Op basis van bovenstaande gegevens moet dan rekening worden gehouden met een scheepsstoot op een meerstoel van circa 52,5 kNm.

Op basis van het voorgaande kan worden geconcludeerd dat een maatgevende stoot van 52,5 kNm in rekening dient te worden gebracht tengevolge van het afmeren van een tunnelement. Met behulp van de berekeningswijze Blum is berekend dat een buispaal 1320 mm met een wanddikte van 25 mm (staalkwaliteit Fe 360) een maximale scheepsstoot van 55 kNm op kan nemen. Hierbij is de veiligheid ten opzichte van de vloeispanning gesteld op 1,11. Deze buispaal voldoet dus aan de belastingeis. De daarbij benodigde inheidiepte bedraagt 9 m. De totale lengte van de meerstoelen komt daarmee op 31 m. De onderzijde van de meerstoelen bevindt zich op NAP -24 m, derhalve 1 m in de draagkrachtige laag. Meerstoelen van deze afmetingen worden eveneens toegepast ter plaatse van de afmeerplaats voor de zand- en grindschepen. Zoals eerder vermeld dient ter plaatse van deze afmeerplaats een dubbele rij

meerstoelen h.o.h. 25 m te worden geplaatst.

De uitbuiging ter plaatse van het aangrijpingspunt van de belasting bedraagt bij maximale belasting circa 25 cm. Aan de top van de meerstoel moet rekening worden gehouden met een uitbuiging van 50-60 cm. Dit gegeven is van belang in verband met de eis dat de meerstoelen te allen tijde vrij moeten blijven van de steiger. Verder is het zo, dat de cirkelvormige caissons in afgemeerde toestand 0,77 m tussen meerstoelen en toegangssteiger doorsteken. Dit houdt in dat de vrije ruimte tussen caissons en steiger minimaal 1,53 m bedraagt.

4.5.6 OVERIGE VOORZIENINGEN

De benodigde Nutsvoorzieningen van Deltan en PTT moeten worden aangesloten op de doorgaande kabels en leidingen in de berm van de Sloeweg.

4.5.7 LITERATUUR

1. BOUWDOK WESTERSCHELDE OEVER-VERBINDING TRACE 3. Grondmechanisch advies CO-323850/33. Grondmechanica Delft, juni 1991.
2. BOUWDOK WESTERSCHELDE OEVER-VERBINDING TRACE 3. Bemalingsadvies CO 323850/40. Grondmechanica Delft, juni 1991.
3. Notitie nummer G.W.A.O. 91.13036 van 19 juli 1991 betreffende te verwachten sedimentatie bouwdokken en werkhaven. Dienst Getijdewateren.
4. Notitie golfbrandvoorwaarden bouwdok Sloehaven Westerschelde Oeververbinding. J. Vroon, RWS Directie Zeeland, 5 juni 1991.



5 TE VERRICHTEN STUDIE EN ONDERZOEK

5.1 TUNNEL (Pas van Terneuzen)

Voor het bepalen van nog te verrichten studie en onderzoek is uitgegaan van de gekozen variant, te weten:

- gesloten gedeelte, afgezonken tunnel;
- toeritten, waterdichte bentoniet\damwand-schermen, waarbinnen groene toerit en betonconstructie gefundeerd op staal.

Aanpassing is vereist voor afwijkende ontwerpen, ingediend door de aannemer.

Voor verdere uitwerking van het ontwerp van het tunnelgedeelte zijn de volgende studies, adviezen en onderzoeken noodzakelijk:

Zinkende schepen

Aan de hand van statistische gegevens moet voor een aantal in de oever varende gedefinieerde scheepsklassen de kans op zinken ter plaatse van de tunnel worden bepaald. Indien deze kans reëel is in verhouding tot de totale faalkans van de tunnel moet het zinkscenario en het bijbehorende belastingschema worden bepaald.

Tevens moet de kans worden bepaald op aanva- ren van de hoger gelegen tunneldelen met de bijbe- horende belasting.

Vallend anker

Aan de hand van statistische gegevens moet worden nagegaan of de aangehouden belasting tengevolge van een vallend anker, 100 kN bij een valsnelheid van 7 m/sec correct is, of welke hogere belasting moet worden aangehouden.

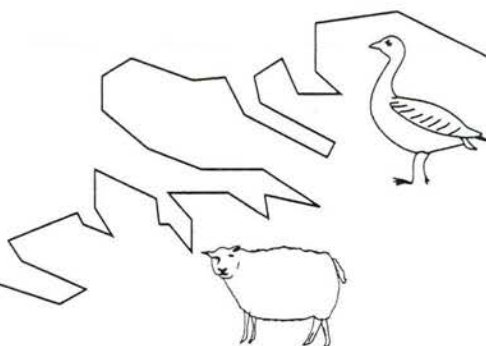
Overvarende schepen.

Om een beter inzicht te krijgen in de eisen ten aan- zien van scheepvaartbeperkingen is het noodzake- lijk een beter inzicht te krijgen in de invloed van over- varende schepen op een reeds onderspoeld (en afgezet) TE. In het reeds verrichte WL onderzoek is hiertoe een aanzet gemaakt. Door gebrek aan in- zicht in de aannames voor het drukverloop onder het TE en de gemobiliseerde kleefkrachten zijn deze resultaten echter niet bevredigend.

Grondmechanisch onderzoek

Omdat de waterdichte bentoniet\damwandscher- men tot in de Boomse klei reiken is het noodzakelijk een goed inzicht te hebben in de ligging van de bo- venkant van deze laag. Met name aan de zuidzijde ter plaatse van sondering 03 is de informatie ontoe- reikend omdat hier niet diep genoeg is gesondeerd. Aanvullend onderzoek is noodzakelijk.

Omdat de betonconstructie op staal is gefun- deerd en het sondeerbeeld ter plaatse van de toerit- ten niet homogeen is (sondering 05, toerit zuid en



sondering 20, toerit noord wijken nogal af), is het noodzakelijk een beter inzicht te krijgen in het verloop van samendrukbare lagen (kleiën en los gepakt zand). Aanvullend onderzoek is noodzakelijk.

De te verwachten zettingen zijn voornamelijk een gevolg van de zwel van de Boomse klei en daarom afhankelijk van de dikte hiervan. Dit maakt het gewenst meer zekerheid te krijgen over het te verwachten verloop in dikte. In overleg met RGD en GD moet dit probleem worden afgeschat.

Geohydrologisch onderzoek

Voor het bepalen van de hoogte van de bentoniet/damwandschermen en het uitvoeren van de definitieve stabiliteitsberekeningen is het nodig een goed inzicht te hebben op het verloop van de stijghoogten in het watervoerende pakket ter plaatse van de toeritten en de invloed van het getij hierop. Hiertoe moeten 13-uurs peilbuis-metingen worden verricht. Bij toerit noord kan dit pas gebeuren nadat het damvak ter plaatse is aangelegd.

Grondmechanisch advies

Omdat de betonconstructie van de toeritten geheel op staal is gefundeerd moet een uitgebreid advies over te verwachten zettingen en zettingsverschillen worden gegeven. Tevens moet het effect van een eventuele grondverbetering en/of -verdichting worden aangegeven.

Geohydrologisch advies

Door de toekomstige uitbreiding van de voorhaven van Terneuzen zal de invloed van het getij op de stijghoogte van het watervoerend pakket toenemen. Er moet advies worden uitgebracht over de te verwachten wijzigingen.

Hemelwaterafvoer\gevaarlijke stoffen

De overgang tussen het open en gesloten gedeelte van toerit noord ligt nagenoeg in het midden van de verkantingsovergang behorende bij de overgangsboog $A=500$, tussen $R_{hor}=750$ m en $R_{hor}=\infty$. Hierdoor zal de verkanting ter plaatse van de uitrit nagenoeg horizontaal zijn. Dit kan tot gevolg hebben dat het hemelwater niet via de aan de zijkant van de weg geplaatste inlaatroosters wordt afgevoerd naar de hoofdwaterkelder maar doorstroomt tot in het gesloten gedeelte. Het verloop van het hemelwater ter plaatse en de te treffen maatregelen moeten nader worden onderzocht. Dit kan door de wegontwerpers zelf gebeuren eventueel ondersteund door DWW.

Tevens moet worden bepaald hoe groot de plasvorming is in verband met de hieraan gestelde eisen aanzien van explosieveiligheid. Dit laatste geldt ook voor het diepe gedeelte van de tunnel. Hier doet zich ter plaatse van de overgangsboog $A=500$, tussen $R_{hor}=\infty$ en $R_{hor}=2600$ m, een soortgelijke situatie voor.

Esthetisch advies

Zowel de beide toeritten als de bedieningsgebouwen moeten architectonisch worden vormgegeven en ingepast in de omgeving. Om het concept voor de gehele oeververbinding gelijk te houden moet het esthetisch advies voor tunnel, brug en kunstwerken door dezelfde architect worden gegeven.



5.2 BRUGGEN

Ten aanzien van de brugvarianten verdienen onderstaande aspecten nader onderzoek.

- 1 De gevolg-oppervlakteschade aan caissons tengevolge van aanvaarkrachten.
- 2 Aërodynamisch gedrag dek en pylonen (op te nemen in nota 'Randvoorwaarden') door middel van windtunnelonderzoek.
- 3 Dynamisch gedrag bruggen met caisson tengevolge van aanvaarbelasting (versnellingseffecten).
- 4 Verkeersknikkenproblematiek tengevolge van doorbuigingen brugdekken.
- 5 Pijlerbodembeschermingsconstructies ter plaatse van caissons.
- 6 Invloed windstoten e.d. op het verkeer ter plaatse van pylonen/pijlers.
- 7 Brandveiligheid hoofdkabels bij hangbruggen.
- 8 Conserveringssysteem hoofdkabels en hangers bij hangbruggen.
- 9 Conserveringssysteem stalen dekken en pylonen in relatie tot eventuele toepassing conditioneringssysteem (luchtdrooginstallatie).
- 10 Ligging ankerplaatsen nabij brug (ontmanteling dichtstbijzijnde ankerplaats.)
- 11 Esthetische vormgeving.
- 12 Nader grondmechanisch onderzoek.

5.3 MILIEUASPECTEN

Toplaag bekledingsconstructie damvakken

Een eventuele verharde toplaag van damvakken moet zodanig zijn dat ontwikkeling van flora en fauna in voldoende mate mogelijk is. Er dient nader te worden onderzocht welke materialen en welke constructie van de toplaag zich hiervoor het best lenen.

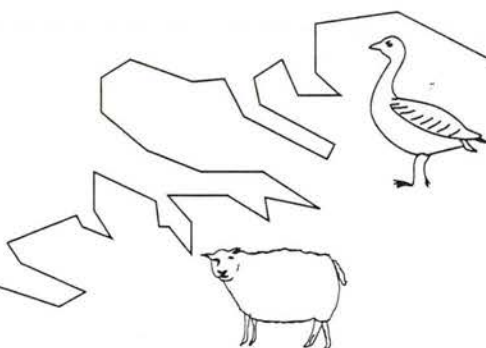
Opvang hemelwater

De nota 'Randvoorwaarden' eist dat voorzieningen worden getroffen voor het opvangen van hemelwater in de tunnel en op de brug. De consequenties hiervan voor het ontwerp moeten nader worden onderzocht.

Sedimentbalans

Een oeververbinding kan van invloed zijn op de grootschalige sedimentbalans van de Westerschelde. Om ontwerpen op dit aspect te kunnen toetsen is het noodzakelijk meer inzicht te krijgen in de sedimentuitwisseling tussen verschillende delen van de Westerschelde.

Gevolgschade van een aanvaring voor het milieu



5.4 WEGEN

Ten behoeve van de wegen dienen de volgende studies en onderzoeken te worden uitgevoerd:

- 1 Verkeersonderzoek kruispuntbewegingen.
- 2 Akoestisch onderzoek.
- 3 Invoering WUBO bij kunstwerk 2.
- 4 Lay-out/inrichting tolplein (exploitatiemaatschappij).
- 5 Funderings- en constructieberekeningen kunstwerken.
- 6 Zettingsberekeningen ophogingen.
- 7 Uitwerking VRI's.
- 8 Uitwerking Busstation.
- 9 Opstellen afwateringsplan.
- 10 Opstellen beplantings-/natuurplan.
- 11 Onderzoek wildtunnels.
- 12 Verlichtingsplan (incl. tolplein).
- 13 Bewegwijzeringsplan.

6. BIJLAGEN

- Tekeningenboek nr. 1 Tunnel
(tek. reg.nrs. B 106941 t/m B 106959)
- Tekeningenboek nr. 2 Bruggen
(tek. reg.nrs. B 107010 t/m B 107047)
- Tekeningenboek nr. 3 Damvak ('Natte werken') (tek. reg.nrs. B 106980 t/m B 106993)
- Tekeningenboek nr. 4 Wegen
(tek. reg.nrs. B 106900 t/m B 106918;
B 106920 t/m B 106929; B 106931)
- Tekeningenboek nr. 5 Bouwdok
(tek. reg.nrs. B 106970 t/m B 106973;
B 106975 t/m B 106979; B 107060 t/m B 107064;
B 107067 t/m B 107069; B107086 t/m B 107087;
B 107898)
- Nota Tracébeschrijving
- Nota Uitvoering

