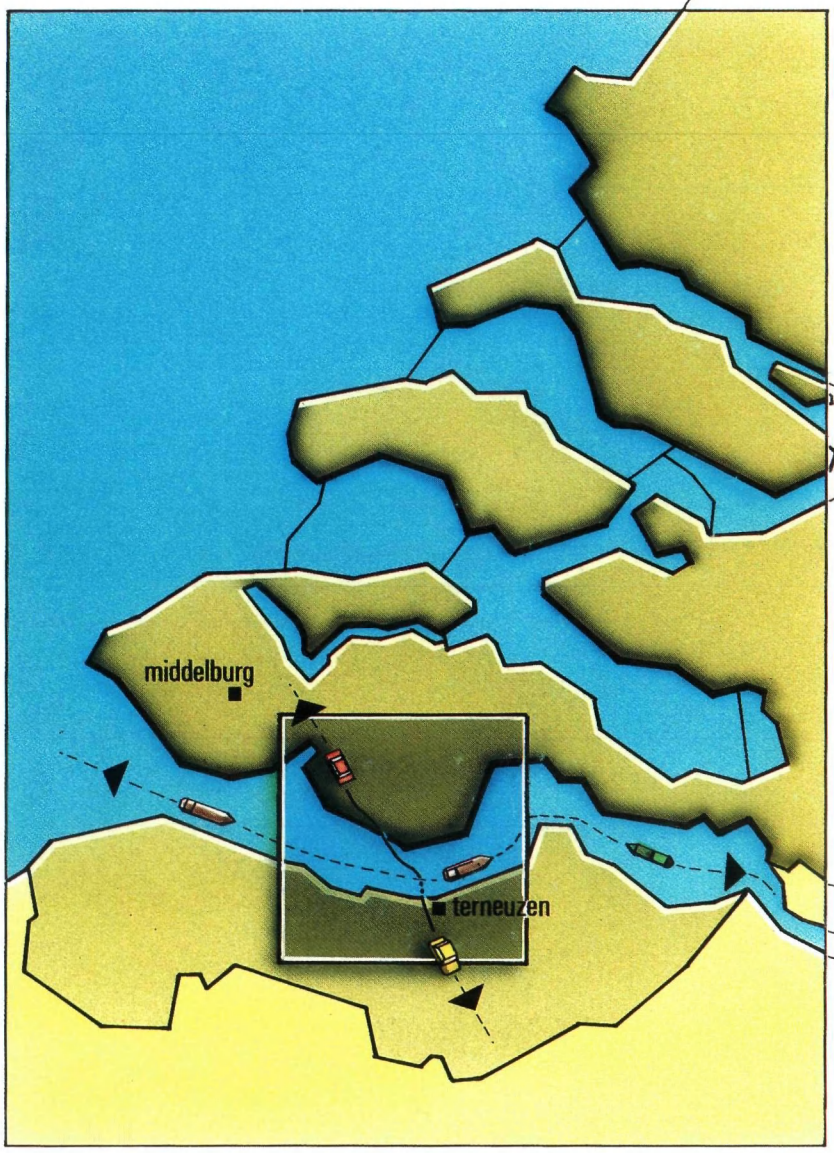
WOV
MOA




# NOTA UITVOERING

Westerschelde Oever Verbinding

C10009

HOOFDDIRECTIE WATERSTAAT
BIBLIOTHEEK
Koningskade 4
's-Gravenhage
C 10009

Toetsontwerp
Westerschelde Oeververbinding

# NOTA UITVOERING

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 Scheldemond
Rijkswaterstaat dienst Verkeerskunde

Lay-out en vormgeving:
Visucom

# INHOUDSOPGAVE


| | | |
|---|---|---|
| **1.** | **INLEIDING** | **6** |
| **2.** | **TUNNEL** | **6** |
| 2.1 | INLEIDING | 6 |
| 2.2 | ALGEMEEN | 7 |
| 2.2.1 | BOUWTERREINEN | 7 |
| 2.2.2 | BEMALINGEN | 7 |
| 2.3 | BOUWFASERING | 8 |
| 2.3.1 | TOERITTEN | 8 |
| 2.3.2 | GESLOTEN GEDEELTE | 8 |
| 2.4 | BOUWMETHODE EN UITVOERING | 8 |
| 2.4.1 | BOUW TUNNELELEMENTEN | 8 |
| 2.4.2 | OPDRIJVEN, TRANSPORT EN AFZINKEN TUNNELELEMENTEN | 9 |
| 2.4.3 | BOUW TOERITTEN ZUID EN NOORD | 11 |
| 2.5 | MATERIEEL EN HULPCONSTRUCTIES | 12 |
| 2.5.1 | BOUW TUNNELELEMENTEN | 12 |
| 2.5.2 | OPDRIJVEN, TRANSPORT EN AFZINKEN TUNNELELEMENTEN | 12 |
| 2.5.3 | BOUW TOERITTEN ZUID EN NOORD | 13 |
| 2.6 | EFFECTEN VOOR DE OMGEVING | 13 |
| 2.6.1 | STREMMINGEN TIJDENS DE BOUW | 13 |
| 2.6.2 | HINDER VOOR DE OMGEVING | 14 |
| 2.7 | UITVOERINGSPLANNING | 14 |
| 2.8 | TE VERWERKEN MATERIALEN (GLOBAAL) | 15 |
| 2.8.1 | TUNNEL | 15 |
| 2.8.2 | TOERIT ZUID | 15 |
| 2.8.3 | BEDIENINGSGEBOUW | 15 |
| 2.8.4 | TOERIT NOORD | 15 |
| 2.8.5 | AFBOUW | 15 |
| **3.** | **TUIBRUG (BETON)** | **16** |
| 3.1 | INLEIDING | 16 |
| 3.2 | ALGEMEEN | 16 |
| 3.3 | BOUWFASE | 16 |
| 3.3.1 | CAISSONS | 16 |
| 3.3.2 | BRUG | 17 |
| 3.4 | BOUWMETHODE EN UITVOERING | 17 |
| 3.4.1 | BOUWDOKWERKZAAMHEDEN | 17 |
| 3.4.2 | CAISSONS OPDRIJVEN, TRANSPORTEREN EN AFZINKEN | 18 |
| 3.4.3 | AFBOUW BINNENWERK CAISSON NA AFZINKEN | 19 |
| 3.4.4 | BETONNEN PYLOON | 20 |
| 3.4.5 | BOUWMETHODE DEK | 20 |
| 3.5 | MATERIEEL EN HULP-CONSTRUCTIES | 21 |
| 3.5.1 | CAISSONS | 21 |
| 3.5.2 | BRUG | 21 |
| 3.5.3 | BEREIKBAARHEID | 22 |
| 3.6 | EFFECTEN VOOR DE OMGEVING | 22 |
| 3.6.1 | SCHEEPVAART | 22 |
| 3.7 | UITVOERINGSPLANNING | 22 |
| 3.7.1 | CAISSONS | 22 |
| 3.7.2 | BRUG | 23 |
| 3.8 | TE VERWERKEN MATERIALEN | 23 |
| **4.** | **HANGBRUG (STAAL)** | **24** |
| 4.1 | INLEIDING | 24 |
| 4.2 | ALGEMEEN | 24 |
| 4.2.1 | FUNDATIE | 24 |
| 4.2.2 | PYLONEN | 24 |
| 4.2.3 | DE HOOFDDRAAGCONSTRUCTIE | 24 |
| 4.2.4 | DE HOOFDKABEL | 24 |
| 4.2.5 | BOUWTERREINEN | 24 |
| 4.3 | BOUWFASERING | 25 |
| 4.3.1 | UITGANGSPUNTEN | 25 |
| 4.3.2 | FABRIEKSWERKZAAMHEDEN | 25 |
| 4.3.3 | WERKZAAMHEDEN OP LOKATIE | 25 |
| 4.4 | BOUWMETHODE EN UITVOERING | 25 |
| 4.4.1 | ANKERBLOKKEN | 25 |
| 4.4.2 | DE PYLONEN | 26 |
| 4.4.3 | DE HOOFDKABEL | 26 |
| 4.4.4 | DE HOOFDDRAAGCONSTRUCTIE | 26 |
| 4.4.5 | ASSEMBLAGE | 27 |
| 4.4.6 | MONTAGE | 27 |
| 4.5 | MATERIEEL EN HULP-CONSTRUCTIES | 28 |
| 4.5.1 | ALGEMEEN | 28 |
| 4.5.2 | BEREIKBAARHEID | 28 |
| 4.6 | EFFECTEN VOOR DE OMGEVING | 29 |
| 4.6.1 | SCHEEPVAART | 29 |
| 4.7 | UITVOERINGSPLANNING | 29 |
| 4.8 | TE VERWERKEN MATERIALEN | 29 |
| **5.** | **TUIBRUG (STAAL)** | **29** |
| 5.1 | INLEIDING | 29 |
| 5.2 | ALGEMEEN | 30 |
| 5.2.1 | FUNDATIE | 30 |
| 5.2.2 | PYLONEN | 30 |

5.2.3 DE HOOFDLIGGER 31
5.2.4 BOUWTERREINEN 31
5.3 BOUWFASERING 31
5.4 BOUWMETHODE EN UITVOERING 32
5.4.1 DE PYLONEN 32
5.4.2 DE HAMERSTUKKEN 32
5.4.3 DE HOOFDDRAAGCONSTRUCTIE 32
5.4.4 ASSEMBLAGE 33
5.5 MATERIEEL EN HULP-CONSTRUCTIES 33
5.5.1 ALGEMEEN 33
5.5.2 BEREIKBAARHEID 34
5.6 EFFECTEN VOOR DE OMGEVING 34
5.6.1 SCHEEPVAART 34
5.7 UITVOERINGSPLANNING 34
5.8 TE VERWERKEN MATRIALEN (GLOBAAL) 35

**6. NATTE WERKEN 36**
6.1 INLEIDING 36
6.2 ALGEMEEN 36
6.2.1 BOUWTERREINEN EN WERKHAVEN 36
6.3 BOUWFASERING 38
6.4 BOUWMETHODEN EN UITVOERING 39
6.4.1 DAMVAK MIDDELPLAAT 39
6.4.2 TUNNELAANSLUITING ZEEUWSCH-VLAANDEREN 41
6.4.3 TUNNELTRACÉ PAS VAN TERNEUZEN 45
6.4.4 BRUGTRACÉ EVERINGEN 52
6.4.5 DAMVAK ZUID-BEVELAND 56
6.4.6 DIJKVAK STAARTSCHE NOL 63
6.4.7 AANVULLENDE BESTORTINGEN 63
6.5 MATERIEEL EN HULP-CONSTRUCTIES 64
6.6 EFFECTEN VOOR DE OMGEVING 65
6.7 UITVOERINGSPLAN 65
6.8 TE VERWERKEN MATERIALEN 65
6.8.1 GRONDBALANS 65
6.8.2 OVERIGE MATERIALEN 67

**7. WEGEN 68**
7.1 INLEIDING 68
7.2 ALGEMEEN 68
7.2.1 BOUWTERREINEN 68
7.2.2 BEMALINGEN 68
7.3 BOUWFASERING 68
7.4 BOUWMETHODEN EN UITVOERING 69
7.4.1 WEGEN 69
7.4.2 KUNSTWERKEN 70
7.5 MATERIEEL EN HULP-CONSTRUCTIES 71
7.5.1 WEGEN 71
7.5.2 KUNSTWERKEN 71
7.6 EFFECTEN VOOR DE OMGEVING 71
7.7 UITVOERINGSPLANNING 72
7.8 TE VERWERKEN MATERIALEN 72
7.8.1 VERHARDINGEN 72
7.8.2 WEGMEUBILAIR 73
7.8.3 OVERIGE MATERIALEN 73

**8. BOUWDOK 74**
8.1 INLEIDING 74
8.2 ALGEMEEN 74
8.3 BOUWFASERING 74
8.4 BOUWMETHODE EN UITVOERING 75
8.4.1 INRICHTEN STORT GRONDBERGING 75
8.4.2 BAGGERWERK 75
8.4.3 MAKEN ONTGRAVING AFBOUWSTEIGER 75
8.4.4 GRAVEN BOUWDOKKEN 75
8.4.5 MAKEN RINGDIJKEN BOUWDOKKEN 76
8.4.6 BEMALING BOUWDOKKEN 76
8.4.7 AANLEG WERKWEGEN 76
8.4.8 MAKEN AFBOUWSTEIGER 77
8.4.9 DUKDALVEN 77
8.4.10 DOORVAARTOPENINGEN BOUWDOKKEN 78
8.4.11 AFSLUITCONSTRUCTIE DOORVAARTOPENINGEN 78
8.5 MATERIEEL EN HULPCONSTRUCTIES 79
8.6 EFFECTEN VOOR DE OMGEVING 79
8.7 UITVOERINGSPLANNING 79
8.8 GRONDBALANS 80
8.8.1 VARIANT HANGBRUG 80
8.8.2 VARIANT TUIBRUG 80

**9. OVERALL-PLANNING 83**

# 1. INLEIDING

De nota 'Uitvoering' beoogt in grote lijnen inzicht te verschaffen in de bijzondere uitvoeringsaspecten van de diverse hoofdonderdelen van het werk. De relatie ontwerp/uitvoering is tijdens de ontwerpfase voortdurend getoetst tussen betrokkenen van de verschillende vakdisciplines, dikwijls ook in nauw overleg met vertegenwoordigers van de kostprijsafdeling.

Waar mogelijk is innovatie niet uit de weg gegaan, maar over het algemeen ging de voorkeur uit naar bestaande c.q. voldoende uitgeteste technieken. De belangrijkste redenen voor deze keuze waren onvoldoende tijd en/of budget om nieuwe technische ontwikkelingen op het gebied van uitvoering aan een nader onderzoek te onderwerpen.

Bepalende criteria bij de uiteindelijke keuze tussen mogelijke uitvoeringsvarianten waren bouwtijd en kostprijs, met als uitgangspunt een maximum bouwtijd van ca. 5 jaar.

De intensieve scheepvaart op de Westerschelde is mede oorzaak van de hoge eisen die werken op de rivier stelt. Zowel wat betreft veiligheid en werkbaarheid als de noodzaak stremmingen voor de scheepvaart zoveel mogelijk te beperken.

Een andere factor die de uitvoering beïnvloedt treedt vooral op bij grond- en baggerwerken. Het voortdurende gevaar voor zettingsvloeiingen in het tracé noopt hier tot gefaseerde uitvoering van een aantal werkzaamheden.

Verder is de bereikbaarheid van 'de brug in aanbouw' een belangrijk gegeven, onder meer in relatie tot de totale bouwtijd en -kosten. Dit vereist voor elke brugvariant een aparte benadering.

Ook stelt het milieu eisen aan uitvoeringsmethoden en/of volgorde van werken. Uiteraard is daarmee rekening gehouden.

Een inventarisatie van alle voor de bouw mogelijk benodigde vergunningen en ontheffingen is onderdeel van de nota 'Basisgegevens'.

# 2. TUNNEL

## 2.1 INLEIDING

De bouw van de tunnel verschilt qua uitvoeringsmethodieken niet veel van de tunnels waarmee tot nu toe in Nederland ervaring is opgedaan. Alleen bij de bentoniet-cementwanden voor de toeritten gaat het om een vrij recente bouwmethode, die zich inmiddels al wel op diverse onlangs gerealiseerde projecten heeft bewezen. Het maken van de tunnelelementen in het bouwdok kent weinig geheimen meer en tot en met het opdrijven, verhalen en afbouwen aan de afmeersteiger is alles routinewerk.

Het baggeren van de zinksleuf en het afzinken van de tunnelelementen daarentegen zijn gecompliceerder. Bij de zinksleuf moet bijvoorbeeld een pakket Boomse klei worden verwijderd tot op een diepte waarop met het gangbare materieel niet kan worden gewerkt. Tevens moet rekening worden gehouden met forse aanzandingen in het op diepte gebaggerde gedeelte. De uit te voeren werkzaamheden in het kader van het maken van de zinksleuf, *in en om de onderzeese oever van de HW-kering* nabij Terneuzen en de aansluiting ter plaatse van het damvak staan omschreven in het hoofdstuk 'Natte werken'.

Tijdens de afzinkoperaties van de tunnelelementen vormt de grote diepte waarop dat moet gebeuren, in combinatie met de ter plaatse heersende nautische en hydraulische omstandigheden, een extra moeilijkheidsgraad. Voor een goed verlopende uitvoering van deze operaties dient dan ook in de voorbereidende fase uitgebreid research plaats te vinden.

Bij deze beschrijving behoren de tekeningen B 107070 t/m B 107074.

## 2.2 ALGEMEEN

### 2.2.1 Bouwterreinen

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

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

Voor de bouwaansluiting is rekening gehouden met een hoogspanningsinstallatie, bestaande uit twee stuks transformatoren van 1000 kVA en de aansluiting ervan op het openbare elektriciteitsnet.

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.

De feitelijke werkzaamheden voor de bouw aan beide toeritten ontlopen elkaar niet veel. Bij toerit zuid is echter een veel grotere concentratie van activiteiten ( bouw bedieningsgebouw, afbouw van de tunnel daar vandaan, alle EM-werken enzovoorts), terwijl voor toerit noord opslagterreinen en kantoren bij de werkhaven zijn gepland. Daar is verder ook een tijdelijke betoncentrale voorzien.

Voor de bouwaansluiting bij toerit zuid is gerekend op een prefab-compactstation (10 kV schakelinstallatie, transformator 630 kVA en laagspanningsrek). *Opmerking*: hierbij is nog geen rekening gehouden met de definitieve aansluiting (1200 kVA) ten behoeve van de tunnel in de eindsituatie.

Bouwstroom op het damvak wordt betrokken van een tijdelijke dieselcentrale op een van de opslagterreinen nabij de werkhaven. Afhankelijk van het te bouwen type brug is met twee of drie 800 kVA transformatoren te rekenen.

### 2.2.2 Bemalingen

Zowel bij toerit zuid als bij toerit noord wordt bij het ontgraven van de bouwputten gebruik gemaakt van een vacuümbemaling. De ontgraving gebeurt laagsgewijs met stappen van 2 m in diepte. Dit betekent dat tijdens de ontgravingsperiode meerdere keren een vacuümbemaling wordt geïnstalleerd.

Buitenom de bouwputten (begrensd door bentoniet-cementschermen en damwanden) zal praktisch niets te merken zijn van waterstandsverlaging erbinnen. Na het op diepte zijn volstaat een open bemaling c.q. tijdelijke drainage.

## 2.3 BOUWFASERING

### 2.3.1 Toeritten

In principe is de bouwfasering voor beide toeritten gelijk. Wel dient aangetekend dat bij toerit zuid de vuilwaterleiding van de DOW moet zijn omgelegd voordat werkzaamheden in de HW-kering en/of onderzeese oever ter plaatse een aanvang nemen.

- maken bentoniet-cementschermen en heien damwanden
- gefaseerd ontgraven bouwput, tegelijkertijd (zuid) maken kanteldijken
- maken betonwerk (inclusief betonnen kopschot)
- aanleg nieuwe HW-kering achter de bestaande
- verwijderen bestaande HW-kering
- verwijderen bestorting op de onderzeese oever (zuid)
- maken zinksleuf (gefaseerd ontgraven/baggeren in verband met valgevoeligheid)
- herstel oorspronkelijke HW-kering (zuid) na afzinken tunnelelementen en aanvullen zinksleuf ter plaatse
- afbouw tunnel (inclusief EM)
- maken bedieningsgebouwen (zuid en noord).

### 2.3.2 Gesloten gedeelte

Werkzaamheden in/om het bouwdok:

- maken tunnelelementen in het bouwdok
- water inlaten in het dok
- doorbaggeren dijk
- elementen opdrijven en verhalen naar de afmeersteiger
- voorbereiden elementen voor afzinken.

Werkzaamheden die tegelijkertijd op de rivier worden uitgevoerd:

- heien ankerpalen in de rivier
- baggeren zinksleuf
- plaatsen fundatietegels in de zinksleuf
- bodembescherming aanbrengen in de zinksleuf ter plaatse van de secundaire einden van de elementen
- fijn opschonen zinksleuf.

Aansluitend kan nu het afzinken van de elementen plaatsvinden:

- transport elementen naar afzinklokatie
- afzinken elementen
- aanbrengen van een rug van stroombestendig materiaal aan beide zijden van de elementen in lengterichting (ter afsluiting van de te onderstromen ruimte)
- onderstromen elementen
- aanbrengen Omega profielen
- afzetten elementen en doorslijpen voorspanning
- slopen kopschotten
- storten ballastbeton (+ slopen ballasttanks)
- afwerken zinkvoeg en sluitvoeg
- aanvullen zinksleuf, aanbrengen bestortingen
- afbouw (inclusief aanbrengen prefab New-Jersey profielen en EM- werkzaamheden).

## 2.4 BOUWMETHODE EN UITVOERING

### 2.4.1 Bouw tunnelelementen

De plaats van de tunnelelementen in het dok is zodanig dat ze kunnen worden uitgevaren in de volgorde van afzinken. De elementen worden gebouwd op een werkvloer van 18 mm dikke betonplexplaten. Deze platen liggen op een grindbed van minimaal 0,3

m dikte waarin in langsrichting een tweetal drains zijn opgenomen ten behoeve van het overwinnen van de kleefkracht tijdens het opdrijven.

Gekozen is voor een stortmootlengte van 23,10 m, het totaal wordt dan 68 x 23,10 m. Dit resulteert in 10 tunnelelementen: 8 van 7 x 23,10 m = 161,70 m en 2 van 6 x 23,10 m = 138,60 m. Elke moot wordt in drie gedeelten gestort. Eerst de vloer, daarna de tussenwanden en vervolgens de buitenwanden en het dak. Voor het storten van de buitenwanden en het dak wordt een verrijdbare tunnelkist ingezet. Tijdens het uitharden worden de buitenwanden gekoeld om krimpscheuren te voorkomen. De dilatatievoeg tussen de stortmoten is voorzien van een injecteerbare rubber-metalen voegstrook. De voorspankabels die de moten van de elementen verbinden worden geïnjecteerd aan de afmeersteiger, dus nadat de elementen zijn opgedreven.

De elementen worden aan voor- en achterkant voorzien van een gewapend beton kopschot, inclusief waterdichte deur. Vóór het volledig afsluiten van de elementen zijn waterballasttanks geïnstalleerd. Voor de toegankelijkheid van de elementen gedurende de periode dat zij onder water staan, zijn toegangsschachten geplaatst.

Nadat alle afbouwwerkzaamheden gereed zijn, worden de ballasttanks gevuld met water en kan het bouwdok worden geïnundeerd.

### 2.4.2 Opdrijven, transport en afzinken tunnelelementen

Opdrijven

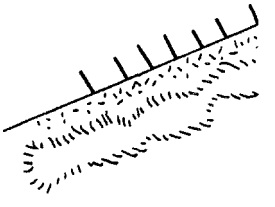
Uitgangspunt bij het opdrijven van de elementen is dat zij op het moment van loskomen (door het leegpompen van de ballasttanks) van de bodem van het bouwdok voldoende keelclearance hebben. Het opdrijven vindt plaats over de vloed, de operatie wordt erop uitgelegd dat op het moment van opdrijven de waterstand ca. NAP -0,8 m is. Er is dan ruim 8 uur beschikbaar voor het verhalen van de elementen naar de afmeersteiger. Het verhalen gebeurt via een verhaalsysteem vanaf de wal.

Aan de afmeersteiger vinden nog een aantal werkzaamheden plaats zoals: injecteren voorspankanalen, aftrimmen, algehele duikercontrole enzovoorts. Verder worden een drietal meettorens op de elementen geplaatst - waarvan één in combinatie met het oplengstuk van de toegangsschacht - en de benodigde afzinkvoorzieningen (pontons en dergelijke) aangebracht. Deze werkzaamheden zullen in totaal maximaal 8 werkdagen in beslag nemen.

Transport en afzinken tunnelelementen

Voordat de elementen op transport gaan zijn de voorbereidingen op de afzinklokatie afgerond. Ze omvatten het plaatsen van tijdelijke fundaties (betonnen platen), het aanbrengen van stroombestendig materiaal daar waar ter plaatse van de secundaire einden van de elementen de sleufbodem uit zand bestaat, het opschonen van de zinksleuf en het voorbereiden van het ankersysteem.

Het ankersysteem bestaat uit ankerpalen die



vooraf aan weerszijden van de zinksleuf zijn geheid. De koppen van deze palen bevinden zich op maximaal 1,5 m boven de rivierbodem en vormen dus geen belemmering voor de scheepvaart. De palen zijn voorzien van voorlopers die, blind verboeid, op de bodem liggen. Vlak voor het afzinken worden met behulp van een ankerbehandelingsvaartuig en duikers de voor het afzinken benodigde voorlopers opgehaald en zodanig verboeid aan grote drijvende boeien dat ze op een eenvoudige manier kunnen worden gekoppeld aan de ankerdraden van het verankeringssysteem. Tekening B 107070 laat het principe van het verankeringssysteem zien.

Het afzinksysteem waarvoor is gekozen bestaat uit vier afzinkpontons (afmeting 12,5 x 20 m). Deze twee aan twee gekoppelde afzinkpontons worden aan de afmeersteiger op het element geplaatst. Kleinere ankerpontons (lierbakken), de vaste ankerpunten en een systeem van kabels en lieren completeren het geheel. De lieropstellingen bevinden zich in alle gevallen op de afzinkpontons. De kop- en zijdraden van de tunnelelementen worden via de ankerpontons verankerd op de ankerpalen. De tekeningen B 107071 en B 107072 tonen het principe van het afzinksysteem.

De sleepconfiguratie (afzinksysteem met name ankerdraden en -palen) is niet ontworpen om in alle getijomstandigheden te kunnen worden uitgevoerd. Kostenafwegingen en het zoveel mogelijk beperken van risico's bepalen het uitgangspunt bij de afzinkoperatie. Deze moet plaatsvinden op of omstreeks doodtij. Dit resulteert in een 2-wekelijkse cyclus, wat voor zes elementen haalbaar is; vier elementen vallen dan in een 4-wekelijkse cyclus.

Voor alle elementen is gerekend op vijf sleepboten van 2.800 pk en een duwboot van 1.800 pk. Zie ook tekening B 107073.

Op de afzinklokatie aangekomen wordt het afmeersysteem van het element gekoppeld aan de voorlopers,met inzet van twee ankerbehandelingsvaartuigen! Wanneer de horizontale positionering op die manier is gegarandeerd start het eigenlijke afzinken met het inlaten van ballastwater in de tanks. Bij de langste elementen is gerekend op een totaal van acht tanks (inhoud ca. 450 m3 per stuk) per element, de hoogte van de tanks bedraagt dan ca. 3 m. De totaal benodigde hoeveelheid ballastwater ligt vrij kritisch omdat onder meer rekening is te houden met krachten op de elementen tengevolge van scheepvaart, stromingen en zout-zoet fluctuaties.

Het afzinken van tunnelelementen dient zo snel mogelijk te gebeuren, ook al om de stremming voor de scheepvaart zo beperkt mogelijk te houden. Voor het afzinken/plaatsen van de elementen wordt de LW kentering (doodtij) benut. Het afzinken gebeurt stapsgewijs, waarbij de pontondraden met een snelheid van 10 m per 15 minuten worden afgevierd.

De volgorde van het afzinken van de elementen is van zuid naar noord. De kwetsbare oever aan de Zeeuwsch Vlaanderenzijde kan dan zo snel mogelijk weer in de oorspronkelijke staat worden gebracht, terwijl ook afbouw van de tunnel vanaf de vaste wal zijn voordelen heeft. Tekening B 107074 geeft de volgorde van afzinken aan, inclusief het ruimtebeslag van de kopdraden van het afzinksysteem in een bepaalde situatie.

Nadat het element is neergezet wordt het water uit de zinkvoeg gepompt en kan in principe het afzin-

kequipment worden verwijderd. Vooraf dient echter aan de buitenzijde van het element aan weerszijden in lengterichting een bestorting plaats te vinden. Deze bestorting van betongrind of slakken bestaat uit een 'rug' onderaan tegen het elementen en heeft als doel ontgrondingen respectievelijk uitspoeling van het onderstroomzand tengevolge van stromingen tegen te gaan.

Het onderstromen van de elementen start zo spoedig mogelijk. Het water-zandmengsel wordt, via in de vloer gebetonneerde buizen, van binnenuit tussen de bodem van de zinksleuf en de onderkant van de elementen geperst. Benodigde tijdsduur ca. 2 à 3 dagen. In de situatie dat een tunnelelement nog niet is onderstroomd en afgezet, is rekening gehouden met fluctuatie s.g. water +/- 0,0025 kg/m3. Grotere fluctuaties vereisen tijdig bij- dan wel afballasten. Dit vergt een bewakingssysteem, terwijl ook het pompsysteem hierop moet worden uitgelegd. Na het afzetten van een tunnelelement kan voldoende ballast worden ingenomen.

| Tijdsduur afzinkoperatie | uur |
|---|---|
| - koppelen sleepboten | 2 |
| - slepen naar lokatie | 7 |
| - indraaien in zinksleuf | 1 |
| - koppelen afmeersysteem | 3 |
| - grof positioneren, ballasten | 3 |
| - afzinken, plaatsen element | 2 |
| - leegpompen voeg | 1 |
| - controlemetingen, eventueel correcties | 3 |
| - afdichten schachten, demob. afzinksyst. | 14 |
| TOTAAL | 36 |

Afhankelijk van de positie van het element ten opzichte van de vaargeul zal de stremming voor de scheepvaart maximaal 34 uur bedragen. De helling van de kopdraden (1:10 TE-ankerponton en 1:3 ankerponton-ankerpunt) is maatgevend. Na het onderstromen van het aansluitende TE wordt het voorafgaande TE afgezet, waarin dan het ballastbeton wordt gestort. Het aan weerszijden van de elementen aanvullen van de zinksleuf start nadat minimaal drie elementen zijn onderstroomd. Aanbrengen Omega profielen loopt intussen voor het slopen van de kopschotten uit, waarna de afbouwwerkzaamheden een aanvang nemen.

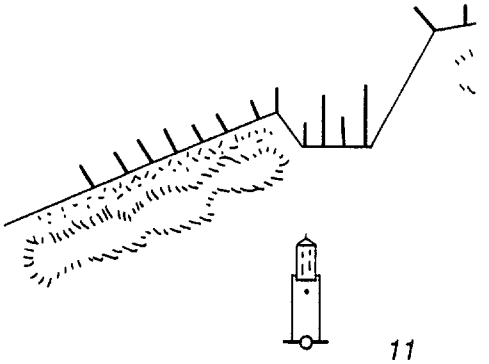
### 2.4.3 Bouw toeritten zuid en noord

Omdat de gekozen bouwmethode voor beide toeritten gelijk is volstaat een algemene omschrijving.

Het heien van de damwandschermen en het aanbrengen van de bentoniet-cementschermen start gelijktijdig. Optimale produktie bij het maken van de bentoniet-cementschermen vereist de inzet van een dubbel graafequipment. Betonbalken aan weerszijden van de te maken sleuf zorgen voor geleiding van de grijper.

Een essentieel onderdeel is het inhangen van het HDPE-kunststoffolie. Dit kan gebeuren met behulp van een frame of direct vanaf de rol. Het laatste verdient om meer dan één reden de voorkeur. Een frame is erg windgevoelig; dit kan op deze lokaties de produktie sterk negatief beïnvloeden. Uit milieuoogpunt geldt minder morsen van het bentoniet-cementmengsel als voordeel.

Bij het systeem vanaf de rol wordt door middel van een klem aan de onderzijde van het in te hangen



gedeelte een zwaar gewicht bevestigd. Direct na het inhangen wordt dit weer verwijderd. Er wordt gewerkt met kunststofsloten.

Zodra damwand-en bentonietschermen een gesloten geheel vormen wordt de aldus ontstane bouwput in den droge ontgraven, onder toepassing van een vacuüm-bemaling stapsgewijs (2 m) omlaag gaand. Vervolgens wordt de bouwput ingericht en het heiwerk van de damwand ter plaatse van moot 1 en waterkelder en verzamelkelder zo spoedig mogelijk afgewerkt. Aanleg van een tijdelijke drainage voorkomt in deze fase wateroverlast.

Het betonwerk wordt op de traditionele manier opgetrokken. De diepstgelegen moten worden het eerst afgewerkt om over het dak ervan zo snel mogelijk het dijklichaam om te kunnen leggen. Bij toerit zuid wordt de bij ontgraving vrijkomende grond gebruikt voor het opzetten van de kanteldijken, mede voor het tijdig waarborgen van de (reserve) waterkering als de werkzaamheden aan de zeewering starten. Met de aanleg van een dijklichaam over de tunnelmoten en het waterdicht afsluiten van moot 1 door middel van een gewapend betonnen kopschot is een nieuwe HW-kering ontstaan en kunnen de werken ten behoeve van het verwijderen van de bestaande HW-kering ter plaatse een aanvang nemen. Tegelijkertijd wordt in de bouwput de ruwbouw van het betonwerk verder afgewerkt, met aansluitend aanleg van de definitieve riolering en drainage en afbouw in combinatie met de EM-werkzaamheden.

## 2.5 MATERIEEL EN HULPCONSTRUCTIES

### 2.5.1 Bouw tunnelelementen

Alleen de bouw van de tunnelelementen vergt al zoveel beton dat er bij de bouwplaats een betoncentrale moet komen om continu aanvoer te kunnen garanderen. Gerekend is op een centrale met een capaciteit van 2 x 60 m3 per uur, zo dicht mogelijk gesitueerd bij het dok. Het transport vindt plaats met betonmixers.

In het bouwdok wordt gewerkt met drie bouwstromen. Daarbij is gerekend op een 14-daagse stortcyclus per bouwstroom; alle bekisting is hierop uitgelegd. Twee torenkranen completeren de belangrijkste materieelinzet in het dok. Aanvoer van materialen zoals bekisting en wapeningsnetten gebeurt zoveel mogelijk prefab vanaf het werkterrein, gelegen aan de rand van het dok op maaiveldniveau.

### 2.5.2 Opdrijven, transport en afzinken tunnelelementen

Voor het opdrijven en verhalen van de elementen zijn, afgezien van pompen, weinig bijzondere voorzieningen nodig.

Een kabelsysteem, schijven, dodebedden en lieren zijn voldoende om de elementen vanuit het bouwdok naar de afmeersteiger te transporteren. Om de elementen voor te bereiden op het afzinken worden aan de afmeersteiger onder meer een mobiele kraan, betonpomp en drijvende bok ingezet.

Het plaatsen van de fundatietegels in de zinksleuf gebeurt met een drijvende bok of met een kraanschip. Door gebruik te maken van de ankerpalen is een hoge plaatsingsnauwkeurigheid te bereiken.

Voor het transport van de elementen is gerekend op een geïnstalleerd sleepvermogen van 15.800 pk.

Gedurende de gehele afzinkoperatie is een begeleidingsvaartuig aanwezig. Het afzinkequipment bestaat uit vier grote, twee aan twee gekoppelde, pontons, een zestal ankerpontons en twee ankerbehandelingsvaartuigen.

De drie meettorens maken deel uit van het totale meetsysteem dat opereert vanaf de vaste wal en een extra meetpunt in de rivier (buiten de vaargeul). De benodigde ankerpalen (2 stuks aan weerszijden van elke zinkvoeg) zijn geheid met een heibok of kraanschip en ook door deze schepen van hun verboeiing voorzien. De meettorens worden verwijderd met een drijvende bok.

Het onderstroomequipment is geplaatst op een ponton; de aanvoer van zand gebeurt met bakken en/of zelfladers.

### 2.5.3 Bouw toeritten zuid en noord

Gerekend is op een dubbel graafequipment, aanmaak van bentoniet-cement op het werk en hydraulische heistellingen voor het heien van de damwandschermen.

Toerit zuid wordt ontgraven met behulp van scrapers die het zand direct in de te maken kanteldijken verwerken; toerit noord met hydraulische kranen en vrachtauto's. Het vrijkomende zand kan hier gedeeltelijk nog in het damvak worden verwerkt, terwijl de rest in depot gaat voor het omleggen van de waterkering.

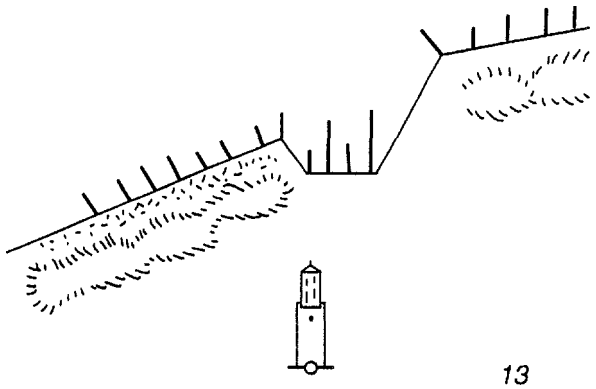
Voor het betonwerk wordt per toerit een bouwkraan ingezet. Het beton voor toerit zuid wordt betrokken van een bestaande centrale. Voor toerit noord komt een aparte centrale op het werkeiland te staan, die tevens dienst doet voor het betonwerk van de brug.

## 2.6 EFFECTEN VOOR DE OMGEVING

### 2.6.1 Stremmingen tijdens de bouw

Tijdens het heien van ankerpalen, het baggerwerk en fijn opschonen van de zinksleuf, het plaatsen van fundatieplaten, het transport, afzinken, plaatsen en onderstromen van de tunnelelementen alsmede het aanvullen en afdekken van de zinksleuf zullen zich beperkingen voordoen ten aanzien van de scheepvaart. Ze variëren van snelheidsbeperking tot gedeeltelijke en zelfs volledige stremming. Voor al deze gevallen zal een scheepvaartbegeleidingssysteem moeten worden opgezet, voor zover het bestaande walradarsysteem hierin niet voorziet. Verder is rekening gehouden met de volgende criteria:

- bij gedeeltelijke stremming van de vaargeul blijft een doorvaartbreedte van minimaal 300 m gehandhaafd;
- er vinden geen gelijktijdige stremmingen plaats in de Pas van Terneuzen en de Everingen;
- volledige stremmingen van de Pas van Terneuzen komen alleen voor gedurende de afzinkoperaties, waarbij voor een aantal elementen de maximaal toegestane stremming van 34 uur nodig is;
- geen scheepvaart over de elementen dan nadat deze volledig zijn onderstroomd;
- minimum afstand van 75 m tussen scheepvaart en de kop van het laatst afgezonken element tot het moment dat dit volledig is onderstroomd. Tij-



dens deze periode geldt ook de snelheidsbeperking zoals genoemd in de nota 'Voorontwerp';
- schepen tot 15.000 DWT worden zonodig omgeleid via de Everingen.

### 2.6.2 Hinder voor de omgeving

De gekozen bouwmethoden van de toeritten hebben geen noemenswaardige hinder voor de omgeving tot gevolg.

Het graven van de sleuven voor de bentoniet-cementschermen is een praktisch trillingsvrije operatie; bemalingseffecten zijn niet van toepassing. De toeritten vergen in feite een relatief korte bouwtijd, zodat eventuele overlast door werkverkeer (zuid) tot een minimum blijft beperkt. Geluidsoverlast lijkt geen problemen te geven, gelet op de afstand tot de bebouwing.

## 2.7 UITVOERINGSPLANNING

De rode draad is hier het afzinken van de tunnelelementen. Dit dient in een zomerperiode (15 april tot 15 oktober) te gebeuren; alle voorafgaande handelingen zijn daarop afgestemd.

Het maken van de tunnelelementen gaat in drie bouwstromen met een tweewekelijkse stortcyclus per bouwstroom. De middenwanden worden vooruit gestort.

Een fors pakket bij het maken van de beide toeritten vormen de bentoniet-cementschermen en het heien van de stalen damwand ten behoeve van het maken van de gesloten bouwkuip. Om die reden is gerekend met de inzet van bijvoorbeeld dubbel graafequipment voor het maken van de bentoniet-cementschermen. Het tijdstip waarop de toeritten gereed moeten zijn is ook weer afgeleid van het tijdstip van afzinken de tunnelelementen en, daaraan voorafgaand, het baggeren van de zinksleuf. Hierbij de volgende aantekening. Waar mogelijk is voor onderdelen die gereed moeten zijn voor het starten van de afzinkfase enige marge aangehouden (ca. twee maanden) zodat dit niet kritisch wordt.

Transport en afzinken van de tunnelelementen zijn voorzien in een ononderbroken cyclus van twee weken (doodtij). In een aantal gevallen is deze planning echter niet haalbaar. Het onderstromen van de elementen gebeurt zo snel mogelijk na het afzinken en vergt 48 à 72 uur per element. Na het onderstromen van een aansluitend element en het aanbrengen van de Omega profielen wordt het voorafgaand element afgezet. Zodra de kopschotten zijn gesloopt kan ook het ballastbeton worden gestort. Met het aanvullen van de zinksleuf wordt gestart als drie elementen zijn onderstroomd.

Afbouw van de tunnelelementen start zo snel mogelijk nadat de eerste kopschotten zijn gesloopt. Daarbij is rekening te houden met de eis dat te allen tijde minimaal twee actieve kopschotten nodig zijn.

## 2.8 TE VERWERKEN MATERIALEN (GLOBAAL)

### 2.8.1 Tunnel

| | |
|---|---|
| Bouw elementen | 10 st. |
| Bodemplaten | 36.000 m² |
| Beton | 125.000 m³ |
| Hittewerende bekleding | 36.000 m² |

### 2.8.2 Toerit Zuid

| | |
|---|---|
| Grond ontgraven | 150.000 m³ |
| Grond verwerken | 275.000 m³ |
| Damwand/combiwand | 13.000 m² |
| Bentonietscherm | 23.000 m² |
| Betonpalen | 1.000 m1 |
| Beton | 10.000 m³ |

### 2.8.3 Bedieningsgebouw

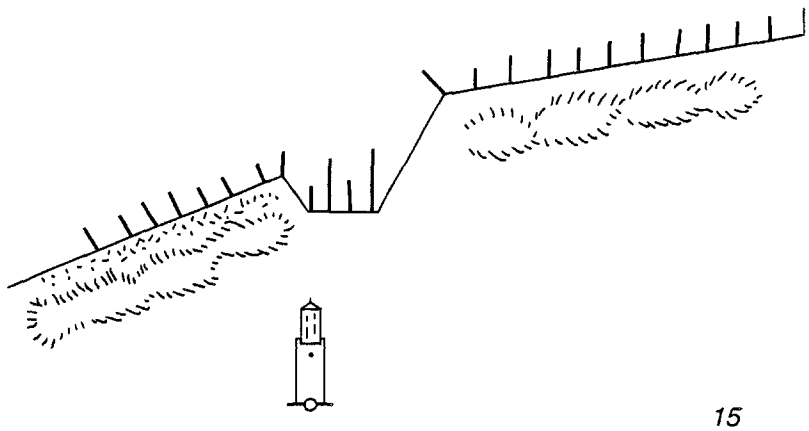
| | |
|---|---|
| Zuid (bouwvolume) | 5.000 m³ |
| Noord (bouwvolume | 1.000 m³ |

### 2.8.4 Toerit Noord

| | |
|---|---|
| Grond ontgraven | 180.000 m³ |
| Grond verwerken | 60.000 m³ |
| Damwand verwerken | 16.000 m² |
| Bentonietscherm | 19.000 m² |
| Beton | 9.000 m³ |

### 2.8.5 Afbouw

| | |
|---|---|
| Ballastbeton | 33.000 m³ |
| New Jersey-profielen | 7.000 m1 |
| Tegelwerk | 24.000 m² |
| Asfaltverharding | 8.000 ton |
| Geleiderail | 1.000 m1 |



# 3. TUIBRUG (BETON)

## 3.1 INLEIDING

De caissonfundatie is in principe voor alle brugvarianten hetzelfde, uitgezonderd de betonnen opbouw die voor de hangbruggen niet nodig is. De bouw van de caissons, het transporteren, afzinken en afbouwen op lokatie worden daarom bij de betonnen tuibrug omschreven. In deze variant komen alle relevante werkzaamheden aan bod.

Bij de bouw van de caissons is vooral de fasering van belang. Omdat het binnenwerk niet volledig in het bouwdok kan worden afgemaakt, betekent dit extra veel werk op lokatie. Vooral bij de betonnen tuibrug met 5 caissons is dit sterk van invloed op het tijdsaspect.

Voor het maken van de betonnen pylonen is gekozen om ze ter plaatse te storten. Dit stelt eisen aan continuïteit en kwaliteit van de aanvoer van beton. Bereikbaarheid is dus een belangrijke factor. Dit geldt ook voor het maken van het brugdek. Met uitzondering van de prefab-dwarsliggers wordt alle hiervoor benodigd beton (kokers, druklaag en dergelijke) ter plaatse gestort.

Bij deze beschrijving behoren de tekeningen B 107075 t/m B 107078.

## 3.2 ALGEMEEN

Werkterrein is het gecombineerde terrein (brug/tunnel) met bijbehorende voorzieningen als eerder omschreven in hoofdstuk 2 (Tunnel).

Het is zaak, dat de werkterreinen zo snel mogelijk worden aangelegd en ingericht in verband met het maken en samenstellen van de prefab 'ronde' bekistingen voor de caissons.

Het bouwdok is erop uitgelegd dat alle benodigde caissons (maximaal 5 stuks) tegelijkertijd in aanbouw kunnen worden genomen. Gezien de krappe tijdsplanning wordt met meerdere bouwstromen tegelijkertijd gestart.

Voor het afbouwen van de caissons wordt gebruik gemaakt van de afbouwsteiger die ook voor de afbouw van de tunnelelementen wordt gebruikt.

Vorm en afmetingen van de caissons vereisen de inzet van zwaar sleepmaterieel en afzinkequipment ten behoeve van transport en afzinken. In het verleden is echter voldoende ervaring opgedaan bij vergelijkbare projecten en omstandigheden om verzekerd te kunnen zijn van een goed verloop van deze operaties.

De pylonen, A-vorm met een kokervormige doorsnede, waarvan het bovenste deel verticaal, zijn een bewerkelijk onderdeel. Ook gaat hier de werkbaarheid steeds meer een rol spelen in verband met de grote hoogte waarop moet worden gewerkt (bijvoorbeeld windverlet).

Verschillende bouwwerkzaamheden op lokatie (zoals afbouw caissons, maken pylonen en brugdekken) zijn zo intensief dat ze op onderdelen een aanpak in dag- en nachtshiften vereisen.

## 3.3 BOUWFASE

### 3.3.1 Caissons

Zie voor dit onderdeel tekening B 107076.
Werkzaamheden in het bouwdok en aan de afmeersteiger:

- maken caissons in bouwdok exclusief gedeelte

binnenwerk
- inunderen bouwdok
- doorbaggeren dijk
- caissons opdrijven en verhalen naar de afbouwsteiger
- voorbereiden caissons voor afzinken.

Ondertussen vinden op de rivier de volgende werkzaamheden plaats:
- heien ankerpalen op de rivier
- baggerwerk op lokatie
- maken grindbedden
- fijn prepareren grindbedden
- verankeren afzinkequipment.

De caissons worden nu geplaatst en afgebouwd:
- transport caissons naar de afzinklokatie
- afzinken caissons
- zandballasten caissons
- bestortingen aanbrengen rondom de caissons
- afbouw binnenwerk
- ondergrouten
- zandballasten
- maken betonplaat d = 2 m (gereed ten behoeve van pyloon hangbrug)
- maken betonopbouw
- maken betonplaat d = 1,5 m. (gereed ten behoeve van pyloon tuibrug).

Daarmee is de fundatie voor de betonnen tuibrug gereed. Voor de bouw van de brug zijn in grote lijnen de volgende bouwfasen te onderscheiden:

### 3.3.2 Brug
- maken pylonen schuine gedeelte
- maken pylonen verticaal gedeelte
- maken aanzetstuk
- maken dek; voor bouwfasering in detail, zie tek.B 107078
- afbouw.

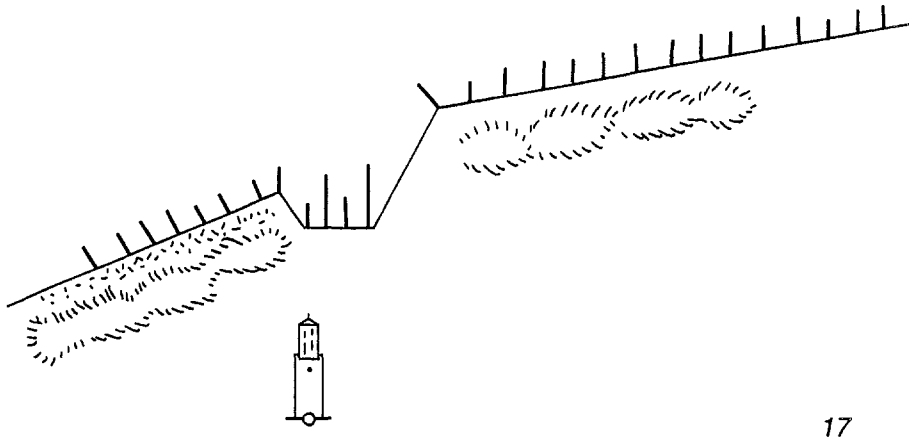
## 3.4 BOUWMETHODE EN UITVOERING

### 3.4.1 Bouwdokwerkzaamheden
De bouw van de caissons begint met het aanbrengen van een 30 cm. dik grindpakket (voorzien van drains), waarop geribbelde stalen platen worden gelegd. Het grindpakket dient om de caissons gelijkmatig 'los' te laten komen bij het opdrijven. De stalen platen dienen in eerste instantie als werkvloer, in een later stadium hebben ze een functie als de caisson is afgezonken en wordt ondergrout. Voorwaarde is dat de platen onder geen beding los kunnen komen van het beton.

Het maken van de constructiebetonvloer Ø 52 m gebeurt in één keer; de houten buitenkist is vooraf prefab gemaakt. *Opmerking*: dit geldt voor alle benodigde bekisting.

Voor het opgaande werk (schuine gedeelte) is de volgorde: tussenwanden voortrekken, dan de binnenring en vervolgens de buitenring. Storthoogte in alle gevallen in één keer tot de knik (= ca. 11 m). Tijdens het maken van de tussenwanden wordt al de bekisting gesteld voor zowel de binnen- als de buitenring. Het verticale opgaande werk op te trekken met storthoogtes van 7 à 9 m, afhankelijk van de te maken hoogte *(betreft alleen de buitenring)*.

Hierna zijn de caissons gereed voor de 'afbouw': het aanbrengen van diverse voorzieningen in en op de caissons ten behoeve van opdrijven en transporteren naar de afbouwsteiger, montage van leidingen



voor het ondergrouten enzovoorts. Ten behoeve van de afbouwwerkzaamheden op lokatie wordt een torenkraan aan de binnenzijde bovenaan de betonnen rand bevestigd. Voor plaatsbepaling op de afzinklokatie worden twee richttorens geïnstalleerd.

Na het uitvoeren van alle in het bouwdok gewenste afbouw- werkzaamheden, worden de caissons gewaterballast door het inpompen van water over zekere hoogte. De tussenwanden en binnenring zorgen voor voldoende compartimentering tijdens het opdrijven.

### 3.4.2 Caissons opdrijven, transporteren en afzinken

Opdrijven

De afzinkprocedure begint in het bouwdok met het opdrijven van de caissons. Daartoe wordt de caisson strak in zijn afmeersysteem gelegd, bestaande uit ankerdraden, lieren en dodebedden. Het uitpompen van ballastwater start op een zodanig tijdstip dat de caisson omstreeks een waterstand van NAP omhoog komt. Er resteert dan voldoende tijd (6 uur) om de caisson vanuit het bouwdok naar de afbouwsteiger te verhalen of te verslepen. Op het moment van opdrijven is voldoende keelclearance gewenst. Aan de afbouwsteiger worden alle voor het afzinken benodigde voorzieningen aangebracht en leidingen, kabels, sluitingen, fenders en dergelijke gemonteerd. De caisson wordt indien nodig afgetrimd met ballastbeton.

Transport

Uitgangspunt voor transport en afzinken is om de gehele manoeuvre uit te voeren op doodtij. Het te installeren sleepvermogen moet bij maximum stroomsnelheid over doodtij de caisson 'gaande' kunnen houden. De sleepconfiguratie is afhankelijk van een stabiliteitsberekening van de caisson tijdens de transportfase; bij benadering kan worden uitgegaan van een configuratie met vier sleepboten.

Voor het te installeren sleepvermogen is gerekend met drie sleepboten (1 x 100 en 2 x 50 ton bollardpull) in de trekrichting en één sleepboot (80 ton bollardpull) in de andere richting. Zie tekening B 107077. *Opmerking*: Om de brugpijlers veilig te kunnen plaatsen is hydraulisch onderzoek nodig, vergelijkbaar met het onderzoek naar het transport en de plaatsing van de tunnelelementen.

Afzinken

Direct voorafgaand aan de afzinkoperatie zijn ter plaatse de laatste voorbereidingen uitgevoerd: het fijnprepareren van de fundatiebedden met een zogenaamde screeding-machine.

Gearriveerd op de afzinklokatie wordt de caisson overgenomen in het afzinksysteem; het positioneren gebeurt over de HW-kentering, waarna ballasten en afzinken met het tij mee naar de LW-kentering.

Het afzinksysteem bestaat uit een afmeerponton voorzien van een geleideconstructie en 150 tons ankerwinches. De ponton ligt vast in zijn afmeerdraden op 200 tons ankerpalen. De caisson wordt met draden aan de afzinkponton gekoppeld. Fijn positioneren tijdens het afzinken is volledig gecontroleerd door het verhalen van de afzinkponton. Een

extra stuurdraad, bevestigd onderlangs de ponton aan de bodemplaat van de caisson, zorgt tijdens de afzinkmanoeuvre voor stabiliteit van het geheel. Afzinken door middel van waterballasten (pompen en/of hevelen). Direct na het afzetten op de bodem beginnen met zandballasten van het onderste gedeelte van de caisson. Daartoe over een hoogte van 11 m ballastwater vervangen door zand; aansluitend kan dan al ballastwater worden uitgepompt en het zandpakket geëgaliseerd. De caisson is dan gereed voor afbouw van het betonnen binnenwerk. De pompen ten behoeve van waterballasten staan op de afzinkponton.

| Tijdsduur | uur: |
|---|---|
| - sleepboten koppelen | 2 |
| - transport caisson | 7 |
| - caisson afmeren aan de ponton | 2 |
| - ballastwater inpompen/afzinken | 5 |
| - controle metingen e.d. | 2 |
| - demob afzinkequipment (ponton e.d.) | 5 |
| **Totaal ca.** | **23** |

*Opmerking*: tijd exclusief voorbereidingen op lokatie, zoals verankeren afzinkponton.

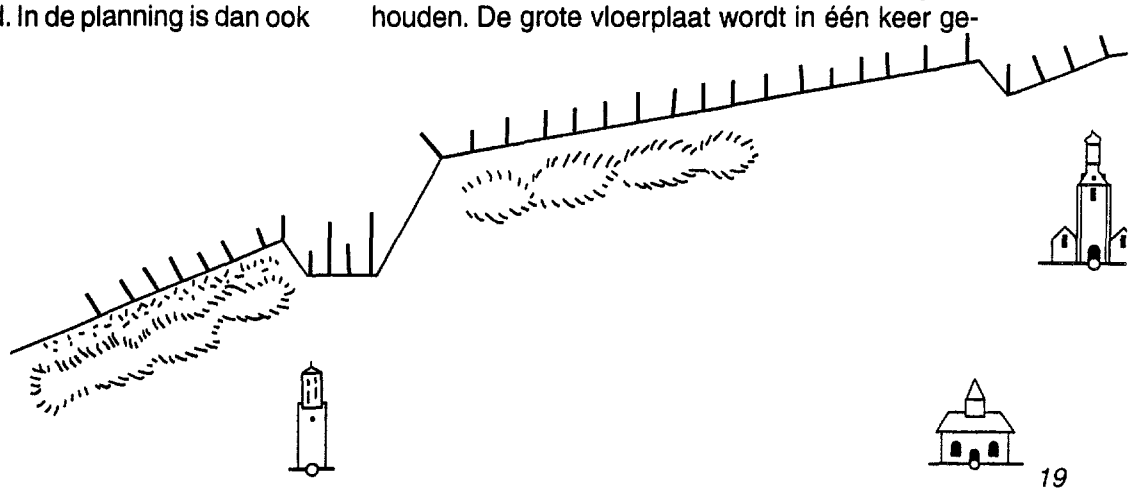
Plaatsingscyclus

Optimale benutting van transport- en afzinkequipment vraagt zo snel mogelijke afhandeling van de plaatsingsoperaties. Zowel de werkzaamheden aan het afbouwsteiger als die tijdens en direct na het afzinken op lokatie kunnen ruim binnen veertien dagen worden uitgevoerd. In de planning is dan ook rekening gehouden met plaatsen volgens de tweewekelijkse doodtij cyclus.

**3.4.3 Afbouw binnenwerk caisson na afzinken**

Na het afzinken wordt de caisson zo snel mogelijk 'bereikbaar gemaakt'. Aan de binnenzijde door het inhangen van een trappentoren. Rondom de buitenzijde door het monteren van de bekisting voor de vloerplaat op NAP +8 m. Deze dient tijdelijk als loop- en werkbordes en biedt tevens bescherming tegen overslaande golven, spatwater enzovoorts. Zo snel mogelijk wordt de eerste werkvloer gestort, waarop vervolgens de constructiebetonvloer (dik 0,5 m) wordt gemaakt. De betonnen binnenring wordt in secties van 9 m opgetrokken tot NAP +8 m.

Direct na het ontkisten van het eerste stort van de binnenring worden de tussenwanden van binnen- en buitenring aangepakt . De tussenvloeren worden gemaakt op een zandpakket dat nog als extra ballast nodig is. Na het gereedkomen van het betonwerk tot NAP +8 m wordt de caisson ondergrout, de daartoe benodigde pompen staan onderin de caisson. Dit gebeurt zodra het 'binnenwerk' van de caisson gereed is; snelle uitvoering is nodig teneinde de pompen te kunnen verwijderen voordat de caisson verder wordt afgeballast met zand. De binnenring wordt gevuld tot NAP en het gedeelte tussen binnen- en buitenring tot onderkant vloer = NAP +8 m. Met bijvoorbeeld een PAL-torensysteem wordt de bekisting van de vloer op NAP +8 m ondersteund, tussen binnen- en buitenring wordt een werkvloer op het zandpakket gestort. Ter plaatse van de dan nog altijd aanwezige torenkraan wordt een sparing gehouden. De grote vloerplaat wordt in één keer ge-



stort, waarna de caisson gereed is voor de verdere opbouw tot en met de betonplaat als fundatie voor de pyloon.

De torenkraan wordt nog steeds benut voor de verdere opbouw, maar zal afhankelijk van de te maken hoogte moeten worden opgelengd. Ring en vleugelwanden worden in secties van 7,50 m opgetrokken tot de vereiste hoogte; bij elke cyclus worden zowel ring als vleugelwanden tegelijkertijd gestort.

Ten behoeve van de ondersteuningsconstructie voor de vloer, dik 1,50 m, zijn bij grotere hoogtes extra voorzieningen nodig. Bijvoorbeeld een betonkolom om een balkenpatroon als ondersteuningsconstructie op uit te kunnen leggen. De hooggelegen vloer wordt ook weer in één keer gestort, de 'fundatie' voor de pyloon is dan gereed.

### 3.4.4 Betonnen pyloon

Gezien de afmetingen en de uitermate schuine stand van de pylonen is gekozen voor een klimkist met een hoogte van 5 m. Voor de vormvastheid is de bekisting zodanig stijf gemaakt dat door inwendig af te steunen in principe de buitenschoor kan worden vervangen. Hierbij valt aan te tekenen dat op regelmatige hoogtes hulpconstructies nodig zullen zijn om de vier pylonen in aanbouw onderling op elkaar af te kunnen stempelen.

De torenkraan, gebruikt voor de werkzaamheden aan de onderbouw, wordt nu ingezet voor de bouw van de pylonen en synchroon in hoogte mee opgebouwd. Alle te storten beton wordt 'gekubeld'.

Voor de bereikbaarheid van het opgaande werk, aanvoer materiaal enzovoorts wordt een enkele dan wel een dubbele lift mee opgebouwd. Op het punt, waar de vier pylonen bij elkaar komen en overgaan in één verticaal, moeten afzonderlijke voorzieningen worden getroffen om het overgangsstuk te kunnen maken, zoals een apart werkbordes.

Het verticale gedeelte van de pyloon wordt ook met een klimkist opgebouwd. De vormvastheid moet hier echter ook in grote mate aan de bekisting eventueel met steunconstructies worden ontleend.

### 3.4.5 Bouwmethode dek

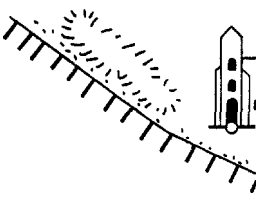
Het begin ligt bij het maken van een aanzetstuk. Hierbij kan de 'tafel' als ondersteuning dienen, waardoor de lengte ca. 30 m kan worden.

Voor de rest van het dek kan gebruik worden gemaakt van twee in dwarsrichting gekoppelde uitbouwwagens voor het maken van de kokers met een lengte van de tuiafstand (9,70 m). Toepassing van hulptuien voorkomt dat de belasting van zowel de uitbouwwagen als het achterliggende dek te groot wordt door dit stortgewicht. Ze worden aangebracht na het verrijden van de uitbouwwagens.

De drie dwarsliggers worden ingehangen en de uitbouwwagens worden door het spannen van de hulptuien en de laatste definitieve tuien op de juiste hoogte gebracht.

Alles is nu gereed voor het aanbrengen van de wapening en de voorspanning en het storten van de vier moten (alleen kokergedeelte zonder dek, maar met dwarsdragers). Na verharding volgt het aanbrengen van de benodigde langsvoorspanning (ca. één week na het verrijden van de wagens).

Volgende stappen zijn het aanbrengen en op hoogste stellen van de definitieve tui en het aanbrengen en gedeeltelijk spannen van de dwarsvoorspan-



ning. Tevens wordt de dwarsvoorspanning van de voorgaande moot op 100% gebracht. Nadat de binnenbekisting is verwijderd worden op de dwarsdragers en de dwarsliggers de betonnen bekistingsplaten geplaatst. Na het aanbrengen van de wapening kan het dek worden gestort. Zodra dit is verhard begint de cyclus van twee weken opnieuw. Na het verrijden van de wagens kan de laatste moot worden afgewerkt.

Het stellen van de hoogte met de (hulp)tuien dient altijd te gebeuren bij een symmetrische stand van het gereedgekomen dek ten opzichte van de pyloon. Bij de eerste moot vanaf het aanzetstuk is nog geen tui aanwezig. De belasting dient hier door extra voorspanning, een tweede hulptui of een extra ondersteuning vanaf de caisson te worden opgenomen.

De stortvoegen worden ca. 1,5 m voorbij de tuiaansluiting aangebracht.

## 3.5 MATERIEEL EN HULPCONSTRUCTIES

### 3.5.1 Caissons

Beton benodigd in het bouwdok wordt betrokken van de betoncentrale, die ook voor de bouw van de tunnelelementen is voorzien. Bij het maximaal aantal te maken caissons worden twee torenkranen ingezet en een mobiele kraan. De ronde bekistingen voor binnen- en buitenring worden prefab gereed gemaakt op de werkterreinen buiten het dok.

In het bouwdok wordt een torenkraan aan de binnenzijde van de buitenwand van de caisson gemonteerd, zodra de ruwbouw gereed is. Deze kraan dient voor verdere afbouw op lokatie.

Meettorens worden in het bouwdok gemonteerd.

Voor het opdrijven en verhalen van de caissons wordt gebruik gemaakt van pompen en een verhaalsysteem van kabels/schijven/lieren en dodebedden ter transport naar de afbouwsteiger. Daar zijn nodig een mobiele kraan, een betonpomp en eventueel een drijvende bok voor het plaatsen/overzetten van bolders en dergelijke.

Voor het transport van de elementen is gerekend op een geïnstalleerd sleepvermogen van ca. 25.000 pk, verdeeld over vier sleepboten met trekkrachten van respectievelijk 2 x 50, 1 x 80 en 1 x 100 ton bollardpull.

Het afzinkequipment bestaat uit een grote, hiertoe speciaal ingerichte, ponton afmeting ca. 31 x 92 m, voorzien van 150 tons ankerwinches en verankerd op zes stuks 200 tons ankerpalen.

Het meetsysteem opereert vanaf de vaste wal.

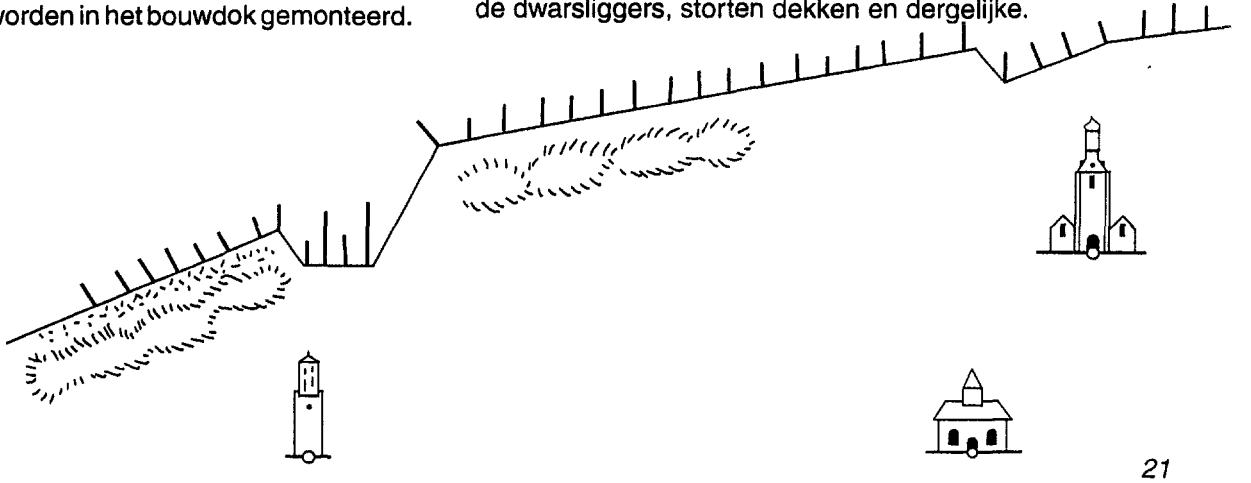
De pompen voor waterballasten staan op de ponton evenals de voorzieningen voor zandballasten. Aanvoer zand via bakken.

Afbouw van de caisson met behulp van de vooraf geplaatste torenkraan. Daarmee kan ook de bouw van de pylonen plaatsvinden; de hoogte van de kraan wordt hierop aangepast.

Uitgaande van een hulpbrug wordt het beton op lokatie betrokken van de centrale bij de bouwdokken (noord gedeelte) of de centrale bij de werkhaven (zuid gedeelte).

### 3.5.2 Brug

Voor de bouw van het dek is gerekend met uitbouwwagens voor het maken van de kokers. Traversekranen op de brugdekken dienen voor het inhangen van de dwarsliggers, storten dekken en dergelijke.



### 3.5.3 Bereikbaarheid

De bereikbaarheid van de bruggen in aanbouw is een essentieel onderdeel van het totale project.

Alleen gebruik maken van drijvend materieel gaat ten koste van de werkbaarheid, terwijl ook de bijkomende transportkosten voor personeel en materiaal niet mogen worden onderschat.

Gebruik maken van hulpbruggen is alleen interessant indien er veel bouwwerkzaamheden op lokatie dienen plaats te vinden. Maar ook dan is aanleg en verwijderen van hulpbruggen een zéér kostbare aangelegenheid.

De te verwerken hoeveelheden beton zijn per steunpunt zeer aanzienlijk (gemiddeld ca. 11.500 m3 per steunpunt). De totale bouwtijd op lokatie beloopt enkele jaren. De kostenvergelijking tussen hulpbrug en drijvend materieel alléén is niet direct doorslaggevend, maar veeleer de gewenste continuïteit van het bouwproces. Zeker de opbouw van de pylonen en het maken van de brugdekken vergt een ononderbroken aanvoer van een kwalitatief hoogwaardig beton.

Gekozen is voor de inzet van hulpbruggen, waarbij van beide damaanzetten af wordt gewerkt. Tussen de tweede en derde caisson gerekend vanaf het damvak wordt een vrije doorvaartopening gehouden.

Voor een hulpbrug zijn meerdere opties mogelijk, waarvan er twee zijn bekeken:

- een betonnen hulpbrug, bestaande uit liggers die naderhand bij de aanbruggen kunnen worden gebouwd, gefundeerd op stalen buispalen;
- een baileybrug, type dubbel/dubbel, wegbreedte 3,80 m, geschikt voor gewicht tot 40 ton. Deze brug heeft overspanningen van 40 à 43 m en is gefundeerd op stalen buispalen. *Deze variant heeft de voorkeur.*

Ter plaatse van elk caisson wordt dan nog een apart werkplatform gemaakt, bereikbaar vanaf de hulpbruggen.

## 3.6 EFFECTEN VOOR DE OMGEVING

### 3.6.1 Scheepvaart

Tijdens transport en afzinken van de caissons geldt een beperking voor de scheepvaart, variërend van een snelheidsbeperking tijdens transport tot volledige stremming (enkele uren) tijdens de afzinkoperatie. *Opmerking*: Er is in die fase wel ruimte over voor scheepvaart, maar boeg- en hekgolven veroorzaken teveel hinder voor het afzinkequipment.

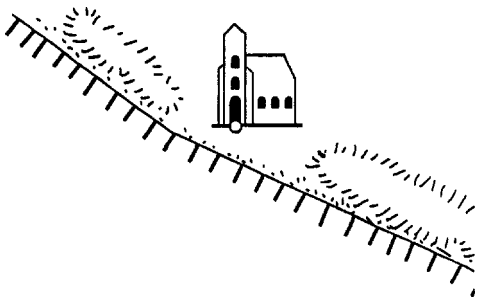
Het ankerpatroon van het afzinkequipment rondom de caissons heeft een straal van ca. 300 m. Het kan zijn dat in bepaalde gevallen de vaargeul wat moet worden omgelegd, afhankelijk van de ruimte die een hulpbrug op dat moment in beslag neemt.

De geplande hulpbrug geeft een beperking voor de scheepvaart.

## 3.7 UITVOERINGSPLANNING

### 3.7.1 Caissons

De bouw van de caissons in het bouwdok vraagt veel investering qua bekistingen, vooral voor het onderste (schuine) gedeelte. In geval van twee caissons moet de binnenkist zelfs al dubbel worden uitgevoerd om ook maar enigszins in de buurt te komen van de gewenste bouwtijd.



De planning voor transport en afzinken van de caissons is flexibel. Dit werk is dus niet gerelateerd aan een zomerperiode, zoals bij de tunnelelementen, hoewel dat uitvoeringstechnisch wel de voorkeur heeft.

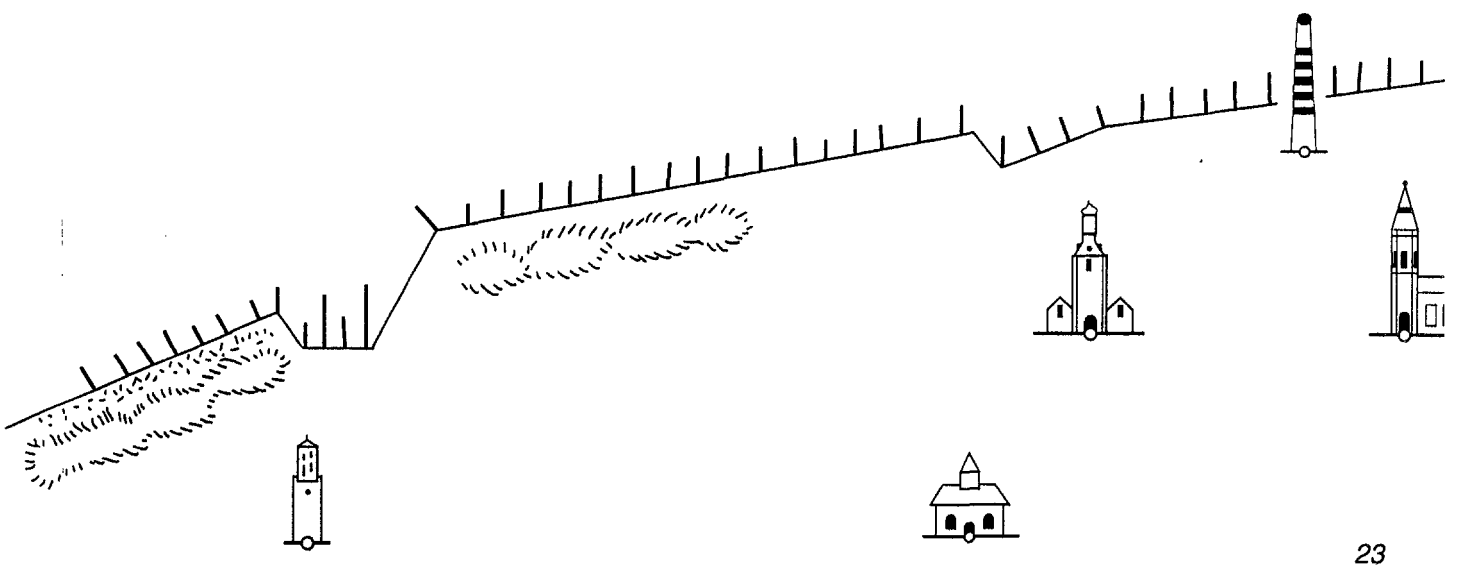
Afbouw van de caissons op lokatie vergt relatief veel tijd, vooral bij de beide tuibruggen.

### 3.7.2 Brug

Om toch zo snel mogelijk te bouwen wordt met drie bouwstromen tegelijkertijd gestart. Dit heeft forse consequenties voor de inzet van personeel en materieel, zowel voor het maken van de pylonen als van de brugdekken.

## 3.8 TE VERWERKEN MATERIALEN

De specificaties per variant zijn samengebracht in één overzicht (zie 5.8.).



# 4. HANGBRUG (STAAL)

## 4.1 INLEIDING

Van de stalen hangbrug zijn twee varianten ontworpen: de zogenaamde 'enkele' en 'dubbele' hangbrug. Tenzij expliciet vermeld wordt geen onderscheid tussen beide varianten gemaakt.

Bij de enkele hangbrug wordt één pyloontype toegepast; de pylonen zijn derhalve qua vormgeving en afmeting gelijk.

Bij de dubbele hangbrug wordt gebruik gemaakt van twee pyloontypen; de twee buitenste pylonen zijn identiek, de midden pyloon wijkt af in vormgeving en afmeting.

De hoofddraagconstructie heeft de vorm van een koker. De hoofdkabel is opgebouwd uit Prefab Parallel Strengen (PPS).

De montage begint wanneer de werkzaamheden die betrekking hebben op de onderbouw zijn afgerond en de spreidzadels in de ankerblokken zijn gemonteerd.

Montagetekening B 107014 is bij de nota 'Voorontwerp' gevoegd.

## 4.2 ALGEMEEN

### 4.2.1 Fundatie

De caissons worden omschreven bij de betonnen tuibrug. Voor de hangbruggen zijn geen bijzondere extra voorzieningen nodig.

### 4.2.2 Pylonen

Enkele hangbrug

De pylonen hebben in zijaanzicht een kokervorm en in dwarsdoorsnede het aanzien van een vakwerkconstructie. De uitwendige maat aan de voet bedraagt ca. 31 x 7,5 m en aan de top ca. 23 x 4 m. De hoogte is ca. 145 m. Het eigen gewicht bedraagt ca. 1.800 ton.

Dubbele hangbrug

De twee buitenste pylonen zijn volkomen identiek en hebben in zijaanzicht een kokervorm en in dwarsdoorsnede het aanzien van een portaalconstructie. De uitwendige maat aan de voet bedraagt ca. 32 x 7 m en aan de top ca. 26 x 4 m. De hoogte is ca. 110 m. Het eigen gewicht van één pyloon bedraagt ca. 1.380 ton.

De middelste pyloon heeft in zijaanzicht een A-vorm en in dwarsdoorsnede het aanzien van een portaalconstructie. De uitwendige maat aan de voet bedraagt ca. 34 x 34 m en aan de top ca. 26 x 4 m. De hoogte is ca. 110 m. Het eigen gewicht bedraagt ca. 2.000 ton.

### 4.2.3 De hoofddraagconstructie

De koker wordt opgebouwd uit 100 secties met elk een massa van ca. 150 ton.

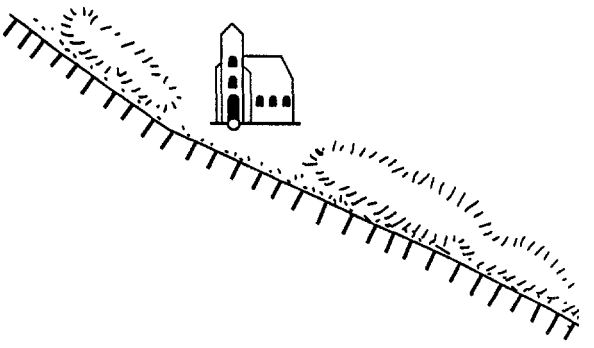
### 4.2.4 De hoofdkabel

De buitendiameter van de hoofdkabel bedraagt ca. 0,60 m.

### 4.2.5 Bouwterreinen

Bij de brugaanzet op Zuid-Beveland is een werkterrein voorzien van ca. 3 ha voor onder meer werkplaatsen, magazijnen, kantoren en opslag.

Voor de bouwaansluiting is gerekend op één prefab-compactstation (10 KV schakelinstallatie,



één transformator van 630 kVA, met de mogelijkheid een tweede transformator te plaatsen, bijvoorbeeld op de damaanzet en een laagspanningsrek).

Werkterreinen op het damvak zijn voorzien nabij de werkhaven, totaal ca. 2 ha, voor de brug.

Voor de stroomvoorziening wordt gebruik gemaakt van de dieselcentrale (zie ook tunnel).

Voor het samenstellen van grote secties kan mogelijk gebruik worden gemaakt van de reeds aanwezige voorzieningen in de Sloehaven.

## 4.3 BOUWFASERING

### 4.3.1 Uitgangspunten

- Bouwen, transporteren, plaatsen en afbouwen caissons lopen synchroon met de fabricage van de pylonen (of delen daarvan).
- Gelijktijdig met montage pylonen kunnen ook de spreidzadels in de ankerblokken worden gemonteerd.
- Levering en montage van de hoofdkabels sluiten hierbij direct op aan.
- Fabricage en levering deksecties lopen zodanig voor op montage hoofdkabels en hangers dat de montage van de deksecties na afmontage van de kabels in één ononderbroken stroom kan plaatsvinden.

### 4.3.2 Fabriekswerkzaamheden

- Maken pylonen (delen).
- Maken deksecties.

### 4.3.3 Werkzaamheden op lokatie

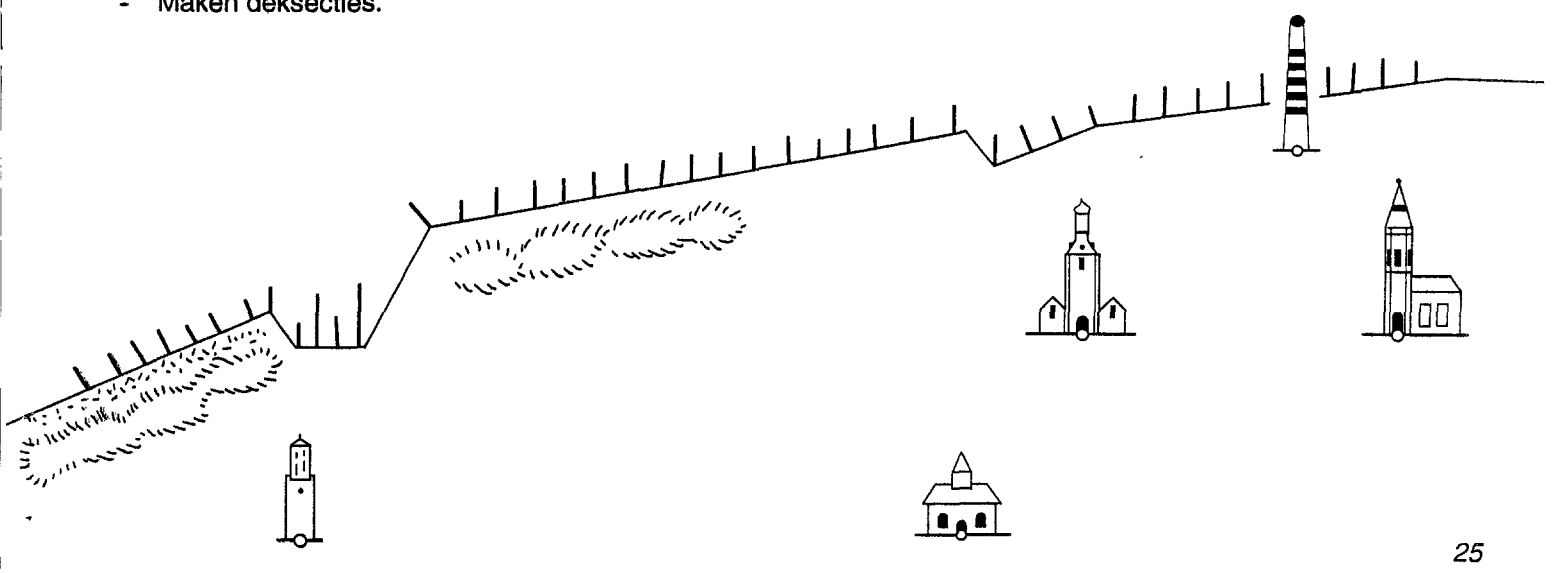
- Voorbereidingen op de caissons ten behoeve van plaatsen pylonen
- Aanvoer pylonen (delen)
- Plaatsen pylonen
- Aanbrengen zadels en terugtrekinrichting
- Aanbrengen catwalk
- Voorzieningen ten behoeve van montage hoofdkabel
- Monteren hoofdkabel
- Demontage van de voorzieningen
- Inmeten hoofdkabel
- Monteren hangklem + hanger
- Monteren deksecties
- Conserveren hoofdkabel
- Demontage catwalk
- Demontage hulpmateriaal
- Afmonteren brugdek

## 4.4 BOUWMETHODE EN UITVOERING

### 4.4.1 Ankerblokken

De ankerblokken kunnen worden gebouwd zodra de beide damaanzetten zover gereed zijn. Het funderingsniveau van deze betonkolossen is zodanig dat volstaan kan worden met een vacuümbemaling ter plaatse van het diepst gefundeerde gedeelte.

De opbouw van het betonwerk gebeurt op de traditionele manier door het storten van vloeren en wanden met behulp van systeembekistingen.



In de bereikbaarheid van de bouwplaats is voorzien door de aanleg van werkwegen over de damaanzetten.

### 4.4.2 De pylonen

De pylonen worden in secties in den lande gefabriceerd en over water, op pontons, naar de bouwplaats vervoerd. Hier worden de secties samengesteld tot een aantal (3 à 4) montagedelen of tot gehele constructies. De montage geschiedt met drijvende bokken.

De montage in delen kan bijvoorbeeld met twee drijvende bokken plaatsvinden. De maximaal beschikbare capaciteiten zijn dan:

| | | |
|---|---|---|
| 1e deel : 2 x 500 = | 1000 ton | op 83 m |
| 2e deel : 2 x 325 = | 650 ton | op 143 m |
| 3e deel : 1 x 230 = | 230 ton | op 157 m |

Om construktieve redenen zijn bij dit voorontwerp 4 delen per pyloon nodig.
De montage in één geheel is bijvoorbeeld ook mogelijk met een semi-submersible kraanschip.

### 4.4.3 De hoofdkabel

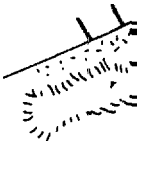
Voor de opbouw van de hoofdkabel is gekozen voor Prefab Parallel Strengen (PPS), typenummer PWS 169. De buitendiameter van de hangkabel zal uiteindelijk ca. 600 mm bedragen. Er wordt uitgegaan van strengen op haspels, aan te voeren op de bouwplaats.

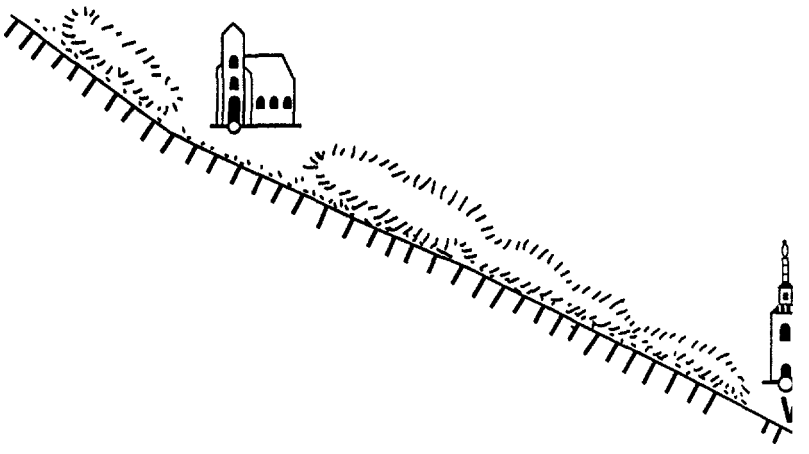
Allereerst zal nu de zogeheten catwalk worden gemaakt door acht over de bodem van de Westerschelde getrokken kabels tijdens een scheepvaartstremming omhoog te trekken en over de pyloonkop te leggen. Zes kabels vormen de looppadondersteuning; de resterende twee fungeren als leuning. Nadat de kabels op de juiste hoogte zijn afgesteld wordt het looppad, een vlechtwerkrooster, aangebracht inclusief zijafsluiting. Tussen beide catwalks worden om de ca. 200 m dwarsverbindingen aangebracht. Contraparabolen zorgen voor stabiliteit in verticale zin. Boven de verkregen werkvloer wordt een kabelbaan aangebracht en op de werkvloer een rollenbaan. De haspel met streng wordt geplaatst op een draaitafel op het ankerblok. De streng wordt met behulp van een kabelbaan overgetrokken en komt te rusten op de rollen van de werkvloer. Vervolgens wordt de streng van de rollen in de zadels gebracht en de kabelschoenen aan de ankers bevestigd met een verschuifbare trekinrichting. De trekinrichting op de ankerblokken trekt de streng door naar het verankeringspunt. Met behulp van een kabel worden de kabelschoenen, hangend in de portaalkraan op het ankerblok, over het anker geschoven, waarna de bevestigingsmoer wordt aangebracht. De trekinrichting op de torens wordt ook gebruikt voor het eventueel corrigeren van een streng.

Nadat het vereiste aantal strengen is aangebracht en de ronde vorm is verkregen worden de strengen geconserveerd met zinkpasta en omwikkeld met zacht stalen gegalvaniseerde draad. *Opmerking: dit omwikkelen mag pas nadat de hoofddraagconstructie is gemonteerd (dit in verband met vormverandering/verplaatsingen).*

### 4.4.4 De hoofddraagconstructie

De fabricage van de rijdek-secties kan op de navolgende manieren:





Fabricage brugsecties

1. a. fabricage van panelen (± 16 m lang, 2,4 m breed, een variabele plaatdikte en verstijvers/troggen) in een bestaande fabriek
   b. conservering panelen
   c. transport van de delen naar assemblagehal op lokatie
   d. samenstellen tot sectie
   e. conservering sectie
   f. transport naar brug
2. a. fabricage, assemblage en conservering complete secties in bestaande fabriek
   b. transport naar brug (± 150 ton)
3. a. fabricage, assemblage en conservering complete secties in fabriek op lokatie
   b. transport naar brug (± 150 ton)

*Opmerking: aan methode één wordt de voorkeur gegeven.*

De hoofddraagconstructie bestaat uit een volledig gelaste koker. De constructie is opgebouwd uit 100 secties met 10 panelen per sectie. De panelen worden in den lande gefabriceerd en geconserveerd. Na transport worden ze in de assemblagehal, op de bouwplaats, samengesteld tot secties. De massa van één sectie bedraagt ca. 150 ton. Het transport geschiedt over de weg.

De assemblagehal (l = ca. 120 m / b = ca. 20 m) is uitgerust met een bouwmal voor het samenstellen van de secties.

**4.4.5 Assemblage**

Een efficiënte en economisch verantwoorde assemblage 'staat of valt' met het toegepaste lasproces. Gezien het herhalingselement is derhalve een automatisch lasproces vereist. Bijvoorbeeld een onder poederdek gelaste stompnaad.

Indien het gekozen systeem niet voorziet in het 'boven het hoofd lassen' is toepassing van een kantelmal onvermijdelijk.

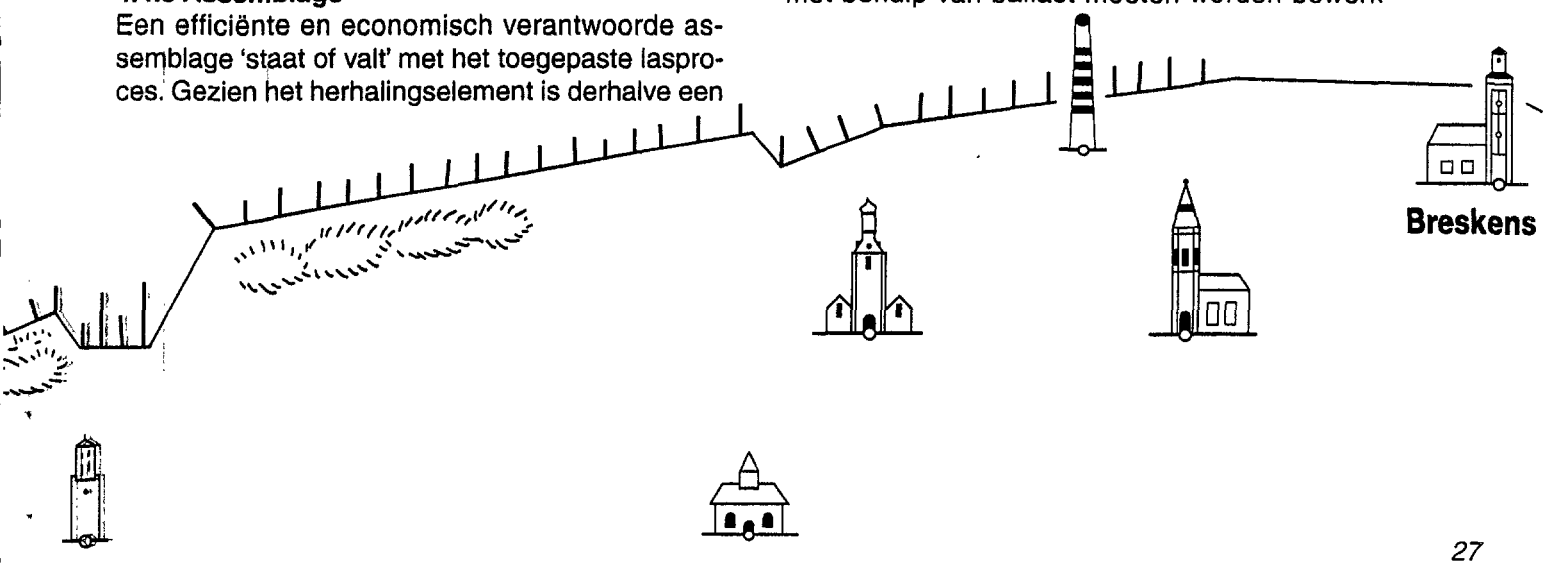
De assemblagehal is direct aan het water gelegen (bijvoorbeeld Sloehaven) in verband met transport vanaf de hal naar de bouwplaats.

**4.4.6 Montage**

De secties worden vanaf de hal naar lokatie aangevoerd op ponton. Met een op de hoofdkabel (hangkabel) geplaatste hijsinrichting kunnen de secties worden opgehesen. Vervolgens kunnen de hangers worden bevestigd. De secties onderling worden provisorisch bevestigd c.q. met elkaar verbonden. Voorshands wordt aangenomen dat op deze wijze twee secties per dag en per hijsinrichting kunnen worden aangebracht.

Begonnen wordt in het midden van de brug om vervolgens aan twee zijden naar buiten te werken (er zijn dus twee hijsinrichtingen nodig). Tijdens de montage zullen aan de onderzijde van de secties gapingen ontstaan. Met het toenemen van het aantal secties zullen deze gapingen zich vanzelf sluiten.

Wanneer alle secties zijn 'ingehangen' kunnen/zullen zich aan de bovenzijde van de koker gapingen gaan vertonen omdat de brug nog te licht is. Het brugdek (wegverharding), wegmeubilair en dergelijke zijn immers nog niet aangebracht. Correctie zal met behulp van ballast moeten worden bewerk-



stelligd. Vervolgens kunnen de secties aan elkaar worden gelast.

Tijdens de montage zijn bewegingen, ontstaan door rotatie en/of verplaatsingen in lengte- en dwarsrichting, ongewenst. Ze zijn te elimineren door het aanbrengen van tijdelijke/provisorische verbindingen. Tevens is het zaak de afwijkingen van de pylonen ten opzichte van de verticale stand tot een minimum te beperken. Een bekend gegeven is dat de hangkabel in midden- en eindoverspanning van vorm zal verschillen. Ter verkrijging van een verticale (vorm) pyloon zal, voorafgaand aan de montage van de hoofddraagconstructie, een tegengestelde verplaatsing moeten worden aangebracht. Dit is te realiseren met twee kabels. Kabel B geeft de direct aan de pyloon verbonden kabel A een voorspanning totdat de gewenste verplaatsing is bereikt. Een bijkomend voordeel hiervan is dat de invloeden door wind (trillingen) worden geminimaliseerd.

## 4.5 MATERIEEL EN HULPCONSTRUCTIES

### 4.5.1 Algemeen

Voor het monteren van de uit secties opgebouwde pylonen zijn nodig:

- Drijvende bok(ken), ankerlierbak c.a.
- Ponton ten behoeve van de aanvoer
- Verbinden secties: hulpbordessen voor opbouw lastent en conserveringsconstructie.

Voor assemblage rijdeksecties:

- assemblagehal van voldoende afmeting (dit in relatie tot verlangde capaciteit) uitgerust met:
  -kantelmal en lasportaal
  -vaste mal (voor samenstellen secties)
  -hijsinstallatie voor hijsen van meerdere panelen (bijvoorbeeld 3 stuks)
  -lasequipment
  -straal- en conserveringsequipment
  -transportsysteem voor complete secties
  -elektrische installatie (met hoog- en laagspanningsruimte)
  -magazijn
  -leidingsysteem voor gas, zuurstof en lucht
  -hulpbordessen
  -verlichting en verwarming (geconditioneerde ruimte(n)).

Voor montage hoofdkabel:

- catwalk
- kabelbaan
- rollenbaan
- draaitafel (voor haspel met streng)
- lieren / verschuifbare trekinrichting
- portaalkraan.

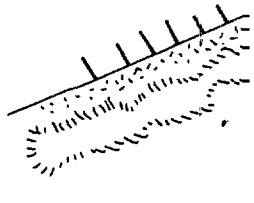
Voor montage rijdek-secties:

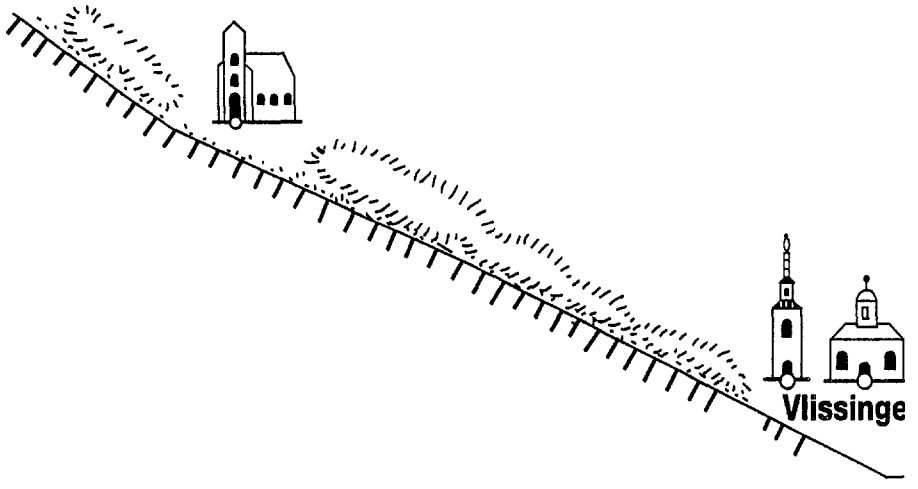
- pontons
- lorrie dan wel hijsinrichting verplaatsbaar over hoofdkabel
- verplaatsbaar las- en conserveringsequipment (principe van inspectiewagen).

### 4.5.2 Bereikbaarheid

Hoewel de caissons op lokatie moeten worden afgebouwd is de periode van intensieve bouwactiviteiten op het water relatief kort. Dit komt vooral tot uitdrukking wanneer de pylonen zonder montagedelingen worden rechtgezet.

Afbouw van de caissons zal, ook al omdat ze niet zo diep zijn gefundeerd en geen hoge opbouw be-






hoeven, tamelijk snel kunnen gebeuren.

Resteert dan nog de bouw van de brug op zich met voornamelijk veel laswerk. Vanwege continuïteit en planning wordt ook hier uitgegaan van hulpbruggen naar de caissons, in combinatie met werkplatforms naast de caissons. *Aantekening: bij de dubbele hangbrug verdient afbouw van de caisson vanaf 'drijvend materieel' om financieel/ economische redenen de voorkeur.*

Bij elke caisson is een 800 kVA dieselaggregaat voorzien.

### 4.6 EFFECTEN VOOR DE OMGEVING

#### 4.6.1 Scheepvaart

Tijdens monteren van de pylonen is rekening te houden met een straal van 300 m voor het verankeringspatroon van het plaatsingsequipment. Dit laat voldoende ruimte over voor de scheepvaart. Tijdens de plaatsingsmanoeuvre geldt een beperking van de vaarsnelheid, terwijl voor ca. twee uur wordt gestremd.

Het aanbrengen van de catwalk veroorzaakt een stremming tijdens het 'overtrekken' en omhoog hijsen van de draden (8 stuks per catwalk). Gedurende de gebruiksduur van de catwalk is er sprake van een beperkte doorvaarthoogte; dit in verband met de aanwezigheid van de zogenaamde contraparabolen.

Tijdens monteren rijdek-secties: beperking voor de scheepvaart. Indien nodig snelheidsbeperking en/of omleggen van de vaargeul.

Tijdens demontage catwalk: stremming.

### 4.7 UITVOERINGSPLANNING

Enkele uitgangspunten:

- Fabricagetijd 60h/ton hetgeen betekent;
  120 mj. voor de pylonen
  600 mj. voor het rijdek.
- De montagetijd voor de pylonen is afhankelijk van de keuze tussen de montagedelingen en het rechtzetten in één geheel. In het laatste geval is deze tijd heel kort. Bij montage in delen is het aanbrengen van de montagelassen zéér tijdrovend.
- Montage van de deksecties is voornamelijk een kwestie van constante aanvoer, het inhijsen is afhankelijk van weers- en getijomstandigheden.

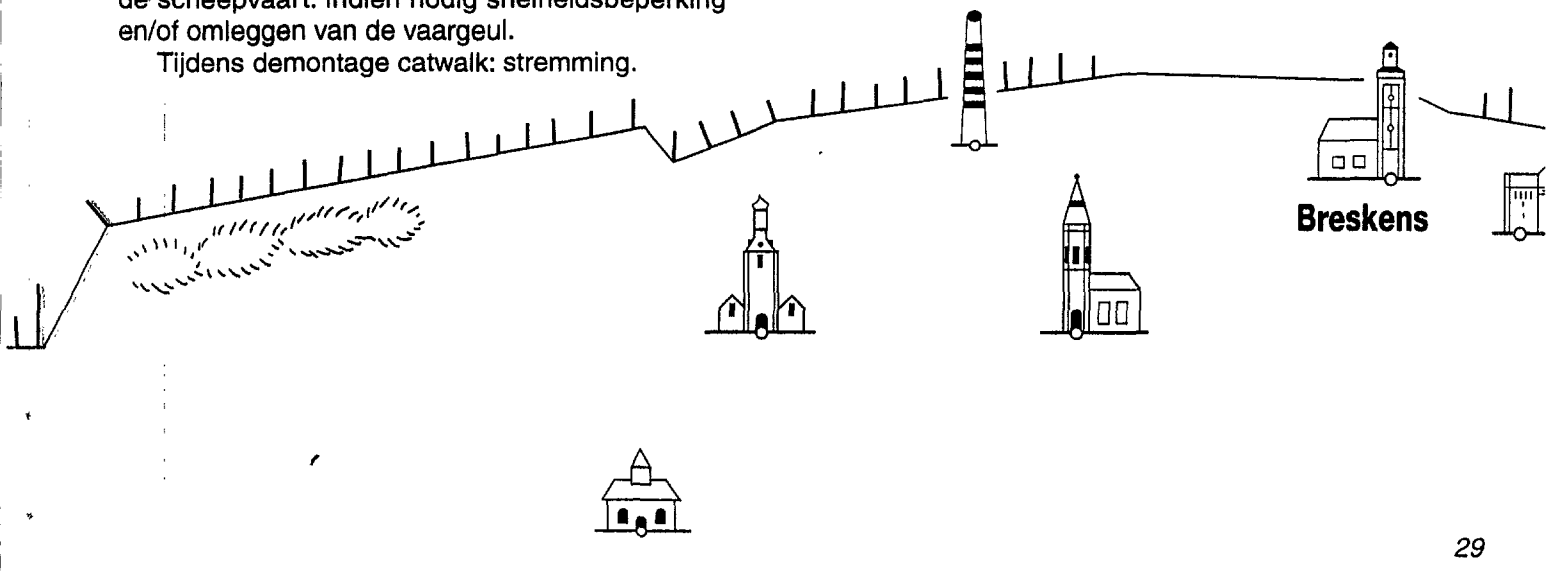
### 4.8 TE VERWERKEN MATERIALEN

De specificaties per variant zijn samengebracht in één overzicht (zie 5.8).

## 5. TUIBRUG (STAAL)

### 5.1 INLEIDING

Bij de stalen tuibrugvariant wordt gebruik gemaakt van twee pyloontypen. Deze zijn qua vormgeving gelijk maar verschillen in afmetingen. De totale tuibrugconstructie is eigenlijk te zien als vier afzonderlijke tuibruggen, die elk als stabiele constructie zijn te beschouwen. Zeker tijdens de bouw komt dit tot uitdrukking omdat het de bedoeling is de brug vanuit alle vier de pyloonconstructies uit te bouwen



tot de aansluitingen in de middens tussen de pylonen. De hoofddraagconstructie heeft de vorm van een koker.

Met de montage kan worden aangevangen wanneer de werkzaamheden die betrekking hebben op de onderbouw zijn afgerond.

Montagetekening B 107033 is bij de nota 'Voorontwerp' gevoegd.

## 5.2 ALGEMEEN

### 5.2.1 Fundatie

De caissons worden, inclusief de betonnen opbouw, omschreven bij de betonnen tuibrug.

### 5.2.2 Pylonen

De pylonen hebben zowel in het zijaanzicht van de brug als in dwarsdoorsnede een A-vorm. De vier poten van elke pyloon hebben een uitwendige maat van 3500 bij 3500 mm. De wanddikte van de pyloonpoten varieert van 20 à 25 mm bij de lage pylonen tot 30 á 35 mm bij de hoge pylonen.

Aan de onderzijde moeten de pyloonpoten op de betonnen bovenplaat van de caissonopbouw worden voorgespannen zodat een momentvaste verbinding ontstaat.

De hart op hart afstand tussen de pyloonpoten ter plaatse van de aansluiting aan het beton wordt, in verband met de scheefstand van de pyloonpoten, bepaald door het profiel van vrije ruimte op het brugdek. Deze maat is ca. 26 meter.

Vanaf het punt waar de vier pyloonpoten bovendeks samenkomen loopt de pyloon verticaal. Dit deel wordt in het vervolg pyloonkop genoemd. De hoogte van de pyloonkop wordt zodanig gekozen dat de steilste tuien nog precies een verticaal wanddeel van de pyloon snijden. De hoogte van de pyloon wordt bepaald door de helling van de flauwste tui. Deze is gesteld op 1:2,2. De afstand tussen de tuiaansluitingen in het hart van de pyloon bedraagt 1 meter.

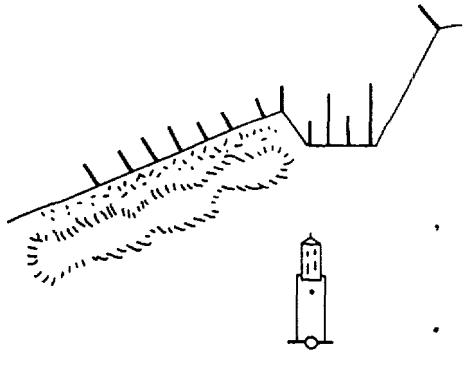
Voorlopige gewichtsgegevens:

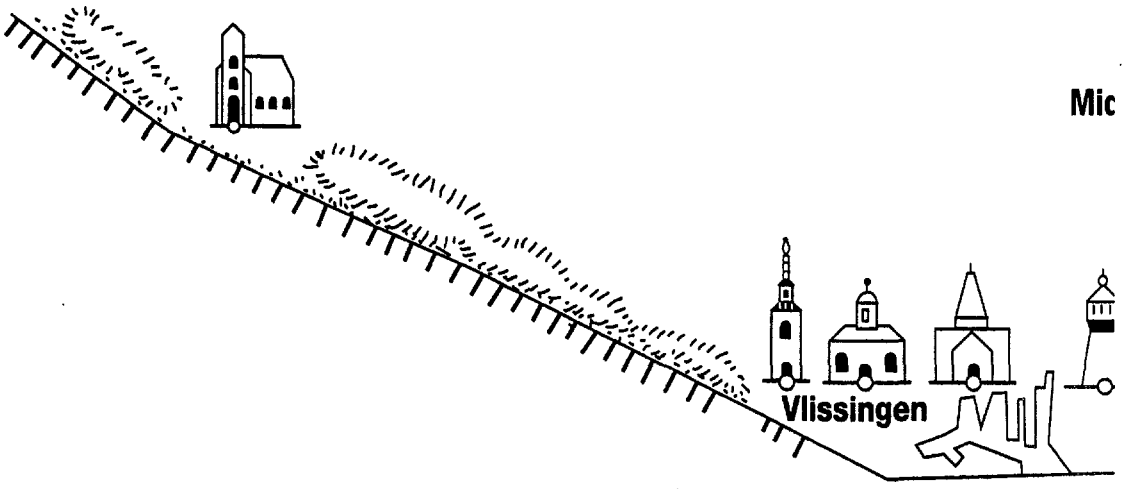
- 'kleine pyloon' voorlopig opgedeeld gedacht in vijf stukken:

| | |
|---|---|
| 1 t/m 4: | pyloon L= ca.70m. |
| 5: | deel waar de pyloonpoten samenkomen pyloonkop |
| pyloonpootlengte: | 70 m (tot tussenstuk; zie tekening) |
| gewicht pyloonpoot:: | 230 ton (4x) |
| | Σ = 1.205 ton/pyloon |
| verbindingspunt+ pyloonkop: | 285 ton |

- 'grote pyloon' voorlopig opgedeeld gedacht in vijf stukken:

| | |
|---|---|
| 1 t/m 4: | pyloon L= ca.85m. |
| 5: | deel waar de pyloonpoten samenkomen pyloonkop |
| pyloonpootlengte: | 85 m (tot tussenstuk; zie tekening) |
| gewicht pyloonpoot:: | 4 x 325 ton |
| | Σ = 1.680 ton/pyloon |
| verbindingspunt+ pyloonkop: | 380 ton |








Om kwalitatieve redenen moet het aantal delingen in de pyloonconstructie zoveel mogelijk worden geminimaliseerd. Hierbij echter niet de kosten en het risico uit het oog verliezen.
Montage per pyloon in drie delen met behulp van hulpconstructie:
deel 1 - 2 pyloonpoten
deel 2 - 2 pyloonpoten
deel 3 - totale kop.

### 5.2.3 De hoofdligger

De hoofdligger heeft een kokervorm zoals de tuibrug bij Ewijk, waarbij echter de tuien aan de buitenzijde van de koker zijn geplaatst.

### 5.2.4 Bouwterreinen

Bij de brugaanzet op Zuid-Beveland is een werkterrein voorzien van ca. 3 ha voor onder meer werkplaatsen, magazijnen, kantoren en opslag.

Voor de bouwaansluiting is gerekend op één prefab-compactstation (10 KV schakelinstallatie, één transformator van 630 kVA, met de mogelijkheid een tweede transformator te plaatsen, bijvoorbeeld op de damaanzet en een laagspanningsrek).

Werkterreinen op het damvak zijn voorzien nabij de werkhaven, totaal ca. 2 ha, voor de brug.

Voor de stroomvoorziening wordt gebruik gemaakt van de dieselcentrale (zie ook tunnel).

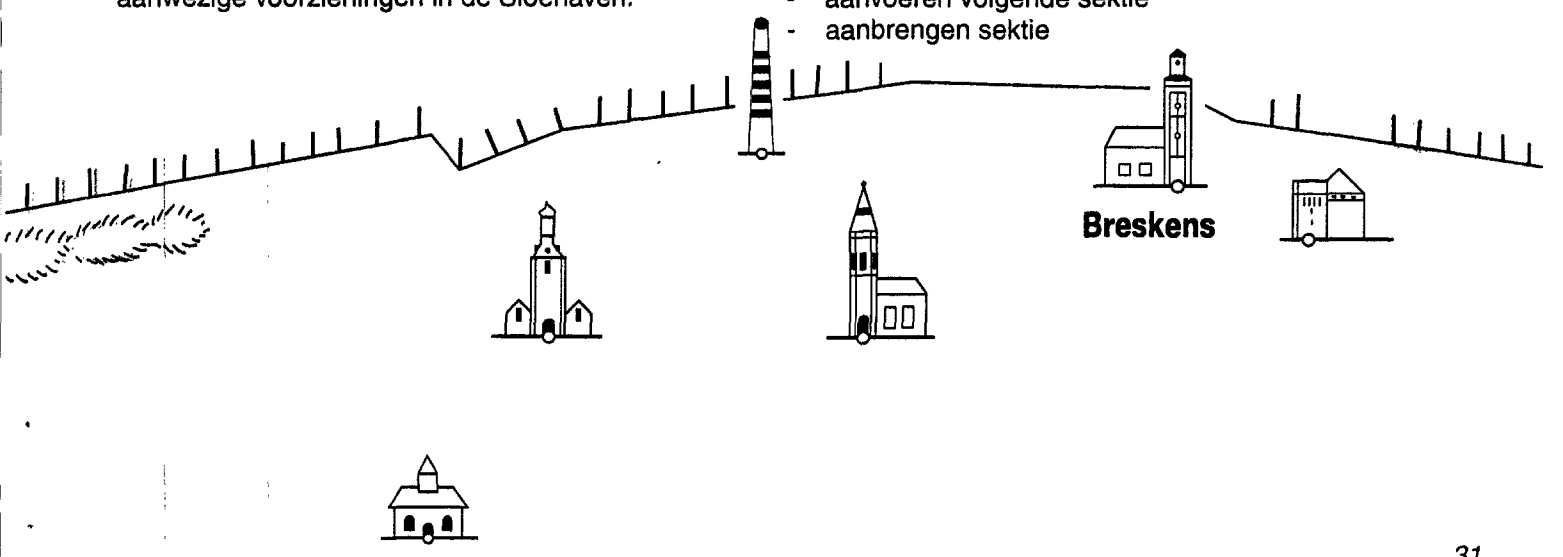
Voor het samenstellen van grote secties kan mogelijk gebruik worden gemaakt van de reeds aanwezige voorzieningen in de Sloehaven.

## 5.3 BOUWFASERING

Nadat de caissons daartoe zijn voorbereid worden de pylonen en vervolgens het hamerstuk geplaatst. Dit is het eerst te plaatsen deel van de hoofdligger ter plaatse van de pylonen en geeft daarmee een probleem. De ruimte tussen de pylonen is namelijk kleiner dan de normale breedte van de hoofdligger (ter plaatse van de kruising pyloonpoot- hoofdligger wordt de hoofdligger iets ingenomen). Dat de breedte van de hoofdligger verloopt ligt in het feit dat de brugbreedte wordt bepaald door het aanrijdrisico van de tuien door verkeer. Dit dicteert een hart op hart afstand van de tuien (in dwarsrichting) van 23 m. Met een overbreedte van 1 m komt daarmee de totale brugbreedte op 25 m.

Passeren de pylonen de brug buiten deze 25 m dan wordt de diameter van de onderbouw groter en moet aanzienlijk meer compensatiewerk worden uitgevoerd. Het hamerstuk zal tijdelijk op vier punten moeten worden opgelegd. In de definitieve fase wordt het alleen ter plaatse van het midden van de pyloonconstructie op twee plaatsen opgelegd.

- aanvoeren overige hamerstukken
- montage uitbouwwagens
- uitbouwen hamerstuk tot lokatie eerste tuiaansluitingen
- aanvoeren tuien
- installeren tuien
- voorspannen tuien
- aanvoeren volgende sektie
- aanbrengen sektie



- aanvoeren tuien
- *installeren tuien*
- voorspannen tuien
- gelijktijdig aan weerszijden van het tuibrug deel.

Dit herhaalt zich bij de 'kleine' tuibruggen tot aan beide zijden 160 m is uitgebouwd. Na installatie van de eindtuien volgt verdere uitbouw aan een zijde tot en met de laatste tuiaansluiting.

Bij de 'grote' tuibruggen herhaalt de procedure zich tot en met de buitenste tuiaansluitingen. Tenslotte worden de drie sluitstukken aangevoerd en gemonteerd.

Deze sluitstukken zijn speciale delen omdat deze de dilatatie van de brug moeten verzorgen en (in het huidige ontwerp) alleen een dwarskracht overbrengen naar het volgende brugdeel.

## 5.4 BOUWMETHODE EN UITVOERING

### 5.4.1 De pylonen

De pyloonsecties worden in den lande gefabriceerd en over water, op pontons, naar de bouwplaats vervoerd.

De montage van de pylonen kan geschieden met behulp van drijvende bokken. De nu beschikbare capaciteit maakt opbouw en montage van de pylonen haalbaar vanuit maximaal 3 delen.

Ter plaatse van de delingen zal een tijdelijke voorspanverbinding moeten worden aangebracht (met voorspanbouten). Tevens zal een tijdelijk bordes moeten worden aangebracht om het zogenaamde lastentje te realiseren. Dit ter verkrijging van een geconditioneerde ruimte en dientengevolge kwalitatief verantwoord laswerk (alsmede conservering).

### 5.4.2 De hamerstukken

Nadat de pylonen gereed zijn kunnen de hamerstukken worden gemonteerd. De montagewijze is hiervoor onder 'De Pylonen' omschreven. Voor fabricagemethode c.a. zie de volgende paragraaf.

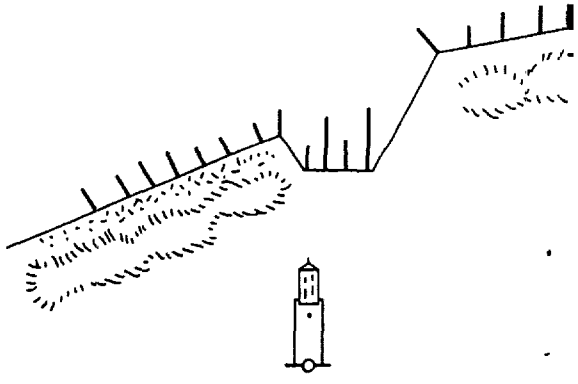
### 5.4.3 De hoofddraagconstructie

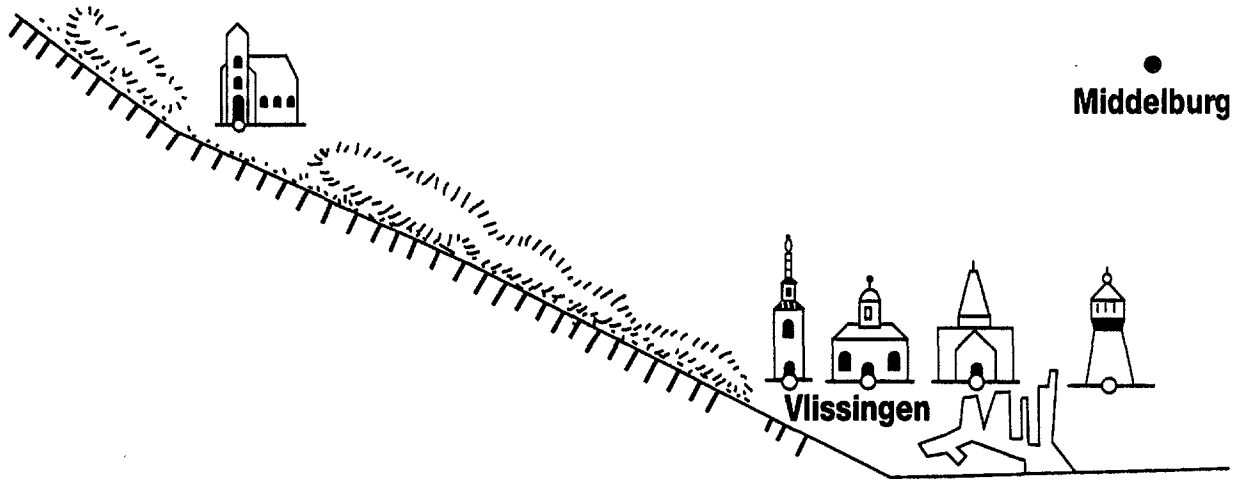
De rijdek-secties kunnen als volgt worden gefabriceerd:

1. a. fabricage van panelen (± 16 m lang, 2,4 m breed, een variabele plaatdikte en verstijvers/troggen) in een bestaande fabriek (maximaal 15 ton)
   b. conservering panelen
   c. transport van de delen naar assemblagehal op lokatie
   d. samenstellen tot sectie
   e. conservering sectie
   f. transport naar brug
2. a. fabricage, assemblage en conservering complete secties in bestaande fabriek
   b. transport naar brug (130-200 ton)
3. a. fabricage, assemblage en conservering complete secties in fabriek op lokatie
   b. transport naar brug (130-200 ton)

*Opmerking: aan methode één wordt voorkeur gegeven.*

De hoofddraagconstructie bestaat uit een volledig gelaste koker, opgebouwd uit secties (l = 16m / b = 25m). Een sectie wordt opgebouwd uit een tiental panelen van elk 16 m lengte en een massa van ca. 15 ton. De massa van één sectie bedraagt ca. 130-200 ton.De panelen worden in den lande gefabriceerd en geconserveerd, over de weg vervoerd en






vervolgens in de assemblagehal, op de bouwplaats, samengesteld tot secties.

De assemblagehal (l = ca. 120 m / b = ca. 20 m) is uitgerust met een bouwmal voor de secties. Met de secties wordt volgens het principe van de vrije voorbouw de hoofddraagconstructie gerealiseerd. De uitbouwwagens zijn voorzien van een hijsinrichting. Aanvoer van de sectie op ponton. Na positionering kan de lasprocedure aanvangen. Wanneer rondom is afgelast kan/kunnen de tui(en) worden gemonteerd en voorgespannen.
Deze methode maakt het mogelijk om per tuibrug (totaal 4) vanuit twee zijden uit te bouwen. *Opmerking: per tuibrug zijn twee verrijdbare uitbouwwagens nodig.*

**5.4.4 Assemblage**
Een efficiënte en economisch verantwoorde assemblage 'staat of valt' met het toegepaste lasproces. Gezien het herhalingselement is derhalve een automatisch lasproces vereist. Bijvoorbeeld een onder poederdek gelaste stompnaad.

Indien het gekozen systeem niet voorziet in het 'boven het hoofd lassen' is toepassing van een kantelmal onvermijdelijk.

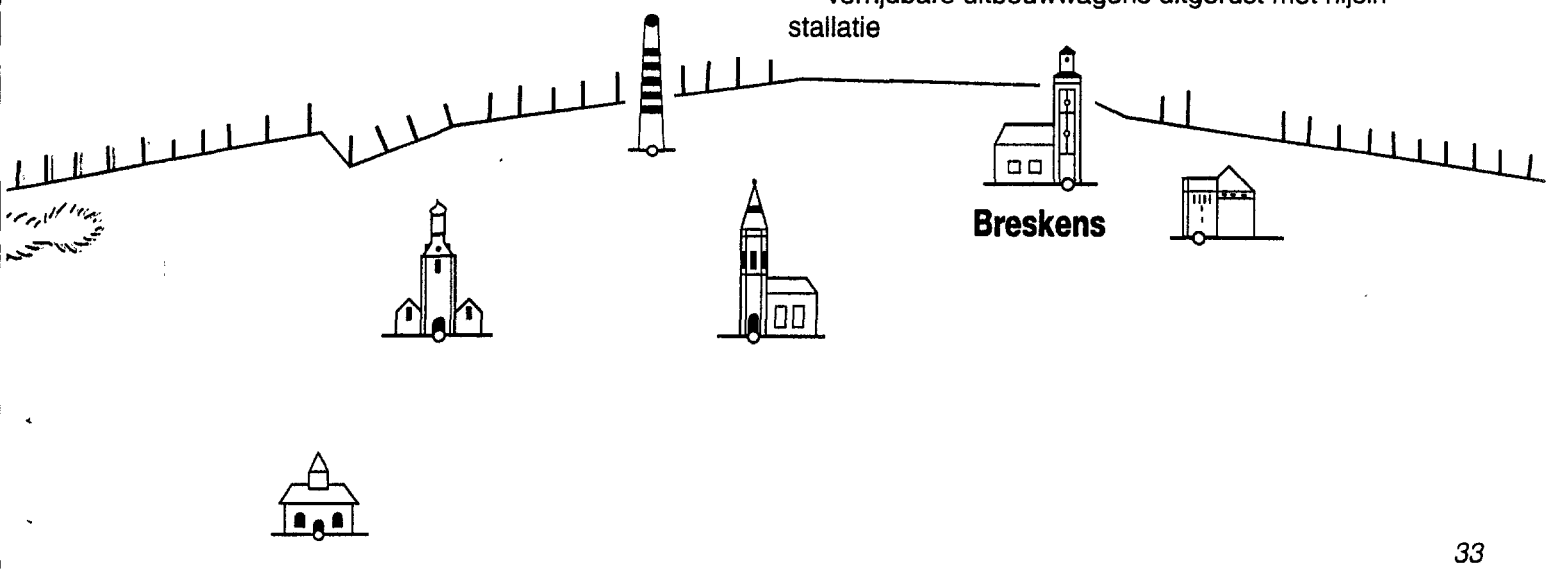
De assemblagehal ligt aan het water ten behoeve van transporten naar de bouwplaats.

**5.5 MATERIEEL EN HULPCONSTRUCTIES**
(op de bouwplaats)

**5.5.1 Algemeen**
Voor het monteren van de uit secties opgebouwde pylonen zijn nodig:
- drijvende bokken, ankerlierbak c.a.
- ponton voor aanvoer pyloonsecties
- verbinden secties: hulpbordessen ten behoeve van opbouw lastent en conserveringsconstructie.

Voor assemblage hamerstukken en secties:
- assemblagehal van voldoende afmeting (dit in relatie met verlangde capaciteit) uitgerust met:
  -kantelmal en lasportaal
  -vaste mal (voor samenstellen secties)
  -hijsinstallatie voor meerdere panelen (bijvoorbeeld drie stuks)
  -lasequipment
  -straal- en conserveringsequipment
  -transportsysteem voor komplete secties
  -elektrische installatie (met hoog- en laagspanningsruimte)
  -magazijn
  -leidingsysteem voor gas, zuurstof en lucht
  -hulpbordessen
  -verlichting en verwarming (geconditioneerde ruimte(n)).

Voor montage secties:
- pontons
- verrijdbare uitbouwwagens uitgerust met hijsinstallatie



- hulpbordessen
- las- en conserveringsequipment.

### 5.5.2 Bereikbaarheid

De te verwerken hoeveelheden beton zijn per caisson veel groter dan bij de hangbruggen, omdat zij veel hoger moeten worden opgebouwd. Alleen al om die reden is een hulpbrug interessant.

De omvang van de te verrichten laswerkzaamheden is per pyloon en bijbehorende deksectie zodanig dat ook hier is gekozen voor een hulpbrug met werkplatforms naast de caissons.

## 5.6 EFFECTEN VOOR DE OMGEVING

### 4.6.1 Scheepvaart

Tijdens monteren van de pylonen is rekening te houden met een straal van 300 m voor het verankeringspatroon van het plaatsingsequipment. Dit laat voldoende ruimte over voor de scheepvaart. Tijdens de plaatsingsmanoeuvre geldt een beperking van de vaarsnelheid, terwijl op het moment van plaatsen (op een kentering) voor ca. twee uur wordt gestremd.

Tijdens montage van de brugsecties: eventueel een beperking voor de scheepvaart; indien nodig een snelheidsbeperking en/of omleggen van de vaargeul.

## 5.7 UITVOERINGSPLANNING

Enkele uitgangspunten zijn:

<u>fabricagetijd</u> 60 h/ton hetgeen betekent:

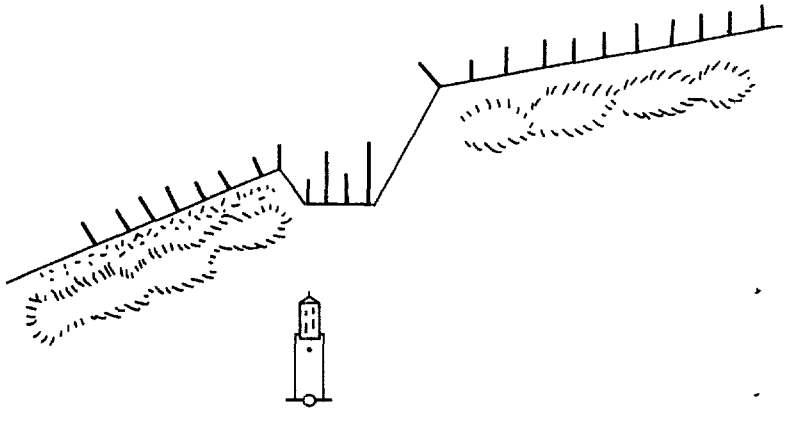
227 mj. voor de 4 pylonen

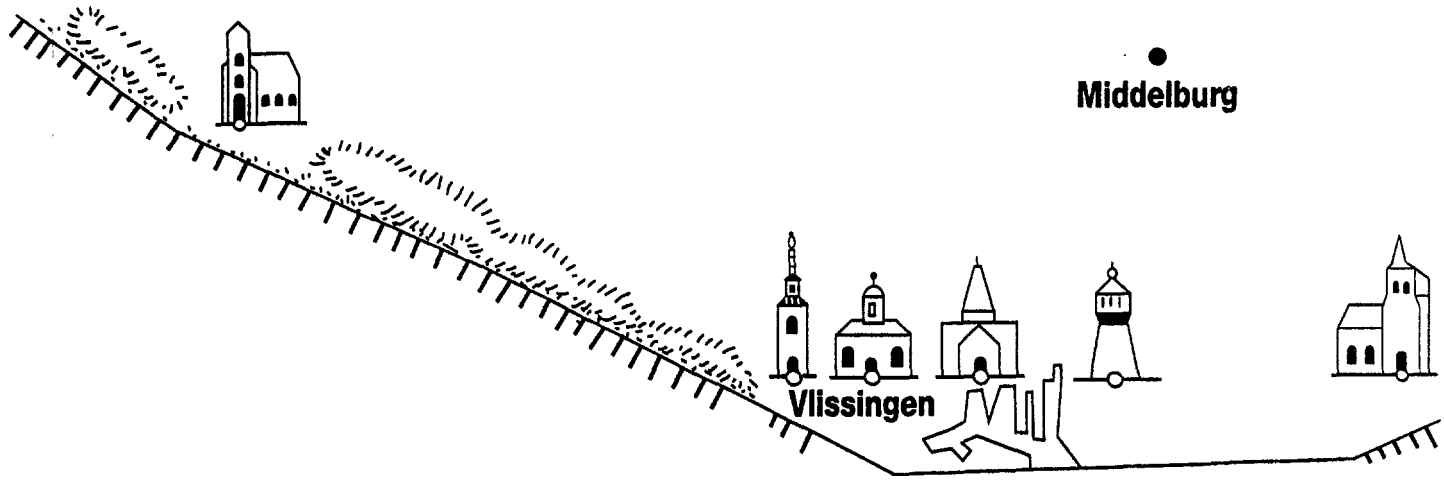
600 mj. voor de verstijvingsconstructie.

<u>montagetijd</u>

- Voor pylonen afhankelijk van het maken van de lassen tussen de onderlinge delen.
- Voor wat betreft de rijdeksecties is het mogelijk om bij elk van de 4 tuibruggen aan twee zijden uit te bouwen *(Acht uitbouwwagens nodig)*. Dit maakt het aannemelijk om de secties in ongeveer een half jaar tijd te monteren.

Voorbereidende werkzaamheden, zoals het maken van caissons nemen zodanig veel tijd in beslag van de totaal geplande bouwtijd van ca. 5 jaar, dat uitbouw van alle vier de bruggen tegelijk noodzakelijk lijkt. Dit is niet los te zien van de extra investeringen, die hiervoor moeten worden gedaan (grote capaciteit fabriek, meer uitbouwwagens enzovoorts). Tevens ligt er een relatie met het gereed komen van de totale overspanningsconstructie (tunnel, damvak en brug) en de toeleidende wegen.





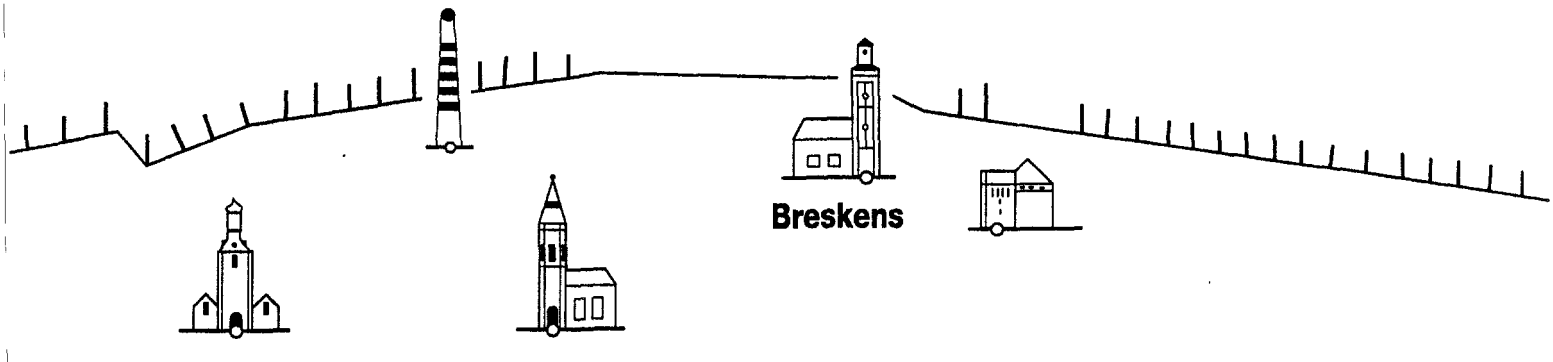

## 5.8 TE VERWERKEN MATERIALEN (GLOBAAL)

Hoeveelheden staal:

| | Tuibrug | | Hangbrug | |
|---|---|---|---|---|
| | (Beton) | (Staal) | (Enkele) | (Dubbele) |
| Tuien | 2.400 ton | | | |
| buitenste br. | | 397 ton | | |
| binnenste br. | | 673 ton | | |
| Leuning+ geleiderail | 570 ton | 570 ton | | |
| Tuikabel-bescherming | 72 ton | 72 ton | | |
| H.W.A. | 9 ton | 9 ton | | |
| Opleggingen | | 41 ton | | |
| Pylonen | | | 2x1.800=3.600 ton | |
| buitenste br. | | 2x1.205=2.410 ton | | |
| binnenste br. | | 2x1.680=3.360 ton | | |
| (zijpylonen) | | | | 2x1.380=2.760 ton |
| (middenpyloon) | | | | =2.000 ton |
| Zadels | | | 4x21=84 ton | 2x15=30 ton |
| idem | | | | 4x17=68 ton |
| Hoofdliggers | | 14.890 ton | 94 st=14.370 ton | 106 st=15.564 ton |
| Hoofdkabel | | | 2x3.250=6.500 ton | 2x2.560=5.120 ton |
| Hangers | | | 2x85=170 ton | 2x60=120 ton |
| Spreidzadels | | | 4x28=112 ton | 4x28=112 ton |
| Hangerklemmen met verankeringen en sockets | | | 540 ton | 570 ton |
| Lengte Hoofdkabel | | | 2002m1 | 2.152 ml |

Hoeveelheden diversen:

| | Tuibrug beton | Tuibrug staal | Enkele Hangbrug | Dubbele Hangbrug |
|---|---|---|---|---|
| Caissons in bouwdok | 33.000 | 26.200 | 16.700 | 20.100 |
| Caissons in situ | 43.900 | 35.800 | 9.300 | 17.900 |
| Aanbruggen | 11.200 | 8.600 | 1.100 | 11.200 |
| Pylonen | 14.600 | | | |
| Rijdekken | 25.600 | | | |
| Ankerblokken | | | 55.900 | 46.700 |
| Tunnelelementen in bouwdok | 125.000 | 125.000 | 125.000 | 125.000 |
| Afrit Noord | 9.000 | 9.000 | 9.000 | 9.000 |
| Afrit Zuid | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| Tunnel afbouw | 33.000 | 33.000 | 33.000 | 33.000 |
| Totaal m³ beton | 305.300 | 247.600 | 260.000 | 274.900 |
| asfalt aanbruggen | 4.000 m² | 4.900 m² | 1.700 m² | 1.700 m² |
| idem overbrugging | 33.000 m² | | | |
| idem ankerblokken | | | | |
| ballastzand pijler caissons | 131.000 m³ | 102.000 m³ | 53.000 m³ | 97.000 m³ |
| idem ankerblokken | | | 24.000 m³ | 21.000 m³ |
| geleiderail aanbruggen | 550 m1 | 800 m1 | 310 m1 | 310 m1 |
| idem overbrugging | 5.300 m1 | | | |
| idem ankerblokken | | | 370 m1 | 370 m1 |
| grondwerk ankerblokken | | | 100.000 m³ | 77.000 m³ |



# 6. NATTE WERKEN

## 6.1 INLEIDING

Dit hoofdstuk beschrijft de uitvoering van de natte werken in het tracé van de vaste oeververbinding.

Voor zover de 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. Het uitvoeringsprincipe blijft echter voor alle varianten ongewijzigd.

Beschreven wordt een veronderstelde optimale uitvoering. Uiteraard zijn de methode van uitvoering en de inzet van materieel mede afhankelijk van de ervaring van de uitvoerende aannemer en de beschikbaarheid van bepaald materieel. De optimalisatie geldt ook afzonderlijke keuzen. Bij geavanceerde uitvoeringsmethoden kunnen te verwerken materialen nauwkeurig en in minimale hoeveelheden worden aangebracht (steenstorter met Dynamic Positioning System). Bij inzet van conventioneler materieel moet meer materiaal worden verwerkt om aan de minimale eisen te kunnen voldoen (drijvende kraan, eventueel met stortraam).

Bij deze beschrijving behoren de tekeningen B 107080 t/m B 107083.

## 6.2 ALGEMEEN

### 6.2.1 Bouwterreinen en werkhaven

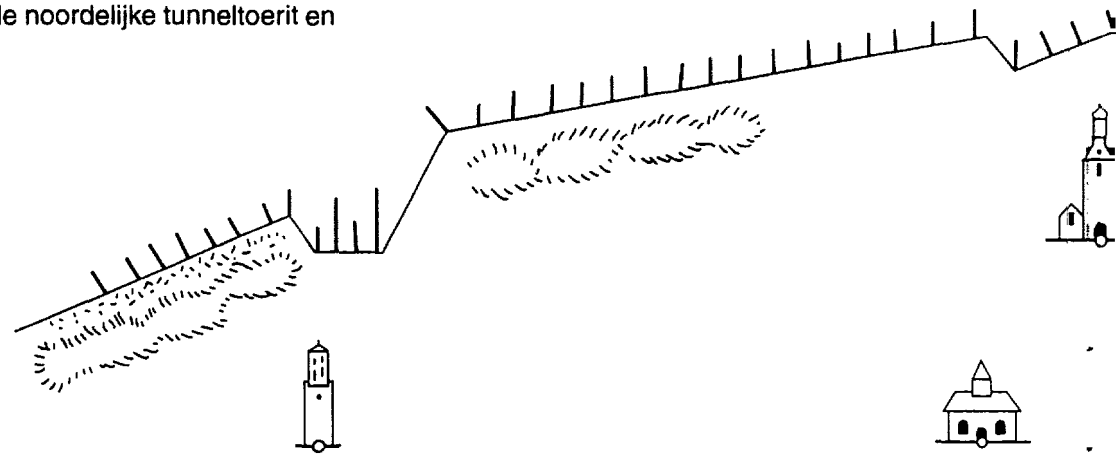
Zowel voor de aanleg van het damvak Middelplaat als voor de bouw van de noordelijke tunneltoerit en de zuidelijke brugaanlanding zullen grote hoeveelheden bouwmaterialen over water naar het damvak moeten worden vervoerd en daar overgeslagen of in depot gebracht. Ook voor aan- en afvoer van personeel en (zwaar) materieel zullen voorzieningen moeten worden getroffen. Aanleg van een werkhaven op de Middelplaat is dus noodzakelijk.

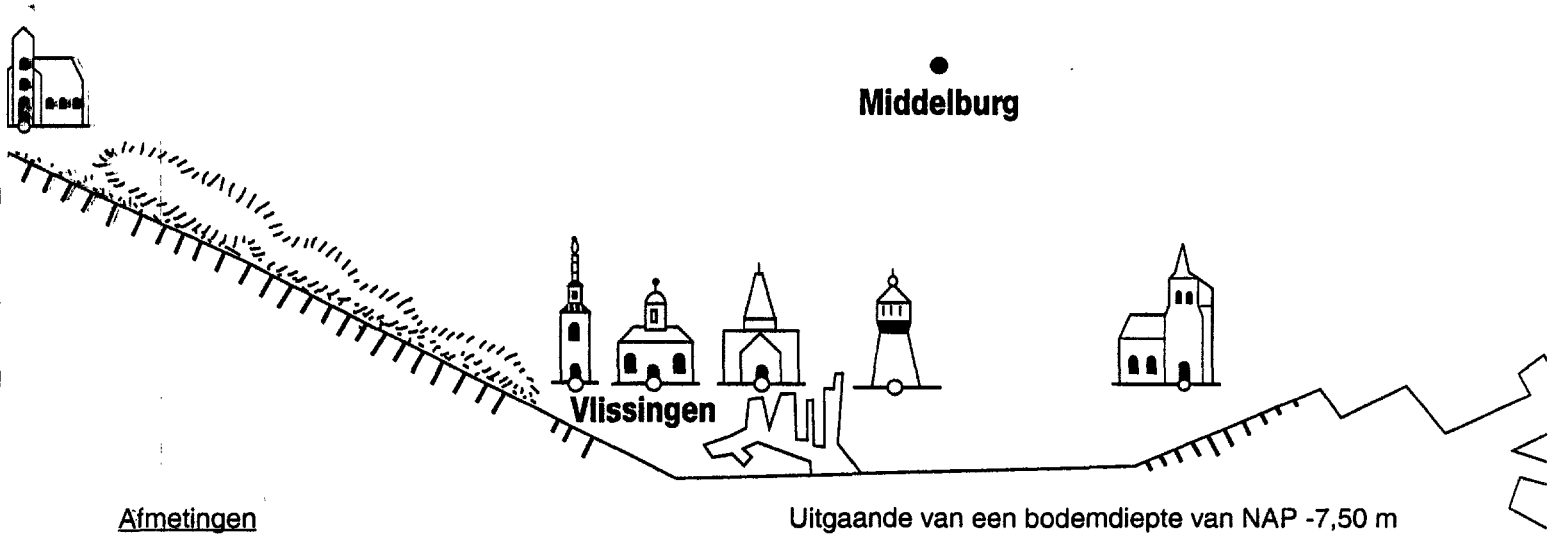
In de directe omgeving van de uit te voeren werken zijn noch langs de Zuid-Bevelandse noch langs de Zeeuwsch-Vlaamse oever geschikte faciliteiten aanwezig. Daarom wordt de werkhaven op de Middelplaat ook geschikt gemaakt voor de uitvoering van alle andere natte werken in de Everingen en de Pas van Terneuzen. Verder zal de werkhaven dienst moeten kunnen doen als overlig- en vluchthaven.

Lokatie

Uit nautische 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 in en uit de werkhaven.

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 garandeert de meest gunstige ligging voor wat betreft wind en golven.






Afmetingen

De oppervlakte van de werkhaven wordt bepaald door het gebruik voor overslag materialen, depotvorming, benodigde kadelengtes en overliggen van schepen, bakken, kranen en dergelijke. Van invloed is ook de uitloop van schepen, die bij maximaal eb- of vloedstroom de haven in willen lopen.

Lokaal dient rekening gehouden met de aanwezigheid van kabels en leidingen op de Middelplaat.

De breedte van de haven varieert - in de bodem - tussen ca. 250 en 400 m; de lengte bedraagt ca. 500 m; de totale oppervlakte in de bodem is ca. 16 ha.

De diepte van de haven is afgestemd op gebruik van pontons, kranen, steenstorters en dergelijke en van schepen voor aanvoer van materialen. Deze moeten onder alle normale getijomstandigheden onbelemmerd in en uit kunnen varen.

Voor de diepgang van nat materieel en (geladen) schepen wordt van de volgende waarden uitgegaan:

| | | diepgang |
|---|---|---|
| Europa-schip | ca. 1350 t | ca. 2,50 m |
| groot Rijnschip | 2000 - 2500 t | ca. 2,70 m |
| duwbak | 1750 - 2750 t | 3,50 - 4 m |
| cutterzuiger | Ø 0,80 à 0,90 m | 2,50 - 4 m |
| baggermolen | 800 à 900 l | ca. 3,50 m |
| steenstorter | ca. 1800 t | ca. 4 m |
| splijtbak | ca. 1500 t | ca. 4 m |
| werkponton | div. | ca. 2,50 m |
| overslagkraan | 5 - 15 t | 1 - 2 m |
| drijvende bok | | 3 - 5 m |

Uitgaande van een bodemdiepte van NAP -7,50 m varieert de waterdiepte in de haven onder verschillende getijomstandigheden (Terneuzen) als volgt:

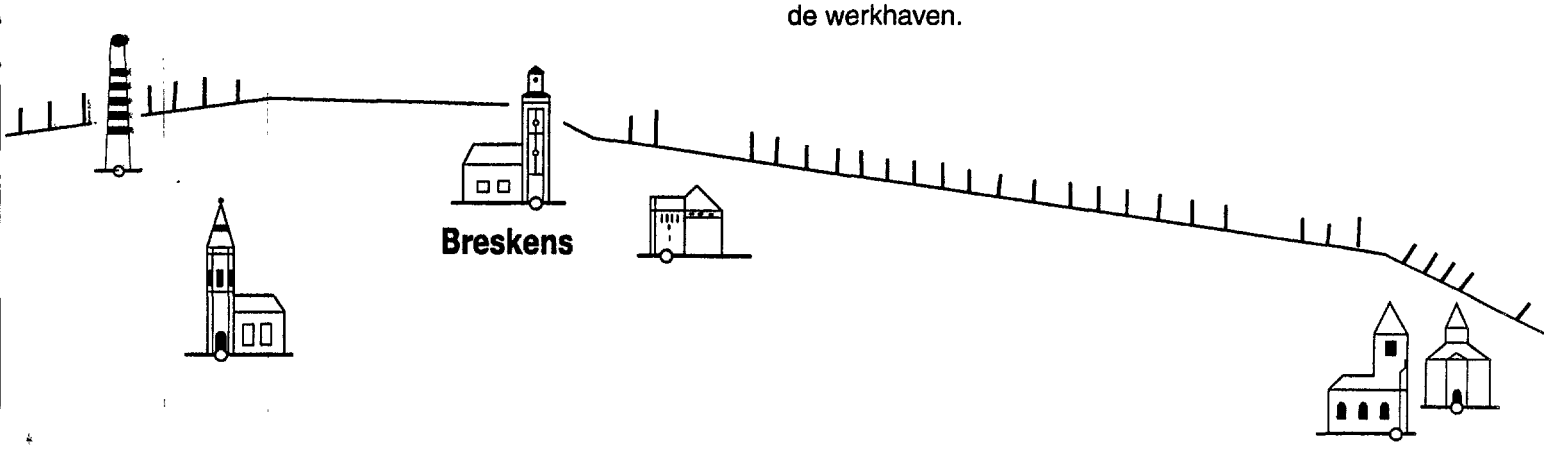
| | = NAP | d = |
|---|---|---|
| L.W.- dood tij | - 1,60 m | 5,90 m |
| G.L.W. | - 1,93 m | 5,57 m |
| L.W.- springtij | - 2,15 m | 5,35 m |
| G.L.L.W.S. | - 2,59 m | 4,91 m |
| 1 x per jaar | - 2,95 m | 4,55 m |
| 1 x per 10 jaar | - 3,25 m | 4,25 m |
| laagst bekende stand | - 3,50 m | 4,00 m |

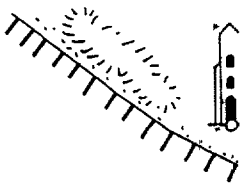
Op grond van deze gegevens is de te onderhouden diepte van de haven bepaald op NAP -7,50 m. Tijdens de aanleg van de haven kan in verband met te verwachten aanzanding alvast een overdiepte van ca. 1 m worden meegenomen.

Gedurende de gebruiksfase van de haven wordt deze op diepte gehouden door agitatiebaggeren.

Uit een eerste - globale - schatting van de sedimentatie in de werkhaven blijkt dat moet worden gerekend op een aanzanding per jaar van ca. 1 m in de haven en van ca. 1,50 m in de toegangsgeul (zie nota 'Basisgegevens').

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 ca. 2 ha. Alles direct bij de werkhaven.





Inrichting

De nota 'Randvoorwaarden' stelt in het hoofdstuk 'Uitvoering' 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 ontwerp en uitvoering van deze inrichtingen wordt met het tijdelijk karakter hiervan rekening gehouden. In en rond de werkhaven zullen worden aangelegd:

- een betonmortelcentrale;
- droge opslagterreinen voor bouwmaterialen en constructieonderdelen;
- een buigterrein voor betonijzer;
- een zand/grindsteiger, een cementsteiger en minstens één personensteiger;
- een loswal voor het overzetten van zwaar materieel of zware constructie-onderdelen;
- een loswal die geschikt is om onder alle getijomstandigheden 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.

Voorzieningen aan de wal

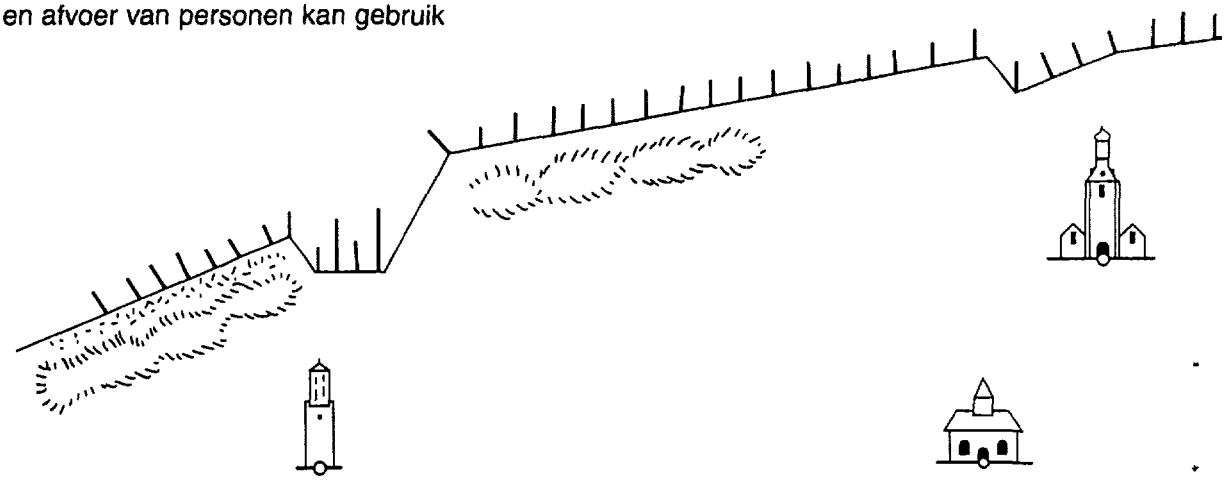
Voor het overzetten van materieel en materialen die over land worden aangevoerd, zal gebruik worden gemaakt van de faciliteiten in de Sloehaven.

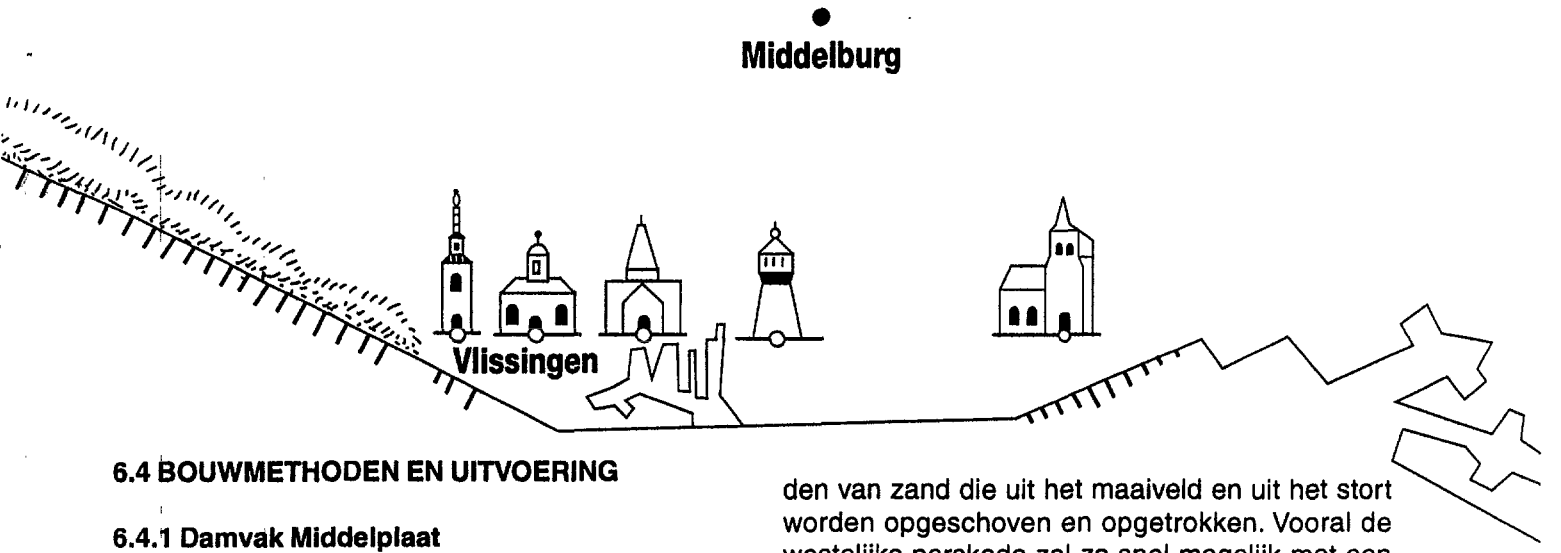
Voor aan- en afvoer van personen kan gebruik worden gemaakt van de voormalige veerhaven te Terneuzen; voor verbinding met Zuid-Beveland kan een eenvoudige personensteiger worden aangelegd nabij de noordelijke brugaanlanding.

**6.3 BOUWFASERING**

- vooruitlopend op (of gelijke tred houdend met) de vernauwing van het doorstroomprofiel van de Everingen, als gevolg van de aanleg van damvakken en het plaatsen van brugpijlers: uitvoering van compensatiebaggerwerk in de Everingen;
- aansluitend op het plaatsen van de brugpijlers: aanbrengen bodembescherming in de Everingen;
- vooruitlopend op de aanleg van de ankerblokken van de hangbrug en de noordelijke tunneltoerit moeten de damvakken Middelplaat en Zuid-Beveland ver genoeg zijn gevorderd;
- vooruitlopend op het afzinken van de tunnelelementen : baggeren tunnelsleuf en doorgraven van de vooroever van Zeeuwsch-Vlaanderen ter plaatse van de tunnelaanlanding;
- aansluitend op - en gelijke tred houdend met - het zinken van de tunnelelementen de tunnelsleuf aanvullen en afdekken;
- het dijkvak Staartsche Nol moet tijdig gereed zijn voor de aanleg van het tolplein.

Deze uitgangspunten zijn bepalend voor volgorde, start- en opleveringsdatum van de verschillende natte onderdelen. Hieruit laat zich vervolgens de grondbalans samenstellen.






## 6.4 BOUWMETHODEN EN UITVOERING

### 6.4.1 Damvak Middelplaat

Damvak

De aanleg van het damvak Middelplaat start vanuit de werkhaven. Aangezien de werkhaven aan de noordzijde van het damvak is gesitueerd wordt dit gedeelte eerst aangelegd en vervolgens naar het zuiden toe uitgebouwd.

Begonnen wordt met de aanleg van de koppen van de havendammen, tegen de rand van de Middelplaat aan. Het maaiveld ter plaatse ligt op NAP -5 m à NAP -7,50 m. Het materiaal waarmee de dammen worden gebouwd - slakken en breuksteen - kan rechtstreeks uit de aanvoerschepen met drijvende kranen in het werk worden gelost.

Zodra de westelijke havendam ca. 150 m is uitgebouwd kan worden begonnen met het ontgraven van de werkhaven en het opspuiten van het damvak. Een cutterzuiger breekt in vanuit de Everingen. De persleiding wordt gesteld via het gereed gekomen deel van de westelijke havendam, naar het op te spuiten damvak waar het eerste stort wordt ingericht. Zodra het stort voldoende hoogte heeft bereikt (ruim boven G.H.W.) worden bulldozers, loaders en hydraulische kranen aangevoerd om perskaden vooruit te bouwen en het stort verder in te richten en te controleren.

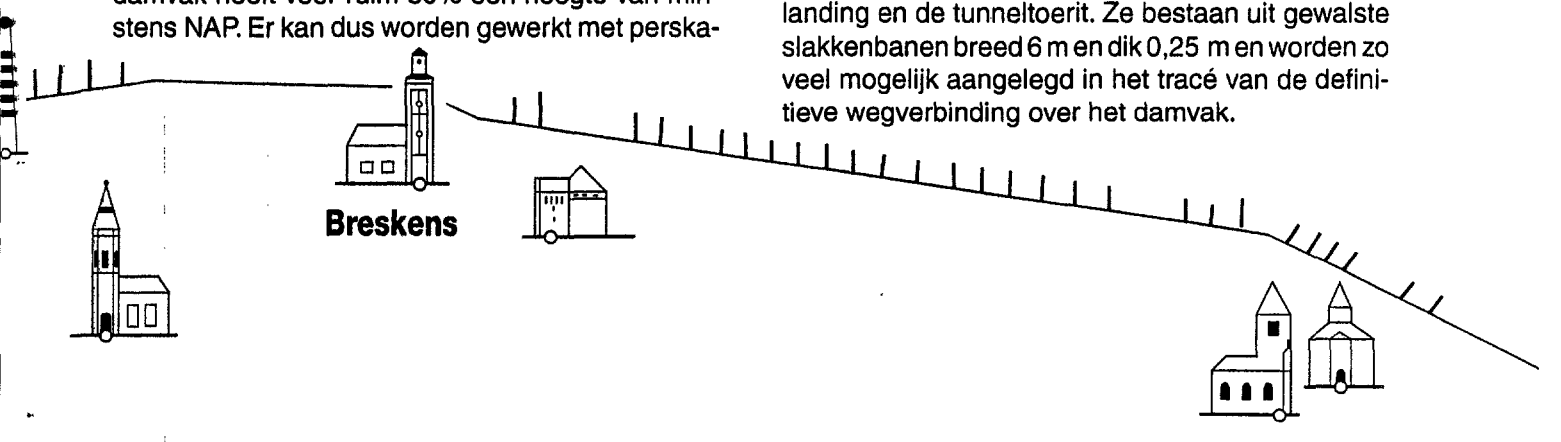
Het maaiveld ter plaatse van het tracé van het damvak heeft voor ruim 80% een hoogte van minstens NAP. Er kan dus worden gewerkt met perskaden van zand die uit het maaiveld en uit het stort worden opgeschoven en opgetrokken. Vooral de westelijke perskade zal zo snel mogelijk met een laag slakken of mijnsteen tegen golfaanval moeten worden verdedigd. Deze tijdelijke verdediging wordt in de later aan te leggen definitieve verdedigingsconstructie opgenomen.

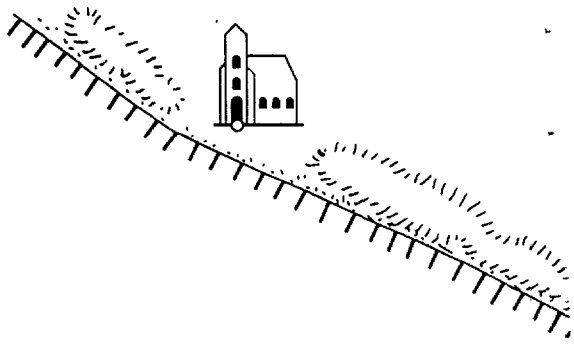
Is het eerste stort ver genoeg in zuidelijke richting gevorderd dan wordt daarachter een tweede stort ingericht om daarmee dit gedeelte van het damvak, inclusief de brugoprit, op hoogte te brengen.

Het is van belang met het eerste stort zo snel mogelijk de Middelplaat te overbruggen teneinde te grote zandverliezen te voorkomen op het open stort en - als gevolg van maaiveldverlaging - vóór het stort. Tegen de tijd dat het stort de zuidelijke damkop bereikt wordt het stort gesloten met kaden. Het maaiveld ter plaatse heeft een hoogte tussen NAP -2,50 m en NAP -5 m, zodat de kaden van slakken moeten worden opgebouwd. Het perswater wordt via lozingskisten afgelaten.

Achter het zandspuiten aan worden de bekledingsconstructies bestaande uit slakken en/of mijnsteen, breuksteen en klei aangebracht. Gezien de hoge ligging van het maaiveld kan dit voor het overgrote deel in den droge uitgevoerd worden vanuit de werkhaven, via overslag of uit depots aldaar.

Onmiddellijk na het gereedkomen van het zand spuiten worden werkwegen aangelegd vanaf de werkhaven naar de bouwplaatsen van de brugaanlanding en de tunneltoerit. Ze bestaan uit gewalste slakkenbanen breed 6 m en dik 0,25 m en worden zo veel mogelijk aangelegd in het tracé van de definitieve wegverbinding over het damvak.





De aan de zuidzijde van de Middelplaat te maken tunneltoerit wordt in den droge aangelegd, binnen de omkading van de zuidkop van het damvak. In eerste instantie wordt binnen de omkading een werkterrein opgespoten tot NAP +2 m. Daar kunnen dan onder droge omstandigheden de voorbereidende werkzaamheden (aanleg bemaling maken bentoniet-cementscherm en dergelijke) worden uitgevoerd.

In een aantal volgende bouwfasen wordt - na het gereedkomen van de tunneltoerit en vóór het baggeren van de tunnelsleuf - de zuidelijke kering van de bouwput van de tunneltoerit ca. 100 m in noordelijke richting 'opgeschoven'. De oude dijk wordt ontmanteld; vrijkomende materialen worden gebruikt voor de definitieve situatie. Overtollig zand wordt met het cutteren van de zinksleuf verwijderd.

Nadat de aansluitende tunnelelementen zijn gezonken en afgedekt, wordt de zuidelijke ringdijk in z'n definitieve vorm afgewerkt. De bekledingsconstructie van de zuidelijke kop van het damvak wordt aangesloten op de afdekkingsconstructie van de tunnel. De bouwfasering van de zuidelijke kop is weergegeven op de bij deze nota behorende tekeningen B 107080 en B 107081.

Werkhaven

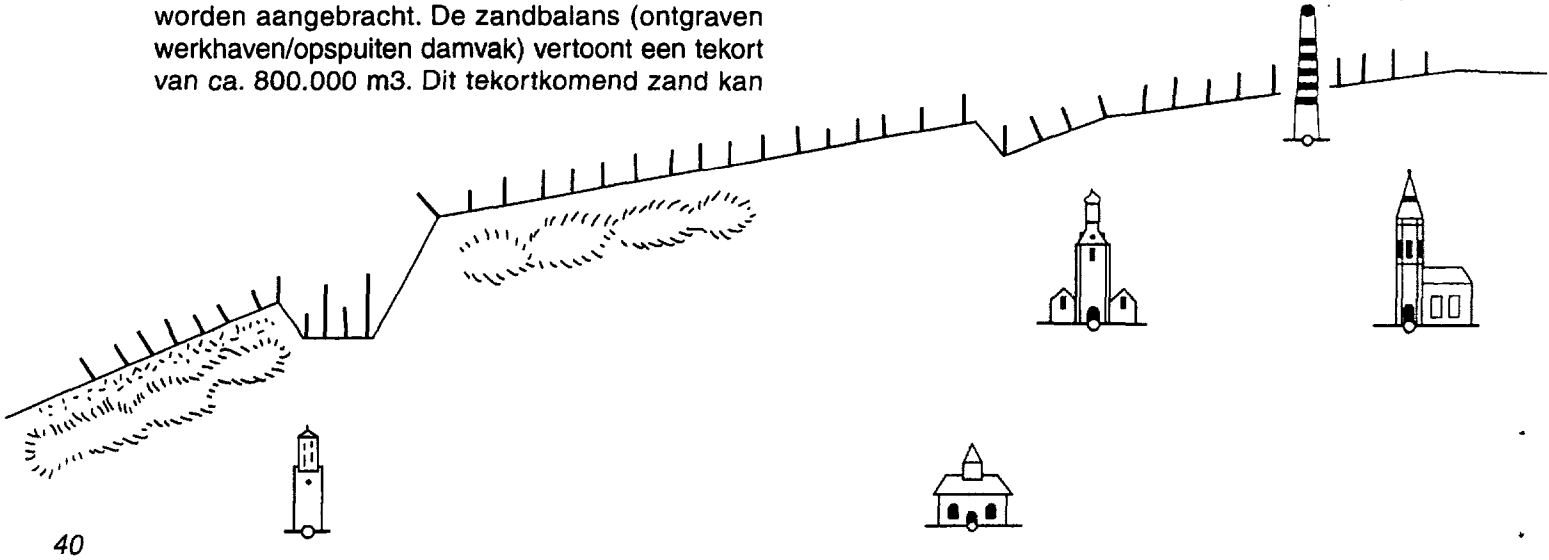
De in de werkhaven te cutteren taluds onder 1:4 worden in de tij- en golfzone afgedekt met kraagstukken met bestorting. Om instabiliteiten te voorkomen moet deze bekledingsconstructie steeds zo snel mogelijk na het cutteren van een gedeelte talud worden aangebracht. De zandbalans (ontgraven werkhaven/opspuiten damvak) vertoont een tekort van ca. 800.000 m3. Dit tekortkomend zand kan worden betrokken uit de winplaats in de Zuid-Everingen. Ten zuiden van de werkhaven, tegen het damvak aan, wordt een droog zanddepot ingericht. Gedurende de hele bouwperiode kan dit depot dienst doen als een 'sluitpost-depot' voor tijdelijk overtollig of tekortkomend zand.

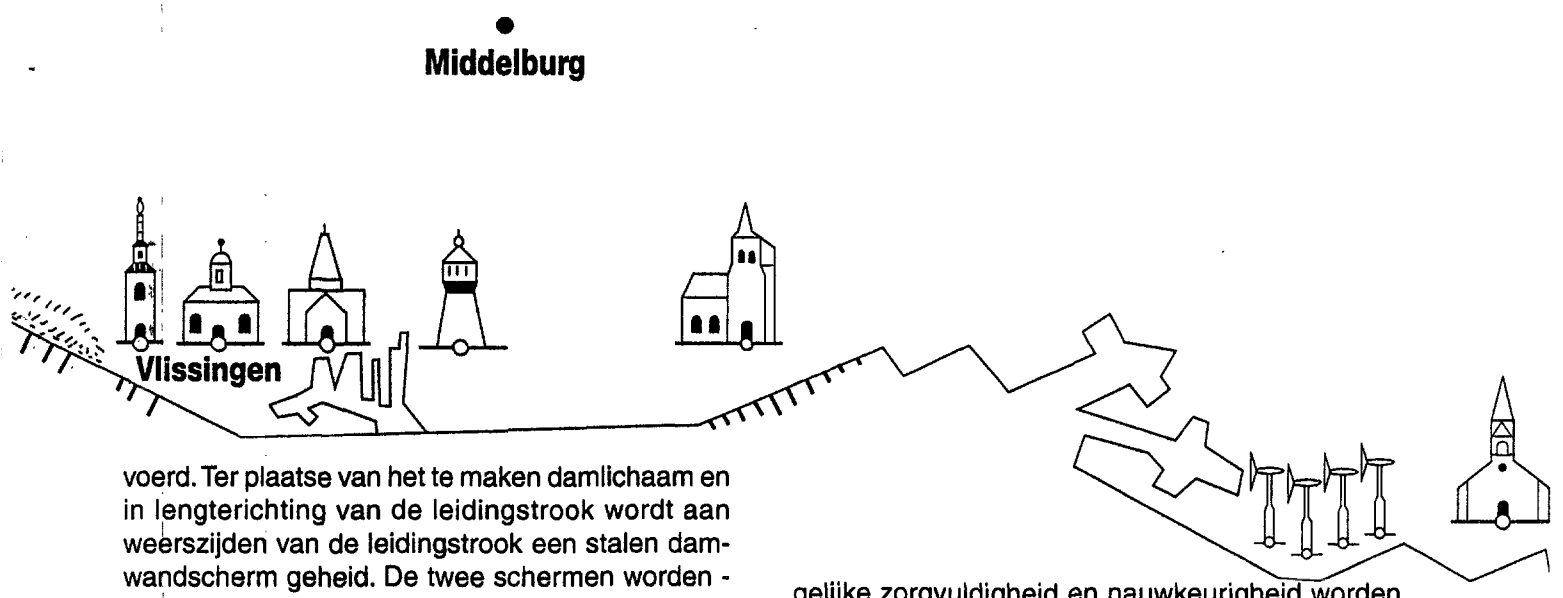
Kruising met DOW leidingbundel

Halverwege de Middelplaat vindt een kruising plaats met de DOW- leiding. Volgens de nota 'Tracé beschrijving' is het tracé van het damvak zodanig bepaald dat een kruising van de oeververbinding met de DOW-leiding plaats vindt op de hoge Middelplaat, met het damvak 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.

De leidingbundel bestaat uit twee transportleidingen elk met een diameter van 6", ter plaatse van de uit te voeren 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 door middel van een overkluizing. Na een nog uit te voeren optimalisatie kan - afhankelijk van definitief tracé en geometrie van het damvak en overleg met de leidingbeheerder - een keuze worden gemaakt van het type kruising.

Voorlopig wordt uitgegaan van een overkluizing van de leidingen. Deze kan als volgt worden uitge-






voerd. Ter plaatse van het te maken damlichaam en in lengterichting van de leidingstrook wordt aan 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 nog 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 eveneens met damwand afgesloten. Flexibele manchetten zorgen voor doorvoering van de leidingen door deze kopwanden.

Om opdrijven van de onder werkdruk staande leidingen te voorkomen zullen de damwandschermen trillingsvrij moeten worden ingebracht. Wel kunnen aanvullende maatregelen worden genomen, zoals het tijdelijk ballasten van de leidingen, en kan de werkdruk worden teruggebracht tot een minimum van 15 à 17 bar.

De overkluizing moet zijn uitgevoerd ruim vóórdat het stort de leidingen passeert.

Het maaiveld ter plaatse ligt op ca. NAP +1 m, *ongeveer tussen half-tij en hoogwater.*

Om beschadiging van de leidingen te voorkomen moeten de damwandschermen met de grootst mogelijke zorgvuldigheid en nauwkeurigheid worden ingebracht. Gedacht wordt aan uitvoering vanaf een hefplatform.

Ter optimalisatie kan worden onderzocht of het mogelijk is de constructie uit te voeren met geboorde of gespoten palen in plaats van met damwandschermen.

Produktie zandbedrijf

Uit de overall-planning is af te leiden dat de beschikbare tijd tussen start ontgraven werkhaven (opspuiten damvak) en start bouw ankerblok hangbrug ongeveer veertien maanden bedraagt. Tot start aanleg tunnelinrit is ca. achttien maanden beschikbaar. Voor cutteren en spuiten zand is dan ca. tien maanden of ca. veertig weken beschikbaar. De te cutteren hoeveelheid bedraagt ca. 2.400.000 m3. De benodigde gemiddelde produktie bedraagt dus

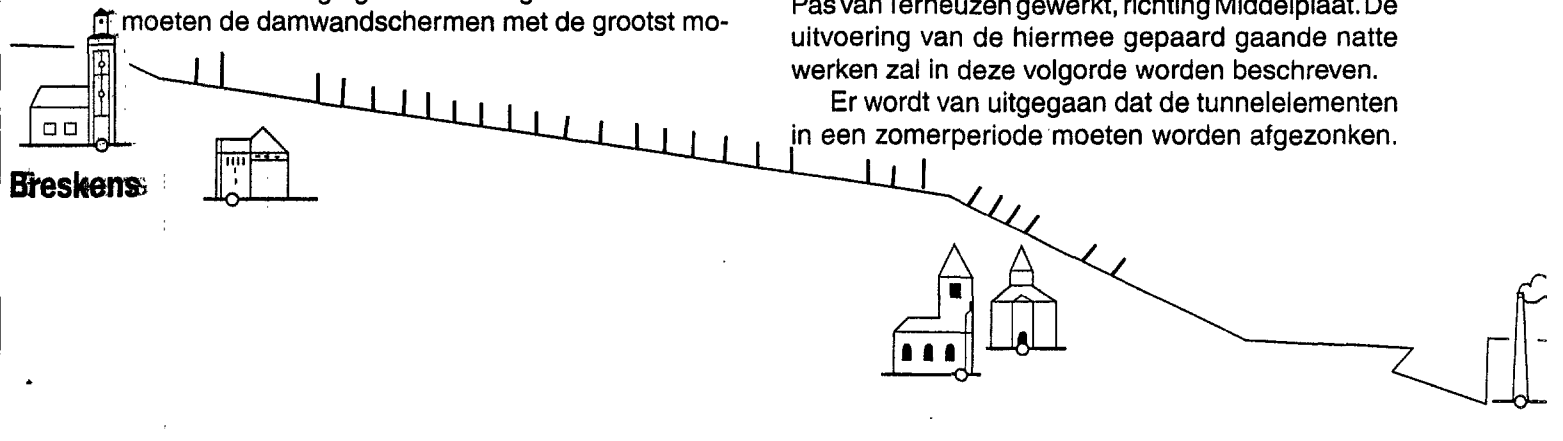
$$\frac{2.400.000}{40} = 60.000 \text{ m3 per week}$$

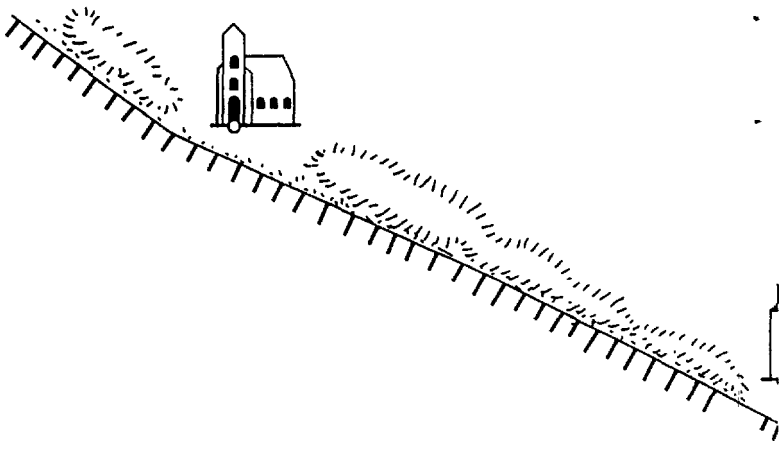
Conclusie: het zandbedrijf is niet kritisch.

### 6.4.2 Tunnelaansluiting Zeeuwsch-Vlaanderen

De volgorde van afzinken van de tunnelelementen is van zuid naar noord. Eerst wordt dus de aansluiting van de tunnel op het vaste land van Zeeuwsch-Vlaanderen uitgevoerd, en vervolgens wordt door de Pas van Terneuzen gewerkt, richting Middelplaat. De uitvoering van de hiermee gepaard gaande natte werken zal in deze volgorde worden beschreven.

Er wordt van uitgegaan dat de tunnelelementen in een zomerperiode moeten worden afgezonken.





Het afzinken van het eerste element omstreeks half april betekent dat alle voorafgaande werkzaamheden ter plaatse van de hoogwaterkering en de vooroever gedurende de voorafgaande winterperiode moeten worden uitgevoerd. Deze werkzaamheden zullen dus met de grootst mogelijke zorg en begeleiding moeten worden verricht, waarbij te allen tijde voldoende materiaal en materieel op het werk beschikbaar moet zijn om bij (dreigende)calamiteiten onmiddellijk in te kunnen grijpen.

Hoogwaterkering

Gedurende de bouwfase 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.

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.

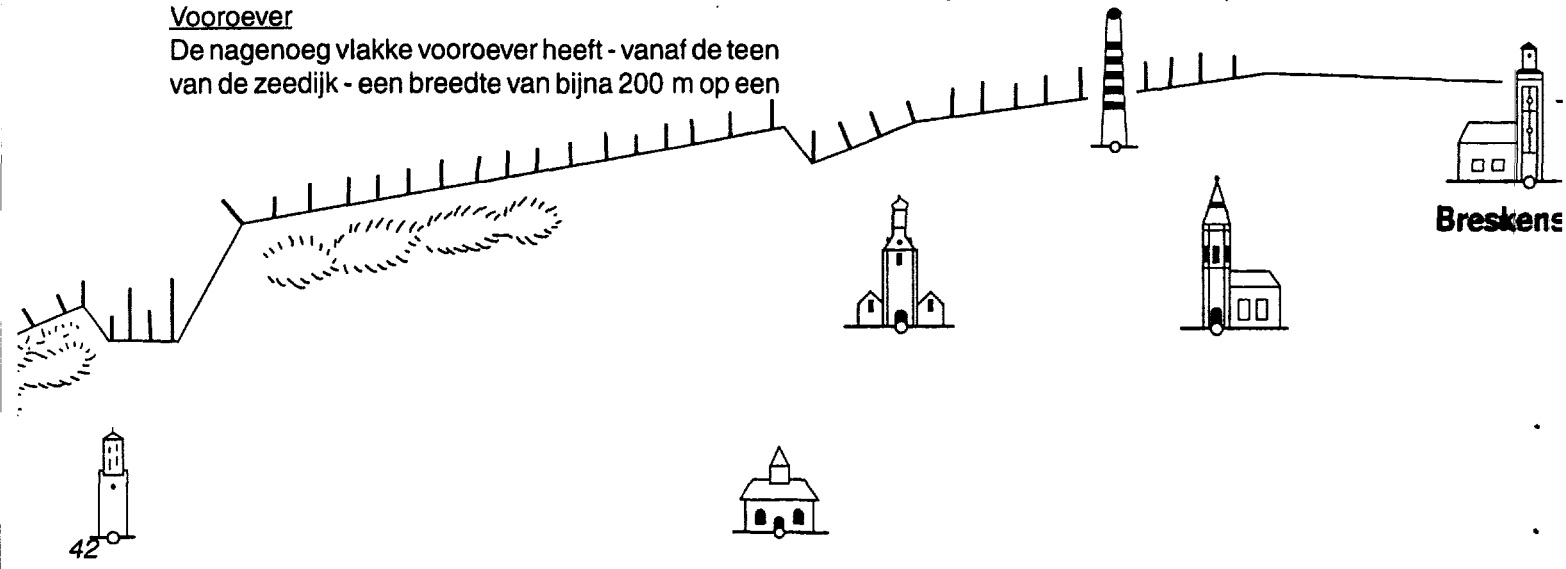
Afhankelijk van fasering en voortgang van het werk en van het seizoen waarin de werkzaamheden aan de hoogwaterkering plaatsvinden, moeten tijdelijke verdedigingsconstructies worden aangebracht om te allen tijde de veiligheid van het achterland te waarborgen.

Vooroever

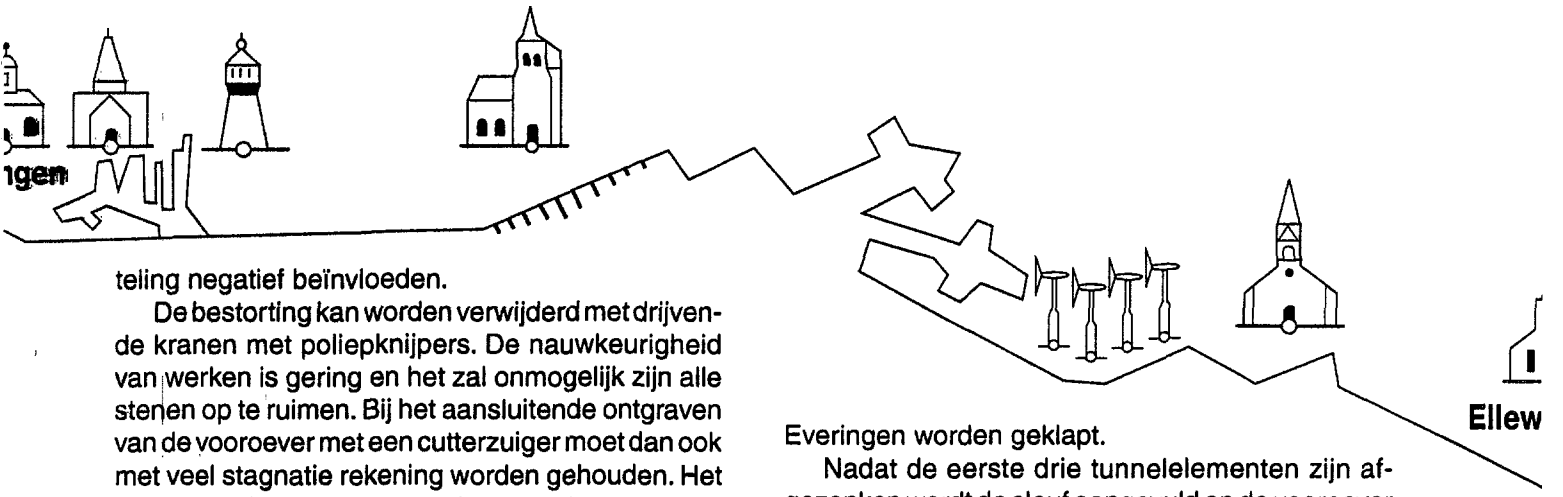
De nagenoeg vlakke vooroever heeft - vanaf de teen van de zeedijk - een breedte van bijna 200 m op een niveau van ca. NAP -1 m tot ca. NAP -2,50 m, en gaat vervolgens over in een steile oever met een talud van ca. 1:5 naar de bodem van de Pas van Terneuzen. Dit talud is zéér zettingsvloeigevoelig.

Om verdere versteiling tegen te gaan en zettingsvloeiingen te voorkomen zijn op een gedeelte van vooroever en geultalud in de jaren 1870 - 1880 bezinkingen en bestortingen aangebracht. De zink- en stortvelden op de vooroever bevinden zich globaal tussen de lijnen van NAP -1,50 m en NAP -25 m, plaatselijk tot ca. NAP -30 m. Het is niet uit te sluiten dat buiten dit gebied - rivierwaarts - restanten kunnen voorkomen van nog oudere verdedigingsconstructies. De samenstelling van de constructie 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. Vooruitlopend op het baggerwerk van de tunnelsleuf moet ca. 56.000 m2 zinkstuk met bestorting worden verwijderd. Bij een aangenomen laagdikte van 1 m bestorting moet dan ca. 90.000 ton steen worden weggeknepen of -gebaggerd.

Het is niet bekend in welke staat de eveneens te verwijderen rijshouten zinkstukken verkeren; de aanwezigheid zal zeker het tempo van de ontman-



Middelburg



teling negatief beïnvloeden.

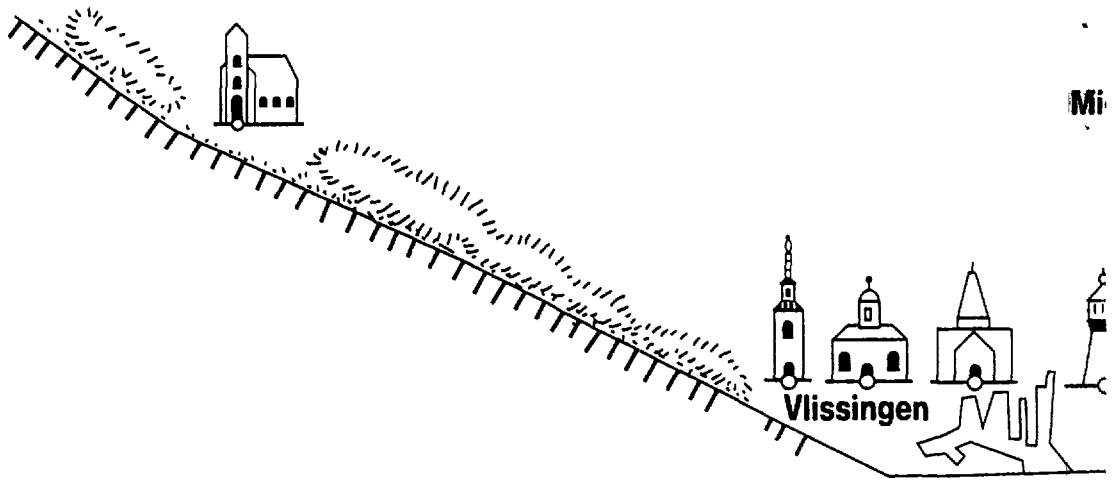
De bestorting kan worden verwijderd met drijvende kranen met poliepknijpers. De nauwkeurigheid van werken is gering en het zal onmogelijk zijn alle stenen op te ruimen. Bij het aansluitende ontgraven van de vooroever met een cutterzuiger moet dan ook met veel stagnatie rekening worden gehouden. Het is daarom beter de ontgraving van de vooroever gedeeltelijk met een baggermolen uit te voeren, waarbij een laag grond ter dikte van ca. 5 m inclusief het steenpakket wordt weggebaggerd. De verdere ontgraving wordt uitgevoerd met een cutter- of baggerwielzuiger. In verband met de zettingsvloeigevoeligheid van de vooroever moet het cutterwerk zeer geleidelijk en in niet te hoge sneden worden uitgevoerd. De taluds worden gebaggerd onder een helling van 1:7.

De totale hoeveelheid te ontgraven grond - tot aan het kopschot van het in de droge bouwput gemaakte overgangsgedeelte van de tunnel - bedraagt ca. 1.500.000 m3. Het ontgravingswerk kan in ongeveer 5 maanden worden uitgevoerd. Het steen/grondmengsel wordt in een stortplaats in de Everingen geklapt. Het vrijkomend zand wordt via een sproeiponton in bakken geladen en geklapt in een stortplaats in de Everingen. De vaarafstand - via de Zuid-Everingen - bedraagt ca. 12 km. Deze kan worden bekort tot ca. 7 km door gebruik te maken van de Geul van de Suikerplaat. Hiertoe moet dan eerst een drempel in de zuidelijke uitloop van deze geul worden opgeruimd. Om een doorgang te verkrijgen met een breedte van ca. 120 m op NAP -6 m moet ter plaatse ca. 300.000 m3 zand worden weggebaggerd. Ook dit zand kan in de stortplaats in de Everingen worden geklapt.

Nadat de eerste drie tunnelelementen zijn afgezonken wordt de sleuf aangevuld en de vooroever weer teruggebracht naar de oorspronkelijke bodemconfiguratie. Tenslotte 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 reconstructie van de vooroever na het afzinken van de tunnelelementen 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 het zand uit het werk wegvloeit in de Pas van Terneuzen, worden ter plaatse van het talud opsluitkaden van slakken aangebracht. Dit gebeurt gefaseerd vanaf de bovenkant van de tunnelelementen tot het niveau waarop de steile oever overgaat in het nagenoeg vlak liggende voorland. De voor de kaden benodigde hoeveelheid slakken - ca. 100.000 ton - kan rechtstreeks uit de aanvoerschepen in het werk worden gelost. De produktie moet worden afgestemd op de voortgang van de zandaanvulling achter de kaden.

Voor de zandaanvulling (inclusief die voor de definitieve hoogwaterkering) is ca. 1.700.000 m3 nodig. Het zand is afkomstig uit twee winplaatsen; één in de Pas van Terneuzen, op ca. 6 km, en de ander in de Zuid-Everingen, op ca. 4 km. Er kan op twee fronten worden gewerkt. Achter de kaden wordt zand geklapt en vanaf de wal wordt zand gespoten.




Op elke winplaats ligt een winzuiger. De ene bedient het klapbedrijf, terwijl de andere bakken laadt die door een voor de wal gestationeerde bakkenzuiger worden gelost. Via een walaansluiting, een wadleiding en een persleiding op de buitenberm van de zeedijk wordt het zand in het werk gespoten. Op het moment dat de slakkenkade en het zandstort een zodanige hoogte hebben bereikt (ca. NAP -5 m) dat het bakkenbedrijf te riskant gaat worden, wordt dit stopgezet. De zandaanvulling kan aldus in 2 à 3 maanden worden uitgevoerd. Op de zandaanvulling en op de taluds van de slakkenkaden kunnen tenslotte de verdedigingsconstructies worden aangebracht. De zandaanvulling wordt afgedekt met een geotextiel met rietmat. De af te dekken oppervlakte bedraagt ca. 80.000 m2.

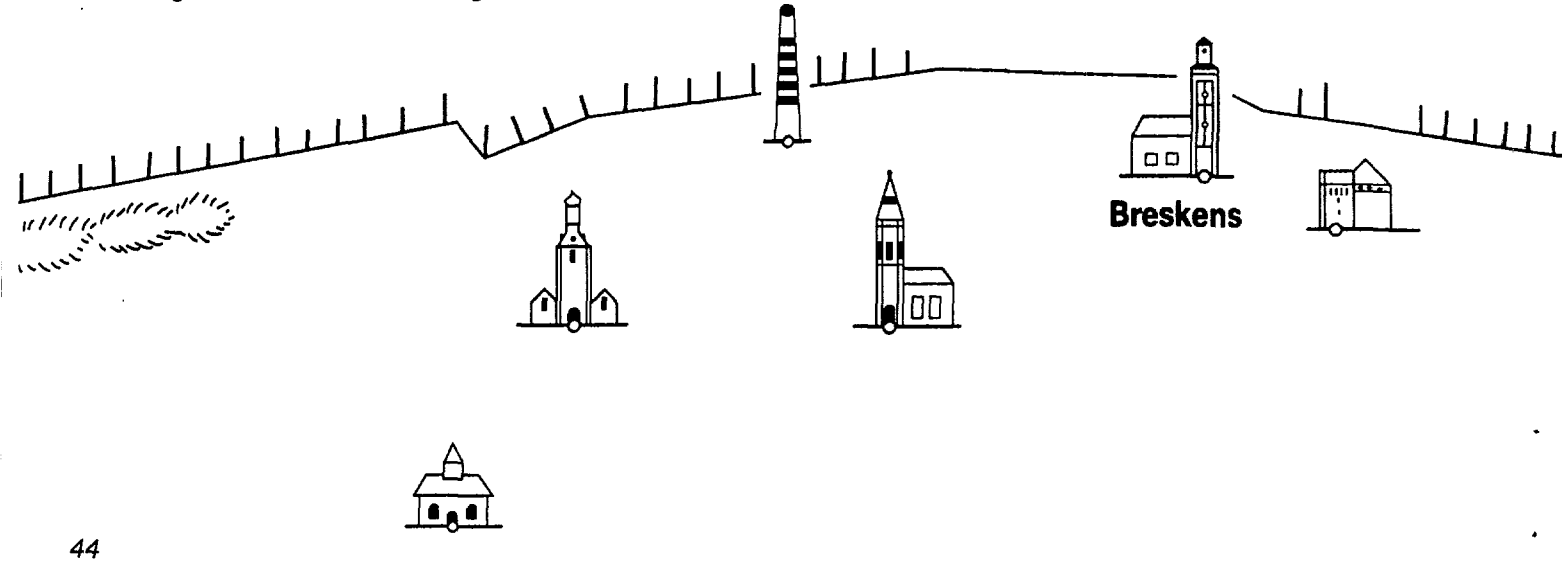
De hoogte van de zandaanvulling varieert van ca. NAP -0,50 m (teen hoogwaterkering) tot ca. NAP -2 m (overgang op talud vooroever). Het aanbrengen van de geconfectioneerde doekstukken kan over laag water in den droge worden uitgevoerd. De opgerolde stukken worden vanaf de dijk met de laadschop naar hun positie gereden, ter plekke uitgerold en geballast. Hierbij is een overlap van minimaal 0,50 m aan te houden. Totaal is ca. 100.000 ton breuksteen nodig. De steen wordt aangevoerd en over hoog water op de vooroever in depot gebracht. Over laag water wordt de breuksteen door loaders in het werk gebracht. Op de taluds van de slakkenkaden moet ca. 20.000 ton breuksteen worden aangebracht. Deze bestorting wordt rechtstreeks door drijvende kranen uit de aanvoerschepen in het werk gebracht. Het aanbrengen van de slakkenkade, de zandaanvulling en de bestortingen zal zo veel mogelijk overlappend worden uitgevoerd.

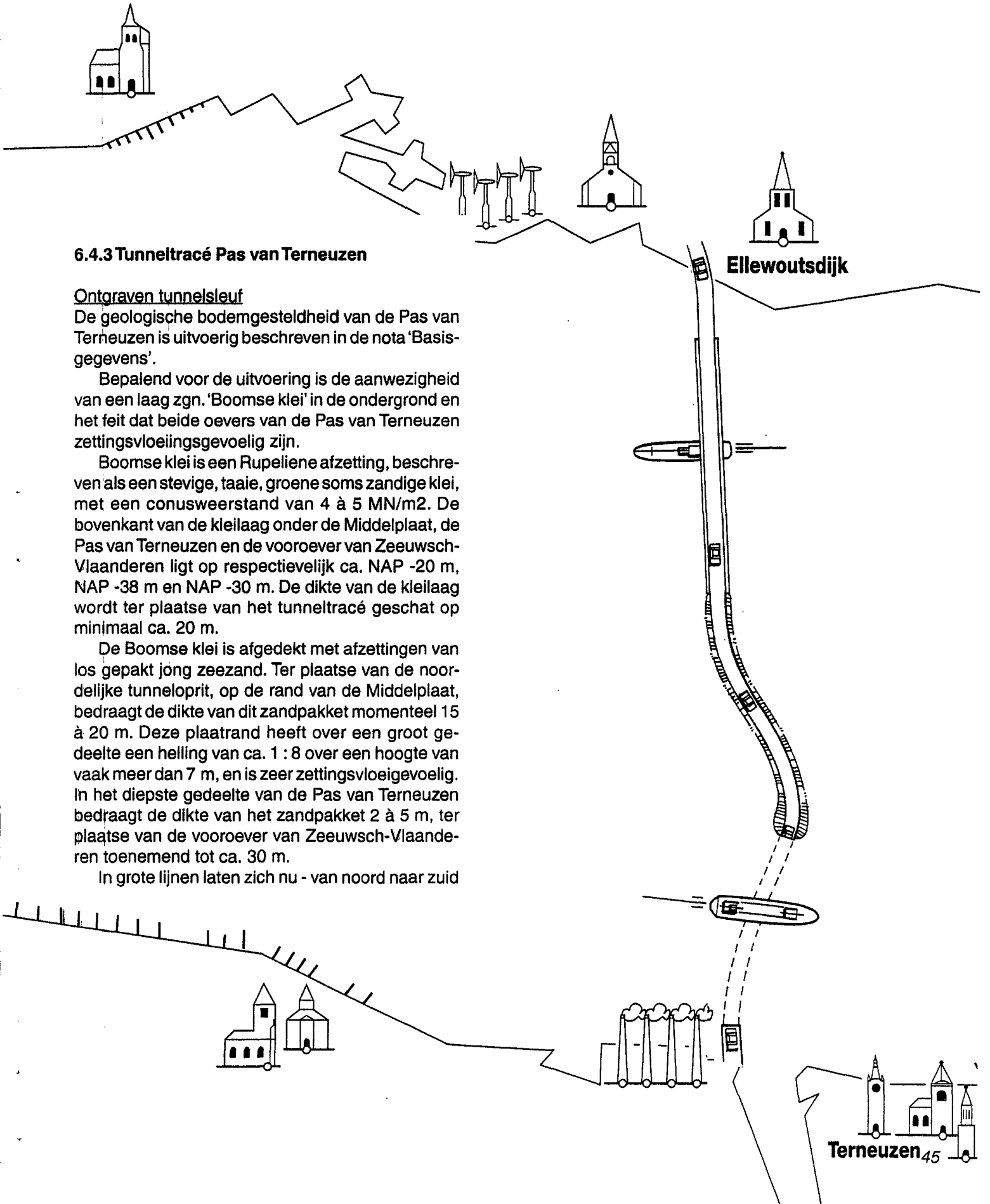
De totale reconstructie van de vooroever kan in 4 à 5 maanden zijn uitgevoerd. Intussen kan al worden begonnen met de aanleg van de definitieve hoogwaterkering.

Vuilwaterlozing DOW-Chemical

Ten westen van de aansluiting van de tunnel op Zeeuwsch-Vlaanderen bevindt zich een vuilwaterlozingspunt van DOW-Chemical. 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 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. Uitvoering zal in nauw overleg met de eigenaar van de leiding en met de dijkbeheerder moeten gebeuren.






### 6.4.3 Tunneltracé Pas van Terneuzen

Ontgraven tunnelsleuf

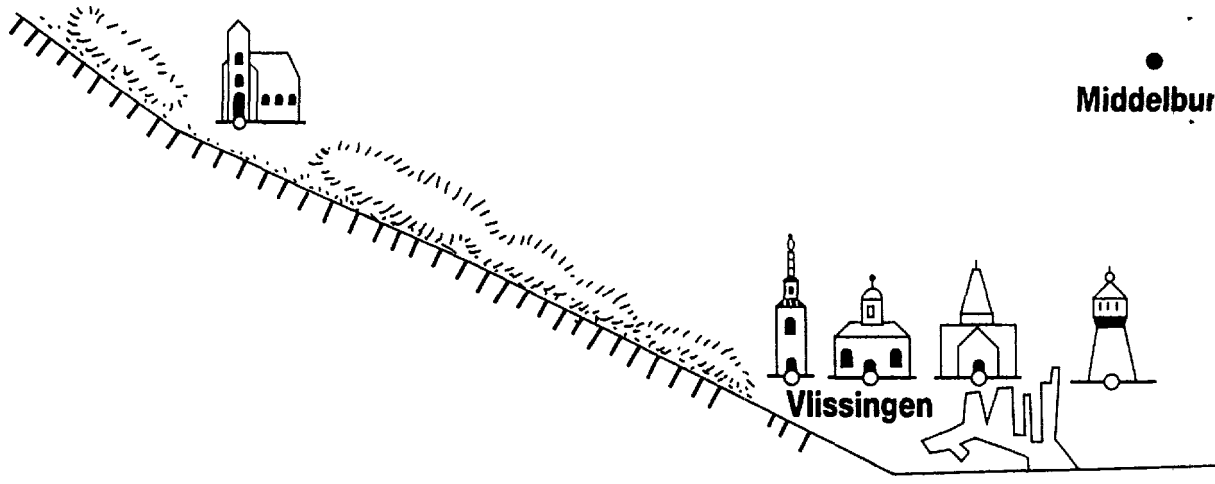
De geologische bodemgesteldheid van de Pas van Terneuzen is uitvoerig beschreven in de nota 'Basisgegevens'.

Bepalend 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, 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 respectievelijk ca. NAP -20 m, NAP -38 m en 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 Middelplaat, 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 zettingsvloeigevoelig. 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.

In grote lijnen laten zich nu - van noord naar zuid




langs het tracé gaande - een aantal karakteristieke dwarsprofielen van de tunnelsleuf vaststellen, 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.

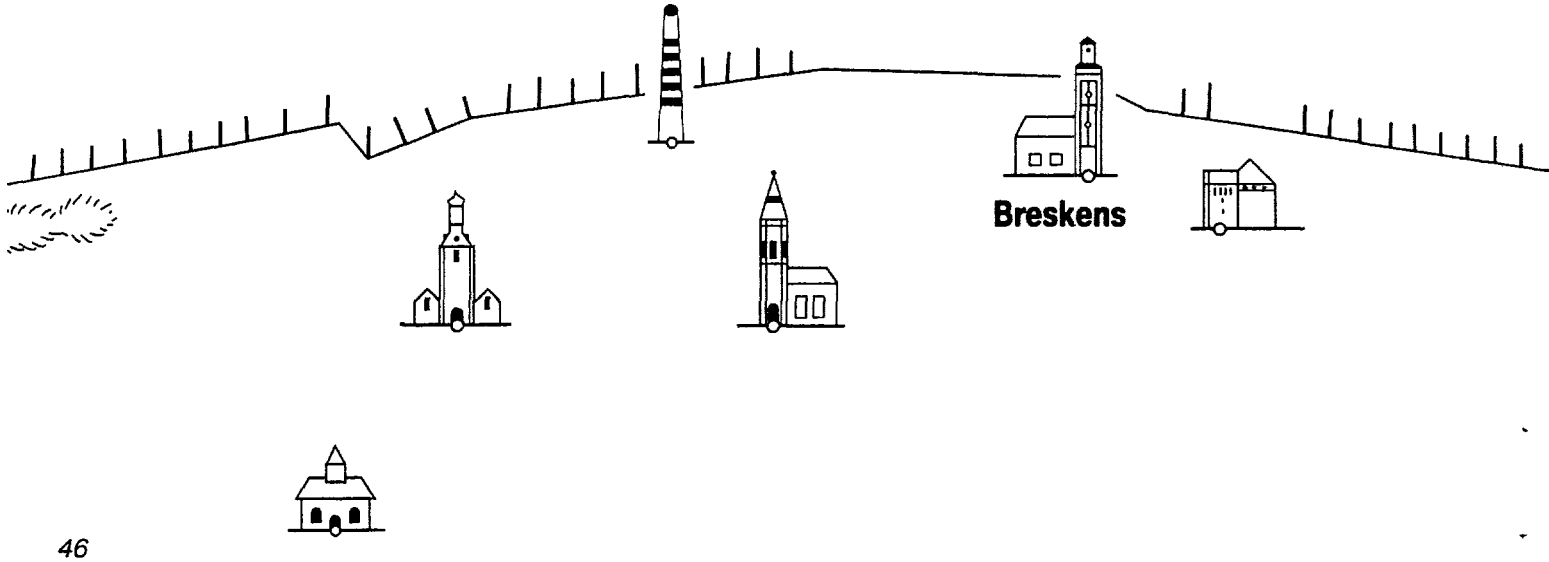
Deze profielen zijn nader uitgewerkt op de bij de nota 'Voorontwerp' behorende tekeningen. Het dwarsprofiel van de tunnelsleuf ziet er als volgt uit:

- 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 gemiddeld 15 m.

De plaats van het insteekpunt op maaiveld wordt bepaald door de te ontgraven diepte en de taludhelling. De hoogteligging van de bovenkant van de kleilaag - en dus van het overgangspunt van taludhelling 1:7 naar 1:2 - kan variëren. Een verkeerd gekozen insteek, als gevolg van een verkeerd geschatte hoogteligging van het overgangspunt 1:7/1:2, wordt - binnen zekere marges - opgevangen door een berm met variabele breedte op het overgangsniveau. De aanwezigheid van de platberm voorkomt tevens dat bij toch plaatselijk optreden van - 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. Het diepste punt van de sleuf, ongeveer halverwege de Pas van Terneuzen, ligt op ca. NAP -41 m.

Het ontgraven van zand en klei zal gefaseerd en met verschillend materieel worden uitgevoerd. Om de Boomse klei tot een diepte van ruim NAP -40 m te kunnen ontgraven is het noodzakelijk bestaand materieel aan te passen of nieuw materieel te ontwerpen en te bouwen. Totaal moet ca. 2.700.000 m3 zand worden verwijderd, grotendeels uit de rand van de Middelplaat. Het zandpakket boven de kleilaag heeft hier een dikte van ca. 20 m. In verband met de zettingsvloeigevoeligheid moet het baggerwerk zeer geleidelijk en in niet te grote sneden worden uitgevoerd. Nader onderzoek zal moeten uitwijzen of het ook mogelijk is een gedeelte van het zandpakket ter plaatse van de rand van de Middelplaat te verdichten, vóór de uitvoering van het baggerwerk. Het baggerwerk wordt uitgevoerd met een cutter- of een baggerwielzuiger. Het zand wordt via een sproeiponton in bakken geladen en geklapt in een stortplaats in de Everingen. Het bakkentransport kan plaatsvinden via de verruimde Geul van de Suikerplaat.

Waar de waterdiepte te groot is voor het gebruik van spudpalen wordt de zuiger verankerd op het ankersysteem van het tunnel-zinkbedrijf. Dit bestaat uit ankerpalen die vooraf aan weerszijden van de tunnelsleuf zijn geheid. De koppen van deze palen



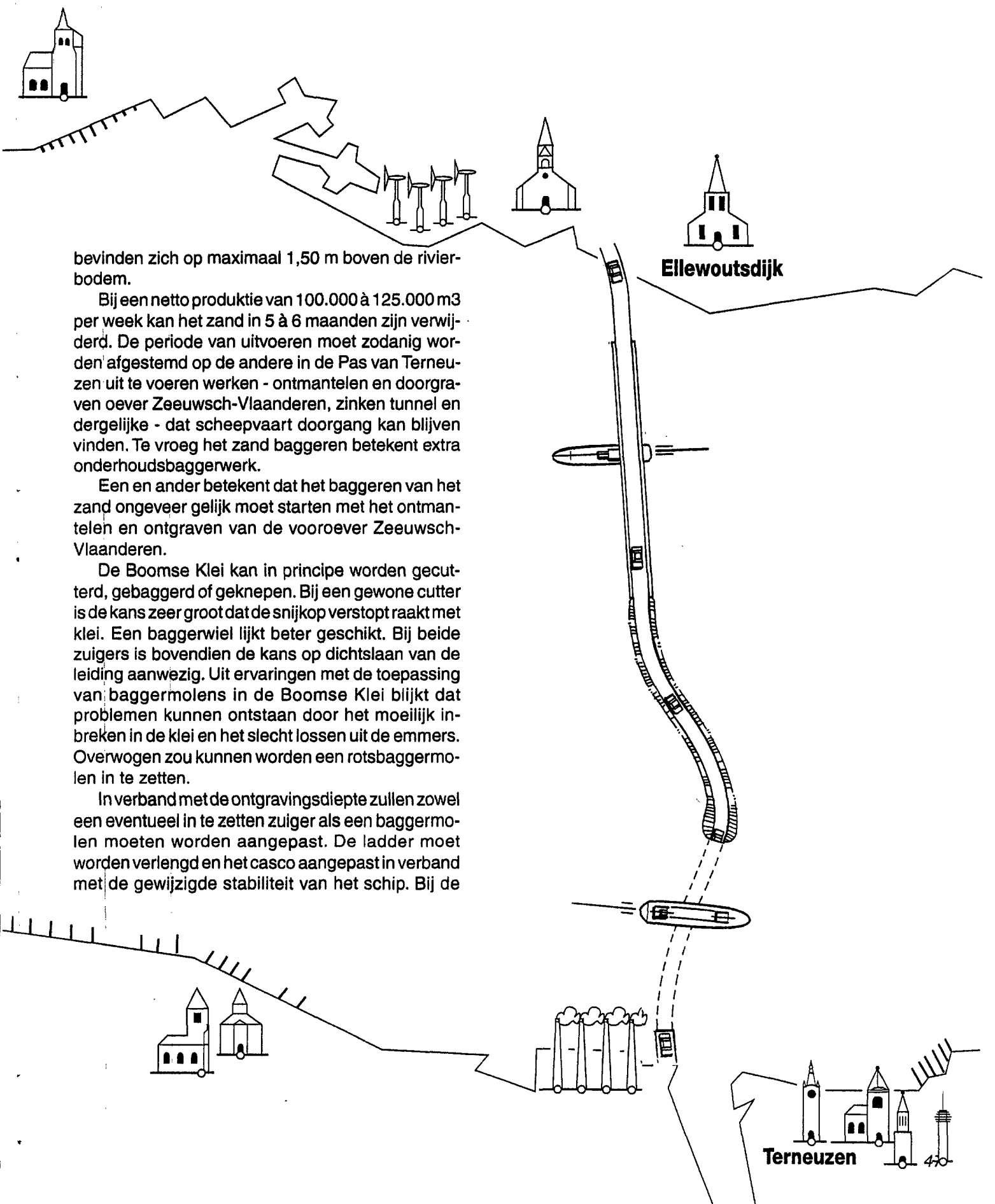
bevinden zich op maximaal 1,50 m boven de rivierbodem.

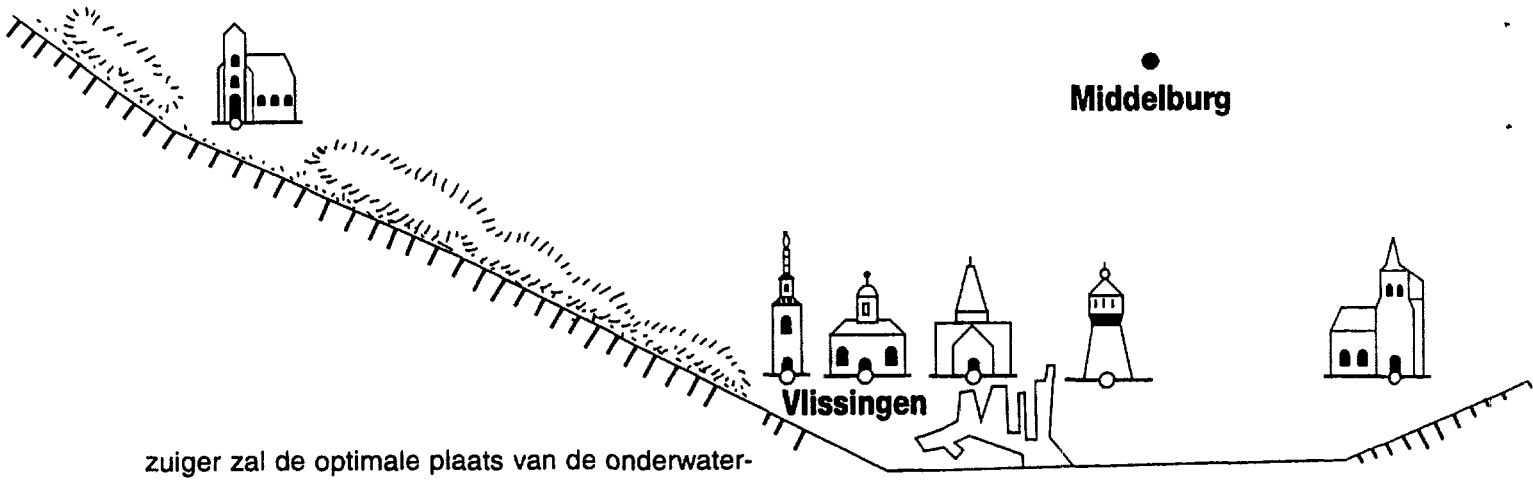
Bij een netto produktie van 100.000 à 125.000 m3 per week kan het zand in 5 à 6 maanden zijn verwijderd. De periode van uitvoeren moet zodanig worden afgestemd op de andere in de Pas van Terneuzen uit te voeren werken - ontmantelen en doorgraven oever Zeeuwsch-Vlaanderen, zinken tunnel en dergelijke - dat scheepvaart doorgang kan blijven vinden. Te vroeg het zand baggeren betekent extra onderhoudsbaggerwerk.

Een en ander betekent dat het baggeren van het zand ongeveer gelijk moet starten met het ontmantelen en ontgraven van de vooroever Zeeuwsch-Vlaanderen.

De Boomse Klei kan in principe worden gecutterd, gebaggerd of geknepen. Bij een gewone cutter is de kans zeer groot dat de snijkop verstopt raakt met klei. Een baggerwiel lijkt beter geschikt. Bij beide zuigers is bovendien de kans op dichtslaan van de leiding aanwezig. Uit ervaringen met de toepassing van baggermolens in de Boomse Klei blijkt dat problemen kunnen ontstaan door het moeilijk inbreken in de klei en het slecht lossen uit de emmers. Overwogen zou kunnen worden een rotsbaggermolen in te zetten.

In verband met de ontgravingsdiepte zullen zowel een eventueel in te zetten zuiger als een baggermolen moeten worden aangepast. De ladder moet worden verlengd en het casco aangepast in verband met de gewijzigde stabiliteit van het schip. Bij de





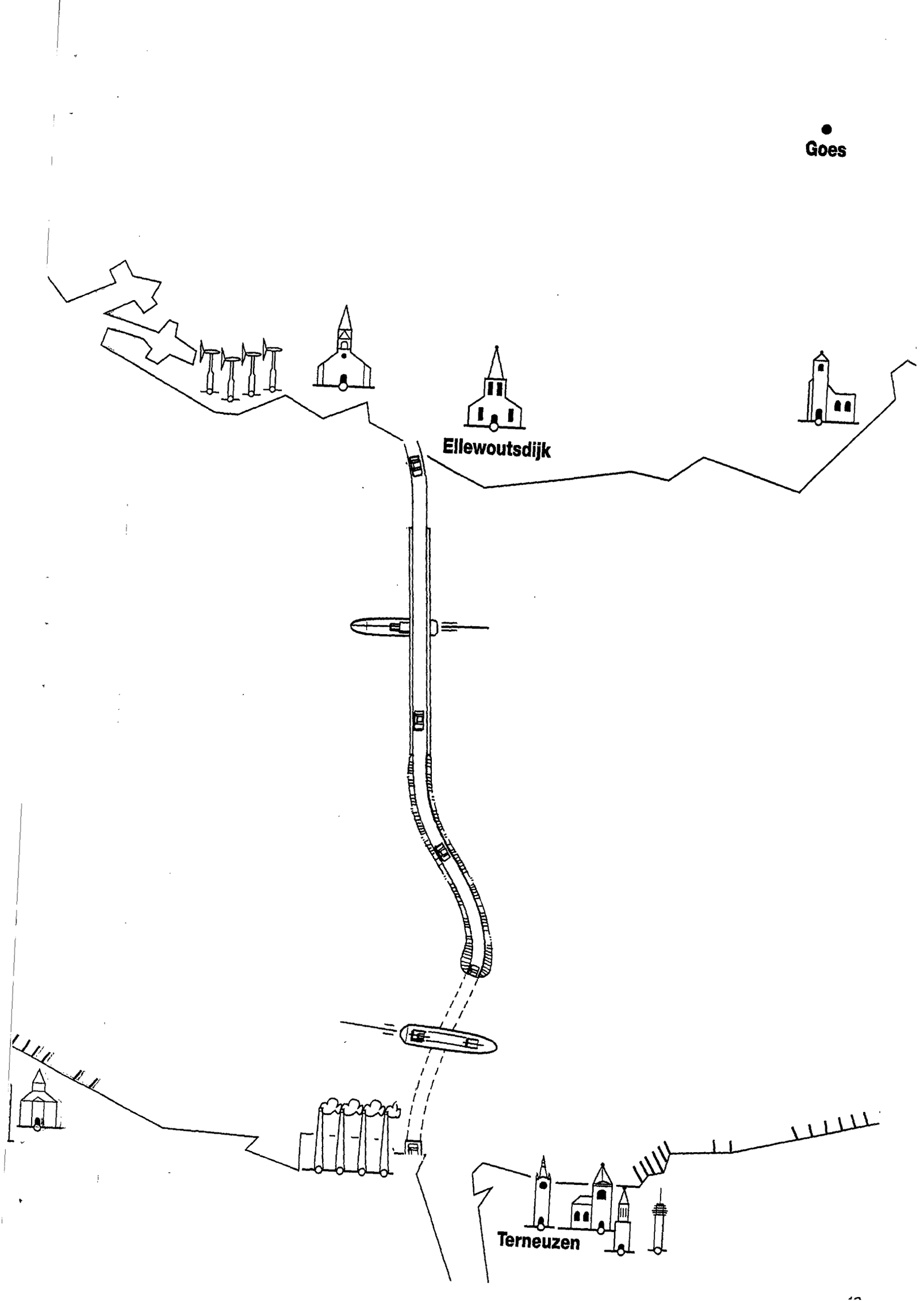

zuiger zal de optimale plaats van de onderwaterpomp moeten worden bepaald. In het geval van knijpen is de ontgravingsdiepte minder doorslaggevend. Om voldoende produktie te kunnen maken zullen meerdere draadkranen met een hydraulisch bediende bak moeten worden ingezet. Om het aantal ankerdraden en ankerbehandelingen zo veel mogelijk te minimaliseren en per stellokatie een zo groot mogelijke oppervlakte te kunnen bestrijken worden twee kranen op twee tot een catamaran geconstrueerde pontons geplaatst. Uitgaande van twee kranen met elk een knijperinhoud van 15 m3 wordt aangenomen dat per kraan een netto uurproduktie van ca. 300 m3 haalbaar kan zijn.

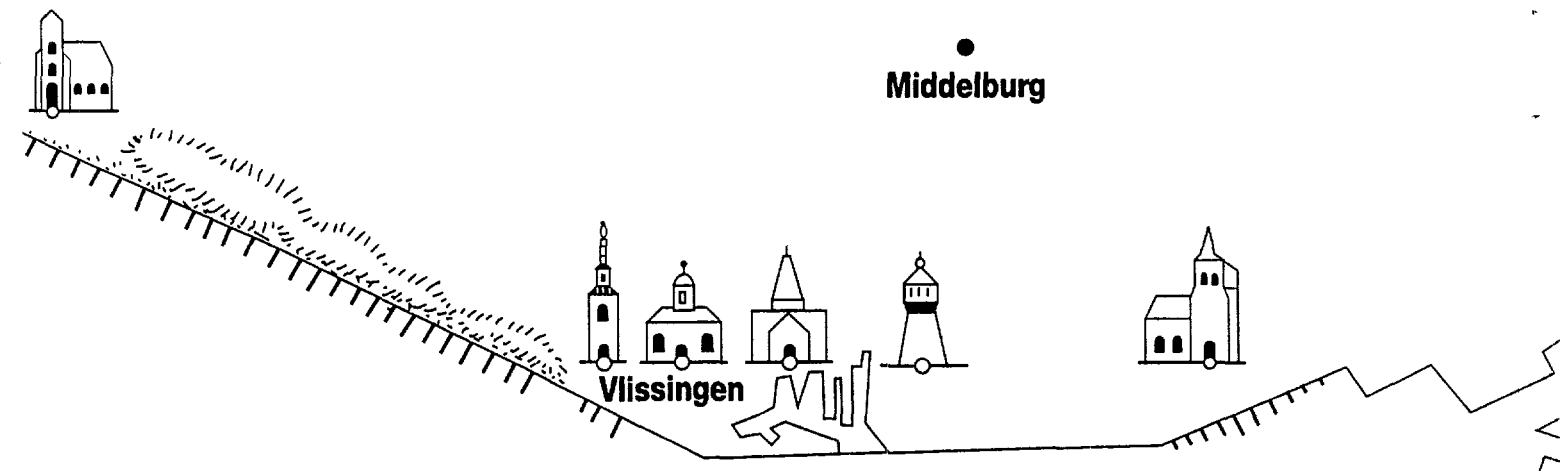
Uit het uitgevoerde grondmechanisch onderzoek is af te leiden dat ca. 100.000 m3 klei moet worden verwijderd. De uitvoeringsduur bij een werkweek van 92 uur bedraagt dan minimaal vier weken. Het onderzoek is echter nog zeer onvolledig, zodat een aanzienlijke afwijking van de te baggeren hoeveelheid mogelijk is. Om een reële schatting van de baggerproduktie te kunnen maken zal aanvullend laboratoriumonderzoek (cohesie, plasticiteit en dergelijke) moeten worden uitgevoerd. Voorlopig wordt een uitvoeringsduur van 2 à 3 maanden aangenomen.

De afwerking van de bodem van de sleuf zal in de harde klei zeer onregelmatig zijn. Achter het knijpen aan zal de bodem moeten worden geëgaliseerd. Dit kan worden uitgevoerd met behulp van een door een sleepboot over de bodem getrokken ploeg of egalisatiebalk. Ook zal er voldoende overdiepte moeten worden gebaggerd. De klei wordt geladen in onderlossers of splijtbakken en geklapt in een stortplaats in de Put van Terneuzen, 1,5 à 2 km ten oosten van het tunneltracé.

Tussen het op diepte gemaakt zijn van de sleuf en het afzinken van een tunnelelement moet worden gerekend op aanzanding. Deze moet steeds - zo kort mogelijk vóór het afzinken van een element - worden verwijderd met een dustpanzuiger. Dit kan een bestaande zuiger zijn die voor dit doel (dustpannen tot ruim NAP -40 m) wordt aangepast. Uit voorlopig onderzoek wordt globaal afgeleid dat over een uitvoeringsperiode van 6 maanden ca. 200.000 m3 uit de sleuf moet worden verwijderd. De specie wordt geklapt in de Pas van Terneuzen, afhankelijk van de richting van getij west- of oostwaarts van het tracé, tegen de noordelijk geulrand aan.

Uit lodingen en duikeronderzoek is gebleken dat zich in en in de nabijheid van het tunneltracé twee steenhopen bevinden. Eén hiervan is in het wrakkenregister geregistreerd (nr. 2216), bevindt zich direct ten westen van de insteek van de baggersleuf en heeft een oppervlakte van ca. 30 x 30 m. De andere steenhoop (nr 2216A) ligt nagenoeg in de as van het tunneltracé, en heeft een oppervlakte van ca. 30 x 60 m. De stenen liggen op een diepte van 25 à 30 m en hebben een diameter van 30 à 40 cm. De steenhoop in de as zal geheel moeten worden verwijderd vooruitlopend op het baggerwerk; van de andere steenhoop naar schatting de helft. De stenen zullen met een draadkraan moeten worden weggeknepen en kunnen worden gestort buiten het werk op de vooroever van Zeeuwsch-Vlaanderen. De te


Goes
Ellewoutsdijk
Terneuzen




verwijderen hoeveelheid zal nader moeten worden bepaald door knijpen en duikonderzoek. Voorlopig wordt een schatting van 5.000 ton aangehouden. Voor een nauwkeurige positieaanduiding wordt verwezen naar de nota 'Basisgegevens'.

Aanvullen tunnelsleuf en aanbrengen afdekconstructie

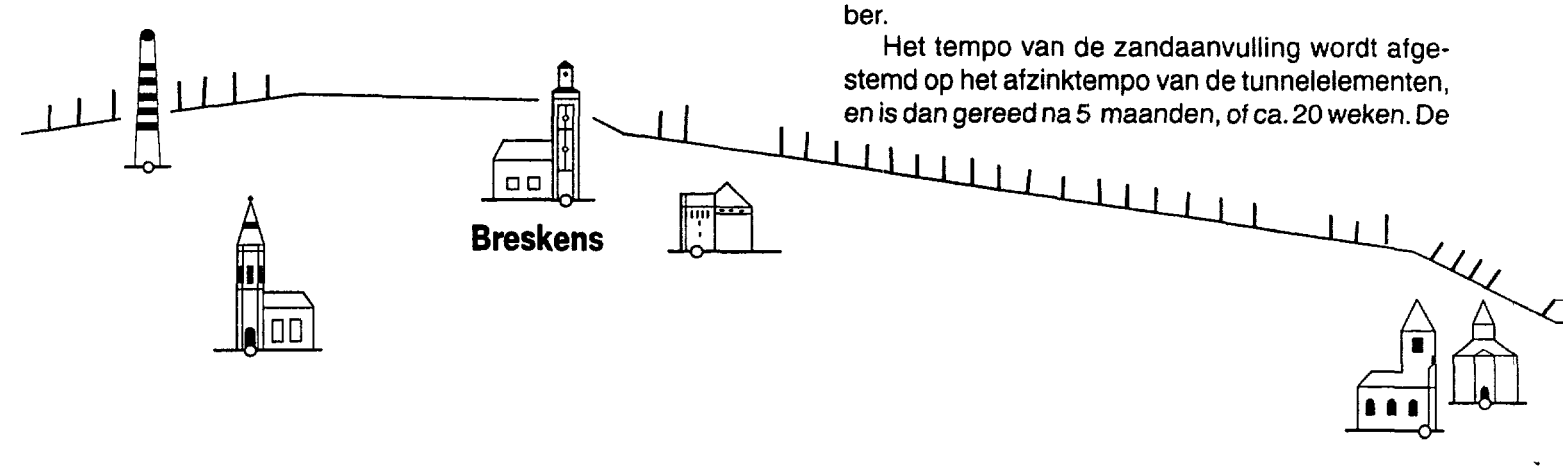
Na het afzinken van de tunnel wordt de tunnelsleuf aangevuld met zand, tot gelijke hoogte met bovenkant tunnel. De zandaanvulling en het tunneldak worden tenslotte afgedekt met een beschermende constructie.

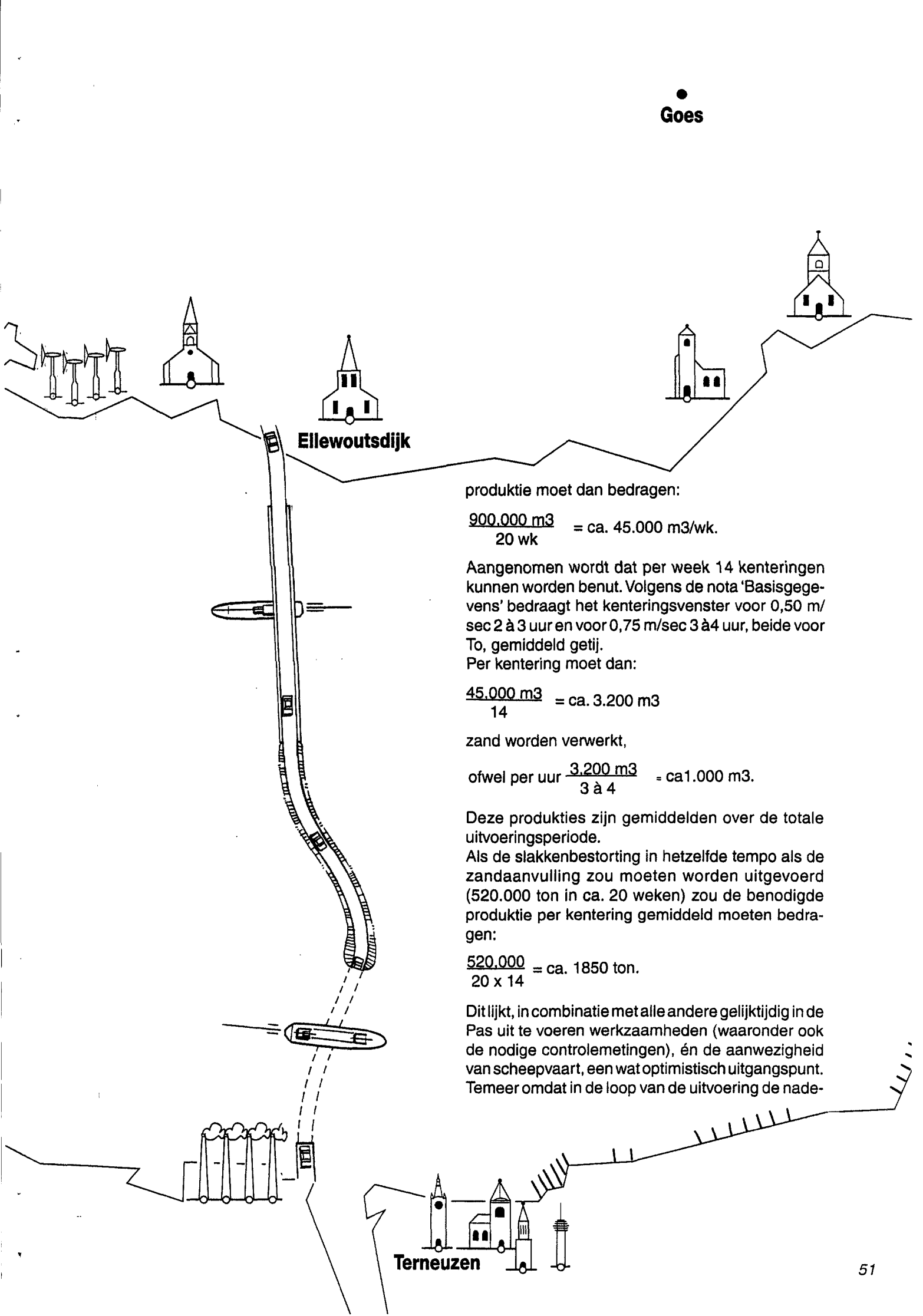
Daar waar de bovenkant van de tunnel boven de geulbodem uitsteekt zullen bij aanvullen te hoge verliezen op gaan treden. Op dat moment wordt overgegaan op het aanstorten met slakken. In het gedeelte waar de tunnel boven de sleuf uitsteekt zal vooruitlopend op het afzinken een 'rug' naast de sleuf (aan weerszijden) worden aangebracht. Deze ruggen verminderen de invloed van de getijstroming tijdens de uitvoering. Ze bestaan uit slakken die eventueel later te gebruiken zijn voor afdekking van de tunnel. Het aanbrengen van de zand- c.q. slakkenaanvulling moet beheerst en onder profiel worden uitgevoerd tijdens het kenteringsvenster, tot eb- en vloedsnelheden van maximaal 0,50 à0,75 m per seconde. Het zand kan worden aangebracht met hopperzuigers die zodanig zijn ingericht dat ze hun lading kunnen lossen via de zuigpijp en zo het zand in de sleuf kunnen sproeien. Daarbij is rekening te houden met de eis dat het hoogteverschil aan weerszijden van de elementen maximaal ca. 0,5 m is.

Zo snel mogelijk achter de zandaanvulling aan moet de afdekconstructie van slakken en breuksteen worden aangebracht. Slakken en breuksteen worden gestort met steenstorters, met een D.P. systeem of in combinatie met vooraf gestelde afvierpontons. 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. Totaal moeten er ca. 900.000 m3 zand, 520.000 t slakken en 200.000 t breuksteun worden aangebracht.

Het aanvullen en vervolgens afdekken van de tunnelsleuf start nadat minimaal drie tunnelelementen zijn afgezonken en onderstroomd en moet vervolgens gelijke tred houden met de voortgang van het afzinken. De werkvolgorde is van zuid naar noord. Het eerste tunnelelement dat in de Pas van Terneuzen - buiten de vooroever van Zeeuwsch-Vlaanderen - wordt gezonken, is element nummer 4. Nadat element 6 is gezonken en onderspoeld, kan dus worden begonnen met de zandaanvulling. Bij een start van het zinkbedrijf medio april (ter plaatse van de vooroever) kan de aanvulling van element 4 gestart worden omstreeks eind juni. Het afzinken van de elementen 7 t/m 10 is gereed omstreeks 1 oktober.

Het tempo van de zandaanvulling wordt afgestemd op het afzinktempo van de tunnelelementen, en is dan gereed na 5 maanden, of ca. 20 weken. De






produktie moet dan bedragen:

$$\frac{900.000\ m3}{20\ wk} = \text{ca. } 45.000\ m3/wk.$$

Aangenomen wordt dat per week 14 kenteringen kunnen worden benut. Volgens de nota 'Basisgegevens' bedraagt het kenteringsvenster voor 0,50 m/sec 2 à 3 uur en voor 0,75 m/sec 3 à4 uur, beide voor To, gemiddeld getij.
Per kentering moet dan:

$$\frac{45.000\ m3}{14} = \text{ca. } 3.200\ m3$$

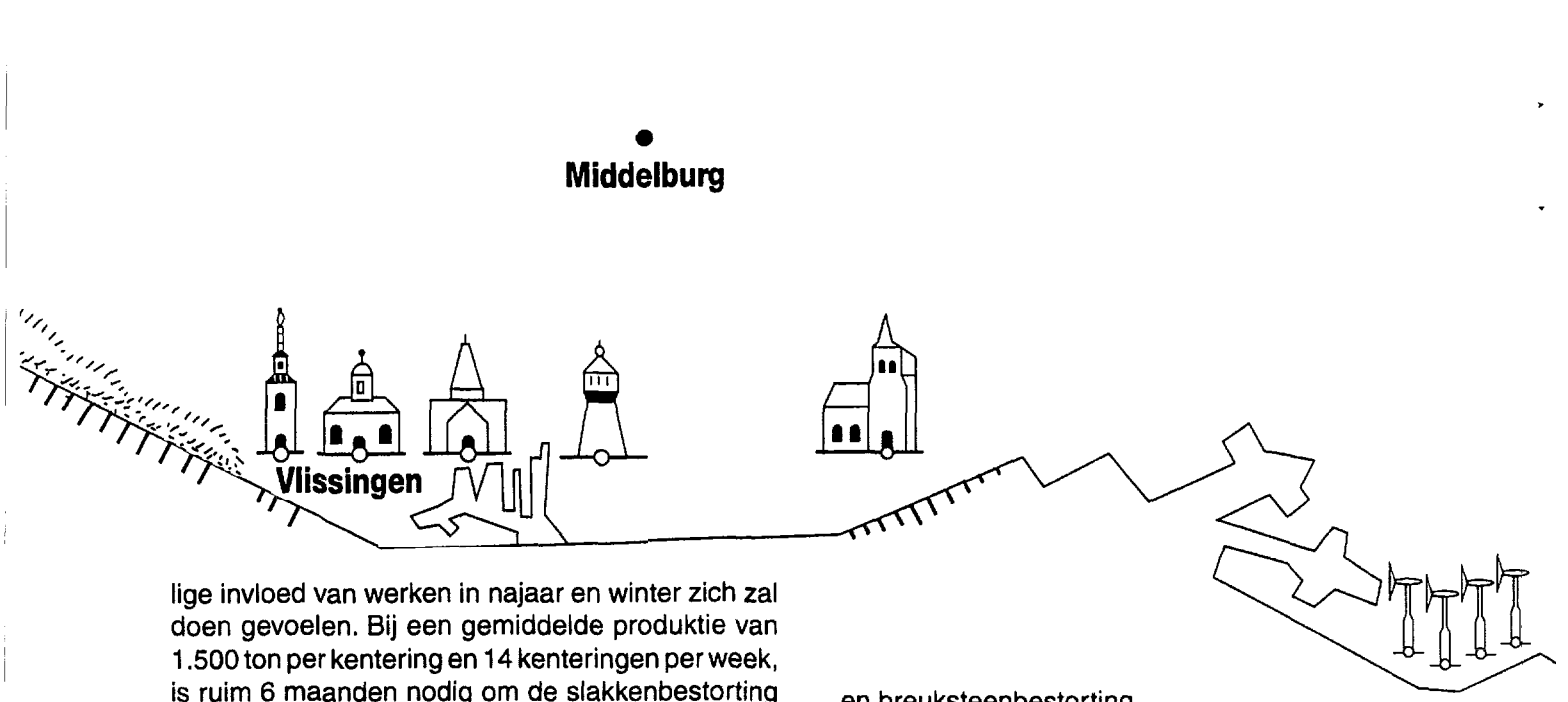
zand worden verwerkt,

ofwel per uur $\frac{3.200\ m3}{3\ à\ 4}$ = ca1.000 m3.

Deze produkties zijn gemiddelden over de totale uitvoeringsperiode.
Als de slakkenbestorting in hetzelfde tempo als de zandaanvulling zou moeten worden uitgevoerd (520.000 ton in ca. 20 weken) zou de benodigde produktie per kentering gemiddeld moeten bedragen:

$$\frac{520.000}{20 \times 14} = \text{ca. } 1850\ ton.$$

Dit lijkt, in combinatie met alle andere gelijktijdig in de Pas uit te voeren werkzaamheden (waaronder ook de nodige controlemetingen), én de aanwezigheid van scheepvaart, een wat optimistisch uitgangspunt. Temeer omdat in de loop van de uitvoering de nade-




lige invloed van werken in najaar en winter zich zal doen gevoelen. Bij een gemiddelde produktie van 1.500 ton per kentering en 14 kenteringen per week, is ruim 6 maanden nodig om de slakkenbestorting aan te brengen; vanaf half juli tot half januari.

De slakkenbestorting is stabiel voor wat betreft de belasting als gevolg van getijstroming, en hoeft dus niet onmiddellijk met breuksteen te worden afgedekt . Hiermee kan worden gestart nadat het zandbedrijf gereed is. De benodigde 200.000 ton breuksteen kan in ca. 4 maanden worden aangebracht.

Om hinder van de getijdestroming te voorkomen wordt het materieel boven de tunnelsleuf waar mogelijk zodanig gesteld dat met kop op stroom kan worden gewerkt. Voor verankering wordt gebruik gemaakt van het ankersysteem van het tunnel-zinkbedrijf.

Voor het aanvullen van de tunnelsleuf zijn nog de volgende opmerkingen van belang. Het talud van 1 : 8 van de zandaanvulling is steil, en niet eenvoudig onder water uit te voeren, ook niet bij sproeien met de uitmonding van de pijp dicht boven het werk. Wel is rekening gehouden met het feit dat de teen van het zandtalud wordt opgevangen door het talud van de zinksleuf. Waar het tunneldak boven de geulbodem uitsteekt zodat te grote zandverliezen optreden, of het talud veel te flauw uitloopt, moet worden overgegaan op een aanstorting van slakken. Het valt niet te verwachten dat op 30 meter onder water het zandstort er als een snaar zal bijliggen. Hiermee is rekening te houden bij het aanbrengen van de slakken- en breuksteenbestorting.

Vóór het bestorten wordt het zandstort gepeild. Door de 0,75 m dikke slakkenbestorting en 1,25 m dikke steenbestorting in meerdere werkgangen (met steeds tussenpeilingen) aan te brengen kan naar een zo egaal mogelijk stortoppervlak worden gewerkt.

### *6.4.4 Brugtracé Everingen*

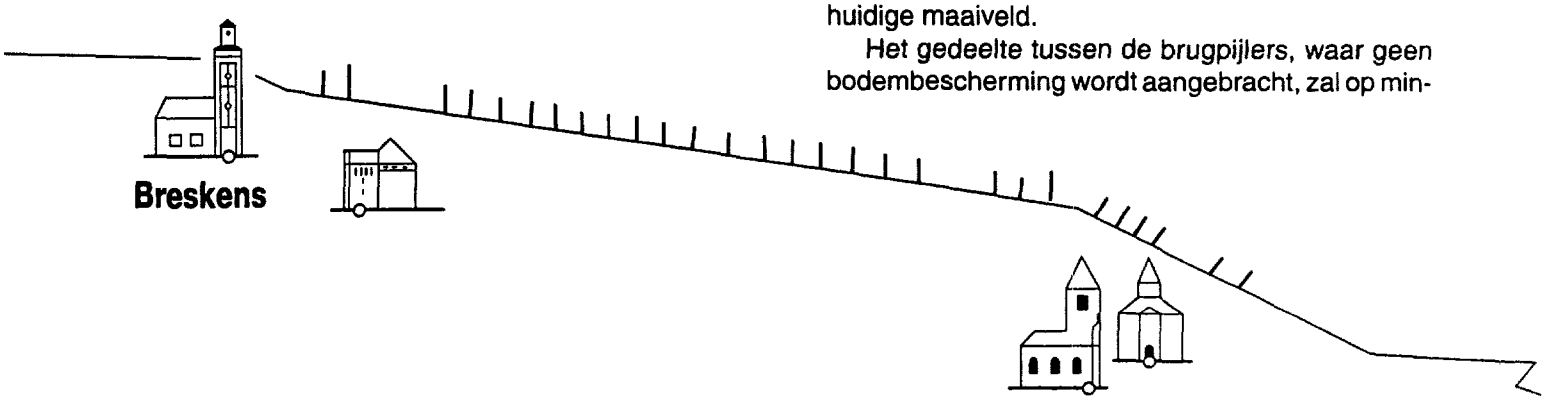
Compensatiebaggerwerk

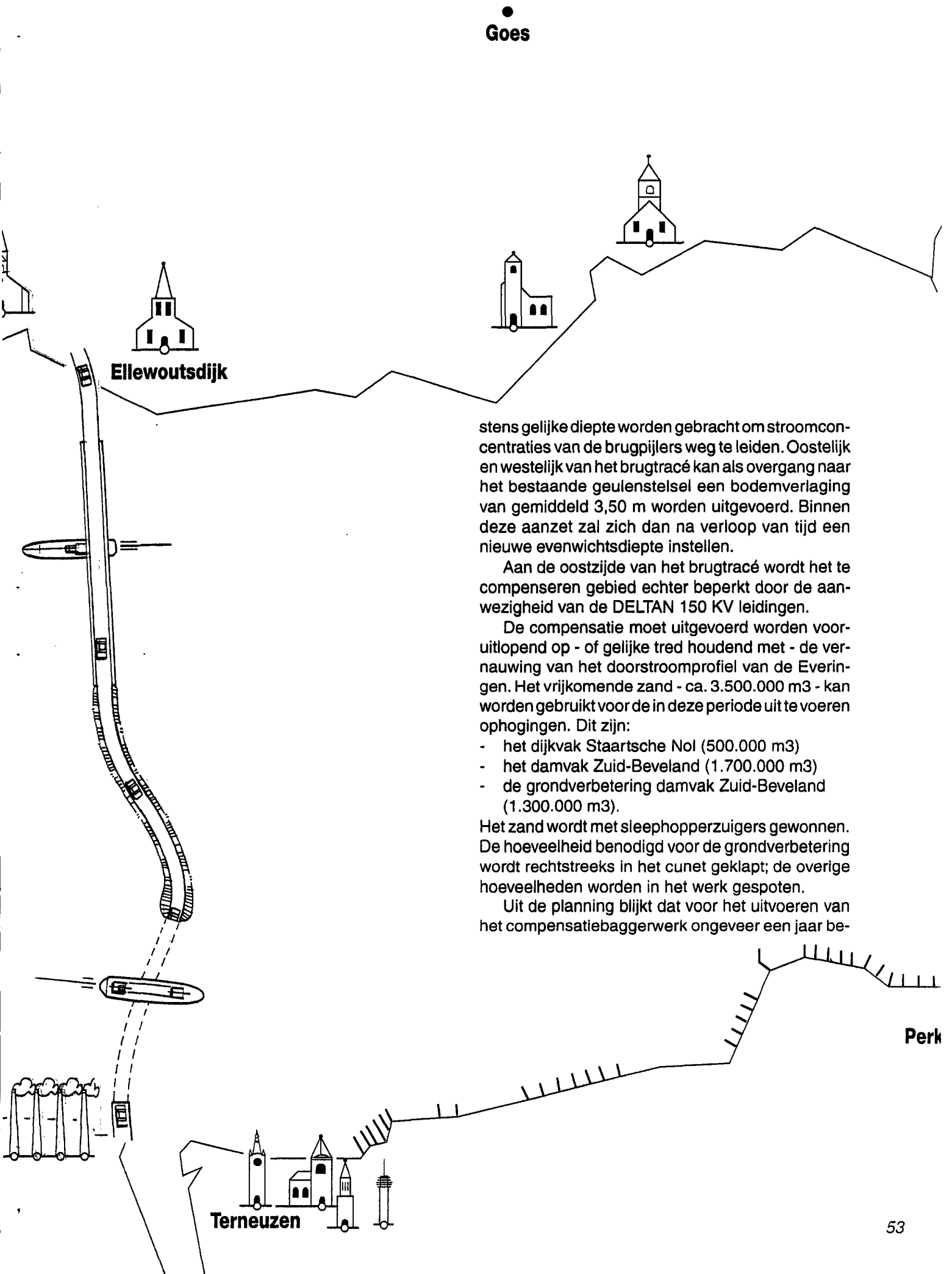
Door de aanleg van dammen en brugpijlers in de Everingen wordt het doorstroomprofiel verkleind, waardoor de stroomsnelheden zullen toenemen. Indien verder géén maatregelen worden getroffen, zal de geul na de ingreep naar een nieuwe diepte - de zogenaamde 'evenwichtsdiepte' - eroderen.

Bij de dimensionering van dammen en brugpijlers in de Everingen is uitgegaan van de maximaal toegestane blokkering van het doorstroomprofiel met 20% onder NAP. Hieruit is berekend dat de bodem met gemiddeld 3,50 en maximaal 5 m dient te worden verdiept tot een nieuwe evenwichtsdiepte (zie nota Basisgegevens: 'Het dwarsprofiel van de Everingen na aanleg van de WOV').

De aan te brengen 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 min-






stens 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.

De compensatie moet uitgevoerd worden vooruitlopend op - of gelijke tred houdend met - de vernauwing van het doorstroomprofiel van de Everingen. Het vrijkomende zand - ca. 3.500.000 m3 - kan worden gebruikt voor de in deze periode uit te voeren ophogingen. Dit zijn:

- het dijkvak Staartsche Nol (500.000 m3)
- het damvak Zuid-Beveland (1.700.000 m3)
- de grondverbetering damvak Zuid-Beveland (1.300.000 m3).

Het zand wordt met sleephopperzuigers gewonnen. De hoeveelheid benodigd voor de grondverbetering wordt rechtstreeks in het cunet geklapt; de overige hoeveelheden worden in het werk gespoten.

Uit de planning blijkt dat voor het uitvoeren van het compensatiebaggerwerk ongeveer een jaar be-

schikbaar is. Tempo en inzet materieel kunnen dus geheel worden afgestemd op de uitvoering van damaanzet Zuid-Beveland en dijkvak Staartsche Nol.

Het baggerwerk ter plaatse van de later aan te brengen bodembescherming rond de brugpijlers wordt in een later stadium uitgevoerd, vooruitlopend op het plaatsen van de pijlers. Op dat moment is er met het vrijkomende zand - ca. 800.000 m3 - niet de mogelijkheid werk met werk te maken. Het zand wordt afgevoerd en geklapt in een stortplaats in de Everingen.

Bodembescherming brugpijlers

De caissons voor de brugpijlers worden geplaatst op een laag zeegrind ter dikte van 1 m. De bodem van de kuil waarin het grind wordt gestort heeft een diepte van NAP -26 m.

Het grindbed wordt met een steenstorter in vier werkgangen zo nauwkeurig mogelijk aangebracht. De uitvoering vindt plaats gedurende de laagwaterkentering. Per lokatie is ca. 11.000 t. zeegrind nodig. De storten voor de twee pijlers worden aansluitend na elkaar uitgevoerd. Stel dat de belading van een steenstorter 1000 ton bedraagt en per kentering twee vrachten kunnen worden gestort. Per stortlokatie

(pijler) zijn dan $\frac{11.000}{2,000}$ = 6 laagwaterkeringen nodig.

Indien het storten ook nog zo veel mogelijk bij daglicht dient te gebeuren moet worden gerekend op *één week uitvoering per lokatie.*

Direct voorafgaand aan het plaatsen van de pijlercaissons wordt het fundatiebed gevlakt. Dit kan met een zogenaamde 'screeder'. Dit is een egalisatiewerktuig dat zich - hydraulisch aangedreven - over het gestorte grindbed kan voortbewegen. Een op de wagen bevestigde transportschroef(vijzel) transporteert het boven het ingestelde vlak liggende grind tot buiten de zijkanten van het stortveld.

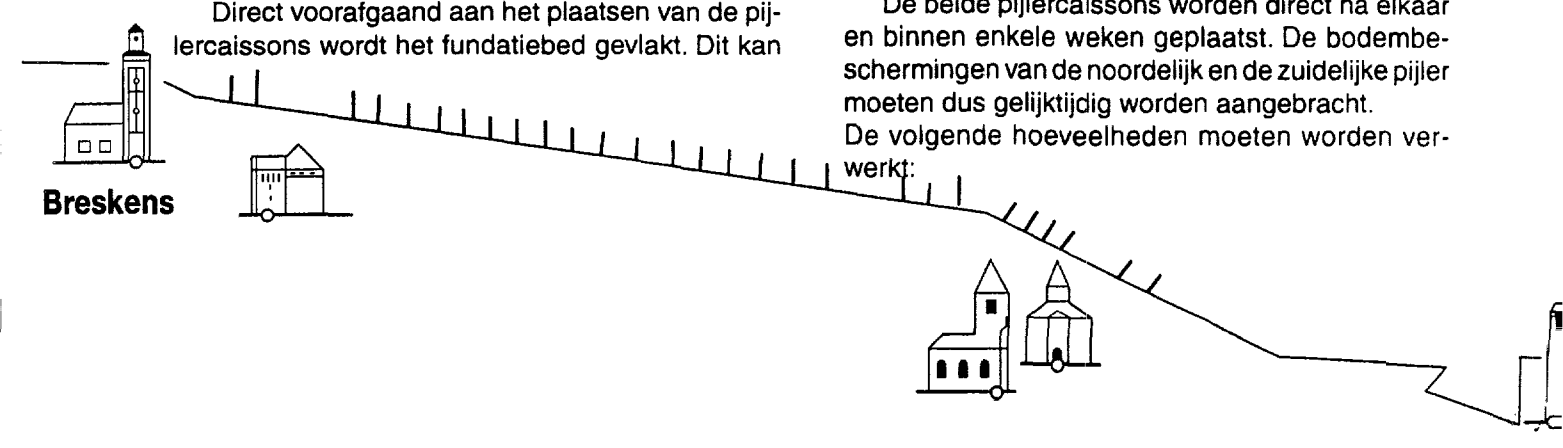
Indien het fundatiebed ook nog moet worden verdicht, kunnen afvlakken en verdichten worden uitgevoerd met een trilplaat.

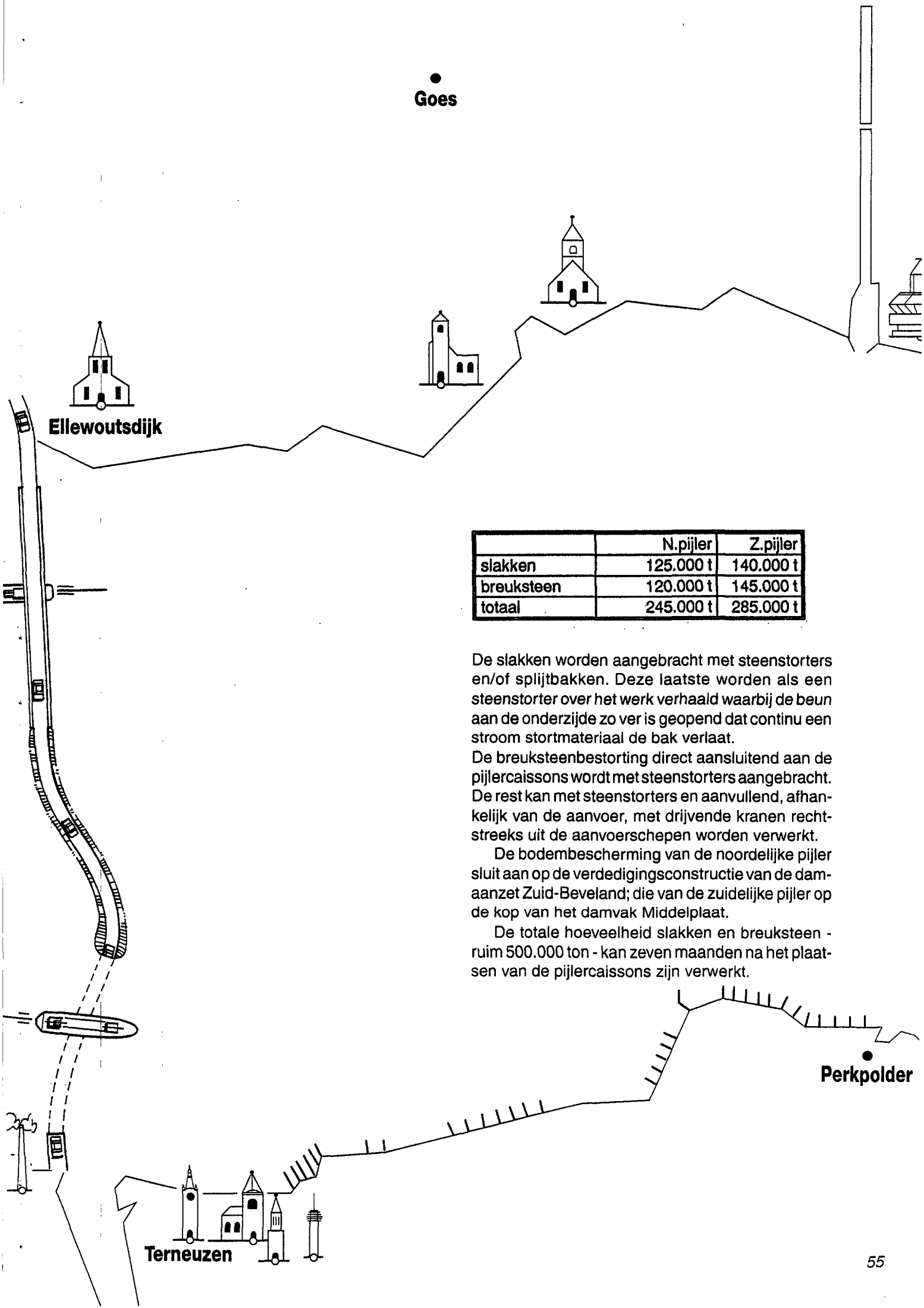
Onmiddellijk nadat de caissons van de brugpijlers zijn geplaatst wordt begonnen met het aanbrengen van de bodembescherming. De kuil die voor het plaatsen van de caisson is gebaggerd (tot NAP -26 m) wordt niet aangevuld tot de te verwachten evenwichtsdiepte. De bodembescherming rondom de caisson ligt in de kuil. De minimaal benodigde dikte van de aanstorting tegen de caisson bedraagt 3 m en bestaat uit 2 m slakken, afgedekt met een 1 m dikke laag breuksteen 60/300 kg.

Rondom de caisson en direct daarop aansluitend wordt over een breedte van 10 m nog 0,50 m breuksteen 60/300 kg *extra aangebracht.*

Tot op een afstand van 140 m uit het hart van de caisson wordt een bestorting aangebracht van 0,50 m slakken. Tot 100 m uit het hart worden de slakken afgedekt met een 1 m dikke laag breuksteen 60/300 kg.

De beide pijlercaissons worden direct na elkaar en binnen enkele weken geplaatst. De bodembeschermingen van de noordelijk en de zuidelijke pijler moeten dus gelijktijdig worden aangebracht.
De volgende hoeveelheden moeten worden verwerkt:





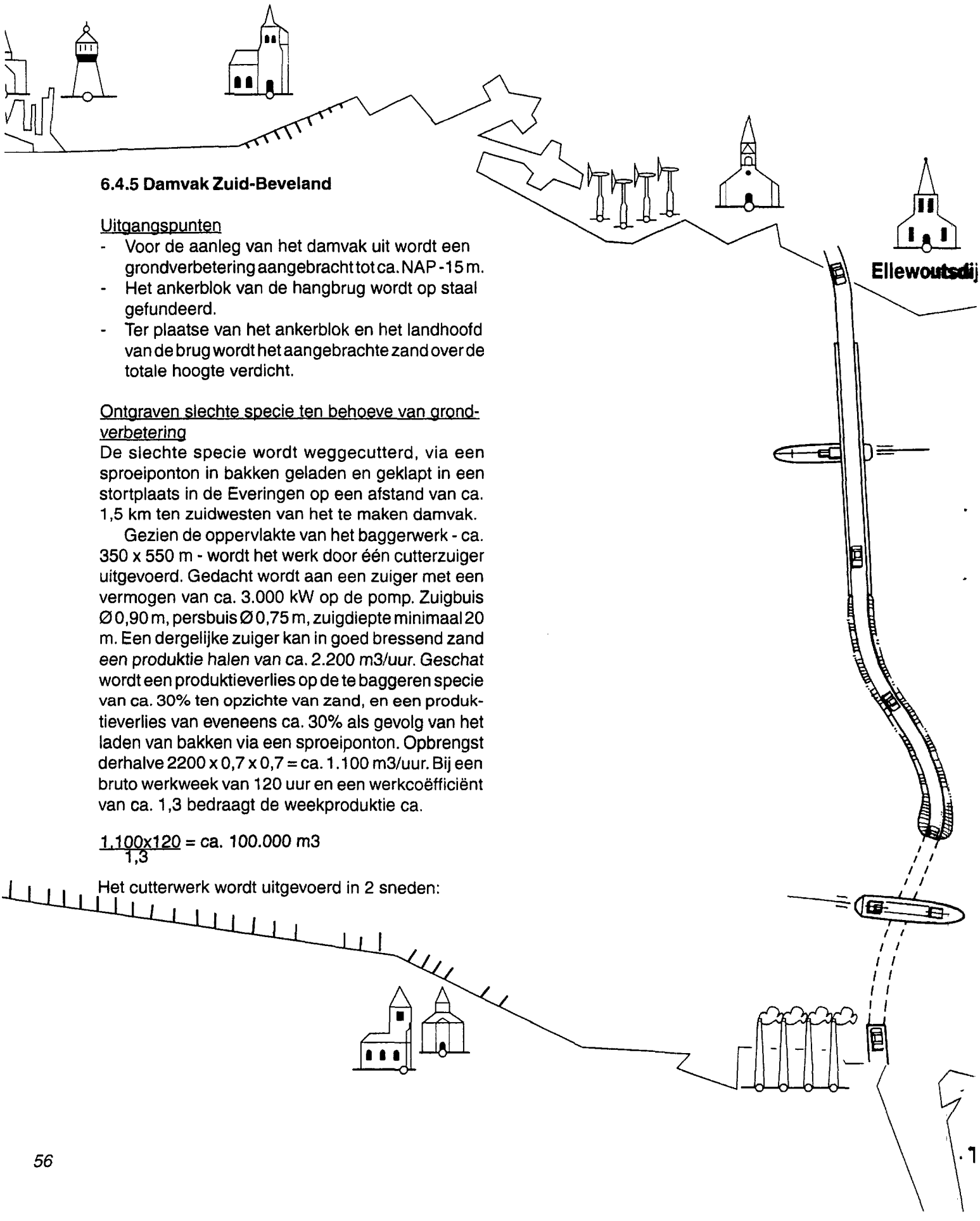

| | N.pijler | Z.pijler |
|---|---|---|
| slakken | 125.000 t | 140.000 t |
| breuksteen | 120.000 t | 145.000 t |
| totaal | 245.000 t | 285.000 t |

De slakken worden aangebracht met steenstorters en/of splijtbakken. Deze laatste worden als een steenstorter over het werk verhaald waarbij de beun aan de onderzijde zo ver is geopend dat continu een stroom stortmateriaal de bak verlaat.
De breuksteenbestorting direct aansluitend aan de pijlercaissons wordt met steenstorters aangebracht. De rest kan met steenstorters en aanvullend, afhankelijk van de aanvoer, met drijvende kranen rechtstreeks uit de aanvoerschepen worden verwerkt.

De bodembescherming van de noordelijke pijler sluit aan op de verdedigingsconstructie van de damaanzet Zuid-Beveland; die van de zuidelijke pijler op de kop van het damvak Middelplaat.

De totale hoeveelheid slakken en breuksteen - ruim 500.000 ton - kan zeven maanden na het plaatsen van de pijlercaissons zijn verwerkt.

Middelburg




### 6.4.5 Damvak Zuid-Beveland

Uitgangspunten

- Voor de aanleg van het damvak uit wordt een grondverbetering aangebracht tot ca. NAP -15 m.
- Het ankerblok van de hangbrug wordt op staal gefundeerd.
- Ter plaatse van het ankerblok en het landhoofd van de brug wordt het aangebrachte zand over de totale hoogte verdicht.

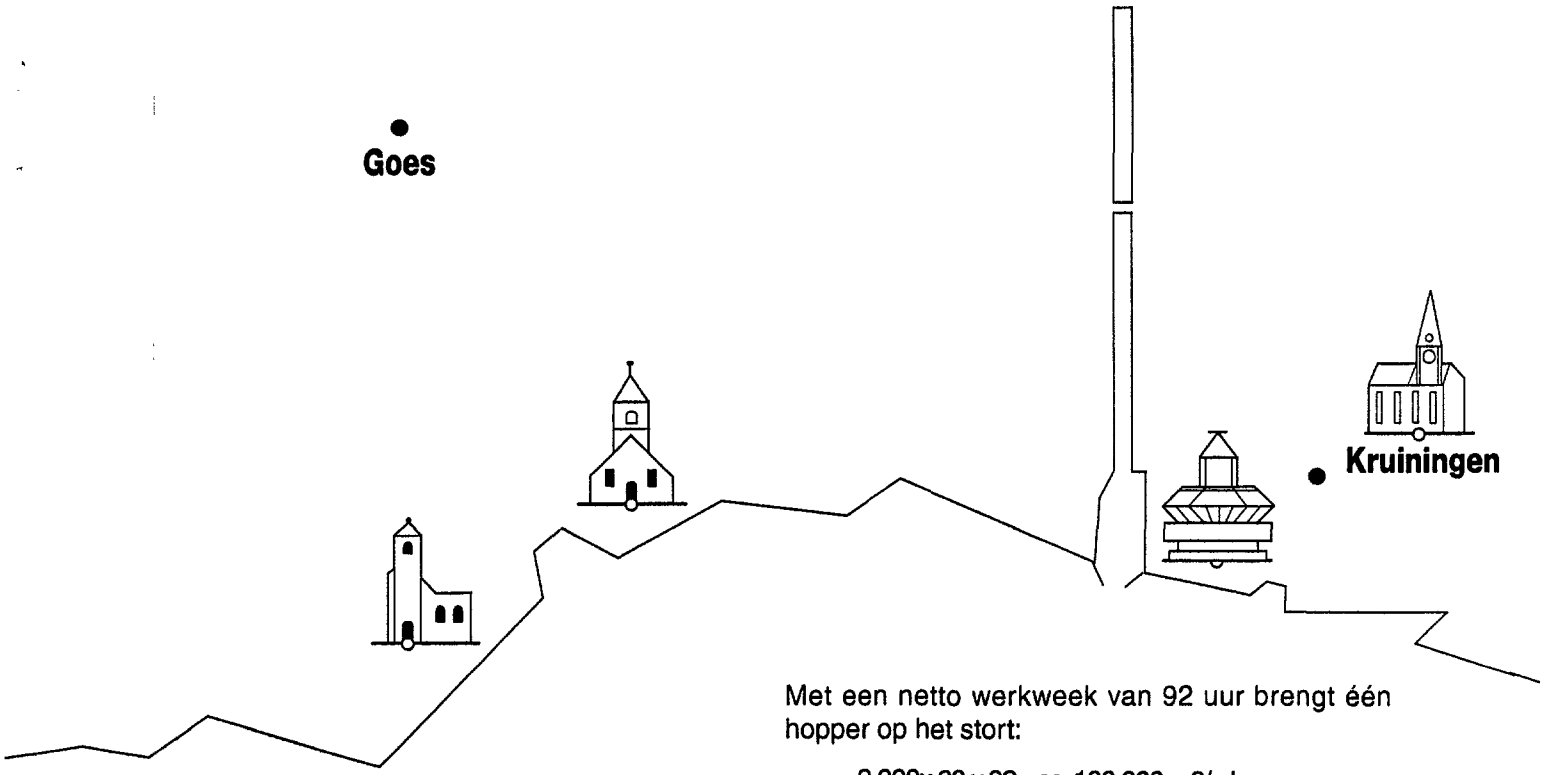
Ontgraven slechte specie ten behoeve van grondverbetering

De slechte specie wordt weggecutterd, via een sproeiponton in bakken geladen en geklapt in een stortplaats in de Everingen op een afstand van ca. 1,5 km ten zuidwesten van het te maken damvak.

Gezien de oppervlakte van het baggerwerk - ca. 350 x 550 m - wordt het werk door één cutterzuiger uitgevoerd. Gedacht wordt aan een zuiger met een vermogen van ca. 3.000 kW op de pomp. Zuigbuis Ø 0,90 m, persbuis Ø 0,75 m, zuigdiepte minimaal 20 m. Een dergelijke zuiger kan in goed bressend zand een produktie halen van ca. 2.200 m3/uur. Geschat wordt een produktieverlies op de te baggeren specie van ca. 30% ten opzichte van zand, en een produktieverlies van eveneens ca. 30% als gevolg van het laden van bakken via een sproeiponton. Opbrengst derhalve 2200 x 0,7 x 0,7 = ca. 1.100 m3/uur. Bij een bruto werkweek van 120 uur en een werkcoëfficiënt van ca. 1,3 bedraagt de weekproduktie ca.

$$\frac{1.100 \times 120}{1,3} = \text{ca. } 100.000 \text{ m3}$$

Het cutterwerk wordt uitgevoerd in 2 sneden:




- 1e snede van zuid naar noord, waarbij gemiddeld 4 m specie wordt verwijderd;
- 2e snede van noord naar zuid, waarbij gemiddeld 2,50 m specie, inclusief opschonen, wordt verwijderd.

De totale hoeveelheid te baggeren en af te voeren specie bedraagt ca. 1.100.000 m3.

Aanbrengen grondverbetering tot NAP -8 m

Zo snel mogelijk achter de uitvoering van de tweede cuttersnede aan wordt zand in het baggercunet geklapt. Het wordt met sleephoppers gewonnen in de Everingen ter plaatse van het uit te voeren compensatiebaggerwerk en in het baggercunet geklapt. Werkrichting van noord naar zuid, achter de cutterzuiger aan. Gerekend wordt met een hopperzuiger met een diepgang tot 5 à 6 meter en een netto inhoud van ca. 2.000 m3.

Bij een sleepsnelheid van 3 à 3,5 km/uur, een trackbreedte van 2 m en een laagdikte van 0,30 m bedraagt de netto zuigproduktie ca. 1.500 m3/uur (w.c. = 1,3).

De cyclustijd kan als volgt worden opgebouwd:

| | | | |
|---|---|---|---|
| laden | $\frac{2.000\ m3}{1,500\ m3/u}$ | x 60 | = 80 min |
| varen | $\frac{1.500\ m}{10\ km/u}$ | x 60 | = 10 min |
| lossen | | | = 10 min |
| varen | | | = 10 min |
| | | totaal | = 110 min |

Met een netto werkweek van 92 uur brengt één hopper op het stort:

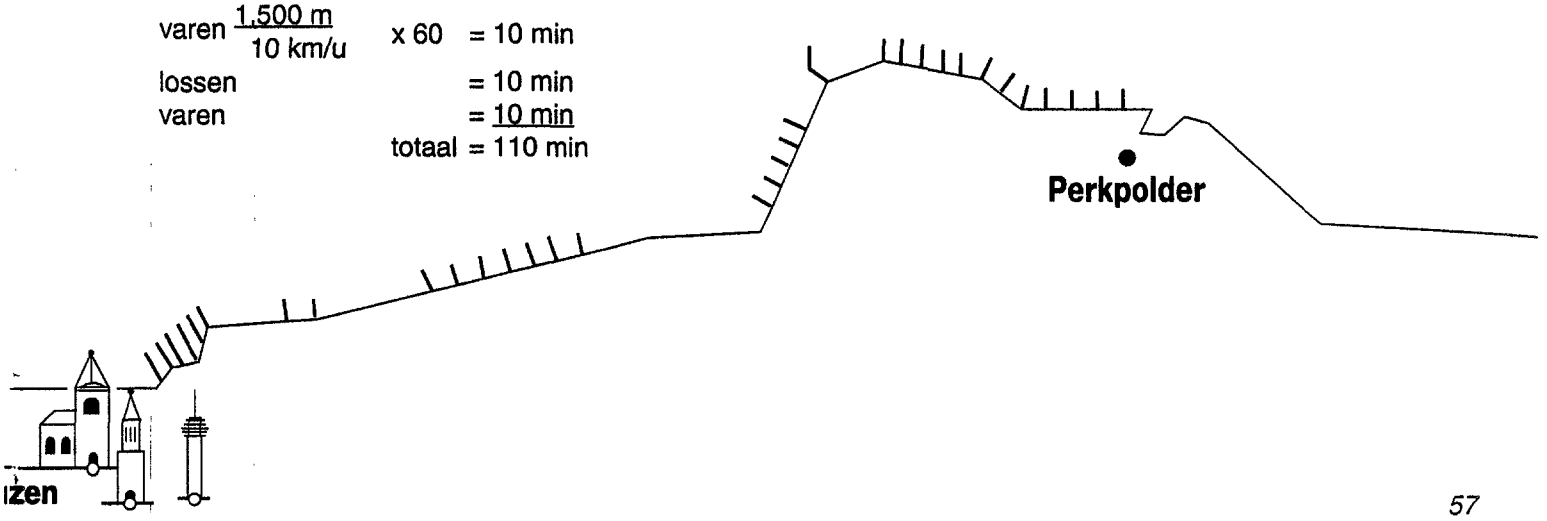
$$2.000 \times \frac{60}{110} \times 92 = \text{ca. } 100.000\ m3/wk.$$

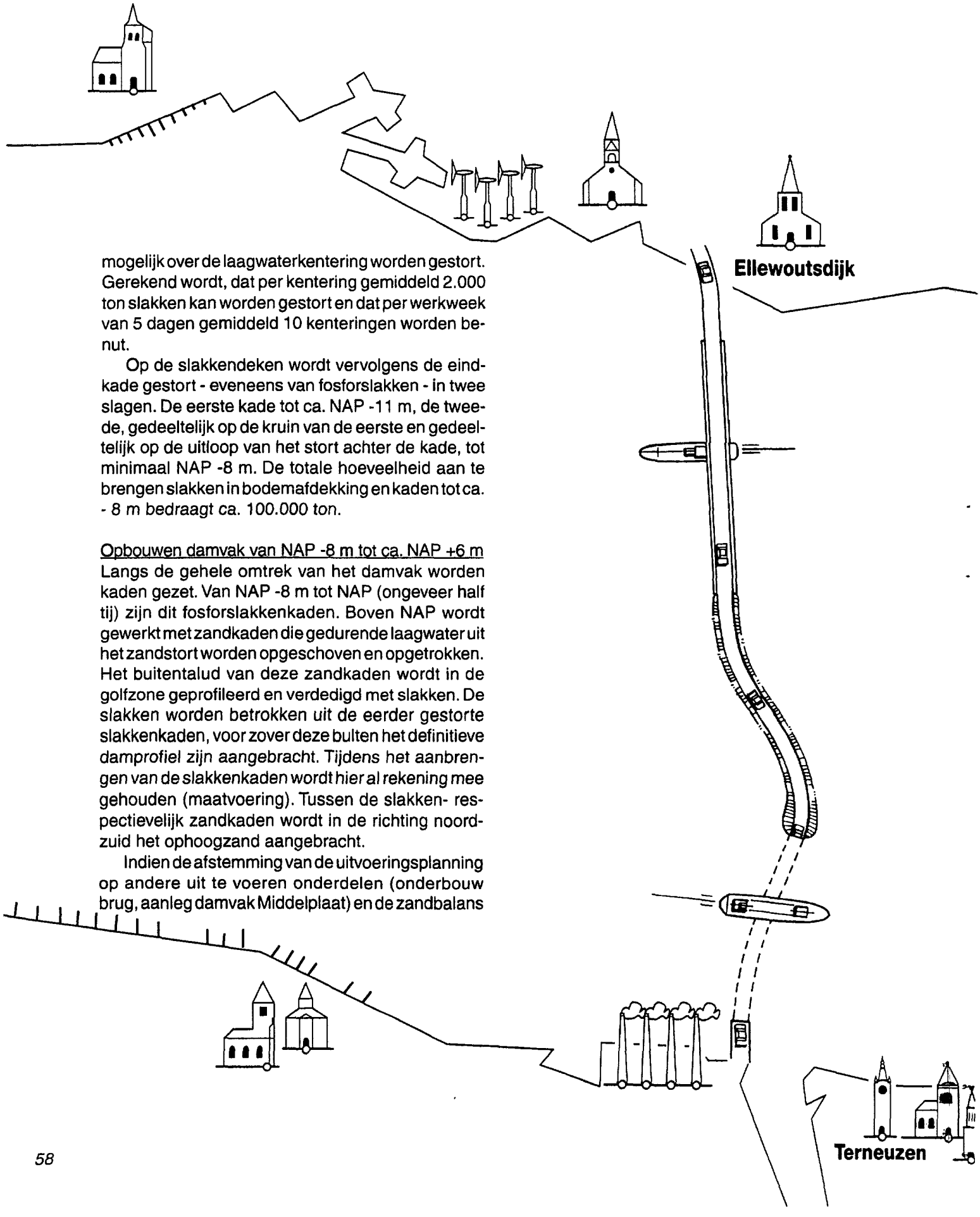
Gezien de cyclustijd is een inzet van twee à drie sleephoppers met een netto inhoud van ca. 2.000 m3 mogelijk. De totale hoeveelheid aan te brengen zand in het baggercunet tot NAP -8 m bedraagt inclusief verliezen ca. 1.300.000 m3.

Eindkade grondverbetering op NAP -15 m

Nadat de cutterzuiger, werkend in zuidelijke richting het laatste deel van het baggercunet heeft opgeschoond, dient daar vóór het zandstort uit een eindkade te worden gestort. Dit om te voorkomen dat het geklapte zand in de Everingen - ter plaatse van het compensatiebaggerwerk - terecht komt.

Eerst wordt op de bodem van het baggercunet een 50 cm dikke bestorting van fosforslakken aangebracht met behulp van splijtbakken met afvierpontons. Gestort wordt tijdens de kentering tot stroomsnelheden van ca. 0,50 m/sec. De laagwaterkentering duurt bij gemiddeld tij ca. 3,5 uur; de hoogwaterkentering ca. 1,5 uur. Tijdens de laagwaterkentering is de stortdiepte gemiddeld ruim 4 m minder dan tijdens hoogwater. Er zal dus zoveel





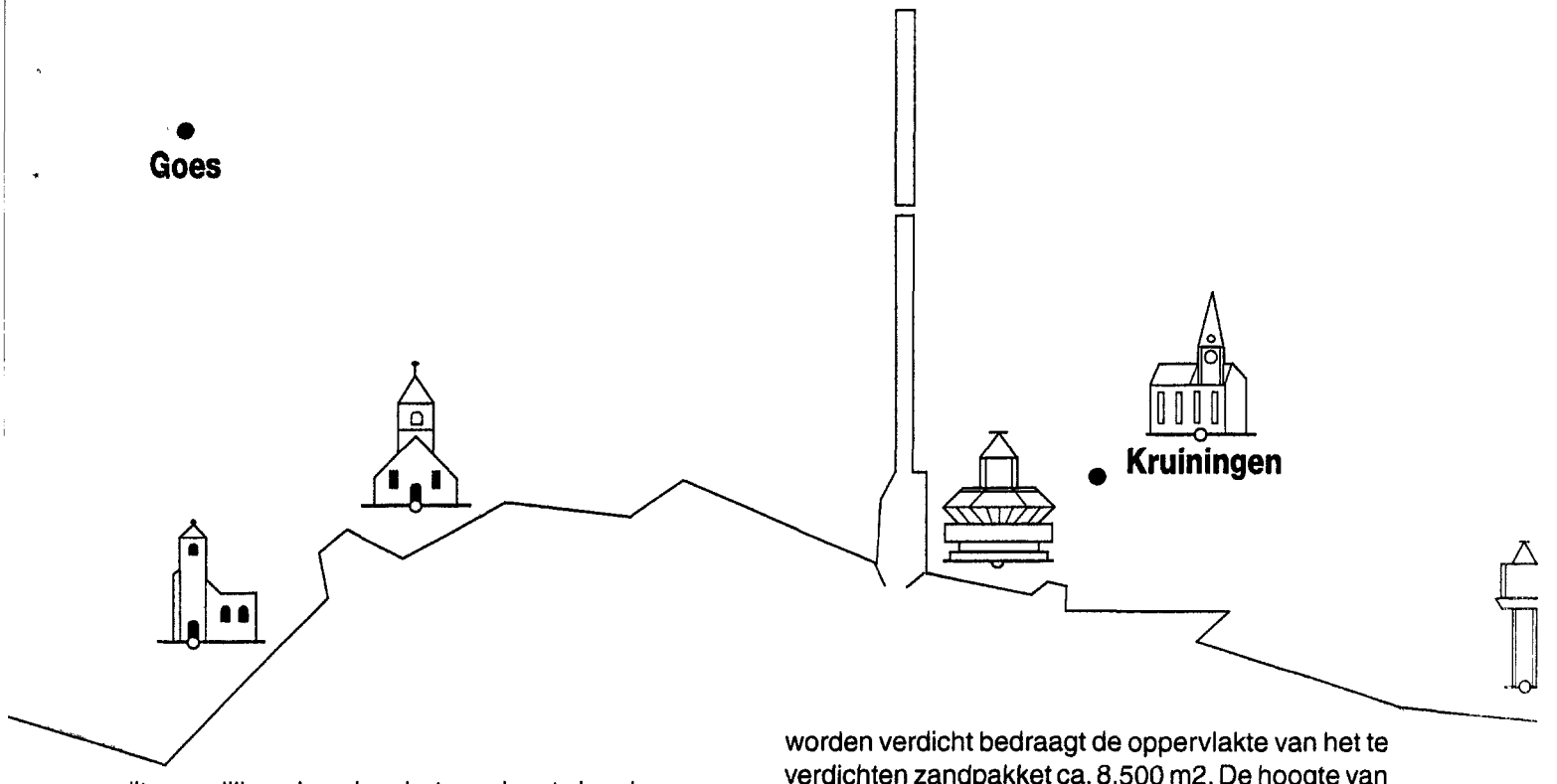

mogelijk over de laagwaterkentering worden gestort. Gerekend wordt, dat per kentering gemiddeld 2.000 ton slakken kan worden gestort en dat per werkweek van 5 dagen gemiddeld 10 kenteringen worden benut.

Op de slakkendeken wordt vervolgens de eindkade gestort - eveneens van fosforslakken - in twee slagen. De eerste kade tot ca. NAP -11 m, de tweede, gedeeltelijk op de kruin van de eerste en gedeeltelijk op de uitloop van het stort achter de kade, tot minimaal NAP -8 m. De totale hoeveelheid aan te brengen slakken in bodemafdekking en kaden tot ca. - 8 m bedraagt ca. 100.000 ton.

Opbouwen damvak van NAP -8 m tot ca. NAP +6 m

Langs de gehele omtrek van het damvak worden kaden gezet. Van NAP -8 m tot NAP (ongeveer half tij) zijn dit fosforslakkenkaden. Boven NAP wordt gewerkt met zandkaden die gedurende laagwater uit het zandstort worden opgeschoven en opgetrokken. Het buitentalud van deze zandkaden wordt in de golfzone geprofileerd en verdedigd met slakken. De slakken worden betrokken uit de eerder gestorte slakkenkaden, voor zover deze bulten het definitieve damprofiel zijn aangebracht. Tijdens het aanbrengen van de slakkenkaden wordt hier al rekening mee gehouden (maatvoering). Tussen de slakken- respectievelijk zandkaden wordt in de richting noord-zuid het ophoogzand aangebracht.

Indien de afstemming van de uitvoeringsplanning op andere uit te voeren onderdelen (onderbouw brug, aanleg damvak Middelplaat) en de zandbalans




dit mogelijk maken, kan het zand met sleephopperzuigers uit de te compenseren delen van de Everingen worden gewonnen en via de eigen walpersinstallatie in het werk gespoten. Hiertoe dient een walaansluiting te worden ingericht.

Anders kan het zand worden betrokken uit winplaatsen, zowel ten oosten als ten westen van het damvak, op vaarafstanden van 4 à 5 km. Winning hetzij met zelflossende hoppers, hetzij met een stationaire winzuiger, bakkentransport en bakkenzuiger.

Gedurende de eerste periode van deze bouwfase wordt bovendien nog, zolang de situatie op het stort dit mogelijk maakt, over hoogwater rechtstreeks en vóór het stort uit, zand in het werk geklapt.

De totale hoeveelheid slakken in kaden, inclusief de taludverdediging van de zandkaden, bedraagt ca. 250.000 ton. Om het damvak van NAP -8 m tot ca. NAP +6 m op te hogen, is inclusief verliezen, ca. 1.600.000 m3 zand nodig.

Verdichten zandophoging ter plaatse van ankerblok en landhoofd hangbrug

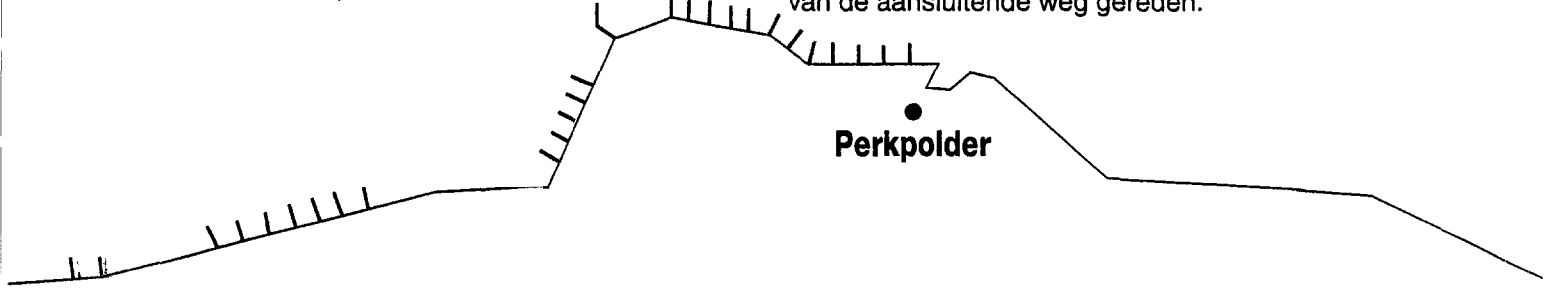
Aangezien het ankerblok in het damvak op staal zal worden gefundeerd moet het totale zandpakket vanaf NAP -15 m tot NAP +6 m worden verdicht.

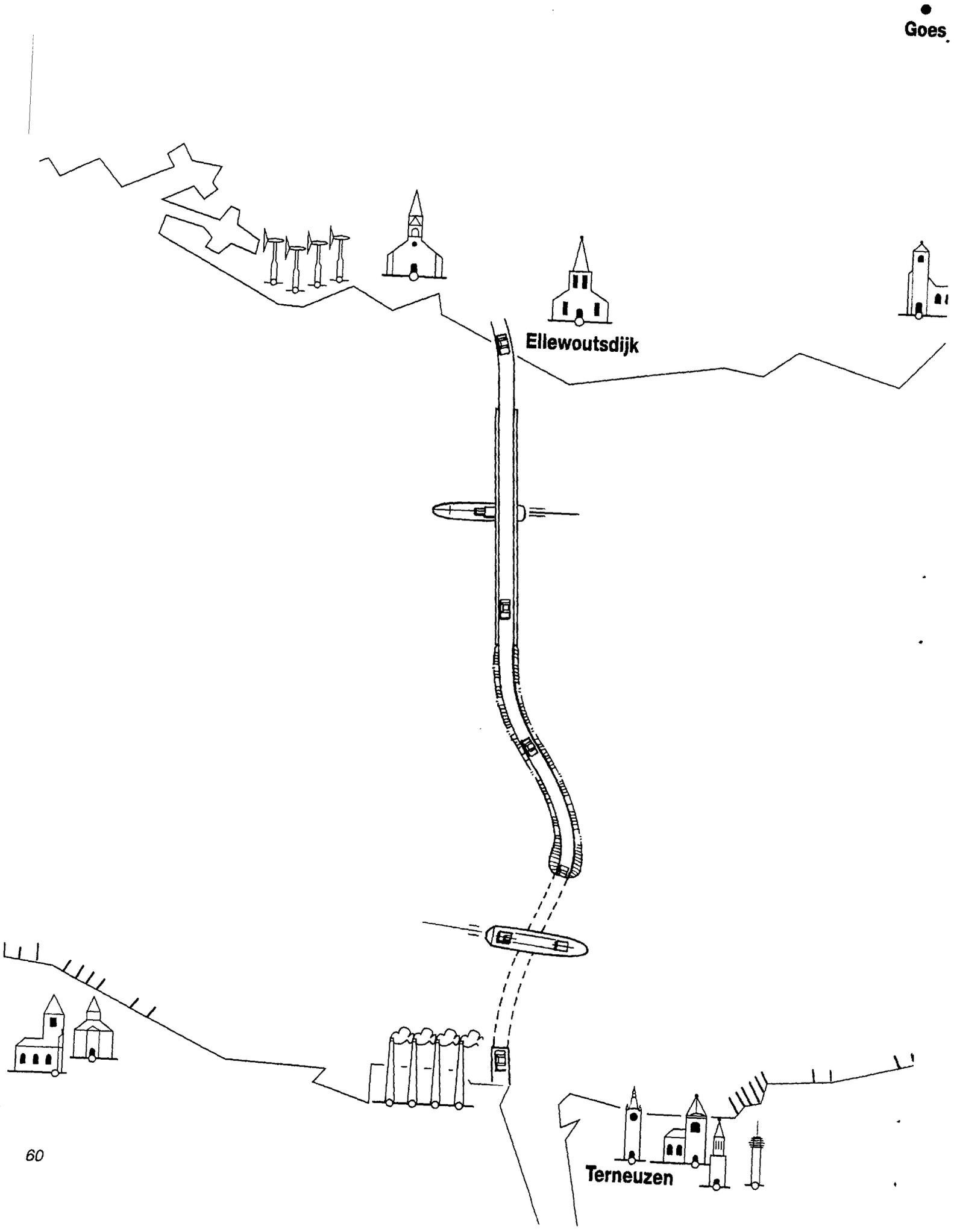
Indien ook ter plaatse van het landhoofd moet worden verdicht bedraagt de oppervlakte van het te verdichten zandpakket ca. 8.500 m2. De hoogte van het pakket is ca. 20 m. Het verdichten wordt uitgevoerd met een verdichtingsnaald, bestaande een stalen pijp met aan de onderzijde een resonator. Op de naald is een vibrator geplaatst. Door middel van een kraan wordt de naald trillend en met behulp van waterjets op de juiste diepte gebracht. Vervolgens wordt de naald steeds één meter opgetrokken terwijl op elke meter gedurende enige minuten wordt getrild. Gelet op de te verdichten oppervlakte kan met twee verdichtingseenheden worden gewerkt.

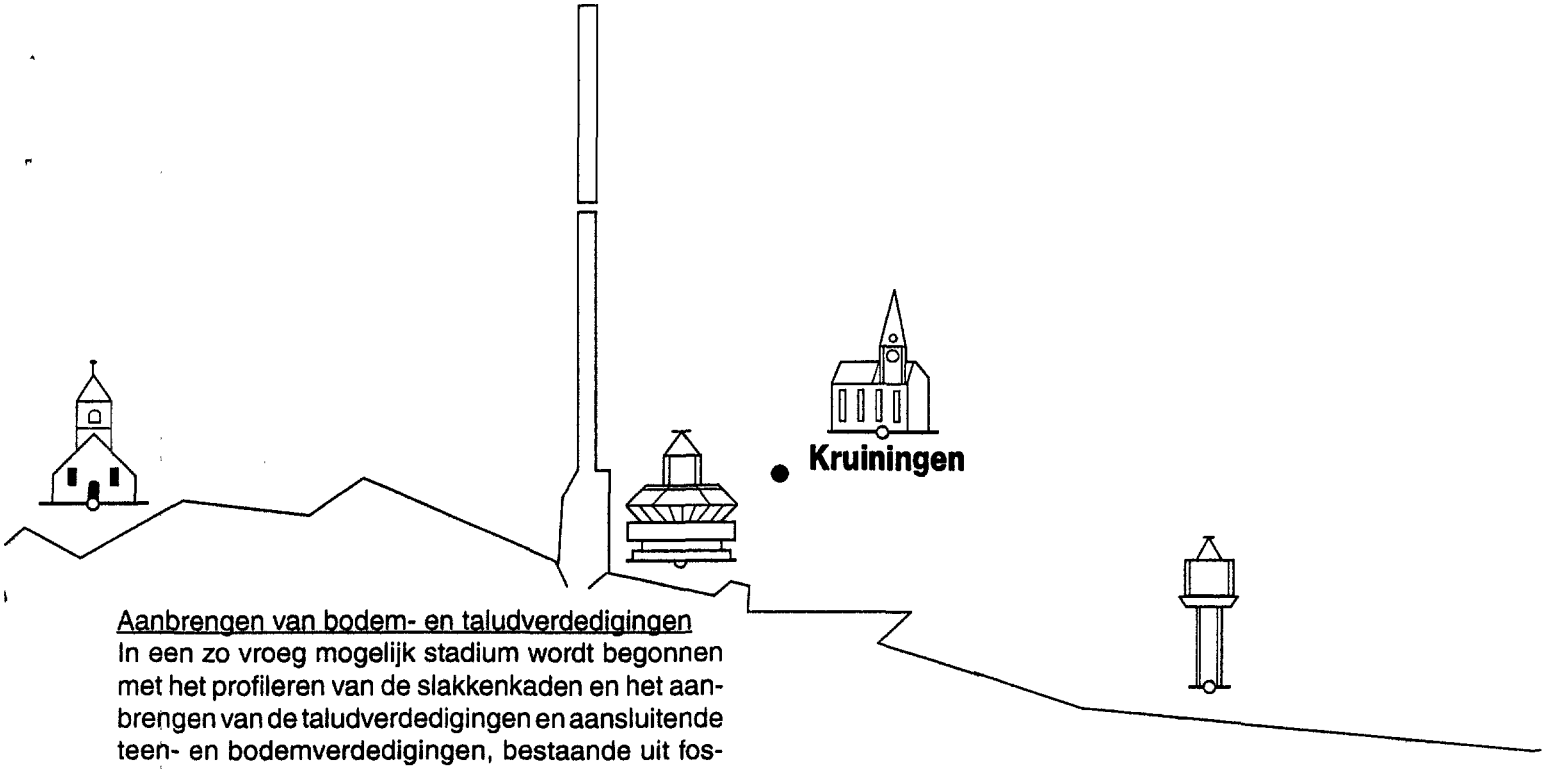
Opbouw damvak boven NAP +6 m

Boven het niveau van NAP +6 m moet plaatselijk nog meer zand worden aangebracht; brugoprit tot NAP +15 m en hoogwaterkering tot NAP +11 m. Gelijktijdig kan ter plaatse van de brugoprit tussen het landhoofd en de bestaande hoogwaterkering extra zand als voorbelasting worden aangebracht, tot ca. NAP +10 m. Totaal wordt dan in deze laatste ophoogfase nog ca. 100.000 m3 zand gespoten.

Zodra ter plaatse van het landhoofd van de brug het zand op hoogte is gebracht wordt ook daar nog een verdichting van het zandpakket van NAP +6 m tot ca. NAP +15 m uitgevoerd, over een oppervlakte van ca. 1.000 m2. Het extra voorbelastingszand wordt in een latere fase afgegraven en in het cunet van de aansluitende weg gereden.




Goes
Ellewoutsdijk
Terneuzen




Aanbrengen van bodem- en taludverdedigingen
In een zo vroeg mogelijk stadium wordt begonnen met het profileren van de slakkenkaden en het aanbrengen van de taludverdedigingen en aansluitende teen- en bodemverdedigingen, bestaande uit fosforslakken en breuksteen.

Aansluitend worden de zandtaluds geprofileerd en bekleed met respectievelijk mijnsteen, kraagstukken, breuksteen en klei.

De kraagstukken worden gemaakt op een zate in de werkhaven op de Middelplaat, over hoogwater aangevoerd en gesteld en vervolgens op het talud verebt.

Breuksteen en mijnsteen kunnen grotendeels rechtstreeks uit de aanvoerschepen door middel van drijvende kranen in het werk worden gebracht. Om stagnaties in de aanvoer op te kunnen vangen, worden in de werkhaven Middelplaat natte depots aangelegd.

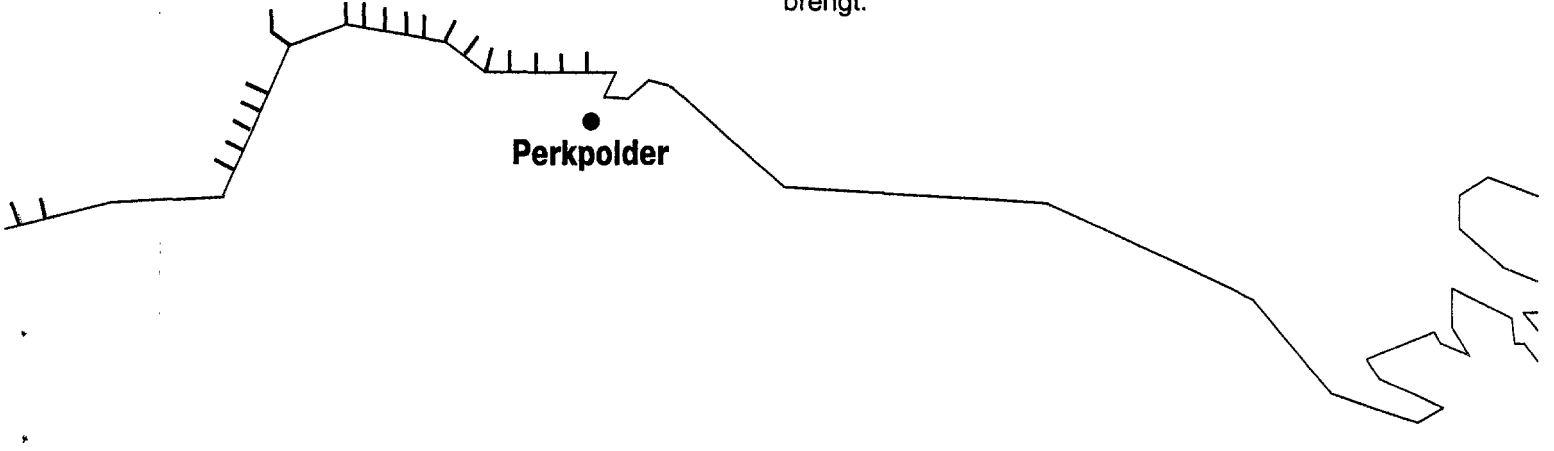
Klei wordt per as aangevoerd uit het cunet van de aansluitende weg; hetzij rechtstreeks uit ontgraving, hetzij via depot. Totaal worden voor de bekleding ca. 320.000 ton breuksteen en mijnsteen verwerkt, ca. 50.000 m2 kraagstukken en ca. 50.000 m3 klei.

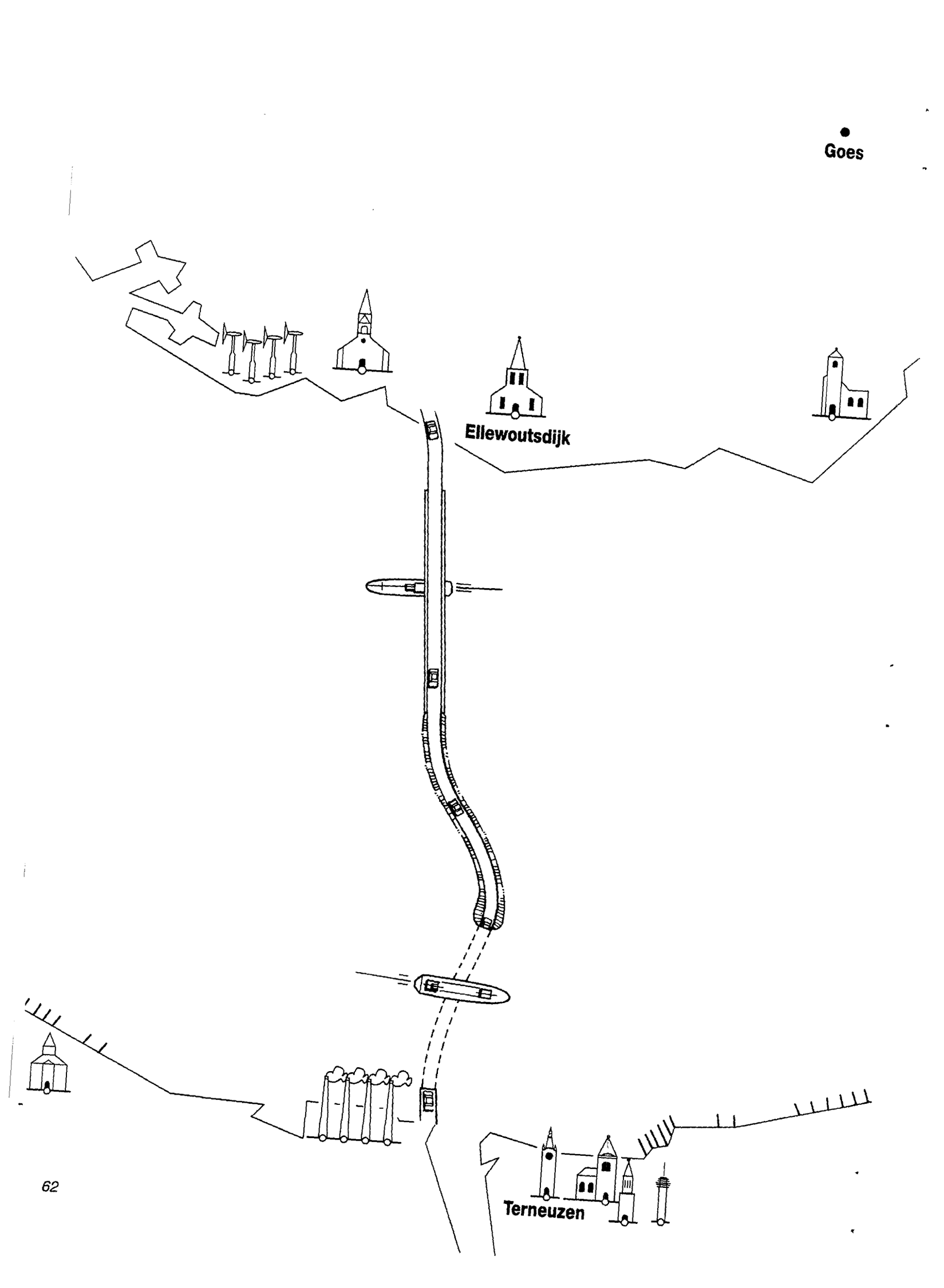
Ontmantelen en afgraven bestaande hoogwaterkering
De bestaande hoogwaterkering mag pas worden ontmanteld en afgegraven op het moment dat de damaanzet de functie van de kering kan overnemen; voldoende zand gespoten en taluds voldoende verdedigd.

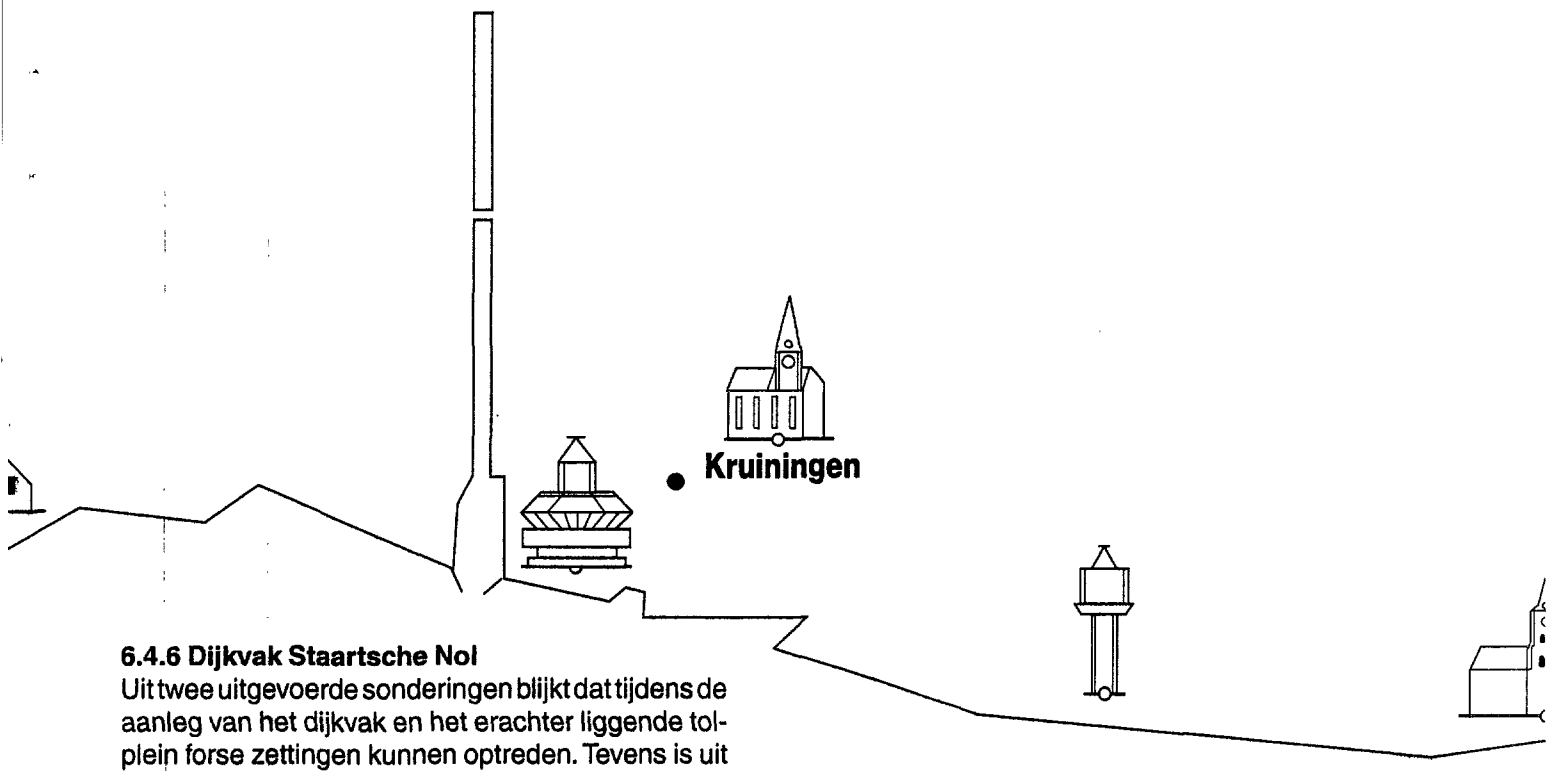
Vrijkomende glooiingsconstructies worden afgevoerd en, voor zover geschikt, verwerkt op het talud van het dijkvak Staartsche Nol. Vrijkomende klei wordt verwerkt op de taluds en terreinen van het damvak ter plaatse; het zand wordt in het cunet van de aansluitende weg gereden.

Bereikbaarheid
Tijdens de aanleg van het damvak en vóórdat de bestaande hoogwaterkering mag worden afgegraven, worden tijdelijke op- en afritten en werkbanen aangelegd: door middel van loaders verdichte zandbanen, plaatselijk eventueel een slakkenbaan. Zodra de bestaande hoogwaterkering mag worden doorgegraven, wordt de definitieve verbindingsweg naar de kop van het damvak (ankerblok, toegang hulpbrug) aangelegd. In eerste fase alleen de funderingslaag van slakken, met eventueel de eerste laag asfaltverharding.

Afwerking
De definitieve afwerking - schonen en inzaaien kleibekledingen, aanbrengen toplagen verhardingen en dergelijke - gebeurt op plaatsen en momenten waarbij uitvoering van andere werkonderdelen naar verwachting geen grote beschadigingen teweegbrengt.




Goes
Ellewoutsdijk
Terneuzen




### 6.4.6 Dijkvak Staartsche Nol

Uit twee uitgevoerde sonderingen blijkt dat tijdens de aanleg van het dijkvak en het erachter liggende tolplein forse zettingen kunnen optreden. Tevens is uit de geologische bodemgesteldheid af te leiden dat op grote verschillen in zettingen moet worden gerekend.

Het is dus van belang de zandophoging in een zo vroeg mogelijk stadium (ruim vóór ontmantelen en afgraven bestaande dijk en aanleggen wegverhardingen) gefaseerd, in een rustig tempo aan te brengen.

Het maaiveld ter plaatse van het tracé van het dijkvak ligt op een hoogte van ca. NAP -0,50 m en wordt doorsneden door enkele kreken. Ter plaatse van de toekomstige teen van de dijk wordt een slakken- of mijnsteenkade uitgereden, met een kruinhoogte ruim boven G.H.W. Hierachter wordt het zandstort ingericht. Er wordt zo lang mogelijk met een open stort gewerkt.

De slakken- of mijnsteenkade beschermt het stort tegen golfaanval. De materialen van de kade worden later opgenomen in de definitieve glooiingsconstructie. Het zand is afkomstig uit het compensatiebaggerwerk in de Everingen en wordt met hoppers aangevoerd. Deze lossen zich via de eigen walpersinstallatie op het stort.

De benodigde hoeveelheid zand - ca. 500.000 m3 wordt in ca. 4 maanden in het werk gebracht. Dit betekent een gemiddelde produktie van 25.000 à 30.000 m3 per week. Indien vroeg in het voorjaar wordt gestart kan het dijkvak nog vóór de winter van hetzelfde jaar worden afgewerkt.

Voor de glooiingsconstructie wordt gebruik gemaakt van materialen die vrijkomen uit de nu vervallen hoogwaterkering en ter plaatse van de aansluiting van het damvak Zuid-Beveland. Zolang het tolplein achter het dijkvak nog niet moet worden ingericht kan dit terrein (oppervlakte is ruim 5 ha) dienst doen als depot voor cunetzand voor de aansluitende wegen op Zuid-Beveland.

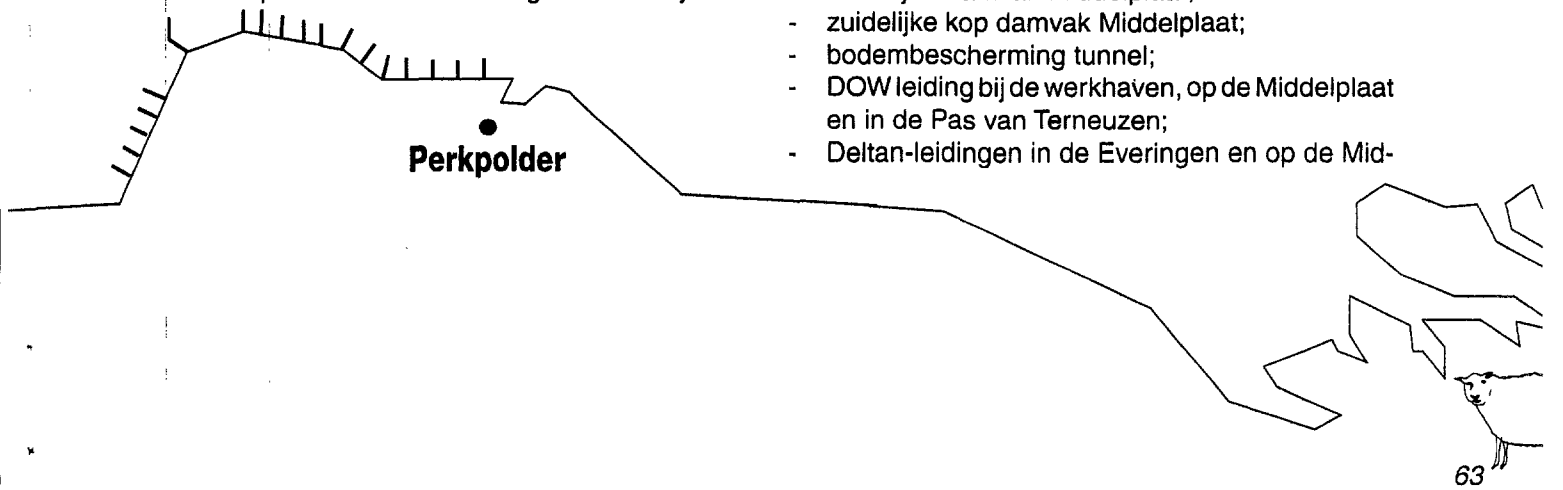
### 6.4.7 Aanvullende bestortingen

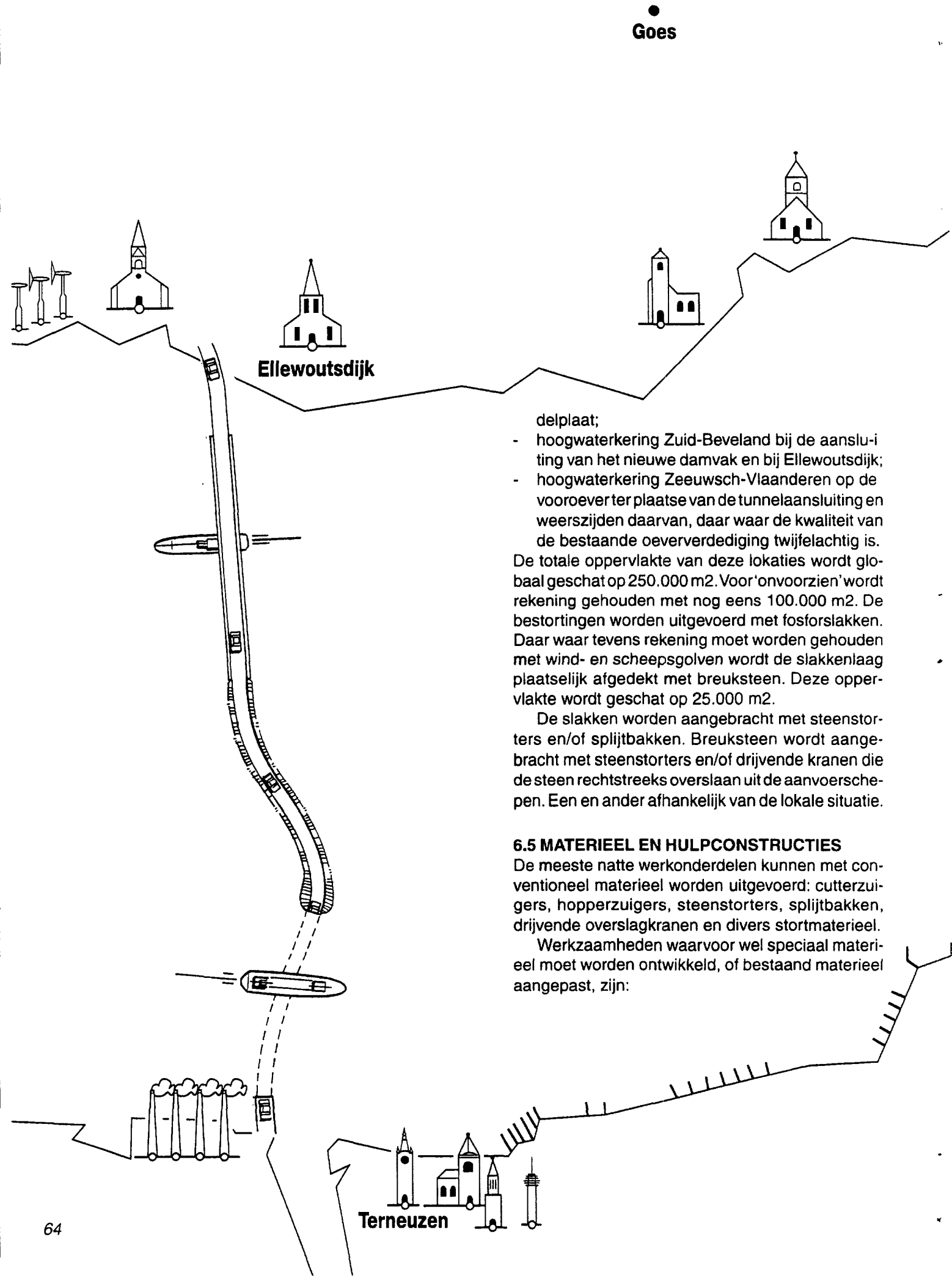
Aanvullende bestortingen zijn te verdelen in twee categorieën:

- bij de aanvang der werkzaamheden is wel de lokatie bekend, maar niet de omvang;
- bij aanvang der werkzaamheden is nóch de lokatie, nóch de omvang bekend.

Voor beide geldt dat het tijdstip van noodzaak van uitvoering niet bekend is. 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;
- Deltan-leidingen in de Everingen en op de Mid-






delplaat;
- hoogwaterkering Zuid-Beveland bij de aansluiting van het nieuwe damvak en bij Ellewoutsdijk;
- hoogwaterkering Zeeuwsch-Vlaanderen op de vooroever ter plaatse van de tunnelaansluiting en weerszijden daarvan, daar waar de kwaliteit van de bestaande oeververdediging twijfelachtig is.

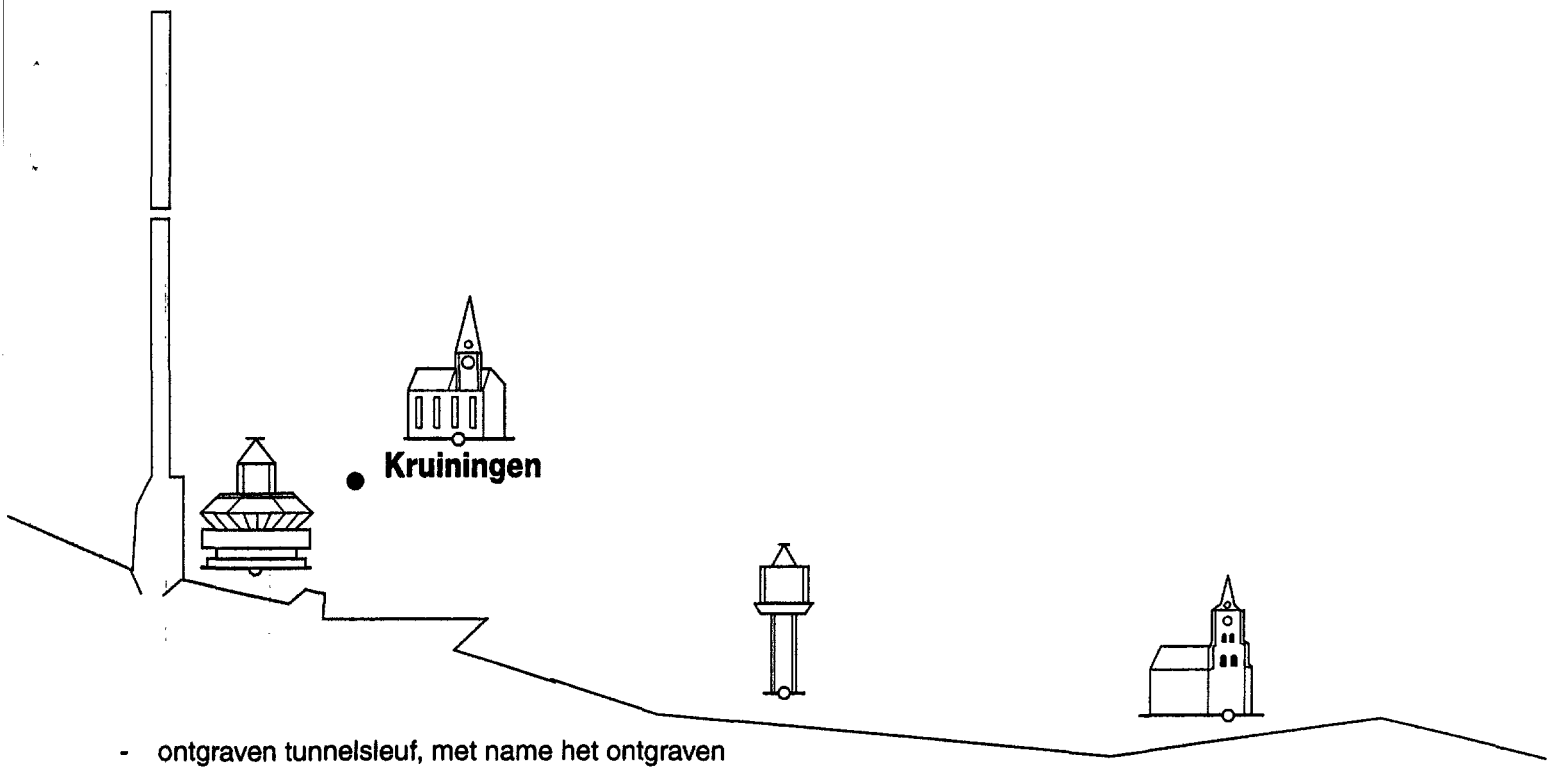
De totale oppervlakte van deze lokaties wordt globaal geschat op 250.000 m2. Voor 'onvoorzien' wordt rekening gehouden met nog eens 100.000 m2. De bestortingen worden uitgevoerd met fosforslakken. Daar waar tevens rekening moet worden gehouden met wind- en scheepsgolven wordt de slakkenlaag plaatselijk afgedekt met breuksteen. Deze oppervlakte wordt geschat op 25.000 m2.

De slakken worden aangebracht met steenstorters en/of splijtbakken. Breuksteen wordt aangebracht met steenstorters en/of drijvende kranen die de steen rechtstreeks overslaan uit de aanvoerschepen. Een en ander afhankelijk van de lokale situatie.

### 6.5 MATERIEEL EN HULPCONSTRUCTIES

De meeste natte werkonderdelen kunnen met conventioneel materieel worden uitgevoerd: cutterzuigers, hopperzuigers, steenstorters, splijtbakken, drijvende overslagkranen en divers stortmaterieel.

Werkzaamheden waarvoor wel speciaal materieel moet worden ontwikkeld, of bestaand materieel aangepast, zijn:




- ontgraven tunnelsleuf, met name het ontgraven van de Boomse klei tot ruim NAP -40 m;
- afvlakken en eventueel verdichten van het funderingsbed voor de pijlercaissons in de Everingen.

### 6.6 EFFECTEN VOOR DE OMGEVING

Bagger- en stortwerkzaamheden in het tracé in de Pas van Terneuzen en in de Everingen - maar ook op de zandwin- en speciestortlokaties - zullen hinder opleveren voor de doorgaande scheepvaart. Een goede scheepvaartbegeleiding is noodzakelijk.

Hierbij is het van groot belang dat ruim van tevoren het tijdstip van uitvoering en de lokatie van een zuiger, steenstorter enzovoorts bekend is bij alle betrokkenen (uitvoeringsleiding andere werkonderdelen, peil- en meetdienst, vaarwegbeheerder en scheepvaartbegeleiding).

Het materieel moet zijn voorzien van draadspuds en zodanig worden verankerd dat bij dreigende calamiteiten onmiddellijk kan worden verhaald.

### 6.7 UITVOERINGSPLAN

In hoofdstuk 3 'Bouwfasering' is aangegeven dat de uitvoering van de natte werken afhankelijk is van de aanleg van de tunnel in de Pas van Terneuzen en het plaatsen van de pijlercaissons in de Everingen.

Uit deze fasering is de planning van de natte werken af te leiden. Bij deze planning zijn de volgende opmerkingen te maken:

- Gelijktijdige start en uitvoering van het damvak Middelplaat, het damvak Zuid-Beveland en het dijkvak Staartsche Nol en het compensatiebaggerwerk in de Everingen.
- Werkzaamheden met betrekking tot de brug over de Everingen en de tunnel in de Pas van Terneuzen vinden niet gelijktijdig plaats.
- Het ontmantelen en ontgraven van de vooroever van Terneuzen wordt in een winterperiode uitgevoerd.

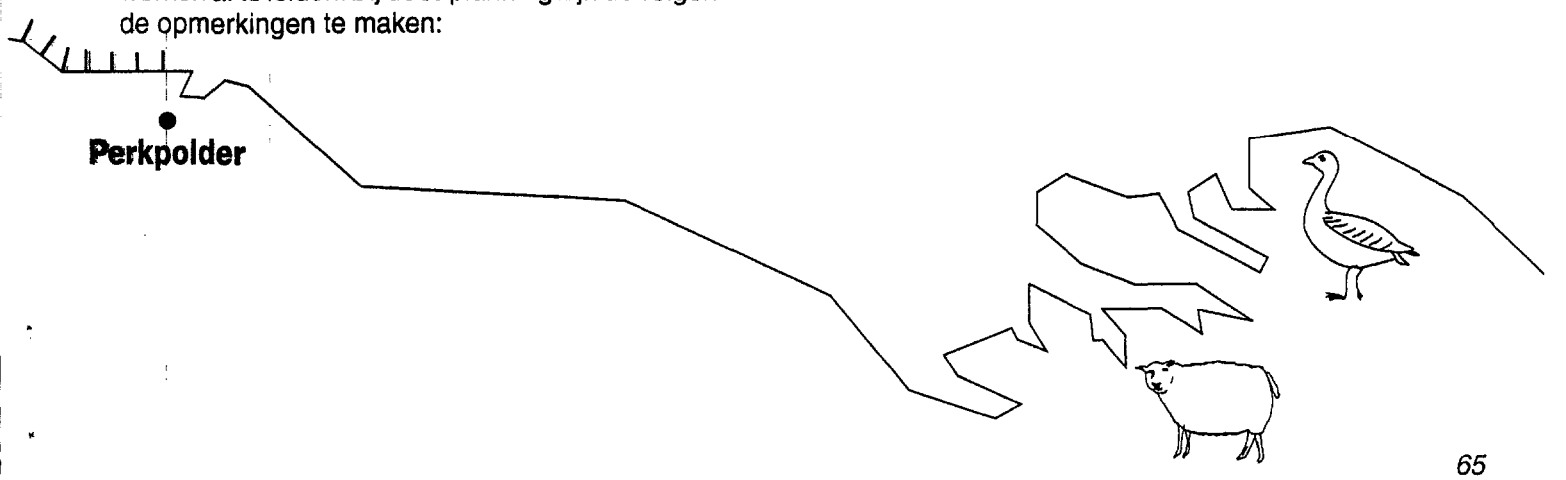
### 6.8 TE VERWERKEN MATERIALEN

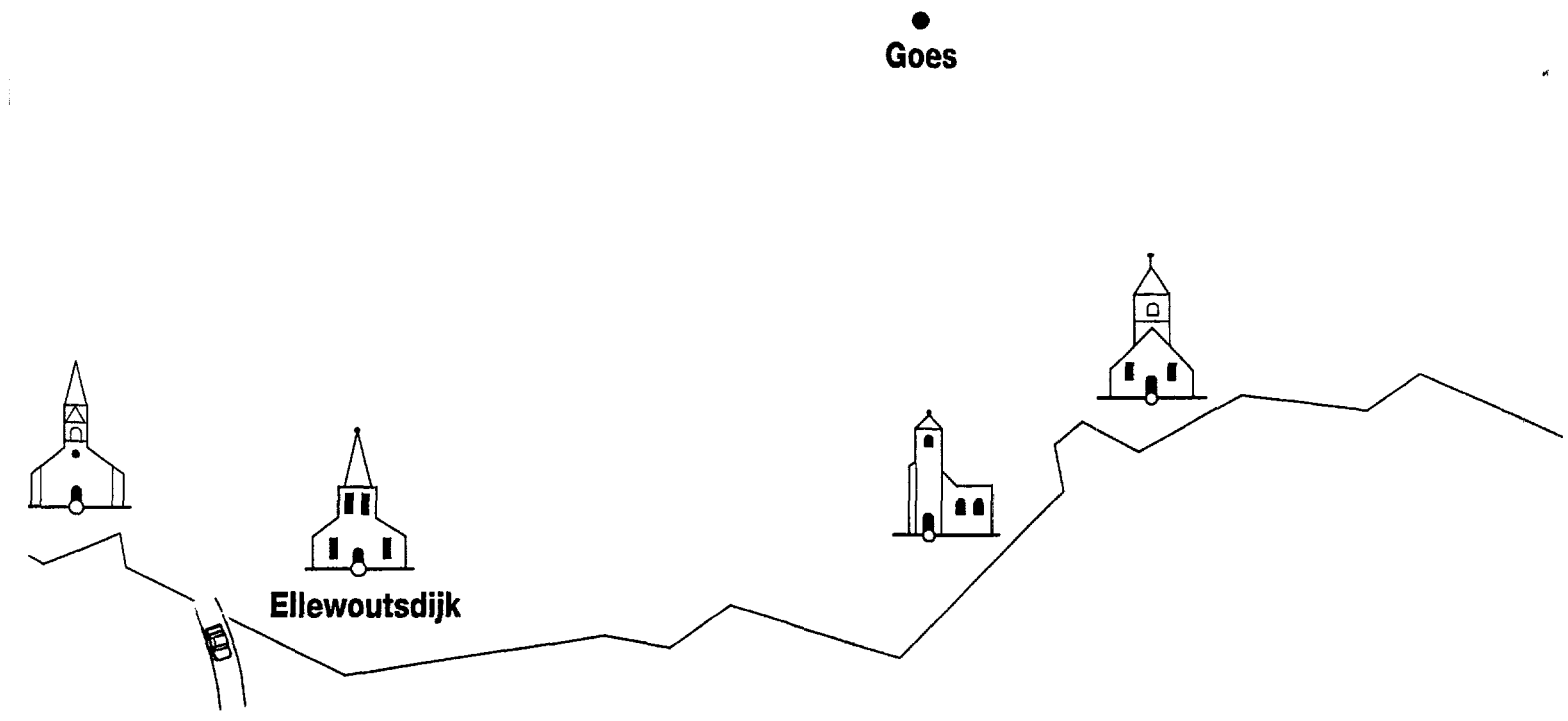
#### 6.8.1 Grondbalans

Uit de grondbalans blijkt dat op een hoeveelheid van ca. 14 miljoen m3 slechts met ca. 5 miljoen m3 zand werk met werk kan worden gemaakt.

De balans staat los van de grondbalans van het bouwdok voor de tunnelelementen en de pijlercaissons.

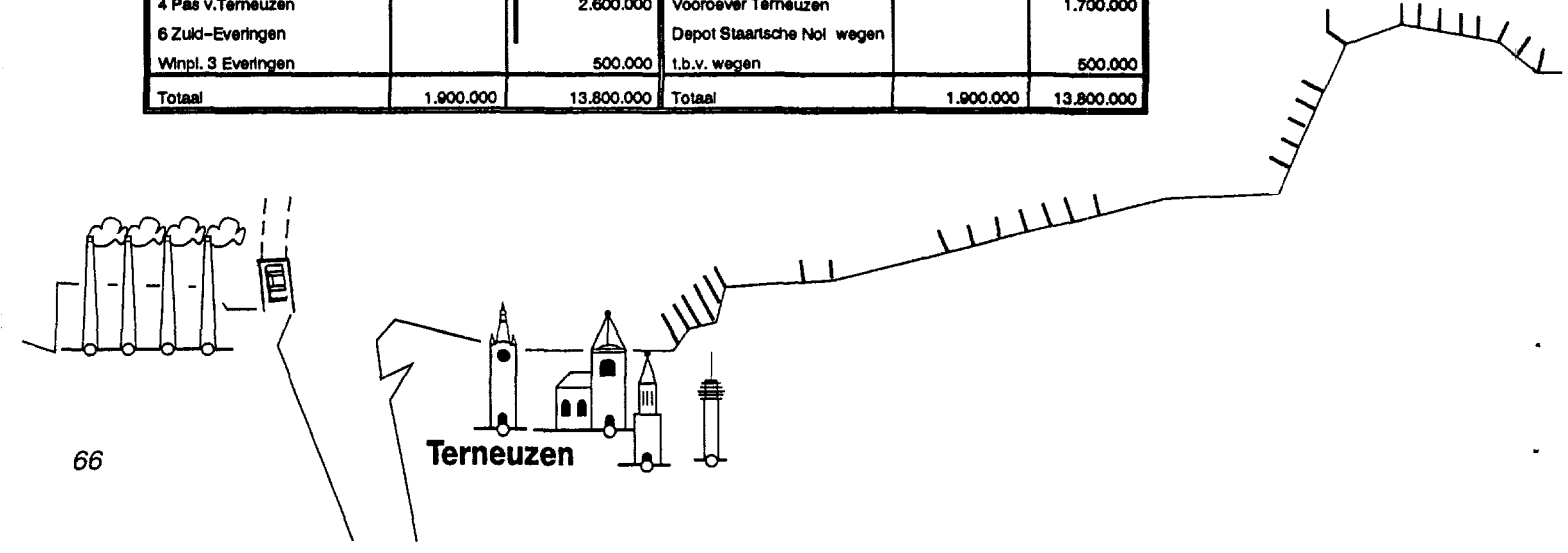
Er is geen rekening gehouden met de mogelijk heid om overschotten aan te wenden voor natuur ontwikkeling of op de zandmarkt aan te bieden.

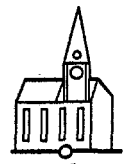


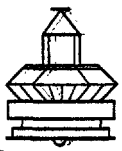



## Grondbalans

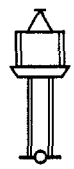
| BAGGEREN | | | STORTEN | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Onbruikb. specie | Zand | | | Zand |
| Werkhaven Middelpl. | | 1.600.000 | Damvak Middelplaat | | 2.400.000 |
| Winplaats 6 | | 800.000 | | | |
| | | | Staartsche Nol | 500.000 | |
| | | | Grondverb. Zd.Bevel. | 1.300.000 | |
| | | | Damvak Zd.Bevel. | 1.700.000 | |
| Compens. Everingen | | 3.500.000 | | | 3.500.000 |
| | | | | Onbruikb. specie | |
| Brugpijlers Everingen | | 800.000 | | | |
| Tunnelsl. Pas v.Tem. | | 2.700.000 | | | |
| Vooroever Terneuzen | 500.000 | 1.000.000 | Stortpl.3 Everingen | | 4.800.000 |
| Geul Suikerplaat | | 300.000 | | | |
| | | | Stortpl. 1 Everingen | 500.000 | |
| Kiel uit tunnelsleuf | 100.000 | | Stortpl. 2 P.v.Tem. | 100.000 | |
| Opschonen tunnelsl. | ca.200.000 | | Pas van Terneuzen | ca. 200.000 | |
| Grondverb.Zd.Bevel. | 1.100.000 | | Stortpl. 1 Everingen | 1.100.000 | |
| Winplaats: | | | | | |
| 3 Everingen . | | | Aanvullen tunnelsl. | | 900.000 |
| 4 Pas v.Terneuzen | | 2.600.000 | Vooroever Terneuzen | | 1.700.000 |
| 6 Zuid-Everingen | | | Depot Staartsche Nol wegen | | |
| Winpl. 3 Everingen | | 500.000 | t.b.v. wegen | | 500.000 |
| Totaal | 1.900.000 | 13.800.000 | Totaal | 1.900.000 | 13.800.000 |







**Kruiningen**

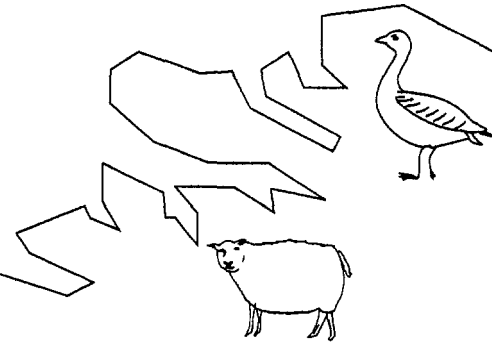


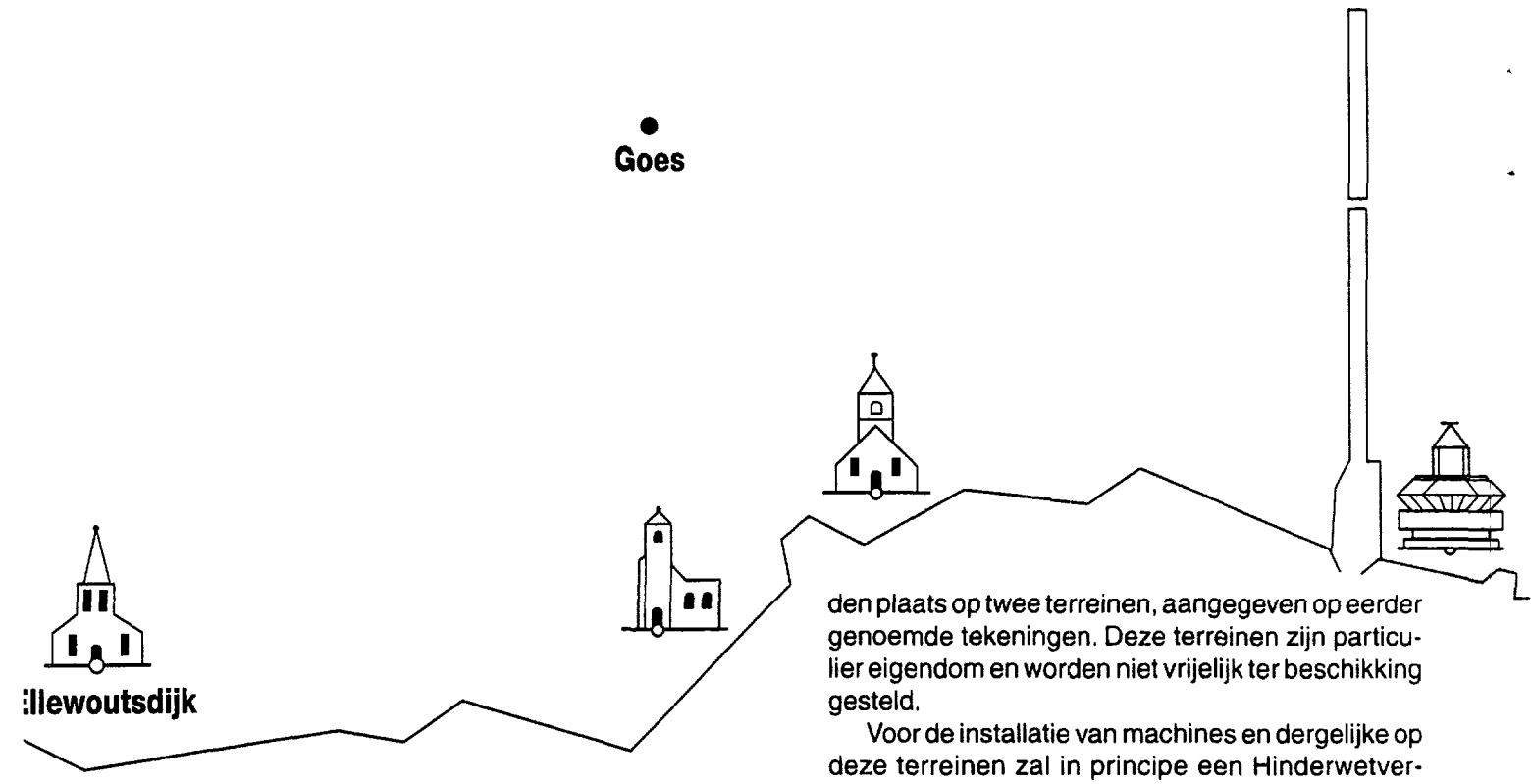
## 6.8.2 Overige materialen

| | Klei | Fosfor-slakken | Mijnsteen | Geo-textiel | Breuksteen kg | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | t.v. | 10/125 mm | | 10/60 | 60/300 | 300/1000 |
| | m³ | t | t | m² | t | t | t |
| Middelplaat | 140.000 | 300.000 | 100.000 | 215.000 | 130.000 | 75.000 | 175.000 |
| Pas van Tern. (incl. vooroever) | 36.000 | 620.000 | 5.000 | 80.000 | 225.000 | 105.000 | - |
| Everingen | - | 265.000 | - | - | - | 265.000 | - |
| Damvak Zd.Bevel. | 46.000 | 360.000 | 30.000 | 40.000 | 75.000 | 80.000 | 140.000 |
| Staartsche Nol | 25.000 | 8.000 | 6.000 | 7.000 | - | 7.000 | - |
| Aanv. Bestort. | - | 300.000 | - | - | 20.000 | 10.000 | - |
| Totaal | 247.000 | 1.853.000 | 141.000 | 342.000 | 450.000 | 542.000 | 315.000 |

De genoemde hoeveelheden zijn globaal en afgerond. Geen rekening is gehouden met vrijkomende materialen. Bij het bepalen van de hoeveelheden is gerekend met de volgende verliezen:

| | | |
|---|---|---|
| ZAND algemeen | verwerken onder NAP -8 m | 15% |
| | verwerken van NAP -8 m tot NAP | 10% |
| | verwerken boven NAP | 5% |
| | zetting en klink | 2% |
| *Opmerking* | aanvullen tunnelsleuf | 20% |
| | aanvullen vooroever Zeeuwsch-Vlaanderen | 15% |
| | zetting en klink Staartsche Nol | 4,5% |
| SLAKKEN | in kaden | 7,5% |
| | als bodembescherming | 10% |
| | aanvullen/afdekken tunnelsleuf | 10% |
| MIJNSTEEN | in glooiingsconstructie boven NAP | 5% |
| GEOTEXTIEL | overlappen en dergelijke | 5% |
| BREUKSTEEN | tunnelsleuf | 2% |
| | overige | afronding |






## 7. WEGEN

### 7.1 INLEIDING

De aanleg van het wegengedeelte van de Westerschelde Oeververbinding bestaat in hoofdzaak uit het aanbrengen van wegconstructies met geluidswallen en kunstwerken en de inrichting van natuurbouwterreinen. Het ontwerp voorziet in reguliere constructies en bouwmethoden.

Bij deze beschrijving behoren de tekeningen B 107084 en B 107085.

### 7.2 ALGEMEEN

#### 7.2.1 Bouwterreinen

In het algemeen vinden alle werkzaamheden rond de aanleg van wegen en toebehoren, inclusief natuurbouw, plaats binnen de bouwterreinen die ter beschikking worden gesteld. Dit zijn percelen die voor dit doel worden aangekocht en/of beschikbaar zijn.

De aan- en afvoer van personeel, materieel en materiaal gebeurt volgens de routes als aangegeven op voornoemde tekeningen. Het gebruik van alle andere wegen behoeft goedkeuring van de Provincie Zeeland.

Aanvoer van bouwstoffen geschiedt in principe door het cunet c.q. over de bouwterreinen. Bijkomende activiteiten zoals opslag van materiaal en materieel en het creëren van kantoorfaciliteiten vinden plaats op twee terreinen, aangegeven op eerder genoemde tekeningen. Deze terreinen zijn particulier eigendom en worden niet vrijelijk ter beschikking gesteld.

Voor de installatie van machines en dergelijke op deze terreinen zal in principe een Hinderwetvergunning etcetera nodig zijn. Voor procedures terzake wordt verwezen naar de procedurenota.

Nabij de bouwdoklokatie in de Sloehaven is voldoende ruimte beschikbaar voor een betoncentrale. Het beton ten behoeve van in het werk te storten onderdelen van de kunstwerken kan bij bestaande betoncentrales in het Sloegebied en de Zeeuwsch-Vlaamse Kanaalzone worden afgenomen.

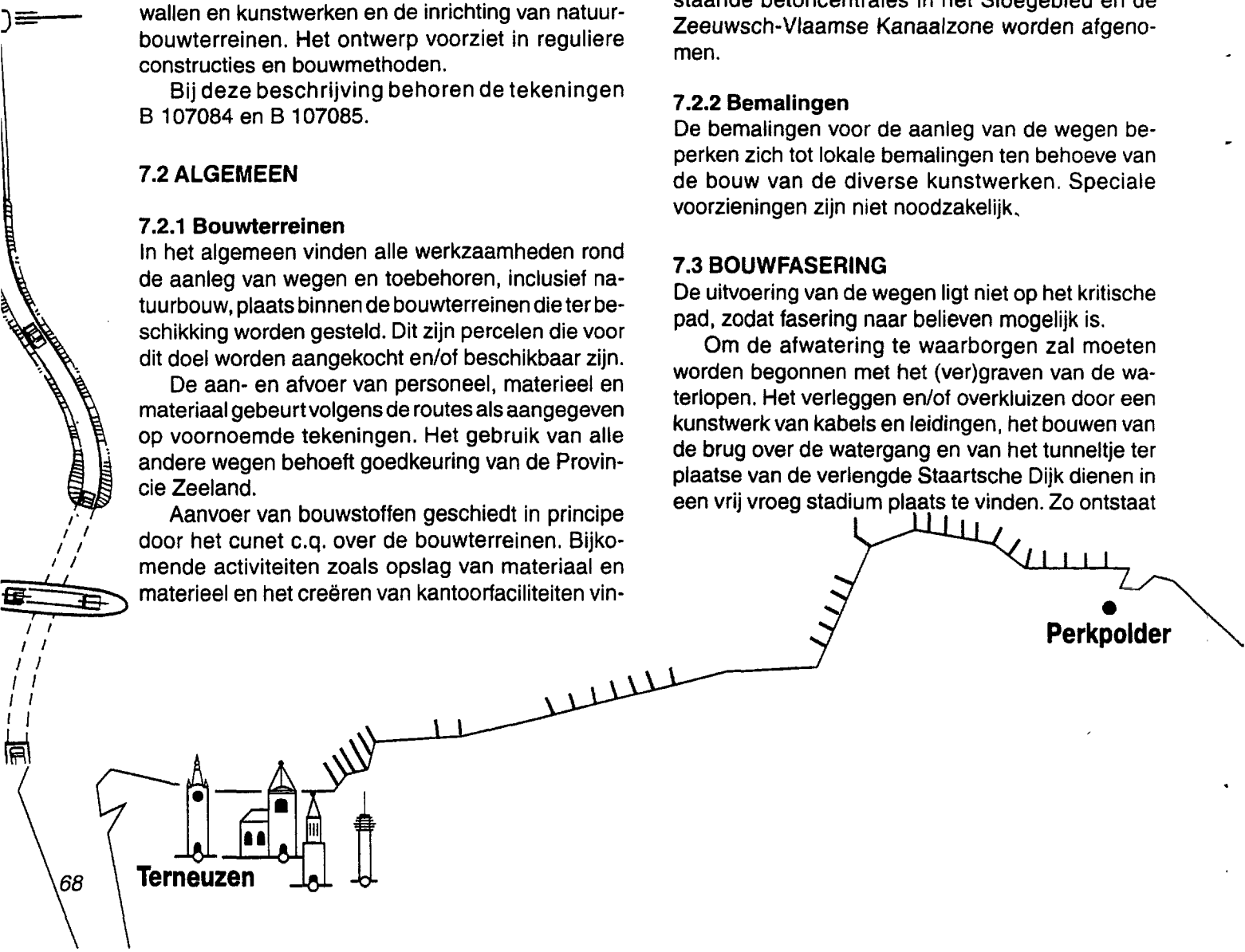
#### 7.2.2 Bemalingen

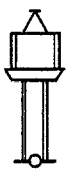
De bemalingen voor de aanleg van de wegen beperken zich tot lokale bemalingen ten behoeve van de bouw van de diverse kunstwerken. Speciale voorzieningen zijn niet noodzakelijk.

### 7.3 BOUWFASERING

De uitvoering van de wegen ligt niet op het kritische pad, zodat fasering naar believen mogelijk is.

Om de afwatering te waarborgen zal moeten worden begonnen met het (ver)graven van de waterlopen. Het verleggen en/of overkluizen door een kunstwerk van kabels en leidingen, het bouwen van de brug over de watergang en van het tunneltje ter plaatse van de verlengde Staartsche Dijk dienen in een vrij vroeg stadium plaats te vinden. Zo ontstaat





voldoende vrije werkruimte en is transport door het cunet mogelijk. Zodra wordt begonnen met de aanleg van het tolplein maakt de tunnel deel uit van de werkweg.

In verband met de noodzakelijke bereikbaarheid van DOW Benelux dient de aansluiting van de T67 op de N252 met voorrang te worden gerealiseerd. Vervolgens kan worden begonnen met de omlegging van de S21.

Realisatie van de natuurbouwterreinen gebeurt met voorrang en aaneengesloten. Voorkomen moet worden dat gedurende de volledige looptijd van de bouw binnen deze terreinen werkzaamheden plaatsvinden.

Ter beperking van geluidsoverlast worden de geluidswallen in een zo vroeg mogelijk stadium gerealiseerd.

Voor dijksherstel en Stormvloedwaarschuwingsdienst moeten de dijken via langsliggende wegen te allen tijde bereikbaar zijn.

## 7.4 BOUWMETHODEN EN UITVOERING

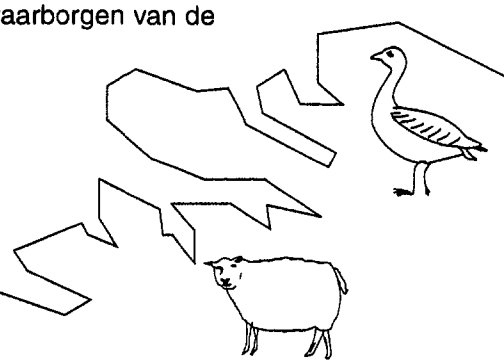
### 7.4.1 Wegen

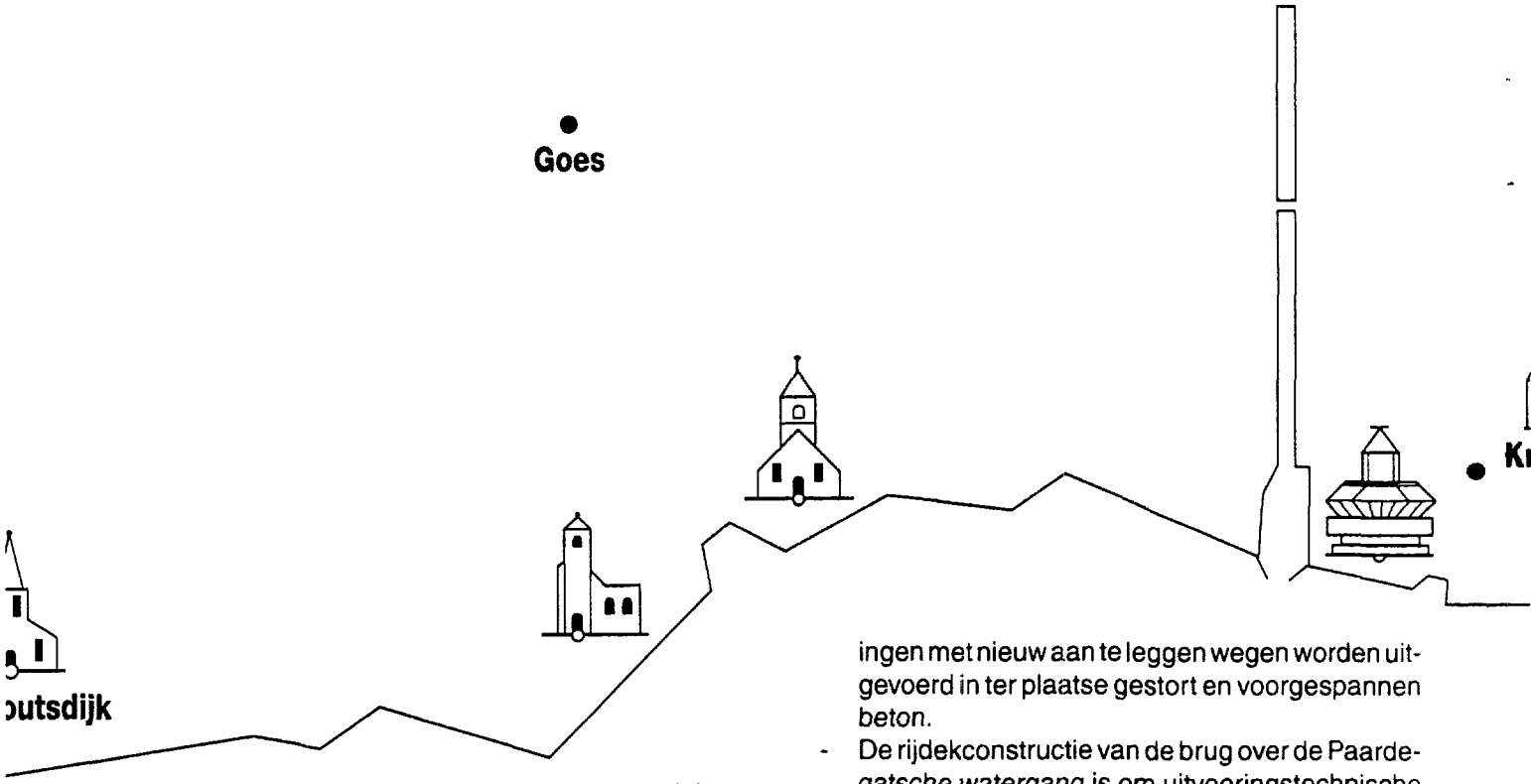
De stringente bepalingen ten aanzien van het tracé geven, althans wat het weggedeelte inclusief natuurbouwterreinen betreft, weinig ruimte voor veel variaties in de wijze van uitvoering. Gekozen is derhalve voor bij de provincie Zeeland gebruikelijke wegdek- en kunstwerkconstructies.

De uitvoering start met het waarborgen van de afwatering van het gebied door het (ver-)graven van de diverse sloten en watergangen. De vrijkomende grond wordt gebruikt voor aanleg van de diverse geluidswallen en het dempen van sloten. Vervolgens wordt begonnen met het graven van het cunet ter plaatse van de aan te brengen voorbelasting. De vrijgekomen grond krijgt de bestemming als eerder aangegeven en wordt ter plaatse van het damvak als dijkbekledingsmateriaal verwerkt en gebruikt voor de afwerking van bermen, na in depot te zijn opgeslagen. In een continu proces worden de cunetten gegraven en wordt het zandbed met de slakkenfundering aangebracht.

Voor de in het noordelijke gedeelte van het tracé aanwezige leidingstrook is gekozen voor het aanbrengen van een overkluizing. Dit voorkomt kostbare verlegging van deze kabels en leidingen. Aan beperkte omleggingen van kabels en leidingen is echter niet te ontkomen.

Gelet op de resultaten van het grondmechanisch onderzoek dienen de ophogingen door voorbelasting te worden aangebracht. Het grondmechanisch rapport is daarbij maatgevend. De aansluiting van de toeleidende weg op de S10 en de S11 zal circa 1500 m tijdelijke rijbaan, breed 6m, vergen. Het zand voor het grondlichaam wordt zoveel mogelijk aangevoerd vanuit het op te spuiten depot bij het bouwdok. De grondlichamen nabij de Staartsche Nol worden geconstrueerd met zand vanuit het op te spuiten depot






ten behoeve van het hier aan te leggen tolplein.
Het aanbrengen van de asfaltverhardingen, wegmeubilair, verlichting, bewegwijzering en dergelijke gebeurt in een laat stadium, ter voorkoming van beschadigingen etcetera en renteverliezen.

### 7.4.2 Kunstwerken

In de eerste fase van de aanleg van de toeleidende wegen worden in totaal 10 kunstwerken gebouwd. Het gaat om 5 viaducten, 1 brug, 1 landbouwtunnel, 2 duikers en een overkluizing van een leidingenstrook. Tevens moet het bestaande viaduct over de Frankrijkweg in verband met de inpassing in het nieuwe lengteprofiel van de S10 worden opgevijzeld.

De onderbouw van de viaducten bestaat uit 2 hoog gefundeerde landhoofden met één of meerdere tussenpijlers op funderingssloven, alles gefundeerd op voorgespannen betonpalen.

De onderbouw van de brug over de Paardegatsche watergang bestaat uit 2 landhoofden gefundeerd op voorgespannen betonpalen.

Voor de rijdekconstructies van de viaducten zijn afhankelijk van de actuele verkeerssituatie op de kruisende (spoor)wegen de volgende keuzes gemaakt:

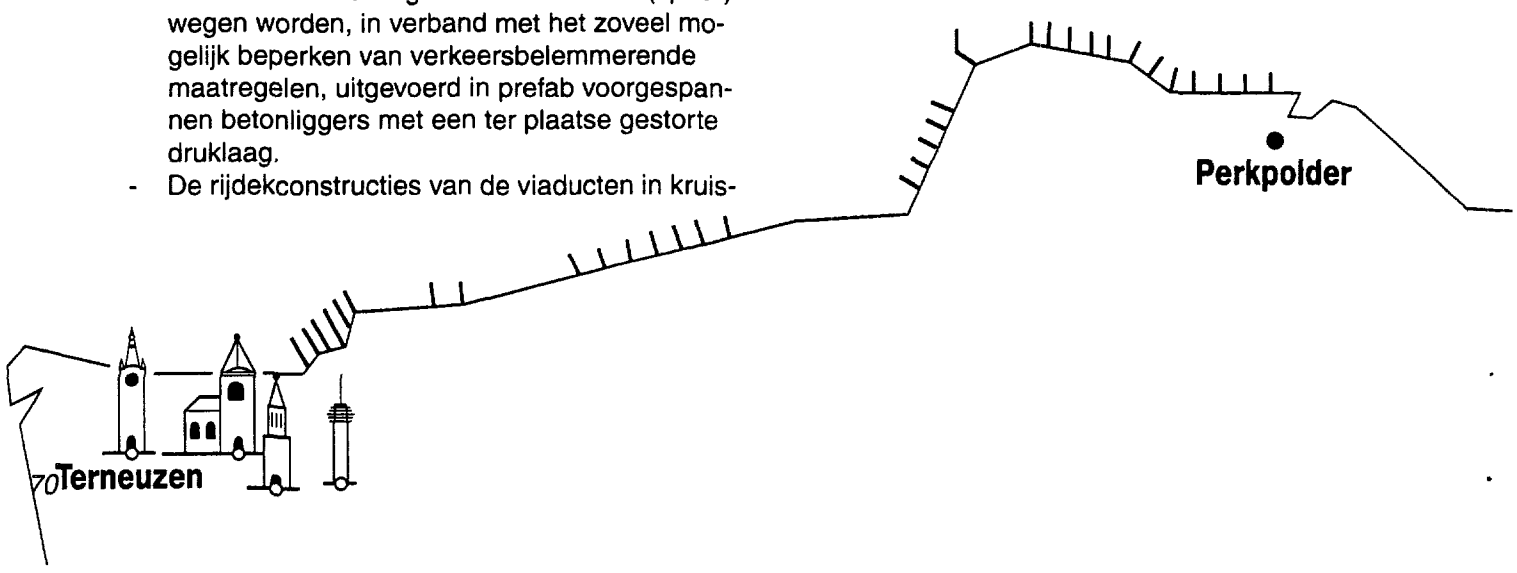
- Viaducten in kruisingen met bestaande (spoor) wegen worden, in verband met het zoveel mogelijk beperken van verkeersbelemmerende maatregelen, uitgevoerd in prefab voorgespannen betonliggers met een ter plaatse gestorte druklaag.
- De rijdekconstructies van de viaducten in kruisingen met nieuw aan te leggen wegen worden uitgevoerd in ter plaatse gestort en voorgespannen beton.
- De rijdekconstructie van de brug over de Paardegatsche watergang is om uitvoeringstechnische redenen uitgevoerd in prefab voorgespannen betonliggers met een ter plaatse gestorte druklaag.

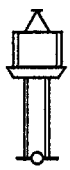
De landbouwtunnel en de duikers worden uitgevoerd in ter plaatse gestort gewapend beton. De landbouwtunnel wordt gefundeerd op palen; de duikers worden op staal gefundeerd.

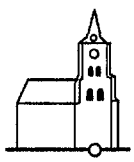
De overkluizing van de leidingenstrook wordt uitgevoerd in prefab voorgespannen betonliggers, met een ter plaatse gestorte druklaag. De liggers worden opgelegd op gewapend betonnen sloven, gefundeerd op trillingsvrij in te brengen damwandschermen.

Het bestaande viaduct over de Frankrijkweg moet worden opgevijzeld over een hoogte variërend van ca. 0,20 m ter plaatse van het noordelijke landhoofd tot 0,50 m ter plaatse van het zuidelijke landhoofd. Vervolgens worden de landhoofden opgestort en de vleugelwanden aangepast.

De drie in het werk te storten viaducten worden achtereenvolgens aangelegd. Hierdoor kan worden volstaan met één te verleggen hulpweg van betonplaten, breed 4 m, lang ca. 500 m. De bouw van de duiker in de Monsterweg wordt gecombineerd met de bouw van het viaduct ter plaatse.







## 7.5 MATERIEEL EN HULPCONSTRUCTIES

### 7.5.1 Wegen

Afhankelijk van het zoutgehalte van het in de cunetten aan te brengen zand en van het grondwater ter plaatse kan het noodzakelijk zijn op verschillende lokaties vliesconstructies in de cunetten aan te brengen. Het te gebruiken materieel beperkt zich tot het in de wegenbouw gebruikelijke.

### 7.5.2 Kunstwerken

De paalfunderingen voor de diverse kunstwerken worden geheid met een conventionele heistelling. Het ter plaatse te storten beton kan worden betrokken bij de bestaande betoncentrales in het Sloegebied en de Zeeuwsch-Vlaamse Kanaalzone. Het beton wordt met truckmixers via de aangewezen transportroutes en werkwegen op lokatie gebracht. Vervolgens wordt het beton met een mobiele kraan met kubel en/of een mobiele pompinstallatie in de bekisting gebracht.

De prefab voorgespannen betonliggers worden op trailers via de aangewezen transportroutes en werkwegen aangevoerd en met een mobiele kraan op de ondersteuningen geplaatst.

Het inbrengen van de stalen damwandschermen voor de fundatie van de leidingenstrook wordt uitgevoerd met een hydraulische drukinstallatie, waarmee de planken trillingsvrij in de grond worden gedrukt.

Voor het opvijzelen van het viaduct over de Frankrijkweg wordt gebruik gemaakt van hydraulische drukvijzels. Ter plaatse van de landhoofden kan worden gevijzeld vanaf inkassingen in het landhoofd. Op de funderingssloven van de tussensteunpunten worden zware stalen stempelconstructies opgebouwd, waarop de drukvijzels komen.

## 7.6 EFFECTEN VOOR DE OMGEVING

Weg- en spoorwegverkeer mogen geen vertraging of hinder ondervinden. De ontsluiting van alle percelen dient gewaarborgd te blijven.

Door de natuurbouwterreinen met voorrang en in een aaneengesloten periode aan te leggen worden op korte termijn alternatieve vluchtplaatsen gecreëerd.

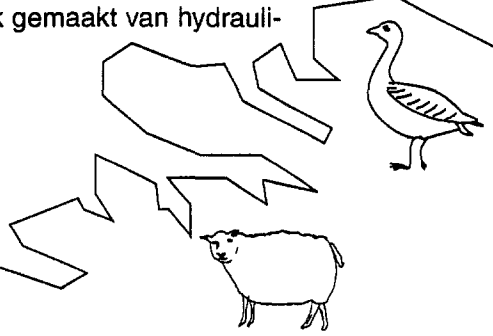
Om trekroutes en dergelijke niet te verstoren worden onder de verhardingen kleine wildtunnels aangebracht.

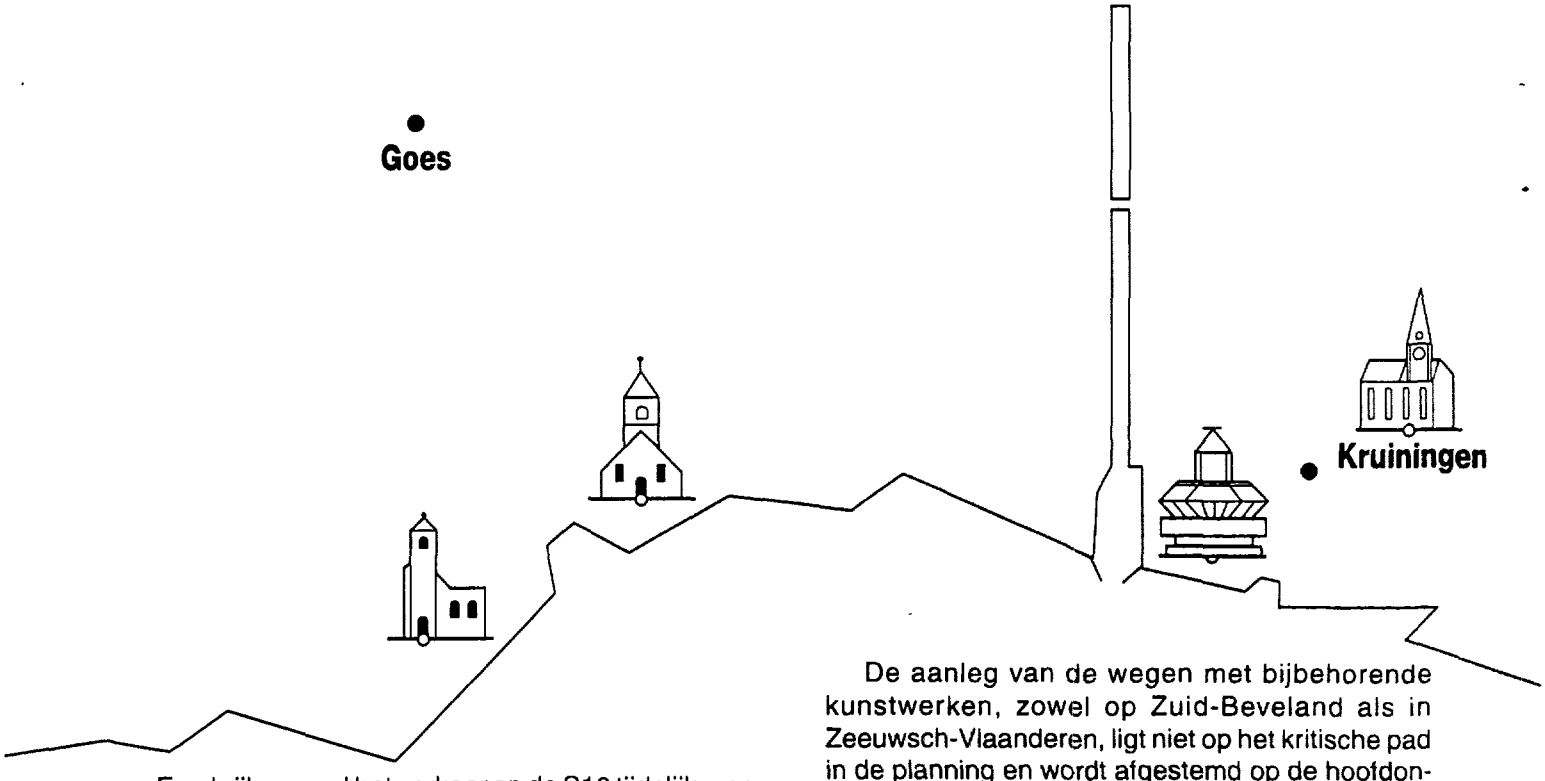
Ter voorkoming van geluidsoverlast worden de geluidswallen met voorrang in een vroeg stadium aangelegd, in ieder geval voordat het cunet als aanvoerroute voor materiaal in gebruik wordt genomen.

Door het zonodig verzoeten van aan te brengen zand of het aanbrengen van vliesconstructies wordt voorkomen dat een ontoelaatbare zoutbelasting op zoet grondwater ontstaat.

Voorts zullen compenserende maatregelen worden getroffen zoals genoemd in de Tracénota/MER.

Tijdens het opvijzelen van het viaduct over de






Frankrijkweg zal het verkeer op de S10 tijdelijk moeten worden omgeleid over de verbindingswegen van de Haarlemmermeer-aansluiting.

De te nemen maatregelen bij de aanleg van het spoorwegviaduct over het goederenspoor naar het Sloegebied dienen in overeenstemming te zijn met de hiertoe door de Nederlandse Spoorwegen uitgevaardigde richtlijnen.

Tijdens het inbrengen van de damwandschermen voor de overkluizing van de leidingenstrook moet de ligging van leidingen regelmatig worden gecontroleerd.

Tijdens het voorbelasten van de toeritten, de bouw van viaduct en duiker in de Monsterweg (T36), van het viaduct in de Korte Zuidweg en van de landbouwtunnel ter plaatse van de verlengde Staartsche Dijk zal het verkeer worden omgeleid over tijdelijke werkwegen.

## 7.7 UITVOERINGSPLANNING

De werken aan de kunstwerken in Zeeuwsch-Vlaanderen en op Zuid-Beveland kunnen gelijktijdig, onafhankelijk van elkaar, worden uitgevoerd.

De planning voor de bouw van de kunstwerken zal overigens worden bepaald door en afgestemd op de planning voor aanleg van de toeleidende wegen.

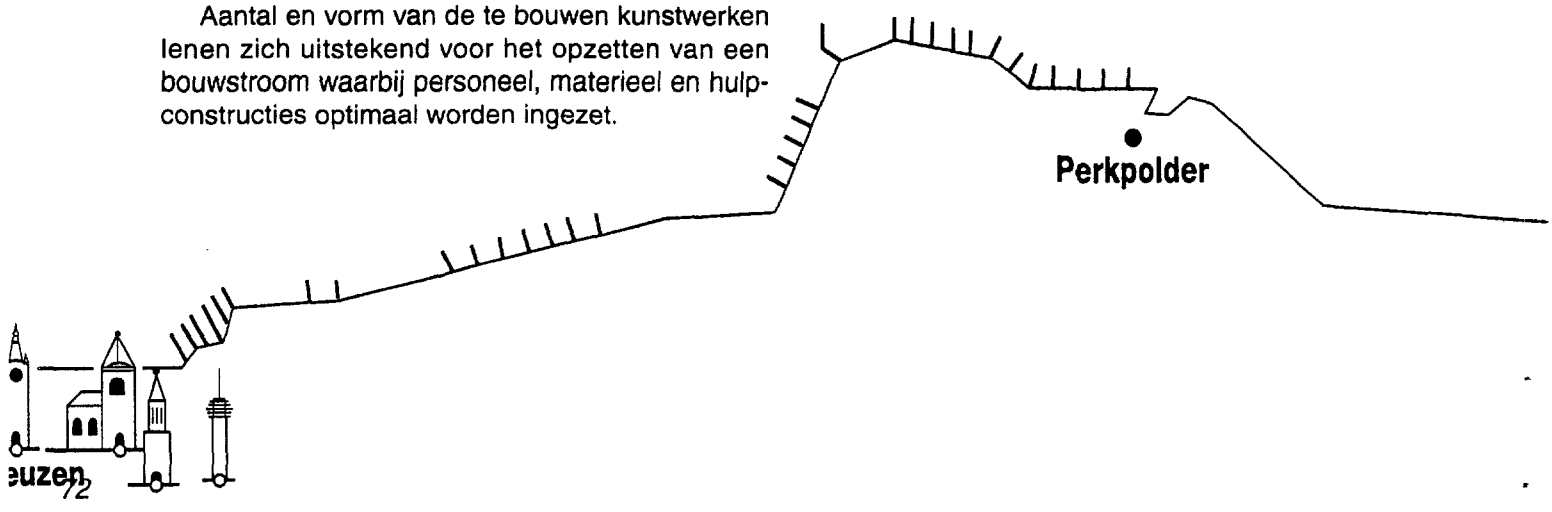
Aantal en vorm van de te bouwen kunstwerken lenen zich uitstekend voor het opzetten van een bouwstroom waarbij personeel, materieel en hulpconstructies optimaal worden ingezet.

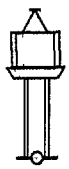
De aanleg van de wegen met bijbehorende kunstwerken, zowel op Zuid-Beveland als in Zeeuwsch-Vlaanderen, ligt niet op het kritische pad in de planning en wordt afgestemd op de hoofdonderdelen.

## 7.8 TE VERWERKEN MATERIALEN

### 7.8.1 Verhardingen

| | |
|---|---|
| Dicht asfaltbeton | 26.365 ton |
| Open asfaltbeton | 22.490 ton |
| Grind asfaltbeton | 1.150 ton |
| Steenslag asfaltbeton | 39.960 ton |
| Gebonden fosforslakken | 179.610 ton |
| Ongebonden fosforslakken | 5.230 ton |
| Zand voor zandbed | 225.065 m³ |
| Straatzand | 400 m³ |
| Betonstraatstenen | 7.890 m² |
| Langsdrainage | 84.215 m1 |
| Dwarsdrainage | 6.315 m1 |
| Sloten graven | 112.870 m³ |
| Duiker Ø 0,80 m | 160 m1 |



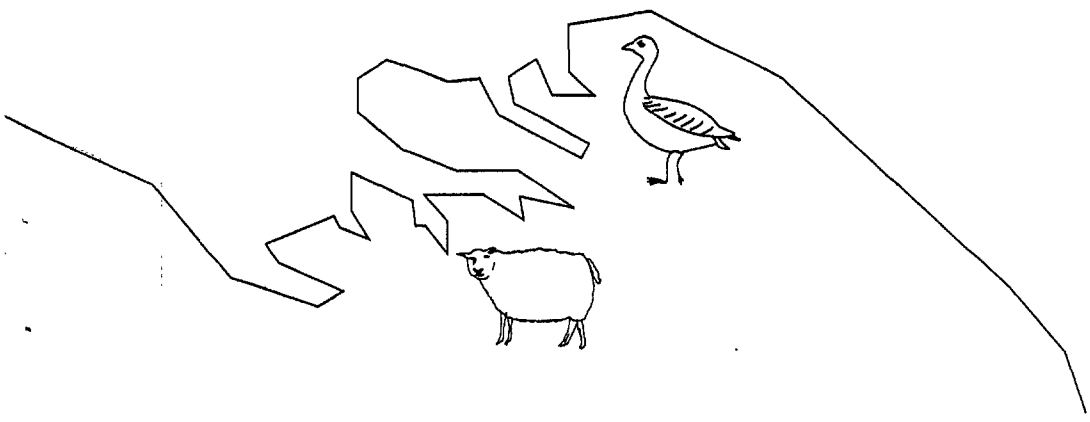


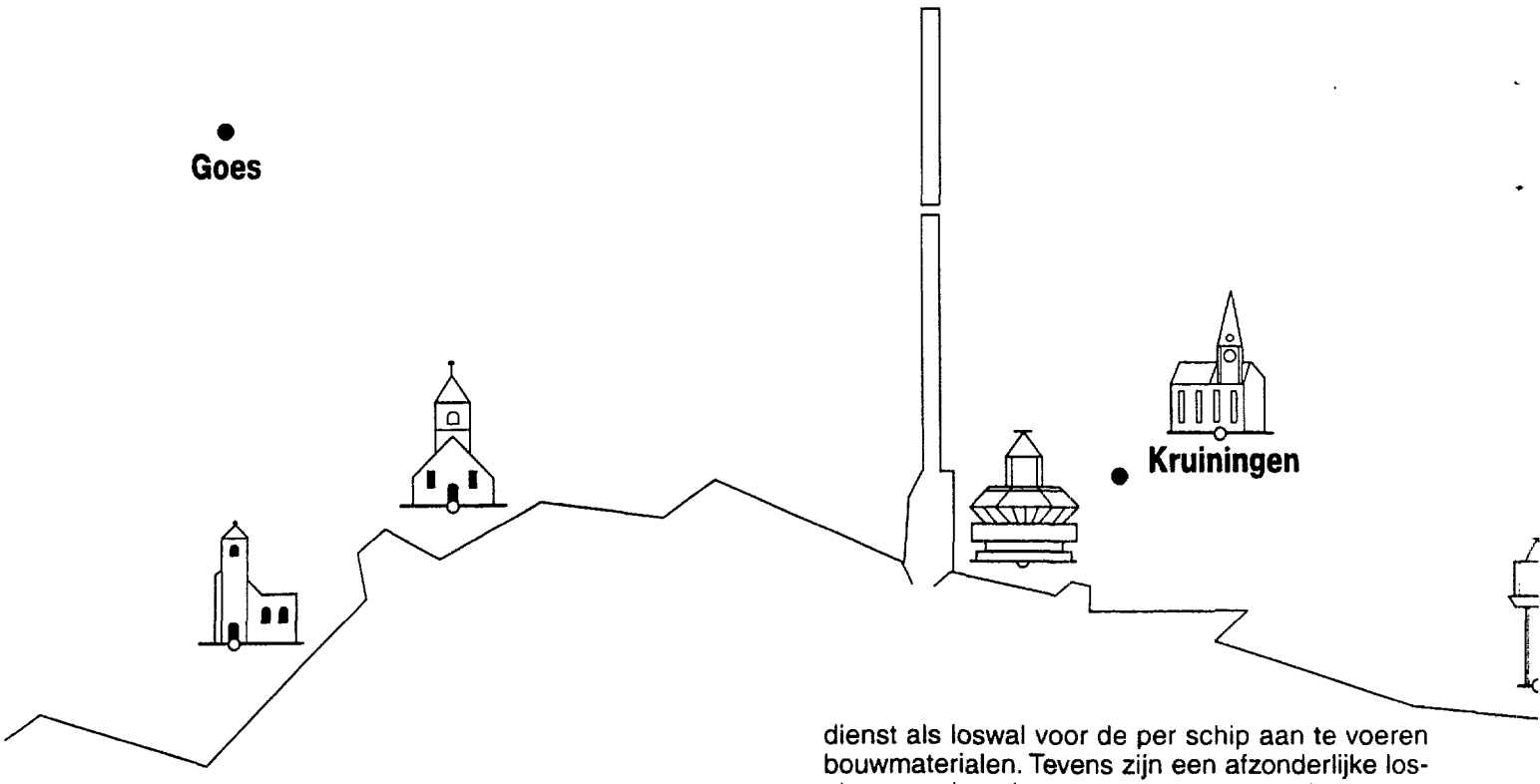
### 7.8.2 Wegmeubilair

| | | |
|---|---|---|
| Hectometerpalen | | 350 stuks |
| Reflectorpalen | onopvallend | 300 stuks |
| | witte | 720 stuks |
| | groene | 80 stuks |
| Geleiderail | | 17.700 m1 |
| Verkeersborden | | 400 stuks |
| Geluidsscherm | | 175 m1 |
| Wegmarkeringen | ononderbroken | 51.970 m1 |
| | onderbroken | 23.100 m1 |
| Dwarsmarkeringen | belijning | 175 m1 |
| | figuratie | 65 m² |
| Overige figuratie | | 4.600 m² |

### 7.8.3 Overige materialen

| | |
|---|---|
| Lichte betuining | 60.340 m1 |
| Zware betuining | 4.800 m1 |
| Opbreken verhardingen | 94.430 m² |
| Ontgravingen t.p.v. geluidswallen | 14.523 m³ |
| Sloten dempen | 51.310 m³ |
| Maken geluidswallen | 109.707 m³ |
| Verwerken teelaarde in bermen enz. | 117.570 m³ |
| Zandophogingen excl. zandbed | 614.515 m³ |
| Ontgraven grind | 279.650 m³ |






# 8. BOUWDOK

## 8.1 INLEIDING

Ten behoeve van het maken van de Westerschelde Oeververbinding moeten tunnelelementen en caissons voor de pijlers van de brug worden gebouwd. Hiervoor is het maken van twee afzonderlijke bouwdokken en een afbouwsteiger c.a. noodzakelijk.

Bij deze beschrijving behoort tekening B 107086.

## 8.2 ALGEMEEN

De bouwdokken en afbouwsteiger moeten liggen aan diep vaarwater en nabij doorgaande wegen. Het terrein ten westen van de reparatiewerf van de Koninklijke Maatschappij De Schelde B.V. (K.M.S.) in het industriegebied Vlissingen Oost voldoet aan deze eisen.

K.M.S., de eigenaar van het terrein, is bereid onder nader te bepalen voorwaarden toestemming te geven tot het hierin maken van de bouwdokken. Na het bouwen en verwijderen van de caissons en de tunnelelementen moeten de beide bouwdokken geïnundeerd, maar omringd door gesloten en verdedigde dijken, worden achtergelaten.

Voor het afbouwen na opdrijven van de caissons en de tunnelelementen is het maken van een afbouwsteiger noodzakelijk. Deze steiger doet tevens dienst als loswal voor de per schip aan te voeren bouwmaterialen. Tevens zijn een afzonderlijke losplaats, opslagruimte en transport naar de betoncentrale van de grondstoffen voor het beton nodig.

De bestaande faciliteiten van de scheepswerf komen niet in aanmerking voor gebruik als afbouwsteiger c.a. In overleg met het havenschap Vlissingen is als bouwplaats gekozen voor het gebied tussen de ligplaats voor gastankers en de westhavendam. Deze bouwplaats grenst aan diep vaarwater, NAP -15 m, en ligt op korte afstand van de bouwdokken.

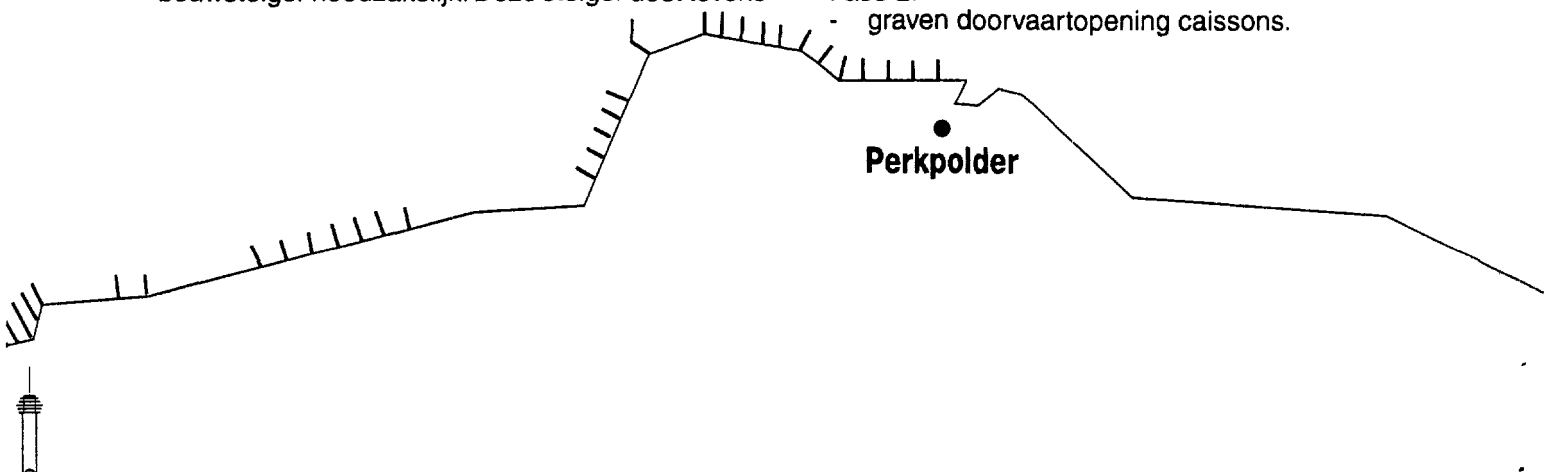
Zowel voor een hangbrug als een tuibrug is een afzonderlijk bouwdok voor caissons ontworpen.

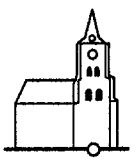
## 8.3 BOUWFASERING

Het werk bestaat uit de volgende onderdelen:

Fase 1:
- inrichten stort grondberging,
- maken ontgraving ter plaatse van afbouwsteiger c.a.,
- graven gedeelte bouwdokken boven NAP -1 m. in den droge,
- baggerwerk bouwdok,
- maken ringdijken bouwdokken,
- aanbrengen en in bedrijf houden bemaling bouwdokken,
- ontgraven bouwdokken droog, profileren taluds,
- aanleg werkwegen,
- maken afbouwsteiger c.a.

Fase 2:
- graven doorvaartopening caissons.





Fase 3 :
- graven doorvaartopening tunnelelementen,
- maken afsluitdijk in doorvaartopening caissons.

Fase 4 :
- maken afsluitdijk in doorvaartopening tunnelelementen.

## 8.4 BOUWMETHODE EN UITVOERING

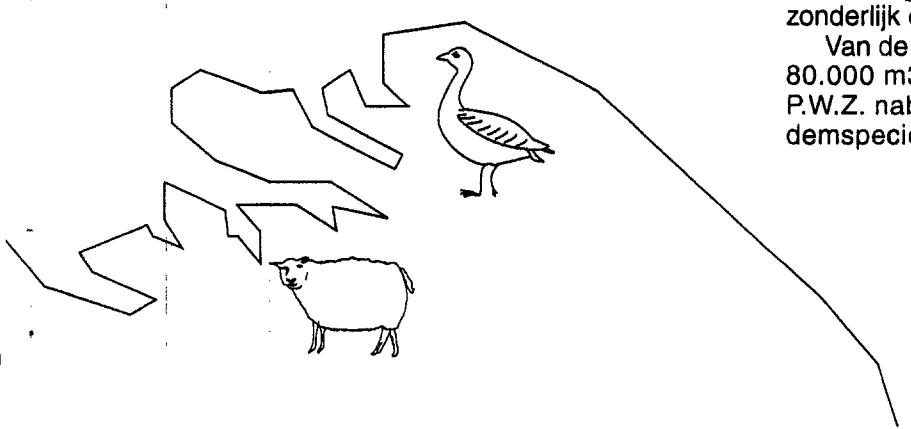
### 8.4.1 Inrichten stort grondberging

Voorafgaande aan het opspuiten zijn de volgende werkzaamheden uit te voeren.

Ter voorkoming van wateroverlast een ringsloot graven ter plaatse van de begrenzing van de grondberging. De uitkomende bodemspecie verwerken in de perskade. Uit de grondslag van het op te hogen terrein alle klei ontgraven en verwerken in de perskade. Een perskade opwerpen en hierin een vloeikist plaatsen tussen stort en pompput. Een pompput graven en omkaden de bemaling installeren.

De inrichting van het terrein behoeft de goedkeuring van de eigenaar 'Het Havenschap Vlissingen'. Het lozen van perswater behoeft een W.V.O.-vergunning.

Bij voltooiing van het opspuiten en de ontwatering van het stort kunnen na verkregen goedkeuring de vloeikist en de bemaling worden verwijderd.



### 8.4.2 Baggerwerk

Voor het baggerwerk mogen uitsluitend zuigers worden gebruikt, voorzien van graafwiel of cutter. Het baggerwerk moet geschieden in lagen. De eerste laag mag niet dieper zijn dan NAP -5,50 m. De volgende lagen mogen niet dikker zijn dan 2 m.

De uitkomende specie van de eerste laag bestaat uit slappe klei gemengd met zand en moet worden afgevoerd naar de grondberging.

De uitkomende specie uit de volgende lagen, hoofdzakelijk bestaande uit zand met schelpen, verwerken in de ringdijken en het werkterrein. Overtollige bodemspecie afvoeren naar de grondberging ten noorden van de Sloeweg.

### 8.4.3 Maken ontgraving afbouwsteiger

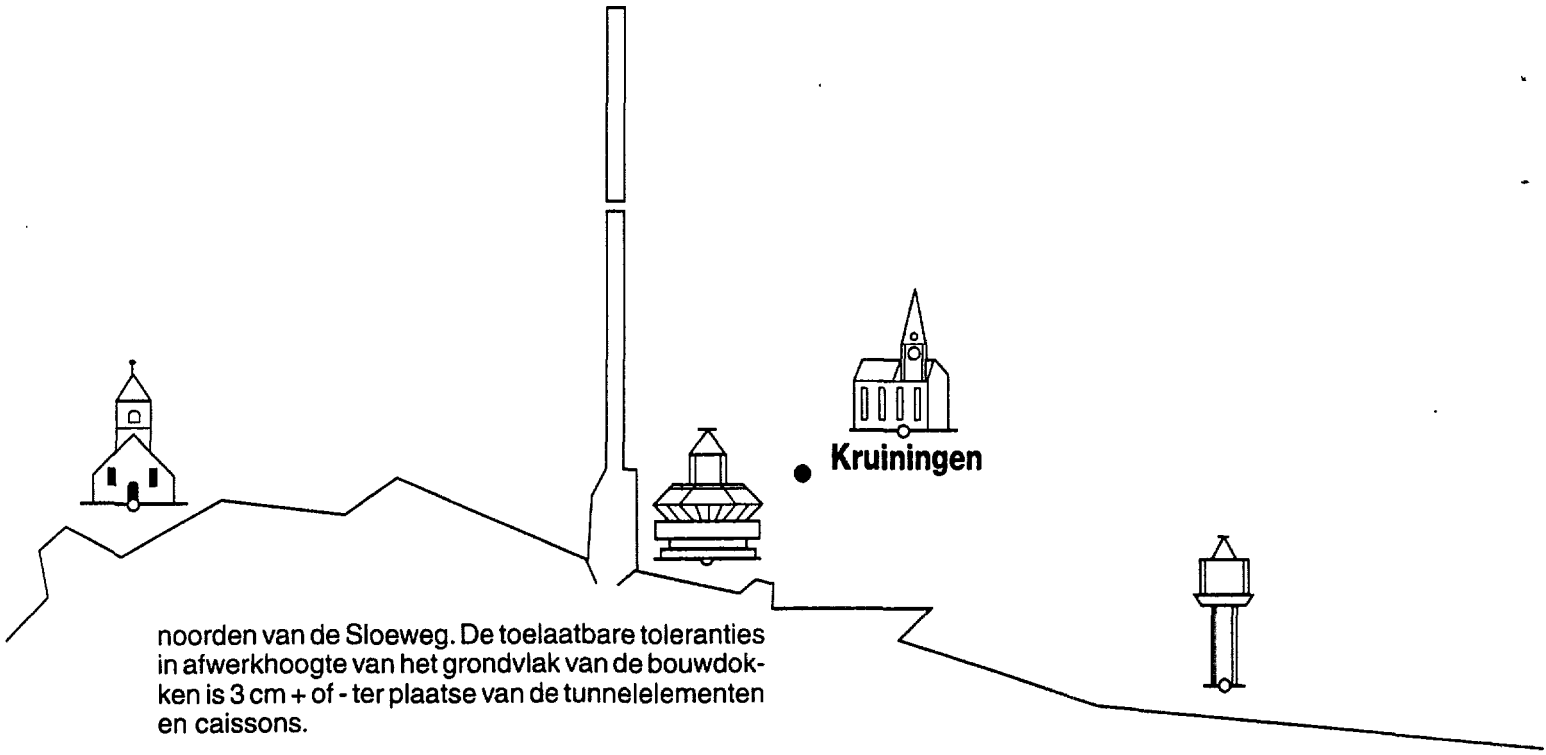
De met behulp van zuigers te baggeren taludhelling beneden NAP -5,50 m mag niet steiler zijn dan 1:6. Het gebied tussen het gebaggerde en het voorgeschreven talud per baggerlaag met behulp van grijpers ontgraven.

### 8.4.4 Graven bouwdokken

De ontgraving boven NAP -1 m zoveel mogelijk in den droge uitvoeren. De met behulp van zuigers te baggeren taluds mogen niet steiler zijn dan 1:6.

Het gebied tussen de gebaggerde en de voorgeschreven taluds en bodem na verlaging van de grondwaterstand door bemaling, in den droge ontgraven. De bodemspecie verwerken in de ringdijken en het werkterrein. Het zand, dat geschikt is voor verwerking in het zandbed van de werkwegen, afzonderlijk ontgraven en verwerken.

Van de in den droge te ontgraven bodemspecie 80.000 m3 vervoeren naar het gronddepot van P.W.Z. nabij de Frankrijkweg. De overtollige bodemspecie vervoeren naar de grondberging ten




noorden van de Sloeweg. De toelaatbare toleranties in afwerkhoogte van het grondvlak van de bouwdokken is 3 cm + of - ter plaatse van de tunnelelementen en caissons.

### 8.4.5 Maken ringdijken bouwdokken

Zandlichaam
Ter plaatse van het zuidelijk talud van het gedeelte ringdijk langs de Sloehaven wordt op de bestaande grondslag een kade van fosforslakken tout-venant aangebracht, tot een hoogte van NAP -1,20 m. Achter deze kade komt het zandlichaam van de ringdijk. De kern van alle overige ringdijken wordt geheel uit vrijkomende bodemspecie opgebouwd.

Buitentalud
Zo spoedig mogelijk na het aanbrengen van het zandlichaam het buitentalud afwerken en hierop bekleding aanbrengen. De lassen in de waterbouwfolie moeten waterdicht worden uitgevoerd. Horizontale lassen in de waterbouwfolie beneden NAP +2,50 m zijn niet toegestaan.

Binnentalud
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 de K.M.S. en het natuurgebied noopt tot toepassing van relatief steile taluds ter plaatse van de opritten.

Ter beperking van de bemalingscapaciteit in de periode waarin het getij via de doorvaartopening optreedt in het bouwdok van de caissons terwijl de tunnelelementen worden gebouwd, wordt op het oostelijk talud van het bouwdok van de caissons een waterdichte afsluiting aangebracht beneden NAP +4 m. Deze afsluiting en de taludverdediging van slakken aanbrengen zodra de grondwaterstand voldoende is gedaald.

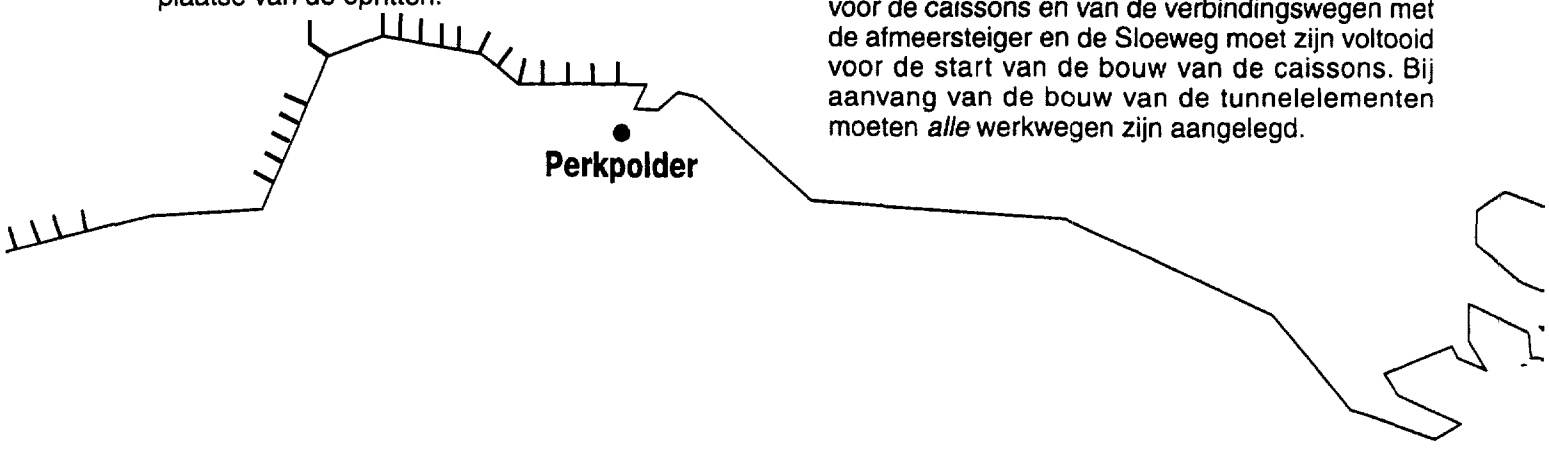
### 8.4.6 Bemaling bouwdokken

Op zo vroeg mogelijke tijdstippen zal in de ringdijken van de bouwdokken een bronbemaling worden geïnstalleerd en in bedrijf gesteld. Tijdens het laagsgewijs ontgraven in den droge zal mogelijk vacuümbemaling in trappen noodzakelijk zijn. Het gelijktijdig drooghouden van beide bouwdokken vergt een capaciteit van 3.000 m3 per uur.

Na inundatie van het bouwdok caissons zal in de scheidingsdijk een bronbemaling in bedrijf moeten zijn. Na inundatie van de bouwdokken de verticale leidingen niet verwijderen en aan de bovenzijde voorzien van een zanddichte afsluitdop.
*Opmerking: tijdens het inunderen blijft de bronbemaling in werking in verband met de stabiliteit van de taluds.*

### 8.4.7 Aanleg werkwegen

De aanleg van werkwegen rondom het bouwdok voor de caissons en van de verbindingswegen met de afmeersteiger en de Sloeweg moet zijn voltooid voor de start van de bouw van de caissons. Bij aanvang van de bouw van de tunnelelementen moeten *alle* werkwegen zijn aangelegd.



### 8.4.8 Maken afbouwsteiger

Bij de berekening is uitgegaan van grondonderzoek van het terrein op een afstand van minimaal 100 meter van de te bouwen steiger. Voor het definitieve ontwerp van de steiger dient aanvullend grondonderzoek te worden uitgevoerd, zodat nauwkeuriger informatie wordt verkregen over de diepteligging van de draagkrachtige laag ter plaatse van de te bouwen steiger.

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 belasting op de steigers bestaat uit belasting door eigen gewicht, door een mobiele kraan voor afbouwwerkzaamheden, door betonmixers met een totaalgewicht van ca. 40 ton en door vrachtwagens voor het transport van de bouwstoffen.

De steigers worden voorzien van remmingwerken, leuningen en verlichting.

Tevens wordt voorzien in dilatatievoegen voor de afbouw- en de toegangssteiger. De h.o.h.- afstand van deze voegen bedraagt 42 m.

Het begin van de toegangssteiger wordt voorzien van een betonnen landhoofdconstructie met de benodigde overgangsconstructie en opleggingen.

### 8.4.9 Dukdalven

De functie van de dukdalven is het opnemen van scheepsstoten tijdens afmeermanoeuvres van schepen en tunnelelementen en het opnemen van troskrachten van afgemeerde schepen en tunnelelementen. De dukdalven worden geheid voor de steiger en dienen te allen tijde vrij te blijven van de steiger.

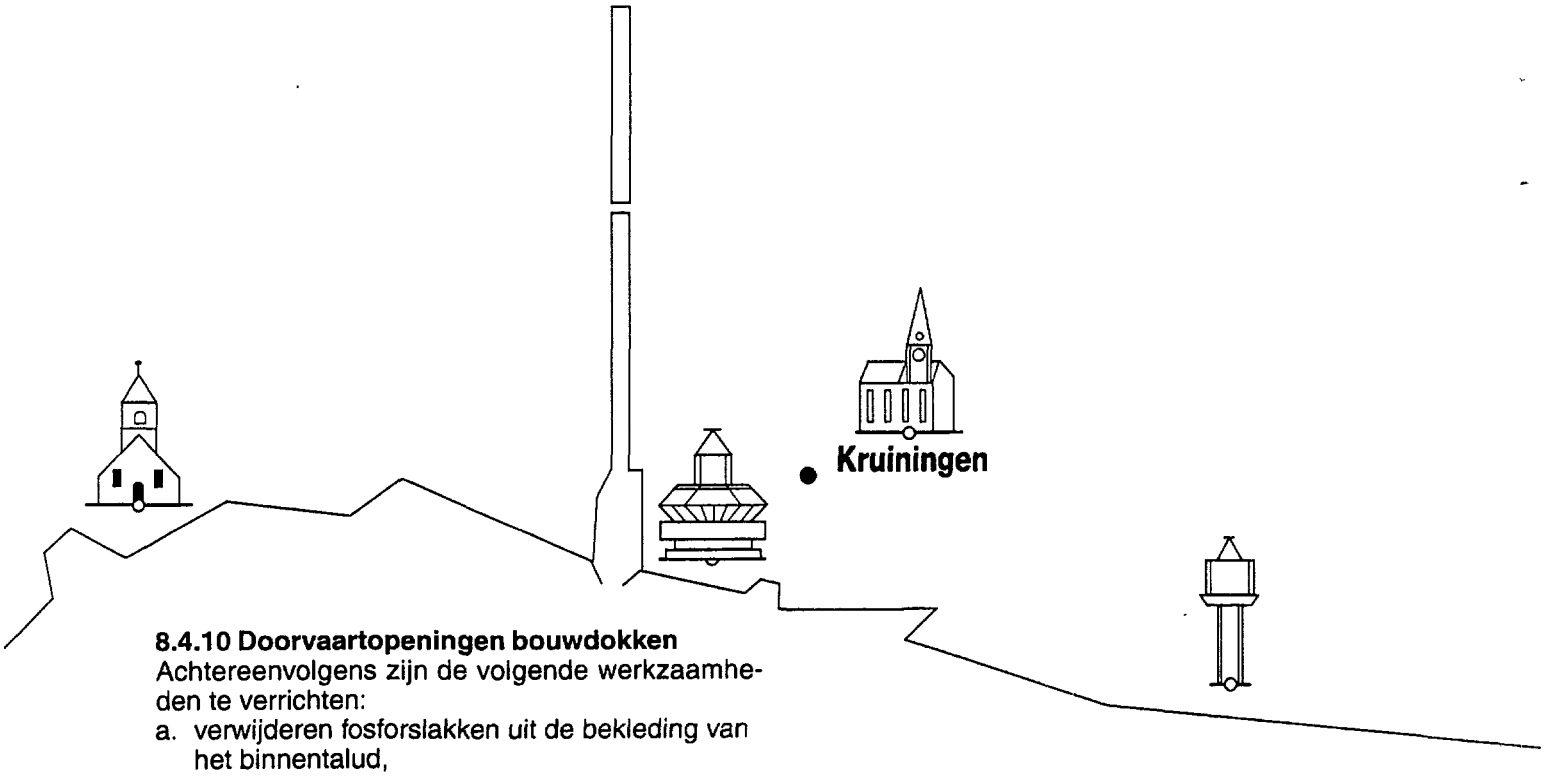
Voor het bepalen van de maatgevende stoot (volgens EAU 1985) is uitgegaan van de volgende twee extreme belastingsgevallen:

a. 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 dukdalf op de punt van het schip is een in rekening te brengen scheepsstoot van ca. 20 kNm berekend.

b. Afmeren van een tunnelelement met een lengte van 161,70 m, breedte 23 m, een massa van 35.000.000 kg. De tunnelelementen worden onder anker afgemeerd, zodat de afmeersnelheid beperkt blijft. Uitgaande van dit gegeven is een aanvaarsnelheid van 0,04 m/s aangehouden. De tunnelelementen worden loodrecht op de lengte-as van de steiger afgemeerd. Er moet dan rekening worden gehouden met een scheepsstoot op een dukdalf van 52.5 kNm. De troskrachten zijn afhankelijk van de grootte, snelheid en passeerafstand van voorbij varende schepen; deze krachten zijn waarschijnlijk ongeveer gelijk voor de dukdalven.

Aan de top van de meerpaal moet rekening worden gehouden met een uitbuiging van 50 - 60 cm. Dit gegeven is van belang in verband met de eis dat de dukdalven te allen tijde vrij moeten blijven van de steiger. Ze moeten derhalve minimaal 60 cm van de rand van de steiger worden geplaatst.

De afbouwsteiger van de caissons en de tunnelelementen zal tevens worden gebruikt als afmeersteiger van schepen met bouwmaterialen en als transportweg van deze bouwmaterialen en het beton naar de bouwdokken. Voltooiing van de bouw van de afmeersteiger bij de start van het bouwen van de caissons is dus gewenst.




**8.4.10 Doorvaartopeningen bouwdokken**
Achtereenvolgens zijn de volgende werkzaamheden te verrichten:

a. verwijderen fosforslakken uit de bekleding van het binnentalud,
b. ontgraven in den droge van zand aan de bouwdokzijde van de dijk en vervoeren naar de te maken toegangswegen W.O.V. op Zuid-Beveland,
c. inunderen bouwdok door hevelbemaling,
d. verwijderen fosforslakken uit kade ten behoeve van zuidelijk talud,
e. graven doorvaartopening in lagen met handhaving van bronbemaling aan weerszijden,
f. bekleden taludgedeelte met verwijderde fosforslakken.

**8.4.11 Afsluitconstructie doorvaartopeningen**
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. Aan de bouwdokzijde een zandaanvulling aanbrengen tot ca. 0,50 m beneden de hoogte van de kade.

Op de aangebrachte zandlaag een kade van fosforslakken aanbrengen zoals hiervoor is omschreven.

De constructie herhalen tot de kade van slakken een hoogte van NAP +3 m heeft bereikt. Daarbij zorgen dat de taludlijn door de buitenkruin van de slakkenkaden een helling heeft van 1:4.

Op het buitentalud boven NAP -5 m achtereenvolgens een bestorting aanbrengen van 400 kg/m2, breuksteen 10-60 kg en 1000 kg/m2 breuksteen 60-300 kg.

Het grondtalud aan de bouwdokzijde afwerken onder een helling van 1:3. Het grondtalud tussen NAP -3 m en NAP beschermen door het aanbrengen van een kraagstuk van kunststoffilter met een bovenroosterwerk van rijshouten wiepen h.o.h. 1 m.

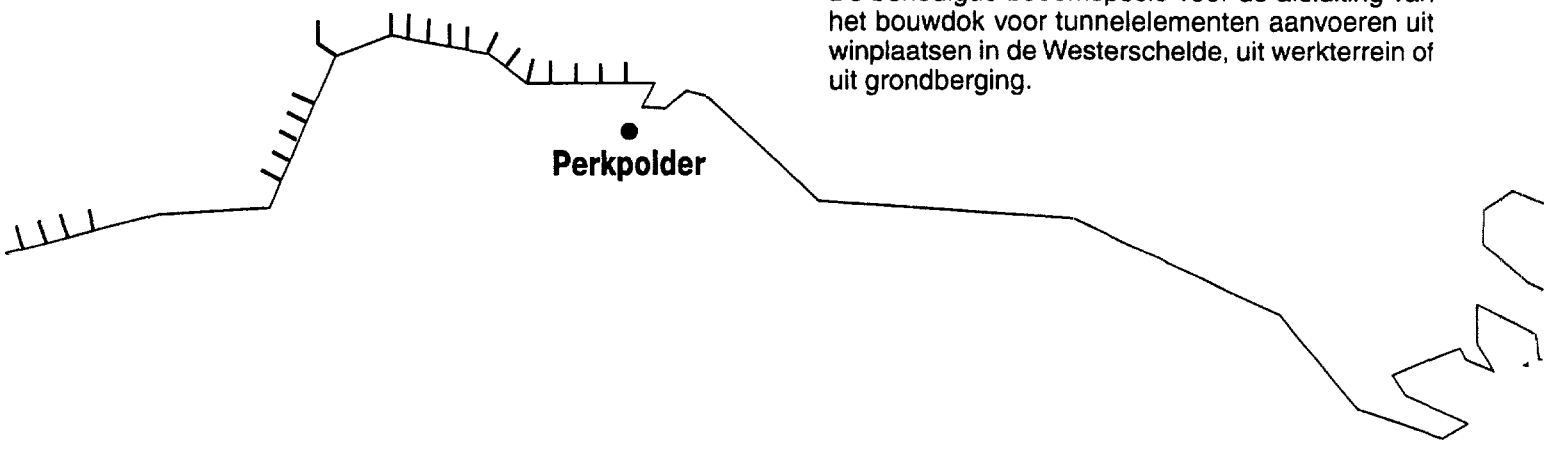
Het talud boven NAP beschermen door het aanbrengen van een vlies van filamentgarens, 360 gram/m2.

Het talud tussen kruin en NAP -5 m bestorten met een laag fosforslakken 40 mm tout-venant van 400 kg/m2.

Fase 2
De in den natte te ontgraven bodemspecie uit de doorvaartopening van het bouwdok voor caissons afvoeren naar de stortplaatsen in de Westerschelde of vervoeren naar werkterrein of grondberging.

Fase 3
De in den natte te ontgraven bodemspecie uit de doorvaartopening in het bouwdok voor de tunnelelementen verwerken in de afsluiting van de doorvaartopening van het bouwdok voor caissons. Tekort komende specie aanvoeren uit winplaatsen in de Westerschelde of uit werkterrein of grondberging.

Fase 4
De benodigde bodemspecie voor de afsluiting van het bouwdok voor tunnelelementen aanvoeren uit winplaatsen in de Westerschelde, uit werkterrein of uit grondberging.



## 8.5 MATERIEEL EN HULPCONSTRUCTIES

De bestaande betonfabrieken in de regio zullen in de praktijk de benodigde hoeveelheid te verwerken beton, en continuïteit in de aanvoer daarvan, niet kunnen garanderen. Er is dan ook uitgegaan van de bouw van een betoncentrale nabij het werk.

De benodigde betoncentrale met een capaciteit van 2x60 m3 per uur kan westelijk van de afbouwsteiger worden gebouwd. Een gedeelte van de afbouwsteiger kan dienen als afmeer- en losplaats van de schepen met bouwmaterialen.

De instandhouding van het getij in het naastgelegen natuurgebied maakt een onderbouw van de betoncentrale op palen in het water noodzakelijk. De opslag van de benodigde grondstoffen voor het beton kan eventueel geschieden in beunschepen die afgemeerd liggen aan de afzonderlijke meerstoelen ten zuiden van de afbouwsteiger. De schepen die deze grondstoffen aanvoeren dienen af te meren aan een rij extra meerstoelen ten oosten van de beunschepen. De beunschepen dienen te zijn uitgerust met een kraan voor de overslag van de grondstoffen. Vanuit de beunschepen worden het zand en grind via een overdekte lopende band vervoerd naar de betoncentrale. Ter overbrugging van stagnatie in de aanvoer van bouwstoffen voor het beton is een buffervoorraad in de beunschepen van ca. 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 de in aanbouw zijnde tunnelelementen 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 tunnelelementen 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 tunnelelementen in het bouwdok is derhalve niet rendabel.

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.

## 8.6 EFFECTEN VOOR DE OMGEVING

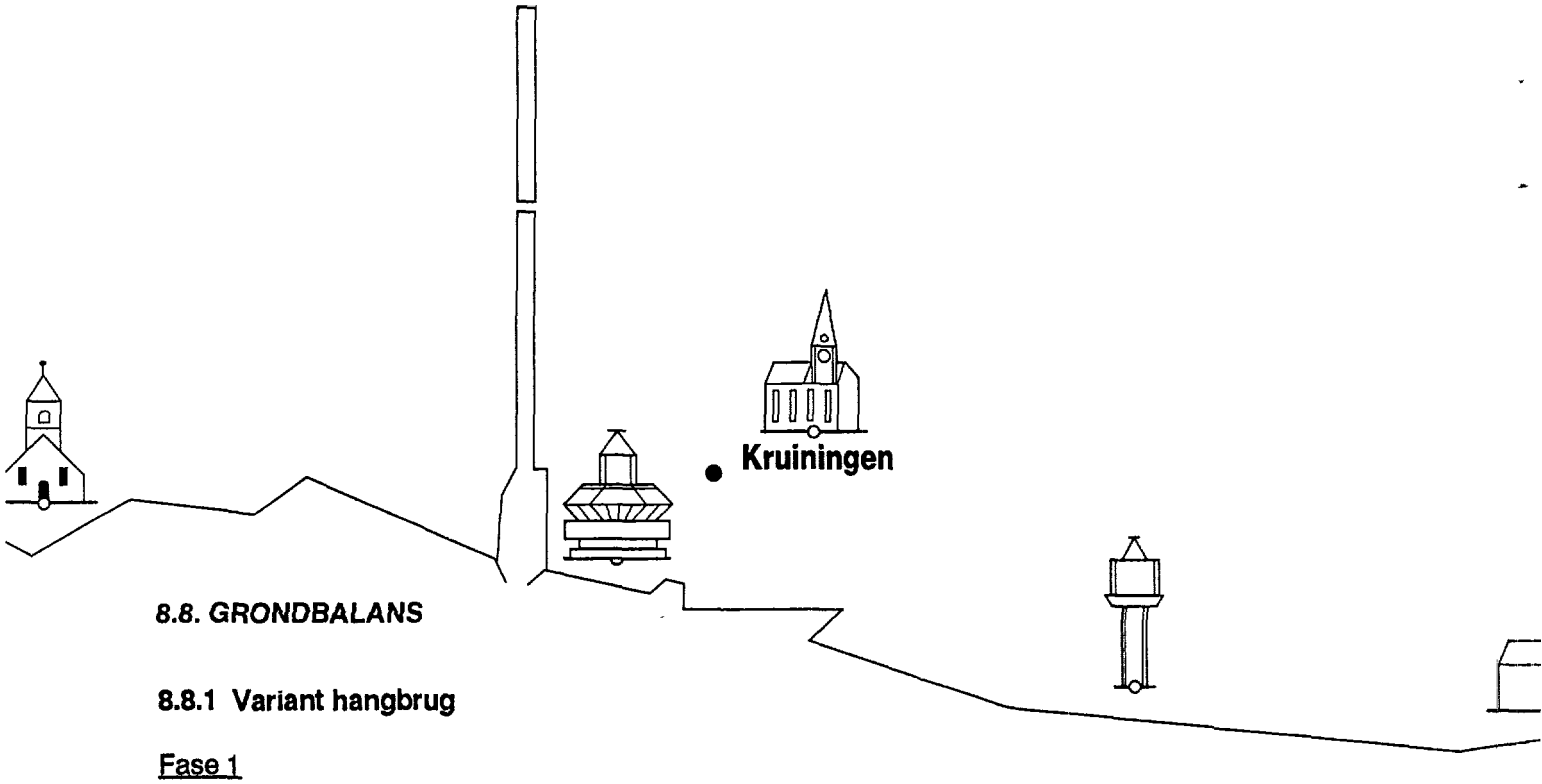
De bronbemaling van de bouwdokken zal volgens advies Grondmechanica Delft ter plaatse van een kantoorgebouw en loods een zetting van 10-15 mm van de ondergrond veroorzaken. Omdat deze gebouwen gedeeltelijk op staal en gedeeltelijk op palen zijn gefundeerd is een beperkte schade te verwachten. In overleg met K.M.S. is bepaald dat door middel van metingen van de betreffende gebouwen voor en na de bemaling de eventuele schade zal worden vastgesteld.

Door de uitvoering van het werk mag geen schade worden toegebracht aan of wijziging optreden in het natuurgebied ten westen van de bouwdokken.

## 8.7 UITVOERINGSPLANNING

De beide bouwdokken moeten zo snel mogelijk worden voltooid. Het bouwdok voor de caissons zal 11 maanden na aanvang gereed zijn, dat voor de tunnelelementen 7 maanden later.

De afbouw- c.q. betonsteiger, het werkterrein, de werkwegen naar het bouwdok voor caissons en de betoncentrale moeten zijn voltooid voordat het bouwen van de caissons begint.




## 8.8. GRONDBALANS

### 8.8.1 Variant hangbrug

Fase 1

| | |
|---|---|
| Te ontgraven in den natte t.p.v. afbouwsteiger | 230.000 m³ |
| Te ontgraven in den natte t.p.v. bouwdok caissons | 195.000 m³ |
| Te ontgraven in den natte t.p.v. bouwdok elementen | 1.075.000 m³ |
| Te ontgraven in den droge t.p.v. bouwdok caissons | 105.000 m³ |
| Te ontgraven in den droge t.p.v. bouwdok elementen | 325.000 m³ |
| Totale ontgraving fase 1 | 1.930.000 m³ |

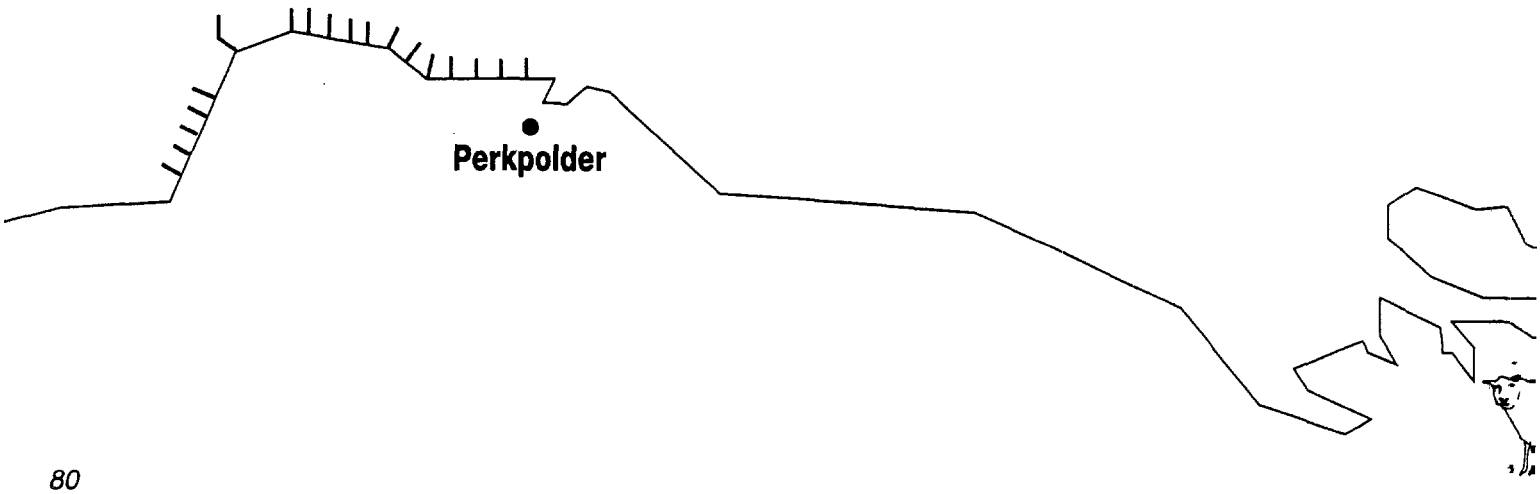
Benodigde bodemspecie

| | |
|---|---|
| T.p.v. dijken + werkterreinen | 1.036.000 m³ |
| Gronddepot provincie | 80.000 m³ |
| Overbodige bodemspecie naar grondberging | 814.000 m³ |
| Totaal | 1.930.000 m³ |

### 8.8.2 Variant tuibrug

Fase 1

| | |
|---|---|
| Te ontgraven in den natte t.p.v. afbouwsteiger | 230.000 m³ |
| Te ontgraven in den natte t.p.v. bouwdok caissons | 435.000 m³ |
| Te ontgraven in den natte t.p.v. bouwdok elementen | 1.075.000 m³ |
| Te ontgraven in den droge t.p.v. bouwdok caissons | 225.000 m³ |
| Te ontgraven in den droge t.p.v. bouwdok elementen | 325.000 m³ |
| Totaal ontgraving fase 1 | 2.290.000 m³ |



Benodigde bodemspecie

| | |
|---|---|
| T.p.v. dijken + werkterreinen | 735.000 m³ |
| Gronddepot Provincie | 80.000 m³ |
| Overbodige bodemspecie naar grondberging | 1.475.000 m³ |
| Totaal | 2.290.000 m³ |

*Varianten hangbrug en tuibrug zijn in de volgende fasen gelijk.*

Fase 2

| | |
|---|---|
| Ontgraven uit doorvaartopening caissons totaal | 270.000 m³ |

Bestemming zo mogelijk in grondlichaam van de wegen op Zuid-Beveland.
Indien niet inpasbaar, dan afvoeren naar grondberging of Westerschelde.

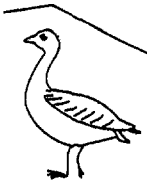
Fase 3

| | |
|---|---|
| Ontgraven uit doorvaartopening tunnelelementen | 116.000 m³ |
| Sluiten doorvaartopening caissons, nodig | 145.000 m³ |
| Beschikbaar uit doorvaartopening elementen | 116.000 m³ |
| Tekorten aanvoeren uit grondberging of Westerschelde | 29.000 m³ |

Fase 4

Sluiten doorvaartopening tunnelelementen

| | |
|---|---|
| Onttrekken uit gronddepot of Westerschelde | 92.000 m³ |



# PLANNING UITVOERING

## 9. OVERALL-PLANNING

In de fase voorafgaand aan het maken van een (toets)ontwerp voor het gekozen tracé zijn al globale bouwschema's gemaakt voor een brug-tunnel variant. Een bouwtijd van ca. 5 jaar leek op dat moment een reële optie. Wel werden voor diverse brugvarianten op onderdelen afwijkingen voorzien, maar aannemelijk was dat deze de totale bouwtijd niet wezenlijk zouden beïnvloeden.

Bij het maken van de detailplanningen en het naderhand samenvoegen daarvan tot overall-planningen (vier stuks gebaseerd op de vier brugvarianten) bleek al snel, dat de 'opgelegde' bouwtijd zonder extra inspanningen niet valt te realiseren. Voor de ene variant geldt dit wat meer dan voor de andere. Detailplanningen werden in tweede instantie geoptimaliseerd; er werd gerekend met extra bekistingsinzet, extra bouwstromen en/of andere 'snellere' werkmethoden. Maatgevend in de totale uitvoeringsplanning blijkt in drie gevallen het maken van de bruggen. Alleen bij de stalen tuibrug is het maken van de tunnel maatgevend.

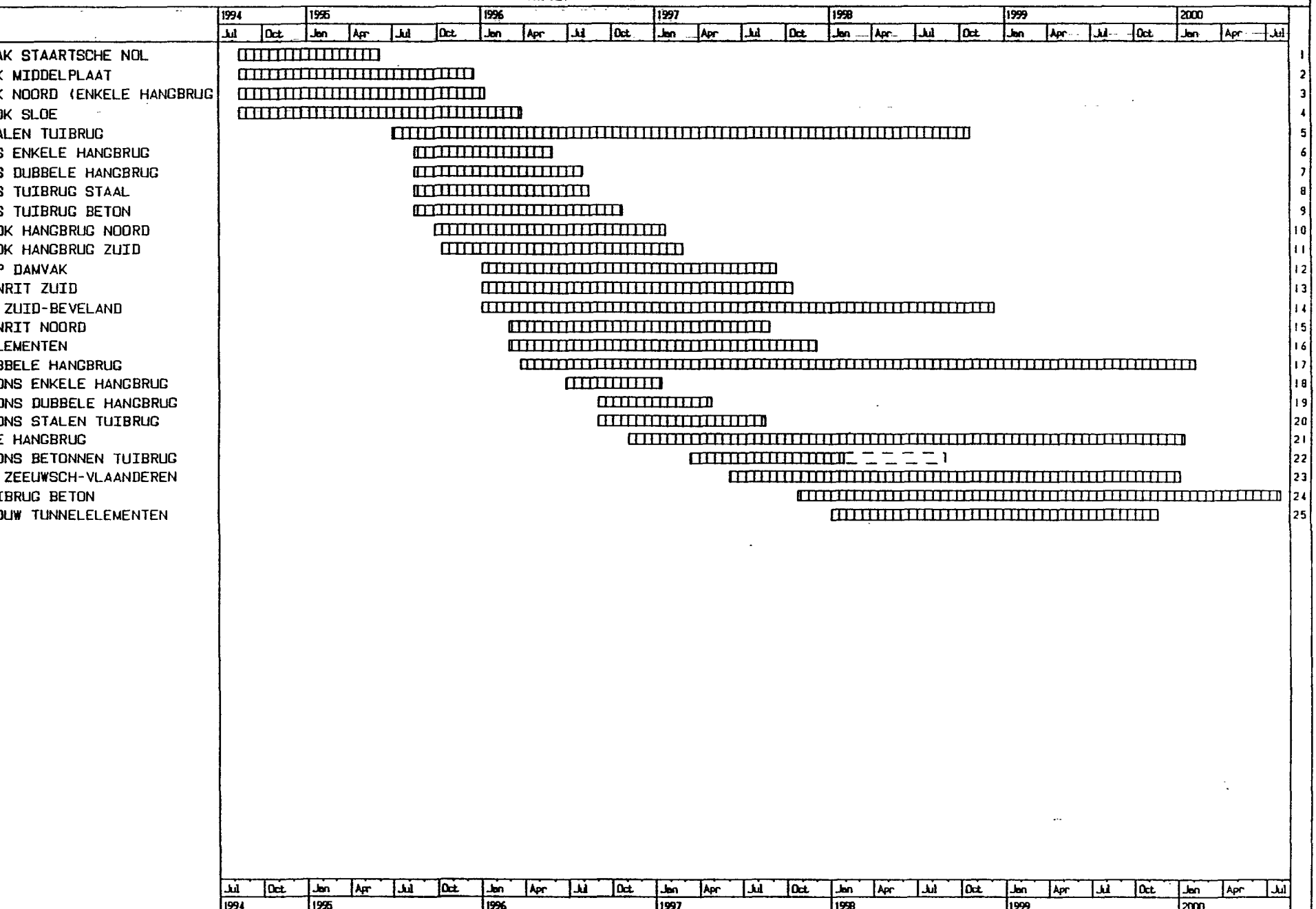
Rode draad in het geheel; is het maken van de caissons op lokatie. Dit is dan ook uiterst kritisch bekeken. Toch is bouwen in vijf jaar tijd in de praktijk niet voor alle varianten exact haalbaar, inherent aan de gekozen variant.

Van wezenlijk belang is ook de 'bereikbaarheid' van het te maken werk op lokatie. Dit geldt vooral voor de vier brugvarianten, waarbij gebruik maken van hulpbruggen een dure maar bedrijfszekere oplossing is, zeker ten aanzien van kwaliteit en planning. Bij de inzet van drijvend materieel gaat in elk geval de werkbaarheid achteruit. Hiermee is rekening gehouden, hoewel een juiste procentuele inschatting moeilijk is te maken.

Werkzaamheden aan kabels en leidingen die vóór de aanvang van het project dienen plaats te vinden zijn niet in de overall-planning opgenomen. Het betreft het omleggen van de DELTAN-kabels en het aanbrengen van een 'beschermconstructie' voor de DOW-leidingen. In overleg met de betreffende instanties is de opdrachtnemer, met inachtneming van de gegeven randvoorwaarden, vrij om het tijdstip van uitvoering zelf te bepalen.

# WOV OVERALL-PLANNING UITVOERING

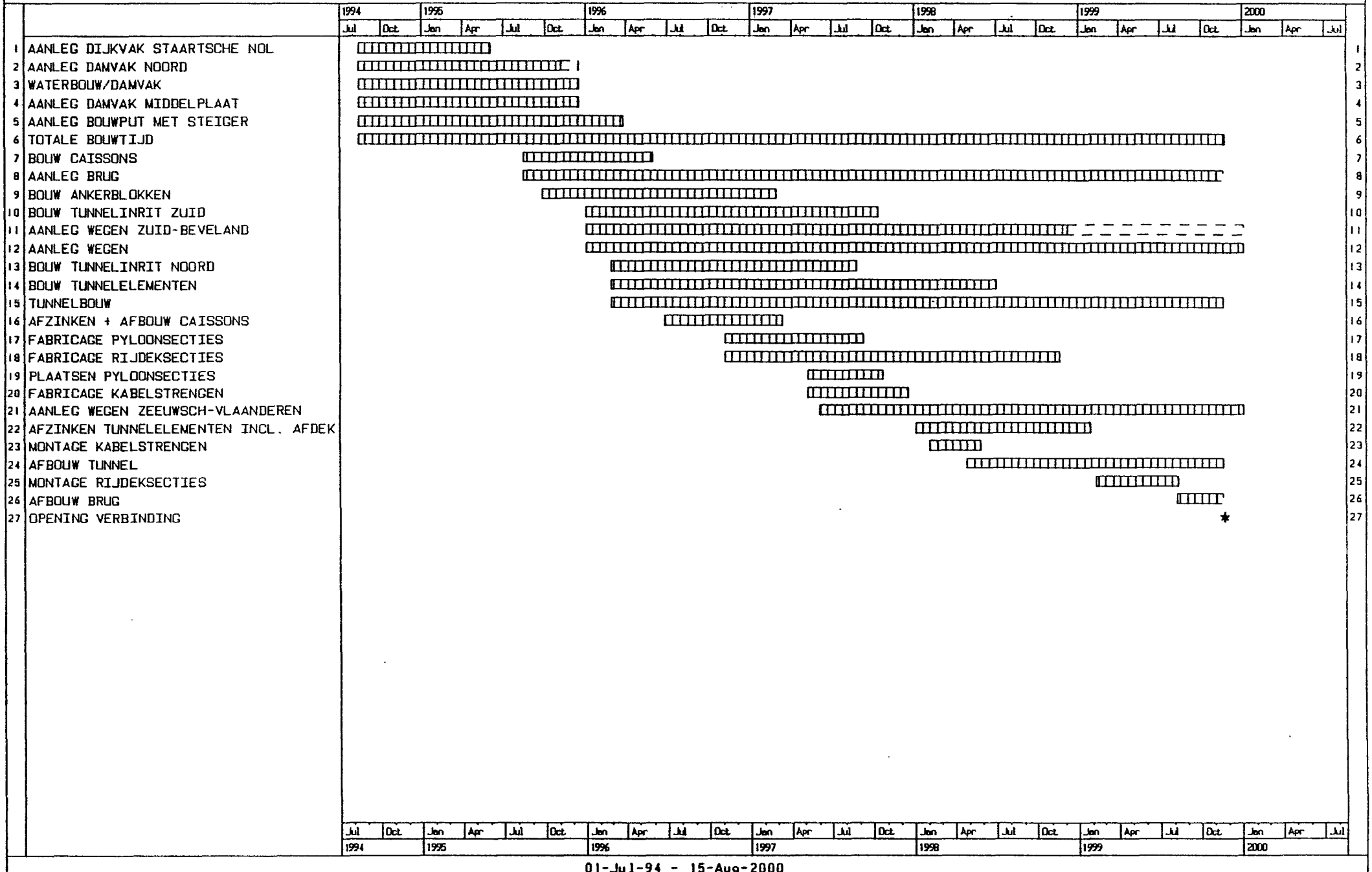
## PROJECT UITWOV




01-Jul-94 - 15-Aug-2000

# WOV PLANNING UITVOERING MET ENKELE HANGBRUG

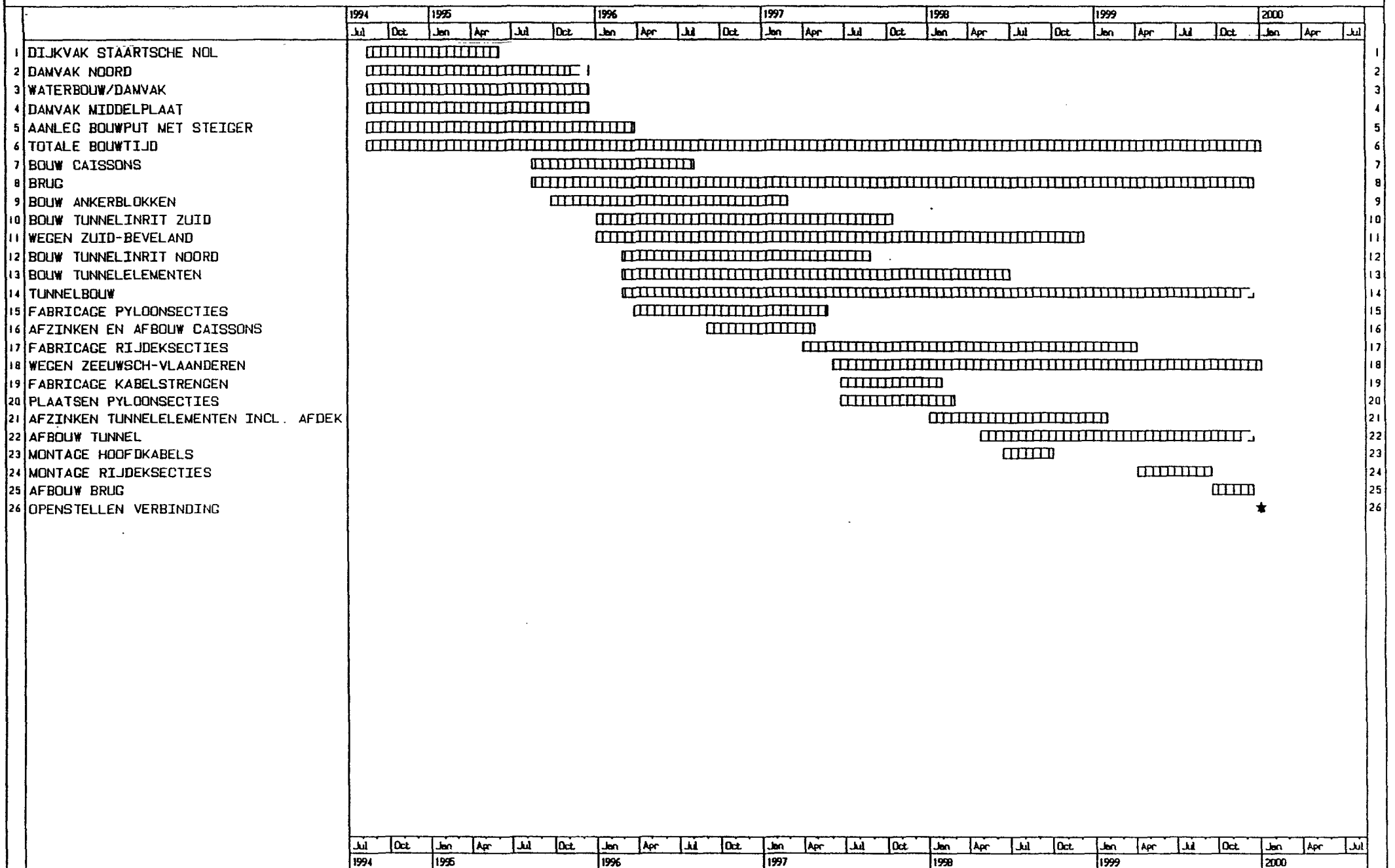
PROJECT UITWOV




01-Jul-94 - 15-Aug-2000

# WOV PLANNING UITVOERING MET DUBBELE HANGBRUG

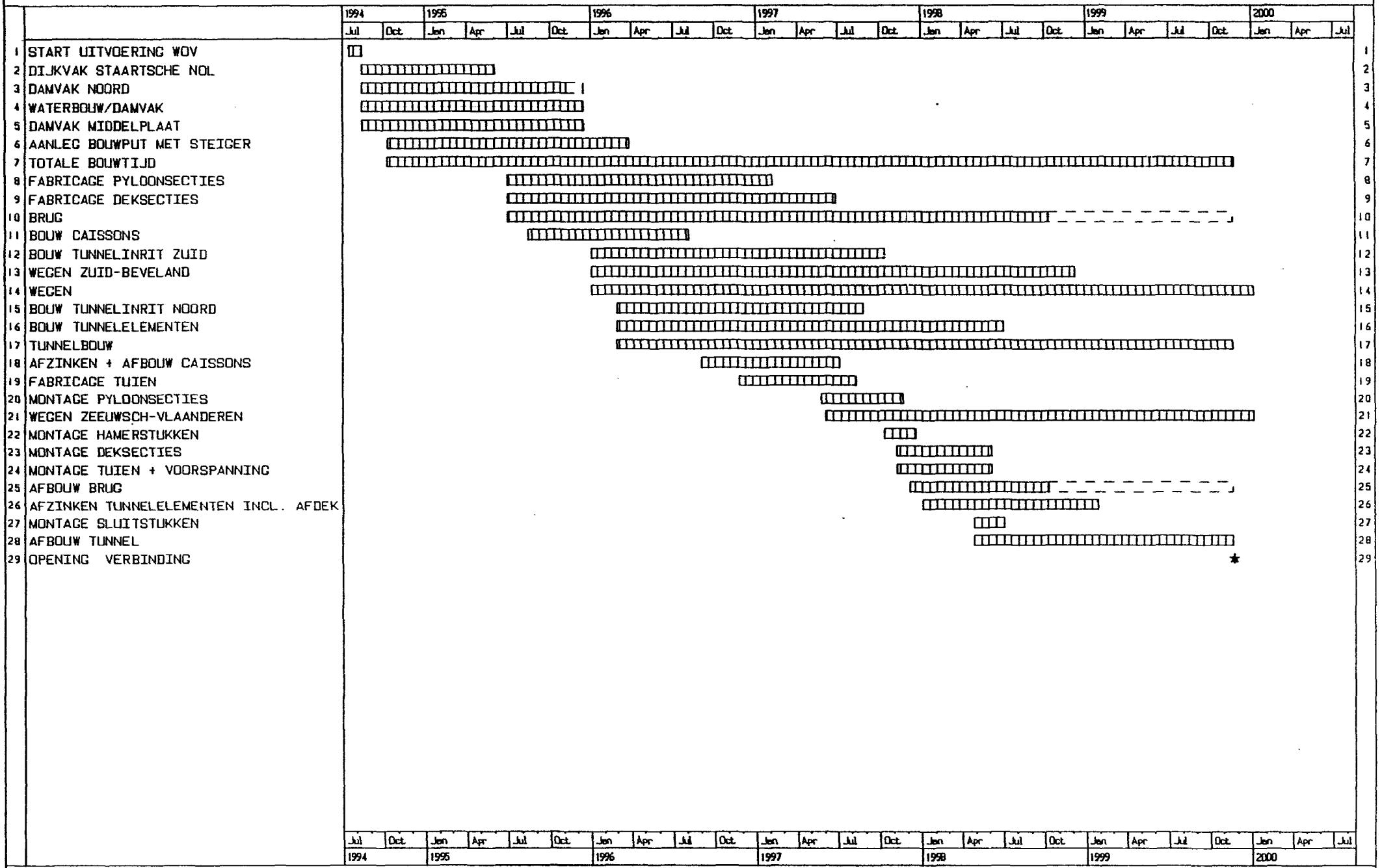
## PROJECT UITWOV




01-Jul-94 - 15-Aug-2000

# WOV PLANNING UITVOERING MET STALEN TUIBRUG

PROJECT UITWOV




01-Jul-94 - 15-Aug-2000

METIER ARTEMIS 7000 BARCHART DRAWING 02-Oct-1991 16:19 Page 1 of 1