



WESTERSCHELDETUNNEL

-----Detailontwerp-----

Titel	Basisnotitie MER boorspecie Westerscheldetunnel
Identificatie toets:	W-A-RAP-022
Deelnummer toets:	W-A-RAP-022
Opdracht toets:	Kombinatie Middelplaat Westerscheide v.o.f.
Werk:	-
Datum:	maart 1998
Stadium:	DEFINITIEF
Omschrijving:	Zie titel

	Gevalkorting	Aansprakelijke
	KWV	Grondslage
Naam:	J. Rottier	n.v.t.
Handtekening:		n.v.t.
Datum:	23-03-1998	n.v.t.

*(indien van toepassing)

Kombinatie Middelplaat Westerscheide v.o.f.
 Nieuw Neuzenweg 3
 Postbus 300
 4530 AH TERNEUZEN
 Tel.: 0115 - 64 36 36

D-22.00.01.03.V01



Basisnotitie MER boorspecie Westerscheldetunnel

Kombinatie Middelplaat Westerschelde v.o.f.

Kenmerk: W-A-RAP-022 -

maart 1998



1	Inleiding	3
2	Grondsoorten en vrijkomende hoeveelheden	
2.1	Geologie	4
2.2	Vrijkomende hoeveelheden per tunnelbuis	5
2.3	Vrijkomen van de grondsoorten in de tijd en mate van vermenging t.g.v. het boorproces	5
2.4	Vrijkomende grond t.g.v. het maken van de dwarsverbindingen	7
3	Terugwinning van steun-/transportvloeistof (bentonietsuspensie) m.b.v. scheidingsinstallaties	
3.1	Functie van de scheidingsinstallaties	9
3.2	Algemene uitgangspunten bij het ontwerp van de scheidingsinstallaties ...	9
3.3	Werking van de scheidingsinstallaties	10
3.3.1	Opvangbak en voorzeef	13
3.3.2	Eerste cycloontrap	13
3.3.3	Tweede cycloontrap	13
3.3.4	Multicycloongroep (derde trap)	14
3.4	Optiek vanuit de praktijk	15
3.5	Mogelijkheden om het rendement van de terugwinning van bentoniet-suspensie verder op te voeren	16
4	Uitkomende materiaal	
4.1	Consistentie van het uitkomende materiaal na scheiding	18
4.2	Massabalans	19
5	Steunvloeistof, verbruik van water en bentoniet	
5.1	Algemeen	23
5.2	Waterverbruik	23
5.3	Bentonietverbruik	23
6	Gebruik van additieven	26
7	Toelichting op de stortlogistiek	
7.1	Logistiek	30



7.2	Schepen	30
8	Hergebruik	
8.1	Noodzakelijke aanpassingen benodigd voor het gescheiden aanbieden van fracties	31
8.2	Andere randvoorwaarden en overwegingen	34
9	Calamiteiten	35
	Literatuur	37
	Bijlagen: tabellen en grafieken	38



1 Inleiding.



Op basis van geologische en hydrologische gegevens is besloten om voor het boren van de beide tunnelbuizen gebruik te maken van de slurry schild methode, ook wel hydroschildmethode genoemd. De onderbouwing van deze keuze is in de "Startnotitie MER Boorspecie Westerscheldetunnel" [8] aangegeven. De hydroschildmethode is een schildboormethode met vloeistofgesteund ontgravingsfront. Kenmerkend hierbij is dat het boorfront met een bentonietsuspensie wordt afgesteund en de suspensie tevens als afvoertransportmedium voor de ontgraven grond dient.

In de trajecten waarbij door zandgronden wordt geboord, bestaat de suspensie uit een bentonietsuspensie, een mengsel van water en poedervorming bentoniet. In de trajecten waarbij door kleigronden wordt geboord, wordt eveneens een bentonietsuspensie gebruikt. Op deze trajecten, en zeker in de trajecten waarbij door de sterk overgeconsolideerde Boomse klei wordt geboord, zal het aandeel bentoniet in de suspensie geringer zijn.

Aan het boorfront wordt bentonietsuspensie toegevoerd. Het ontgravingswiel van de tunnelboormachine snijdt de grond los en de ontgraven gronddeeltjes worden in de boorkamer vermengd met de bentonietsuspensie. De met gronddeeltjes verontreinigde bentonietsuspensie wordt afgevoerd. Daarna komt men voor de opgave te staan het te transporteren materiaal (de grond) van het transportmedium (de bentonietsuspensie) te scheiden waardoor de bentonietsuspensie weer naar het boorfront kan worden getransporteerd. Op deze wijze ontstaat een kringloop.

Bovengronds, op het werkerrein in de gemeente Terneuzen, staat voor iedere tunnelboormachine een installatie die als doel heeft om zoveel mogelijk bentonietsuspensie voor hergebruik terug te winnen door de in de suspensie aanwezige gronddeeltjes d.m.v. een aantal scheidingsstappen van grof naar fijn zo veel mogelijk uit de suspensie te verwijderen. Technisch is het niet mogelijk om alle gronddeeltjes weer uit de suspensie te verwijderen. Met name de Boomse klei bevat een aandeel deeltjes die niet uit de suspensie kunnen worden gehaald zonder ook de bentonietsuspensie te verwijderen. Deze deeltjes blijven dan in de suspensie achter. Bij iedere kringloop wordt de suspensie iets meer met fijne deeltjes verontreinigd. Op een bepaald moment wordt daarbij een omslagpunt bereikt. De volumieke massa van de suspensie wordt dan te hoog om de benodigde steundruk t.p.v. het boorfront te verkrijgen en bovendien nemen de reologische eigenschappen af waardoor het mengsel moeilijk verpompbaar wordt. Wanneer de volumieke massa van de suspensie dit omslagpunt bereikt, moet een gedeelte worden vervangen door verse bentonietsuspensie. Ook de uitkomende grond bevat een zeker aandeel bentonietsuspensie.

De voorgenomen activiteit bestaat uit het m.b.v. schepen afvoeren van het vrijkomende materiaal en dit materiaal in de Westerschelde te storten.



2 Grondsoorten en vrijkomende hoeveelheden



2.1 Geologie

Gedurende het boorproces worden diverse grondsoorten doorsneden. In onderstaande tabel A zijn deze weergegeven.

Tabel A: Geologisch profiel, grondsoorten.								
Lithografische eenheden	Chronostratigrafie	Milieu	Textuur	M ₆₃ in μm	Conusweerstand in MPa	Wrijvingsgetal in %	Dikte in m	Code
Afzetting van Duinkerke	Holoceen	schor	klei		< 0,5	1,5-3,0	2,0-3,5	1A
Afzetting van Duinkerke	Holoceen	geul, rustig deel	zandige klei met enkele zandlaagjes		< 0,5	0,5-3	4,0-9,5	1B
Afzetting van Duinkerke	Holoceen	geul, actief deel	zand, met veel kleilaagjes	125-220	1,5-5,0	0,5-3	2,5-16,0	1C
Afzetting van Duinkerke	Holoceen	geul, actief deel	zand, met enkele kleilaagjes	150-220	3,5-25	1-3	2,5-20,0	1D
Afzetting van Duinkerke	Holoceen	geulbasis	zand, met schelpen, kleibrokken	140-400	8-30	0,50-1,5	4,0-10,0	1E
Hollandveen	2000 tot 4500 jaar geleden	continentaal	veen		< 0,5	6-10	0,25	2
Afzetting van Calais	4500 tot 5500 jaar geleden	marien	klei		< 0,5	1-3	0,70	3
Basisveen	5500 tot 6300 jaar geleden	continentaal	veen		< 0,5	6-10	0,15	4
Formatie van Twente	Weichselien	periglaciaal lacustrien	sterk lemig zand	105-150	1-5	1 - >2	enkele meters	5A
Formatie van Twente	Weichselien	periglaciaal	zand met enkele leemlagen	105-175	> 10	1	12,50	5B
Formatie van Twente	Weichselien	periglaciaal	zand	105-210	> 10	1	12,50	5C
Eemformatie	Eemien	marien kust	zand, met schelpen	175-300	10-25	1	circa 4,0	6
Formatie van Oosterhout	Plioceen	marien	matig fijn zand met schelpen en klei	175	> 30	0,5	circa 4,0	7
Formatie van Breda	Mioceen	marien, relatief ondiep 50-500 m	glauconietrijk zand	130-200	30	1-2	10-38	8
Formatie van Rupel	Oligoceen	marien	klei		3-6	3-6	30-50	9

De coderingen voor de grondsoorten uit tabel A zijn ook aangehouden in de tabellen vrijkomende grond uit de bijlagen van dit rapport.

De geologie van de Formatie van Rupel (Boomse klei) en van de glauconiethoudende zanden is onderzocht en vastgelegd in [1] resp. [2].

Op basis van geotechnische boorbeschrijvingen en de resultaten van sonderingen is een geotechnisch profiel van het tunneltracé samengesteld. Dit profiel is in bijlage 2 van [3] weergegeven.

De tussenafstand van de beide parallel gelegen tunnelbuizen bedraagt circa 12 meter waardoor verschillen tussen de te doorsnijden grondsoorten voor de beide



tunnelbuizen uiterst marginaal zijn. Het geotechnisch profiel mag voor beide tunneltracés daarom identiek worden genoemd.

2.2 Vrijkomende hoeveelheden per tunnelbuis

Tabel B: Hoeveelheden uitkomende grond voor realisatie van één tunnelbuis

Grondsoort	m per deel	m ³ vast	perc. uitlevering	m ³ incl. uitlevering	m ³ gemengd materiaal incl. uitlevering uit de overgangszones
100% 1C+1D	213	21.407	37,1	29.342	
50% 1C+1D, 50% klei	208	20.904	43,3	29.952	29.952
100% klei	144	14.472	21,3	17.561	
50% 1E+8, 50% klei	281	28.241	29,8	36.656	36.656
100% 1E+8	570	57.285	20,5	69.018	
50% 1E+8, 50% klei	280	28.140	29,8	36.525	36.525
100% klei	2275	228.638	21,3	277.447	
57% 1E+8, 43% klei	1216	122.208	41,3	172.687	172.687
100% 1E+8	458	46.029	10,1	50.655	
22% 1C+1D, 78% 1E+8	384	38.592	23,9	47.808	47.808
100% 1E+8	201	20.201	10,1	22.231	
50% 1C+1D, 50% 1E+8	236	23.718	23,6	29.311	29.311
100% 1C+1D	132	13.266	37,1	18.183	
Totalen:	6.598	663.101		837.376	352.939 (42% van totaal)

Met nadruk wordt gewezen op het feit dat hier wordt uitgegaan van de reële verwachting van af te voeren hoeveelheden. De af te voeren hoeveelheden kunnen namelijk aanzienlijk worden beïnvloed door de hoeveelheid aan het boorproces toe te voegen water. In hoofdstuk 4, met name par. 4.2, wordt hier nader op ingegaan!

2.3 Vrijkomen van de grondsoorten in de tijd en mate van vermenging t.g.v. het boorproces.

Uit tabel B is af te leiden dat bij het boren van een tunnelbuis vanwege de geologische omstandigheden reeds 42 procent van de uitkomende grond uit gemengd materiaal bestaat afkomstig uit de overgangszones tussen de verschillende grondsoorten.

Hierbij dient men te bedenken dat nog geen rekening is gehouden met het gelijktijdig boren van een tweede tunnelbuis waarbij additionele vermenging slechts te vermijden is wanneer de boorspecie van de beide tunnelbuizen gescheiden van elkaar wordt behandeld en afgevoerd. Wanneer deze additionele vermenging moet worden voorkomen, dienen twee gescheiden opslagvoorzieningen te worden gerealiseerd. Tevens dient in een dussdanige afvoersystematiek te worden voorzien dat de grond van de beide tunnelbuizen uit de separate opslagvoorzieningen dan niet in één en hetzelfde afvoertransportmiddel terecht komen. Wanneer men bepaalde fracties separaat wil houden, zal dit een grote invloed hebben op het ontwerp van de scheidingsinstallaties, de wijze van eventuele opslag en de bijbehorende organisatie en logistiek.

In het hierna volgende wordt getracht een beeld te geven van de hoeveelheden uitkomende grond in het verloop van de tijd ten gevolge van het gelijktijdig boren van twee tunnelbuizen.

De gemiddelde boorsnelheid zal voor elke tunnelbuis circa 12 m per etmaal bedragen. Met nadruk wordt gewezen op het feit dat deze voortgang slechts een



aangenomen (verwacht) gemiddelde betreft. De voortgang kan echter sterk variëren. Oorzaken hiervoor worden, naast de variaties in geologische omstandigheden, gevonden in aantal en omvang van de inspecties van de boorkamer en het boorfront en uit te voeren reparaties en onderhoudswerkzaamheden. De boormachine van de oostelijke tunnelbuis zal drie maanden eerder starten dan de boormachine voor de westelijke tunnelbuis. In de berekeningen komt dit tot uitdrukking in een faseverschil van 13 werkbare werkweken.

De werkelijk gerealiseerde voortgang in de uitvoeringsfase kan dus sterk afwijken van de aangenomen gemiddelde (geprognostiseerde) boorsnelheid. Daarnaast kan het zo zijn dat de voortgang van de ene tunnelbuis veel meer bedraagt dan de voortgang van de andere tunnelbuis. M.a.w. het faseverschil van 13 weken bij aanvang van de werkzaamheden zal alleen in een hypothetische situatie in stand blijven. Op bepaalde trajecten zal de voortgang veel hoger zijn dan op andere trajecten. Daarnaast moet rekening worden gehouden met onvoorziene omstandigheden zoals uitval van een machine. Het aantal scenario's voor de voortgang en daarmee van de hoeveelheden gelijktijdig uit de beide tunnelbuizen af te voeren grondmassa's is legio.

In dit onderzoek zijn twee scenario's onderzocht. Het eerste scenario gaat uit van de aangenomen voortgang van 12 m per etmaal per tunnelbuis. Het tweede scenario gaat uit van een voortgang van 16 m per dag voor de eerste (oostelijke) tunnelbuis en een voortgang van 8 m per dag voor de tweede tunnelbuis. Het eerste scenario is de aangenomen situatie en het tweede scenario is een extreme situatie.

De uitleveringspercentages van de diverse grondsoorten zijn in de tabellen vermeld.

Met nadruk wordt gewezen op het feit dat in onderstaande scenario's wordt uitgegaan van de reële verwachting van af te voeren hoeveelheden. De af te voeren hoeveelheden kunnen namelijk worden beïnvloed door de hoeveelheid aan het boorproces toe te voeren water. In hoofdstuk 4, met name par. 4.2, wordt hierop nader ingegaan.

Scenario 1: de aangenomen situatie.

Hierbij wordt uitgegaan van een constante productie van 12 m per etmaal, dus zonder fluctuaties in de voortgang, voor beide tunnelbuizen. Uitgangspunt is dat gedurende 5,5 etmalen per werkbare week productie zal plaatsvinden. De tweede machine start 13 weken na aanvang van het boorproces van de eerste tunnelbuis.

Tabel 1 van de bijlage geeft de vrijkomende hoeveelheden per grondsoort weer bij een constante voortgang van 12 meter per etmaal en voor één tunnelbuis. De resultaten voor de tweede tunnelbuis zijn gelijk, m.u.v. van het faseverschil van 13 weken.

Wanneer men de hoeveelheden per grondsoort in de tijd bepaald voor beide tunnelbuizen tezamen, onder de aanname dat in beide buizen een constante voortgang van 12 meter per etmaal wordt gerealiseerd, gedurende 5,5 etmalen per werkbare week productie plaatsvindt en een faseverschil van 13 werkbare weken tussen beide buizen bestaat, dan volgen daaruit de resultaten zoals die in tabel 2 van



