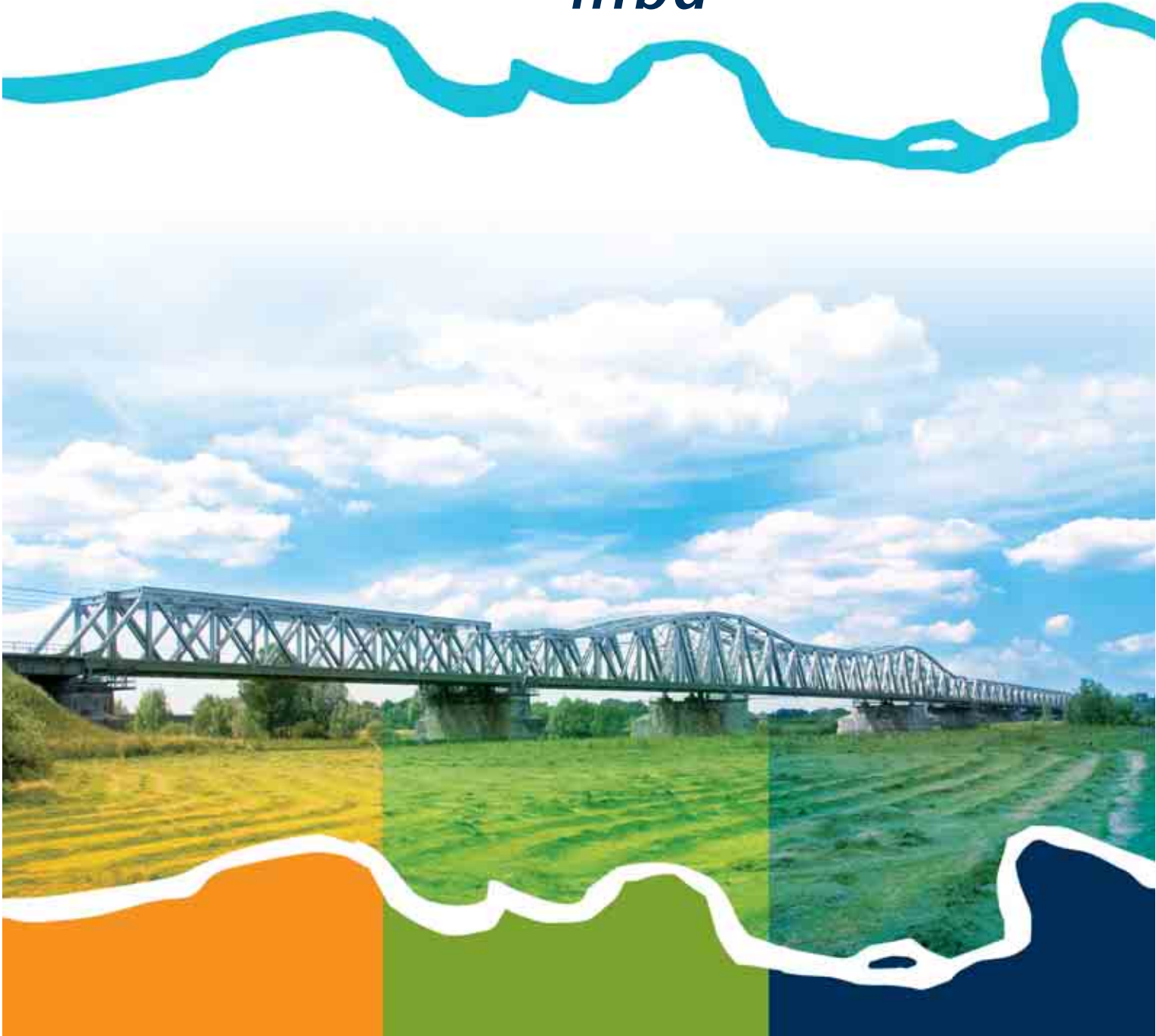


5.1 Waterhuishoudkundig en grondmechanisch onderzoek De Zandmeren Hedel



Rapport

Waterhuishoudkundig en grondmechanisch onderzoek de
Zandmeren (locatie Hedel)

projectnr. 182098
revisie 00
29 mei 2009

Opdrachtgever

Groen-planning Maastricht BV
Markt 10
6231 LS Meerssen

datum vrijgave

29 mei 2009

beschrijving revisie 00

goedkeuring

J. van Roestel

vrijgave

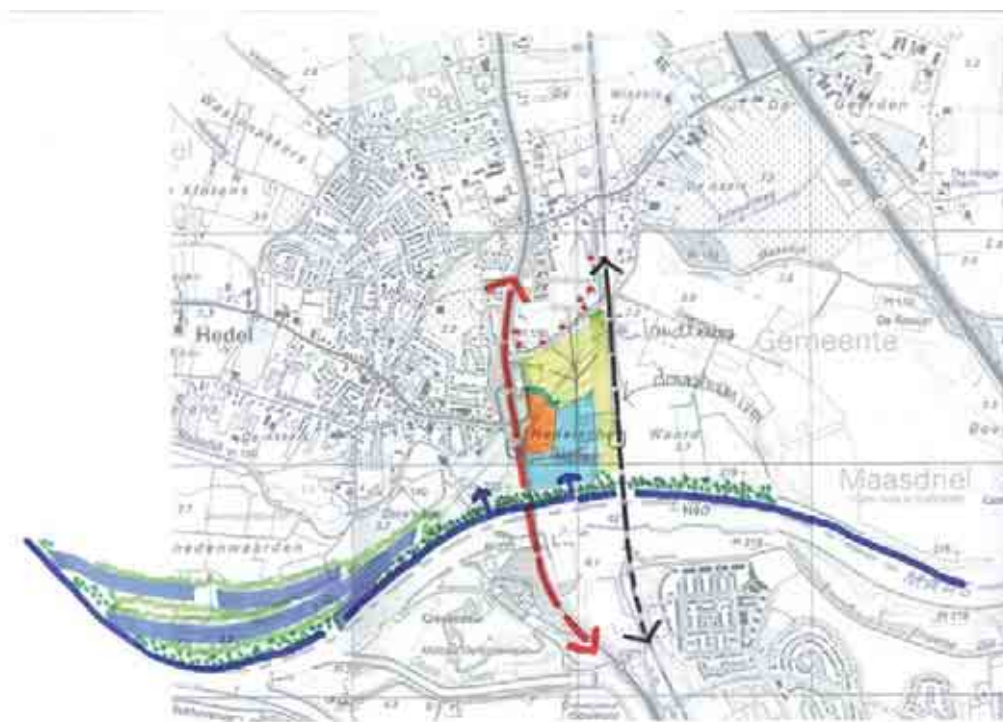
M. Berk

	Inhoud	Blz.
1	Inleiding	2
2	Berekeningswijze haven	3
3	Kwel haven en waterkwaliteit	4
4	Kwel nevengeul	6
5	Grondmechanisch advies	7
5.1	Uitgangspunten	7
5.2	Macrostabieliteit (afschuiving)	7
5.3	Stabiliteit voorland	8
5.4	Conclusies en aanbevelingen	8
6	Conclusies en aanbevelingen	10

1 Inleiding

Namens Niba Bouwgrondstoffen bv is door het adviesbureau Groen-planning Maastricht BV opdracht verleend aan Ingenieursbureau Oranjewoud B.V. voor het verrichten van een hydrologisch onderzoek. Het onderzoek vindt plaats in het kader van het MER voor het planconcept 'Ruimte voor Maasdriel, de Zandmeren'. Ten aanzien van het onderzoek zijn twee plangebieden te onderscheiden, namelijk het plangebied Zandmeren en Alem en het plangebied Hedel.

Door Groen-planning Maastricht BV is een ontwikkelingsvisie gemaakt voor het Maasfront Hedel. Deze visie maakt onderdeel uit van een integrale benadering van de Maas op het traject rkm 208 (Kerkdriel) naar rkm 223 (Hedel). Als zodanig is dit deelproject gerelateerd aan de deelprojecten Zandmeren en Alem. Binnen het deelproject 'Haalbaarheid haven Hedel' zijn twee elementen te onderscheiden. In eerste instantie krijgen de zandoverslagbedrijven vanuit Kerkdriel een nieuwe locatie in het projectgebied. Hiertoe wordt een haven gemaakt zuidoostelijk van de bebouwde kom van Hedel. Daarnaast is rivierverruiming en natuurontwikkeling voorzien in het gebied westelijk van deze haven. Onderstaand is een overzicht van deze maatregelen gegeven.



Figuur 5.1 De geplande haven en de nevengeul in het deelproject 'Haalbaarheid Haven Hedel'.

Navolgend wordt de invloed van de aanleg van de haven en de hoogwatergeul op de kwel behandeld. Daarnaast wordt ingegaan op de waterkwaliteit.

2 Berekeningswijze haven

De berekening van de kweltoename bij de aanleg van een haven te Hedel vindt plaats door een vergelijking met de situaties bij de Zandmeren en bij Alem, waar de modelopzet voor de huidige situatie is geïkt. Aanpassingen vinden plaats voor zowel het peilverschil tussen de rivier en de polders in de hoogwatersituatie als voor de bodemopbouw die afwijkt. Daarbij wordt weer een tweedimensionale benadering gehanteerd. Voor de achtergronden van de modelberekeningen wordt verwezen naar ons rapport 'Onderzoek kwel en waterkwaliteit de Zandmeren' van 16 februari 2009.

Het verschil tussen de situatie bij de haven en bij de Zandmeren is daarbij dat de Zandmeren richting de polders min of meer rechtlijnig is begrensd terwijl de haven min of meer een rechthoek is. Door een 'worst-case' benadering, waarbij de noordzijde alsmede delen van de westzijde en de oostzijde van de haven als rechtlijnige begrenzingen worden beschouwd, wordt de stroming van grondwater richting de polders gekwantificeerd.

3 Kwel haven en waterkwaliteit

Kwel in de huidige situatie

De breedte van de toekomstige haven langs de rivier bedraagt ca. 300 m. Over deze breedte wordt de huidige kwel naar de polders berekend bij een hoogwatersituatie. De gemiddelde afstand van de rivier in noordelijke richting naar de polders varieert tussen minimaal 350 m en maximaal ca. 650 m. Gemiddeld wordt dus uitgegaan van een afstand van ca. 500 m. De volgende uitgangspunten worden verder voor de berekening gehanteerd:

- Bodemweerstand van de rivier is 1 dag
- kD-waarde watervoerende pakket bedraagt 3500 m²/dag
- Bodemweerstand van de uiterwaarden bedraagt gemiddeld 150 dagen (laagdikte toplaag is ca. 1,5 m)
- Weerstand van de toplaag in de polders bedraagt gemiddeld 200 dagen
- Peilverschil tussen rivier en polders bij hoogwater T = 10 bedraagt (NAP +3,70 m – NAP +2,05 m =) 1,65 m

De kwel vanuit de rivier per meter grenslengte langs de toekomstige haven bedraagt daarmee 4,3 m³ per meter randlengte. Bij een totale grenslengte langs de rivier van 300 m bedraagt de kwel dus (300x4,3=) 1290 m³.

Kwel bij aanleg haven in de tijdelijke situatie

In de toekomstige situatie krijgt de rivier door de aanleg van de haven een grotere grenslengte. Van 300 m langs de toekomstige ingang van de haven nu wordt dit een omtrek van 1000 m aan west- noord- en oostkant in de toekomst. De begrenzing van de haven (omtrek) van waaruit water richting de primaire waterkeringen stroomt is echter kleiner. Aan de westkant ligt aan de andere kant van de weg al een plas/haven in open verbinding met de Maas. Richting deze kant stroomt het water dus niet op. Aan de oostgrens van de haven wordt een lengte van 300 m niet meegerekend omdat in deze richting geen primaire waterkering ligt (of zeer ver verwijderd is). Er resteert een lengte van minder dan 500 m aan noord- en noordwestkant waarover water richting de primaire waterkeringen en de achterliggende polders in de nabijheid stroomt.

De gemiddelde afstand van de voornoemde 500 m grenslengte ('worst-case' benadering) tot de waterkeringen bedraagt ca. 200 m. De kwel per meter grenslengte gaat, met handhaving van de overige rekenuitgangspunten, 5,2 m³ per meter randlengte bedragen. Bij een totale grenslengte van 500 m bedraagt de kwel dus (400x5,2=) 2600 m³. Ten opzichte van de huidige kwel is dat een toename van (2600-1290=) 1310 m³. De kwel naar het bemalingsgebied (134*10³ m³ per dag; zie paragraaf 4.1) neemt in de tijdelijke situatie dus maximaal met ca. 0,98 % toe ('worst-case' benadering).

Een grondwaterstandverhoging in noordwestelijke richting, naar de bebouwde kom van Hedel, treedt nauwelijks op. De afstand van de haven tot de bebouwing bedraagt minimaal 200 m terwijl de bestaande haven/plas aan de andere kant van de weg direct aan de bebouwing grenst. Ten opzichte van de verhoging die hierdoor wordt veroorzaakt treedt geen noemenswaardige verhoging op.

Het verdient wel aanbeveling om hier bij de uitvoering van de haven met een of enkele peilbuizen de grondwaterstanden te monitoren. Dit vormt een extra 'slot op de deur' mochten ongewenste wijzigingen van grondwaterstanden optreden en mitigerende maatregelen nodig zijn. In noordelijke richting ligt het Nieuwe Wiel dat door zijn grote oppervlakte de grondwaterstanden in de directe omgeving (bijvoorbeeld ter plaats van bebouwing) voldoende laag houdt. Indien gewenst kunnen ook hier als 'slot op de deur' peilbuizen worden geplaatst.

Kwel haven in de eindsituatie

In de eindsituatie worden de bodem en het talud van de haven afgedekt met slecht doorlatend materiaal met een weerstand van minimaal 150 dagen, waardoor geen of geen noemenswaardige toename van de kwel meer optreedt.

Waterkwaliteit

Aan de waterkwaliteit van de haven Hedel worden uit het oogpunt van de functies ter plaatse en in de directe omgeving geen bijzondere eisen gesteld. Gezien het frequente scheepvaartverkeer mag een behoorlijke menging van dit water met rivierwater worden verwacht.

4 Kwel nevengeul

Vanuit de nevengeul kan alleen in de tijdelijke situatie extra kwel gaan plaatsvinden. In de eindsituatie wordt de geul namelijk opgevuld met slecht doorlatend materiaal (weerstand minimaal 150 dagen) en is van een toename van kwel geen sprake meer.

De totale lengte van de geul bedraagt ca. 1200 m. Stel dat in de tijdelijke situatie maximaal 500 m open ligt zonder slecht doorlatend materiaal op de bodem en dat dit het deel van de nevengeul is dat het dichtst bij de primaire waterkering en dus de polders ligt. De gemiddelde afstand van de rivier tot dit deel van de waterkering bedraagt ca. 400 m. Door het aanbrengen van de nevengeul wordt dit 200 m. Met de modelaannamen van de vorige paragraaf neemt de kwel dan toe van 4,5 tot 5,2 m³ per meter randlengte. Bij een totale grenslengte van 500 m bedraagt de toename van de kwel dus (500x0,7=) 350 m³. Ten opzichte van de huidige kwel naar het bemalingsgebied (134*10³ m³ per dag; zie hoofdstuk 3) is dit slechts ca. 0,3 % toename.

5 Grondmechanisch advies

5.1 Uitgangspunten

Het onderzoek naar de stabiliteit is gebaseerd op een tweetal boringen die tot 25 m-mv zijn uitgevoerd en een drietal sonderingen tot 18 m-mv. In dit rapport worden de resultaten van het onderzoek gepresenteerd.

De belangrijkste kenmerken van de aan te leggen haven zijn als volgt:

- rivierpeil gedurende 360 dagen per jaar: NAP + 0,50m
- talud: 1:3
- en langs gevoelige objecten: 1:4
- bodemniveau van de nieuwe haven: NAP-15,50 of NAP-9,50 m
- Stabiliteitsfactor (F_{\min}) $\geq 1,30$ (bij representatieve waarden)

Bodemopbouw

Uit de sonderingen en boringen blijkt dat de zuidoosthoek (S-2) bijna volledig uit zand bestaat tot aan de verkende diepte. In de zuidwestelijke hoek bevindt zich tussen 2-5 m-mv klei tot zand kleihoudend (B-1 en S-1). Tegen de Maasdijk zijn de boring B-2 en sondering S-3 gezet. Uit S-3 blijkt dat tussen 0,5-5 m-mv een kleipakket aanwezig is.

Grondparameters

Er is in het kader van de haalbaarheidsstudie geen laboratoriumonderzoek uitgevoerd. Om globaal inzicht te krijgen in de bezwijkmechanisme macrostabiliteit is het voldoende om gegevens uit tabel 1 van de NEN6740 te gebruiken.

Tabel 1: Representatieve waarden grondparameters.

grondsoort	γ_{droog} [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	$c^{\text{I}}_{\text{Repr}}$ [kN/m ²]	$\phi^{\text{I}}_{\text{Repr}}$ [°]
zand, los	17	19	0	25
klei, zanderig veenh.	15	15	1	20
zand, veenhoudend	14	16	0	20

Belasting

Voor de mobiele belasting op het maaiveld van het haventerrein wordt een gelijkmatig verdeelde belasting van 20 kN/m² aangehouden.

5.2 Macrostabiliteit (afschuiving)

De macrostabiliteit van het talud langs de haven is in alle fasen van de uitvoering van belang. De fasen zijn:

- bodemniveau haven na ontgraven NAP-15,50 m;
- bodemniveau haven na aanvullen NAP-4,50 m;

Aangenomen wordt dat de toestand na ontgraving tot NAP-15,50 m diepte maatgevend is voor de macrostabiliteit. Indien deze toestand voldoet aan de gestelde veiligheid wordt aangenomen dat de overige fasen ook voldoen. Deze worden niet verder behandeld.

Er zijn twee berekeningen uitgevoerd, nl.:

1. bodemprofiel bestaat volledig uit zand;

2. bodemprofiel bestaat uit klei en zand conform B-2.

De resultaten zijn samengevat in tabel 2.

Tabel 2: Samenvatting stabiliteitsberekeningen.

Situatie	nadere aanduiding	stabiliteitsfactor	$F_{\min;eis}$	
		F_{\min}		
zandprofiel	talud 1 : 3	1,28	$\geq 1,2$	voldoet
klei & zand in het profiel	talud 1 : 3	0,98	$\geq 1,2$	voldoet NIET
	talud tot ok klei 1 : 4 talud beneden klei 1 : 3	1,19	$\geq 1,2$	voldoet bijna

5.3 Stabiliteit voorland

De beoordeling van de stabiliteit van het voorland bestaat uit een toetsing op afschuiving en op verwekingsvloeiing. De beoordeling zal worden opgesteld aan de hand van de eenvoudige methode zoals als aangegeven in katern 9 van lit. 1.

De beoordeling op afschuiving blijft achterwege, omdat daarvoor een juiste positionering nodige is van de haven ten opzichte van de dijk, opritten naar de bruggen en de brugpijlers.

Beoordeling verwekingsvloeiing

De beoordeling van de kans op optreden van verwekingsvloeiing zal gebeuren aan de hand van de eenvoudige methode zoals nader is aangegeven in CUR-aanbeveling 113. De gevoeligheid voor verwekingsgevoeligheid zal beoordeeld worden aan de hand van het verwekingsgevoeligheids-criterium volgens par. 6.2.2.1 van CUR aanbeveling 113. Voorwaarde is dat er geen verwekingsgevoelige lagen dikker zijn dan 1m met een de relatieve dichtheid lager dan 50%. De diepte waarover de verwekingsgevoeligheid beoordeelt moet worden gaat tot een diepte circa 10 m beneden de bodem van de haven.

Uit de boringen blijkt dat beneden de deklaag veelal fijn tot matig fijn zand wordt aangetroffen. Daarnaast geven de sonderingen te zien dat er tussen 9-11 m-mv en 14-18 m-mv los gepakte lagen voorkomen hetgeen duidt op verwekingsgevoelig.

Geadviseerd wordt om na het bekend zijn van de juiste ligging van de haven, aanvullend grondonderzoek bestaande uit sonderingen te laten uitvoeren tot minimaal 30-35 m-mv. En deze resultaten te analyseren op verwekingsgevoeligheid.

5.4 Conclusies en aanbevelingen

- Op basis van het voorgaande mag voor een diepe ontgraving (tot NAP -15,5 m) worden geconcludeerd dat een talud 1:3 bij een zandprofiel haalbaar is. Bij klei en zand in het profiel voldoet vrijwel een taludhelling tot de onderkant klei van 1:4 en beneden deze klei van 1:3.
- Geconcludeerd kan worden dat de diepe ontgraving qua stabiliteit van het talud haalbaar is, waarbij de vormgeving nog definitief uitgewerkt dient te worden.
- Bij een diepe ontgraving tot NAP - 15,5 m is een grote kans op verwekingsvloeiing aanwezig. Maatregelen, zoals (plaatselijk) een flauwer talud, kunnen worden vastgesteld op basis van aanvullend onderzoek met diepe sonderingen.
- Bij een ondiepe ontgraving tot NAP -9,5 m is de kans groot dat ontgraving mogelijk is zonder maatregelen ter voorkoming van verwekingsvloeiing.

- In de definitieve uitwerking van de vormgeving kan tevens het risico worden meegenomen van een eventuele afschuiving (in verband met verwekingsvloeiing) voor bedreigde projecten in de omgeving. De afstand van de insteek van de haven tot deze objecten (dijk, opritten naar de bruggen en de brugpijlers) staat hierin centraal.

6 Conclusies en aanbevelingen

- Voor de aanleg van de haven bij Hedel is in de tijdelijke situatie een toename van de kwel van minder dan 1 % naar het bemalingsgebied berekend. In de eindsituatie worden de taluds en de bodem afgedekt met slecht doorlatend materiaal en is van een toename van de kwel geen sprake meer.
- Voor de aanleg van de nevengeul bij Hedel is in de tijdelijke situatie een toename van de kwel van slechts 0,3 % berekend. Deze toename is berekend voor de situatie dat een traject van 500 meter lengte van de geul, dat het dichtst ligt bij de polders, open ligt. In de eindsituatie wordt de nevengeul aangevuld met slecht doorlatend materiaal en is er geen sprake meer van een toename van de kwelstroom bij hoogwater ($T = 10$).
- Ten aanzien van de grondmechanische aspecten kan worden geconcludeerd dat de aanleg van de haven haalbaar is, waarbij de definitieve diepte en vormgeving in samenhang met eventuele maatregelen nog uitgewerkt dient te worden (zie ook paragraaf 5.4).