

DIJKVERSTERKING BELFELD BIJLAGENBOEK

DEEL 4: BIJLAGE 25 T/M 30

Hoogwaterbeschermingsprogramma Noordelijke Maasvallei

In opdracht van



**waterschap
limburg**



Bijlage 25 Quick Scan oppervlaktewater Belfeld _____	2
Bijlage 26 Memo overslagdebiet Belfeld _____	8
Bijlage 27 Analyse kwelbezwaar hoogwater Belfeld _____	26
Bijlage 28 Notitie geohydrologische effecten Belfeld _____	52
Bijlage 29 Rapportage verkennend bodemonderzoek DR71 Belfeld .	62
Bijlage 30 Impact grondophoging Belfeld _____	106

Bijlage 25 Quick Scan oppervlaktewater Belfeld



MEMO

Onderwerp:
Quick Scan oppervlaktewater Belfeld

Opgesteld door:

[Redacted]

Van:

[Redacted]

Aan:

[Redacted]

Ons Kenmerk:

-

Versie

Onderdeel van IO.99 Ontwerpnota t.b.v.
het ontwerp van de waterkering te Belfeld,
normtraject 71.1

Datum:

20-05-2021

[Redacted]

[Redacted]

1 Inleiding

De waterkering te Belfeld (normtraject 71-1) wordt in het kader van het HWBP Noordelijke Maasvallei versterkt. De huidige kering is afgekeurd en er is een nieuwe ontwerp opgesteld. Als onderdeel van het DO is een QuickScan uitgevoerd om na te gaan of er raakvlakken zijn tussen het ontwerp en het oppervlaktewatersysteem. Afbeelding 1.1 laat een overzicht zien van het DO.

Afbeelding 1.1 DO waterkering Belfeld (normtraject 71-1)



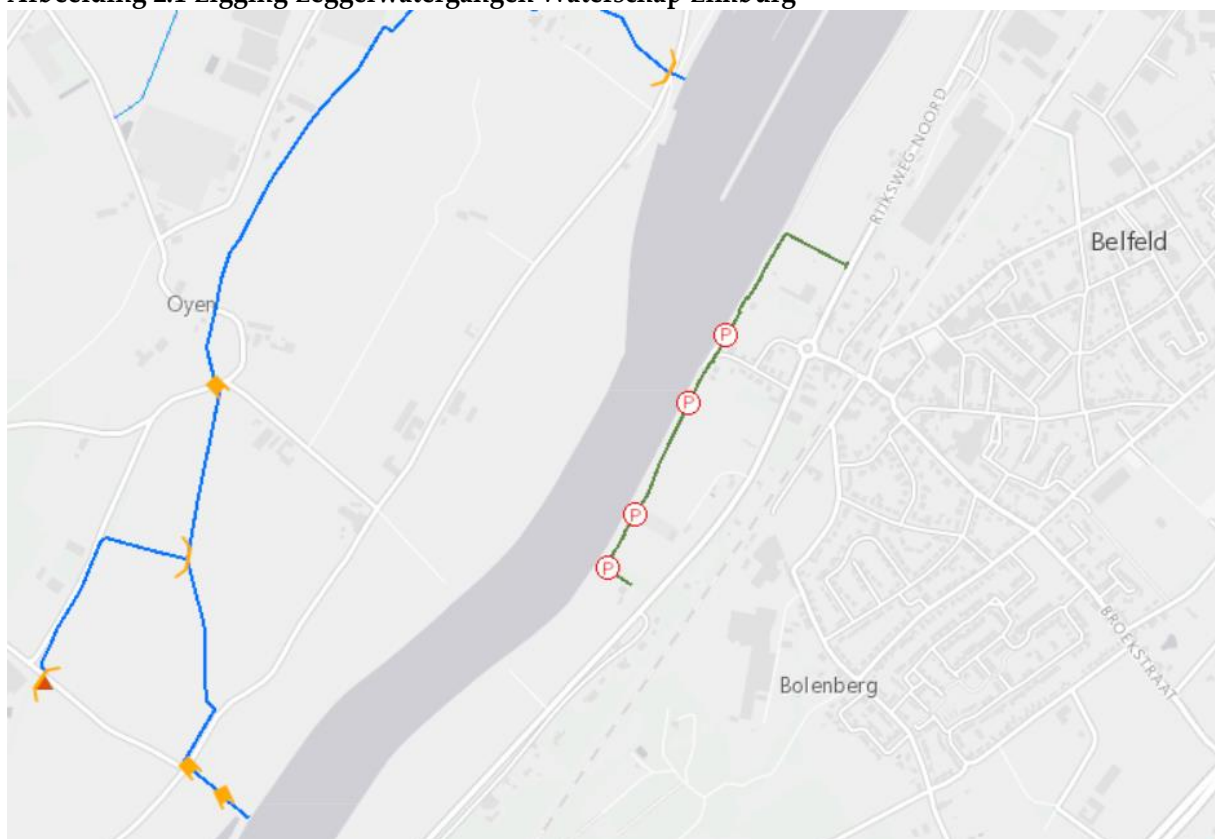
In deze Quick Scan komen de volgende onderdelen terug;

- Raakvlakken met leggerwatersysteem;
- Afwatering Belfeld;
- Maatgevende neerslag t.b.v. waterbezwaar bij maatgevend hoogwater.

2 Raakvlakken leggerwatersysteem

De toekomstige waterkering komt deels op een andere locatie te liggen dan de bestaande kering. Dit kan invloed hebben op de afwatering van het watersysteem. Uit de legger van Waterschap Limburg blijkt echter dat er geen primaire, secundaire of tertiaire watergangen liggen binnen de huidige of toekomstige waterkering. Dit is ook te zien in Afbeelding 2.1. Het voorkeursalternatief heeft geen raakvlakken met bestaande afwatering.

Afbeelding 2.1 Ligging Leggerwatergangen Waterschap Limburg

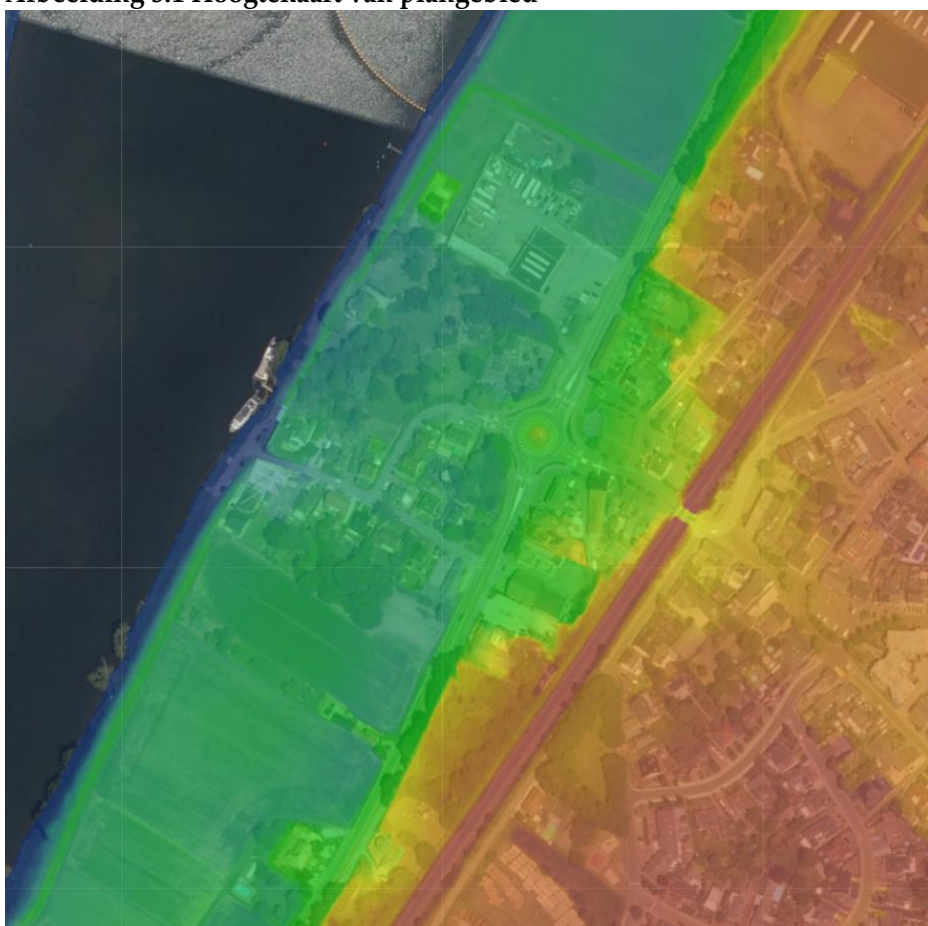


3 Afwatering Belfeld

Het gedeelte van Belfeld dat wordt beschermd door de waterkering ligt een aanzienlijk stuk lager dan de rest van het dorp. Dit is ook te zien in Afbeelding 2.1 waar een deel van de hoogtekkaart is weergegeven. Er is dus een risico dat het water vanuit de hogere delen naar de lagere delen stroomt tijdens piekbuien. Op de scheiding tussen de gebieden ligt echter de Rijksweg die wat hoger ligt dan het omliggende maaiveld. Deze weg zorgt voor een barrière richting het lager gelegen gedeelte van Belfeld. Ook dit is te zien aan de kleuren in afbeelding 3.1. Met extra oppervlakkige afstroming hoeft daarom geen rekening te worden gehouden.

Verder is er de afwatering van het laag gelegen gedeelte. In de huidige situatie is hier een rioolsysteem aanwezig waarmee het overtollige water wordt afgevoerd. Het riool wordt in de toekomstige situatie echter niet zwaarder belast, omdat de hoeveelheid verhard oppervlak binnen de keringen niet toeneemt. De huidige situatie wordt daarom niet verslechterd.

Afbeelding 3.1 Hoogtekkaart van plangebied



4 Maatgevende bui t.b.v. waterbezwaar

Om na te gaan of er tijdens de maatgevende hoogwaterstand overlast ontstaat wordt het waterbezwaar binnendijs berekend. Daarbij worden 4 onderdelen meegenomen; golfoverslag, kwel, oppervlakkige afstroming van hogere delen en neerslag.

Vanuit STOWA is de “Neerslagstatistiek En -Reeksen Voor Het Waterbeheer 2019” beschikbaar met daarin de buien waar in de toekomst rekening gehouden moet worden. Onderstaande tabel geeft daarbij met welke neerslaghoeveelheden gerekend kan worden voor buien van $T=0,5$ tot $T=10$ met een tijdsduur van 10 minuten tot 8 dagen.

TABEL 2 BASISSTATISTIEK VOOR HET JAAR; NEERSLAGHOEVEELHEDEN (IN MM) BIJ VERSCHILLENDE HERHALINGSTIJDEN EN NEERSLAGDUREN TUSSEN 10 MINUTEN EN 8 DAGEN. NB DE HOEVEELHEDEN IN DEZE TABEL KUNNEN VOOR PRAKTISCH GEBRUIK AFGEROND WORDEN OP HELE MILIMETERS. HIER IS DAT BEWUST NIET GEDAAN OM AFRONDINGSFOUTEN TE VOORKOMEN WANNEER DEZE GETALLEN GEKOMBINEERD WORDEN MET KLIMAATSCENARIOFACTOREN IN DEELRAPPORT 2 EN/OF DE REGIONALE SCHALINGSFACTOREN IN DEELRAPPORT 3

T [jaar]	Neerslagduur										
	10 min	30 min	60 min	2 uur	4 uur	8 uur	12 uur	24 uur	2 dagen	4 dagen	8 dagen
0.5	8.1	10.4	12.6	15.3	18.6	22.2	24.6	30.4	38.6	50.4	68.3
1	10.2	13.5	16.2	19.5	23.4	27.7	30.5	36.8	46.0	59.3	79.4
2	12.2	16.6	20.0	24.0	28.4	33.4	36.5	43.8	54.0	68.6	90.5
5	15.1	21.2	25.8	30.7	35.9	41.7	45.2	54.2	65.5	81.4	105.1
10	17.5	25.3	31.0	36.8	42.8	49.1	52.9	63.0	74.9	91.6	116.1

Het advies is om voor de berekening van het waterbezwaar te rekenen met de minst zware bui $T=0,5$. De statistische kans dat een dergelijke of zwaardere bui optreedt op hetzelfde moment als de maatgevend hoogste waterstand is heel klein. De maatgevende waterstand heeft namelijk een terugkeertijd van 1/100 per jaar en de bijbehorende afvoergolf duurt enkele dagen. De kans dat gedurende deze extreme afvoergolf ook extreme neerslag plaatsvindt is klein, maar niet geheel uit te sluiten. Om deze reden wordt geadviseerd rekening te houden met een $T=0,5$ bui.

Voor de berekening van het waterbezwaar kan 30 mm meegenomen worden. Dit is de totale hoeveelheid neerslag in 24 uur bij de geselecteerde bui.

Bijlage 26 Memo overslagdebiet Belfeld



MEMO

Onderwerp:
Memo overslagdebiet Belfeld

Ons Kenmerk:
Onderdeel van ontwerpnota Belfeld

Opgesteld door:
[REDACTED]

Versie
Onderdeel van ontwerpnota Belfeld

Van:
[REDACTED]

Datum:
25-08-2021

Aan:
[REDACTED]

[REDACTED]
[REDACTED]

1 Inleiding en doel

Ten behoeve van de dijkversterking Belfeld (normtraject 71-1) is inzicht benodigd omtrent het waterbezwaar gegeven het kritieke overslagdebiet. Binnen het Noordelijke Maasvallei project wordt standaard een overslagdebiet van 5 l/m/s gehanteerd conform NvU2.0 [ref. 1]. Geverifieerd wat het waterbezwaar is van dit overslagdebiet voor Belfeld vanwege de beperkte komberging.

Het doel van voorliggend memo is het verifiëren van het waterbezwaar als gevolg van de overslag die optreedt in de kom van Belfeld bij het standaard overslagdebiet van 5 l/m/s. Daarnaast is inzicht verkregen in de consequenties van de overslag door het kwantificeren van mitigerende maatregelen:

- benodigde pompcapaciteit bij een kritiek overslagdebiet van 5 l/m/s (huidige ontwerphoogte);
- benodigde hoogte en pompcapaciteit bij een kritiek overslagdebiet van 1 l/m/s;
- benodigde hoogte en pompcapaciteit bij een kritiek overslagdebiet van 0,1 l/m/s;
- benodigde pompcapaciteit bij het toepassen van een neusconstructie op dijkvak 3 bij huidige ontwerphoogte.

2 Aanpak

Eerst wordt een overzicht van het normtraject en de kom van Belfeld gegeven.

Voor de relevante dijkvakken wordt vervolgens in Hydra-NL de benodigde kruinhoogten berekend voor een kritiek overslagdebiet van 5, 1 en 0,1 l/m/s.

Aan de hand van deze kruinhoogten wordt voor deze situaties berekend hoeveel overslag er optreedt gedurende een hoogwatergolf. Hiervoor wordt het waterstandverloop berekend met als piek de waterstand uit het illustratiepunt van de eis op doorsnedeniveau. Met dit waterstandverloop wordt het de overslag uitgezet in de tijd gedurende een hoogwatergolf.

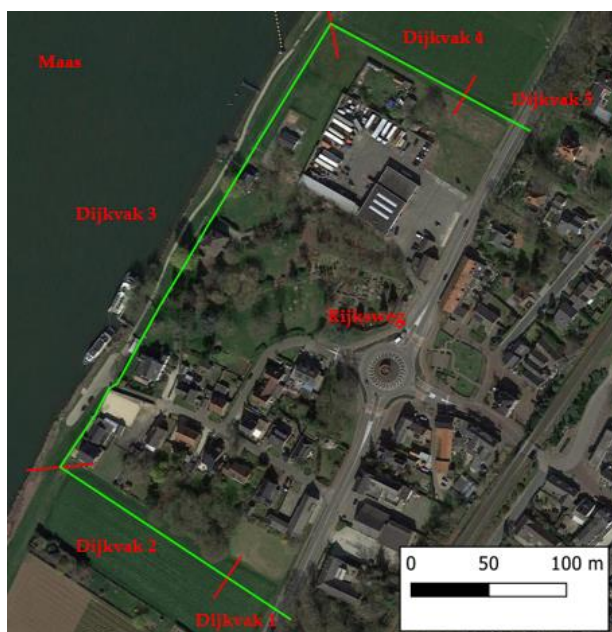
Als stormduur is 12 uur aangehouden. Dit betekent dat er gedurende 12 uur overslag optreedt. Er is conservatief aangenomen dat deze 12 uur durende storm optreedt tijdens de piek van het waterstandverloop (vanaf -6 uur vanaf de piek tot +6 uur vanaf de piek).

Aan de hand van het verloop van de overslag worden de verschillende situaties met elkaar vergeleken. Er wordt berekend hoeveel pompcapaciteit er nodig is om de peilverhoging binnenwaarts onder de 0,2 m te houden.

3 Overzicht situatie Belfeld

De waterkering te Belfeld is weergegeven in Figuur 1 inclusief dijkvakindeling. De lengte van de dijkvakken is weergegeven in Tabel 1. Dijkvakken 1, 2, 4 en 5 zijn groene dijken. Dijkvak 3 is een keermuur. Dijkvakken 1 en 5 sluiten aan op hoge grond. De kom van Belfeld bestaat uit het gebied tussen de waterkering en de rijksweg en heeft een grote van circa 50.000 m².

Voor dijkvakken 4 en 5 treedt door de ligging (in de luwte) geen overslag op. Voor deze dijkvakken treedt pas een significant debiet over de kering op wanneer er overstroom optreedt. Overstroom treedt op bij een ander illustratiepunt (hogere waterstand met lagere terugkeertijd) en geen wind. Dit betekent dat overstroom bij dijkvakken 4 en 5 nooit gelijktijdig optreedt met overslag over dijkvakken 1 t/m 3. Vanwege de grotere totale lengte van dijkvakken 1 t/m 3 zijn deze vakken maatgevend beschouwd voor het totale debiet richting de kom van Belfeld. Dijkvakken 4 en 5 worden in de rest van dit memo daarom niet beschouwd.



Figuur 1 Dijkvakindeling

Tabel 1 Lengte dijkvakken

Dijkvak 1	Dijkvak 2	Dijkvak 3	Dijkvak 4	Dijkvak 5
50 m	130 m	360 m	100 m	50 m

HWBP Noordelijke Maasvallei

Ons kenmerk:
####

Pagina
2/17

4 Zichtjaar

Als zichtjaar is het 2075 gehanteerd. Dit is het zichtjaar voor de groene dijken (dijkvakken 1, 2, 4 en 5) en is hierdoor maatgevend. De constructie zou immers eenvoudig op te hogen zijn, mocht dit nodig zijn, afhankelijk van de toekomstige staat (na 2075) van de groene dijken.

De verwachting is dat de uitkomsten nauwelijks afhankelijk zijn van het zichtjaar, omdat de vorm van de hoogwatergolf niet wijzigt met het zichtjaar.

5 Berekening kruinhoogte

De kruinhoogte bij verschillende kritieke overslagdebieten is berekend in Hydra-NL en weergegeven in Tabel 2 t/m Tabel 4. De Hydra-NL uitvoer is bijgevoegd in bijlage 1.

Tabel 2 Kruinhoogte zichtjaar 2050 (Hydra-NL)

Kritiek overslagdebiet q_{krit} [l/m/s]	Kruinhoogte dijkvak 1/2 [m+NAP]	Kruinhoogte dijkvak 3 [m+NAP]
5	20,20	20,23
1	20,26	20,34
0,1	20,37	20,54

Tabel 3 Kruinhoogte zichtjaar 2100 (Hydra-NL)

Kritiek overslagdebiet q_{krit} [l/m/s]	Kruinhoogte dijkvak 1/2 [m+NAP]	Kruinhoogte dijkvak 3 [m+NAP]
5	20,56	20,59
1	20,64	20,71
0,1	20,77	20,93

Tabel 4 Kruinhoogte zichtjaar 2075 (lineaire interpolatie)

Kritiek overslagdebiet q_{krit} [l/m/s]	Kruinhoogte dijkvak 1/2 [m+NAP]	Kruinhoogte dijkvak 3 [m+NAP]
5	20,38	20,41
1	20,45	20,53
0,1	20,57	20,74

6 Waterstandverloop

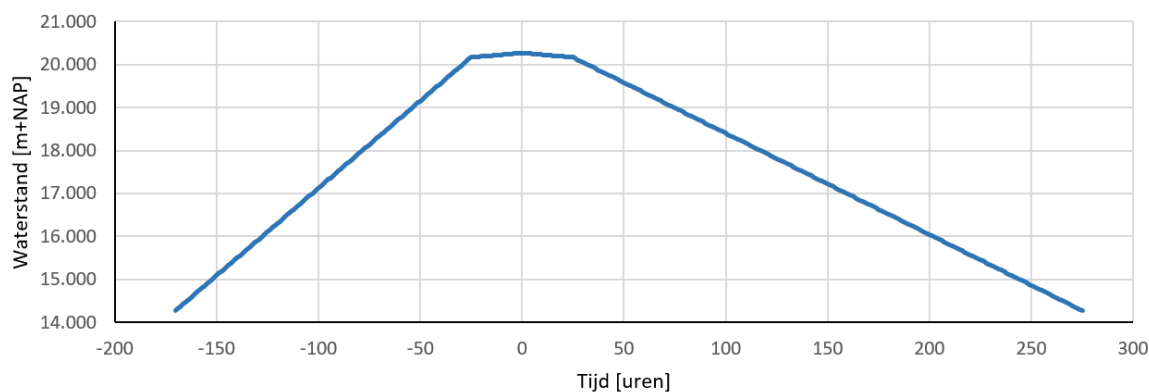
De waterstand in het illustratiepunt is weergegeven in Tabel 5. De Hydra-NL uitvoer is bijgevoegd in bijlage 1.

Tabel 5 Waterstand illustratiepunt HBN*

Zichtjaar	Waterstand dijkvak 1/2 [m+NAP]	Waterstand dijkvak 3 [m+NAP]
2050	20,09	20,07
2100	20,44	20,43
2075 (lineaire interpolatie)	20,27	20,25

* Er zitten kleine verschillen in het hoofdillustratiepunt voor de verschillende kritieke overslagdebieten. Er is gekozen om het hoofdillustratiepunt voor $q = 5 \text{ l/m/s}$ te hanteren, omdat de kering bij dit overslagdebiet lager is dan voor de lagere kritieke overslagdebieten. De verschillen zijn naar verwachting beperkt, omdat de terugkeertijden wel gelijk zijn voor de verschillende overslagdebieten.

Het waterstandverloop is met de waterstandverlooptool (WBI2017) berekend, waarbij de hogere waterstand voor dijkvak 1 en 2 maatgevend is. Het waterstandverloop is weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2 Waterstandverloop zichtjaar 2075

7 Overslagvolume

Voor alle waterstanden in het waterstandverloop is de overslag berekend. Hierbij is gebruik gemaakt van onderstaande formules uit de Overtopping Manual (formules 5.12 en 7.6) [ref. 2]:

$$\frac{q}{\sqrt{gH_{m0}^3}} = \frac{0.026}{\tan \alpha} \gamma_b * \xi_{m-1,0} * \exp \left[-2,5 \frac{R_c}{\xi_{m-1,0} * H_{m0} * \gamma_b * \gamma_f * \gamma_\beta * \gamma_v} \right]^{1,3} \quad \text{voor talud (dijkvak 1/2)}$$

Met:

$$\xi_{m-1,0} = \tan \alpha / \left(H_{m0} / \frac{gT_{m-1,0}^2}{2\pi} \right)^{\frac{1}{2}}$$

En:

$$\frac{q}{\sqrt{gH_{m0}^3}} = 0,062 \exp \left(-2,61 \frac{R_c}{H_{m0}} \right) \quad \text{voor keermuur (dijkvak 3)}$$

Waarin:

Ons kenmerk:
####

HWBP Noordelijke Maasvallei

Pagina
4/17

q	het overslagdebiet [$\text{m}^3/\text{m}/\text{s}$];
g	de zwaartekrachtversnelling [m/s^2] ($\approx 9,81$);
H_{m0}	de significante golfhoogte uit het illustratiepunt [m] (tabel);
α	de taludhelling [-] ($\approx 1:3$);
γ_b	coëfficiënt voor een mogelijke berm ($\approx 1,0$);
γ_f	coëfficiënt voor wrijving [-] ($\approx 1,0$ voor gras);
γ_β	coëfficiënt voor golfrichting [-] ($\approx 0,96$ bij golfval van 11° t.o.v. dijknormaal o.b.v. golfrichting uit het illustratiepunt);
γ_v	coëfficiënt voor een mogelijke stormmuur ($\approx 1,0$);
$T_{m-1,0}^2$	de spectrale golfperiode uit het illustratiepunt is (tabel).
R_c	de relatieve freeboard, berekend als de kruinhoogte min de waterstand uit het waterstandverloop.

De significante golfhoogte en spectrale golfperiode uit het illustratiepunt zijn weergegeven in Tabel 6 en Tabel 7.

Tabel 6 Significante golfhoogte illustratiepunt HBN

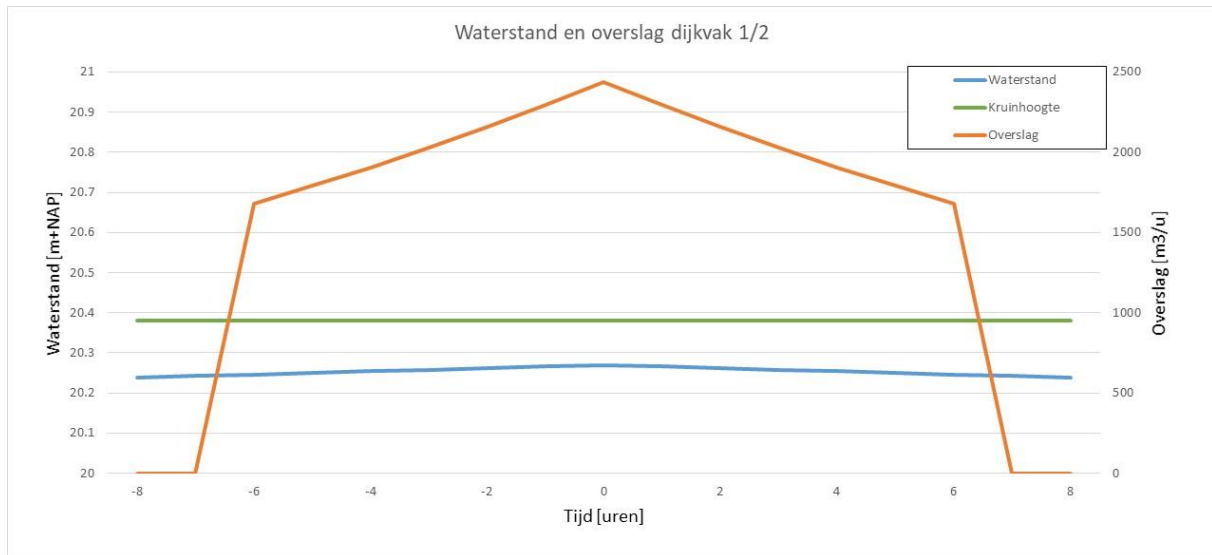
Zichtjaar	Golfhoogte dijkvak 1/2 [m]	Golfhoogte dijkvak 3 [m]
2050	0,15	0,24
2100	0,17	0,24
2075 (lineaire interpolatie)	0,16	0,24

Tabel 7 Spectrale golfperiode illustratiepunt HBN

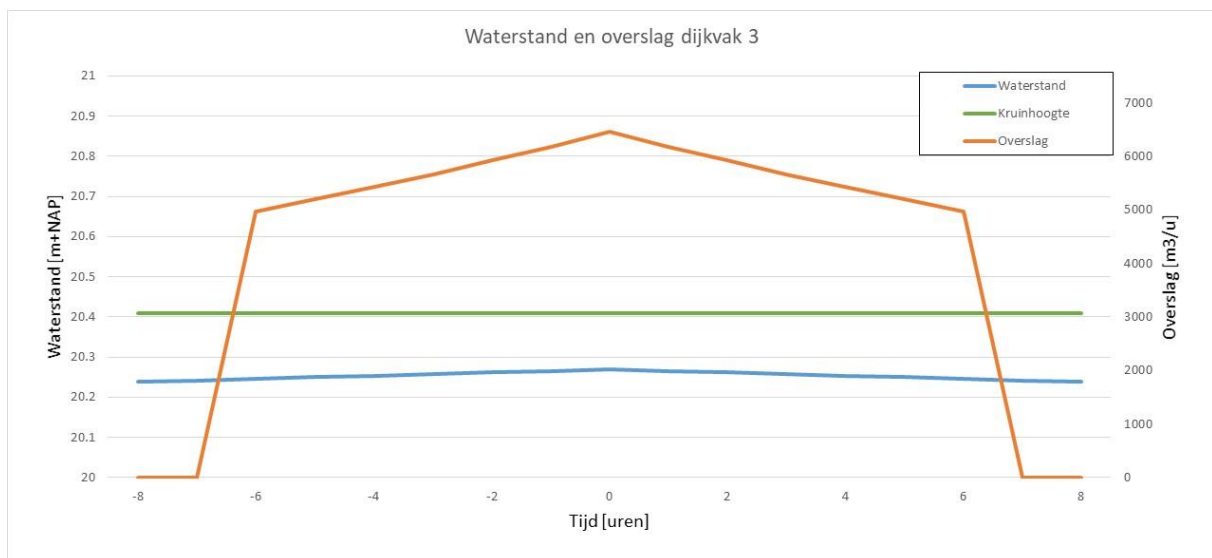
Zichtjaar	Golfperiode dijkvak 1/2 [s]	Golfperiode dijkvak 3 [s]
2050	1,40	1,68 *
2100	1,45	1,68 *
2075 (lineaire interpolatie)	1,425	1,68 *

* De golfperiode is niet van invloed op de overslag over een keermuur

De berekende overslag gedurende een hoogwatergolf is weergegeven in Figuur 3 en Figuur 4 voor de kruinhoogten behorende bij een kritiek overslagdebiet van 5 l/m/s.

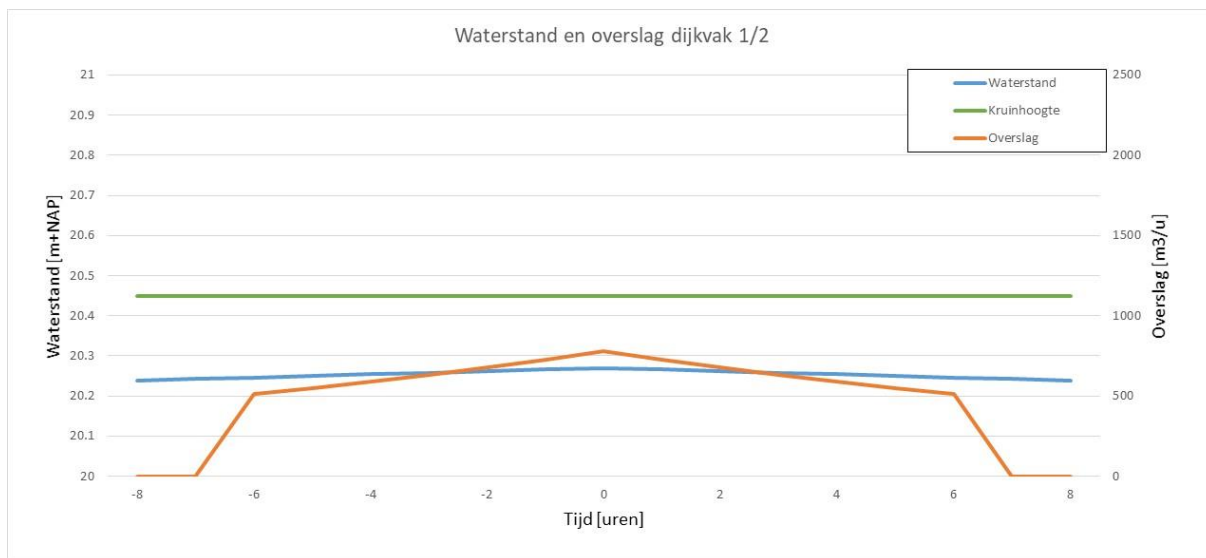


Figuur 3 Waterstandverloop, kruinhoogte en overslag tijdens hoogwatergolf dijkvak 1/2 bij kruinhoogte op NAP +20,38 m ($q_{krit} = 5$ l/m/s)

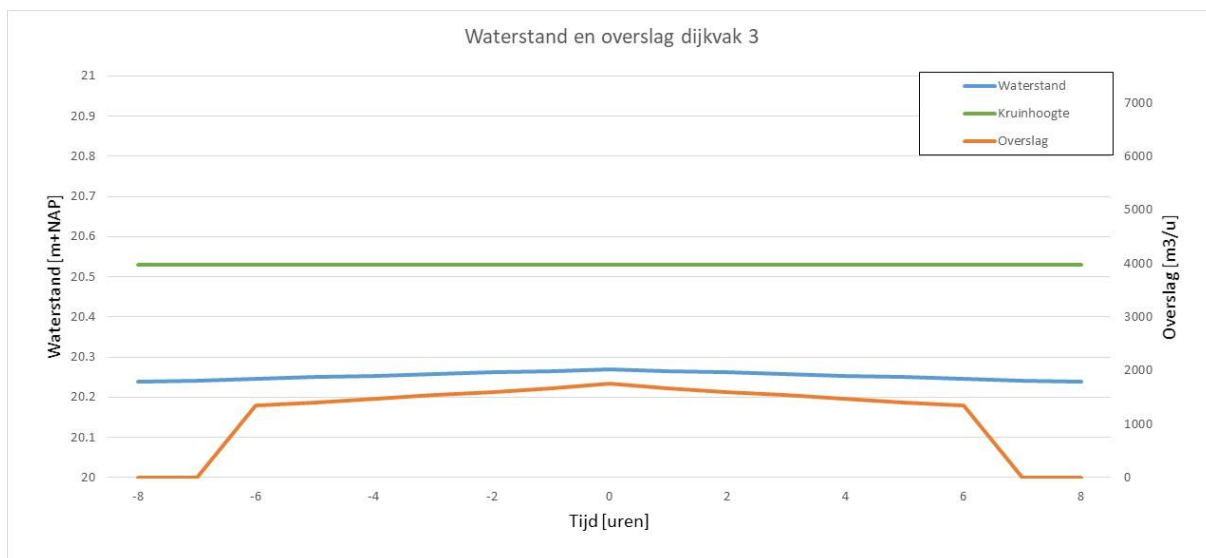


Figuur 4 Waterstandverloop, kruinhoogte en overslag tijdens hoogwatergolf dijkvak 3 bij kruinhoogte op NAP +20,41 m ($q_{krit} = 5$ l/m/s)

De berekende overslag gedurende een hoogwatergolf is weergegeven in Figuur 5 en Figuur 6 voor de kruinhoogten behorende bij een kritiek overslagdebiet van 1 l/m/s.

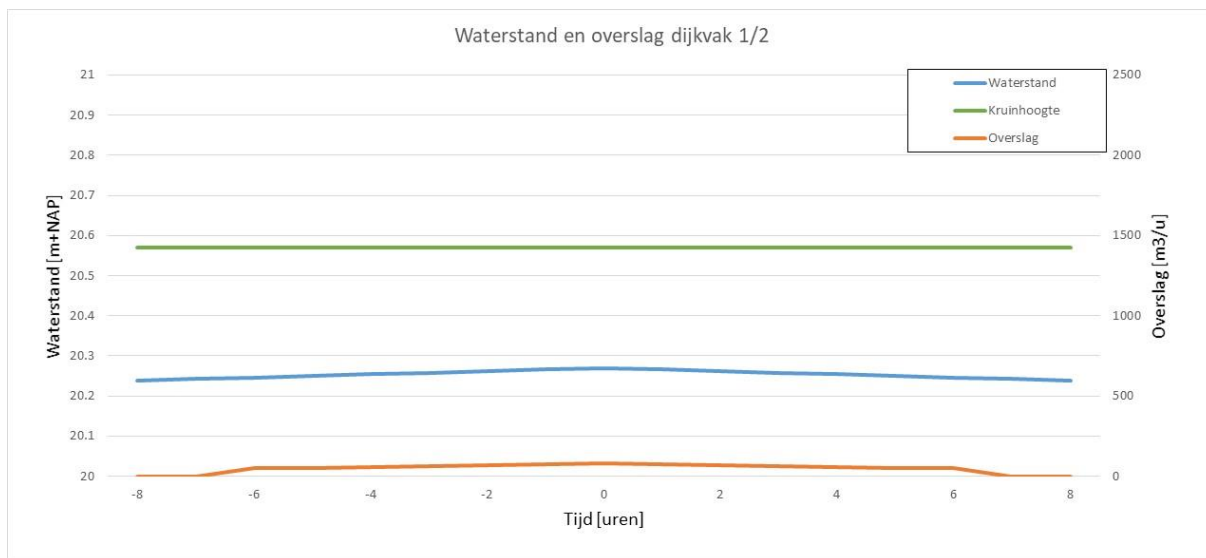


Figuur 5 Waterstandverloop, kruinhoogte en overslag tijdens hoogwatergolf dijkvak 1/2 bij kruinhoogte op NAP +20,45 m ($q_{krit} = 1$ l/m/s)

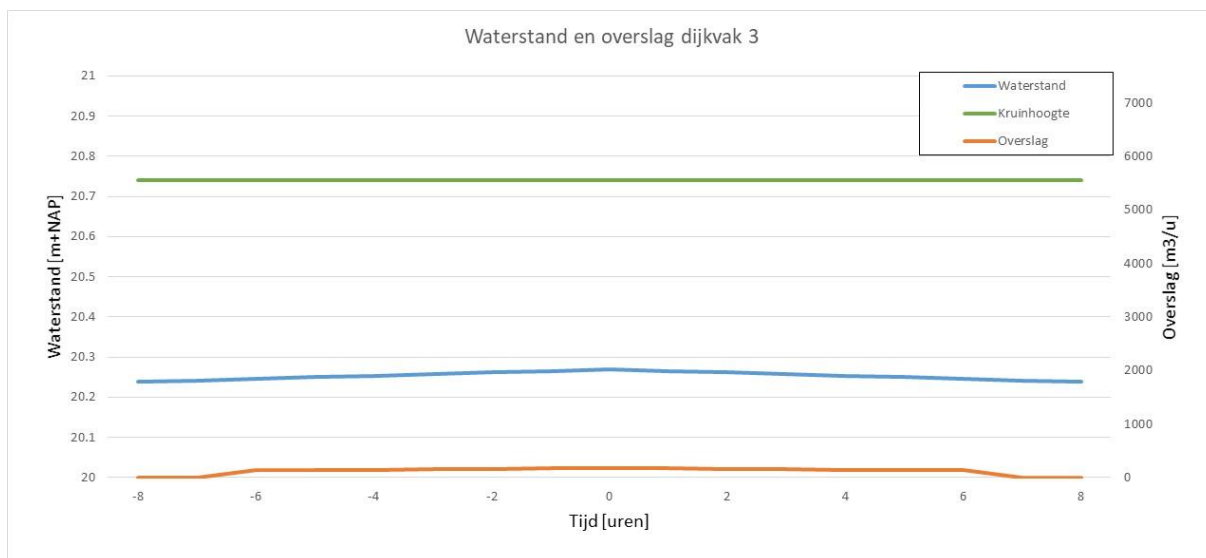


Figuur 6 Waterstandverloop, kruinhoogte en overslag tijdens hoogwatergolf dijkvak 3 bij kruinhoogte op NAP +20,53 m ($q_{krit} = 1$ l/m/s)

De berekende overslag gedurende een hoogwatergolf is weergegeven in Figuur 7 en Figuur 8 voor de kruinhoogten behorende bij een kritiek overslagdebiet van 0,1 l/m/s.



Figuur 7 Waterstandverloop, kruinhoogte en overslag tijdens hoogwatergolf dijkvak 1/2 bij kruinhoogte op NAP +20,57 m ($q_{krit} = 0,1$ l/m/s)



Figuur 8 Waterstandverloop, kruinhoogte en overslag tijdens hoogwatergolf dijkvak 3 bij kruinhoogte op NAP +20,74 m ($q_{krit} = 0,1$ l/m/s)

In Tabel 8 is de maximale overslag weergegeven voor de verschillende kritieke overslagdebieten. De peilstijging bij deze overslagdebieten is berekend door het debiet te delen door het oppervlakte van de kom te Belfeld (50.000 m²).

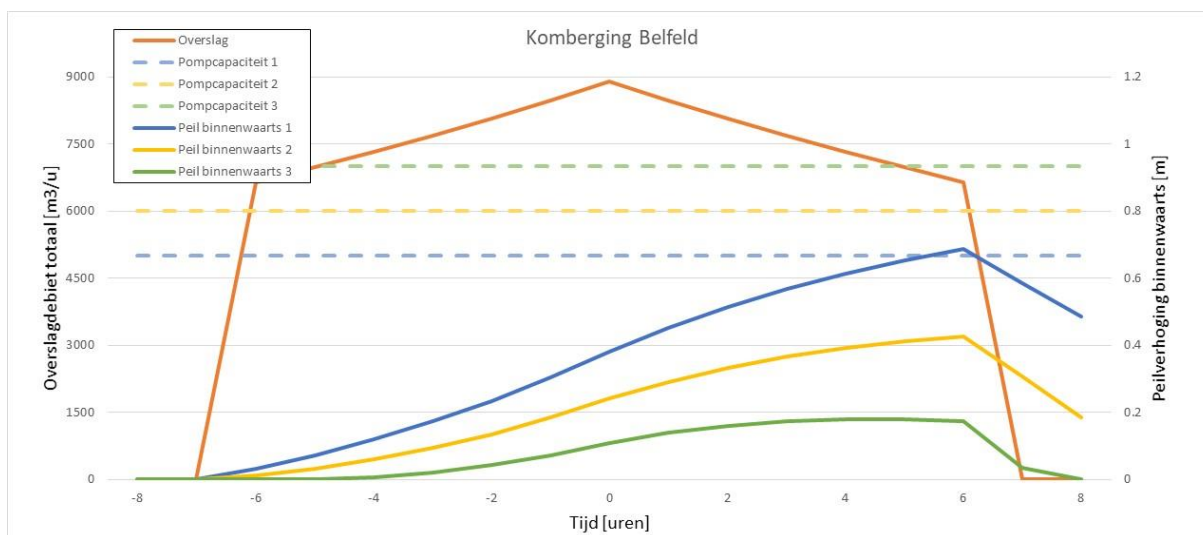
Tabel 8 Maximaal, gemiddeld en minimaal overslagdebiet

	$q_{\text{krit}} = 5 \text{ l/m/s}$	$q_{\text{krit}} = 1 \text{ l/m/s}$	$q_{\text{krit}} = 0,1 \text{ l/m/s}$
Kruinhoogte dijkvak 1/2 [m+NAP]	20,38	20,45	20,57
Kruinhoogte dijkvak 3 [m+NAP]	20,41	20,53	20,74
Maximale overslag (dijkvak 1/2) [m ³ /u]	2.437	780	80
Maximale overslag (dijkvak 3) [m ³ /u]	6.456	1.751	179
Maximale overslag (dijkvak 4/5) [m ³ /u]	0	0	0
Maximale overslag (gehele traject) [m ³ /u]	8.893	2.531	259
Peilstijging tijdens maximale overslag [m/u]	0,18	0,05	0,005

Pompcapaciteit

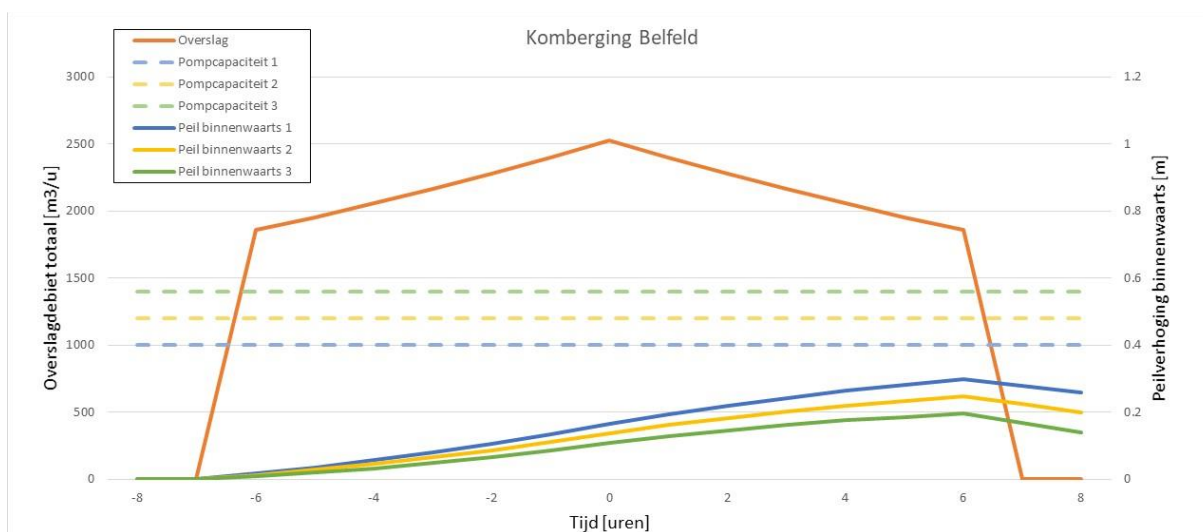
Er wordt tijdens een hoogwatergolf door Waterschap Limburg water afgepompt vanuit de kom van Belfeld. Er is berekend hoeveel pompcapaciteit er nodig is om de binnenwaterstand voldoende laag te houden. Als bovengrens voor de binnenwaterstand is 0,2 m gehanteerd.

In Figuur 9 is de binnenwaterstand uitgezet over tijd voor 3 hoeveelheden aan pompcapaciteit: 5.000, 6.000 en 7.000 m³/u, voor een overslag behorende bij een kritiek overslagdebiet van 5 l/m/s. Bij een pompcapaciteit van 7.000 m³/u kan de peilverhoging onder de 0,2 m worden gehouden.



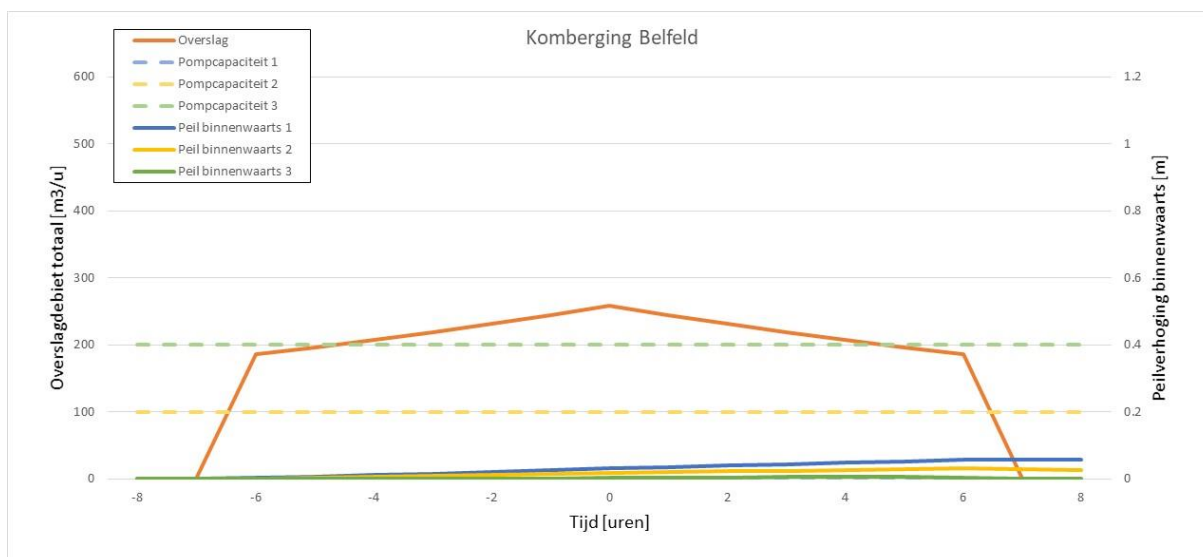
Figuur 9 Peilverhoging bij pompcapaciteit 1 = 5.000 m³/u, pompcapaciteit 2 = 6.000 m³/u en pompcapaciteit 3 = 7.000 m³/u bij een kritiek overslagdebiet van 5 l/m/s

In Figuur 10 is de binnenwaterstand uitgezet over tijd voor 3 hoeveelheden aan pompcapaciteit: 1.000, 1.200 en 1.400 m³/u, voor een kruinhoogte behorende bij een kritiek overslagdebiet van 1 l/m/s. Bij een pompcapaciteit van 1.400 m³/u kan de peilverhoging onder de 0,2 m worden gehouden.



Figuur 10 Peilverhoging bij pompcapaciteit 1 = 1.000 m³/u, pompcapaciteit 2 = 1.200 m³/u en pompcapaciteit 3 = 1.400 m³/u bij een kritiek overslagdebiet van 1 l/m/s

In Figuur 11 is de binnenwaterstand uitgezet over tijd voor drie hoeveelheden aan pompcapaciteit: 0, 100 en 200 m³/u, voor een kruinhoogte behorende bij een kritiek overslagdebiet van 0,1 l/m/s. Er is geen pompcapaciteit nodig om de peilverhoging onder de 0,2 m te houden.



Figuur 11 Peilverhoging bij pompcapaciteit 1 = 0 m³/u, pompcapaciteit 2 = 100 m³/u en pompcapaciteit 3 = 200 m³/u bij een kritiek overslagdebiet van 0,1 l/m/s

8 Mogelijke oplossingsrichting ontwerp: neusconstructie dijkvak 3

Een kleine meerderheid van de overslag komt over de constructie in dijkvak 3 in de kom van Belfeld. Deze constructie is relatief eenvoudig te voorzien van een neusconstructie, waarmee de overslag significant gereduceerd kan worden. Voor de groene dijkvakken 1 en 2 heeft een neus of keermuur een grotere invloed op het ontwerp en deze vakken zijn daarom niet beschouwd.

Er zijn twee berekeningen gemaakt om de invloed van een neus op dijkvak 3 te kwantificeren:

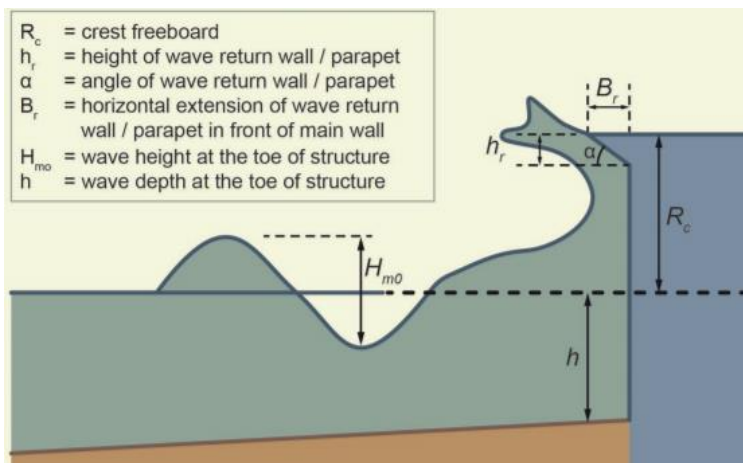
- Met een kleine neus van 5 x 10 cm ($h_r \times B_r$);
- Met een grote neus van 100 x 50 cm ($h_r \times B_r$).

De schematisering van een neus is weergegeven in Figuur 12. De invloed van de neus is berekend conform de overtopping manual [ref. 2] en weergegeven in het stroomschema in Figuur 13.

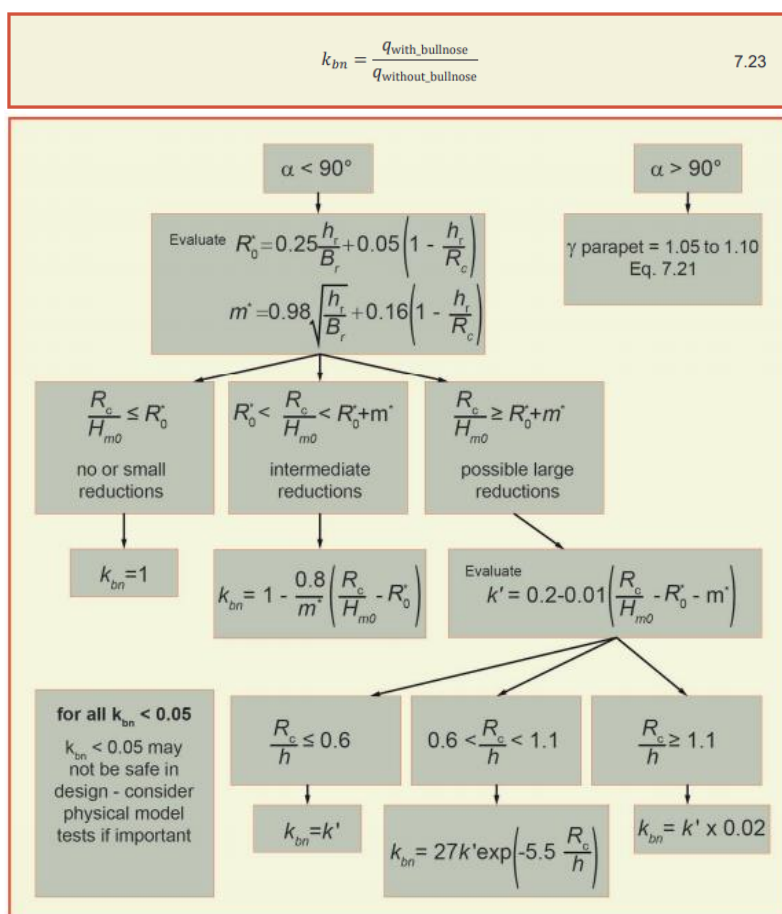
De invloed van de neusconstructies is berekend in bijlage 2. Beide constructies leiden tot een middelmatige reductie van de overslag ($R'_0 < \frac{R_c}{H_{mo}} < R'_0 + m^*$):

- Een kleine neusconstructie reduceert de overslag over dijkvak 3 met een factor 0,57 (reductie van 43%);
- Een grote neusconstructie reduceert de overslag over dijkvak 3 met een factor 0,23 (reductie van 77%);

Door deze reductie is een significant lagere pompcapaciteit nodig om de waterstand in de kom onder de 0,2 m te houden.

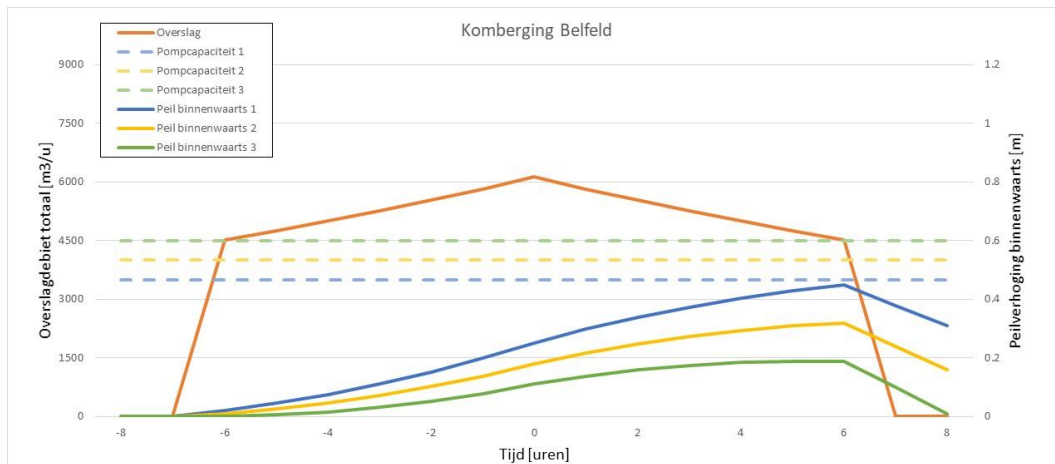


Figuur 12 Schematisering neusconstructie [ref. 2]



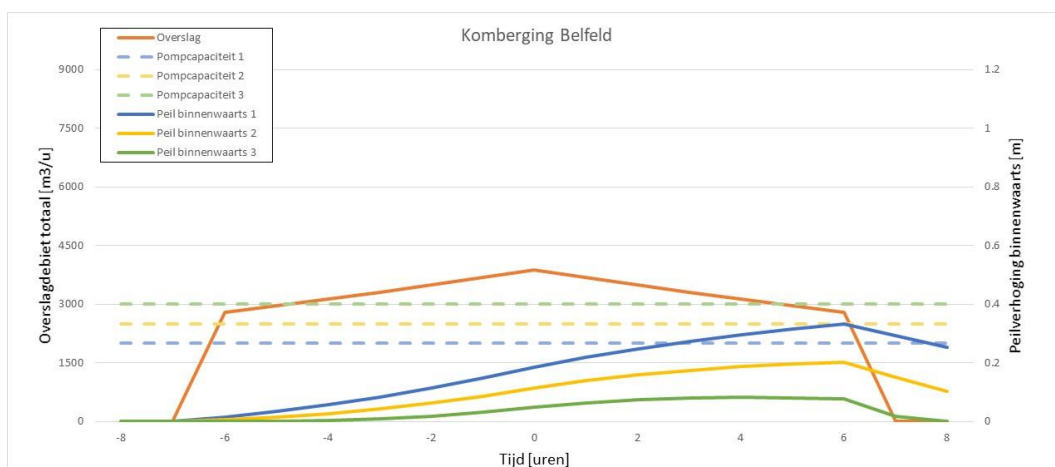
Figuur 13 Stroomschema ter berekening van de invloed van een neus [ref. 2]

In Figuur 14 is de binnenwaterstand uitgezet over tijd voor 3 hoeveelheden aan pompcapaciteit: 3.500, 4.000 en 4.500 m³/u, voor een kruinhoogte behorende bij een kritiek overslagdebiet van 5 l/m/s en een kleine neusconstructie. Bij een pompcapaciteit van 4.500 m³/u kan de peilverhoging onder de 0,2 m worden gehouden.



Figuur 14 Peilverhoging bij pompcapaciteit 1 = 3.500 m³/u, pompcapaciteit 2 = 4.000 m³/u en pompcapaciteit 3 = 4.500 m³/u bij een kritiek overslagdebiet van 5 l/m/s en een neus van 5 x 10 cm (h_r x B_r) ter plaatse van dijkvak 3

In Figuur 15 is de binnenwaterstand uitgezet over tijd voor 3 hoeveelheden aan pompcapaciteit: 2.000, 2.500 en 3.000 m³/u, voor een kruinhoogte behorende bij een kritiek overslagdebiet van 5 l/m/s en een grote neusconstructie. Bij een pompcapaciteit van 2.500 m³/u kan de peilverhoging onder de 0,2 m worden gehouden.



Figuur 15 Peilverhoging bij pompcapaciteit 1 = 2.000 m³/u, pompcapaciteit 2 = 2.500 m³/u en pompcapaciteit 3 = 3.000 m³/u bij een kritiek overslagdebiet van 5 l/m/s en een neus van 100 x 50 cm (h_r x B_r) ter plaatse van dijkvak 3

9 Overzicht

In Tabel 9 is een overzicht gegeven van de berekende waarden in voorliggend memo. Gegeven de uitgangspunten zoals beschreven in de NvU [ref. 1] (kritiek overslagdebiet van 5 l/m/s) is een pompcapaciteit van 7.000 m³/u nodig om de binnenwaterstand in de kom van Belfeld onder de 0,2 m te houden.

Er zijn optimalisaties mogelijk in het ontwerp waarmee de overslag (en de benodigde pompcapaciteit) kan worden gereduceerd. In voorliggend memo zijn berekeningen uitgevoerd met een klein neus van 5 x 10 cm en een grote neus van 100 x 50 cm op de constructie ter plaatse van dijkvak 3. Daarnaast zijn berekeningen uitgevoerd met een hogere kruinhoogte, behorende bij een kritiek overslagdebiet van 1 en 0,1 l/m/s. De resultaten en benodigde pompcapaciteiten als gevolg van deze optimalisaties zijn weergegeven in Tabel 9.

Tabel 9 Overzicht

	$q_{\text{krit}} =$ 5 l/m/s	$q_{\text{krit}} =$ 5 l/m/s (kleine neus, 5 x 10 cm)	$q_{\text{krit}} =$ 5 l/m/s (grote neus, 100 x 50 cm)	$q_{\text{krit}} =$ 1 l/m/s	$q_{\text{krit}} =$ 0,1 l/m/s
Kruinhoogte dijkvak 1/2 [m+NAP]	20,38	20,38	20,38	20,45	20,57
Kruinhoogte dijkvak 3 [m+NAP]	20,41	20,41	20,41	20,53	20,74
Maximale overslag (dijkvak 1/2) [m ³ /u]	2.437	2.437	2.437	780	80
Maximale overslag (dijkvak 3) [m ³ /u]	6.456	3.690	1.453	1.751	179
Maximale overslag (dijkvak 4/5) [m ³ /u]	0	0	0	0	0
Maximale overslag (geheel traject) [m ³ /u]	8.893	6.127	3.890	2.531	259
Peilstijging tijdens maximale overslag [m/u]	0,18	0,13	0,08	0,05	0,005
Benodigde pompcapaciteit in kom Belfeld [m ³ /u]	7.000	4.500	2.500	1.400	0

10 Aanvulling: ontwikkeling overslag over zichtjaren

Om inzicht te krijgen in de ontwikkeling van de overslag over de komende jaren is voor verschillende zichtjaren de benodigde pompcapaciteit berekend. De volgende zichtjaren zijn berekend:

- Hydraulische belasting zichtjaar 2015 met kruinhoogte zichtjaar 2050;
- Hydraulische belasting zichtjaar 2040 met kruinhoogte zichtjaar 2050 (10 jaar voor ophoging in 2050);
- Hydraulische belasting zichtjaar 2050 met kruinhoogte zichtjaar 2049 (direct voor ophoging in 2050);
- Hydraulische belasting zichtjaar 2050 met kruinhoogte zichtjaar 2075 (direct na ophoging in 2050);
- Hydraulische belasting zichtjaar 2065 met kruinhoogte (10 jaar voor zichtjaar 2075);
- Hydraulische belasting zichtjaar 2075 met kruinhoogte zichtjaar 2075.

Deze zichtjaren zijn berekend voor 3 varianten:

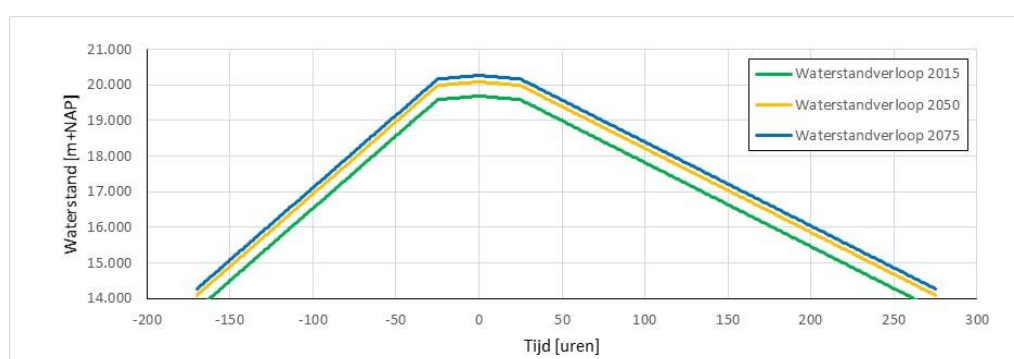
- Huidig ontwerp;
- Huidig ontwerp + kleine neus dijkvak 3;
- Huidig ontwerp + kleine neus dijkvak 3 + een ophoging dijkvak 2 tot kruin behorende bij $q_{krit} = 1 \text{ l/m/s}$.

Hydraulische belasting 2015

De waterstand uit het illustratiepunt van de HBN berekening voor 2015 is weergegeven in Tabel 10. Het waterstandverloop behorende bij deze piekwaterstanden is weergegeven in Figuur 16, waarbij de hoogste waterstand per zichtjaar is gehanteerd.

Tabel 10 Waterstand illustratiepunt HBN (zichtjaar 2050 en 2075 overgenomen uit Tabel 5)

Zichtjaar	Waterstand dijkvak 1/2 [m+NAP]	Waterstand dijkvak 3 [m+NAP]
2015	19,65	19,69
2050	20,09	20,07
2075	20,27	20,25



Figuur 16 Waterstandverloop voor zichtjaren 2015, 2050 en 2075

Omdat de optredende overslag een zeer niet-lineaire relatie met de free-board heeft (zie bijvoorbeeld Figuur 3, waarin de waterstand enkele cm's stijgt, maar het overslagdebiet bijna verdubbeld), zijn middels lineaire interpolatie de waterstandsverlopen van zichtjaren 2040 en 2065 toegevoegd. Beide zijn 10 jaar voor het einde levensduur / moment van nieuwe versterking.

Er is geen uitvoerpunt beschikbaar voor dijkvak 1/2 voor zichtjaar 2015. Voor de berekening van de waterstand is dit niet van grote invloed, maar het heeft mogelijk wel een grote invloed op de golfparameters. De golfparameters zijn daarom overgenomen van de golfparameters voor zichtjaar 2050 uit Tabel 6 en Tabel 7. De verschillen tussen de zichtjaren zijn beperkt (het verschil tussen zichtjaren is immers ook de rivierafvoer, niet de windkracht).

Benodigde pompcapaciteit over tijd

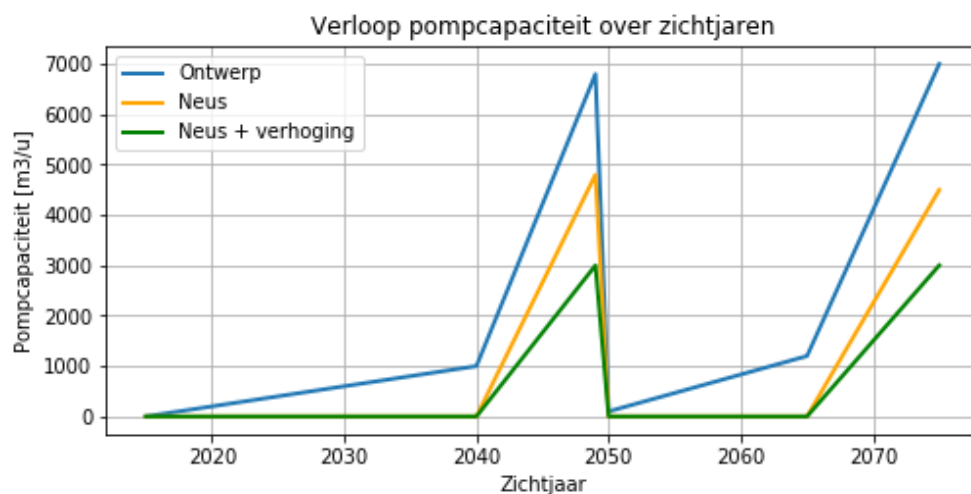
In Tabel 11 en Figuur 17 is de benodigde pompcapaciteit uitgezet in tijd voor beide varianten. De berekeningen en tussenresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.

Tabel 11 Ontwikkeling benodigde pompcapaciteit bij huidig ontwerp

Pompcapaciteit	2015	2040	2049*	2050**	2065	2075
Huidig ontwerp [m ³ /u]	0	1.000	6.800	100	1.200	7.000
Plus kleine neus	0	0	4.800	0	0	4.500
Plus kleine neus en ophoging dijkvak 2 [m ³ /u]	0	0	3.000	0	0	3.000

* Voor ophoging

** Na ophoging



Figuur 17 Verloop benodigde pompcapaciteit over tijd (in 2050 vindt een ophoging plaats)

11 Referenties

1. IO.PROG.29.002 Nota van uitgangspunten ontwerp
2. EurOtop Manual on wave overtopping of sea defenses and related structures, second edition 2018.

12 Bijlage 1

Berekeningen Hydra-NL.zip

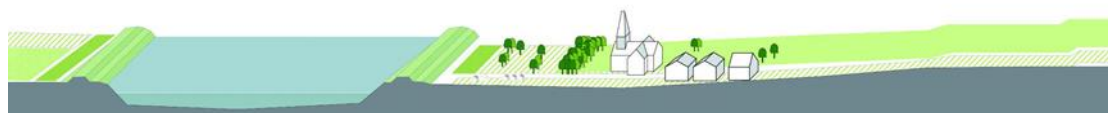
13 Bijlage 2

Berekening overslagdebiet.zip

14 Bijlage 3

Pompcapaciteit over tijd.zip

Bijlage 27 Analyse kwelbezwaar hoogwater Belfeld



MEMO

Onderwerp:
Analyse kwelbezwaar hoogwater Belfeld

Opgesteld door:

[Redacted]

Gecontroleerd:

[Redacted]

Ons Kenmerk:
Onderdeel van Ontwerpnota Belfeld

Versie
Onderdeel van Ontwerpnota Belfeld

Datum:
15-07-2021

Kopiën aan:

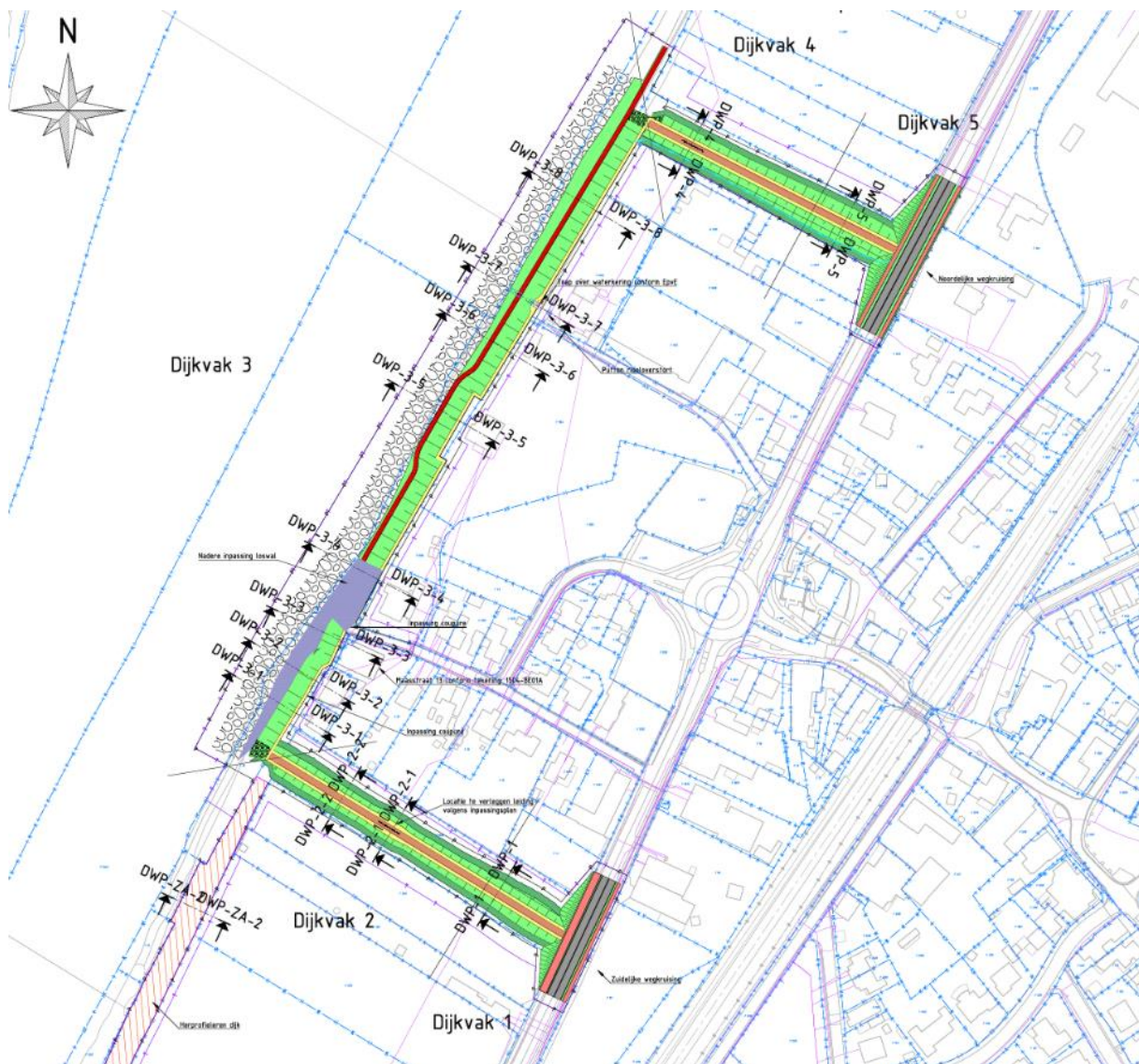
1 Inleiding

De waterkering binnen normtraject 71-1 wordt in het kader van het hoogwaterbeschermingsprogramma Noordelijke Maasvallei versterkt. In Figuur 1 is de locatie van de te versterken waterkering weergegeven.

Het normtraject is opgesplitst in vijf dijkvakken. Twee groene dijken (dijkvakken 2 en 4) liggen haaks op de Maas. De aansluiting met de hoge gronden ter plaatse van de Rijksweg worden gevormd door de dijkvakken 1 en 5. Dijkvak 3 is een schaaldijk parallel aan de Maas, waar de benodigde hoogte wordt bereikt door middel van een constructieve oplossing.

Voornaamste doel van deze memo is het inzichtelijk krijgen van de bandbreedte van hoeveelheid te verwachten binnendijkse kweldebiet tijdens een hoogwater gebeurtenis. En het ontwerp van eventuele mitigerende maatregelen.





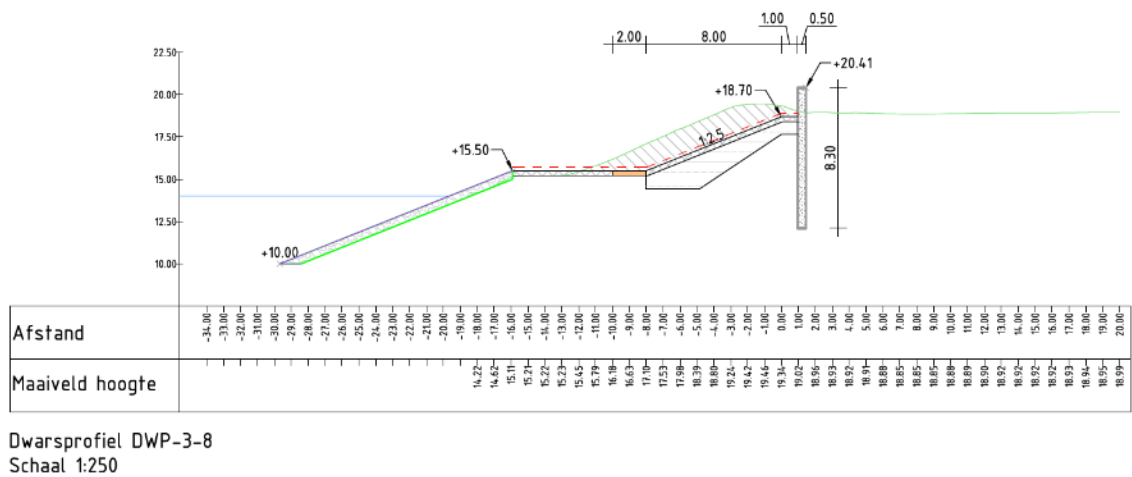
Figuur 1. Locatie verticale wanden en percelen

2 Uitgangspunten

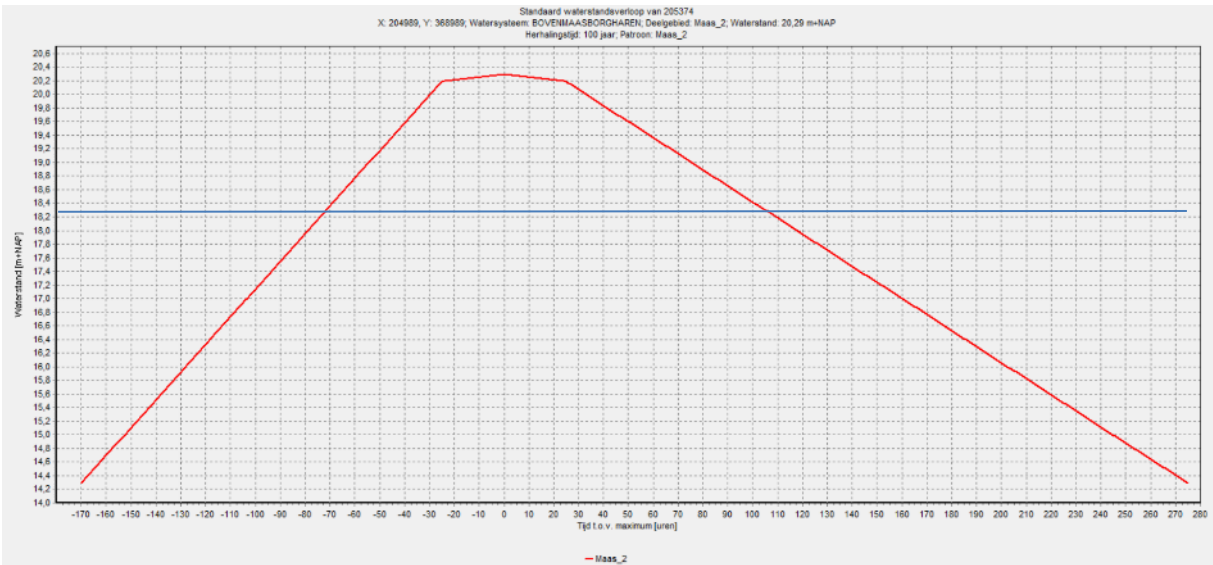
2.1 Ontwerp nieuwe waterkering

Het totaal te versterken traject bedraagt een lengte van ca. 690 meter. De hoogte van de kering wordt tussen NAP + 20,18 m en NAP + 20,41 m (zie Figuur 2 voor het ontwerp tpv dijkvak 3). De waterstand bij norm 2125 is NAP + 20,29 m. In Figuur 3 is het hoogwater tegen de tijd uitgezet. Uit deze grafiek volgt dat de duur van het hoogwater boven het gemiddeld maaiveld circa 180 uur bedraagt. In Figuur 4 is het hoogwater tegen de tijd uitgezet bij norm in 2015. Uit deze grafiek volgt dat de duur van het

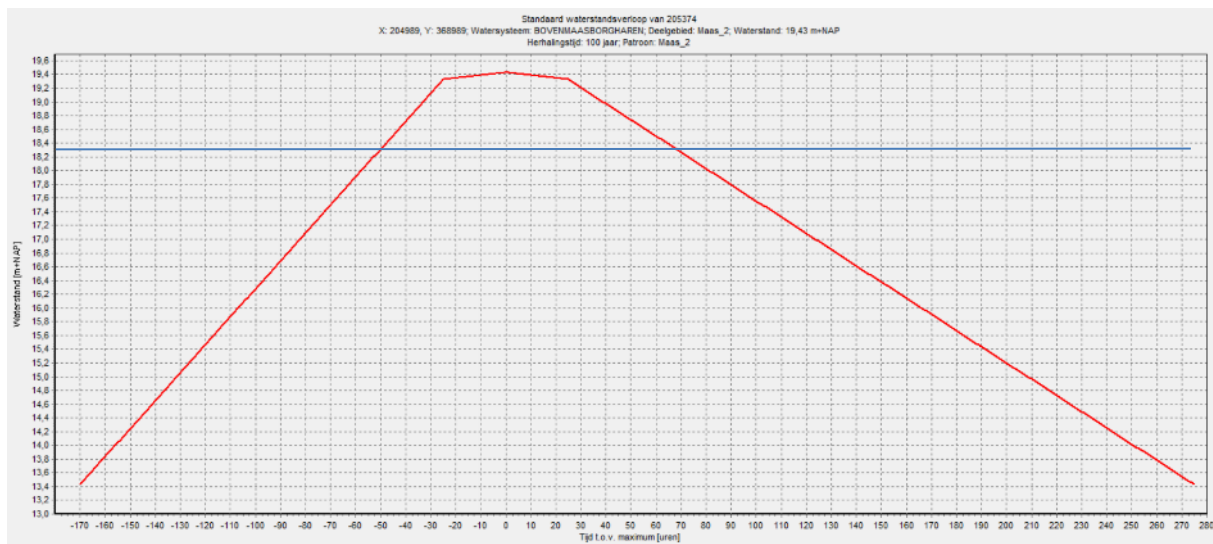
hoogwater, boven het gemiddeld maaiveld in het lagere gelegen achterland, circa 125 uur bedraagt en maximaal NAP + 19,43 m hoog is.



Figuur 2 Dwarsprofiel DWP-3-8 van dijkvak 3 (via DO18-NT71-Belfeld-1103-0.1-Dwarsprofielen)



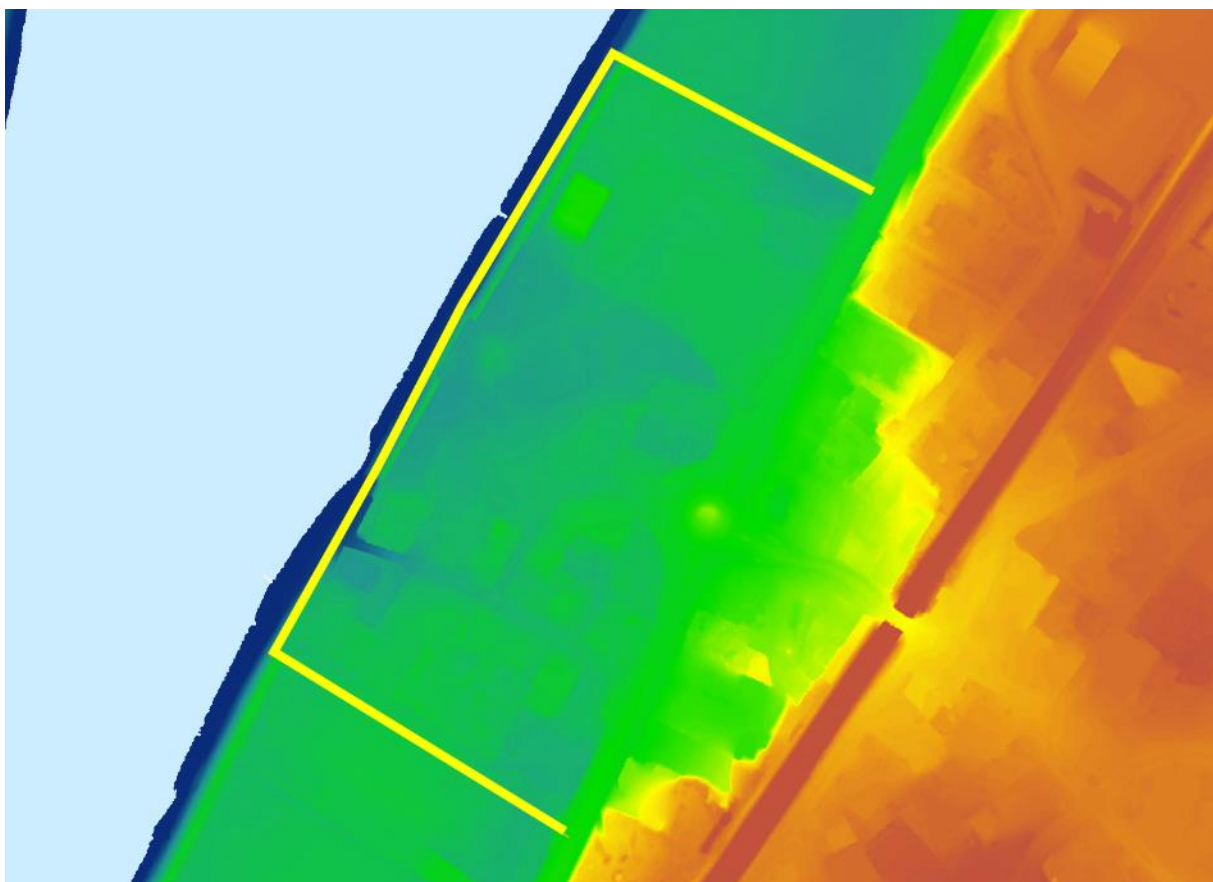
Figuur 3 Maatgevend hoogwatergolf Maas bij norm in 2125 ter hoogte van Belfeld



Figuur 4 Maatgevend hoogwatergolf Maas bij norm in 2015 ter hoogte van Belfeld

2.2 Maaiveld hoogte

De maaiveldhoogtes zoals beschikbaar van het AHN zijn getoond in Figuur 5. De maaiveldhoogte in het gebied loopt van NAP +16 (blauw) tot +26 m (rood). De maaiveldhoogte van het blauwgroene gebied rondom de waterkering is circa NAP + 18,3 m.



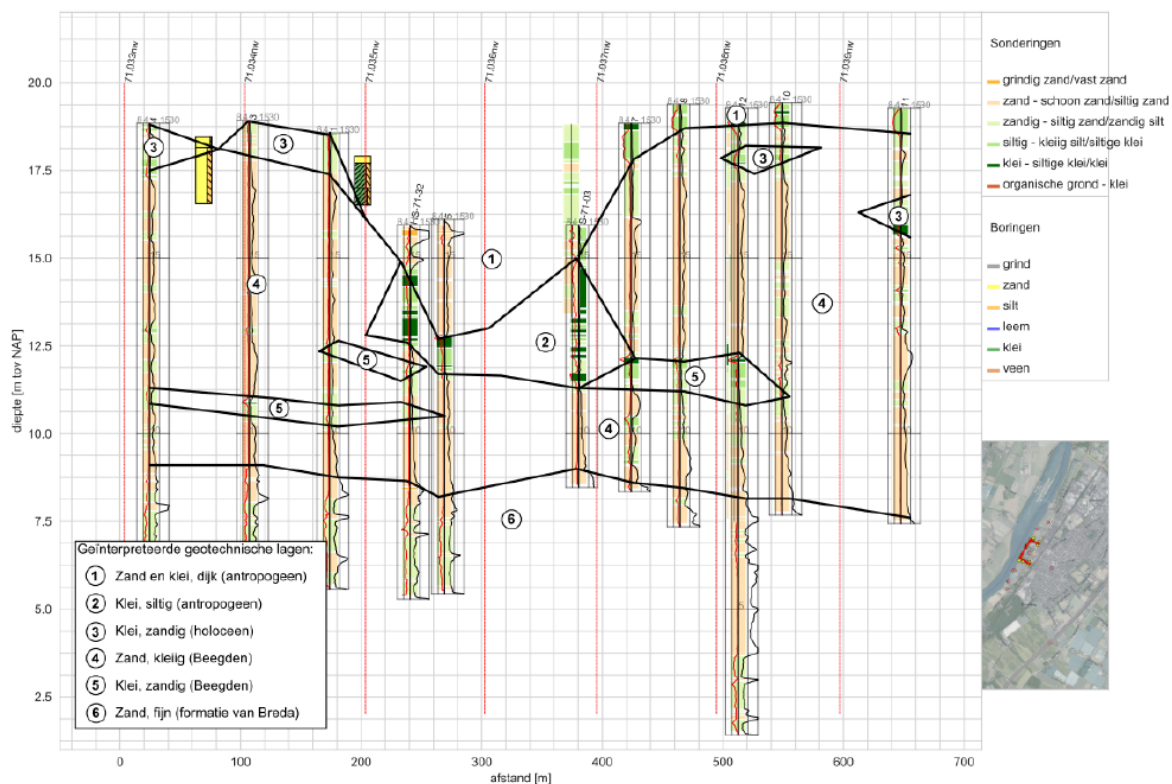
Figuur 5. Hoogte maaiveld volgens Algemeen Hoogtebestand Nederland

2.3 Bodemopbouw en geohydrologie

In Bijlage I is een selectie van het lokaal beschikbare grondonderzoek en DINOlaket weergegeven. Van het beschikbare grondonderzoek is een dwarsdoorsnede gemaakt van de bodemopbouw. Deze is weergegeven in Figuur 6 (CB.34.004 Interpretatie verdiepend geotechnisch onderzoek Nieuw-Bergen, Steyl, Belfeld, Beesel, Buggenum, Roermond en Heel). In Tabel 1 wordt een samenvatting van de bodemopbouw ter hoogte van de waterkering weergegeven. De bodemopbouw is gebaseerd op lokaal grondonderzoek (CB.34.004 Interpretatie verdiepend geotechnisch onderzoek Nieuw-Bergen, Steyl, Belfeld, Beesel, Buggenum, Roermond en Heel, 02-02-2021 en IO.99 Ontwerpnota normtraject 71.1-Belfeld, 01-02-2020) en DINOlaket.

Ter plaatse van dijktraject 1, 2, 4 en 5 bevindt zich holocene maar ook antropogene dunne laag van ca. 1 m dik. De laag bestaat voornamelijk uit zand, klei en kleig zand. Van ca. NAP +17 m tot +9 m bestaat de ondergrond uit zanden uit de Beegden formatie. Deze laag betreft het watervoerend pakket. Halverwege dijktraject 3 bestaat een sondering uit klei. Uit onderzoek blijkt dat dit antropogene klei is. Uit de sondering 10 meter verder blijkt de klei laag niet voor te komen en dus niet wijd verspreid is. Vanaf NAP +9 tot -150 m bevinden zich zanden uit de Formatie van Breda. Deze zanden zijn glauconiethoudend en kennen een lagere doorlatendheid dan de zanden in de Formatie van Beegden.





Figuur 6 Indicatieve grondopbouw ter plaatse van de dijktrajecten

Tabel 1 Samenvattende bodemopbouw

Bovenzijde laag (m NAP)	Onderzijde laag (m NAP)	Bodemsoort	Geohydrologie	Formatie	Kh (m/d)	Kv (m/d)
+18,3 (maaiveld)	+17	zand, fijn tot grof met klei (betreft veelal ophooglaag)	Ophooglaag / Antropogeen	Holocene en antropogeen	14 tot 25*	3 tot 5
+17	+9	klei, zandig en siltig tot leem	watervoerende laag	Beegden	22 tot 41*	11 tot 20,5
+9	+150	glauconiethoudend zand afwisselend met midden en fijn zand en kleiig zand	watervoerende laag	Breda	2,5 tot 7,5	1 tot 3

* op basis van CB.34.004 Interpretatie verdiepend geotechnisch onderzoek

2.4 Overige uitgangspunten

Normaal gesproken draineert de Maas het regionale grondwater. Hierdoor is de grondwaterstroming richting de Maas. Bij hoogwater kantelt de grondwaterstroming van de Maas af. Op langere termijn

HWBP Noordelijke Maasvallei

Ons kenmerk:

####

Pagina

6/25

(dagen) zal de regionale grondwaterstand stijgen door enerzijds de Maas en anderzijds de regionale kwelflux. Daarom is aangenomen dat bij de binnendijkse kwel een aanvullende 20% van het kwel tijdens hoogwater afkomstig is vanuit het achterland.

3 Toegepaste methode

De hoeveelheid te verwachten binnendijkse kwel is voor deze beschouwing bepaald met een analytische beschouwing in 2D-situatie. Er is gebruik gemaakt van de POV Piping: quickscan-tool drainagetechnieken (via. <http://www.drainagequickscan.nl/>). De tool is meerdere keren doorgerekend. Uit de tool zijn de resultaten zónder drainagesysteem beschouwd.

De te verwachten binnendijkse kwel is per dijktraject berekend. Er zijn twee berekeningen opgesteld: een verwachtingswaarde en een worst-case. In de worst-case berekening zijn de bovengrenzen van de verticale doorlatendheid van de deklaag en horizontale doorlatendheid van het watervoerend pakket aangehouden zodat de berekening conservatief is. De aangehouden doorlatendheden zijn gegeven in Tabel 2. Een dikte van 1 meter is aangehouden voor de deklaag.

Tabel 2 Uitgangspunten maaiveld en doorlatendheid per dijkvak

Dijktraject	Maaiveld achterland	Kv verwachtings-waarde (m/d)	Kv worst-case (m/d)	Kh verwachtings-waarde (m/d)	Kh worst-case (m/d)
1	18,5	3	5	22	41
2	19,0	3	5	22	41
3 (1/3 deel)	18,5	3	5	22	41
3 (1/3 deel)	18,1	0,5	1	22	41
3 (1/3 deel)	18,8	3	5	22	41
4	18,8	3	5	22	41
5	18,3	3	5	22	41

In bijlage 2 is de modelinvoer van dijktraject 1 gegeven. Deze dient als voorbeeld modelinvoer voor overige dijktrajecten.

De beperkingen in de berekening zijn o.a.:

- Het voorland in de dijktrajecten is wisselend. In de berekening nu is uitgegaan van beperkt voorland voor de dijktrajecten 1, 2, 4 en 5. Deze staan haaks op de Maas. Het voorland is beperkt gemodelleerd door 0,5 meter dikke deklaag mee te nemen met een verticale doorlatendheid gelijk aan de deklaag onder de waterkering;
- De te verwachten binnendijkse kwel is sterk afhankelijk van de doorlatendheid van het watervoerend pakket en deklaag. Deze parameters hebben een grote onzekerheid. Daarnaast kan er sprake zijn van stroombanen die kunnen leiden tot grotere kwel;

- De regionale kwelflux in het achterland is een veronderstelde waarden en niet berekend;
- De intredeweerstand van de Maasbodem is erg onzeker. Het verschil tussen een laag slib en zonder geeft een verschil in binnendijkse kwel. Er is nu uitgegaan van een sliblaagje van 10 cm met een verticale doorlatendheid van 10 m/d bij dijktraject 3 (conservatief, normaliter geeft sliblaag een hogere weerstand);
- Obstakels in de ondergrond, zoals damwanden, zijn niet meegenomen in de berekening (conservatieve benadering). Deze zullen echter een beperkte obstructie hebben aangezien het watervoerend pakket een hoge horizontale doorlatendheid heeft;
- De binnendijkse kwel is afhankelijk van het potentiaalverschil tussen buitenwaterstand en binnendijkse grondwaterstand. Dit onderling verschil verandert continu. De berekening is statisch (stationair) en gaat uit van een gemiddelde buitenwaterstand tussen maaiveld en hoogwater in (NAP +20,29 m) en een binnendijkse grondwaterstand aan maaiveld (NAP +18,3 m).

4 Waterbezwaar en indicatief effect

In dit hoofdstuk wordt het waterbezwaar en indicatief effect als in de vorm van wateropzet op straat berekend. Deze berekening is voor twee situaties berekend: situatie na versterking en huidige situatie uitgaande van een waterstand bij norm met zichtjaar 2015. Deze twee situaties zijn opgesteld om een inzicht te krijgen in mogelijke verandering van het waterbezwaar en indicatieve wateropzet na uitvoeren van de versterking.

4.1 Situatie na versterking

4.1.1 Waterbezwaar

Het waterbezwaar is weergegeven in Tabel 3 en is gebaseerd op een gemiddelde buitenwaterstand tussen maaiveld en hoogwater in (NAP +20,29 m). Het waterbezwaar betreft de hoeveelheid grondwaterstroming onder de waterkering door de watervoerende laag richting het achterland stroomt. Hier kwelt het water omhoog. Waardoor de grondwaterstand stijgt en mogelijk grondwateroverlast wordt ervaren tijdens hoogwater.

Tabel 3 Waterbezwaar bij een gemiddeld hoogwaterpiek van NAP 19,30 m.

Dijktraject	Lengte van dijktraject (m)	Waterbezwaar per dijktraject verwachtingswaarde (m3/d)	Waterbezwaar per dijktraject conservatief (m3/d)
1	50	600	1.080
2	130	608	1.076
3	120	1.944	3.456
3	120	1.426	2.736
3	120	1.253	2.160
4	100	780	1.440
5	50	780	660
Som	690	7.391	12.608

HWBP Noordelijke Maasvallei

Ons kenmerk:
####

Pagina
8/25



4.1.2 Indicatief effect hoogwater binnendijks

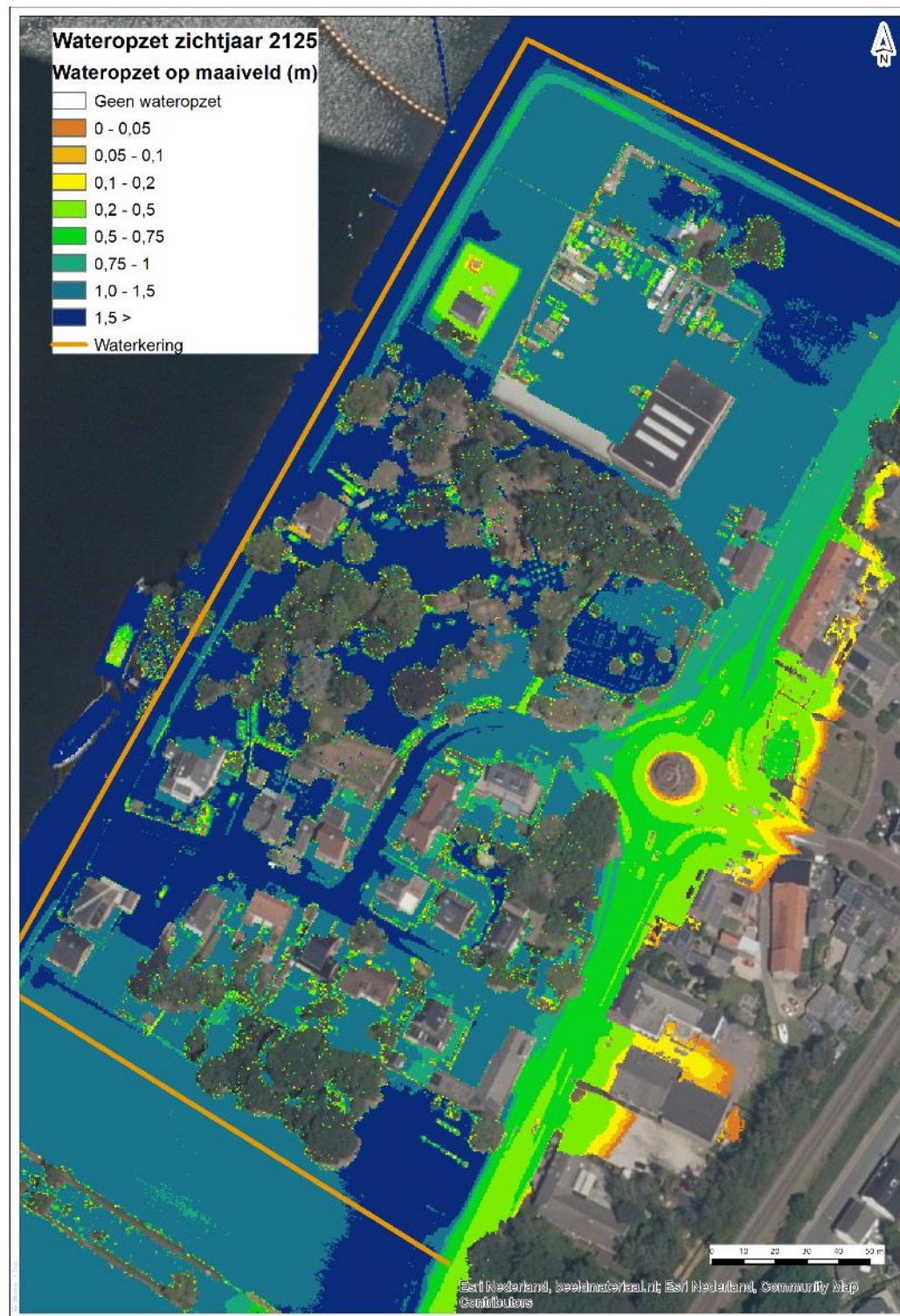
Een indicatieve berekening is opgesteld om de hoeveelheid water op straat binnendijks te beschouwen. De hoogwaterpiek groter dan NAP +18,3 m (gemiddeld maaiveld) duurt circa 180 uur. In deze periode stroomt ongeveer 7.391 tot 12.608 m³/d grondwater richting het maaiveld. Het totale oppervlak van de het binnendijkse gebied is circa 21.000 m² (blauwgroen binnendijkse gedeelte in Figuur 5).

Dit resulteert in een indicatieve wateropzet op straat van 2 m ($((7.391/24)*180)/21.000 = 2,6$ m). Het effect is weergegeven in Figuur 7. Voorgaande berekening gaat uit van een gemiddeld maaiveldniveau in het binnendijkse gebied.

In Figuur 7 valt op dat in vrijwel het gehele binnendijkse gebied het wateropzet meer dan 1 meter is.

Een aanvullend negatief effect kan zijn dat een verhoogde grondwaterstand kan leiden tot opbarsten van de kleine deklaag en verharding





Figuur 7 Indicatief berekende wateropzet tijdens hoogwater binnendijks

HWBP Noordelijke Maasvallei

Ons kenmerk:

####

Pagina

10/25

4.2 Situatie norm met zichtjaar 2015

4.2.1 Waterbezwaar huidige situatie (uitgangspunt waterstand bij norm 2015)

Het waterbezwaar is weergegeven in Tabel 4 en is gebaseerd op een gemiddelde buitenwaterstand tussen maaiveld en hoogwater in (NAP +21,85 m).

Tabel 4 Waterbezwaar bij een gemiddeld hoogwaterpiek van NAP 18,87 m.

Dijktraject	Lengte van dijktraject (m)	Waterbezwaar per dijktraject verwachtingswaarde (m3/d)	Waterbezwaar per dijktraject conservatief (m3/d)
1	50	282	504
2	130	0	0
3	120	922	1.584
3	120	907	1.728
3	120	0	0
4	100	0	0
5	50	432	1.380
Som	690	2.543	5.196

4.2.2 Indicatief effect hoogwater huidige situatie (uitgangspunt waterstand bij norm 2015)

De waterstand bij norm in 2015 bedraagt NAP + 19,43 m bij een van terugkeertijd 100 jaar. Dit resulteert in een indicatieve wateropzet op straat van ca. 0,6 tot 1,1 m ($((2.543/24)*125)/21.000 = 0,6$ m). Het effect is weergegeven in Figuur 8 en Figuur 9. Voorgaande berekening gaat uit van een gemiddeld maaiveldniveau.

In Figuur 8 (verwachtingswaarde) ligt het overgrote binnendijkse gebied hoger dan de verwachte wateropzet van 0,6 m. Het is waarschijnlijk dat de huizen aan de Maasstraat bij het aanleggedeelte hoog genoeg staan dat water niet de huizen binnenstroomt. Om dit zeker te weten zijn de maten van de huizen nodig en een inventarisatie van kelders. Uit de kaart valt op dat ter plaatse van het Oude Veepad 3 gemiddeld 70 cm wateropzet wordt berekend. Het water zal bij daling van het hoogwater een weg zoeken langs de waterkering richting de Maasstraat via de strook tussen Maasstraat 12 en de gemetselde muur in de tuin. In Figuur 9 is de wateropzet van 0,6 naar 1,1 m vergroot (worst-case). De wateropzet ter hoogte van de meeste huizen aan de Maasstraat is groter dan 0,4 m.

Een aanvullend negatief effect kan zijn dat een verhoogde grondwaterstand kan leiden tot opbarsten van de kleine deklaag en verharding.

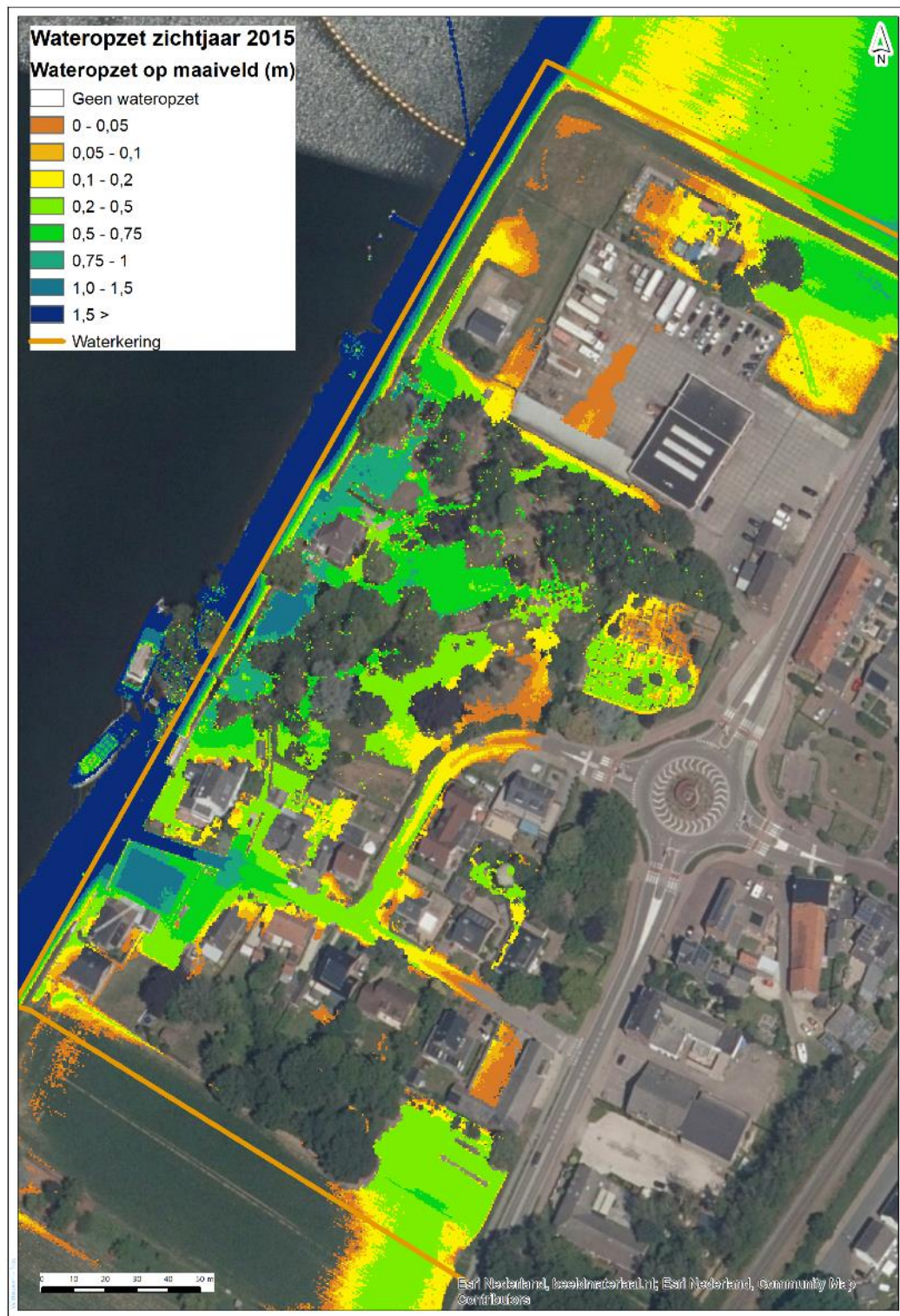


Ons kenmerk:
####

HWBP Noordelijke Maasvallei

Pagina
12/25





Figuur 8 Indicatief berekende wateropzet tijdens hoogwater (zichtjaar 2015 verwachtingswaarde)

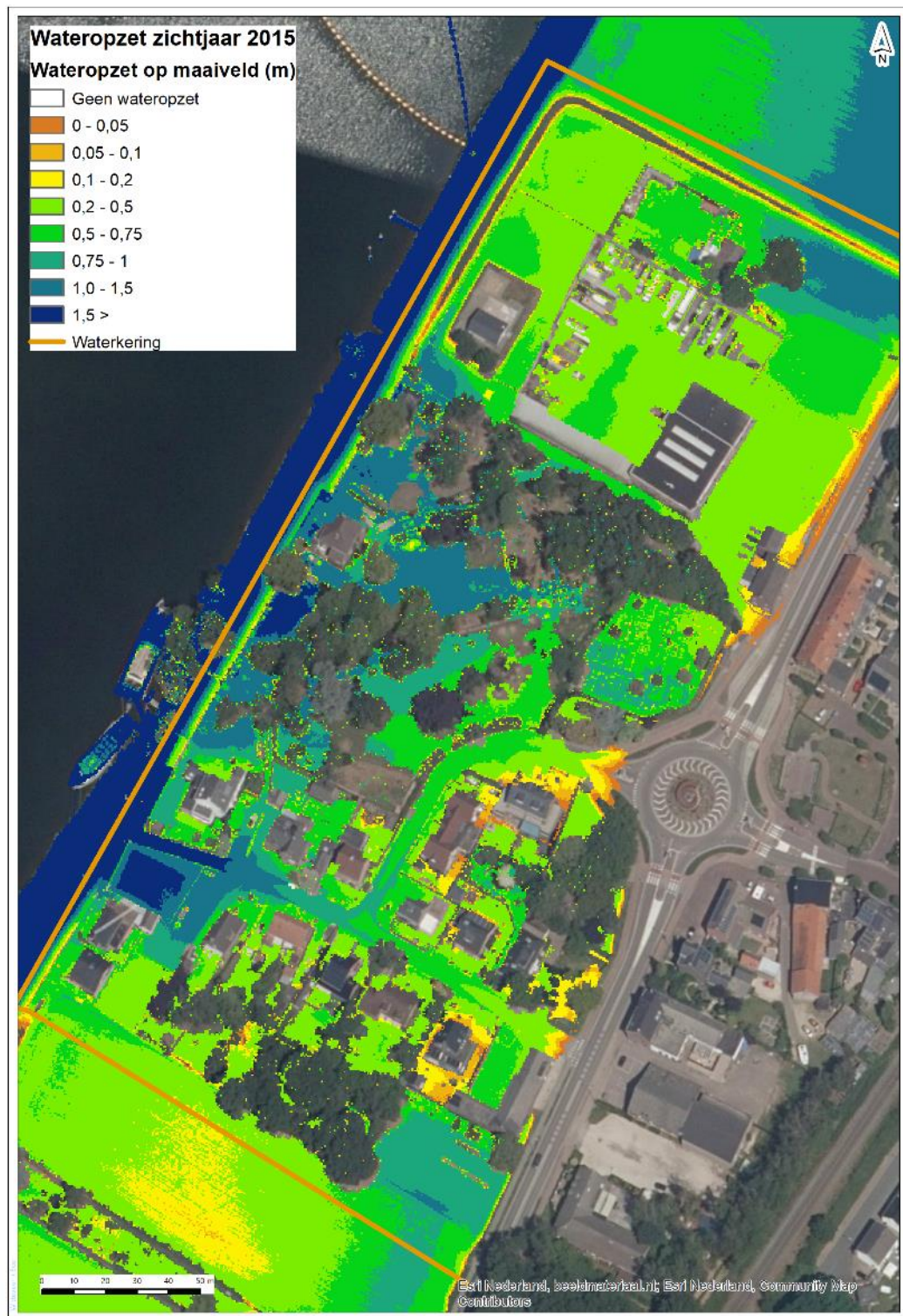
HWBP Noordelijke Maasvallei

Ons kenmerk:

####

Pagina

13/25



Figuur 9 Indicatief berekende wateropzet tijdens hoogwater (zichtjaar 2015 worst-case)

HWBP Noordelijke Maasvallei

Ons kenmerk:

####

Pagina

14/25

4.3 Beperkingen indicatief effect

De berekening van het wateropzet is indicatief. De beperkingen zijn o.a.:

- Vertaling 2D dwarsdoorsnede berekening naar 3D is indicatief doordat de damwanden geografisch anders liggen ten opzichte van de Maas en dus de grondwaterstroming anders kan zijn dan aangenomen;
- Het maaiveld is niet uniform waardoor water op maaiveld/straat niet overal gelijk is;

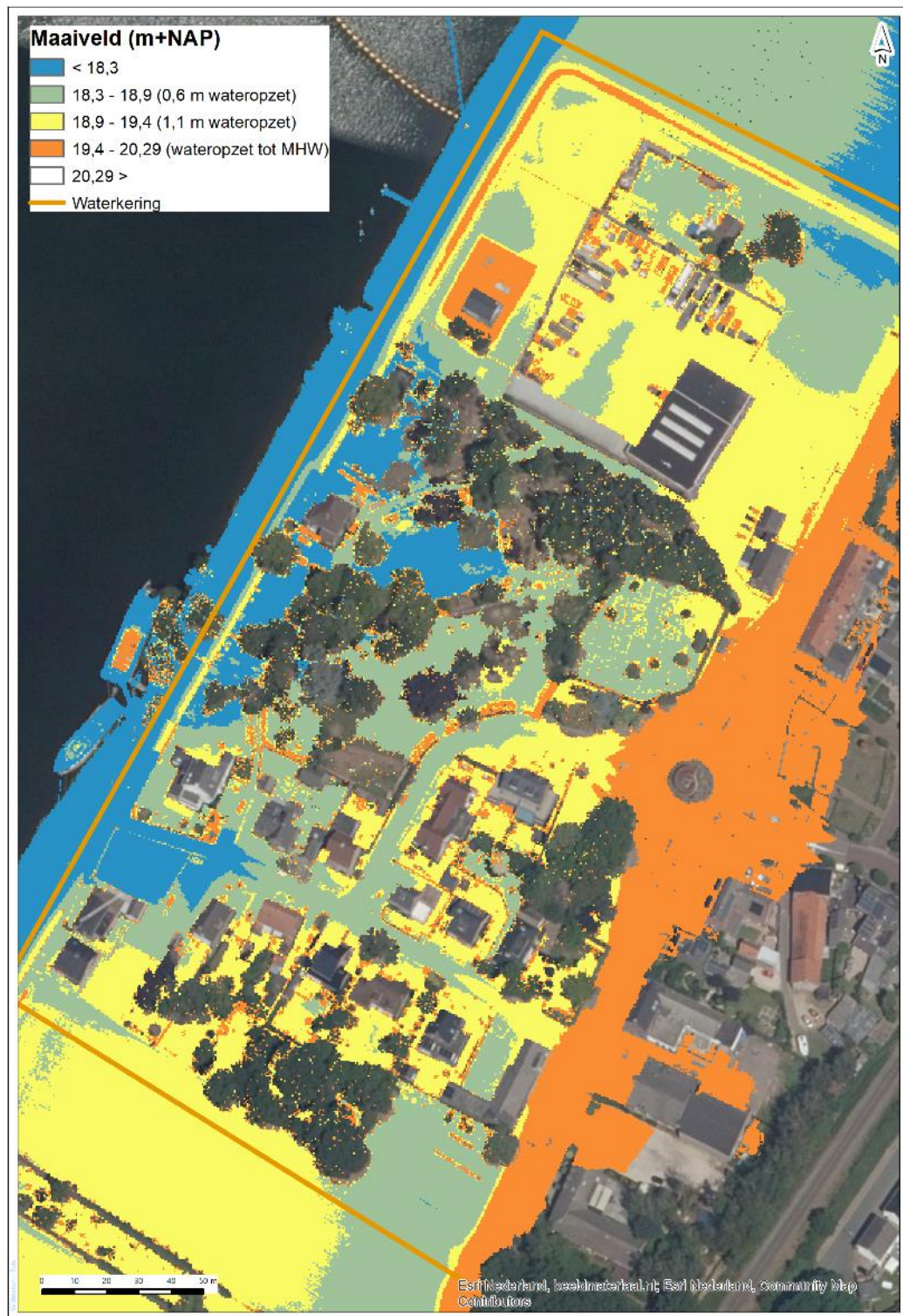
5 Conclusie

De totale wateropzet op straat binnendijks bedraagt 2 meter. Deze berekening is indicatief. Het maximale debiet van de grondwaterstroming onder de waterkering door in de watervoerende laag richting het achterland is bij dijktraject 3 het grootst. Per 100 meter is daar het waterbezwaar 1.350 m³/d.

Aanvullend is een berekening van het waterbezwaar en indicatieve wateropzet met de geldende norm in 2015 opgesteld. De berekening is opgezet om een inzicht te krijgen in een mogelijke verandering van het waterbezwaar en indicatieve wateropzet na uitvoeren van de versterking aan de waterkering. Uit de aanvullende berekening volgt dat het waterbezwaar dat potentieel aan maaiveld kan uittreden 2.543 tot 5.196 m³/d is. Daarmee is de mogelijke totale wateropzet op straat binnendijks ca. 0,6 tot 1,1 m.

In Figuur 10 is het indicatief berekende wateropzet tijdens hoogwater samenvattend weergegeven.





Figuur 10 Indicatief berekende wateropzet tijdens hoogwater in m NAP

HWBP Noordelijke Maasvallei

Ons kenmerk:

####

Pagina

16/25

5.1 Mitigerende maatregel

In de situatie na versterking (norm zichtjaar 2125) wordt te veel wateropzet berekend. De consequenties hebben grote gevolgen voor de woonhuizen binnendijks. Om het grootste deel van de wateropzet te ondervangen kan horizontale drainage worden toegepast. Horizontale drainage bestaat vaak uit een geperforeerde PVC-buis omwikkelt met een filterdoek. Grondwater stroomt in deze buis waarna het water wordt weggepompt door een pompsysteem.

5.1.1 Ontwerp horizontale drainage

Voor Belfeld is een drainagestreng voorzien parallel aan de waterkering in het zuidelijk en centrale deel van dijkvak 3. De locatie van een pompsysteem in de drainagebuis is idealiter halverwege de leiding. Aangezien in het noordelijk deel van de drainagebuis al een bestaande riooloverstort ligt wordt gekozen om het bestaande systeem uit te bereiden met een pompsysteem en de drainageleiding daarop aan te sluiten. De drainagestreng is weergegeven in Figuur 11.

Met de formule van Dekker en Ven, 1982 kan de binnendiameter van de drainagebuis met een gekozen drukhoogteverlies worden berekend. Uit deze formule volgt dat bij een binnendiameter van 315 mm een drukhoogteverlies optreedt van ca. 0,5 m. De drainagebuizen dienen daarom een minimale diameter van 315 mm te hebben en ca. 80 cm diep te worden aangelegd. Veelal wordt bij deze formaten gesproken over een drainage transport riool. De drainage transportbuis wordt indien mogelijk op ca. 2 meter afstand van de waterkering aangebracht. Om de maximaal 80 m wordt in het drainagetracé en aan het einde van de leiding een doorspuitpunt aangebracht. Deze dient voor onderhoud en het voorkomen van dichtslibben van de drainagebuis. Om de drainagebuis heen dient grof zand of grind dat is ingewikkeld in een filterdoek te worden aangebracht. Het filterdoek is grond dicht en waterdoorlatend. Dit voorkomt dat fijne deeltjes de drainagebuis doen dichtslibben. Het grof zand en grind vergroten de drainagecapaciteit.





Figuur 11 Ligging drainagesysteem

HWBP Noordelijke Maasvallei

Ons kenmerk:
####

Pagina
18/25

5.1.2 Pompsysteem

Het potentiële hoeveelheid water dat bij dijkvak 3 aan maaiveld kan kwellen bedraagt 4.622 (verwachtingswaarde) tot 8.352 m³/d (worst-case)(norm bij zichtjaar 2125). Het drainagesysteem wordt in het zuidelijk en centrale gedeelte van dijkvak 3 aangelegd. In het noordelijke deel van dijkvak 3 stroomt ook grondwater richting maaiveld. Deze hoeveelheid is ook meegenomen (conservatief) in de berekening van het waterbezwaar voor het drainagesysteem. Het is namelijk waarschijnlijk dat het kwelwater via het maaiveld afstroomt naar lager gelegen gebieden (daar waar de drainage wordt aangebracht). De hoeveelheid kwel van 8.352 m³/d komt neer op een pompcapaciteit van ca. 350 m³ per uur. Er kan worden gedacht aan een sterke pomp welke kan worden aangebracht ter plaatse van de riooloverstort.

5.1.3 Overig effect naast drainage

Indien de pompcapaciteit overeenkomt met de hoeveelheid kwel ter plaatse van dijkvak 3 resteert een hoeveelheid water ter plaatse van dijkvak 1, 2, 4 en 5 van 2.768 (verwachtingswaarde) tot 4.256 m³ (worst-case). Deze hoeveelheden leiden tot een gemiddelde wateropzet van ca. 0,69 tot 1,06 m. Dit is in lijn met de berekende wateropzetwaarden bij norm met zichtjaar 2015 (Figuur 9 en Figuur 10).

Daarmee voorkomt de drainage maatregel de toegenomen vernatting binnendijs. Op enkele locaties moeten bij hoogwatersituaties alsnog noodpompen geplaatst worden. Daarmee kan de rest van de kwel worden afgevangen. Deze locaties zijn lager gelegen gebieden waar het water zich kan verzamelen (zie ook op de maaiveldhoogte kaart in Figuur 5). Deze locaties zijn:

- 1) de laagte ter hoogte van de Maasstraat;
- 2) de laagte in de uiterst zuidoostelijk hoek;
- 3) de laagte in de uiterst noordoostelijke hoek.

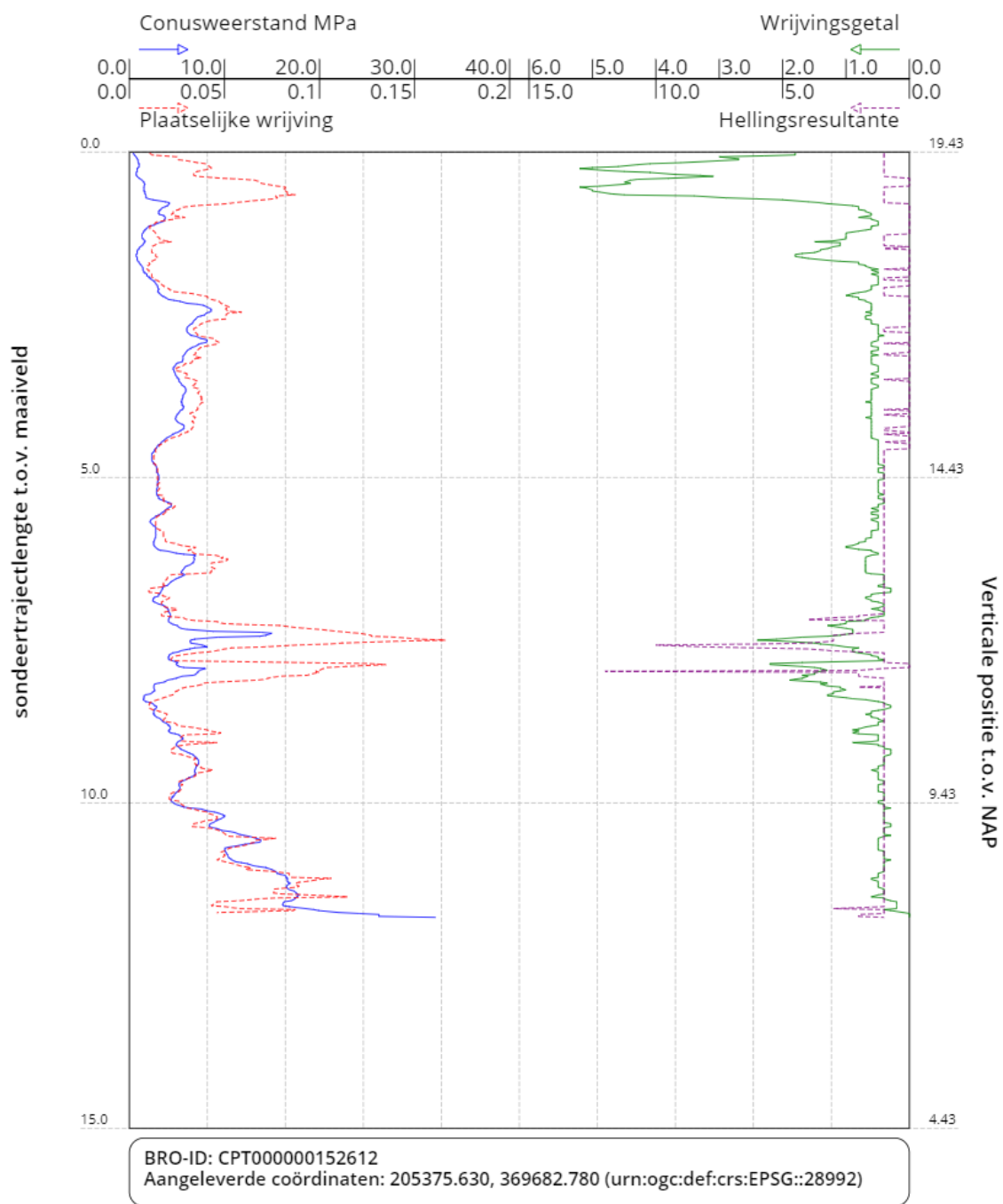
De locaties zijn goed bereikbaar door bijvoorbeeld tractoren met noodpompen waardoor geen permanente voorziening wordt getroffen.



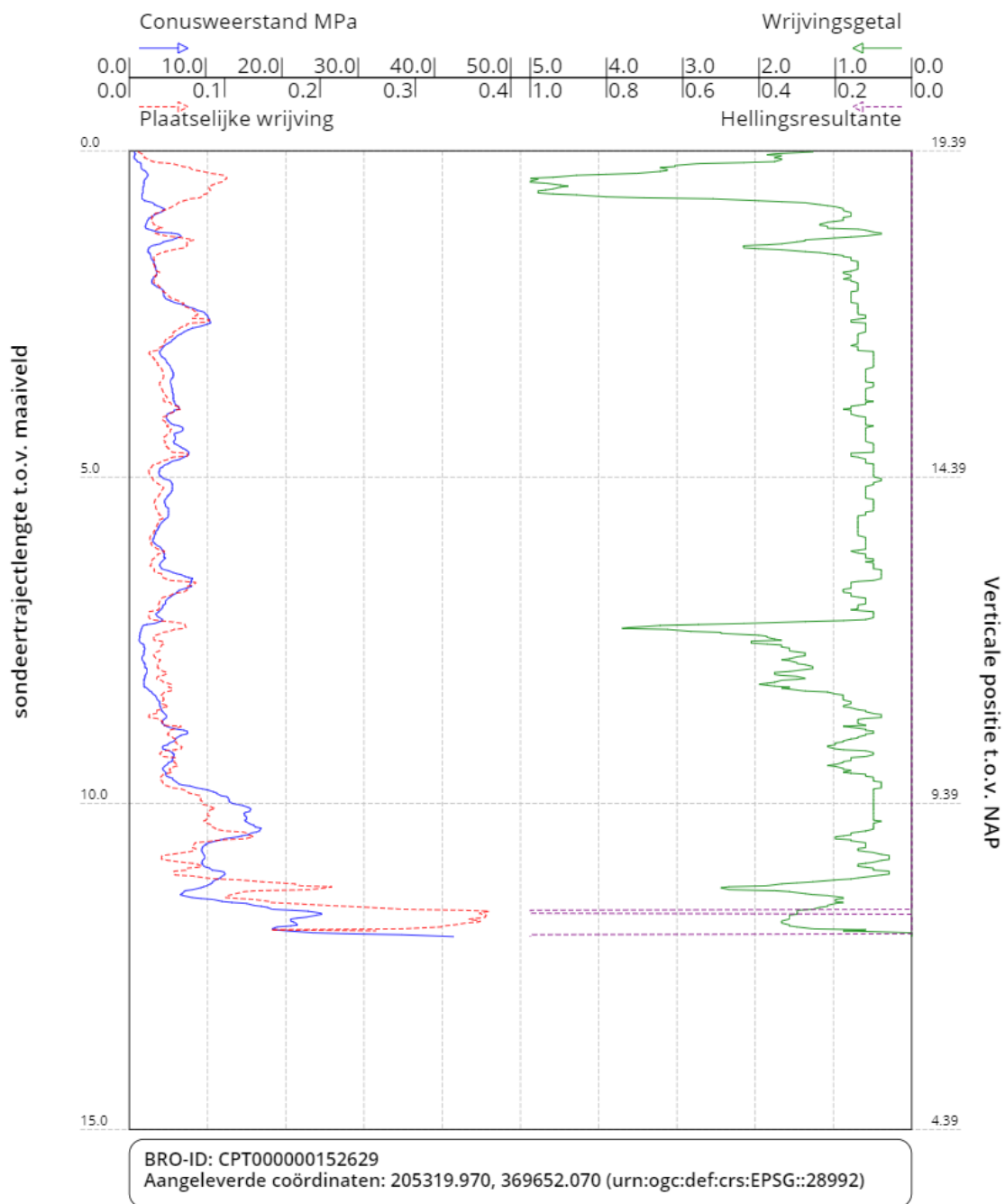
Bijlage I Boorprofielen en sonderingen



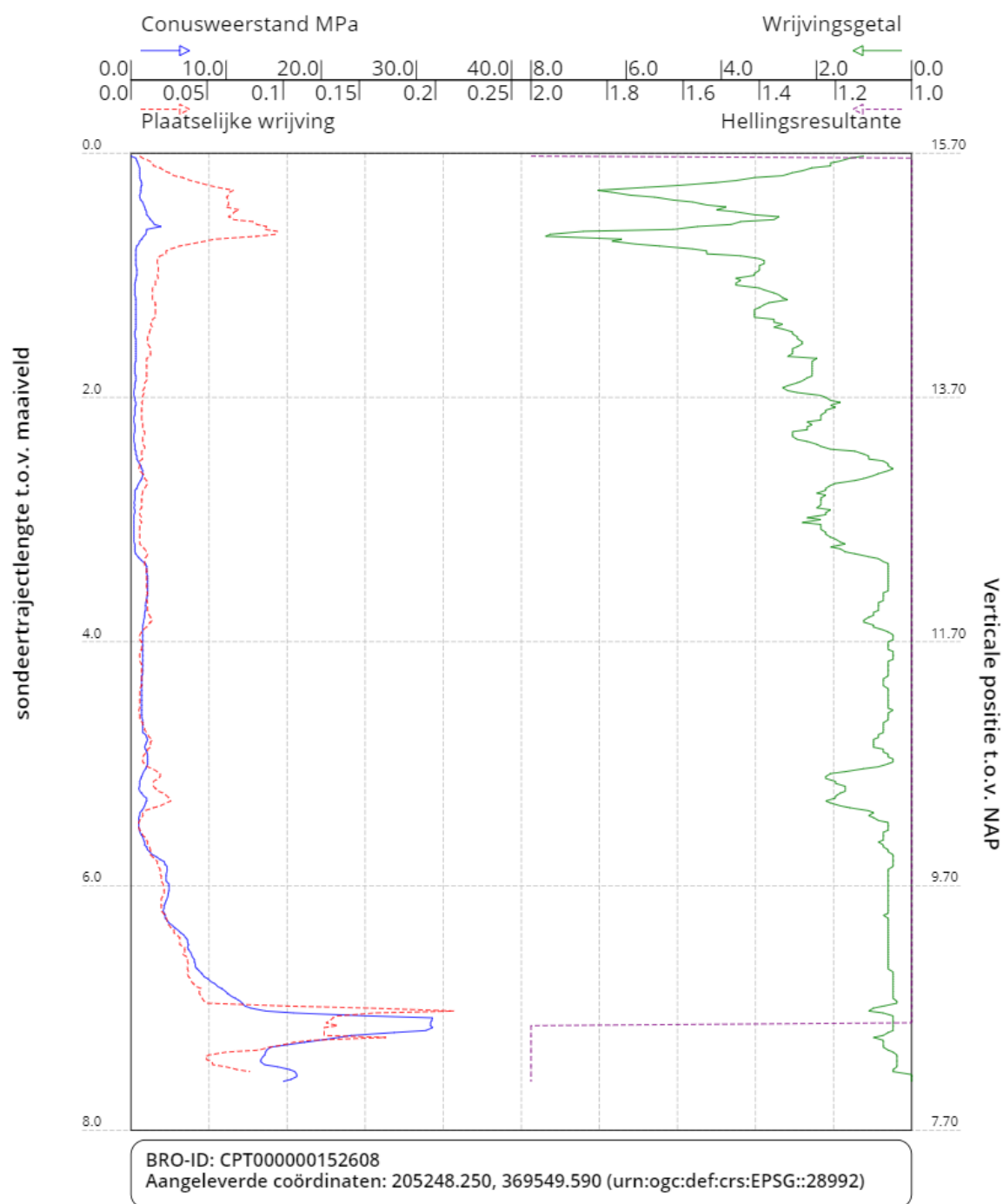
Figuur 12 Locatie boorprofiel en sonderingen in Bijlage I



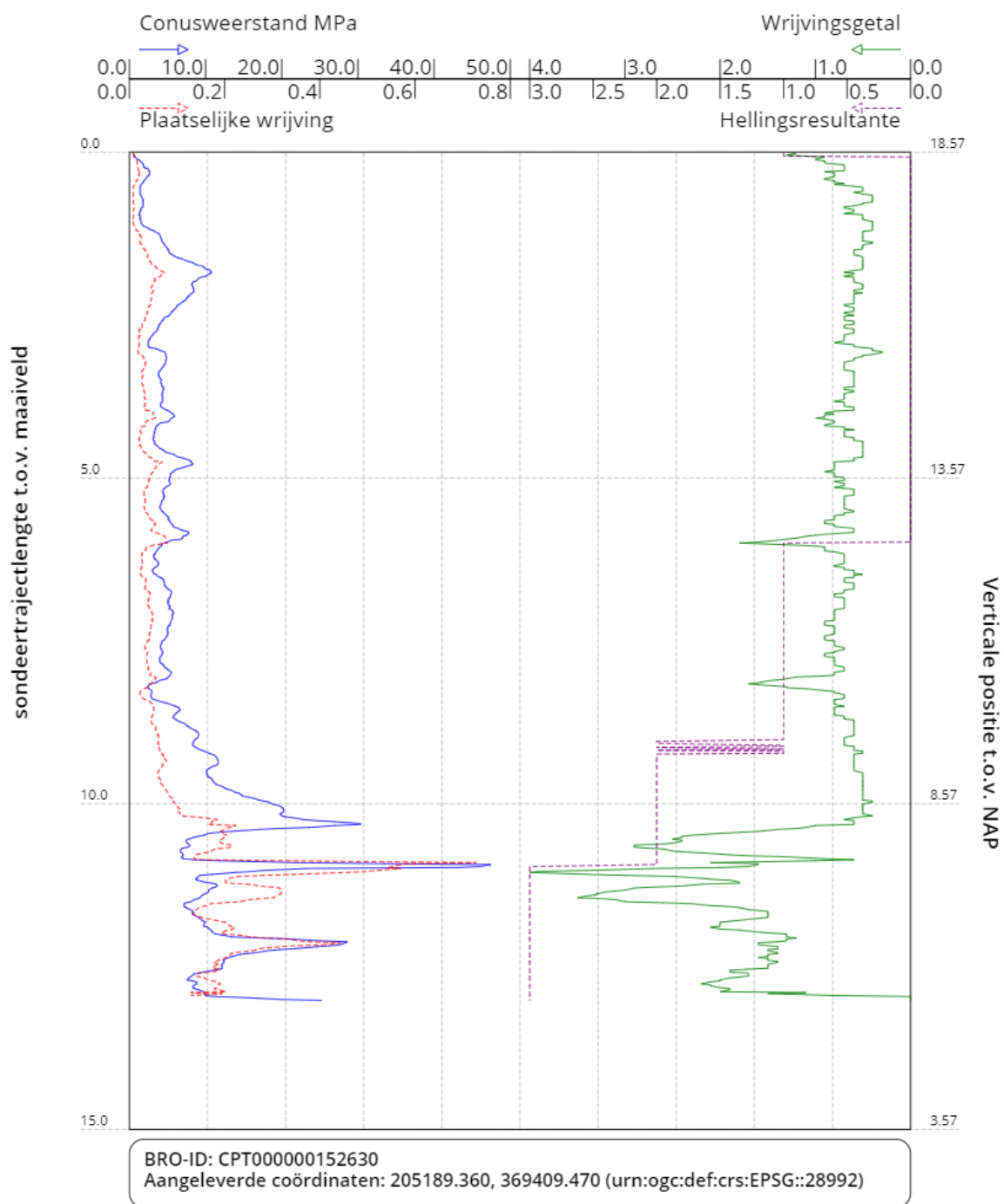
Figuur 13 Mechanische boring CPT000000152612



Figuur 14. Mechanische boring CPT000000152629



Figuur 15 Mechanische sondering CPT000000152608



Figuur 16 Mechanische sondering CPT000000152630

Ons kenmerk:
###

HWBP Noordelijke Maasvallei

Pagina
24/25

Bijlage 2 - Voorbeeld modelinvoer

In Figuur 17 is, als voorbeeld, de modelinvoer van dijktraject 1 ingevoerd.

Geometrie van de dijk

Kruin hoogte van dijk: 1

20.41

(m NAP)

Totale lengte project: 1

100

(m)

Breedte van binnenteen tot buitenteen: 1

1

(m)

Hoogte berm: 1

19

(m NAP)

Breedte berm: 1

0

(m)

Is er een kwelsloot: 2

☐

Bodemopbouw

Breedte voorland: 1

50

(m)

Hoogte maaiveld in voorland: 1

18

(m NAP)

Verticale doorlatendheid deklaag in voorland: 1

3

(m/dag)

Hoogte maaiveld in achterland: 1

18.5

(m NAP)

Onderzijde deklaag: 1

17.5

(m NAP)

Verticale doorlatendheid deklaag in achterland: 1

3

(m/dag)

Onderzijde watervoerend pakket: 1

9

(m NAP)

Horizontale doorlatendheid in watervoerend pakket: 1

22

(m/dag)

Anisotropie factor watervoerend pakket: 1

2

(-)

Is er een scheidende laag in het watervoerend pakket aanwezig: 2

☐

Oppervlaktewater

Ontwerpwaterstand: 1

19.295

(m NAP)

Grondwaterstand in achterland: 1

18.5

(m NAP)

Figuur 17 Modelinvoer dijktraject 1

Ons kenmerk:
####

HWBP Noordelijke Maasvallei

Pagina
25/25



Bijlage 28 Notitie geohydrologische effecten Belfeld



MEMO

Onderwerp:
Analyse plaatsing schermen Belfeld

Ons Kenmerk:

Opgesteld door:

Versie
100%

Van:

Datum:
26-10-2018

Aan:

Kopiën aan:
-

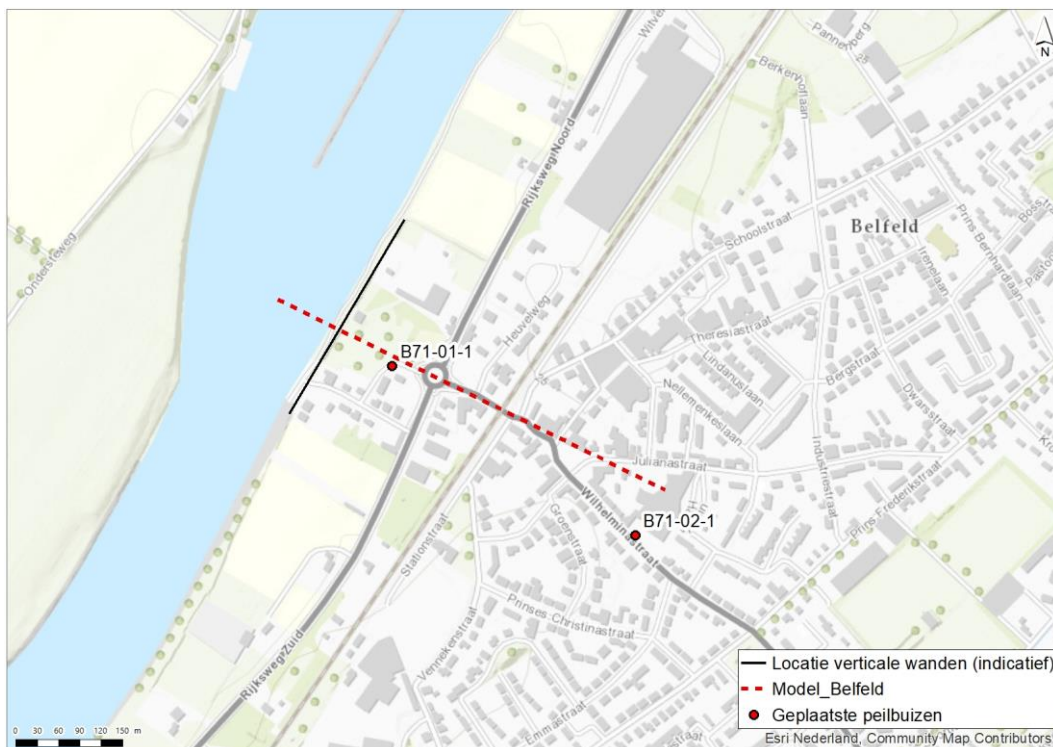
Inleiding

Om piping tijdens hoogwater tegen te gaan is ten westen van Belfeld een verticale keermuur voorzien over dijkkring 71. Gezien het drainerende karakter van de Maas zou dit bovenstrooms tijdens dagelijkse omstandigheden tot wateroverlast in de vorm van kwel kunnen leiden.

Deze notitie heeft als doel om via een quickscan inzicht te krijgen in het risico op wateroverlast als gevolg van de plaatsing van de verticale keermuur en het heavescherm.

Locatie

In Figuur 1 zijn de locatie van zowel de verticale wanden als de doorsnede van het grondwatermodel weergegeven. Ook de beschikbare peilbuizen in het gebied zijn weergegeven. Langs de Maas zijn momenteel al verticale wanden aanwezig voor de huidige kademuur.

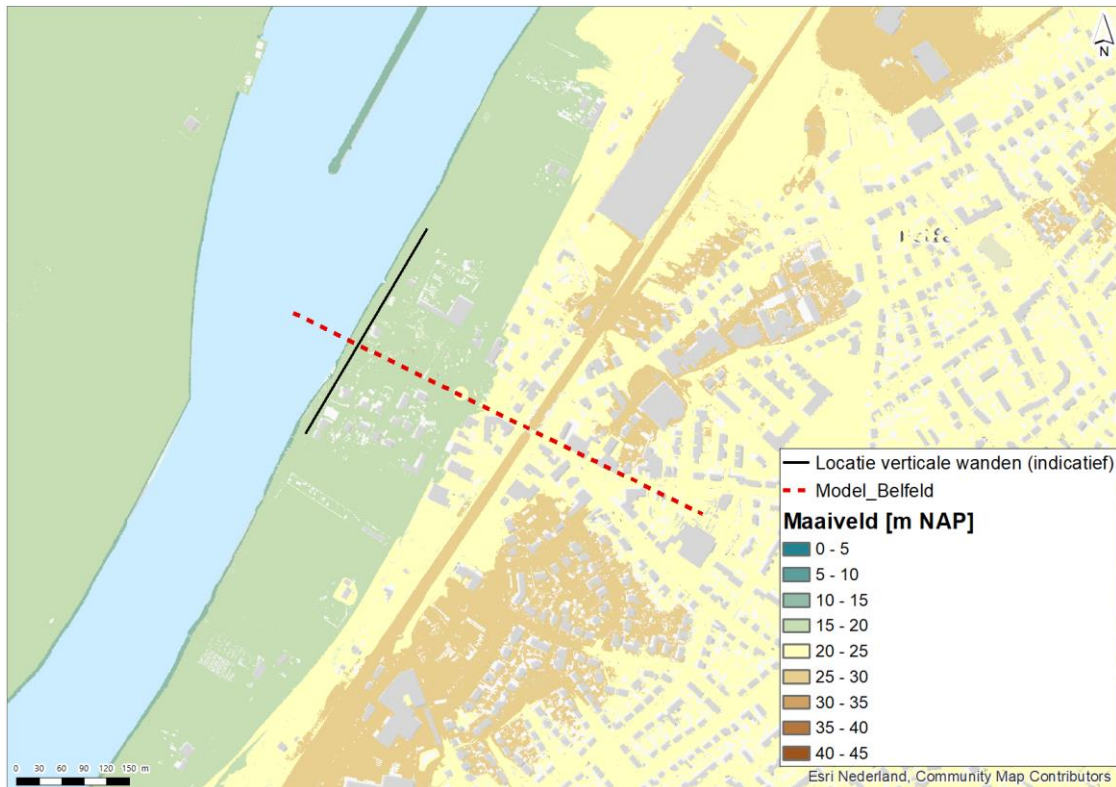


Figuur 1. Locatie verticale wanden, peilbuizen en 2D grondwatermodel Nieuw Bergen

Uitgangspunten

Maaiveld hoogte

De maaiveldhoogtes zoals beschikbaar van het AHN zijn getoond in Figuur 2. Langs de locatie van de verticale wanden is de maaiveldhoogte vergelijkbaar, namelijk circa NAP + 18 m.



Figuur 2. Hoogte maaiveld volgens Algemeen Hoogtebestand Nederland

Bodemopbouw

In Tabel 1 wordt de bodemopbouw ter hoogte van Belfeld weergegeven. Deze is overgenomen van het geotechnische lengteprofiel en het regionale IBRAHYM-grondwatermodel.

Tabel 1. Bodemopbouw

bovenzijde laag (m NAP)	onderzijde laag (m NAP)	Bodemsoort	Doorlatendheid (m/d)
+18	+14	Zand, Grof	5,3
+14	+12	Klei, Matig Siltig/Zandig	1,1
+12	-25	Zand, Zeer Fijn	1,3

Grondwaterstand

Figuur 1 toont de beschikbare peilbuizen in het gebied van IngenieursBureau Maasvallei.

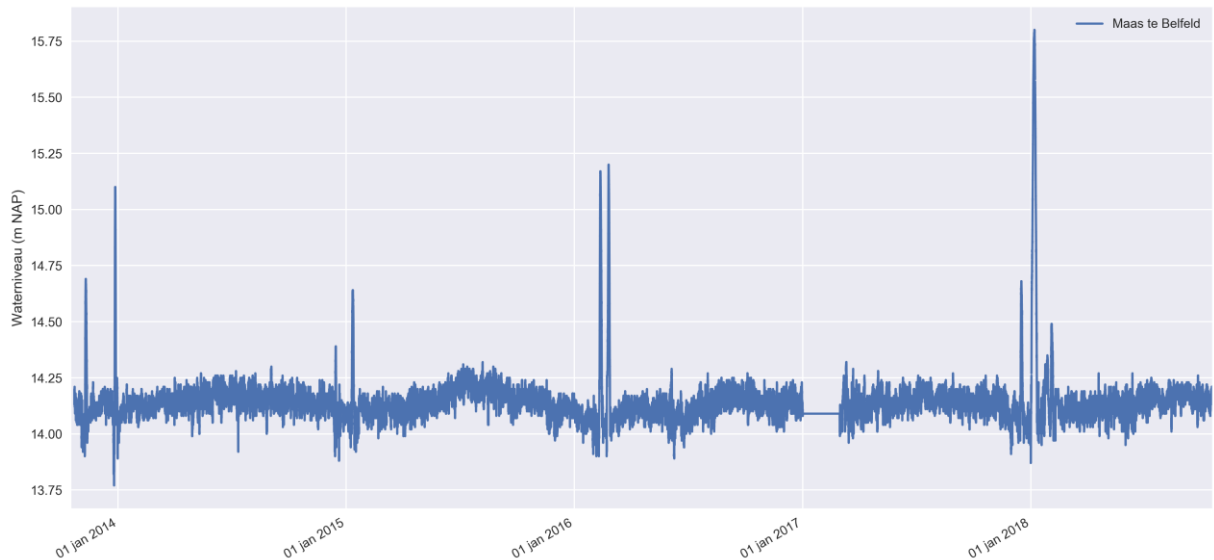
Schermlocatie en -diepte

De teen van de wand staat op NAP +11 m, dit is circa 7 m-mv.



Maas

Figuur 3 geeft de waargenomen waterstand weer te Belfeld boven.



Figuur 3. Waterhoogte van de Maas te Belfeld (RWS,2018)

Modellering

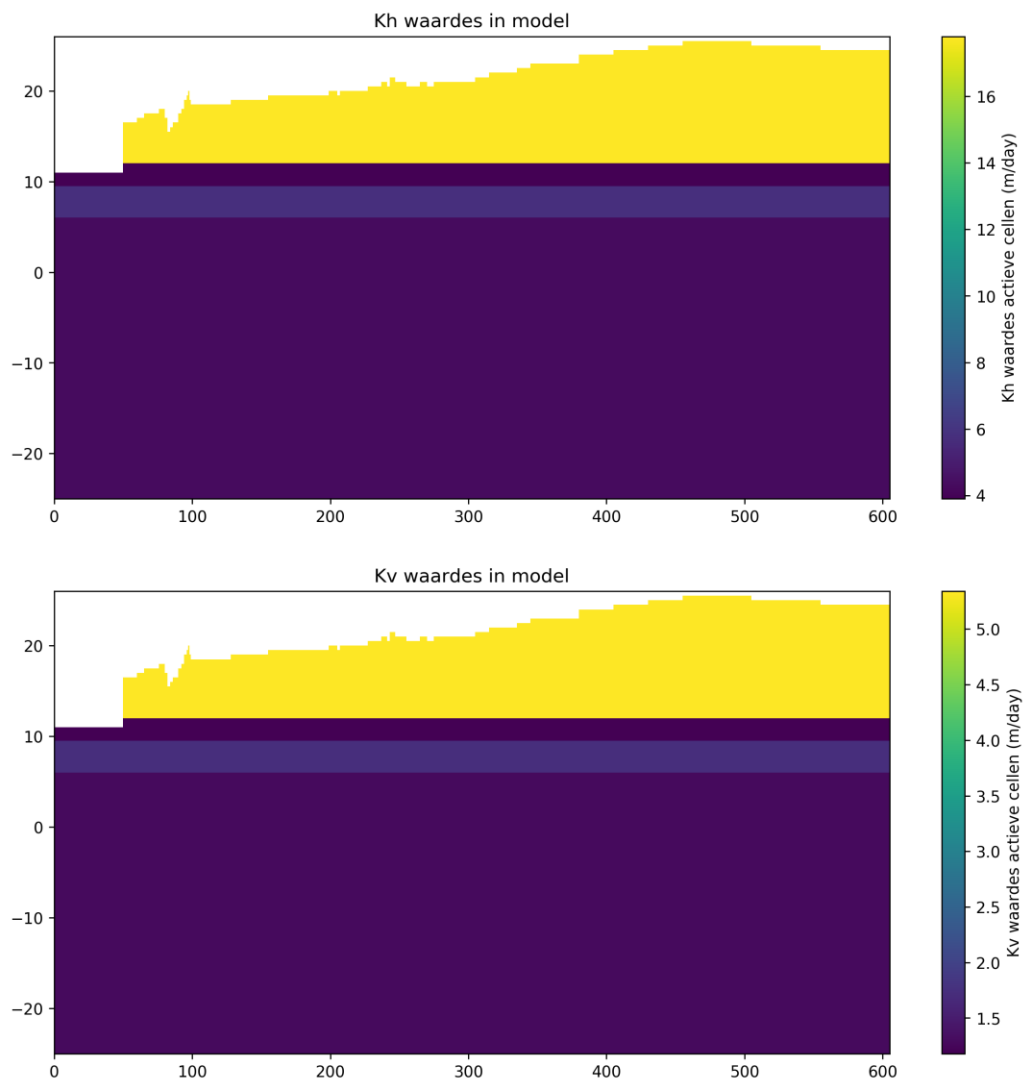
Het effect van de plaatsing van verticale schermen is berekend via een MODFLOW model. Voor deze quickscan is een 2D grondwatermodel gebruikt. Dit betekent dat de aanname wordt gedaan dat de grondwaterstroming haaks op de Maas en de beoogde schermen is (zie Figuur 1). Het effect van de schermen wordt conservatief berekend, omdat een 2D-grondwatermodel een oneindig lange wand veronderstelt, terwijl de wand in werkelijkheid een lengte heeft van 330 m.

Het MODFLOW model wordt gekenmerkt door een aantal uitgangspunten:

- Er is gebruik gemaakt van een steady state model. Dit is consistent met de gemiddelde situatie die wordt beschouwd;
- De linkerzijde van het model heeft een vaste randvoorwaarde op het gemiddelde peil van de Maas, namelijk NAP +14,2 m, zie Figuur 3;
- De rechterzijde heeft een vaste randvoorwaarde op de waarneming in de meest oostelijke peilbuis, namelijk B71-02-1 van gemiddeld NAP +20,6 m;
- De momenteel aanwezige verticale wanden worden niet meegenomen in het model, dit zorgt voor een conservatieve berekening omdat de gebruikte grondwaterstand in werkelijkheid al beïnvloed wordt door deze wand.
- Met behulp van de recharge package wordt de grondwateraanvulling door neerslag gesimuleerd door een watertoevoer naar het watervoerende pakket van 0,7 mm per dag, dit getal is gebaseerd op ervaring;
- De onderkant van het model wordt beschouwd als een ondoorlatende laag op -25 m NAP. Dit resulteert in een conservatieve berekening met een overschatting van de opstuwing;



- In de x-richting verloopt de breedte van de cellen tussen 0,50 en 25 m. De fijnste cellen zijn aanwezig nabij de wand. De lagen in het model hebben een dikte van 0,5 m;
- De bodemopbouw is visueel weergegeven in weergegeven in Figuur 4. Dit is een conservatieve weergave van Tabel 1;
- Voor het standaard model is als teen van de wand NAP +11 m aangehouden.
- De x-as heeft zijn nulpunt in de Maas. De locatie van het scherm ligt aan de binnenzijde van de dijk op 102 m van de linker rand van het model.



- **Figuur 4. Bodemparameters in kleur schaling, inactieve cellen in zwart en de vaste randvoorwaarden in blauw**

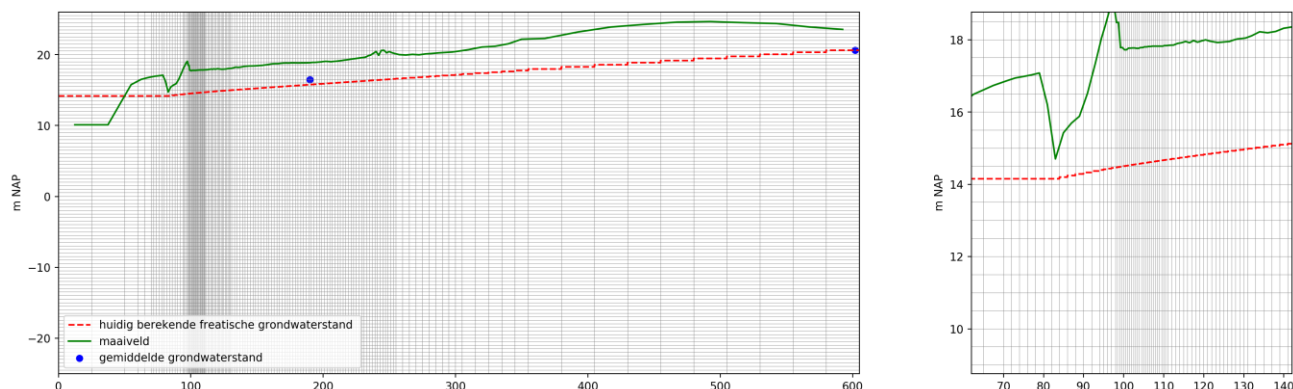
Deze uitgangspunten geven voldoende detaillering in de modellering om inzicht te krijgen in de mogelijke opstuwing als gevolg van de plaatsing van damwanden bij Belfeld.



Resultaten

Huidige situatie

Figuur 5 toont de huidig berekende freatische grondwaterstand door het standaard model. Hierin zijn ook peilbuismetingen weergegeven en is duidelijk de verfijning van het grid te zien. Er is redelijke overeenstemming tussen de peilbuismetingen en het model in de huidige situatie.



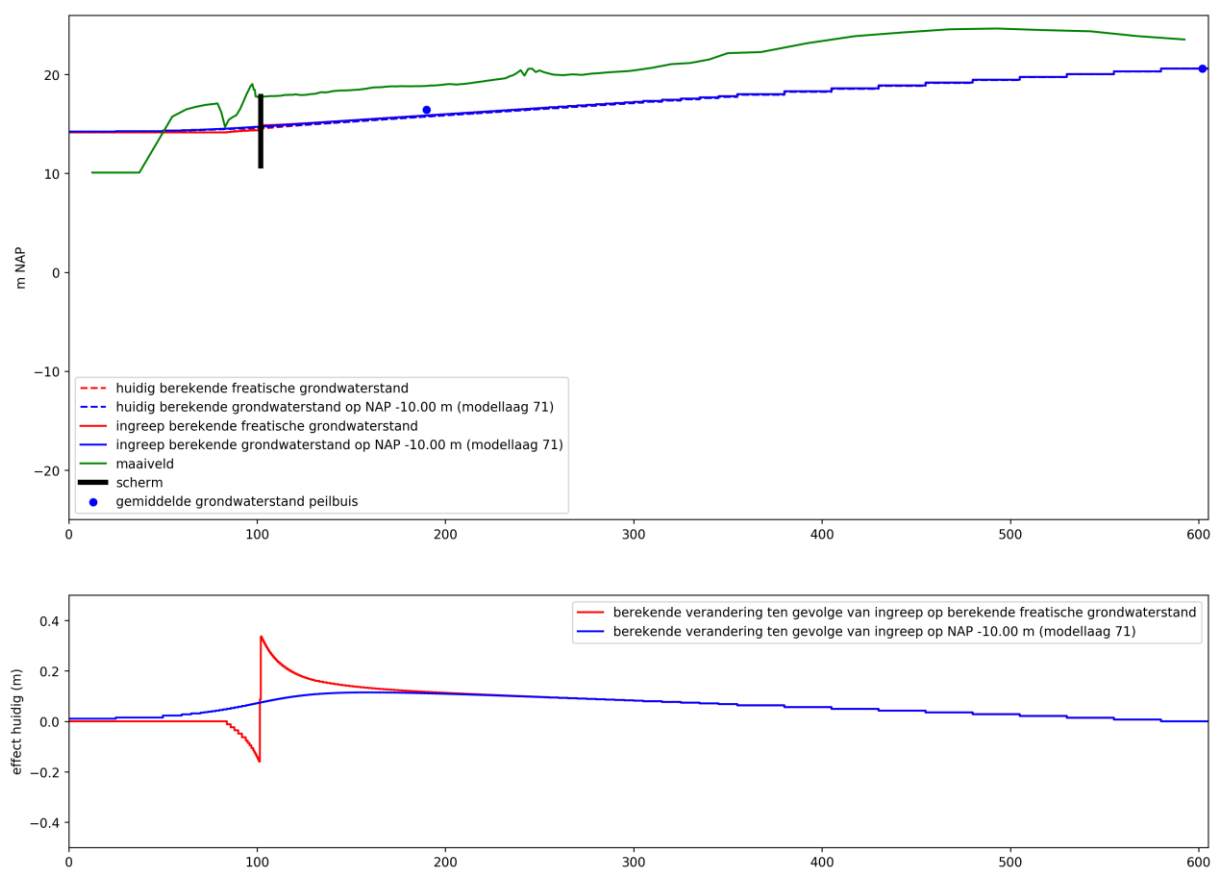
Figuur 5. Huidig berekende freatische grondwaterstand zonder scherm

Berekend effect

Het effect is berekend voor verschillende schermdieptes. De resultaten hiervan staan in Tabel 2. Figuur 6 toont de berekende grondwaterstanden in het model met de verwachte teen van de scherm op NAP +11 m. Aan de bovenstroomse zijde wordt opstuwung berekend en aan de benedenstroomse zijde wordt een verlaging van de grondwaterstand berekend.

Het berekende effect is minder dan 0,35 m. De huidige grondwaterstand ligt circa 3,2 m-mv. De berekende verandering leidt daarom niet tot afgeleide effecten op het huidige maaiveld gebruik. Mede omdat dit een conservatieve berekening betreft is er geen risico op zettingen, landbouw- of natuurschade.

In bijlage I zijn de resultaten van een gevoeligheidsberekening opgenomen. Bij een verandering van de horizontale doorlatendheid met een factor 0,5 en 2,0 is het berekende maximale effect resp. 0,36 en 0,33 m. Deze resultaten geven geen aanleiding om de doorlatendheid nader te bepalen.



Figuur 6. Berekende grondwaterstand in huidige situatie en bij ingreep, Boven: m NAP, Onder: berekende verandering ten gevolge van plaatsing schermen ten opzichte van huidig

Tabel 2. Modelresultaten voor minimum, maximum en gemiddelde schermdiepte

Scherm	Schermdiepte (m -mv)	Schermdiepte (m NAP), bij maaiveld op NAP + 18,0 m	Berekende opstuwing (m)	Invloed verwacht op huidig maaiveld gebruik
Minimaal	6,0	13,0	0,27	nee
Gemiddeld	7,0	11,0	0,34	nee
Maximaal	8,0	9,0	0,39	nee

Conclusie

De conservatief berekende opstuwing bij een wand met teen op NAP +11 m is 0,34 m bij een freatische grondwaterstand van circa 3,2 m-mv. De berekende verandering leidt daarom niet tot afgeleide effecten op het huidige maaiveld gebruik. Er is daarom geen risico op zettingen, landbouw- of natuurschade.

Daarmee is er geen reden om een uitgebreidere geohydrologische analyse te maken.

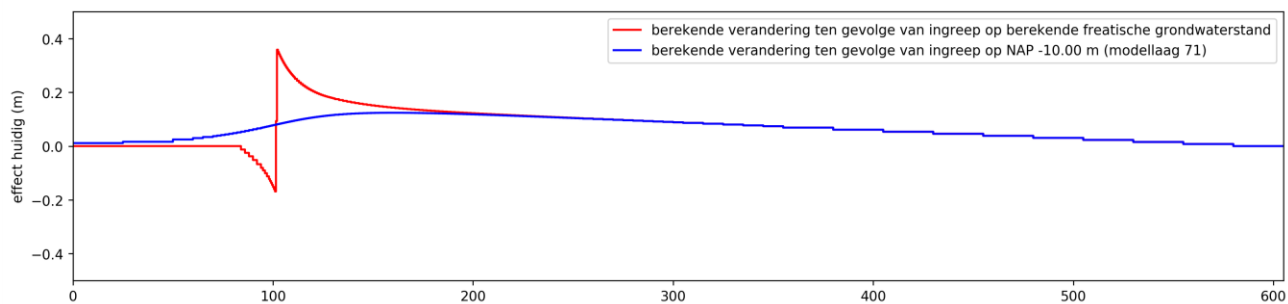
Referenties

- AHN2 (2018), 'Algemeen Hoogtebestand Nederland', Geraadpleegd: 22 Oktober 2018.
- IBM, 2018, 'Piping parameters voor VO+ ontwerp' d.d. 4-4-2018
- RWS (2018), 'Rijkswaterstaat Waterinfo', Geraadpleegd: 19 Oktober 2018.

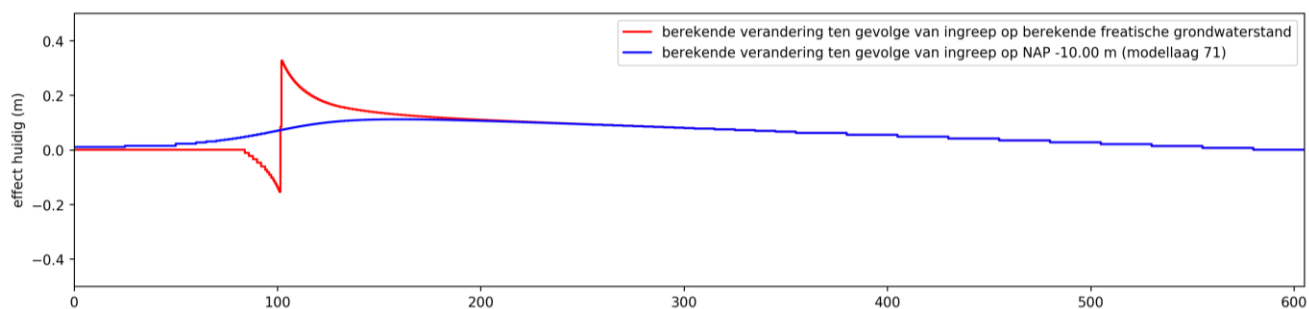


Bijlage I. Gevoeligheidsberekening

Effect bij 2 keer zo kleine Kh-waardes (schermdiepte 7,0 m -mv)



Effect bij 2 keer zo grote Kh-waardes (schermdiepte 7,0 m -mv)



Bijlage 29 Rapportage verkennend bodemonderzoek DR71 Belfeld



CB.11.002 RAPPORTAGE VERKENNEND BODEMONDERZOEK DR71 BELFELD

Hoogwaterbeschermingsprogramma

Noordelijke Maasvallei

Datum: 08-03-2018

Kenmerk (SP): 8586

Versienummer: 1.0

Status: 100%

In opdracht van



**waterschap
limburg**

INHOUDSOPGAVE

CB.11.002 Rapportage verkennend bodemonderzoek DR71 Belfeld	1
1. Inleiding.....	4
1.1 Algemeen	4
1.2 Aanleiding en doel	4
1.3 Aanpak en scope onderzoek	5
1.4 Kwaliteitsborging	6
1.5 Leeswijzer.....	6
2 Vooronderzoek	7
2.1 Algemeen	7
2.2 Beschrijving voorkeursalternatief en bijbehorende bodemingrepen	7
2.3 Resultaten Bureau studie (water)bodemonderzoek	8
2.3.1 <i>Diffuse bodemkwaliteit</i>	8
2.3.2 <i>Verdachte en/of verontreinigde deellocaties</i>	9
2.4 Resultaten algemene terreininspectie.....	9
2.5 Financieel-juridische situatie	10
2.6 Archeologie en niet gesprongen explosieven	10
2.7 Onderzoekshypothesen en -strategieën	10
2.7.1 <i>Vaststellen onderzoeksstrategieën en -hypothesen landbodem</i>	11
3 Veldonderzoek	13
3.1 Algemeen	13
3.2 Uitgevoerd onderzoek	13
3.3 Resultaten veldonderzoek	14
3.3.1 <i>Locatie-inspecties deellocaties</i>	14
3.3.2 <i>Waarnemingen grond</i>	14
3.3.3 <i>Waarnemingen grondwater</i>	15
4 Chemisch onderzoek.....	16
4.1 Uitgevoerd chemisch onderzoek	16
4.2 Toetsingskader	18
4.3 Toetsingsresultaten.....	18
5 Bespreking resultaten	19
5.1 Bodem	19
5.1.1 <i>Grond</i>	19



5.1.2	<i>Grondwater</i>	20
5.2	Toetsing hypothesen en onderzoeksstrategieën	21
6	Conclusies en aanbevelingen	22
6.1	Algemeen	22
6.2	Aanleiding en doel	22
6.3	Samenvatting onderzoeksresultaten	22
6.3.1	<i>Grond</i>	22
6.3.2	<i>Grondwater</i>	23
6.4	Conclusie bodemkwaliteit	23
6.5	Toetsing hypothesen en onderzoeksstrategieën	23
6.6	Aanbevelingen	23
6.6.1	<i>Aanbevelingen nader onderzoek</i>	23
6.6.2	<i>Aanbevelingen algemeen</i>	24
	Referenties	25
	Bijlage 1 Kwaliteitsborging	26
	Bijlage 2 Toetsingskader	29
	Bijlage 3 Regionale situatie met voorkeursalternatief	34
	Bijlage 4 Overzichtskaart bureaustudie	35
	Bijlage 5 Fotoreportage terreininspectie incl. kaart	36
	Bijlage 6 Overzichtskaart deellocaties	37
	Bijlage 7 Boorprofielen	38
	Bijlage 8 Analysecertificaten	39
	Bijlage 9 Toetsingstabellen	40
	Bijlage 10 Situatie met monsterpunten	41
	Bijlage 11 Kaart verontreinigingssituatie	42
	Bijlage 12 Kaart (water)bodemkwaliteit	43



1. Inleiding

1.1 Algemeen

In opdracht van het Waterschap Limburg (WL) en in het kader van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) werken Arcadis Nederland B.V. en Witteveen+Bos binnen de projectorganisatie IngenieursBureau Maasvallei (IBM) aan de dijkversterkingen in de Noordelijke Maasvallei. Voor de 4 dijktrajecten binnen tranche 1 (zie toelichting onderstaand kader) zijn verkennende (water)bodemonderzoeken en asbestonderzoeken uitgevoerd. In dit onderzoek zijn de resultaten van het verkennend bodemonderzoek voor het dijktraject te Belfeld opgenomen.

Toelichting proces HWBP Noordelijke Maasvallei

In het kader van de HWBP Noordelijke Maasvallei worden 11 dijktrajecten aangepakt. Hiervoor worden verschillende fasen doorlopen. Deze fasen lopen niet voor alle dijktrajecten parallel. De verkenningsfase, waarin verschillende alternatieven worden afgewogen, is voor de eerste 4 dijktrajecten afgerond. Dit wordt aangeduid als tranche 1 en omvat de dijktrajecten: Belfeld, Heel, Beesel en Nieuw Bergen. Voor deze dijktrajecten is het voorkeursalternatief (VKA) inmiddels vastgesteld en vindt nadere uitwerking van de maatregelen plaats. Voor deze trajecten kan voor het VKA gericht informatie worden verzameld, waaronder het verzamelen van meer gedetailleerde informatie over de bodemkwaliteit middels het uitvoeren van een verkennend bodemonderzoek.

Voor de overige dijktrajecten volgt de vaststelling van het VKA en de nadere detaillering van informatie in een latere fase (verwachting eind 2018).

1.2 Aanleiding en doel

Aanleiding voor het onderzoek is de volgende fase van het project voor de dijktrajecten in tranche 1, waarin de haalbaarheid van het gekozen voorkeursalternatief verder wordt onderzocht. De resultaten dienen als input voor de uitwerking van de verschillende op te leveren producten van het project, in het kader van ruimtelijke procedures (MER, vergunningen, etc.), het integraal technisch ontwerpproces, het omgevingsmanagement en de contractering voor uitvoering en realisatie.

Het doel van het verkennend bodemonderzoek is meerledig, te weten:

- het (indicatief) vaststellen van de actuele milieuhygiënische kwaliteit van de landbodem (grond en grondwater) ter plaatse van het voorkeursalternatief;
- bepalen of de milieuhygiënische kwaliteit van bodem een belemmering vormt voor de voorgenomen werkzaamheden en hergebruik van de grond en waterbodem;
- het (indicatief) vaststellen van de hergebruiksmogelijkheden van de grond.



1.3 Aanpak en scope onderzoek

Het verkennend bodemonderzoek is uitgevoerd conform de NEN 5740 [ref. 1]. Vooronderzoek conform de NEN 5725 [ref. 4] is reeds uitgevoerd [ref. 6]¹.

Het verkennend bodemonderzoek is uitgevoerd ter plaatse van een geselecteerd aantal deellocaties binnen het ruimtebeslag van het voorkeursalternatief. Selectie van de deellocaties heeft plaatsgevonden op basis van het vooronderzoek en de uitgevoerde algemene terreininspectie. Voor een volledige beschrijving van de gemaakte selectie en werkwijze wordt verwezen naar het Plan van Aanpak [ref. 7] dat is opgesteld voor uitvoering van de verkennende onderzoeken. De belangrijkste punten zijn tevens opgenomen in hoofdstuk 1 en 2 van dit onderzoek.

Het bodemonderzoek vindt ter plaatse van het ruimtebeslag van het gekozen voorkeursalternatief van het dijktraject plaats en richt zich op:

- Deellocaties die het meest verdacht zijn ten aanzien van het voorkomen van bodemverontreinigingen (er is een reële kans op een geval van ernstige bodemverontreiniging) omdat met eerder uitgevoerd onderzoek is aangetoond dat verontreinigingen (met matig tot sterk verhoogde gehalten; dan wel gehalten > 0,5 interventiewaarde) binnen of direct nabij het dijktraject aanwezig zijn. Deze verontreinigingen zijn (binnen de contour van het voorkeursalternatief) nog niet in voldoende mate afgeperkt, waardoor onderzoek noodzakelijk is;
- Deellocaties welke verdacht zijn op het voorkomen van (grootschalige of complexe) bodemverontreiniging vanwege (voormalige) activiteiten op de locatie, maar waarvoor nog geen onderzoek is uitgevoerd dat aantoont of de verdachte activiteit al dan niet heeft geleid tot bodemverontreiniging;
- Deellocaties die onverdacht zijn op het voorkomen van bodemverontreiniging, maar waarvoor geen bodemkwaliteitskaart beschikbaar is waarop de te verwachten diffuse bodemkwaliteit is weergegeven.

Locaties waar met eerder uitgevoerd onderzoek is aangetoond dat er maximaal licht verhoogde gehalten zijn gemeten, worden als voldoende onderzocht beschouwd (hier is geen reële kans op het aantreffen van een geval van ernstige bodemverontreiniging) en maken geen onderdeel uit van de scope van voorliggend onderzoek. Locaties waarvoor een bodemkwaliteitskaart beschikbaar is en die onverdacht zijn voor bodemverontreinigingen, worden eveneens niet onderzocht. Op basis van de bodemkwaliteitskaart kan voor deze locaties een goede inschatting van de te verwachten bodemkwaliteit worden gemaakt.

Met de resultaten van dit onderzoek wordt inzichtelijk gemaakt of ernstige bodemverontreinigingen binnen het ruimtebeslag van het voorkeursalternatief worden verwacht en wordt inzicht verkregen in de algemene bodemkwaliteit. Voor specifieke werkzaamheden (zoals bijvoorbeeld de aanleg van damwanden, duikers, wegen, kabels en leidingen), het vaststellen van de bodemkwaliteit ter plaatse van wegen en wegbermen, de aanvraag van vergunningen, grondverzet (bepalen hergebruiksmogelijkheden en vaststellen veiligheidsmaatregelen) of verwerving van grond kan

¹ Opgemerkt wordt dat de norm voor vooronderzoek conform de NEN 5725 (landbodemonderzoek) sinds oktober 2017 is gewijzigd. Het reeds uitgevoerde vooronderzoek voldoet aan de norm voor vooronderzoek bodem NEN 5725 (2009). Een vooronderzoek, dat uitgevoerd is voorafgaand aan de wijziging van de regelgeving (voorjaar 2018), behoudt zijn geldigheid en kan na die tijd gebruikt blijven worden (zoals vermeld op www.bodemplus.nl).



aanvullend onderzoek noodzakelijk zijn. Dit maakt vooralsnog geen onderdeel uit van de huidige scope van het onderzoek.

De interpretatie van de onderzoeksresultaten heeft plaatsgevonden aan de hand van de 'Circulaire bodemsanering per 1 juli 2013' [ref. 8] en het Besluit bodemkwaliteit en de bijbehorende Regeling [ref. 9 en ref. 10].

1.4 Kwaliteitsborging

Het project is uitgevoerd volgens het kwaliteitssysteem van Witteveen+Bos en Arcadis Nederland B.V. die gecertificeerd zijn conform ISO 9001. Witteveen+Bos en Arcadis Nederland B.V. voldoen aan de veiligheidsmanagementnorm VCA**. Tevens is het veldonderzoek uitgevoerd onder het BRL SIKB 2000 procescertificaat van Sialtech B.V.

1.5 Leeswijzer

Dit rapport is opgebouwd uit de volgende hoofdstukken:

- resultaten vooronderzoek (hoofdstuk 2);
- veldonderzoek (hoofdstuk 3);
- chemisch onderzoek (hoofdstuk 4);
- bespreking resultaten (hoofdstuk 5);
- conclusies en aanbevelingen (hoofdstuk 6).



2 Vooronderzoek

2.1 Algemeen

Voorafgaand aan het uitvoeren van een verkennend bodemonderzoek conform de NEN 5740 [ref. 1] dient een vooronderzoek conform de NEN 5725 [ref. 4] uitgevoerd te worden.

Met een vooronderzoek wordt relevante informatie over de onderzoekslocatie en eventueel de beïnvloeding vanuit de directe omgeving verzameld, geanalyseerd en geïnterpreteerd. De te verzamelen informatie is afhankelijk van de aanleiding en het doel van het vooronderzoek en heeft betrekking op locatiegegevens, bodemopbouw, geohydrologie, te verwachten bodemkwaliteit en potentieel bodembedreigende activiteiten op de vooronderzoekslocatie.

Voor de diverse alternatieven van de dijktrajecten binnen het HWBP Noordelijke Maasvallei is reeds het vooronderzoek 'Bureauonderzoek (water)bodemkwaliteit' conform de NEN 5725 en de NEN 5717 (niet van toepassing bij dijktraject Belfeld) uitgevoerd [ref. 6]. In het vooronderzoek is informatie opgenomen over alle alternatieven ter plaatse van de dijktrajecten, waarvan de resultaten op kaarten zijn weergegeven (zie bijlage 4 voor de kaart van het dijktraject Belfeld).

Voorafgaand aan het verkennend bodemonderzoek is de informatie uit het vooronderzoek voor het gekozen voorkeursalternatief samengevat en indien noodzakelijk aangevuld (paragraaf 2.3).

Daarnaast is een algemene terreininspectie uitgevoerd (paragraaf 2.4). Vervolgens zijn - op basis van de beschikbare informatie over de bodemkwaliteit - de onderzoekshypothesen en -strategieën voor het verkennend bodemonderzoek bepaald (zie paragraaf 2.7).

2.2 Beschrijving voorkeursalternatief en bijbehorende bodemingrepen

De ligging van het ruimtebeslag van het gekozen voorkeursalternatief (o.b.v. het technische ontwerpen versie 1, zeef 2, d.d. augustus 2017) voor het dijktraject Belfeld is weergegeven op de kaart 'Regionale situatie' (bijlage 3). Het voorkeursalternatief is samengesteld uit meerdere alternatieven. Het ontwerp - en daarmee de ingrepen in de bodem - variëren per alternatief (en tevens meerdere varianten per alternatief). Een overzicht van de alternatieven binnen het voorkeursalternatief en de geplande bodemingrepen is opgenomen in tabel 2.1 (de ligging is weergegeven in bijlage 3). Per alternatief kunnen ingrepen aan het dijklichaam (ruimtebeslag dijklichaam) plaatsvinden en/of piping-maatregelen worden gerealiseerd (ruimtebeslag pipingmaatregel). Aanpassingen aan dijklichaam bestaan uit het ingrepen aan het bestaande dijklichaam of het realiseren van een nieuw dijklichaam.



Tabel 2.1. Voorkeursalternatief per deeltraject - dijktraject Belfeld

Voorkeursalternatief	Beschrijving ontwerp
1C	Verlegging van de dijk om de kern Belfeld Bij dit alternatief wordt een nieuw tracé ten zuiden van de kern van Belfeld aangebracht. De provinciale weg wordt onderdeel van de waterkering omdat deze moet aansluiten op de hoge grond. Hierdoor moet de provinciale weg eveneens keren tot HBN en wordt ter plaatse met circa 1,4 m verhoogd.
3A	Huidige dijk versterken Het bestaande tracé wordt vanaf de Maas, noordelijk van perceel Rijksweg Noord 1 en 1A, naar de hoge grond ten oosten van Rijksweg Noord doorgetrokken. Het buitentalud wordt vanaf het maaiveld voorzien van een circa 1,0 m dikke kleilaag met 0,3 m dikke leeflaag. De provinciale weg wordt onderdeel van de waterkering en wordt ter plaatse met circa 1,6 m verhoogd.

Bij ingrepen in het dijklichaam of het realiseren van een nieuwe dijklichaam zal de top laag (dijkbekleding/maaiveld) worden verwijderd en na ophoging worden teruggeplaatst. Ingrepen in de bodem vinden plaats tot maximaal 1,0 m-mv. Bij deellocaties ter plaatse van de dijklichamen wordt daarom een onderzoeksdiepte van 1,0 m-mv aangehouden. Hierbij is aangenomen dat bestaande dijken, die hun waterbeschermende functie verliezen, niet worden verwijderd.

Ter plaatse van de pipingmaatregelen kan voorlandverbetering worden toegepast of wordt een pipingberm aangebracht. Bij het aanbrengen van een pipingberm wordt eveneens de top laag verwijderd en na ophoging teruggeplaatst. Ook bij deellocaties ter plaatse van een pipingberm wordt een onderzoeksdiepte van 1,0 m-mv aangehouden. Bij voorlandverbetering wordt de bodem tot maximaal 2,0 m-mv afgegraven en aangevuld met geschikte grond. Onderzoek zal plaatsvinden tot 2,0 m-mv.

Per deellocatie zullen enkele boringen tot 0,5 m onder de ontgravingsdiepte worden doorgezet.

2.3 Resultaten Bureau studie (water)bodemonderzoek

Het eerder uitgevoerde vooronderzoek [ref. 6] is opgesteld ten behoeve van de verkenningsfase en richt zich op alle mogelijke alternatieven. In onderstaande paragrafen is de belangrijkste informatie die betrekking heeft op het gekozen voorkeursalternatief samengevat. De alternatieven ter plaatse van het dijktraject Belfeld zijn allen opgenomen in het vooronderzoek, aanvullende informatie is niet opgevraagd.

2.3.1 Diffuse bodemkwaliteit

Het dijktraject is gelegen in de gemeente Venlo waarvoor een bodemkwaliteitskaart (Bodemkwaliteitskaart en bodemfunctieclassenkaart gemeente Venlo 2016-2021; d.d. 25-01-2016) is opgesteld. Op de ontgravings-/bodemkwaliteitskaart is aangegeven dat het dijktraject - binnen de zonering van de bodemkwaliteitskaart (niet zijnde beheersgebied Rijkswaterstaat, verdachte locaties, rijks-, provinciale en spoorwegen inclusief bermen) - in de zone met bodemkwaliteitsklasse AW 2000 is gelegen (boven- en ondergrond).



2.3.2 Verdachte en/of verontreinigde deellocaties

Uit het vooronderzoek komen diverse deellocaties naar voren waarbij ter plaatse van of direct nabij het voorkeursalternatief van het dijktraject Belfeld matige tot sterke verontreinigingen (gehalten > 0,5 interventiewaarde) zijn geconstateerd of waarvan het zeer aannemelijk is dat deze aanwezig zijn. Ook zijn ter plaatse van of direct nabij het voorkeursalternatief verdachte bedrijfsactiviteiten aanwezig (geweest), die mogelijk ernstige verontreinigingen hebben veroorzaakt en waarbij de locatie niet in voldoende mate is onderzocht. Locaties waar bodemverontreinigingen zijn geconstateerd of waarbij het zeer aannemelijk is dat bodemverontreinigingen aanwezig zijn, zijn opgenomen in tabel 2.2. Locaties waar met eerder uitgevoerd onderzoek is aangetoond dat er maximaal licht verhoogde gehalten zijn gemeten, worden als voldoende onderzocht beschouwd en zijn niet opgenomen in de tabel. De informatie in de tabel betreft daarmee een selectie van de locaties die zijn opgenomen in het vooronderzoek.

Tabel 2.2 Resultaten bureaustudie (water)bodem - verdachte en/of verontreinigde locaties Belfeld

Locatienaam	Adres (locatie ID)	Beoordeling informatie	Conclusie
Rijksweg Zuid	Rijksweg Zuid 4, 6, 10 en 12 (diverse)	Aan de Rijksweg Zuid zijn diverse glastuinbouw bedrijven en opslag van bestrijdingsmiddelen aanwezig (geweest).	De activiteiten grenzen aan de onderzoekslocatie. Het is niet uit te sluiten dat verhoogde gehalten aan bestrijdingsmiddelen aanwezig zijn.

Naast de informatie die specifiek op de dijktrajecten van toepassing is, dient in het algemeen rekening te worden gehouden met het voorkomen van verhoogde gehalten aan zware metalen in het grondwater (met name matig tot sterk verhoogde gehalten aan nikkel en zink). De verhoogde gehalten kunnen regionaal voorkomen en betreffen natuurlijk verhoogde achtergrondwaarden. Verhoogde gehalten aan zware metalen kunnen eveneens in het overstromingsgebied/uiteerwaarden van de Maas voorkomen. Door het historisch gebruik is in het verleden slib afgezet dat van mindere kwaliteit is. Ter plaatse van akkerlanden / boomgaarden dient rekening te worden gehouden met het voorkomen van verhoogde gehalten aan bestrijdingsmiddelen in de bodem.

2.4 Resultaten algemene terreininspectie

De informatie uit het vooronderzoek is tijdens een terreininspectie in het veld geverifieerd en aangevuld. Bij de terreininspectie is informatie verzameld over mogelijke bodembedreigende activiteiten, de verhardingssituatie (asfalt, beton, klinkers, onverhard) en de toegankelijkheid van de onderzoeksgebieden. Een fotoreportage met overzichtskaart is opgenomen in bijlage 5. De resultaten van de terreininspectie zijn gebruikt voor het bepalen van de onderzoekstrategieën en -hypothesen en de voorbereiding van de uitvoering van het veldwerk (toegankelijkheid en terreinverharding/gebruik (machinaal) boomateriaal).

Bij de algemene terreininspectie zijn enkele locaties aangemerkt als mogelijk verdacht ten aanzien van het voorkomen van bodemverontreinigingen. De locaties zijn opgenomen in onderstaande tabel. Op de onderzochte deellocaties is voorafgaand aan de veldwerkzaamheden een uitgebreidere



locatie-inspectie uitgevoerd. De resultaten van de locatie-inspecties voorafgaand aan de veldwerkzaamheden zijn opgenomen in paragraaf 3.3.1

Tabel 2.3. Waarnemingen terreininspectie Belfeld

Foto's (zie bijlage 5)	Locatienaam	Beoordeling informatie	Conclusie
33-34	Rijksweg Zuid	De locatie ten zuiden van de kern Belfeld ligt op een akker. Er zijn verder geen bodembedreigende activiteiten waargenomen.	Er is geen aanleiding tot aanvullend onderzoek. De locatie wordt reeds onderzocht n.a.v. het HO, waarbij naast analyse op bestrijdingsmiddelen ook op het standaard analysepakket wordt geanalyseerd.
35-38	Rijksweg Noord	De locatie ten noorden van Belfeld grenst aan een opslagterrein. Er zijn verder geen bodembedreigende activiteiten waargenomen.	Er is aanleiding tot aanvullend onderzoek op basis van de locatie-inspectie. Hierbij zal op het standaard analysepakket worden geanalyseerd.

Tijdens het vaststellen van de onderzoekslocaties is een locatie (deellocatie 02) vervallen, naar aanleiding van de afstand tot bodembedreigende activiteiten (opslag bestrijdingsmiddelen op > 25 m afstand).

2.5 Financieel-juridische situatie

In dit bodemonderzoek is geen specifieke informatie over de eigendomssituatie van de onderzochte kadastrale percelen opgenomen. In de huidige fase van het onderzoek wordt deze informatie niet van belang geacht voor het doel van het onderzoek. Het onderzoek is uitgevoerd op een diverse kadastrale percelen die in eigendom zijn van particulieren, overheidsorganisaties, bedrijven en stichtingen. Informatie over de financieel-juridische situatie wordt in een latere fase uitgewerkt en in een separaat onderzoek opgenomen.

2.6 Archeologie en niet gesprongen explosieven

Binnen het ruimtebeslag van het voorkeursalternatief kunnen archeologische waarden en conventionele explosieven aanwezig zijn. Archeologisch onderzoek en onderzoek naar niet gesprongen explosieven zijn separaat uitgevoerd en gerapporteerd.

De resultaten van het historisch vooronderzoek explosieven tonen aan dat binnen het gehele ruimtebeslag van het voorkeursalternatief niet gesprongen explosieven aanwezig kunnen zijn. Voorafgaand aan de uitvoering van het veldwerk zijn alle de boorlocaties en peilbuizen vrijgegeven ten aanzien van het voorkomen van niet gesprongen explosieven.

2.7 Onderzoekshypotheses en -strategieën

Op basis van het vooronderzoek en de terreininspectie zijn de onderzoeksstrategieën en -hypotheses voor het verkennend bodemonderzoek ter plaatse van de onderscheidde deellocaties



opgesteld. De onderscheidde deellocaties zijn weergegeven op de kaart in bijlage 6. Bij het vaststellen van de onderzoeksstrategieën en -hypothesen is onderscheid gemaakt tussen het beheergebied van landbodem (bevoegd gezag: gemeentes en provincie) en waterbodem (waterkwaliteitsbeheerder: Rijkswaterstaat). Dit omdat, naast de verschillen in bevoegd gezag, voor onderzoek op landbodem en waterbodem verschillende normen van toepassing zijn. Voor dit dijktraject zijn echter geen ingrepen in de waterbodem voorzien en zal alleen landbodemonderzoek plaatsvinden.

2.7.1 Vaststellen onderzoeksstrategieën en -hypothesen landbodem

Het onderzoek op de landbodem richt zich op locaties die op basis van het vooronderzoek en de terreininspectie verdacht zijn op het voorkomen van bodemverontreiniging. Hierbij is gebruik gemaakt van de onderzoeksstrategieën zoals opgenomen in de NEN 5740.

Onderzoek onverdachte locaties

Voor de onverdachte gebieden is in principe de bodemkwaliteitskaart van toepassing. Op deze locaties is geen onderzoek uitgevoerd omdat de bodemkwaliteitskaart bruikbaar is voor vaststellen van de verwachte bodemkwaliteit (bodemkwaliteitsklasse AW 2000, Wonen of Industrie).

Onderzoek verdachte locaties

Op de verdachte locaties is onderzoek uitgevoerd conform de NEN 5740. De strategie 'verdachte locatie, heterogene verontreiniging' (VED-HE-NL) uit de NEN 5740 is de meest gehanteerde onderzoeksstrategie. Het doel van het verkennend bodemonderzoek is het bepalen van de aard van de heterogeen verdeelde verontreinigende stof op schaal van monsterneming. Tevens wordt vastgesteld of de concentraties van de vermoede verontreinigende stof in de grond en het freatische grondwater boven respectievelijk de achtergrondwaarde en de streefwaarde worden aangetroffen. De hoeveelheden boringen en chemische analyses zijn bepaald op basis van deze strategie.

Dijken

Vooralsnog is aangenomen dat de dijken onverdacht zijn ten aanzien van het voorkomen van bodemverontreinigingen. Een deel van de dijken (niet nabij het dijktraject Belfeld) ligt echter in het beheersgebied waterbodem en maken deel uit van de onderzochte deellocaties. Op basis van deze onderzochte deellocaties kan inzicht worden verkregen in de bodemkwaliteit ter plaatse van de dijken en kan worden beoordeeld of de bodemkwaliteit een afwijkend beeld vertoont ten opzichte van overige onderzochte waterbodem. Bij een afwijkende (slechtere) bodemkwaliteit dient de aanname, dat dijken onverdacht zijn ten aanzien van bodemverontreinigingen, te worden herzien.

Boerderijen en bedrijven

Indien bedrijven en boerderijen binnen het ruimtebeslag van het voorkeursalternatief zijn gelegen, vindt hier vooralsnog geen onderzoek plaats. Veelal worden deze locaties als verdacht ten aanzien van bodemverontreinigingen aangemerkt. Uitgangspunt is dat geen grootschalige werkzaamheden in de bodem nabij bedrijven en boerderijen zullen plaatsvinden. Op boerderijen en bedrijfsterreinen wordt daarom vooralsnog geen onderzoek uitgevoerd, indien geen nadrukkelijke aanwijzingen zijn (naar aanleiding van het vooronderzoek) dat mogelijk verontreinigingen aanwezig zijn. Indien werkzaamheden ter plaatse van boerderijen en bedrijfsterreinen gepland zijn, wordt aanbevolen onderzoek te doen wanneer de specifieke werkzaamheden bekend zijn. Hiermee wordt de onderzoeksinspanning en daarmee de overlast voor omwonenden beperkt.



HWBP Noordelijke Maasvallei

Tabel 2.4 Onderzoeksopzet Belfeld

Deellocatie	Aanleiding	Norm (NEN)	Strategie	Oppervlak (m ²)	Aantal boringen	Aantal peilbuizen	Aantal analyses	Opmerkingen
01 Rijksweg Zuid	Vooronderzoek	5740	VED-HE-NL	6720	15 boringen 0,5 m-mv 3 boringen 2,5 m-mv	1 freatisch	3x STP GR, 3x OCB/PCB GR, 1x STP GW	-
02 -	-	-	-	-	-	-	-	Vervallen - na beoordeling van de ligging van de verdachte bodembedreigende activiteiten blijken deze op >25 m afstand te liggen.
03 Rijksweg Noord	Terreininspectie	5740	VED-HE-NL	625	5 boringen 0,5 m-mv 1 boring 2,5 m-mv	1 freatisch	3x STP GR 1x STP GW	Er is één extra mengmonster ingezet vanwege het aantreffen van een afwijkende bodemlaag

Toelichting tabel:

STP GR	standaard analysepakket grond;
OCB/PCB GR	OCB/PCB (bestrijdingsmiddelen) in grond;
STP GW	standaard analysepakket grondwater;



3 Veldonderzoek

3.1 Algemeen

Op basis van de resultaten van het vooronderzoek zijn, conform de NEN 5740, de onderzoekshypotheses en -strategie uitgewerkt, die zijn opgenomen in paragraaf 2.7, tabel 2.4.

Het veldonderzoek is uitgevoerd door Sialtech B.V. De werkzaamheden zijn uitgevoerd volgens de in bijlage 1 genoemde protocollen en erkenningen. Tevens zijn hierin de data van uitvoering en geregistreerde medewerkers van Sialtech B.V. opgenomen.

3.2 Uitgevoerd onderzoek

Voorafgaand aan de uitvoering van het veldonderzoek is bij het Kadaster een graafmelding verzorgd om de ligging van (publieke) kabels en leidingen te inventariseren. Daarnaast zijn alle boorpunten en peilbuizen voorafgaand aan de uitvoering vrijgegeven ten aanzien van het voorkomen van niet gesprongen explosieven. Voor de werkzaamheden is een V&G-plan opgesteld. De veldwerkzaamheden zijn uitgevoerd volgens de in het V&G-plan beschreven veiligheidsmaatregelen.

In november en december 2017 (zie bijlage 1) zijn de werkzaamheden uitgevoerd volgens de in tabel 2.4 opgenomen onderzoeksopzet. Wijzigingen ten opzichte van de onderzoeksopzet zijn opgenomen in onderstaande tabel 3.1.

Tabel 3.1. Wijzigingen onderzoeksopzet

Deellocatie	wijziging
03	Er is één extra mengmonster ingezet t.b.v. een aangetroffen afwijkende bodemlaag (menggranulaat).

Naast de in tabel 2.4 genoemde onderzoeksopzet zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- het uitvoeren van een terreininspectie per de deellocatie;
- monsterneming van grond; in principe is per halve meter een geroerd grondmonster genomen. Afwijkende bodemlagen zijn apart bemonsterd;
- zintuiglijk onderzoek en karakterisering van grond en grondwater;
- beschrijving van de boorprofielen conform NEN 5104;
- inmeten van de boringen en peilbuizen;
- spoelen van de peilbuizen direct na plaatsing.

Bij het uitvoeren van de boringen is aanvullend gebruik gemaakt van de olie detectiepan methode. Bij deze methode wordt grond in water gebracht. Indien op het water een verkleuring of film wordt waargenomen, kan dit een indicatie zijn van de aanwezigheid van olie in de grond. Mede op basis van deze aanvullende waarnemingen heeft de monsterselectie voor het chemisch analytisch onderzoek plaatsgevonden.



Minimaal 7 dagen na plaatsing van de peilbuizen is het grondwater afgepompt en bemonsterd. Tijdens de bemonstering zijn de grondwaterstand, de zuurgraad (pH), het elektrisch geleidend vermogen (EC) en de troebelheid (NTU) gemeten.

De locaties van de boringen en peilbuizen zijn per deellocatie opgenomen in de situatietekening in bijlage 10. De boorprofielen zijn opgenomen in bijlage 7. In hoofdstuk 4 is een overzicht opgenomen met het chemisch onderzoek en de toetsingsresultaten.

Tijdens de uitvoering van het veldwerk zijn geen wijzigingen ten opzichte van de geldende normen opgetreden.

3.3 Resultaten veldonderzoek

3.3.1 Locatie-inspecties deellocaties

Voorafgaand aan de uitvoering van het veldwerk is een locatie-inspectie per deellocatie uitgevoerd. Tijdens de uitgevoerde locatie-inspecties ter plaatse van en in de directe omgeving van de onderzoekslocaties zijn een half-verhard pad (menggranulaat) en een aangrenzend opslagterrein bij deellocatie 03 waargenomen die mogelijk bodemverontreinigingen kunnen veroorzaken. Verder zijn geen waarnemingen gedaan die duiden op een mogelijke bodemverontreiniging. Aan het maaiveld (grasland en akker) zijn geen asbestverdachte (plaat)materialen waargenomen.

3.3.2 Waarnemingen grond

De bodem bestaat over het algemeen vanaf het maaiveld tot de maximale boordiepte van 4,1 m-mv uit zeer fijn tot matig fijn zand (sterk siltig). Vanaf 2,5 m-mv zijn ook sporen grind aangetroffen.

Ter plaatse van deellocatie 01 een afwijkende bodemopbouw aangetroffen ter hoogte van boring 19. In de ondergrond is van 1,2 tot 1,5 m-mv een sterk zandige kleilaag aangetroffen. Deze laag is ook aangetroffen ter plaatse van deellocatie 03, boring 4. De laag is hier aangetroffen tussen 0,5 en 1,5 m-mv.

De bij de boringen vrijkomende grond is in het veld onderzocht op (zintuiglijk) waarneembare kenmerken. In de boorprofielen (bijlage 7) zijn deze waarnemingen per boring weergegeven.

Ter hoogte van boring 4 en 5 bij deellocatie 03 is menggranulaat aangetroffen in de eerste 30 cm van de bodem. Het menggranulaat bestaat uit scherven dakpan en brokken baksteen waarin visueel geen asbestverdacht materiaal is aangetroffen. Het aangetroffen materiaal (dakpannen en bakstenen) is niet te relateren aan voormalige kassencomplexen (asbestverdacht) die mogelijk in de omgeving aanwezig zijn geweest. De deellocatie is op basis van het vooronderzoek en de veldwaarnemingen niet als asbestverdacht aangemerkt.

In tabel 3.2 zijn de waarnemingen die kunnen wijzen op bodemverontreiniging samengevat.



Tabel 3.2. Zintuiglijk waargenomen afwijkingen grond

Boring	Traject (m-mv)	Grondsoort	Zintuiglijke waarneming
Deellocatie 03 - Rijksweg Noord			
4	0,00 - 0,30	half-verharding	Meer dan 50% bodemvreemd materiaal (menggranulaat).
5	0,00 - 0,30	half-verharding	Meer dan 50% bodemvreemd materiaal (menggranulaat).

3.3.3 Waarnemingen grondwater

Tijdens de boorwerkzaamheden is de grondwaterspiegel tussen de circa 2,6 en 2,7 m-mv aangetroffen. Ter hoogte van deellocatie 01, boring 19, is de grondwaterspiegel direct onder de kleilaag (1,6 m-mv) aangetroffen.

In tabel 3.3 zijn de resultaten van de grondwaterbemonstering opgenomen.

Tabel 3.3. Waarnemingen grondwater

Peilbuis	Filterstelling (m-mv)	Grondwaterstand (cm)	Zuurgraad (pH)	Elektrisch geleidingsvermogen (EC; $\mu\text{S}/\text{cm}$)	Troebelheid (NTU)
Deellocatie 01 - Rijksweg Zuid					
11	3,20 - 4,20	272	6,73	564	37,4
Deellocatie 03 - Rijksweg Noord					
4	3,10 - 4,10	269	6,69	549	27,2

In het grondwater zijn zintuiglijk geen afwijkingen waargenomen. De in situ gemeten elektrische geleidbaarheid (EC) en zuurgraad (pH) van het grondwater wijkt niet af van wat op basis van grondsoort en ligging van de locatie verwacht mag worden.

De gemeten troebelheid van het grondwater is in beide peilbuizen verhoogd ten opzichte van wat de norm (NEN 5744; 10 NTU) voorschrijft. Een verhoogde troebelheid kan mogelijk resulteren in een overschatting van de gemeten gehalten aan organische parameters. Er zijn geen verhoogde gehalten aan organische parameters in het grondwater gemeten, daarom wordt aangenomen dat de verhoogde troebelheid geen gevolgen heeft voor de conclusies en aanbevelingen in dit rapport.

Asbest algemeen

Onderzoek naar asbest in de bodem maakt geen onderdeel uit van dit verkennend milieukundig onderzoek. Op basis van de veldwaarnemingen en in combinatie het vooronderzoek wordt het aangetroffen menggranulaat (dakpannen en baksteen) bij deellocatie 03 als niet asbestverdacht beschouwd.



4 Chemisch onderzoek

4.1 Uitgevoerd chemisch onderzoek

De chemische analyses zijn uitgevoerd door Eurofins Analytico B.V. te Barneveld. De werkzaamheden zijn uitgevoerd volgens de in bijlage 1 genoemde kwaliteitsprotocollen en erkenningen.

Voor het bepalen van de bodemkwaliteit is onder meer gebruik gemaakt van de in tabel 4.1 vermelde NEN 5740 standaard analysepakketten. Daarnaast zijn aanvullende analyses uitgevoerd zoals opgenomen in het analyseprogramma (tabel 4.2).

Tabel 4.1. Analysepakket chemisch onderzoek

Stofnaam/parameter	Analysepakket NEN 5740	
	grond	grondwater
droge stof	+	-
organisch stofgehalte/lutum (< 2 µm)	+	-
metalen (Ba, Cd, Co, Cu, Hg, Pb, Mo, Ni, Zn)	+	+
polychloorbifynilen (PCB) ²	+	-
polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) ³	+	-
vluchtige aromatische koolwaterstoffen ⁴	-	+
minerale olie (GC; C10-C40)	+	+

Toelichting tabel: + behoort tot analysepakket;
- behoort niet tot analysepakket.

In tabel 4.2 (grond) en 4.3 (grondwater) zijn de uitgevoerde chemische analyses, inclusief een beknopte motivatie/toelichting, gegeven. De grond(meng)monsters zijn geselecteerd op basis van de verdeling over de locatie, de diepte, de grondsoort, de antropogene en/of zintuiglijk waargenomen bijmengingen en de beoogde representativiteit.

² PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 en 180.

³ Antracene, benzo(a)antracene, benzo(k)fluoranteen, benzo(a)pyreen, chryseen, fenantreen, indeno(1,2,3-cd)pyreen, naftaleen en benzo(ghi)peryleen.

⁴ Benzeen, toluen, ethylbenzeen, som-xylenen (som o, m, p), styreen en naftaleen.



Tabel 4.2. Analyseprogramma grond

Monster	Deelmonsters	Traject (m-mv)	Analyse	Motivatatie toelichting
Deellocatie 01 - Rijksweg Zuid				
MM01	01 (0,00 - 0,50) 03 (0,00 - 0,50) 04 (0,00 - 0,50) 06 (0,00 - 0,50)	0,00 - 0,50	NEN 5740, OCB	Bepaling milieuhygiënische kwaliteit bovengrond (zand) ter plaatse van een locatie waar in de directe omgeving opslag en toepassing van bestrijdingsmiddelen heeft plaatsgevonden.
MM02	09 (0,00 - 0,50) 10 (0,00 - 0,50) 11 (0,00 - 0,50) 15 (0,00 - 0,50)	0,00 - 0,50	NEN 5740, OCB	Bepaling milieuhygiënische kwaliteit bovengrond (zand) ter plaatse van een locatie waar in de directe omgeving opslag en toepassing van bestrijdingsmiddelen heeft plaatsgevonden.
MM03	13 (0,00 - 0,50) 16 (0,00 - 0,50) 17 (0,00 - 0,50) 18 (0,00 - 0,50)	0,00 - 0,50	NEN 5740, OCB	Bepaling milieuhygiënische kwaliteit bovengrond (zand) ter plaatse van een locatie waar in de directe omgeving opslag en toepassing van bestrijdingsmiddelen heeft plaatsgevonden.
Deellocatie 03 - Rijksweg Noord				
MM01	04 (0,00 - 0,30) 05 (0,00 - 0,30)	0,00 - 0,30	NEN 5740	Bepaling milieuhygiënische kwaliteit menggranulaat.
MM02	01 (0,00 - 0,50) 02 (0,00 - 0,50) 03 (0,00 - 0,50)	0,00 - 0,50	NEN 5740	Bepaling milieuhygiënische kwaliteit bovengrond (zand) ter plaatse van een locatie grenzend aan opslagterrein
MM03	06 (0,00 - 0,50) 07 (0,00 - 0,50)	0,00 - 0,50	NEN 5740	Bepaling milieuhygiënische kwaliteit bovengrond ter plaatse van een locatie grenzend aan een opslagterrein
MM04	04 (0,50 - 1,00) 04 (1,00 - 1,50)	0,50 - 1,50	NEN 5740	Bepaling milieuhygiënische kwaliteit ondergrond (klei) ter plaatse van een locatie grenzend aan een opslagterrein .

Tabel 4.3. Analyseprogramma grondwater

Peilbuis	Filterstelling (m-mv)	Analyse	Motivatatie/toelichting
Deellocatie 01 - Rijksweg Zuid			
11	3,20 - 4,20	NEN 5740	Bepaling milieuhygiënische kwaliteit grondwater ter plaatse van een locatie waar in de directe omgeving opslag en toepassing van bestrijdingsmiddelen heeft plaatsgevonden.
Deellocatie 03 - Rijksweg Noord			
4	3,10 - 4,10	NEN 5740	Bepaling milieuhygiënische kwaliteit grondwater ter plaatse van een locatie grenzend aan opslagterrein



4.2 Toetsingskader

De resultaten van het bodemonderzoek conform NEN 5740 worden getoetst aan de 'Circulaire bodemsanering per 1 juli 2013' [ref. 8] (bodem) en de Regeling [ref. 10], behorende bij het Besluit bodemkwaliteit [ref. 9] (bodem en waterbodem). Voor waterbodem is dit onderzoek een geldig bewijsmiddel onder het Besluit bodemkwaliteit.

Voor een toelichting op de gehanteerde toetsingskaders wordt verwezen naar bijlage 2.

4.3 Toetsingsresultaten

De toetsing heeft plaatsgevonden met BoToVa gevalideerde software. Dit is hét uniforme digitale toetsingsprogramma voor de vertaling van de meest actuele toetsregels en normen uit de Wet bodembescherming, het Besluit bodemkwaliteit en de Circulaire Bodemsanering.

De toetsingstabellen zijn opgenomen in bijlage 9. Bij de toetsingstabellen van de bodem zijn de analyseresultaten, het geanalyseerde en gestandaardiseerde gehalte c.q. gehanteerde lutum- en humusgehalte en de overschrijdingen ten opzichte van het toetsingskader opgenomen.

In bijlage 8 zijn de analysecertificaten opgenomen.



5 Bespreking resultaten

5.1 Bodem

5.1.1 Grond

In tabel 5.1 zijn de toetsingsresultaten grond samengevat. Deze resultaten zijn tevens visueel weergegeven op de kaarten in bijlage 11 en 12.

Tabel 5.1. Samenvatting toetsingsresultaten grond

Monster	Deelmonsters	Traject (m-mv)	>Achtergrondwaarde (index) ¹	> Interventiewaarde (index)	Klasse Bkk (indicatief) ²
Deellocatie 01 - Rijksweg Zuid					
MM01	01 (0,00 - 0,50) 03 (0,00 - 0,50) 04 (0,00 - 0,50) 06 (0,00 - 0,50)	0,00 - 0,50	-	-	Altijd toepasbaar
MM02	09 (0,00 - 0,50) 10 (0,00 - 0,50) 11 (0,00 - 0,50) 15 (0,00 - 0,50)	0,00 - 0,50	-	-	Altijd toepasbaar
MM03	13 (0,00 - 0,50) 16 (0,00 - 0,50) 17 (0,00 - 0,50) 18 (0,00 - 0,50)	0,00 - 0,50	PAK (0,01)	-	Altijd toepasbaar
Deellocatie 03 - Rijksweg Noord					
MM01	04 (0,00 - 0,30) 05 (0,00 - 0,30)	0,00 - 0,30	PAK (0,01) ³ PCB som 7 (0,03) minerale olie C10-C40 (0,01)	-	Hergebruik mogelijk
MM02	01 (0,00 - 0,50) 02 (0,00 - 0,50) 03 (0,00 - 0,50)	0,00 - 0,50	-	-	Altijd toepasbaar
MM03	06 (0,00 - 0,50) 07 (0,00 - 0,50)	0,00 - 0,50	Cadmium (0,00)	-	Altijd toepasbaar
MM04	04 (0,50 - 1,00) 04 (1,00 - 1,50)	0,50 - 1,50	Kobalt (0,03)	-	Altijd toepasbaar

Toelichting:

- geen verhoogd gehalte/niet van toepassing;

¹ Voor de berekening achter het index-getal, wordt verwezen naar bijlage II.

² om een uitspraak te doen over mogelijk hergebruik op de locatie of elders, wordt het volledige standaardpakket NEN 5740 beoordeeld.

³ betreft een half-verhardingslaag met >50% puin waardoor deze laag geen bodem betreft en niet aan de Wbb getoetst kan worden. Hergebruik als niet vorm-gegeven bouwstof is naar verwachting mogelijk.



Deellocatie 01

Uit de analyseresultaten blijkt dat in de bovengrond (0,00-0,50 m-mv) ter plaatse van deellocatie 01 licht verhoogde gehalten aan PAK zijn gemeten. Op basis van (indicatieve) toetsing aan het besluit bodemkwaliteit is de bodem altijd toepasbaar.

Deellocatie 03

Uit de analyseresultaten blijkt dat in de boven- en ondergrond ter plaatse van deellocatie 03 geen tot maximaal (zeer) licht verhoogde gehalten aan enkele zware metalen zijn gemeten. Op basis van (indicatieve) toetsing aan het besluit bodemkwaliteit is de bodem altijd toepasbaar.

Het menggranulaat ter plaatse van boringen 4 en 5 zou op basis van de *indicatieve* toetsing aan de maximale samenstellingswaarden voor organische parameters voor niet vorm-gegeven bouwstoffen, mogelijk voor hergebruikmogelijkheden in aanmerking komen.

Volledigheidshalve wordt opgemerkt dat de maximale emissiewaarden voor anorganische parameters alleen getoetst kunnen worden nadat uitloogonderzoek heeft plaatsgevonden, wat vanwege het indicatieve karakter van het onderzoek niet heeft plaatsgevonden.

5.1.2 Grondwater

In tabel 5.2 zijn de toetsingsresultaten van het grondwater samengevat. Deze resultaten zijn tevens visueel weergegeven op de kaarten in bijlage 11.

Tabel 4.3. Analyseprogramma grondwater

Peilbuis	Filterstelling (m-mv)	>Streefwaarde (index) ¹	>Interventiewaarde (index)
Deellocatie 01 - Rijksweg Zuid			
11 - 1 - 1	3,20 - 4,20	Barium (0,06)	-
Deellocatie 03 - Rijksweg Noord			
4 - 1 - 1	4.10 - 4,20	-	-

Toelichting:

- geen verhoogd gehalte;

(n) gehalte in µg/l.

¹ Voor de berekening achter het index-getal, wordt verwezen naar bijlage II.

Deellocatie 01

Uit de analyseresultaten blijkt dat het gemeten gehalte aan barium de streefwaarde overschrijdt. De streefwaarden van de overige onderzochte parameters worden niet overschreden.

Deellocatie 03

Uit de analyseresultaten blijkt dat er geen verhoogde gehalten aan onderzochte stoffen zijn gemeten.



5.2 Toetsing hypothesen en onderzoeksstrategieën

Ter plaatse van beide deellocaties is het bodemonderzoek conform de NEN 5740 uitgevoerd volgens de onderzoeksstrategie voor een 'diffuus belaste niet-lijnvormige locatie met heterogeen verdeelde verontreinigingen op schaal van monsterneming (VED-HE-NL).

De gehanteerde onderzoeksstrategieën zijn doelmatig gebleken voor het verkrijgen van een actueel beeld van de milieuhygiënische kwaliteit van de bodem binnen de grenzen van het onderzoeksgebied.



6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Algemeen

In opdracht van het Waterschap Limburg (WL) en in het kader van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) werken Arcadis Nederland B.V. en Witteveen+Bos binnen de projectorganisatie IngenieursBureau Maasvallei (IBM) aan de dijkversterkingen in de Noordelijke Maasvallei. In dit onderzoek zijn de resultaten van het verkennend bodemonderzoek voor het dijktraject te Belfeld opgenomen.

6.2 Aanleiding en doel

Aanleiding voor het onderzoek is de volgende fase van het project voor de dijktrajecten in tranche 1, waarin de haalbaarheid van het gekozen voorkeursalternatief verder wordt onderzocht. De resultaten dienen als input voor de uitwerking van de verschillende op te leveren producten van het project, in het kader van ruimtelijke procedures (MER, vergunningen, etc.), het integraal technisch ontwerpproces, het omgevingsmanagement en de contractering voor uitvoering en realisatie.

Het doel van het verkennend bodemonderzoek is meerledig, te weten:

- het (indicatief) vaststellen van de actuele milieuhygiënische kwaliteit van de landbodem (grond en grondwater) ter plaatse van het voorkeursalternatief;
- bepalen of de milieuhygiënische kwaliteit van bodem een belemmering vormt voor de voorgenomen werkzaamheden en hergebruik van de grond;
- het (indicatief) vaststellen van de hergebruiksmogelijkheden van de grond.

6.3 Samenvatting onderzoeksresultaten

6.3.1 Grond

In de bodem ter plaatse van deellocaties 01 en 03 zijn maximaal (zeer) licht verhoogde gehalten aan enkele zware metalen en PAK gemeten. Op basis van (indicatieve) toetsing aan het besluit bodemkwaliteit is de bodem altijd toepasbaar.

Ter plaatse van deellocatie 03 is een half-verhard pad (menggranulaat van baksteen en dakpan, het betreft geen bodem) aanwezig. Hergebruik als niet vorm-gegeven bouwstof kan mogelijk zijn. Volledigheidshalve wordt opgemerkt dat de maximale emissiewaarden voor anorganische parameters alleen getoetst kunnen worden nadat uitloogonderzoek heeft plaatsgevonden, wat vanwege het indicatieve karakter van het onderzoek niet heeft plaatsgevonden. Het menggranulaat is als niet asbestverdacht aangemerkt, analytisch onderzoek is echter niet uitgevoerd.



Algemene bodemkwaliteit ruimtebeslag voorkeursalternatief

Voor de algemene bodemkwaliteit binnen het ruimtebeslag van het voorkeursalternatief - niet zijnde uitgesloten locaties en reeds onderzochte locaties - is uitgegaan van de bodemkwaliteitskaarten van de gemeente Venlo. Op basis van de bodemkwaliteitskaart voldoet de bodem (boven- en ondergrond) binnen het ruimtebeslag van het voorkeursalternatief aan de bodemkwaliteitsklasse AW 2000.

6.3.2 Grondwater

In het grondwater ter plaatse van deellocatie 01 en 03 is maximaal een overschrijding van de streefwaarde van barium gemeten. De overige geanalyseerde parameters zijn niet verhoogd gemeten.

6.4 Conclusie bodemkwaliteit

Met de resultaten van dit onderzoek is een voldoende beeld verkregen van de actuele milieuhygiënische kwaliteit van de bodem ter plaatse van het dijktraject te Belfeld. Binnen het ruimtebeslag van het voorkeursalternatief worden geen ernstige bodemverontreinigingen verwacht.

Tevens worden op basis van de resultaten van het uitgevoerde onderzoek geen belemmering voor de voorgenomen werkzaamheden en/of hergebruik van grond verwacht. Binnen de onderzochte deellocaties komt de bodemkwaliteit overeen met de bodemkwaliteit zoals aangegeven op de bodemkwaliteitskaart van de gemeente Venlo. Grondverzet kan binnen de onderzochte deellocaties - met uitzondering van de half-verharding ter plaatse van deellocatie 03 - binnen gezoneerd gebied plaatsvinden op basis van voorliggend bodemonderzoek en de bodemkwaliteitskaart.

Grondverzet binnen het ruimtebeslag van het dijktraject ter plaatse van de niet onderzochte gebieden is mogelijk op basis van tijdelijke uitname.

6.5 Toetsing hypothesen en onderzoeksstrategieën

Op basis van het vooronderzoek is vooraf gesteld dat de bodem heterogeen verontreinigd zou zijn. Gezien de gemeten licht verhoogde gehalten in zowel grond als grondwater is deze hypothese juist gebleken.

Met het uitgevoerde veld- en chemisch onderzoek is wel voldaan aan de volgens de onderzoeksstrategie 'VED-HE-NL' uit de NEN 5740 benodigde hoeveelheid analyses. Er zijn geen noemenswaardige afwijkingen ten opzichte van deze normen opgetreden. De onderzoeksstrategie is doelmatig gebleken voor het vaststellen van de actuele milieuhygiënische kwaliteit van de bodem.

6.6 Aanbevelingen

6.6.1 Aanbevelingen nader onderzoek

Nader onderzoek wordt in deze fase niet noodzakelijk geacht.



6.6.2 Aanbevelingen algemeen

Het bodemonderzoek is uitgevoerd op basis van het voorkeursalternatief zoals vastgesteld in oktober 2017. Er is een selectie gemaakt van de locaties die het meest verdacht zijn ten aanzien van het voorkomen van bodemverontreinigingen, waar verontreinigingen binnen of direct nabij het dijktraject bekend zijn of deellocaties waarvan geen gegevens van de bodemkwaliteit bekend zijn.

Met de resultaten van dit onderzoek is inzichtelijk gemaakt of ernstige bodemverontreinigingen binnen het ruimtebeslag van het voorkeursalternatief worden verwacht en is inzicht verkregen in de algemene bodemkwaliteit. Voor specifieke werkzaamheden (zoals bijvoorbeeld de aanleg van damwanden, duikers, wegen, kabels en leidingen), het vaststellen van de bodemkwaliteit ter plaatse van wegen en wegbermen, de aanvraag van vergunningen, grondverzet (bepalen hergebruiksmogelijkheden elders), vaststellen veiligheidsmaatregelen of verwerving van grond kan aanvullend onderzoek noodzakelijk zijn. Geadviseerd wordt na vaststelling van het definitieve ontwerp te controleren of aanvullend onderzoek noodzakelijk is.

In algemene zin wordt opgemerkt dat (verkennend) bodemonderzoek te allen tijde een steekproef betreft. Aanbevolen wordt om bij grondwerkzaamheden alert te zijn op zintuiglijke afwijkingen.



REFERENTIES

- 1 NEN 5740+A1 – Bodem – Strategie voor het uitvoeren van verkennend bodemonderzoek - Onderzoek naar de milieuhygiënische kwaliteit van bodem en grond, Nederlands Normalisatie-instituut, Delft, april 2016.
- 2 NEN 5720 – Bodem – Waterbodem – Strategie voor het uitvoeren van verkennend onderzoek – Onderzoek naar de milieuhygiënische kwaliteit van waterbodem en baggerspecie, Nederlands Normalisatie-instituut, Delft, november 2009.
- 3 NEN 5707 - Bodem - Inspectie en monsterneming van asbest in bodem en partijen grond, Nederlands Normalisatie-Instituut, Delft, augustus 2015.
- 4 NEN 5725 – Bodem – Landbodem – Strategie voor het uitvoeren van vooronderzoek bij verkennend en nader onderzoek, Nederlands Normalisatie-instituut, Delft, januari 2009.
- 5 NEN 5717- Bodem - Waterbodem - Strategie voor het uitvoeren van vooronderzoek bij verkennend en nader onderzoek, Nederlands Normalisatie-instituut, Delft, november 2009.
- 6 Bureau studie (water)bodem kwaliteit - Deel 1: Gemeenten Beesel, Bergen, Leudal, Peel en Maas, Venlo en Maasgouw, Hoogwaterbeschermingsprogramma Noordelijke Maasvallei, kenmerk: CB.01.004-1.0-1, 11 december 2017.
- 7 PvA verkennend (water)bodemonderzoek, HWBP Noordelijke Maasvallei, kenmerk: CB.11.006-0.9, d.d. 02 november 2017.
- 8 Circulaire bodemsanering per 1 juli 2013, Staatscourant 2013, nr. 16675, 27 juni 2013.
- 9 Besluit van 22 november 2007, houdende regels inzake de kwaliteit van de bodem (Besluit bodemkwaliteit), Staatsblad, 3 december 2007, nr. 469.
- 10 Regeling van 13 december 2007, houdende regels voor de uitvoering van de kwaliteit van de bodem (Regeling bodemkwaliteit), nr. DJZ2007124397, Staatscourant, 20 december 2007, nr. 247.



BIJLAGE 1 KWALITEITSBORGING



Kwaliteitsborging

Het veldwerk is uitgevoerd door Sialtech B.V. Het veldwerk is uitgevoerd onder het BRL SIKB 2000 procescertificaat van Sialtech B.V. Het toepassingsgebied van genoemde certificering betreft:

- plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken van boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen conform VKB-protocol 2001;
- het nemen van grondwatermonsters conform VKB-protocol 2002;

De werkzaamheden zijn uitgevoerd op datum door bij Rijkswaterstaat Leefomgeving, in het kader van het Besluit bodemkwaliteit, geregistreerde medewerkers van Sialtech B.V.:

Deellocatie	VKB-protocol	Medewerker	Datum van uitvoering
DL01 DL03	2001	de heer A. Benjamins de heer M.W.P. van Rennes	15/11/2017
DL01 DL03	2002	de heer H.C.M.M. Gehlen	04/12/2017

Het procescertificaat van Sialtech B.V. en het hierbij behorende keurmerk zijn uitsluitend van toepassing op de activiteiten betreffende de monsterneming en de overdracht van de monsters, inclusief de daarbij behorende veldwerkregistratie, aan een erkend laboratorium.

Jegens Waterschap Limburg (opdrachtgever) en de grondeigenaren zijn projectorganisatie IngenieursBureau Maasvallei (Witteveen+Bos en Arcadis) en Sialtech B.V. volledig onafhankelijk, waardoor binnen deze opdracht sprake is van de vereiste functiescheiding.

Het chemisch onderzoek is uitgevoerd door Analytico Milieu B.V. te Barneveld dat geaccrediteerd is volgens de door de Raad voor Accreditatie gestelde criteria voor testlaboratoria conform NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 onder nummer L 010. Analytico is door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu erkend voor het uitvoeren van analyses op grond en grondwater onder AS3000.

Onderhavig project is uitgevoerd onder één of meerdere van onderstaande certificeringen van Witteveen+Bos en/of Arcadis Nederland B.V. In de hoofdtekst is aangegeven welke certificeringen op dit onderzoek van toepassing zijn.

ISO 9001

Onze diensten binnen de werkvelden van water, infrastructuur, ruimte, milieu en bouw zijn gecertificeerd volgens de ISO 9001. Deze certificering heeft betrekking op de procedures die wij toepassen voor kwaliteitsborging, document- en gegevensbeheer, management van middelen en personeel en het doorvoeren van verbeteringen.



VCA**



Witteveen+Bos en Arcadis Nederland B.V. voldoen aan de veiligheidsmanagementnorm VCA**, inclusief de Branchespecifieke Toelichting voor het werken bij Railinfrastructuur (BTR). Deze norm is van toepassing op onze diensten die regelmatig werkzaamheden buiten verrichten.

VKB



Witteveen+Bos en Arcadis Nederland B.V. zijn lid van de Vereniging Kwaliteitsborging Bodemonderzoek (VKB). Deze vereniging heeft als doel kwaliteitsborging en continue verbetering van milieutechnisch bodemonderzoek. Deze doelstelling wordt onder meer bereikt door het ontwikkelen en uitgeven van onderzoeksprotocollen. Deze protocollen zijn gebaseerd op vigerende normen en richtlijnen en voorzien onder meer in de uitvoering van interne controles, waarbij de kwaliteit en reproduceerbaarheid van metingen en waarnemingen wordt getoetst.

Chemisch onderzoek

Het chemisch onderzoek is uitbesteed aan laboratoria die beschikken over een accreditatie volgens NEN-EN-ISO 17025 voor de betreffende analyses. De laboratoria zijn tevens door het ministerie van Infrastructuur en Milieu erkend voor het uitvoeren van analyses onder AP-04 en AS3000.

Veldonderzoek bij milieuhygiënisch bodemonderzoek en monsternemingen in het kader van het Besluit bodemkwaliteit

Het veldonderzoek is uitbesteed aan gespecialiseerde (veldwerk)bureaus met specialistisch personeel die door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu gecertificeerd zijn voor het uitvoeren van veldwerk en bemonsteringen in het kader van het Besluit bodemkwaliteit. Hierbij gaat het om de werkzaamheden die vallen onder de BRL SIKB 1000 (Monsterneming voor partijkeuring), de BRL SIKB 2000 (Veldwerk bij milieuhygiënisch bodem- en waterbodemonderzoek) en de BRL SIKB 2100 (Mechanisch boren). Deze certificeringen zijn van toepassing op:

- de monsterneming voor partijkeuringen van grond en baggerspecie conform protocol 1001;
- plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken van boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen conform VKB-protocol 2001;
- het nemen van grondwatermonsters conform VKB-protocol 2002;
- veldwerk bij milieuhygiënisch waterbodemonderzoek conform VKB-protocol 2003;
- locatie-inspectie en monsterneming van asbest in bodem conform VKB-protocol 2018;
- mechanisch boren conform VKB-protocol 2101.



BIJLAGE 2 TOETSINGSKADER



TOETSINGSKADER

Toetsingskader grond- en grondwater

In de 'Circulaire bodemsanering per 1 juli 2013' [ref. 1] zijn interventiewaarden vastgelegd voor grond en streefwaarden en interventiewaarden voor grondwater. De achtergrondwaarden voor grond zijn opgenomen in het Besluit bodemkwaliteit [ref. 2] met bijbehorende Regeling [ref. 3].

Grond

De achtergrond- en interventiewaarden voor grond zijn afhankelijk van het organische stof gehalte (humus) en in het geval van metalen tevens van de fractie < 2 µm (lutum).

Grondwater

Voor grondwater zijn streef- (S) en interventiewaarden (I) vastgesteld voor ondiep (< 10 m-mv) en diep (> 10 m-mv) grondwater.

Toetsing analyseresultaten

De toetsing heeft plaatsgevonden met BoToVa-gevalideerde software. Dit is het uniforme digitale toetsingsprogramma voor de vertaling van de meest actuele toetsregels en normen uit het Besluit bodemkwaliteit en de 'Circulaire bodemsanering per 1 juli 2013'.

De meetwaarde

Dit is de gemeten waarde, zoals weergegeven op het analysecertificaat.

De gestandaardiseerde meetwaarde (GSSD)

De meetwaarde moet, voordat deze getoetst kan worden, in een aantal gevallen worden gecorrigeerd, bijvoorbeeld:

- voor het lutum- en humusgehalte;
- herberekening bij concentraties beneden de detectiegrens. Voor toetsing worden de detectiegrens van 0,7 vermenigvuldigd. Deze waarde wordt getoetst aan de norm.

De index

De index betreft de uitkomst van $(GSSD-AW) / (I-AW)$. Dit levert de volgende uitkomsten op en is de volgende terminologie aangehouden:

- ≤ 0 : niet verontreinigd c.q. geen verhoogde concentratie (de GSSD is lager dan de achtergrond- dan wel streefwaarde);
- $0 < index \leq 1$: licht verontreinigd c.q. licht verhoogde concentratie (de GSSD is hoger dan de achtergrond- dan wel streefwaarde);
- $index > 1$: sterk verontreinigd c.q. sterk verhoogde concentratie' (de GSSD is hoger dan de interventiewaarde).

Geval van ernstige verontreiniging

Volgens de Wet bodembescherming kan een geval van verontreiniging als volgt worden gedefinieerd: 'geval van verontreiniging of dreigende verontreiniging van de bodem dat betrekking heeft op grondgebieden die vanwege die verontreiniging, de oorzaak of de gevolgen daarvan in technische, organisatorische en ruimtelijke zin met elkaar samenhangen'.



Indien voor ten minste een stof het gemiddelde gemeten gehalte van minimaal 25 m³ bodemvolume in het geval van bodemverontreiniging, of 100 m³ poriënverzadigde bodemvolume in het geval van een grondwaterverontreiniging hoger is dan de interventiewaarde is sprake van een geval van ernstige verontreiniging. In enkele situaties kan ook sprake zijn van een geval van ernstige bodemverontreiniging ondanks dat de interventiewaarden niet worden overschreden.

Om te kunnen spreken van een geval van ernstige bodemverontreiniging dient de verontreiniging ontstaan te zijn voor het kalenderjaar 1987 (historische verontreiniging). Voor verontreinigingen die sinds 1987 zijn ontstaan is artikel 13 van de Wet bodembescherming (zorgplicht) van toepassing.

Asbest landbodem

In het Productenbesluit asbest [ref. 4] is geregeld dat vanwege de milieuhygienische eigenschappen van asbest deze niet meer als bouwstof mag worden toegepast. In secundaire materialen kan asbest nog wel als verontreiniging voorkomen. Hiervoor zijn samenstellingseisen opgenomen waardoor onder voorwaarden handelingen met asbesthoudende grond en bouwstoffen (bijvoorbeeld puingranulaat) zijn toegestaan.

De restconcentratienorm voor asbest in grond, baggerspecie en bouwstoffen is vastgelegd in het Productenbesluit asbest en de Regeling bodemkwaliteit [ref. 3]. Tevens zijn in de Circulaire bodemsanering [ref. 1] en de Regeling bodemkwaliteit de interventiewaarden voor asbest in respectievelijk grond en waterbodem opgenomen. De norm voor asbest in grond, baggerspecie en bouwstoffen is vastgesteld op 100 mg/kg d.s. gewogen (concentratie serpentijn asbest + 10x concentratie amfibool asbest). Indien de gemiddelde concentratie in de bodem (niet van toepassing voor waterbodems) binnen een ruimtelijke eenheid hoger is dan de interventiewaarde van 100 mg/kg d.s. is sprake van een geval van ernstige bodemverontreiniging. Voor een bodemverontreiniging met asbest is dus het volumecriterium voor het vaststellen van de ernst van het geval niet van toepassing.

Indien sprake is van de aanwezigheid van een landbodemverontreiniging met asbest kan met het protocol asbest dat opgenomen is in de Circulaire bodemsanering worden bepaald of sprake is van onaanvaardbare risico's of geen onaanvaardbare risico's. De consequenties van de risicobeoordeling conform het protocol asbest worden door het bevoegd gezag vastgelegd in een beschikking ernst en spoed. Indien sprake is van onaanvaardbare risico's dan dient de sanering binnen 4 jaar na het afgeven van de beschikking ernst en spoed aan te vangen. De provincie en enkele aangewezen gemeenten zijn bevoegd gezag voor ernstige bodemverontreiniging met asbest in landbodems.

Besluit bodemkwaliteit - grond en baggerspecie op de bodem of in oppervlaktewater
Het Besluit bodemkwaliteit [ref. 2] met bijbehorende Regeling [ref. 3] bevat het wettelijk kader voor het toepassen van bouwstoffen, grond en baggerspecie op of in de bodem of in oppervlaktewater.

De kwaliteit van de toe te passen grond en baggerspecie dient te worden aangetoond met een milieuhygienische verklaring. Afhankelijk van de gemeten gehalten kan de toe te passen grond en baggerspecie worden ingedeeld in verschillende kwaliteitsklassen. Voor toepassing op of in de bodem kan de toe te passen grond of baggerspecie worden ingedeeld in de kwaliteitsklassen achtergrondwaarden (AW2000), klasse wonen, klasse industrie en niet toepasbaar. Indien sprake is van toepassing van de grond of baggerspecie in het oppervlaktewater kan de toe te passen grond of baggerspecie worden ingedeeld in de kwaliteitsklassen achtergrondwaarden (AW2000), klasse A, klasse B en niet toepasbaar.



Toepassing grond of baggerspecie op landbodem

Indien geen gebiedsspecifiek beleid is vastgesteld is het generieke toetsingskader van toepassing voor toepassingen van grond of baggerspecie op de bodem. In het generieke toetsingskader wordt voor het toepassen van een partij grond of baggerspecie op de landbodem getoetst aan de bodemkwaliteitsklasse van de ontvangende bodem en de bodemfunctieklasse van de ontvangende bodem. De kwaliteitsklasse van de toe te passen partij grond of baggerspecie dient te voldoen aan de strengste norm. Indien geen bodemfunctieklasse is vastgesteld in een bodemfunctieklassenkaart dan dient de toe te passen grond of baggerspecie altijd te voldoen aan de achtergrondwaarden (AW2000). Grond of baggerspecie waarvan de kwaliteitsklasse voldoet aan de achtergrondwaarden mag altijd worden toegepast.

In het geval van een grootschalige toepassing geldt een andere normstelling. In grootschalige toepassingen mag grond en baggerspecie worden toegepast die de emissiewaarden voor grootschalige toepassingen en de maximale waarden industrie (grond) of de interventiewaarden voor waterbodems (baggerspecie) niet overschrijden.

Toepassing grond of baggerspecie in oppervlaktewater

Indien geen gebiedsspecifiek beleid is vastgesteld is het generieke toetsingskader van toepassing voor toepassingen van grond of baggerspecie in het oppervlaktewater. Bij toepassing van grond of baggerspecie in het oppervlaktewater vindt toetsing aan de ontvangende waterbodem plaats. De waterbodemkwaliteit is onderverdeeld in klasse A en B. In het generieke kader dient de kwaliteitsklasse van de toe te passen grond of baggerspecie gelijk te zijn of van een betere kwaliteitsklasse dan de ontvangende waterbodem. Grond of baggerspecie waarvan de kwaliteitsklasse voldoet aan de achtergrondwaarden mag altijd worden toegepast. Grond en baggerspecie mogen respectievelijk de maximale waarden industrie en de interventiewaarden voor waterbodems niet overschrijden.

Voor het verspreiden van baggerspecie wordt niet getoetst aan de ontvangende (water)bodemkwaliteit. Hiervoor gelden maximale waarden voor verspreiden.

Besluit bodemkwaliteit - bouwstoffen

Het Besluit bodemkwaliteit [ref. 2] met bijbehorende Regeling [ref. 3] bevat het wettelijk kader voor het toepassen van bouwstoffen, grond en baggerspecie op of in de bodem of in oppervlaktewater.

Onder bouwstoffen anders dan grond en baggerspecie worden zowel de primaire als secundaire steenachtige bouwstoffen verstaan. Steenachtige bouwstoffen bestaan voor meer dan 10 % uit silicium, calcium en aluminium. Bouwmaterialen die niet aan deze definitie voldoen zoals hout, kunststof, vlakglas, verven, metalen en metallisch aluminium vallen niet onder het kader van het Besluit bodemkwaliteit.

Ten aanzien van hergebruik van bouwmaterialen worden deze categorieën onderscheiden:

- vormgegeven bouwstoffen: de kleinste eenheid van het materiaal moet ten minste een volume hebben van 50 cm³;
- niet vormgegeven bouwstoffen: bouwstoffen die niet voldoen aan de vereisten voor vormgegeven bouwstoffen vallen in de categorie niet-vormgegeven bouwstoffen;
- IBC-bouwstoffen: dit zijn niet-vormgegeven bouwstoffen die alleen mogen worden toegepast met isolatie-, beheers- en controle maatregelen, omdat dit anders leidt tot teveel emissies naar het milieu.



De kwaliteit van de toe te passen bouwstoffen dient te worden aangetoond met een milieuhygenische verklaring. Opgemerkt wordt dat voor een aantal gevallen een uitzondering is gemaakt op de verplichte kwaliteitsbepaling. In het Besluit bodemkwaliteit worden de organische parameters getoetst aan de samenstellingswaarden en de anorganische parameters worden getoetst aan de maximale emissiewaarden. Indien de partij bouwstoffen niet aan de maximale samenstellings- en/of emissiewaarden voldoet is sprake van een afvalstof.

Besluit bodemkwaliteit - asfalt

Het Besluit bodemkwaliteit [ref. 2] met de bijbehorende Regeling [ref. 3] bevat het wettelijk kader voor het toepassen van bouwstoffen, grond en baggerspecie op of in de bodem of in oppervlaktewater.

Als milieuhygenische verklaring voor bouwstoffen dienen de samenstellings- en emissiewaarden van de toe te passen bouwstoffen te worden bepaald. Asfalt is hiervan uitgezonderd. Voorwaarde hiervoor is dat door onderzoek conform de CROW-publicatie 210 ('Richtlijn omgaan met vrijkomend asfalt' [ref. 5]) wordt aangetoond dat het materiaal teevrij is en het voornemen is tot hergebruik in wegverhardingen. Wanneer voor asfalt de maximale samenstellingswaarde voor PAK (som) van 75 mg/kg d.s. niet wordt overschreden is sprake van teevrij materiaal.

Indien de maximale samenstellingswaarde voor PAK (som) wordt overschreden is sprake van teerhoudend asfalt. Het teerhoudend asfalt mag niet meer worden toegepast of hergebruikt en dient afgevoerd te worden naar een erkend verwerker. Sinds de inwerkingtreding van de Eural [ref. 6] dient TAG (Teerhoudend Asfalt Granulaat) als gevaarlijke afvalstof te worden aangemerkt indien het gehalte aan koolteer groter is dan 1.000 mg/kg.

Op grond van de Wet milieubeheer worden alle soorten asfaltgranulaat beschouwd als een afvalstof. Het transport van teevrij en teerhoudend asfalt dient vergezeld te gaan met een begeleidingsbrief, waarop onder andere de Euralcodes van het materiaal vermeld staan.

Referenties

1. 'Circulaire bodemsanering per 1 juli 2013', Staatscourant 2013, nr. 16675, 27 juni 2013.
2. Besluit van 22 november 2007, houdende regels betreffende de kwaliteit van de bodem (Besluit bodemkwaliteit), staatsblad 2007, nr. 469.
3. Regeling van 13 december 2007, nr. DJZ2007124397, houdende regels voor de uitvoering van de
4. kwaliteit van de bodem (Regeling bodemkwaliteit), Staatscourant 20 december 2007, nr. 247.
5. Besluit van 17 december 2004, houdende regels betreffende asbest en asbesthoudende producten
6. (Productenbesluit asbest), Staatsblad 2005, nr. 6.
7. 'Richtlijn omgaan met vrijgekomen asfalt - selectief verwijderen van teevrij en teerhoudend asfalt',
8. CROW-publicatie 210, Ede, juni 2015.



BIJLAGE 3 REGIONALE SITUATIE MET VOORKEURSAALTERNATIEF



BIJLAGE 4 OVERZICHTSKAART BUREAUSTUDIE



BIJLAGE 5 FOTOREPORTAGE TERREININSPECTIE INCL. KAART



BIJLAGE 6 OVERZICHTSKAART DEELLOCATIES



BIJLAGE 7 BOORPROFIELEN



BIJLAGE 8 ANALYSECERTIFICATEN



BIJLAGE 9 TOETSINGSTABELLEN



BIJLAGE 10 SITUATIE MET MONSTERPUNTEN



BIJLAGE 11 KAART VERONTREINIGINGSSITUATIE



BIJLAGE 12 KAART (WATER)BODEMKWALITEIT

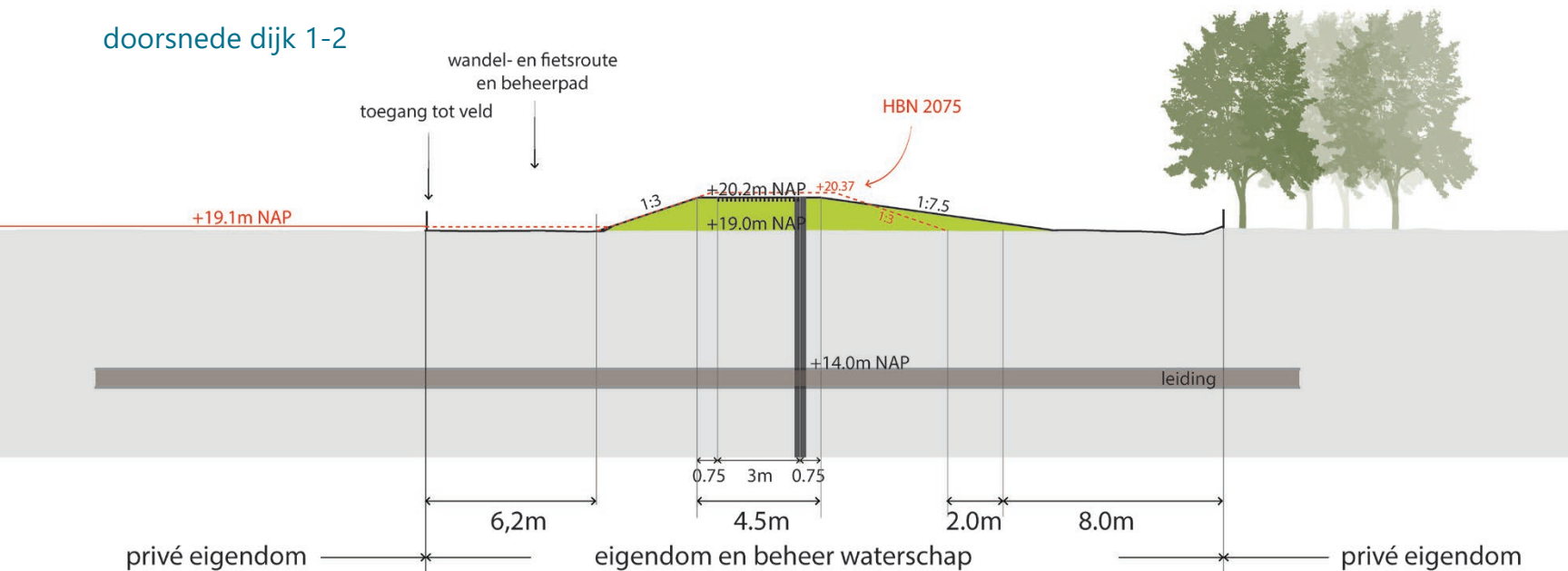


Bijlage 30 Impact grondophoging Belfeld

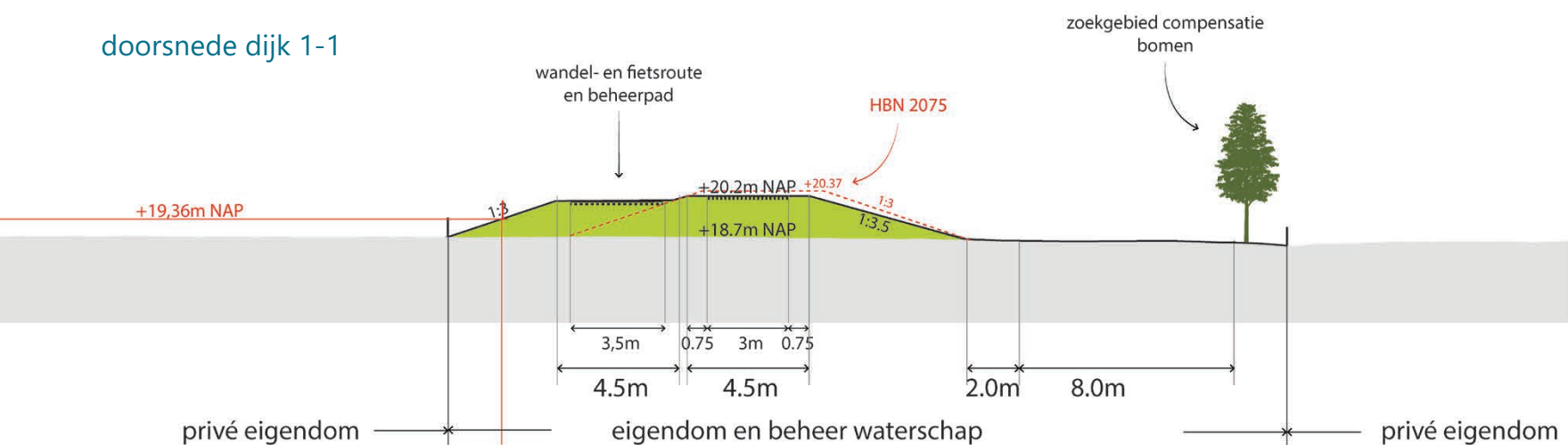


Impact van grondophoging

doorsnede dijk 1-2



doorsnede dijk 1-1



kaart

