



Dijkversterking Buggenum

Waterhuishoudkundig Plan

26 juni 2024

Kenmerk R002-1292853MJS-V02-kzo-NL

Verantwoording

Titel	Waterhuishoudkundig plan
Opdrachtgever	DA Buggenum (DuraVermeer en Ploegam) Waterschap Limburg
Projectleider	 J
Auteur(s)	 J
Tweede lezer	Koort Verveld
Kenmerk	R002-1292853MJS-V02-kzo-NL
Aantal pagina's	32 (exclusief bijlagen)
Datum	26 juni 2024
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

TAUW bv
Handelskade 37
Postbus 133
7400 AC Deventer
T +31 57 06 99 91 1
E info.deventer@tauw.com

Inhoud

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Doel van waterhuishoudkundige analyse.....	4
1.3	Opbouw van waterhuishoudkundige analyse.....	4
2	Plangebied.....	5
2.1	Ligging plangebied.....	5
2.2	Huidige situatie.....	5
2.3	Toekomstige situatie	5
3	Gebiedskenmerken	7
3.1	Algemeen	7
3.2	Maaiveldhoogte.....	7
3.3	Geohydrologische bodemopbouw.....	8
3.4	Grondwater	11
3.5	Oppervlaktewater	14
4	Beschrijving werkzaamheden en effecten ruimtebeslag per dijkvak	16
4.1	Dijkvak 1.....	16
4.2	Dijkvak 2.....	17
4.3	Dijkvak 3.....	19
4.4	Dijkvak 4.....	21
4.5	Dijkvak 5.....	24
4.6	Dijkvak 6.....	25
4.7	Dijkvak 7.....	27
5	Geohydrologische effecten Buggenum	30

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Dit rapport betreft het waterhuishoudkundig plan en maakt onderdeel uit van het project 'Dijkversterking Buggenum'. Het project Dijkversterking Buggenum is onderdeel van het Hoogwaterbeschermingsprogramma van Waterschap Limburg. Het project Buggenum heeft als doel om de bestaande keringen te versterken, omdat deze niet hoog en sterk genoeg zijn om Buggenum in de toekomst te beschermen tegen hoogwater. De primaire keringen worden versterkt zodanig dat deze voldoet aan de wettelijke norm. In totaal zijn er 7 dijkvakken onderdeel van dit project, welke zijn verbeeld in figuur 2.2, hoofdstuk 2.

1.2 Doel van waterhuishoudkundige analyse

Het doel van de waterhuishoudkundige analyse is om de huidige situatie van het watersysteem in het plangebied te in kaart te brengen en de noodzakelijke compensatiemaatregelen te identificeren die voortkomen uit wet- en regelgeving in beeld te brengen gericht op het voorkomen van wateroverlast in de gebruiksfase in het regionaal watersysteem ten gevolge van ruimtebeslag van de dijkversterking. Het watersysteem kan alleen overlast geven en gaat over de dagelijkse situatie. Het waterhuishoudkundig plan bevat een advies voor de maatregelen in het watersysteem om deze maatregelen te voorkomen.

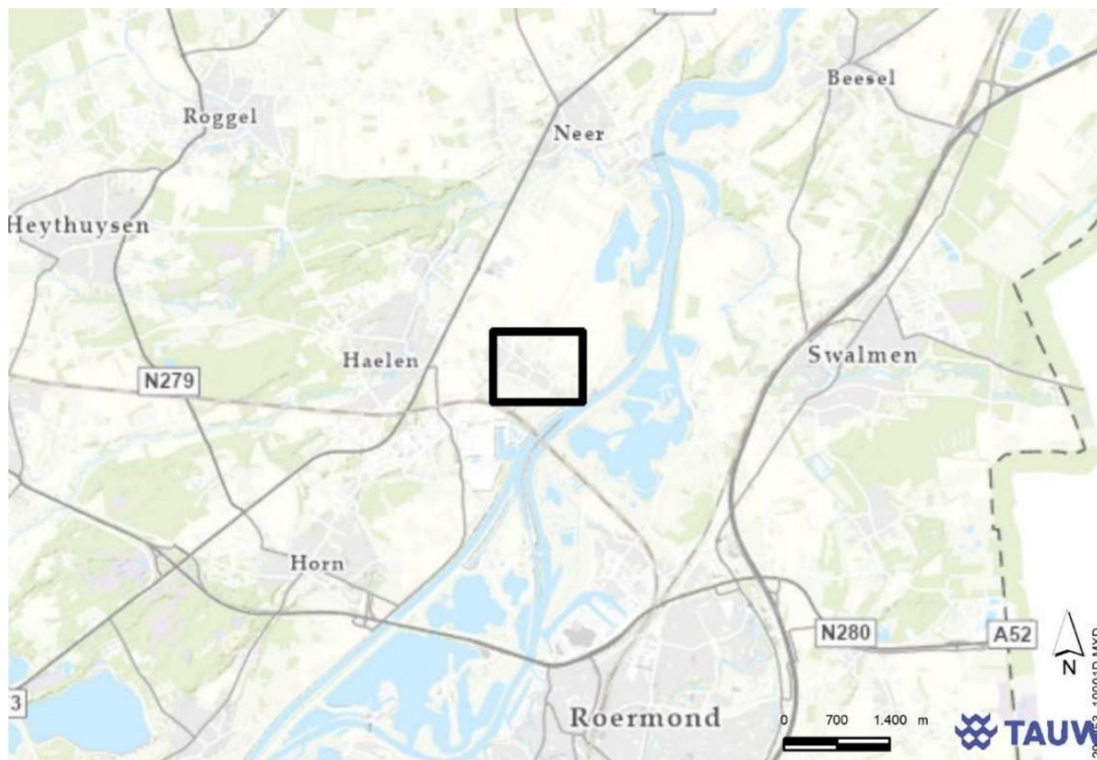
1.3 Opbouw van waterhuishoudkundige analyse

De waterhuishoudkundige analyse is opgebouwd uit vijf verschillende onderdelen. Het eerste onderdeel is de inleiding, die de aanleiding en het doel van de analyse beschrijft. Vervolg komt het onderdeel plangebied, waarin de ligging van het plangebied en zowel de huidige als toekomstige situatie wordt beschreven. Het derde onderdeel is gebiedskenmerken, waarin de algemene kenmerken van het gebied worden beschreven voor wat betreft de geologie en hydrologie. Het vierde onderdeel is de effectenstudie ontwerpvragestukken, waarin de effecten van dijkversterking op oppervlakte- en grondwater worden beschreven. Het vijfde en laatste onderdeel is geohydrologisch effect waarin de effecten van de maatregelen beschreven worden.

2 Plangebied

2.1 Ligging plangebied

Het plangebied ligt tussen de dorpen Buggenum en Nunhem, in de gemeente Leudal, in de provincie Limburg, en is gelegen in de Maasvallei, ten noorden van Roermond.



Figuur 2.1 Ligging, projectlocatie in zwart

2.2 Huidige situatie

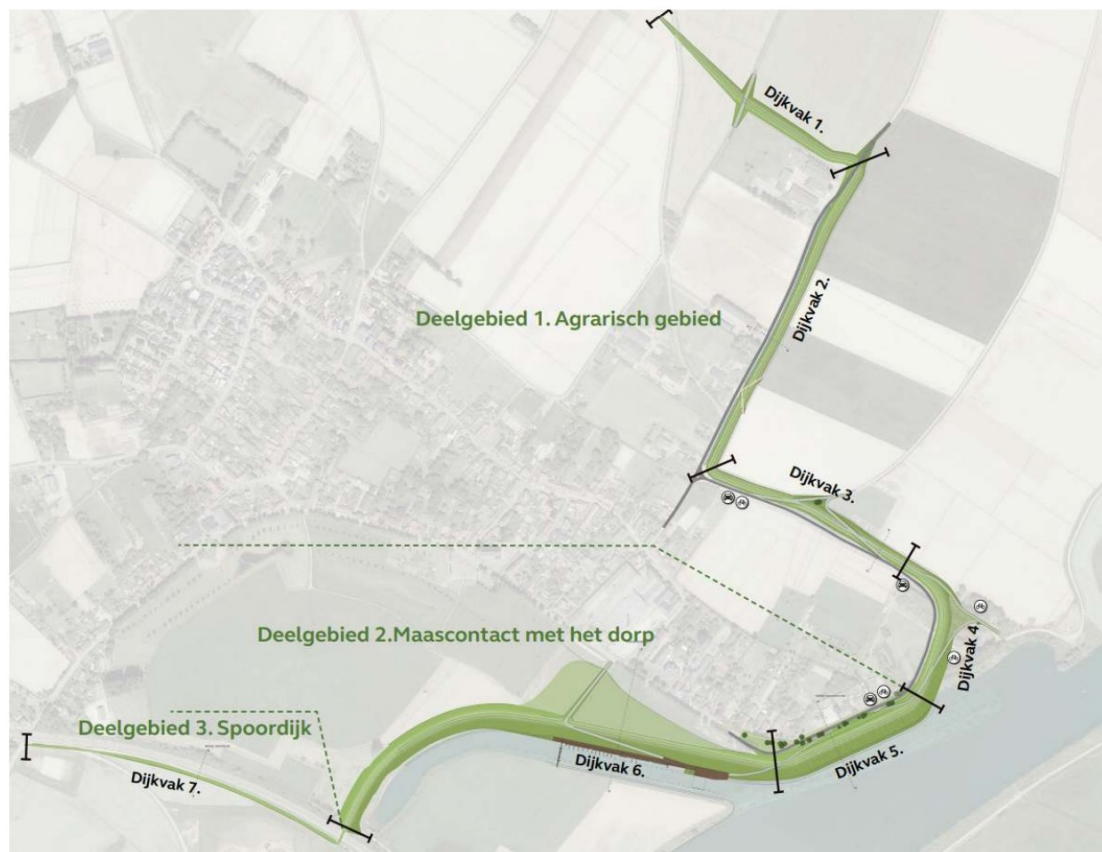
De dijk bij Buggenum is op dit moment niet hoog en sterk genoeg om het dorp in de toekomst goed te beschermen en voldoet niet aan de wettelijke norm. De huidige dijk bestaat uit een groene kering of een combinatie van een damwand en een dijk en beschermt de historische kern van het dorp. Na de overstromingen in de jaren '90 is de huidige dijk in korte tijd aangelegd met het idee dat de dijk tijdelijk zou zijn. Later kreeg de dijk toch de status van primaire waterkering en viel vanaf dat moment onder de Waterwet. Gemiddeld wordt de kering zo'n 1 tot 2 m hoger ten opzichte van de huidige situatie, afhankelijk van de locatie. Ten westen van Buggenum sluit de dijk aan op hoger gelegen grond.

2.3 Toekomstige situatie

De dijkversterking Buggenum is ongeveer 3,1 km lang en beschermt het dorp Buggenum in de toekomst tegen hoogwater. De dijk is opgedeeld in 7 dijkvakken, tussen de aansluitingen met hoge grond voor de Spirwitweg in het noorden tot aan de Berikstraat in het zuiden. Op alle dijkvakken is er een veiligheidsopgave voor overloop en overslag en op dijkvakken 1 en 3 tot en met 7 een opgave voor piping. De ontwerphoogte (toetsingsjaar 2075) ligt tussen NAP +22,0

mNAP en NAP +22,2 mNAP. De dijk heeft taluds met een helling van 1:3, met een kielspit met een breedte van 2,5 m aan binnen- en buitenzijde:

- In dijkvak 1 wordt een nieuw dijklichaam aangelegd tussen de hoge grond aan de Spirwitweg en de Arixweg. Aan de binnenzijde wordt een verticale pipingmaatregel voorzien. Dit doorsnijdt een landbouwperceel
- In dijkvak 2 wordt de nieuwe dijk parallel aan de buitenzijde van de Arixweg aangebracht
- In dijkvak 3 wordt het nieuwe dijklichaam parallel aan de buitenzijde van de Groenweg aangebracht. Aan de binnendijkse zijde worden verticale pipingmaatregelen getroffen
- In dijkvak 4 wordt de bestaande verbinding met de hoge grond licht buitenwaarts verschoven en wordt een nieuw dijklichaam als aansluiting tussen de dijk aan de Dorpsstraat en de Groeneweg gerealiseerd. De bestaande coupure aan de Dorpsstraat vervalt
- In dijkvak 5 wordt de bestaande nooddijk afgegraven en wordt een nieuw dijklichaam aangelegd ter plaatse van het huidig koelwaterkanaal. De bestaande langsdam die het koelwaterkanaal en de Maas scheidt wordt hiervoor afgegraven
- In dijkvak 6 wordt de bestaande dijk aan de binnenzijde opgehoogd. Aan de binnenzijde worden verticale pipingmaatregelen aangebracht
- In dijkvak 7 wordt aan de buitendijkse zijde van het spoor en de spoordijk een nieuw dijklichaam aangelegd. Aan de binnendijkse zijde van het spoor wordt voorzien in een verticale pipingmaatregel

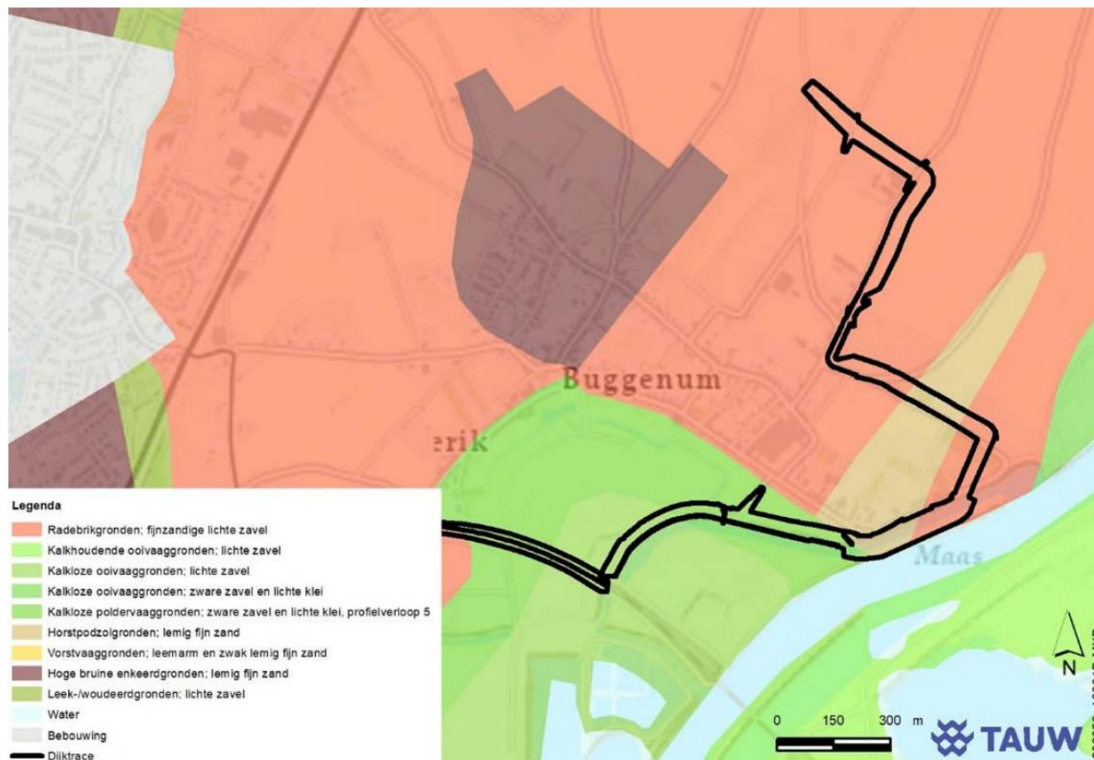


Figuur 2.2 Dijkvakken en deelgebieden projectlocatie

3 Gebiedskenmerken

3.1 Algemeen

Het projectgebied is gelegen op Radebrikgronden, Horstpodzolgronden en Kalkloze vaaggronden met steilranden en terrassen, zie figuur 3.1. Het dorp ligt op de linkeroever van de Maas, met het nieuwe dijktracé als afscheiding.



Figuur 3.1 Bodemsoorten Buggenum

Bodemkaart Nederland

3.2 Maaiveldhoogte

De gemiddelde maaiveldhoogte in het gebied is niet uniform. De hoogteligging is afgeleid van het AHN4. Uit deze gegevens volgt het maaiveld ter plaatse van het dijktracé varieert globaal tussen NAP +18 m en NAP +23 m.



Figuur 3.2 Maaiveldverloop projectlocatie

AHN4 Nederland

3.3 Geohydrologische bodemopbouw

In tabel 3.1 is de geohydrologische bodemopbouw ter plaatse van de projectlocatie globaal schematisch weergegeven, lokale bodemopbouw varieert over het tracé. Deze bodemopbouw is gebaseerd op sonderingen vanuit een lokaal bodemonderzoek¹ aangevuld met gegevens afkomstig uit het DINO loket en het landelijk geohydrologisch model REGIS II van TNO. De sonderingen en dwarsprofiel van lokaal onderzoek zijn weergegeven in figuur 3.5. Deze lokale gegevens reiken tot een diepte van mv -16 m. In figuur 3.4 is de geohydrologische bodemopbouw uit REGIS ter plaatse schematisch weergegeven.

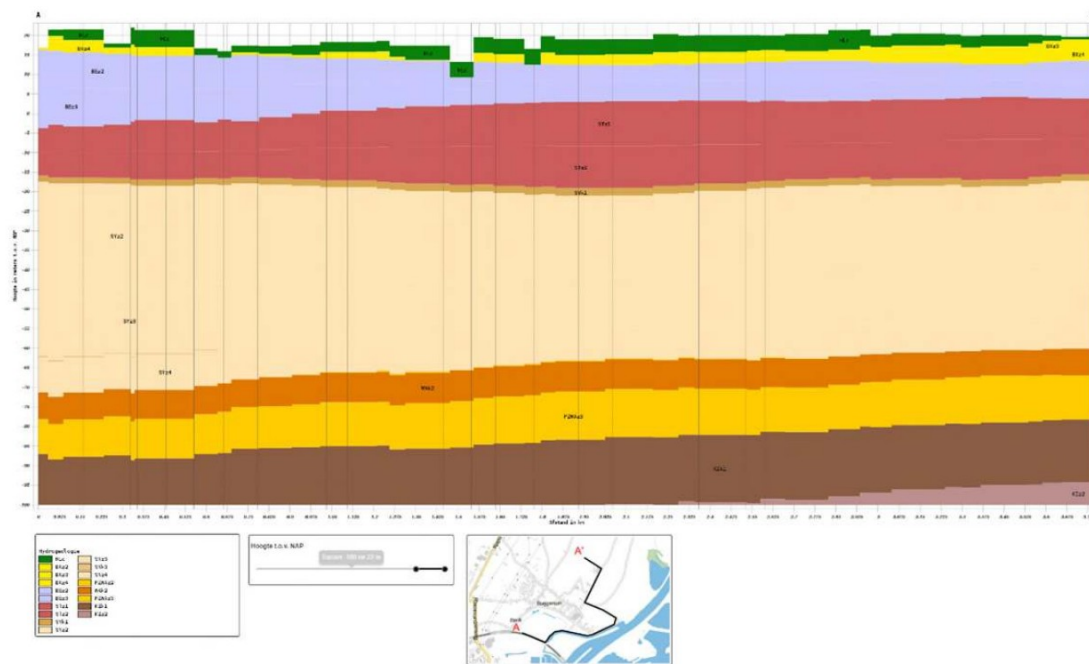
De toplaag bestaat voornamelijk uit zand en leem met daaronder een kleilaag met sterk variërende dikte (1 tot 7 m). Bij dijkvak 6 en 7 is de kleilaag het dikst, deze laag is een scheiding tussen de top en het onderliggend watervoerend pakket. Bij de andere dijkvakken is de kleilaag minder sterk aanwezig en wordt ook enigszins doorbroken door zand (kronkelwaard). Op basis van het geotechnisch onderzoek blijkt dat de kleilaag bij dijkvak 6 (tussen de toerit Ohestraat en het spoor) ook juist heel dun is, vanwege kleiwinning in het Buggenumbroek. Hier is uitwisseling mogelijk tussen de toplaag en het watervoerend pakket, de kleilaag is hier minder scheidend. Het watervoerend pakket bevat een aantal kleipockets, deze zijn goed weergegeven in figuur 3.5. Op - NAP 16 m tot NAP -17 m bevindt zich nog een scheidende kleilaag, met hieronder het diepere watervoerende pakket. Deze lagen zijn over het dijktracé uniform.

¹ Geotechnisch lengteprofiel lokaal sonderingsonderzoek (Waterschap Limburg 2019)

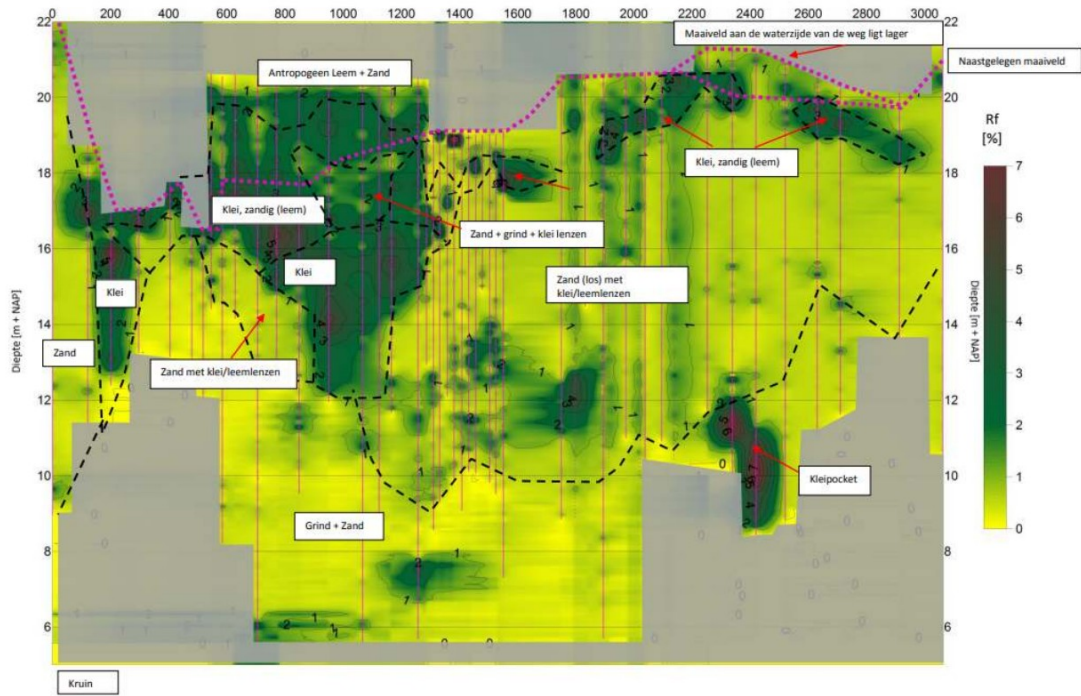
Tabel 3.1 Schematisatie geohydrologische bodemopbouw (globale interpretatie)

Bovenzijde (m NAP)	Onderzijde (m NAP)	Lithologie	Laagpakket / Formatie	Geohydrologische eenheid
22,0	19,0	Zand + leem	Holocene afzettingen	Complexe eenheid
19,0	18,0 / 12,0	Klei, zandig leem	Holocene afzettingen	Complexe eenheid
18,0 / 12,0	10	Zand met klei/leemlenzen	Formatie van Beegden	Watervoerend pakket
10	-16	Grof zand, grind	Formatie van Sterksel	Watervoerend pakket
-16	-17	Klei	Formatie van Stramproy	Scheidende laag
-17	-70	Zand	Formatie van Stramproy	Watervoerend pakket
-70	-80	Klei	Formatie van Waalre	Scheidende laag

Verticale Doorsnede BRO REGIS II v2.2.1



Figuur 3.3 Doorsnede REGIS, globale bodemopbouw



Figuur 3.4 Doorsnede interpretatie sonderingsonderzoek (start is dijkvak 7 van links naar rechts)

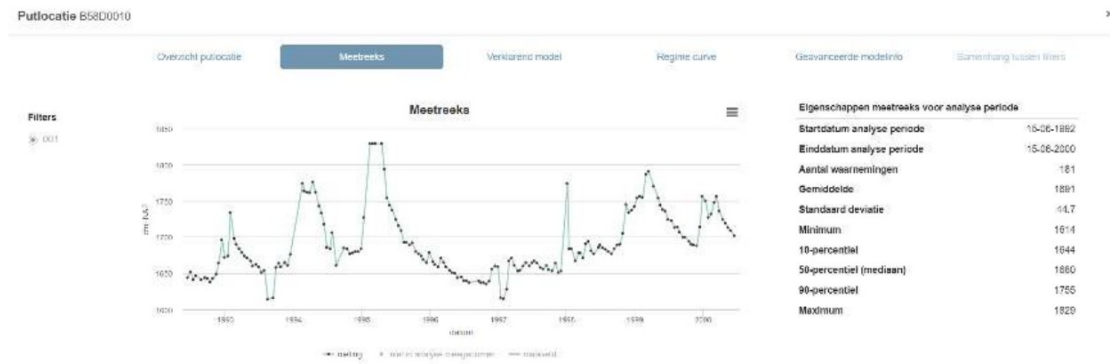


Figuur 3.5 Lengte tracé sonderingsonderzoek

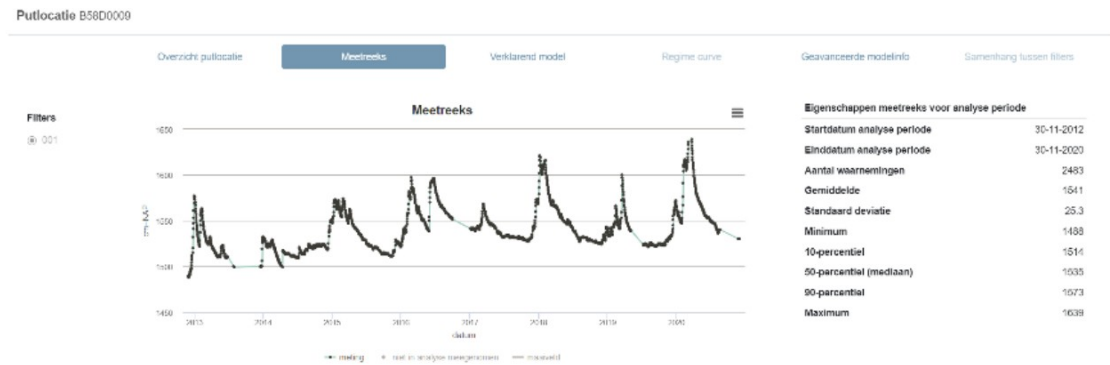
3.4 Grondwater

Freatische grondwaterstand

Meerjarige reeksen uit het DINO loket zijn aanwezig, twee peilbuizen zijn gesitueerd nabij de projectlocatie. De situering van de peilbuizen zijn weergegeven in figuur 3.9. In tabel 3.2 zijn de karakteristieken van de beschikbare data opgenomen. Vanuit grondwatertools² zijn isohypsen beschikbaar, de freatische grondwaterstand varieert in het projectgebied van NAP 16 m tot 18 m. Dit komt overeen met de gemeten grondwaterstanden vanuit de peilbuizen. De stromingsrichting is richting zuidoosten.

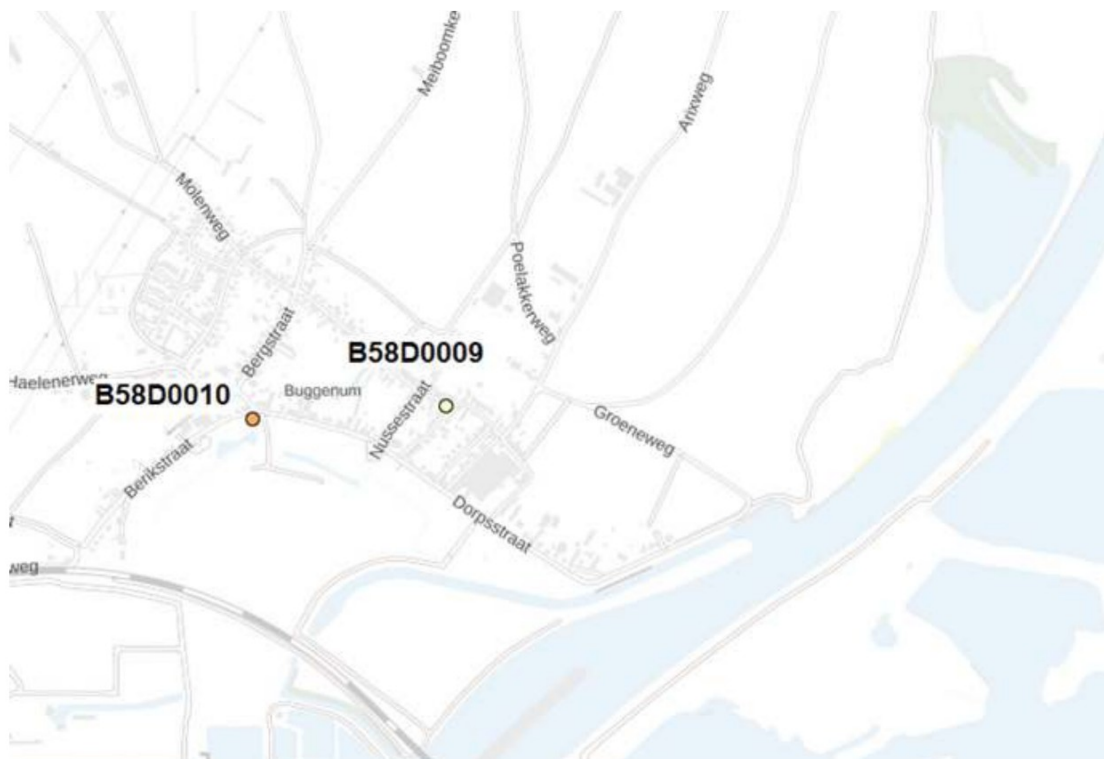


Figuur 3.6 Neerslagreeks peilbuis B58D0010

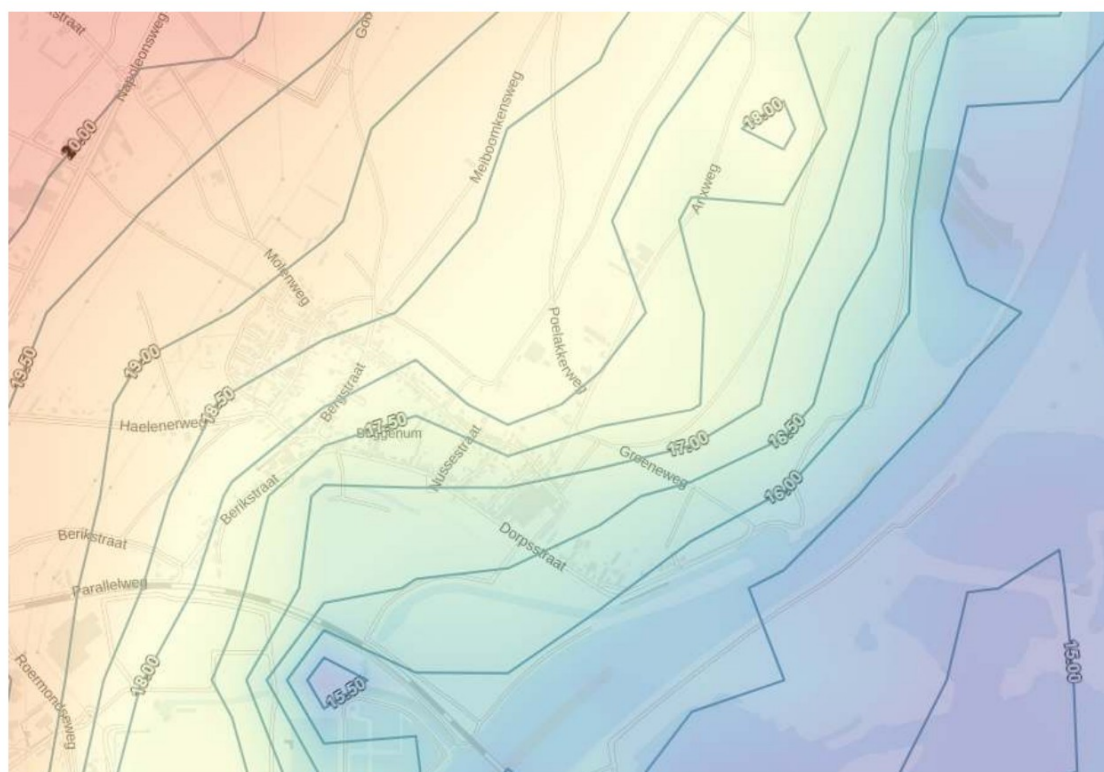


Figuur 3.7 Neerslagreeks peilbuis B58D0009

² [Grondwaterstanden in Beeld \(grondwatertools.nl\)](http://Grondwaterstanden.in.Beeld(grondwatertools.nl)) geraadpleegd op 01-11-2023



Figuur 3.8 Locatie peilbuizen DINOloket



Figuur 3.9 Isohypsens freatisch grondwater (in m NAP)

Tabel 3.2 Karakteristieke grondwaterstand peilbuizen

Peilbuis	Meetperiode	Filterstelling (m-mv)	Maaiveldhoogte (m NAP)	10-percentiel (m NAP)	Mediaan (m NAP)	90-percentiel (m NAP)
B58D0010	1992 - 2000	13 - 14	18,3	16,44	16,80	17,55
B58D0009	2012 - 2020	10 - 9	21,0	15,14	15,35	15,73

Stijghoogte eerste watervoerende pakket

Recente metingen van stijghoogtes van het watervoerend pakket zijn beschikbaar, in het projectgebied staan 11 peilbuizen in het watervoerende pakket, in figuur 3.10 en tabel 3.3 zijn deze weergegeven. Lokaal verschillen de stijghoogten tussen de NAP 14,2 m tot 16,7 m met een uitschieter tot 18,5 m. Daarnaast is gebruik gemaakt van de Isohypsenaarten grondwatertools waarbij een stijghoogte van NAP 18,0 tot 18,5 m wordt aangehouden voor het eerste watervoerende pakket.

Tabel 3.3 Karakteristieken grondwaterstand peilbuizen

Peilbuis	Meetperiode	10-percentiel (m NAP)	Mediaan (m NAP)	90-percentiel (m NAP)
75.030+40 5.0 wsp-14	2022 - 2023	14,22	14,34	14,80
75.030+40 5.1 pb-13	2023	14,21	14,29	14,33
75.030+40 5.2 pb-14	2023	14,74	14,79	14,86
75.030+40 5.3 wsp-15	2022 - 2023	16,51	16,53	16,54
75.030+40 5.4 wsp-16	2022 - 2023	14,74	14,94	15,23
B75-01-1 Diep	2020 - 2023	14,23	14,34	15,00
B75-02-1 Diep	2020 - 2023	15,63	15,92	16,18
B75-02-2 Ondiep	2020 - 2023	15,64	15,92	16,19
B75-03-1 Diep	2020 - 2023	16,20	16,47	16,71
B75-03-2 Ondiep	2020 - 2023	16,21	16,47	16,71
Bpb75-102 69799	2022 - 2023	18,48	18,49	18,50



Figuur 3.10 Peilbuizen watervoerend pakket ter plaatse projectlocatie

3.5 Oppervlaktewater

De locatie is gelegen in het beheersgebied van waterschap Limburg. De legger³ is geraadpleegd om het oppervlaktewatersysteem in beeld te brengen. In de omgeving van het onderzoekslocatie is oppervlaktewater aanwezig (zie figuur 3.11). Het betreft de Maas en watergang Ziep. Het reguliere waterpeil van de Maas bedraagt NAP 13,8 m vanuit Rijkswaterstaat.

³ <https://www.waterschaplimburg.nl/uwbuurt/kaarten-meetgegevens/leggerkaart/>, geraadpleegd op 24-10-2023



Figuur 3.11 Legger watergangen waterschap Limburg.

Bron: Legger waterschap Limburg

4 Beschrijving werkzaamheden en effecten ruimtebeslag per dijkvak

Voor grond- en oppervlaktewater volgt hier een beschouwing van de aanpassingen aan het watersysteem ten behoeve van de dijkversterking.

- Ongeveer 10 % van het plangebied reserveren voor water, daarbij zorgen dat geen logische waterstructuren worden geblokkeerd
- Te dempen van legger oppervlaktewater dient aangevraagd te worden door middel van een leggerwijziging inclusief hydrologische onderbouwing
- Toename verhard oppervlak dient te worden gecompenseerd door middel van infiltratie- en bergingsvoorzieningen. Infiltratie- en bergingsvoorzieningen dienen gedimensioneerd te worden op 100 mm per 24 uur voor Noord-Limburg (ten noorden van Sittard) met een beschikbaarheid van de gehele berging binnen 24 uur
- Vanuit beheer van de waterkering moeten ingesloten laagtes met water tegen de waterkering worden voorkomen
- Voorkomen van wateroverlast en erosie door afstromend water vanuit de omgeving naar het plangebied en andersom
- Voor halfverharding geldt 50 % van de 100 mm norm maar indien mogelijk helemaal compenseren.

4.1 Dijkvak 1

In dijkvak 1, welke een ruimtebeslag van 20.763 m² kent, is een ophoging van het dijklichaam gepland, tussen de hoge grond aan de Spirwitweg en de Arixweg. De dijk krijgt een taludhelling van 1 op 3 (reguliere groene dijk). Voor het ontwerp van de kruinbreedte wordt uitgegaan van een breedte van 4,5 m (dit is de standaardbreedte van 3,0 m vermeerderd met 2 x 0,75 m wegberm). Aan de landzijde van de dijk is een verticale pipingmaatregel gepland. Samengevat worden de volgende maatregelen in Dijkvak 1 genomen:

Maatregelen dijkvak 1:

- Aanleg van een nieuw dijklichaam tussen de hoge grond aan de Spirwitweg en de Arixweg
- Verticale pipingmaatregel aan de binnenzijde ter voorkoming van piping
- Aanpassing 2 toeritten

Bovenstaande maatregelen zijn visueel weergegeven in figuur 4.1.



Figuur 4.1 - Visualisatie ontwerp Dijkvak 1

In dijkvak 1 is geen directe fysieke impact op het watersysteem. De verharding in dijkvak 1 neemt niet toe, gezien het huidige wegoppervlak niet wordt uitgebreid. Hierdoor geldt hiervoor ook geen compensatieplicht. De (drooggevallen) greppels aan de landzijde van de dijk blijven in het nieuwe ontwerp gehandhaafd, dezelfde oppervlakte blijft hiervoor behouden. Hierdoor is er ook op dit punt geen extra ruimtebeslag benodigd voor de waterhuishouding ten opzichte van *ontwerp Baseline 3.0*.

Beschrijving	
Impact op oppervlaktewater m3 (compensatie)	Geen
Impact op verhard oppervlak	Geen
Impact op ingesloten laagtes	Geen

4.2 Dijkvak 2

In dijkvak 2, welke een ruimtebeslag van 23.325 m² kent, is een ophoging van het dijklichaam gepland parallel aan de buitenzijde van de Arixweg. De dijk krijgt een taludhelling van 1 op 3 (reguliere groene dijk). Voor het ontwerp van de kruinbreedte wordt uitgegaan van een breedte van 4,5 m (dit is de standaardbreedte van 3,0 m vermeerderd met 2 x 0,75 m wegberm). **Aanleg van een duiker bij de Arixweg 18 zoals opgenomen in het voorlopig ontwerp, is niet meer noodzakelijk omdat er geen kiel meer ontstaat ter plaatse van de dijkovergang Arixweg.**

Samengevat worden de volgende maatregelen in Dijkvak 2 genomen:

Maatregelen dijkvak 2:

- Aanleg van een nieuwe dijk parallel aan de buitenzijde van de Arixweg
- Nieuwe duiker nabij Arixweg 18, indien water kan afwateren naar zuidelijke greppel mogelijk niet nodig, dit wordt later in nieuw ontwerp onderzocht
- Aandachtspunt is de afwatering in dijkvak 2 buitendijs: Na een hoogwater loopt het water in dijkvak 2 aanvankelijk niet af richting de rivier. Dit komt door de Wijnaardenweg die op een ruggetje in het landschap ligt met circa 0,5 tot 1 m hoogteverschil. Hierdoor blijft de buitenzijde nat

In dijkvak 2 is geen directe fysieke impact op het watersysteem. De verharding in dijkvak 2 neemt niet toe, gezien het huidige wegooppervlak niet wordt uitgebreid. Hierdoor geldt hiervoor ook geen compensatieplicht. Door het hoogteverschil kan er in de nieuwe situatie water blijven staan tegen de nieuw dijk en het ruggetje Wijnaardenweg. Om het aandachtspunt van afwatering dijkvak 2 weg te nemen kan mogelijk een nieuwe afwateringssloot langs de Wijnaardenweg gegraven worden (ter indicatie met een breedte van 0,5m wateroppervlak), welke via een (afsluitbare of met terugslagklep indien benodigd) verbonden kan worden met de andere zijde van de Wijnaardenweg/afwateringsgebied. Deze maatregel ligt wel buiten het werkgebied waar nu rekening mee is gehouden, zie figuur 4.2.

Bovenstaande maatregelen (zonder afwateringssloot Wijnaardenweg) zijn visueel weergegeven in figuur 4.2.

Beschrijving	
Impact op oppervlaktewater m ³ (compensatie)	Geen
Impact op verhard oppervlak	Geen
Impact op ingesloten laagtes	Geen



Figuur 4.2 Visualisatie ontwerp Dijkvak 2

4.3 Dijkvak 3

In dijkvak 3, welke een ruimtebeslag van 24.216 m² kent, is een ophoging van het dijklichaam gepland parallel aan de buitenzijde van de Groeneweg. De dijk krijgt een taludhelling van 1 op 3 (reguliere groene dijk). Voor het ontwerp van de kruinbreedte wordt uitgegaan van een breedte van 4,5 m (dit is de standaardbreedte van 3,0 m vermeerderd met 2 x 0,75 m wegberm). Er worden twee toeritten gerealiseerd, ter plaatse van de Wijnaardenweg en Groeneweg. Aan de

landzijde van de dijk is een verticale pipingmaatregel gepland. Samengevat worden de volgende maatregelen in Dijkvak 3 genomen.

Maatregelen dijkvak 3:

- Aanleg van een nieuwe dijk parallel aan de buitenzijde van de Groenweg
- Verticale pipingmaatregelen aan de binnendijkse zijde

In dijkvak 3 is er geen directe fysieke impact op het watersysteem. De verharding in dijkvak 3 neemt niet toe, gezien het huidige wegoppervlak niet wordt uitgebreid. Hierdoor geldt hiervoor ook geen compensatieplicht.

Bovenstaande maatregelen zijn visueel weergegeven in figuur 4.3.



Figuur 4.3 Visualisatie ontwerp Dijkvak 3

Effect ruimtebeslag Dijkvak 3: voor dijkvak 3 geldt dat er ruimte gezocht moet worden ter compensatie afwateringssloot (geschatte breedte 2,65 m insteek-insteek). Voor zover bekend zit dit nog niet in het huidige ontwerp getekend.

Beschrijving	
Impact op oppervlaktewater m ³ (compensatie)	Geen
Impact op verhard oppervlak	Geen
Impact op ingesloten laagtes	Geen

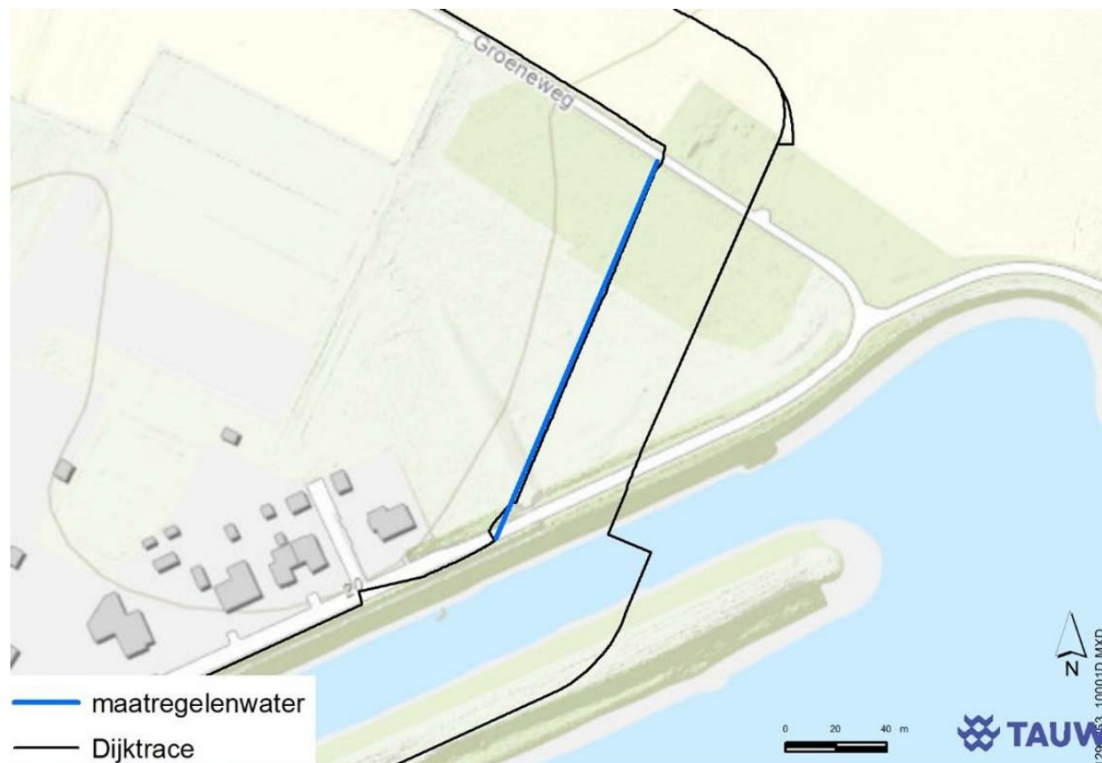
4.4 Dijkvak 4

In dijkvak 4, welke een ruimtebeslag van 8.814 m² kent, is een nieuw te realiseren dijklichaam gepland tussen de Dorpsstraat en de Groeneweg, én een nieuw wegoppervlak (610 m²) op de kruin van deze dijk. De dijk krijgt een taludhelling van 1 op 3 (reguliere groene dijk) Voor het ontwerp van de kruinbreedte wordt uitgegaan van een breedte van 4,5 m (dit is de standaardbreedte van 3,0 m vermeerderd met 2 x 0,75 m wegberm). Daarnaast vervalt de bestaande coupure aan de Dorpsstraat. Samengevat worden de volgende maatregelen in Dijkvak 4 genomen:

Maatregelen dijkvak 4:

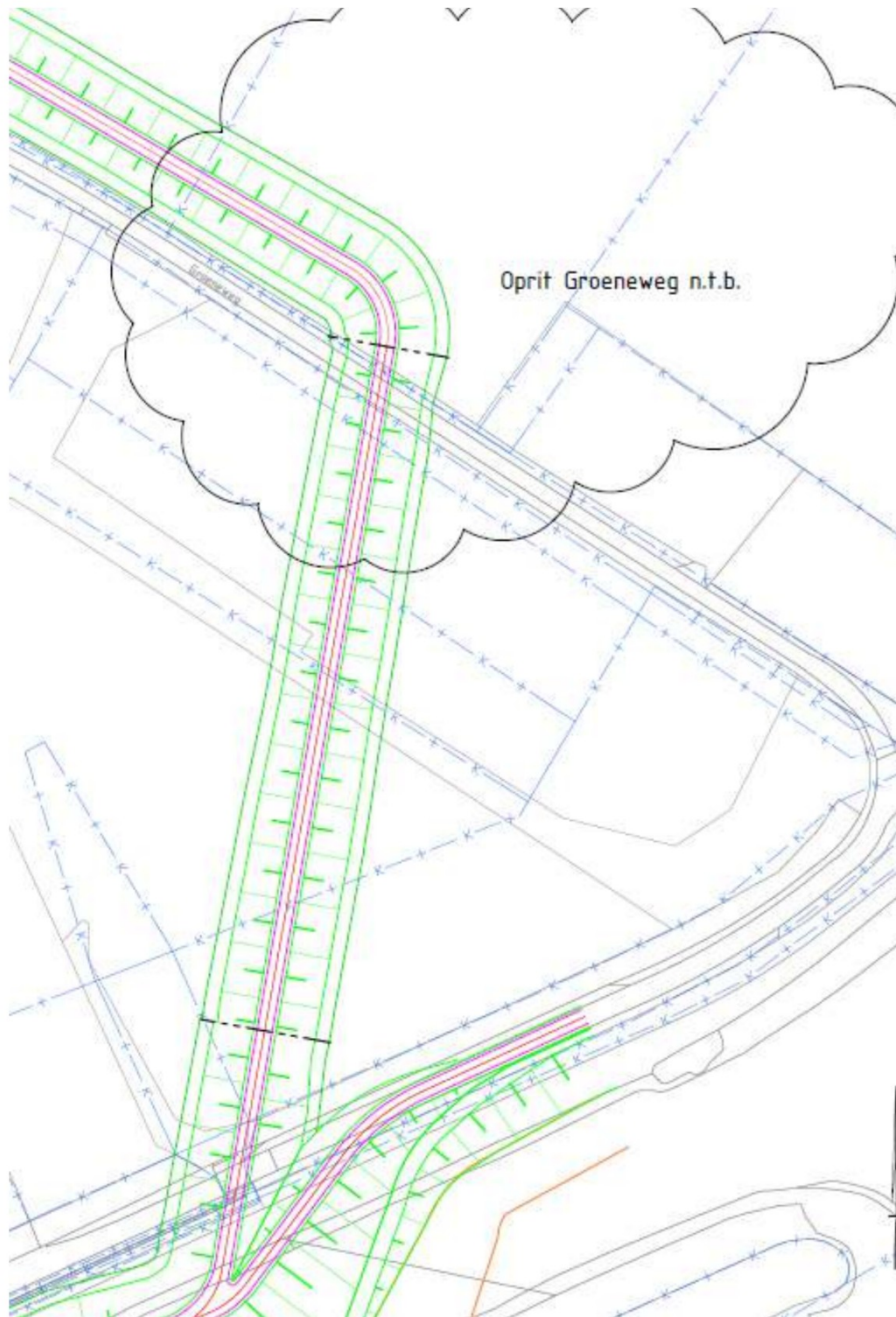
- Verschuiving van de bestaande verbinding met de hoge grond naar buiten
- Aanleg van een nieuw dijklichaam tussen de dijk aan de Dorpsstraat en de Groeneweg
- Vervallen van de bestaande coupure aan de Dorpsstraat

In dijkvak 4 is er geen directe fysieke impact op het watersysteem. Een aandachtspunt voor dit dijkvak is dat de beheerder wenst om geen ingesloten laagten tegen de dijk te hebben. Op basis van de AHN4 is dit mogelijk op te lossen met zeer lokaal kleine maaiveldverhoging én een afwateringssloot welke aansluit op de nieuw aan te leggen duiker. Qua dimensionering kan de breedte van de watergang aansluiten op de watergang van dijkvak 3 (geschat op 2,65 m breedte). Voor zover bekend zit een dergelijke afwateringssloot nog niet in het huidige ontwerp getekend. De verharding in dijkvak 4 neemt toe, gezien het huidige wegoppervlak wordt uitgebreid met 610 m². Hierdoor geldt hiervoor ook een compensatieplicht, welke een bui van 100 mm in 24 moet kunnen bergen. Vanuit de berekening volgt: $100 \text{ mm} / 1.000 (= 0,1) \times 610 \text{ m}^2 = 61 \text{ m}^3$ te compenseren. Deze sloot kan gecombineerd worden met de wens van de beheerder om geen ingesloten natuurlijke laagten tegen de dijk aan te hebben. Daarom wordt geadviseerd om de sloot qua dimensies aan te laten sluiten op die van dijkvak 3 (geschatte breedte 2,65 m). Met een indicatieve waterbreedte van 1,5 m komt men hiermee op een lengte van circa 150 m watergang.



Figuur 4.4 Visualisatie watermaatregel Dijkvak 4, in blauw indicatief inpassing van afwateringssloot (circa 150 m)

Bovenstaande maatregelen zijn visueel weergegeven in figuur 4.4 en 4.5.



Figuur 4.5 Visualisatie ontwerp Dijkvak 4

Effect ruimtebeslag Dijkvak 4: voor dijkvak 4 geldt dat er ruimte gezocht moet worden ter compensatie van het extra verhard oppervlak, plus de wens van de beheerder voor het tegengaan van natuurlijke ingesloten laagten (deze 2 maatregelen kunnen worden

gecombineerd). De afwateringssloot komt qua dimensies overeen met die van dijkvak 3 (geschatte breedte 2,65m insteek-insteek). Bij een indicatief watervlak van 1,5m zorgt dit voor een lengte van 150 m. Deze compensatie dient opgenomen te worden in het DO.

Beschrijving	
Impact op oppervlaktewater m3 (compensatie)	Geen
Impact op verhard oppervlak	Huidige wegoppervlak wordt uitgebreid met 610 m ² , 61 m ³ te compenseren
Impact op ingesloten laagtes	Afwateringssloot inpassen

4.5 Dijkvak 5

In dijkvak 5, welke een ruimtebeslag van 47.476 m² kent, is een nieuw te realiseren dijklichaam gepland ter plaatse van het huidige koelwaterkanaal, daarbij wordt de huidige nooddijk afgegraven tot aan het maaiveld. Op dijkvak 5 is er de meekoppelkans van een fietspad (halfverhard) op de kruin wordt aangelegd. Dit is een meekoppelkans, het is nog onbekend of het uitgevoerd wordt. Voor halfverharding geldt dat het indien mogelijk geheel gecompenseerd dient te worden voor 100 mm per 24 uur. De dijk krijgt een taludhelling van 1 op 3 (reguliere groene dijk) of een verticale wand bij constructies. Voor het ontwerp van de kruinbreedte wordt uitgegaan van een breedte van 4,5 m (dit is de standaardbreedte van 3,0 m vermeerderd met 2 x 0,75 m wegberm). Aan de rivierzijde wordt de bestaande langsdam afgegraven die het koelwaterkanaal en de Maas scheidt (zie ook figuur 4.10). Er worden drie toeritten gerealiseerd.

Samengevat worden de volgende maatregelen in Dijkvak 5 genomen:

Maatregelen dijkvak 5:

- Afgraven van de bestaande nooddijk
- Aanleg van een nieuw dijklichaam ter plaatse van het huidige koelwaterkanaal
- Afgraven van de bestaande langsdam die het koelwaterkanaal en de Maas scheidt
- Opening naar Koelwaterkanaal (volgt in latere stap/optimalisatie)

Door de uitbreiding van het plangebied richting rivierzijde neemt het afstromend oppervlak aan de landzijde van de dijk toe. De toename in het afstromend oppervlak bedraagt circa 1.650 m². Aan de Dorpsstraat is een HWA-systeem aanwezig bestaande uit kolken die op een Ø800 vrijvervalriool zijn aangesloten. Uitgaande van een regenintensiteit van 20 mm/uur (norm gemeente Leudal uit GRP⁴), resulteert dit in een extra afvoer van 33 m³/uur (1.650 m² x 20 mm/uur = 33 m³/uur). Aangenomen dat dit gebied volledig verhard is en al het regenwater afstroomt, blijft de toename beperkt. In de praktijk zal er minder water afstromen omdat de uitbreiding voornamelijk groen blijft. Een deel van het talud (onverhard oppervlak) stroomt af naar de rivierzijde en zal niet afstromen naar het riool. Hoewel de huidige belasting van het rioolstelsel onbekend is, toont de berekening aan dat de toename van 33 m³/uur verwaarloosbaar is in vergelijking met de capaciteit van het Ø800 vrijvervalriool, dat circa 2.500 m³/uur kan verwerken. De extra afvoer heeft dus zeer weinig impact op het bestaande systeem. Gelet op het huidige watersysteem is de verwachting dat dit watersysteem de uitbreiding van het grondoppervlak aan kan.

⁴ Gemeentelijk rioleringsprogramma Leudal 2022-2026, NL21-648800269-4447_O1, Datum: 07-09-2021

Bovenstaande maatregelen zijn visueel weergegeven in figuur 4.6.



Figuur 4.6 Visualisatie ontwerp Dijkvak 5

Effect ruimtebeslag dijkvak 5: belangrijk aandachtspunt is dat de aanpassing op het duiklichaam in koelwaterkanaal en de langsdam afgraving effect hebben op het watersysteem van de Maas, met een mogelijk effect op de waterhuishouding.

Daarnaast komt er nog een nieuw ontwerp voor de invaart van de jachthaven (in ontwerploop 4) Als onderdeel van de rivierkundige berekeningen (separate rapportage) wordt gekeken naar de (dwars)stromingen en stroomsnelheden. Op basis hiervan wordt de geometrie van de haveningang geoptimaliseerd, wat effect heeft op het ruimtegebruik van dijkvak 5.

Beschrijving	
Impact op oppervlaktewater m ³ (compensatie)	Uitbreiding van het plangebied richting rivierzijde neemt het afstromend oppervlak aan de landzijde van de dijk toe, in totaal wordt er meer water gerealiseerd.
Impact op verhard oppervlak	Mogelijk bij nieuwe jachthaven.
Impact op ingesloten laagtes	Geen

4.6 Dijkvak 6

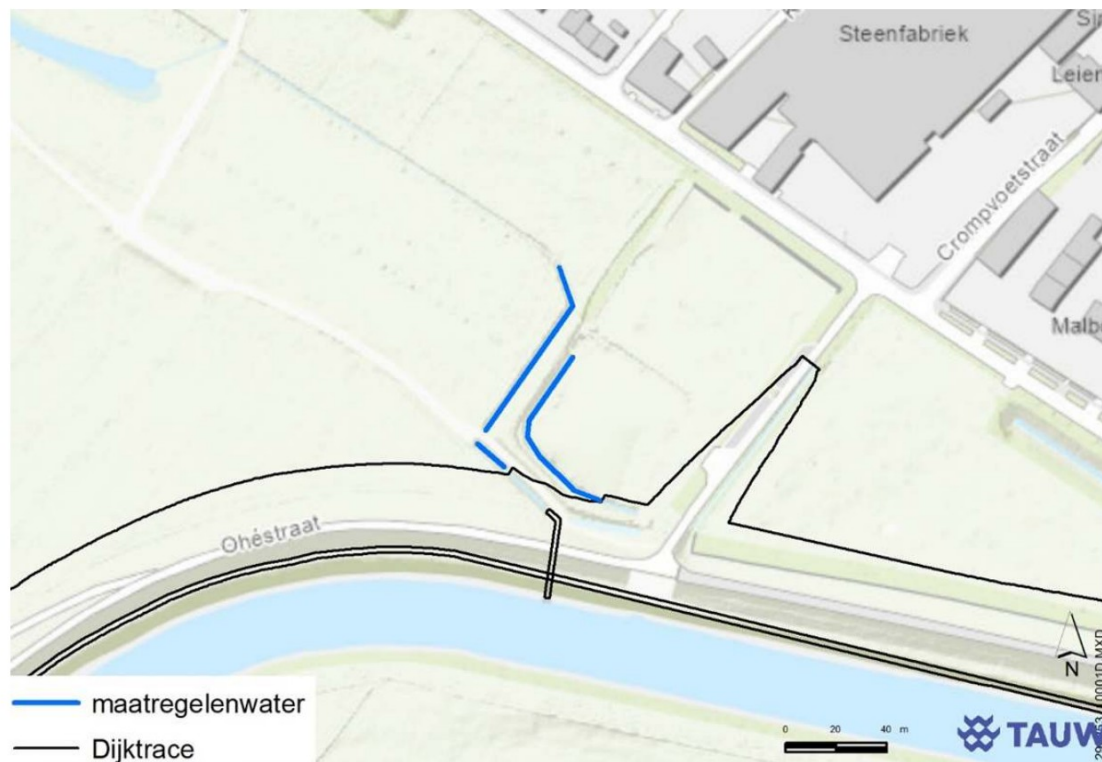
In dijkvak 6, welke een ruimtebeslag van 33.249 m² kent, is een ophoging van het dijklichaam gepland parallel aan de buitenzijde van de huidige dijk. De dijk krijgt een taludhelling van 1 op 3 (reguliere groene dijk) of een verticale wand bij constructies. Voor het ontwerp van de kruinbreedte wordt uitgegaan van een breedte van 4,5 m (dit is de standaardbreedte van 3,0 m

vermeerderd met 2 x 0,75 m wegberm). Er worden twee toeritten gerealiseerd, 1 met een opkomend talud van 1:25 en 1 met een opkomend talud van 1:20, welke beiden worden aangesloten op de nieuwe kruinhoogte van de dijk. Op dijkvak 6 is er de meekoppelkans van een fietspad (halfverhard) op de kruin wordt aangelegd. Dit is een meekoppelkans, het is nog onbekend of het uitgevoerd wordt. Voor halfverharding geldt dat het indien mogelijk geheel gecompenseerd dient te worden voor 100 mm per 24 uur. Aan de landzijde van de dijk is een verticale pipingmaatregel gepland. De huidige duikers ter hoogte van de nieuwe locatie jachthaven en de Ohéstraat worden vervangen. De lengte en diameter van deze duikers is nog onbekend. Samengevat worden de volgende maatregelen in dijkvak 6 genomen:

Maatregelen dijkvak 6:

- Ophoging van de bestaande dijk aan de binnenzijde
- Verticale pipingmaatregelen aan de binnenzijde
- Vervangen huidige duiker bij nieuwe locatie jachthaven
- Vervangen huidige duiker bij Ohéstraat

In dijkvak 6 is er op 1 plek directe fysieke impact op het watersysteem, namelijk waar de dijkophoging de leggerwatergang 'Ziep' doorsnijdt. Mogelijk wordt hier een deel van de watergang/wateroppervlak van 60 m² gedempt, wat dan 1 op 1 (in termen van oppervlak) gecompenseerd moet worden. Dit kan worden gerealiseerd door de huidige watergangen (lengte samen circa 160 m) met circa 0,4 m te verbreden, zie figuur 4.7. Hierdoor neemt het ruimtebeslag licht toe.



Figuur 4.7 Visualisatie watermaatregel Dijkvak 6, in blauw indicatief verbreding huidige watergangen (circa 160 m)

De verharding in dijkvak 6 neemt niet toe, gezien het huidige wegooppervlak niet wordt uitgebreid. Hierdoor geldt hiervoor ook geen compensatieplicht.

Bovenstaande maatregelen zijn visueel weergegeven in figuur 4.8.



Figuur 4.8 Visualisatie ontwerp Dijkvak 6

Effect ruimtebeslag Dijkvak 6: voor dijkvak 6 geldt dat er ruimte gezocht moet worden ter compensatie deels demping watergang Ziep (60 m²). Dit kan gerealiseerd worden door de huidige watergangen met circa 0,4m te verbreden. Voor zover bekend zit dit nog niet in het huidige ontwerp getekend.

Beschrijving	
Impact op oppervlaktewater m (compensatie)	Deels wordt watergang Ziep gedempt (60 m ²), compensatie door overige watergang te verbreden.
Impact op verhard oppervlak	Geen
Impact op ingesloten laagtes	Geen

4.7 Dijkvak 7

In dijkvak 7, welke een ruimtebeslag van 13.555 m² kent, is de aanleg van een nieuw dijklichaam aan de buitendijkse zijde van het spoor en de spoordijk gepland, dat aan de bovenstroomse zijde aansluit op het spoortalud. De kruin van de dijk wordt buitendijks afwaterend aangelegd op 1:20 (geen dakprofiel). Op een groot deel van dijkvak 7 ligt als uitgangspunt dat er tussen het spoor en het nieuwe dijklichaam een greppel komt. Zowel het binnentalud van de dijk als het spoor wateren af op deze greppel. Deze greppel wordt circa 0,5 m diep, heeft een bodembreedte van 0,5 m en taluds van 2:1.

Om te controleren of deze dimensionering voldoende is, is de volgende berekening uitgevoerd: de totale inhoud van de greppel bedraagt 1.590 m³. Rekening houdend met het ruimtebeslag van dijkvak 7 levert dit voor een regenbui van 200 l/s/ha voor 15 minuten een totale inhoud van 244 m³. Een regenbui van 60 mm per etmaal levert een inhoud van 813 m³. Beide dimensioneringseisen zijn goed te verwerken in de greppel. Uit bovenstaande berekening blijkt dat de dimensionering voldoende is. Uitgaande dat de greppel water voldoende kan afvoeren naar aansluitend watersysteem.

Omdat de dijk aan de Maaszijde aansluit op het spoortalud, wordt de greppel dus een soort doorlopende sloot die in de richting van de Berikstraat kan afwateren. Dit dient nader te worden bekeken en berekend door TAUW bij totstandkoming definitief waterhuishoudkundig plan, vooralsnog lijkt dit qua dimensionering op recente luchtfoto's te kunnen. Aan de binnenzijde van de spoordijk is een verticale pipingmaatregel gepland.

Samengevat worden de volgende maatregelen in dijkvak 7 genomen:

Maatregelen dijkvak 7:

- Aanleg van een nieuw dijklichaam aan de buitendijkse zijde van het spoor en de spoordijk
- Verticale pipingmaatregel aan de binnendijkse zijde van het spoor
- Aanleg afwateringssloot/greppel
- Filterconstructie nader ontwerpen (Fugro), een van de varianten bestaat uit een grindkoffer die mogelijk aanvullend waterbezwaar oplevert

De verharding in dijkvak 7 neemt niet toe, gezien het huidige wegoppervlak niet wordt uitgebreid. Hierdoor geldt hiervoor ook geen compensatieplicht.

Bovenstaande maatregelen zijn visueel weergegeven in figuur 4.9.



Figuur 4.9 Visualisatie ontwerp Dijkvak 7

Effect ruimtebeslag Dijkvak 7: de dimensionering van de afwateringssloot/greppel parallel aan het spoor is voor zover bekend al ingetekend in het ontwerp.

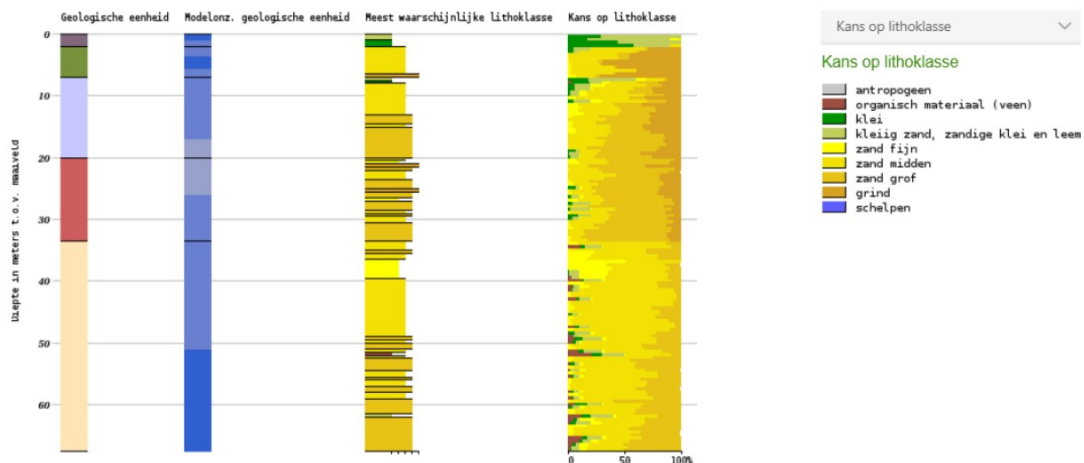
Beschrijving	
Impact op oppervlaktewater m ³ (compensatie)	Tussen het spoor en het nieuwe dijklichaam komt een greppel. De greppel voldoet aan de dimensioneringseisen.
Impact op verhard oppervlak	Geen
Impact op ingesloten laagtes	Geen

5 Geohydrologische effecten Buggenum

Ter plaatse van dijkvakken 1, 3, 6 en 7 worden verticale pipingmaatregelen voorzien. De exacte tracés zijn nog niet bekend. Het gaat waarschijnlijk om stalen damwanden tot een diepte van 6 à 7,5 m -mv. In dit stadium zijn uitsluitend de mogelijke geohydrologische effecten als gevolg van het plaatsen van deze damwanden kwalitatief beoordeeld. De effecten worden ingeschat op basis van de aangetroffen bodemopbouw en inzichten in de huidige grondwaterstroming.

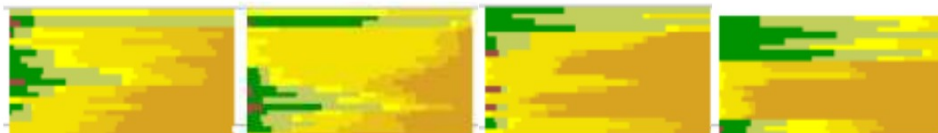
Bodemopbouw

De bodemopbouw laat zich omschrijven als een enkele meters dikke deklaag die veelal uit fijn zand, klei en/of leem bestaat, met daaronder tot circa 65 m -mv een afwisseling van zand en grindlagen met soms ingesloten klei/leemlaagjes. Onderstaand profiel met te verwachten lithoklassen is afkomstig uit GeoTOP v1.6. De rechterkolom geeft de kans op voorkomen van de diverse grondsoorten in de diepte weer.



De bovenste 10 m wordt gevormd door de Formatie van Beegden en is nader beschouwd ter plaatse van de dijkvakken met verticale pipingmaatregelen.

Kans op lithoklasse bij (van links naar rechts) dijkvakken 1, 3, 6 en 7



Geconcludeerd kan worden dat de kans op klei en leem vooral in de eerste 2 tot 5 m groot is. Bij dijkvakken 1, 3 en 7 is de kans op klei en leem ook relatief groot tussen 3 en 10 m -mv. Verder is in dijkvakken 6 en 7 de kans groot op grof zand en grind. Bij de plaatsing van damwanden tot 6 à 7,5 m -mv is in dijkvakken 1 en 3 de kans dat de voet van de damwand in een klei- of leemlaag staat circa 50 %, waarboven zich in dat geval een enkele meters dikke zandlaag kan bevinden. In dijkvakken 6 en 7 is er een kans van 10 tot 30 % dat een lokale klei- of leemlaag aanwezig is bij

de voet van de damwand of enkele meters daaronder. Dit beeld is in overeenstemming met de informatie uit het veldonderzoek (sonderingen).

Grondwaterstroming

De grondwaterstroming wordt sterk beïnvloed door de Maas. De Maas heeft normaliter een drainerend effect op het grondwater, maar zal bij hoogwater situaties juist een infiltrerend karakter krijgen. Gelet op het stijghoogteverhang en de goede doorlatendheid van het watervoerend pakket, zal de stroomsnelheid van het grondwater onder drainerende omstandigheden groot zijn. Verticale pipingmaatregelen zullen bij hoogwater ook andere effecten veroorzaken dan onder normale omstandigheden. Omdat daarnaast de bodemopbouw bepalend is, worden mogelijke effecten beschouwd voor de volgende scenario's:

Scenario	Dijkvakken	Bodemopbouw (met kans in %)	Functie van de Maas
1	1 en 3	Geen afsluitende laag tussen 3 en 10 m -mv (50 %)	Drainerend of infiltrerend
2	1 en 3	Voet damwand in/nabij afsluitende laag (50 %)	Drainerend (normaal)
3	1 en 3	Voet damwand in/nabij afsluitende laag (50 %)	Infiltrerend (hoogwater)
4	6 en 7	Geen afsluitende laag tussen 3 en 10 m -mv (70-90 %)	Drainerend of infiltrerend
5	6 en 7	Voet damwand in/nabij afsluitende laag (10-30 %)	Drainerend (normaal)
6	6 en 7	Voet damwand in/nabij afsluitende laag (10-30 %)	Infiltrerend (hoogwater)

Voor scenario's 1 en 4 zijn *geen significante geohydrologische effecten* te verwachten van het plaatsen van damwanden tot 6 à 7,5 m -mv. Omdat er geen ondiepe afsluitende laag is, zal de damwand de onderliggende zandlaag slechts voor een klein deel afsluiten. Dit zal een gering effect hebben op de grondwaterstroming, ongeacht het drainerende of infiltrerende karakter van de Maas.

Bij scenario's 2 en 5 kunnen de damwanden *binnendijks enig opstuwend effect* hebben op de grondwaterstroming die optreedt in de opgesloten zandlaag ter hoogte van de damwand. Dit kan leiden tot verhoogde grondwaterstanden aan de binnendijkse zijde van de damwanden. Aan de buitendijkse zijde zal tegelijkertijd sprake zijn van verlaagde grondwaterstanden. De mate waarin dit gebeurt is afhankelijk van lokale variaties in de bodemopbouw (diepte en verbreiding van klei/leemlagen).

Bij scenario's 3 en 6 gaat het om *tijdsafhankelijke effecten tijdens een hoogwatersituatie* op de Maas. De damwanden zorgen er bij stijgende waterstanden voor dat de binnendijkse grondwaterstand lokaal iets minder snel stijgen dan elders (dus tijdelijke verlagingen). Aan de buitendijkse zijde is dan tijdelijk sprake van verhoogde grondwaterstanden. Bij dalende waterstanden op de Maas is het effect andersom: verhoogde grondwaterstanden aan de binnendijkse zijde en verlaagde grondwaterstanden aan de buitendijkse zijde. De mate waarin dit

gebeurt is opnieuw afhankelijk van lokale variaties in de bodemopbouw, maar ook van het waterstandsverloop op de Maas (de hoogte en duur van de hoogwatersituatie).

Naar verwachting zullen eventuele effecten van te plaatsen verticale pipingmaatregelen vooral afhangen van de aanwezigheid van ondiepe relatief dunne tussenzandlagen. Als de horizontale grondwaterstroming in deze zandlagen wordt belemmerd door een damwand, zijn lokale effecten op de grondwaterstand te verwachten. Gelet op de grillige bodemopbouw in het traject waar de damwanden komen (tot 7,5 m -mv) worden geen significante effecten verwacht.

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen