



Natuurinrichting Bonnenpolder

Waterhuishoudkundig plan

Zuid-Hollands Landschap, Natuurmonumenten, Natuurbegraven Nederland

29 maart 2021

Project Natuurinrichting Bonnenpolder
Opdrachtgever Zuid-Hollands Landschap, Natuurmonumenten, Natuurbegraven Nederland

Document Waterhuishoudkundigplan
Status Definitief 02
Datum 29 maart 2021
Referentie 124909/21-005.012

Projectcode 124909
Projectleider ir. T.H. van Wee
Projectdirecteur ir. H.J. Mondeel

Auteur(s) mw. dr.ir. J. van Houwelingen
Gecontroleerd door ir. T.H. van Wee
Goedgekeurd door ir. T.H. van Wee

Paraaf



Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer
 Stationsweg 5
 Postbus 3465
 4800 DL Breda
 +31 (0)76 523 33 33
 www.witteveenbos.com
 KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	7
1	INLEIDING	9
1.1	Aanleiding	9
1.2	Doel	10
1.3	Leeswijzer	10
2	WETTELIJK KADER	11
2.1	Beleidsnota's	11
2.2	Gemeentelijk beleid	12
2.3	Beleid Hoogheemraadschap van Delfland	13
2.3.1	Dempen en graven	13
2.3.2	Duikers en sifons	14
2.3.3	Ophogen	15
2.3.4	Natuurvriendelijke oevers	16
2.3.5	Leidingen	16
2.3.6	Onderhoud	17
2.4	Wet op de lijkbezorging	17
3	HUIDIGE SITUATIE	19
3.1	Topografische ligging	19
3.2	Maaiveld en landgebruik	20
3.3	Uitgevoerd veldwerk	21
3.4	Bodem	22
3.5	Oppervlaktewatersysteem	23
3.6	Grondwater	25
3.6.1	Freatisch grondwater	25
3.6.2	Stijghoogte 1 ^e watervoerende pakket	28
3.6.3	Kwel/infiltratie	28
3.7	Waterkeringen	29
3.8	Gezuiverd afvalwater	30
3.9	Beheer en Onderhoud	31

4	INRICHTINGSPLAN	32
4.1	Plantoelichting	32
4.2	Ophogen	33
4.3	Watersysteem	40
4.4	Kunstwerken (duikers/stuwen)	43
4.5	Natuurontwikkeling	45
5	EFFECTEN EN GEVOLGEN	47
5.1	Grondwater en voorkomen (zoet)watertekort	47
5.1.1	Verandering freatische grondwaterstand	48
5.1.2	Verandering stroomrichting grondwater	50
5.1.3	Grondwaterkwaliteit	51
5.2	Peilwijzigingen	52
5.3	Voorkomen van wateroverlast	52
5.3.1	Watersysteem	52
5.3.2	Kunstwerken	54
5.3.3	Berekening watercompensatie	54
5.3.4	Watercompensatieberekening	55
5.3.5	Afvoer overtollig water	56
5.4	Afvalwaterketen	57
5.4.1	Rioolpersleiding	57
5.4.2	Buisleiding gevaarlijke inhoud	58
5.5	Watersysteemkwaliteit en ecologie	60
5.6	Veiligheid en waterkeringen	60
5.7	Onderhoud en Bagger	61
6	UITVOERING(SFASERING)	63
7	REFERENTIES	64
	Laatste pagina	64

	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Schetsontwerp oppervlaktewatersysteem	1
II	Meetdataproject meetlocaties	6
III	Uitgangspunten natte ecologische zone	1
IV	Geotechnische analyse herinrichting Bonnenpolder	21
V	Zettingsberekeningen	90
VI	Sonderingen	2
VII	Hydrologische randvoorwaarden natuurbeheertypen	3

SAMENVATTING

Zuid-Hollands Landschap, Natuurmonumenten, Natuurbegraven Nederland zijn voornemens om de peilgestuurde landbouwgronden ten zuiden van het Staelduinse Bos nabij Hoek van Holland om te vormen naar 128 hectare natuur. In het nieuwe natuurgebied worden verschillende natuurbeheertypen nagestreefd en probeert men de karakteristieken van dit gebied te behouden/versterken. In de inrichting van de natuur is ook een uitbreiding van het huidige Staelduinse Bos, het herstel van een dijklichaam en de verbreding van de Rel voorzien. Al deze elementen kunnen invloed hebben op de waterhuishoudkundige situatie van het gebied. Daarnaast zal bij aan een deel van dit nieuwe natuurgebied (30 hectare) de nevenfunctie natuurbegraven worden toegevoegd. De richtlijnen die volgen uit de wet op de lijkbezorging vormen belangrijke randvoorwaarden, om te voldoen aan de milieuhygiënische voorwaarden van de inspectie van volksgezondheid.

Voor enkele van de beoogde (natuur)beheertypen is het gewenst om nattere omstandigheden te creëren. Voor andere beheertypen, zoals de uitbreiding van het duinbos, zijn juist drogere omstandigheden gewenst. Om drogere omstandigheden te creëren zal een deel van het gebied moeten worden opgehoogd. Deze drogere omstandigheden bieden ook de mogelijkheid tot de nevenfunctie natuurbegraven. In het geval van begraven worden eisen gesteld aan de minimale diepte van het graf en de minimale ontwateringsdiepte ter plekke van het graf (hoogte van de grondwaterstand ten opzichte van maaiveld) [lit. 11, lit. 12]. Van nature is de bodemgesteldheid en de waterhuishouding (hoge grondwaterstand en vaak kleiachtige bodem) in Nederland niet optimaal voor begraven.

De gewenste inrichtingsmaatregelen hebben invloed op de waterhuishoudkundige situatie. Bovendien moet er met de inrichting rekening worden gehouden met de aanwezigheid van een kering en een aantal belangrijke kabels en leidingen. Om tot een schetsontwerp te komen van het plangebied zijn er berekeningen uitgevoerd aan de ontwateringsdiepte in de ophoging. Ook zijn er zettingsanalyses uitgevoerd ter plekke van de ophoging om de minimaal benodigde ophoging te kunnen bepalen. Op basis van deze zettingsanalyses kon tevens de belasting op een rioolpersleiding door het gebied worden berekend. De locatie van de ophoging in het schetsontwerp is uiteindelijk zo gekozen dat belasting op de aanwezige persleiding binnen de geldende normen blijft. Daarmee valt de ophoging ook buiten de beschermingszone van de bestaande polderkade langs het Staelduinse Bos, waardoor de stabiliteit niet zal worden aangetast.

Naast de ophogingen in het plangebied zijn de volgende waterhuishoudkundige aanpassingen nodig:

- in totaal zal er zo'n 7.330 m² aan oppervlaktewater worden gedempt door het creëren van de ophogingen in het gebied;
- in totaal wordt er circa 3.800 m² aan verharding aangelegd en 13.400 m² aan halfverharding;
- er zal in totaal zo'n 83.890 m² (equivalent aan bijna 34.000 m³) oppervlaktewater worden gegraven door verbreding van de meanderende Rel door het gebied, door de aanleg van nieuwe sloten langs de ophogingen en de aanleg van een ringsloot voor de ontwatering van de bestaande boerderij aan de Bonnenweg ten zuiden van de Rel;
- door de ophoging en het dempen van watergangen komt er een aantal duikers te vervallen;
- er worden twee onderbemalingen in het gebied opgeheven;
- één peilgebied (vigerend peil NAP -0,08 m) wordt uitgebreid door plaatsing van een extra stuw;
- er zullen *vijftien* nieuwe duikers worden geplaatst in verband met de aanleg van nieuwe paden.

Als gevolg van deze aanpassingen zal de regionale stroomrichting van zowel het oppervlakte- en grondwater niet veranderen. Wel wordt er lokaal, ter plekke van de ophogingen en de peilgebiedswijziging, een stijging van het freatisch grondwater verwacht. Door de maatregelen worden de omstandigheden met betrekking tot de beoogde natuurbeheertypen in het gebied gunstiger. Hiermee hangt samen dat het huidige duinbos de laatste decennia aan het verdrogen is, wat de natuurbeheerder al jaren probeert tegen te gaan. De te nemen maatregelen leiden niet tot een verdere verdroging van het Staelduinse Bos, het effect zal eerder positief uitwerken. Op basis van een aantal wetenschappelijke onderzoeken kan worden geconcludeerd dat het effect van natuurbegraven (kisten en asurnen) op de oppervlakte- en grondwaterkwaliteit verwaarloosbaar klein is. In het definitieve inrichtingsplan zal men rekening moeten houden met de aanleg van onderhoudsstroken langs de nieuw aan te leggen watergangen conform de eisen

gesteld door het waterschap. Vanwege de inrichting van het gebied ontstaat een bergingstekort van totaal 1.526 m^3 water. Dit tekort kan worden gecompenseerd vanuit het extra wateroppervlakte dat ontstaat als gevolg van de verbreding van de Rel. Dit is mogelijk omdat het te verbreden deel van de Rel voor een groot deel benedenstrooms ligt van de betrokken peilgebieden. Hierdoor draagt extra waterberging in de Rel indirect bij aan een grotere waterberging voor dit gebied.

De minimale bergingsopgave vanuit de natuurlijke inrichting van de Bonnenpolder bedraagt dus 1.526 m^3 . Als de verbreding van de Rel hiervoor wordt gebruikt is dit $1.526 \text{ m}^3 / 0,45 \text{ m} = \text{circa } 2.927 \text{ m}^2$ van het geplande uit te breiden oppervlak (83.890 m^2) van de Rel, ofwel circa 3,5 %. Het is ook mogelijk meer oppervlaktewater te graven in het plangebied zelf.

Het definitieve waterhuishoudkundigplan dient als onderbouwing van het bestemmingsplan. Later zal door Zuid-Hollands Landschap, Natuurmonumenten en Natuurbegraven Nederland een watervergunning moeten worden aangevraagd voor de waterhuishoudkundige aanpassingen conform de beleidsregels van het Hoogheemraadschap van Delfland, waarvoor de informatie uit dit waterhuishoudkundigplan als onderbouwing kan dienen.

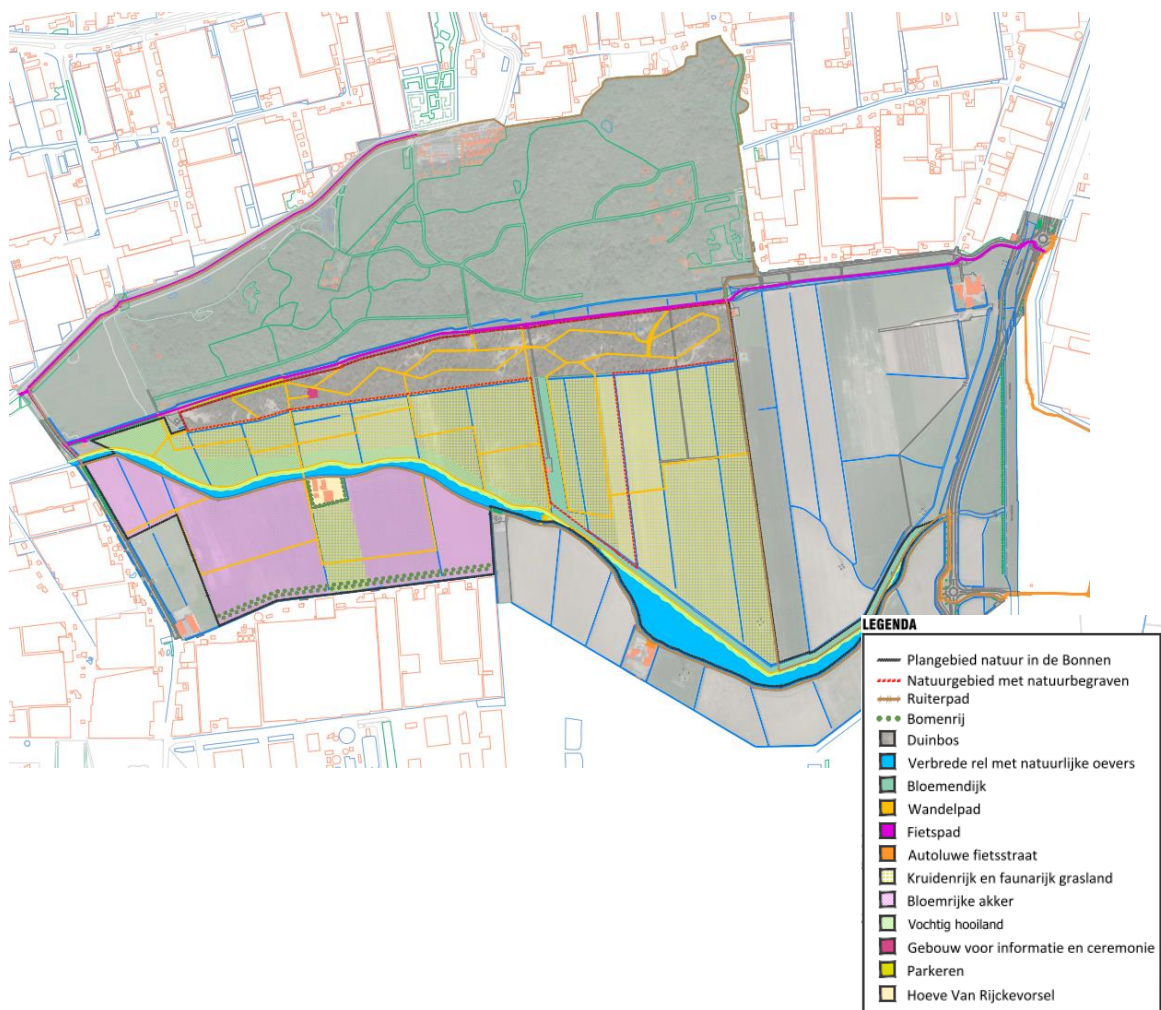
1

INLEIDING

1.1 Aanleiding

Zuid-Hollands Landschap is samen met Natuurmonument en Natuurbegraven Nederland voornemens om circa 128 ha natuur te ontwikkelen in de Bonnenpolder. Waarbij de Bonnenpolder de werknaam is voor de volgende polders tezamen: De Lange Bonnen, Staalduinen, Nieuwland & Noordland (zie afbeelding 1.2). Samen met de omgeving is een breed gedragen ontwerp voor het natuurgebied gemaakt. De voorkeursvariant van het ontwerp van de natuur in de Bonnenpolder is weergegeven in afbeelding 1.1. Het ontwerp is opgesteld met meer ruimte voor natuur waarbij de karakteristieke openheid van het polderlandschap behouden blijft. De uitbreiding van het Staelduinse Bos in zuidelijke richting is daarnaast bestemd voor recreatie en heeft als tijdelijke extra functie natuurbegraven (in totaal circa 30 ha). Het ontwerp is dus niet alleen passend qua landschap en natuur, maar past ook bij de behoefte van de regio op het gebied van bijvoorbeeld recreatie.

Afbeelding 1.1 Voorkeursvariant ontwerp natuur in de Bonnenpolder (Bron: West 8)



Dit project maakt onderdeel uit van het bestemmingsplan Oranjabonnen van de gemeente Rotterdam. Onder dit bestemmingsplan vallen de Oranjabuitenpolder en Bonnenpolder. De gemeente Rotterdam heeft eind 2018 een principe besluit genomen over de verdere uitwerking van het bestemmingsplan. In het najaar wordt er een collegebesluit genomen over het bestemmingsplan en moeten de initiatieven die meegaan in de bestemmingsplanprocedure verwerkt zijn in het ontwerp.

Ten behoeve van dit bestemmingsplan, dient er een geohydrologisch onderzoek uitgevoerd te worden naar de effecten van de inrichtingsmaatregelen op de waterhuishouding en bodem. Ten behoeve van de watertoets dient er een waterhuishoudkundigplan te worden opgesteld. Dit plan zal als bijlage worden toegevoegd aan het inrichtingsplan als ruimtelijke onderbouwing. In het voortraject heeft het Hoogheemraadschap van Delfland een aantal vragen gesteld over de inrichting van de Bonnepolder. Onder andere deze vragen zullen aan de hand van dit waterhuishoudkundigplan worden beantwoord.

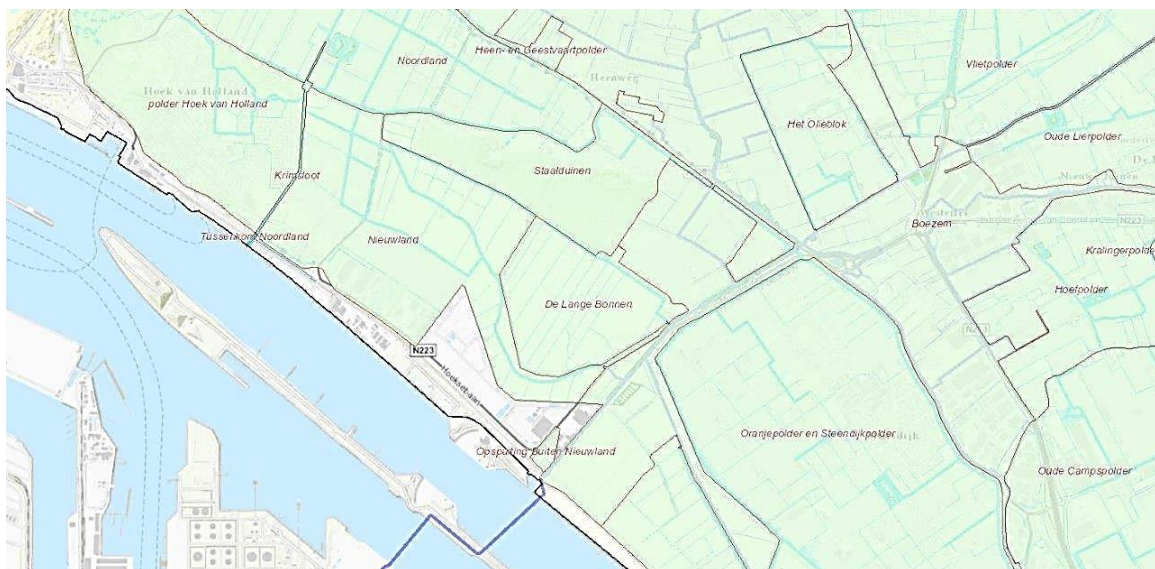
1.2 Doel

Het doel is het opstellen van een waterhuishoudingsplan dat als onderbouwing kan dienen van de watertoets in het kader van het bestemmingsplan.

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 vormt een achtergrondhoofdstuk, waarin het geldende beleid in het gebied is opgenomen. In hoofdstuk 3 is een gebiedsbeschrijving van de Bonnenpolder opgenomen. Vervolgens wordt in hoofdstuk 4 het inrichtingsplan toegelicht. De effecten en gevolgen van het inrichtingsplan worden in hoofdstuk 5 geanalyseerd en beschreven. In hoofdstuk 6 wordt ingegaan op de uitvoerings(fasering). Tot slot zijn in hoofdstuk 7 de referenties opgenomen.

Afbeelding 1.2 Overzichtskaart van de polders in en rondom het projectgebied (Bron: Hoogheemraadschap van Delfland)



2

WETTELIJK KADER

In dit hoofdstuk worden de beleidsnota's met betrekking tot duurzaam waterbeheer gepresenteerd. Daarnaast worden de relevante voorwaarden die volgen uit de beleidsregels voor het Hoogheemraadschap Delfland uiteengezet. Tot slot zijn een aantal relevante eisen die volgen uit de wet op de lijkbezorging opgenomen in een aparte paragraaf.

2.1 Beleidsnota's

De volgende nota's met betrekking tot duurzaam waterbeheer zijn relevant voor het plangebied.

2.1.1 Europees beleid

Vanuit Europees beleid zijn de KRW-wateren en Natura 2000-gebieden van belang.

Kaderrichtlijn water (KRW)

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) beoogt de verbetering van de oppervlaktewater- en grondwaterkwaliteit in Europa tot een gewenst niveau. De uitvoering van de KRW is belegd bij de waterschappen. Er liggen in het projectgebied geen KRW-wateren. Wel watert het plangebied af richting de boezem, wat een onderdeel vormt van de KRW-wateren. Er zal om deze reden moeten worden getoetst of de maatregelen in het gebied geen negatieve effecten hebben op de waterkwaliteit.

Natura 2000-gebieden

Natura 2000 is een Europees netwerk van beschermde natuurgebieden. In Natura 2000-gebieden worden bepaalde diersoorten en hun natuurlijke leefomgeving beschermd om de biodiversiteit te behouden. Het Staelduinse Bos valt onder het Solleveld & Kapittelduinen Natura 2000-gebied. De aanwezigheid van Natura 2000-gebied is van belang, omdat eventuele peilmaatregelen binnen of in de nabijheid van het gebied geen nadelige gevolgen mogen hebben op het behalen van de instandhoudingsdoelen van natuurlijke habitats. De initiatiefnemers betrekken het Hoogheemraadschap van Delfland tijdig voor afstemming van de plannen.

2.1.2 Nationaal beleid

Waterwet

In de waterwet wordt het beheer van grond- en oppervlaktewater geregeld. Er zijn geen specifieke consequenties vanuit dit beleidskader.

Nationaal Waterplan 2016-2021 (NW)

Het Nationaal Waterplan bevat de hoofdlijnen van het nationaal waterbeleid en de daartoe behorende aspecten van het ruimtelijk beleid. In dit plan staan vijf ambities centraal: waterveiligheid, verbetering waterkwaliteit voor voldoende en schoon zoet water, klimaatbestendige en waterrobuuste inrichting van Nederland, Nederland als gidsland voor watermanagement en -innovaties en waterbewust leven van Nederlanders. Het projectgebied valt binnen het Rijnmond-Drechtsteden gebied van het Nationaal

Waterplan 2016-2021. In dit gebied zijn in het Nationaal Waterplan gebiedsgerichte uitwerkingen opgenomen voor waterveiligheid en zoetwater [lit. 21].

Waterbeleid voor de 21^e eeuw (WB21) en Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW)

De kern van het WB21 houdt in dat water de ruimte moet krijgen en dat er voldoende schoon water moet zijn. Het NBW is gericht op structurele veranderingen in de waterproblematiek en waterkwaliteit. Het waterhuishoudkundigplan voor de Bonnenpolder zal worden getoetst aan de hand van de doelen uit het WB21 en NBW.

2.1.3 Provinciaal/regionaal beleid

De volgende provinciale beleidsnota's zijn relevant voor het waterhuishoudkundigplan.

Provinciaal Waterplan Zuid-Holland 2016-2021

Het Provinciaal Waterplan Zuid-Holland bepaalt het waterbeleid rondom waterveiligheid, waterkwantiteit, waterkwaliteit en een robuust en veerkrachtig watersysteem.

Waterverordening Zuid-Holland

In de waterverordening Zuid-Holland zijn normen vastgesteld voor onder andere de maximale gemiddelde kans op wateroverlast, regionale waterkeringen en grondwateronttrekkingen [lit. 17].

Visie Ruimte en Mobiliteit (VRM) Zuid-Holland

Zuid-Holland heeft de ambitie om duurzaam, concurrerend en leefbaar te blijven. Daarom bevordert de provincie de transitie naar een water- energie-efficiënte samenleving. Bij aanpassingen aan het watersysteem geldt dat deze klimaatbestendig zijn en indien mogelijk natuurlijke processen meer ruimte krijgen of beter worden benut. De Bonnenpolder valt onder een gebied waar kansen worden gezien voor ondergrondse wateropslag en valt daarmee binnen de ambities van het VRM. De Rel wordt verbreed en voorzien van natuurvriendelijke oevers en valt daarmee binnen het VRM.

In het verleden hebben de toen geldende waterbergingsdoelstellingen en problemen met de afwatering van de Rel diverse malen geleid tot een blank staande Bonnenpolder. Deze problemen zijn verholpen door een aantal ingrepen en aangepaste waterbergingsdoelstellingen.

2.2 Gemeentelijk beleid

Ook de gemeente heeft een aantal watertaken aangaande duurzaam waterbeheer. In de wet op de waterhuishouding is vastgesteld dat de gemeente een zorgplicht heeft voor hemelwater en grondwater. Daarnaast is ook het gemeentelijk rioleringsplan (GRP) uitgebreid met grond- en hemelwater. De gemeente Rotterdam heeft zich ten doel gesteld om [lit. 14]:

- wateroverlast te voorkomen door hemelwater doelmatig in te zamelen, te transporteren en te verwerken;
- structureel nadelige gevolgen van een hoge of lage grondwaterstand in openbaar gebied te beperken door doelmatige maatregelen.

Dit beleid is met name gericht op bebouwd/stedelijk gebied. De Bonnenpolder is geen bebouwd gebied en daarom is dit beleid niet relevant voor de inrichting van het gebied.

Daarnaast is de gemeente medeverantwoordelijk voor het halen van de KRW-doelen, zoals beschreven in de bestuursovereenkomst Schoon en gezond water Delfland.

2.3 Beleid Hoogheemraadschap van Delfland

In het waterbeheerplan heeft Delfland de ambities en doelstellingen vastgelegd aangaande de zorgplicht voor droge voeten, stevige dijken en schoon water [lit. 15]. Dit zal ook als leidraad dienen voor de wijze waarop Delfland procedureel en inhoudelijk omgaat met de watertoets. Om inzicht te geven hoe Delfland omspringt met het bestaande beleid in ruimtelijke plannen op gemeentelijk niveau is de Handreiking watertoets opgesteld [lit. 16].

Het doel van de watertoets is een goede inpassing van water in ruimtelijke planvorming. Negatieve effecten op het gebied van overlast, veiligheid, kwaliteit als gevolg van een ruimtelijk plan moeten worden voorkomen en anders worden gecompenseerd. Verder wordt met behulp van de watertoets gekeken of er kansen zijn om het watersysteem te verbeteren.

Hieronder zijn de relevante voorwaarden die volgen uit de beleidsregels van het Hoogheemraadschap van Delfland voor dit waterhuishoudkundigplan overgenomen. Voor de volledige beleidsregels wordt verwezen naar de website van het Hoogheemraadschap van Delfland.

2.3.1 Dempen en graven

Er zal 128 ha nieuwe natuur worden ontwikkeld. Om het Staelduinse Bos robuuster te maken wordt het duinbos aan de zuidkant uitgebreid met circa 20 ha. Voor het creëren van het duinbos zal worden opgehoogd, waarbij enkele bestaande watergangen zullen worden gedempt. Om dit te compenseren, moeten nieuwe watergangen worden gegraven of bestaande watergangen worden verbreed.

Dempen

Als tot dempen van wateren wordt overgegaan dient [lit. 5]:

- 1 vervangend oppervlaktewater te worden gegraven, zodanig dat de aanwezige wateroppervlakte minimaal gelijk blijft: dempen = graven;
- 2 het vervangend oppervlaktewater gerealiseerd te zijn voorafgaand aan de demping van wateren;
- 3 het vervangend oppervlaktewater van een water gegraven te worden binnen hetzelfde peilgebied als de gedempte wateren;
- 4 de aan- en afvoerfunctie van de watergang te worden gewaarborgd;
- 5 geen belemmering van water aan- en afvoer van achterliggende of aangrenzende gebieden te worden veroorzaakt.

Het verlies aan oppervlaktewater moet in hetzelfde peilgebied worden gecompenseerd. Er kan van deze standaard worden afgeweken in overleg met het Hoogheemraadschap Delfland. Er moet in dit geval wel benedenstrooms worden gecompenseerd en onder de voorwaarde dat er tussen de peilgebieden een goede waterverbinding aanwezig is zodat overtollig water ook daadwerkelijk kan worden afgevoerd.

Graven

Voor het graven van en in wateren gelden de volgende criteria [lit. 5]:

- 1 de dimensionering van wateren dient minimaal gebaseerd te zijn op het normdebiet;
- 2 nieuw aan te leggen wateren moeten voldoen aan de normen voor stroomsnelheid en verhang, en moeten na aanleg ten minste voldoen aan de afmetingen in de onderstaande tabel 2.1;
- 3 wateren moeten 10 cm dieper worden aangelegd, dan op basis van de normering benodigd is;
- 4 de oevers van de vergraving moeten met deugdelijke materialen en op doelmatige wijze tegen uitspoeling en afkalving worden beschermd;
- 5 voor de aansluiting van nieuwe wateren op bestaande wateren dient een graduele overgang over een lengte van 10 m te worden aangelegd. Indien het nieuwe water zo kort is dat deze overgang niet kan worden gerealiseerd, dan moet het nieuwe water met de leggerdiepte en leggerbreedte van het huidige water worden aangelegd.

Verbreden

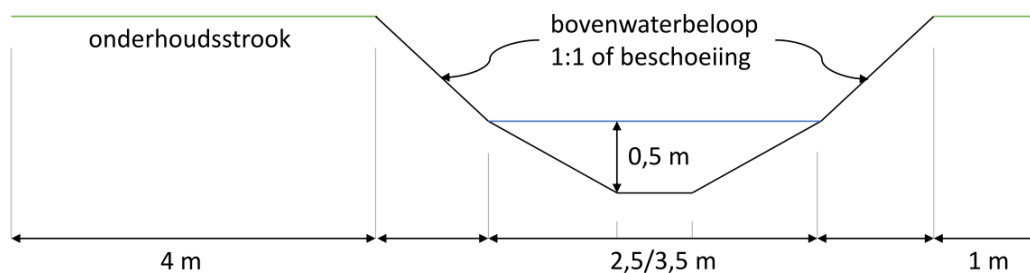
Voor het verbreden van bestaande wateren gelden de volgende criteria [lit.5]:

- 1 het nieuwe bovenwaterbeloop minimaal te voldoen aan de eisen voor bovenwaterbeloop in tabel 2.1. en afbeelding 2.1;
- 2 de verhouding waterdiepte staat tot waterbreedte conform tabel 2.1 te worden aangebracht;
- 3 de verbreding minimaal 0,2 m te bedragen;
- 4 de verbreding gelijkmatig verdeeld te worden over de gehele lengte van de te verbreden watergang voor zover het eigendom strekt;
- 5 de voorgenomen verbreding te worden toegepast op het gehele profiel.

Tabel 2.1 Minimale afmetingen voor nieuw aan te leggen wateren

	Primaire wateren, met uitzondering van dijksloten	Secundaire wateren en dijksloten
minimaal bovenwaterbeloop	1:1 of beschoeiing	1:1 of beschoeiing
verhouding waterdiepte staat tot waterbreedte voor watergangen tot een breedte van 5 m	1:5	1:5
verhouding waterdiepte staat tot waterbreedte voor watergangen breder dan 5 m	1:5, maar maatwerk mogelijk	1:5, maar maatwerk mogelijk
minimale waterdiepte	1 m	0,5 m
minimale waterbreedte	5 m	2,5 m

Afbeelding 2.1 Ontwerpprincipes nieuwe watergangen



2.3.2 Duikers en sifons

Naar verwachting zullen er nieuwe duikers worden geplaatst in het plangebied in verband met de aanleg van nieuwe paden ten behoeve van de recreatie. Indien er aanpassingen plaatsvinden aan deze duikers en/of nieuwe duikers worden geplaatst, dan moeten deze voldoen aan de volgende criteria [lit. 6]:

- 1 de dimensionering van duikers dient gebaseerd te zijn op het normdebiet, in combinatie met de normen voor stroomsnelheid en verhang, van het betreffende water. In ieder geval dienen de volgende minimale afmetingen (inwendig en gladwandig) te worden toegepast voor duikers en sifons:
 - primaire boezemwateren: alleen bruggen toegestaan, zie voor afmetingen de criteria voor bruggen;
 - primaire polderwateren: Ø 800 mm;
 - dijksloten: Ø 600 mm;
 - secundaire wateren:
 - stedelijk en glastuinbouwgebied: Ø 600 mm;
 - perceelsloten in landelijk gebied tot 2,5 m breed: Ø 400 mm;
 - overige secundaire wateren: Ø 600 mm;
- 2 parallelle duikers en sifons mogen pas worden aangelegd wanneer de totaal benodigde diameter minimaal Ø 800 mm is;

- 3 een duiker moet worden aangelegd met een aandeel lucht tussen het referentiepeil en de onderbovenkant van de in- en uitstroomopening. Het aandeel lucht t.o.v. het hoogst vastgelegde peil moet zijn:
 - duiker tot en met Ø 800 mm: 1/3 deel lucht;
 - duiker > Ø 800 mm: minimaal 25 cm, maximaal 1/3 deel lucht;
- 4 een nieuwe duiker of sifon moet indien mogelijk in het midden van de watergang worden aangelegd;
- 5 de in- en uitstroomopening van een duiker of sifon dient met de binnenonderkant minimaal 0,1 m hoger gelegd te worden dan de bodem van de watergang;
- 6 er mogen uitsluitend inwendig gladwandige duikers en sifons worden aangelegd. Inwendig geribbelde buizen zijn niet toegestaan;
- 7 een nieuw aan te leggen duiker of sifon mag in beginsel niet langer zijn dan 20 m. Bij publieke infrastructurele werken met belangrijke verkeersfunctie of waterinfrastructuurfunctie en bij reconstructies van glastuinbouw is uitzondering op deze regel mogelijk. Delfland kan extra voorschriften verbinden aan duikers die langer zijn dan 20 m om negatieve gevolgen op de waterkwantiteit en waterkwaliteit te beperken;
- 8 bij verlenging van een bestaande duiker of sifon moet het nieuwe deel door middel van een inspectieput met mangat en met zandvang van 25 cm aansluiten op de bestaande constructie. De inspectieput dient te worden afgesloten met een afneembaar deksel, met een mangat rond 0,6 m, op maaiveldhoogte. Bij een beperkte verlenging van een bestaande duiker is een inspectieput niet nodig, mits de verlenging wordt uitgevoerd met hetzelfde buismateriaal en een goede waterdichte afsluiting en mits de diameter van de verlenging gelijk is aan de diameter van de bestaande duiker;
- 9 duikers en sifons langer dan 20 m of met knikpunten moeten iedere 40 m en op alle knikpunten worden voorzien van een inspectieput met mangat en met zandvang van 25 cm. De inspectieput dient te worden afgesloten met een afneembaar deksel, met een mangat rond 0,6 m, op maaiveldhoogte;
- 10 de toepassing van krooshekken is in principe verboden bij de aanleg van nieuwe duikers en sifons. Bij bestaande duikers en sifons met een lengte van 50 m of langer, kan plaatsen van een vispasseerbaar krooshek of een drijfbalk worden overwogen als deze duiker vuilgevoelig is;
- 11 een doorvaarbare duiker dient voor de breedte en hoogte te voldoen aan dezelfde toetscriteria als een brug.

Verder dient een sifon te worden uitgevoerd met aan weerszijden een inspectieput met mangat en met zandvang van 25 cm. De inspectieput dient te worden afgesloten met een afneembaar deksel, met een mangat rond 0,6 m, op maaiveldhoogte.

Het Hoogheemraadschap van Delfland geeft aan dat hoewel niet in beleidsregel opgenomen, het vanuit ecologie/vismigratie ongewenst is om (vuilwerende) roosters te plaatsen bij de openingen van de duikers. Dit belemmert de migratie van vis en maakt delen van het plangebied niet goed bereikbaar voor (grotere) vis. Als er dan toch roosters geplaatst moeten worden dan rekening houden dat vis er doorheen kan, bijvoorbeeld door een deel onder water open te houden

2.3.3 Ophogen

In het projectgebied is een waterkering aanwezig langs het Staelduinse Bos. Ter hoogte van deze waterkering zal het maaiveld mogelijk worden opgehoogd. Indien het maaiveld in het waterstaatswerk of het profiel van vrije ruimte wordt opgehoogd worden vergunningen verleend onder de volgende voorwaarden [lit. 7]:

- 1 een ophoging is niet hoger dan 0,50 m. Als een ophoging hoger is dan 0,50 m dan moet worden aangetoond dat het waterkerend vermogen is gewaarborgd:
 - a in de eindsituatie. Dit wordt aangetoond met berekeningen conform de technische randvoorwaarden gesteld in de beleidsregels medegebruik regionale waterkering [lit. 7]; en
 - b in de tijdelijke situatie tijdens de ophoogwerkzaamheden. Dit wordt aangetoond met een ophoogplan en een monitoringsplan waarin in ieder geval zijn beschreven: de fasering van de werkzaamheden, de relevante faalmechanismen, de aspecten waarop wordt gemonitord en de alarmeringswaarden en grenswaarden van de monitoring;

- 2 bij een ophoging wordt de afwatering van de waterkering niet gehinderd zodat geen verweking van de waterkering kan optreden.

2.3.4 Natuurvriendelijke oevers

Men is voornemens de rel door het projectgebied te verbreden en te voorzien van natuurvriendelijke oevers. Er gelden een aantal voorwaarden voor natuurvriendelijke oevers [lit. 8]:

- 1 in bestaande wateren moet een natuurvriendelijke oever buiten de bestaande waterbreedte, conform de Legger, worden aangelegd;
- 2 in nieuw te graven wateren, waarin gelijktijdig een natuurvriendelijke oever wordt aangelegd, moet deze natuurvriendelijke oever buiten de minimale waterbreedte worden aangelegd. Deze minimale waterbreedte moet worden bepaald op basis van het van toepassing zijnde normdebiet;
- 3 een natuurvriendelijke oever moet worden ingericht volgens één, of combinatie, van de vijf ontwerpprincipes die goed realiseerbaar zijn in het beheergebied van Delfland (Flauw beloop, diepe berm, plasberm, drasberm, vooroever). Voor de beschrijving wordt verwezen naar de algemene regels voor natuurvriendelijke oevers [lit. 8].

De uitgangspunten voor het ontwerp van natte ecologische zones, zoals ontvangen van Hoogheemraadschap van Delfland, zijn opgenomen in bijlage III.

Het Hoogheemraadschap van Delfland heeft aangegeven vroegtijdig betrokken te willen worden in het ontwerp van natte ecologische zones. Bovendien wordt aangegeven dat vanuit het waterkwaliteitsoogpunt een profiel met een flauw beloop van minimaal 1:5 de voorkeur heeft, omdat dit de beste mogelijkheid biedt voor gevarieerde flora en fauna. Verder is het in gebieden met natuurvriendelijke oevers lastig om muskusratten te vangen. Het Hoogheemraadschap van Delfland stelt dan ook voor om in deze gebieden enkele schijnduikers aan te leggen.

2.3.5 Leidingen

Door het plangebied loopt een persleiding van het afvalwatertransportstelsel. Indien er werkzaamheden gaan plaatsvinden in de omgeving van deze leiding moet rekening worden gehouden met de volgende gebruikersvoorwaarden [lit. 22]:

- de dekking van de afvalwater persleiding moet minstens 1,0 m zijn;
- de leiding ligt bij voorkeur niet onder een gesloten verharding uit oogpunt van bestrijding calamiteit;
- er mag voor, tijdens en na de uitvoering van werken geen opslag van materiaal en materieel plaatsvinden boven en ter weerszijden van de persleiding, waardoor de leiding kan verzakken of beschadigd kan raken. De leiding mag niet zwaarder worden belast dan verkeersklasse 40;
- de ligging van de leiding met bijbehorende werken moet in overleg met het Hoogheemraadschap van Delfland duidelijk zichtbaar in het terrein worden aangegeven;
- de maximale hoekverdraaiing in de lengterichting van de leiding bedraagt 0,1°;
- de minimale afstand tot de persleiding van de ophoging is 5 m;
- de leiding met ten alle tijden bereikbaar blijven voor Delfland.

Verder geldt dat minstens vijf dagen voor aanvang van de werkzaamheden contact moet worden opgenomen met de leidingbeheerder. En moeten binnen 30 dagen na de werkzaamheden tekeningen en foto's worden gedeeld met de leidingbeheerder van het waterschap.

2.3.6 Onderhoud

Watergangen

Bij de aanleg van nieuwe watergangen of bij de verbreding van bestaande watergangen dient men rekening te houden met de breedte van onderhoudsstroken. De volgende breedtes zijn vereist [lit. 5]:

- 1 bij wateren met een breedte tot 5 m is een onderhoudsstrook van 4 m aan één zijde voldoende. De (onderhouds)strook aan de andere zijde kan 1 m breed zijn;
- 2 wateren met een breedte tussen de 5 en 10 m moeten aan beide kanten kunnen worden onderhouden. Hiervoor zijn aan weerszijden van de wateren onderhoudsstroken met een breedte van 4 m nodig;
- 3 wateren met een breedte groter dan 10 m moeten varend worden onderhouden. Voor varend onderhoud zijn onderhoudsstroken nodig van 1 m aan weerszijden van de wateren;
- 4 langs een nieuw aan te leggen natuurvriendelijke oever met een plasberm, drasberm of vooroever dient een onderhoudsstrook van 4 m aanwezig te zijn of vrijgehouden te worden.

Voor varend onderhoud gelden verder nog de volgende eisen [lit. 5]:

- waterganglengte van ten minste 500 m of aaneengesloten wateroppervlak van 1.750 m², zonder niet-doorvaarbare obstakels;
- minimale breedte watergang: 3,5 m, gemeten op de waterlijn;
- minimale diepte watergang: 1 m;
- minimale doorvaarbare hoogte: 1 m;
- faciliteiten voor tewaterlating van onderhoudsmateriaal dienen aanwezig te zijn of door de initiatiefnemer aangelegd te worden. Deze faciliteiten moeten vanaf de openbare weg goed bereikbaar zijn en blijven.

Natuurvriendelijke oevers

Beheer en onderhoud van natuurvriendelijke oevers moet voldoen aan de volgende voorwaarden [lit. 8]:

- 1 een natuurvriendelijke oever wordt onderhouden door de initiatiefnemer, tenzij schriftelijk anders overeengekomen;
- 2 indien niet de initiatiefnemer, maar Delfland het onderhoud gaat uitvoeren, dient Delfland bij de planvorming betrokken te zijn en akkoord te zijn met het ontwerp;
- 3 een natuurvriendelijke oever moet beheerd en onderhouden worden volgens de voorwaarden beschreven in de bijlage van de algemene regels voor natuurvriendelijke oevers [lit. 8];
- 4 de natuurvriendelijke oever moet bereikbaar zijn voor onderhoudsmaterieel. Langs een nieuw aan te leggen natuurvriendelijke oever dient een onderhoudsstrook van 4 m aanwezig te zijn of aangelegd te worden;
- 5 onderhoud aan de watergang moet mogelijk blijven.

De uitgangspunten voor het ontwerp van natte ecologische zones, zoals ontvangen van Hoogheemraadschap Delfland, zijn opgenomen in bijlage III.

Daarnaast geeft het hoogheemraadschap van Delfland sinds 2017 een extra impuls aan plannen en projecten voor waternatuur onder de noemer 'Groene Motor'. Deze impuls bestaat uit inzetten op de aanleg van natuurvriendelijke oevers, beheer en onderhoud, ecologisch en gedifferentieerd baggeren en maaien, en verbetering van de structuur van bestaande watergangen.

2.4 Wet op de lijkbezorging

De wet op de lijkbezorging en de daarbij behorende inspectierichtlijnen zijn zo ingericht dat zo goed mogelijk wordt voldaan aan milieuhygiënische randvoorwaarden van de inspectie van de volksgezondheid. In deze paragraaf volgen een aantal richtlijnen die mogelijk relevant kunnen zijn voor de waterhuishoudkundige inrichting van het natuurgebied, met als nevenfunctie natuurbegraven. Merk hierbij op dat bij natuurbegraven een eeuwige grafrust geldt en het graf nooit geruimd zal worden.

De grond- en grondwatercriteria in de inspectierichtlijnen van de wet op lijkbezorging dienen een tweeledig doel. De criteria dragen zorg voor de vereiste (grond)waterpeilbeheersing en waarborgen dat eventuele

verontreiniging zich niet naar de omgeving kan verspreiden via het oppervlaktewater en grondwater, ook via de diepere bodemlagen. In 2014 is de inspectierichtlijn geactualiseerd en wordt er specifiek verwezen naar natuurbegraven. Er wordt aangegeven dat de grond- en grondwatercriteria bij natuurbegraven geen belemmerend thema zijn gezien de eeuwigdurende grafrust [lit-23]. De originele inspectierichtlijnen van de wet op Lijkbezorging vormen het vertrekpunt voor de waterhuishoudkundige inrichting van het natuurbegravendeel in de Bonnenpolder.

2.4.1 Begraven

Van nature is de bodemgesteldheid en de waterhuishouding in Nederland op veel locaties niet optimaal voor begraafplaatsen. De grondwaterstand is in een groot deel van Nederland vrij hoog. Verder bestaat de bodem bij voorkeur uit tamelijk grofzandig materiaal, wat ook niet geldt voor grote delen van Nederland. Om deze reden is het vrijwel nooit mogelijk in Nederland om zonder terreinophoging of kunstmatige (lagere) waterpeilen te begraven.

Volgens de wet op de lijkbezorging moet een graf minimaal 30 cm boven de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) liggen en moet een de bovenkant van de kist minimaal 65 cm onder het maaiveld liggen. Verder moet de minimale afstand tussen graven 30 cm bedragen en mogen er ten hoogste drie lijken boven elkaar worden begraven met tenminste een laag grond van 30 cm ertussen [lit. 11, lit. 12].

2.4.2 Bijzetten asurnen

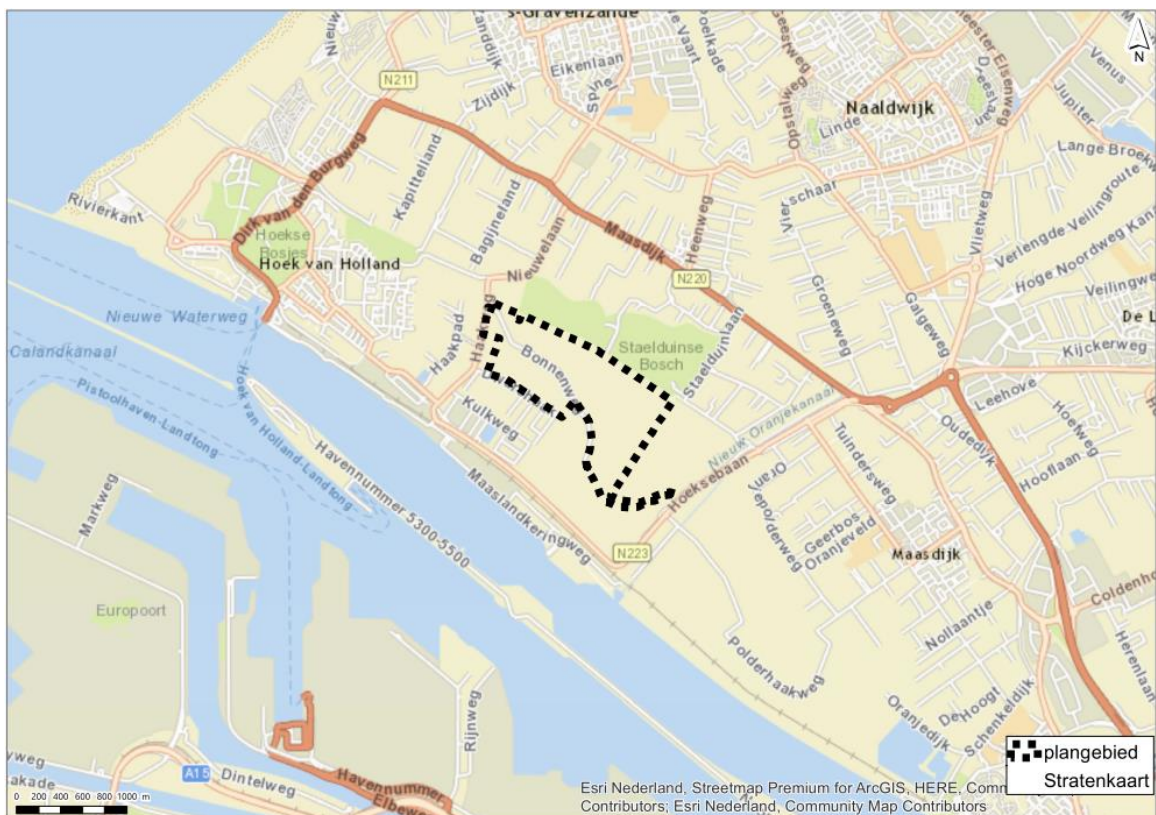
Voor het begraven van asurnen gelden de algemene regels voor begraafplaatsen. Er bestaan geen richtlijnen vanuit milieuhygiënisch oogpunt. Zo zijn er niet zoals bij begraven regels voor de minimale diepte en de minimale grondwaterstand waarop moet worden begraven. In de praktijk worden urnen meestal op een diepte van 0,5 m begraven (gerekend vanaf de deksel) [lit. 11]. Er bestaat geen richtlijn of principiële voorkeur vanuit de wet op de lijkbezorging voor het bodemtype [lit. 18].

HUDIGE SITUATIE

3.1 Topografische ligging

De Bonnenpolder is een polder tussen Hoek van Holland en Maasdijk. Eigenlijk bestaat de Bonnenpolder waterhuishoudkundig gezien uit meerdere polders, namelijk de Lange Bonnen, Staelduinen en Nieuwland & Noordland (zie afbeelding 1.2). Het projectgebied is weergegeven in afbeelding 3.1. Te midden van de industrie en glastuinbouw is dit gebied opvallend groen en open. Ten noorden van de Bonnenpolder ligt het Staelduinse Bos, wat enkele meters hoger ligt dan de polder. In het zuiden van het projectgebied stroomt een meanderende waterloop door de polder, de Rel. Ten oosten van de Bonnenpolder ligt de Oranjabuitenpolder, die voor de gemeente Rotterdam onder hetzelfde bestemmingsplan valt, maar geen onderdeel is van dit project en waterhuishoudkundigplan. In het midden doorkruist een oude dijk, die in de loop der tijd vergraven is, de Bonnenpolder. De Bonnenpolder en het Staelduinse Bos vormen een belangrijke schakel in de groene verbinding van Maassluis naar het strand van Hoek van Holland.

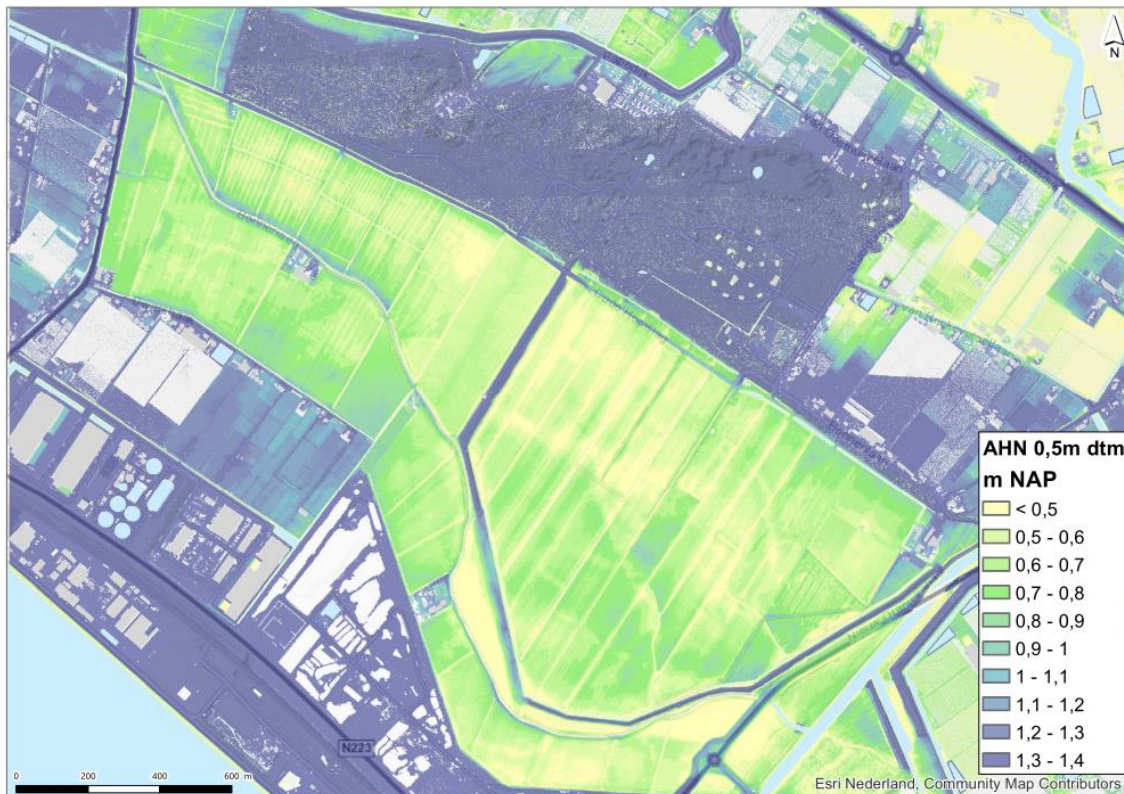
Afbeelding 3.1 Locatie projectgebied



3.2 Maaiveld en landgebruik

Het huidige maaiveld van de Bonnenpolder ligt op ongeveer een NAP 0,5 m, zoals te zien in afbeelding 3.2. Het Staelduinse Bos ligt enkele meters hoger dan de Bonnenpolder (1 tot 7 m hoger). Ook is de oude dijk in het midden van de Bonnenpolder zichtbaar op de hoogtekartaart.

Afbeelding 3.2 Hoogtekartaart van het projectgebied [lit. 1]. De kleurenschaal is zo gekozen dat de hoogteverschillen in de polder zichtbaar zijn



Volgens de LGN7 kaart (Landelijk Grondgebruik Nederland [lit-2]) wordt er in de polder ten westen van de oude dijk voornamelijk agrarisch gras verbouwd. Ten oosten van de oude dijk worden er op verschillende percelen onder andere, mais, aardappelen, granen en bieten verbouwd. Het gebied rondom de Bonnenpolder en het Staelduinse Bos wordt gekenmerkt door de vele glastuinbouw en de industrie horend bij de haven en de Maasvlakte.

Beschermingsniveau

In de provinciale waterverordening Zuid-Holland zijn een aantal normen opgenomen voor de beschermingsniveaus tegen wateroverlast [lit. 17]. Deze zijn afhankelijk van het landgebruik zoals aangegeven in tabel 3.1. Volgens deze normen moet in de huidige situatie de Bonnenpolder voldoen aan een beschermingsniveau van 1/25 (de Lange Bonnen) en 1/10 (Nieuwland & Noordland) voldoen. In de nabijheid van het plangebied gelden beschermingsniveaus van 1/100.

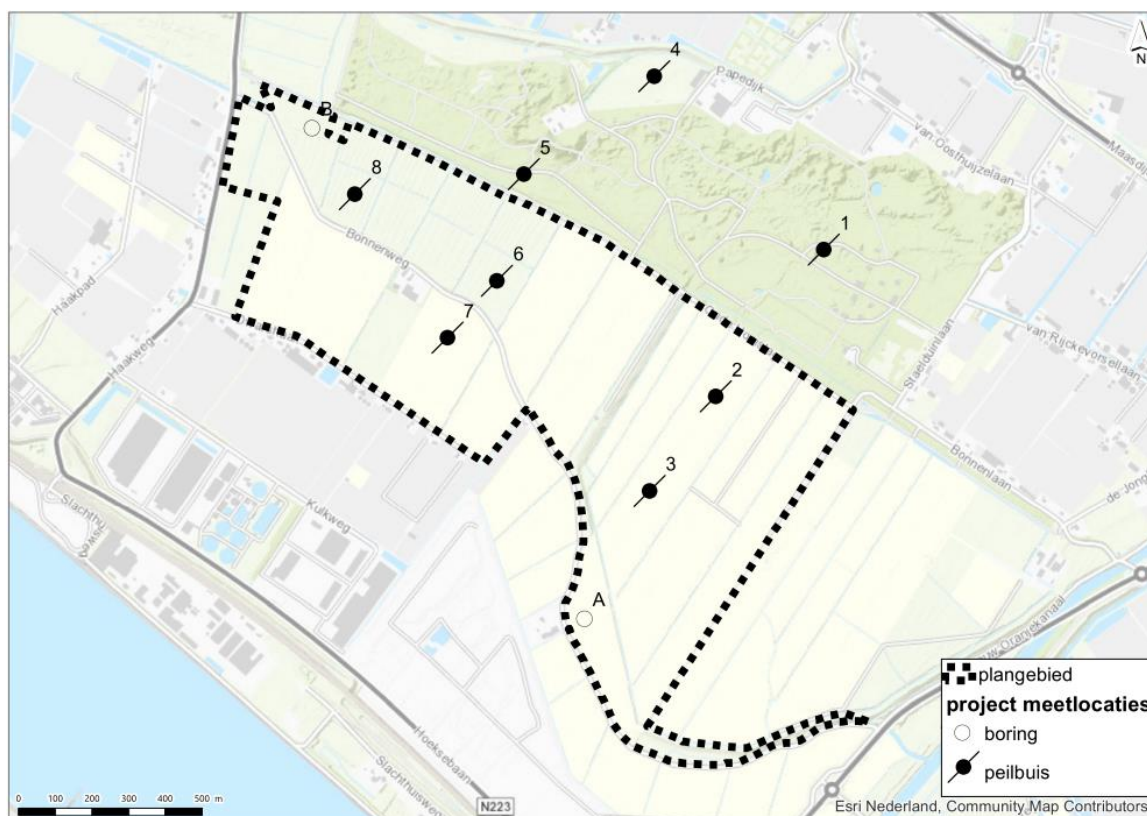
Tabel 3.1 Normen voor beschermingsniveaus tegen wateroverlast [lit. 17]. Het maaiveldcriterium geeft het percentage van het gebied aan wat niet direct aan de norm hoeft te voldoen

Norm gerelateerd aan vorm van landgebruik		Norm	Maaiveldcriterium
binnen bebouwde kom	bebouwd gebied	1/100	0 %
	overig gebied	1/10	5 %
	glastuinbouw	1/50	1 %
buiten bebouwde kom	hoofdinfrastructuur en spoorwegen	1/100	0 %
	glastuinbouw en hoogwaardige land- en tuinbouw	1/50	1 %
	akkerbouw	1/25	1 %
	grasland	1/10	5 %

3.3 Uitgevoerd veldwerk

Voor meer inzicht in de bodemopbouw en de grondwaterstand zijn boringen tot 2 à 3 m-mv uitgevoerd en in de boorgaten peilbuizen geplaatst voor het meten van de freatische grondwaterstand. In afbeelding 3.3 zijn de locaties van de boringen/peilbuizen weergegeven. In de peilbuizen wordt vanaf 5 april 2019 de grondwaterstand gemeten. Het resultaat van deze metingen is opgenomen in bijlage II.

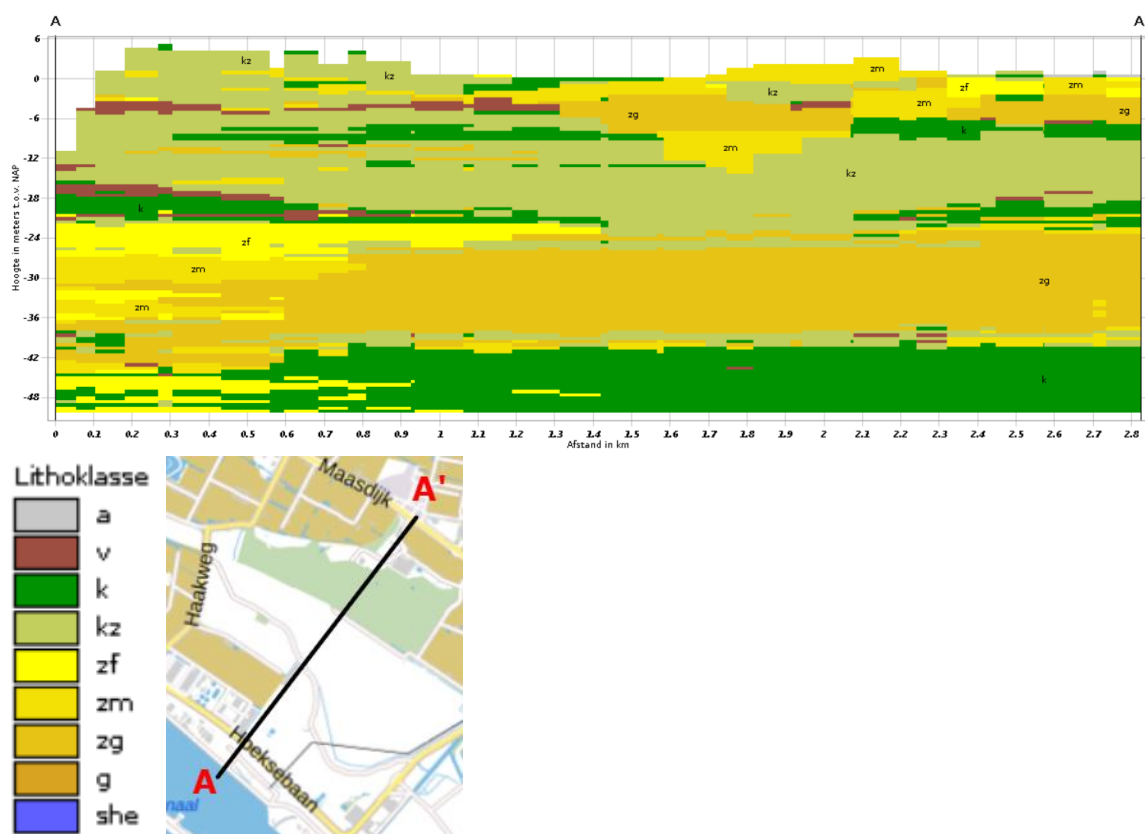
Afbeelding 3.3 Locaties boringen en peilbuizen



3.4 Bodem

De regionale bodemopbouw is beschreven op basis van het GeoTop model (afbeelding 3.4) en de bodemkaart (afbeelding 3.5). Het beeld is lokaal verfijnd via de uitgevoerde boringen, zie afbeelding 3.3 en bijlage II. Hieruit volgt dat de bodemopbouw in de polder bestaat uit een deklaag met de eerste meter van klei en daaronder matig fijn tot matig grof zand. In het Staelduinse Bos is aan maaiveld een ondergrond van zand waargenomen. Op basis van de uitgevoerde boringen lijkt het erop dat de onderzijde van de zandlagen in de polder tot minimaal 3 m-mv reiken. Echter is er niet dieper geboord dan 3 m. Dit is ook enigszins te zien in de GeoTop doorsnede. In het Staelduinse Bos loopt de zandlaag door tot circa NAP -12 m kijkend naar de GeoTop doorsnede afbeelding 3.4. De onderzijde van de deklaag ligt rond NAP -20 m. Daaronder ligt het eerste watervoerende pakket tot circa NAP -40 m.

Afbeelding 3.4 Doorsnede meest waarschijnlijke lithoklasse (GeoTop)



Afbeelding 3.5 Bodemkaart tot globaal 1 m diepte [lit. 3]. Ook zijn nieuwe project meetlocaties toegevoegd aan deze kaart



3.5 Oppervlaktewatersysteem

Kwantiteit

In afbeelding 3.6 is het oppervlaktewatersysteem weergegeven op een kaart. Informatie over de peilgebieden, kunstwerken (gemalen, keerschotten, stuwen en duikers) en watergangen zijn verkregen via de leggerkaart en kaart met vastgestelde peilgebieden van Delfland [lit. 9, lit. 10].

De meeste watergangen in het projectgebied hebben een constant, kunstmatig waterpeil zoals vastgelegd per peilgebied conform het peilbesluit van het Hoogheemraadschap Delfland. Ten behoeve van het agrarische landgebruik heeft de Lange Bonnen een zomer- en winterpeil (NAP zp -0,32 m en wp -0,42 m). Om deze peilen te realiseren wordt gebruik gemaakt van kunstwerken zoals stuwen en gemalen. Het projectgebied wordt gekenmerkt door de meanderende Rel die door de polder Nieuwland en Noordland stroomt. Benedenstrooms in de Rel is het peil gelijk aan het boezempeil in het Oranjekanaal (NAP -0,43 m). Bovenstrooms van de stuw in de Rel wordt een vast peil van NAP -0,08 m gehanteerd. De Rel is met behulp van een stuw gescheiden van het Oranjekanaal. Een groot deel van het jaar is er echter een open verbinding met de boezem, omdat de stuw omlaag staat. Wanneer het peil in het Oranjekanaal lager staat dan normaal, kan de stuw geautomatiseerd omhoog worden gezet, zodat voldoende water in de Rel wordt gehouden. Om de peilen in het gebied te handhaven kan er in natte periodes overtollig water worden afgevoerd naar de Nieuwe Waterweg.

De globale stroomrichting van het oppervlaktewater is aangegeven in afbeelding 3.6. Het water in een groot gedeelte van de polders in het projectgebied (landbouwpercelen) stroomt richting de Rel om vervolgens in oostelijke richting te worden afgevoerd naar het Oranjekanaal (boezem). Ter hoogte van de Haakweg stroomt het water in noordelijke richting naar de Rel. De watergang langs de Dwarshaak stroomt vanaf de Haakweg in oostelijke richting naar de Rel. Het peilgebied ten oosten van de oude polderkade is een hoger gelegen opmalingspolder (de Lange Bonnen) en loost het water via een poldergemaal in het noordoosten van de polder direct naar de boezem. De watergang langs het Bonnenpad stroomt richting dit poldergemaal. In theorie is er ook oppervlaktewateruitwisseling mogelijk tussen de polders Staalduinen (ter

Zuid-Hollands Landschap geeft aan dat er ongeveer 20 jaar geleden een hydrologisch plan bedacht is voor de polder Staalduinen om de verdroging van het Staelduinse Bos tegen te gaan. Er zijn zodoende flexibele peilen vastgesteld voor de west- en oostkant van het Staelduinse Bos, respectievelijk NAP 0,6 tot 1,0 m en NAP 0,35 tot 0,85 m. Om dit te bewerkstelligen vindt er een opmaling plaats in de sloten rondom het Staelduinse Bos via een aanvoerpomp langs het Bonnenpad. Het blijkt echter dat de minimum (vigerende) peilen, die zijn opgesteld om de verdroging tegen te gaan, niet worden gehaald. Dit komt mede doordat de stuw ten noorden van het bos lekt, de pompen niet functioneren doordat ze vuilgevoelig zijn, en de duiker in het zuidoosten van het bos te hoog ligt. De vigerende peilen in het Staelduinse Bos vormen wel een uitgangspunt voor berekeningen in het rapport.

Legenda - huidige

- Stuw
- Duiker
- stroomrichting
- Secundaire watergang
- Primaire watergang
- Oude polderkade
- Peilgebiedsgrenzen
- onderbemaling

Peilgebieden Bonnenpolder

- GPG2008LAB I
- GPG2015NND XIII
- GPG2015NND XIV

Map labels include: GPG2015VH/II 0,05, GPG2015NND XX 0,40, GPG2015NND XI 0,48, GPG2008SDN V flex 0,18 / 0,00, GPG2008SDN V flex 1,00 / 0,60, GPG2015NND XIII -0,08, GPG2015NND XIV -0,43 / OnderCent -0,87, GPG2015NND XII 0,10, GPG2011OBN I, GPG2008LAB I zp -0,32 / wp -0,42, GPG2008SDN IV flex 0,85 / 0,35, GPG2008SDN II 0,38, GPG2008SDN I 0,18, GPG2007BZM I -0,43, GPG2010KSR I -0,38, GPG2007GSP zp -0,07 / wp -0,2, GPG2007BZM I -0,43, N223, and a scale bar from 0 to 500 Meters.

Esri Nederland Community Map Contributors

In het projectgebied liggen waterkwaliteitsmeetpunten bij de stuw tussen de Rel en het Oranjekanaal, in het bovenstroomse gedeelte van de Korte Bonnen en in de Lange Bonnen. Uit deze metingen blijkt dat de kwaliteit wordt beïnvloed door emissies vanuit de glastuinbouw. De gehalten aan stikstof in de Korte Bonnen en Lange Bonnen zijn 1 tot 2 keer de norm. Het stikstofgehalte bij de afwateringsstuw van de Rel bij het Oranjekanaal is 2 tot 3 keer de norm. De gehalten aan fosfor zijn 2-3, 5-10 en circa 3 keer de norm voor respectievelijk de Korte Bonnen, Lange Bonnen en nabij de afwateringsstuw. Incidenteel worden er in de Korte Bonnen en Lange Bonnen lage zuurstofgehalten gemeten. Wel kan uit de metingen worden geconcludeerd dat ecologische waterkwaliteit voldoende scoort volgens de Ecologische beoordelingsmethodiek van de STOWA. Toch is er in dit gebied winst te behalen op het vlak van structuur & habitat, varianteigen karakter, verlaging van de stikstof en fosfaatgehalten en verbetering van de zuurstofhuishouding (Bron: Hoogheemraadschap van Delfland).

Het water in de watergang langs het Bonnenpad heeft een betere en meer constante kwaliteit. Dit komt doordat het water in deze watergang voornamelijk bestaat uit grondwater uit het Staelduinse Bos. Dit grondwater bestaat op zijn beurt weer uit regenwater wat is geïnfiltreerd in het Staelduinse Bos. Een groot deel van het jaar ligt de stuw tussen de Rel en het Oranjekanaal omlaag. Omdat de Rel op boezempeil ligt kan er vanuit het Oranjekanaal boezemwater de Rel instromen. De verbinding van de Rel en het Oranjekanaal ligt dicht bij het gemaal Westland, waar een groot deel van het jaar kwalitatief goed Brielse Meerwater wordt ingelaten.

Ten westen van het projectgebied wordt er met gemaal Bagijneland regelmatig water uit de polder Nieuwland en Noordland gepompt naar peilgebied NAP 0,48 m in verband met peilbeheer en verversing. Het overtollige water uit dit gebied stroomt weer naar de Rel. Dit water kan echter wel beïnvloed zijn door lozingen vanuit de glastuinbouw. Door lozingen vanuit de glastuinbouw kan het water te hoge gehalten aan nutriënten en bestrijdingsmiddelen bevatten, wat de ontwikkeling van een gezond ecosysteem kan belemmeren. Volgens de huidige regelgeving voor tuinders is het niet toegestaan om te lozen op oppervlaktewater. Om deze reden werken tuinders tegenwoordig met een gesloten systeem. Opgemerkt wordt dat het aan het Hoogheemraadschap van Delfland is om deze regelgeving te handhaven, zodat er geen illegale lozing plaatsvindt. Het Hoogheemraadschap van Delfland geeft bovendien aan dat er hard wordt gewerkt om de concentraties van deze vervuilende stoffen terug te dringen in Delflands wateren. Het blijkt uit de meetgegevens dat de kwaliteit de afgelopen jaren al vooruit is gegaan, deze trend zal zich naar verwachting komende jaren doorzetten. Mede doordat modernere bedrijven tegenwoordig vaak met een gesloten teeltsysteem werken.

De boezem ten oosten van het plangebied, waar de Rel het water op afvoert, valt onder de KRW-wateren. Maatregelen in het gebied mogen om deze reden geen negatief effect hebben op de waterkwaliteit.

3.6 Grondwater

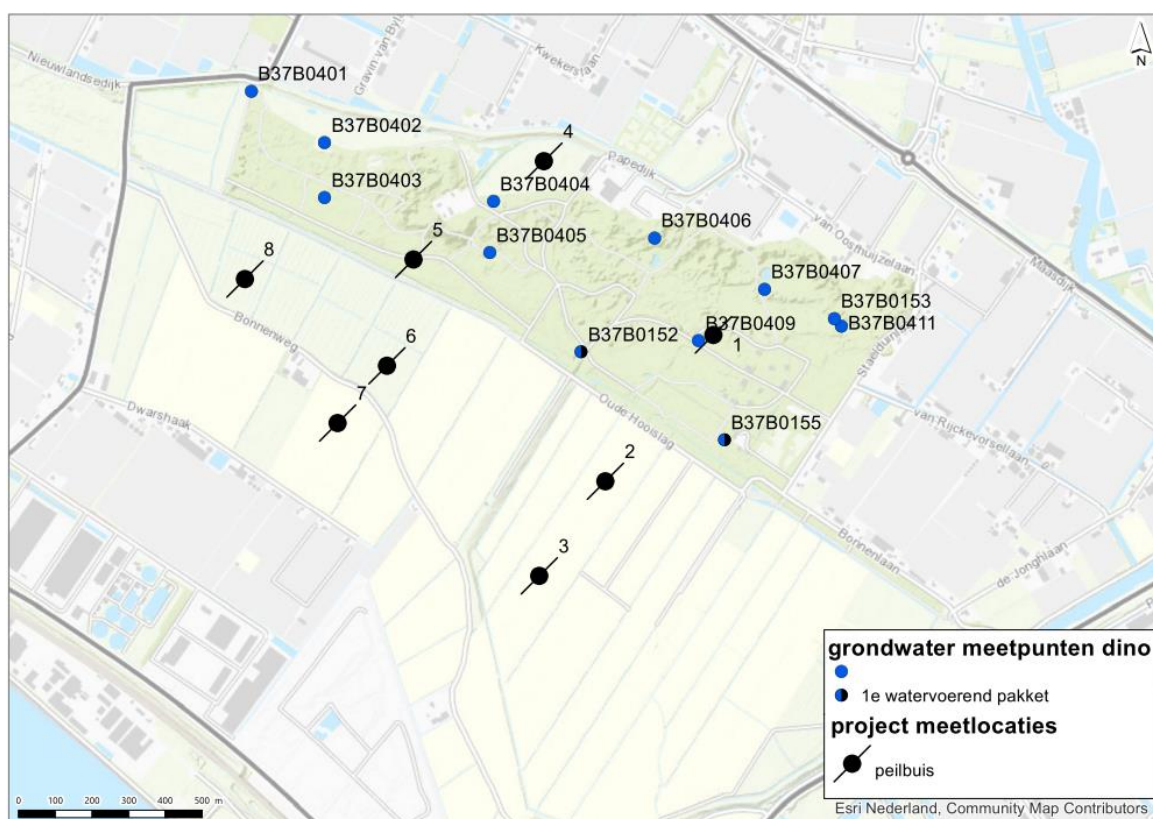
3.6.1 Freatisch grondwater

In het Staelduinse Bos zijn waarnemingen in Dinoloket beschikbaar tot en met 2007¹. De locaties en meetgegevens van deze grondwatermeetpunten zijn weergegeven in respectievelijk afbeelding 3.7 en afbeelding 3.8. In de polder zijn geen langjarige meetgegevens met betrekking tot grondwater bekend bij het Dinoloket. Met behulp van de ingerichte projectmeetlocaties is geprobeerd meer inzichten te krijgen in de grondwaterstanden van zowel het Staelduinse Bos en de polder. Deze meetlocaties zijn naast de meetlocaties bekend in Dinoloket aangegeven in afbeelding 3.7. De meetgegevens van deze peilbuizen zijn opgenomen in bijlage II en zijn tevens samengevoegd in afbeelding 3.9. Op basis van de langjarige metingen in het Staelduinse Bos kan worden gesteld dat de freatische grondwaterstand aldaar gemiddeld ligt tussen NAP +0,3 en +1,1 m. Dat is grofweg een meter onder het maaiveld. De projectpeilbuizen 1, 4 en 5 in het Staelduinse Bos deze peilbuizen geven een vergelijkbaar beeld.

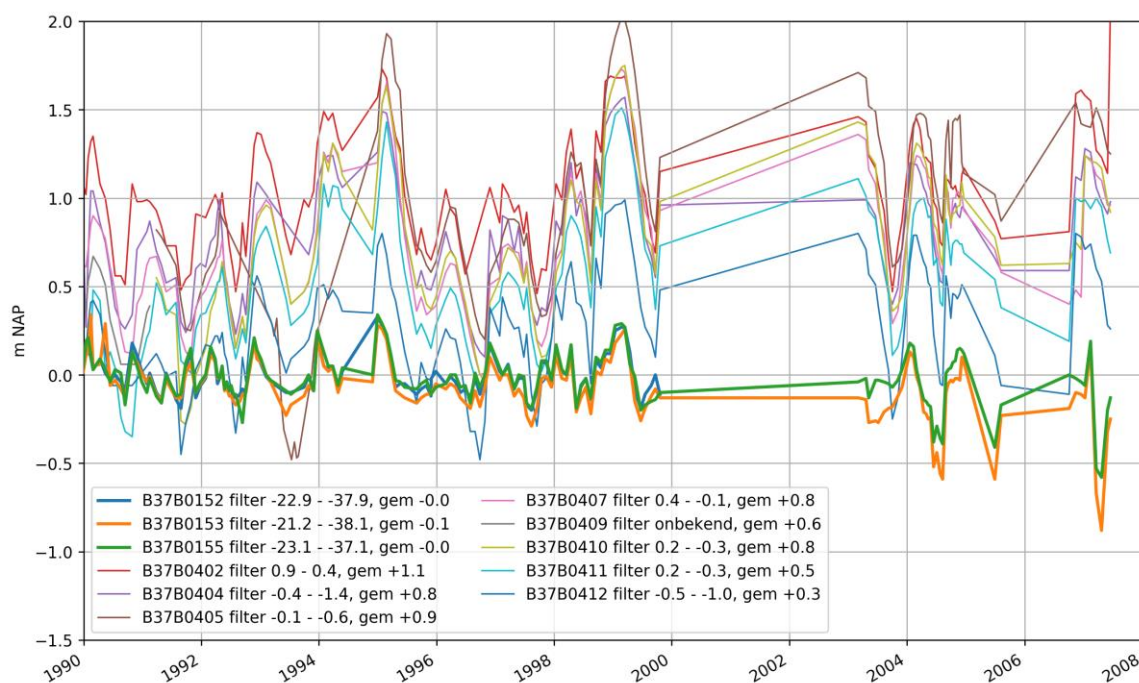
In de polder wordt vanaf april 2019 de freatische grondwaterstand gemeten. Er moet langer worden gemeten om een beeld te krijgen van de (langjarig) gemiddelde grondwaterstand. Op basis van de meetdata (afbeelding 3.9) van de projectpeilbuizen 2, 3, 6, en 8 in de polder verwachten we dat de freatische grondwaterstand tussen circa NAP -0,1 en -0,4 m ligt. De projectpeilbuizen 2, 3, 4, 6, 7 laten een abrupte stijging van de grondwaterstand zien. Deze stijgingen lijken te relateren aan de neerslagdata.

¹ Prowat (meetnet Rotterdam) is niet geraadpleegd op eventueel beschikbare grondwaterstanden en stijghoogten.

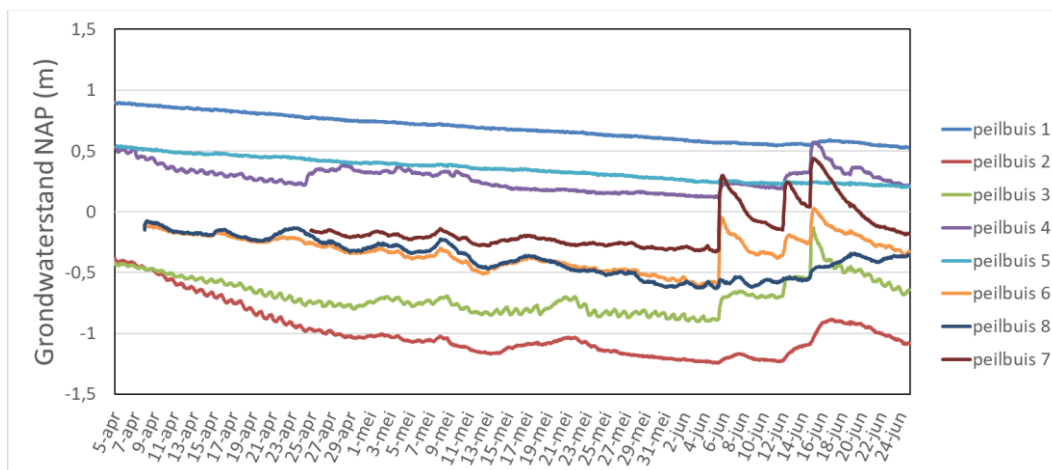
Afbeelding 3.7 Grondwatermeetpunten in het projectgebied, zoals bekend bij het Dinoloket [lit. 4] en de additionele projectmeetlocaties



Afbeelding 3.8 Beschikbare waarnemingen in Dinoloket



Afbeelding 3.9 Meetgegevens projectpeilbuizen vanaf 5 april t/m 25 juni 2019

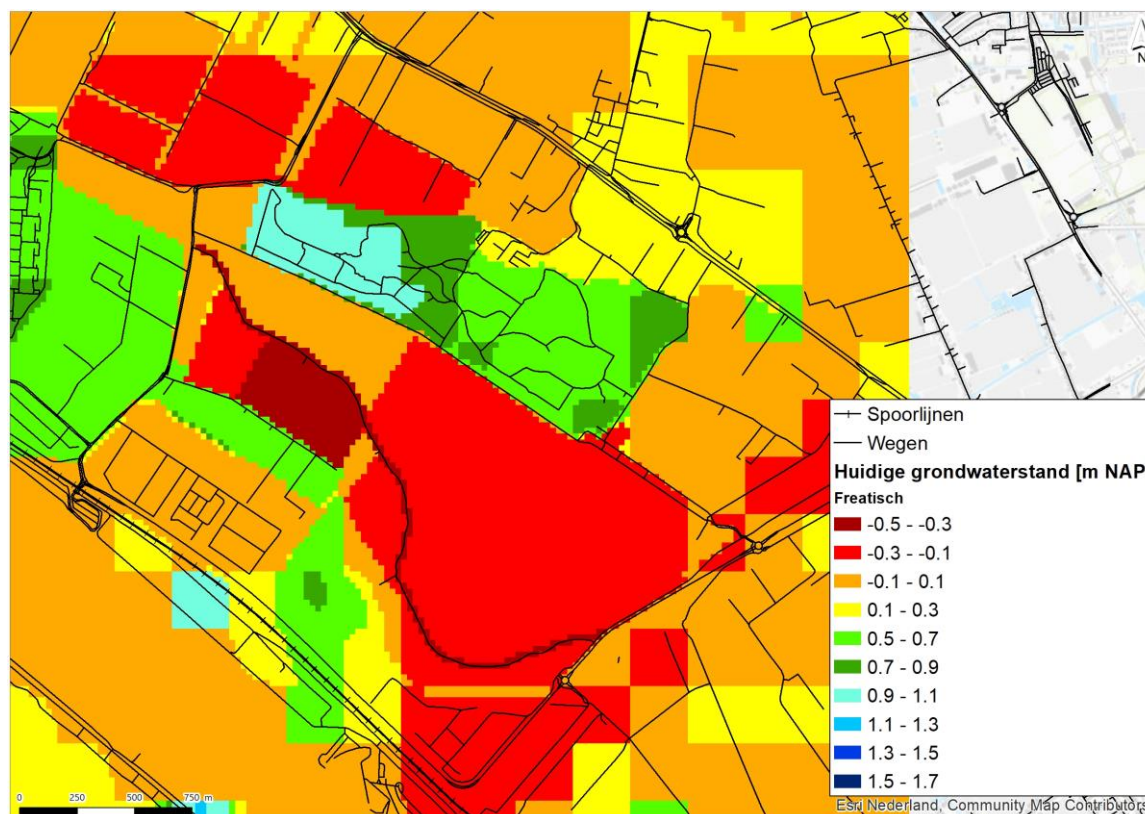


Modelberekening

Voor de grondwatermodellering is een uitsnede van het Zuid-Holland model gebruikt. Voor de detaillering is hierin de onderbemaling in het gebied toegevoegd en zijn de oppervlaktepeilen conform de peilen van Delfland geïmplementeerd door middel van het 'General Head Boundary'-pakket. Hierin is bij variërende streefpeilen het gemiddelde gebruikt. De berekeningen zijn stationair uitgevoerd. Het model is getoetst aan de peilbuiswaarnemingen.

In afbeelding 3.10 is de gemodelleerde freatische grondwaterstand weergegeven. De freatische grondwaterstand wordt bepaald door de opgelegde peilen van het oppervlaktewater (zie afbeelding 3.6). Over het algemeen geldt dat de freatische grondwaterstand circa 20 cm boven deze waterpeilen staat.

Afbeelding 3.10 Gemodelleerde gemiddelde freatische grondwaterstand. Dit is dus geen GHG- of GLG-situatie



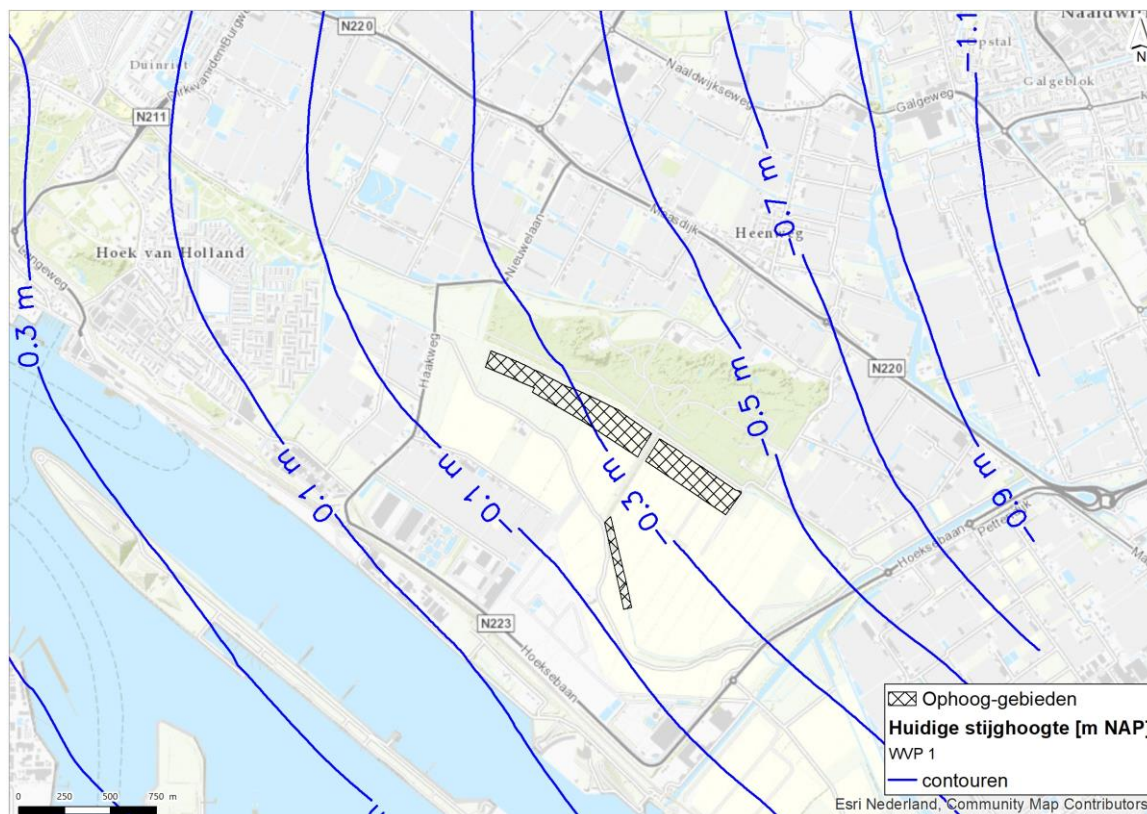
3.6.2 Stijghoogte 1^e watervoerende pakket

In het Staelduinse Bos staan drie peilbuizen met een filter in het eerste watervoerende pakket (de peilbuizen 152, 153 en 155). Aangenomen wordt dat deze representatief zijn voor de stijghoogte in het gehele projectgebied gezien de kleine omvang van het projectgebied. De waarnemingen zijn met een dikke lijn weergegeven in afbeelding 3.8. De gemiddelde waarneming tot en met 2007 ligt rond NAP 0,0 m.

In afbeelding 3.11 is de isohypsen kaart van het eerste watervoerende pakket weergegeven. Deze kaart is verkregen met modelberekeningen aan het grondwater (zie paragraaf 3.6.1 modelberekeningen). De isohypsen van de stijghoogte in 1e wvp konden niet worden getoetst aan de beschikbare isohypsenkaarten van Dino omdat voor dit gebied er geen isohypsenkaart kan worden opgesteld vanuit de dinomeetpunten.

Op basis van dit resultaat kan worden geconcludeerd dat regionaal gezien is de grondwaterstroming in het eerste watervoerende pakket vanuit de Nieuwe Waterweg richting het oosten/noordoosten. Deze regionale grondwaterstroming is het gevolg van de diep bemalen polders in West Nederland.

Afbeelding 3.11 Isohypsen kaart van het eerste watervoerende pakket in de huidige situatie



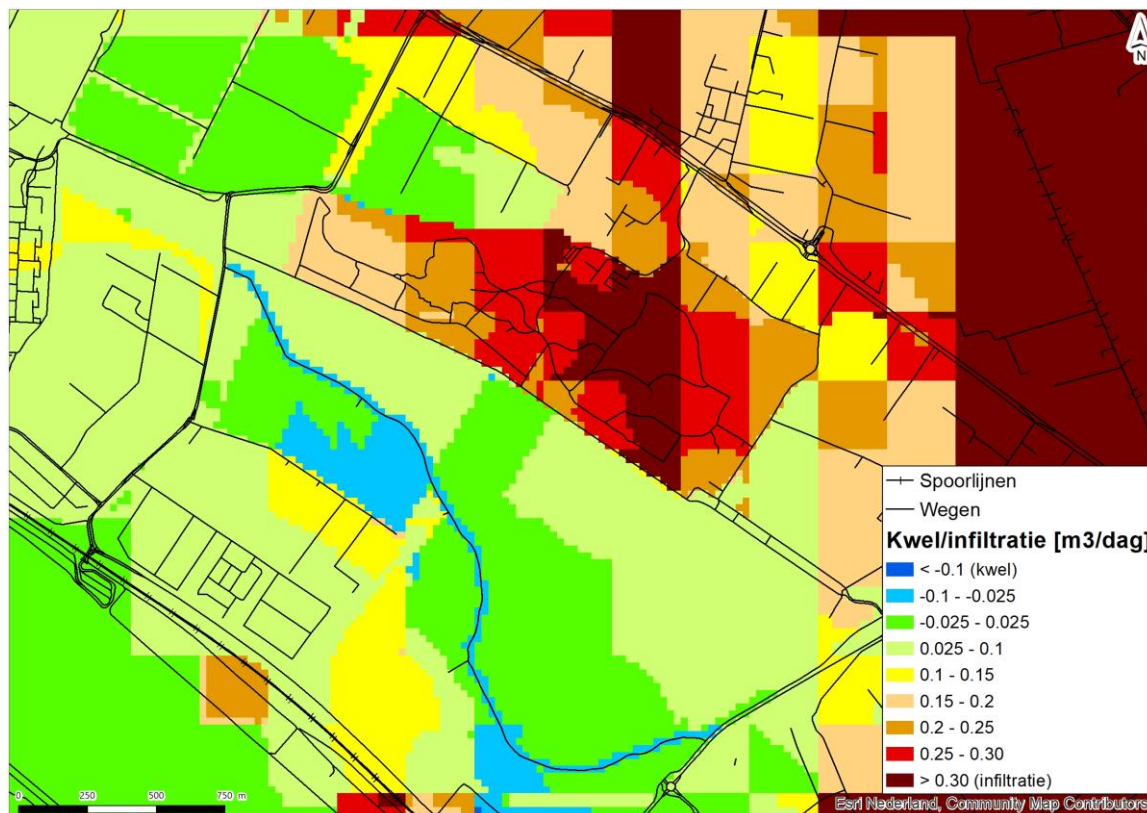
3.6.3 Kwel/infiltratie

Uit vergelijking van de waargenomen stijghoogte (vergelijking van diepe en ondiepe metingen in Dinoloket afbeelding 3.8) volgt dat gemiddeld genomen in het Staelduinse Bos infiltratie optreedt vanaf het eerste watervoerende pakket. Dit volgt ook uit de grondwatermodellering (zie afbeelding 3.12).

In de Bonnenpolder is er sprake van kwel, zoals blijkt uit de grondwatermodellering. Ter plekke van de onderbemaling en de Rel treedt de meeste kwel op.

Het is aannemelijk dat het grondwater in en rondom de Bonnenpolder brak is met rondom het Staelduinse Bos een zoetwaterbel, aangezien dit een infiltratiegebied is.

Afbeelding 3.12 Kwel- en infiltratiekaart zoals berekend met het grondwatermodel

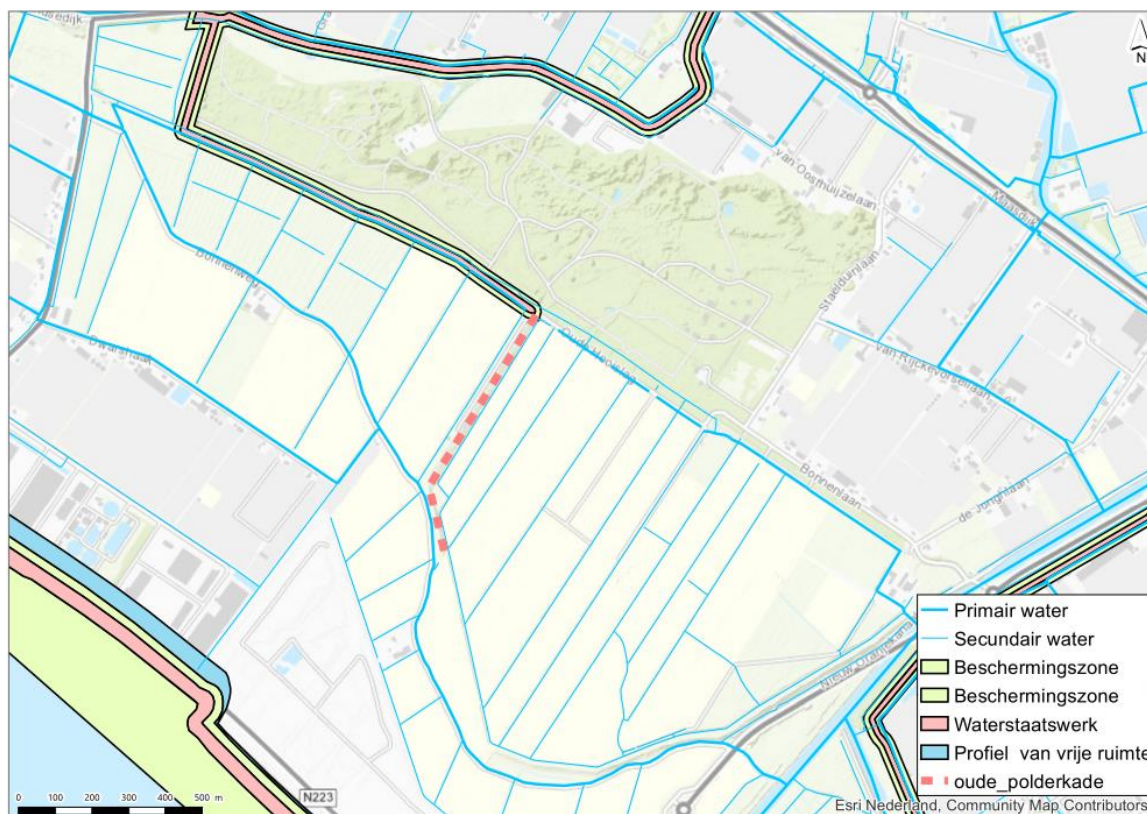


3.7 Waterkeringen

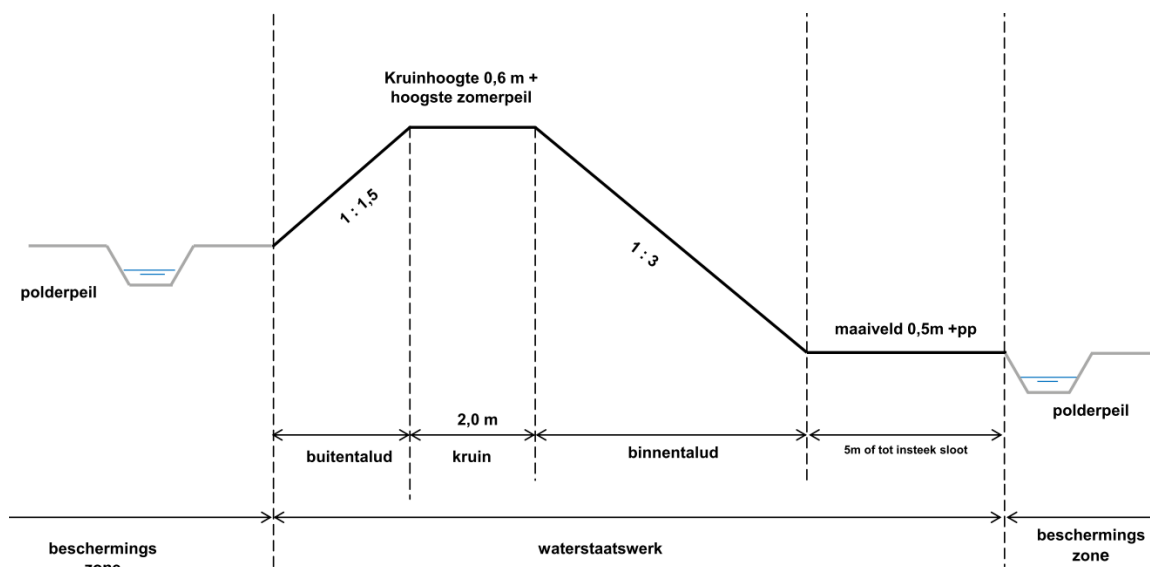
In afbeelding 3.13 zijn de zoneringen in en in de nabijheid van het projectgebied aangegeven inclusief de beschermingszone [lit. 9]. Zoals te zien op de kaart ligt er langs het Staelduinse Bos een polderkade. De polderkade vormt een scheiding tussen het hogere peil in het Staelduinse Bos en het veel lagere peil in de polder (1,08 m peilverschil). De polderkade gaat over in een peilscheiding, omdat het peilverschil in het oostelijke deel veel geringer is. Het profiel van deze polderkade is weergegeven in afbeelding 3.14.

Vroeger was er een polderkade aanwezig in het midden van de Bonnenpolder (zoals nog te zien op de hoogtekaart in afbeelding 3.2). Deze lag haaks op het einde van de huidige polderkade langs het Staelduinse Bos en liep deels door langs de rel. In de loop der tijd is deze polderkade deels vergraven.

Afbeelding 3.13 Zoneringen



Afbeelding 3.14 Profiel van de polderkade langs het Staelduinse Bos [lit. 9]

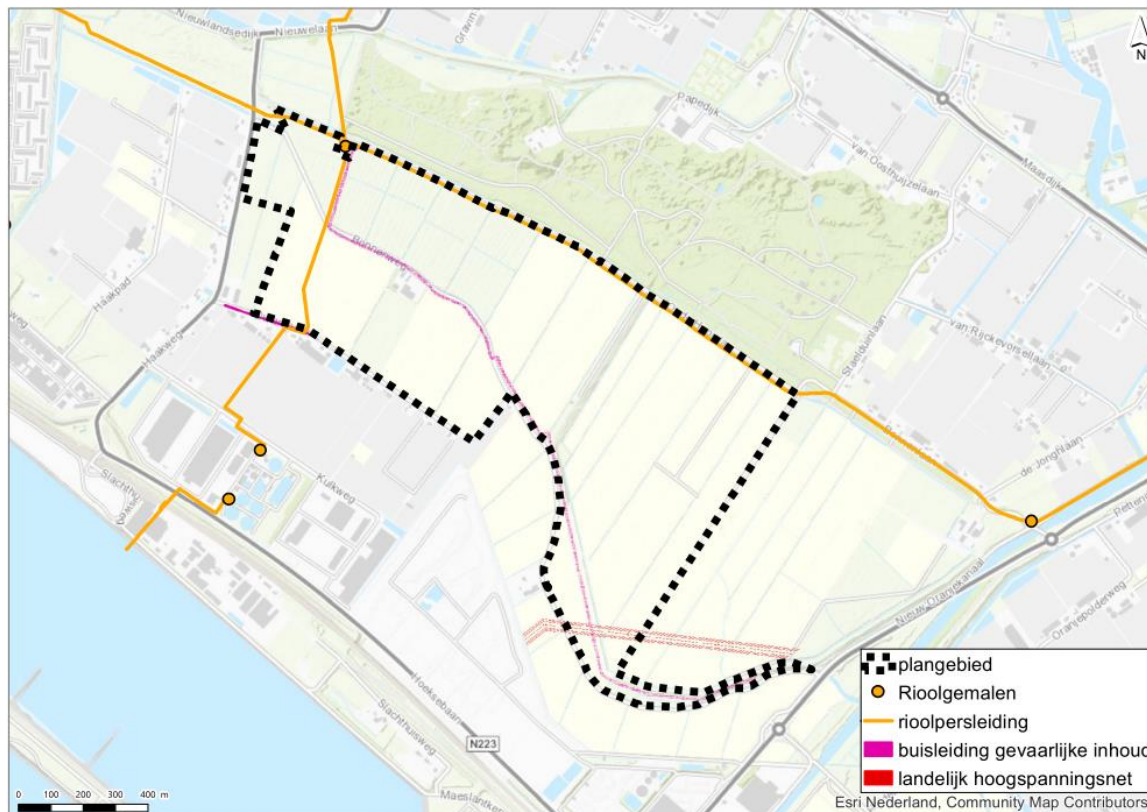


3.8 Gezuiverd afvalwater

Door de Bonnenpolder lopen een tweetal rioolpersleidingen (hoofdtransportleidingen). Deze leidingen hebben een beschermingszone van ten minste 5 m aan weerszijden van de leiding, waarbinnen beperkingen gelden. Zo is bijvoorbeeld ophoging van het maaiveld binnen deze zone slechts onder voorwaarde mogelijk. Conform de eisen van Hoogheemraadschap Delfland geldt ook dat door belasting een maximale hoekverdraaiing van $0,1^\circ$ acceptabel is in de lengterichting van de leiding. Dit om zetting en scheuring van de leiding te voorkomen.

In afbeelding 3.15 is de ligging van de belangrijkste kabels en leidingen die door het gebied heen lopen weergegeven, zoals verkregen via de KLIC-melding. Ongeveer parallel aan de rel loopt een buisleiding met olie. In het zuidoosten kruist het bovengrondse landelijke hoogspanningsnet het projectgebied.

Afbeelding 3.15 Ligging belangrijke kabels en leidingen



3.9 Beheer en Onderhoud

Voor het onderhoud aan het watersysteem gelden regels. Voor het gewoon- (maaïen van oevers) en buitengewoon (baggeren) onderhoud van primaire watergangen, waaronder de Rel, de watergang ten zuiden van het Bonnenpad en de watergang langs de Dwarshaak, is het Hoogheemraadschap van Delfland verantwoordelijk. Voor het gewoon onderhoud van secundaire watergangen en het buitengewoon onderhoud van secundaire watergangen (alle dwarsslotsen in de polders) is de aangelande verantwoordelijk, zoals aangegeven op de leggerkaart. Het onderhoud van kunstwerken (duikers uitgesloten) berust bij de eigenaar. Het onderhoud van duikers in primaire watergangen moet worden uitgevoerd door Delfland. Het onderhoud van duikers in secundaire watergangen berust bij de eigenaar van de grond [lit. 19]. De onderhoudsplichtige van de stuwen in het projectgebied is het Hoogheemraadschap van Delfland.

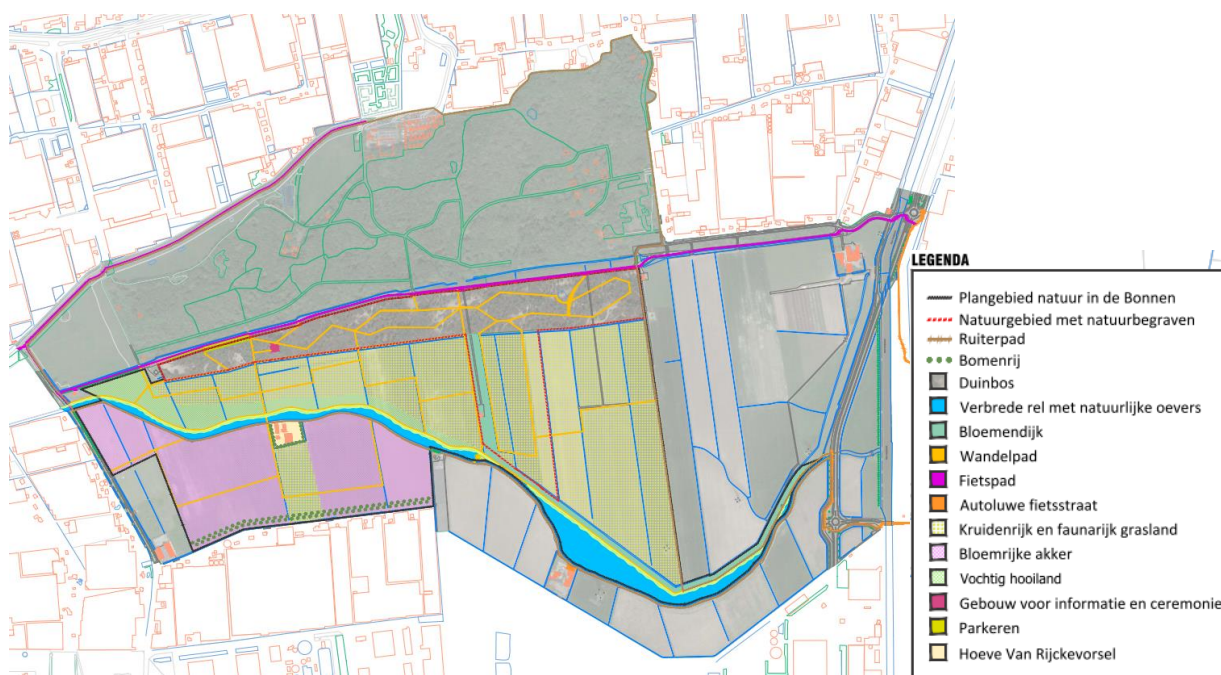
4

INRICHTINGSPLAN

4.1 Plantoelichting

De voorkeursvariant van het ontwerp van de natuur in de Bonnenpolder is weergegeven in afbeelding 4.1. en de padenstructuur in afbeelding 4.2.

Afbeelding 4.1 Voorkeursvariant ontwerp natuur in de Bonnenpolder (Bron: West 8)

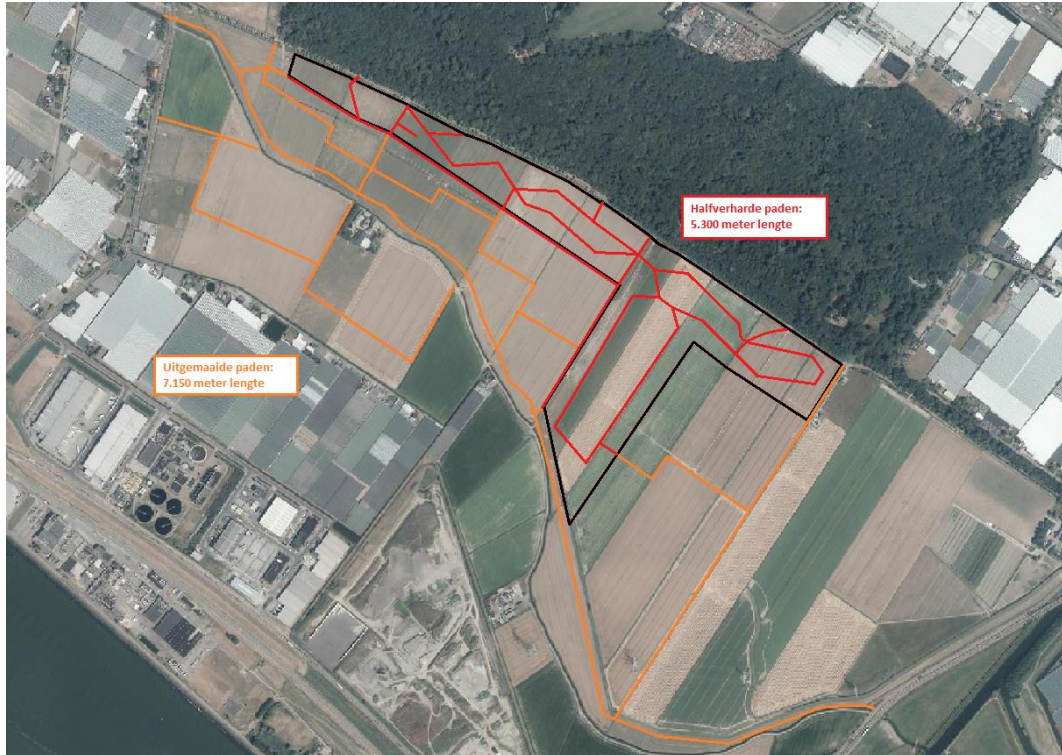


Het ontwerp in afbeelding 4.1 is opgesteld in nauwe samenwerking met de bewoners en organisaties uit het gebied onder begeleiding van het ontwerpbureau West8. Deze voorkeursvariant is vertaald naar het schetsontwerp. Aan de hand van geselecteerd onderwerpen in de hierop volgende paragrafen zal dit schetsontwerp worden opgebouwd. Het schetsontwerp is in zijn totaliteit en met meer detail opgenomen in bijlage I. In het ontwerp wordt er zo'n 128 hectare natuur gecreëerd door de agrarische gronden om te vormen naar voornamelijk natuurgrasland en natuurakker. Het Staelduinse Bos wordt met circa 20 hectare richting het zuiden uitgebreid. Het nieuwe duinbos wordt opgehoogd vergelijkbaar met de rest van het bos. De landbouwgronden in de polder worden omgevormd tot circa 84 ha kruidenrijk grasland en bloemrijke akkers. Daarnaast wordt het Kerkenpad en de Bonnendijk die door de Bonnenpolder en deels langs de Rel loopt hersteld.

De karakteristieke Rel die door de polder heen loopt wordt verbreed en voorzien van natuurvriendelijke oevers. Hiermee wordt bijgedragen aan de doelstelling van het Hoogheemraadschap van Delfland om meer natte ecologische zones te creëren en als nevendoeel extra waterberging te creëren. Deze extra waterberging is nodig vanwege de opgave die de gemeente Rotterdam nog heeft vanuit het bovenstroomse

bestemmingsplan Hoek van Holland Buitengebied en voor de nieuwe opgaven die ontstaan door de beoogde plannen. Daarin is door de gemeente aan HH van Delfland toegezegd om de opgave aldaar op te lossen door de Rel (benedenstrooms) te verbreden

Afbeelding 4.2 Padenstructuur Bonnenpolder met onderscheid in halverhard en struinp pad (Bron: West 8)



Aan een deel van het nieuwe natuurgebied wordt tijdelijk de nevenfunctie natuurbegraven toegevoegd. Circa 30 ha van het gebied zal bestemd zijn voor natuurbegraven. Hiervan valt zo'n 20 ha in het nieuwe duinbos. Gezien de grondwaterstand en hoogte van het maaiveld (zie peilbuis 2 en 3 in afbeelding 3.9) in het poldergebied ten oosten van de oude polderkade (de Bonnendijk) is het mogelijk om asurnen te begraven. Om natuurbegraven mogelijk te maken zijn er verder een aantal inrichtingsmaatregelen nodig, zoals een bosparkeerplaats, informatiegebouw en een padenstructuur van halfverharde- en uitgemaalde paden. Daarnaast worden de recreatiemogelijkheden in het gebied uitgebreid. Daarom worden er onder andere nieuwe wandel- en fietspaden met (half)verharding aangelegd, die de noord- en zuidzijde van de polder met elkaar verbinden zoals weergegeven in afbeelding 4.2.

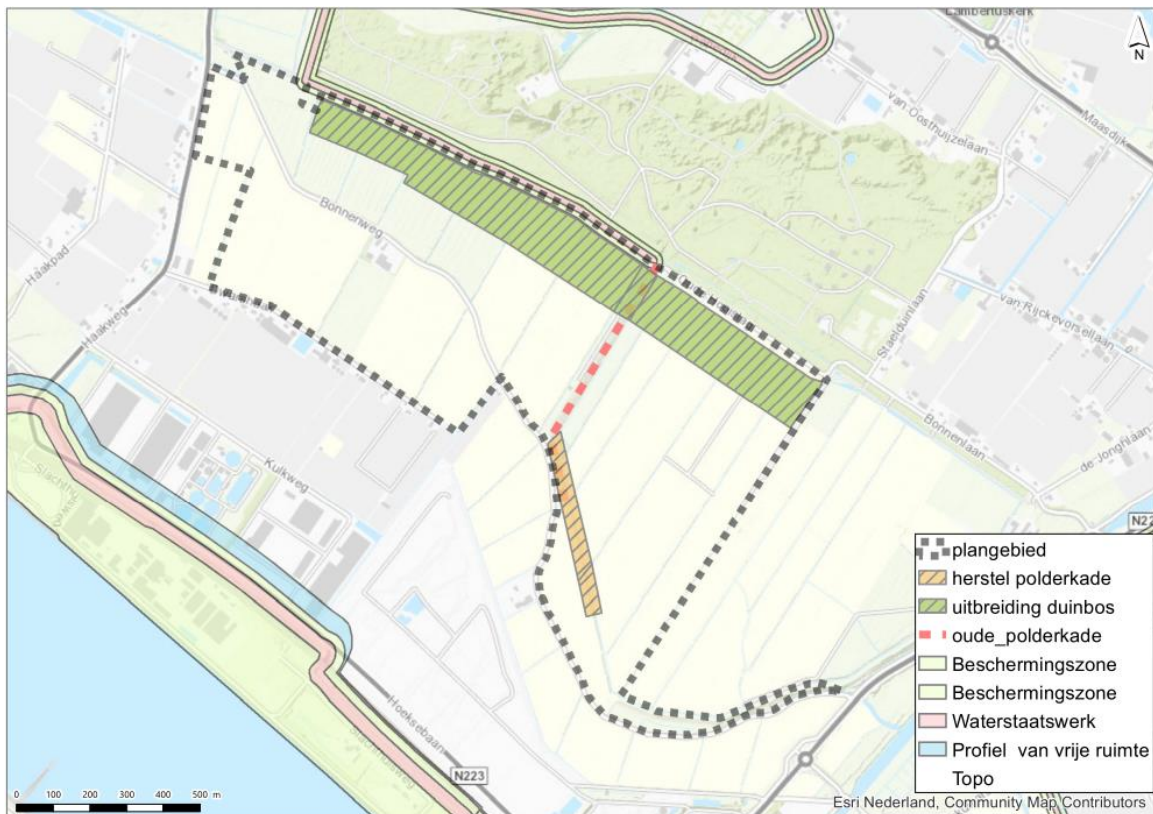
4.2 Ophogen

In afbeelding 4.3 is het schetsontwerp gegeven van de ophogingen ten behoeve van het duinbos. Ook zijn in afbeelding 4.4 schematische weergaves gegeven van de doorsneden van de ophogingen. Merk hierbij op dat de ophogingen in de praktijk een glooiend verloop zullen hebben, en er bij het ophogen rekening moet worden gehouden met zetting. Om bijvoorbeeld bij het herstel van de oude polderkade na verloop van tijd dezelfde hoogte te bewerkstelligen als de aanwezige dijk zal initieel meer moeten worden opgehoogd. Bij voorkeur wordt er in de ophogingen grond verwerkt welke elders in de Bonnenpolder vrijkomt, om de grondaanvoer te beperken. Vanuit het plangebied komt namelijk circa 270.000 m³ grond vrij door het afplaggen van percelen, daarnaast komt er ook nog grond vrij vanuit het verbreden van de Rel [lit-27].

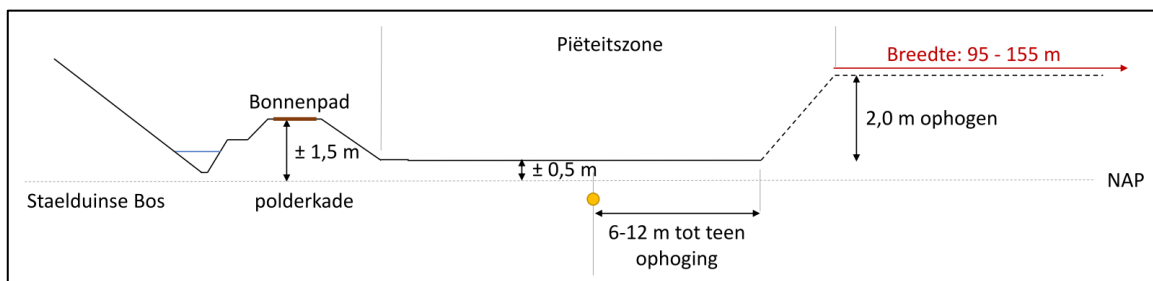
Het Staelduinse Bos zal richting het zuiden worden uitgebreid. Voor het natuurbeheertype duinbos zijn drogere omstandigheden gewenst. Om deze te creëren zal een gebied van circa 20 ha ten zuiden van het Staelduinse Bos worden opgehoogd. Het nieuwe duinbos wil men net als het huidige Staelduinse Bos op

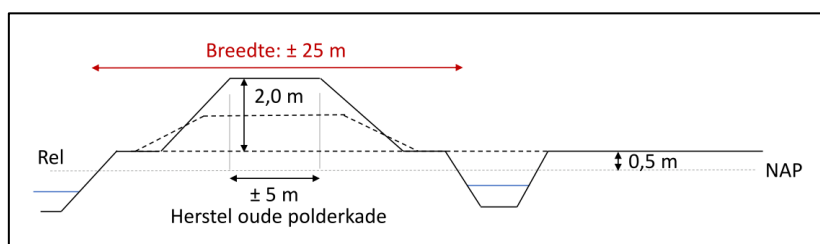
hoogte brengen en voorzien van hoogteverschillen in het maaiveld. Voor het nieuwe duinbos wordt uitgegaan van een ophoging van gemiddeld 2,25 m van het huidige maaiveld. Merk hierbij op dat de hoogte van het nieuwe duinbos uiteindelijk zal variëren. Met het natuurbegraven zal uiteindelijk rekening moeten worden gehouden met de hoogte ter plekke van het natuurgraf, zodat ondanks de variërende hoogte en laagte wel wordt voldaan aan de gestelde eisen. De ophoging is permanent en overal breder zijn dan 50 m. In verband met de aanwezige persleiding (risico's op hoekverdraaiing) kan de ophoging niet direct starten ten zuiden van het Bonnenpad. Het Hoogheemraadschap Delfland geeft op voorhand aan dat gezien de technische staat van de persleiding een beschermingszone van 6 m wordt geadviseerd in plaats van de formeel voorgeschreven 5 m. In het ontwerp is rekening gehouden met een afstand tot het natuurbegraven waarbinnen een plas/draszone van minimaal 6 m zal worden gerealiseerd, voordat de teen van de ophoging begint. Zodoende kan aan de gestelde eis en wens van Delfland worden voldaan.

Afbeelding 4.3 Schetsontwerp ophogen. De bestaande polderkade en ligging van de oude polderkade is aangegeven



Afbeelding 4.4 Schetsprofielen van de doorsnede van de ophogingen





Als *optie* in het definitieve ontwerp kan het volgende in overweging worden genomen:

Het Hoogheemraadschap Delfland geeft aan dat de polderkade langs de zuidrand van het bestaande bos kan worden afgewaardeerd tot een normale peilscheiding onder het fietspad mits de ophoging helemaal aansluit langs het bos en aan de westkant aansluit op de bestaande polderkade. Dit biedt kansen voor het plan met betrekking tot een eventuele verbreding van de ontsluitingsweg en beplanting, aangezien de eisen voor het gebruik op en om de bestaande kade dan komen te vervallen. Om een aansluiting aan de westkant te bewerkstelligen moet de kade echter wel de persleiding kruisen. Delfland geeft aan dat er geen aanvullende maatregelen nodig zijn om de persleiding te beschermen mits de kruising plaats vindt ten oosten van de watergang (zie afbeelding 4.5). De bestaande watergang langs het bos kan met een afsluitbare duiker onder de aansluiting worden geleid. De kosten voor de uitvoering komen te liggen bij de initiatiefnemers.

Naast de uitbreiding van het Staelduinse Bos wordt ook de oude dijk die door de Bonnenpolder en langs de Rel loopt hersteld. Ter hoogte van de uitbreiding van het Staelduinse Bos is men voornemens om de functie natuurbegraven mogelijk te maken. Ook ligt er ten zuiden van het Staelduinse Bos een rioolpersleiding van het waterschap. Tezamen met de functie natuurbegraven stelt dit additionele eisen aan de ophoging.

Afbeelding 4.5 Locatie voor kruising van de kade met de persleiding



Er wordt in de plannen uitgegaan van een ophoging van gemiddeld 2,25 m van het huidige maaiveld. Voor het eerste gedeelte van de ophoging wil men gebruik maken van grond die elders vrijkomt uit het projectgebied (circa 270.000 m³ grond beschikbaar uit het afplaggen van percelen). Afhankelijk van de grondeigenschappen (doorlaatbaarheid) en hoeveelheid bedraagt de ophoging met deze grond 0,5 tot 1,5 m. Vervolgens wordt integraal opgehoogd met een zandlaag (matig fijn/matig grof, $K > 10$) van minimaal 1 m dik. Het gebruik van matig fijn/matig grof zand heeft een gunstige uitwerking op de opbolling van het grondwater ten opzichte van de berekening met een doorlaatbaarheid van $K = 2$. De ophoging wordt afgewerkt met een begroeiingslaag van minimaal 0,25 m bestaande uit zand met een hoger percentage aan organische stof en klei.

4.2.1 Ontwateringsdiepte natuurbegraven

Bepaalde terminologie binnen ontwatering wordt nogal eens door elkaar heen gebruikt. Een bekend voorbeeld is drooglegging versus ontwateringsdiepte:

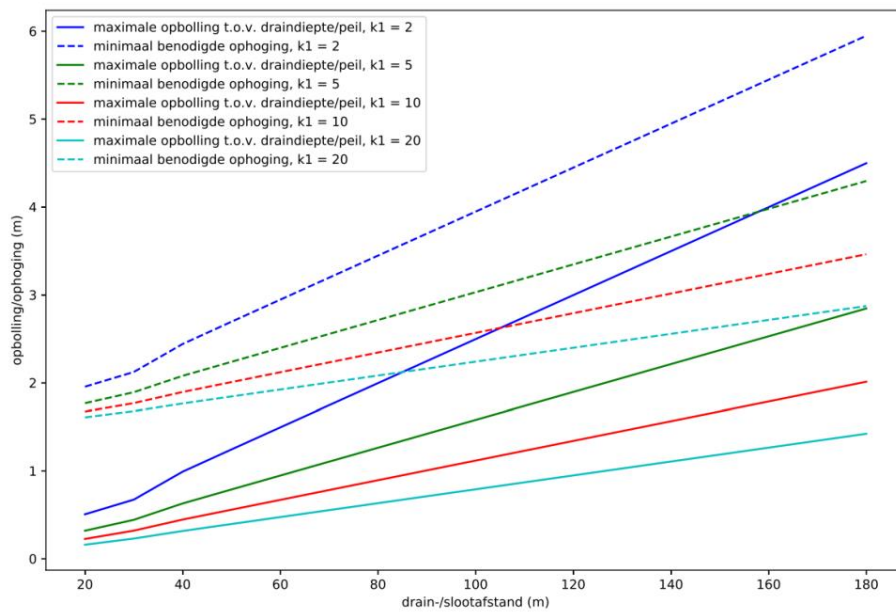
- ontwateringsdiepte is de afstand tussen maaiveld en de grondwaterstand;
- drooglegging is de afstand tussen het maaiveld en het waterpeil in de sloot.

De ophoging komt de gebruiksfunctie natuurbegraven ten goede. Van nature is de bodemgesteldheid en de waterhuishouding in Nederland op veel locaties niet optimaal voor begraven. De grondwaterstand is namelijk vrij hoog en daarom is natuurbegraven zonder terreinophoging in de Bonnenpolder niet mogelijk. De gebruiksfunctie natuurbegraven stelt een eis ten aanzien van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (ontwateringsdiepte) ten opzichte van de onderkant kist. Dit betekent dat de ontwatering voor het natuurbegraven voldoende groot moet zijn. De ontwateringsdiepte onder de ophoging is onder andere afhankelijk van de doorlatendheid van de grond waarmee wordt opgehoogd en de afstand tussen sloten of drainbuizen (rondom de ophoging). De wet op de lijkbezorging stelt dat een graf minimaal 30 cm boven de GHG en minimaal 65 cm onder het maaiveld moet liggen. Uitgaande van een kisthoogte van 50 cm, moet het maaiveld minimaal 1,45 m boven de minimale ontwateringsdiepte (of maximale opbolling, zijnde de GHG) uitkomen. In deze afleiding is nog geen rekening gehouden met zettingen van de bodem. De ophoging is dus in belangrijke mate afhankelijk van de opbolling/GHG.

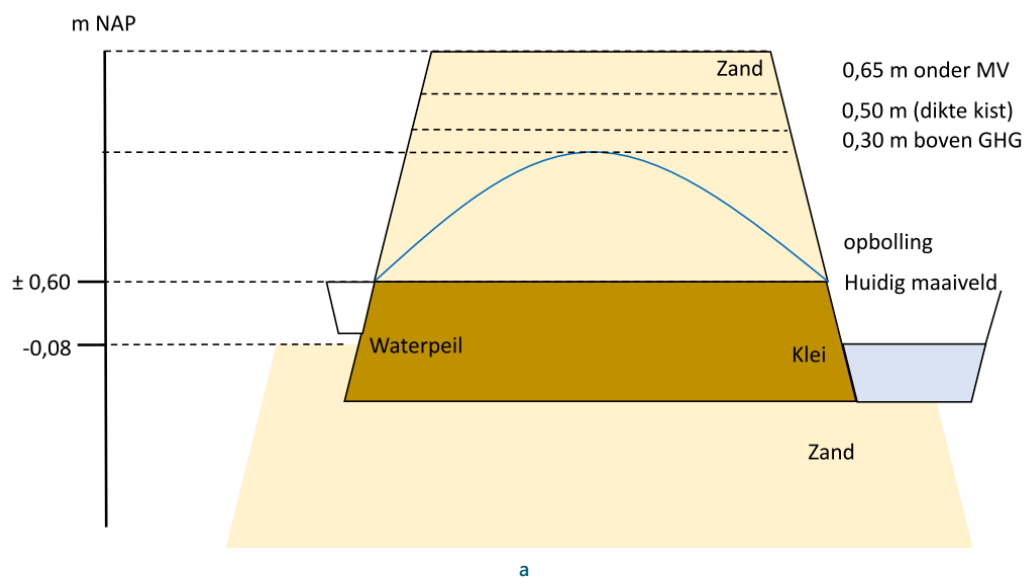
In afbeelding 4.4 is een grafiek weergegeven van de maximale opbolling ofwel de GHG (doorgetrokken lijn) en minimaal benodigde ophoging (onderbroken lijn) als functie van de doorlaatbaarheid en sloot- of drainafstand. Dit is berekend aan de hand van de formule van Hooghoudt voor onvolkomen sloten [lit. 13]. Voor de specifieke afvoer/neerslag is een waarde van 5 mm/dag gebruikt, een waarde die vaak wordt gehanteerd. Er wordt opgehoogd over breedtes van circa 25 tot 155 m. In het meest ongunstige geval is (breedte 155 m; slechte doorlatendheid $k=2$) een ophoging van bijna 4 m nodig. Om de ophoging te beperken en de plannen beter realiseerbaar te maken wordt voorgesteld om ontwateringsmiddelen aan te leggen. Met behulp van een ontwateringsmiddel (drainage of een drainerende laag van zeer grof zand) onder de ophoging kan de ontwatering worden beheerst, zoals geïllustreerd in afbeelding 4.7 a en b.

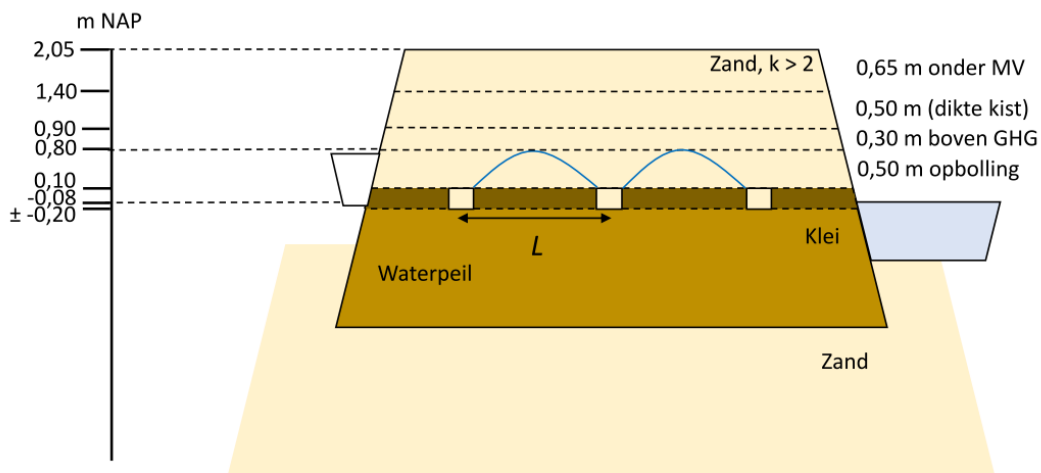
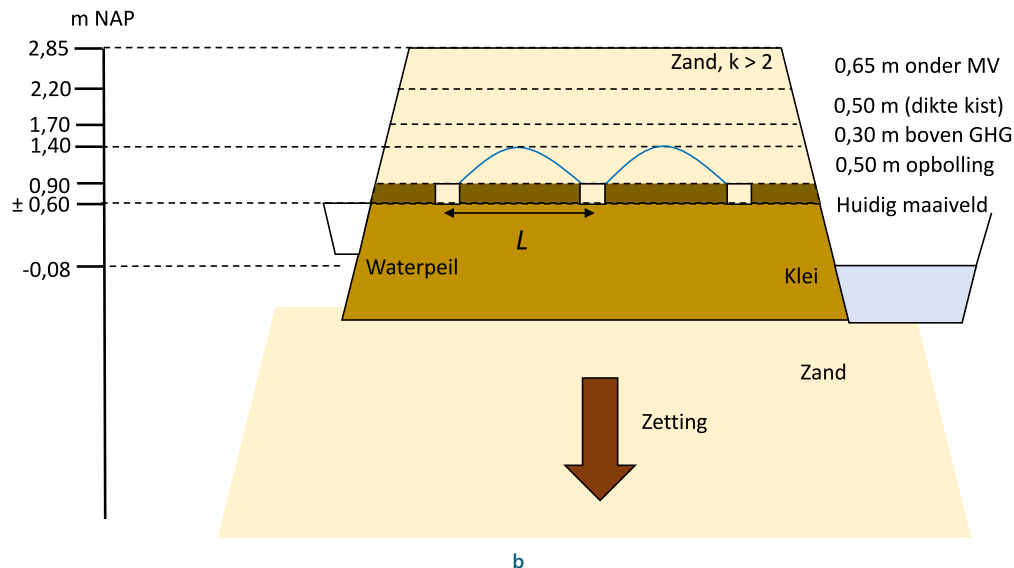
De voorkeur gaat niet uit naar het gebruik van drainbuizen, omdat dit een verstorend effect kan hebben in het zicht van het natuurgebied. Het wordt voorgesteld om een meer natuurlijke vorm van drainage aan te leggen door middel van ribben van grof zand of grind onder de ophoging (hierna zandkoffer genoemd). Deze zandkoffers worden op het huidige maaiveld aangebracht in de dwarsrichting van de beoogde ophoging. De afstand tussen de zandkoffers moet circa 20 m bedragen. De breedte en hoogte van de zandbanen moet respectievelijk circa 1 m en 0,30 m zijn. Door een kleine gradiënt in het huidige maaiveld aan te brengen kan er bovendien een voorkeursrichting voor de afvoer van het water worden bewerkstelligd, bijvoorbeeld direct richting de Rel.

Afbeelding 4.6 Grootte van de opbolling van het grondwater onder de ophoging als functie van de drain/slootafstand. De gestreepte lijnen geven de minimaal benodigde ophoging weer (excl. restzettingen)



Afbeelding 4.7 Illustratie van het drainerend effect op de opbolling van het grondwater (a en b) en de zetting (b en c) bij ongeveer $k = 2$ en $L = 20$. Merk op dat de zandkoffers ter illustratie zijn aangebracht in de lengte richting van de ophoging. De schaal in horizontale richting stemt niet overeen met de werkelijkheid





In het meest ongunstige geval wordt er eerst opgehoogd met een laag klei op het maaiveld (ervan uitgaande dat er kleigrond uit het gebied vrijkomt) en vervolgens met ophogingsmateriaal (zand) met een doorlaatbaarheid van $k=2$ m/dag. De maximale opbolling is berekend vanaf de niet-doorlaatbare klei, omdat er zich boven deze kleilaag een (schijn)grondwaterspiegel gaat vormen in de ophoging. Deze schijngrondwaterspiegel zal worden beheerst met drainerende zandkoffers om te kunnen voldoen aan de Wet op lijkbezorging. In dit meest ongunstige geval, zoals hierboven berekend en in afbeelding 4.7 geschetst blijkt dat de drainerende zandkoffers voldoen. Wel dient het zand in de zandkoffers dan een doorlaatbaarheid van minimaal 10 á 20 m/dag te hebben, om aan een minimale ontwatering te kunnen voldoen.

Merk op dat voor het schetsontwerp is uitgegaan van een uiterst ongunstige situatie: een vrij beperkte doorlatendheid ($K=2$) en zandkoffers om de 20 m met een hoge doorlatendheid. In deze situatie is een ophoging van 2,25 m vanaf het huidige maaiveld benodigd. Gezien de uitgangspunten wordt zelfs in het uiterste geval met de ophoging voldaan aan de ontwateringseisen en is er genoeg speling om te voldoen aan de ontwateringseisen. Voor een hogere doorlatendheid is minder ophoging nodig. Nadere uitwerking van de plannen moet inzicht geven in een meer gedetailleerde opbouw van de ophoging.

4.2.2 Zettingen

Ten behoeve van de vereiste dekking ten opzichte van de grondwaterstand zijn zettingspredicties uitgevoerd met behulp van bestaand geotechnisch onderzoek. Merk op dat in de zettingsberekeningen het uitgangspunt van de ophoging varieert, afhankelijk van de verwachte opbolling van het grondwater (die weer afhankelijk is van de k-waarde en drainafstand). Er wordt gerekend vanaf het maaiveld/hoogte zandkoffer en er wordt uitgegaan van een tijdshorizon van in totaal 50 jaar. De verwachting is dat het natuurbegraven verdeeld over een tijdshorizon van 40 jaar plaatsvindt. Daarnaast is rekening gehouden met tijdsduur van de ontbinding van een lichaam (circa 10 jaar) na de laatste natuurbegrafenis. Hieruit blijkt dat de zetting van de ophoging gedurende deze tijdshorizon circa 0,8 m bedraagt bij $K=2$, een drainafstand van 20 m. Er is geen zettingscompensatie in de ophoging benodigd indien de zandkoffers na 50 jaar (deels) boven de hoogste oppervlaktewaterstand blijven. Dit is met behulp afbeelding 4.7 b en c geïllustreerd, waarbij we uit zijn gegaan van de meest ongunstige situatie met een slechte doorlaatbaarheid ($K=2$) van het ophoogzand. De zandbanen van circa 0,3 m dik kunnen zodoende op het huidige maaiveld worden aangebracht met een drainafstand van 20 m. In dit voorbeeld is een zetting van 0,98 m mogelijk (peil: -0,08 m NAP, huidig maaiveld 0,6 m NAP, zandbaan 0,3 m dik). Geconcludeerd kan worden dat zelfs in deze ongunstige situatie geen zettingscompensatie is benodigd en kan worden voldaan aan een gemiddelde ophoging van 2,25 m. Verder blijkt dat de vereiste ophoging grotendeels afhankelijk is van de grondwaterstand. De grondwaterstand en daarmee de benodigde ophoging kan worden beperkt door zand met een betere doorlaatbaarheid te gebruiken. In tabel 4.1 en afbeelding 4.6 zijn de resultaten weergegeven voor meerdere scenario's. De gehele set met uitgangspunten en resultaten is weergegeven in bijlage IV.

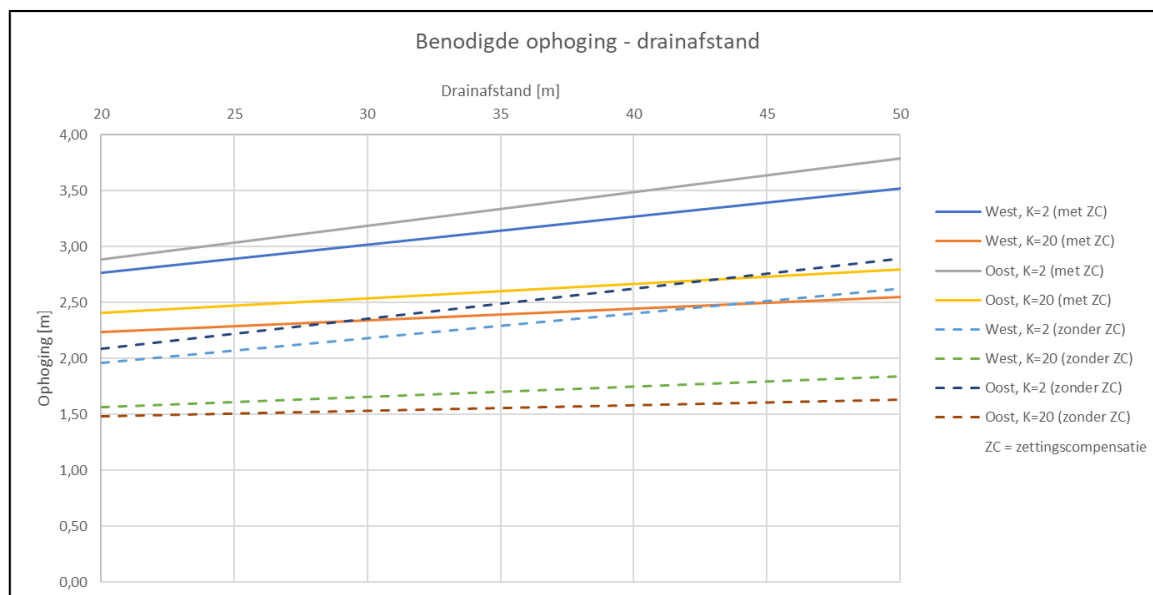
Tabel 4.1 Resultaten zettingspredicties

Locatie [-]	Doorlatend heid [K]	Drain- afstand [m]	Opbolling [m]	Dekking [m]	Zetting* [m]	Totale ophoging* [m]	Totale ophoging [m]
deelgebied 'oost'	2	20	0,51	1,45	0,75*	1,96*	2,88
deelgebied 'oost'	2	50	1,18	1,45	0,99*	2,63*	3,79
deelgebied 'oost'	20	20	0,12	1,45	0,66*	1,56*	2,41
deelgebied 'oost'	20	50	0,39	1,45	0,76*	1,84*	2,79
deelgebied 'west'	2	20	0,51	1,45	0,67*	1,96*	2,95
deelgebied 'west'	2	50	1,18	1,45	0,77*	2,63*	3,52
deelgebied 'west'	20	20	0,12	1,45	0,55*	1,57*	2,24
deelgebied 'west'	20	50	0,39	1,45	0,60*	1,84*	2,59

*De weergegeven waarden zijn exclusief zettingscompensatie.

Gezien de uitgangspunten is er genoeg speling om met de ophoging inclusief zetting te voldoen aan de ontwateringseisen. Ook na de tijdshorizon van 50 jaar wordt nog aan de Wet op lijkbezorging voldaan. In een later stadium zal nader onderzoek worden uitgevoerd. De uiteindelijke ophoging (en daarmee grondwaterstand, opbolling en zetting) is afhankelijk van het te gebruiken ophoogmateriaal.

Abbeelding 4.8 Benodigde ophoging in verhouding tot drainafstand



Kabels en leidingen

Een zettingsanalyse is uitgevoerd aangaande de kabels en leidingen die onder de ophoging doorlopen om aan te kunnen tonen dat deze niet beschadigd raken. Uit de berekening volgt dat de verschilzettingen ten gevolge van de ophoging te groot zijn en dat ophogen ter hoogte van de leidingen niet mogelijk is om schade aan de leidingen te voorkomen, bijlage IV. Als de persleiding blijft liggen kan de ophoging op circa 5-12¹ m afstand vanaf de leiding beginnen, ofwel naast de leiding kan in een strook van 5-12 m niet worden opgehoogd (dit in verband met de verwachte zettingen over 50 jaar). Hier is rekening mee gehouden in het schetsontwerp van de ophoging (afbeelding 4.1).

4.3 Watersysteem

Peilgebieden

In het inrichtingsplan worden enkele peilgebiedswijzigingen voorgesteld om nattere omstandigheden voor de grondwaterafhankelijke natuur in de Bonnenpolder te creëren. Zo wordt voorgesteld om de stuw tussen de peilgebieden NAP -0,08 m en -0,43 m benedenstrooms te verplaatsen tot vlak voor de watergang vanuit peilgebied NAP 0,1 m. In afbeelding 4.9 is een meer gedetailleerde kaart opgenomen van de nieuwe locatie van de stuw. Hiermee wordt peilgebied NAP -0,08 m uitgebreid en worden de juiste condities gerealiseerd voor de grondwaterafhankelijke natuur. Er worden dus geen peilgebieden gecombineerd, alleen de grens tussen peilgebieden NAP -0,08 m en -0,43 m wordt verplaatst om het peil in de polder te verhogen.

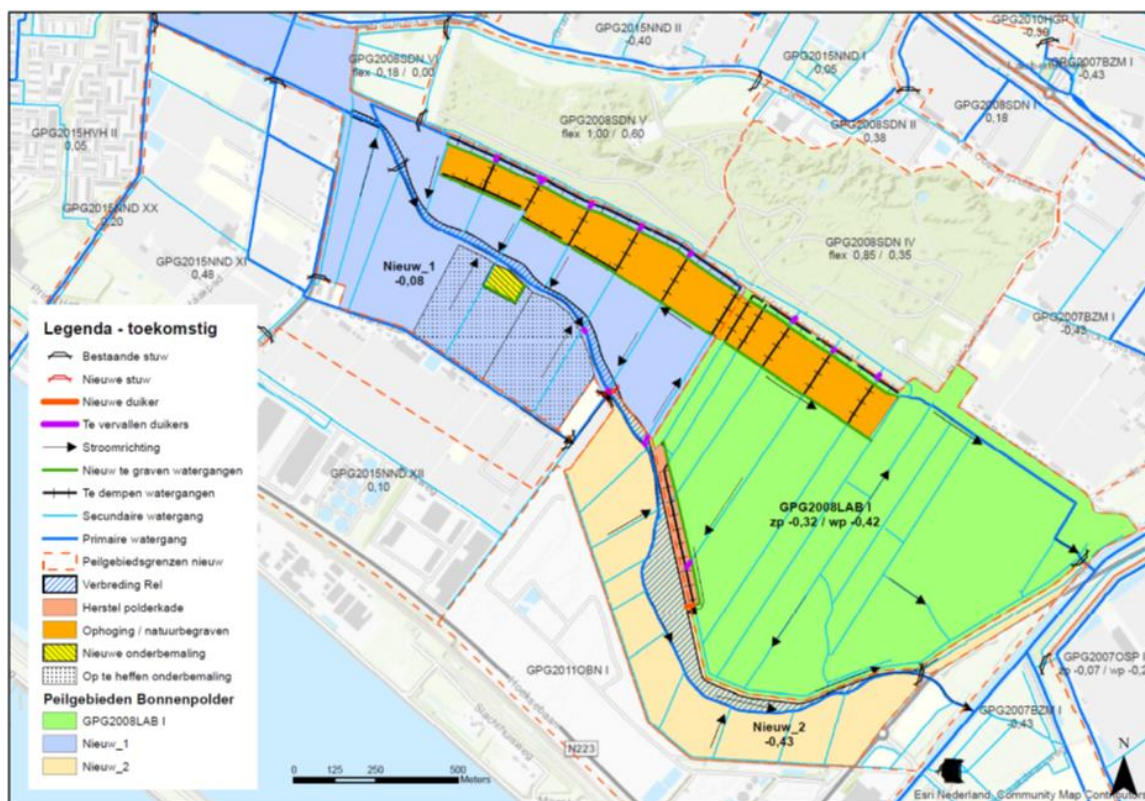
De onderbemalingen in het huidige peilgebied NAP -0,43 m zullen worden grotendeels opgeheven. Hierdoor wordt de verkaveling van verschillende peilgebieden minder groot, ontstaat er zodoende een robuuster watersysteem. De onderbemalingen hebben met de toekomstige functie van het gebied geen toegevoegde waarde. Ter hoogte van de boerderij zal de onderbemaling blijven bestaan om voldoende ontwatering te behouden.

In afbeelding 4.9 is de nieuwe gewenste situatie van de peilgebieden weergegeven, inclusief de nieuwe stuw. De functie van de oude stuw vervalt hiermee. De stuw kan desgewenst blijven staan om calamiteiten op te vangen.

¹ In de berekeningen is uitgegaan van de meest ongunstige situatie. Nader grondonderzoek moet aantonen in hoeverre deze afstand nog kan worden ingekort. Dit kan met behulp van meetgegevens uit nieuw uit te voeren sonderingsmetingen en boringen (met samendrukkingsproeven) en overleg met Hoogheemraadschap Delfland over de persleiding (jaar van aanleg, buistype et cetera).

De wijzigingen van de peilgebieden vinden allemaal plaats binnen de peilgebieden van het plangebied. Er treden dus geen peilwijzigingen op in de watergangen buiten het plangebied.

Afbeelding 4.9 Nieuwe waterhuishoudkundige situatie m.b.t peilgebieden



Vanuit de initiatiefnemers is er de wens om het waterpeil in de Korte Bonnen nog verder op te hogen dan NAP -0,08 m en te voorzien van een natuurlijk peilverloop (hoog in de winter en uitzakkend in de zomer). Dit kan eventueel worden gerealiseerd door het plaatsen van schotbalken. De hogere peilen zijn enerzijds nodig om nog betere omstandigheden te creëren voor het vochtig hooiland en anderzijds om de natuur verder te isoleren van de Rel, en daarmee van het mogelijk vervuilde water van de glastuinbouw. Voor de watervergunning moet dit worden geconcretiseerd en nader worden onderzocht op haalbaarheid en vervolgens worden uitgewerkt.

Watergangen

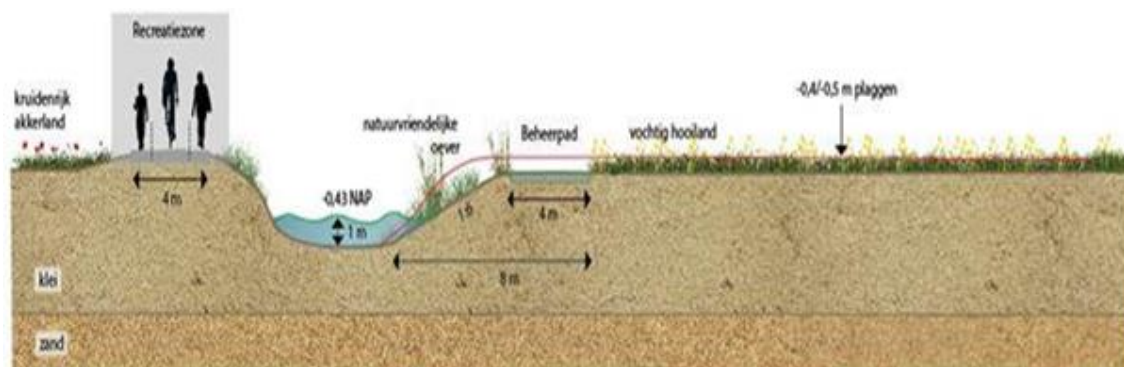
In afbeelding 4.11 is een schets opgenomen met de te dempen (rood) en nieuw te graven (donkerblauw) watergangen weergegeven. In het ontwerp zal de Rel aanzienlijk worden verbreed en wordt deze voorzien van natuurvriendelijke oevers. Hiermee wordt extra waterberging gecreëerd in het gebied (oppervlakte 83.890 m² inclusief verbreding Rel). Er wordt voorgesteld om de bodembreedte van de Rel te vergroten en de onderwateroever op te laten lopen vanaf de bodem tot de waterlijn met een talud van 1:5. Zo neemt de breedte van de Rel bij een waterdiepte van 0,4 m met circa 2 m toe ter hoogte van de waterlijn. Door het natte profiel te overdimensioneren wordt de waterafvoercapaciteit niet verkleind indien zich een rijke vegetatie ontwikkelt, bovendien zijn hierdoor geen golfbrekers nodig. Boven de waterlijn wordt een flauwer talud voorgesteld van 1:6 of 1:10. Dit voldoet aan de wens vanuit het waterkwaliteitsoogpunt van het Hoogheemraadschap van Delfland (zie paragraaf 2.3.4). Een schets van de herinrichting van de Rel is gegeven in afbeelding 4.8 a. In het ontwerp van de Rel wordt rekening gehouden met een onderhoudsstrook van 4 m op de natuurvriendelijke oever, welke voldoende draagkracht biedt voor onderhoudsmaterieel en minimaal een drooglegging van 0,3 m heeft [lit. 27].

De Rel zal met de benodigde aanpassingen als natte ecologische verbindingszone gaan fungeren. In het ontwerp van de natuurvriendelijke oevers moet rekening worden gehouden met de aanwezigheid van een buis met gevaarlijke inhoud van de NAM. De diepteligging van deze buis is vooralsnog onbekend (volgt niet uit KLIC-melding). Deze buis loopt parallel aan de Bonnenweg, via de te herstellen polderkade richting de stuw naar het Oranjekanaal, en volgt daarmee de beoogde verbrede Rel. De plannen omtrent de natte ecologische verbindingszone zullen verder worden uitgewerkt door Hoogheemraadschap van Delfland en initiatiefnemers.

Met het herstel van de oude dijk en het ophogen van de uitbreiding van het Staelduinse Bos zullen enkele secundaire watergangen worden gedempt. Ook de primaire watergang ten zuiden van het Bonnenpad zal worden gedempt in het ontwerp van het natuurgebied. De functie van deze watergang komt te vervallen.

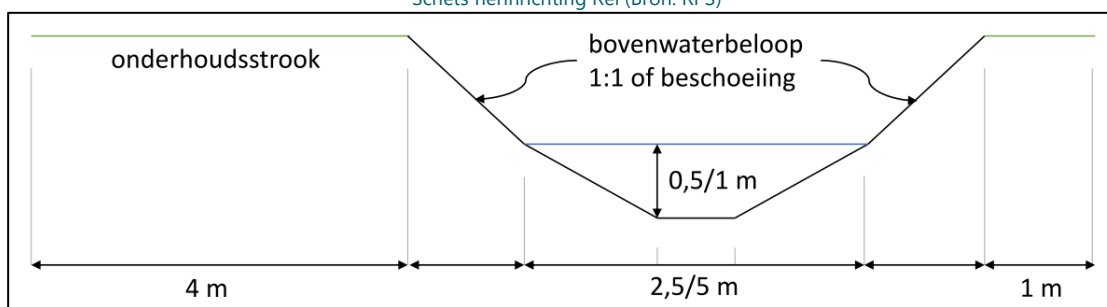
Er wordt voorgesteld om aan de zuidzijde van de ophoging langs het Staelduinse Bos een nieuwe secundaire watergang aan te leggen van minimaal 2,5 m breed waarmee de ontwatering in de ophoging wordt beheerst en waarop de zandkoffers onder de ophoging water kunnen afvoeren. Een profielschets van de nieuwe watergang is gegeven in afbeelding 4.10 b. Zodoende kan worden voldaan aan de eisen die worden gesteld in de wet op de lijkbezorging. Met deze ingreep kan eveneens een deel van het gedempte wateroppervlak in het desbetreffende peilvak worden gecompenseerd. De bestaande watergangen ten zuiden van de ophoging in de Nieuwland polder hebben met de verbreding van de Rel een directe verbinding met de Rel om het water af te kunnen voeren.

Afbeelding 4.10 Profielen nieuwe watergangen herinrichting Rel



a

Schets herinrichting Rel (Bron: RPS)



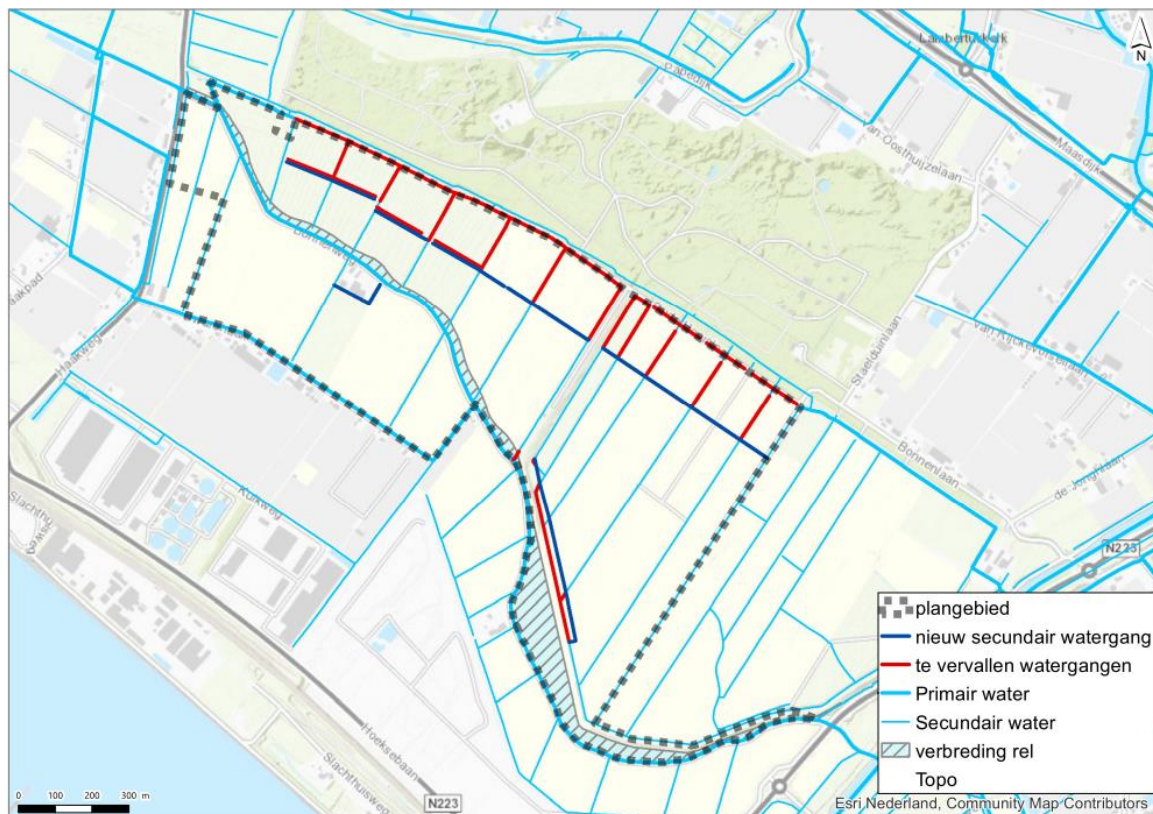
b

Profielen Secundaire/primaire watergangen

Ten noorden van de ophoging (en ten zuiden van het Bonnenpad) is een plas/draszone met een overlaat gepland. Indien nodig kan overtollig water uit de zandkoffers dan ook in de plas/dras zone ten noorden van de ophoging terecht. Door de plas/draszone te verbinden met de sloten aan de oost- en westzijde van de ophogingen kan eventueel overtollig water worden afgevoerd.

Verder zal er een nieuwe secundaire watergang langs de herstelde polderkade worden gegraven van minimaal 2,5 m breed. Om in de nieuwe situatie (verkleining gebied onderbemaling en een peilverhoging) voldoende ontwatering te garanderen voor de boerderij ten zuiden van de Bonnenweg wordt er geadviseerd om een watergang te graven rondom de boerderij. Het profiel van de nieuw te graven secundaire watergangen is gegeven in afbeelding 2.1. De watergangen passeren geen grenzen van peilgebieden, zodat er naast de te verplaatsen stuw geen additionele stuwen zijn benodigd. Ook is er in het schetsontwerp van de watergangen rekening gehouden met het feit dat de ophoging ten alle tijden bereikbaar moet blijven. Om deze reden zijn niet alle watergangen volledig doorgetrokken langs de ophoging van de uitbreiding van het Staelduinse Bos.

Afbeelding 4.11 Voorstel te graven en te dempen watergangen



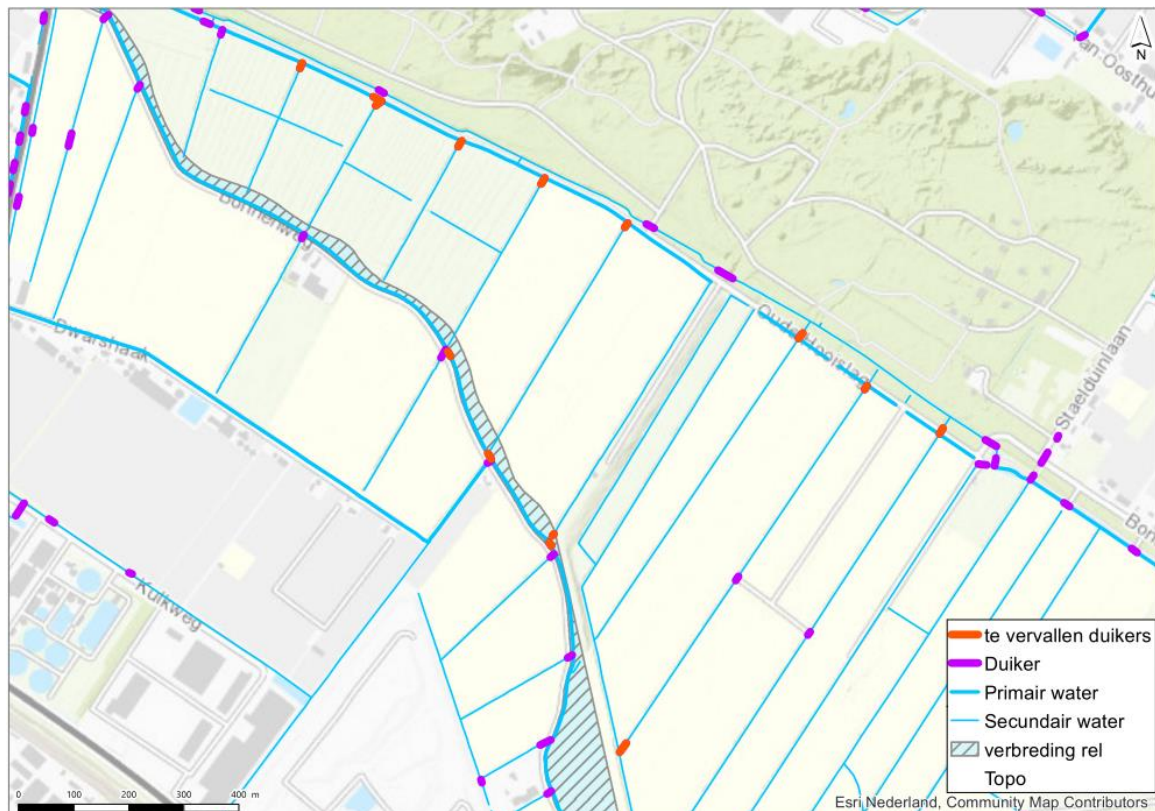
4.4 Kunstwerken (duikers/stuwen)

Met het dempen van de watergangen ten zuiden van het Staelduinse Bos komen negen duikers te vervallen. Door de verbreding van de Rel komen vier duikers te vervallen en door het herstel van de oude dijk komt nog eens één duiker te vervallen. De te vervallen duikers zijn aangegeven in afbeelding 4.12. Met de aanleg van de nieuwe paden in het plangebied moeten 15-20 nieuwe duikers worden aangelegd (zie gele paden in afbeelding 1.1). Ook zullen er enkele bruggen worden gerealiseerd om watergangen te passeren. Een gedetailleerde kaart met de locaties van nieuwe duikers en bruggen ontbreekt en zal met het definitieve ontwerp worden uitgewerkt. Dit vormt echter geen onderdeel van de bestemmingsplanprocedure. Ook kan er in het definitieve ontwerp rekening worden gehouden met het aanleggen van schijnduikers bij de natuurvriendelijke oevers voor het vangen van muskusratten.

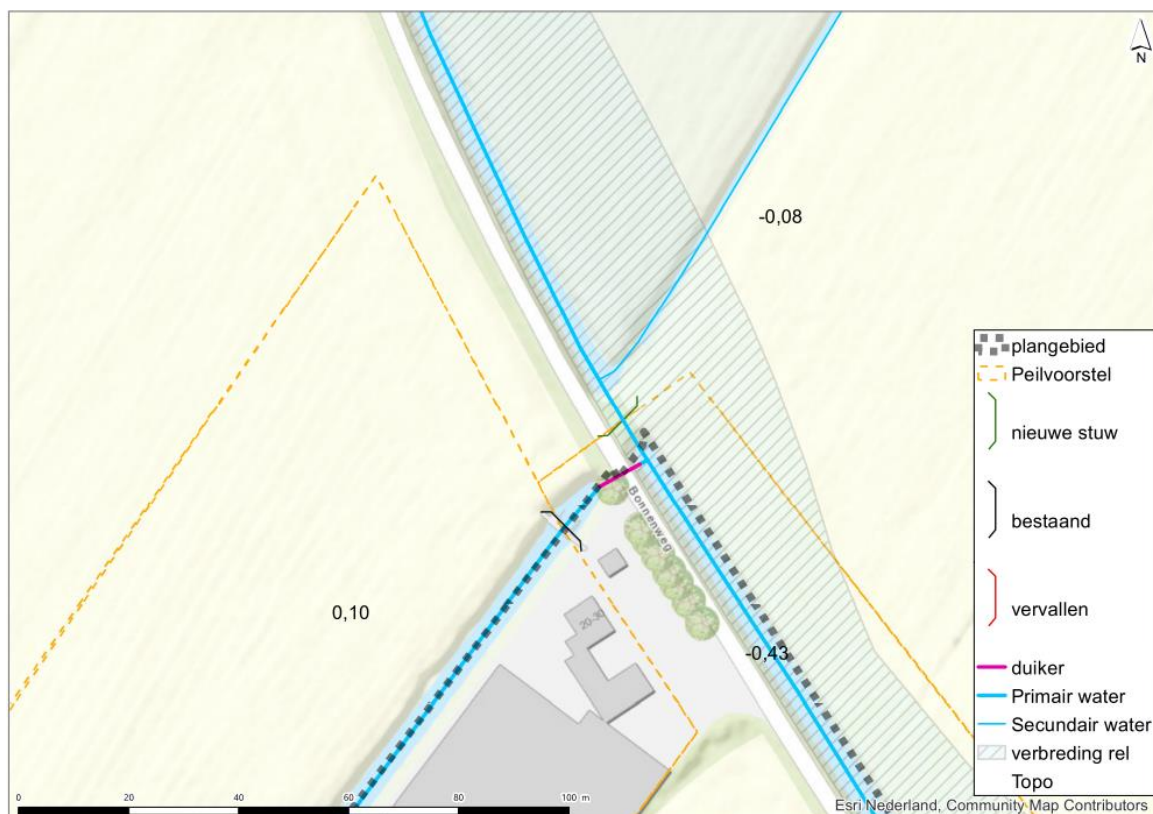
Zoals aangegeven in afbeelding 4.9 zal een automatische stuw benedenstrooms in de Rel worden geplaatst om peilgebied GPG2015NND XIII (NAP -0,08 m) te vergroten en zodoende nattere omstandigheden voor de grondwater-afhankelijke natuur in de Bonnenpolder te creëren. De functie van de stuw tussen de huidige peilgebieden GPG2015NND XIII (NAP -0,08 m) en GPG2015NND XIV (NAP -0,43 m) komt daarmee te vervallen. Een detailkaart van de waterhuishouding rondom de locatie van de nieuwe stuw is gegeven in afbeelding 4.13.

De ambitie is om meer natte ecologische zones te creëren. Een nadeel is dat bovenstrooms van de nieuwe stuw geen KRW-doel (natte ecologische zone) kan worden gerealiseerd omdat het een barrière vormt voor vissen. Er wordt daarom overwogen (in overleg met hoogheemraadschap Delfland) om deze stuw vispasseerbaar te maken. Dit zal in de verder planuitwerking verder worden uitgewerkt. Mogelijke opties worden uiteengezet in paragraaf 5.3.2.

Afbeelding 4.12 Te vervallen duikers



Afbeelding 4.13 Detailkaart nieuw locatie stuw



4.5 Natuurontwikkeling

De initiatiefnemers voor de nieuwe natuur in de Bonnenpolder hebben een ambitie om landbouwgronden om te vormen naar natuur. Deze ambitie sluit aan op de ambitiekaart van de provincie Zuid-Holland en de hierop weergegeven natuurbeheertypen voor het Staelduinse Bos en het grasland ten westen van de Bonnenpolder. Op de ambitiekaart in afbeelding 4.14 zijn de voorgenomen natuurtypen in de Bonnenpolder uiteengezet. Het Staelduinse Bos wordt aan de zuidzijde uitgebreid met duinbos. De herstellende dijk wordt omgevormd tot een bloemdijk. De landbouwgronden ten noorden van de Rel worden over het algemeen omgevormd tot kruiden- en faunairijk grasland en vochtig hooiland. Ten zuiden van de Rel wordt dit voornamelijk kruiden- en faunairijk akkerland. De Rel zelf wordt voorzien van brede natuurvriendelijke oevers geschikt voor natte ecologische zones. In bijlage III zijn de uitgangspunten opgenomen voor het ontwerp van natte ecologische zones, zoals ontvangen van het Hoogheemraadschap van Delfland. Aan de zuidzijde van het projectgebied (langs de Dwarshaak) wordt tevens een groene bomenrij aangelegd met haagbeuken en essenbos.

Ten behoeve van deze natuurbeheertypes kunnen er een aantal hydrologische doelrealisaties worden opgesteld. De randvoorwaarden waaronder de natuurbeheertypes optimaal voorkomen zijn gegeven in tabel 4.2. In bijlage VII is een compleet overzicht gegeven met additionele toelichting van de randvoorwaarden.

Afbeelding 4.14 Ambitiekaart natuurtypen (Bron: Provincie Zuid-Holland Natuurbeheerplan) [lit-27]



Tabel 4.2 Hydrologische randvoorwaarden in [cm-mv] per natuurdoeltype (zie ook bijlage VII)* **

Type	Omschrijving	GVG ondergrens	GVG bovengrens	GLG ondergrens	GLG bovengrens
N04.02	zoete plas	0	0	0	0
N10.02	vochtig hooiland	0	25	20	999
N12.01	bloemdijk	20	999	0	0
N12.02	kruiden- en faunairijk grasland	72	999	0	0
N12.05	kruiden- en faunairijk grasland	72	999	0	0
N14.03	haagbeuken- en essenbos	25	999	0	0
N15.01	duinbos***	-	-	-	-

* Het getal 0 staat voor: niet toetsen.

** Het getal (-)999 staat voor: onbeperkte randvoorwaarde (positief dan wel negatief).

*** Randvoorwaarde onbekend.

5

EFFECTEN EN GEVOLGEN

5.1 Grondwater en voorkomen (zoet)watertekort

Om de effecten van het inrichtingsplan te berekenen is gebruik gemaakt van een uitsnede van ongeveer 40x50 km van het regionale 'Zuid-Holland' grondwatermodel (Bepaling toekomstige verzilting van het grondwater in Zuid-Holland (2004) TNO-Rapport 005.53054). Het betreft een 3D-berekening uitgevoerd met het simulatieprogramma MODFLOW (zie ook paragraaf 3.6). Dit model is in principe niet aangepast, maar alleen voor een gebied van 5x5 km verfijnd qua resolutie ter hoogte van het plangebied. Ook is het oppervlaktewater in de uitsnede voor meer detail aangevuld.

De laagindeling van het model is in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 5.1 Overzicht laagindeling grondwatermodel

Laagnummer	Transmissiviteit [m ² /dag]
1 - 2	0,05
3 - 8	50 - 100
9 - 12	0,1
13	5 - 20
14 - 16	30 - 40
17 - 18	0,08
19	5 - 10
20	30
21 - 23	60
24	1,5
25 - 33	50

De volgende uitgangspunten en randvoorwaarden zijn van toepassing op het gebruikte grondwatermodel:

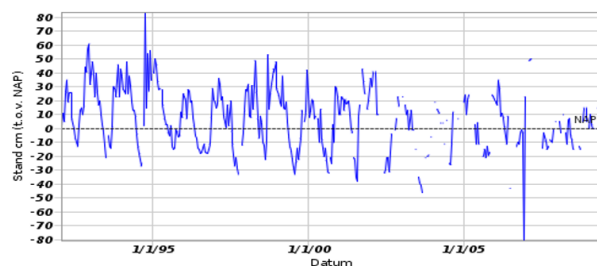
- het uitsnede model heeft een lengte en breedte van circa 5 km, waarbij een celgrootte van 25 bij 25 m toegepast is;
- de berekening is stationair uitgevoerd, dit betekent dat een langdurige situatie wordt berekend;
- de oppervlaktepeilen zijn conform de waterpeilen van het Hoogheemraadschap van Delfland geïmplementeerd door middel van het 'General Head Boundary'-pakket.

De werking van de uitsnede van het model is getoetst op basis van expert judgement en onder andere visueel aan de hand van peilbuis B37B0232 (afkomstig van DinoLoket, zie afbeelding 5.1), dit is de enige peilbuis met een relatief lange meetreeks.

Afbeelding 5.1 Peilbuis met een relatief lange meetreeks

Grondwaterstanden

Identificatie: B37B0232
Identificatie buis: B37B0232001
Coördinaten: 70386, 443958 (RD)
Maaiveld: 1.31 m t.o.v. NAP



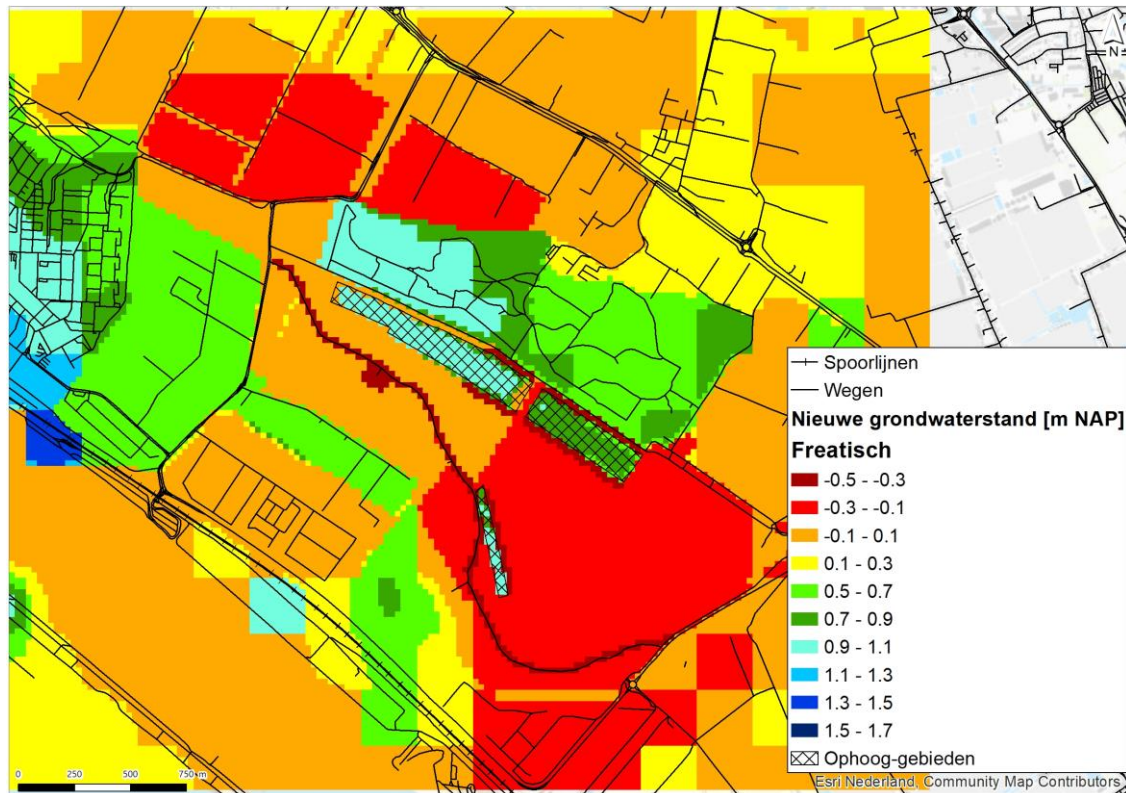
Voor het modelleren van het toekomstige scenario zijn de volgende aanpassingen verricht:

- de onderbemalingen worden beperkt tot een onderbemaling rondom de boerderij ten zuiden van de Bonnenweg;
- de waterloop (Rel) langs de Bonnenweg is verbreed;
- de watergang ten zuiden van het Bonnenpad is verwijderd;
- en de ophoging is gesimuleerd door de drainerende zandkoffers ter hoogte van het oude maaiveld aan het model toe te voegen;
- de nieuwe watergangen zijn ingevoerd met behulp van een river boundary, voor deze nieuwe watergangen is een conductance van $50 \text{ m}^2/\text{dag}$ gebruikt bij een weerstand van 5 dagen (breedte riv = 10 m, lengte cel = 25 m dus $250 \text{ m}^2/5 \text{ dagen} = 50 \text{ m}^2/\text{dag}$).

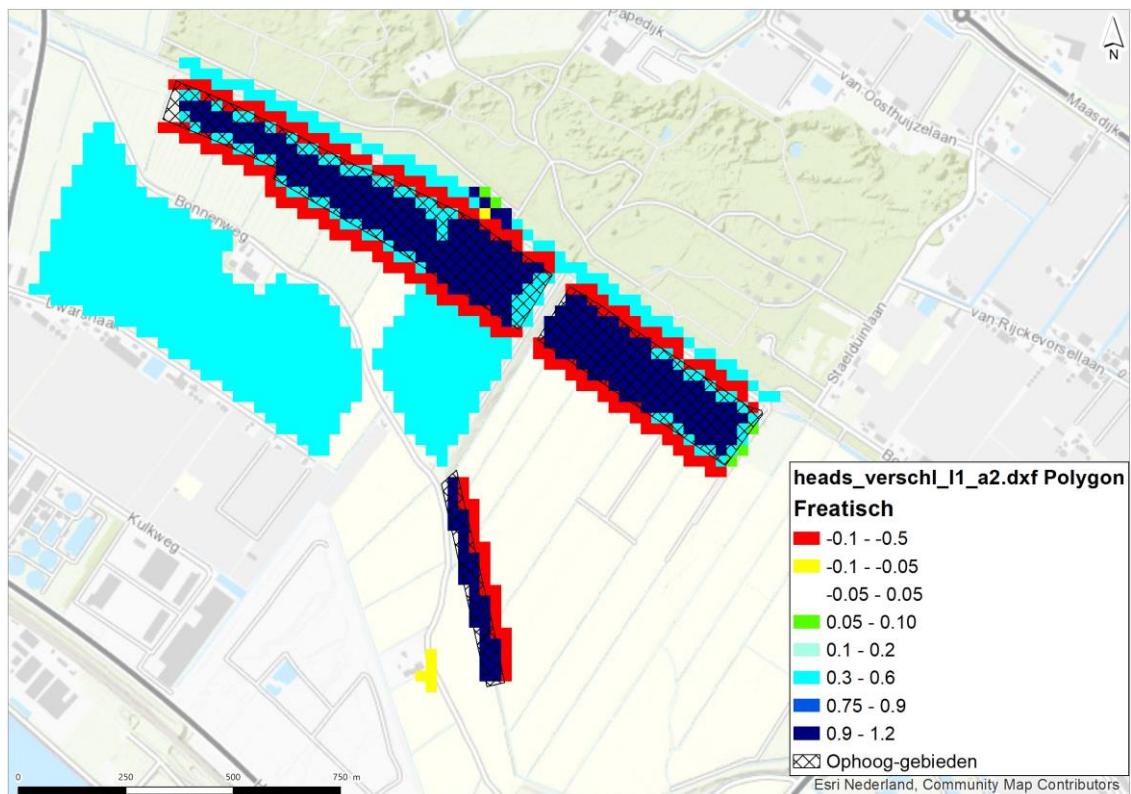
5.1.1 Verandering freatische grondwaterstand

De resultaten voor de berekende grondwaterstanden in de toekomstige situatie en de grondwaterstandsverandering ten opzichte van de huidige situatie (afbeelding 3.10) zijn gegeven in respectievelijk afbeelding 5.1 en afbeelding 5.2. De freatische grondwaterstand wordt in de toekomstige situatie nog steeds sterk bepaald door de gehanteerde waterpeilen. Het effect van het opheffen van de onderbemaling en de is duidelijk zichtbaar. Lokaal zijn daar grondwaterstandsverhogingen van het freatische pakket berekend. Ter plekke van het nieuwe duinbos wordt een stijging van het freatische grondwater verwacht door het ophogen van het maaiveld. Netto treedt hier echter verdroging op, omdat de ontwateringsdiepte ten opzichte van het maaiveld groter wordt. Drogere omstandigheden zijn hier ook gewenst voor het beheertype duinbos. De grondwaterstijging in de polder is ook conform de wensen van het inrichtingsplan, omdat zodoende nattere omstandigheden voor de gewenste natuurbeheertypen kunnen worden gerealiseerd. De verhoging van de grondwaterstand ten noorden van de ophoging is een gevolg van het dempen van de watergang waardoor het water niet meer gedraineerd kan worden. Er kan dus worden geconcludeerd dat door het totaaleffect van ophogen, dempen en graven van watergangen er geen verdroging in het Staelduinse Bos zal optreden. Er zal eerder sprake zijn van vernatting aan de rand van het bos wat een positieve uitwerking zal hebben. Volgens de modelberekeningen aan huidige en toekomstige situatie, treden er in de omliggende percelen van het plangebied (langs de Dwarshaak en de Haakweg) en verder afgelegen geen veranderingen op in de grondwaterstand. Dit is conform de verwachtingen omdat de mutaties plaatsvinden in het slecht doorlatende pakket en de horizontale uitstraling dus zeer gering is.

Afbeelding 5.2 Gemodelleerde freatische grondwaterstand voor de toekomstige situatie



Afbeelding 5.3 Verandering van de freatische grondwaterstand t.o.v. de huidige situatie (afbeelding 3.10)¹



¹ Aan de noordzijde van de ophoging is een watergang gemodelleerd. Hier zal in werkelijkheid een plas/draszone worden gerealiseerd waar geen vast peil geldt. Naar verwachting werkt het opnemen van deze watergang in het model te drainerend en daarmee wordt dus in feite de meest ongunstige situatie gemodelleerd. Dit leidt niet tot een andere conclusie.

Door drainerende zandkoffer onder de uitbreiding van het Staelduinse Bos aan te brengen, kan de ontwatering in de ophoging worden beheerst. Door de drainerende zandkoffers onder de uitbreiding van het Staelduinse Bos iets te laten aflopen kan een voorkeursrichting worden gegeven aan de afvoer van het grondwater.

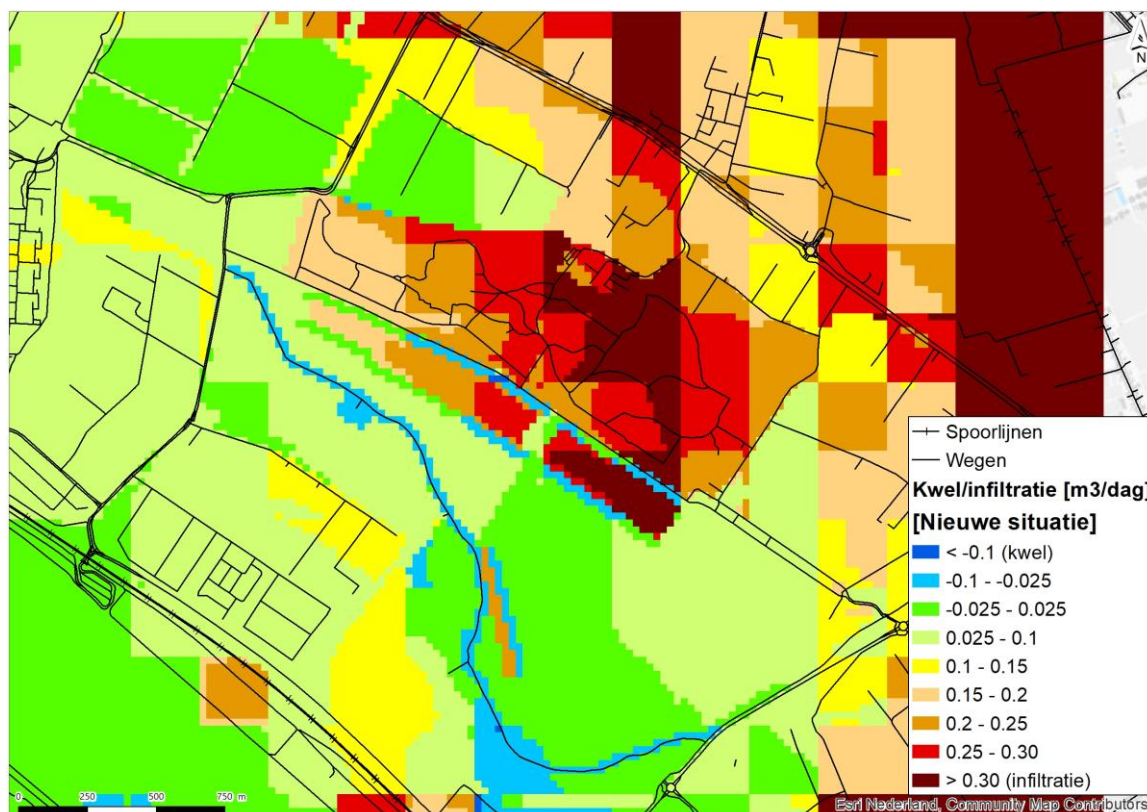
5.1.2 Verandering stroomrichting grondwater

In het eerste watervoerend pakket zijn geen noemenswaardige veranderingen gemodelleerd. De grondwaterstroomrichting zal door het opheffen van de onderbemaling en het ophogen niet wijzigen. In de uitgangssituatie is er een groot peilverschil tussen het peilgebied ten zuiden van de onderbemaling (NAP 0,48 m) en de onderbemalingen zelf (NAP -0,58 en -0,67 m). Er blijft, na opheffen van de onderbemalingen, een groot peilverschil bestaan. Ter plekke van de onderbemalingen zal zich een nieuw peil instellen, welke gelijk is aan de rest van peilgebied (NAP -0,08 m). Dit zal geen noemenswaardig effect hebben op de stroomrichting van het grondwater.

5.1.3 Kwel/Infiltratie

In afbeelding 5.3 is een kaart weergegeven met de verwachte kwel en infiltratie op basis van de modelberekeningen. Door het opheffen van de onderbemalingen en de peilwijziging stijgt lokaal de grondwaterstand in de polder. Hierdoor neemt de (zoute) kwel in de polder af. Ter plekke van de ophogingen zal in de nieuwe situatie infiltratie plaatsvinden richting het eerste watervoerende pakket (zie afbeelding 5.3). In de polders zal kwel blijven optreden. Hemelwater dat infiltreert in de te realiseren ophogingen zal niet verder infiltreren dan het huidige maaiveld, omdat er op het maaiveld een kleilaag wordt aangebracht. Middels de zandkoffers wordt het water afgevoerd richting de Rel. Het water in de ophoging zal dus niet naar diepere grondlagen infiltreren en met grondwaterstroming richting het noordoosten bewegen.

Afbeelding 5.4 Gemodelleerde kwel/infiltratie in de nieuwe situatie



5.1.4 Grondwaterkwaliteit

De beoogde inrichting ter plekke van de geplande locatie voor natuurbegraven (uitbreiding duinbos), voldoet aan de inrichtingseisen uit de wet op de lijkbezorging en de bijbehorende inspectierichtlijnen. Hiermee worden eventuele milieueffecten door natuurbegraven voorkomen. De wet op de lijkbezorging en de daarbij behorende inspectierichtlijnen zijn dusdanig ingericht dat wordt voldaan aan milieuhygiënische randvoorwaarden van de inspectie van de volksgezondheid. Er zal uitloging van stoffen plaatsvinden naar het grondwater en vervolgens het oppervlaktewater. Dit proces is echter zeer traag en concentraties zullen zeer laag zijn, zodat er geen effect op de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater wordt verwacht. Ter onderbouwing worden in deze paragraaf nog enkele resultaten van wetenschappelijk onderzoek naar de effecten van (natuur)begraven op het grondwater samengevat.

Er zijn een aantal wetenschappelijk onderzoeken uitgevoerd naar de effecten van (natuur)begraven. Zo heeft Alterra een uitgebreid onderzoek verricht naar de milieubelasting van natuurbegraven, asverstrooiing en het bijzetten van urnen in natuurterreinen om zodoende mogelijke risico's en consequenties op het milieu en de ecologie in kaart te brengen [lit. 18]. Ook heeft het RIVM heeft onderzoek laten uitvoeren naar de samenstelling van grond-, oppervlakte- en drainagewater bij een vijftal begraafplaatsen [lit-23]. Deze onderzoeksresultaten zijn tevens bevestigd door vervolgonderzoeken van AGEL en B-Ware [lit-24, lit-25].

Natuurbegraven

Alterra heeft in hun onderzoek naar de milieubelasting van begraven gebruik gemaakt van voorheen uitgevoerde onderzoeken (RIVM) aan reguliere begraafplaatsen waar geen specifieke voorzorgsmaatregelen waren getroffen om het milieu te beschermen. Tevens is het aantal graven per hectare bij de beschouwde begraafplaatsen hoog in vergelijking met de plannen van natuurbegraven (1.500 begravingen per ha ten opzichte van gemiddeld 250 begravingen per jaar (met een tijdshorizon van circa 40 jaar, verdeeld over 30 ha). In deze onderzoeken zijn monsters van het oppervlakte-, drain- en grondwater op en in de nabijheid van begraafplaatsen. Bovendien werden er monsters genomen van oppervlaktewater wat in contact stond met het grondwater van de begraafplaatsen en referentiemonsters van wateren die niet beïnvloed konden zijn door de begraafplaats. De monsters werden naast standaard parameters zoals zuurgraad en zuurstofgehalte ook gecontroleerd op de aanwezigheid van zware metalen, elementen (natrium, kalium), anionen (nitraat, sulfaat, chloride), organische zuren en afbraakproducten (putrescine, cadaverine). Ook zijn er microbiologische en toxicologische analyses uitgevoerd. Op basis van deze metingen kan worden geconcludeerd dat op en rondom begraafplaatsen de gehalten aan zware metalen, elementen (natrium, kalium), anionen (nitraat, sulfaat, chloride), organische zuren en afbraakproducten (putrescine, cadaverine) niet verschillen van grond- en oppervlaktewater wat niet in contact staat met begraafplaatsen. Bovendien lagen de gehalten ruim onder de geldende streefwaarden. Dit geldt ook voor eventuele medicijnenresten. Medicijnen worden na inname snel uit het lichaam gescheiden of reageren met lichaamseigen stoffen tot andere verbindingen. Over het algemeen zullen in het lichaam van een overledene ten hoogste geringe hoeveelheden medicijnen aanwezig zijn, waarvan de meesten vervolgens worden afgebroken tijdens het verteringsproces. De gehalten van niet of langzaam afgebroken medicijnen zullen zo gering zijn dat deze geen effect hebben op milieu of ecosysteem. Natuurbegraven heeft dus geen impact op de waterkwaliteit en de milieubelasting is verwaarloosbaar, zelfs bij 1.500 begravingen per ha. De algehele conclusie van dit onderzoek is dat de milieueffecten verwaarloosbaar klein zijn [lit. 18].

In het geval van begraven van een urn van onvergankelijk materiaal is er geen sprake van grondwaterbelasting. Bij urnen van vergankelijk materiaal komt de as in de loop van het verteren van de urn geleidelijk vrij. De wettelijke eisen en richtlijnen voor het begraven van urnen zijn echter zo ingericht dat de geldende normen en grenswaarden niet worden overschreden. Door het zeer plaatselijke karakter van de vrijkomende zware metalen, calcium- en fosforhoudende verbindingen blijven de gevolgen voor het milieu verwaarloosbaar.

Tevens is er in oktober 2015 en december 2020 door de afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State een uitspraak gedaan waarin wordt gesteld dat de bescherming van het grondwater tegen verontreiniging door natuurbegraven is geregeld in de Wet op de lijkbezorging (ECLI:NL:RVS:2015:3316 AbRS, ECLI:NL:RVS:2020:2913 AbRS).

Ophoging

Het ophoogmateriaal moet voldoen aan de geldende eisen en normen van ophoogmateriaal. Deze kwalificaties zijn vastgelegd in de Wet bodembescherming. Uitgaande van schoon (niet bevuild) ophoogmateriaal, heeft dit geen effect op de (grond)waterkwaliteit.

Grondwateronttrekking

Als er grondwater onttrokken wordt uit de Bonnenpolder (buiten het plangebied), dan zal dit ter plekke zijn van de Dwarshaak en Haakweg. Het gepercoleerde regenwater in de ophoging zal niet verder infiltreren naar diepere watervoerende pakketten door de aanwezige kleilaag op het huidige maaiveld niveau. Het grondwater in de ophoging zal vertraagd worden afgevoerd via de drainerende zandkoffers naar het oppervlaktewater. Bovendien zal de stroomrichting van het watervoerend pakket niet wijzigen, waardoor mogelijke verontreinigingen in het grondwater zich dus niet richting deze locaties kunnen bewegen. Ook hier geldt weer dat er geen norm overschrijdende concentraties van stoffen uit het ontbindingsproces worden verwacht.

5.1.5 Monitoring grondwaterkwaliteit

Om aan te kunnen tonen dat er geen effecten optreden wordt geadviseerd om de waterkwaliteit te monitoren. Dit betreft het monitoren van grond- en oppervlaktewater op een aantal representatieve locaties. Een (voorstel van een) monitoringsplan wordt opgenomen bij de aanvraag voor de watervergunning bij het Hoogheemraadschap van Delfland. De resultaten van deze monitoring kunnen bijvoorbeeld jaarlijks worden gedeeld met het bevoegd gezag (het Hoogheemraadschap van Delfland). In een monitoringsplan kunnen desgewenst passende maatregelen worden voorgesteld mochten er streefwaarden (als gevolg van natuurbegraven) worden overschreden (hetgeen nogmaals niet wordt verwacht).

5.2 Peilwijzigingen

Er vindt een peilgebiedswijziging plaats binnen het plangebied en de onderbemalingen in het plangebied worden grotendeels opgeheven. Hierdoor wordt de verkaveling van de peilgebieden minder groot en ontstaat een robuuster watersysteem, wat in lijn ligt met de wens van het Hoogheemraadschap Delfland. Ten behoeve van de grondwaterafhankelijke natuur vindt er door de beoogde aanpassingen een peilverhoging plaats om nattere omstandigheden te creëren. De gevolgen van de peilwijziging op de naastgelegen percelen van het plangebied (langs de Dwarshaak en de Haakweg) is nihil op basis van de grondwatermodellering (zie afbeelding 5.2). De mutaties vinden plaats in het slecht doorlatende pakket en de horizontale uitstraling is zeer gering. Om in de nieuwe situatie (verkleining gebied onderbemaling en een peilverhoging) voldoende ontwatering te garanderen voor de boerderij ten zuiden van de Bonnenweg wordt er een nieuwe watergang gegraven rondom de boerderij.

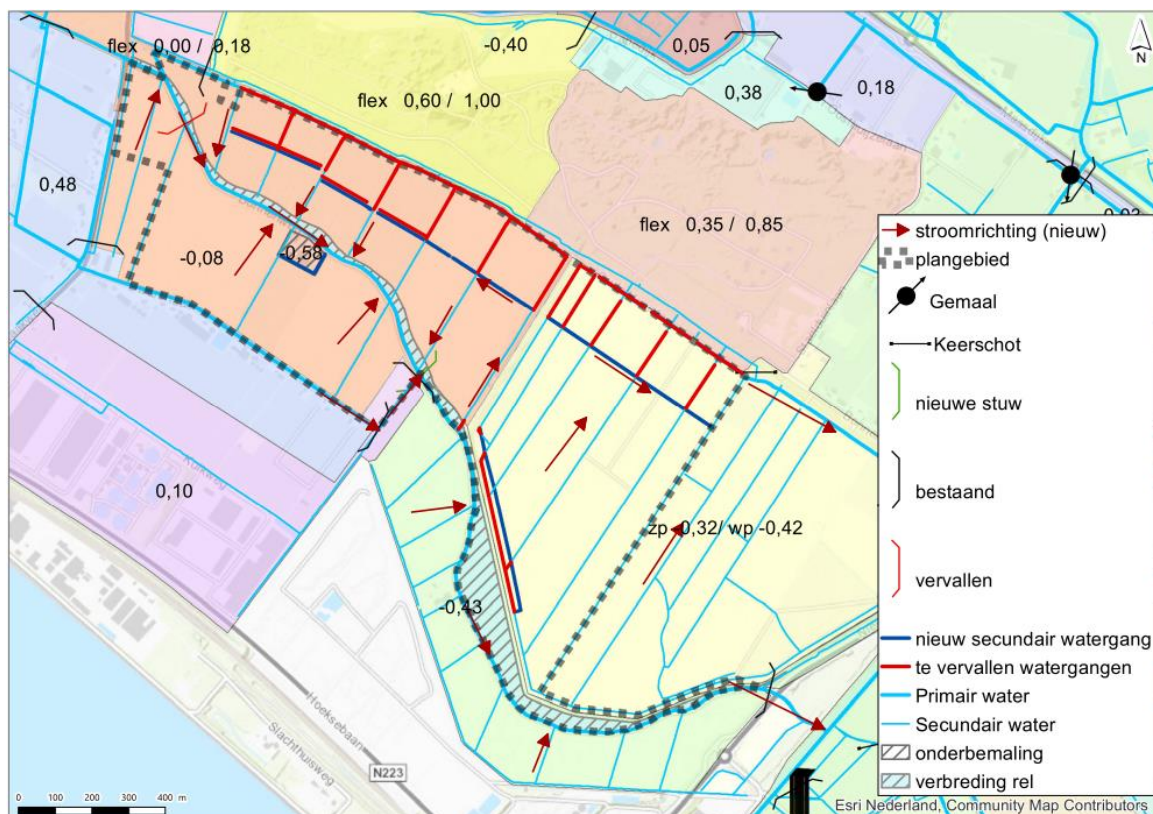
5.3 Voorkomen van wateroverlast

5.3.1 Watersysteem

De waterberging wordt met het inrichtingsplan vergroot (door verbreding van de Rel), paragraaf 5.3.4. De stroomrichting van het oppervlaktewater blijft grotendeels ongewijzigd, zie afbeelding 5.4. Zeer lokaal (ter plekke van de te dempen watergangen) treden er veranderingen op ten opzichte van de huidige

stroomrichting. Aldaar wordt het water omgeleid binnen hetzelfde peilgebied middels de nieuw te graven watergangen. Het water uit de drainerende zandkoffers onder de uitbreiding van het Staelduinse Bos komt uit op deze nieuwe watergangen en wordt via deze weg afgevoerd naar de Rel en de boezem (het Oranjekanaal). Door de drainerende zandkoffers onder de uitbreiding van het Staelduinse Bos iets te laten aflopen in een voorkeursrichting kan een zo kort mogelijke route richting de Rel worden bewerkstelligd. Het water uit de polder in peilgebied -0,08 m NAP en -0,43 m NAP stroomt richting de Rel en wordt via de Rel naar het oosten afgevoerd naar de boezem. Met de aanleg van nieuwe watergangen is er rekening mee gehouden dat alle (bestaande) watergangen in de peilgebieden vergelijkbaar kunnen af- en aanvoeren. Dit betekent dat het water in een groot gedeelte van de polders blijft afstromen richting de Rel. Het water in peilgebied -0,32/-0,42 m NAP (de Lange Bonnen) loost via de watergang langs de Bonnenlaan, richting het poldergemaal direct op de boezem. Samenvattend stroomt dus al het water uit het plangebied naar het Oranjekanaal vergelijkbaar met de huidige situatie.

Afbeelding 5.5 Stroomrichting oppervlaktewatersysteem



Er zijn enkele peilgebiedswijzigingen voorgesteld om nattere omstandigheden voor de natuur te creëren. Al deze wijzigingen vinden plaats binnen het plangebied en hebben geen invloed op peilen van watergangen buiten het plangebied. In het westen van het plangebied wordt het peil overal gelijkgetrokken naar NAP -0,08 m. Hierdoor is er minder verkaveling van peilgebieden aanwezig. Ten noorden van de dwarshaak wordt het peil dus verhoogd. De watergangen ten noorden van de Dwarshaak zullen blijven stromen richting de Rel. Het waterpeil in glastuinbouwgebied Dwarshaak ligt hoger op NAP +0,48 m. Het verschil tussen de twee peilgebieden wordt kleiner, maar blijft aanwezig omdat peil in Bonnenpolder omhooggaat naar NAP -0,08 m. Voor de Dwarshaak en de Haakwegslot blijft het waterpeil in de toekomst gelijk. De grondwaterstroming blijft ook in de toekomstige situatie noordelijk gericht en veranderd dus niets in het peilgebied van de Dwarshaak (ook niet qua waterberging).

5.3.2 Kunstwerken

Er komen een aantal duikers te vervallen door het dempen van een aantal watergangen (zoals aangegeven in afbeelding 4.10). Om peilgebied NAP -0,08 m te vergroten moet één extra stuw benedenstrooms worden geplaatst. Het is voorgesteld om deze stuw vispasseerbaar te maken om zodoende geen barrière te midden van de Rel te realiseren. Een nadeel van de nieuwe stuw is namelijk dat er bovenstrooms geen KRW-doel (natuurvriendelijke oevers) kan worden gerealiseerd, omdat het een barrière vormt voor vissen. Gezien het lage dagelijkse debiet van de Rel ziet het Hoogheemraadschap het bovenstroomse gedeelte van de Rel niet direct als een kansrijke locatie voor de aanleg van natuurvriendelijke oevers en vindt er geen toezegging plaats om hieraan mee te financieren. Bovendien, wordt er benedenstrooms met 1 ha KRW-opgave van de Bonnenpolder (en Oranjepolder) al aan de KRW-doelstellingen worden voldaan. Wel wil het Hoogheemraadschap betrokken worden in een eventuele oplossing, immers een vispassage is van toegevoegde waarde. Mocht blijken aan de hand van debietanalyses dat een (laagdebet)vispassage mogelijk is, dan is het een goede kans om mee te koppelen en extra KRW-opgave te realiseren. Er zijn met betrekking tot dit onderwerp dus drie opties:

- 1 de verwachting is dat het dagelijkse debiet van de Rel aan de lage kant ligt, waardoor een laagdebet vispassage nodig is. Laagdebet vispassages kunnen echter vrij kostbaar zijn. Er zal moeten worden nagegaan wat het debiet van de Rel is en het benodigde debiet van verschillende laagdebet vispassages;
- 2 de stuw wordt niet naar benedenstrooms verplaatst en er worden in alle zijwatergangen kleine stuwjes geplaatst om het peil op NAP -0,08 m te houden. Lokaal rondom het bovenstroomse gedeelte van de Rel leidt dit tot een grondwaterpeil daling, met drogere condities voor de natuur als gevolg. Er zal moeten worden gekeken of dit in strijd is met de natuurdoelen ter plekke. Er komt geen vispassage en het idee van de natuurvriendelijke oevers wordt bovenstrooms doorgetrokken met vegetatie, maar zonder vissen. Het zal hoe dan ook een positieve uitwerking hebben op de waterkwaliteit.

Met de aanleg van de paden in het gebied moeten circa 15-20 nieuwe duikers worden geïnstalleerd en enkele bruggen. Het is tevens aangekaart dat er optioneel schijn-duikers kunnen worden aangelegd in de natuurvriendelijke oevers voor het vangen van muskusratten.

Als er in het definitieve ontwerp voor wordt gekozen om de ophoging te laten aansluiten op de bestaande kade aan de westkant van het Staelduinse Bos, dan moet een nieuwe afsluitbare duiker worden aangelegd om de bestaande watergang langs het Staelduinse Bos onder de kade door te leiden.

5.3.3 Berekening watercompensatie

In de Bonnenpolder wordt het padennetwerk uitgebreid en waar nodig worden de bestaande paden opgeknapt (zie afbeelding 4.1). De wandelpaden worden uitgevoerd met halfverharding en de struinpaden in open gebied worden uitgemaaid (zie afbeelding 4.2). In totaal zal ruim 13 km aan wandel- en struinpaden worden aangelegd, hiervan is er 5.400 m halfverhard wandelpad (2.550 ten westen en 2.850 ten oosten dijk) en 7.150 m struinpada. De halfverharde paden zijn circa 2 m breed.

De wandel- en struinpaden worden als volgt verdeeld over de verschillende natuurbeheertypen:

- duinbos (natuurbegraven): 4.300 m;
- kruiden- en faunairijk grasland: 4.250 m;
- vochtig hooiland (randen): 1.700 m;
- kruiden- en faunairijke akker (randen): 1.500 m;
- bloemdijk: 1.500 m.

Nabij de ceremonieruimte, langs het bestaande Bonnenpad is een parkeerplaats van 60 parkeerplaatsen en 20 overloopplaatsen voor bezoekers van de natuurbegraafplaats gepland. De parkeerplaats zal worden aangelegd met halfverharding en zal in totaal een oppervlakte van circa 2.700 m² beslaan. Voor de aanleg van een ontsluitingsweg wordt uitgegaan van een toename van de verharding van circa 2.900 m². De oppervlakte van het bestemmingsvlak voor het ceremonieel gebouw bedraagt circa 900 m², waarvan het gebouw maximaal 650 m² beslaat. Het hemelwater zal deels infiltreren door de halfverharding en overtollig

water zal oppervlakkig wegstromen richting de watergangen of richting het natuurgebied en daar infiltreren. Een overzicht van de aan te leggen oppervlaktes verharding en halfverharding is gegeven in tabel 5.2. In tabel 5.3 is dit toegesplitst per peilgebied voor de watercompensatieberekening

Tabel 5.2 Overzicht aan te leggen oppervlaktes (half)verharding [lit-27] (bron: west8)

	Halfverharding (m²)		Verharding (m²)
	Bruto	Netto *	
wandelpaden	l=5.400 m x 2 m breed	5.400	-
60 (+20) parkeerplaatsen (P)	2.700	1.350	-
ontsluitingsweg	-	-	2.900
ceremonieel gebouw	-	-	900
totaal	13.400	6.750	3.800

* Halfverharding is qua oppervlakte met een factor 0,5 meegerekend

5.3.4 Watercompensatieberekening

Per peilgebied is weergegeven wat de te graven en te dempen wateroppervlaktes zijn (hierbij is onderscheid gemaakt in een situatie met een zonder uitbreiding van de Rel). Het aanbrengen van (half)verharding dient eveneens te worden gecompenseerd door het creëren van extra waterberging. Daarom zijn per peilgebied de oppervlaktes aan te brengen verharding en halfverharding bepaald. Een totaaloverzicht hiervan is weergegeven in tabel 5.3. Voor de opsplitsing in peilgebieden is gebruik gemaakt van de peilgebieden in de nieuwe situatie.

Tabel 5.3 Overzicht van de te dempen en te graven wateroppervlaktes (globaal) en aan te leggen (half)verharding opgesplitst per peilgebied (nieuw en huidig)

Peilgebied nieuw	Peilgebied huidig	Peil nieuw (m NAP)	Te dempen wateroppervlak (m²)	Te graven wateroppervlak (m²)	Halfverharding (netto) (m²)	Verharding (m²)
Nieuw_1	GPG2015NND XIII	-0.08	-3.310	+1.680	-2.050 (pad) - 1.350 (P)= -3.400	-3.800
	GPG2015NNDXIV - (I)**	-0.08	0	+420	0	0
	GPG2015NND XIV - (II)**	-0.08	-970	+680	-500	0
	Rel (boven nieuwe stuw)	-0,08	0	+23.510	0	0
Nieuw_2	GPG2015NND XIV - (III)**	-0.43	-50	0	0	0
	Rel (beneden nieuwe stuw)	-0,43	0	+54.850	0	0
GPG2008LAB I	GPG2008LAB I	-0.32/-0.42	-3.000	+2.750	-2.850	0
Totaal (zonder uitbreiding van de Rel)			7.330	+5.530	-6.750	-3.800

Peilgebied nieuw	Peilgebied huidig	Peil nieuw (m NAP)	Te dempen wateroppervlak (m ²)	Te graven wateroppervlak (m ²)	Halfverharding (netto) (m ²)	Verharding (m ²)
Totaal (met uitbreiding Rel)			idem	5.530+78.360= 83.890	idem	idem

* Zie afbeelding 5.1 voor de indicatieve onderverdeling van peilgebied GPG2015NNDXIV in drie delen.

Per nieuw peilgebied is vervolgens de watercompensatie berekend. Hierbij hebben we voor halfverharding een netto verharding aangenomen (oppervlakte vermenigvuldigt met een factor 0,5). In de berekening is onderscheid gemaakt in een situatie met een zonder uitbreiding van de Rel. Per 10.000 m² verharding is 700 m³ waterberging nodig (bron: watersleutel van Delfland op basis van zeer conservatieve aannamen).

Tabel 5.4 Berekening watercompensatie per peilgebied

	Toelaatbare peilstijging	Water			Verharding		Tbv verrekening tussen gebieden
	meter	m ² dempen	m ² graven	saldo m ³	bij	eq m ³ watercomp.	saldo m ³
NIEUW 1							
gpg2015nndxiii	0.50	3,310	1,680	-815	7,200	468	-1,283
gpg2015nndxiv I	0.45	0	423	190	0	0	190
gpg2015nndxiv II	0.45	970	679	-131	500	33	-163
Rel (boven nieuwe stuw)	0.45	0	23,510	10,580	0	0	10,580
Nieuw 1 subtotaal							9,323
NIEUW 2							
gpg2015nndxiv III	0.45	50	0	-23	0	0	-23
Rel (beneden nieuwe stuw)	0.45	0	54,850	24,683	0	0	24,683
Nieuw 2 subtotaal							24,660
gpg2008LAB I	0.25	3,000	2,750	-63	2,850	185	-248
						Totaal zonder Rel	-1,526
						Totaal met Rel	33,736

Vanwege de inrichting van het gebied ontstaat een bergingstekort van totaal 1.526 m³. Dit tekort kan worden gecompenseerd vanuit de 78.360 m² aan extra wateroppervlakte (equivalent aan 33.740 m³ berging) dat ontstaat als gevolg van de verbreding van de Rel met de natte ecologische zones. Dit is mogelijk omdat het te verbreden deel van de Rel voor een groot deel benedenstrooms ligt van de betrokken peilgebieden. Hierdoor draagt extra waterberging in de Rel indirect bij aan een grotere waterberging voor dit gebied.

Conclusie, de minimale bergingsopgave vanuit de natuurlijke inrichting van de Bonnenpolder komt hiermee op 1.526 m³. Als de verbreding van de Rel hiervoor wordt gebruikt is dit 1.526 m³ / 0,45 m = circa 2.927 m² van het geplande uit te breiden oppervlak (83.890 m²) van de Rel, ofwel circa 3,5 %. Het is ook mogelijk meer oppervlaktewater te graven in het plangebied zelf.

Merk op dat in deze compensatieberekening geen rekening is gehouden met de plas/draszone ten noorden van de ophoging. Deze zone maakt het mogelijk om eventueel extra water te bergen in peilgebieden NAP -0,08 m en NAP -0,32 m (zp) / NAP -0,42 m (wp).

5.3.5 Afvoer overtollig water

In tabel 5.5 is aangegeven hoe het overtollig (regen)water vanuit de gebieden met demping en/of toename (half)verharding kan afstromen naar de eventueel aanvullende berging in de Rel.

Tabel 5.5 Overzicht van de te dempen en te graven wateroppervlaktes (globaal) en aan te leggen (half)verharding opgesplitst per peilgebied (nieuw en huidig)

Peilgebied nieuw	Peilgebied huidig	Omschrijving afwatering
Nieuw_1	GPG2015NND XIII	Dit peilgebied watert in de huidige situatie af in zuidelijke richting naar de Rel en in Westelijke richting naar de Rel. In de toekomstige situatie (met ophoging en verplaatsing stuw in de Rel) kan het water nog steeds in westelijke richting naar de Rel (via de watergang tussen de ophoging en Bonnenpad) en zuidelijke richting naar de Rel afstromen (door verbreding Rel en gelijke peil kunne de dammen tussen de Rel en watergangen weg. Het hemelwater op de halverharde paden op de ophoging zal deels infiltreren door de halfverharding en overtollig water zal oppervlakkig wegstromen richting de watergangen (aan de noord- of zijde) of daar infiltreren in het natuurgebied. Het hemelwater op de verharding bij de ceremonieruimte, de halfverharding bij de P-plaatsen en de ontsluitingsweg zal deels infiltreren door de halfverharding en overtollig water zal oppervlakkig wegstromen richting de watergang langs het Bonnenpad.
	GPG2015NNDXIV - (I)**	Dit peilgebied watert in de huidige situatie af in noordelijke richting naar de Rel. In de toekomstige situatie (met opheffen onderbemaling en nieuwe onderbemalingssloot) kan het water nog steeds in noordelijke richting naar de Rel afstromen.
	GPG2015NND XIV - (II)**	Dit peilgebied watert in de huidige situatie af in zuidelijke richting naar de Rel. In de toekomstige situatie (met ophoging en verplaatsing stuw in de Rel) kan het water nog steeds in zuidelijke richting naar de Rel afstromen.
	Rel (boven nieuwe stuw)	Dit peilgebied watert in de huidige situatie af in oostelijke richting naar het Oranjekanaal. In de toekomstige situatie blijft dat hetzelfde ondanks het verplaatsen van de stuw.
Nieuw_2	GPG2015NND XIV - (III)**	Dit peilgebied watert in de huidige situatie af in noordelijke richting naar De Rel. In de toekomstige situatie (na verbreding Rel) blijft dat hetzelfde.
	Rel (beneden nieuwe stuw)	Dit peilgebied watert in de huidige situatie af in oostelijke richting naar het Oranjekanaal. In de toekomstige situatie blijft dat hetzelfde.
GPG2008LAB I	GPG2008LAB I	Dit peilgebied watert in de huidige situatie af in zuidelijke richting naar de Rel en in oostelijke richting naar het Oranjekanaal. In de toekomstige situatie (met ophoging en herstel polderkade) kan het water nog steeds in zuidelijke richting naar de Rel afwateren en in oostelijke richting afwateren naar het Oranjekanaal. Het hemelwater op de halverharde paden op de ophoging zal deels infiltreren door de halfverharding en overtollig water zal oppervlakkig wegstromen richting de watergangen (aan de noord- of zijde) of daar infiltreren in het natuurgebied.

5.4 Natuurbegraven

Met de voorgenomen inrichtingsmaatregelen (ophogen) kan worden voldaan aan de eisen uit het Besluit op de lijkbezorging (artikel 5, lid 2 en 4) die worden gesteld aan de minimale diepte van het natuurgraf en de minimale ontwateringsdiepte ter plekke van het natuurgraf. Wel moet er dan gebruik worden gemaakt van ophoogmateriaal met voldoende doorlatend vermogen. Zodoende ligt het lichaam van de overledene boven de gemiddeld hoogste grondwaterstand en staat dit niet in directe verbinding met het watersysteem.

5.5 Afvalwaterketen

5.5.1 Afvalwater en hemelwater

Het hemelwater in het plangebied zal ter plekke infiltreren of afstromen naar oppervlaktewater, dit geldt ook voor het regenwater wat valt op verharding zoals het ceremoniegebouw.

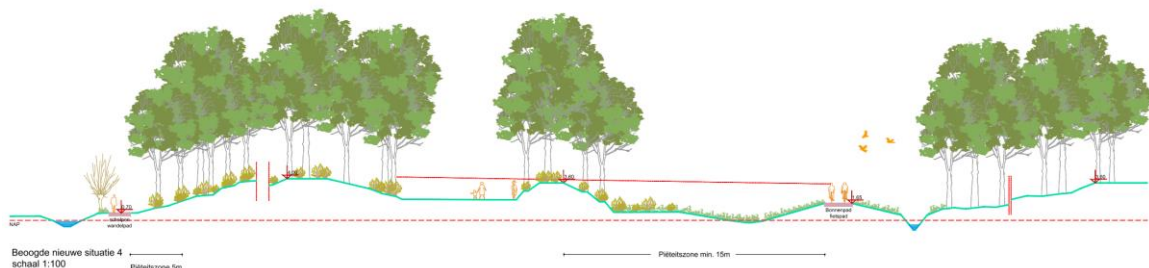
In het ceremoniegebouw zullen sanitaire voorzieningen aanwezig zijn en mogelijk ook een keuken met afvoer. In de verdere planuitwerking zal een aansluiting op het DWA-riool worden gerealiseerd waarbij wordt voldaan aan relevante weg- en regelgeving. Dit is voor het bestemmingsplan een te hoog detailniveau.

5.5.2 Rioolpersleiding

Er loopt een rioolpersleiding aan de rand van de uitbreiding van het Staelduinse Bos door. Voor deze leidingen geldt een beschermingszone van ten minste 6 m aan weerszijden in plaats van de formele 5 m, gezien de technische staat van leiding. Verder wordt geëist dat de hoekverdraaiing van de leiding door toedoen van belasting niet groter mag zijn dan 0,1 graden. Met behulp van een zettingsanalyse is de afstand berekend waarop de ophoging zich moet bevinden om aan deze eis te kunnen voldoen en geen schade aan te brengen op de leiding. Om deze reden is er in het huidige schetsontwerp een afstand opgenomen van 6 tot circa 12 m¹ tussen de rioolpersleiding en het begin van de ophoging (teen van het talud). In een vervolgfase van het project zal er nader onderzoek moeten plaatsvinden naar de exact benodigde afstand op basis van aanvullend grondonderzoek en aanvullende gegevens over de status van de persleiding. Door het aanhouden van een bepaalde afstand tot de leiding (welke wordt ingericht als plas/dras zone zonder natuurbegraven) ten zuiden van het Bonnenpad wordt voldaan aan de eisen met betrekking tot de hoekverdraaiing.

Indien er in het definitieve ontwerp voor wordt gekozen om de aansluiting van de ophoging met de bestaande polderkade aan de westkant van het Staelduinse Bos te bewerkstelligen, dan kruist de kade de persleiding. Deze kruising vindt plaats ten oosten van de watergang, zoals aangegeven in afbeelding 4.3. Hoogheemraadschap heeft op voorhand aangegeven dat er op deze manier geen aanvullende maatregelen nodig zijn om de persleiding te beschermen. Er is aangegeven dat er geen aanvullende maatregelen nodig zijn om de persleiding te beschermen mits de kruising plaats vindt ten oosten van de watergang (zie afbeelding 4.3).

Afbeelding 5.6 Dwarsdoorsnede van de uitbreiding van het Staelduinse Bos

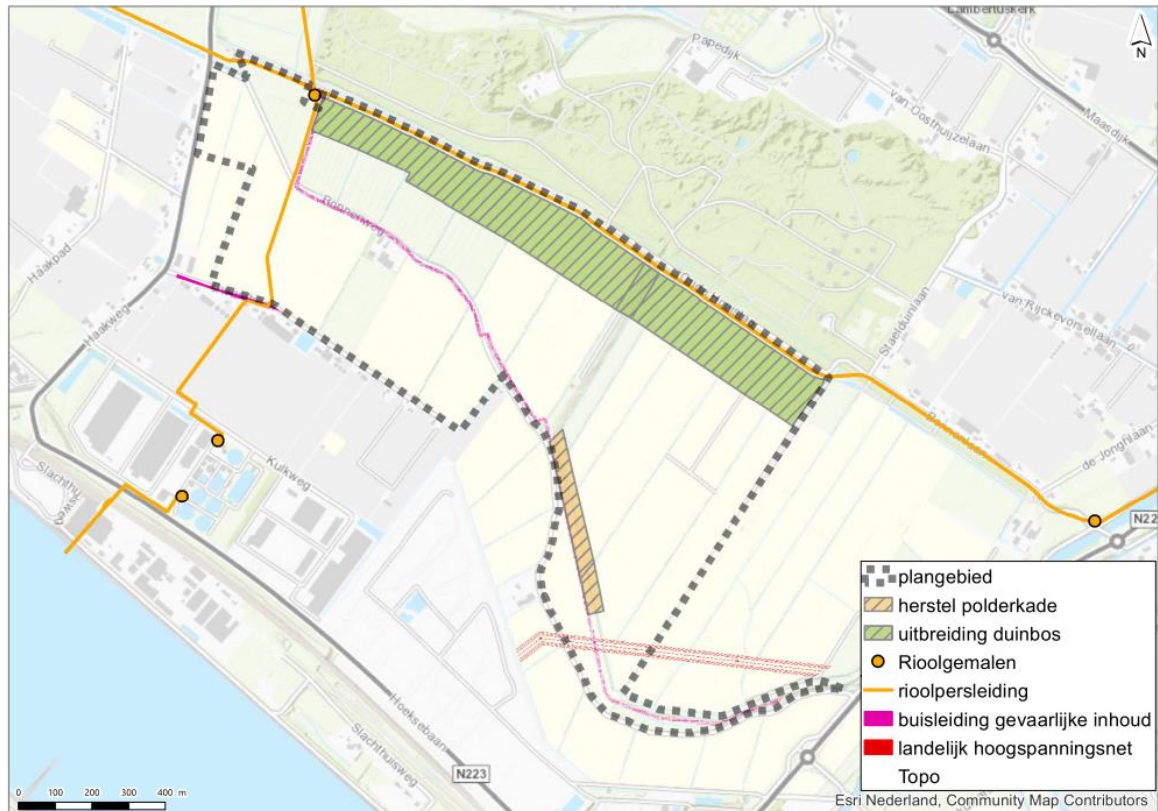


5.5.3 Buisleiding gevaarlijke inhoud

In het ontwerp van de natte ecologische zone van de Rel dient rekening te worden gehouden met de aanwezigheid van een buisleiding met gevaarlijke inhoud. Dit zal in het inrichtingsplan nader worden uitgewerkt door Zuid-Hollands Landschap, Natuurmonumenten, Natuurbegraven Nederland en Hoogheemraadschap van Delfland ten behoeve van de vergunningsprocedure. Uitwerking voor het waterhuishoudkundigplan is nog niet nodig. Voor dit waterhuishoudkundigplan zijn we uitgegaan van de oppervlakte die is opgenomen in het huidige schetsontwerp van het inrichtingsplan.

¹ In de berekeningen is uitgegaan van de meest ongunstige situatie. Nader grondonderzoek moet aantonen in hoeverre deze afstand nog kan worden ingekort. Dit kan met behulp van meetgegevens uit nieuw uit te voeren sonderingsmetingen en boringen (met samendrukkingsproeven) en overleg met Hoogheemraadschap van Delfland over de persleiding (jaar van aanleg, buistype et cetera).

Afbeelding 5.7 Kabels en leidingen inclusief weergave van de beoogde ophoging en verbreding Rel



5.6 Watersysteemkwaliteit en ecologie

Er zal een positief effect optreden met betrekking tot de waterkwaliteit, aangezien de landbouwpercelen in de Bonnenpolder worden omgezet naar natuur (zie afbeelding 4.9). Een positieve trend was al gaande doordat tuinders tegenwoordig met gesloten systemen moeten werken en Delfland hard werkt om de hoeveelheid vervuilende stoffen terug te dringen (zie paragraaf 3.5). In de nieuwe situatie zal er geen intensieve bemesting van de percelen plaatsvinden, waardoor de concentratie stikstof en fosfor verder afnemen, en er nog beter aan de normen zal worden voldaan.

Door de aanleg van natuurvriendelijke oevers langs de Rel wordt de ecologische waterkwaliteit verbeterd, ook leidt dit extra habitat biedt voor vis. In het vervolg van dit plan zal naar de mogelijkheden worden gekeken voor de vispasseerbaarheid van de nieuwe stuw, zodat er ondanks een stuw geen extra barrière gevormd wordt te midden van de Rel. Hierdoor kan vis ook de verbrede Rel bovenstrooms van de stuw gebruiken als onder andere paai-, schuil-, opgroei- en foerageergebied. Dit zal ten gunste zijn van de biodiversiteit in de watergangen en daarmee komt dit ook de waterkwaliteit ten goede. Aan de hand van een debietanalyse van de Rel en een kosten-baten analyse kan worden gekeken of een (laagdebiet)stuw haalbaar is.

Bladafval van bomen kan mogelijk leiden tot problemen met de waterkwaliteit, omdat dit kan leiden tot lage zuurstofgehalten. Om in de toekomstige situatie geen negatief effect van bladafval op de waterkwaliteit te bewerkstelligen met betrekking tot de bomen in de nabijheid van de watergangen rondom de uitbreiding van het Staelduinse Bos en de bomenrij langs de Dwarshaak, wordt geadviseerd om de frequentie van het onderhoud te verhogen van één naar twee tot drie keer per jaar. Alternatief is de bomenrij aan de Dwarshaak te verplaatsen (bijvoorbeeld met 5 m) en/of nadere operationele afspraken te maken over het onderhoud tussen het hoogheemraadschap en de initiatiefnemers.

Het ophoogmateriaal moet voldoen aan de geldende eisen en normen van ophoogmateriaal. Uitgaande van schoon (niet bevuild) ophoogmateriaal, heeft dit geen effect op de waterkwaliteit. Het water uit de drainerende zandkoffers onder de uitbreiding van het Staelduinse Bos wordt direct afgevoerd naar de Rel en zal dus nooit uit in de hoger gelegen polders stromen, bijvoorbeeld ten zuiden van het projectgebied.

Al deze effecten tezamen zullen het Natura 2000-gebied versterken en een belangrijke bijdrage leveren om de KRW-doelen te behalen.

Verder worden er nattere omstandigheden gecreëerd, wat ten gunste is van de beoogde natuurbeheertypen.

Waterkwaliteit en onttrekking

Als er oppervlaktewater onttrokken wordt uit de Bonnenpolder (buiten het plangebied), dan zal dit ter plekke zijn van de Dwarshaak en Haakweg. De watergangen aldaar liggen bovenstrooms ten opzichte van de natuurbegraafplaats. Mogelijke verontreinigingen in het oppervlaktewater zullen zich dus niet richting deze locaties kunnen bewegen. Ook hier geldt weer dat er geen norm overschrijdende concentraties van stoffen uit het ontbindingsproces worden verwacht. De glastuinbouwbedrijven in de naastgelegen polder (percelen grenzend aan de Bonnenlaan) onttrekken water uit de watergang langs de Van Rijckevorsellaan. Deze watergang staat los (niet direct in verbinding) van het plangebied. Hier zullen geen effecten op het gebied van kwantiteit en kwaliteit worden verwacht. Bovendien is in diverse onderzoeken aangetoond dat de milieubelasting van natuurbegraven verwaarloosbaar klein is.

5.7 Veiligheid en waterkeringen

In algemene zin een vergunningsplicht voor werkzaamheden die van invloed kunnen zijn op de stabiliteit en/of het waterkerend vermogen van de kering, zoals ophogingen of beplanting. De ophoging en te graven watergangen vallen buiten de beschermingszone van een bestaande polderkade (zie afbeelding 4.3). Indien de uitbreiding van het Staelduinse Bos plaatsvindt binnen de beschermingszone van de bestaande polderkade dan is een vergunning benodigd.

Als er in het definitieve ontwerp (vervolgfase) voor wordt gekozen om de ophoging te laten aansluiten op de bestaande polderkade, dan kan de bestaande polderkade worden afgewaardeerd tot een normale peilscheiding. De ophoging zal namelijk permanent zijn in verband met de eeuwige grafrust en overal breder zijn dan 50 m. De veiligheid wordt in de nieuwe situatie dan gewaarborgd door de nieuwe ophoging. Zodoende geldt ook geen vergunningsplicht voor de geplande beplanting nabij de bestaande polderkade en de verbreding van een ontsluitingsweg op de bestaande polderkade.

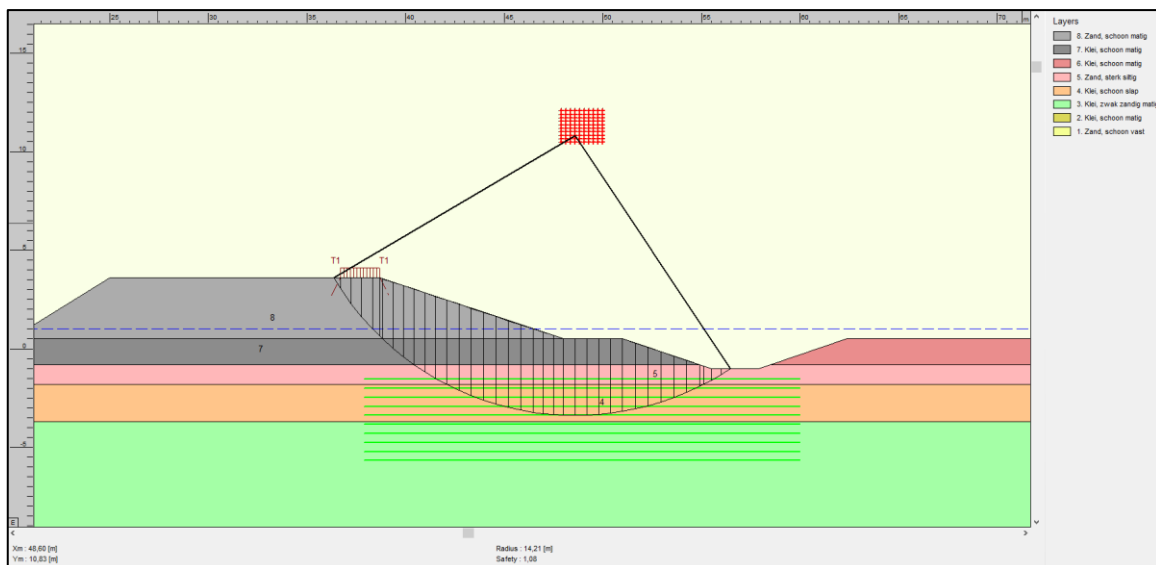
Het herstel van de oude polderkade is puur cultuurhistorisch en niet relevant voor de waterveiligheid. Hoogheemraadschap van Delfland heeft aangegeven de kade niet als een officiële kade te bestempelen. Eventuele gevolgen op bijvoorbeeld de grondwaterstand moeten wel worden onderbouwd en komen in dat geval naar voren in de grondwaterberekeningen (paragraaf 5.1.1).

Stabiliteit ophoging

Ten behoeve van de ophogingen zijn stabiliteitsberekeningen uitgevoerd. De gehele set met uitgangspunten is weergegeven in bijlage IV.

In de geotechnische berekening is uitgegaan van een gemiddelde ophoging van circa 2,25 m ten opzichte van het maaiveld (bij $K=2$ en een drainerende afstand van 20 m (zonder zettingscompensatie)). Indien naast de ophoging een bufferzone wordt aangebracht van 3,0 m wordt voldaan aan de stabiliteitseisen aangezien de stabiliteitsfactor hoger is ($1,17 > 1,0 [-]$), zie afbeelding 5.4.

Afbeelding 5.8 Resultaat stabiliteitsberekening ophoging



5.8 Onderhoud en Bagger

In het ontwerp wordt de Rel verbreed. In dit ontwerpproces was Hoogheemraadschap van Delfland betrokken, omdat er kansen lagen om de Rel te voorzien van natuurvriendelijke oevers. Hiermee is tijdens het ontwerp rekening gehouden met het onderhoud van de watergang en natuurvriendelijke oevers. Merk hierbij op dat er ten westen van de te herstellen polderkade rekening moet worden gehouden met een onderhoudsstrook voor de Rel. Dit kan eventueel vanaf de Bonnenweg worden uitgevoerd.

In het schetsprofiel van de nieuw aan te leggen primaire en secundaire watergangen is een onderhoudsstrook opgenomen, zoals opgenomen in paragraaf 2.3.6. Door de onderhoudsstrook is bovendien de stabiliteit van de ophoging gegarandeerd, zoals aangetoond met de berekeningen in bijlage IV.

Geadviseerd wordt de plas/draszone ten noorden van de uitbreiding van het Staelduinse Bos extensief te onderhouden (maaïen) om de functie plas/dras te blijven behouden om zo te zorgen dat deze niet dicht groeit.

Verder wordt het geadviseerd om twee tot drie keer per jaar onderhoud uit te voeren aan de watergangen rondom de uitbreiding van het Staelduinse Bos en de Dwarshaak in plaats van jaarlijks. Zo kunnen negatieve effecten van het bladafval op de waterkwaliteit worden beperkt. Alternatief is de bommenrij aan de Dwarshaak te verplaatsen (bijvoorbeeld met 5 m) en/of nadere operationele afspraken te maken over het onderhoud tussen het hoogheemraadschap en de initiatiefnemers.

In tabel 5.6 is een voorstel opgenomen van met de verschillende soorten watergangen en kunstwerken tezamen met de verantwoordelijke voor het onderhoud. Dit voorstel is gebaseerd op de verantwoordelijkheden die zijn vastgelegd in de Keur / de Legger van het Hoogheemraadschap Delfland. Er dienen over het onderhoud **nog nadere afspraken** te worden gemaakt.

Tabel 5.6 Overzicht verantwoordelijke partijen voor het onderhoud

Watergang/kunstwerk	Verantwoordelijk voor onderhoud/bagger
secundaire watergangen	aanliggende perceeleigenaren
primaire watergangen	Hoogheemraadschap Delfland
Rel	Hoogheemraadschap Delfland
plas/draszone	Zuid Hollands Landschap
Stuw primaire watergang	Hoogheemraadschap Delfland
duikers secundaire watergangen	aanliggende perceeleigenaren
duikers primaire watergangen	Hoogheemraadschap Delfland

UITVOERING(SFASERING)

Om de aan- en afvoer van het oppervlaktewater ook gedurende de uitvoering te kunnen waarborgen wordt geadviseerd om te starten met de nieuw aan te leggen watergangen. Hier kunnen vervolgens ook de zandkoffers voor de waterafvoer aan worden gekoppeld die benodigd zijn onder de ophogingen. Tot slot kan de nieuwe stuw worden geplaatst om peilgebied NAP -0,08 m te vergroten. De functie van de bestaande stuw tussen peilgebieden NAP -0,08 en -0,43 m komt hiermee te vervallen. De stuw kan in gestreken toestand blijven bestaan.

Optioneel kan men de ophoging ten zuiden van het Staelduinse Bos in het westen laten aansluiten op de bestaande kade rondom het Staelduinse Bos. Als de nieuwe ophoging daarnaast voldoet aan de gestelde eisen vanuit het waterschap (minimaal 50m breed, aansluitend), dan komen de eisen aan het gebruik van de grond op en om de bestaande kade te vervallen. Met de uitvoering zal in de geval eerste de ophoging inclusief aansluiting met de bestaande kade moeten worden gerealiseerd, alvorens men werken kan verrichting op en om de bestaande kade.

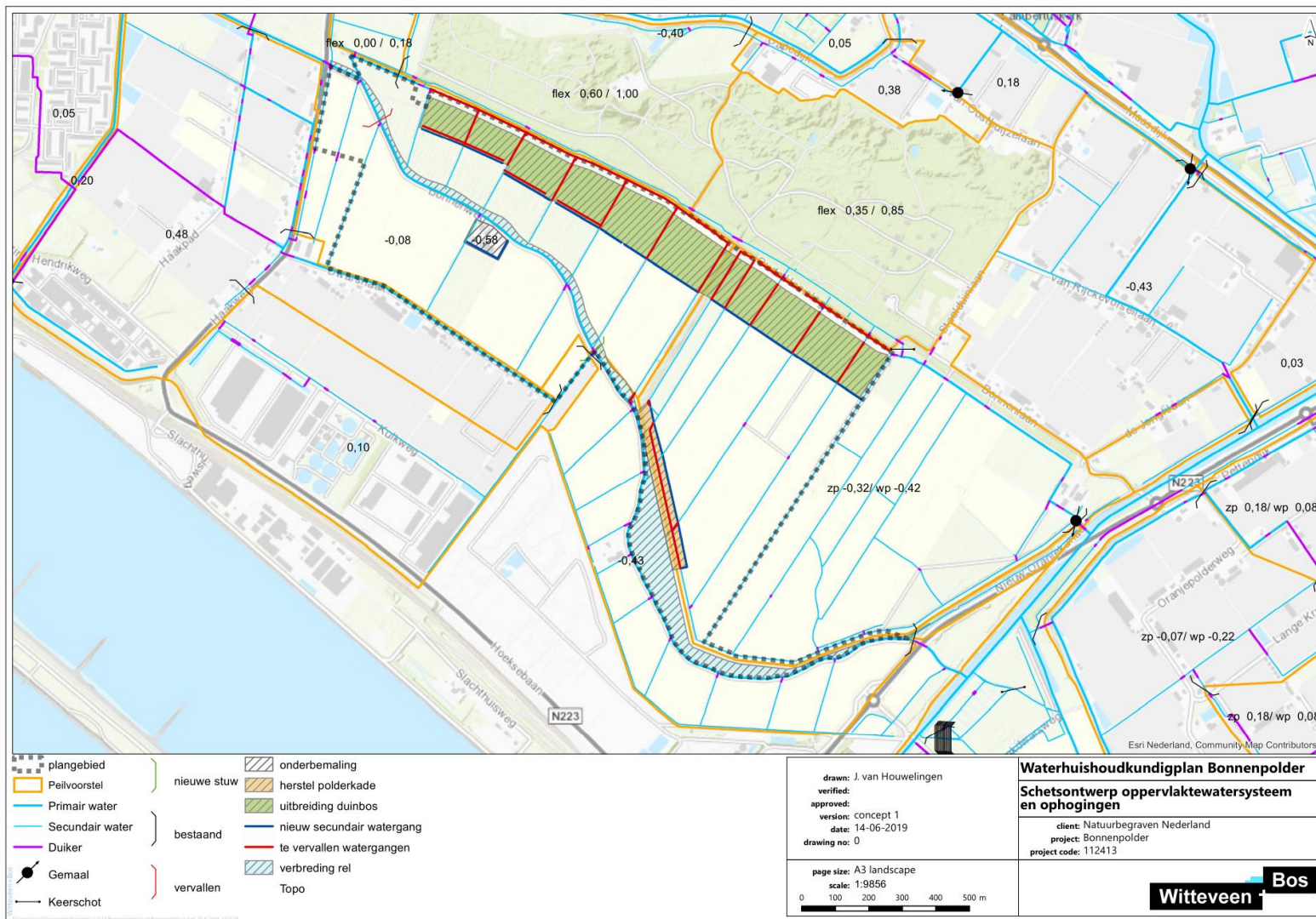
REFERENTIES

- 1 Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN 0,5m dtm).
- 2 Landelijk Grondgebruik Nederland (LGN7) Wageningen University & Research.
- 3 Bodemkaart van Nederland (BRO) Wageningen University & Research.
- 4 Dinoloket www.dinoloket.nl.
- 5 Beleidsregels Dempen en graven (2019) Hoogheemraadschap van Delfland.
- 6 Beleidsregels kunstwerken (2009) Hoogheemraadschap van Delfland.
- 7 Beleidsregel Medegebruik Regionale waterkeringen (2014) Hoogheemraadschap van Delfland.
- 8 Algemene regels natuurvriendelijke oevers (2010) Hoogheemraadschap van Delfland.
- 9 Leggerkaart <https://www.hhdelfland.nl/overheid/beleid-en-regelgeving/leggers> Hoogheemraadschap van Delfland.
- 10 Kaart met vastgestelde peilgebieden met waterpeilen <https://www.hhdelfland.nl/inwoner/juste-waterpeil/waterpeil-bepalen> Hoogheemraadschap van Delfland.
- 11 Inspectierichtlijn lijkbezorging 3^e herziene druk, Ministerie van VROM.
- 12 Wet op de lijkbezorging <https://wetten.overheid.nl/BWBR0005009/2018-08-01>.
- 13 Hoorn, J.W. van (1990). Grondwaterstandsbeheersing. Hoofdstuk 19 in: W.P. Locher en H. de Bakker (red.). Bodemkunde van Nederland. Deel 1. Algemene bodemkunde. Malmberg, Den Bosch. Tweede druk. Formule van Hooghoudt voor onvolkomen sloten.
<http://www.grondwaterformules.nl/index.php/formules/ontwatering/formule-van-hooghoudt>
- 14 Gemeentelijk rioleringsplan planperiode 2016-2021.
- 15 Waterbeheerplan 2016-2021 (WBP5) Hoogheemraadschap van Delfland.
- 16 Handreiking watertoets voor gemeenten (2018) Hoogheemraadschap van Delfland.
- 17 Waterverordening Zuid-Holland.
- 18 Molenaar et al. (2009). Terug naar de Natuur, Alterra.
- 19 Legger Wateren, tekstuele deel (2015) Hoogheemraadschap van Delfland.
- 20 Effecten van natuurbegraven op de vegetatie op Natuurbegraafplaats Heidepol, Natuurbegraven in de praktijk (2017) Wageningen University & Research.
- 21 Nationaal Waterplan 2016-2021 Rijksoverheid.
- 22 Klik-melding rioolpersleiding Hoogheemraadschap van Delfland afdeling regio Zuid/OWB (2019).
- 23 Technische adviezen voor de inrichting van begraafplaatsen en graven. (2014) Behorende bij de Inspectierichtlijn Lijkbezorging.
- 24 van der Honing et al. (1988) Kwaliteit oppervlakte-, drain- en grondwater nabij begraafplaatsen
- 25 van de Riet et al. (2017) oplegnotitie Natuurbegraven in Gelderland, Verkennend onderzoek naar effecten op water, bodem en natuur (B-ware).
- 26 van den Broek (2013) Onderzoek milieueffecten begraafplaatsen Noord-Brabant (AGEL).
- 27 Inrichtings- en beheerplan Natuur in de Bonnen (2021) RPS.

Bijlage(n)



BIJLAGE: SCHETSONTWERP OPPERVLAKTEWATERSYSTEEM

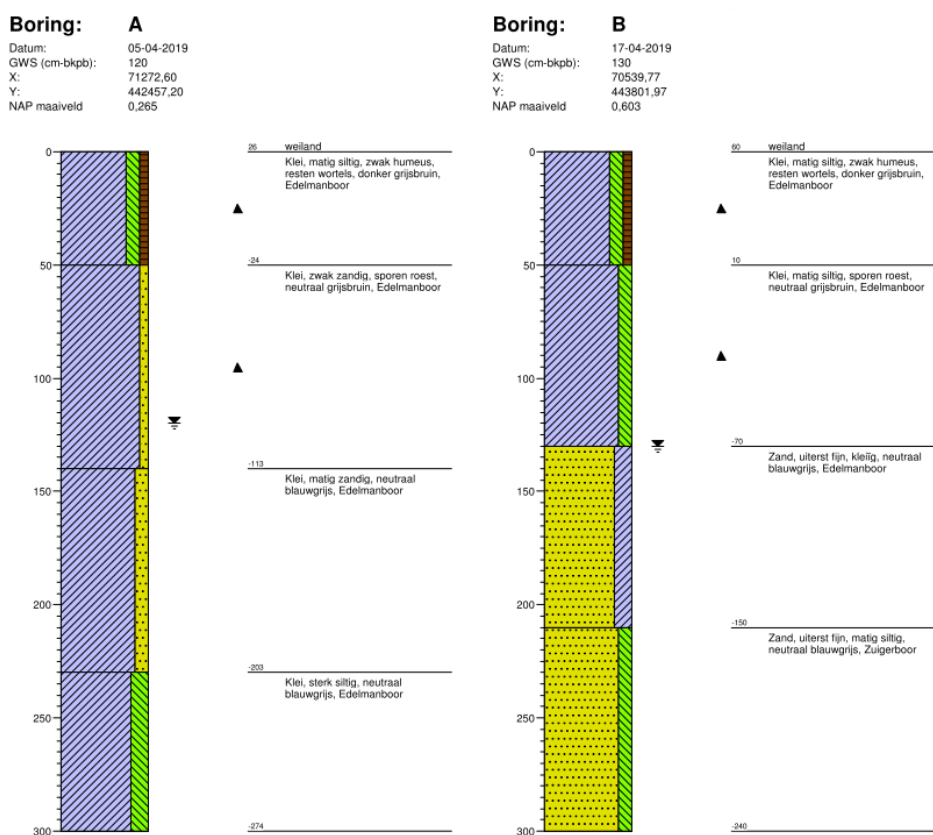




BIJLAGE: MEETDATA PROJECT MEETLOCATIES

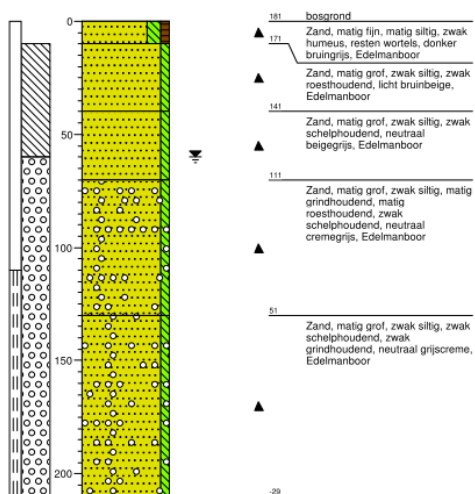
Boorprofielen

De boorprofielen zoals ontvangen van RPS voor de projectmeetlocaties aangegeven in afbeelding 3.3. Boring A en B komen overeen met de locaties van de boringen. Boring 1 t/m 8 komen overeen met de peilbuislocaties.

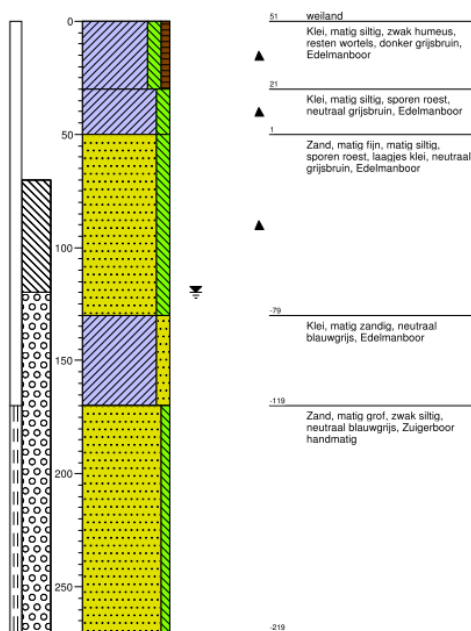


Boring: 01

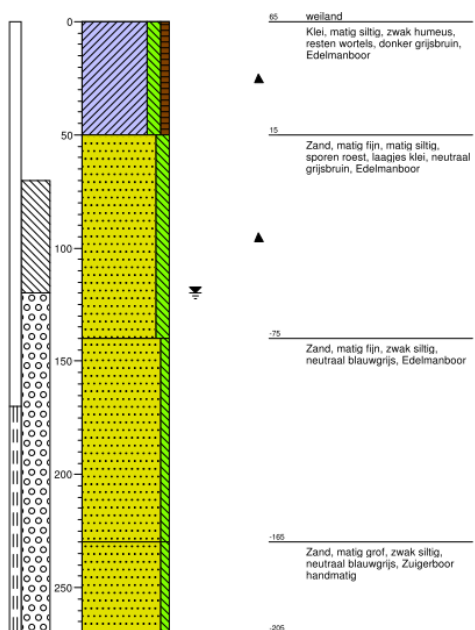
Datum: 03-04-2019
GWS (cm-bkpb): 60
X: 71736,84
Y: 443632,00
NAP maaiveld 1,814
Opmerking: Z hoogte bkpb: niet kunnen meten

**Boring: 02**

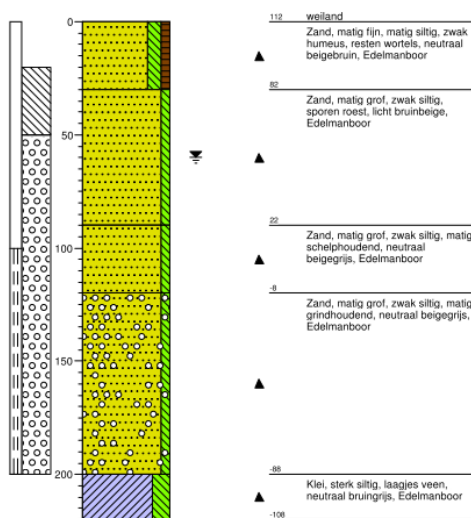
Datum: 05-04-2019
GWS (cm-bkpb): 120
X: 71594,90
Y: 443058,80
NAP maaiveld 0,507
Opmerking: bkpb: 1,177 m NAP

**Boring: 03**

Datum: 05-04-2019
GWS (cm-bkpb): 120
X: 71418,10
Y: 442775,50
NAP maaiveld 0,648
Opmerking: bkpb: 1,319 m NAP

**Boring: 04**

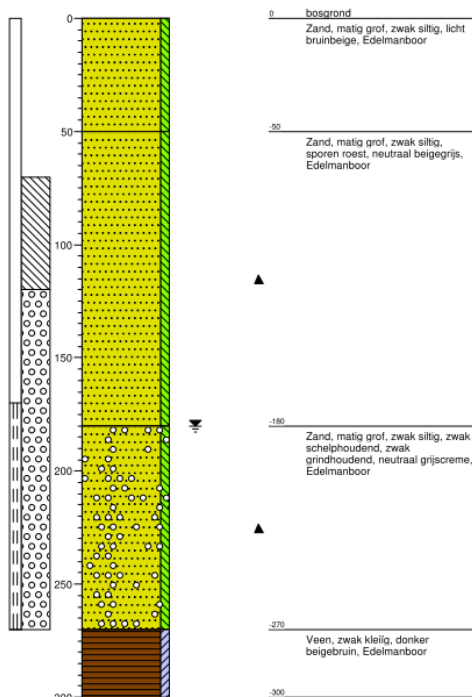
Datum: 03-04-2019
GWS (cm-bkpb): 60
X: 71482,62
Y: 443936,20
NAP maaiveld 1,117
Opmerking: bkpb: 1,605 m NAP



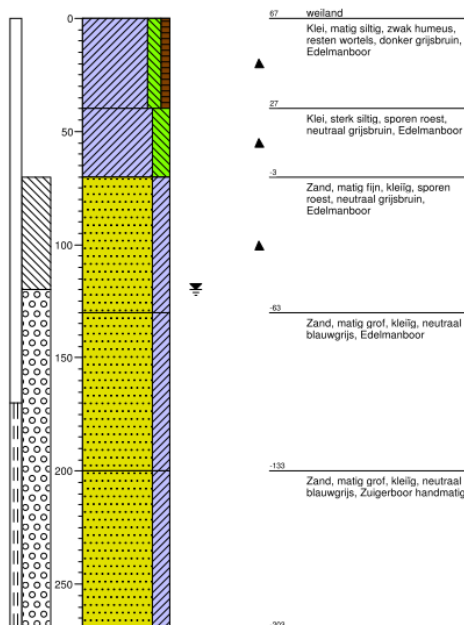
Boring: 05

Datum: 03-04-2019
GWS (cm-bkpb): 180

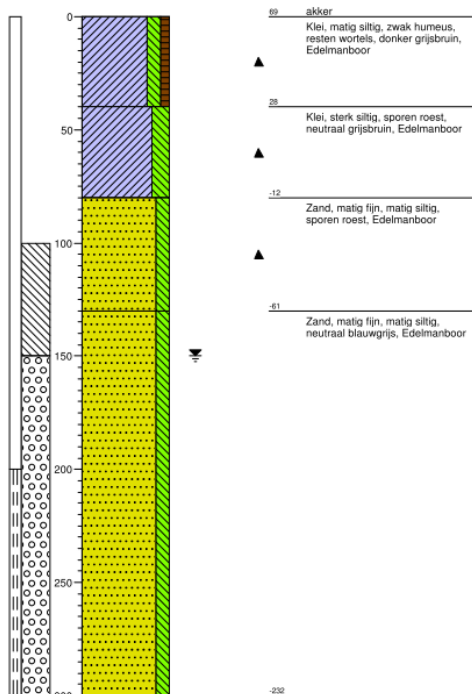
Opmerking: geen GPS signaal

**Boring: 06**

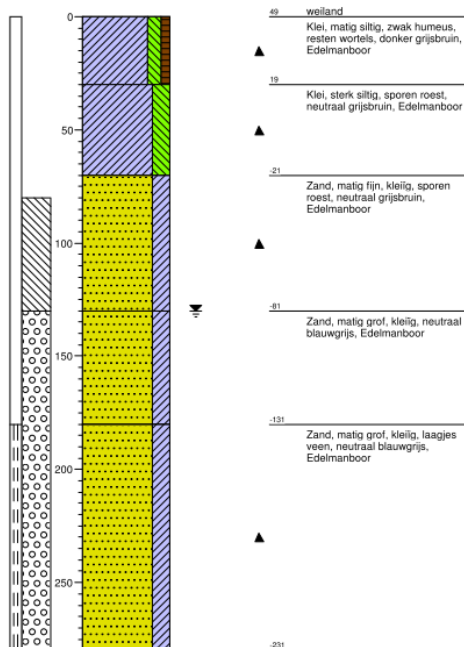
Datum: 08-04-2019
GWS (cm-bkpb): 120
X: 71041,20
Y: 443416,20
NAP maaiveld 0,668
Opmerking: bkpb: 1,369 m NAP

**Boring: 07**

Datum: 17-04-2019
GWS (cm-bkpb): 150
X: 70918,34
Y: 443206,88
NAP maaiveld 0,685
Opmerking: bkpb: 1,425 m NAP

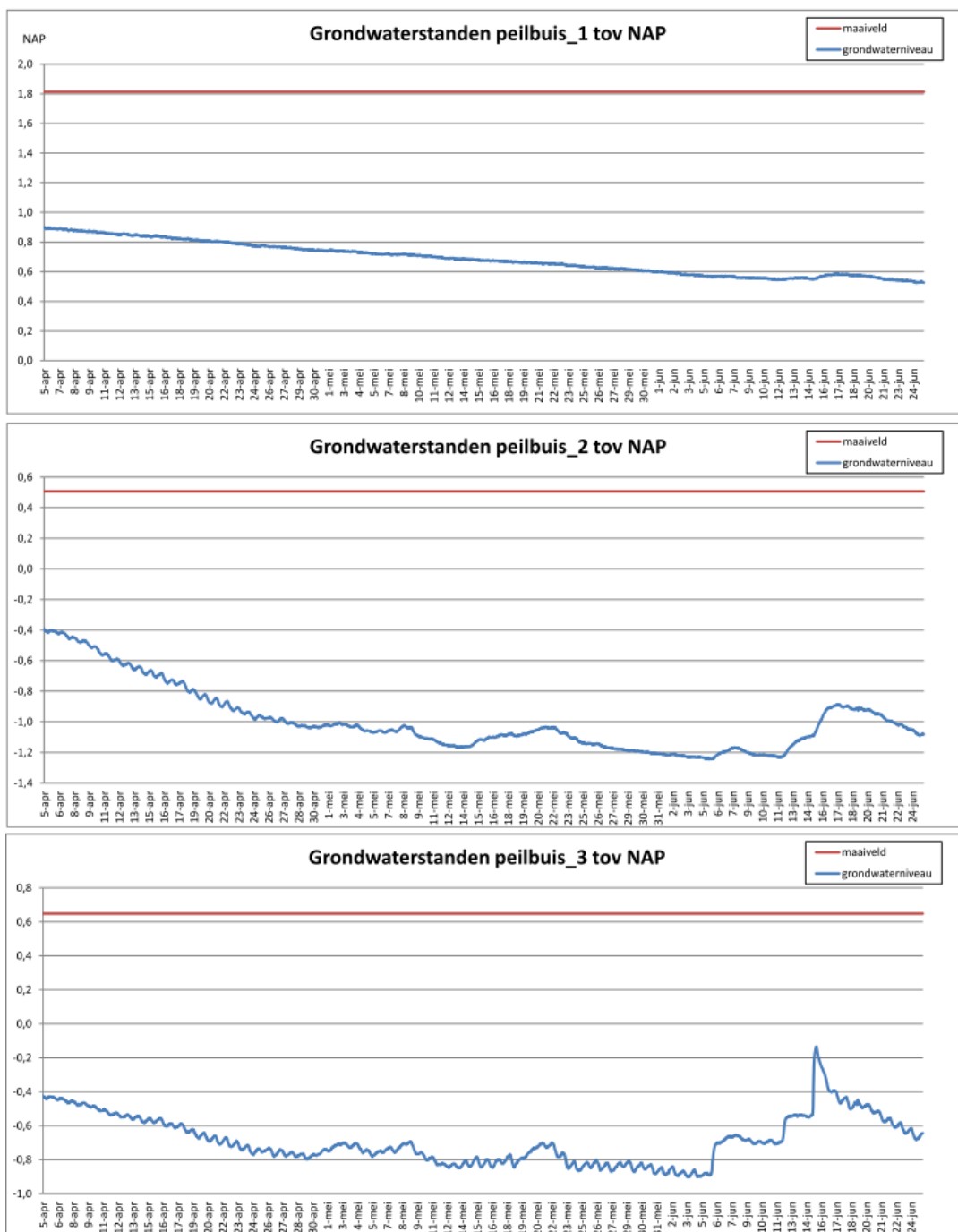
**Boring: 08**

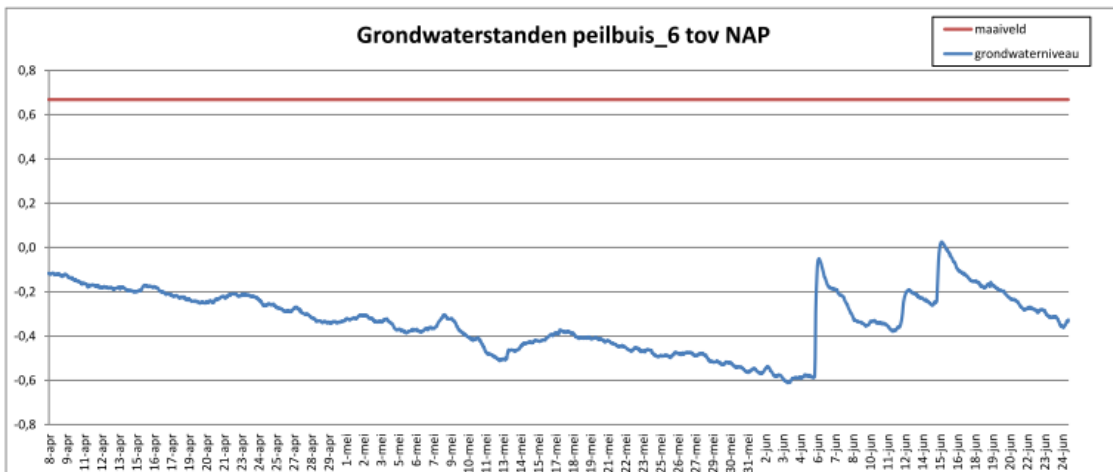
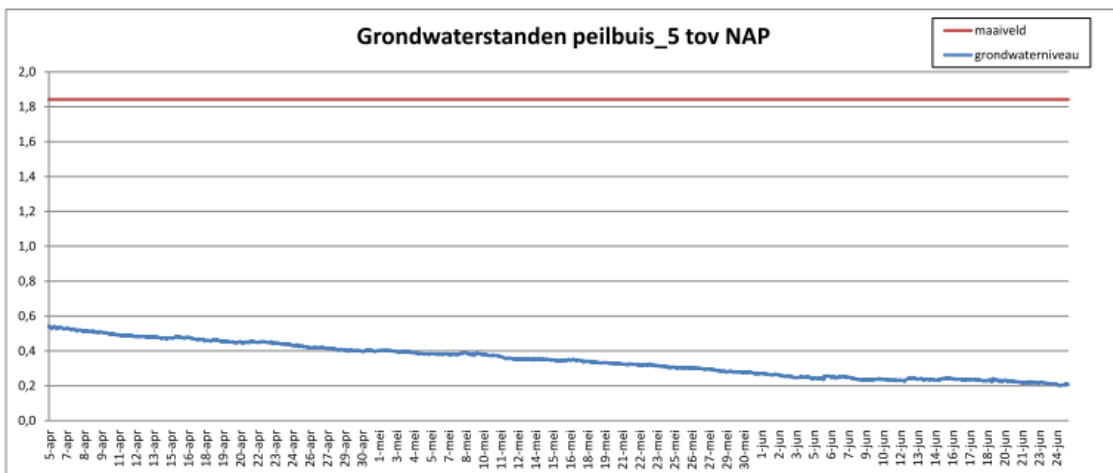
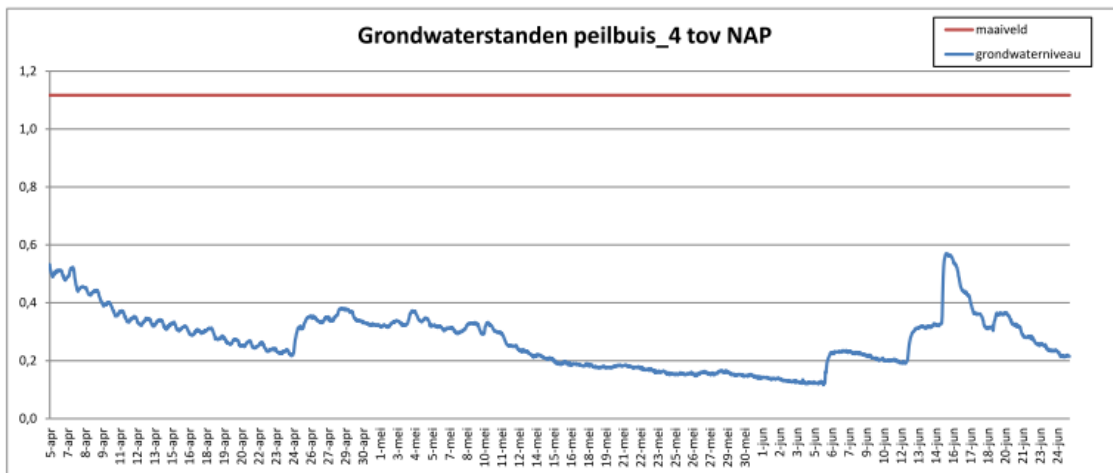
Datum: 08-04-2019
GWS (cm-bkpb): 130
X: 70654,10
Y: 443637,90
NAP maaiveld 0,491
Opmerking: bkpb: 1,852 m NAP

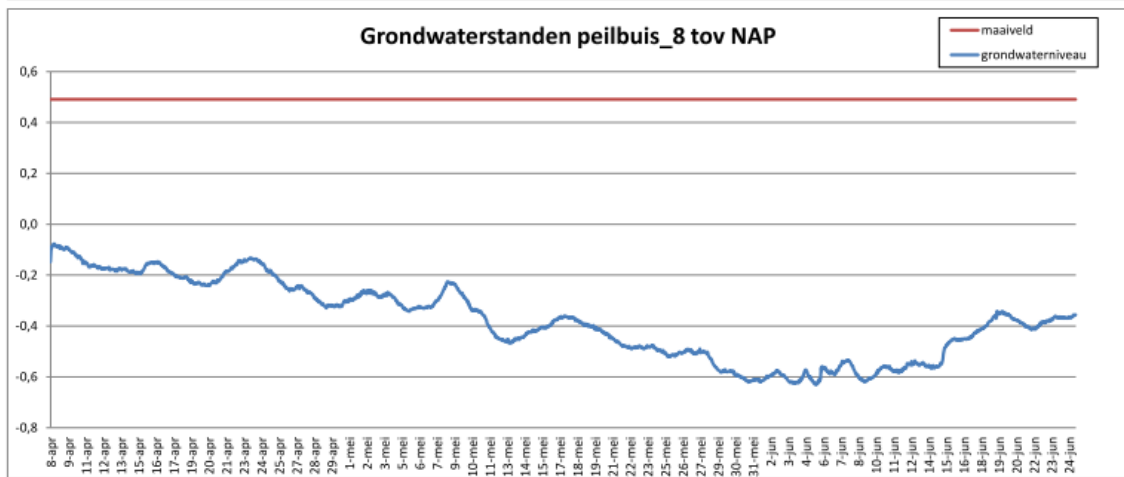
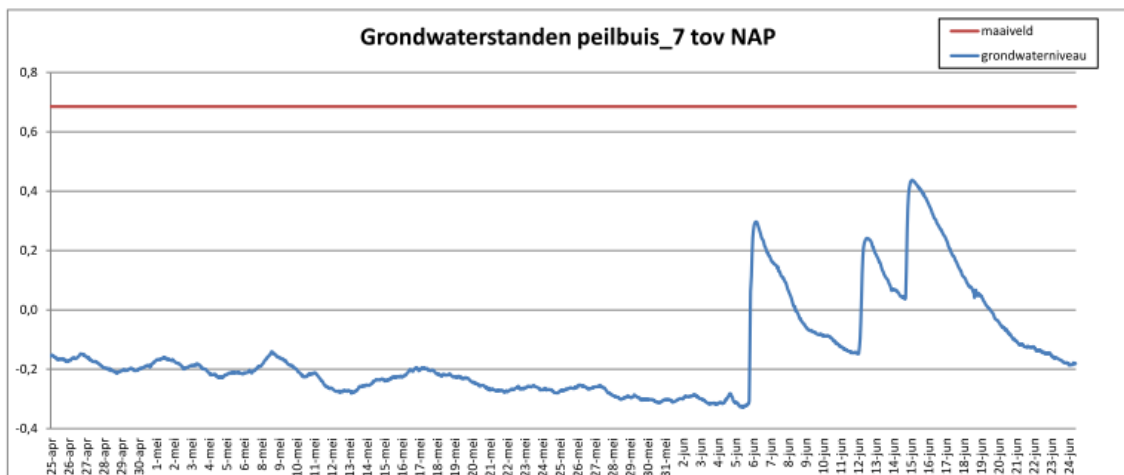


Grondwaterstanden

De meetdata van de peilbuislocaties van 5 april tot en met 24 juni zoals ontvangen van RPS en aangegeven in afbeelding 3.3 (in de definitieve rapportage wordt de meetdata aangevuld met de laatste uitlezing). De nummering komt overeen met de nummering in de afbeelding.







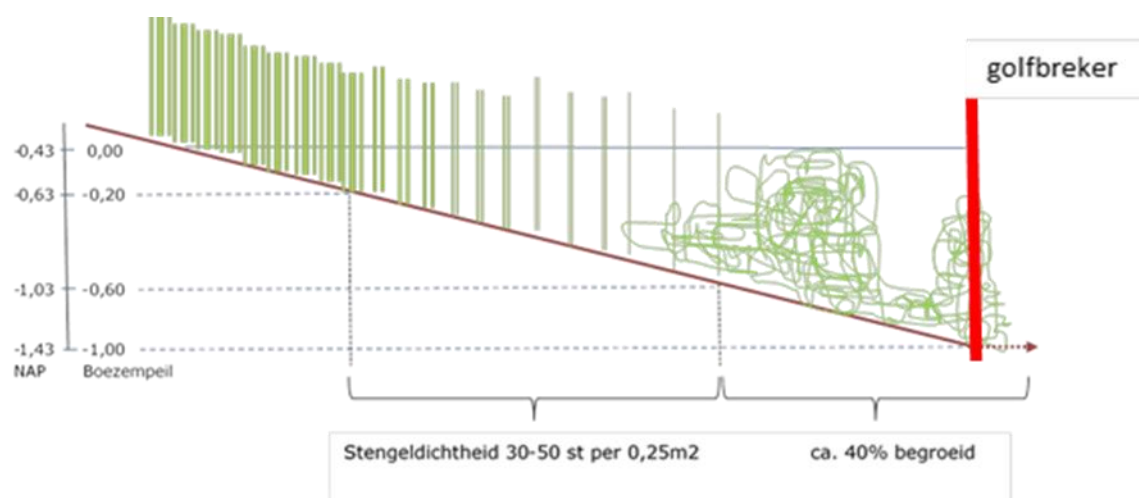


BIJLAGE: UITGANGSPUNTEN NATTE ECOLOGISCHE ZONE

(Bron: Hoogheemraadschap Delfland)

Uitgangspunten natte ecologische zone

Onderstaande afbeelding is een schematische dwarsdoorsnede van een natte ecologische zone (NEZ), bestaande uit een zone met natuurvriendelijke oevers.



Belangrijke aandachtspunten zijn:

- locatie NEZ/meerekenen als NEZ-oppervlak:
 - golfbreker op de huidige waterlijn en NEZ ligt buiten het huidige waterprofiel. Dit om de huidige waterafvoercapaciteit te behouden: Daar waar vegetatie groeit, kan het water niet meer stromen;
 - NEZ kan wel meetellen als waterberging: Water kan hier stijgen;
 - oppervlak NEZ: Achter de golfbreker tot 1 m boven water wordt meegerekend als oppervlak NEZ;
- breedte oever:
 - maximaal 8 m breed;
 - optimaal tussen 6-8 m breed;
 - daar waar het niet anders kan: 2 m breed;
- ruimte voor onderhoudsstrook voor rijdend onderhoud:
 - 4 m breed;
 - drooglegging van minimaal 0,3 m;
 - talud van 1:6 of flauwer;
- profiel:
 - flauw talud van 1:5 (meest ideaal), maar kan variëren tussen 1:3 en 1:10 afhankelijk van situatie;
 - verdeling emergent 50 % -submergent 20 % - open water 30 %;
 - te bereiken door achter de golfbreker te starten op 0,8 tot 1 m diep en een flauw talud (1:5 of flauwer) tot 1 m boven de waterlijn;
- locatie:
 - sluit aan op de huidige NEZ aan het Oranjekanaal of zit maximaal 50 m tussen;
 - ligt niet in de beschermingszone van de gasleiding (is namelijk te duur om te verleggen).

IV

BIJLAGE: GEOTECHNISCHE ANALYSE HERINRICHTING BONNENPOLDER

1 INLEIDING

Door de uitbreiding van het Staelduinse Bos zal een deel van het maaiveld in de Bonnenpolder worden verhoogd. Conform de wet op de lijkbezorging dient een graf minimaal 30 centimeter boven de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) te liggen. Daarbij is de minimaal vereiste dekking 65 centimeter -maaiveld. Ten behoeve van de watertoets wordt in deze bijlage een range van de benodigde ophogingen gepresenteerd aan de hand van het beschikbare geohydrologische onderzoek en toekomstige inrichting van het plangebied.

Tevens zijn in het plangebied een tweetal leidingen aanwezig. Voor deze leidingen zal tevens een zettingspredictie worden gedaan, waarmee kan worden geconcludeerd of deze zettingen vermoedelijk binnen de eisen zullen vallen.

2 UITGANGSPUNTEN

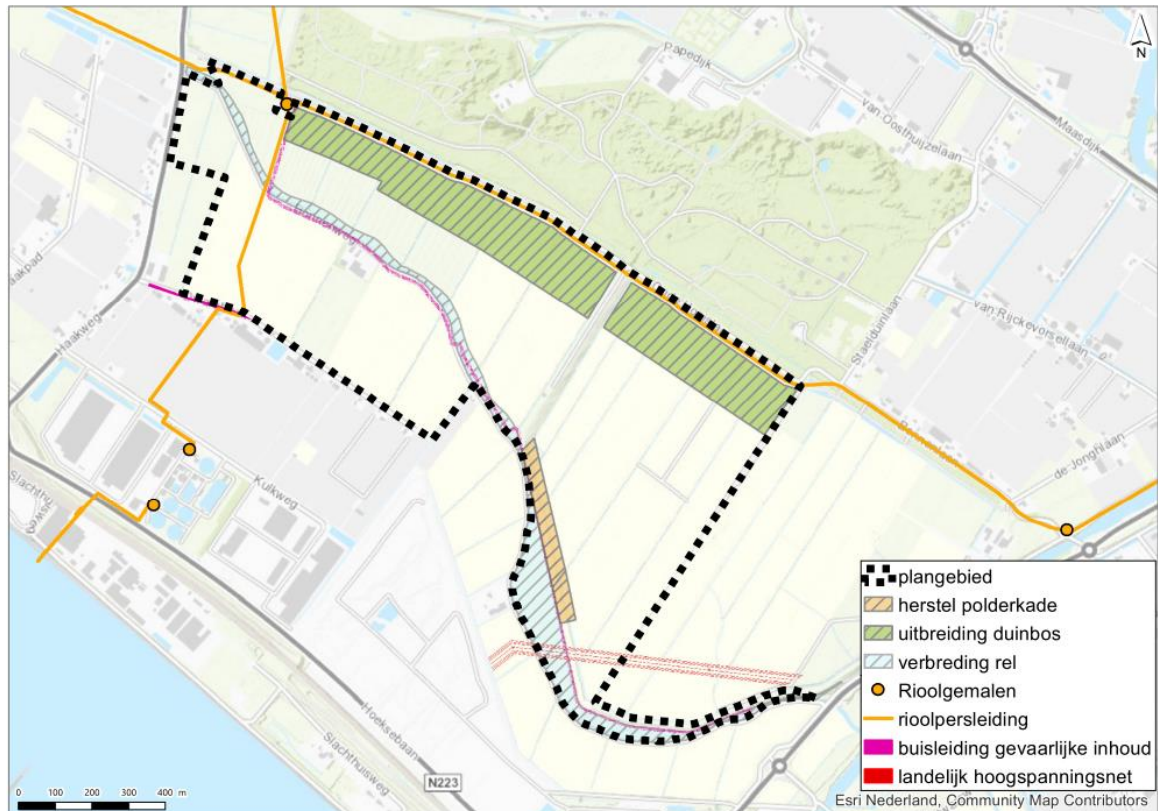
Voor de uitwerking is de volgende norm aangehouden.

Tabel 2.1 Referenties normen en richtlijnen

Ref.	Norm	Titel
[ref. 1]	NEN 9997-1+C2:2017	Geotechnisch ontwerp van constructies - deel1: algemene regels

Voor de geotechnische zettingsanalyse is het volgende schetsontwerp aangehouden:

Afbeelding 2.1 Kabels en leidingen inclusief weergave van de beoogde ophoging en verbreding Rel



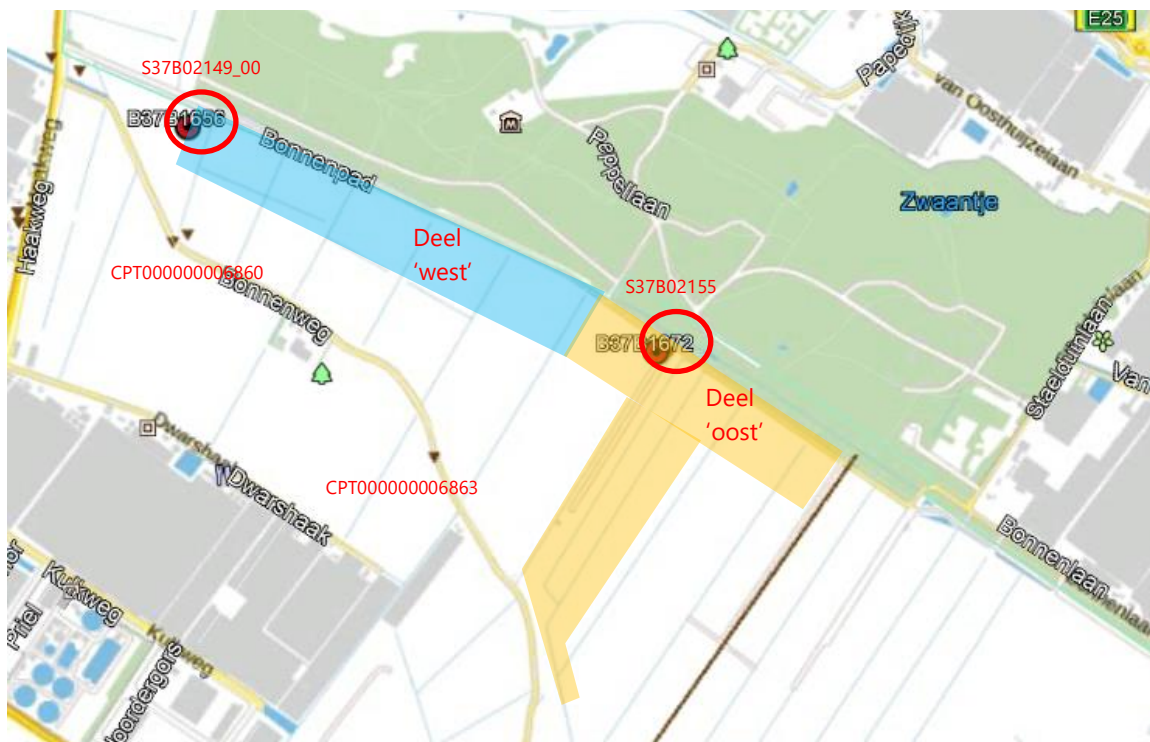
3 GRONDOPBOUW EN GEOTECHNISCHE GEGEVENS

3.1 Grondopbouw

De grondopbouw is bepaald op basis van het beschikbare grondonderzoek in het plangebied uit Dinoloket. In deze fase is (nog) geen aanvullend project specifiek geotechnisch onderzoek uitgevoerd in het plangebied. Naast de sonderingen zijn veel handboringen uitgevoerd in het gebied, maar deze zijn uitgevoerd tot een beperkte diepte (maximaal 2 m -mv).

In het gebied zijn een aantal sonderingen beschikbaar welke zijn uitgevoerd tot een diepte van circa 25-m-mv. In afbeelding 3.1 is een overzicht weergegeven van de sonderingen en het op te hogen gebied. Aangezien de bodemopbouw op basis van de sonderingen sterk van elkaar verschillen is het gebied opgedeeld in twee delen; deel 'west' en deel 'oost'. De representatieve bodemopbouw voor beide deelgebieden is bepaald aan de hand van de omcirkelde sonderingen S37B02149_00 en S37B02155 in afbeelding 3.1.

Afbeelding 3.1 Locaties sonderingen/boringen en deelgebieden (Dinoloket)



Deel 'west'

Op basis van sondering S37B02149_00 kan worden opgemaakt dat de eerste circa 2 m uit een mengsel van los gepakt zand en klei bestaat. In boring B37B1656 is een matig siltige kleilaag aangetroffen van circa 0,7 m dik. Onder deze toplaag worden afwisselend lagen aangetroffen bestaande uit klei en zand tot NAP -5,5 m. Vanaf NAP -5,5 m lijkt een zandlaag aanwezig te zijn met significante hoeveelheden klei. Deze gelaagdheid is ook aangetroffen in het noorden van Groningen en is gedefinieerd als wadzand. Door de aanwezige getijden zijn zand en klei in de loop der tijd laagsgewijs gesedimenteerd. Deze laag is daarom geschematiseerd als klei, zwak zandig matig. De interpretatie van deze grondlaag over de gehele diepte als klei, zwak zandig matig is aan de conservatieve kant en kan mogelijk worden aangescherpt met behulp van aanvullend geotechnisch onderzoek.

Vanaf NAP -14,5 m is een losgepakte zandlaag aangetroffen met daaronder een kleilaag. Vervolgens het pleistocene zandpakket aanwezig bestaande uit vastgepakt zand. De grondopbouw is schematisch weergegeven in tabel 3.1. De geotechnische parameters zijn weergegeven in tabel 3.3 en zijn bepaald conform NEN9997-1+C2:2017, tabel 2.1 [ref. 1].

Tabel 3.1 Bodemopbouw conform S37B02149_00

Grondsoort [-]	B.k. grondlaag [m + NAP]
klei, zwak zandig slap	0,7
zand, schoon los	0,1
klei, schoon matig	-1,3
zand, schoon los	-3,0
klei, schoon matig	-4,0
klei, zwak zandig matig	-5,5
zand, schoon los	-14,5
klei, zwak zandig matig	-18,6
zand, schoon vast	-21,5*

* Maximaal beschouwde sonderingsdiepte betreft NAP -28,0 m.

Deel 'oost'

Op basis van sondering S37B02155 kan tevens worden opgemaakt dat de toplaag bestaat uit los gepakt zand. Het maaiveld ligt in deze sondering op NAP +2,5 m. Op basis van de locatie in Dinoloket kan worden geconcludeerd dat deze sondering op een (verhoogde) weg is uitgevoerd. De toplaag van los gepakt zand zal de aardebaan zijn van de wegverharding. Onder deze aardebaan is een kleilaag aangetroffen tot NAP -0,8 m met daaronder een dunne siltige zandlaag. Onder deze siltige zandlaag is een slappe kleilaag aangetroffen met daaronder ook de getijde afzetting welke is geschematiseerd als klei, zwak zandig matig. Opgemerkt kan worden dat deze laag een veel ongunstiger beeld laat zien in vergelijking met sondering S37B0214900.

Na de getijdeafzetting is op grotere diepte (NAP -18,2 m) een matig stijve kleilaag aangetroffen tot NAP -19,2 m. Onder deze kleilaag is het pleistocene zandpakket aangetroffen. De grondopbouw is schematisch weergegeven in tabel 3.2. De geotechnische sterkte- en stijfheidsparameters zijn bepaald conform NEN9997-1+C2:2017, tabel 2.1 [ref. 1] en weergegeven in tabel 3.3.

Tabel 3.2 Bodemopbouw conform S37B02155

Grondsoort [-]	B.k. grondlaag [m + NAP]
zand, schoon los (aardebaan)	2,5
klei, schoon matig	0,5
zand, sterk siltig	-0,8
klei, schoon slap	-1,8
klei, zwak zandig matig	-3,7
klei, schoon matig	-18,2
zand, schoon vast	-19,6
zand, schoon los	-28,0

*Maximaal beschouwde sonderingsdiepte betreft NAP -22,5 m.

Geotechnische parameters

In tabel 3.3 zijn de geotechnische parameterset weergegeven welke zijn toegepast in het ontwerp/berekeningen.

Tabel 3.3 Geotechnische parameters - conform NEN9997-1+C2:2017 [ref. 1]

Grondsoort [-]	y/ y_{sat} [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	CR [-]	RR [-]	Ca [-]	POP [kPa]	OCR [-]	Cv [m ² /s]
klei, zwak zandig slap	15/15	0,0	22,5	0,2300	0,0767	0,0092	10	-	1,00E-06
klei, zwak zandig matig	18/18	5,0	22,5	0,1150	0,0383	0,0046	10	1,2*	1,00E-06
klei, schoon slap	14/14	0,0	17,5	0,1095	0,3286	0,0131	10	-	3,00E-08
klei, schoon matig	17/17	5,0	17,5	0,1533	0,0511	0,0061	10	1,2*	1,00E-08
zand, sterk siltig	17/19	0,0	30,0	0,0115	0,0038	0,0000	-	1,0	gedraineerd
zand, schoon los	17/19	0,0	30,0	0,0115	0,0038	0,0000	-	1,0	gedraineerd
zand, schoon vast	19/21	0,0	35,0	0,0023	0,0008	0,0000	-	1,0	gedraineerd

* Indien de laag op grotere diepte aanwezig is, is gebruikt maakt van OCR in plaats van de POP.

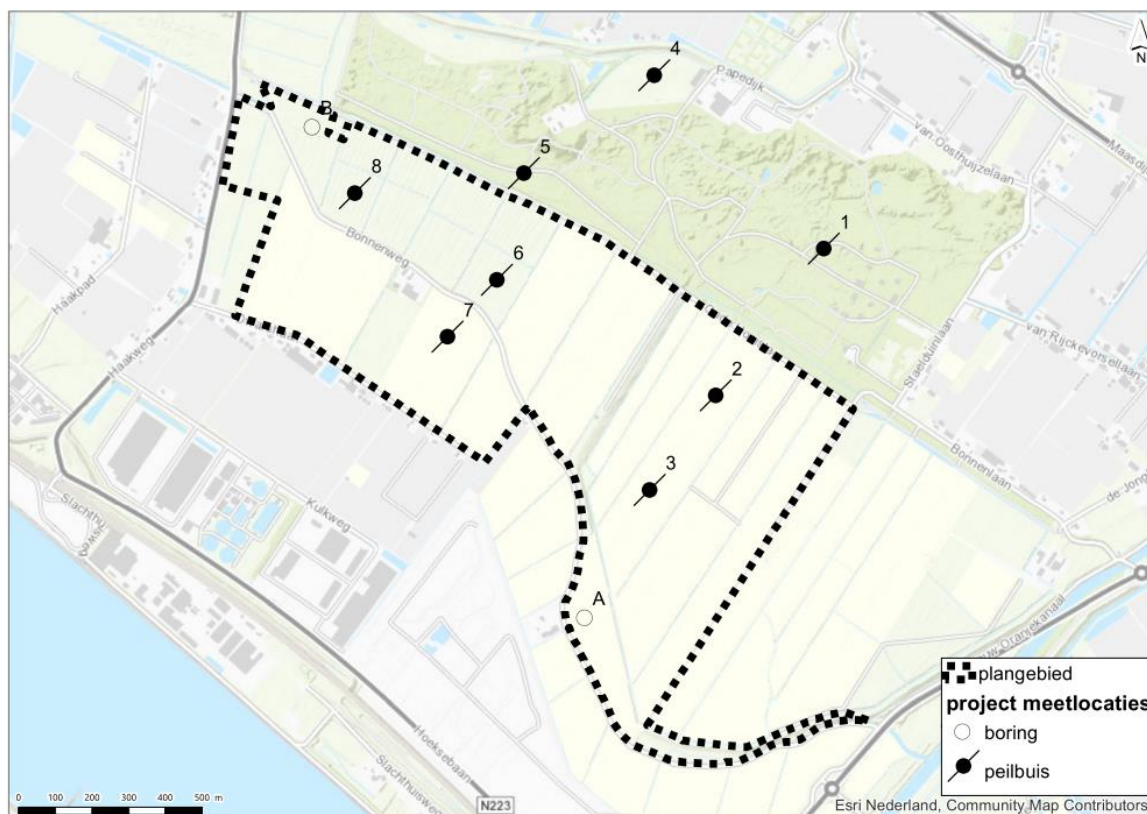
3.2 Grondwaterstanden

In de omgeving van de Bonnenpolder zijn een aantal peilbuizen beschikbaar. Deze bestaande peilbuizen staan echter in het Staelduinse Bos en zijn niet representatief voor de 'polder'. Recent zijn aanvullend peilbuizen geplaatst in de 'polder', de meetreeks is echter zeer gering. Aangezien de peilbuizen in de Staelduinse Bos niet kunnen worden gebruikt zijn de resultaten uit de recent geplaatste peilbuizen beschouwd. Op basis van de aanvullend geplaatste peilbuizen is het grondwater in de twee deelgebieden vastgesteld, zie tabel 3.4. De toegepaste grondwaterstand is onderstreept en vetgedrukt weergegeven.

Tabel 3.4 Grondwaterstanden (meetresultaten april 2019)

Peilbuis [-]	Deelgebied [-]	hoogst gemeten grondwaterstand in april [m +NAP]	Maaiveldniveau [m +NAP]
peilbuis 2	oost	<u>-0.40</u>	0,62
peilbuis 3	oost	-0,45	0,62
peilbuis 6	west	<u>-0.10</u>	0,68
peilbuis 8	west	-0,10	0,70

Abbeelding 3.2 Nieuwe meetlocaties (boringen en peilbuizen) Bonnenpolder



3.3 Specifieke uitgangspunten ophoging

Ophoging polder

In het waterhuishoudkundigplan is de grootte van de opbolling van het grondwater bepaald aan de hand van de afstand tussen drains/sloten en de doorlatendheid van de cohesieve lagen, zie afbeelding 3.3. Om aan te tonen wat de restzettingen zijn bij bepaalde drainafstanden zijn meerdere berekeningen uitgevoerd met verschillende ophoogniveaus. In tabel 3.5 zijn de afgelezen ophoogniveaus weergegeven conform afbeelding 3.3.

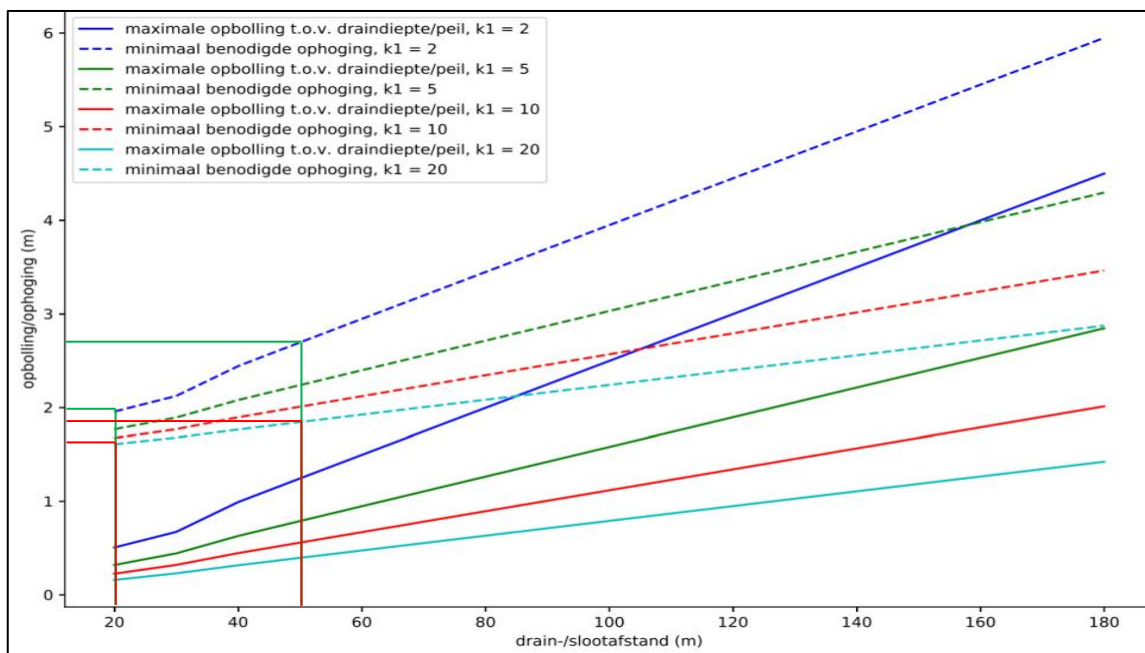
De minimaal vereiste ophoging is bepaald conform de wet op de lijkbezorging. Hieruit komt voort dat een graf minimaal 0,3 m boven de gemiddelde hoogste grondwaterstand moet liggen met een dekking van 0,65 m vanaf maaiveld. In het bepalen van de minimale ophoging is uitgegaan van een kisthoogte van 0,5 m.

Tabel 3.5 Drainafstanden en ophoogniveaus

Drainafstand [m]	Doorlatendheid klei [m/dag]	Maximale opbolling [m]	Minimaal vereiste ophoging [m]	Totale ophoging [m]
20	2	0,51	1,45*	1,96
50	2	1,18	1,45*	2,63
20	20	0,14	1,45*	1,59
50	20	0,39	1,45*	1,84

* Minimaal vereiste ophoging conform de wet op de lijkbezorging.

Afbeelding 3.3 Grootte van de opbolling in verhouding tot drain-/slootafstanden en de minimaal vereiste ophoging



Ophoogmateriaal

In de berekeningen is ervan uitgegaan dat het ophoogmateriaal bestaat uit matig gepakt zand. Aangezien zettingen in zand nagenoeg instantaan optreden zijn de ophogingen als uniforme belastingen geschematiseerd. Door deze schematisatie zijn geen zettingen bepaald in het ophoogmateriaal, uitgaande dat de ophoging goed wordt verdicht, zie tabel 3.6.

Tabel 3.6 Aangenomen dichtheid ophoogmateriaal

Grondsoort [-]	y/y_{sat} [kN/m ³]
zand, schoon matig gepakt*	18/20

* Indien gebiedseigen materiaal wordt toegepast in de ophoging, wordt aanbevolen om aanvullend geotechnisch onderzoek uit te voeren en daarbij de geomechanische eigenschappen van het ophoogmateriaal te bepalen.

Belastingstappen

In de zettingsberekeningen zijn de ophoogslagen zoals weergegeven in tabel 3.7 toegepast. De waarden van weergegeven variabelen zijn afhankelijk van de gekozen drainafstanden zoals weergegeven in het waterhuishoudkundigplan. Ten gevolge van de ophoging zullen zettingen optreden. Indien de geplaatste drains na de totale zetting nog boven de grondwaterstand liggen, zal de opbolling gelijk blijven. Indien de drains boven de grondwaterstand blijven is geen zettingscompensatie benodigd. Indien de grondwaterstand hoger blijkt te liggen en de drains zakken dermate en daardoor onder de grondwaterstand komen te liggen, zal de opbolling toenemen en zal niet worden voldaan aan de minimale drooglegging. In deze fase is de maatgevende grondwaterstand nog niet definitief bekend en is een zettingscompensatie toegepast.

Tabel 3.7 Belastingstappen

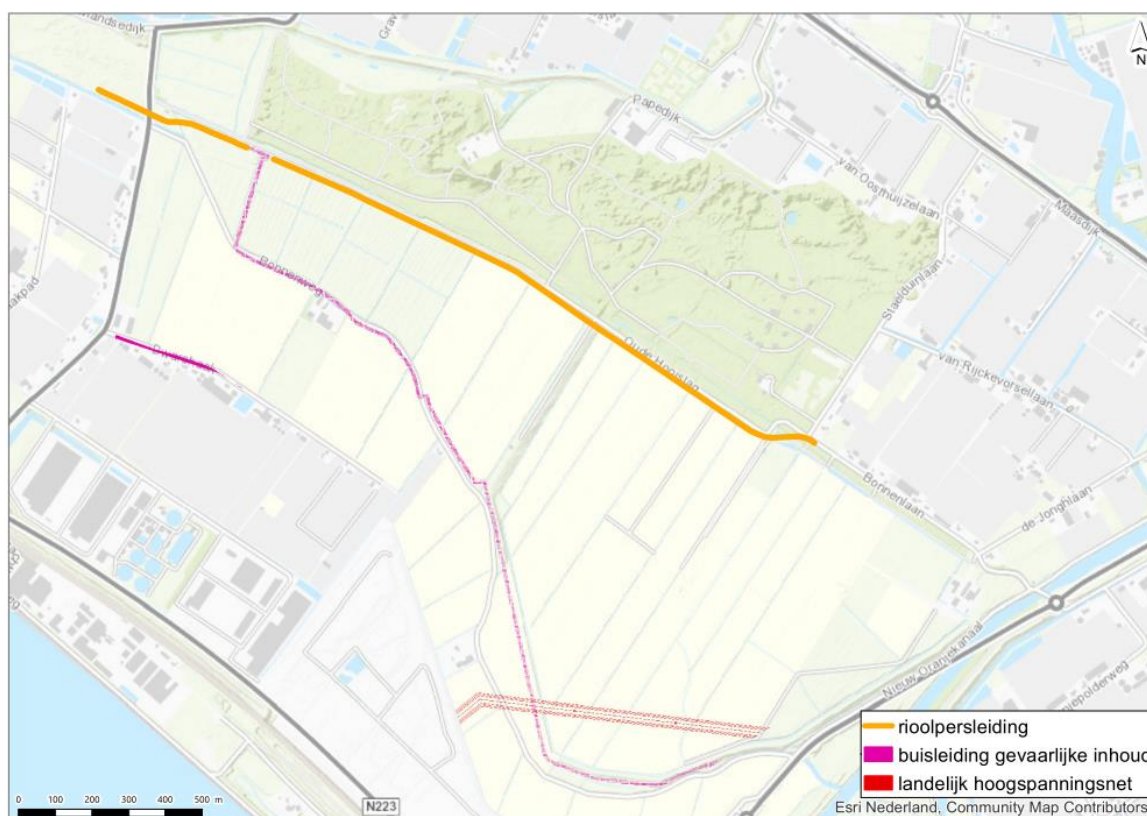
Belastingstap [-]	Dag [-]	Hoogte [m]
1 opbolling grondwater	1	variabel
2 minimale dekking	2	1,45
3 zettingscompensatie*	3	variabel

* Het toepassen van een zettingscompensatie is afhankelijk van de maatgevende grondwaterstand.

3.4 Locatie leidingen

In het waterhuishoudkundigplan wordt vermeld dat een tweetal leidingen aanwezig zijn in het plangebied. Door het ophogen van het terrein zullen mogelijk verschilzettingen optreden waardoor schade kan ontstaan aan de bestaande leiding. In afbeelding 3.4 is de locatie van de aanwezige leidingen weergegeven.

Afbeelding 3.4 Ligging belangrijke kabels en leidingen



3.5 Diepteligging leidingen

In deze fase is niet duidelijk wat de exacte diepteligging is van de buisleiding met gevaarlijke inhoud. Daarom is als eerste aanname uitgegaan van een minimale dekking van 1,0 m-mv. Met behulp van de KLIC-melding is de locatie en diepteligging van de rioolpersleiding bepaald. De rioolpersleiding heeft een diameter van 400 mm en ligt parallel aan het Bonnenpad in de polder. Op basis van de KLIC-melding is de dekking van de rioolpersleiding vastgesteld en betreft 1,0 m-mv, er is geen diepteligging bekend van de buisleiding met gevaarlijke inhoud. De onderzijde van de buisleiding is daarom ook vastgesteld op 1,4 m-mv. Daar waar de persleiding een wegverharding of toegangsweg naar een perceel kruist is een

gestuurde boring uitgevoerd. Door de gestuurde boring is de dekking hier maximaal 4,6 m-mv. Ten behoeve van de zettingsanalyse is uitgegaan van de minimale dekking van 1 m-mv, zie tabel 3.8.

Tabel 3.8 Diepteligging kabels en leidingen

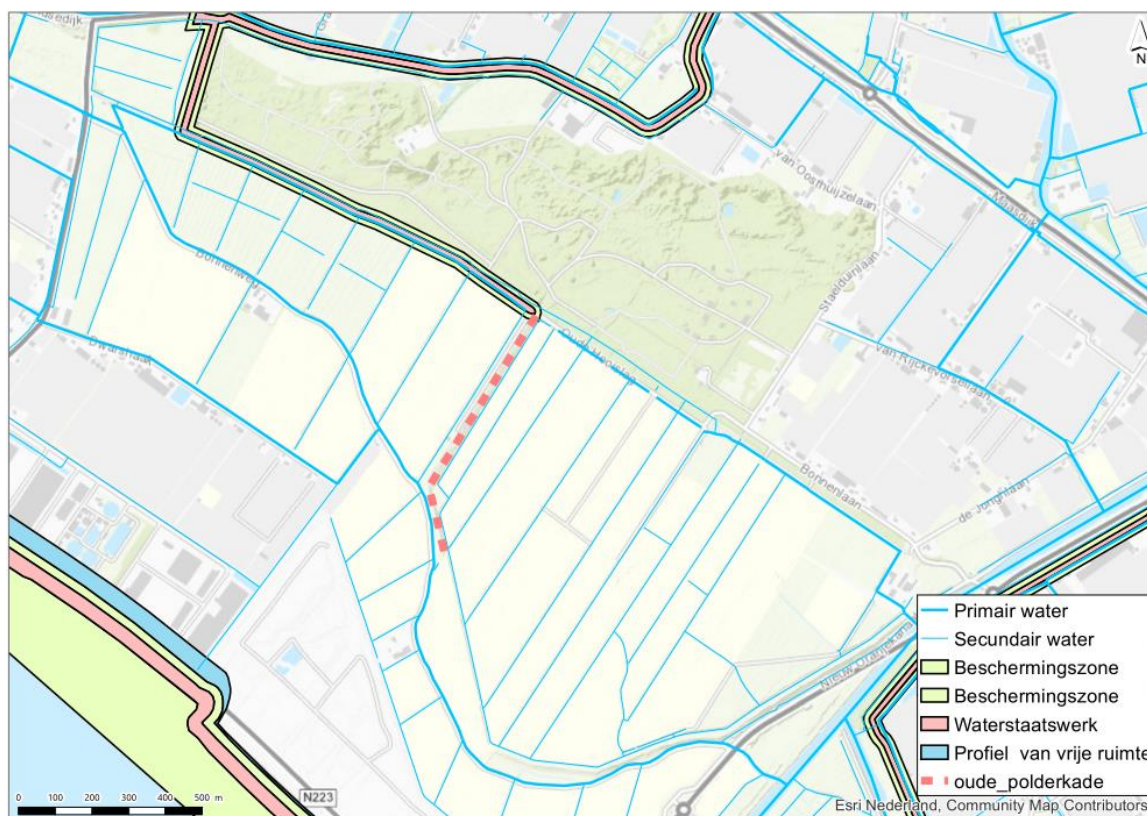
Type leiding [-]	Diameter [mm]	Dekking [m-mv]	Beschouwde diepte [m-mv]
rioolpersleiding	400	1,0	1,4
buisleiding met gevaarlijke inhoud	onbekend	1,0	1,4

3.5 Specifieke uitgangspunten herstel polderkade

Locatie polderkade

Conform het waterhuishoudkundigplan is parallel ten zuiden van de Staelduinse Bos een polderkade aanwezig. Deze polderkade heeft geen waterkerende functie. Daarnaast is een deel oude polderkade aanwezig in de polder (welke deels is afgegraven nabij de Rel), het maaiveld is hier nog circa 0,8m hoger dan het aanliggende maaiveld. Ook de oude polderkade heeft geen waterkerende functie, zie afbeelding 3.5.

Afbeelding 3.5 Zonering poldergebied



Bodemopbouw

Er is geen locatie specifiek grondonderzoek beschikbaar waaruit de grondopbouw van de kade kan worden bepaald. In de stabiliteitsberekening is ervan uitgegaan dat de ophoging/polderkade bestaat uit matig gepakt zand. Deze polderkade is geschematiseerd op het maaiveld van NAP -0,5 m aan de 'oost' zijde en verloopt naar NAP +0,7 m naar de 'west' zijde. In de berekening is de bodemopbouw zoals aangetroffen in deel 'oost' toegepast aangezien deze ongunstig is ten aanzien van de stabiliteit, zie tabel 3.2.

Maatgevende dwarsdoorsnede

In het gebied zal de oude polderkade worden hersteld, zie afbeelding 2.1. De kruinhoogte van de bestaande kade is circa NAP +2,5 m op basis van AHN. Op basis van conservatieve uitgangspunten zoals doorlatendheid en drainafstand is het effect van een ophoging op de polderkade onderzocht. In tabel 3.9 zijn de beschouwde rekenkundige uitgangspunten weergegeven.

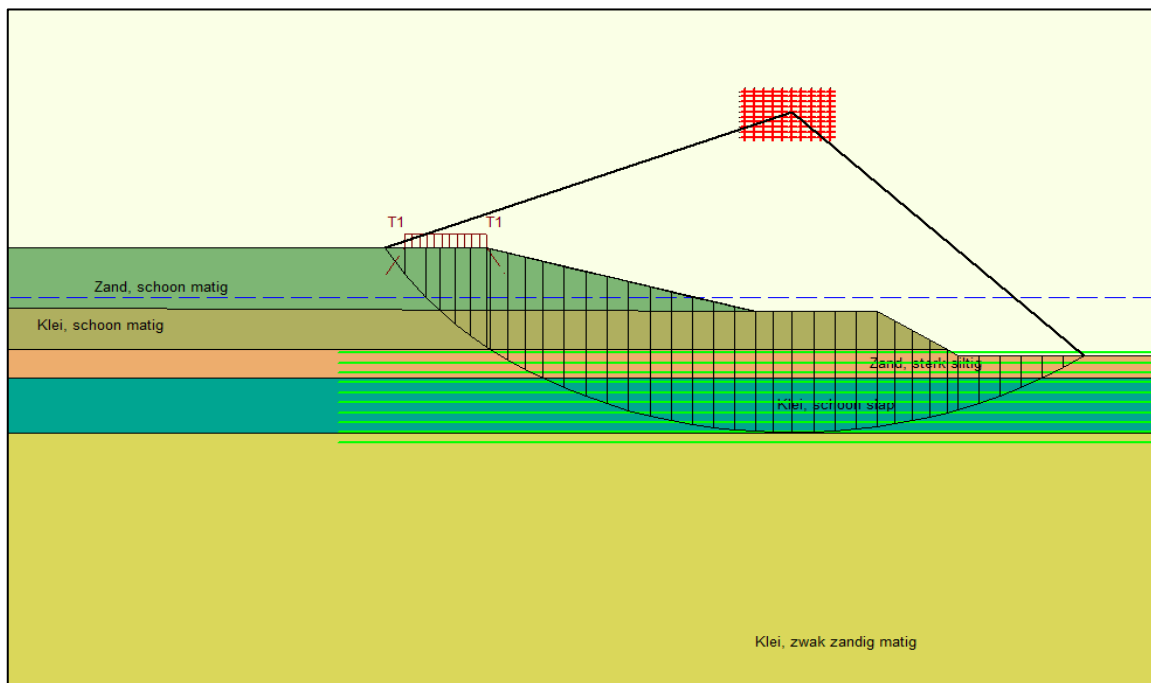
Tabel 3.9 Rekenkundige uitgangspunten oude polderkade

Locatie [-]	Doorlatendheid [m/dag]	Drain-afstand [m]	Ophoging [m]	Maaiveldniveau [m +NAP]	Kruinhoogte [m+ NAP]
oude polderkade	2	20	1,96	0,7	2,7

In de berekening is ervan uitgegaan dat een sloot aanwezig is naast de polderkade/ophoging, waarbij het bodemniveau is aangenomen op NAP -1,0 m. Conform het waterhuishoudkundigplan is deze watergang minimaal 2,4 m breed. Ten behoeve van onderhoud dient een minimale onderhoudszone van 4m toegepast te worden. Naast de benodigde werkruimte zal deze onderhoudszone de stabiliteit van het talud vergroten, zie afbeelding 3.6.

Ter plaatse van de Rel is het optimale talud 1:5 met een oeverbreedte van circa 7,5m (conform uitgangspunten bijlage III). Indien door ruimtegebrek geen ruimte is voor dit flauwe talud, dient de breedte van de oeverbreedte minimaal 2,0m te zijn. Met een hoogteverschil van 1,5 tot een bodemniveau van NAP -1,0 m zal de taludhelling circa 1:1,33 zijn. Deze situatie is als maatgevend beschouwd en getoetst op de stabiliteit, zie afbeelding 3.6.

Afbeelding 3.6 Dwarsdoorsnede ter plaatse van de Rel (talud :1,33 en onderhoudszone van 4 m)



Veiligheidsfilosofie

Voor de geotechnische toets van de taludstabiliteit is Eurocode 7 - ontwerpbenadering 3 toegepast. De gehanteerde gevolgklasse is RC1 conform NEN 1990 gezien het geringe levensgevaar en economische schade bij het lokaal bezwijken van het talud. Een veiligheidsfactor van 1,0 [-] is daarom als stabiel beschouwd.

Partiële factoren

Conform NEN9997-1+C2:2017 [ref. 2] dienen partiële factoren toegepast te worden op grondparameters en belastingen. De partiële factoren voor grondparameters zijn bepaald conform NEN9997-1+C2:2017 [ref. 2] tabel A.4a (RC1) en zijn weergegeven in tabel 3.10. De partiële factoren op de belastingen zijn bepaald conform NEN9997-1+C2:2017 [ref. 1] tabel A.3 en weergegeven in tabel 3.11.

Tabel 3.10 Partiële factoren voor grondparameters conform NEN9997-1+C2:2017 [ref. 1] (RC1)

Grondparameter [-]	Symbool [-]	Factor [-]
hoek van inwendige wrijving	$\gamma_{\varphi'}$	1,2
effectieve cohesie	$\gamma_{c'}$	1,3
ongedraineerde schuifsterkte	$\gamma_{Cu'}$	1,5
volume gewicht	γ_{γ}	1,0

Tabel 3.11 Partiële factoren voor belastingen conform NEN9997-1+C2:2017 (tabel A.1) [ref. 1]

Belasting [-]	Symbool [-]	Factor [-]
veranderlijk (ongunstig)	γ_Q	1,5

Belastingen

Voor de stabiliteitstoets is uitgegaan van een gelijkmatig verdeelde variabele bovenbelasting van 5 kPa aangezien de polderkade niet toegankelijk is voor voertuigen.

4 RESULTAAT

4.1 Resultaten zettingspredictie

Uit de predictieberekeningen kan worden opgemaakt dat ten gevolge van de minimaal vereiste ophoging een zetting zal optreden. In tabel 4.1 zijn de resultaten weergegeven van de zettingsberekeningen, waarbij is uitgegaan van twee deelgebieden en twee drainafstanden. De weergegeven resultaten zijn inclusief zettingscompensatie. Indien blijkt dat de drains boven de grondwaterstand blijven nadat de totale zetting is opgetreden, zal de zettingscompensatie niet benodigd zijn. In bijlage V zijn de gehele zettingsberekeningen weergegeven.

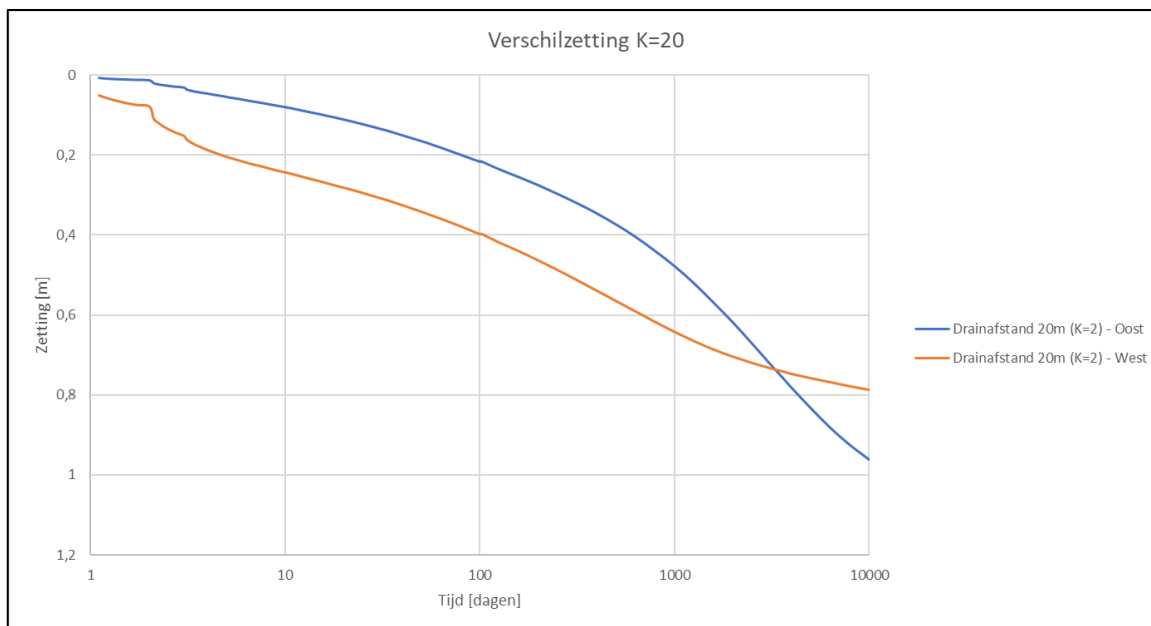
Tabel 4.1 Resultaten zettingspredicties

Locatie [-]	Doorlatendheid [m/dag]	Drain- afstand [m]	Opbolling [m]	Dekking [m]	Totale ophoging* [m]	Totale ophoging [m]
deelgebied 'oost'	2	20	0,51	1,45	1,96*	2,88
deelgebied 'oost'	2	50	1,18	1,45	2,63*	3,79
deelgebied 'oost'	20	20	0,12	1,45	1,57*	2,41
deelgebied 'oost'	20	50	0,36	1,45	1,84*	2,79
deelgebied 'west'	2	20	0,51	1,45	1,96*	2,95
deelgebied 'west'	2	50	1,18	1,45	2,63*	3,52
deelgebied 'west'	20	20	0,12	1,45	1,57*	2,24
deelgebied 'west'	20	50	0,39	1,45	1,84*	2,59

* De weergegeven waarden zijn exclusief zettingscompensatie.

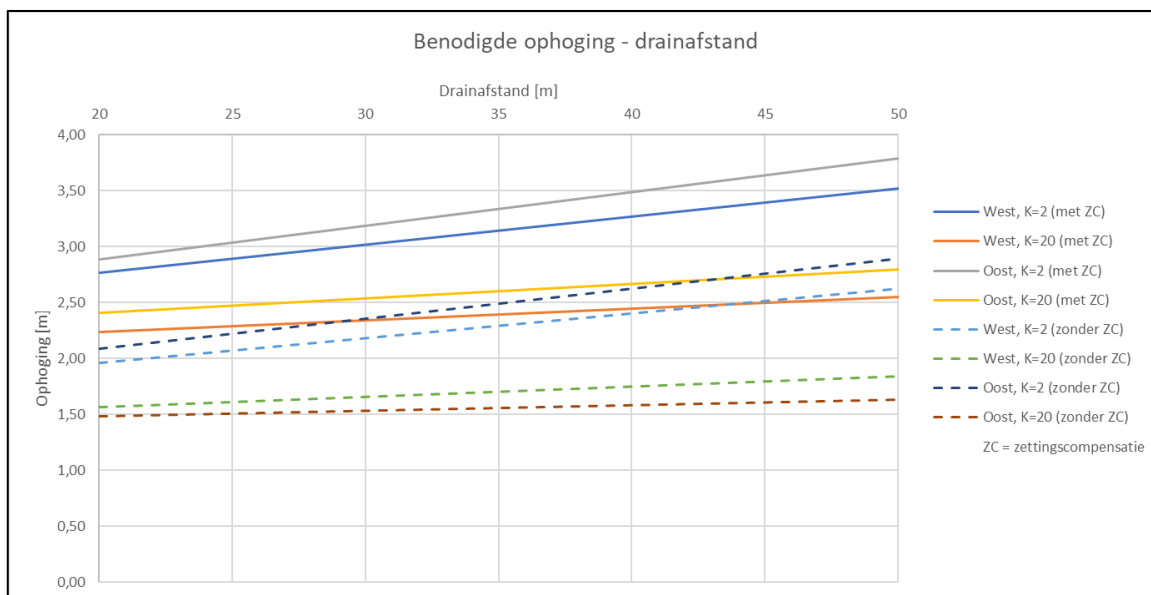
Op basis van de resultaten kan worden geconcludeerd dat de zetting in deelgebied 'oost' groter is dan in deelgebied 'west'. De oorzaak hiervan is de ongunstigere bodemopbouw, de 'getijde' laag die is geschematiseerd als klei, zwak zandig matig in deel 'oost' circa 5 m dikker is. Daarnaast is een slappe kleilaag aanwezig welke gevoeliger is voor zettingen. Door de ongunstigere bodemopbouw worden grotere zettingen verwacht.

Afbeelding 4.1 Verschilzetting tussen 'oost' en 'west' bij K=2 en een drainafstand van 20 m



Daarnaast kan worden opgemerkt dat een lagere doorlatendheid zorgt voor een grotere opbolling. Door deze opbolling zal meer grond aangebracht moeten worden om aan de eisen voor lijkbewaring te kunnen voldoen. In afbeelding 4.2 is een benodigde ophoging weergegeven bij een bepaalde drainafstand. Daarnaast is onderscheid gemaakt tussen het wel of niet toepassen van zettingscompensatie. Het toepassen van zettingscompensatie is afhankelijk van de maatgevende grondwaterstand, zie paragraaf 3.3 (belastingstappen).

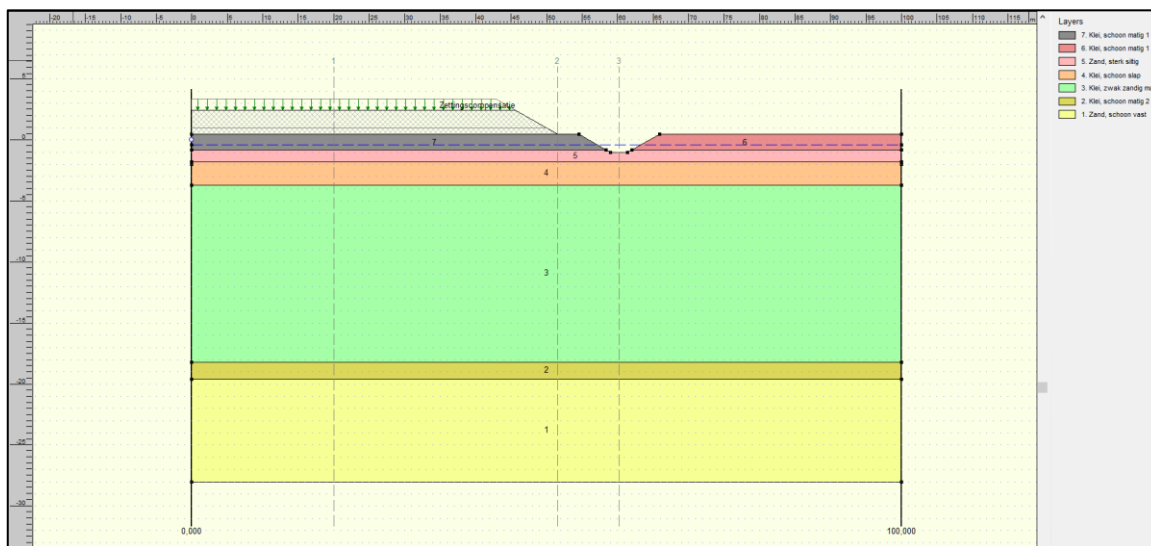
Afbeelding 4.2 Indicatieve benodigde ophoging in verhouding tot drainafstand (geïnterpoleerd)



4.2 Zetting in sloot ten gevolge van de ophoging

Naast de zetting die zal optreden ten gevolge van de ophoging op het maaiveld is tevens een zettingsberekening uitgevoerd waarbij de zetting is bepaald in de sloot naast de ophoging. In afbeelding 4.3 is de situatie schematisch weergegeven.

Afbeelding 4.3 Zetting in de sloot ten gevolge van de ophoging van de polder bij K=2 en een drainafstand van 20 m



Uitgangspunt is dat het talud van de ophoging op een afstand van 4,0 m van de sloot ligt, zie afbeelding 4.3. Uit de berekening volgt dat een zetting zal optreden van circa 0,22 m bij K=2 en een drainafstand van 20 m. Uit de berekening volgt tevens dat de autonome bodemdaling circa 0,18 m zal zijn in de sloot. Geconcludeerd kan worden dat de zetting ten gevolge van de ophoging in de sloot gering is.

Tabel 4.2 Invloed zettingen op bestaande leidingen bij K=2 op 1,4 m-mv

Locatie [-]	Autonome bodemdaling [m]	Drainafstand [m]	Zetting [m]	Verschilzetting [m]
deelgebied 'oost'	0,18	20	0,22	0,04

4.3 Invloed op de leidingen

Met behulp van de zettingspredicties in paragraaf 4.1 kan de zetting worden bepaald op 1,4 m-mv. De omringende omgeving waar niet zal worden opgehoogd is onderhevig aan autonome bodemdaling. In onderstaande tabel 4.3 is de autonome bodemdaling en zetting op de onderzijde van de leidingen weergegeven. Hieruit kan worden opgemaakt dat de verschilzetting ten gevolge van de ophoging ten opzichte van de autonome bodemdaling in het gebied tussen de 0,5 en 0,8 m ligt bij een K=2 (inclusief zettingscompensatie). Daarnaast kan worden opgemaakt dat de extra zetting ten gevolge van de zettingscompensatie gering is (circa 0,2m).

Tabel 4.3 Invloed zettingen op bestaande leidingen bij K=2 op 1,4 m-mv

Locatie [-]	Autonome bodemdaling [m]	Drainafstand [m]	Zetting [m]	Zetting [m]	Verschilzetting [m]	Verschilzetting [m]
deelgebied 'oost'	19,7	20	0,62*	0,76	0,42*	0,56
deelgebied 'oost'	19,7	50	0,80*	0,95	0,60*	0,75
deelgebied 'west'	19,7	50	0,50*	0,60	0,30*	0,40
deelgebied 'west'	19,7	20	0,58*	0,68	0,38*	0,48

* De weergegeven waarden zijn exclusief zettingscompensatie.

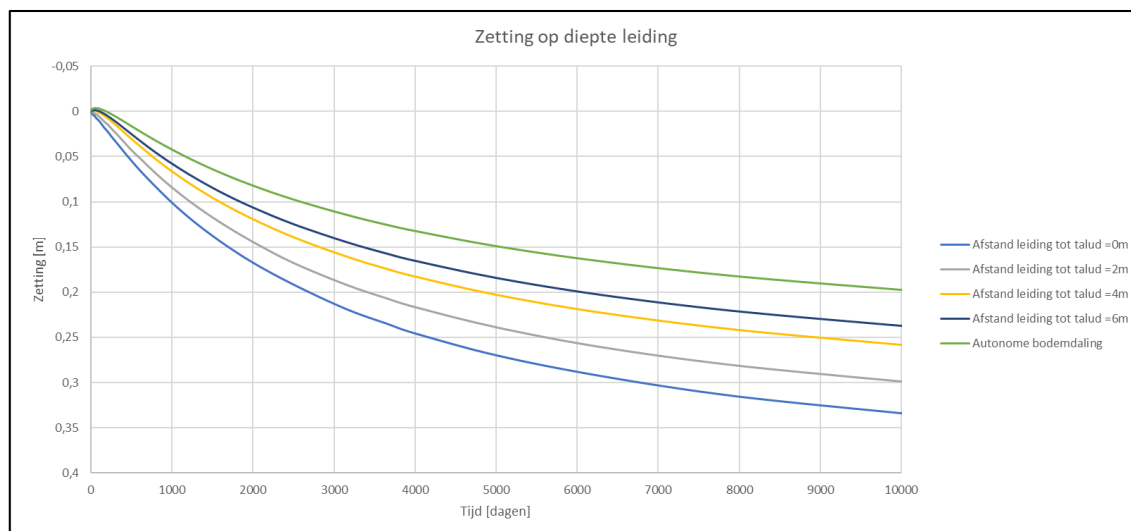
Aangezien de ophoging niet op de locatie van de leiding kan worden gerealiseerd is beschouwd wat een veilige afstand zal zijn van het talud ten opzichte van leiding. In de berekening is op elke meter vanaf de teen van het talud een rekenverticaal beschouwd, zie afbeelding 4.4.

Afbeelding 4.4 Beschouwing zetting ter hoogte van de leiding op meerdere afstanden vanaf de teen van de ophoging



Geconcludeerd kan worden dat de zetting zal afnemen naar mate de afstand tot het talud toeneemt in verband met belastingspreiding in de ondergrond. In afbeelding 4.5 en zijn de resultaten van de verschillende afstanden weergegeven.

Abbeelding 4.5 Resultaten zettingsberekening op diepte van onderzijde leiding

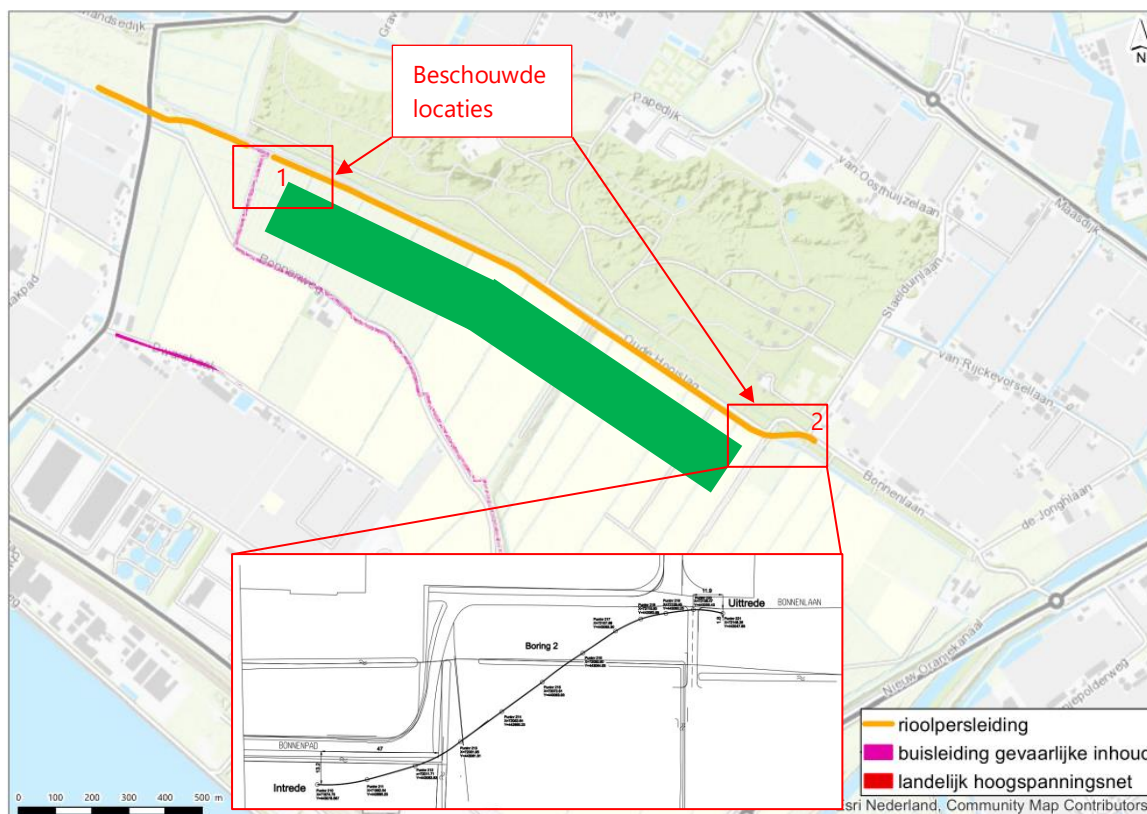


Tabel 4.4 Invloed zettingen op bestaande leidingen bij $K=2$ op 1,4 m-mv

Afstand tot talud [m]	Autonome bodemdaling [mm]	Drainafstand [m]	Zetting [m]	Verschilzetting [m]
0	19,7	0,20	0,334	0,137
2	19,7	0,20	0,299	0,102
4	19,7	0,20	0,258	0,061
6	19,7	0,20	0,237	0,040

Op basis van de uitgevoerde zettingsberekeningen kan worden opgemaakt dat de zetting ten gevolge van de ophoging (inclusief zettingscompensatie) circa 35cm zal zijn over 30 jaar. Echter zijn alleen de locaties van belang op de scheiding waar de zettingen zullen optreden en waar deze niet zullen optreden. Op onderstaande afbeelding 4.6 zijn deze twee beschouwde locaties weergegeven.

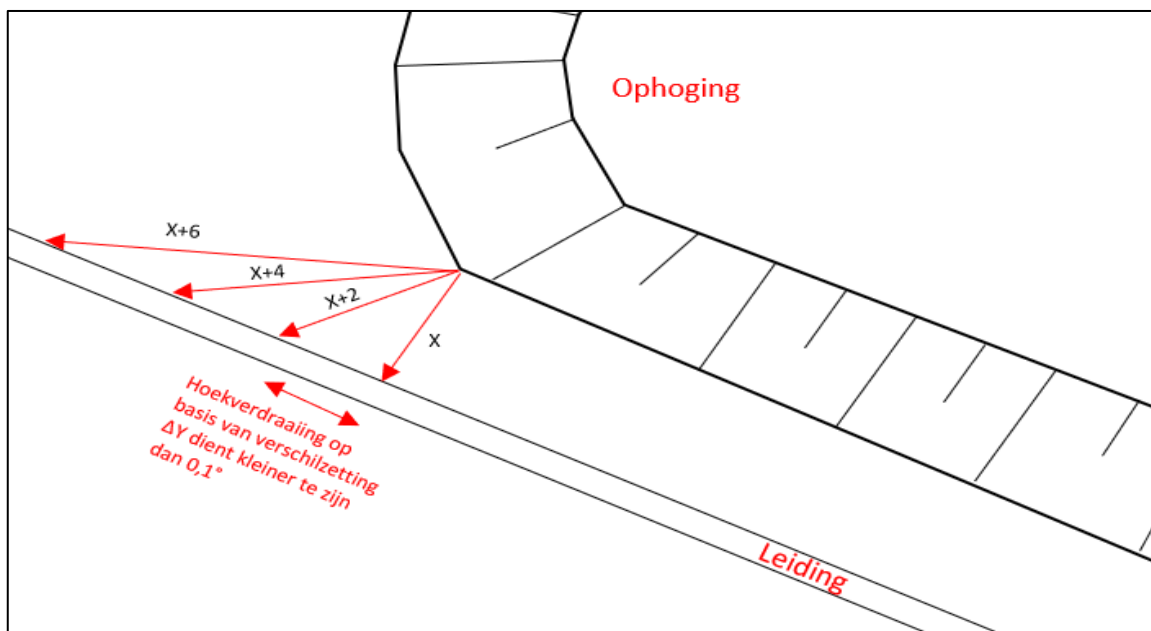
Afbeelding 4.6 Ligging belangrijke kabels en leidingen



Conform de eisen van Hoogheemraadschap Delfland (zie bijlage VI) is een maximale hoekverdraaiing van $0,1^\circ$ acceptabel in de lengterichting van de leiding. Gezien een hoekverdraaiing van $0,1^\circ$ zeer gering is, kan worden verondersteld dat de leiding zo goed als buiten de invloedszone van de ophoging dient te liggen.

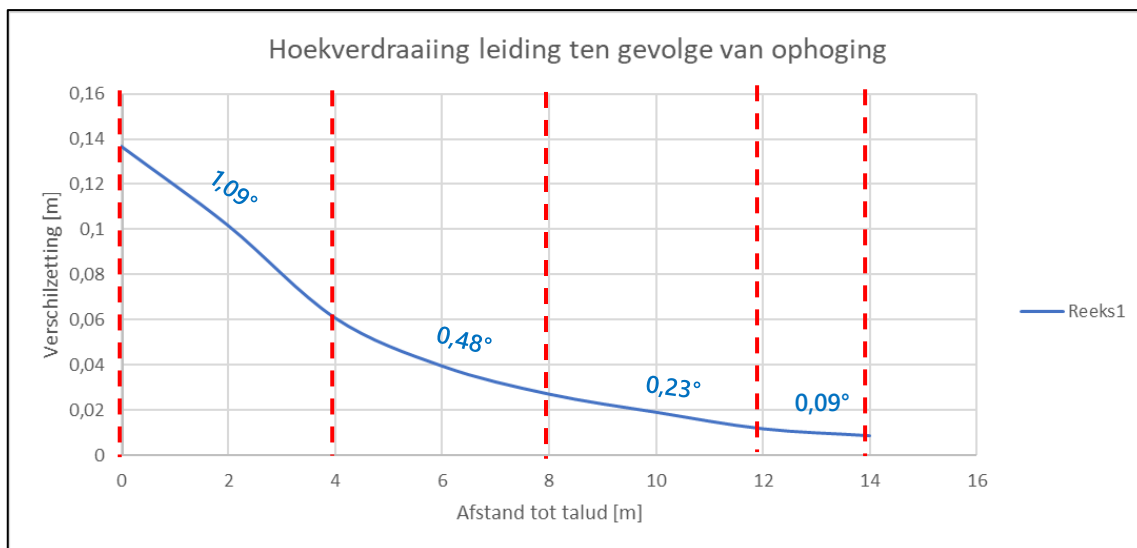
Om aan te tonen wat de maximale hoekverdraaiing is, zijn de verschilzettingen geplot over de afstand van het talud tot de leiding. In onderstaande afbeelding 4.7 is de ophoging en de leiding weergegeven. Door elke 2 m de verschilzetting ten opzichte van de autonome bodemdaling te bepalen kan de hoekverdraaiing van de leiding worden bepaald.

Afbeelding 4.7 Schematisering hoekverdraaiing



Door de verschildzettingen te plotten zijn de verschildzettingen bepaald. Geconcludeerd kan worden dat de afstand van de teen van het talud van ophoging minimaal 12 m van de leiding dient te liggen aangezien de hoekverdraaiing tussen punt 8 en 10 circa $0,23^\circ$ zal zijn, zie afbeelding 4.8.

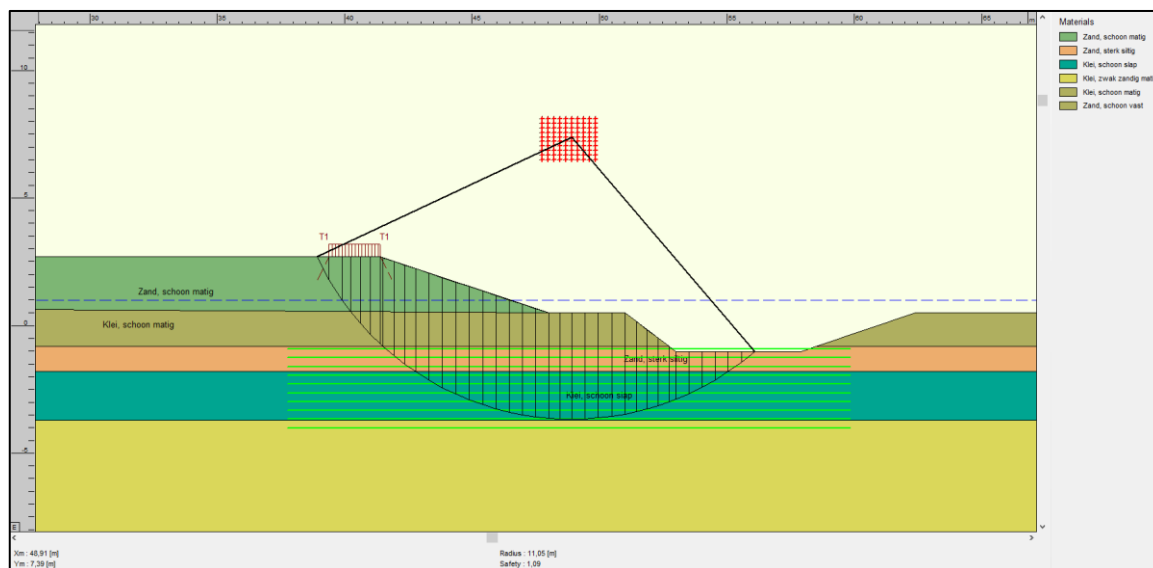
Afbeelding 4.8 Resultaten zettingsberekening en helling



4.4 Resultaten polderkade

De stabiliteit is geverifieerd met de genoemde uitgangspunten in paragraaf 3.5. Geconcludeerd kan worden dat bij een talud van 1:1,33 en een oeverbreedte van 2,0 m wordt voldaan aan de stabiliteit aangezien de stabiliteitsfactor groter is dan 1,0 ($1,09 > 1,0$). In afbeelding 4.9 is het resultaat van de stabiliteitsberekening weergegeven.

Abbeelding 4.9 Resultaten stabiliteitsberekening met methode Bishop



5 CONCLUSIE

5.1 Zettingspredicties

Op basis van de beschikbare gegevens is een zettingspredictie uitgevoerd waarbij is uitgegaan van twee sonderingen en is het plangebied opgedeeld in twee deelgebieden. Op basis van de beschikbare gegevens kan worden geconcludeerd dat bij een grotere drainafstand, de vereiste ophoging zal toenemen. Door deze ophoging zullen de zettingen tevens toenemen.

Indien de drains¹ boven de grondwaterstand blijven nadat de totale zetting is opgetreden, is geen zettingscompensatie benodigd aangezien de opbolling gelijk zal blijven. De drains dienen te worden aangebracht op 0,8 m boven de hoogste grondwaterstand (bij K=2 en een drainafstand van 20m). Indien de maatgevende grondwaterstand hoger blijkt te zijn uit de metingen zullen de drains hoger aangelegd moeten worden en zal de benodigde ophoging toenemen. Geconcludeerd kan worden dat de vereiste ophoging afhankelijk is van de grondwaterstand. In tabel 5.1 en afbeelding 5.1 zijn de resultaten weergegeven.

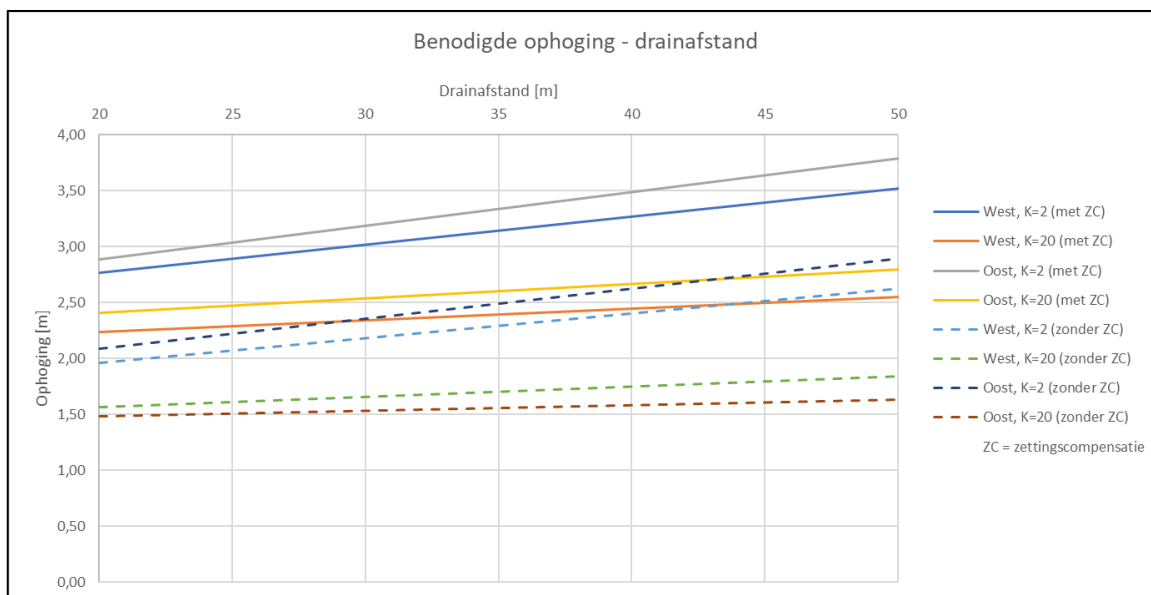
Tabel 5.1 Resultaten zettingspredicties

Locatie [-]	Doorlatendheid [m/dag]	Drain- afstand [m]	Opbolling [m]	Dekking [m]	Totale ophoging* [m]	Totale ophoging [m]
deelgebied 'oost'	2	20	0,51	1,45	1,96*	2,88
deelgebied 'oost'	2	50	1,18	1,45	2,63*	3,79
deelgebied 'oost'	20	20	0,12	1,45	1,57*	2,41
deelgebied 'oost'	20	50	0,36	1,45	1,84*	2,79
deelgebied 'west'	2	20	0,51	1,45	1,96*	2,95
deelgebied 'west'	2	50	1,18	1,45	2,63*	3,52
deelgebied 'west'	20	20	0,12	1,45	1,57*	2,24
deelgebied 'west'	20	50	0,39	1,45	1,84*	2,59

* De weergegeven waarden zijn exclusief zettingscompensatie.

¹ In dit plan zullen zandkoffers met een natuurlijke afwatering fungeren als drain.

Abbeelding 5.1 Benodigde ophoging in verhouding tot drainafstand



De zettingspredicties zijn uitgevoerd op basis van 2 sonderingen en meerdere boringen. Daarnaast is de bodemopbouw van de getijde laag (klei, zwak zandig matig) conservatief geïnterpreteerd en kan mogelijk worden geoptimaliseerd. Door extrapolatie van de resultaten is met deze hoeveelheid sonderingen de onzekerheid in de resultaten groot. Dit maakt een conservatieve interpretatie noodzakelijke en geeft aanleiding tot optimalisatie aan de hand van aanvullend geotechnisch onderzoek.

In de zettingspredicties is ervan uitgegaan dat zand als ophoogmateriaal wordt gebruikt en dat het zand wordt verdicht. Indien geen zand wordt toegepast voor de ophoging, zijn de resultaten niet representatief en kunnen daardoor afwijken. Daarnaast zijn gemeten grondwaterstanden toegepast (april 2019). De exacte grondwaterstanden kunnen afwijken aangezien de meetduur zeer beperkt is.

5.2 Invloed van de ophoging op de aanwezige leidingen

Met behulp van de zettingsberekeningen is de zetting bepaald ter hoogte van de bestaande leidingen. De resultaten geven weer dat de zetting ten gevolge van de ophogingen aanzienlijk is ten opzichte van de omgeving. Aanbevolen wordt dat de verschilzettingen te groot zijn en dat schades mogelijk zullen optreden ten gevolge van de verschilzetting. Daarom mag de ophoging niet worden aangebracht ter hoogte van de leidingen om schade te voorkomen.

Tabel 5.2 Invloed zettingen op bestaande leidingen bij K=2 op 1,4 m-mv

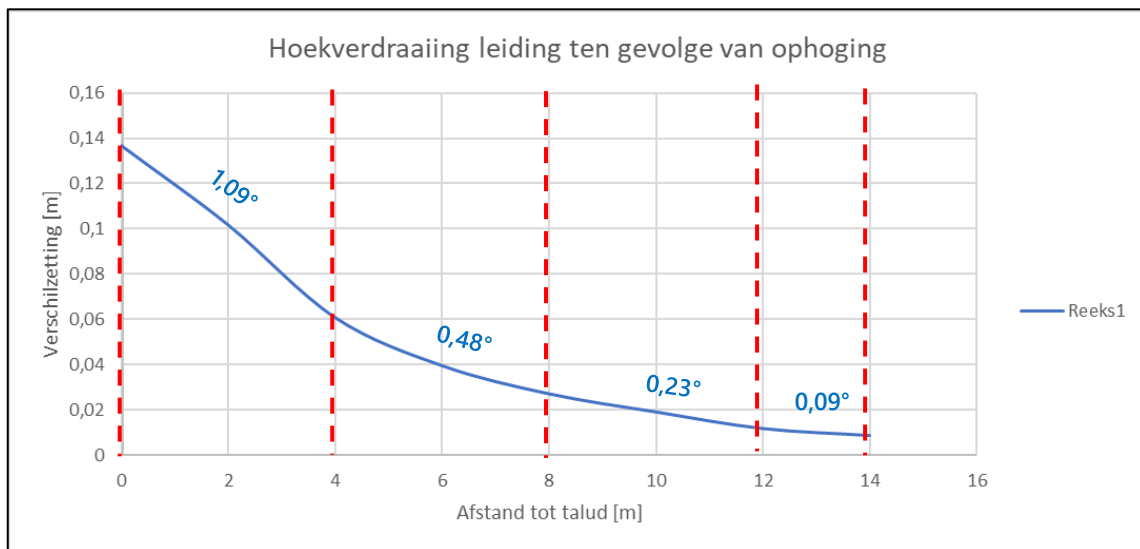
Locatie [-]	Autonome bodemdaling [m]	Drainafstand [m]	Zetting [m]	Zetting [m]	Vershilzetting [m]	Vershilzetting [m]
deelgebied 'oost'	19,7	20	0,62*	0,76	0,42*	0,56
deelgebied 'oost'	19,7	50	0,80*	0,95	0,60*	0,75
deelgebied 'west'	19,7	50	0,50*	0,60	0,30*	0,40
deelgebied 'west'	19,7	20	0,58*	0,68	0,38*	0,48

* De weergegeven waarden zijn exclusief zettingscompensatie.

Aangezien de ophoging niet op de locatie van de leiding kan worden gerealiseerd is een beschouwd wat een veilige afstand zal zijn van het talud ten opzichte van leiding. In de berekening is op elke meter vanaf de teen van het talud een rekenverticaal beschouwd. Geconcludeerd kan worden dat de zetting zal afnemen naar mate de afstand tot het talud toeneemt in verband met belastingspreiding in de ondergrond. Op basis van de zeer strenge eis van maximaal 0,1 graden, kan worden verondersteld dat de leiding buiten de invloedszone van de ophoging dient te liggen.

Uit de zettingspredicties kan worden geconcludeerd dat een minimale afstand tot het talud 12 m dient te zijn. De verschilzetting tussen de opeenvolgende punten (2 m) in lengterichting van de leiding zal dermate gering zijn dat wordt voldaan aan de maximale hoekverdraaiing.

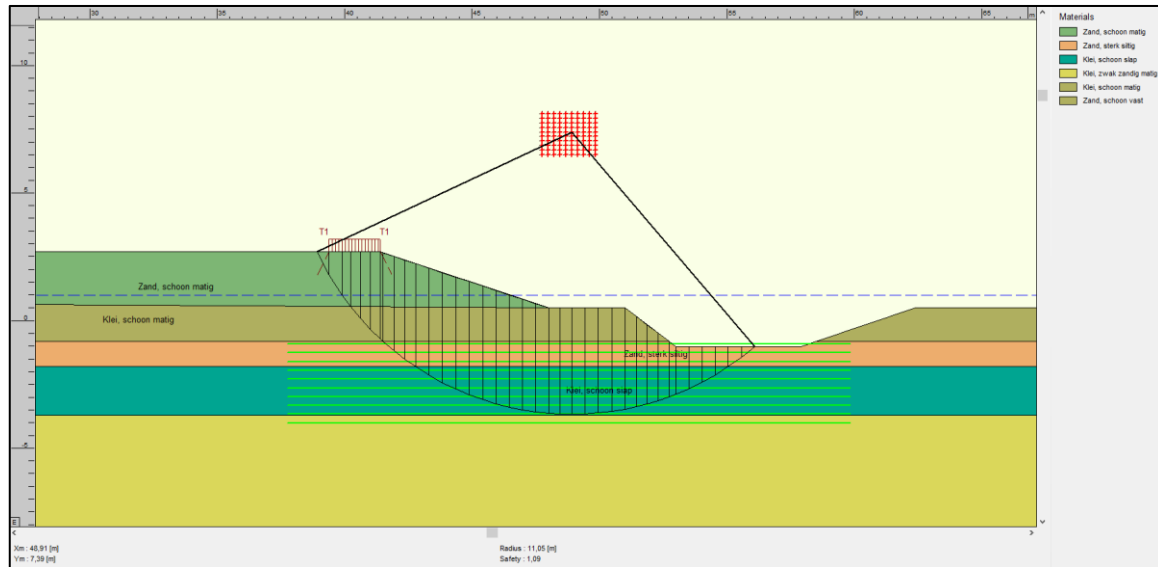
Afbeelding 5.2 Resultaten zettingsberekening en helling



5.3 Resultaten stabiliteitsberekeningen

In het ontwerp is uitgegaan dat de ophoging van circa 2,0 m ten opzichte van het maaiveld wordt aangebracht bij $K=2$ en een drainafstand van 20 m (zonder zettingscompensatie). De kruinhoogte wordt hierbij NAP +2,7 m. In het gehele gebied is de maatgevende snede beschouwd, waarbij is uitgegaan van een taludhelling van maximaal 1:1,33 in combinatie met een onderhoudszone van 4,0 m wordt voldaan aan de stabiliteitseisen aangezien de stabiliteitsfactor hoger is dan 1,0 [-], zie afbeelding 5.3. In de stabiliteitsberekeningen is uitgegaan dat de ophoging bestaat uit verdicht zand, indien ander materiaal wordt toegepast, kunnen de resultaten afwijken.

Afbeelding 5.3 Resultaat stabiliteitsberekening met methode Bishop (SF = 1,09)





BIJLAGE: ZETTINGSBEREKENINGEN

Report for D-Settlement 18.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Date of report: 7-5-2019
Time of report: 11:29:37
Report with version: 18.1.1.3

Date of calculation: 7-5-2019
Time of calculation: 11:29:20
Calculated with version: 18.1.1.3

File name: D:\.\Zettingen\Zonder belastintoename\Zettingsberekening - Oost

Project identification: Autonome bodemdaling 'Oost'

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PI-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	3
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Verticals	4
3 Results per Vertical	6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)	6
4 Settlements	7
4.1 Settlements	7
4.2 Residual Times	7

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
6 - X -	0,000	100,000			
6 - Y -	0,500	0,500			
5 - X -	0,000	100,000			
5 - Y -	-0,800	-0,800			
4 - X -	0,000	100,000			
4 - Y -	-1,800	-1,800			
3 - X -	0,000	100,000			
3 - Y -	-3,700	-3,700			
2 - X -	0,000	100,000			
2 - Y -	-18,200	-18,200			
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-19,600	-19,600			
0 - X -	0,000	100,000			
0 - Y -	-28,000	-28,000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-0,400	-0,400			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapeziform Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
6	Klei, schoon matig 1	1	1
5	Zand, sterk siltig	1	1
4	Klei, schoon slap	1	1
3	Klei, zwak zandig m...	1	1
2	Klei, schoon matig 2	1	1
1	Zand, schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
6	No	17,00	17,00
5	Yes	18,00	20,00
4	No	14,00	14,00
3	No	18,00	18,00
2	No	17,00	17,00
1	Yes	19,00	21,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
6	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
5	Vert. cons.	-	-	-	-
4	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
3	Vert. cons.	1,00E-06	-	-	-
2	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
6	10,00	-	-
5	0,00	-	-
4	10,00	-	-
3	-	1,20	-
2	-	1,20	-
1	0,00	-	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
6	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
5	0,0038000	0,0115000	0,0000000	-	-	-
4	0,1095000	0,3286000	0,0131000	-	-	-
3	0,0383000	0,1150000	0,0046000	-	-	-
2	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
1	0,0008000	0,0023000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	0	0,10	0,10

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0,00	0,00	1,00	1,00		
1 - Y -	0,50	0,60	0,60	0,50		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	50,000				

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,500	0,001	0,500	0,000	0,197
0,400	1,700	0,400	0,000	0,197
0,300	3,400	0,300	0,000	0,197
0,200	5,100	0,200	0,000	0,197
0,100	6,800	0,100	0,000	0,197
0,000	8,500	0,000	0,000	0,197
-0,100	10,200	-0,100	0,000	0,197
-0,150	11,050	-0,150	0,000	0,197
-0,200	11,900	-0,200	0,000	0,197
-0,300	12,796	-0,315	-0,953	0,197
-0,400	13,515	-0,415	-1,934	0,197
-0,500	14,233	-0,415	-1,935	0,197
-0,800	16,241	-0,400	-1,935	0,197
-0,800	16,241	-0,400	-1,935	0,197
-1,300	21,335	-0,400	-1,936	0,197
-1,800	26,429	-0,400	-1,937	0,197
-1,800	26,579	-0,415	-1,937	0,197
-2,750	30,090	-0,352	-1,788	0,182
-3,700	33,612	-0,291	-1,643	0,168
-3,700	33,612	-0,291	-1,643	0,168
-4,650	41,408	-0,285	-1,569	0,160
-5,650	49,615	-0,278	-1,485	0,151
-6,650	57,824	-0,271	-1,395	0,142
-7,650	66,035	-0,263	-1,302	0,133
-8,650	74,248	-0,256	-1,206	0,123
-9,650	82,466	-0,249	-1,108	0,113
-10,650	90,689	-0,242	-1,008	0,103
-10,950	93,157	-0,240	-0,978	0,100
-11,900	100,978	-0,234	-0,881	0,090
-12,900	109,220	-0,229	-0,778	0,079
-13,900	117,473	-0,225	-0,674	0,069
-14,900	125,738	-0,222	-0,568	0,058
-15,900	134,017	-0,220	-0,462	0,047
-16,900	142,312	-0,220	-0,354	0,036
-17,900	150,624	-0,221	-0,245	0,025
-18,200	153,121	-0,222	-0,212	0,022
-18,200	153,121	-0,222	-0,212	0,022
-18,900	158,993	-0,297	-0,109	0,011
-19,600	165,148	-0,400	0,000	0,000
-19,600	165,148	-0,400	0,000	0,000
-21,000	180,814	-0,400	0,000	0,000
-23,000	203,194	-0,400	0,000	0,000
-23,800	212,146	-0,400	0,000	0,000
-25,200	227,812	-0,400	0,000	0,000
-27,200	250,192	-0,400	0,000	0,000
-28,000	259,144	-0,400	0,000	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	50,00	0,00	0,50	0,197

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	100	-0,003	-1,581	0,200
	3650	0,125	63,634	0,072
	10000	0,197	100,000	0,000

End of Report

Report for D-Settlement 18.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Date of report: 7-5-2019
Time of report: 11:30:08
Report with version: 18.1.1.3

Date of calculation: 7-5-2019
Time of calculation: 11:29:55
Calculated with version: 18.1.1.3

File name: D:\.\Zettingen\Zonder belastintoename\Zettingsberekening - West

Project identification: Autonome bodemdaling 'West

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PI-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	4
2.6 Non-Uniform Loads	5
2.7 Verticals	5
3 Results per Vertical	6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)	6
4 Settlements	7
4.1 Settlements	7
4.2 Residual Times	7

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
9 - X -	0,000	100,000			
9 - Y -	0,700	0,700			
8 - X -	0,000	100,000			
8 - Y -	0,100	0,100			
7 - X -	0,000	100,000			
7 - Y -	-1,300	-1,300			
6 - X -	0,000	100,000			
6 - Y -	-3,000	-3,000			
5 - X -	0,000	100,000			
5 - Y -	-4,000	-4,000			
4 - X -	0,000	100,000			
4 - Y -	-5,500	-5,500			
3 - X -	0,000	100,000			
3 - Y -	-14,500	-14,500			
2 - X -	0,000	100,000			
2 - Y -	-18,600	-18,600			
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-21,500	-21,500			
0 - X -	0,000	100,000			
0 - Y -	-28,000	-28,000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-0,100	-0,100			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapeziform Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
9	Klei, zwak zandig slap	1	1
8	Zand, schoon los	1	1
7	Klei, schoon matig	1	1
6	Zand, schoon los	1	1
5	Klei, schoon matig	1	1

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
4	Klei, zwak zandig m...	1	1
3	Zand, schoon los	1	1
2	Klei, zwak zandig m...	1	1
1	Zand, schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
9	No	15,00	15,00
8	Yes	17,00	19,00
7	No	17,00	17,00
6	Yes	17,00	19,00
5	No	17,00	17,00
4	No	18,00	18,00
3	Yes	17,00	19,00
2	No	18,00	18,00
1	Yes	19,00	21,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
9	Vert. cons.	1,00E-06	-	-	-
8	Vert. cons.	-	-	-	-
7	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
6	Vert. cons.	-	-	-	-
5	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
4	Vert. cons.	1,00E-06	-	-	-
3	Vert. cons.	-	-	-	-
2	Vert. cons.	1,00E-06	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
9	0,00	-	-
8	1,00	-	-
7	10,00	-	-
6	1,00	-	-
5	10,00	-	-
4	-	1,20	-
3	1,00	-	-
2	-	1,20	-
1	0,00	-	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor [-]	Unloading stress ratio [-]
9	Full	-	-
8	Full	-	-
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
9	0,0767000	0,2300000	0,0092000	-	-	-
8	0,0038000	0,0115000	0,0000000	-	-	-
7	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
6	0,0038000	0,0115000	0,0000000	-	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
5	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
4	0,0383000	0,1150000	0,0046000	-	-	-
3	0,0038000	0,0115000	0,0000000	-	-	-
2	0,0383000	0,1150000	0,0046000	-	-	-
1	0,0008000	0,0023000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
1	0	0,10	0,10

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0,00	0,00	1,00	1,00		
1 - Y -	0,70	0,80	0,80	0,70		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	50,000				

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,700	0,001	0,700	0,000	0,198
0,600	1,500	0,600	0,000	0,195
0,500	3,000	0,500	0,000	0,191
0,400	4,500	0,400	0,000	0,187
0,300	6,000	0,300	0,000	0,184
0,200	7,500	0,200	0,000	0,180
0,100	9,000	0,100	0,000	0,176
0,100	9,000	0,100	0,000	0,176
0,000	10,104	0,000	-0,596	0,176
-0,100	11,022	-0,100	-1,378	0,176
-0,200	11,941	-0,100	-1,378	0,176
-0,300	12,860	-0,100	-1,378	0,176
-0,600	15,617	-0,100	-1,378	0,176
-1,300	22,049	-0,100	-1,379	0,177
-1,300	22,110	-0,106	-1,379	0,177
-2,150	28,248	-0,104	-1,330	0,170
-3,000	34,389	-0,100	-1,262	0,162
-3,000	34,389	-0,100	-1,262	0,162
-3,500	38,984	-0,100	-1,262	0,162
-4,000	43,579	-0,100	-1,262	0,162
-4,000	43,633	-0,106	-1,262	0,162
-4,750	48,929	-0,087	-1,180	0,151
-5,500	54,285	-0,075	-1,093	0,140
-5,500	54,285	-0,075	-1,093	0,140
-6,400	61,727	-0,074	-1,017	0,130
-7,400	70,002	-0,074	-0,930	0,119
-8,400	78,286	-0,075	-0,842	0,108
-9,400	86,580	-0,076	-0,752	0,096
-10,000	91,561	-0,077	-0,698	0,089
-10,900	99,040	-0,080	-0,615	0,079
-11,900	107,363	-0,084	-0,523	0,067
-12,900	115,699	-0,089	-0,430	0,055
-13,900	124,050	-0,096	-0,335	0,043
-14,500	129,058	-0,100	-0,278	0,036
-14,500	129,058	-0,100	-0,278	0,036
-15,150	135,031	-0,100	-0,278	0,036
-16,150	144,221	-0,100	-0,278	0,036
-16,550	147,897	-0,100	-0,278	0,036
-17,200	153,871	-0,100	-0,278	0,036
-18,200	163,061	-0,100	-0,278	0,036
-18,600	166,737	-0,100	-0,278	0,036
-18,600	166,747	-0,101	-0,278	0,036
-20,050	178,742	-0,099	-0,139	0,018
-21,500	190,766	-0,100	0,000	0,000
-21,500	190,766	-0,100	0,000	0,000
-23,150	209,230	-0,100	0,000	0,000
-24,750	227,134	-0,100	0,000	0,000
-26,400	245,597	-0,100	0,000	0,000
-28,000	263,501	-0,100	0,000	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	50,00	0,00	0,70	0,198

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	100	0,031	15,647	0,167
	3650	0,161	80,987	0,038
	10000	0,198	100,000	0,000

End of Report

Report for D-Settlement 18.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company: <Not Registered>
<Not Registered>

Date of report: 27-5-2019
Time of report: 14:09:25
Report with version: 18.1.1.3

Date of calculation: 17-5-2019
Time of calculation: 14:52:04
Calculated with version: 18.1.1.3

File name: D:\.\Zettingsberekening - Oost - Drainafstand 20m - zetting in leiding

Project identification: zetting in de sloot
Deel 'Oost' - K=2 - drainafstand 20m

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PI-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	3
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Verticals	5
3 Results per Vertical	6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 51,53 m; Z = 0,00 m)	6
3.2 Results for Vertical 2 (X = 53,53 m; Z = 0,00 m)	6
3.3 Results for Vertical 3 (X = 55,53 m; Z = 0,00 m)	7
3.4 Results for Vertical 4 (X = 57,53 m; Z = 0,00 m)	8
3.5 Results for Vertical 5 (X = 59,53 m; Z = 0,00 m)	9
3.6 Results for Vertical 6 (X = 61,53 m; Z = 0,00 m)	10
3.7 Results for Vertical 7 (X = 63,53 m; Z = 0,00 m)	11
3.8 Results for Vertical 8 (X = 65,53 m; Z = 0,00 m)	11
3.9 Results for Vertical 9 (X = 67,53 m; Z = 0,00 m)	12
3.10 Results for Vertical 10 (X = 69,53 m; Z = 0,00 m)	13
3.11 Results for Vertical 11 (X = 71,53 m; Z = 0,00 m)	14
3.12 Results for Vertical 12 (X = 73,53 m; Z = 0,00 m)	15
3.13 Results for Vertical 13 (X = 75,53 m; Z = 0,00 m)	16
3.14 Results for Vertical 14 (X = 77,53 m; Z = 0,00 m)	17
3.15 Results for Vertical 15 (X = 79,53 m; Z = 0,00 m)	17
4 Settlements	19
4.1 Settlements	19
4.2 Residual Times	19

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
6 - X -	0,000	100,000			
6 - Y -	0,500	0,500			
5 - X -	0,000	100,000			
5 - Y -	-0,800	-0,800			
4 - X -	0,000	100,000			
4 - Y -	-1,800	-1,800			
3 - X -	0,000	100,000			
3 - Y -	-3,700	-3,700			
2 - X -	0,000	100,000			
2 - Y -	-18,200	-18,200			
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-19,600	-19,600			
0 - X -	0,000	100,000			
0 - Y -	-28,000	-28,000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-0,400	-0,400			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapeziform Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
6	Klei, schoon matig 1	1	1
5	Zand, sterk siltig	1	1
4	Klei, schoon slap	1	1
3	Klei, zwak zandig m...	1	1
2	Klei, schoon matig 2	1	1
1	Zand, schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
6	No	17,00	17,00
5	Yes	18,00	20,00
4	No	14,00	14,00
3	No	18,00	18,00
2	No	17,00	17,00
1	Yes	19,00	21,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
6	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
5	Vert. cons.	-	-	-	-
4	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
3	Vert. cons.	1,00E-06	-	-	-
2	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
6	10,00	-	-
5	0,00	-	-
4	10,00	-	-
3	-	1,20	-
2	-	1,20	-
1	0,00	-	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
6	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
5	0,0038000	0,0115000	0,0000000	-	-	-
4	0,1095000	0,3286000	0,0131000	-	-	-
3	0,0383000	0,1150000	0,0046000	-	-	-
2	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
1	0,0008000	0,0023000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	1	18,00	20,00
2	2	18,00	20,00
3	3	18,00	20,00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0,00	0,00	50,00	51,53		
1 - Y -	0,50	1,01	1,01	0,50		
2 - X -	0,00	0,00	45,65	51,53		
2 - Y -	1,01	2,46	2,46	0,50		
3 - X -	0,00	0,00	42,89	45,65		
3 - Y -	2,46	3,38	3,38	2,46		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	51,530	53,530	55,530	57,530	59,530
6 - 10	61,530	63,530	65,530	67,530	69,530
11 - 15	71,530	73,530	75,530	77,530	79,530

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 51,53 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,500	0,820	0,500	0,819	0,340
0,400	2,530	0,400	0,830	0,338
0,300	4,258	0,300	0,858	0,338
0,200	6,019	0,200	0,919	0,337
0,100	7,820	0,100	1,020	0,337
0,000	9,654	0,000	1,154	0,337
-0,100	11,344	-0,119	0,956	0,336
-0,150	11,789	-0,169	0,551	0,336
-0,200	12,236	-0,219	0,148	0,336
-0,300	13,133	-0,319	-0,655	0,336
-0,400	14,031	-0,419	-1,458	0,335
-0,500	14,929	-0,419	-1,279	0,335
-0,800	17,435	-0,400	-0,741	0,334
-0,800	17,435	-0,400	-0,741	0,334
-1,300	23,386	-0,400	0,115	0,334
-1,800	29,315	-0,400	0,949	0,334
-1,800	29,504	-0,419	0,949	0,334
-2,750	34,417	-0,329	2,766	0,303
-3,700	39,267	-0,240	4,507	0,270
-3,700	39,267	-0,240	4,507	0,270
-4,650	48,412	-0,232	5,955	0,255
-5,650	57,915	-0,222	7,363	0,239
-6,650	67,294	-0,212	8,653	0,223
-7,650	76,560	-0,202	9,829	0,206
-8,650	85,722	-0,191	10,900	0,189
-9,650	94,793	-0,182	11,878	0,173
-10,650	103,786	-0,173	12,771	0,156
-10,950	106,471	-0,170	13,023	0,151
-11,900	114,936	-0,162	13,782	0,135
-12,900	123,795	-0,156	14,517	0,119
-13,900	132,609	-0,150	15,195	0,102
-14,900	141,389	-0,146	15,821	0,086
-15,900	150,140	-0,145	16,401	0,069
-16,900	158,871	-0,145	16,940	0,053
-17,900	167,586	-0,147	17,442	0,037
-18,200	170,198	-0,148	17,586	0,032
-18,200	170,198	-0,148	17,586	0,032
-18,900	176,651	-0,256	17,949	0,017
-19,600	183,452	-0,400	18,304	0,001
-19,600	183,452	-0,400	18,304	0,001
-21,000	199,476	-0,400	18,662	0,001
-23,000	222,284	-0,400	19,090	0,000
-23,800	231,383	-0,400	19,237	0,000
-25,200	247,276	-0,400	19,464	0,000
-27,200	269,920	-0,400	19,728	0,000
-28,000	278,960	-0,400	19,816	0,000

3.2 Results for Vertical 2 (X = 53,53 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,500	0,008	0,500	0,007	0,274
0,400	1,709	0,400	0,009	0,274

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,300	3,411	0,300	0,011	0,274
0,200	5,115	0,200	0,015	0,274
0,100	6,819	0,100	0,019	0,274
0,000	8,525	0,000	0,025	0,274
-0,100	10,234	-0,100	0,034	0,274
-0,150	11,024	-0,167	-0,197	0,274
-0,200	11,389	-0,217	-0,682	0,274
-0,300	12,121	-0,317	-1,650	0,274
-0,400	12,856	-0,417	-2,615	0,274
-0,500	13,594	-0,417	-2,596	0,275
-0,800	15,666	-0,400	-2,510	0,275
-0,800	15,666	-0,400	-2,510	0,275
-1,300	21,005	-0,400	-2,266	0,275
-1,800	26,455	-0,400	-1,911	0,275
-1,800	26,627	-0,418	-1,911	0,275
-2,750	30,942	-0,343	-0,847	0,258
-3,700	35,448	-0,269	0,403	0,239
-3,700	35,448	-0,269	0,403	0,239
-4,650	44,373	-0,262	1,620	0,228
-5,650	53,772	-0,254	2,911	0,216
-6,650	63,135	-0,245	4,171	0,203
-7,650	72,442	-0,236	5,378	0,189
-8,650	81,685	-0,226	6,520	0,175
-9,650	90,862	-0,218	7,593	0,160
-10,650	99,974	-0,209	8,598	0,146
-10,950	102,696	-0,207	8,887	0,141
-11,900	111,283	-0,200	9,762	0,127
-12,900	120,271	-0,193	10,623	0,112
-13,900	129,213	-0,188	11,427	0,096
-14,900	138,117	-0,184	12,177	0,081
-15,900	146,988	-0,182	12,879	0,066
-16,900	155,831	-0,182	13,535	0,050
-17,900	164,654	-0,184	14,151	0,035
-18,200	167,297	-0,185	14,328	0,030
-18,200	167,297	-0,185	14,328	0,030
-18,900	173,659	-0,276	14,765	0,016
-19,600	180,338	-0,400	15,190	0,001
-19,600	180,338	-0,400	15,190	0,001
-21,000	196,512	-0,400	15,698	0,001
-23,000	219,517	-0,400	16,323	0,000
-23,800	228,690	-0,400	16,544	0,000
-25,200	244,707	-0,400	16,895	0,000
-27,200	267,514	-0,400	17,322	0,000
-28,000	276,615	-0,400	17,471	0,000

3.3 Results for Vertical 3 (X = 55,53 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,500	0,004	0,500	0,003	0,245
0,400	1,704	0,400	0,004	0,245
0,300	3,405	0,300	0,005	0,245
0,200	5,106	0,200	0,006	0,245
0,100	6,807	0,100	0,007	0,245
0,000	8,509	0,000	0,009	0,245
-0,100	10,211	-0,100	0,011	0,245
-0,150	11,063	-0,150	0,013	0,245
-0,200	11,632	-0,217	-0,430	0,245
-0,300	12,354	-0,317	-1,408	0,245
-0,400	13,076	-0,417	-2,387	0,246
-0,500	13,798	-0,417	-2,384	0,246

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-0,800	15,810	-0,400	-2,366	0,246
-0,800	15,810	-0,400	-2,366	0,246
-1,300	20,966	-0,400	-2,305	0,246
-1,800	26,165	-0,400	-2,201	0,246
-1,800	26,329	-0,417	-2,201	0,246
-2,750	30,110	-0,347	-1,720	0,232
-3,700	34,087	-0,279	-1,052	0,216
-3,700	34,088	-0,279	-1,052	0,216
-4,650	42,544	-0,272	-0,311	0,208
-5,650	51,555	-0,264	0,587	0,198
-6,650	60,631	-0,256	1,553	0,187
-7,650	69,735	-0,248	2,551	0,175
-8,650	78,843	-0,239	3,552	0,162
-9,650	87,937	-0,231	4,538	0,149
-10,650	97,008	-0,223	5,496	0,136
-10,950	99,724	-0,221	5,777	0,132
-11,900	108,306	-0,214	6,644	0,119
-12,900	117,310	-0,208	7,518	0,105
-13,900	126,284	-0,203	8,351	0,091
-14,900	135,230	-0,199	9,143	0,077
-15,900	144,150	-0,197	9,894	0,062
-16,900	153,049	-0,197	10,606	0,048
-17,900	161,929	-0,198	11,281	0,033
-18,200	164,590	-0,199	11,477	0,029
-18,200	164,590	-0,199	11,477	0,029
-18,900	170,929	-0,284	11,956	0,015
-19,600	177,572	-0,400	12,424	0,001
-19,600	177,572	-0,400	12,424	0,001
-21,000	193,845	-0,400	13,031	0,000
-23,000	216,990	-0,400	13,796	0,000
-23,800	226,217	-0,400	14,071	0,000
-25,200	242,327	-0,400	14,515	0,000
-27,200	265,263	-0,400	15,071	0,000
-28,000	274,414	-0,400	15,270	0,000

3.4 Results for Vertical 4 (X = 57,53 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,500	0,003	0,500	0,002	0,230
0,400	1,702	0,400	0,002	0,230
0,300	3,402	0,300	0,002	0,230
0,200	5,103	0,200	0,003	0,230
0,100	6,804	0,100	0,004	0,230
0,000	8,504	0,000	0,004	0,229
-0,100	10,205	-0,100	0,005	0,229
-0,150	11,056	-0,150	0,006	0,229
-0,200	11,776	-0,216	-0,282	0,229
-0,300	12,496	-0,316	-1,262	0,229
-0,400	13,216	-0,416	-2,243	0,230
-0,500	13,935	-0,416	-2,243	0,230
-0,800	15,939	-0,400	-2,237	0,230
-0,800	15,939	-0,400	-2,237	0,230
-1,300	21,057	-0,400	-2,214	0,230
-1,800	26,193	-0,400	-2,173	0,230
-1,800	26,352	-0,416	-2,173	0,230
-2,750	29,957	-0,349	-1,890	0,216
-3,700	33,680	-0,283	-1,502	0,202
-3,700	33,680	-0,283	-1,502	0,202
-4,650	41,829	-0,277	-1,069	0,194
-5,650	50,519	-0,269	-0,496	0,185

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-6,650	59,301	-0,261	0,173	0,175
-7,650	68,152	-0,253	0,913	0,164
-8,650	77,049	-0,245	1,701	0,152
-9,650	85,975	-0,237	2,515	0,140
-10,650	94,916	-0,230	3,339	0,128
-10,950	97,599	-0,228	3,587	0,124
-11,900	106,096	-0,221	4,366	0,112
-12,900	115,036	-0,215	5,174	0,099
-13,900	123,968	-0,210	5,963	0,086
-14,900	132,890	-0,207	6,730	0,073
-15,900	141,801	-0,205	7,471	0,059
-16,900	150,701	-0,204	8,184	0,046
-17,900	159,591	-0,206	8,871	0,032
-18,200	162,257	-0,207	9,071	0,027
-18,200	162,257	-0,207	9,071	0,027
-18,900	168,577	-0,288	9,563	0,014
-19,600	175,194	-0,400	10,046	0,000
-19,600	175,194	-0,400	10,046	0,000
-21,000	191,515	-0,400	10,701	0,000
-23,000	214,741	-0,400	11,547	0,000
-23,800	224,002	-0,400	11,856	0,000
-25,200	240,174	-0,400	12,362	0,000
-27,200	263,200	-0,400	13,008	0,000
-28,000	272,387	-0,400	13,243	0,000

3.5 Results for Vertical 5 (X = 59,53 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,500	0,002	0,500	0,001	0,220
0,400	1,701	0,400	0,001	0,220
0,300	3,401	0,300	0,001	0,220
0,200	5,102	0,200	0,002	0,220
0,100	6,802	0,100	0,002	0,220
0,000	8,502	0,000	0,002	0,220
-0,100	10,203	-0,100	0,003	0,220
-0,150	11,053	-0,150	0,003	0,220
-0,200	11,866	-0,216	-0,190	0,220
-0,300	12,586	-0,316	-1,170	0,220
-0,400	13,304	-0,416	-2,151	0,220
-0,500	14,023	-0,416	-2,152	0,220
-0,800	16,027	-0,400	-2,149	0,220
-0,800	16,027	-0,400	-2,149	0,220
-1,300	21,132	-0,400	-2,139	0,220
-1,800	26,246	-0,400	-2,120	0,220
-1,800	26,403	-0,416	-2,120	0,220
-2,750	29,949	-0,350	-1,908	0,206
-3,700	33,564	-0,286	-1,640	0,192
-3,700	33,564	-0,286	-1,640	0,192
-4,650	41,555	-0,279	-1,368	0,184
-5,650	50,049	-0,272	-0,993	0,175
-6,650	58,623	-0,264	-0,534	0,166
-7,650	67,268	-0,256	-0,001	0,156
-8,650	75,973	-0,249	0,592	0,145
-9,650	84,726	-0,241	1,230	0,134
-10,650	93,515	-0,233	1,901	0,122
-10,950	96,157	-0,231	2,107	0,119
-11,900	104,538	-0,225	2,768	0,107
-12,900	113,376	-0,219	3,472	0,095
-13,900	122,225	-0,215	4,178	0,082
-14,900	131,082	-0,211	4,878	0,070

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-15,900	139,942	-0,209	5,568	0,057
-16,900	148,805	-0,209	6,245	0,044
-17,900	157,670	-0,210	6,906	0,030
-18,200	160,330	-0,211	7,100	0,026
-18,200	160,330	-0,211	7,100	0,026
-18,900	166,620	-0,290	7,581	0,014
-19,600	173,205	-0,400	8,057	0,000
-19,600	173,205	-0,400	8,057	0,000
-21,000	189,532	-0,400	8,718	0,000
-23,000	212,784	-0,400	9,590	0,000
-23,800	222,061	-0,400	9,915	0,000
-25,200	238,265	-0,400	10,453	0,000
-27,200	261,344	-0,400	11,152	0,000
-28,000	270,555	-0,400	11,411	0,000

3.6 Results for Vertical 6 (X = 61,53 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,500	0,002	0,500	0,001	0,213
0,400	1,701	0,400	0,001	0,213
0,300	3,401	0,300	0,001	0,213
0,200	5,101	0,200	0,001	0,213
0,100	6,801	0,100	0,001	0,213
0,000	8,501	0,000	0,001	0,213
-0,100	10,202	-0,100	0,002	0,213
-0,150	11,052	-0,150	0,002	0,213
-0,200	11,902	-0,213	-0,128	0,213
-0,300	12,645	-0,316	-1,109	0,213
-0,400	13,364	-0,416	-2,090	0,213
-0,500	14,082	-0,416	-2,091	0,214
-0,800	16,086	-0,400	-2,090	0,214
-0,800	16,086	-0,400	-2,090	0,214
-1,300	21,186	-0,400	-2,085	0,214
-1,800	26,292	-0,400	-2,074	0,214
-1,800	26,446	-0,416	-2,074	0,214
-2,750	29,970	-0,351	-1,893	0,199
-3,700	33,538	-0,287	-1,681	0,185
-3,700	33,538	-0,287	-1,681	0,185
-4,650	41,447	-0,281	-1,491	0,178
-5,650	49,830	-0,274	-1,228	0,169
-6,650	58,273	-0,266	-0,901	0,160
-7,650	66,776	-0,258	-0,512	0,150
-8,650	75,335	-0,251	-0,067	0,139
-9,650	83,945	-0,243	0,427	0,128
-10,650	92,598	-0,236	0,961	0,117
-10,950	95,202	-0,234	1,128	0,114
-11,900	103,467	-0,228	1,672	0,103
-12,900	112,196	-0,222	2,266	0,091
-13,900	120,950	-0,218	2,874	0,079
-14,900	129,723	-0,214	3,491	0,067
-15,900	138,513	-0,212	4,110	0,055
-16,900	147,317	-0,212	4,728	0,042
-17,900	156,134	-0,213	5,340	0,029
-18,200	158,781	-0,214	5,523	0,025
-18,200	158,781	-0,214	5,523	0,025
-18,900	165,032	-0,292	5,976	0,013
-19,600	171,577	-0,400	6,429	0,000
-19,600	171,577	-0,400	6,429	0,000
-21,000	187,878	-0,400	7,064	0,000
-23,000	211,115	-0,400	7,921	0,000

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-23,800	220,392	-0,400	8,246	0,000
-25,200	236,602	-0,400	8,790	0,000
-27,200	259,702	-0,400	9,510	0,000
-28,000	268,924	-0,400	9,780	0,000

3.7 Results for Vertical 7 (X = 63,53 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,500	0,001	0,500	0,000	0,209
0,400	1,700	0,400	0,000	0,209
0,300	3,400	0,300	0,001	0,209
0,200	5,101	0,200	0,001	0,209
0,100	6,801	0,100	0,001	0,209
0,000	8,501	0,000	0,001	0,209
-0,100	10,201	-0,100	0,001	0,209
-0,150	11,051	-0,150	0,001	0,209
-0,200	11,901	-0,209	-0,086	0,209
-0,300	12,686	-0,316	-1,067	0,209
-0,400	13,404	-0,416	-2,049	0,209
-0,500	14,122	-0,416	-2,050	0,209
-0,800	16,127	-0,400	-2,049	0,209
-0,800	16,127	-0,400	-2,049	0,209
-1,300	21,225	-0,400	-2,046	0,209
-1,800	26,326	-0,400	-2,040	0,209
-1,800	26,479	-0,416	-2,040	0,209
-2,750	29,994	-0,351	-1,873	0,195
-3,700	33,540	-0,288	-1,689	0,180
-3,700	33,540	-0,288	-1,689	0,180
-4,650	41,405	-0,282	-1,543	0,173
-5,650	49,724	-0,275	-1,345	0,164
-6,650	58,087	-0,267	-1,100	0,155
-7,650	66,496	-0,260	-0,805	0,145
-8,650	74,953	-0,252	-0,464	0,135
-9,650	83,455	-0,245	-0,078	0,125
-10,650	92,000	-0,238	0,347	0,114
-10,950	94,572	-0,236	0,481	0,111
-11,900	102,738	-0,230	0,925	0,100
-12,900	111,368	-0,224	1,419	0,089
-13,900	120,029	-0,220	1,935	0,077
-14,900	128,719	-0,216	2,467	0,065
-15,900	137,433	-0,214	3,010	0,053
-16,900	146,170	-0,214	3,560	0,041
-17,900	154,927	-0,215	4,114	0,028
-18,200	157,558	-0,216	4,280	0,025
-18,200	157,558	-0,216	4,280	0,025
-18,900	163,765	-0,293	4,698	0,013
-19,600	170,267	-0,400	5,119	0,000
-19,600	170,267	-0,400	5,119	0,000
-21,000	186,522	-0,400	5,708	0,000
-23,000	209,714	-0,400	6,520	0,000
-23,800	218,979	-0,400	6,833	0,000
-25,200	235,175	-0,400	7,363	0,000
-27,200	258,269	-0,400	8,077	0,000
-28,000	267,492	-0,400	8,348	0,000

3.8 Results for Vertical 8 (X = 65,53 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,500	0,001	0,500	0,000	0,206
0,400	1,700	0,400	0,000	0,206
0,300	3,400	0,300	0,000	0,206
0,200	5,100	0,200	0,000	0,206
0,100	6,800	0,100	0,001	0,206
0,000	8,500	0,000	0,001	0,206
-0,100	10,201	-0,100	0,001	0,206
-0,150	11,051	-0,150	0,001	0,206
-0,200	11,901	-0,206	-0,057	0,206
-0,300	12,714	-0,315	-1,038	0,206
-0,400	13,432	-0,415	-2,019	0,206
-0,500	14,150	-0,415	-2,020	0,206
-0,800	16,156	-0,400	-2,020	0,206
-0,800	16,156	-0,400	-2,020	0,206
-1,300	21,252	-0,400	-2,019	0,206
-1,800	26,351	-0,400	-2,015	0,206
-1,800	26,503	-0,416	-2,015	0,206
-2,750	30,014	-0,351	-1,855	0,192
-3,700	33,550	-0,289	-1,686	0,177
-3,700	33,550	-0,289	-1,686	0,177
-4,650	41,390	-0,283	-1,565	0,170
-5,650	49,671	-0,276	-1,406	0,161
-6,650	57,984	-0,268	-1,211	0,152
-7,650	66,332	-0,261	-0,978	0,142
-8,650	74,718	-0,253	-0,708	0,132
-9,650	83,143	-0,246	-0,400	0,122
-10,650	91,607	-0,239	-0,057	0,111
-10,950	94,154	-0,237	0,052	0,108
-11,900	102,240	-0,231	0,416	0,098
-12,900	110,788	-0,225	0,827	0,086
-13,900	119,369	-0,221	1,261	0,075
-14,900	127,981	-0,218	1,716	0,064
-15,900	136,624	-0,216	2,187	0,052
-16,900	145,294	-0,215	2,671	0,040
-17,900	153,990	-0,217	3,163	0,028
-18,200	156,604	-0,217	3,313	0,024
-18,200	156,604	-0,217	3,313	0,024
-18,900	162,767	-0,294	3,691	0,012
-19,600	169,225	-0,400	4,077	0,000
-19,600	169,225	-0,400	4,077	0,000
-21,000	185,423	-0,400	4,609	0,000
-23,000	208,551	-0,400	5,357	0,000
-23,800	217,797	-0,400	5,651	0,000
-25,200	233,965	-0,400	6,153	0,000
-27,200	257,033	-0,400	6,841	0,000
-28,000	266,249	-0,400	7,105	0,000

3.9 Results for Vertical 9 (X = 67,53 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,500	0,001	0,500	0,000	0,204
0,400	1,700	0,400	0,000	0,204
0,300	3,400	0,300	0,000	0,204
0,200	5,100	0,200	0,000	0,204
0,100	6,800	0,100	0,000	0,204
0,000	8,500	0,000	0,000	0,204
-0,100	10,200	-0,100	0,001	0,204
-0,150	11,050	-0,150	0,001	0,204
-0,200	11,900	-0,204	-0,036	0,204

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-0,300	12,734	-0,315	-1,017	0,204
-0,400	13,453	-0,415	-1,999	0,204
-0,500	14,171	-0,415	-2,000	0,204
-0,800	16,176	-0,400	-2,000	0,204
-0,800	16,177	-0,400	-2,000	0,204
-1,300	21,272	-0,400	-1,999	0,204
-1,800	26,369	-0,400	-1,997	0,204
-1,800	26,521	-0,415	-1,997	0,204
-2,750	30,031	-0,352	-1,841	0,189
-3,700	33,560	-0,289	-1,680	0,175
-3,700	33,560	-0,289	-1,680	0,175
-4,650	41,386	-0,283	-1,575	0,167
-5,650	49,643	-0,276	-1,439	0,159
-6,650	57,924	-0,269	-1,276	0,150
-7,650	66,232	-0,261	-1,084	0,140
-8,650	74,571	-0,254	-0,862	0,130
-9,650	82,941	-0,246	-0,610	0,120
-10,650	91,345	-0,239	-0,328	0,109
-10,950	93,873	-0,237	-0,238	0,106
-11,900	101,898	-0,232	0,065	0,096
-12,900	110,379	-0,226	0,409	0,085
-13,900	118,893	-0,222	0,777	0,074
-14,900	127,441	-0,219	1,165	0,062
-15,900	136,019	-0,217	1,573	0,051
-16,900	144,629	-0,216	1,995	0,039
-17,900	153,267	-0,218	2,430	0,027
-18,200	155,865	-0,219	2,563	0,024
-18,200	155,865	-0,219	2,563	0,024
-18,900	161,986	-0,295	2,904	0,012
-19,600	168,402	-0,400	3,254	0,000
-19,600	168,402	-0,400	3,254	0,000
-21,000	184,539	-0,400	3,725	0,000
-23,000	207,595	-0,400	4,401	0,000
-23,800	216,816	-0,400	4,670	0,000
-25,200	232,948	-0,400	5,136	0,000
-27,200	255,976	-0,400	5,784	0,000
-28,000	265,181	-0,400	6,037	0,000

3.10 Results for Vertical 10 (X = 69,53 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,500	0,001	0,500	0,000	0,202
0,400	1,700	0,400	0,000	0,202
0,300	3,400	0,300	0,000	0,202
0,200	5,100	0,200	0,000	0,202
0,100	6,800	0,100	0,000	0,202
0,000	8,500	0,000	0,000	0,202
-0,100	10,200	-0,100	0,000	0,202
-0,150	11,050	-0,150	0,000	0,202
-0,200	11,900	-0,202	-0,021	0,202
-0,300	12,749	-0,315	-1,002	0,202
-0,400	13,467	-0,415	-1,983	0,202
-0,500	14,185	-0,415	-1,985	0,202
-0,800	16,191	-0,400	-1,985	0,202
-0,800	16,192	-0,400	-1,985	0,202
-1,300	21,287	-0,400	-1,984	0,202
-1,800	26,383	-0,400	-1,983	0,203
-1,800	26,534	-0,415	-1,983	0,203
-2,750	30,043	-0,352	-1,829	0,188
-3,700	33,570	-0,290	-1,674	0,173

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-3,700	33,570	-0,290	-1,674	0,173
-4,650	41,386	-0,283	-1,578	0,166
-5,650	49,629	-0,277	-1,458	0,157
-6,650	57,889	-0,269	-1,316	0,148
-7,650	66,170	-0,262	-1,151	0,138
-8,650	74,475	-0,254	-0,963	0,128
-9,650	82,806	-0,247	-0,750	0,118
-10,650	91,167	-0,240	-0,512	0,108
-10,950	93,680	-0,238	-0,436	0,105
-11,900	101,659	-0,232	-0,180	0,095
-12,900	110,088	-0,227	0,112	0,084
-13,900	118,550	-0,222	0,426	0,073
-14,900	127,043	-0,219	0,760	0,061
-15,900	135,567	-0,217	1,113	0,050
-16,900	144,123	-0,217	1,483	0,038
-17,900	152,711	-0,218	1,866	0,027
-18,200	155,293	-0,219	1,984	0,023
-18,200	155,293	-0,219	1,984	0,023
-18,900	161,377	-0,295	2,290	0,012
-19,600	167,755	-0,400	2,607	0,000
-19,600	167,755	-0,400	2,607	0,000
-21,000	183,832	-0,400	3,018	0,000
-23,000	206,814	-0,400	3,620	0,000
-23,800	216,009	-0,400	3,863	0,000
-25,200	232,099	-0,400	4,287	0,000
-27,200	255,080	-0,400	4,888	0,000
-28,000	264,269	-0,400	5,125	0,000

3.11 Results for Vertical 11 (X = 71,53 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,500	0,001	0,500	0,000	0,201
0,400	1,700	0,400	0,000	0,201
0,300	3,400	0,300	0,000	0,201
0,200	5,100	0,200	0,000	0,201
0,100	6,800	0,100	0,000	0,201
0,000	8,500	0,000	0,000	0,201
-0,100	10,200	-0,100	0,000	0,201
-0,150	11,050	-0,150	0,000	0,201
-0,200	11,900	-0,201	-0,010	0,201
-0,300	12,760	-0,315	-0,991	0,201
-0,400	13,478	-0,415	-1,972	0,201
-0,500	14,196	-0,415	-1,974	0,201
-0,800	16,202	-0,400	-1,974	0,201
-0,800	16,203	-0,400	-1,974	0,201
-1,300	21,298	-0,400	-1,973	0,201
-1,800	26,393	-0,400	-1,973	0,201
-1,800	26,544	-0,415	-1,973	0,201
-2,750	30,053	-0,352	-1,821	0,186
-3,700	33,578	-0,290	-1,668	0,172
-3,700	33,578	-0,290	-1,668	0,172
-4,650	41,389	-0,284	-1,579	0,164
-5,650	49,621	-0,277	-1,468	0,156
-6,650	57,868	-0,270	-1,340	0,147
-7,650	66,130	-0,262	-1,195	0,137
-8,650	74,412	-0,255	-1,030	0,127
-9,650	82,715	-0,247	-0,845	0,117
-10,650	91,043	-0,240	-0,639	0,107
-10,950	93,547	-0,239	-0,574	0,104
-11,900	101,490	-0,233	-0,354	0,094

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-12,900	109,880	-0,227	-0,102	0,083
-13,900	118,299	-0,223	0,170	0,072
-14,900	126,748	-0,220	0,460	0,061
-15,900	135,228	-0,218	0,768	0,049
-16,900	143,739	-0,218	1,093	0,038
-17,900	152,281	-0,219	1,432	0,026
-18,200	154,850	-0,220	1,536	0,023
-18,200	154,850	-0,220	1,536	0,023
-18,900	160,901	-0,295	1,811	0,012
-19,600	167,245	-0,400	2,097	0,000
-19,600	167,246	-0,400	2,097	0,000
-21,000	183,267	-0,400	2,453	0,000
-23,000	206,177	-0,400	2,983	0,000
-23,800	215,346	-0,400	3,200	0,000
-25,200	231,395	-0,400	3,583	0,000
-27,200	254,324	-0,400	4,132	0,000
-28,000	263,494	-0,400	4,350	0,000

3.12 Results for Vertical 12 (X = 73,53 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,500	0,001	0,500	0,000	0,200
0,400	1,700	0,400	0,000	0,200
0,300	3,400	0,300	0,000	0,200
0,200	5,100	0,200	0,000	0,200
0,100	6,800	0,100	0,000	0,200
0,000	8,500	0,000	0,000	0,200
-0,100	10,200	-0,100	0,000	0,200
-0,150	11,050	-0,150	0,000	0,200
-0,200	11,900	-0,200	-0,002	0,200
-0,300	12,767	-0,315	-0,982	0,200
-0,400	13,486	-0,415	-1,964	0,200
-0,500	14,204	-0,415	-1,965	0,200
-0,800	16,211	-0,400	-1,965	0,200
-0,800	16,211	-0,400	-1,965	0,200
-1,300	21,306	-0,400	-1,965	0,200
-1,800	26,401	-0,400	-1,965	0,201
-1,800	26,552	-0,415	-1,965	0,201
-2,750	30,061	-0,352	-1,814	0,185
-3,700	33,585	-0,290	-1,664	0,171
-3,700	33,585	-0,290	-1,664	0,171
-4,650	41,391	-0,284	-1,578	0,163
-5,650	49,617	-0,277	-1,475	0,155
-6,650	57,854	-0,270	-1,357	0,146
-7,650	66,104	-0,262	-1,224	0,136
-8,650	74,369	-0,255	-1,076	0,126
-9,650	82,652	-0,248	-0,911	0,116
-10,650	90,956	-0,241	-0,730	0,106
-10,950	93,452	-0,239	-0,672	0,103
-11,900	101,369	-0,233	-0,478	0,093
-12,900	109,728	-0,228	-0,257	0,082
-13,900	118,114	-0,223	-0,019	0,071
-14,900	126,528	-0,220	0,236	0,060
-15,900	134,971	-0,218	0,508	0,049
-16,900	143,445	-0,218	0,794	0,038
-17,900	151,949	-0,219	1,095	0,026
-18,200	154,507	-0,220	1,188	0,023
-18,200	154,507	-0,220	1,188	0,023
-18,900	160,529	-0,296	1,437	0,012
-19,600	166,845	-0,400	1,697	0,000

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-19,600	166,845	-0,400	1,697	0,000
-21,000	182,817	-0,400	2,003	0,000
-23,000	205,660	-0,400	2,466	0,000
-23,800	214,804	-0,400	2,658	0,000
-25,200	230,811	-0,400	2,999	0,000
-27,200	253,688	-0,400	3,496	0,000
-28,000	262,840	-0,400	3,696	0,000

3.13 Results for Vertical 13 (X = 75,53 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,500	0,001	0,500	0,000	0,200
0,400	1,700	0,400	0,000	0,200
0,300	3,400	0,300	0,000	0,200
0,200	5,100	0,200	0,000	0,200
0,100	6,800	0,100	0,000	0,200
0,000	8,500	0,000	0,000	0,200
-0,100	10,200	-0,100	0,000	0,200
-0,150	11,050	-0,150	0,000	0,200
-0,200	11,900	-0,200	0,000	0,200
-0,300	12,773	-0,315	-0,976	0,200
-0,400	13,492	-0,415	-1,958	0,200
-0,500	14,210	-0,415	-1,959	0,200
-0,800	16,217	-0,400	-1,959	0,200
-0,800	16,217	-0,400	-1,959	0,200
-1,300	21,312	-0,400	-1,959	0,200
-1,800	26,407	-0,400	-1,959	0,200
-1,800	26,557	-0,415	-1,959	0,200
-2,750	30,067	-0,352	-1,809	0,185
-3,700	33,590	-0,290	-1,660	0,170
-3,700	33,590	-0,290	-1,660	0,170
-4,650	41,394	-0,284	-1,578	0,163
-5,650	49,615	-0,277	-1,478	0,154
-6,650	57,845	-0,270	-1,367	0,145
-7,650	66,085	-0,263	-1,244	0,135
-8,650	74,339	-0,255	-1,108	0,126
-9,650	82,607	-0,248	-0,958	0,116
-10,650	90,894	-0,241	-0,795	0,105
-10,950	93,384	-0,239	-0,743	0,102
-11,900	101,281	-0,233	-0,569	0,092
-12,900	109,616	-0,228	-0,372	0,082
-13,900	117,976	-0,224	-0,160	0,071
-14,900	126,362	-0,221	0,067	0,060
-15,900	134,776	-0,219	0,309	0,049
-16,900	143,218	-0,218	0,565	0,037
-17,900	151,691	-0,220	0,834	0,026
-18,200	154,239	-0,221	0,917	0,022
-18,200	154,239	-0,221	0,917	0,022
-18,900	160,238	-0,296	1,144	0,012
-19,600	166,528	-0,400	1,380	0,000
-19,600	166,528	-0,400	1,380	0,000
-21,000	182,457	-0,400	1,643	0,000
-23,000	205,240	-0,400	2,046	0,000
-23,800	214,360	-0,400	2,214	0,000
-25,200	230,329	-0,400	2,517	0,000
-27,200	253,155	-0,400	2,963	0,000
-28,000	262,288	-0,400	3,144	0,000

3.14 Results for Vertical 14 (X = 77,53 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,500	0,001	0,500	0,000	0,199
0,400	1,700	0,400	0,000	0,199
0,300	3,400	0,300	0,000	0,199
0,200	5,100	0,200	0,000	0,199
0,100	6,800	0,100	0,000	0,199
0,000	8,500	0,000	0,000	0,199
-0,100	10,200	-0,100	0,000	0,199
-0,150	11,050	-0,150	0,000	0,199
-0,200	11,900	-0,200	0,000	0,199
-0,300	12,778	-0,315	-0,971	0,199
-0,400	13,497	-0,415	-1,953	0,199
-0,500	14,215	-0,415	-1,954	0,199
-0,800	16,222	-0,400	-1,954	0,199
-0,800	16,222	-0,400	-1,954	0,199
-1,300	21,316	-0,400	-1,955	0,199
-1,800	26,411	-0,400	-1,955	0,199
-1,800	26,562	-0,415	-1,955	0,199
-2,750	30,071	-0,352	-1,805	0,184
-3,700	33,594	-0,290	-1,657	0,170
-3,700	33,594	-0,290	-1,657	0,170
-4,650	41,396	-0,284	-1,577	0,162
-5,650	49,614	-0,277	-1,481	0,154
-6,650	57,839	-0,270	-1,375	0,144
-7,650	66,073	-0,263	-1,258	0,135
-8,650	74,317	-0,255	-1,131	0,125
-9,650	82,575	-0,248	-0,992	0,115
-10,650	90,848	-0,241	-0,842	0,105
-10,950	93,333	-0,239	-0,795	0,102
-11,900	101,215	-0,234	-0,637	0,092
-12,900	109,532	-0,228	-0,458	0,081
-13,900	117,871	-0,224	-0,266	0,070
-14,900	126,235	-0,221	-0,061	0,059
-15,900	134,625	-0,219	0,156	0,048
-16,900	143,043	-0,219	0,387	0,037
-17,900	151,490	-0,220	0,630	0,026
-18,200	154,029	-0,221	0,705	0,022
-18,200	154,029	-0,221	0,705	0,022
-18,900	160,008	-0,296	0,912	0,011
-19,600	166,278	-0,400	1,130	0,000
-19,600	166,278	-0,400	1,130	0,000
-21,000	182,168	-0,400	1,354	0,000
-23,000	204,897	-0,400	1,703	0,000
-23,800	213,997	-0,400	1,851	0,000
-25,200	229,930	-0,400	2,118	0,000
-27,200	252,708	-0,400	2,516	0,000
-28,000	261,823	-0,400	2,679	0,000

3.15 Results for Vertical 15 (X = 79,53 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,500	0,001	0,500	0,000	0,199
0,400	1,700	0,400	0,000	0,199
0,300	3,400	0,300	0,000	0,199
0,200	5,100	0,200	0,000	0,199
0,100	6,800	0,100	0,000	0,199

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,000	8,500	0,000	0,000	0,199
-0,100	10,200	-0,100	0,000	0,199
-0,150	11,050	-0,150	0,000	0,199
-0,200	11,900	-0,200	0,000	0,199
-0,300	12,782	-0,315	-0,968	0,199
-0,400	13,500	-0,415	-1,950	0,199
-0,500	14,218	-0,415	-1,951	0,199
-0,800	16,225	-0,400	-1,951	0,199
-0,800	16,225	-0,400	-1,951	0,199
-1,300	21,320	-0,400	-1,951	0,199
-1,800	26,415	-0,400	-1,951	0,199
-1,800	26,565	-0,415	-1,951	0,199
-2,750	30,075	-0,352	-1,802	0,184
-3,700	33,597	-0,290	-1,655	0,169
-3,700	33,597	-0,290	-1,655	0,169
-4,650	41,398	-0,284	-1,576	0,162
-5,650	49,614	-0,278	-1,482	0,153
-6,650	57,835	-0,270	-1,380	0,144
-7,650	66,064	-0,263	-1,268	0,134
-8,650	74,302	-0,255	-1,148	0,125
-9,650	82,551	-0,248	-1,017	0,115
-10,650	90,814	-0,241	-0,877	0,104
-10,950	93,296	-0,239	-0,833	0,101
-11,900	101,166	-0,234	-0,687	0,091
-12,900	109,469	-0,228	-0,523	0,081
-13,900	117,792	-0,224	-0,347	0,070
-14,900	126,138	-0,221	-0,160	0,059
-15,900	134,509	-0,219	0,038	0,048
-16,900	142,906	-0,219	0,248	0,037
-17,900	151,331	-0,220	0,470	0,026
-18,200	153,864	-0,221	0,538	0,022
-18,200	153,864	-0,221	0,538	0,022
-18,900	159,826	-0,296	0,729	0,011
-19,600	166,078	-0,400	0,930	0,000
-19,600	166,078	-0,400	0,930	0,000
-21,000	181,936	-0,400	1,122	0,000
-23,000	204,618	-0,400	1,424	0,000
-23,800	213,699	-0,400	1,553	0,000
-25,200	229,600	-0,400	1,788	0,000
-27,200	252,334	-0,400	2,142	0,000
-28,000	261,432	-0,400	2,288	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	51,53	0,00	0,50	0,340
2	53,53	0,00	0,50	0,274
3	55,53	0,00	0,50	0,245
4	57,53	0,00	0,50	0,230
5	59,53	0,00	0,50	0,220
6	61,53	0,00	0,50	0,213
7	63,53	0,00	0,50	0,209
8	65,53	0,00	0,50	0,206
9	67,53	0,00	0,50	0,204
10	69,53	0,00	0,50	0,202
11	71,53	0,00	0,50	0,201
12	73,53	0,00	0,50	0,200
13	75,53	0,00	0,50	0,200
14	77,53	0,00	0,50	0,199
15	79,53	0,00	0,50	0,199

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	100	0,017	5,053	0,323
	3650	0,242	71,153	0,098
	10000	0,340	100,000	0,000
2	100	0,003	1,141	0,271
	3650	0,187	68,366	0,087
	10000	0,274	100,000	0,000
3	100	0,001	0,249	0,245
	3650	0,164	66,935	0,081
	10000	0,245	100,000	0,000
4	100	0,000	-0,166	0,230
	3650	0,151	66,001	0,078
	10000	0,230	100,000	0,000
5	100	-0,001	-0,437	0,221
	3650	0,144	65,360	0,076
	10000	0,220	100,000	0,000
6	100	-0,001	-0,642	0,215
	3650	0,138	64,909	0,075
	10000	0,213	100,000	0,000
7	100	-0,002	-0,803	0,211
	3650	0,135	64,588	0,074
	10000	0,209	100,000	0,000
8	100	-0,002	-0,931	0,208
	3650	0,133	64,356	0,073
	10000	0,206	100,000	0,000
9	100	-0,002	-1,032	0,206
	3650	0,131	64,186	0,073
	10000	0,204	100,000	0,000
10	100	-0,002	-1,112	0,205
	3650	0,130	64,060	0,073
	10000	0,202	100,000	0,000
11	100	-0,002	-1,176	0,203
	3650	0,129	63,966	0,072
	10000	0,201	100,000	0,000
12	100	-0,002	-1,226	0,203
	3650	0,128	63,895	0,072
	10000	0,200	100,000	0,000
13	100	-0,003	-1,266	0,202

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
	3650	0,127	63,841	0,072
	10000	0,200	100,000	0,000
14	100	-0,003	-1,297	0,202
	3650	0,127	63,799	0,072
	10000	0,199	100,000	0,000
15	100	-0,003	-1,322	0,201
	3650	0,127	63,767	0,072
	10000	0,199	100,000	0,000

End of Report

Report for D-Settlement 18.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company: <Not Registered>
<Not Registered>

Date of report: 27-5-2019
Time of report: 13:08:29
Report with version: 18.1.1.3

Date of calculation: 7-5-2019
Time of calculation: 11:26:45
Calculated with version: 18.1.1.3

File name: D:\..\Zettingen\K=2\Zettingsberekening - Oost - Drainafstand 20m

Project identification: Zettingsberekening - Oost - Drainafstand 20m
K=2, met zettingscompensatie

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 Pl-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	3
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Verticals	5
3 Results per Vertical	6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)	6
4 Settlements	7
4.1 Settlements	7
4.2 Residual Times	7

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
6 - X -	0,000	100,000			
6 - Y -	0,500	0,500			
5 - X -	0,000	100,000			
5 - Y -	-0,800	-0,800			
4 - X -	0,000	100,000			
4 - Y -	-1,800	-1,800			
3 - X -	0,000	100,000			
3 - Y -	-3,700	-3,700			
2 - X -	0,000	100,000			
2 - Y -	-18,200	-18,200			
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-19,600	-19,600			
0 - X -	0,000	100,000			
0 - Y -	-28,000	-28,000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-0,400	-0,400			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapeziform Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
6	Klei, schoon matig 1	1	1
5	Zand, sterk siltig	1	1
4	Klei, schoon slap	1	1
3	Klei, zwak zandig m...	1	1
2	Klei, schoon matig 2	1	1
1	Zand, schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
6	No	17,00	17,00
5	Yes	18,00	20,00
4	No	14,00	14,00
3	No	18,00	18,00
2	No	17,00	17,00
1	Yes	19,00	21,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
6	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
5	Vert. cons.	-	-	-	-
4	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
3	Vert. cons.	1,00E-06	-	-	-
2	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
6	10,00	-	-
5	0,00	-	-
4	10,00	-	-
3	-	1,20	-
2	-	1,20	-
1	0,00	-	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
6	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
5	0,0038000	0,0115000	0,0000000	-	-	-
4	0,1095000	0,3286000	0,0131000	-	-	-
3	0,0383000	0,1150000	0,0046000	-	-	-
2	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
1	0,0008000	0,0023000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	1	18,00	20,00
2	2	18,00	20,00
3	3	18,00	20,00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0,00	0,00	100,00	100,00		
1 - Y -	0,50	1,01	1,01	0,50		
2 - X -	0,00	0,00	100,00	100,00		
2 - Y -	1,01	2,46	2,46	1,01		
3 - X -	0,00	0,00	100,00	100,00		
3 - Y -	2,46	3,38	3,38	2,46		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	50,000				

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,500	51,710	0,500	51,709	0,917
0,400	52,930	0,351	50,746	0,898
0,300	53,804	0,251	49,919	0,882
0,200	54,661	0,151	49,076	0,868
0,100	55,507	0,051	48,222	0,855
0,000	56,345	-0,049	47,360	0,843
-0,100	57,174	-0,149	46,490	0,832
-0,150	57,587	-0,199	46,053	0,827
-0,200	57,997	-0,249	45,614	0,821
-0,300	58,815	-0,349	44,732	0,811
-0,400	59,627	-0,449	43,845	0,802
-0,500	60,437	-0,449	43,937	0,792
-0,800	62,379	-0,400	44,203	0,765
-0,800	62,379	-0,400	44,203	0,765
-1,300	67,504	-0,400	44,233	0,762
-1,800	72,625	-0,400	44,259	0,759
-1,800	73,105	-0,449	44,259	0,759
-2,750	74,725	-0,066	45,654	0,617
-3,700	76,785	0,258	46,917	0,488
-3,700	76,785	0,258	46,917	0,488
-4,650	84,729	0,284	47,336	0,445
-5,650	93,055	0,311	47,733	0,405
-6,650	101,360	0,336	48,096	0,367
-7,650	109,652	0,360	48,432	0,332
-8,650	117,941	0,382	48,743	0,299
-9,650	126,233	0,401	49,034	0,268
-10,650	134,534	0,418	49,306	0,239
-10,950	137,027	0,422	49,385	0,230
-11,900	144,930	0,434	49,623	0,204
-12,900	153,269	0,443	49,860	0,177
-13,900	161,632	0,448	50,082	0,151
-14,900	170,022	0,448	50,291	0,126
-15,900	178,444	0,445	50,486	0,101
-16,900	186,899	0,436	50,669	0,077
-17,900	195,391	0,423	50,839	0,054
-18,200	197,947	0,418	50,888	0,047
-18,200	197,947	0,418	50,888	0,047
-18,900	206,827	0,043	51,055	0,025
-19,600	216,378	-0,400	51,230	0,002
-19,600	216,378	-0,400	51,230	0,002
-21,000	231,933	-0,400	51,119	0,001
-23,000	254,123	-0,400	50,929	0,001
-23,800	262,990	-0,400	50,844	0,001
-25,200	278,492	-0,400	50,680	0,001
-27,200	300,608	-0,400	50,416	0,000
-28,000	309,444	-0,400	50,300	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	50,00	0,00	0,50	0,917

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	100	0,204	22,291	0,712
	3650	0,725	79,042	0,192
	10000	0,917	100,000	0,000

End of Report

Report for D-Settlement 18.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company: <Not Registered>
<Not Registered>

Date of report: 27-5-2019
Time of report: 13:08:55
Report with version: 18.1.1.3

Date of calculation: 7-5-2019
Time of calculation: 11:26:32
Calculated with version: 18.1.1.3

File name: D:\.\Zettingen\K=2\Zettingsberekening - Oost - Drainafstand 50m

Project identification: Zettingsberekening - Oost - Drainafstand 50m
K=2, met zettingscompensatie

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PI-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	3
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Verticals	5
3 Results per Vertical	6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)	6
4 Settlements	7
4.1 Settlements	7
4.2 Residual Times	7

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
6 - X -	0,000	100,000			
6 - Y -	0,500	0,500			
5 - X -	0,000	100,000			
5 - Y -	-0,800	-0,800			
4 - X -	0,000	100,000			
4 - Y -	-1,800	-1,800			
3 - X -	0,000	100,000			
3 - Y -	-3,700	-3,700			
2 - X -	0,000	100,000			
2 - Y -	-18,200	-18,200			
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-19,600	-19,600			
0 - X -	0,000	100,000			
0 - Y -	-28,000	-28,000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-0,400	-0,400			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapeziform Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
6	Klei, schoon matig 2	1	1
5	Zand, sterk siltig	1	1
4	Klei, schoon slap	1	1
3	Klei, zwak zandig m...	1	1
2	Klei, schoon matig 2	1	1
1	Zand, schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
6	No	17,00	17,00
5	Yes	18,00	20,00
4	No	14,00	14,00
3	No	18,00	18,00
2	No	17,00	17,00
1	Yes	19,00	21,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
6	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
5	Vert. cons.	-	-	-	-
4	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
3	Vert. cons.	1,00E-06	-	-	-
2	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
6	-	1,20	-
5	0,00	-	-
4	10,00	-	-
3	0,00	-	-
2	-	1,20	-
1	0,00	-	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
6	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
5	0,0038000	0,0115000	0,0000000	-	-	-
4	0,1095000	0,3286000	0,0131000	-	-	-
3	0,0383000	0,1150000	0,0046000	-	-	-
2	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
1	0,0008000	0,0023000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	1	18,00	20,00
2	2	18,00	20,00
3	3	18,00	20,00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0,00	0,00	100,00	100,00		
1 - Y -	0,50	1,68	1,68	0,50		
2 - X -	0,00	0,00	100,00	100,00		
2 - Y -	1,68	3,13	3,13	1,68		
3 - X -	0,00	0,00	100,00	100,00		
3 - Y -	3,13	4,29	4,29	3,13		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	50,000				

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,500	66,181	0,500	66,180	1,161
0,400	67,256	0,364	65,199	1,130
0,300	67,986	0,263	64,218	1,107
0,200	68,710	0,162	63,237	1,087
0,100	69,431	0,062	62,256	1,069
0,000	70,149	-0,038	61,275	1,052
-0,100	70,866	-0,138	60,294	1,037
-0,150	71,224	-0,188	59,803	1,030
-0,200	71,582	-0,238	59,313	1,023
-0,300	72,297	-0,337	58,332	1,010
-0,400	73,011	-0,437	57,351	0,997
-0,500	73,725	-0,436	57,351	0,985
-0,800	75,526	-0,400	57,350	0,950
-0,800	75,527	-0,400	57,350	0,950
-1,300	80,621	-0,400	57,350	0,947
-1,800	85,716	-0,400	57,350	0,943
-1,800	86,048	-0,434	57,350	0,943
-2,750	86,052	0,091	58,520	0,781
-3,700	86,830	0,563	59,953	0,634
-3,700	86,830	0,563	59,953	0,634
-4,650	94,774	0,600	60,479	0,580
-5,650	103,105	0,637	60,985	0,528
-6,650	111,418	0,672	61,451	0,480
-7,650	119,726	0,705	61,885	0,435
-8,650	128,037	0,734	62,291	0,392
-9,650	136,359	0,759	62,672	0,351
-10,650	144,701	0,780	63,031	0,312
-10,950	147,208	0,786	63,135	0,300
-11,900	155,162	0,800	63,452	0,265
-12,900	163,566	0,811	63,768	0,229
-13,900	172,006	0,816	64,067	0,194
-14,900	180,487	0,815	64,348	0,160
-15,900	189,012	0,808	64,613	0,127
-16,900	197,585	0,794	64,862	0,094
-17,900	206,209	0,773	65,096	0,062
-18,200	208,807	0,766	65,163	0,053
-18,200	208,807	0,766	65,163	0,053
-18,900	219,354	0,222	65,338	0,028
-19,600	230,671	-0,400	65,523	0,002
-19,600	230,672	-0,400	65,523	0,002
-21,000	246,188	-0,400	65,374	0,002
-23,000	268,317	-0,400	65,123	0,001
-23,800	277,156	-0,400	65,010	0,001
-25,200	292,606	-0,400	64,794	0,001
-27,200	314,638	-0,400	64,446	0,000
-28,000	323,438	-0,400	64,294	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	50,00	0,00	0,50	1,161

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	100	0,261	22,435	0,901
	3650	0,927	79,787	0,235
	10000	1,161	100,000	0,000

End of Report

Report for D-Settlement 18.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company: <Not Registered>
<Not Registered>

Date of report: 27-5-2019
Time of report: 13:09:07
Report with version: 18.1.1.3

Date of calculation: 7-5-2019
Time of calculation: 11:25:53
Calculated with version: 18.1.1.3

File name: D:\..\Zettingen\K=2\Zettingsberekening - West - Drainafstand 20m

Project identification: Zettingsberekening - West - Drainafstand 20m
K=2, met zettingscompensatie

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 Pl-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	4
2.6 Non-Uniform Loads	5
2.7 Verticals	5
3 Results per Vertical	6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)	6
4 Settlements	7
4.1 Settlements	7
4.2 Residual Times	7

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
9 - X -	0,000	100,000			
9 - Y -	0,700	0,700			
8 - X -	0,000	100,000			
8 - Y -	0,100	0,100			
7 - X -	0,000	100,000			
7 - Y -	-1,300	-1,300			
6 - X -	0,000	100,000			
6 - Y -	-3,000	-3,000			
5 - X -	0,000	100,000			
5 - Y -	-4,000	-4,000			
4 - X -	0,000	100,000			
4 - Y -	-5,500	-5,500			
3 - X -	0,000	100,000			
3 - Y -	-14,500	-14,500			
2 - X -	0,000	100,000			
2 - Y -	-18,600	-18,600			
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-21,500	-21,500			
0 - X -	0,000	100,000			
0 - Y -	-28,000	-28,000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-0,100	-0,100			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapeziform Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
9	Klei, zwak zandig slap	1	1
8	Zand, schoon los	1	1
7	Klei, schoon matig	1	1
6	Zand, schoon los	1	1
5	Klei, schoon matig	1	1

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
4	Klei, zwak zandig m...	1	1
3	Zand, schoon los	1	1
2	Klei, zwak zandig m...	1	1
1	Zand, schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
9	No	15,00	15,00
8	Yes	17,00	19,00
7	No	17,00	17,00
6	Yes	17,00	19,00
5	No	17,00	17,00
4	No	18,00	18,00
3	Yes	17,00	19,00
2	No	18,00	18,00
1	Yes	19,00	21,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
9	Vert. cons.	1,00E-06	-	-	-
8	Vert. cons.	-	-	-	-
7	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
6	Vert. cons.	-	-	-	-
5	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
4	Vert. cons.	1,00E-06	-	-	-
3	Vert. cons.	-	-	-	-
2	Vert. cons.	1,00E-06	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
9	0,00	-	-
8	1,00	-	-
7	10,00	-	-
6	1,00	-	-
5	10,00	-	-
4	-	1,20	-
3	1,00	-	-
2	-	1,20	-
1	0,00	-	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor [-]	Unloading stress ratio [-]
9	Full	-	-
8	Full	-	-
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
9	0,0767000	0,2300000	0,0092000	-	-	-
8	0,0038000	0,0115000	0,0000000	-	-	-
7	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
6	0,0038000	0,0115000	0,0000000	-	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
5	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
4	0,0383000	0,1150000	0,0046000	-	-	-
3	0,0038000	0,0115000	0,0000000	-	-	-
2	0,0383000	0,1150000	0,0046000	-	-	-
1	0,0008000	0,0023000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	1	18,00	20,00
2	2	18,00	20,00
3	3	18,00	20,00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0,00	0,00	100,00	100,00		
1 - Y -	0,70	1,21	1,21	0,70		
2 - X -	0,00	0,00	100,00	100,00		
2 - Y -	1,21	2,66	2,66	1,21		
3 - X -	0,00	0,00	100,00	100,00		
3 - Y -	2,66	3,45	3,45	2,66		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	50,000				

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,700	49,501	0,700	49,500	0,787
0,600	50,681	0,591	49,091	0,742
0,500	51,542	0,491	48,453	0,707
0,400	52,354	0,391	47,766	0,677
0,300	53,135	0,291	47,048	0,650
0,200	53,893	0,191	46,306	0,626
0,100	54,547	0,100	45,547	0,603
0,100	54,547	0,100	45,546	0,603
0,000	55,474	0,000	44,774	0,602
-0,100	56,401	-0,100	44,001	0,601
-0,200	57,327	-0,100	44,008	0,601
-0,300	58,253	-0,100	44,015	0,600
-0,600	61,030	-0,100	44,035	0,598
-1,300	67,503	-0,100	44,075	0,594
-1,300	67,590	-0,109	44,075	0,594
-2,150	74,271	-0,102	44,708	0,529
-3,000	80,945	-0,100	45,294	0,469
-3,000	80,945	-0,100	45,294	0,469
-3,500	85,559	-0,100	45,313	0,467
-4,000	90,171	-0,100	45,330	0,466
-4,000	90,248	-0,108	45,330	0,466
-4,750	95,725	-0,071	45,772	0,420
-5,500	101,332	-0,051	46,191	0,377
-5,500	101,332	-0,051	46,191	0,377
-6,400	109,049	-0,050	46,543	0,341
-7,400	117,608	-0,050	46,909	0,303
-8,400	126,158	-0,052	47,251	0,267
-9,400	134,704	-0,055	47,574	0,233
-10,000	139,830	-0,058	47,759	0,213
-10,900	147,482	-0,063	47,994	0,185
-11,900	155,969	-0,071	48,212	0,154
-12,900	164,463	-0,081	48,419	0,124
-13,900	172,965	-0,093	48,613	0,095
-14,500	178,061	-0,100	48,725	0,078
-14,500	178,061	-0,100	48,725	0,078
-15,150	184,016	-0,100	48,706	0,077
-16,150	193,172	-0,100	48,672	0,075
-16,550	196,832	-0,100	48,657	0,075
-17,200	202,777	-0,100	48,628	0,074
-18,200	211,918	-0,100	48,579	0,072
-18,600	215,572	-0,100	48,557	0,072
-18,600	215,582	-0,101	48,557	0,072
-20,050	227,610	-0,099	48,732	0,036
-21,500	239,648	-0,100	48,882	0,001
-21,500	239,648	-0,100	48,882	0,001
-23,150	257,955	-0,100	48,726	0,001
-24,750	275,685	-0,100	48,551	0,001
-26,400	293,946	-0,100	48,349	0,000
-28,000	311,631	-0,100	48,130	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	50,00	0,00	0,70	0,787

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	100	0,398	50,562	0,389
	3650	0,742	94,272	0,045
	10000	0,787	100,000	0,000

End of Report

Report for D-Settlement 18.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company: <Not Registered>
<Not Registered>

Date of report: 27-5-2019
Time of report: 13:09:25
Report with version: 18.1.1.3

Date of calculation: 7-5-2019
Time of calculation: 11:26:13
Calculated with version: 18.1.1.3

File name: D:\..\Zettingen\K=2\Zettingsberekening - West - Drainafstand 50m

Project identification: Zettingsberekening - West - Drainafstand 50m
K=2, met zettingscompensatie

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PI-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	4
2.6 Non-Uniform Loads	5
2.7 Verticals	5
3 Results per Vertical	6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)	6
4 Settlements	7
4.1 Settlements	7
4.2 Residual Times	7

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
9 - X -	0,000	100,000			
9 - Y -	0,700	0,700			
8 - X -	0,000	100,000			
8 - Y -	0,100	0,100			
7 - X -	0,000	100,000			
7 - Y -	-1,300	-1,300			
6 - X -	0,000	100,000			
6 - Y -	-3,000	-3,000			
5 - X -	0,000	100,000			
5 - Y -	-4,000	-4,000			
4 - X -	0,000	100,000			
4 - Y -	-5,500	-5,500			
3 - X -	0,000	100,000			
3 - Y -	-14,500	-14,500			
2 - X -	0,000	100,000			
2 - Y -	-18,600	-18,600			
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-21,500	-21,500			
0 - X -	0,000	100,000			
0 - Y -	-28,000	-28,000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-0,100	-0,100			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapeziform Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
9	Klei, zwak zandig slap	1	1
8	Zand, schoon los	1	1
7	Klei, schoon matig	1	1
6	Zand, schoon los	1	1
5	Klei, schoon matig	1	1

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
4	Klei, zwak zandig m...	1	1
3	Zand, schoon los	1	1
2	Klei, zwak zandig m...	1	1
1	Zand, schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
9	No	15,00	15,00
8	Yes	17,00	19,00
7	No	17,00	17,00
6	Yes	17,00	19,00
5	No	17,00	17,00
4	No	18,00	18,00
3	Yes	17,00	19,00
2	No	18,00	18,00
1	Yes	19,00	21,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
9	Vert. cons.	1,00E-06	-	-	-
8	Vert. cons.	-	-	-	-
7	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
6	Vert. cons.	-	-	-	-
5	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
4	Vert. cons.	1,00E-06	-	-	-
3	Vert. cons.	-	-	-	-
2	Vert. cons.	1,00E-06	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
9	0,00	-	-
8	1,00	-	-
7	10,00	-	-
6	1,00	-	-
5	10,00	-	-
4	-	1,20	-
3	1,00	-	-
2	-	1,20	-
1	0,00	-	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor [-]	Unloading stress ratio [-]
9	Full	-	-
8	Full	-	-
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
9	0,0767000	0,2300000	0,0092000	-	-	-
8	0,0038000	0,0115000	0,0000000	-	-	-
7	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
6	0,0038000	0,0115000	0,0000000	-	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
5	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
4	0,0383000	0,1150000	0,0046000	-	-	-
3	0,0038000	0,0115000	0,0000000	-	-	-
2	0,0383000	0,1150000	0,0046000	-	-	-
1	0,0008000	0,0023000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	1	18,00	20,00
2	2	18,00	20,00
3	3	18,00	20,00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0,00	0,00	100,00	100,00		
1 - Y -	0,70	1,88	1,88	0,70		
2 - X -	0,00	0,00	100,00	100,00		
2 - Y -	1,88	3,33	3,33	1,88		
3 - X -	0,00	0,00	100,00	100,00		
3 - Y -	3,33	4,22	4,22	3,33		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	50,000				

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,700	62,709	0,700	62,708	0,883
0,600	63,297	0,593	61,727	0,836
0,500	63,919	0,484	60,762	0,798
0,400	64,752	0,384	60,096	0,766
0,300	65,554	0,284	59,399	0,737
0,200	66,333	0,184	58,678	0,711
0,100	66,939	0,100	57,939	0,686
0,100	66,939	0,100	57,939	0,686
0,000	67,867	0,000	57,167	0,685
-0,100	68,795	-0,100	56,395	0,684
-0,200	69,722	-0,100	56,403	0,683
-0,300	70,649	-0,100	56,411	0,683
-0,600	73,429	-0,100	56,434	0,680
-1,300	79,908	-0,100	56,480	0,676
-1,300	80,063	-0,116	56,480	0,676
-2,150	86,832	-0,109	57,203	0,602
-3,000	93,525	-0,100	57,874	0,533
-3,000	93,525	-0,100	57,874	0,533
-3,500	98,142	-0,100	57,896	0,531
-4,000	102,757	-0,100	57,916	0,529
-4,000	102,902	-0,115	57,916	0,529
-4,750	108,413	-0,076	58,419	0,477
-5,500	114,067	-0,054	58,897	0,428
-5,500	114,067	-0,054	58,897	0,428
-6,400	121,832	-0,053	59,298	0,387
-7,400	130,443	-0,053	59,713	0,343
-8,400	139,041	-0,055	60,101	0,302
-9,400	147,632	-0,059	60,465	0,263
-10,000	152,784	-0,062	60,673	0,241
-10,900	160,511	-0,068	60,971	0,208
-11,900	169,038	-0,076	61,231	0,173
-12,900	177,560	-0,087	61,459	0,140
-13,900	186,088	-0,099	61,672	0,107
-14,500	191,129	-0,100	61,793	0,088
-14,500	191,129	-0,100	61,793	0,088
-15,150	197,077	-0,100	61,767	0,086
-16,150	206,220	-0,100	61,721	0,084
-16,550	209,875	-0,100	61,699	0,084
-17,200	215,811	-0,100	61,662	0,083
-18,200	224,934	-0,100	61,595	0,081
-18,600	228,581	-0,100	61,566	0,080
-18,600	228,661	-0,108	61,566	0,080
-20,050	240,688	-0,106	61,741	0,040
-21,500	252,651	-0,100	61,885	0,002
-21,500	252,651	-0,100	61,885	0,002
-23,150	270,910	-0,100	61,681	0,001
-24,750	288,588	-0,100	61,454	0,001
-26,400	306,789	-0,100	61,192	0,000
-28,000	324,410	-0,100	60,909	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	50,00	0,00	0,70	0,883

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	100	0,455	51,528	0,428
	3650	0,839	94,980	0,044
	10000	0,883	100,000	0,000

End of Report

Report for D-Settlement 18.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company: <Not Registered>
<Not Registered>

Date of report: 27-5-2019
Time of report: 14:01:03
Report with version: 18.1.1.3

Date of calculation: 7-5-2019
Time of calculation: 11:27:25
Calculated with version: 18.1.1.3

File name: D:\..\Zettingen\K=20\Zettingsberekening - Oost - Drainafstand 20m

Project identification: Zettingsberekening - Oost - Drainafstand 20m
K=20, met zettingscompensatie

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 Pl-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	3
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Verticals	5
3 Results per Vertical	6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)	6
4 Settlements	7
4.1 Settlements	7
4.2 Residual Times	7

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
6 - X -	0,000	100,000			
6 - Y -	0,500	0,500			
5 - X -	0,000	100,000			
5 - Y -	-0,800	-0,800			
4 - X -	0,000	100,000			
4 - Y -	-1,800	-1,800			
3 - X -	0,000	100,000			
3 - Y -	-3,700	-3,700			
2 - X -	0,000	100,000			
2 - Y -	-18,200	-18,200			
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-19,600	-19,600			
0 - X -	0,000	100,000			
0 - Y -	-28,000	-28,000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-0,400	-0,400			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapeziform Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
6	Klei, schoon matig 1	1	1
5	Zand, sterk siltig	1	1
4	Klei, schoon slap	1	1
3	Klei, zwak zandig m...	1	1
2	Klei, schoon matig 2	1	1
1	Zand, schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
6	No	17,00	17,00
5	Yes	18,00	20,00
4	No	14,00	14,00
3	No	18,00	18,00
2	No	17,00	17,00
1	Yes	19,00	21,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
6	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
5	Vert. cons.	-	-	-	-
4	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
3	Vert. cons.	1,00E-06	-	-	-
2	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
6	10,00	-	-
5	0,00	-	-
4	10,00	-	-
3	-	1,20	-
2	-	1,20	-
1	0,00	-	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
6	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
5	0,0038000	0,0115000	0,0000000	-	-	-
4	0,1095000	0,3286000	0,0131000	-	-	-
3	0,0383000	0,1150000	0,0046000	-	-	-
2	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
1	0,0008000	0,0023000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	1	18,00	20,00
2	2	18,00	20,00
3	3	18,00	20,00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0,00	0,00	100,00	100,00		
1 - Y -	0,50	0,62	0,62	0,50		
2 - X -	0,00	0,00	100,00	100,00		
2 - Y -	0,62	2,07	2,07	0,62		
3 - X -	0,00	0,00	100,00	100,00		
3 - Y -	2,07	2,91	2,91	2,07		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	50,000				

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,500	43,381	0,500	43,380	0,834
0,400	45,079	0,383	43,217	0,817
0,300	46,101	0,267	42,379	0,802
0,200	46,948	0,167	41,526	0,789
0,100	47,785	0,067	40,662	0,777
0,000	48,612	-0,033	39,790	0,766
-0,100	49,432	-0,133	38,911	0,756
-0,150	49,840	-0,183	38,469	0,751
-0,200	50,247	-0,233	38,025	0,746
-0,300	51,055	-0,333	37,134	0,737
-0,400	51,859	-0,433	36,238	0,728
-0,500	52,660	-0,433	36,321	0,720
-0,800	54,737	-0,400	36,561	0,695
-0,800	54,737	-0,400	36,561	0,695
-1,300	59,859	-0,400	36,588	0,692
-1,800	64,977	-0,400	36,611	0,690
-1,800	65,297	-0,433	36,611	0,690
-2,750	67,467	-0,120	37,866	0,562
-3,700	69,946	0,149	39,002	0,446
-3,700	69,946	0,149	39,002	0,446
-4,650	77,889	0,171	39,381	0,407
-5,650	86,216	0,193	39,741	0,370
-6,650	94,521	0,215	40,071	0,336
-7,650	102,814	0,236	40,376	0,305
-8,650	111,101	0,255	40,660	0,275
-9,650	119,390	0,272	40,927	0,247
-10,650	127,685	0,287	41,177	0,220
-10,950	130,175	0,291	41,250	0,212
-11,900	138,070	0,302	41,471	0,188
-12,900	146,397	0,310	41,691	0,163
-13,900	154,744	0,316	41,899	0,139
-14,900	163,114	0,317	42,095	0,116
-15,900	171,512	0,315	42,281	0,093
-16,900	179,940	0,308	42,455	0,071
-17,900	188,401	0,298	42,620	0,050
-18,200	190,946	0,293	42,667	0,043
-18,200	190,946	0,293	42,667	0,043
-18,900	199,200	-0,019	42,827	0,023
-19,600	208,143	-0,400	42,995	0,002
-19,600	208,143	-0,400	42,995	0,002
-21,000	223,718	-0,400	42,904	0,001
-23,000	245,943	-0,400	42,749	0,001
-23,800	254,825	-0,400	42,679	0,001
-25,200	270,357	-0,400	42,545	0,000
-27,200	292,519	-0,400	42,327	0,000
-28,000	301,375	-0,400	42,231	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	50,00	0,00	0,50	0,834

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	100	0,182	21,867	0,652
	3650	0,658	78,908	0,176
	10000	0,834	100,000	0,000

End of Report

Report for D-Settlement 18.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company: <Not Registered>
<Not Registered>

Date of report: 27-5-2019
Time of report: 14:01:22
Report with version: 18.1.1.3

Date of calculation: 7-5-2019
Time of calculation: 11:27:48
Calculated with version: 18.1.1.3

File name: D:\..\Zettingen\K=20\Zettingsberekening - Oost - Drainafstand 50m

Project identification: Zettingsberekening - Oost - Drainafstand 50m
K=20, met zettingscompensatie

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 Pl-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	3
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Verticals	5
3 Results per Vertical	6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)	6
4 Settlements	7
4.1 Settlements	7
4.2 Residual Times	7

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
6 - X -	0,000	100,000			
6 - Y -	0,500	0,500			
5 - X -	0,000	100,000			
5 - Y -	-0,800	-0,800			
4 - X -	0,000	100,000			
4 - Y -	-1,800	-1,800			
3 - X -	0,000	100,000			
3 - Y -	-3,700	-3,700			
2 - X -	0,000	100,000			
2 - Y -	-18,200	-18,200			
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-19,600	-19,600			
0 - X -	0,000	100,000			
0 - Y -	-28,000	-28,000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-0,400	-0,400			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapeziform Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
6	Klei, schoon matig 2	1	1
5	Zand, sterk siltig	1	1
4	Klei, schoon slap	1	1
3	Klei, zwak zandig m...	1	1
2	Klei, schoon matig 2	1	1
1	Zand, schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
6	No	17,00	17,00
5	Yes	18,00	20,00
4	No	14,00	14,00
3	No	18,00	18,00
2	No	17,00	17,00
1	Yes	19,00	21,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
6	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
5	Vert. cons.	-	-	-	-
4	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
3	Vert. cons.	1,00E-06	-	-	-
2	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
6	-	1,20	-
5	0,00	-	-
4	10,00	-	-
3	-	1,20	-
2	-	1,20	-
1	0,00	-	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
6	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
5	0,0038000	0,0115000	0,0000000	-	-	-
4	0,1095000	0,3286000	0,0131000	-	-	-
3	0,0383000	0,1150000	0,0046000	-	-	-
2	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
1	0,0008000	0,0023000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	1	18,00	20,00
2	2	18,00	20,00
3	3	18,00	20,00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0,00	0,00	100,00	100,00		
1 - Y -	0,50	0,86	0,86	0,50		
2 - X -	0,00	0,00	100,00	100,00		
2 - Y -	0,86	2,31	2,31	0,86		
3 - X -	0,00	0,00	100,00	100,00		
3 - Y -	2,31	3,29	3,29	2,31		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	50,000				

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,500	49,895	0,500	49,894	0,942
0,400	51,125	0,348	48,913	0,913
0,300	52,065	0,234	48,019	0,891
0,200	52,969	0,134	47,219	0,873
0,100	53,849	0,034	46,398	0,856
0,000	54,713	-0,066	45,562	0,842
-0,100	55,563	-0,166	44,714	0,828
-0,150	55,983	-0,216	44,286	0,822
-0,200	56,402	-0,266	43,856	0,815
-0,300	57,232	-0,365	42,990	0,804
-0,400	58,054	-0,465	42,116	0,793
-0,500	58,871	-0,465	42,219	0,782
-0,800	60,693	-0,400	42,517	0,752
-0,800	60,693	-0,400	42,517	0,752
-1,300	65,817	-0,400	42,546	0,749
-1,800	70,938	-0,400	42,572	0,746
-1,800	71,555	-0,463	42,572	0,746
-2,750	73,305	-0,096	43,941	0,607
-3,700	75,462	0,216	45,180	0,480
-3,700	75,462	0,216	45,180	0,480
-4,650	83,406	0,241	45,591	0,438
-5,650	91,734	0,267	45,982	0,398
-6,650	100,040	0,292	46,339	0,361
-7,650	108,333	0,315	46,669	0,327
-8,650	116,622	0,336	46,975	0,295
-9,650	124,914	0,355	47,261	0,264
-10,650	133,214	0,371	47,530	0,235
-10,950	135,707	0,375	47,607	0,227
-11,900	143,609	0,387	47,843	0,201
-12,900	151,945	0,396	48,076	0,174
-13,900	160,305	0,401	48,296	0,149
-14,900	168,692	0,402	48,503	0,124
-15,900	177,108	0,398	48,696	0,100
-16,900	185,558	0,391	48,878	0,076
-17,900	194,044	0,378	49,047	0,053
-18,200	196,597	0,373	49,096	0,046
-18,200	196,597	0,373	49,096	0,046
-18,900	205,339	0,012	49,262	0,025
-19,600	214,584	-0,400	49,436	0,002
-19,600	214,584	-0,400	49,436	0,002
-21,000	230,143	-0,400	49,329	0,001
-23,000	252,342	-0,400	49,148	0,001
-23,800	261,212	-0,400	49,066	0,001
-25,200	276,721	-0,400	48,909	0,001
-27,200	298,846	-0,400	48,654	0,000
-28,000	307,687	-0,400	48,543	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	50,00	0,00	0,50	0,942

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	100	0,223	23,703	0,718
	3650	0,753	79,929	0,189
	10000	0,942	100,000	0,000

End of Report

Report for D-Settlement 18.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company: <Not Registered>
<Not Registered>

Date of report: 27-5-2019
Time of report: 14:01:36
Report with version: 18.1.1.3

Date of calculation: 7-5-2019
Time of calculation: 11:28:19
Calculated with version: 18.1.1.3

File name: D:\..\Zettingen\K=20\Zettingsberekening - West - Drainafstand 20m

Project identification: Zettingsberekening - West - Drainafstand 20m
K=20, met zettingscompensatie

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 Pl-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	4
2.6 Non-Uniform Loads	5
2.7 Verticals	5
3 Results per Vertical	6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)	6
4 Settlements	7
4.1 Settlements	7
4.2 Residual Times	7

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
9 - X -	0,000	100,000			
9 - Y -	0,700	0,700			
8 - X -	0,000	100,000			
8 - Y -	0,100	0,100			
7 - X -	0,000	100,000			
7 - Y -	-1,300	-1,300			
6 - X -	0,000	100,000			
6 - Y -	-3,000	-3,000			
5 - X -	0,000	100,000			
5 - Y -	-4,000	-4,000			
4 - X -	0,000	100,000			
4 - Y -	-5,500	-5,500			
3 - X -	0,000	100,000			
3 - Y -	-14,500	-14,500			
2 - X -	0,000	100,000			
2 - Y -	-18,600	-18,600			
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-21,500	-21,500			
0 - X -	0,000	100,000			
0 - Y -	-28,000	-28,000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-0,100	-0,100			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapeziform Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
9	Klei, zwak zandig slap	1	1
8	Zand, schoon los	1	1
7	Klei, schoon matig	1	1
6	Zand, schoon los	1	1
5	Klei, schoon matig	1	1

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
4	Klei, zwak zandig m...	1	1
3	Zand, schoon los	1	1
2	Klei, zwak zandig m...	1	1
1	Zand, schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
9	No	15,00	15,00
8	Yes	17,00	19,00
7	No	17,00	17,00
6	Yes	17,00	19,00
5	No	17,00	17,00
4	No	18,00	18,00
3	Yes	17,00	19,00
2	No	18,00	18,00
1	Yes	19,00	21,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
9	Vert. cons.	1,00E-06	-	-	-
8	Vert. cons.	-	-	-	-
7	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
6	Vert. cons.	-	-	-	-
5	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
4	Vert. cons.	1,00E-06	-	-	-
3	Vert. cons.	-	-	-	-
2	Vert. cons.	1,00E-06	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
9	10,00	-	-
8	1,00	-	-
7	10,00	-	-
6	1,00	-	-
5	10,00	-	-
4	-	1,20	-
3	1,00	-	-
2	-	1,20	-
1	0,00	-	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor [-]	Unloading stress ratio [-]
9	Full	-	-
8	Full	-	-
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
9	0,0767000	0,2300000	0,0092000	-	-	-
8	0,0038000	0,0115000	0,0000000	-	-	-
7	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
6	0,0038000	0,0115000	0,0000000	-	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
5	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
4	0,0383000	0,1150000	0,0046000	-	-	-
3	0,0038000	0,0115000	0,0000000	-	-	-
2	0,0383000	0,1150000	0,0046000	-	-	-
1	0,0008000	0,0023000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	1	18,00	20,00
2	2	18,00	20,00
3	3	18,00	20,00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0,00	0,00	100,00	100,00		
1 - Y -	0,70	0,84	0,84	0,70		
2 - X -	0,00	0,00	100,00	100,00		
2 - Y -	0,84	2,29	2,29	0,84		
3 - X -	0,00	0,00	100,00	100,00		
3 - Y -	2,29	2,94	2,94	2,29		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	50,000				

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,700	40,321	0,700	40,320	0,658
0,600	41,820	0,600	40,320	0,632
0,500	43,306	0,491	40,218	0,610
0,400	44,017	0,391	39,429	0,591
0,300	44,711	0,291	38,625	0,573
0,200	45,393	0,191	37,807	0,556
0,100	45,979	0,100	36,979	0,541
0,100	45,979	0,100	36,979	0,541
0,000	46,905	0,000	36,205	0,540
-0,100	47,831	-0,100	35,431	0,539
-0,200	48,757	-0,100	35,438	0,538
-0,300	49,682	-0,100	35,444	0,538
-0,600	52,457	-0,100	35,462	0,536
-1,300	58,925	-0,100	35,497	0,532
-1,300	59,011	-0,109	35,497	0,532
-2,150	65,628	-0,103	36,058	0,475
-3,000	72,230	-0,100	36,579	0,422
-3,000	72,230	-0,100	36,579	0,422
-3,500	76,842	-0,100	36,596	0,420
-4,000	81,452	-0,100	36,611	0,419
-4,000	81,528	-0,108	36,611	0,419
-4,750	86,990	-0,075	37,005	0,378
-5,500	92,567	-0,055	37,380	0,340
-5,500	92,567	-0,055	37,380	0,340
-6,400	100,246	-0,055	37,695	0,308
-7,400	108,767	-0,055	38,023	0,274
-8,400	117,280	-0,056	38,331	0,241
-9,400	125,790	-0,059	38,622	0,211
-10,000	130,875	-0,061	38,776	0,193
-10,900	138,484	-0,066	38,965	0,167
-11,900	146,946	-0,073	39,166	0,139
-12,900	155,415	-0,082	39,356	0,112
-13,900	163,894	-0,093	39,536	0,086
-14,500	168,976	-0,100	39,640	0,071
-14,500	168,976	-0,100	39,640	0,071
-15,150	174,936	-0,100	39,626	0,070
-16,150	184,100	-0,100	39,600	0,069
-16,550	187,763	-0,100	39,588	0,068
-17,200	193,715	-0,100	39,566	0,067
-18,200	202,867	-0,100	39,528	0,066
-18,600	206,525	-0,100	39,510	0,066
-18,600	206,536	-0,101	39,510	0,066
-20,050	218,562	-0,099	39,684	0,033
-21,500	230,603	-0,100	39,837	0,001
-21,500	230,603	-0,100	39,837	0,001
-23,150	248,942	-0,100	39,713	0,001
-24,750	266,708	-0,100	39,574	0,000
-26,400	285,009	-0,100	39,412	0,000
-28,000	302,738	-0,100	39,237	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	50,00	0,00	0,70	0,658

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	100	0,300	45,515	0,359
	3650	0,614	93,274	0,044
	10000	0,658	100,000	0,000

End of Report

Report for D-Settlement 18.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company: <Not Registered>
<Not Registered>

Date of report: 27-5-2019
Time of report: 14:01:47
Report with version: 18.1.1.3

Date of calculation: 7-5-2019
Time of calculation: 11:28:43
Calculated with version: 18.1.1.3

File name: D:\..\Zettingen\K=20\Zettingsberekening - West - Drainafstand 50m

Project identification: Zettingsberekening - West - Drainafstand 50m
K=20, met zettingscompensatie

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 Pl-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	4
2.6 Non-Uniform Loads	5
2.7 Verticals	5
3 Results per Vertical	6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)	6
4 Settlements	7
4.1 Settlements	7
4.2 Residual Times	7

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
9 - X -	0,000	100,000			
9 - Y -	0,700	0,700			
8 - X -	0,000	100,000			
8 - Y -	0,100	0,100			
7 - X -	0,000	100,000			
7 - Y -	-1,300	-1,300			
6 - X -	0,000	100,000			
6 - Y -	-3,000	-3,000			
5 - X -	0,000	100,000			
5 - Y -	-4,000	-4,000			
4 - X -	0,000	100,000			
4 - Y -	-5,500	-5,500			
3 - X -	0,000	100,000			
3 - Y -	-14,500	-14,500			
2 - X -	0,000	100,000			
2 - Y -	-18,600	-18,600			
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	-21,500	-21,500			
0 - X -	0,000	100,000			
0 - Y -	-28,000	-28,000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	0,100	-0,100			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapeziform Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
9	Klei, zwak zandig slap	1	1
8	Zand, schoon los	1	1
7	Klei, schoon matig	1	1
6	Zand, schoon los	1	1
5	Klei, schoon matig	1	1

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
4	Klei, zwak zandig m...	1	1
3	Zand, schoon los	1	1
2	Klei, zwak zandig m...	1	1
1	Zand, schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
9	No	15,00	15,00
8	Yes	17,00	19,00
7	No	17,00	17,00
6	Yes	17,00	19,00
5	No	17,00	17,00
4	No	18,00	18,00
3	Yes	17,00	19,00
2	No	18,00	18,00
1	Yes	19,00	21,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
9	Vert. cons.	1,00E-06	-	-	-
8	Vert. cons.	-	-	-	-
7	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
6	Vert. cons.	-	-	-	-
5	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
4	Vert. cons.	1,00E-06	-	-	-
3	Vert. cons.	-	-	-	-
2	Vert. cons.	1,00E-06	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
9	10,00	-	-
8	1,00	-	-
7	10,00	-	-
6	1,00	-	-
5	10,00	-	-
4	-	1,20	-
3	1,00	-	-
2	-	1,20	-
1	0,00	-	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor [-]	Unloading stress ratio [-]
9	Full	-	-
8	Full	-	-
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
9	0,0767000	0,2300000	0,0092000	-	-	-
8	0,0038000	0,0115000	0,0000000	-	-	-
7	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
6	0,0038000	0,0115000	0,0000000	-	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
5	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
4	0,0383000	0,1150000	0,0046000	-	-	-
3	0,0038000	0,0115000	0,0000000	-	-	-
2	0,0383000	0,1150000	0,0046000	-	-	-
1	0,0008000	0,0023000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	1	18,00	20,00
2	2	18,00	20,00
3	3	18,00	20,00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0,00	0,00	100,00	100,00		
1 - Y -	0,70	1,09	1,09	0,70		
2 - X -	0,00	0,00	100,00	100,00		
2 - Y -	1,09	2,54	2,54	1,09		
3 - X -	0,00	0,00	100,00	100,00		
3 - Y -	2,54	3,29	3,29	2,54		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	50,000				

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,700	46,538	0,700	46,537	0,711
0,600	47,380	0,584	45,720	0,683
0,500	48,123	0,484	44,965	0,660
0,400	48,844	0,384	44,186	0,640
0,300	49,549	0,284	43,392	0,621
0,200	50,241	0,184	42,584	0,603
0,100	50,766	0,100	41,766	0,586
0,100	50,766	0,100	41,766	0,586
0,000	51,693	0,000	40,993	0,586
-0,100	52,620	0,000	41,001	0,585
-0,200	53,546	0,000	41,008	0,584
-0,300	54,472	0,000	41,015	0,583
-0,600	57,249	0,000	41,035	0,581
-1,300	63,721	0,000	41,074	0,577
-1,300	63,874	-0,016	41,074	0,577
-2,150	70,541	-0,009	41,690	0,514
-3,000	77,130	0,000	42,260	0,456
-3,000	77,130	0,000	42,260	0,456
-3,500	81,743	0,000	42,278	0,454
-4,000	86,355	0,000	42,295	0,452
-4,000	86,490	-0,014	42,295	0,452
-4,750	91,968	0,021	42,722	0,409
-5,500	97,568	0,041	43,129	0,367
-5,500	97,568	0,041	43,129	0,367
-6,400	105,271	0,042	43,469	0,331
-7,400	113,816	0,042	43,823	0,295
-8,400	122,352	0,041	44,153	0,260
-9,400	130,883	0,037	44,464	0,227
-10,000	136,001	0,035	44,643	0,207
-10,900	143,678	0,030	44,899	0,180
-11,900	152,211	0,022	45,170	0,150
-12,900	160,749	0,013	45,428	0,121
-13,900	169,276	0,002	45,657	0,092
-14,500	174,319	0,000	45,764	0,076
-14,500	174,319	0,000	45,764	0,076
-15,150	180,274	0,000	45,746	0,075
-16,150	189,430	0,000	45,711	0,073
-16,550	193,090	0,000	45,695	0,073
-17,200	199,035	0,000	45,667	0,072
-18,200	208,177	0,000	45,619	0,071
-18,600	211,831	0,000	45,597	0,070
-18,600	211,885	-0,005	45,597	0,070
-20,050	223,908	-0,003	45,768	0,035
-21,500	235,901	0,000	45,916	0,001
-21,500	235,901	0,000	45,916	0,001
-23,150	254,214	0,000	45,765	0,001
-24,750	271,951	0,000	45,599	0,001
-26,400	290,221	0,000	45,405	0,000
-28,000	307,917	0,000	45,197	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	50,00	0,00	0,70	0,711

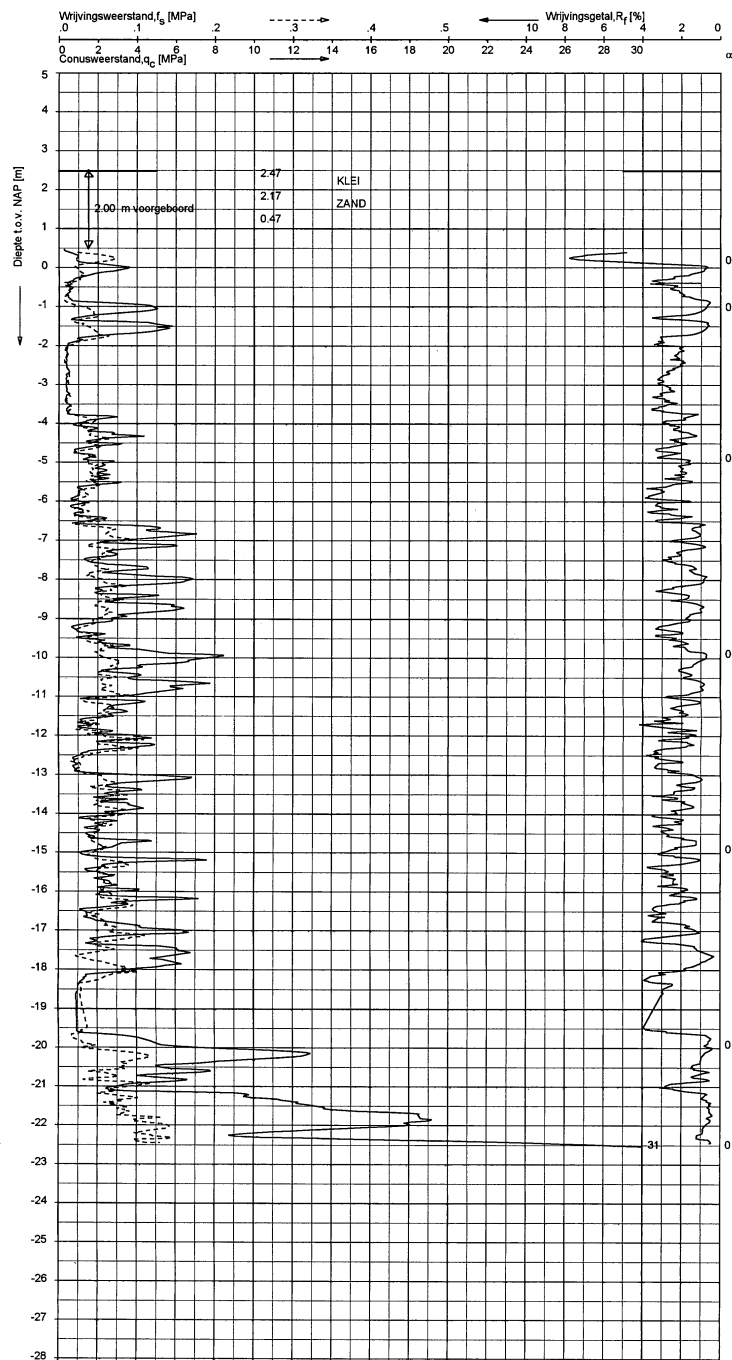
4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	100	0,331	46,588	0,380
	3650	0,666	93,731	0,045
	10000	0,711	100,000	0,000

End of Report

VI

BIJLAGE: SONDERINGEN



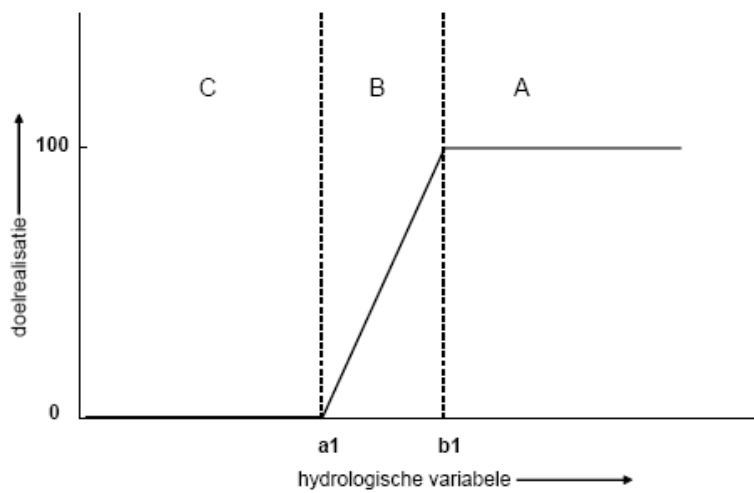
VII

BIJLAGE: HYDROLOGISCHE RANDVOORWAARDEN NATUURBEHEERTYPEN

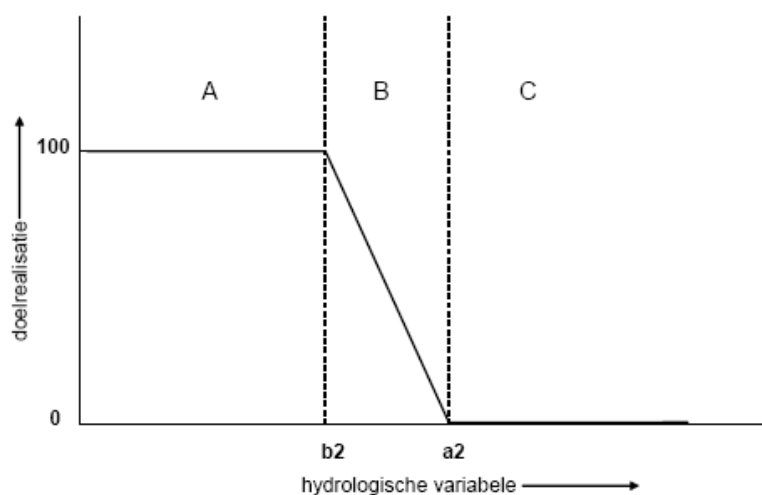
Toelichting doelrealisatiefuncties natuur

In de functies is op de horizontale as de waarde van de hydrologische variabele uitgezet (bijvoorbeeld de GVG), en op de verticale as de mate waarin de vegetatie gerealiseerd kan worden, met andere woorden de mate van doelrealisatie.

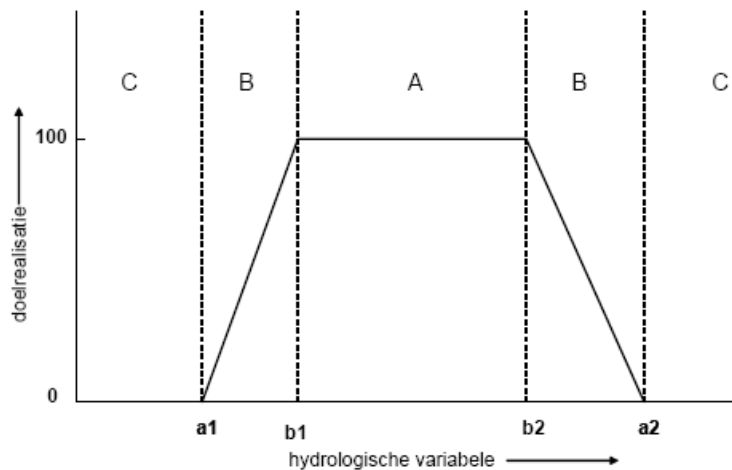
Links begrensd



Rechts begrensd



Tweezijdig begrensd



De vorm van de functies is vastgelegd door middel van de volgende parameters:

- a1 de waarde waaronder het type niet meer kan voorkomen;
- b1 de waarde waarboven het type optimaal voorkomt, dat wil zeggen, dat de waterhuishouding geen beperking vormt voor de ontwikkeling of handhaving van het type;
- b2 de waarde waaronder het type optimaal voorkomt;
- a2 de waarde waarboven het type niet meer kan voorkomen.

De waarden a1 tot en met b2 komen voor in de tabellen per natuurbeheertype op de navolgende bladzijde.

De functies kunnen tweezijdig begrensd zijn (boven en beneden een bepaalde waarde is type optimaal ontwikkeld), rechtsbegrensd (beneden bepaalde waarde is type optimaal ontwikkeld), en linksbegrensd (boven bepaalde waarde is type optimaal ontwikkeld) (zie bovenstaande afbeeldingen).

De eisen aan de beheertypen zijn weergegeven in tabel 1 (zoals deze in Waterwijzer worden gehanteerd).

Tabel 1 Hydrologische eisen per natuurdoeltype * **

Type	Omschrijving	GVG_A1	GVG_B1	GVG_B2	GVG_A2	GLG_A1	GLG_B1	GLG_B2	GLG_A2	DSTRESS_A 1	DSTRESS_B1	DSTRESS_B 2	DSTRESS_A 2	Kwelaflh	Overstrafh	Buitengr
		cm-mv	cm-mv	cm-mv	cm-mv	cm-mv	cm-mv	cm-mv	cm-mv	cm-mv	cm-mv	cm-mv	cm-mv			
N04.02	zoete plas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N05.01	moeras (natte ecologische zone)	-300	-81	0	20	-999	-999	20	40	0	0	0	0	0	0	0
N10.01	nat schraalland	-5	5	25	35	0	20	999	999	-999	-999	5	15	0	0	0
N10.02	vochtig hooiland	-10	0	25	40	-999	-999	40	60	0	0	0	0	0	0	0
N12.01	bloemdijk	30	50	999	999	0	0	0	0	2	8	38	45	0	0	0
N12.02	kruiden- en faunarijk grasland	15	72	999	999	0	0	0	0	2	20	25	45	0	0	0
N12.03	glanshaverhooiland	50	70	999	999	0	0	0	0	-999	-999	27	35	0	0	0
N12.05	kruiden- of faunarijke akker	15	72	999	999	0	0	0	0	2	20	25	45	0	0	0
N14.03	haagbeuken- en essenbos	15	25	999	999	0	0	0	0	-999	-999	45	55	0	0	0
N15.01	duinbos															
N15.02	dennen-, eiken- en beukenbos	20	25	999	999	0	0	0	0	5	10	999	999	0	0	0
N16.01	droog bos met productie	30	69	999	999	0	0	0	0	2	14	999	999	0	0	0
N16.02	vochtig bos met productie	0	41	999	999	0	0	0	0	-999	-999	15	40	0	0	0

* Het getal 0 staat voor: niet toetsen.

** Het getal (-)999 staat voor: onbeperkte randvoorwaarde (positief dan wel negatief).

