Watertoets

N65 - Haaren

projectnummer 0408593.100
definitief
28 februari 2020

Understanding today.
Improving tomorrow.

Watertoets

N65 - Haaren

projectnummer 0408593.100

definitief
28 februari 2020

Auteurs
E. Brandsma, S. Hoegen

Opdrachtgever
Gemeente Haaren
Postbus 44
5076 ZG Haaren

datum vrijgave	beschrijving revisie	goedkeuring	vrijgave
	definitief	P. Kennes	A. Schuphof

Inhoudsopgave

Watertoets 2

1 Inleiding 3
1.1 Aanleiding 3
1.2 Doel 4
1.3 Leeswijzer 4

2 Huidige situatie 5
2.1 Locatie 5
2.2 Bodem 6
2.3 Grondwater 9
2.4 Oppervlaktewater 12
2.5 Riolering 14
2.6 Waterkeringen 16
2.7 Wegafwatering 16

3 Beleid en regelgeving 17
3.1 Beleidsrandvoorwaarden 17
3.2 Beschermde gebieden 19

4 Plansituatie 22
4.1 Toelichting per bouwsteen 23
4.2 Hoogteligging weg 27
4.3 Bruggen en te verlengen bestaande duiker 28
4.4 Wijziging legger watergang ZL36 32
4.5 Watercompensatie voor toename verharding en te dempen zaksloten 33
4.6 Watercompensatie voor regionale waterberging 35
4.7 Hemelwaterverwerking van de tunnels 35
4.8 Wadi Helvoirts Broek 37

5 Effecten op waterhuishouding 38
5.1 Algemeen 38
5.2 Waterbergingen 38
5.3 Ontwateringsdiepte 39
5.4 Kunstwerken (duikers) 41
5.5 Rioolwatertransportleiding 42
5.6 Waterkwaliteit 42
5.7 Beheer en onderhoud 42

6 Conclusies en aanbevelingen 43

Bijlage 1 Plansituatie 1

Bijlage 2 Oppervlakteberekening zaksloten 6

Bijlage 3 Oppervlakteberekenig verhardingen 8

Bijlage 4 Hoogteligging N65 10

Bijlage 5 Grondwatereffect berekening 11

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De A65/N65 is de rijksweg die loopt van de A58 bij Tilburg (knooppunt De Baars) naar de A2 bij ’s-Hertogenbosch (knooppunt Vught). De weg heeft een (boven)regionale verkeersfunctie en is daarnaast ook een belangrijke ontsluitingsweg voor de gemeenten Haaren, Vught en Oisterwijk. In de huidige situatie staan, gezien de toenemende verkeersintensiteit, de leefbaarheid langs, de doorstroming over en de verkeersveiligheid op de N65 onder druk.

De N65 doorkruist de kernen Vught en Helvoirt. De toenemende hoeveelheid verkeer en opstoppingen op de kruisingen veroorzaken een verslechtering van de luchtkwaliteit en geluidhinder in de directe omgeving van de weg. Daarnaast vormt de weg een barrière en zorgt voor een slechte oversteekbaarheid van de verschillende kruisingen voor zowel auto's als het langzaam verkeer. Dit heeft negatieve gevolgen voor de algemene verkeersveiligheid.

Om deze knelpunten te verminderen werkt de gemeente Haaren, samen met Rijkswaterstaat, de provincie Noord-Brabant en de gemeente Vught aan de reconstructie van de N65.
Voor het project zijn de volgende doelstellingen geformuleerd:



Figuur 1.1. Doelstellingen reconstructie N65

In de MIRT (Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport) Verkenning N65 Vught-Haaren is door een samenwerkingsverband van Rijkswaterstaat, provincie Noord-Brabant en de gemeenten Haaren, Vught en 's-Hertogenbosch onderzocht welke maatregelen getroffen kunnen worden om de gestelde doelstellingen te behalen. Het VKA is op 24 maart 2016 vastgesteld door de Stuurgroep N65. Op basis hiervan is door de minister van Infrastructuur en Milieu op 27 juni 2016 een voorkeursalternatief vastgesteld. Hiermee is de MIRT Verkenning afgesloten.

Na afsluiting van de MIRT Verkenning is op 1 september 2016 de Planfase gestart.
In de bestuursovereenkomst is bepaald dat de beide direct betrokken gemeenten (Haaren en Vught) verantwoordelijk zijn voor het opstellen van de bestemmingsplannen.
De stuurgroep heeft op 30 mei 2018 besloten om het voorlopig ontwerp van de N65 verder uit te werken.

Om deze plannen mogelijk te maken wordt per gemeente een bestemmingsplan opgesteld.
Het uitvoeren van een watertoets is juridisch verplicht bij bestemmingsplannen. Instemming van het waterschap is een voorwaarde voor goedkeuring van het bestemmingsplan. Het resultaat van een watertoets wordt vastgelegd in een zogenaamde waterparagraaf,
welke opgenomen wordt in de ruimtelijke onderbouwing. Voorliggende rapportage geeft invulling aan deze waterparagraaf.

1.2 Doel

De 'watertoets' is een instrument dat waterhuishoudkundige belangen op een evenwichtige wijze laat meewegen bij het opstellen van ruimtelijke plannen en besluiten. Het is niet een toets achteraf, maar een proces dat de initiatiefnemer van een ruimtelijk plan en de waterbeheerder met elkaar in gesprek brengt in een zo vroeg mogelijk stadium. Het doel van de watertoets is het voorkomen van waterproblemen, zoals wateroverlast en verdroging. De initiatiefnemer verwoordt in een waterparagraaf zijn afweging van de waterhuishoudkundige aspecten.
Het waterschap geeft hierover een wateradvies.

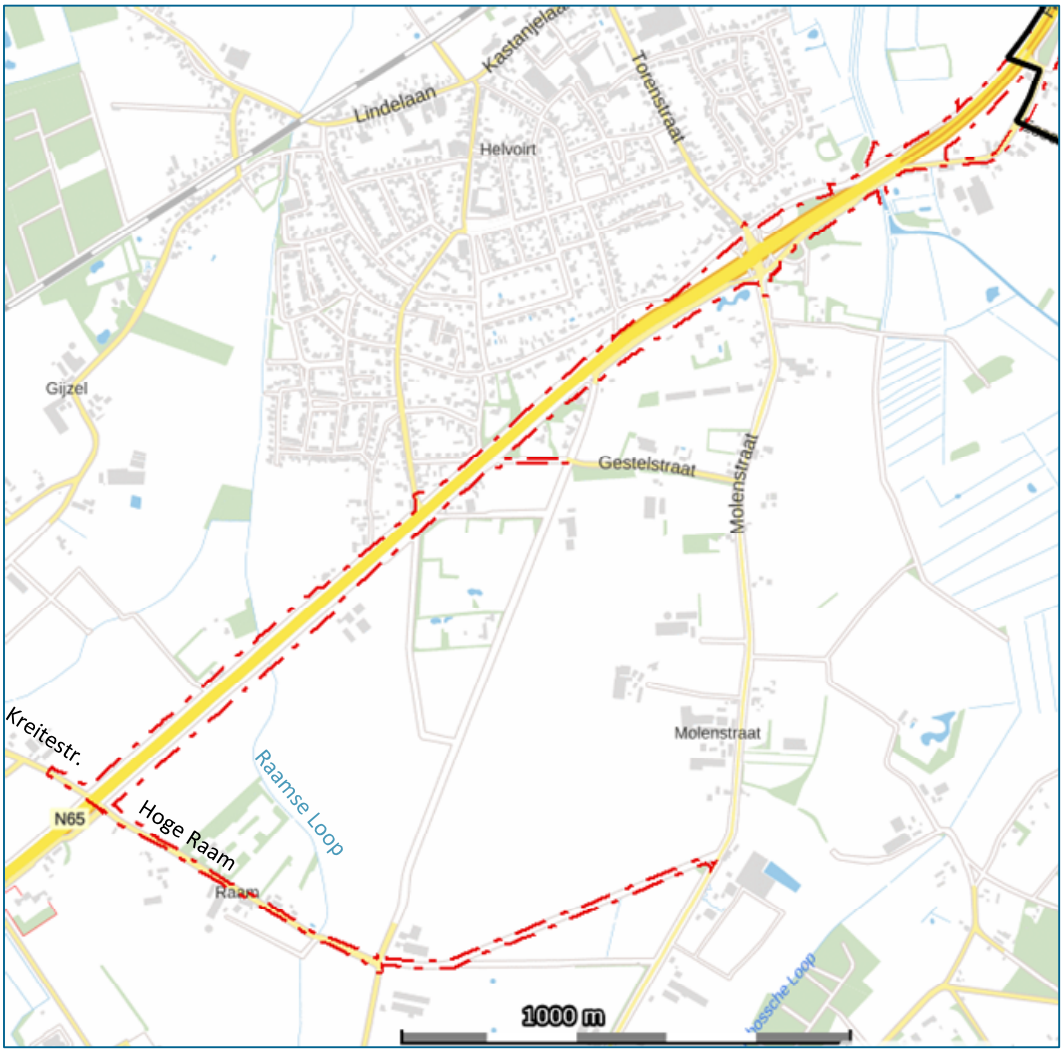
1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de huidige situatie van het projectgebied. Hoofdstuk 3 gaat in op het geldend beleid, hoofdstuk 4 beschrijft de toekomstige situatie en hoofdstuk 5 gaat in de effecten op de waterhuishouding. Hoofdstuk 6 sluit af met conclusies en aanbevelingen.

2 Huidige situatie

2.1 Locatie

De N65 bestaat uit een tweebaansweg per rijrichting. N65 zoals beschouwd in deze watertoets wordt aan de oostelijke zijde begrensd door de gemeentegrens van Haaren en loopt in westelijke richting tot de aansluiting Hoge Raam / Kreitsestraat. Figuur 2-1 toont de begrenzing van het plangebied. Het plangebied bestaat niet alleen uit de gronden van de N65. Ter hoogte van de bebouwde kom van Helvoirt, behoort de kruising Torenstraat / Molenstraat eveneens tot het plangebied. Tevens is het plangebied vergroot om parallelwegen mogelijk te maken.

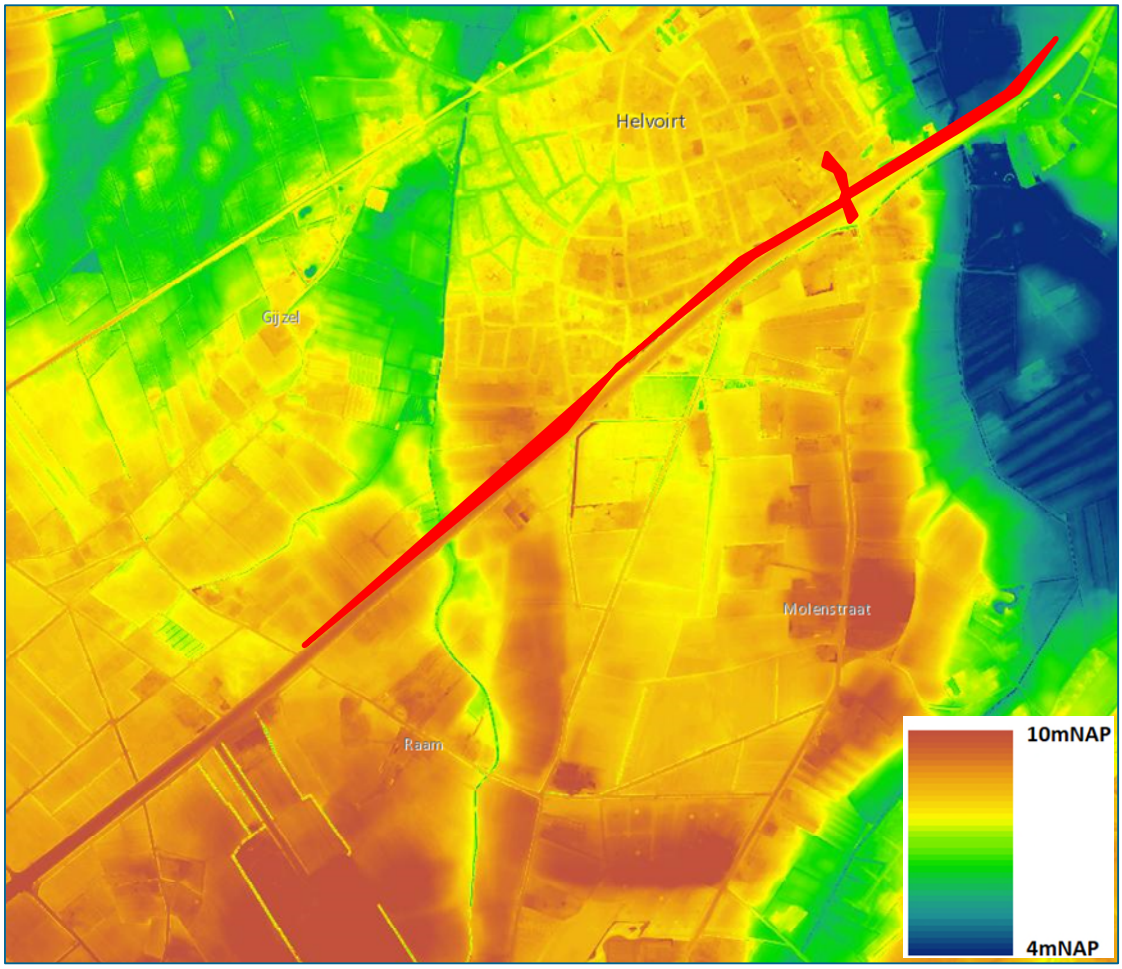


Figuur 2-1: Projectgebied N65 te Haaren (bron: pimplatform)

2.2 Bodem

Terreinhoogte

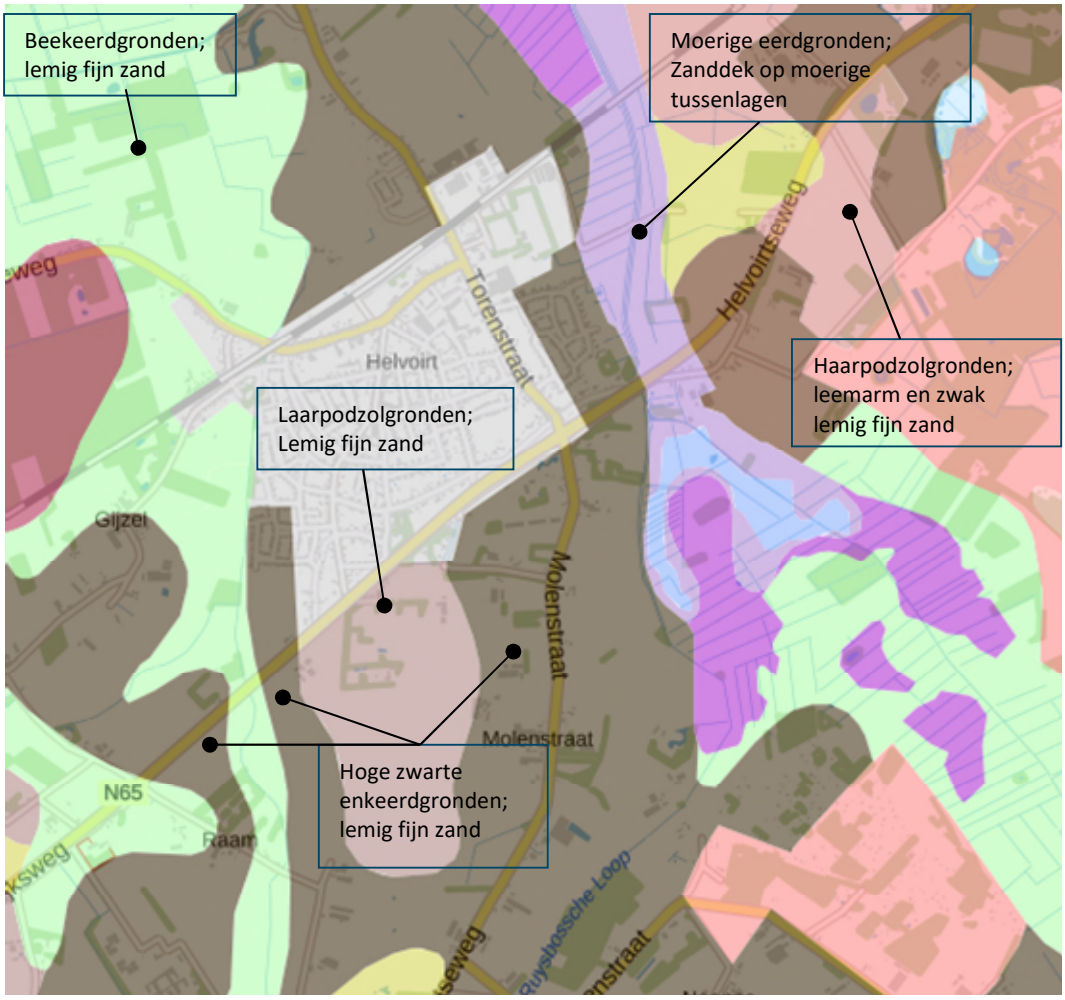
Figuur 2-2 toont het verloop van de maaiveldhoogte langs het aan te passen deel van de N65 binnen de gemeente Haren. Ten noorden van de N65 ligt het stedelijk gebied van Helvoirt hoger dan de omgeving met een maaiveldhoogte van circa NAP 7,0 m tot NAP 7,5 m.
Het stedelijk gebied van Helvoirt is grofweg ingesloten door de stroomdalen van de beken. Deze zijn ook zijn duidelijk zichtbaar op de hoogtekaart door hun diepteligging. In het westen ligt de Raamse Loop: de omgeving heeft hier een maaiveldhoogte van circa NAP 5,7 m tot NAP 6,5 m: met groen aangegeven in figuur 2-2. Het stroomdal van de Broekleij ten oosten van Helvoirt heeft een maaiveldhoogte van circa NAP 4,0 m tot NAP 5,0 m: dit is met blauw aangegeven in figuur 2-2. De hoogte van de N65 varieert van NAP 6,9 m (in het noordoosten) tot NAP 8,6 m (in het zuidwesten).



Figuur 2-2: Maaiveldhoogte (bron: AHN3)

Bodem

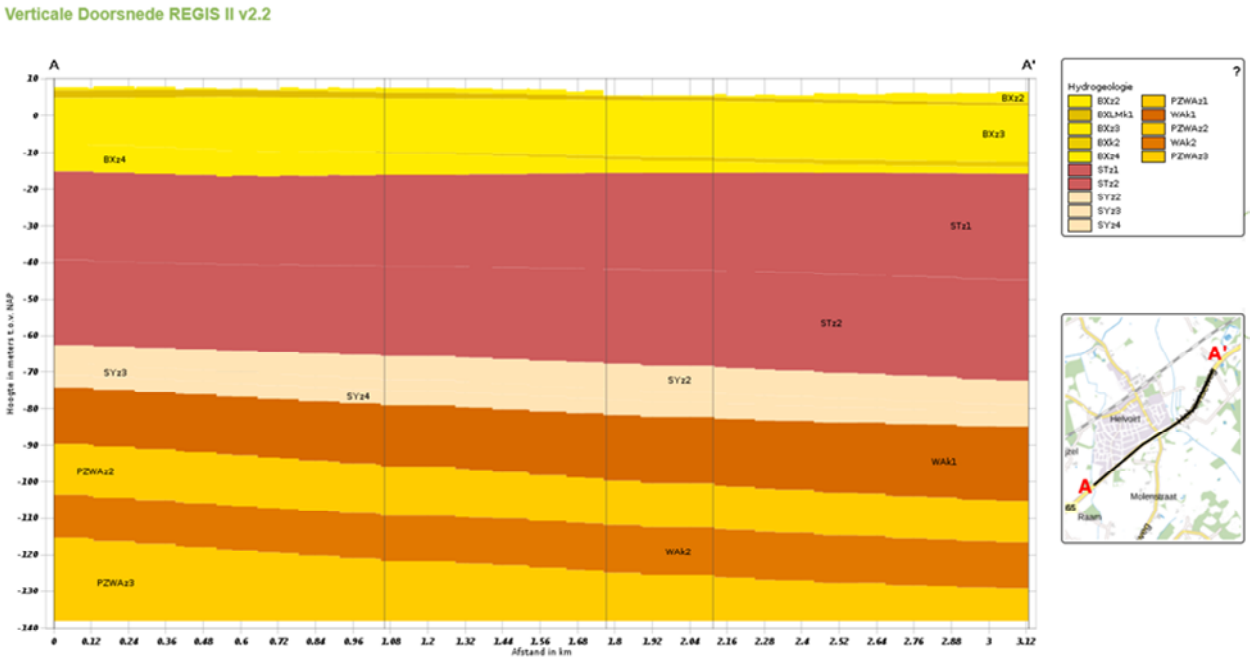
De bodem bestaat hoofdzakelijk uit verschillende lemig fijne zandige toplagen, zoals uitgebeeld in figuur 2-3. Zo bestaat de bodem langs de Molenstraat en de Helvoirtsestraat (donker bruin) uit hoge zwarte en keergronden; lemig fijn zand. Ten zuiden van Helvoirt bestaat de bodem uit laarpodzolgronden: lemig fijn zand (licht bruin). De met groen aangeduide gebieden zijn beekeerdgronden met een toplaag van lemig fijn zand. De in paars aangeduide gronden rondom de Broekleij zijn moerige eerdgronden met een zanddek en de moerige tussenlaag op zand en meerveengronden is aangeduid in het blauw.



Figuur 2-3: Bodemkaart ter hoogte van Helvoirt. (Bron: BRO - Bodemkaart PDOK.)

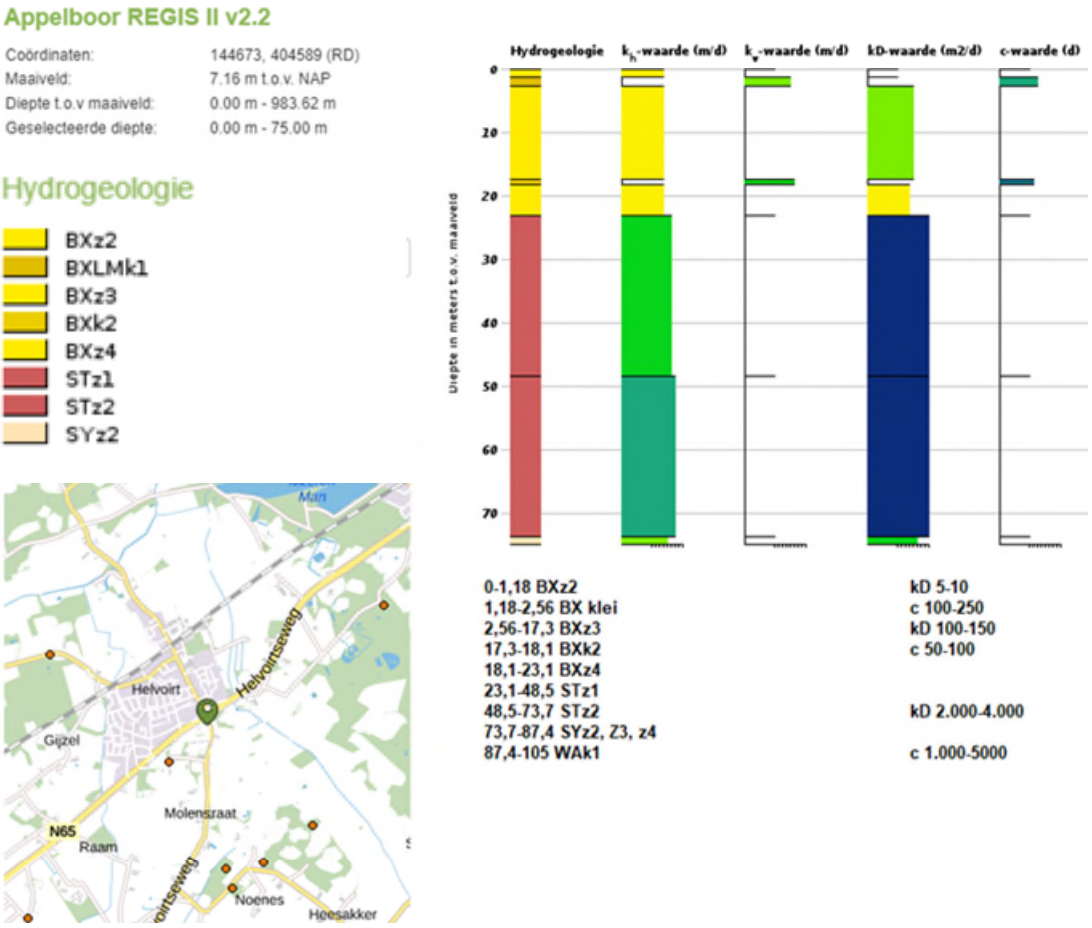
Bodemopbouw

De deklaag in de gemeente Haaren heeft een dikte van circa 16 tot 20 m en bestaat overwegend uit fijn tot en met grof zand met mogelijk lokaal grovere inschakelingen of dunne leem-, klei-of veenlagen. Op basis van een lengteprofiel in REGIS (figuur 2-4) is geconstateerd dat de bodemopbouw in dit gebied tamelijk gelijkvormig is. Tot ongeveer NAP -75 m à NAP -80 m is er een watervoerend pakket, bestaande uit de formaties van Boxtel, Sterksel en Stramproy.



Figuur 2-4: Bodemopbouw evenwijdig aan de N65 (bron: REGIS)

In de bovenste afzetting, de formatie van Boxtel, komt op enkele meters onder maaiveld een leemlaagje voor, evenals op ongeveer 18 m –mv. (zie figuur 2-5).



Figuur 2-5: Bodemopbouw bij de verdiepte ligging (bron: REGIS)

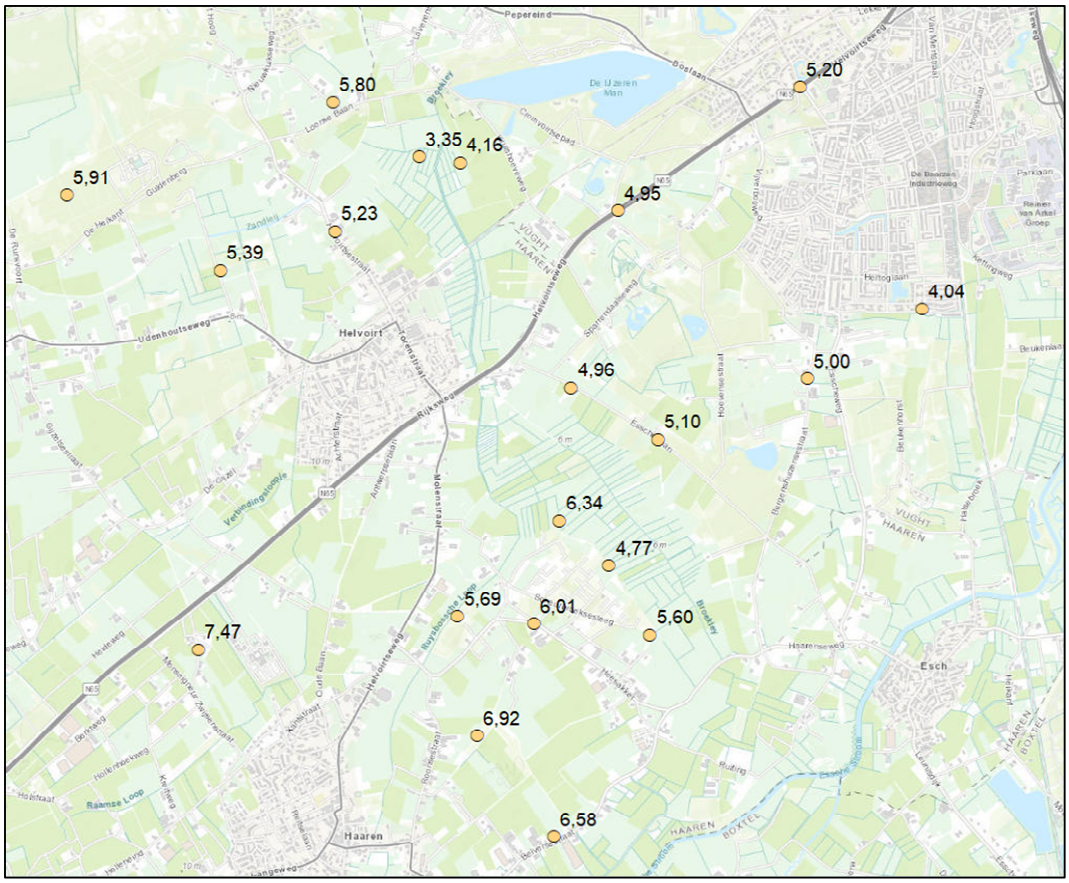
Langs de weg zijn verschillende boringen tot 10 m –mv. geplaatst. Deze bevestigen dat rond 2 à 3 m –mv. een leemlaag met een dikte van ongeveer 1 m verwacht kan worden.
Tevens zijn meerdere sonderingen tot 25 m –mv. geplaatst. Uit de sonderingen blijkt eveneens dat rond 18 m –mv. een weerstandslaagje aanwezig is.

Het watervoerende pakket onder dit tweede weerstandslaagje is dik en grofzandig, het doorlaatvermogen (kD) wordt geraamd op 2.000 tot 4.000 m^2/d.

2.3 Grondwater

Voor het Water- en klimaatstructuurplan zijn met name bij Vught verschillende peilbuizen geplaatst. Bij Helvoirt zijn alleen aanvullend boringen en sonderingen geplaatst.
In DinoLoket zijn in deze omgeving echter relatief veel peilbuizen beschikbaar.
De periode van waarnemingen die in DinoLoket beschikbaar is, varieert sterk. In Helvoirt zelf en de ruime omgeving zijn verschillende peilbuizen die al tientallen jaren worden waargenomen.
Langs de N65 zijn meerdere peilbuizen waar grondwaterstanden van eind 2014 tot begin 2016 beschikbaar zijn.

De bekende GHG-waarden-locaties rondom Helvoirt en de N65, uit het Water en Klimaatstructuurplan, zijn weergegeven in figuur 2-6 in meters ten opzichte van NAP.
De GHG onder de N65 loopt van een lagere GHG in het noordoosten naar een relatief hoge GHG in het zuidwesten. Verder blijkt dat er een dip in grondwaterhoogte in het midden van het tracé wordt verwacht.

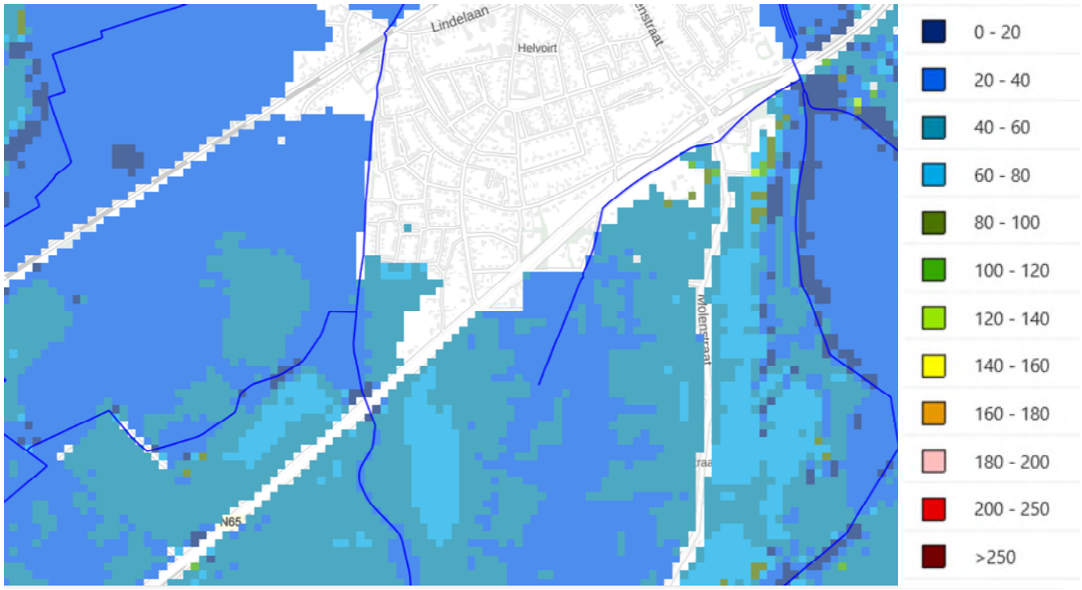


Figuur 2-6: GHG waarden (m + NAP) omgeving Helvoirt, bron Water en klimaat structuurplan voor Vught en omgeving

De GHG onder de N65 verloopt als volgt: in het noordenoosten, ter hoogt van de bebouwde kom in Vught, is circa NAP 5,20 m. Naar het zuiden, ter hoogte van de Groenewouddreef, loopt de GHG af naar circa NAP 4,95 m. De GHG lijkt circa 5,0 m + NAP te blijven tot circa de gemeentegrens van Haaren. Hierna loopt de GHG weer omhoog: ter hoogte van Oost-Helvoirt wordt de GHG onder de N65 geschat op circa NAP 5,8 m en in west Helvoirt op NAP 5,5 m.
De GHG loopt verder op langs de N65, waarbij het ter hoogte van Haaren circa NAP 7,5 m bedraagt.

Eind 2014 zijn meerdere peilbuizen toegevoegd aan het monitoringsnetwerk. De meetreeksen zijn nog te kort om een betrouwbare uitspraak te doen over de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG). Na het vaststellen van het bestemmingsplan wordt de recente monitoringsdata verwerkt middels een tijdreeksanalyse met programma Menyanthes.

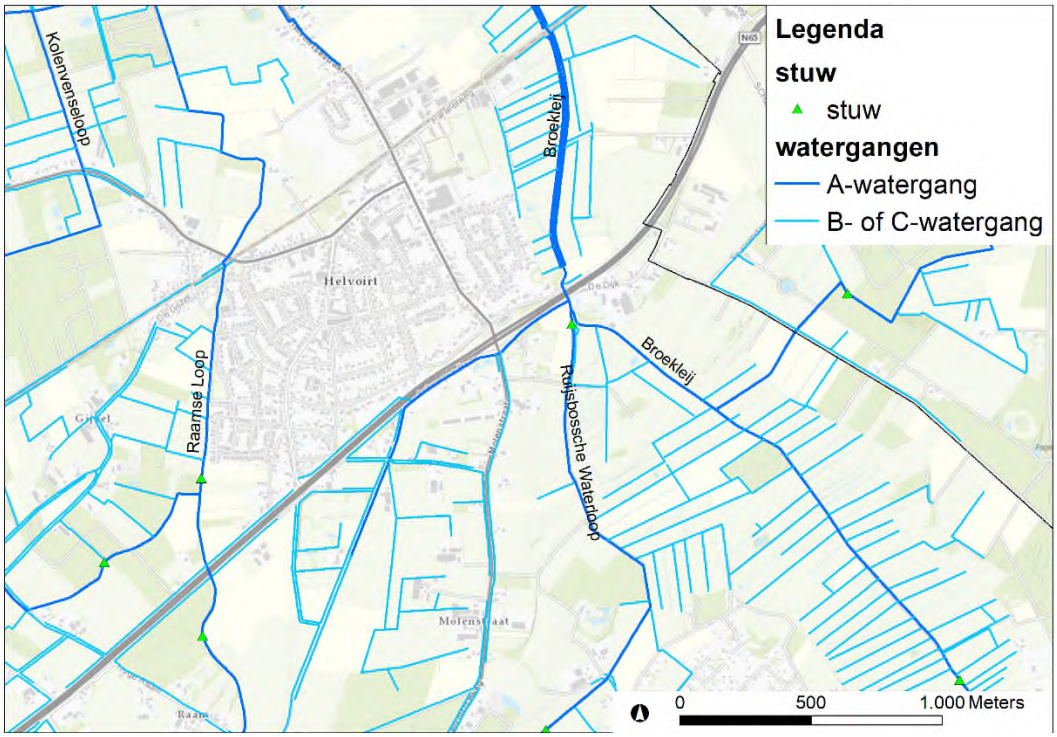
Voor de bestemmingsplanfase wordt uitgegaan van de GHG-kaart van het waterschap. De GHG betreft de gemiddeld hoogste grondwaterstand. Dit is de grondwaterstand die statistisch is berekend uit het gemiddelde van de jaarlijks drie hoogste gemeten grondwaterstanden over een periode van minimaal 8 jaar bij een meetfrequentie van tweewekelijks. Naast de N65 varieert de GHG van circa 0,4 m tot 0,6 m beneden maaiveld. Na het vaststellen van het bestemmingsplan wordt de recente monitoringsdata verwerkt middels een tijdreeksanalyse met programma menyanthes waarmee opnieuw een GHG-kaart wordt geproduceerd. Volgens de tot op heden beschikbare meetdata is het gebied minder nat dan is weergegeven op GHG-kaart.



Figuur 2-7: GHG-kaart (brondata: https://dommel.webgispublisher.nl/Viewer.aspx?map=Watertoets#)

2.4 Oppervlaktewater

De N65 kruist met meerdere A en B watergangen. Een overzicht van de in de legger opgenomen watergangen is weergegeven in figuur 2-8 .



Figuur 2-8: Oppervlaktewater volgens de Watertoetsviewer van waterschap De Dommel

Broekleij
De Broekleij wordt gevoed door ondermeer de Ruysbossche Waterloop en kleinere zijbeken en watert af in het Afwateringskanaal 's-Hertogenbosch – Drongelen. De beken zijn gegraven of gekanaliseerd. In het noordelijke gedeelte van de natte natuurparel ligt de Broekleij tussen kaden.

Het gemiddelde peil van de Broekleij ligt rond de NAP 3,4 m en fluctueert tussen de NAP 3,2 m en NAP 4,6 m. Het gemiddelde debiet ligt zo rond de 0,15 m^3/s.

Binnen de begrenzing van de natte natuurparel zijn twee stuwen aanwezig. Het noordelijk deel van het Helvoirtsche Broek wordt bemalen. De parel kan gestuwd onder water worden gezet. Dit is voor het laatst gebeurd in 2011. Dit betekent dat de schuiven, benedenstrooms bij de IJzeren Man, deels worden dichtgezet waardoor het water gaat opstuwen. Als het Helvoirtsche Broek noord vol begint te lopen worden de gemalen van de parallelsloten uitgezet. Indien de waterstand boven een bepaald peil komt wordt het gemaal bij de snelweg uitgezet, zodat ook Helvoirtsche Broek zuid kan volstromen.

De verbindingsloop tussen Broekleij en Zandleij wordt alleen gebruikt als het peil in de Broekleij hoger is dan het peil in de Zandleij. Op dat moment wordt de Zandleij gebruikt om een deel van het water af te voeren.

In het worstcase-scenario (T100 met hoge Maas en toekomstig klimaat = T150 WH) worden bergingsgebieden Helvoirtsbroek Noord en Zuid ingezet. Ten zuiden van de N65 stijgt het water in en rondom de Broekleij en de Ruijsbossche waterloop dan tot circa NAP 5,72 m (bron: Marion Rensink d.d. 19 maart 2019).

Aan en afslagpeilen gemalen:
- Gemaal Rijksweg: streefpeil NAP 3,40 m (hoogwateralarm bovenstrooms pomp!!! NAP 5,20 m);
- Spoorbaan Noord: aanslagpeil NAP 3,30 m, afslagpeil NAP 3,20 m (hoogwateralarm NAP 4,00 m);
- Spoorbaan Zuid: aanslagpeil NAP 3,35 m, afslagpeil NAP 3,25 m (hoogwateralarm NAP 4,00 m).

Raamse Loop
Door het waterschap zijn de waterstanden voor de Raamseloop berekend met behulp van Sobek (bron: Marion Rensink, d.d. 13 juni 2018):
- Gemiddeld winterpeil: NAP 5,57 m;
- Gemiddeld zomerpeil: NAP 5,63 m;
- T1 met klimaat: NAP 6,29 m;
- T10 met klimaat: NAP 6,64 m;
- T100 met klimaat: NAP 6,70 m.

De peilen voor de T1 en T10 zijn mogelijk aan de hoge kant. Het waterschap is op dit moment bezig om het model om te zetten naar een nieuwe versie van Sobek (het softwarepakket waarmee we de modellen doorrekenen). Daarbij worden ook meteen verbeteringen doorgevoerd in het model. Mogelijk kunnen de peilen hierdoor veranderen (worden waarschijnlijk wat lager). Maar als aan de genoemde peilen wordt voldaan vindt het waterschap het sowieso goed.

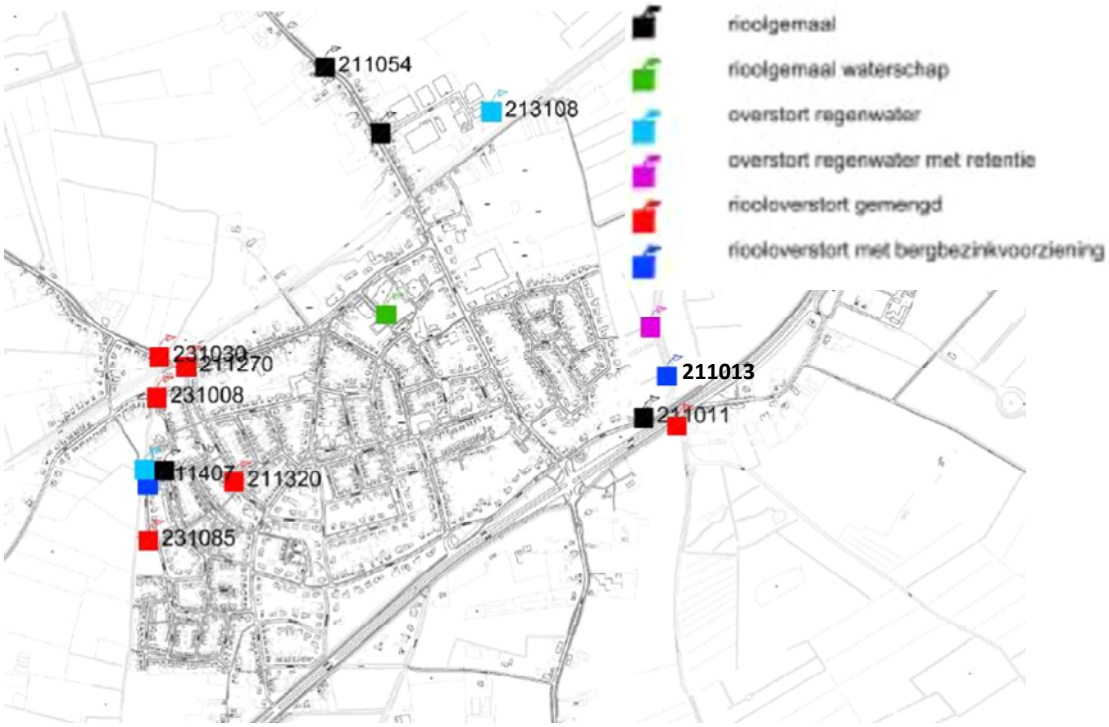
Het gemiddelde winterpeil is lager dan het gemiddelde zomerpeil. Dit heeft te maken met de stuw die benedenstrooms van deze locatie staat. De stuw staat in het model in de zomer op een hogere stand dan in de winter. In de werkelijkheid staat de stuw altijd op de stand zoals deze in het model gehanteerd is voor de zomer. Dat betekent dat het gemiddelde winterpeil dat hierboven genoemd is waarschijnlijk te laag is, maar het geeft in ieder geval een indicatie.

Helvoirts Broek
Het Helvoirts Broek ligt in het beekdal van de Broekleij en de Oude Leij en was tot begin van de 19^{e} eeuw een uitgestrekt moerasgebied met onder andere kwelafhankelijke vegetaties en van belang voor broedvogels. Daarna is het gebied ontgonnen en gedraineerd. Het is nog steeds een open gebied dat van belang is voor weidevogels en met nog wat kwelafhankelijke vegetaties in vooral de sloten. Veel kwelwater wat nog steeds naar het gebied stroomt wordt door de sloten en diepliggende beek afgevangen en komt de natuur niet meer ten goede. Door Brabants Landschap en het streven is om een groot aaneengesloten moerassig beekdal te herstellen. Hiervoor is het van belang dat het waterpeil in de beek verhoogd kan worden.
Het gebied Helvoirts Broek strekt zich uit tussen Cromvoirt en Haaren en wordt door de N65 verdeeld in een noordelijk en zuidelijk gedeelte. Het Helvoirts Broek ligt strategisch tussen de grote natuurgebieden Loonse en Drunensche Duinen en De Brand, in het noordwesten en de

Kampina ten zuiden en heeft daarom de potentie om als verbindingszone tussen deze gebieden te fungeren. In verband hiermee wordt onderzocht hoe zowel het spoor als de N65 beter passeerbaar te maken voor beschermde en algemene diersoorten.

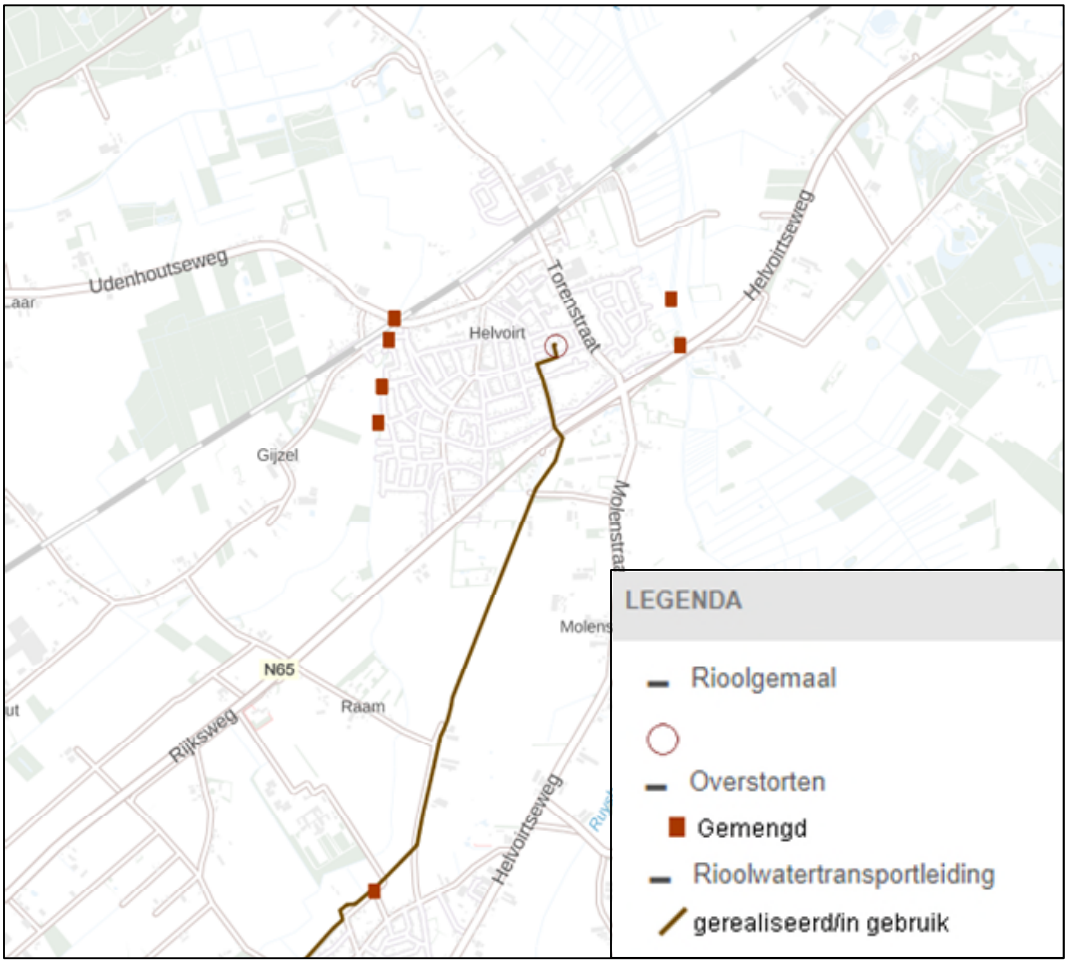
2.5 Riolering

In de gemeente Haaren is op veel plekken nog een gemengd stelsel aanwezig. De overstortlocaties uit het gemengde rioolstelsel zijn opgenomen in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**. Overstort 211013 (BBB) loost bij calamiteiten op de Broekley. De ligging van de leidingen is vastgelegd op AutoCad tekeningen welke zijn toegestuurd aan RHDHV. Op 6 locaties ligt de riolering dicht bij de N65 of kruist het riool de N65. In bijlage 1 zijn de betreffende locaties aangegeven.



Figuur 2-9: Rioleringskaart. Bron: GRP Helvoirt (Gemeente Haaren). De overstorten in de figuur zijn niet volledig aangezien allen de gemeente overstorten zijn weergeven

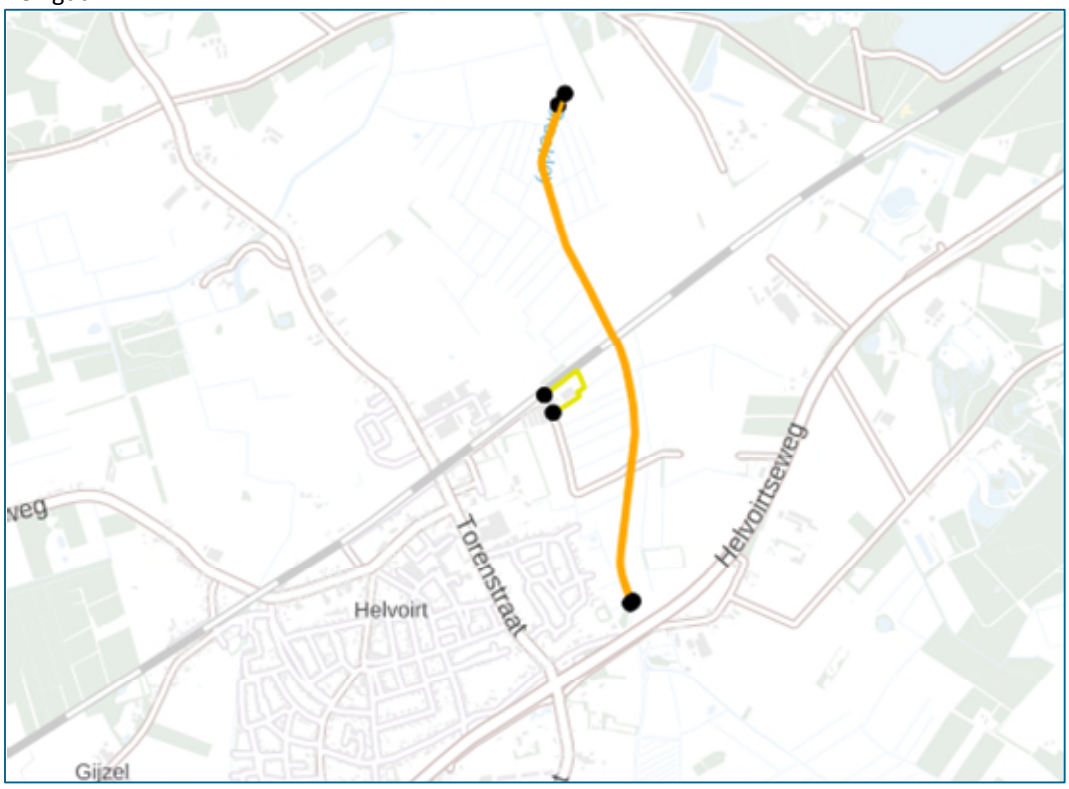
Ter hoogte van Helvoirt kruist er een Rioolwatertransportleiding de N65,
Zie figuur 2-10.



Figuur 2-10: Rioleringskaart rondom Helvoirt. Bron: watertoetsviewer Waterschap De Dommel

2.6 Waterkeringen

Er liggen twee waterkeringen in de buurt van het gebied. Beide met status “overige keringen”, zie figuur 2-11.



Figuur 2-11: Waterkeringen in en rond het projectgebied

2.7 Wegafwatering

De afwatering van de bestaande weg vindt grotendeels plaats middels oppervlakkige afstroming via de berm.

3 Beleid en regelgeving

3.1 Beleidsrandvoorwaarden

Waterbeheerplan
Het waterbeleid van het Rijk en de provincie is gericht op een veilig en goed bewoonbaar land met gezonde, duurzame watersystemen. Het Waterbeheerplan 2016-2021 is het document waarin Waterschap De Dommel de ambities voor de komende jaren heeft vastgelegd.
Het plan beschrijft de doelen voor het waterbeheer en de financiële consequenties daarvan. Waterschap De Dommel investeert de komende jaren volop in het vergroten van de veiligheid, het verbeteren van de waterkwaliteit, het tegengaan van wateroverlast, droogte en het optimaliseren van de zuivering van afvalwater. Klimaatverandering en nieuwe wetten en regels gaan het waterbeheer de komende decennia ingrijpend veranderen.

In de deltabeslissing Ruimtelijke adaptatie heeft het Deltaprogramma voorstellen opgenomen om de ruimtelijke inrichting van Nederland klimaatbestendig en waterrobuust te maken.
Alle overheden en marktpartijen zijn hiervoor aan zet.

Eén van de instrumenten om het nieuwe waterbeleid voor de 21e eeuw vorm te geven is de watertoets. Het doel van de watertoets is het waarborgen dat waterhuishoudkundige doelstellingen expliciet en op evenwichtige wijze in beschouwing worden genomen bij alle waterhuishoudkundig relevante ruimtelijke plannen en besluiten.

Het minimale uitgangspunt voor planontwikkelingen is dat plannen hydrologisch worden getoetst op klimaatbestendigheid en hydrologisch neutraal moeten worden ontwikkeld met als doel geen gevolgen voor de waterveiligheid, het grond- en oppervlaktewater en de waterkwaliteit en ecologie ("het standstillbeginsel"). Daarmee wordt geborgd dat de ontwikkeling van het gebied met betrekking tot wateraspecten duurzaam is.

Voor uitwerking van de hemelwaterafvoer betekent dit het voorkomen van afwenteling door het hanteren van de vijftrapsstrategie, waarbij optie 1 het meest wenselijk en optie 5 het minst wenselijk is:
1. Hergebruik;
2. Vasthouden / infiltreren;
3. Bergen;
4. Afvoeren naar oppervlaktewater;
5. Afvoeren naar de riolering.

Als hergebruik en (volledige) infiltratie niet mogelijk zijn, is waterberging nodig.
In geval van waterberging loost de hemelwaterafvoer via een bodempassage op het oppervlaktewater. Schoon hemelwater (bijvoorbeeld vanaf dakoppervlakken) kan direct worden afgevoerd naar oppervlaktewater. Speciale aandacht wordt besteed aan duurzaam bouwen en een duurzaam gebruik van de openbare ruimte om een goede kwaliteit van het afgekoppelde hemelwater te garanderen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan zorgvuldige materiaalkeuze (pakket duurzaam bouwen), geen blootstelling van uitloogbare bouwmaterialen, zoals zink, koper en lood aan hemelwater en een verantwoord beheer van de openbare ruimte (weg- en groenbeheer).

Gemeentelijke Rioleringsplan (GRP 2018-2022)
Het Gemeentelijke Rioleringsplan 2018-2022 is het document waarin de gemeente de ambities voor de komende jaren heeft vastgelegd. De gemeente blijft afkoppelen. Dit betekent dat stedelijk afvalwater en hemelwater van daken en wegen apart worden ingezameld en afgevoerd.

Gemeente Haaren volgt de wettelijk vastgelegde voorkeursvolgorde voor de omgang met afvalwater (waaronder ook hemelwater val), deze is:

1. Het ontstaan van afvalwater wordt voorkomen of beperkt.
2. Verontreiniging van afvalwater wordt voorkomen of beperkt.
3. Afvalwaterstromen worden gescheiden gehouden, tenzij het niet gescheiden houden geen nadelige gevolgen heeft voor een doelmatig beheer van afvalwater.
4. Huishoudelijk afvalwater en afvalwater wat qua biologische afbreekbaarheid hiermee overeenkomst wordt ingezameld en naar een RWZI getransporteerd.
5. Ander afvalwater dan bedoeld bij 4 wordt, zo nodig na retentie of zuivering aan de bron, hergebruikt.
6. Ander afvalwater dan bedoeld bij 4 wordt, zo nodig na retentie of zuivering aan de bron, teruggebracht in het milieu.
7. Ander afvalwater dan bedoeld bij 4 wordt naar een RWZI getransporteerd.

De lozing van hemelwater op de drukriolering is verboden. De gemeente zamelt alleen stedelijk afvalwater in. De verwerking van hemelwater dient plaats te vinden op eigen perceel (infiltratievoorziening) of middels een lozing op oppervlaktewater.
In stedelijke gebieden streeft de gemeente naar voldoende ontwateringsdiepten.
In nieuwbouw situaties worden daarbij de ontwateringsdiepten uit tabel 3-1 geadviseerd.
De ontwaterings-diepten gelden als inspanningsplicht. De gemeente kan niet verantwoordelijk worden gesteld voor het handhaven van deze waarden.

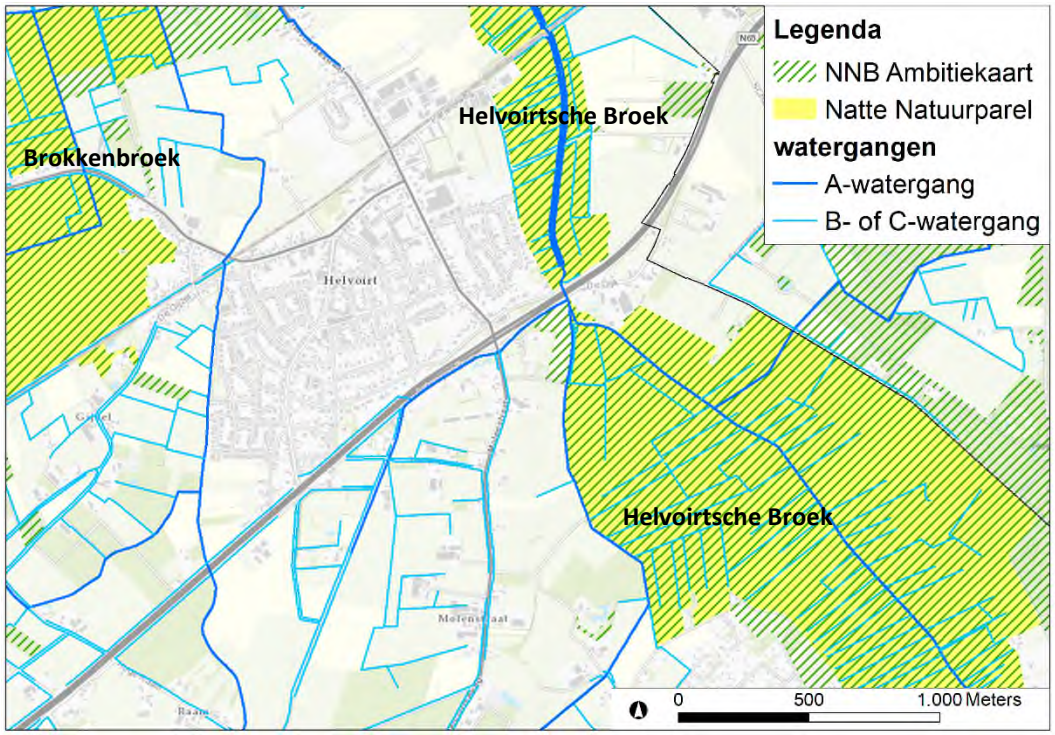
Tabel 3-1: Minimale ontwateringsdiepten bij nieuwbouw

Functie	**Ontwateringsdiepten**
Woningen met kruipruimte	0,7 m
Tuinen / groenvoorziening	0,5 m
Hoofdwegen	1,0 m
Secundaire wegen en woonstraten	0,7 m

3.2 Beschermde gebieden

Beschermingsgebieden
De herinrichting van de N65 vindt plaats nabij het Helvoirtsche Broek en Brokkenbroek.
De natuur van beide gebieden is afhankelijk van een goede grondwaterstand. Het beschermings-beleid is gericht op instandhouding en waar mogelijk verbetering van de wezenlijke kernmerken en waarden van de ecologie en natuurwaarden.

De natte natuurparel Helvoirtsche Broek ligt ten oosten van de plaats Helvoirt (figuur 3-1).
De spoorweg (verbinding Tilburg – 's Hertogenbosch) en de provinciale weg N65 delen het Helvoirtsche Broek in een noordelijk en zuidelijk deel. De natte natuurparel Brokkenbroek ligt ten westen van de plaats Helvoirt. In waterhuishoudkundig opzicht mogen natte natuurparels geen negatieve gevolgen ondervinden door de reconstructie van de N65. Vanuit de Keur van het waterschap zijn deze gebied beschermd. Hieronder wordt de 'Keur van het waterschap' nader toegelicht.

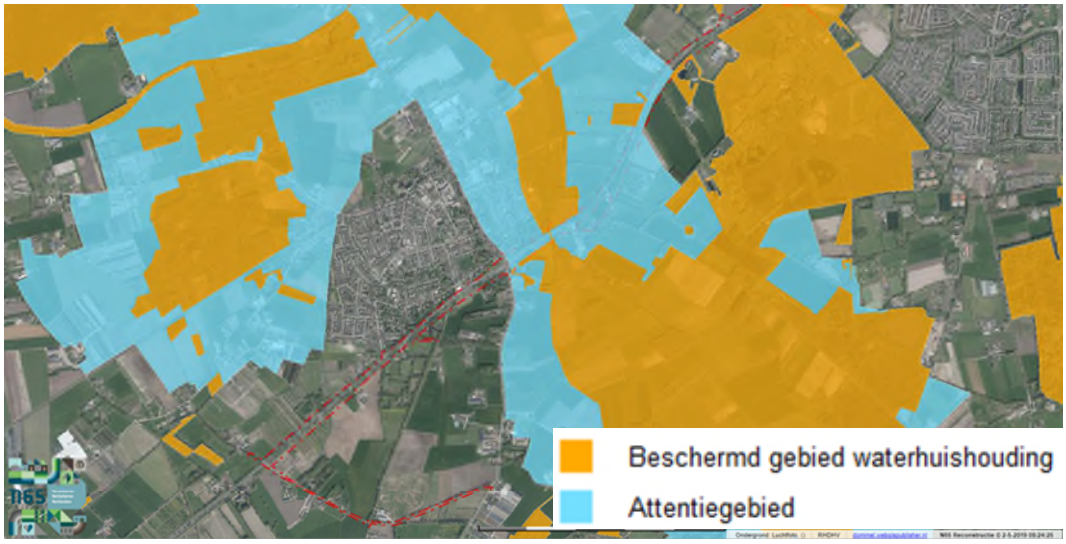


Figuur 3-1: Ligging beschermde natuurgebieden

Keur van het waterschap
Voor waterhuishoudkundige ingrepen is de 'Keur' van toepassing. De Keur is een waterschaps-verordening die gebods- en verbodsbepalingen bevat met betrekking tot ingrepen, die consequenties hebben voor de waterhuishouding en het waterbeheer. Zo is het onder andere verboden om handelingen te verrichten waardoor het onderhoud, aanvoer, afvoer en/of berging van water kan worden belemmerd, zonder een ontheffing van het waterschap. De wateren en waterkeringen waarop de keur van toepassing is, zijn vastgelegd in de legger. Voor meer informatie over de gebods- en verbodsbepalingen wordt verwezen naar de Keur.

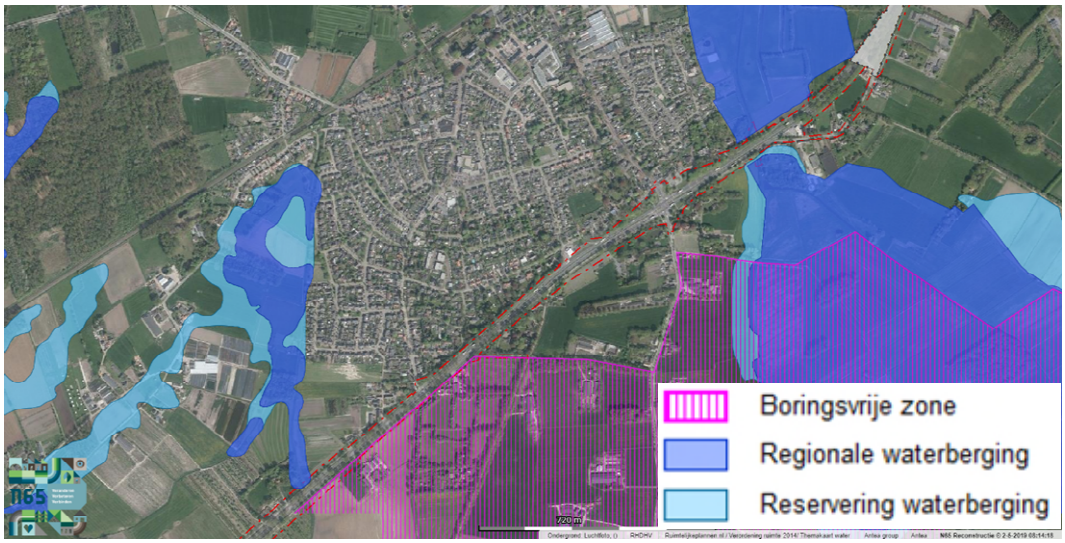
Beschermde gebieden en attentiegebieden
Figuur 3.2 toont de ligging van 'beschermd gebied waterhuishouding', alsmede het invloedgebied 'attentiegebied'. De herinrichting N65 kruist het beschermingsgebied en attentiegebied van het Helvoirtsche Broek.

Voor de beschermde gebieden en attentiegebieden gelden voor zowel het grondwater- als het oppervlaktewatersysteem een strikt beschermingsbeleid conform het provinciaal beleid (Provinciaal Waterplan). Dit betekent dat alle ingrepen in dergelijke gebieden in beginsel vergunningplichtig blijven, met daaraan gekoppeld een terughoudend en stringent vergunningenbeleid. Dit betekent dat in de Algemene Regels dat voor diverse handelingen een Algemene Regel alleen buiten de beschermde gebieden waterhuishouding en attentiegebieden geldt. Uitzonderingen zijn ingrepen die een dermate beperkt en tijdelijk effect hebben dat deze geen bedreiging vormen voor het beoogde doel van het standstill-beleid, niet op zichzelf en ook niet cumulatief.
Voor attentiegebieden geldt dat voor bijna alle onttrekkingen van grondwater een vergunningplicht geldt en dat getoetst wordt op het standstill principe op de rand met de Groene Hoofdstructuur-natuur (=Beschermd gebied waterhuishouding) voor zover er een hydrologische relatie is met natte natuurparels. Op basis van de Keur 2015 kunnen er ook algemene regels gelden zoals voor sleufbemalingen.
Voor de Beschermde gebieden waterhuishouding geldt dat voor alle ontwikkelingen die mogelijk een effect hebben op de grondwaterstanden in deze gebieden vergunning aangevraagd moet worden.



Figuur 3-1: Beschermde gebieden waterhuishouding en attentiegebieden

Regionale waterberging
In het kader van de herinrichting van de N65 wordt aan de noordzijde van de N65 een parallelweg gerealiseerd. Ter hoogte van de Raamse Loop kruist de parallelweg een gebied voor regionale waterberging (zie figuur 3-3). De aanleg van de weg (ophoging) mag niet leiden in een verlies van de regionale waterberging. Een eventueel verlies dient te worden gecompenseerd.



Figuur 3-3: Regionale waterberging en boringsvrije zones

4 Plansituatie

De voorgenomen ontwikkeling bestaat uit verschillende bouwstenen, zie figuur 4-1 en verderop in deze paragraaf nader toegelicht.

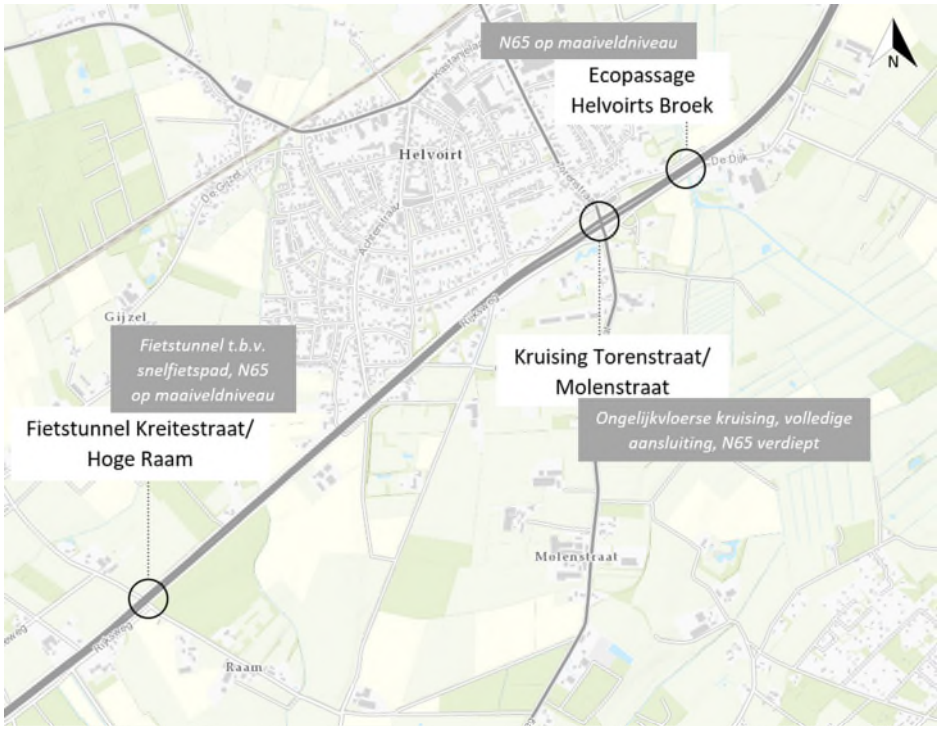
Bouwstenen:

- Fietstunnel Kreitestraat/Hoge Raam - N65;
- Kruising Torenstraat/Molenstraat – verdiepte ligging N65;
- Ecopassage Helvoirts Broek;
- Parallelwegen.

Na de toelichting per bouwsteen volgt een nadere toelichting op de waterhuishoudkundige aspecten van het ontwerp. Hierbij wordt achtereenvolgens ingegaan op:

- Hoogteligging weg;
- Bruggen en te verlengen bestaande duiker;
- Wijziging legger watergang ZL36;
- Watercompensatie voor toename verharding en te dempen zaksloten;
- Watercompensatie voor regionale waterberging;
- Hemelwaterverwerking van de tunnels;
- Wadi Helvoirts Broek.

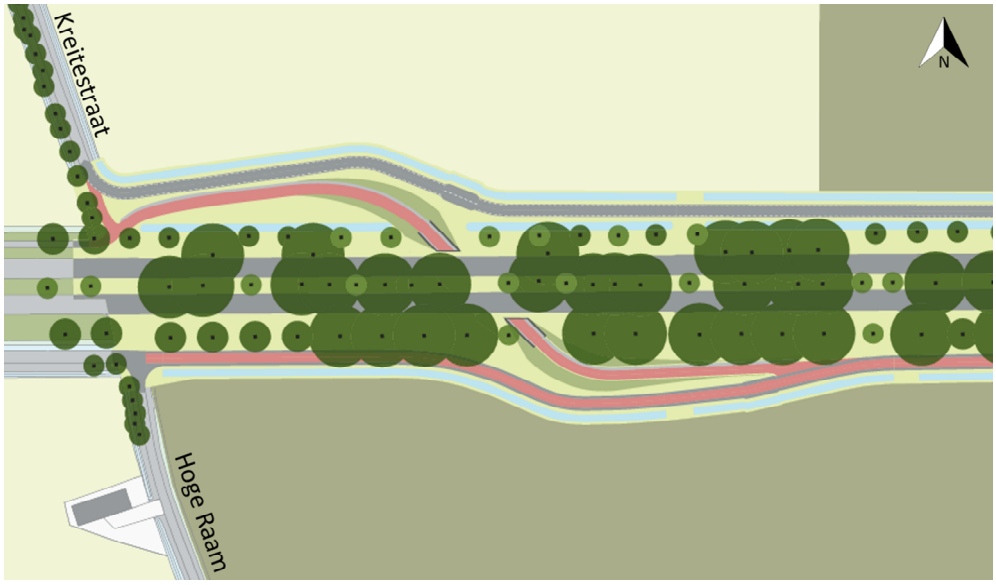
In bijlage 1 zijn de locaties van de waterhuishoudkundige aspecten aangegeven.



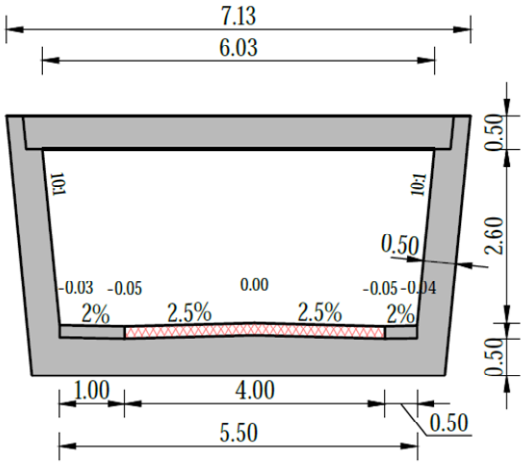
Figuur 4-1: Ontwerp N65 Haaren

4.1 Toelichting per bouwsteen

Fietstunnel Kreitestraat/Hoge Raam - N65
Om een veilige oversteekplaats voor fietsers te creëren wordt er, nabij de bestaande kruising, een fietstunnel aangelegd. Deze tunnel is toegankelijk voor fiets- en voetgangersverkeer. Op figuur 4-2 is de toekomstige situatie gevisualiseerd.
Op figuur 4-3 is een dwarsdoorsnede van de fietstunnel weergegeven. De tunnel heeft een breedte van 5,5 meter en een doorrijhoogte van 2,6 meter. Het fietspad bestaat uit twee banen (één baan per rijrichting), elk 2 meter breed. Aan weerszijden van het fietspad wordt een voetpad gerealiseerd.
De toekomstige verharding zal worden gerealiseerd in lijn met het reeds verharde gedeelte van de Hoge Raam (zelfde breedte en afwerking). Hierdoor wordt de Hoge Raam als geheel benadrukt. De boomstructuur is tevens van belang voor de landschappelijke structuur. Deze structuur zal daarom als geheel gehandhaafd blijven of, indien dit technisch niet inpasbaar is, gereconstrueerd worden.



Figuur 4-2: Visualisatie fietstunnel Hoge Raam



Figuur 4-3: Dwarsdoorsnede fietstunnel in meters



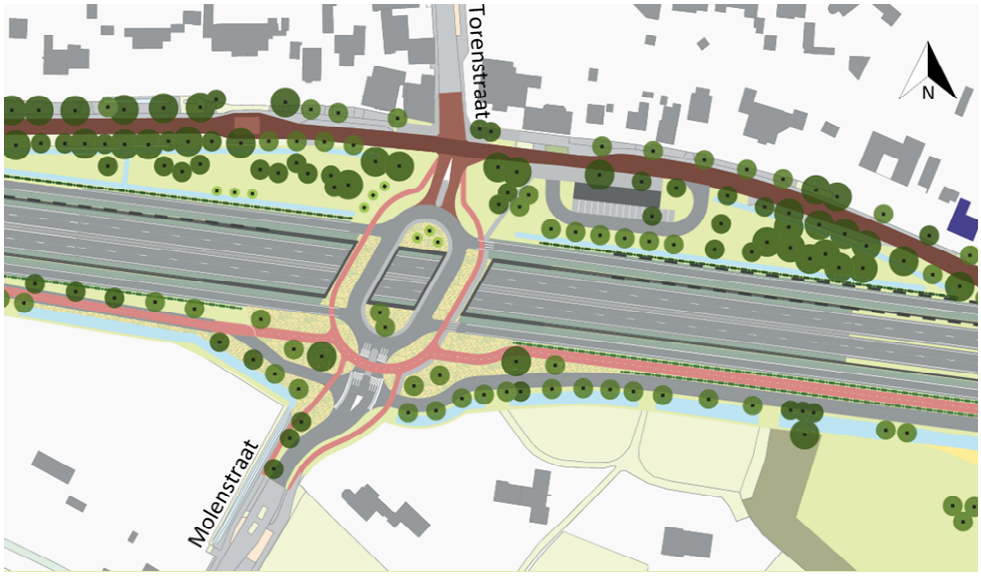
Figuur 4-4: Impressie fietstunnel

Kruising Torenstraat/Molenstraat – verdiepte ligging N65

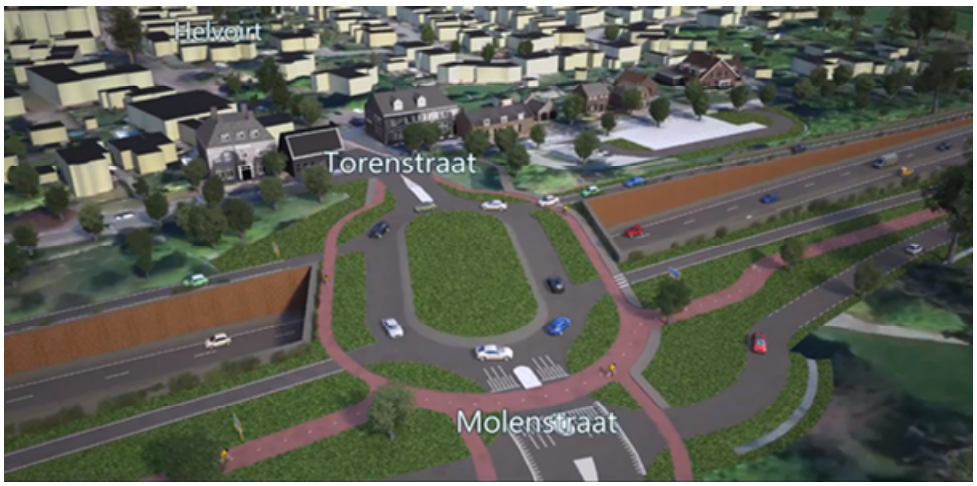
In de nieuwe situatie is de Torenstraat gelegen op maaiveldniveau en kruist over de verdiepte N65. De N65 is gelegen in een tunnelbak, circa 4 meter onder maaiveldniveau. Zoals weergegeven in figuur 4-5 wordt de Torenstraat, ter plaatse van de kruising, ingericht als ovonde. Deze speciale vorm van een rotonde faciliteert een goede uitwisseling van verkeer met de N65 via de op- en afritten. Daarnaast biedt dit een verkeersveiligere en snellere manier om de N65 te kruisen, doordat er geen verkeersregelinstallatie aanwezig is en het verkeer soepel afgewikkeld kan worden. De ovonde is voor de fietser en voetganger eveneens een veilige manier om de N65 over te steken. Fietsers en voetgangers hebben voorrang op de gehele ovonde. Er wordt echter, in verband met de doorstroming op de Torenstraat en verkeersveiligheid van de fietser, geen fietsoversteek aan de noordzijde van de ovonde gerealiseerd.

Vanwege de verdiepte ligging van het kruispunt en de aanleg van de ecopassage is het tankstation aan de zuidzijde van de N65 niet meer inpasbaar. Er is te weinig ruimte voor het in- en uitvoegen van het verkeer. In de nieuwe situatie wordt het tankstation circa 300 meter

verplaatst richting Vught. Het tankstation ten noordwesten van het kruispunt is bereikbaar via de oprit naar de N65 richting Tilburg.



Figuur 4-5: Visualisatie ovonde Torenstraat



Figuur 4-6: Impressie ovonde Torenstraat

Ecopassage Helvoirts Broek

Om te voorzien in een passage voor verschillende diersoorten, wordt een gecombineerde ecopassage (zowel nat als droog) gerealiseerd. In de Reconstructie N65 is besloten om een ecopassage te realiseren, die geschikt moet zijn voor de diersoorten zoals otters, bevers en het edelhert. De ecopassage biedt de diersoorten een veilige mogelijkheid om de N65 te kruisen. Hiermee worden twee gebieden met natuurwaarden (beter) met elkaar verbonden.

De dieren zijn hoofdgebruiker van de passage. Het is voor voetgangers eveneens mogelijk om de ecopassage te gebruiken als recreatief wandelpad. De toegankelijkheid voor voetgangers is afhankelijk van de hoogte van de waterstand in de Broekley. Dit kan bij een hogere waterstand leiden tot een ontoegankelijke situatie voor voetgangers. De ecopassage Broekleij wordt uitgevoerd in de vorm van een ondergrondse doorgang, zie figuur 4-8. De bestaande duiker wordt verwijderd en de Broekleij wordt iets verlegd..

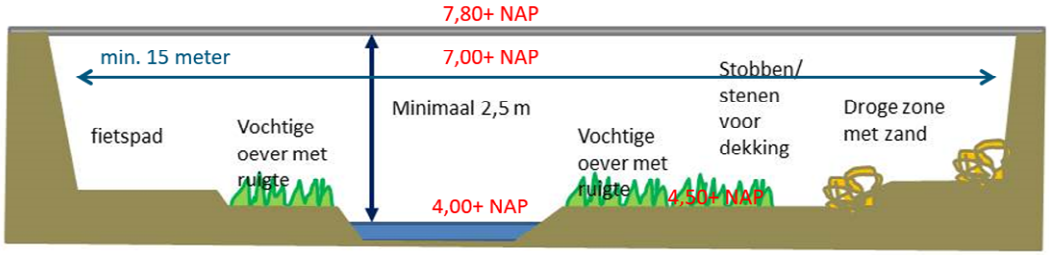
Het huidige profiel van de Broekleij blijft behouden. Hierdoor heeft het ontwerp geen effect op de waterstanden. In de plansituatie kan het water tot een hoogte van NAP 7,00 m (onderkant weg) vrij doorstromen, zie figuur 4-9.



Figuur 4-7: Visualisatie ligging ecopassage



Figuur 4-8: Impressie ecopassage



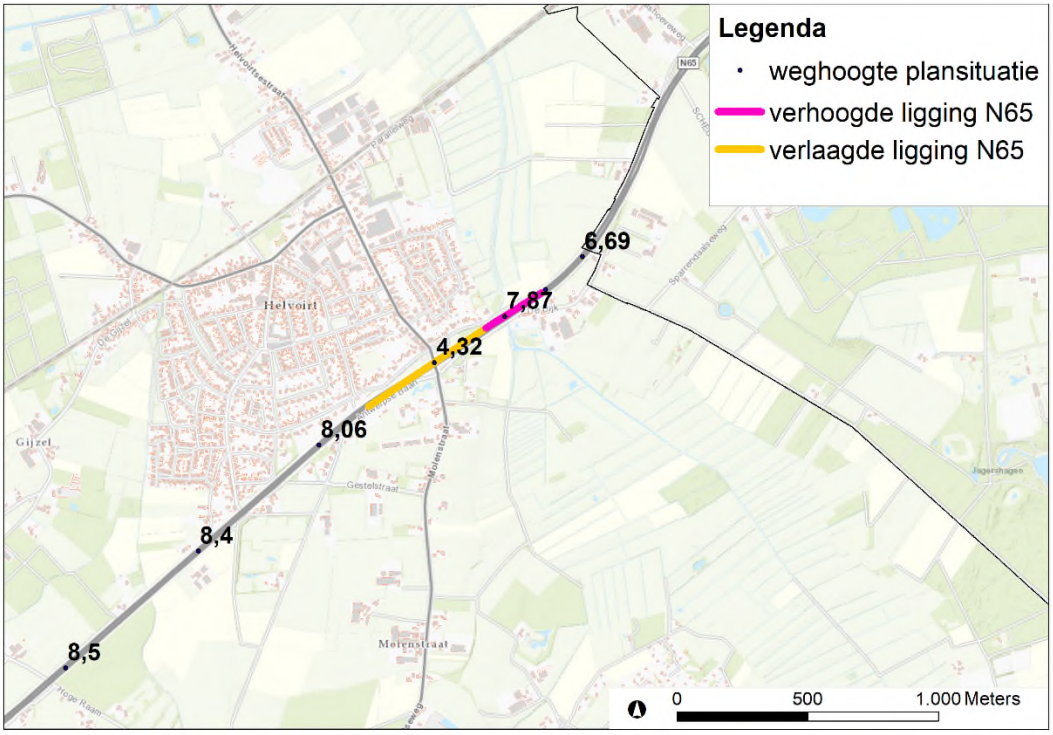
Figuur 4-9: Ontwerp Broekleij. De hoogte van maaiveld, fietspad en wandelpad worden nog nader uitgewerkt. Aandachtspunt is dat na peilopzet van de Broekleij tot NAP 4,00 m het nieuwe maaiveld vaker onder water komen te staan.

Parellelwegen

In de huidige situatie is er slechts langs een gedeelte van de N65 sprake van parallelvoorzieningen. Diverse percelen worden direct op de N65 ontsloten. Dit zorgt voor een verkeersonveilige situatie voor het invoegend en afslaand verkeer. Om de N65 te ontzien van dit bestemmingsverkeer én de bereikbaarheid van de percelen te waarborgen, wordt een structuur aan parallelvoorzieningen gerealiseerd.

4.2 Hoogteligging weg

Bij de kruising van de Torenstraat wordt de N65 verdiept aangelegd (om de Torenstraat gelegen op maaiveldniveau te kunnen kruisen). De verdiepte N65 is gelegen in een tunnelbak, circa 4 meter onder maaiveldniveau (zie figuur 4-10). Bij de kruising met de ecopassage Broekleij ligt de N65 0,7 m á 0,8 m boven het huidige maaiveldniveau. Het overige deel behoudt nagenoeg de huidige hoogte. In bijlage 4 is een tekening opgenomen van de hoogteligging van de weg. De wanden van de tunnel zijn tot 1 m boven maaiveld doorgezet, zodat de tunnel niet kan vollopen bij hevige regen. Uitgangspunt is dat er geen oppervlaktewater vanuit de Broekleij naar de tunnel kan stromen. Dit betekent dat de wanden tot ten minste 0,2 m boven de berekende waterstand van NAP 5,72 m moeten worden doorgezet (T=100, zie paragraaf 2.4).

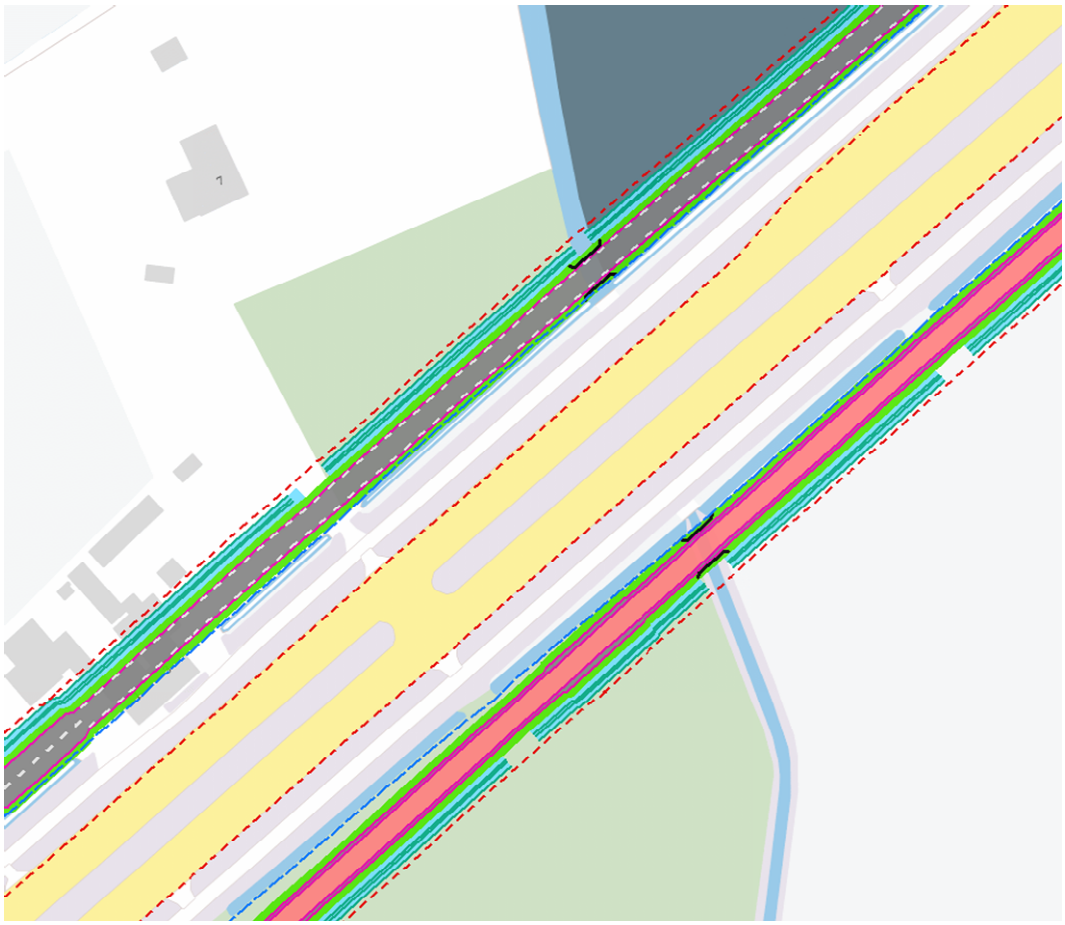


Figuur 4-10: Hoogteligging N65

4.3 Bruggen en te verlengen bestaande duiker

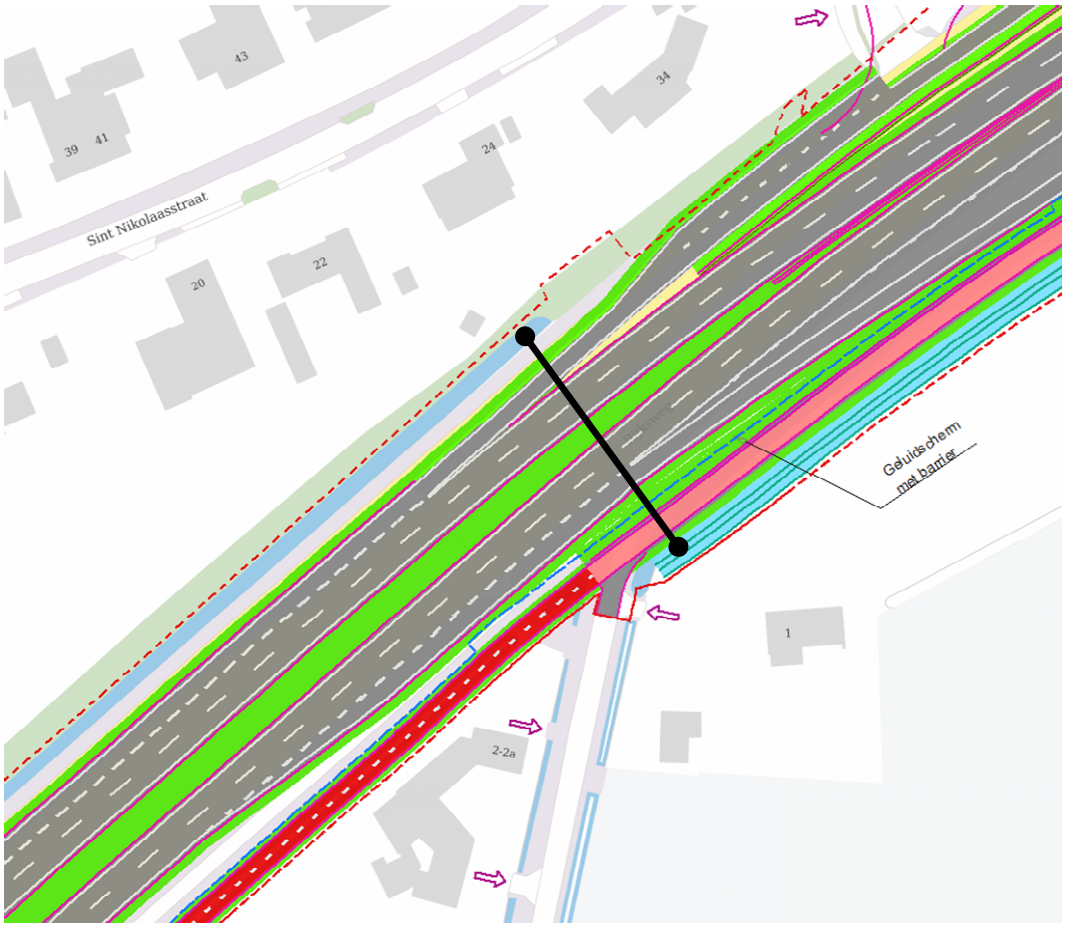
De afvoer- en waterbergingsfunctie van de watergangen inclusief de onderhoudspaden blijft gehandhaafd. Waterschap De Dommel verzorgt het maaien en baggeren van de primaire watergangen. Op een aantal locaties zijn maatregelen nodig zoals hieronder wordt toegelicht.

Ter plaatse van de Raamse Loop voorziet het ontwerp in het realiseren van twee bruggen (noord- en zuidzijde van de N65). De bruggen mogen geen hydraulische opstuwing veroorzaken. Dit betekent dat onderkant brug minimaal boven het waterpeil T100 met klimaat (NAP 6,70 m) moeten worden aangelegd. Figuur 4-11 toont de locaties van de bruggen.



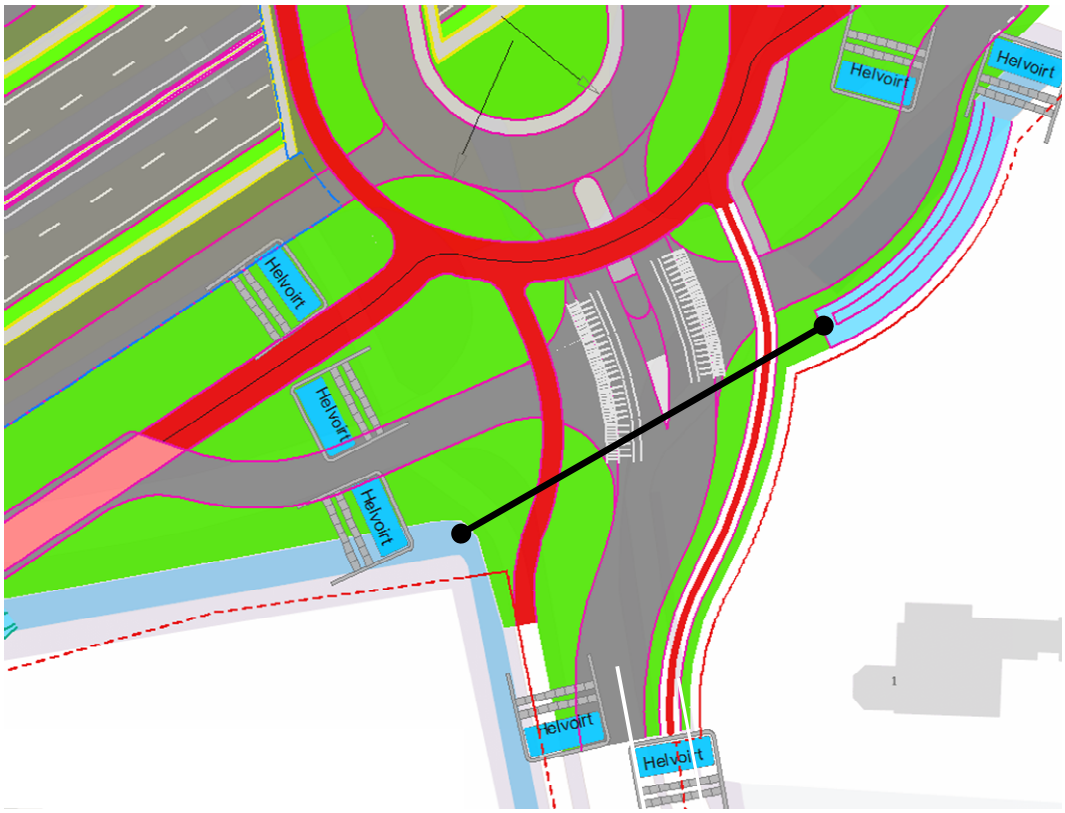
Figuur 4-11: Ligging van de te realiseren bruggen onder de parallelwegen bij kruising Raamse Loop

Nabij de Sint Nikolaasstraat voorziet het ontwerp in het verleggen van de bestaande A-watergang ZL36. In het ontwerp is voorzien om de bestaande duiker onder de N65 te behouden en met dezelfde diameter en hoogteligging te verlengen naar de verlegde watergang ZL36. De verlenging betreft circa 8 m, zie figuur 4-12.



Figuur 4-12: Bestaande duiker verlengen met 8 m tot verlegde watergang ZL36. Huidige diameter aanhouden voor de verlenging

Ten oosten van de Molenstraat wordt de bestaande A-watergang ZL36 verlegd. In het ontwerp is voorzien om de bestaande duiker onder de N65 te behouden en het laatste deel van de buis te verplaatsen naar de verlegde watergang ZL36. Hierdoor blijft de lengte van de duiker gelijk aan de huidige situatie.



Figuur 4-13: Behouden duiker en laatste deel van de buis aansluiten op nieuwe ligging van watergang ZL36

4.4 Wijziging legger watergang ZL36

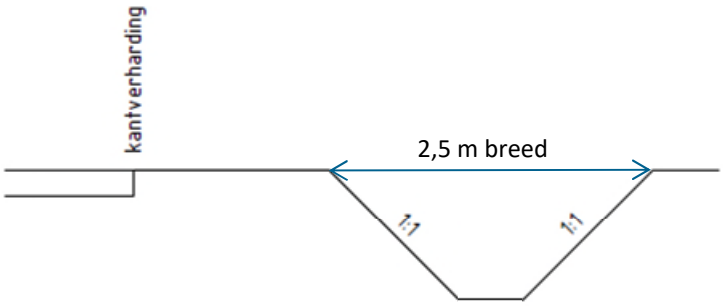
Binnen het projectgebied wordt de leggerwatergang ten zuiden van de N65 (ZL36) in zijn geheel over een lengte van ca. 750 m een aantal meters in zuidelijke richting verplaatst. Deze wijziging heeft geen consequenties voor de bergingsopgave en hydraulische afvoer, omdat de huidige dimensies worden teruggebracht. Ter plaatse van de gedempte watergang worden een parellelweg aangelegd. De watergang kan machinaal worden onderhouden vanaf de parallelweg. De afstand tussen de watergang tot parallelweg is circa 1,5 m.



Figuur 4-14: Verplaatsing van watergang ZL36 (rood is te dempen en blauw is te graven watergang)

4.5 Watercompensatie voor toename verharding en te dempen zaksloten

Binnen het project reconstructie N65 wordt parallel aan de N65 een parallelstructuur gerealiseerd. Deze parallelstructuur wordt aan de zuidzijde uitgevoerd als snelfietspad en aan de noordzijde als fietsstraat of parallelweg. Hierbij komen de huidige fietspaden grotendeels te vervallen. De afwatering van de N65 op bestaande maaiveld blijft ongewijzigd, waarbij ook de bestaande zaksloten blijven bestaan. De parallelstructuur wordt achter de bestaande bomenrij en zaksloot aangebracht. Als scheiding (en tevens compensatie) wordt er tussen de parallelstructuur en de aanliggende percelen een zaksloot aangebracht, volgens het principe zoals weergeven in figuur 4-15. De zaksloten worden voorzien van stuwtjes om de berging in de zaksloten zo volledig mogelijk te kunnen benutten. Na het vaststellen van het bestemmingsplan wordt de bodemdiepte nader technisch uitgewerkt t.b.v. het verkrijgen van de watervergunningen. Het ontwerpprincipe is dat de bodemhoogte van de zaksloot boven de gemiddelde grondwaterstand (GHG) komt te liggen, want de zaksloten mogen niet drainerend gaan werken.



Figuur 4-15: Principe zaksloten naar parallelstructuur in buitengebied Helvoirt en Vught . De breedte op de insteek is 2,5 m. Na het vaststellen van het bestemmingsplan wordt de bodemdiepte nader technisch uitgewerkt t.b.v. het verkrijgen van de wapenvergunning-gen

Graven en dempen zaksloten

Het ontwerp voorziet in het realiseren van 6.516 m^2 nieuwe zaksloten. Anderzijds voorziet het ontwerp in het dempen van 2.559 m^2 oppervlak aan zaksloten. Door het realiseren van de nieuwe zaksloten neemt het oppervlak van de zaksloten netto toe met 3.957 m^2. Voor de uitwerking van de watercompensatie heeft RHDHV gerekend met 0,50 m3 berging/m1 zaksloot. Uitgaande van 0,50 m3 berging/m1 zaksloot betekent de toename aan zaksloten 1.979 m^3 meer bergingscapaciteit. Deze bergingscapaciteit dient voor de compensatie van de toename aan verharding. Het waterschap vindt 0,50 m3 berging/m1 zaksloot te algemeen. Na het vaststellen van het bestemmingsplan wordt de watercompensatie nader technisch uitgewerkt t.b.v. het verkrijgen van de watervergunningen.

Tabel 4-1: Zaksloten [RHDHV d.d. 28 maart 2019]

Deelgebied	Plansituatie nieuwe zaksloten [m2]	Te dempen zaksloten [m2]	Toename zaksloten [m2]	Toename Waterberging* [m3]
Totaal	6.516	2.559	3.957	**1.979**

*) uitgaande van 0,50 m waterdiepte in de zaksloot.

Door de reconstructie van de N65 neemt het verharde oppervlak toe. Voor een toename van verhard oppervlak dienen compenserende maatregelen te worden genomen om piekafvoeren op te vangen.

Toename verhard oppervlak
Tabel 4-2 toont de toename van het verharde oppervlak ten opzichte van de huidige situatie. Door het ontwerp van de weg neemt het oppervlak aan verharding toe van 53.071 m^2 naar 81.085 m^2. De toename is 16.333 m^2 verharding. In bijlage 3 zijn situatietekeningen opgenomen van de verhardingen voor zowel de plansituatie als de huidige situatie.

Het benodigde volume waterberging is bepaald uitgaande van een bui van 60 mm in 1 uur, gebaseerd op een herhalingstijd van 1 maal per 100 jaar (bergingseis van het waterschap). Voor de tunnelbak is de benodigde berging bepaald uitgaande van een bui van 68,74 mm in 1 uur, gebaseerd op herhalingstijd van 1 maal per 250 jaar. De infiltratie is niet in de bergingsberekening omdat de bijdrage van infiltratie bij piekbuien gering is (maximale enkele millimeters).

Tabel 4-2: Verharding per deeltraject [RHDHV d.d. 28 maart 2019]

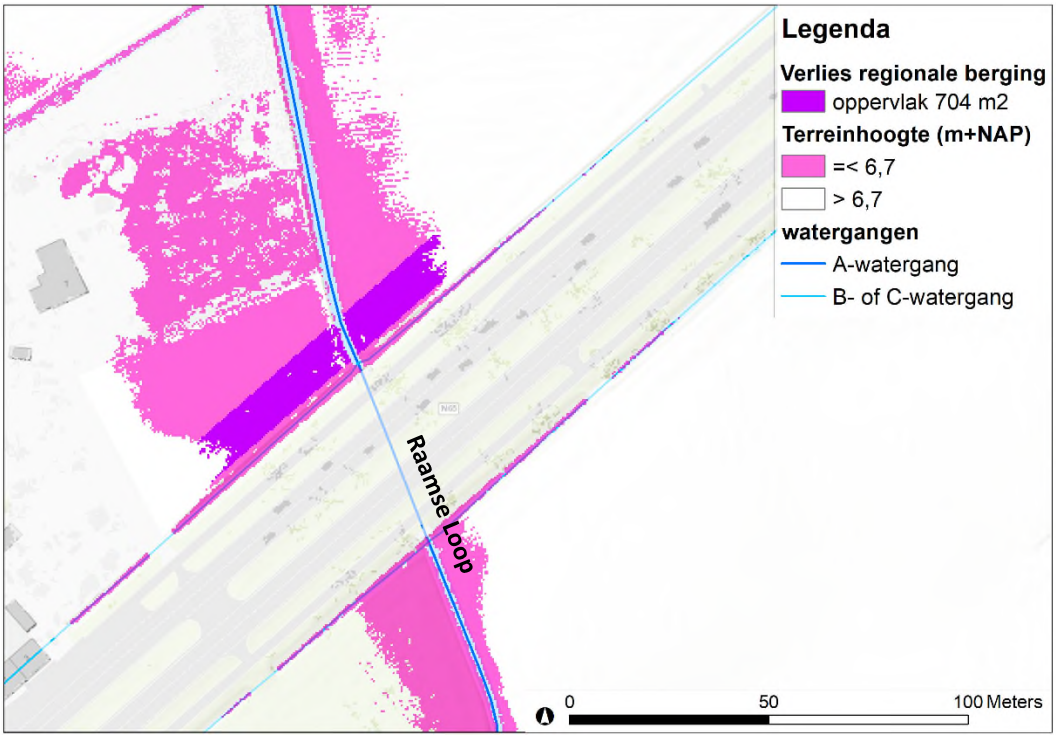
Deelgebied	**Ontwerp situatie Totaal verharding [m2]**	**Huidige situatie Totaal verharding [m2]**	**Toename verharding [m2]**	**Benodigde volume Waterberging [m3]**
Rijksweg N65 – tunnelbak	41.107	30.771	10.336	620
Tunnelbak	13.791		13.791	948
Onderliggende wegen	26.187	22.300	3.887	233
Totaal	**81.085**	**53.071**	**16.333**	**1.801**

Naast de compensatie voor de toename aan verharding dient ook de berging die verloren gaat door het dempen van greppels en watergangen 1:1 gecompenseerd te worden door de aanleg van nieuwe waterberging.

Conclusie: Door het realiseren van nieuwe zaksloten á 6.516 m^2 wordt ruimschoots voldaan aan de benodigde berging voor de compensatie van te dempen zaksloten á 1.280 m^3 en de compensatie van nieuwe verhardingen á 1.801 m^3. In bijlage 2 zijn situatietekeningen opgenomen van de zaksloten voor zowel de plansituatie als de huidige situatie. Na het vaststellen van het bestemmingsplan wordt de watercompensatie nader technisch uitgewerkt t.b.v. het verkrijgen van de watervergunningen. Alleen bergruimte in de zaksloten boven de GHG telt mee als bergruimte.

4.6 Watercompensatie voor regionale waterberging

In het kader van de herinrichting van de N65 wordt aan de noordzijde van de N65 een parallelweg gerealiseerd. Ter hoogte van de Raamse Loop kruist de parallelweg een gebied voor regionale waterberging (zie figuur 3-3). De aanleg van de weg (ophoging) leidt tot een verlies aan regionale waterberging. De regionale waterberging is afgeleid met een gis-analyse uitgaande van verticale afstand tussen waterpeil T100 met klimaat (NAP 6,70 m, zie paragraaf 2.4) en de maaiveldhoogte (AHN3). Hieruit volgt een gemiddelde waterbergingsdiepte van circa 0,20 m. Figuur 4-16 toont het verlies van de regionale waterberging. Het donkerpaarse vlak in figuur 4-16 betreft het deel dat wordt opgehoogd ter grootte 704 m^2. Door het ophogen van het maaiveld bedraagt het verlies aan regionale waterberging 141,4 m^3 (circa 0,2 m maal een oppervlak van 704 m^2).
Door aanleg van zaksloten wordt het verlies aan regionale waterberging gecompenseerd, zie tabel 5.2 in paragraaf 5.2.
Daarnaast mag de weg niet overstromen bij een situatie die 1 maal per 100 jaar wordt verwacht. De verwachte waterstand is NAP 6,70 m (T=100, zie paragraaf 2.4). De weghoogte wordt NAP 8,4 m tot NAP 8,5 m. Dit betekent dat de weg voldoende hoog is gelegen om overstroming te voorkomen uitgaande van de normeringssituatie T=100.



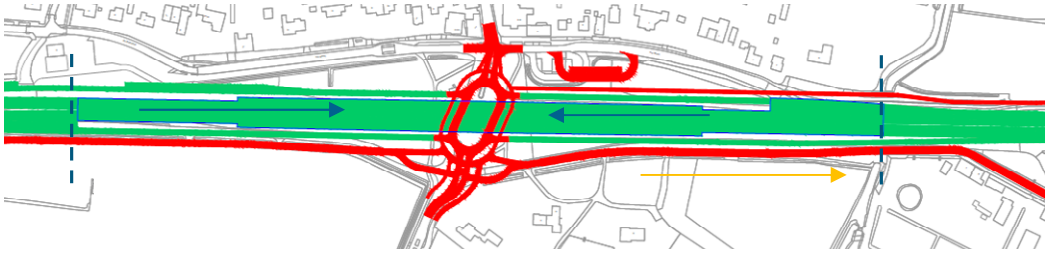
Figuur 4-16: Verlies aan regionale waterberging (donker paarse vlak toont het verlies aan waterberging)

4.7 Hemelwaterverwerking van de tunnels

Het ontwerp voorziet in twee tunnels, namelijk bij de Kreitestraat een fietstunnel en de kruising Molenstraat/Torenstraat bij een tunnel voor de verdiepte ligging van de N65. Bij tunnels is het

dimensioneren van een pomp een aandachtspunt. De wanden van de tunnel zijn tot 1 m boven maaiveld doorgezet, zodat de tunnel niet kan vollopen bij hevige regen. Het regenwater afkomstig van de rijbanen stroomt naar het laagste punt en wordt afgevoerd met een pomp. In het kader van het waterhuishoudkundig plan dient een ontwerp te worden opgesteld voor de pomp. Uitgangspunt is geen wateroverlast bij een neerslagsituatie met een herhalingstijd van 250 jaar. Na de bestemmingsplanfase wordt het ontwerp van tunnels en hemelwaterafvoer nader uitgewerkt en worden de sloten die het lozingsdebiet ontvangen van de pomp hydraulisch getoetst op afvoercapaciteit.

De pomp van de fietstunnel loost het water op de bestaande B-watergang langs de rijweg van de N65, die loost op de Raamse Loop. De pomp van de tunnel N65 Torenstraat loost op de A-watergang ZL36, die loost op de Broekleij.



Figuur 4-17: Overzicht verdiepte ligging (groen) met stromingsrichting in tunnelbak (blauw) en stromingsrichting richting wadi Helvoirts Broek (oranje.)

4.8 Wadi Helvoirts Broek

Wadi Helvoirt ontvangt het pompwater van de tunnel. In de wadi wordt het water uit de tunnel geborgen en kan infiltratie plasvinden. Na de bestemmingsplanfase wordt de wadi nader uitgewerkt ten behoeve van het vergunningentraject. Figuur 4-18 toont de locatie en de grootte.



Figuur 4-18: Wadi Helvoirts Broek. De rode lijn geeft de locatie van de wadi cq. waterberging.

5 Effecten op waterhuishouding

5.1 Algemeen

Het op gestelde ontwerp betreft een voorlopig ontwerp tot een bepaald detailniveau.
Het betreft geen ontwerp tot op besteksniveau. De waterhuishoudkundige aspecten zijn voor zover van toepassing meegenomen. In een vervolgfase dient het ontwerp nader uitgewerkt.

In de bouwfase moet de waterhuishoudkundige werking in stand worden gehouden. Dit betekent dat eerst de watercompensatie moeten worden gerealiseerd alvorens sloten worden gedempt en verharding wordt aangebracht. Na de bestemmingsplanfase wordt de waterwaterhuishouding voor de projectfases uitgewerkt ten behoeve van het vergunningentraject.

5.2 Waterbergingen

Het ontwerp voorziet in het realiseren van 6.516 m^2 nieuwe zaksloten. De nieuwe zaksloten kunnen 3.258 m^3 water bergen (uitgaande van een waterdiepte van 0,50 m).
Door het realiseren van 3.258 m^3 waterberging wordt ruimschoots voldaan aan de benodigde compensatie voor te dempen zaksloten, compensatie voor toename verhardingen en compensatie voor het verlies van regionale waterberging. De zaksloten hebben zelfs een overcapaciteit van 35 m^3 waterberging, zie tabel 5-1.

Daarnaast voorziet het ontwerp in het realiseren van een wadi in het Helvoirts Broek. Na de bestemmingsplanfase wordt het ontwerp van de wadi nader uitgewerkt en dient het exacte effect op de regionale waterberging te worden getoetst.

Tabel 5-1: Voorziene waterberging

Waterberging	**Plansituatie nieuwe zaksloten [m^2]**	**Plansituatie Waterberging** [m^3]**
Zaksloten ten behoeve van watercompensatie te dempen zaksloten	2.559	1.280
Zaksloten ten behoeve van watercompensatie voor toename verharding	3.602	1.801
Zaksloten ten behoeve van watercompensatie voor verlies regionale waterberging	283	142
Zaksloten (overcapaciteit)	72	35
Wadi Helvoirts Broek	*	*
Totaal	**6.516**	**3.258**

*) De berging van de wadi Helvoirt is vooral een zuiverende werking.
dient het exacte effect op de regionale waterberging te worden getoetst.
**) zoals beschreven in paragraaf 4.5. Voor de uitwerking van de watercompensatie heeft RHDHV gerekend met 0,50 m3 berging/m1 zaksloot. Na het vaststellen van het bestemmingsplan wordt de watercompensatie nader technisch uitgewerkt t.b.v. het verkrijgen van de watervergunningen. Bij de uitwerking wordt ook de recente monitoringsdata verwerkt middels een tijdreeksanalyse met programma menyanthes waarmee opnieuw een GHG-kaart wordt

geproduceerd. Volgens de tot op heden beschikbare meetdata is het gebied minder nat dan is weergegeven op GHG-kaart.

5.3 Ontwateringsdiepte

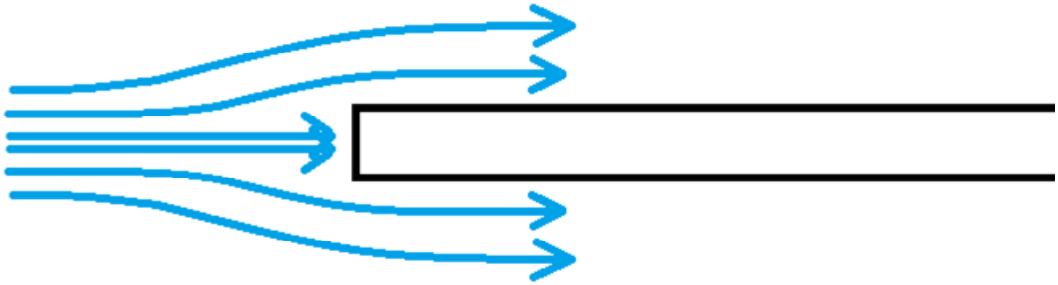
De reconstructie van de N65 heeft de volgende geohydrologische effecten:

- Het dempen van zaksloten;
- Fietstunnel bij de Kreitestraat tunnel bij kruising Torenstraat;
- Verplaatsing van A-watergang ZL36.

Hieronder worden de effecten beschreven.

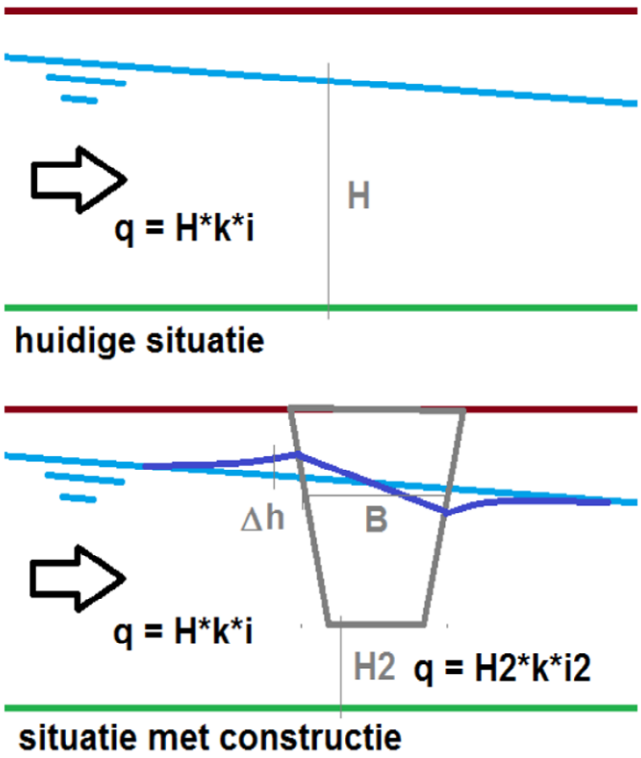
Wijziging van zaksloten
Binnen het projectgebied wordt een aantal bestaande zaksloten (boven de gemiddelde hoogste grondwaterstand) gedempt. De sloten zijn weergegeven op tekening in bijlage 1.
Tussen Touwslagerbaantje en de Antwerpse Baan wordt een hemelwateriool aangelegd ten behoeve van de afwatering (met name afvoer hemelwater particulier terreinen.
Het dempen heeft geen consequenties voor de grondwaterstand omdat de te dempen sloten worden vervangen door nieuwe sloten (betreft een verschuiving).

Fietstunnel bij de Kreitestraat en tunnel bij kruising Torenstraat
Door de aanleg van een tunnel wordt de stroming van grondwater deels geblokkeerd.
De gedachte hierachter is dat het debiet na aanleg van de tunnel onder de tunnel moet doorstromen via het resterende watervoerende pakket onder de tunnel. De tunnel bij de kruising Torenstraat heeft echter een klein effect omdat deze tunnel niet loodrecht op de stromingsrichting van het grondwater is gelegen, maar juist evenwijdig aan de stromingsrichting is gesitueerd. De grondwaterstroming zal dus niet door de resterende dikte van het watervoerende pakket stromen, maar grotendeels aan weerszijden van de constructie langs stromen (figuur 5-1).



Figuur 5-1: Bovenaanzicht van de afbuiging van de grondwaterstroming in lengterichting constructie

Om in deze situatie toch een indruk te krijgen van de te verwachten opstuwing van de tunnelbak, is een eenvoudige berekening uitgevoerd volgens onderstaand principe.



Figuur 5-2: Berekeningsmethodiek. De grondwaterstanden zijn berekende voor twee situaties, namelijk de huidige situatie (eerste figuur) en de situatie met tunnelbak (tweede figuur).

De uitgangspunten voor de berekening zijn als volgt:

- doorlaatvermogen 10 m/d (REGIS);
- Verhang grondwater 1,4 m/km (uitgaande van GHG);
- De afmetingen van de in te voeren constructie zijn ca. 30 m breed (loodrecht op de stroming), 420 m lang (evenwijdig aan de stroming, onder de grondwaterstand en tot 15 m – mv. (onderkant damwanden).

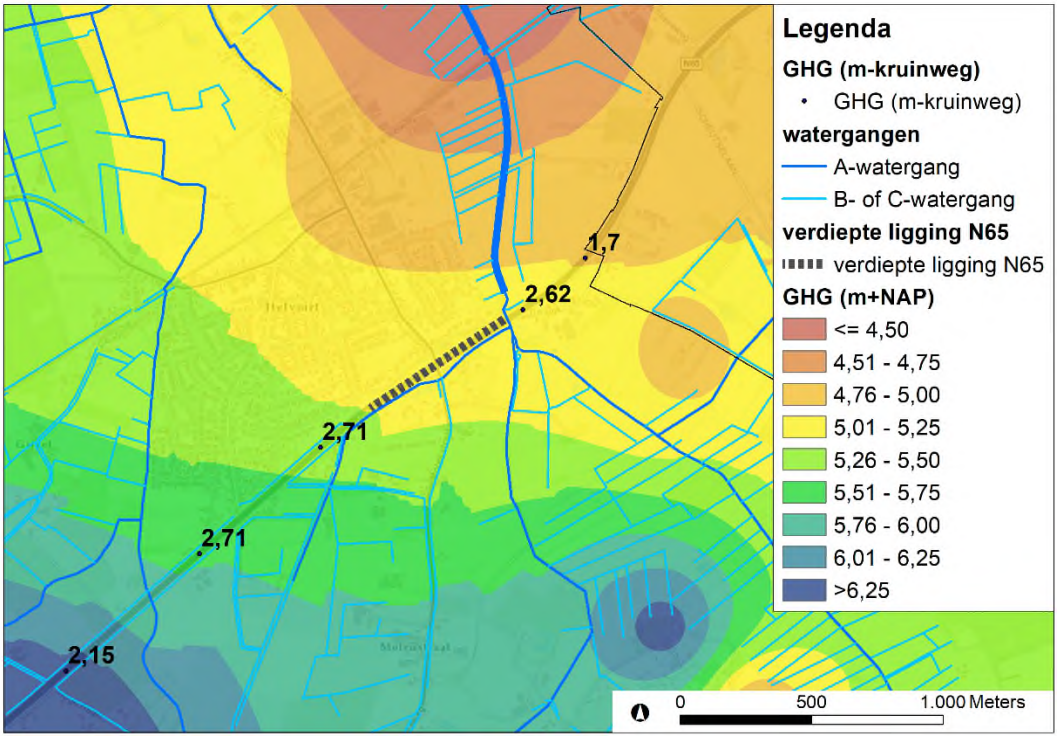
Uit de berekeningen blijkt dat de opstuwing aan de westkant minder dan 5 cm bedraagt. De verlaging van de grondwaterstanden aan de oostkant is even groot, eveneens minder dan 5 cm. Een effect van 5 cm zal een nihil effect hebben op de ontwateringsdiepte in de omgeving. Dus ook het effect om de omligging natuur is verwaarloosbaar klein.

Verplaatsing van A-watergang ZL36

De invloed van de ter verplaatsen van de A-watergang ZL36 is zeer lokaal omdat verplaatsing enkele meters betreft en de watergang dezelfde dimensies behoud. Het effect op de omgeving is dus verwaarloosbaar klein.

Ontwateringsdiepte N65

Onder de N65 varieert de ontwateringsdiepte van 1,7 m tot 2,7 m. Alleen ter plaatse van de verdiepte ligging ligt de N65 in het grondwater. De ontwateringsdiepte de N65 voldoet ruimschoot aan de benodigde ontwateringsdiepte van 1,0 m.



Figuur 5-3: Ontwateringsdiepte onder de N65

5.4 Kunstwerken (duikers)

Door het verlengen van de duiker aan nabij de Julianastraat neemt de opstuwing toe.
De huidige duiker heeft een lengte van 55 m en deze wordt verlengd met 8 m (om aan te sluiten op de te verleggen A-watergang ZL36. In het ontwerp is voorzien om de bestaande duiker onder de N65 te behouden en met dezelfde diameter en hoogteligging te verlengen naar de verlegde watergang ZL36.
Ter indicatie is de extra opstuwing berekend uitgaande van uit diameter 500 mm en een volledig gevulde duiker. De extra opstuwing door 8 mm verlengen is 1,1 mm (zie figuur 5-4).
Dit een nihil effect.

Opstuwing	10,00	mm	Debiet	0,043	m^3/s
Lengte	55	m	Lengte	63	m
Diameter	500	mm	Diameter	500	mm
Weerstandcoëfficiënt	0,50	-	Weerstandcoëfficiënt	0,50	-
Nat oppervlak duiker	0,20	m^2	Nat oppervlak duiker	0,20	m^2
Stroomsnelheid	0,22	m/s	Stroomsnelheid	0,22	m/s
Nat oppervlak duiker	0,20	m^2	Nat oppervlak	0,20	m^2
Debiet	**0,043**	m^3/s	Opstuwing	11,1	mm
			Toename opstuwing	**1,1**	mm



Figuur 5-4: Berekening toename opstuwing door het verlengen van een duiker

5.5 Rioolwatertransportleiding

In de plansituatie is de Torenstraat gelegen op maaiveldniveau en kruist over de verdiepte N65. De verdiepte N65 is gelegen in een tunnelbak, circa 4 meter onder maaiveldniveau.
De riooltransportleiding (zie paragraaf 2.5) ligt net buiten de keerwand van de tunnel.
In de realisatiefase moet voorzichtig worden gewerkt, want er is een risico dat schade ontstaat door trillingen. Daarnaast wordt watergang ZL36 verlegd. De aannemer zal middels proefsleuven en onderzoek de locaties en mogelijkheden in beeld moeten brengen. De gemeente verwerkt dit in het programma van eisen en zal bij de uitvoeren hierop toezien.

5.6 Waterkwaliteit

In de praktijk blijkt dat de kwaliteit van afstromend wegwater sterk afhankelijk is van de oppervlaktetextuur van de verharding. In 2002 heeft de Commissie Integraal Waterbeheer geconcludeerd, dat bij een verharding met een open oppervlaktetextuur (ZOAB, TLZOAB) er sprake is van een verwaarloosbaar milieueffect. Doordat de verontreinigingen in afstromend wegwater zich hoofdzakelijk hechten aan de zwevende stof (afkomstig van bandenslijpsel en slijtage van auto-onderdelen) is het toepassen van ZOAB, in combinatie met aanvullende beheermaatregelen, betreffende periodiek reinigen van het wegdek, voldoende om negatieve milieueffecten door afstromend wegwater te voorkomen.

Het wegwater van de parallelwegen stroomt via de berm af naar de zaksloten. Door de passage door de berm en bodem worden verontreinigende deeltjes ingevangen waardoor deze niet direct in het grond- en oppervlaktewatersysteem terecht komen.

De wadi Helvoirt ontvangt het pompwater van de tunnel. Na de bestemmingsplanfase wordt het ontwerp van de wadi nader uitgewerkt.
De zaksloten en de wadi dragen bij aan het verbeteren van de waterkwaliteit.

5.7 Beheer en onderhoud

In het ontwerp is rekening gehouden dat het onderhoudspad van het waterschap toegankelijk blijft. De te verleggen A-watergang ZL-36 kan onderhouden worden vanaf de parallelweg (de afstand tussen watergang ZL36 en de parallelweg is circa 1,5 m).

De gemeente verzorgt het onderhoud van de bestaande – en nieuwe zaksloten.

6 Conclusies en aanbevelingen

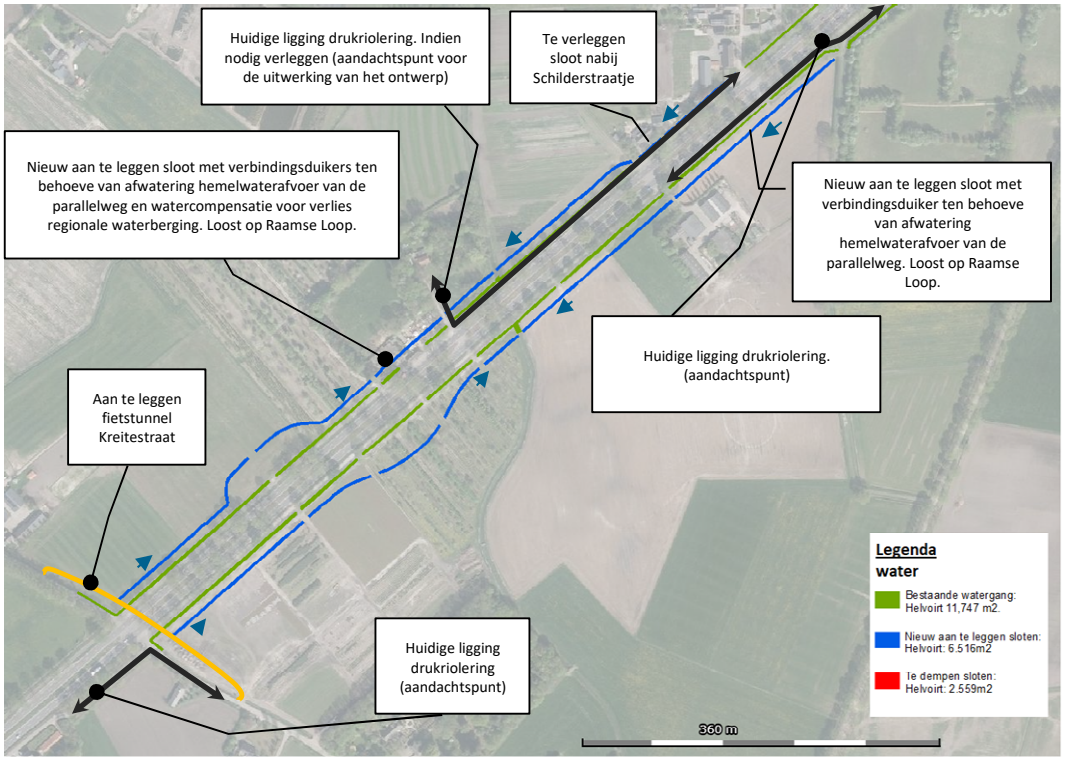
Het voorlopig ontwerp is beoordeeld en lijkt waterhuishoudkundig geen negatieve effecten te veroorzaken op de omgeving. De borging van de onderhoudspaden en toegang, zoals weergegeven in figuur 5-4, is van belang.

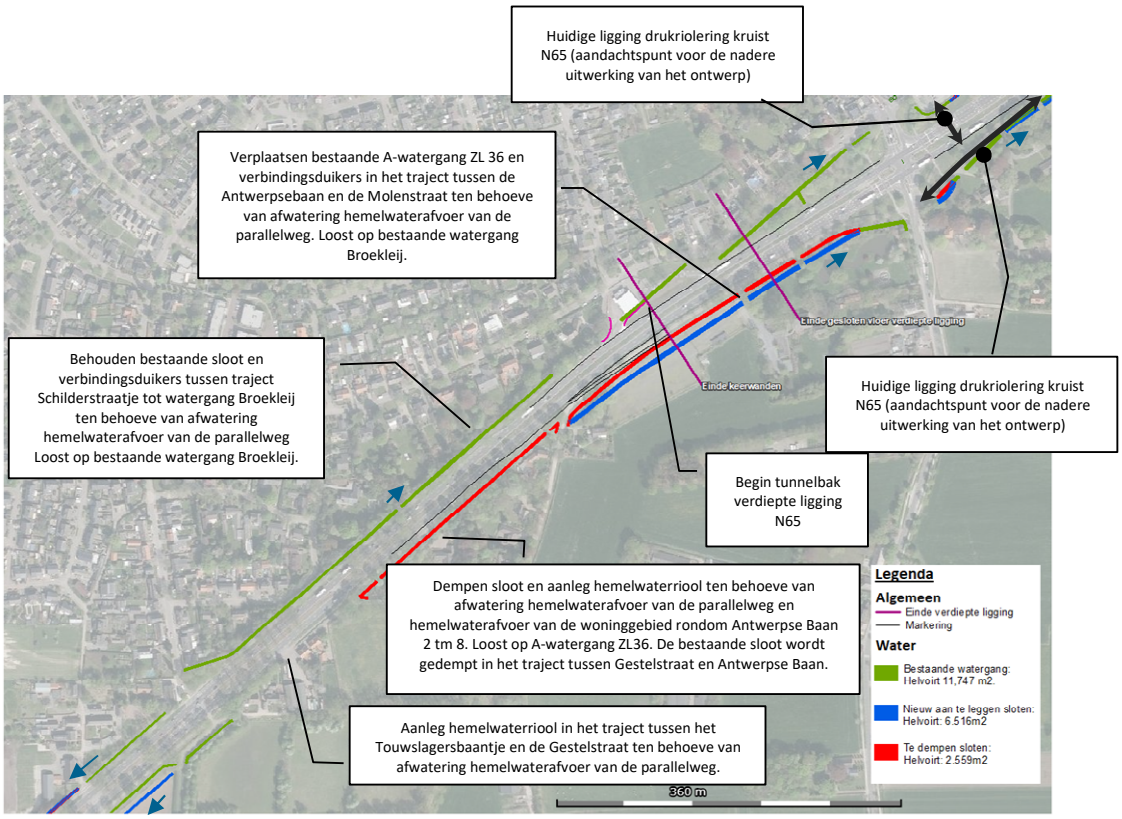
Verder behoeft het plan een nadere uitwerking alvorens de vergunningen worden aangevraagd bij het waterschap. Speciale aandacht gaat uit naar:

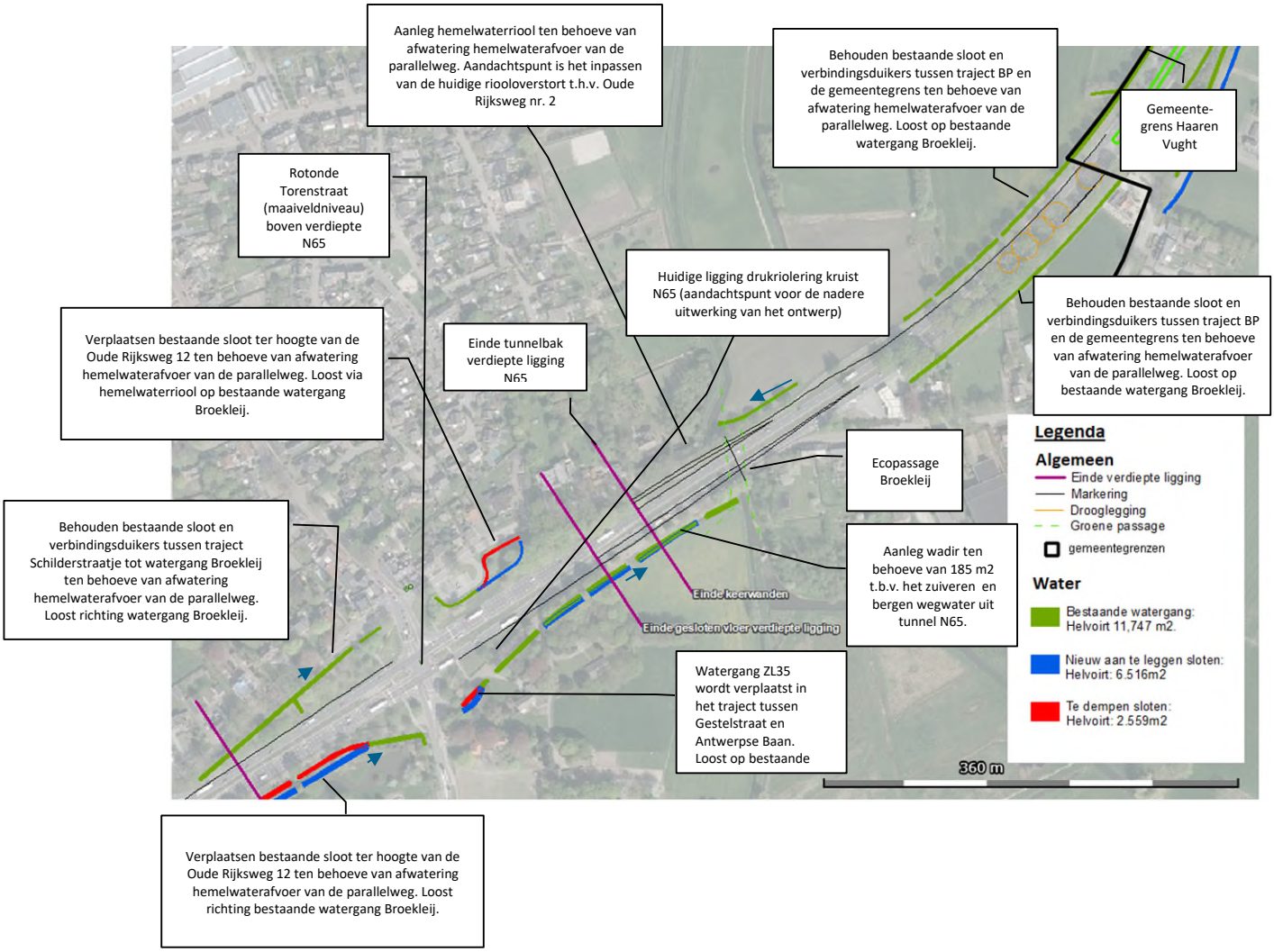
- Recente monitoringsdata verwerken middels een tijdreeksanalyse met programma menyanthes. Op dit moment zijn de meetreeksen van de in 2014 geplaatste peilbuizen te kort;
- De effecten van bemaling;
- De uitwerking watercompensatie en stuwen in de zaksloten om de beschikbare waterberging zo volledig mogelijk te kunnen benutten;
- De uitwerking van wadi Helvoirts Broek;
- De uitwerking van hemelwaterriolen en verbindingsduikers;
- De dimensionering van de pompen (in de tunnels) en de zuiverende voorzieningen;
- De hydraulische toetsing van de watergang en zaksloten die het wegwater ontvangen;

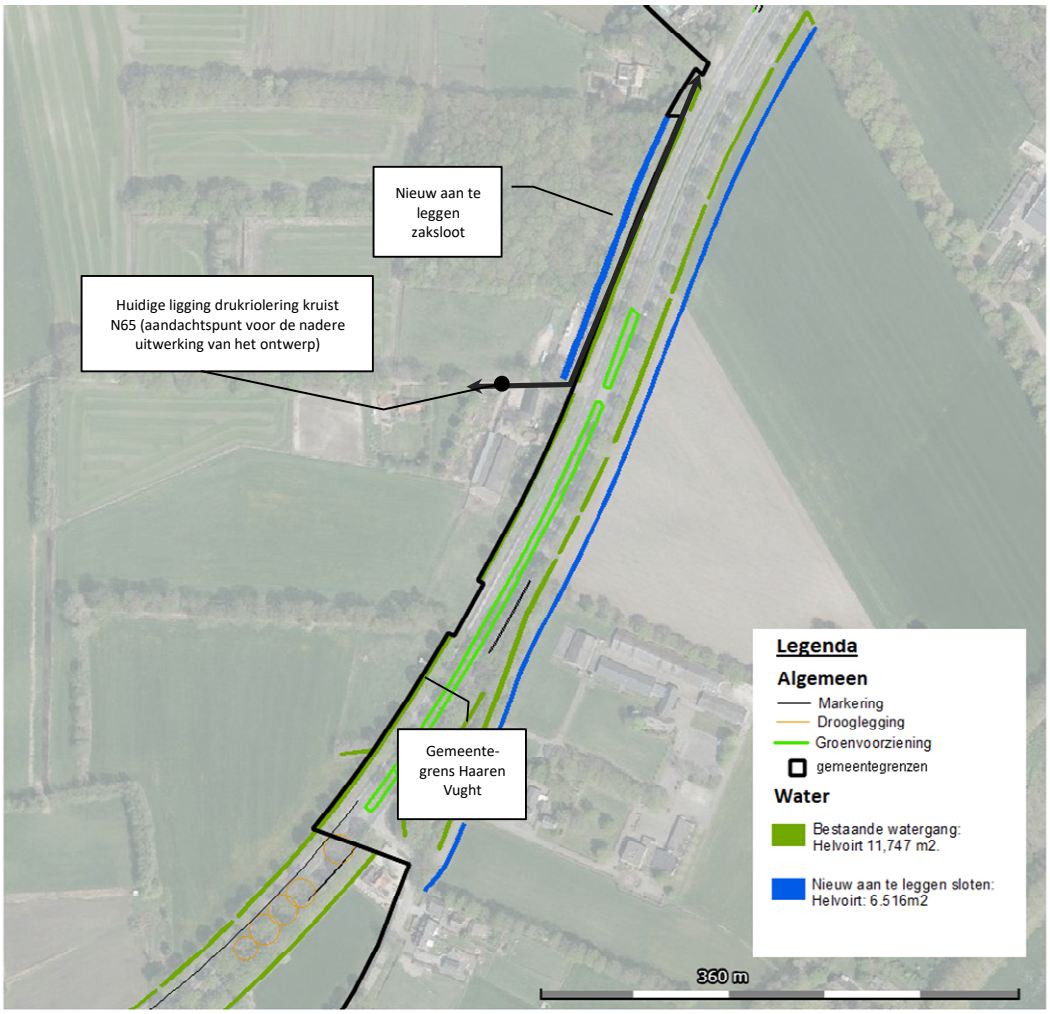
Daarnaast behoeft de uitwerking van een gefaseerde aanleg de nodige aandacht. Ten alle tijden moet de waterhuishoudkundige afvoer worden geborgd. Dit wil zeggen dat eerst waterhuishoudkundige voorzieningen en berging moeten worden getroffen alvorens de realisatie van de N65 van start gaat. De uitwerking van de tijdelijke maatregelen vindt plaats voorafgaand de vergunningprocedure.

Bijlage 1 Plansituatie


Huidige ligging drukriolering. Indien nodig verleggen (aandachtspunt voor de uitwerking van het ontwerp)
Te verleggen sloot nabij Schilderstraatje
Nieuw aan te leggen sloot met verbindingsduikers ten behoeve van afwatering hemelwaterafvoer van de parallelweg en watercompensatie voor verlies regionale waterberging. Loost op Raamse Loop.
Nieuw aan te leggen sloot met verbindingsduiker ten behoeve van afwatering hemelwaterafvoer van de parallelweg. Loost op Raamse Loop.
Huidige ligging drukriolering. (aandachtspunt)
Aan te leggen fietstunnel Kreitestraat
Huidige ligging drukriolering (aandachtspunt)
Legenda
water
Bestaande watergang: Helvoirt 11,747 m2.
Nieuw aan te leggen sloten: Helvoirt: 6.516m2
Te dempen sloten: Helvoirt: 2.559m2
360 m


Huidige ligging drukriolering kruist N65 (aandachtspunt voor de nadere uitwerking van het ontwerp)
Verplaatsen bestaande A-watergang ZL 36 en verbindingsduikers in het traject tussen de Antwerpsebaan en de Molenstraat ten behoeve van afwatering hemelwaterafvoer van de parallelweg. Loost op bestaande watergang Broekleij.
Behouden bestaande sloot en verbindingsduikers tussen traject Schilderstraatje tot watergang Broekleij ten behoeve van afwatering hemelwaterafvoer van de parallelweg Loost op bestaande watergang Broekleij.
Einde gesloten vicer verdiepte ligging
Einde keerwanden
Huidige ligging drukriolering kruist N65 (aandachtspunt voor de nadere uitwerking van het ontwerp)
Begin tunnelbak verdiepte ligging N65
Dempen sloot en aanleg hemelwaterriool ten behoeve van afwatering hemelwaterafvoer van de parallelweg en hemelwaterafvoer van de woninggebied rondom Antwerpse Baan 2 tm 8. Loost op A-watergang ZL36. De bestaande sloot wordt gedempt in het traject tussen Gestelstraat en Antwerpse Baan.
Aanleg hemelwaterriool in het traject tussen het Touwslagersbaantje en de Gestelstraat ten behoeve van afwatering hemelwaterafvoer van de parallelweg.
Legenda
Algemeen
Einde verdiepte ligging
Markering
Water
Bestaande watergang: Helvoirt 11,747 m2.
Nieuw aan te leggen sloten: Helvoirt: 6.516m2
Te dempen sloten: Helvoirt: 2.559m2
360 m


Aanleg hemelwaterriool ten behoeve van afwatering hemelwaterafvoer van de parallelweg. Aandachtspunt is het inpassen van de huidige riooloverstort t.h.v. Oude Rijksweg nr. 2
Behouden bestaande sloot en verbindingsduikers tussen traject BP en de gemeentegrens ten behoeve van afwatering hemelwaterafvoer van de parallelweg. Loost op bestaande watergang Broekleij.
Gemeente-grens Haaren Vught
Rotonde Torenstraat (maaiveldniveau) boven verdiepte N65
Huidige ligging drukriolering kruist N65 (aandachtspunt voor de nadere uitwerking van het ontwerp)
Behouden bestaande sloot en verbindingsduikers tussen traject BP en de gemeentegrens ten behoeve van afwatering hemelwaterafvoer van de parallelweg. Loost op bestaande watergang Broekleij.
Verplaatsen bestaande sloot ter hoogte van de Oude Rijksweg 12 ten behoeve van afwatering hemelwaterafvoer van de parallelweg. Loost via hemelwaterriool op bestaande watergang Broekleij.
Einde tunnelbak verdiepte ligging N65
Ecopassage Broekleij
Behouden bestaande sloot en verbindingsduikers tussen traject Schilderstraatje tot watergang Broekleij ten behoeve van afwatering hemelwaterafvoer van de parallelweg. Loost richting watergang Broekleij.
Aanleg wadir ten behoeve van 185 m2 t.b.v. het zuiveren en bergen wegwater uit tunnel N65.
Einde keerwanden
Einde gesloten vloer verdiepte ligging
Watergang ZL35 wordt verplaatst in het traject tussen Gestelstraat en Antwerpse Baan. Loost op bestaande
Legenda
Algemeen
Einde verdiepte ligging
Markering
Drooglegging
Groene passage
gemeentegrenzen
Water
Bestaande watergang: Helvoirt 11,747 m2.
Nieuw aan te leggen sloten: Helvoirt: 6.516m2
Te dempen sloten: Helvoirt: 2.559m2
360 m
Verplaatsen bestaande sloot ter hoogte van de Oude Rijksweg 12 ten behoeve van afwatering hemelwaterafvoer van de parallelweg. Loost richting bestaande watergang Broekleij.


Nieuw aan te leggen zaksloot
Huidige ligging drukriolering kruist N65 (aandachtspunt voor de nadere uitwerking van het ontwerp)
Gemeente-grens Haaren Vught
Legenda
Algemeen
Markering
Drooglegging
Groenvoorziening
gemeentegrenzen
Water
Bestaande watergang: Helvoirt 11,747 m2.
Nieuw aan te leggen sloten: Helvoirt: 6.516m2
360 m

Bijlage 2 Oppervlakteberekening zaksloten

Helvoirt:
Totaal bestaande sloten: 11.747m²
Te dempen sloten: 2.559m²
Nieuw aan te leggen sloten: 6.516m²

Vught (landelijk gebied):
Totaal bestaande sloten: 11.008m²
Te dempen sloten: 0m²
Nieuw aan te leggen sloten: 5.581m²

Vught (stedelijk gebied):
Totaal bestaande sloten: 5.461m²
Te dempen sloten: 3.495m²
Nieuw aan te leggen sloten: 5.083m²

revisie	omschrijving	getekend	gecontroleerd	akkoord	datum
1					
0	Eerste uitgave	K. Boeken	C. van Dooren	P. Westerweg	31-03-2014

opdrachtgever
Provincie Noord-Brabant

project
N65 Reconstructie Vught-Haaren (VKA+)

onderdeel/plan
Vught-Haaren
Bestaande , te dempen en aan te brengen sloten

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together
HaskoningDHV Nederland B.V.
Transport & Planning

documentstatus: Concept
documentnummer: BF6368-101-SO-109

formaat: A0-841x1470 | schaal: 1:2000 | fase: VO | bladnr: 1 | van: 1

Bijlage 3 Oppervlakteberekenig verhardingen

Helvoirt:
Nieuw verhard oppervlak N65: 54.898m²
Nieuw verhard oppervlak OLWN: 26.187 m²
Verhard oppervlak verdiepte ligging:
Torenstraat: 13.391m²

Vught (landelijk gebied):
Nieuw verhard oppervlak N65: 35.752m²
Nieuw verhard oppervlak OLWN: 19.571m²

Vught (stedelijk gebied):
Nieuw verhard oppervlak N65: 52.337m²
Nieuw verhard oppervlak OLWN: 22.917m²
Verhard oppervlak verdiepte ligging:
John F. Kennedylaan: 19.446m²
De Breautélaan: 14.407m²
Boslaan: 13.464m²

revisie	omschrijving	getekend	gecontroleerd	akkoord	datum
1					
0	Eerste uitgave	K. Baden	C. van Dooren	P. Westerweg	21-03-2019

opdrachtgever
Provincie Noord-Brabant

project
N65 Reconstructie Vught-Haaren (VKA+)

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together
HaskoningDHV Nederland B.V.
Transport & Planning

onderdeel/titel
Vught-Haaren
Bepaling verhard oppervlak
Nieuwe situatie

documentstatus: Concept
documentnummer: 0

formaat	schaal	fase	bladnr.	van
A0-841x1470	1:2000	VO	2	2

projectnummer.documentnummer.revisie
BF6368-101-SO-110

Helvoirt:
Huidig verhard oppervlak N65: 44.562m²
Huidig verhard oppervlak OLWN: 22.300 m²

Vught (landelijk gebied):
Huidig verhard oppervlak N65: 35.169m²
Huidig verhard oppervlak OLWN: 14.525m²

Vught (stedelijk gebied):
Huidig verhard oppervlak N65: 37.537m²
Huidig verhard oppervlak OLWN: 25.470m²

nr.					
0	Eerste uitgave	R. Beelen	C. van Dooren	P. Westerweg	21-03-2016
versie	omschrijving	gecontroleerd	akkoord	datum	

opdrachtgever
Provincie Noord-Brabant

project
N65 Reconstructie Vught-Haaren (VKA+)

onderdeel/titel
Vught-Haaren
Bepaling verhard oppervlak
Huidige situatie

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together
HaskoningDHV Nederland B.V.
Transport & Planning

documentstatus: Concept
documentversie: 0

formaat	schaal	fase	bladnr.	van
A0-841x1470	1:2000	VO	1	2

projectnummer / tekeningnummer
BF6368-101-SO-110

Bijlage 4 Hoogteligging N65



Legenda

- As weg
- Langshartlijn van hoofdrijbaan en kleinverkeersbaan
- Kant rijbaan
- Kant rijbaanstrook
- Kantsteen verhoogde ligging
- Weg aansluitend bestaand

0	1e ontwerpfase t.b.v. inspraak	20-12-2018	
A	2e ontwerpfase t.b.v. vooroverleg	20-12-2018	
B	3e ontwerpfase t.b.v. vooroverleg	20-12-2018	
C	4e ontwerpfase t.b.v. vooroverleg	20-12-2018	

Provincie Noord-Brabant

Vught Haaren

Langsprofiel N65 vm kruising A59/N65 en De Brieskeij (OB6)

Schaal 1:1000 / 1:100

Ontwerp

Tracé- en civieltechnische ontwerpen

Provincie Noord-Brabant

Ontwerp & Realisatie

Datum 20-12-2018

Tekening nummer

Revisie 0

Bestand ID_N65VM_OB_PR_0.dwg

Tekening nummer 20-12-2018

Bijlage 5 Grondwatereffect berekening

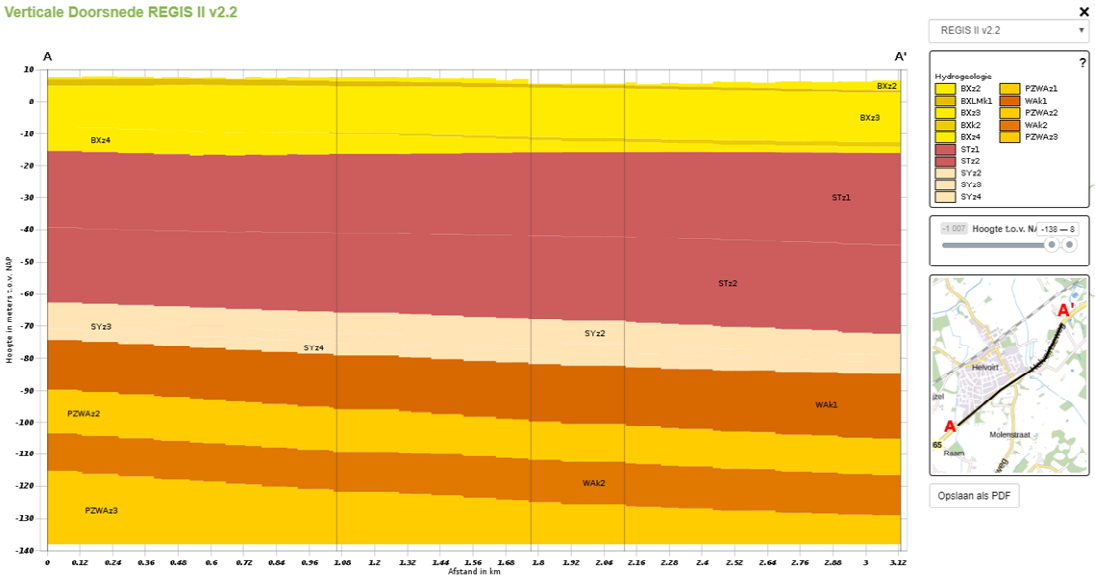
memonummer	190429_415765_grondwater_verdiept_Helvoirt
datum	28 februari 2020
project	N65 - Haaren
projectnr.	0408593.100

Achtergrond en doel
Onderdeel van de herinrichting van de N65 bij Helvoirt is het realiseren van een verdiepte ligging van het kruispunt van de N65 met de Molenstraat. Het doel van deze memo is om de indicatief te verwachten gevolgen van deze verdiepte ligging op de grondwatersituatie in beeld te brengen.

Beschikbare gegevens
De gegevens van de bodemopbouw en de grondwatersituatie zijn afgeleid uit DinoLoket / REGIS. Verder is gebruik gemaakt van de gegevens die voor het 'Water- en klimaat-structuurplan voor Vught en omgeving' zijn verzameld.

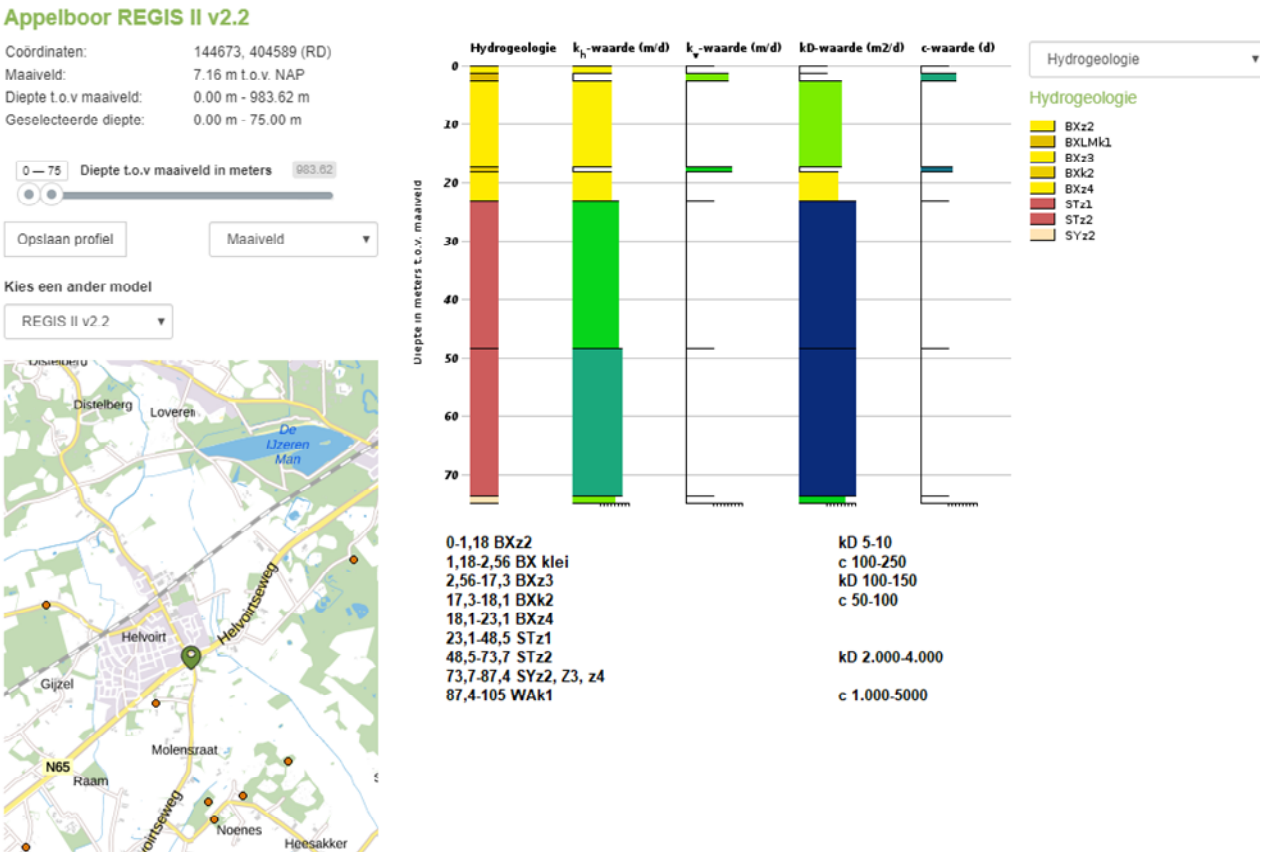
Voor de indicatief voorgenomen verdiepte ligging is gebruik gemaakt van tekening Lengteprofiel N65 met Boslaan +1.00 m en De Bréatélaan 1.50 m (in bewerking, 29-03-2019). De onderkant van de verdiepte ligging is nog niet bekend, deze kan tussen 2,5 en 5,5 m –mv. liggen. Verder is ook nog niet bekend of damwanden worden toegepast. Als dat het geval is, kan de diepte ervan tussen 10 en 15 m –mv. liggen.

Bodemopbouw
Op basis van een lengteprofiel in REGIS (figuur 1) is geconstateerd dat de bodemopbouw in dit gebied tamelijk gelijkvormig is. Tot ongeveer NAP -75 à -80 m is er een watervoerend pakket, bestaande uit de formaties van Boxtel, Sterksel en Stramproy.



Figuur 1: Bodemopbouw evenwijdig de N65 (bron: REGIS)

In de bovenste afzetting, de formatie van Boxtel, komt op enkele meters onder maaiveld een leemlaagje voor, evenals op ongeveer 18 m –mv. (zie figuur 2).



Figuur 2: Bodemopbouw bij verdiepte ligging (bron: REGIS)

Langs de weg zijn verschillende boringen tot 10 m –mv. geplaatst. Deze bevestigen dat rond 2 à 3 m –mv. een leemlaag met een dikte van ongeveer 1 m verwacht kan worden. Tevens zijn meerdere sonderingen tot 25 m –mv. geplaatst. Uit de sonderingen blijkt eveneens dat rond 18 m –mv. een weerstandslaagje aanwezig is.

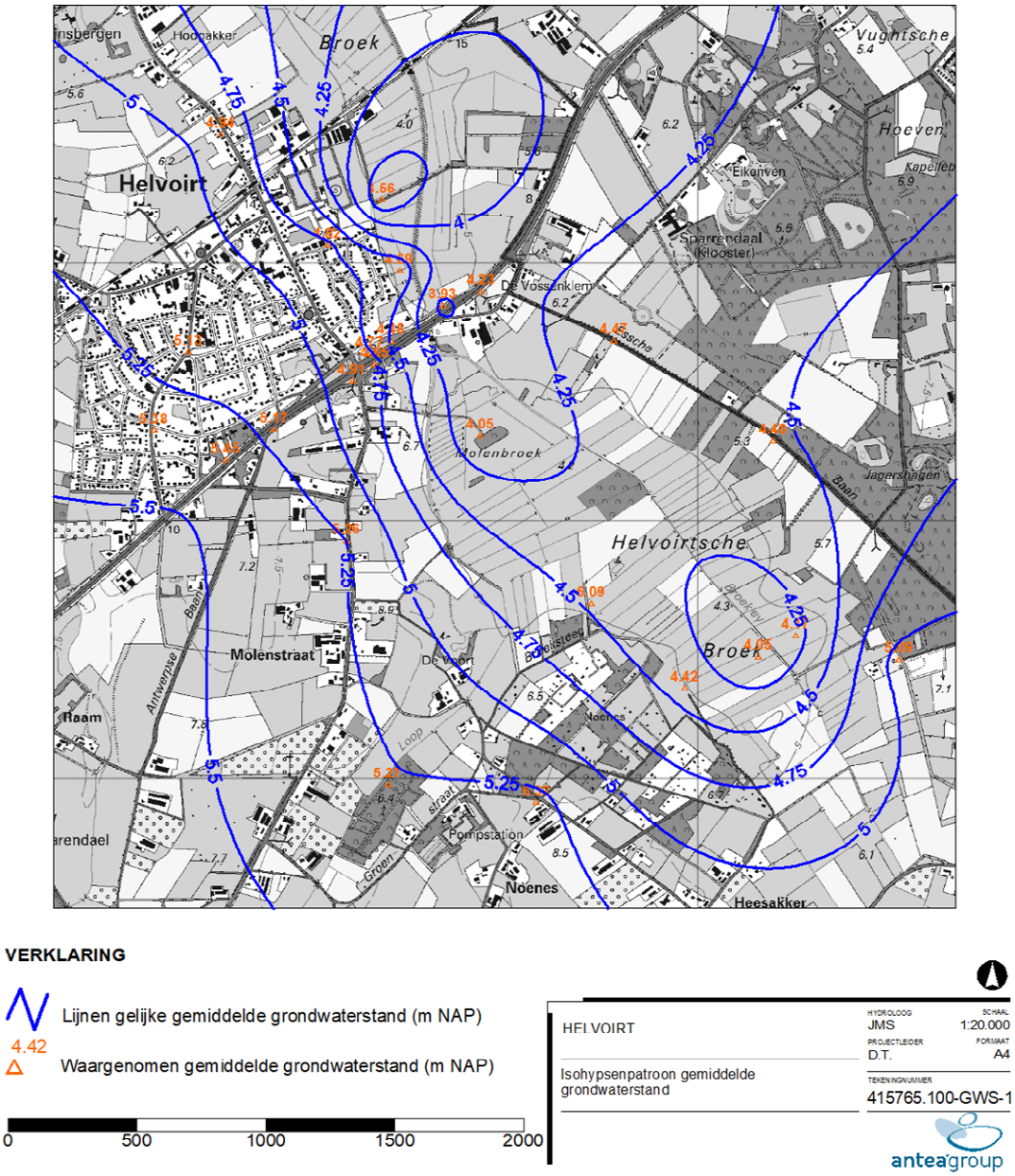
Het watervoerende pakket onder dit tweede weerstandslaagje is dit en grofzandig, het doorlaatvermogen (kD) wordt geraamd op 2.000 tot 4.000 m^2/d.

Grondwaterstroming
Voor het Water- en klimaatstructuurplan zijn met name bij Vught verschillende peilbuizen geplaatst. Bij Helvoirt zijn alleen aanvullend boringen en sonderingen geplaatst. In DinoLoket zijn in deze omgeving echter relatief veel peilbuizen beschikbaar. De periode van waarnemingen die in DinoLoket beschikbaar is, varieert sterk. In Helvoirt zelf en de ruime omgeving zijn verschillende peilbuizen die al tientallen jaren worden waargenomen. Langs de N65 zijn meerdere peilbuizen waar grondwaterstanden van eind 2014 tot begin 2016 beschikbaar zijn.

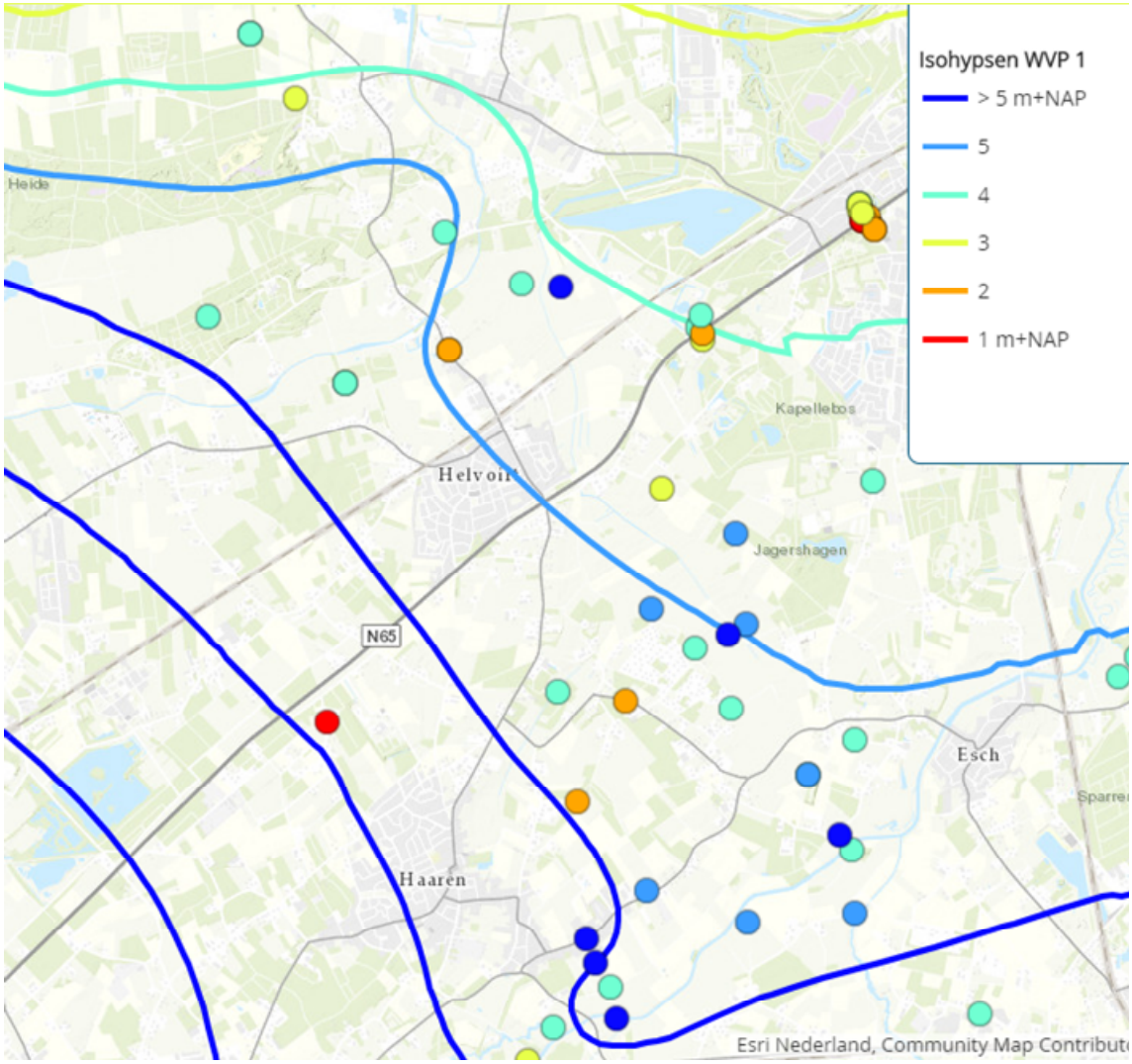
De beschikbare peilbuizen in DinoLoket zijn opgevraagd. Met Menyanthes is de GxG[1] bepaald. Voor de gemiddelde grondwaterstand is een isohypsenpatroon gemaakt. In figuur 3 is dit isohypsenpatroon weergegeven. De stromingsrichting komt overeen met de isohypsen die in het

[1] GxG: grondwaterregime; GLG = Gemiddeld Laagste Grondwaterstand, GG = Gemiddelde Grondwaterstand, GVG = Gemiddelde Voorjaarsgrondwaterstand, GHG = Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand.

Water en Klimaatstructuurplan zijn opgenomen (figuur 3). Van dit plan is echter niet aangegeven van welke situatie de isohypsen zijn. Bovendien zijn grondwaterstanden hoger dan NAP +5 m niet gespecificeerd.



Figuur 3: Isohypsen gemiddelde grondwaterstanden (bron: DinoLoket)



Figuur 4: Isohypsenpatroon WVP1 (bron: water- en klimaatstructuurplan Vught en omstreken)

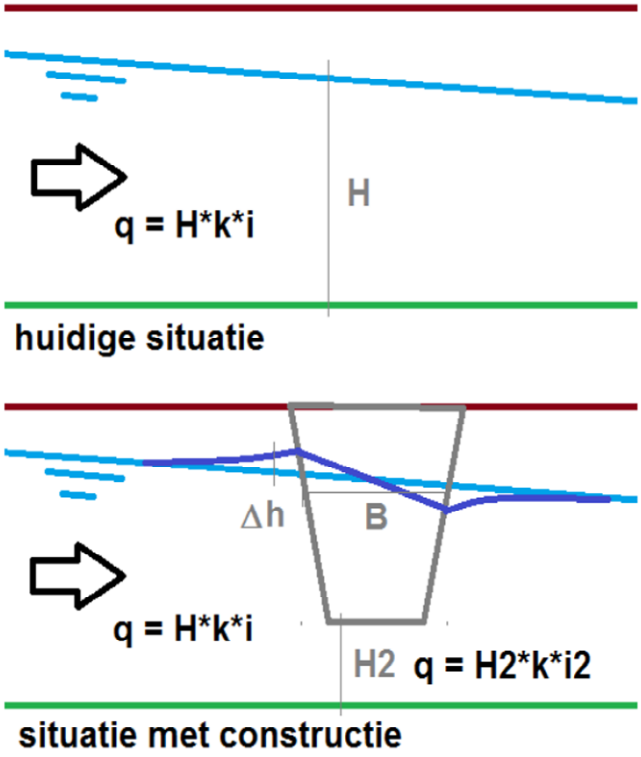
Geconstateerd wordt dat de stromingsrichting globaal evenwijdig aan de N65 loopt.
Het verhang bij de gemiddelde situatie is ter hoogte van de voorgenomen verdiepte ligging ongeveer 1,4 m/km.

Principe aanpak
Door de aanleg van een tunnel wordt de stroming van grondwater deels geblokkeerd.
De gedachte hierachter is dat het debiet na aanleg van de tunnel onder de tunnel moet doorstromen via het resterende watervoerende pakket onder de tunnel. De tunnel bij de kruising Torenstraat heeft echter een klein effect omdat deze tunnel niet loodrecht op de stromingsrichting van het grondwater is gelegen, maar juist evenwijdig aan de stromingsrichting is gesitueerd. De grondwaterstroming zal dus niet door de resterende dikte van het watervoerende pakket stromen, maar grotendeels aan weerszijden van de constructie langs stromen (**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**5).



Figuur 5: Bovenaanzicht van de afbuiging van de grondwaterstroming in lengterichting constructie.

Om in deze situatie toch een indruk te krijgen van de te verwachten opstuwing van de tunnelbak, is een eenvoudige berekening uitgevoerd volgens onderstaand principe.



Figuur 6: berekeningsmethodiek. De grondwaterstanden zijn berekende voor twee situaties, namelijk de huidige situatie (eerste figuur) en de situatie met tunnelbak (tweede figuur).

De uitgangspunten voor de berekening zijn als volgt:

- doorlaatvermogen 10 m/d (REGIS);
- Verhang grondwater 1,4 m/km (uitgaande van GHG);
- De afmetingen van de in te voeren constructie zijn ca. 30 m breed (loodrecht op de stroming), 420 m lang (evenwijdig aan de stroming, onder de grondwaterstand en tot 15 m – mv. (onderkant damwanden).

Resultaten berekening

Uit de berekeningen blijkt dat de opstuwing aan de westkant minder dan 5 cm bedraagt. De verlaging van de grondwaterstanden aan de oostkant is eveneens minder dan 5 cm. Kortom de grondwatereffecten zijn niet significatie.

Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

Contactgegevens

Zutphenseweg 31D
7418 AH DEVENTER
Postbus 321
7400 AH DEVENTER

E. sander.hoegen@anteagroup.com

www.anteagroup.nl

Copyright © 2019
Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.