

Notitie

Contactpersoon Inkie Goijer

Datum 15 september 2014

Kenmerk N001-1225608IGO-kmi-V03-NL

Watertoets N345 Rondweg de Hoven, Zutphen

1 Inleiding

De Provincie Gelderland is voornemens de N345 te verleggen middels een rondweg bij de Hoven in Zutphen. Om deze weg te kunnen realiseren wordt een Provinciaal Inpassingsplan (PIP) opgesteld, waar deze watertoets deel van uitmaakt. Deze watertoets geeft de resultaten van de watertoetsprocedure.

De watertoetsprocedure

De 'watertoets' is een instrument dat waterhuishoudkundige belangen expliciet en op 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. De inzet daarbij is om in elk afzonderlijk plan met maatwerk het reeds bestaande waterhuishoudkundige en ruimtelijke beleid goed toe te passen en uit te voeren. Het is niet de bedoeling dat met de watertoets nieuw beleid wordt gemaakt. De waterhuishoudkundige aspecten omvatten zowel oppervlakte- als grondwater, gevaar van overstroming vanuit meren, rivieren en de zee, wateroverlast veroorzaakt door neerslag of grondwater, waterkwaliteit, verzilting en verdroging. De watertoets is een proces op zich en vervangt geen vergunningen-, privaatrechtelijke en andere procedures. Deze zullen indien nodig dus apart gevolgd worden.

2 Beleid en regelgeving water

Het algemene waterbeleid dat op het plangebied van toepassing is, staat beschreven in het Nationaal Waterplan van de rijksoverheid, de omgevingsvisie van de provincie Gelderland, het Waterbeheerplan 2010-2015 van waterschap Veluwe (nu waterschap Vallei en Veluwe), de Waterwet, de Keur, Nationaal bestuursakkoord Water, het waterplan Zutphen 2008 van gemeente Zutphen en het waterplan Brummen 2008 van gemeente Brummen.

Op Europees, nationaal en stroomgebiedsniveau wordt gewerkt aan de Kaderrichtlijn Water (KRW). De KRW streeft naar duurzame en robuuste watersystemen. Basisprincipes van het nationaal en Europees beleid zijn: meer ruimte voor water, voorkomen van afwenteling van de waterproblematiek in ruimte of tijd en stand-still (geen verdere achteruitgang in de huidige (referentiejaar 2000) chemische en ecologische waterkwaliteit).

Het bovenstaande resulteert in twee drietrapsstrategieën die zijn vastgelegd in het Nationaal Waterplan:

- Waterkwantiteit (vasthouden, bergen, afvoeren)
- Waterkwaliteit (schoonhouden, scheiden, zuiveren)

De trits voor waterkwantiteit betekent dat neerslag bij voorkeur wordt vastgehouden op de plaats waar het valt. Indien vasthouden niet mogelijk is, wordt neerslag geborgen in oppervlaktewater. De trits voor waterkwaliteit houdt in dat gestreefd moet worden naar het voorkomen van verontreinigingen. Indien schoonhouden niet mogelijk is, worden schone en vervuilende bronnen gescheiden. Een derde trits die van belang is voor de N345 is de trits over afstromend wegwater uit het Besluit lozen buiten inrichting (2011). Voor de afwatering van wegen dient te worden voldaan aan de zorgplicht uit de AmvB 'Lozingen buiten inrichtingen'. Dit omvat de volgende voorkeursvolgorde: 1. Infiltreren in de wegberm, 2. Lozen op oppervlaktewater middels voorziening, 3. Lozen op riool. Bij lozing op oppervlaktewater is tevens de beleidsregel 'Brenge van water in een oppervlaktewaterlichaam vanaf nieuw verhard oppervlak' van Waterschap Vallei en Veluwe (2014) van toepassing.

3 N345 Rondweg de Hoven, Zutphen

De Provincie Gelderland is voornemens de N345 bij de Hoven in Zutphen te verleggen. De N345 vervult een belangrijke functie voor het doorgaande verkeer in de regio Stedendriehoek (Apeldoorn, Deventer, Zutphen) maar doorsnijdt in de huidige situatie de dorpskern van de Hoven. Met een rondweg worden problemen in de Hoven opgelost en de doorstroming verbeterd.



Figuur 3.1 Ligging tracé. Een meer gedetailleerde afbeelding is opgenomen in bijlage 2 van het Provinciaal Inpassingsplan.

3.1 Infrastructuur

Met de aanleg van de rondweg worden diverse wegen en paden verlegd en gerealiseerd, een drietal tunnels gemaakt en een fietsbrug gerealiseerd.

3.1.1 Rondweg

De rondweg verbindt twee delen van de N345: de Weg naar Voorst in het noorden en de Wapsumsestraat en Kanonsdijk in het zuiden. Bij beide aansluitingen wordt een rotonde aangelegd. Het noordelijke deel van de rondweg loopt parallel aan het spoor Zutphen-Apeldoorn en de Voorstondense Beek. Het zuidelijke deel loopt parallel aan de Wapsumse beek. Beide beken worden verlegd voor de aanleg van de rondweg (zie paragraaf 4).

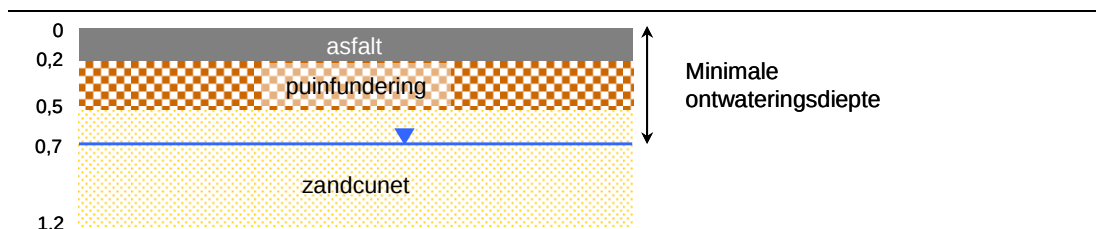
De rondweg kruist het spoor Dieren-Zutphen en de Baankstraat. Voor deze kruisingen worden tunnels aangelegd (zie paragraaf 3.1.4).

Hoogteligging weg en ontwateringsdiepte

Voor de rondweg wordt gebruik gemaakt van voorbelasting om een zettingsvrije ondergrond te verkrijgen. Hiervoor wordt de ondergrond afgegraven tot een diepte van 1,2 meter onder het toekomstig wegdek en opgevuld met zand en puin (zie figuur 3.2).

Uitgangspunt bij het ontwerp van de weg is dat het wegdek op maximaal 1 meter boven het huidige maaiveld komt te liggen.

Voor de rondweg wordt een minimale ontwateringsdiepte van 0,7 meter gehanteerd. Onder de ontwateringsdiepte van de weg wordt verstaan: de afstand tussen het wegdek en de freatische grondwaterstand. In figuur 3.2 is dit schematisch weergegeven.



Figuur 3.2 Schematische weergave ontwateringsdiepte.

3.1.2 Landbouwwegen

Op twee locaties worden landbouwwegen aangelegd. De eerste komt in het noordelijk deel, van de Weg naar Voorst tot ongeveer waar het spoor Zutphen-Apeldoorn afbuigt naar Zutphen. De tweede komt in het zuidelijk deel, tussen de Baankstraat en de Zutphensestraat (deze straat loopt parallel aan de Wapsumsestraat en Kanonsdijk). Beide landbouwwegen zijn ten noordoosten van de rondweg gelegen en worden uitgevoerd met twee grasbetonnen sporen.

3.1.3 Fietspaden en fietsbrug

Het Tondense Enkpad wordt tussen de Baankstraat en het spoor Dieren-Zutphen verplaatst naar het zuiden. Voor de kruising met de Voorstondense Beek wordt een fietsbrug gerealiseerd. Ook bij de rotondes worden fietspaden gerealiseerd en verlegd. De fietsers kruisen de rondweg op twee plaatsen met een tunnel (zie paragraaf 3.1.4).

3.1.4 Tunnels

Voor de aanleg van de rondweg worden meerdere tunnels aangelegd:

- Rondweg onder het spoor door
- Fietstunnel Baankstraat onder de rondweg door
- Fietstunnel onder de rotonde Rondweg-Kanonsdijk

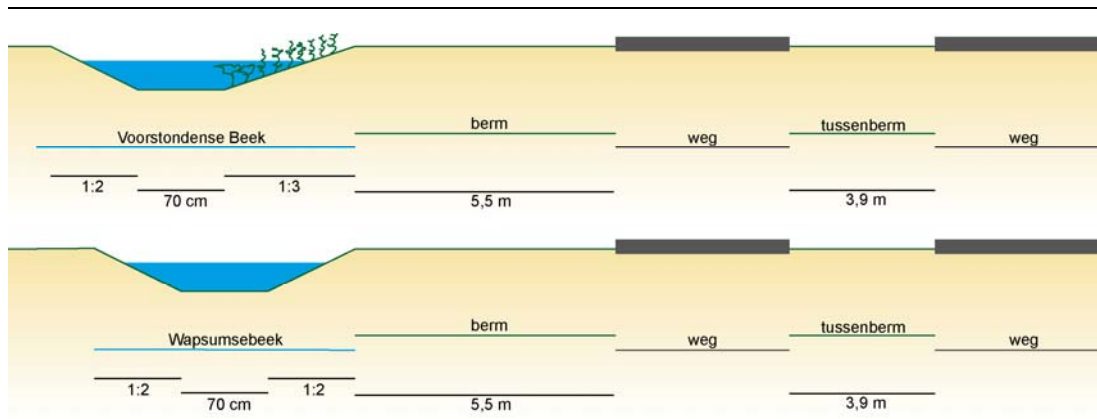
Voor constructie van de tunnels wordt waterdicht beton gebruikt om wateroverlast in de tunnel te voorkomen. Hemelwater dat in de tunnel valt wordt opgevangen en verpompt naar de nabijgelegen infiltratiegronden. Hoe diep ontgraven moet worden is afhankelijk van de diepte van de tunnel en het materiaalgebruik. Bij gebruik van onderwaterbeton moet tot een meter extra ontgraven worden.

Bij de eerste twee tunnels komt de bovenkant van de tunnel op maaiveldhoogte te liggen. Bij de rondweg onder het spoor door is de maaiveldhoogte ongeveer NAP +7,0 m. De onderkant van de bak komt hier op circa NAP +3,15 m te liggen. Voor deze tunnel moet 4 tot maximaal 5 meter grond ontgraven worden. Bij de fietstunnel in de Baankstraat is de maaiveldhoogte ongeveer NAP +6,3 m. De onderkant van de bak komt op circa NAP +2,9 m. De benodigde ontgravingsdiepte voor deze tunnel is 3,4 tot maximaal 4,4 m. De rotonde Rondweg-Kanonsdijk komt op NAP + 8,0 m. Dit is twee meter boven maaiveld (circa NAP +6,0 m) en onder het niveau van de kruin van de Kanonsdijk (circa NAP +9,5 m). De onderkant van de bak van de fietstunnel komt op circa NAP + 3,8 m. De benodigde ontgravingsdiepte is 2,2 tot maximaal 3,2 m.

De rotonde Rondweg-Kanonsdijk en de fietstunnel die hier onder door gaat liggen binnen de dijkbeschermingszone van de Kanonsdijk. Door de verdiepte ligging kan de fietstunnel invloed hebben op de stabiliteit van het dijklichaam.

3.2 Bermen en infiltratie van hemelwater

Het hemelwater dat op de rondweg valt infiltreert in de bermen, die hiervoor worden voorzien van een depressie. In de bermen wordt grondverbetering toegepast. De tussenberm wordt volgens het referentie ontwerp 3,9 meter breed en de zijberm 5,5 meter breed. Ten zuidwesten van de rondweg liggen naast de berm de (verlegde) beken (zie paragraaf 4). In figuur 3.3 is schematisch de dwarsdoorsnede weergegeven van het tracé langs de (verlegde) Voorstondense Beek (boven) en de verlegde Wapsumsebeek (onder).



Figuur 3.3 Schematische dwarsdoorsnede. Boven: Voorstondense Beek, onder: Wapsumsebeek.

Voor de aanleg van de weg wordt de bodem onder de weg en van de berm vergraven en opgevuld met zand. Hierdoor wordt de bodem van de berm verbeterd en de infiltratiecapaciteit verhoogd.

3.3 Rioolpersleiding

Het tracé van de rondweg doorsnijdt een dubbele rioolpersleiding van het waterschap. Bij de uitvoering van de werkzaamheden zal hier rekening mee moeten worden gehouden. Verlegging van de leiding voor aanvang van de bouw van de spoortunnel ligt voor de hand.

3.4 Hemelwaterafvoer

Een deel van de wijk de Hoven voert zijn hemelwater via de C-watergang direct ten zuiden van de wijk en een duiker af naar de Wapsumsebeek. Met de verlegging van de Wapsumsebeek zal deze hemelwaterafvoerleiding worden verlengd naar de nieuwe C-watergang ten noorden van de rondweg. De huidige hemelwaterafvoer kent geen verloop waarmee ook in de nieuwe situatie de afvoer is gegarandeerd.

3.5 Watergangen

De Wapsumsebeek en Voorstondense Beek worden verlegd voor de aanleg van de rondweg. De Wapsumsebeek komt ten zuiden van de nieuwe rondweg te liggen. Het deel van de Voorstondense Beek ten westen van de Baankstraat wordt verlegd en komt ten zuiden van de rondweg te liggen. De nieuwe ligging van de beken is weergegeven in Figuur 3.1. Een meer gedetailleerde afbeelding is opgenomen in bijlage 2 van het Provinciaal Inpassingsplan. Het nieuwe profiel van de beken is schematisch weergegeven in figuur 3.3.

In het zuidoosten van het gebied ligt een perceel dat in de huidige situatie gedraineerd is en afwatert naar de Wapsumsebeek. Bij aanleg van de rondweg komt dit perceel ten noorden van de rondweg te liggen en wordt de beek ten zuiden van de weg gelegd en komt ten noorden van de weg een nieuwe C-watergang. De bestaande drainage zal worden verlengd naar de nieuwe C-watergang. De bestaande Wapsumsebeek komt hiermee te vervallen.

Binnen het plangebied komen in totaal 7 duikers waarmee de beken onder de weg en spoorweg worden geleid. Één bestaande duiker wordt verlengd.

4 Waterparagraaf

4.1 Bodem

4.1.1 Bodemopbouw

Bodem

Het plangebied ligt in de komgronden van de IJssel, waar bij overstromingen zavel en klei is afgezet. De bodem bestaat uit kalkhoudende ooivaaggronden en poldervaaggronden op zware zavel of lichte klei.

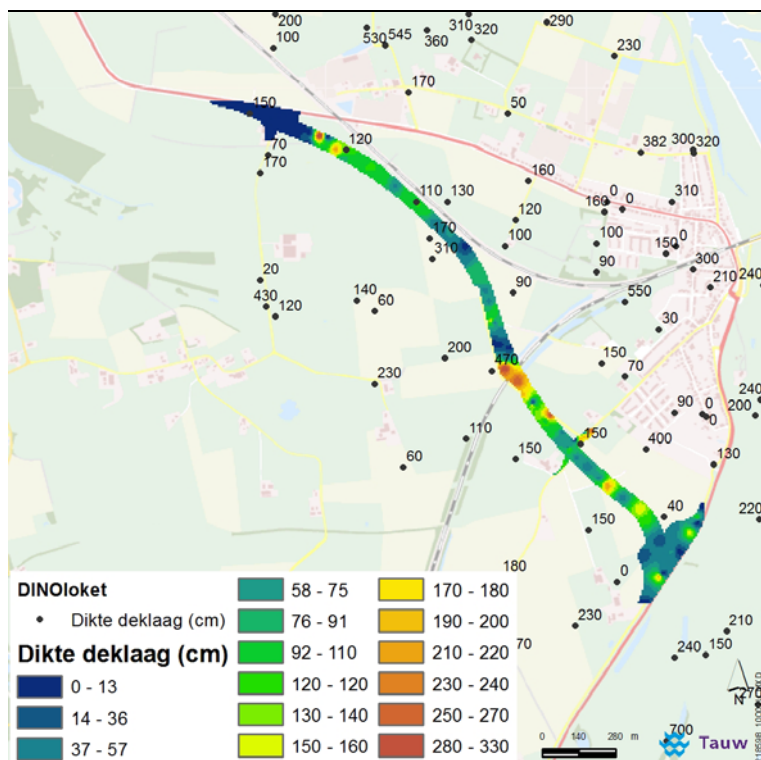
Regionale bodemopbouw

In tabel 4.1 is de regionale bodemopbouw in de omgeving van het plangebied schematisch weergegeven. Deze schematisatie is gebaseerd op het landelijk model REGIS II.1 van TNO.

Tabel 4.1 Regionale bodemopbouw

Bovenkant laag (m NAP)	Onderkant laag (m NAP)	Samenstelling	Formatie	Geohydrologische eenheid
+7,0	+6,0	Klei en zavel	Holoceen	Deklaag
+6,0	-3,0	Matig fijn tot zeer grof, grindig zand	Kreftenheye	Eerste watervoerend pakket
-3,0	-13	Klei, leem en veen	Kreftenheye	Eerste scheidende laag
-13	-34	Matig fijn tot zeer grof, grindig zand	Kreftenheye	Tweede watervoerend pakket
-34	-56	Leem en klei	Kreftenheye	Tweede scheidende laag
> -56		Matig fijn tot matig grof zand	Peize-Waalre	Derde watervoerend pakket

Uit tabel 4.1 blijkt dat de ondiepe bodemopbouw bestaat uit een relatief dunne, slecht doorlatende deklaag met daaronder het goed doorlatende eerste watervoerend pakket. Om meer inzicht te krijgen in de lokale dikte van de deklaag, zijn bij het Dinoloket van TNO boringen opgevraagd in de omgeving van het plangebied en zijn boringen geplaatst tot ongeveer 3 m -mv ter plaatse van de toekomstige rondweg. In figuur 4.1 is de situering van deze boringen en de geïnterpreteerde dikte van de deklaag weergegeven.



Figuur 4.1 Dikte van de deklaag; binnen het plangebied: geïnterpoleerd vanuit metingen (boringen); buiten het plangebied: interpretatie van de dikte van de deklaag voor boringen uit het DINOloket.

Uit figuur 4.1 blijkt dat de dikte van de deklaag in de nabijheid van het tracé varieert van 0,4 tot meer dan 4 meter. Plaatselijk kan de deklaag zelfs afwezig zijn. Gemiddeld is de deklaag circa 1,5 meter dik.

4.1.2 Opbarsting

Bij een maximale ontgravingsdiepte van 1,2 meter zal de deklaag niet (overal) volledig worden afgegraven. In de tijdelijke (bouw)situatie kan er sprake zijn van opbarsting van de bodem van de ontgraving. In de definitieve situatie zal dit niet meer aan de orde zijn, aangezien de ontgraving wordt aangevuld met cunetzand en de weg zelf.

Bij alle drie de tunnels wordt de deklaag volledig afgegraven en zal dus geen sprake zijn van opbarsting. Bij de verlegde beken kan sprake zijn van opbarsting wanneer de deklaag niet volledig wordt afgegraven. Ook kunnen de beken door de verlegging meer grondwater (bij grondwaterstanden hoger dan de beekbodem) en kwel (bijvoorbeeld bij hoog water op de IJssel) gaan afvangen en afvoeren dan in de huidige situatie. Om opbarsting en afvoer van kwel en grondwater te voorkomen wordt waar nodig een afdichtende klei- of leemlaag aangebracht.

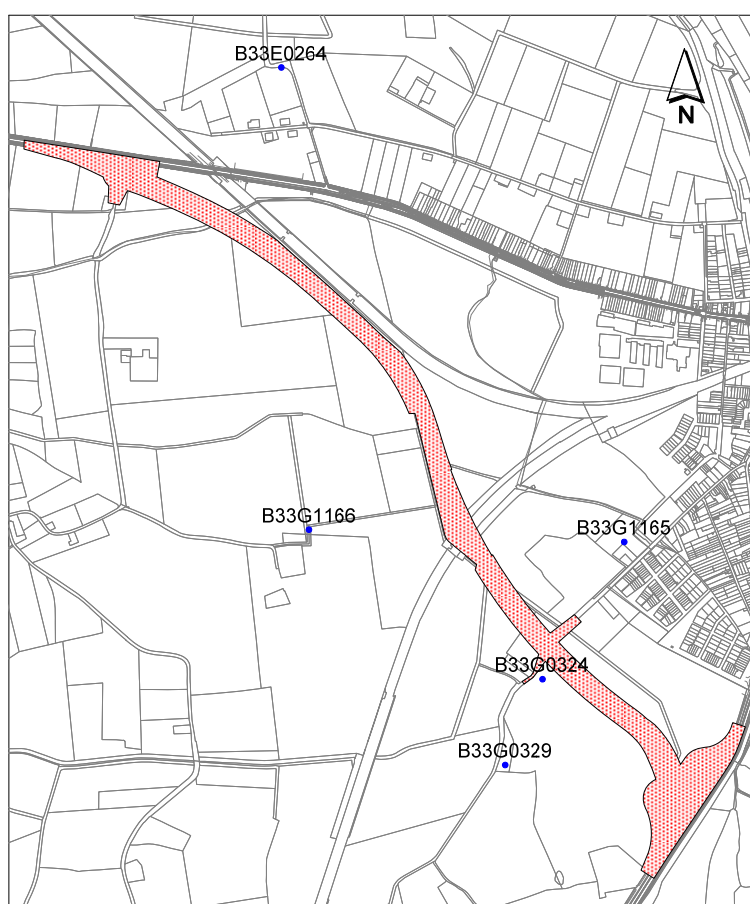
4.2 Hoogteligging

De hoogte van het maaiveld in het gebied varieert volgens het AHN van circa NAP +8,5 m ter plaatse van de noordelijke aftakking van de N345 tot circa NAP +5,5 m ter plaatse van de oude IJsselloop ten noorden van het Tondense Enkpad. Vervolgens is het maaiveldverloop redelijk vlak tot de aantakking op de Wapsumsestraat. De Wapsumsestraat loopt daar over de waterkering, die een hoogte heeft van circa NAP +9 m.

4.3 Grondwater

4.3.1 Freatisch grondwater

Om inzicht te krijgen in de heersende grondwaterstanden zijn meetgegevens in de omgeving van het plangebied opgevraagd uit het Dinoloket van TNO. In figuur 4.2 is de situering van de gebruikte peilbuizen weergegeven.



Figuur 4.2 Situering peilbuizen. Rood gearceerd het wegtracé.

De grondwaterkarakteristieken op basis van de beschikbare data zijn weergegeven in tabel 4.2. Hierbij wordt opgemerkt dat de berekende GLG en GHG voor de peilbuizen B33G1165 en B33G1166 indicatieve waarden zijn, aangezien de meetreeks relatief kort is (twee jaar in plaats van minimaal acht jaar).

Tabel 4.2 Grondwaterkarakteristieken

Peilbuis	Hoogte maaiveld (m NAP)	Meetperiode	Minimum (m NAP)	Maximum (m NAP)	Gemiddelde GLG (m NAP)	GLG (m NAP)	GHG (m NAP) / (m -mv)
B33E0264	7,04	1987 - 2013	4,18	5,66	4,94	4,61	5,34 / 1,70
B33G0324	6,35	1954 - 1955	5,02	5,82	5,38	-	-
B33G0329	7,39	1981 - 1998	4,82	6,81	5,5	5,08	6,06 / 1,33
B33G1165	7,08	2011 - 2013	4,55	6,03	5,22	4,64	6,02 / 1,06
B33G1166	7,21	2011 - 2013	4,89	6,09	5,32	4,99	5,98 / 1,23

Niet te bepalen in verband met onvoldoende meetdata.

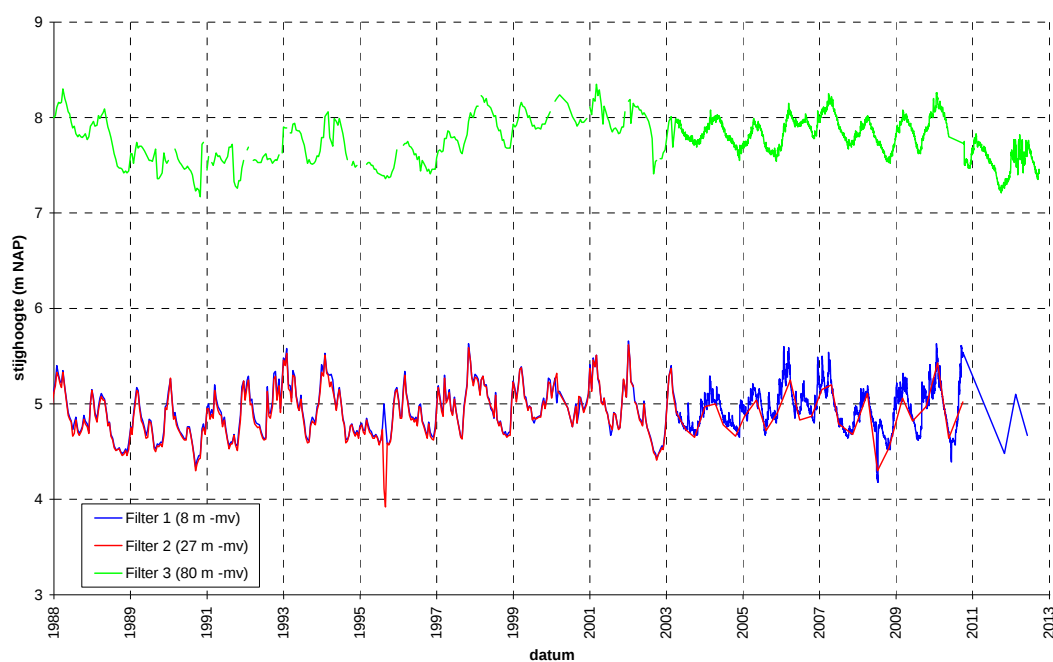
Voor de toetsing van de ontwateringsdiepte van de aan te leggen weg is de GHG (Gemiddeld Hoogste grondwaterstand) van belang. Uit tabel 4.2 blijkt dat de GHG varieert van 1,06 tot 1,70 m -mv. Bij deze grondwaterstanden en aanleg van het wegdek op maaiveldhoogte wordt voldaan aan de minimale ontwateringsdiepte van 0,7 meter. Maatregelen om de grondwaterstand ter plaatse van de toekomstige weg te beheersen (bijvoorbeeld drainage) zijn dan ook niet noodzakelijk. Op basis van de nu ingeschatte minimale ontwateringsdiepte is het mogelijk om de weg nog circa 0,3 meter dieper aan te leggen ten opzichte van het huidige maaiveldniveau. Geadviseerd wordt om dit eventueel definitief te bepalen op basis van aanvullend veldonderzoek.

Aangezien de beschikbare meetpunten op enige afstand van het tracé liggen wordt geadviseerd om enkele peilbuizen langs de tracés te plaatsen om hier gedurende minimaal één jaar de freatische grondwaterstand te monitoren. Hiermee wordt beter inzicht verkregen in de heersende grondwaterstanden en de variatie hierin ter plaatse van het tracé zelf. Daarnaast kunnen met aanvullende peilbuizen ook het effect van peilstijgingen in de IJssel op de grondwaterstand nader worden gekwantificeerd. Dit effect zal met name op relatief korte afstand (naar schatting tot maximaal 100 à 200 meter) van de IJssel zich voordoen.

4.3.2 Diep grondwater

De nieuwe rondweg komt tussen de stuwwal van de Veluwe en de rivier de IJssel in te liggen. Het diepe grondwater stroomt hier in oostelijke richting, vanaf de Veluwe naar de IJssel. De stijghoogte in het eerste watervoerend pakket varieert van NAP +4.5 m tot +6.0 m (TNO Dinoloket).

Ter plaatse van peilbuis B33E0264 zijn de stijghoogten gemeten in de verschillende watervoerende pakketten. In figuur 4.3 zijn de gemeten stijghoogten in het eerste, tweede en derde watervoerend pakket weergegeven.



Figuur 4.3 Gemeten stijghoogten peilbuis B33E0264.

Uit de gemeten stijghoogten blijkt dat er vanuit het derde watervoerend pakket kwel optreedt naar het tweede watervoerend pakket. De stijghoogte in het eerste en tweede watervoerend pakket zijn genoeg gelijk, wat betekent dat er nagenoeg geen verticale stroming tussen de watervoerende pakketten heerst.

Het effect van hoge waterpeilen in de IJssel wordt niet in de gemeten grondwaterstanden terug gezien, maar dit kan worden verklaard door de grote afstand tussen de peilbuis en de IJssel.

4.3.3 Tunnels

De tunnels komen alle drie in het grondwater te liggen. De tunnels worden uitgevoerd met een waterdichte bak om te voorkomen dat het grondwater in de tunnels komt. Omdat de tunnels niet parallel komen met de grondwaterstroming is het mogelijk dat ze voor opstuwing van het grondwater zorgen.

Het waterschap geeft aan dat voorkomen moet worden dat de tunnels gaan opdrijven, bijvoorbeeld door het toepassen van verankering.

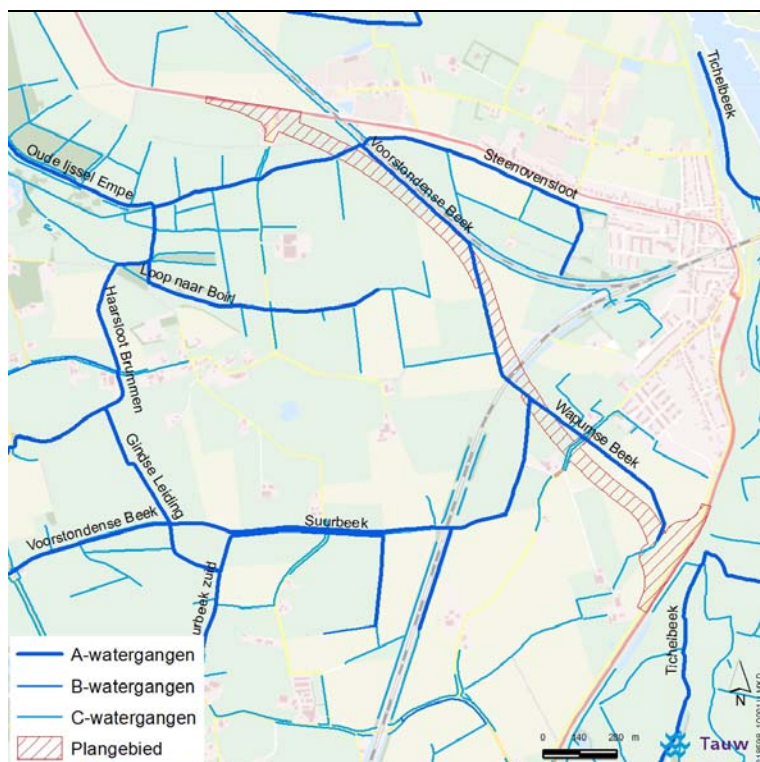
Bij toepassen verankering mag er geen verankering worden gebruikt die de stabiliteit de dijk c.q. het dijktafwerk negatief kan beïnvloeden (bij voorkeur groutanker of gladde palen toepassen). Tevens dient er een goede taludafwerking te zijn en moet de tunnelbak, zoals voorgesteld, waterdicht worden uitgevoerd.

4.4 Oppervlaktewater

4.4.1 Watergangen

In het plangebied zijn twee A-watergangen aanwezig (Wapsumsebeek en Voorstondense Beek, zie figuur 4.4). Beide watergangen stromen via de Oude IJssel naar de IJssel. Het waterpeil in de beken wordt door de stuw Breemade (ter hoogte van de Lage Leiding) beheerst op een streefpeil van NAP +4,6 m. De beken staan in praktijk een groot deel van het jaar droog.

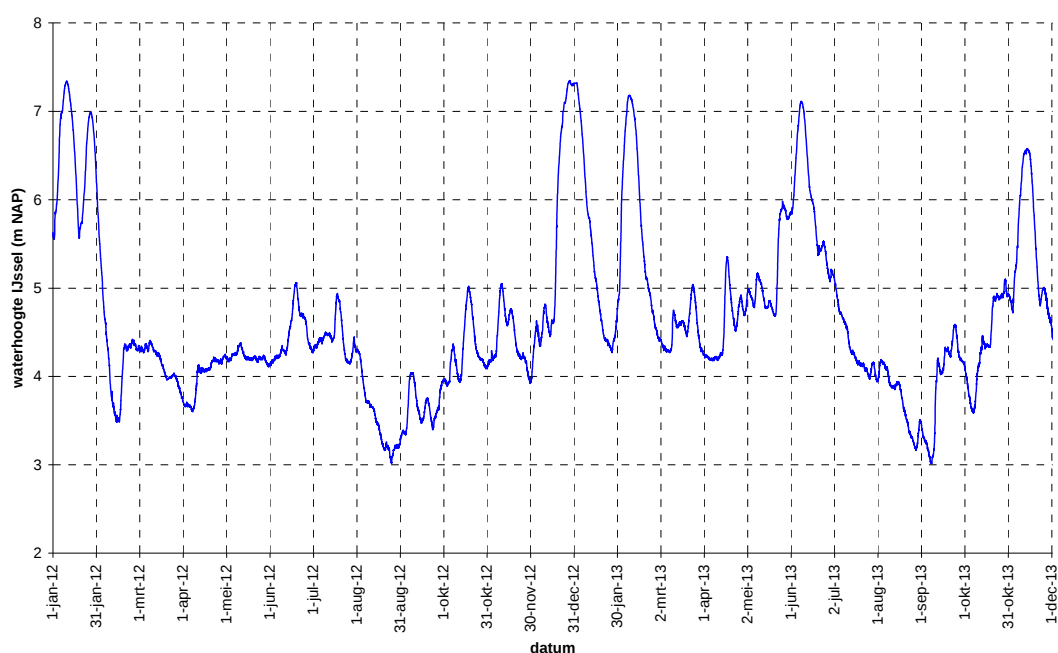
In en nabij het plangebied zijn tevens diverse C-watergangen (sloten en greppels, zie figuur 4.4).



Figuur 4.4 Oppervlaktewater in het plangebied.

4.4.2 IJssel

In tegenstelling tot de beken, zijn de waterstanden van de IJssel wel sterk variabel. Bij Rijkswaterstaat zijn peilgegevens opgevraagd van de afgelopen twee jaar, ter plaatse van meetpunt Zutphen Noord (meetpunt 422). In figuur 4.5 zijn de gemeten waterstanden weergegeven.



Figuur 4.5 Gemeten waterstanden IJssel, meetstation Zutphen Noord (meetpunt 422).

Uit figuur 4.5 blijkt dat de waterstanden over het seizoen variëren tussen NAP +3,0 (einde zomer) en NAP +5,0 (najaar tot voorjaar) meter met uitschieters naar NAP +7,0 meter in zeer natte perioden.

Binnen een afstand van enkele honderden meters van de IJssel zullen de waterstanden de grondwaterstanden in het eerste watervoerend pakket beïnvloeden.

4.4.3 Verlegging beken

De Wapsumsebeek en Voorstondense Beek worden verlegd voor de aanleg van de rondweg en wordt een nieuwe C-watgang aangelegd. In overleg met het waterschap is gekomen tot onderstaande dimensionering van de beken en afspraken over onderhoud.

Wapsumsebeek

De Wapsumsebeek komt ten zuiden van de nieuwe rondweg te liggen. Het talud van deze beek wordt 1:2 aan beide zijden en de bodembreedte wordt 0,70 m. De bodem komt ongeveer op NAP +5,10 m te liggen, met een verhang van ongeveer 0,10 m, waardoor vrije afstroming mogelijk is. Deze C-watgang krijgt hiermee een breedte van 4,3 m op de insteek, waardoor eenzijdig onderhoud mogelijk is. Het onderhoud van deze beek zal worden uitgevoerd door de provincie, vanaf een onderhoudsstrook van 4 meter aan één zijde van de beek. Uit toetsing van waterschap Vallei en Veluwe (zie bijlage 1) blijkt dat de capaciteit van de nieuwe beekloop voldoende is.

Voorstondense Beek

Het deel van de Voorstondense Beek ten westen van de Baankstraat wordt verlegd en komt ten zuiden van de rondweg te liggen. Deze beek krijgt aan de landbouwzijde een talud van 1:2 en aan de wegzijde een natuurvriendelijke oever met een talud van 1:3. De bodembreedte wordt 0,70 m. De bodem sluit aan beide zijden aan op de huidige beekloop. Waterschap Vallei en Veluwe zal het onderhoud van het talud aan de landbouwzijde en de waterbodem op zich nemen. Hiervoor wordt een onderhoudsstrook van 5 meter aangelegd. Voor de bereikbaarheid zal de provincie met de eigenaar van het aanliggende perceel regelen dat het waterschap door middel van een hekkenroute toegang heeft tot de beek om het onderhoud uit te voeren. De provincie neemt het onderhoud van de natuurvriendelijke oever op zich.

De Voorstondense Beek is aangewezen als ecologische verbindingszone voor de Winde en (deels) als KRW-waterlichaam (langzaam stromende middenloop/ benedenloop op zand) (zie paragraaf 4.8). Om dit te kunnen realiseren moet de beek voor een groot deel van het jaar watervoerend zijn. Uitgaande van de op dit moment beschikbare peilgegevens zal dit niet het geval zijn. Boven- en benedenloops zullen er maatregelen genomen moeten worden om aan deze doelstelling te kunnen voldoen. Dit valt buiten de scope van dit project. Wel wordt de watgang dusdanig ingericht dat deze voldoet aan het model Winde en aan de KRW. Ook wordt de watgang natuurvriendelijk ingericht. Voor meer informatie en een uitgebreide beschouwing van de ecologische effecten wordt verwezen naar Bijlage 8 "Rapportage Flora- en faunawetonderzoek N345 rondweg De Hoven" van het PIP.

Nieuwe C-watgang

In het zuidoosten van het gebied, ten noorden van de rondweg, komt een nieuwe C-watgang voor drainage van een nat perceel, dat in de huidige situatie gedraineerd wordt door de Wapsumsebeek, met behulp van drainagebuizen die uitkomen op de beek. De bestaande drainage van dit perceel ten noorden van de rondweg en hemelwaterafvoerleiding vanuit de wijk de Hoven zullen worden verlengd naar de nieuwe watgang. De nieuwe watgang krijgt een talud van 1:2 aan beide zijden en een bodembreedte van 0,70 m. Bodemhoogte en verhang zijn ongeveer gelijk aan de verlegde Wapsumse beek. De nieuwe watgang wordt met behulp van duikers aangesloten op bestaande waterlopen.

Eenzijdig onderhoud mogelijk omdat de breedte op de insteek minder wordt dan 6 meter. Het onderhoud zal worden uitgevoerd door de provincie, vanaf een onderhoudsstrook van 4 meter aan één zijde van de beek. Uit toetsing van waterschap Vallei en Veluwe (zie bijlage 1) blijkt dat de capaciteit van de nieuwe beekloop voldoende is voor drainage van het perceel ten noorden van de rondweg en berging van hemelwater uit de wijk de Hoven.

4.5 Waterkeringen

De Kanonsdijk, waar de rondweg op aansluit, is een waterkering. Deze dijk maakt deel uit van dijkkring 52, Oost Veluwe.

Ontwikkeling binnen de beschermingszone van de waterkering

De rotonde Rondweg-Kanonsdijk en de fietstunnel die hier onder door gaat liggen binnen de dijkbeschermingszone van de Kanonsdijk. De fietstunnel komt ongeveer onder het huidige maaiveld te liggen, lager dan de GHG. Dit kan gevolgen hebben voor de stabiliteit van het dijklichaam.

Om in de beschermingszone van de dijk een bouwwerk/kunstwerk op te mogen richten moet een ontheffing worden aangevraagd van de Keur van Waterschap Vallei en Veluwe. In de vervolgfase zal daarom expliciet aandacht besteed moeten worden aan de uitvoering van de fietstunnel en rotonde, zowel in de aanlegfase als de gebruiksfase. De noodzaak om maatregelen te treffen om de stabiliteit van de dijk te garanderen maken onderdeel uit van de vergunning die nodig is om de weg aan te leggen. In de aanbestedingsfase zullen hier in overleg met het Waterschap expliciete eisen voor worden opgenomen in het aanbestedingsdossier. In het inpassingsplan is voldoende rekening gehouden met het ruimtebeslag en de financiële haalbaarheid van de fietstunnel.

4.6 Riolering en hemelwaterafvoer

Riolering

In de huidige situatie watert de N345 binnen de bebouwde kom van De Hoven af naar een rioolstelsel. In het buitengebied infiltreert het wegwater veelal in de berm bodem. In de nieuwe situatie wordt de afwatering van de rondweg niet aangesloten op de riolering.

Rioolpersleiding

Tussen Zutphen De Hoven en Rhienderen (Brummen) liggen twee, parallel liggende, rioolpersleidingen van het waterschap. Deze leidingen liggen hier met zakelijk recht.

De rondweg kruist deze rioolpersleidingen, die voor de aanleg van de rotonde moeten worden verlegd of verdiept aangelegd. Bij de uitvoering van de werkzaamheden moet hier rekening mee moeten worden gehouden. Verlegging of verdiept aanleggen vóór aanvang van de bouw van de spoortunnel ligt voor de hand.

Hemelwaterafvoer

Een deel van de wijk de Hoven voert zijn hemelwater via de C-watergang direct ten zuiden van de wijk en een duiker af naar de Wapsumsebeek. Deze duiker heeft een doorsnede van 400 mm en ligt horizontaal op een diepte van NAP +4,80 m. Met de verlegging van de Wapsumsebeek zal deze hemelwaterafvoerleiding worden verlengd naar de nieuwe C-watergang ten noorden van de rondweg.

4.7 Infiltratie van hemelwater

In de toekomstige situatie wordt het hemelwater dat op het wegdek valt, geïnfiltreerd in de bodem met behulp van infiltratievoorziening. Deze infiltratievoorziening zal bestaan uit een depressie. In alle gevallen is deze infiltratievoorziening voldoende om een T=100 bui te bergen en infiltreren, zonder dat er afstroming richting de beken plaatsvindt.

4.7.1 Beleid Waterschap Vallei en Veluwe

Waterschap Vallei en Veluwe stelt dat het watersysteem bij een T=100 neerslaggebeurtenis moet blijven functioneren, de neerslag die valt tot deze T=100 mag geen extra belasting veroorzaken dan dat er bij een onverharde situatie zou zijn geweest. Het waterschap gaat ervan uit dat bij een T=100 neerslaggebeurtenis zonder voorzieningen 61 mm/dag meer geloosd wordt dan in een onverharde situatie. Deze hoeveelheid moet daarom gecompenseerd worden. De wijze waarop deze compensatie wordt gerealiseerd is aan de initiatiefnemer. De initiatiefnemer zal moeten aantonen dat de genoemde hoeveelheid ook vastgehouden kan worden. Vasthouden kan op verschillende manieren. Bergen op het maaiveld (wadi) of in een aan te leggen watersysteem is een optie maar ook onder maaiveld (infiltratie) is mogelijk.

4.7.2 Dimensionering hemelwaterinfiltratie

Op basis van de volgende uitgangspunten zijn de globale dimensies van de infiltratievoorziening berekend:

- De infiltratievoorziening moet voldoende capaciteit hebben voor berging en infiltratie van hemelwater bij T=100. De Keur van het waterschap stelt dat bij een T=100 87 mm neerslag in 24 uur tijd valt. Daarbij mag conform de afvoernormenkaart rekening gehouden worden met een afvoer van 26 mm/dag. De resterende hoeveelheid van 61 mm/dag moet gecompenseerd worden. Aangezien buien zelden eerlijk gespreid over een dag vallen is in de berekening tevens uitgegaan van een maximale neerslagintensiteit van 45,3 mm/uur
- Infiltratiecapaciteit van de onverzadigde zone van 1,5 mm/uur, gebaseerd op de waargenomen grondsoort (lichte klei) en de richtlijnen voor infiltratiecapaciteit zoals gegeven door waterschap Vallei en Veluwe. Voor grondverbetering wordt een infiltratiecapaciteit van 40 mm/uur gehanteerd (k-waarde van 1 m/dag)
- De infiltratievoorzieningen worden gerealiseerd in zowel de tussenberm als één van de zijbermen. De tussenberm heeft een breedte van 3,9 meter; de zijberm is 5,5 meter breed. Voor de dimensionering is uitgegaan van een effectieve breedte van respectievelijk 3,5 en 4,5 meter (totaal 8 meter breedte)
- Het verhard oppervlak is als volgt:

– Rondweg onder het spoor door:	circa 5.010 m ²
– Fietstunnel Baankstraat onder de rondweg door:	circa 600 m ²
– Fietstunnel onder de rotonde Rondweg-Kanonsdijk:	circa 600 m ²
– Overig wegtracé:	circa 23.160 m ²
- De afvloeiingscoëfficiënt van de weg is gesteld op 0,9 (asfalt). Opgemerkt wordt dat voor ZOAB de afvloeiingscoëfficiënt 0,5 a 0,6 bedraagt en er in dit geval significant minder water hoeft te worden geïnfiltreerd
- Het oppervlak van de infiltratievoorziening is berekend op basis van een aangenomen diepte van de wadi van 0,5 meter

Infiltratievoorzieningen bij de tunnels

De berekende dimensies van de infiltratievoorzieningen bij de tunnels zijn weergegeven in onderstaande tabel. De berekeningen zijn uitgevoerd voor de volgende situaties:

- Alleen berging in de wadi
- Zowel berging als infiltratie in de huidige bodem
- Zowel berging als infiltratie na toepassing van grondverbetering

Tabel 4.3 Berekende dimensies infiltratievoorzieningen

Locatie	Dimensies (l x b x d of oppervlak x d)		
	Alleen berging	Berging en infiltratie in huidige bodem	Berging en infiltratie bij grondverbetering
Rondweg onder spoor door	410 m ² x 0,5 m ¹	409 m ² x 0,5 m ¹	375 m ² x 0,5 m ¹
Fietstunnel Baankstraat	50 m ² x 0,5 m ¹	50 m ² x 0,5 m ¹	45 m ² x 0,5 m ¹
Fietstunnel rotonde Rondweg-Kanonsdijk	50 m ² x 0,5 m ¹	50 m ² x 0,5 m ¹	45 m ² x 0,5 m ¹

In het referentie ontwerp zijn infiltratiegebieden nabij de tunnels opgenomen waar het hemelwater dat in de tunnels valt kan worden geïnfiltreerd. In het ontwerp is rekening gehouden met de hierboven genoemde minimale dimensies voor de infiltratievoorzieningen.

Infiltratievoorzieningen langs de weg

De infiltratievoorzieningen langs de weg zullen bestaan uit grondverbetering en een laagte (bijvoorbeeld een wadi of zaksloot). Door het aanbrengen van deze laagte in berm wordt oppervlakkige afstroming naar de beken voorkomen. De laagte moet voldoende gedimensioneerd zijn om een T=100 bui te laten infiltreren. In tabel 4.4 staan mogelijkheden voor de dimensionering van de infiltratievoorzieningen langs de weg.

De tabel is gebaseerd op een tracélengte van 2,5 km, waarbij langs circa 2 km een wadi kan worden gerealiseerd. De dimensies worden gegeven voor een 'standaard' wadi van ongeveer 0,5 meter diep en een ondiepere wadi van 0,25 meter diep. Verder kan gekozen worden voor een wadi in alleen de middenberm, alleen de twee zijbermen of in alle drie de bermen.

Tabel 4.4 Berekende dimensies infiltratievoorzieningen langs de weg (berging en infiltratie bij grondverbetering)

Omschrijving	Lengte	Breedte	Diepte
middenberm + 2 zijbermen, gehele tracé	6000	0,3	0,5
middenberm + 2 zijbermen, gehele tracé, ondiep	6000	0,6	0,25
2 zijbermen, gehele tracé	4000	0,4	0,5
2 zijbermen, gehele tracé, ondiep	4000	0,8	0,25
middenberm, gehele tracé	2000	0,8	0,5
middenberm gehele tracé, ondiep	2000	1,7	0,25

Er zitten dus nogal wat vrijheden qua ontwerp, waarbij de minimale volume voor berging een vaste randvoorwaarde is. In het uiteindelijke ontwerp moet gekeken worden wat waar praktisch mogelijk is.

4.8 Natuur

De uiterwaarden van de IJssel bij het plangebied vallen in het Natura 2000-gebied Uiterwaarden IJssel. De uiterwaarden zijn tevens onderdeel van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), nu genaamd het Gelders Natuurnetwerk (GNN). De Voorstondense Beek is een KRW-waterlichaam (langzaam stromende middenloop/ benedenloop op zand). Vanaf 2016 worden de waterlichamen Voorstondense Beek, Lage Leiding en Oude IJssel samengevoegd tot het KRW-waterlichaam Oude IJssel. De Voorstondense Beek is dan niet meer geheel een KRW-waterlichaam. Binnen het plangebied is dan alleen het meest noordelijke stukje van de beek een KRW-waterlichaam (zie Figuur 4.6). Provincie Gelderland heeft de Voorstondense Beek aangewezen als ecologische verbindingszone voor de Winde. De beek is ook zo opgenomen in het waterbeheerplan van het waterschap. Het waterschap is verantwoordelijk voor de inrichting van de beek, zodanig dat het geschikt is als verbindingszone voor de Winde. Beide beken zijn tevens onderdeel van het GNN.



Figuur 4.6 KRW-waterlichamen (rood) en overige waterlichamen (blauw) vanaf 2016
(Bron: Waterschap Vallei en Veluwe).

4.8.1 Verlegging beken

De Voorstondense Beek en de Wapsumsebeek worden voor de aanleg van de rondweg verlegd. Bij de verlegging wordt rekening gehouden met het beoogde doel van de beek 'model Winde' en worden de regels van de Gelderse Omgevingsverordening gevolgd. De verlegde Voorstondense Beek moet tevens, voor zover het een KRW-waterlichaam betreft, voldoen aan de KRW-eisen. Voor een beschrijving van de natuurlijke inrichting van de beken wordt verwezen naar het natuurmitigatie- en compensatieplan (bijlage 8).

4.8.2 Reservering Hoogwatergeul

In het gebied waar de rondweg De Hoven is voorzien, ligt een ruimtelijke reservering voor een hoogwatergeul die voortkomt uit de planologische kernbeslissing (PKB) Ruimte voor de Rivier.

Op grond van het Barro geldt dat gebieden waar naar verwachting op lange termijn maatregelen nodig zijn, gevrijwaard moeten worden van grootschalige en/of kapitaalsintensieve ontwikkelingen die het treffen van mogelijke toekomstige rivierverruimende maatregelen ernstig belemmeren. Om toch tot aanleg van de rondweg over te kunnen gaan heeft de provincie aangetoond dat de geoptimaliseerde noordelijke rondweg weliswaar een grootschalige kapitaal intensieve ingreep is, maar dat deze geen belemmering vormt voor de inpassing van een hoogwatergeul in de toekomst. Om dit aan te tonen is een situatie zonder rondweg en met hoogwatergeul in beeld gebracht. Deze is vergeleken met de situatie met hoogwatergeul en met rondweg. Uit dit onderzoek blijkt dat een hoogwatergeul eenvoudiger en goedkoper te realiseren is met rondweg. De verschillen in investeringskosten komen voort uit de eenvoud waarmee de dure civiele constructies gemaakt kunnen worden. In de situatie zonder rondweg zijn de noodzakelijke kunstwerken over de hoogwatergeul kostbaarder. Resumerend kan gesteld worden dat de geoptimaliseerde noordelijke rondweg geen belemmering vormt voor de realisatie van een hoogwatergeul. Hiermee wordt voldaan aan de voorwaarden uit de Barro en is een ontheffing niet noodzakelijk. De ruimtelijke reservering vormt voor het geoptimaliseerde Noordalternatief geen belemmering. Voor het onderzoek wordt verwezen naar het deelrapport Hoogwaterveiligheid van het MER.

5 Bronnen

Waterschap Vallei en Veluwe (2014) Beleidsregel Brengen van water in een oppervlaktewaterlichaam vanaf nieuw verhard oppervlak.

Internetbronnen

AHN, Actuele Hoogtekaart Nederland <http://ahn.geodan.nl/ahn/>

TNO, Dinoloket <http://www.dinoloket.nl/>

TNO, geohydrologisch model Gelderland REGIS II.0

Wateratlas Provincie Gelderland

Bijlage 1

Berekeningen capaciteit watergangen

Situatie

De provinciale weg N345 wordt omgelegd buiten de Hoven om (afbeelding 'A')

De Wapsumse beek wordt verlegd en komt ten zuiden van de nieuwe weg (afbeelding 'B')

Uitgaande van huidige bodemdiepte en taludprofiel komt er een grote watergang voor grotendeels droogstaande beek.

Er komt een extra watergang (WTG Noord N345) aan de noordzijde voor ontwatering van het aanliggende perceel en de uitlaat van de hemelwaterafvoer van een deel van De Hoven (wijk Teuge) (afbeelding 'C')

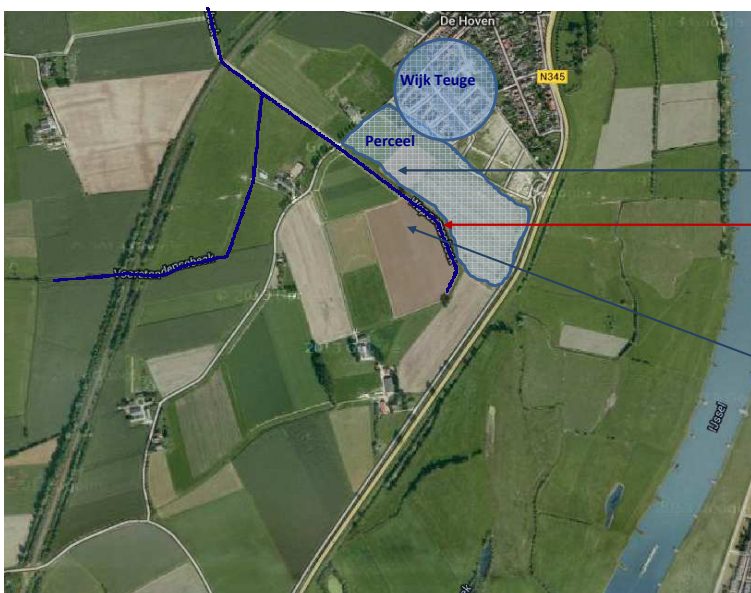
vraag 1: Kan de nieuwe watergang WTG Noord N345 een C-watergang worden?

vraag 2: Kan de Wapsumse beek ten zuiden van de N345 nog voldoende afvoer verwerken als hij wordt verkleind door de bodem te verhogen naar 5.10 mNAP?

Criteria

stroomsnelheid < 0.30 m/s

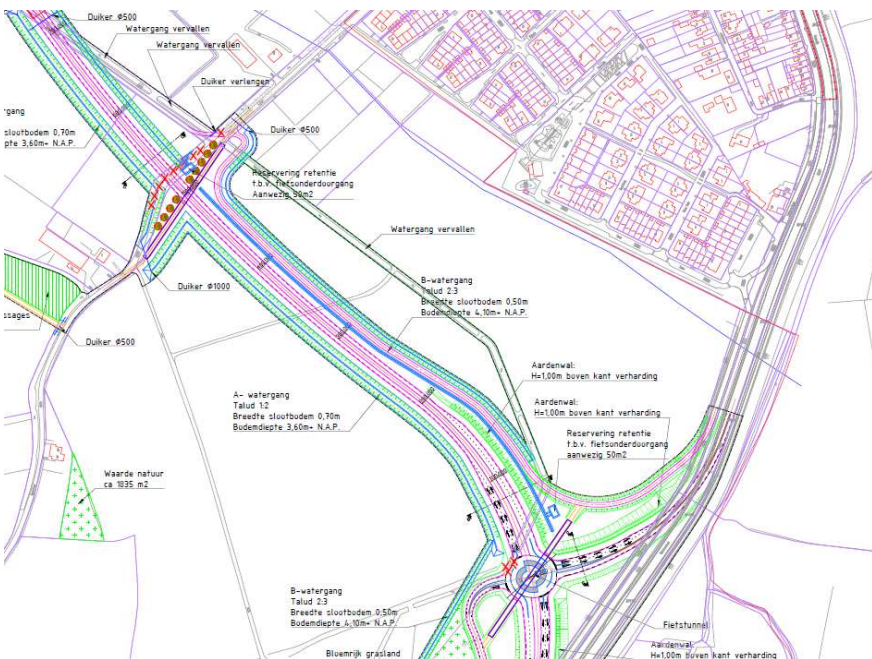
Geen inundatie bij T10 waterstand (NBW berekening)



(C) Nieuwe watergang ten noorden van N345 als rondweg. Drainiert perceel en hemelwater van wijk Teuge

(A) De N345 wordt verlegd en komt, buiten De Hoven om, op de oorspronkelijke locatie van de Wapsumse beek te liggen.

(B) Wapsumse Beek wordt verlegd en komt ten zuiden van de nieuwe N345 te liggen.



Uitgangspunten

- 1 De afvoer door de Wapsumse beek met nieuwe ligging en de nieuwe watergang ten noorden van de N345 zijn met
 - * T10 afvoer gebruikt, die voor NBW toetsing berekend is voor Wapsumse beek op zijn oorspronkelijke locatie. De twee nieuwe watergangen zullen beide een deel van de oorspronkelijke afvoer moeten verwerken.
 - * T10 afvoer van 0.31 m³/s naar boven afgerond; gerekend met 0.40 m³/s
 - * Relatief hoge weerstandswaarde
- 2 Het water dat oorspronkelijk op de Wapsumse Beek uitkwam, wordt in de nieuwe situatie verdeeld tussen de nieuwe watergang ten noorden van de N234 (perceel + hemelwater van de wijk Teuge) en de Wapsumse beek op zijn nieuwe
- 3 Manning afvoerformule gebruikt voor berekeningen (<http://aquacalq.nl/WL-rechttalud/InvoerRechttalud.php> en Excel 'hydrologische formules van Ans' tab 'iteratie werkblad')
- 4 Het 'Referentie ontwerp alternatief Noord geoptimaliseerd - 3e concept' van 11-3-2014 is gebruikt als uitgangspunt voor het talud en de bodembreedte (N345-60707025-302A-01_v1.3.pdf)
- 5 Vernatting van omliggende percelen is niet geanalyseerd

Gegevens Wapsumsebeek

Afvoerformule Manning

De formule van Manning: $Q = A K_M R^{2/3} S_o^{1/2}$

Q = Het debiet . (m^3/sec)

A = De oppervlakte van het natte profiel (m^2)

K_M = Constante van Manning

R = Hydraulische straal is nat opp/natte omtrek (m)

S_o = Het verhang van de bodem c.q. de waterspiegel (m/m)

Bij de berekening van de K_M wordt gebruik gemaakt van de formule van Bos en Bijkerk

$$K_M = \gamma^* h^d$$

Hierin is:

h = de waterdiepte;

γ = gamma= een variable constante;

d = delta = 0.333

De waarde van gamma is afhankelijk van de (onderhouds-) toestand van de waterloop.

In normale omstandigheden wordt onderscheid gemaakt tussen de winter en de zomersituatie.

Voor de wintersituatie (afvoer) wordt de waarde 33.8 toegepast voor gamma.

In de zomersituatie (aanvoer of ongemaaid lang gras) wordt doorgaans de waarde 22.5 toegepast voor gamma.

Afvoer (Q)

T10 afvoer van NBW berekening (ZIJ_sbk_Chan_l.shp)

Dit is T10 Wapsumse beek oorspronkelijk ligging; inclusief perceel ten noorden van de nieuwe rondweg en wijk Teuge; dus aan de conservatieve kant

Max T10 op te verleggen traject: 0.31 m³/s

Vanwege bijbehorende onzekerheden modelberekening, 0.4 m³/s gebruikt

Weerstand (Km)

Km = 25 (zomerweerstand, worst case)

Verhang (S)

o.b.v. AHN2 nauwelijks verhang: 0.10 m aangenomen

(Bodemverloop originele Wapsumse beek in NBW model: van 4.82 mNAP naar 4.61 mNAP, dus 0.19m. Deze aanname zorgt voor hogere stroomsnelheden, maar nog steeds < 0.3 m/s en lagere waterstanden)

Bodembreedte (bb)

0.70 m volgens origineel ontwerp

Talud (t)

1:2 volgens origineel ontwerp en om watergang smal te houden

Bodemhoogte (bh)

+5.10 mNAP, verzoek in aanvraag

Maaiveld

o.b.v. AHN ongeveer +6 mNAP

Waterdiepte (d)

Te berekenen

Lente (L)

630 m o.b.v. GIS analyse

Gegevens watergang ten noorden van de N345

Afvoerformule Manning

De formule van Manning: $Q = A K_M R^{2/3} S_o^{1/2}$

Q = Het debiet . (m^3/sec)

A = De oppervlakte van het natte profiel (m^2)

K_M = Constante van Manning

R = Hydraulische straal is nat opp/natte omtrek (m)

S_o = Het verhang van de bodem c.q. de waterspiegel (m/m)

Bij de berekening van de K_M wordt gebruik gemaakt van de formule van Bos en Bijkerk

$$K_M = \gamma h^4$$

Hierin is:

h = de waterdiepte;

γ = gamma= een variable constante;

d = delta = 0.333

De waarde van gamma is afhankelijk van de (onderhouds-) toestand van de waterloop.

In normale omstandigheden wordt onderscheid gemaakt tussen de winter en de zomersituatie.

Voor de wintersituatie (afvoer) wordt de waarde 33.8 toegepast voor gamma.

In de zomersituatie (aanvoer of ongemaaid lang gras) wordt doorgaans de waarde 22.5 toegepast voor gamma.

T10 afvoer (Q)

NBW berekening (ZIJ_sbk_Chan_l.shp)

Dit is T10 Wapsumse beek oorspronkelijk ligging; inclusief perceel ten noorden van de nieuwe rondweg en wijk Teuge; dus aan de conservatieve kant

Max T10 op te verleggen traject: 0.31 m³/s

Vanwege bijbehorende onzekerheden modelberekening, 0.4 m³/s gebruikt

Weerstand (Km)

Km = 25 (zomerweerstand, worst case)

Verhang (S)

o.b.v. AHN2 nauwelijks verhang: 0.10 m aangenomen

(Bodemverloop originele Wapsumse beek in NBW model: van 4.82 mNAP naar 4.61 mNAP, dus 0.19m. Deze aanname zorgt voor hogere stroomsnelheden, maar nog steeds < 0.3 m/s en lagere waterstanden)

Bodembreedte (bb)

0.70 m

Talud (t)

1:2

Bodemhoogte (bh)

+5.1 mNAP, gelijk aan verzoek voor bodemhoogte Wapsumse Beek

Maaiveld

o.b.v. AHN ongeveer +6 mNAP

Waterdiepte (d)

Te berekenen

Berekeningen met Excel bestand van Ans en Aquacalc (beide Manning afvoerformule)

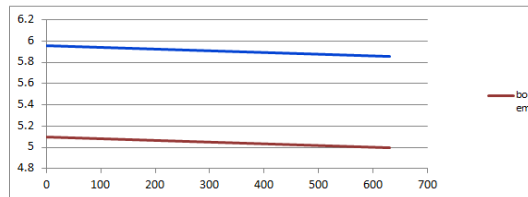
1. Excel bestand Ans

Bij bodembreedte 0.7 m

INVULLEN	
afvoer	0.4 m ³ /s
talud 1:	2
bodemhoogte bovenstrooms	5.1 m tov NAP
bodemhoogte benedenstrooms	5 m tov NAP
lengte	630 m
bodembreedte	0.7 m
Km	25
hoeveel mogen de v's van elkaar afwijken	0.01 m/s

bodem		
0	5.1	
630	5	
waterlijn		
0	5.96	
630	5.86	

BEREKENINGEN	
begin waterdiepte	0.01 m
bodemverhang S	0.00016 m/m
A (nat opp)	2.081 $A = \text{breedte} \cdot \text{diepte} + (\text{diepte}^2 \cdot \text{talud})$
P (natte omtrek)	4.54604 $P = \text{breedte} + 2 \cdot \text{WORTEL}(\text{diepte}^2 + (\text{talud} \cdot \text{diepte})^2)$
R Hydr straal	0.45781 $R = A/P$
Q=	0.38938 $Q = A \cdot R^{2/3} \cdot \text{Km} \cdot S^{1/2}$
$v = (A/P)^{2/3} \cdot \text{Km} \cdot S^{1/2}$	0.18709 m/s
$v = Q/A$	0.1922 m/s
Waterdiepte	0.86



2. Aquacalc berekening

<http://aquacalc.nl/WL-rechttalud/InvoerRechttalud.php>

aquacalc.nl/WL-rechttalud/BerekeningRechttalud.php

WATERLOPEN MET RECHT TALUD Berekening van het verhang

TERLOPEN

Gegevens:

1. Het debiet is:	0,400	m ³ /sec
De bodembreedte is:	0,70	m.
De waterdiepte is:	0,86	m.
Het talud is:	1 : 2	
De waarde voor gamma is:	33,80	
De hoogte van het maaiveld is:	6,00	m. NAP
De bodemhoogte is m NAP	5,10	m. NAP

Resultaten:

Bij:	200%	100%	50%	10%	van het opgegeven debiet.
Het verhang is (S):	0,405	0,101	0,025	0,001	m per km
De snelheid is (V):	0,38	0,19	0,10	0,02	m per sec

De waterstand is: 5,96 m. NAP

De berekende k_{w} waarde is: 32,14

De natte oppervlakte is: 2,08 m²

De totale inhoud van het profiel is: 2,25 m³/m.

De breedte op de waterlijn is: 4,14 m.

De bovenbreedte insteek is: 4,30 m.

Opmerkingen

Projectgegevens

Project : --

Waterloop : --

Datum : 14 Aug 2014

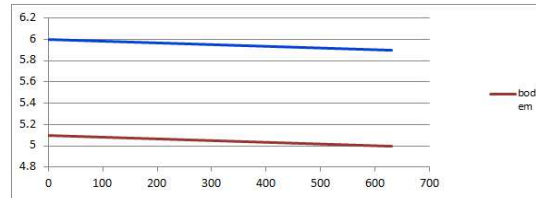
Invoer aanpassen Naar printvriendelijke versie Nieuwe berekening Terug naar hoofdmenu

Bij bodembreedte van 0.5 m

INVULLEN	
afvoer	0.4 m ³ /s
talud 1:	2
bodemhoogte bovenstrooms	5.1 m tov NAP
bodemhoogte benedenstrooms	5 m tov NAP
lengte	630 m
bodembreedte	0.5 m
Km	25
hoeveel mogen de v's van elkaar afwijken	0.01 m/s

BEREKENINGEN	
begin waterdiepte	0.01 m
bodemverhang S	0.00016 m/m
A (nat opp)	2.070 $A = \text{breedte} \cdot \text{diepte} + (\text{diepte}^2 \cdot (\text{diepte} \cdot \text{talud}))$
P (natte omtrek)	4.52492 $= \text{breedte} + 2 \cdot \text{WORTEL}(\text{diepte}^2 + (\text{talud} \cdot \text{diepte})^2)$
R Hydr straal:	0.45747 $= A/P$
Q=	0.38709 $Q = A \cdot R^{(2/3)} \cdot \text{Km} \cdot S^{(1/2)}$
$v = (A/P)^{(2/3)} \cdot \text{Km} \cdot S^{(1/2)}$	0.187 m/s
$v = Q/A$	0.19324 m/s
waterdiepte	0.9

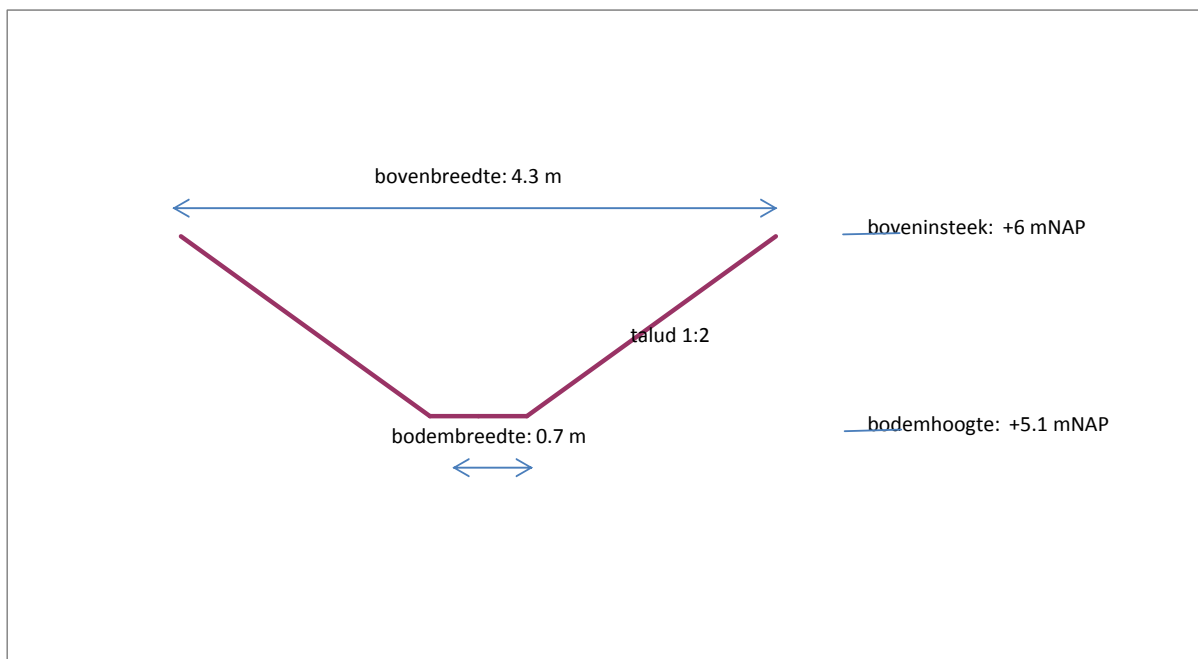
bodem	
0	5.1
630	5
waterlijn	
0	6
630	5.9



WTG Noord N234

Dwarsprofiel nieuwe watergangen

bodembreedte	0.7 m
talud 1:	2
bodemhoogte	5.1 mNAP
boveninsteek (maaiveld)	6 mNAP
bovenbreedte	4.3 m
<i>waterdiepte (T10 obv NBW)</i>	<i>0.86 m</i>
<i>nat oppervlak (T10 obv NBW)</i>	<i>2.08 m²</i>



Overige conclusies

1. Blijft peil (bodembreedte + waterdiepte) onder maaiveld bij T10?

Bij een bodembreedte van 0.5 m zou het water bij een T10 afvoer van 0.4 m³/s (conservatieve aanname) net tot op maaiveld komen. Daarom is ook voor de watergang ten noorden van de nieuwe N234 voor een bodembreedte van 0.7 m gekozen. Voor de verlegde Wapsumse beek is dit ook voldoende.

2. Blijft stroomsnelheid onder de 0.3 m/s

Ja

3. Blijft de bovenbreedte kleiner dan 6 m? (i.v.m. onderhoud)

Ja

3. Wat is drainagediepte?

Bij een drainagediepte van 0.8 m, zou de bodem op 5.1 mNAP nog maar net onder het drainageniveau liggen.

4. Vergelijking oorspronkelijke dwarsprofiel Wapsumse beek

Op basis van model WAPS2014.lit, 45-0_000990-001100_DP1

