

# Afwatering N303 Voorthuizen - Putten

**20 augustus 2025**

**Kenmerk** R001-1300487LIG-V02-hgm-NL

# Verantwoording

| | |
|---|---|
| **Titel** | Afwatering N303 Voorthuizen - Putten |
| **Opdrachtgever** | Provincie Gelderland |
| **Projectleider** | [redacted] |
| **Auteur(s)** | [redacted] |
| **Tweede lezer** | [redacted] |
| **Uitvoering meet- en inspectiewerk** | - |
| **Kenmerk** | R001-1300487LIG-V02-hgm-NL |
| **Aantal pagina's** | 22 (exclusief bijlagen) |
| **Datum** | 20 augustus 2025 |
| **Handtekening** | Ontbreekt in verband met digitale verwerking. |
| | Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven. |

# Colofon

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

# Inhoud

1 Inleiding ..... 4
2 Geohydrologische situatie ..... 4
2.1 Onderzoeksgebied en deeltracés ..... 5
2.2 Maaiveldverloop ..... 5
2.3 Bodemopbouw ..... 6
2.4 Oppervlaktewatersituatie ..... 7
2.5 Grondwatersituatie ..... 9
2.6 Overige aspecten ..... 10
3 Uitgangspunten en maatregelen ..... 11
3.1 Uitgangspunten ..... 11
3.2 Maatregelen ..... 12
4 Segmentenanalyse toekomstige waterhuishouding ..... 15
4.1 Segmenten ..... 15
4.2 Bergingsopgave en toetsing ..... 16
4.3 Keuze maatregelen ..... 20
5 Aandachtspunten ontwerp en realisatie ..... 22

Bijlage 1 Dimensionering diepte-infiltratie
Bijlage 2 Dimensionering IT-riolering
Bijlage 3 Factsheets met uitwerking waterhuishouding per segment

# 1 Inleiding

De provincie Gelderland is voornemens om de N303 tussen Voorthuizen en Putten te herontwikkelen. De belangrijkste maatregel betreft het afwaarderen van de maximumsnelheid van 80 naar 60 km/h en het verbreden van het vrijliggende fietspad. De hoofdrijbaan wordt ook een fractie verbreed en hier en daar iets verlegd om het tracé goed ingepast te krijgen, rekening houdend met de belendende gronden. In het zuidelijke deeltracé (tussen Voorthuizen en Huinen) wordt een faunaduiker voor groot wild gerealiseerd om de twee natuurgebieden aan weerszijden met elkaar te verbinden.
Omdat het verhard oppervlak toeneemt en lokaal de ruimte voor greppels of watergangen langs de weg smaller wordt, heeft de provincie Gelderland aan TAUW gevraagd om de waterhuishouding te toetsen. Eerder is in 2022 door Sweco een watertoetsdocument[1] opgesteld, welke als uitgangspunt is gebruikt voor de toekomstige waterstructuur.

In hoofdstuk 2 is een beknopte geohydrologische analyse uitgevoerd van de twee deeltracés (Voorthuizen – Huinen en Huinen – Putten). De deeltracés worden begrensd door de komborden van de genoemde kernen. In de geohydrologische analyse is gekeken naar het verloop van het maaiveldniveau, de bodemopbouw, de oppervlaktewater- en grondwatersituatie. Doel van deze analyse is om aandachtspunten en eventuele knelpunten in beeld te brengen, welke mogelijk relevant zijn voor het realiseren van een robuuste afwatering.

In hoofdstuk 3 zijn de uitgangspunten toegelicht die gebruikt zijn voor de uitwerking van de waterhuishouding. Zo is een maatgevende bui geselecteerd, alsmede een selectie uitgevoerd van maatregelen en de onderbouwing van een voorkeursvolgorde in deze maatregelen.

In hoofdstuk 4 zijn beide deeltracés beschouwd, waarbij deze op logische wijze zijn opgedeeld in meerdere segmenten. Per segment, maar ook in onderlinge samenhang, is gekeken hoe de afwatering geregeld wordt. Daarbij is rekening gehouden met de beschikbare ruimte en de vastgestelde uitgangspunten.

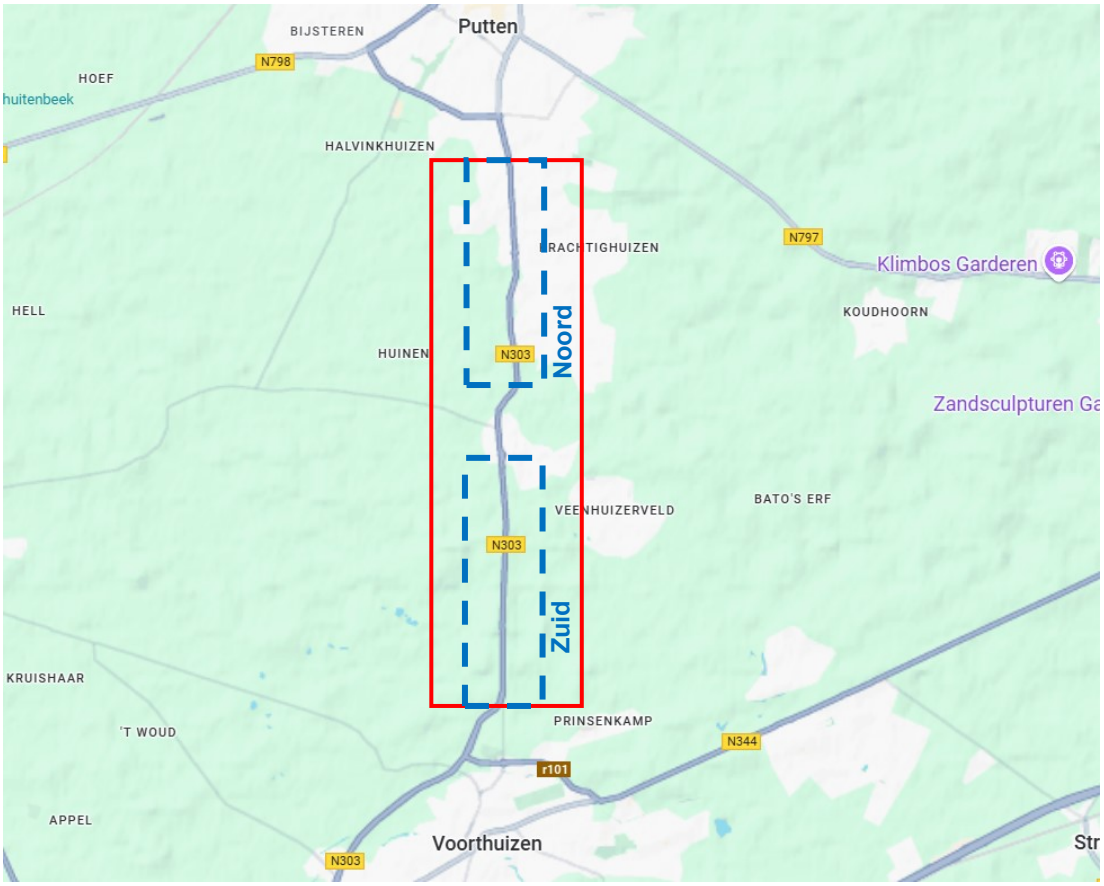
# 2 Geohydrologische situatie

In dit hoofdstuk is een beknopte beschouwing van de geohydrologische situatie opgenomen. Dit beeld is gebaseerd op het watertoetsdocument van Sweco uit 2022, aangevuld met gegevens uit openbare bronnen, zoals het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN5), bodeminformatie en grondwaterstanden uit TNO DINOloket en gegevens over de oppervlaktewatersituatie vanuit de leggerkaart van waterschap Vallei en Veluwe. Tevens zijn gegevens uit provinciale online viewers gebruikt (onder andere grondwaterbeschermingsgebieden).

[1] Watertoets Duurzame inrichting N303; Sweco, kenmerk 51007736, 11 oktober 2022

## 2.1 Onderzoeksgebied en deeltracés

Het onderzoeksgebied betreft de provinciale weg N303 tussen Voorthuizen en Putten. Het gebied is opgedeeld in een zuidelijk en noordelijk deeltracé. Het zuidelijke tracé is circa 3,3 km lang en loopt van kilometrering 6,95 tot en met 9,25. Het noordelijke deel is circa 2,5 km lang en loopt van kilometrering 9,75 tot 12,20. De totale lengte die wordt aangepakt betreft circa 5,8 km. In figuur 2.1 in het onderzoeksgebied met beide deeltracés weergegeven. In deze rapportage wordt in de basis een oplopende kilometrering gehanteerd, waarbij eerst het zuidelijke tracé en dan het noordelijke tracé is beschreven. Bij afwijkingen wordt dit specifiek benoemd.

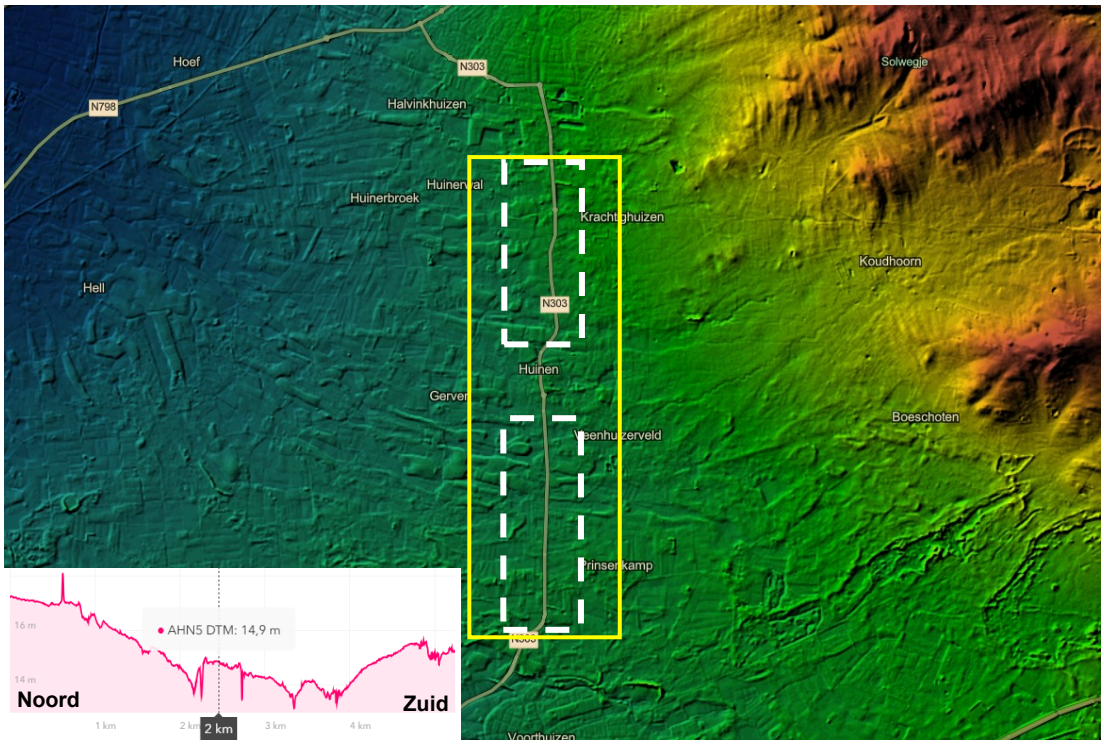



*Figuur 2.1 Afbakening onderzoeksgebied en deeltracés*

## 2.2 Maaiveldverloop

Op basis van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN5) is inzicht verkregen in de huidige maaiveldverloop van de weg. Daarnaast zijn diverse dwarsprofielen ingemeten. In lengterichting kent het maaiveldniveau een glooiend verloop. Het noordelijkste deel ter hoogte van Putten ligt het hoogst, op circa +17,2 m NAP. Het maaiveld loopt geleidelijk af richting Huinen, waar een niveau van circa +15,0 m NAP geldt.

Vanaf de zuidkant van Huinen (circa +14,5 m NAP; figuur 2.2) loopt het maaiveld nog iets verder af tot circa +14,0 m NAP tussen Huinen en Voorthuizen, waarna het maaiveldniveau geleidelijk weer iets oploopt tot circa +15,2 m NAP ter hoogte van de komgrens van Voorthuizen.




*Figuur 2.2 Maaiveldhoogteverloop omgeving onderzoeksgebied, inclusief lengteprofiel (bron: AHN5)*

Het onderzoeksgebied ligt in zijn geheel op de westelijke flank van de Veluwe. De laagtes die voor de glooiingen in de lengterichting van het wegtracé zorgen, zijn de lager gelegen beekdalen afkomstig vanaf de Veluwe. In paragraaf 2.4 is in meer detail ingegaan op de watergangen in het onderzoeksgebied.

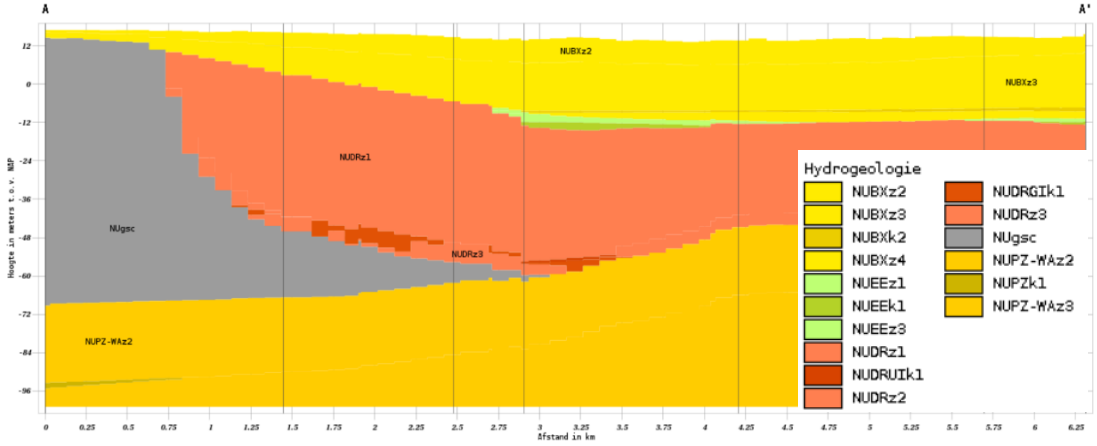
## 2.3 Bodemopbouw

Op basis van openbare data vanuit het TNO DINOloket volgt een regionale bodemopbouw die hoofdzakelijk uit watervoerende zandpakketten bestaat (REGIS; figuur 2.3). Richting Putten wordt het gestuwde pakket ook waargenomen (grijze arcering in figuur).

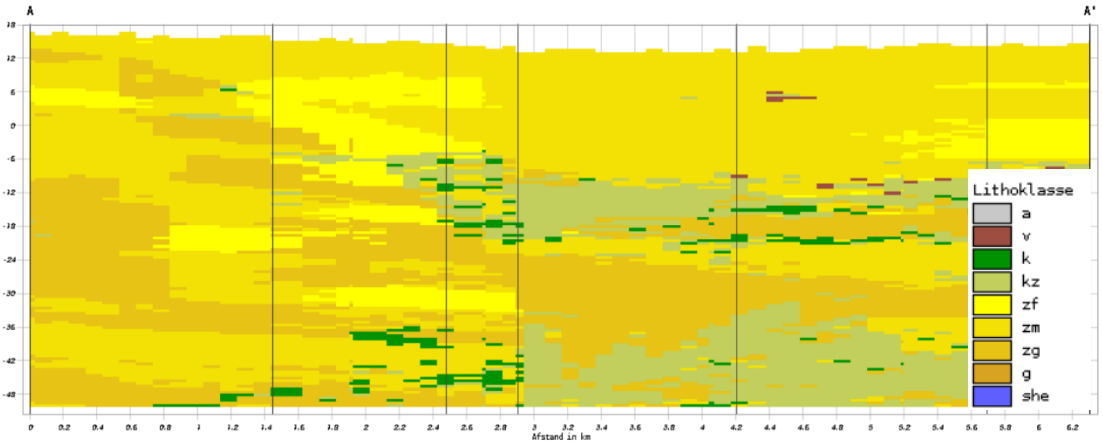
De lokale bodemopbouw bestaat hoofdzakelijk uit zand (GeoTOP, figuur 2.4). Pas op meer dan 20 m diepte wordt langs het zuidelijke deel een kleiige, lemige bodemlagen aangetroffen. Deze zullen in principe niet van invloed zijn op de freatische grondwaterstand. Uit de schematisering is af te leiden dat op diepte voornamelijk matig grof tot zeer grof zand wordt aangetroffen. De doorlatendheid van de bodem is naar verwachting hoog (>5 m/dag)[2]. De onverzadigde bodemdoorlatendheid kan beperkt zijn door een humeuze bijmenging van begroeiing en agrarische activiteiten (zwarte grond). Op grotere diepte wordt geel en grijs zand aangetroffen.

[2] De exacte doorlatendheid langs het tracé is niet bekend. Bij het eventueel toepassen van infiltratievoorzieningen wordt geadviseerd om in het veld proeven uit te voeren om de lokale bodemdoorlatendheid vast te stellen, zodat de voorziening daarop gedimensioneerd kan worden.

Mocht het wenselijk zijn om neerslag in de ondergrond te infiltreren, dan wordt aanbevolen om voortijdig de horizontale doorlatendheid in de verzadigde zone van de bodem te onderzoeken.




*Figuur 2.3 Regionale bodemopbouw, langsprofiel noord naar zuid (bron: REGIS II, DINOloket TNO)*



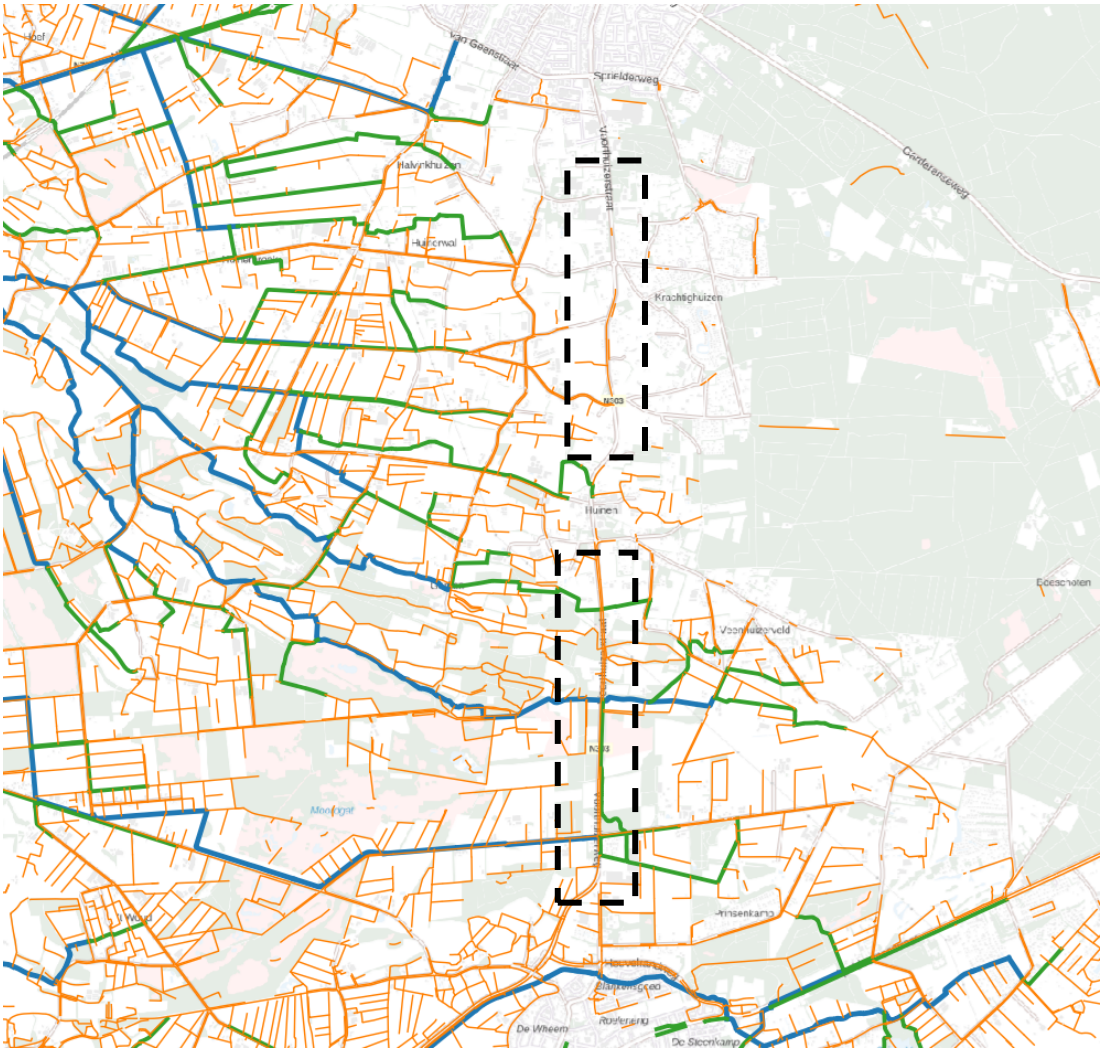

*Figuur 2.4 Bodemopbouw langsprofiel noord naar zuid (bron: GeoTOP, DINOloket TNO)*

## 2.4 Oppervlaktewatersituatie

Op basis van informatie uit de legger van waterschap Vallei en Veluwe is inzicht gekregen in de oppervlaktewatersituatie in het onderzoeksgebied. Langs het zuidelijke deeltracé zijn meerdere C-watergangen (oranje markering in figuur 2.5) gesitueerd. Een drietal watergangen kruisen het zuidelijke deeltracé (A- en B-watergangen). Deze watergangen zijn gesitueerd op de lager gelegen delen van het tracé (zie ook maaiveldhoogteverloop in hoofdstuk 2.2). De aanwezigheid van oppervlaktewater suggereert tevens dat dit zuidelijke deeltracé natter is en intensiever ontwaterd moet worden om het droog te houden. Niet voor niks beginnen de watergangen ter hoogte van de lager gelegen delen op de flanken van de stuwwal.

Van de drie leggerwatergangen die de N303 kruisen, zijn de twee noordelijke watergangen aangemerkt als HEN-watergang. Dit zijn watergangen van het Hoogst Ecologische Niveau (HEN). De meest zuidelijke watergang (nabij komgrens Voorthuizen) betreft een SED-watergang, welke een Specifiek Ecologische Doelstelling heeft.

Deze watergangen hebben daarmee een specifieke natuurwaarde en doelstellingen voor wat betreft waterkwaliteit die behouden dan wel verbeterd moeten worden. Het is dan ook niet wenselijk de afwatering van de weg zonder voorzuivering op deze watergangen aan te sluiten. Langs het zuidelijke deeltracé loopt een B-watergang over een afstand van circa 1,0 km parallel aan de N303. Deze B-watergang sluit aan op de Veldbeek (A-water) welke de N303 kruist.




*Figuur 2.5 Oppervlaktewatersituatie (bron: leggerkaart waterschap Vallei en Veluwe)*

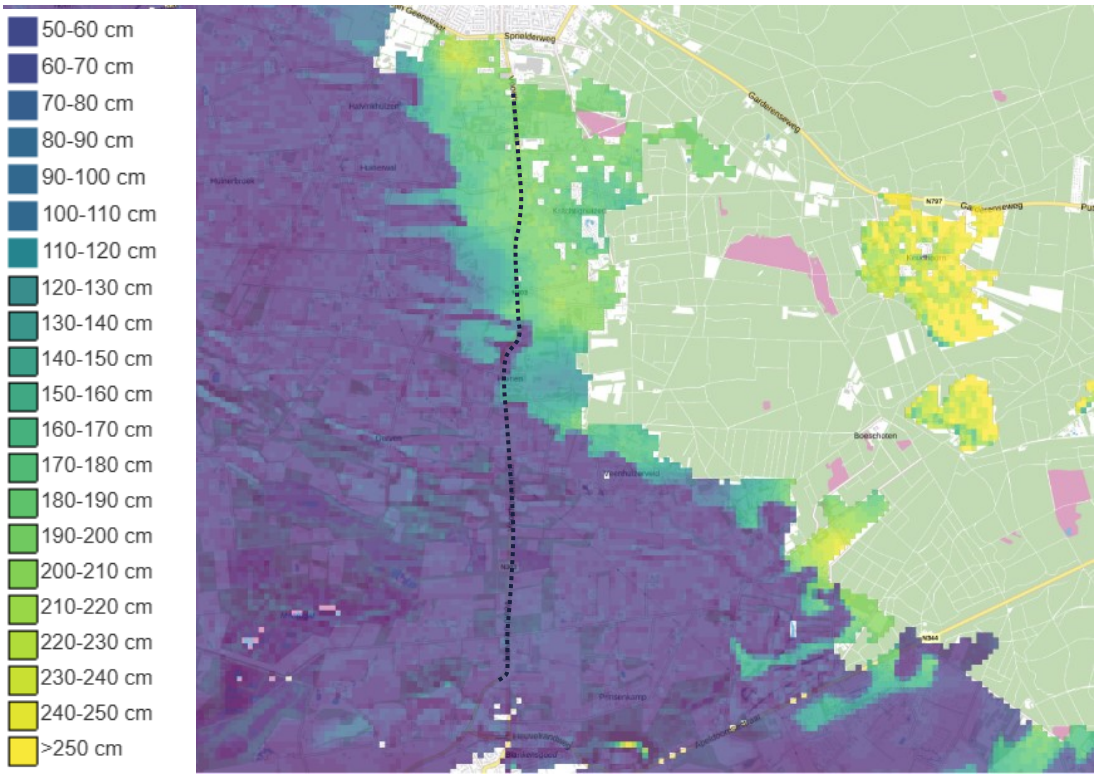
Opvallend is dat ter hoogte van het noordelijke deeltracé vrijwel geen oppervlaktewater aanwezig is. Er zijn een paar C-watergangen. De B-watergangen beginnen verder richting het westen, wat aansluit bij de hogere en drogere ligging van het noordelijke deeltracé.

Alle kruisingen van watergangen met de provinciale weg worden gehandhaafd. Er vinden geen aanpassingen aan diameters of ligging plaats.

## 2.5 Grondwatersituatie

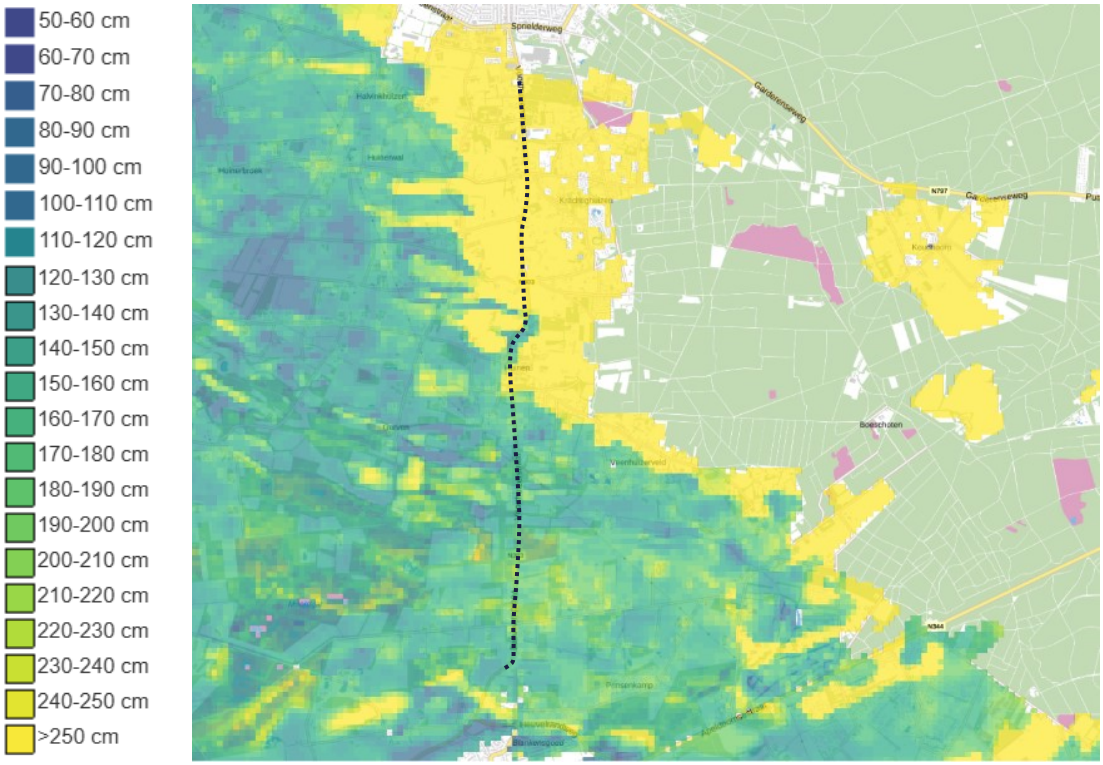
Uit het DINOloket van TNO is kaartmateriaal met informatie over de freatische grondwaterstand gehaald. Specifiek gaat het om de gemiddeld hoogste (GHG) en gemiddeld laagste (GLG) grondwaterstand. Deze informatie is afgeleid van de beschikbare karakteristieken van peilbuizen in de omgeving. In de volgende figuren zijn de GHG en GLG kaartbeelden gepresenteerd.

De GHG-situatie (figuur 2.6) laat een duidelijke tweedeling langs het tracé zien. In het zuidelijke deel vanaf Voorthuizen tot even voorbij Huinen ligt de GHG op circa 0,4 à 0,5 m -mv. Dit verklaart ook de aanwezigheid van meerdere watergangen in dit deel van het onderzoeksgebied, omdat hier de ontwatering door watergangen nodig is om voldoende ontwateringsdiepte te realiseren voor onder meer de provinciale weg, stedelijk gebied en agrarische percelen.
Het stuk ten noorden van Huinen laat een GHG zien die overwegend op circa 1,8 m -mv zit. Door het hogere maaiveld en de diepe grondwaterstand is de ontwatering ruim. Dit verklaart de afwezigheid van (watervoerende) watergangen. De C-watergangen langs het noordelijke deeltracé dienen vooral als zaksloten of infiltratiegreppels, zonder afvoerfunctie.




*Figuur 2.6 Gemiddeld hoogste grondwatersituatie (bron: DINOloket, TNO)*

In figuur 2.7 is de GLG situatie weergegeven. In het noordelijke deeltracé tot even ten noorden van Huinen zakt de grondwaterstand uit tot waarden rond 2,5 m -mv. In het traject vanaf Huinen en verder zuidwaarts varieert de GLG tussen circa 1,5 à 2,1 m -mv.




*Figuur 2.7 Gemiddeld laagste grondwatersituatie (bron: DINOloket, TNO)*

Het beeld van de grondwaterkarakteristieken is te combineren in zogenoemde grondwatertrappen. Met Romeinse cijfers is aangeven in welke categorie de GHG/GLG valt. Het noordelijke deel met de diepe grondwaterstanden valt vrijwel geheel in categorie VII (figuur 2.8). De zuidelijke deel valt vrijwel geheel in categorie V of VI. Ter hoogte van de beekdalen betreft het grondwatertrap III, wat overeenkomt met de natste gebieden.

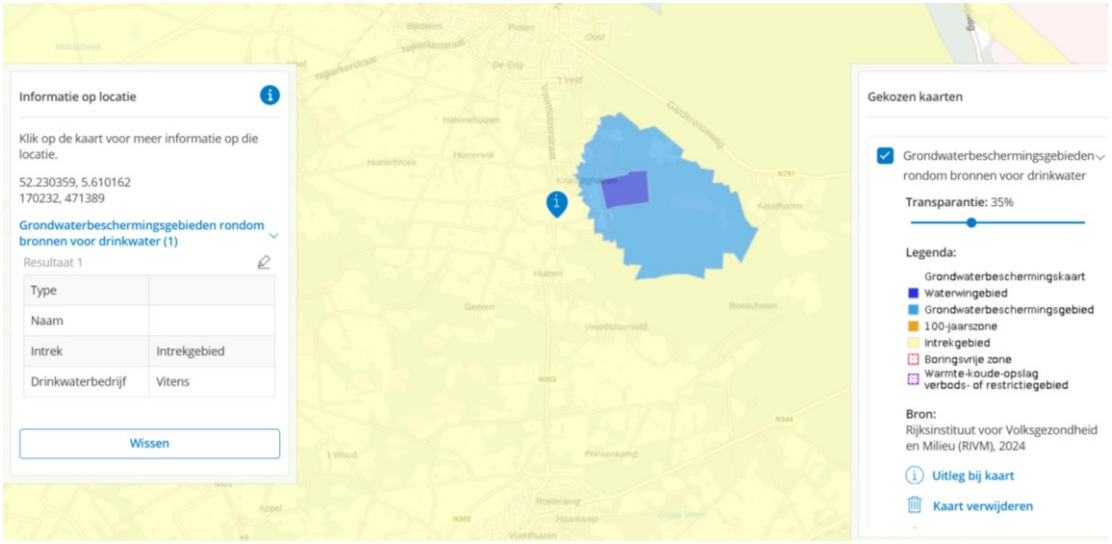
| **Grondwaterstand** | **Grondwatertrap [Gt]** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **[cm –mv]** | **I** | **II[1]** | **III** | **IV[1]** | **V** | **VI[1]** | **VII[2]** |
| GHG | <20 | <40 | <40 | >40 | <40 | 40 – 80 | >80 |
| GLG | <50 | 50 -80 | 80 -120 | 80 - 120 | >120 | >120 | (>160) |

*[1] een * achter deze Gt-codes betekent 'droger deel', dat wil zeggen een GHG tussen 25 en 40 cm –mv.*
*[2] een * achter deze Gt-codes betekent ' zeer droger deel', dat wil zeggen een GHG dieper dan 140 cm –mv.*

*Figuur 2.8 Schema categorieën grondwatertrappen*

## 2.6 Overige aspecten

Een andere controle die is uitgevoerd, is of er specifieke beperkingen zijn voor de herontwikkeling van de N303. Uit de provinciale atlas van Gelderland volgt dat het gehele tracé onderdeel uitmaakt van een intrekgebied van een drinkwaterwinning (figuur 2.9). In principe geeft dit geen beperkingen voor de te nemen maatregelen. Mocht er overlap zijn met het grondwater-beschermingsgebied, dan zouden hier specifieke eisen en randvoorwaarden aan gesteld worden hoe om te gaan met hemelwater. Dit is voor het onderzoeksgebied niet het geval.




*Figuur 2.9 Grondwaterbeschermingsgebieden (bron: provinciale atlas Gelderland)*

Vanuit de provincie Gelderland is aangegeven dat langs de oostzijde van de N303 twee forse drinkwatertransportleidingen zijn gesitueerd. Het betreft een asbestcementleiding met een diameter ø 500 mm en een gietijzeren leiding met diameter ø 300 mm. Beide leidingen blijven gehandhaafd en worden niet verlegd. Gezien de ligging van beide leidingen en de dimensionering vormt dit samen met andere kabels en leidingen (elektra, data, gas) een beperking voor het realiseren van bijvoorbeeld een IT-riool. Het inpassen van straatkolken en een minimale hemelwaterafvoerleiding is daarom een ruimtelijke uitdaging in de ondergrond.

# 3 Uitgangspunten en maatregelen

## 3.1 Uitgangspunten

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd voor het herzien van de waterhuishouding voor de N303.

*Algemene uitgangspunten*

- Kabels en leidingen. Door de aanwezigheid van twee forse drinkwatertransportleidingen en andere kabels en leidingen is er vrijwel geen ruimte om nieuwe voorzieningen in de ondergrond aan te leggen. Onder het fietspad (met Easypath als verharding) is door de aanwezigheid van meerdere kabels en kwetsbare leidingen beperkte ruimte aanwezig voor de aanleg van kabels en leidingen met een beperkte diameter. Er is echter onvoldoende ruimte onder het te verbreden fietspad aanwezig voor de aanleg van een grotere rioolafvoerleiding (in langsrichting) met bijbehorende inspectieputten. Onder de hoofdrijbaan of ter plaatse van de tussenberm is het wel mogelijk om voorzieningen te treffen, al worden er idealiter geen leidingen onder de hoofdrijbaan aangelegd. Het loodrecht kruisen van de hoofdrijbaan verdient de voorkeur boven een leiding parallel onder de hoofdrijbaan
- Het fietspad wordt verbreed van circa 2,5 m naar circa 3,5 m (twee-richtingenverkeer)

- Waar noodzakelijk wordt grond aangekocht om de herontwikkeling en verbreding van het fietspad mogelijk te maken. In de basis wordt niet aanvullend grond aangekocht ten behoeve van de waterhuishouding
- De hoofdrijbaan krijgt naast een beperkte verbreding geen nieuwe fundering. De fundering blijft overwegend intact. Lokaal wordt de weg iets verlegd/verschoven. Enkel de toplaag wordt vervangen. Voor het fietspad wordt wel vrijwel een geheel nieuwe constructie inclusief fundering aangelegd

*Maatgevende neerslagsituatie*
Vanuit de watertoets is qua maatgevende neerslagbui een composietbui aangedragen. Het betreft de composietbui met een theoretische herhalingstijd van 5 jaar (T=5). Dit betreft een bui van circa 60 mm neerslag in een periode van 10 uur. In de eerste en laatste uren valt er enkele millimeters per uur en is de neerslagintensiteit beperkt. In het midden van de periode zit een forse piek van omgerekend 120 mm neerslag in een uur (toegekend aan een periode van 10 minuten). Rondom de piek met de hoogste neerslagintensiteit valt er circa 40 mm in een periode van 1 uur. De overige 20 mm valt vóór en na de piek.

Daarnaast heeft de provincie aangegeven het systeem te willen toetsen op de reguliere T=10+10 % bui uit de Kennisbank Stedelijk Water (bui08 van de voormalige Leidraad Riolering). Dit betreft een kortstondige bui van circa 40 mm in 45 minuten tijd.

Voor landelijk gebied (buiten de bebouwde kom) is een toetsingsnorm van een T=10 gangbaar. Om die reden is als uitgangspunt een bui van 40 mm in één uur aangehouden. Ook de composietbui is op deze manier te ontleden, zeker wanneer rekening wordt gehouden met het feit dat in de periode van 10 uur ook de nodige infiltratie kan plaatsvinden. Formeel mag ook een deel met de landelijke afvoernorm (circa 1,5 l/s/ha) worden afgevoerd naar het oppervlaktewaterstelsel (voornamelijk relevant voor het zuidelijke deel, welke interactie heeft met de daar aanwezige watergangen).

## 3.2 Maatregelen

In deze paragraaf zijn voorstellen gedaan voor te hanteren maatregelen. In overleg met de provincie is tevens een voorkeursvolgorde vastgesteld, om in de basis voor een relatief eenvoudige, robuuste, goedkope maatregel te kiezen zonder allerlei technische hoogstandjes en wat vraagt om intensief beheer en onderhoud. Het volgende voorkeurslijst wordt gehanteerd. Op de volgende pagina's is een korte toelichting op deze maatregelen gegeven.

1. Laagte tussen hoofdrijbaan en fietspad
2. Principe greppel Gelderland
3. Leggerwatergang waterschap
4. Verlaagd maaiveld met aansluiting op aangrenzende greppel of watergang
5. Afstroming naar bestaand lager maaiveld of greppel
6. Zo breed mogelijke greppel, aangevuld met diepte-infiltratie
7. Molgoot + kolken via HWA-riool naar greppel, watergang of wadi
8. Molgoot + kolken aansluiten op diepte-infiltratieput

## 9. Molgoot + kolken naar IT-riolering

Wanneer waterberging niet in greppels of watergangen gerealiseerd kan worden, dan voorkeur voor maatregel 8 of 9. Vanwege de beheersbaarheid heeft de Provincie Gelderland aangegeven dat zij de voorkeur hebben voor een IT-riool boven diepte-infiltratie (vanwege grote aantal benodigde putten). Het IT-riool is immers een robuuster systeem, het water verspreid zich en is bovendien minder gevoelig voor storingen en beter / eenvoudiger te onderhouden.

*1. Laagte tussen hoofdrijbaan en fietspad*
Het ontwerp wordt zodanig uitgelegd dat tussen de hoofdrijbaan en fietspad een kleine verlaging wordt gerealiseerd. De berm wordt met taluds 1:20 afgewerkt. Op basis van de beschikbare breedte gaat het hier om een laagte van enkele centimeters. In de middenberm worden onder meer heggetjes gerealiseerd als natuurlijke afscheiding tussen de hoofdrijbaan en het fietspad. In deze middenberm kan circa 0,02 $m^3$ (20 liter) water per strekkende meter worden geborgen. Doel van deze laagte vangt primair vuil af van hoofdrijbaan (bandenslijpsel, oliën en vetten, bladafval, et cetera). De laagte zorgt voor een beetje voorzuivering en voorkomt dat bij kleine buien er vrijwel direct water tot afstroming komt over het fietspad. Hierdoor blijft het fietspad langer droog en treedt ’s winters minder gladheid op. Vanuit de laagte infiltreert neerslag naar de ondergrond.

*2. Principe greppel Gelderland*
Aan weerszijden van de weg wordt idealiter een greppel toegepast conform het standaard principe welke de provincie Gelderland hanteert voor alle provinciale wegen. Dit principe profiel heeft een bodembreedte van 0,5 m, taluds van 1:1,5 aan weerszijden en een diepte van 0,5 m. In een dergelijke greppel past circa 0,63 $m^3$ water per strekkende meter bij een waterhoogte van 0,5 m. Uitgaande van een hoofdrijbaan met een wegbreedte van circa 6,5 m en fietspad van 3,5 m breed (totaal 10,0 m) betekent dit ruim 60 mm waterberging in een greppel conform het principe profiel.

*3. Leggerwatergang waterschap*
Waar reeds een watergang van het waterschap aanwezig is (A- of B-watergang) dient de berging in het oppervlaktewater gerealiseerd te worden. Aandachtspunt is dat hemelwater niet rechtstreeks, ongezuiverd (via straatkolken en een hemelwaterriool) naar oppervlaktewater geleid mag worden, omdat de provinciale weg een vrij intensief bereden verkeersader is. Verontreinigingen komen dan ongezuiverd in het oppervlaktewater terecht. Mede gezien de ecologische status van een aantal watergangen is dit zeer onwenselijk. Daarom is een voorzuivering in de vorm van een berm of wadi noodzakelijk.

*4. Verlaagd maaiveld met aansluiting op aangrenzende greppel of watergang*
Ter plaatse van zijwegen is de ruimte voor een greppel niet overal aanwezig. Omdat dit veelal korte afstanden betreft, is het hier mogelijk om middels een iets verlaagd maaiveld het afstromende water af te vangen en naar de nabijgelegen greppel of watergang te leiden waar voldoende bergingscapaciteit aanwezig is.

*5. Afstroming naar verlaagd lager maaiveld of greppel*
Er zijn gebieden langs het tracé waar het maaiveld lager ligt dan het wegpeil. Neerslag kan hier vrij afstromen naar het maaiveld (berm) langs de weg. Het is mogelijk dat het water afstroomt naar percelen die geen eigendom van de provincie zijn. Uitgezocht moet worden of deze situatie acceptabel is (bijvoorbeeld neerslag dat afstroomt naar een lager gelegen bosperceel), of dat hier een knelpunt ontstaat (afstroming naar tuin van aangrenzend woonperceel). Het achterland moet voldoende laag liggen en voldoende bergingscapaciteit hebben.

*6. Zo breed mogelijke greppel, aangevuld met diepte-infiltratie*
Mocht een greppel conform het principe profiel Gelderland of een A-/B-watergang niet passen, dan is de wens om een zo breed mogelijke greppel te realiseren (bodemniveau boven de GHG). Uitgangspunt in deze situatie is dat onvoldoende waterberging in de greppel aanwezig is. Om toch te kunnen voorzien in het verwerken van de maatgevende bui, wordt voorgesteld om diepte-infiltratie toe te passen, waarbij neerslag via de greppel naar de infiltratieput wordt geleid en zo in het watervoerend pakket kan infiltreren. Aandachtspunt is dat een zandvangput (en voorzuivering in de tussenberm) wordt toegepast om vuil en zand af te vangen, om te voorkomen dat het in de diepte-infiltratieput terechtkomt en daar mogelijk voor een teruggang van de infiltratiecapaciteit zorgt. In bijlage 1 is nader ingegaan op het dimensioneren van de diepte-infiltratieput. De beschikbare berging in de greppel is mede bepalend voor het aantal diepte-infiltratieputten dat benodigd is om de maatgevende bui te kunnen verwerken. Diepte-infiltratie is alleen mogelijk wanneer de GHG voldoende diep zit.

*7. Molgoot + kolken via HWA-riool naar greppel, watergang of wadi*
Als er geen ruimte is voor een greppel of watergang, is een alternatieve verwerking van hemelwater noodzakelijk. Dit kan bijvoorbeeld door een molgoot met kolken die het water inzamelen. Vanaf de kolken kan via een kolkleiding het water naar de nabijgelegen greppel, watergang of wadi worden getransporteerd. Deze maatregel functioneert altijd in combinatie met een andere voorziening, welke binnen afzienbare afstand en met voldoende capaciteit aanwezig moet zijn.

*8. Molgoot + kolken aansluiten op diepte-infiltratieput*
Wanneer voorgaande maatregelen niet mogelijk zijn, kan neerslag van de verharding worden opgevangen in een molgoot, waarbij kolken het water afvoeren naar een diepte-infiltratieput. Hier moet een zandvangput als voorzuivering worden toegepast naast de tussenberm die bijdraagt aan de voorzuivering. In deze variant zijn relatief veel infiltratieputten langs het wegtracé benodigd, omdat als uitgangspunt geldt dat geen ruimte voor waterberging in een andere voorziening beschikbaar is. De infiltratieputten moeten al het water kunnen verwerken. Diepte-infiltratie is alleen mogelijk wanneer de GHG voldoende diep zit. In bijlage 1 is de dimensionering als principe uitgewerkt. Hieruit volgt dat met de gegeven wegbreedte (hoofdrijbaan + fietspad), de grondwatersituatie en bodemopbouw de infiltratieputten ongeveer 8 meter hart-op-hart uit elkaar geplaatst moeten worden. Vanuit het oogpunt beheer en onderhoud, maar ook vanwege robuustheid (gevoeligheid voor storingen omdat elke put afzonderlijk functioneert), heeft de provincie aangegeven dit niet als meest wenselijke maatregel aan te wijzen.

*9. Molgoot + kolken naar IT-riolering*
Als alternatief voor diepte-infiltratie kan ook een IT-riolering worden toegepast. Neerslag wordt wederom via een molgoot met kolken (met zandvang) ingezameld en vervolgens naar het IT-riool geleid. Voorzuivering van afstromende neerslag van de hoofdrijbaan vindt plaats in de tussenberm. Mits boven de gemiddeld hoogste grondwaterstand aangelegd kan het IT-riool voorzien in waterberging en infiltratie naar de ondergrond. De leiding wordt onder de hoofdrijbaan of tussenberm aangelegd, omdat onder het (te verbreden) fietspad onvoldoende ruimte beschikbaar is. Wanneer IT-riolering over een grotere afstand wordt toegepast, ontstaat het voordeel dat neerslag zich in de leiding kan verdelen, zodat zowel de bergings- als infiltratiecapaciteit optimaal wordt benut (plekken met een lokaal lagere bodemdoorlatendheid worden gecompenseerd door plekken met een hogere doorlatendheid). In bijlage 2 is een principe uitwerking opgenomen van het IT-riool. Daarbij is op basis van een aantal segmenten bepaald welke leidingdiameter nodig is om de gehele maatgevende bui, gerekend over het afstromend oppervlak, te kunnen bergen. Hieruit volgt dat volstaan wordt met een leidingdiameter ø700 mm, waarmee per strekkende meter buis ruim 0,38 $m^3$ water kan worden geborgen (exclusief eventuele waterberging in het zandpakket rondom de buis). Slechts op enkele locaties waar relatief veel verharding is aangesloten zou een grotere diameter benodigd zijn, maar dit middelt uit tegen tracés waar een overcapaciteit wordt aangelegd. Het toepassen van een kleinere leidingdiameter wordt afgeraden, omdat dit slechts op beperkte plekken nét toereikend is.
Het systeem is relatief eenvoudig te onderhouden en te reinigen wanneer dat nodig is. Deze maatregel is robuuster, want bij een verstopte kolk kan het water eenvoudig via een andere kolk alsnog in het IT-stelsel stromen. De provincie heeft aangeven een voorkeur uit te spreken voor deze maatregel, ook al legt de provincie idealiter geen leidingen in de lengterichting onder de hoofdrijbaan aan.

# 4 Segmentenanalyse toekomstige waterhuishouding

## 4.1 Segmenten

Op basis van karakteristieken van het wegtracé is een opdeling in segmenten uitgevoerd. Daarbij is primair gekeken naar de verkanting van de verharding. Daar waar de verkanting wisselt is een knip gelegd. Ook bij kruisingen met andere wegen of op plekken waar de ruimtegebruik naast de weg verandert, is een logische knip gelegd. Dit resulteert in 14 segmenten voor het zuidelijke deeltracé en 21 segmenten voor het noordelijke deeltracé. In tabel 4.1 is deze segmentering inclusief kilometrering met bijbehorende segmentlengtes weergegeven.

*Tabel 4.1 Segmentering (kilometrering en segmentlengtes)*

| Segment | Kilometrage (km) | Lengte (m) | | Segment | Kilometrage (km) | Lengte (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Z1 | 6,94 - 7,00 | 60 | | N1 | 9,75 - 9,84 | 88 |
| Z2 | 7,00 - 7,17 | 171 | | N2 | 9,84 - 9,89 | 49 |
| Z3 | 7,17 - 7,25 | 79 | | N3 | 9,89 - 9,97 | 77 |
| Z4 | 7,25 - 7,70 | 450 | | N4 | 9,97 - 10,01 | 41 |
| Z5 | 7,70 - 7,90 | 200 | | N5 | 10,01 - 10,21 | 195 |
| Z6 | 7,90 - 8,00 | 100 | | N6 | 10,21 - 10,38 | 167 |

| Segment | Kilometrage (km) | Lengte (m) | | Segment | Kilometrage (km) | Lengte (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Z7 | 8,00 - 8,19 | 187 | | N7 | 10,38 - 10,45 | 73 |
| Z8 | 8,19 - 8,43 | 246 | | N8 | 10,45 - 10,59 | 136 |
| Z9 | 8,43 - 8,57 | 145 | | N9 | 10,59 - 10,66 | 75 |
| Z10 | 8,57 - 8,80 | 223 | | N10 | 10,66 - 10,73 | 76 |
| Z11 | 8,80 - 8,85 | 50 | | N11 | 10,73 - 10,91 | 185 |
| Z12 | 8,85 - 8,98 | 137 | | N12 | 10,91 - 11,00 | 87 |
| Z13 | 8,98 - 9,05 | 63 | | N13 | 11,00 - 11,06 | 61 |
| Z14 | 9,05 - 9,25 | 200 | | N14 | 11,06 - 11,14 | 82 |
| | | | | N15 | 11,14 - 11,24 | 105 |
| | | | | N16 | 11,24 - 11,38 | 143 |
| | | | | N17 | 11,38 - 11,43 | 50 |
| | | | | N18 | 11,43 - 11,71 | 284 |
| | | | | N19 | 11,71 - 11,84 | 125 |
| | | | | N20 | 11,84 - 11,89 | 48 |
| | | | | N21 | 11,89 - 12,20 | 304 |

## 4.2 Bergingsopgave en toetsing

Per segment is de bergingsopgave bepaald, uitgaande van de maatgevende bui van 40 mm en het afstromend oppervlak. Het afstromend oppervlak is bepaald op basis van de CAD-ontwerptekening, waarbij rekening is gehouden met de verkanting van de weg (dakprofiel of op één oor). Als uitgangspunt is aangehouden dat grasbetontegels langs de rijbaan en welke als inrit worden gebruikt, voor 50 % als verharding meetellen. Voor deeltracé Noord zijn weinig dwarsprofielen beschikbaar, zodat niet overal met zekerheid kan worden gezegd of de beschikbare berging ook daadwerkelijk overal aanwezig is. Geadviseerd wordt om aanvullende profielen in te meten, zodat de toetsing nauwkeuriger gedaan kan worden.

*Tabel 4.2 Toetsing bergingsopgave en maatregelen (deeltracé Noord)*

| Segment | Verharding ($m^2$) | Bergings-opgave ($m^3$) | Bergings-opgave ($m^3/m^1$) | Beschikbare berging ($m^3/m^1$) | Toetsing maatregel |
|---|---|---|---|---|---|
| N1 oost | 559 | 22 | 0,25 | 0,71 | **voldoet**; deels verlaagd maaiveld sluit aan op principe greppel |
| N1 west | 304 | 12 | 0,14 | >1* | **voldoet**; vrije afwatering naar lager maaiveld of greppel |
| N2 oost | 498 | 20 | 0,41 | 0,71 | **voldoet** |
| N2 west | 54 | 2 | 0,04 | >1* | **voldoet**; vrije afwatering naar lager maaiveld of greppel |
| N3 oost | 543 | 22 | 0,28 | 0,71 | **voldoet** |
| N3 west | 304 | 12 | 0,16 | >1* | **voldoet**; vrije afwatering naar lager maaiveld of greppel |
| N4 oost | 331 | 13 | 0,32 | geen | **voldoet**; middels verlaagd maaiveld aansluiten op N3 en N5 |

**Kenmerk** R001-1300487LIG-V02-hgm-NL

| Segment | Verharding ($m^2$) | Bergings-opgave ($m^3$) | Bergings-opgave ($m^3/m^1$) | Beschikbare berging ($m^3/m^1$) | Toetsing maatregel |
|---|---|---|---|---|---|
| N4 west | 195 | 8 | 0,19 | >1* | **voldoet**; vrije afwatering naar lager maaiveld of greppel |
| N5 oost | 748 | 30 | 0,15 | 0,86 | **voldoet** |
| N5 west | 1.379 | 55 | 0,28 | >1* | **voldoet**; vrije afwatering naar lager maaiveld of greppel |
| N6 oost | 1.164 | 47 | 0,28 | 0,86 | **voldoet** |
| N6 west | 630 | 25 | 0,15 | >1* | **voldoet**; vrije afwatering naar lager maaiveld of greppel |
| N7 zuidoost | 354 | 14 | 0,39 | geen | **voldoet**; middels verlaagd maaiveld aansluiten op N6 |
| N7 noordoost | 330 | 13 | 0,36 | geen | **voldoet**; IT-riolering ø700mm |
| N7 west | 390 | 16 | 0,21 | >1* | **voldoet**; vrije afwatering naar lager maaiveld of greppel |
| N8 oost | 977 | 39 | 0,29 | geen | **voldoet**; IT-riolering ø700mm |
| N8 west | 505 | 20 | 0,15 | 0,29 | **voldoet** |
| N9 oost | 763 | 31 | 0,41 | geen | **voldoet**; IT-riolering ø700mm |
| N9 west | 15 | 1 | 0,01 | 0,29 | **voldoet** |
| N10 oost | 573 | 23 | 0,30 | geen | **voldoet**; IT-riolering ø700mm |
| N10 west | 264 | 11 | 0,14 | 0,38 | **voldoet** |
| N11 oost | 1.420 | 57 | 0,31 | 1,22 | **voldoet**; bij zijweg middels verlaagd maaiveld aansluiten op greppels; ook IT-riolering ø700mm (i.v.m. continuïteit totale stelsel) |
| N11 west | 668 | 27 | 0,14 | 0,38 | **voldoet** |
| N12 oost | 937 | 37 | 0,43 | geen | **voldoet**; IT-riolering ø700mm |
| N12 west | 18 | 1 | 0,01 | >1* | **voldoet**; vrije afwatering naar lager maaiveld of greppel |
| N13 oost | 709 | 28 | 0,46 | geen | **voldoet**; IT-riolering ø700mm |
| N13 west | 174 | 7 | 0,11 | >1* | **voldoet**; vrije afwatering naar lager maaiveld of greppel |
| N14 oost | 335 | 13 | 0,16 | geen | **voldoet**; molgoot + kolken met afvoerleiding aansluiten op N15 |
| N14 west | 588 | 24 | 0,29 | onduidelijk | mogelijk; vrije afwatering naar lager maaiveld of greppel (particulier terrein) |
| N15 oost | 395 | 16 | 0,15 | 1,24 | **voldoet** |
| N15 west | 700 | 28 | 0,27 | >1* | **voldoet**; vrije afwatering naar lager maaiveld of greppel |
| N16 oost | 542 | 22 | 0,15 | 1,24 | **voldoet**; deels verlaagd maaiveld aansluiten op greppel |

| Segment | Verharding ($m^2$) | Bergings-opgave ($m^3$) | Bergings-opgave ($m^3/m^1$) | Beschikbare berging ($m^3/m^1$) | Toetsing maatregel |
|---|---|---|---|---|---|
| N16 west | 43 | 2 | 0,01 | onduidelijk | **mogelijk**; vrije afwatering naar lager maaiveld of greppel (verhard terrein); Feitelijk wijzigt hier niks in het ontwerp |
| N17 oost | 208 | 8 | 0,17 | onduidelijk | **voldoet**; vrije afwatering naar lager maaiveld of greppel (particulier terrein). Aangezien weinig wijzigt gaan we ervan uit dat het voldoet |
| N17 west | 23 | 1 | 0,02 | onduidelijk | **voldoet**; vrije afwatering naar lager maaiveld of greppel (particulier terrein). Aangezien weinig wijzigt gaan we ervan uit dat het voldoet |
| N18 oost | 2.204 | 88 | 0,31 | geen | **voldoet**; IT-riolering ø700mm; (verharding ter hoogte van bushalte aansluiten op bestaande riolering) |
| N18 west | 1.223 | 49 | 0,17 | 0,73 | **voldoet** |
| N19 oost | 1.232 | 49 | 0,39 | geen | **voldoet**; IT-riolering ø700mm |
| N19 west | 481 | 18 | 0,14 | 0,19 | **voldoet** |
| N20 oost | 337 | 14 | 0,28 | geen | **voldoet**; IT-riolering ø700mm |
| N20 west | 167 | 7 | 0,14 | 0,19 | **voldoet** |
| N21 oost | 2.198 | 88 | 0,29 | geen | **voldoet**; IT-riolering ø700mm |
| N21 west | 1.237 | 50 | 0,16 | 0,59 | **voldoet** |

* Uit dwarsprofielen volgt dat hier een laagte naast de rijbaan aanwezig is waar het water naartoe af kan stromen. Er is geen duidelijke greppel aanwezig. Indien deze manier van afwateren een knelpunt vormt voor de belendende eigenaar, dan adviseren wij om een greppel conform provinciaal profiel te realiseren (al dan niet met bijbehorende grondaankoop)

*Tabel 4.3 Toetsing bergingsopgave en maatregelen (deeltracé Zuid)*

| Segment | Verharding ($m^2$) | Bergings-opgave ($m^3$) | Bergings-opgave ($m^3/m^1$) | Beschikbare berging ($m^3/m^1$) | Toetsing maatregel |
|---|---|---|---|---|---|
| Z1 oost | 332 | 13 | 0,22 | geen | **voldoet**; molgoot + kolken met afvoerleiding aansluiten op Z2 |
| Z1 west | 671 | 27 | 0,44 | 1,79 | **voldoet** |
| Z2 oost | 1.160 | 46 | 0,27 | variërend | **voldoet**; vrije afwatering naar lager maaiveld of greppel |
| Z2 west | 620 | 25 | 0,15 | variërend | **voldoet**, afwateren naar duikerleiding A-watergang |

| Segment | Verharding ($m^2$) | Bergings-opgave ($m^3$) | Bergings-opgave ($m^3/m^1$) | Beschikbare berging ($m^3/m^1$) | Toetsing maatregel |
|---|---|---|---|---|---|
| Z3 oost | 719 | 29 | 0,36 | beperkt | **voldoet**, afwateren naar bermen; zuidelijk deel aansluiten op greppel Z2 |
| Z3 west | 488 | 20 | 0,25 | beperkt | **voldoet**, afwateren naar bermen; zuidelijk deel aansluiten op duikerleiding A-watergang (Z2) |
| Z4 oost | 2.961 | 118 | 0,26 | gem. 0,89 | **voldoet** |
| Z4 west | 1.625 | 65 | 0,14 | gem. 0,67 | **voldoet** |
| Z5 oost | 1.293 | 52 | 0,26 | gem. 0,98 | **voldoet**; zie aandachtspunt paragraaf 4.3 |
| Z5 west | 712 | 28 | 0,14 | gem. 0,42 | **voldoet** |
| Z6 oost | 644 | 26 | 0,26 | gem. 0,78 | **voldoet**; zie aandachtspunt paragraaf 4.3 |
| Z6 west | 344 | 14 | 0,14 | gem. 0,41 | **voldoet** |
| Z7 oost | 1.204 | 48 | 0,26 | gem 1,04 | **voldoet**; zie aandachtspunt paragraaf 4.3 |
| Z7 west | 643 | 26 | 0,14 | gem. 0,55 | **voldoet** |
| Z8 oost | 1.635 | 65 | 0,27 | gem. 0,80 | **voldoet** |
| Z8 west | 917 | 37 | 0,15 | gem. 0,51 | **voldoet** |
| Z9 oost | 482 | 19 | 0,13 | gem. 0,88 | **voldoet** |
| Z9 west | 969 | 39 | 0,27 | gem. 0,41 | **voldoet** |
| Z10 oost | 1.439 | 58 | 0,26 | gem. 0,51 | **voldoet** |
| Z10 west | 769 | 31 | 0,14 | gem. 0,53 | **voldoet** |
| Z11 oost | 363 | 15 | 0,29 | 1,04 | **voldoet** |
| Z11 west | 173 | 7 | 0,14 | 1,30 | **voldoet** |
| Z12 oost | 886 | 35 | 0,26 | gem. 0,46 | **voldoet** |
| Z12 west | 496 | 20 | 0,15 | >1* | **voldoet**; vrije afwatering naar lager maaiveld of greppel |
| Z13 oost | 415 | 17 | 0,26 | geen | **voldoet**; molgoot + kolken met afvoerleiding aansluiten op Z12 en Z14 (50/50 verdeling) |
| Z13 west | 270 | 11 | 0,17 | 0,88 | **voldoet** |
| Z14 oost | 1.046 | 42 | 0,21 | gem. 0,43 | **voldoet** |
| Z14 west | 482 | 19 | 0,10 | gem. 1,12 | **voldoet** |

** Uit dwarsprofielen volgt dat hier een laagte naast de rijbaan aanwezig is waar het water naartoe af kan stromen. Er is geen duidelijke greppel aanwezig. Indien deze manier van afwateren een knelpunt vormt voor de belendende eigenaar, dan adviseren wij om een greppel conform provinciaal profiel te realiseren (al dan niet met bijbehorende grondaankoop)*

## 4.3 Keuze maatregelen

Bij het bepalen van de maatregelen per segment is rekening gehouden met:

- Beschikbare ruimte in middenberm en zijbermen aan weerszijden
- Geen infiltratie mogelijk in zuidelijk deeltracé, omdat hier hoge grondwaterstanden optreden
- De voorkeursvolgorde qua maatregelen, zoals toegelicht in hoofdstuk 3.2

In bijlage 3 is een set factsheets per segment opgenomen, waarop staat aangegeven wáár welke maatregel wordt toegepast. Zo nodig zijn nog specifieke aandachtspunten aangepeild. In onderstaande opsomming zijn relevante aandachtspunten per segment toegelicht.

- Bij de segmenten **Noord 7** tot en met **Noord 13** (excl. Noord 11) kan aan de oostzijde de bergingsopgave niet worden ingevuld door middel van greppels. In de basis wordt hier diepte-infiltratie als aangewezen maatregel worden voorgesteld, maar vanuit robuustheid en beheerbaarheid is hier gekozen om IT-riolering onder de hoofdrijbaan toe te passen. Met een leidingdiameter ø700 mm kan de gehele maatgevende bui worden geborgen en geïnfiltreerd. De grondwaterstand zit hier jaarrond voldoende diep
- Segment **Noord 11** (oostzijde) voldoet met de geprojecteerde greppel reeds qua waterberging. Echter, om de segmenten Noord 7 tot en met Noord 13 met elkaar te verbinden om zo één robuust systeem te krijgen, wordt ook ter plaatse van deelsegment Noord 11 een IT-riool aangelegd. Daarmee wordt tevens extra bergingscapaciteit gecreëerd. De wegverharding kan gewoon oppervlakkig naar de greppel afstromen – er zijn geen straatkolken met aansluiting op het IT-riool nodig ter plaatse van dit deelsegment
- Bij segment **Noord 14** wordt de verharding aan de oostzijde aangesloten op een molgoot met kolken, waarbij neerslag via een hemelwaterleiding uitkomt in de greppel ter hoogte van segment Noord 15
- Bij de segmenten **Noord 16** en **Noord 17** aan de oostzijde (ter hoogte van de rotonde) is onduidelijk of voldoende ruimte resteert voor een verlaagd maaiveld welke kan afwateren naar de provinciaal principe greppel langs segment Noord 16. Mocht een verlaagd maaiveld (M4) niet mogelijk zijn, dan kan een molgoot +kolken met afvoerleiding (M7) naar de principe greppel worden toegepast. De westzijde van **Noord 16** watert onveranderd naar het aangrenzende perceel af, gelijk aan de huidige situatie. Omdat hier qua wegverharding niets wijzigt, is aangenomen dat hier geen aanvullende maatregelen nodig zijn
- Bij segment **Noord 18** wordt aan de oostzijde de verharding ter hoogte van de bushalte tot aan de rotonde aangesloten op de bestaande riolering. De reden daartoe is dat hier geen mogelijkheid bestaat om het afstromende regenwater voor te zuiveren. Het overige deel van de verharding langs dit segment (oostzijde) kan naar het nieuw te realiseren IT-riool. Voorzuivering van de hoofdrijbaan vindt plaats in de tussenberm. Het toepassen van IT-riool geniet hier de voorkeur boven diepte-infiltratie in verband met robuustheid en beheerbaarheid. Een aandachtspunt betreft de overloop van het IT-stelsel (mogelijk naar westzijde via leiding)
- Bij de segmenten **Noord 19**, **Noord 20** en **Noord 21** wordt de oostzijde aangesloten op op een nieuw IT-riool. De westzijde watert onveranderd af naar de reeds aanwezige greppel. Voorzuivering van de hoofdrijbaan vindt plaats in de tussenberm. Het toepassen van IT-riool geniet hier de voorkeur boven diepte-infiltratie in verband met robuustheid en beheerbaarheid. Een aandachtspunt betreft de overloop van het IT-stelsel (mogelijk naar westzijde via leiding)

- Segment **Zuid 1** wordt aan de oostzijde voorzien van een molgoot met kolken, welke via een afvoerleiding afwatert naar segment Zuid 2. Vanwege de lokale inrit ter hoogte van Zuid 1 is hier geen greppel mogelijk
- Segment **Zuid 2** heeft in de huidige situatie langs de oostzijde een A-watergang gesitueerd. Door het verbreden van het fietspad komt deze A-watergang alhier te vervallen. Om de doorstroming van de watergang te garanderen, wordt aan de westzijde een nieuwe duikerleiding conform minimale afmetingen van het waterschap toegepast. Een duikerleiding aan de oostzijde is niet mogelijk vanwege de kabels en leidingen die hier reeds liggen. De verharding van de rijbaan wordt aan de oostzijde aangesloten op een greppel, welke kan afvoeren naar de A-watergang. Aan de westzijde wordt zo mogelijk een greppel aangelegd; als alternatief kan de verharding rechtstreeks op de duikerleiding (A-watergang) worden aangesloten
- Segment **Zuid 3** wordt aan de zuidoostzijde voorzien van een molgoot met kolken, welke via een afvoerleiding aansluit op segment Z2. De zuidwestzijde sluit aan op de duikerleiding behorend bij de A-watergang
- Ter hoogte van de segmenten **Zuid 5**, **Zuid 6** en **Zuid 7** is in de huidige situatie een B-watergang langs de weg gesitueerd. Door het verbreden van het fietspad wordt het doorstroomprofiel van de B-watergang echter onvoldoende. Het Waterschap heeft echter aangegeven dat de B-watergang ter plaatse van segment Z5, Z6 en Z7 alleen dient als greppel voor de afwatering van de rijbaan. Formeel gezien heeft een B-watergang echter een afvoerfunctie. Omdat die hier niet meer is, kan de B-status van de watergang komen te vervallen. Wel heeft het waterschap aangegeven dat het wenselijk is om de zuidelijke B-watergang die door het bosperceel loopt, aan te laten takken op een aangewezen inundatiegebied ten oosten van segment Zuid 5. De resterende greppel (de voormalige B-watergang langs de rijbaan die wordt verkleind door de verbreding van het fietspad) dient dan enkel en alleen nog voor de afwatering van de weg. De capaciteit hiervoor is toereikend. De greppel heeft geen afvoerfunctie meer, maar zorgt enkel voor waterberging en infiltratie naar de ondergrond
- Aan de oostzijde van segment **Zuid 13** is geen ruimte voor een greppel. Hier wordt voorgesteld een molgoot met kolken en een afvoerleiding naar de segmenten Zuid 12 en Zuid 14 te realiseren. Idealiter volstaat een molgoot die onder afschot naar Z12 en Z14 afwatert (bovengrondse afvoer, zodat kolken en afvoerleiding achterwege kunnen blijven). In de segmenten Z12 en Z14 is ruim voldoende bergingscapaciteit voorhanden om segment Z13 te compenseren

# 5 Aandachtspunten ontwerp en realisatie

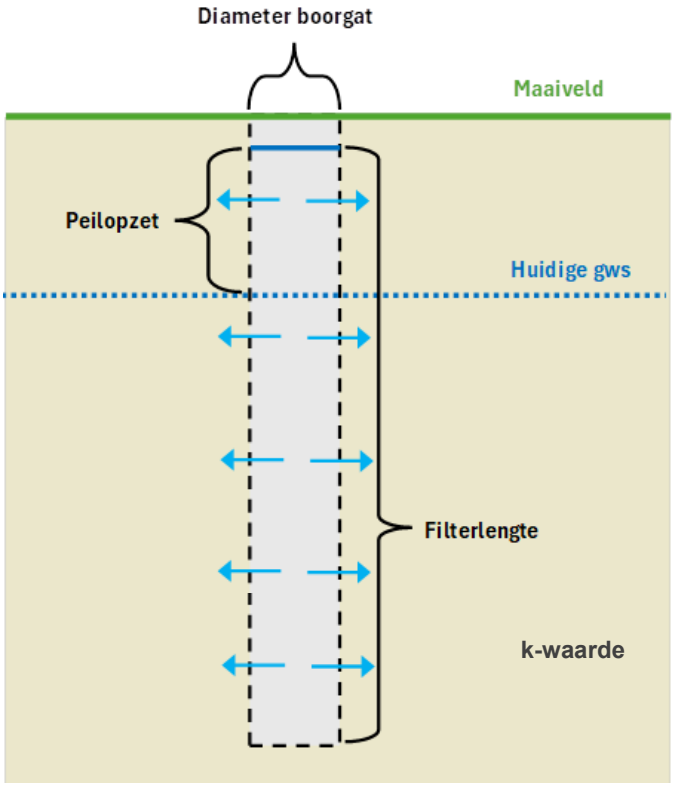
Voor de verdere uitwerking van het ontwerp willen we de volgende aandachtspunten meegeven:

- Geadviseerd wordt om de tussenberm met een laagte (talud 1:20) uit te voeren, met op het laagste punt de beoogde heggetjes. Deze laagte zorgt voor enige voorzuivering van het afstromend wegwater, voordat het in het IT-stelsel terechtkomt en in de bodem infiltreert
- Geadviseerd wordt om rondom de IT-buizen een laag van circa 30 cm drainzand toe te passen. Dit is enigszins afhankelijk van de vrijkomende grond. Als de vrijkomende grond vrijwel geen fijne zandfractie bevat, dan kan de huidige grondslag worden teruggeplaatst. Mocht wel een significante hoeveelheid fijne fractie in het zand aanwezig zijn, dan kan dit voor het dichtslibben van de poriën/infiltratieopeningen in de buis zorgen, waardoor de infiltratiecapaciteit fors negatief beïnvloed wordt. Lokale grondboringen, al dan niet met een zeefkrommebepaling, kunnen hier inzicht in geven
- Uitgaande van een maximaal aan te sluiten hoeveelheid verharding van circa 100 $m^2$ per straatkolk, dienen de kolken een hart-op-hart afstand van circa 15 meter te krijgen. Dit is gebaseerd op een wegbreedte halve rijbaan) van 3,5 m plus de breedte van het fietspad à 3,0 m, welke beide afwateren naar de straatkolk aan de oostzijde van het traject. Met 100 $m^2$ gedeeld door 6,5 m weegbreedte levert dit circa 15 strekkende meter weglengte op
- De kolkleidingen, uitgaande van maximaal 100 $m^2$ verhard oppervlak per straatkolk, kunnen volstaan met een leidingdiameter ø125 mm
- Het riooltracé is beoogd in met midden van de oostelijke rijbaan. Idealiter worden de putdeksels niet geplaatst ter plaatse van de rijsporen, omdat dit bij gladheid mogelijk tot een verhoogd risico op slipgevaar kan leiden. Plaatsing van het IT-stelsel onder het fietspad is met deze leidingdiameters niet te combineren met de reeds aanwezige kabels en leidingen
- In de verdere uitwerking moet een locatie voor een noodoverloop worden gezocht voor het geval extreme buien vallen. Dit kan bijvoorbeeld een laagte aan de westzijde van het wegtracé zijn. In dat geval is een overstortleiding onder de rijbaan nodig, met een uitstroompunt aan de westzijde. De drempelhoogte van het uitstroompunt moet hoger liggen dan de bovenkant van de IT-buizen
- Het maaiveldniveau (huidig wegpeil) over het noordelijke wegtracé is relatief vlak. Dit betekent dat het IT-stelsel in de basis geheel horizontaal aangelegd kan worden. Mocht het toch wenselijk zijn om een deel van het tracé dieper/ondieper aan te leggen, dan moet op de overgang een interne drempel worden geplaatst om te voorkomen dat het water zich allemaal in het laagste compartiment verzameld en dit compartiment overbelast raakt. Door middel van een interne drempel (tot bovenzijde buis, uitgaande van het hoogste leidingsegment) wordt de beschikbare berging optimaal benut
- Gezien de verkeersbelasting en het formaat van de buisleiding wordt geadviseerd om een gronddekking van minimaal 1,0 m te hanteren. Met deze gronddekking is het ook mogelijk om de kolkaansluiting aan de bovenzijde te realiseren. Dit heeft vanuit beheer en onderhoud veelal de voorkeur. In de nadere uitwerking moet hier aandacht aan worden geschonken

# Bijlage 1 Dimensionering diepte-infiltratie

*Principe functioneren*
Diepte-infiltratie is mogelijk waar de grondwaterstand voldoende diep zit en de bodemdoorlatendheid voldoende hoog is. Om diepte-infiltratie mogelijk te maken, moet een zekere mate van overdruk in de infiltratieput worden gerealiseerd. Dit is alleen goed mogelijk wanneer de grondwaterstand voldoende diep zit en er daarmee ruimte is om overdruk te creëren. Bij een ondiepe grondwaterstand kan het aanvoeren van water leiden tot wateroverlast, bijvoorbeeld water op maaiveld of instabiele grondlichamen, hetgeen niet de bedoeling is. Daarom is als uitgangspunt gehanteerd dat diepte-infiltratie alleen in het noordelijke deeltracé toegepast kan worden. In het zuidelijke deel is in de GHG-situatie de grondwaterstand te hoog om diepte-infiltratie toe te passen. In figuur B1.1 zijn de benamingen weergegeven in de principe uitwerking.

Op plekken met hoge grondwaterstanden (zuidelijk deeltracé en klein stukje ten noorden van Huinen) zijn andere maatregelen nodig, bijvoorbeeld het realiseren van meer oppervlaktewater of het afvoeren via een HWA-leiding naar afvoer, zodat het water kan worden afgevoerd (aandachtspunt is om voldoende waterberging te realiseren).




*Figuur B1.1 Principe uitwerking diepte-infiltratieput*

Voor het bepalen van de maximale infiltratiecapaciteit zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- **Filterlengte**. Dit is de lengte waarover water in de bodem kan infiltreren. Een deel van het filter kan boven de grondwaterstand worden geplaatst. Het overgrote deel zal onder de grondwaterstand zitten. Een en ander afhankelijk van de actuele grondwaterstand en plaatsing van het filter. Mocht de bodem ijzerrijk zijn, dan valt te overwegen om het filtertraject volledig beneden de (laagste) grondwaterstand te plaatsen. Dit minimaliseert de kans op ijzerflocculatie (afzettingen en verstoppingen) van het filter
- **Boorgatdiameter**. De diameter is samen met de filterlengte mede bepalend voor het infiltrerend oppervlak van de diepte-infiltratieput. Een grotere diameter geeft in de basis een hogere infiltratiecapaciteit. De toegepaste filterbuis is altijd kleiner dan het boorgatdiameter. De filterbuis wordt voorzien van een passende grindomstorting, zodat voorkomen wordt dan zand vanuit de bodem in de infiltratieput kan komen. Uit veldonderzoek moet blijken welke sortering filtergrind en welke breedte van de sleufjes in de filterbuis moeten worden toegepast
- **Peilopzet**. De peilopzet is de verhoging van de grondwaterstand ten opzichte van de actuele grondwaterstand. In het ontwerp wordt van de GHG uitgegaan. Hoe meer peilopzet kan worden gerealiseerd, des te meer overdruk wordt gerealiseerd en des te meer water kan infiltreren per tijdseenheid
- **k-waarde**. De k-waarde van de omringende grond is een primaire maat voor hoeveel water naar de ondergrond kan infiltreren. Voor deze situatie is uitgegaan van een realistisch geachte k-waarde van 5 m/dag. In de praktijk kan de lokale doorlatendheid afwijken. Omdat de k-waarde essentieel is voor het ontwerpen van een infiltratievoorzieningen, adviseren wij om veldonderzoek uit te voeren welke uitwijst met welke k-waarde we hier te maken hebben. Het ontwerp moet daarop worden aangepast

*Infiltratiecapaciteit per infiltratieput*

Om een inschatting te maken van de infiltratiecapaciteit is voor een aantal ontwerpparameters met een zeker bereik gerekend.

- Zo is een berekening voor een realistisch verwachte k-waarde van 5,0 m/dag en een optimistische k-waarde van 10 m/dag
- Voor de filterlengte is uitgegaan van een filterbuis van 5 of 8 m diep (langer is wellicht mogelijk, maar dieper boren betekent hogere boorkosten)
- Voor de peilopzet is een realistische waarde van 1,2 m gehanteerd, uitgaande van een GHG die minimaal 1,50 m -mv zit. Door uit te gaan van 1,2 m peilopzet blijft er voldoende waakhoogte over om te voorkomen dat de hele bodem oververzadigd raakt, dat taluds instabiel raken en dat overlast optreedt. Uitgangspunt is een GHG-situatie, welke veelal aan het eind van de winter optreedt. In de zomerperiode, wanneer over het algemeen de hevige piekbuien met grote watervolumes optreden, is de grondwaterstand lager en ontstaat vanzelf ook een hogere infiltratiecapaciteit omdat meer overdruk kan worden gerealiseerd. Door te ontwerpen op een GHG-situatie met een maatgevende bui, is een worst-case situatie beschouwd

In de tabel van figuur B1.2 is de infiltratiecapaciteit voor verschillende situaties berekend (lichtblauwe kolommen in tabel). Bij een k-waarde van 5 m/dag varieert de infiltratiecapaciteit per afzonderlijke put tussen circa 2,2 en 3,6 $m^3$/uur. Bij een k-waarde van 10 m/dag verdubbeld grofweg de infiltratiecapaciteit.

| Filterlengte (cm) | Diameter boorgat (cm) | Peilopzet (cm) | Infiltratiecapaciteit ($m^3$/uur) |
|---|---|---|---|
| 500 | 30 | 120 | 2.2 |
| 500 | 50 | 120 | 2.6 |
| 800 | 30 | 120 | 3.2 |
| 800 | 50 | 120 | 3.6 |

| Filterlengte (cm) | Diameter boorgat (cm) | Peilopzet (cm) | Infiltratiecapaciteit ($m^3$/uur) |
|---|---|---|---|
| 500 | 30 | 120 | 4.5 |
| 500 | 50 | 120 | 5.2 |
| 800 | 30 | 120 | 6.3 |
| 800 | 50 | 120 | 7.3 |

*Figuur B1.2 Infiltratiecapaciteit voor verschillende situaties (rechts 5 m/dag; links 10 m/dag)*

*Aangesloten verhard oppervlak per put*

Om de hoeveelheid verhard oppervlak per put te bepalen is het van belang welke maatgevende bui gehanteerd wordt. Des te hoger de neerslagintensiteit waarop ontworpen moet worden, des te minder verharding per put aangesloten kan worden. Bij de uitgangspunten zijn twee maatgevende buien vermeld.

A. Uit de Kennisbank Stedelijk Water volgt de T=10+10 % bui van 40 mm neerslag in 45 minuten. De piekintensiteit van deze bui ligt overigens hoger, op circa 12 mm in 10 minuten)
B. Uit de watertoets is de composietbui T=5 overgenomen, waarbij de maatgevende hoeveelheid neerslag in één uur is aangehouden op 36 mm in 60 minuten. De piekintensiteit van deze bui ligt overigens hoger, op circa 21 mm neerslag in 10 minuten)

We achten het niet relevant om de infiltratieputten te dimensioneren op de kortdurende piek van een bui. Deze keuze betekent dat we accepteren dat gedurende korte tijd de infiltratieputten de piekintensiteit niet aankunnen, wat kortstondig voor wat water op het fietspad kan leiden. Echter zal dit binnen afzienbare tijd wegtrekken en niet tot overlast leiden op de hoofdrijbaan. Er zouden significant meer infiltratieputten nodig zijn wanneer wel op een piekintensiteit wordt ontworpen. Hetzelfde principe wordt veelal voor de riolering in stedelijk gebied aangehouden. Deze wordt ook nooit op een extreme piekintensiteit ontworpen, maar kortstondig water-op-straat wordt geaccepteerd in een extreme situatie. Bij een reguliere situatie mag er geen overlast ontstaan.

In de tabel van figuur B1.3 is de hoeveelheid aangesloten verhard oppervlak in de groene kolommen opgenomen, uitgaande van de eerder beschreven systeemkenmerken en berekende infiltratiecapaciteit. De tabel is gepresenteerd voor de situatie met een k-waarde van 5 m/dag. *Situatie A* betreft de T=10+10 % bui en *Situatie B* betreft de composietbui T=5 (piek van één uur).

| Filterlengte (cm) | Diameter boorgat (cm) | Peilopzet (cm) | Infiltratiecapaciteit ($m^3$/uur) | Oppv. Sit.A (m2) | Oppv. Sit.B (m2) |
|---|---|---|---|---|---|
| 500 | 30 | 120 | 2.2 | 42 | 62 |
| 500 | 50 | 120 | 2.6 | 49 | 73 |
| 800 | 30 | 120 | 3.2 | 60 | 88 |
| 800 | 50 | 120 | 3.6 | 68 | 101 |

*Figuur B1.3 Maximaal verhard oppervlak per infiltratieput (per maatgevende bui)*

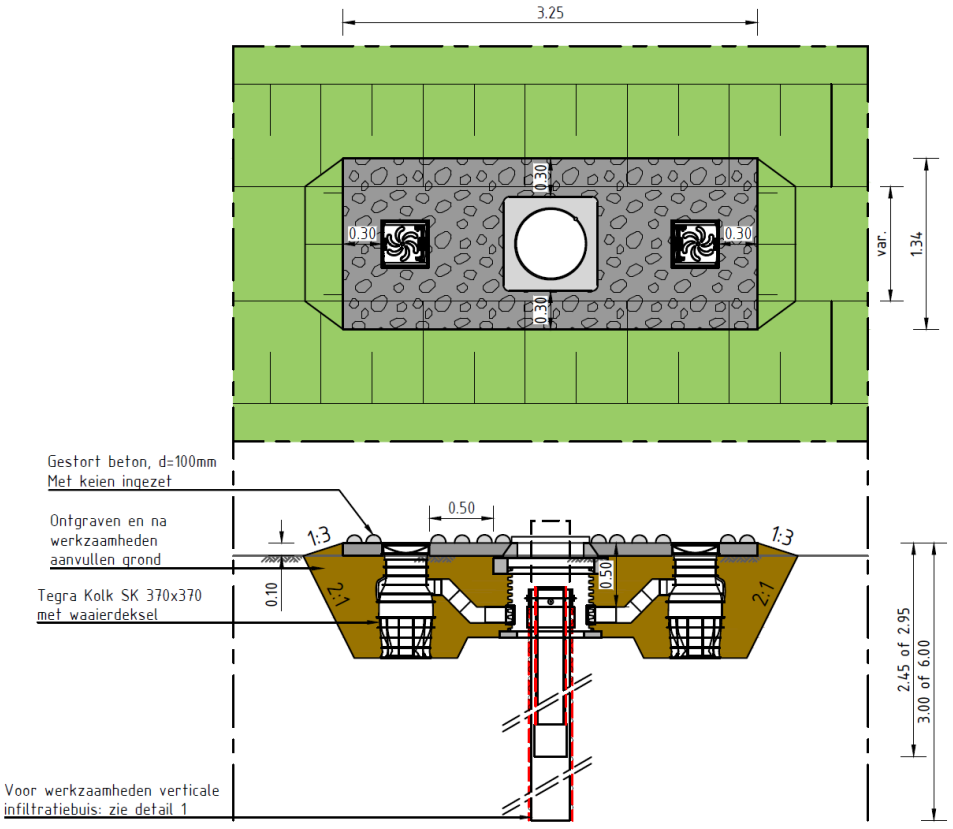
Uit beide kolommen volgt dat 40 à 100 $m^2$ verhard oppervlak kan worden aangesloten per put. Bij een diepte-infiltratieput van 8 m diep en een boorgatdiameter van 50 cm resulteert dit in 68 à 101 $m^2$ aan te sluiten verharding.

*Doorvertaling van max aantal m$^2$ naar strekkende meters weglengte*

Uitgaande van circa 10 m$^2$ verharding per strekkende meter rijbaan (circa 6,5 m breedte hoofdrijbaan + 3,5 m breedte fietspad), resulteert dit in een h.o.h.-afstand van de infiltratieputten van circa 8 m, ervan uitgaande dat géén waterberging beschikbaar is in de greppel. Bij situatie mét enige berging in greppel kunnen de putten verder uit elkaar worden geplaatst.

*Aandachtspunten ontwerp*

De provincie Gelderland past met enige regelmaat diepte-infiltratie toe. Daarvoor is een principe-ontwerp opgesteld, welke is opgenomen als figuur B1.4. Conform dit principe ontwerp worden ook de diepte-infiltratieputten langs de N303 gerealiseerd. In de nadere uitwerking moeten de exacte putposities nog worden vastgesteld. Dit kan bijvoorbeeld direct in de buitenberm van het fietspad als de ruimte dat toelaat. Anders kunnen de putten in de middenberm (met leidingen vanaf de greppel) of in het fietspad zelf worden gepositioneerd.




*Figuur B1.4 Principe ontwerp diepte-infiltratie in greppel, voorzien van zandvangputten (bron: Provincie Gelderland)*

Onder andere in samenwerking met RIONED is een adviesdocument opgesteld voor het toepassen van verticale infiltratievoorzieningen. Daarin volgen een aantal aandachtspunten voor het ontwerp en beheer en onderhoud.

- Denk aan voorzuivering van het instromende water. Er komt nu eenmaal vuil vanaf de rijbaan mee richting de voorziening. Je wilt voorkomen dat de voorziening dichtslibt. Idealiter pas je minimaal een zand-/slibvangput toe voordat het water de diepte-infiltratieput bereikt

- Risico op roestvorming is aanwezig. Op de flanken van de stuwwal (zo ook hier op de Veluwe) speelt regelmatig dat zuurstofrijke neerslag in contact kan komen met ijzerrijk, zuurstofarm grondwater dat omhoog kwelt vanuit diepere grondlagen. Daar waar deze waterstromen mengen, kan dit tot ijzerneerslag (flocculatie) leiden. Als dat geleidelijk in de grond optreedt heb je daar niet zo'n last van, maar met diepte-infiltratie maak je een front waar zuurstofrijk water plotseling in aanraking komt met zuurstofarm ijzerrijk grondwater. De roest die hierbij optreedt kan zich vervolgens afzetten op de filterwand, met als gevolg dat de filters dicht gaan zitten en niet meer werken (=geen/minder infiltratie). Dit zou hier ook een potentieel risico kunnen zijn en zou kunnen leiden tot een aardige onderhoudsinspanning om de putten op regelmatige basis schoon te spuiten. Chemische reiniging heeft niet de voorkeur in verband met de ligging in een intrekgebied van een drinkwaterwinning. Advies om dit nader te onderzoeken. Of als alternatief de filters dieper plaatsen, volledig beneden de GLG
- Advies om de doorlatendheid in het veld te laten vaststellen vóórdat een maatregel wordt uitgevoerd. Er is nu met 5 m/dag gerekend als realistische inschatting, maar de praktijk kan afwijken

**Kenmerk** R001-1300487LIG-V02-hgm-NL

# Bijlage 2 Dimensionering IT-riolering

**Uitgangspunten**

Om een IT-stelsel te kunnen dimensioneren zijn een aantal zaken van belang.

- Om de beschikbare berging in de leiding optimaal te kunnen benutten dient de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) minimaal beneden de onderkant van de buisleiding (b.o.b.) te liggen. Voor het noordelijke traject van de N303 is reeds vastgesteld dat de GHG overwegend dieper dan 1,8 m onder maaiveld zit. Dat biedt voldoende ruimte om een buisleiding aan te leggen inclusief de gewenste gronddekking
- Het IT-stelsel wordt in principe volledig vlak aangelegd, omdat er geen afvoer naar oppervlaktewater noodzakelijk is. Door het stelsel vlak neer te leggen wordt het stelsel optimaal gevuld en kan het water optimaal naar de ondergrond infiltreren
- De horizontale doorlatendheid van de bodem (k-waarde) moet voldoende hoog zijn om het water te laten infiltreren. Er zijn langs dit traject nog geen doorlatendheidsmetingen in de praktijk uitgevoerd. Aanbevolen wordt om dit voorafgaand aan de verdere uitwerking wel uit te voeren. Op basis van de bodemopbouw is een realistische k-waarde ingeschat van circa 5 m/dag. In de meest optimale situatie zou de k-waarde ook nog wat hoger kunnen liggen, gezien de (grof)zandige ondergrond. Metingen in het veld moeten dit uitwijzen
- De afwatering is gedimensioneerd op een tweetal maatgevende buien. Dit betreft de T=10+10% uit de Kennisbank Stedelijk Water (vm. Leidraad Riolering) welke circa 40 mm neerslag geeft in 45 minuten. Daarnaast is de T=5 composietbui gebruikt met een neerslagvolume van 60 mm gedurende een periode van 10 uur, waarin onder meer een flinke piek zit opgenomen (ook circa 40 mm in één uur)
- Omdat er langs voornoemd traject geen oppervlaktewater aanwezig is, kan het IT-stelsel dus niet overstorten naar oppervlaktewater. Daarom is besloten om het IT-stelsel zodanig te dimensioneren dat deze de maatgevende bui volledig kan verwerken door middel van de statische berging (in de buis) en de infiltratiecapaciteit van de bodem (tijdens de bui). Wel moet het IT-stelsel worden voorzien van een noodoverlaat, bijvoorbeeld naar een laagte ergens langs het tracé (nader te bepalen), zodat er bij extreme buien altijd een escape is. Zonder escape zal namelijk water op de laagste delen (buitenberm, fietspad en eventueel tussenberm) kunnen komen te staan, wat via infiltratie weer weg moet zakken in de bodem

**Maatgevende bergingsopgave**

Omdat tijdens de T=10+10% van 40 mm in 45 minuten nauwelijks tijd is om neerslag in de bodem te infiltreren (hooguit enkele millimeters), is ervan uitgegaan dat de volledige bui van 40 mm in de buis geborgen moet kunnen worden.

Bij de composietbui ligt het iets genuanceerder omdat het hier om 60 mm neerslag gedurende een periode van 10 uur gaat. Voornamelijk in de periode voorafgaand en na de piek van de bui is er sprake van een relatief lage neerslagintensiteit, waarbij het IT-stelsel voldoende tijd heeft om dit water in de bodem te kunnen laten infiltreren.

Als uitgangspunt is hier dan ook genomen dat het neerslagvolume vóór en ná de piek door de bodem wordt opgenomen, en dat de piek van circa 40 mm in één uur fysiek in de buis geborgen

moet kunnen worden. De overige 20 mm neerslag infiltreert in de bodem gedurende de 9 uur rondom het piekmoment.
Dit resulteert in een netto bergingsopgave van 40 mm voor het IT-stelsel, uitgaande van het aangesloten verhard oppervlak. In de bergingsberekening is veiligheidshalve nog géén rekening gehouden met de beschikbare berging in het zandcunet rondom de IT-buis (boven de grondwaterstand)

**Bepalen leidingdiameters**
Allereerst is voor een aantal leidingdiameters (ø400 tot 900 mm) het beschikbare bergingsvolume per strekkende meter bepaald, uitgaande van een betonnen IT-riool met een inwendige maatvoering. In tabel B2.1 is het beschikbare bergingsvolume weergegeven.

*Tabel B2.1 Bergingsvolume voor diverse gangbare leidingdiameters (IT-riolering, beton)*

| Leidingdiameter (beton; inwendig) | Bergingsvolume (per strekkende meter buis) |
|---|---|
| 400 mm | 0,13 $m^3$ |
| 500 mm | 0,20 $m^3$ |
| 600 mm | 0,28 $m^3$ |
| 700 mm | 0,38 $m^3$ |
| 800 mm | 0,50 $m^3$ |
| 900 mm | 0,64 $m^3$ |

Vervolgens is voor een select aantal deelsegmenten (N18 t/m N21) de benodigde leidingdiameter bepaald, om inzicht te krijgen in de range die toegepast moet worden. Per deelsegment is bepaald hoeveel bergingscapaciteit benodigd is, uitgaande van de volgende aspecten:

- Sommatie aangesloten verhard oppervlak per segment (oostzijde)
- Lengte segment
- Maatgevende bui
- Totale bergingsopgave
- Bergingsopgave per strekkende meter

Op basis van de vastgestelde bergingsopgave is voor een select aantal deelsegmenten de minimaal benodigde leidingdiameter bepaald (figuur B2.1). Bij de dimensionering is altijd afgerond naar de eerstvolgende (grotere) leidingdiameter.

**Traject N18**

| | | |
|---|---|---|
| Afstromend oppervlak | 2204 | m2 |
| Lengte | 284 | m |
| Maatgevende bui | 40 | mm |
| Bergingsopgave | 88.2 | m3 |
| Bergingsopgave | 0.31 | m3/m1 |
| Leidingdiameter | 700 | mm |

**Traject N19**

| | | |
|---|---|---|
| Afstromend oppervlak | 1232 | m2 |
| Lengte | 125 | m |
| Maatgevende bui | 40 | mm |
| Bergingsopgave | 49.3 | m3 |
| Bergingsopgave | 0.39 | m3/m1 |
| Leidingdiameter | 800 | mm |

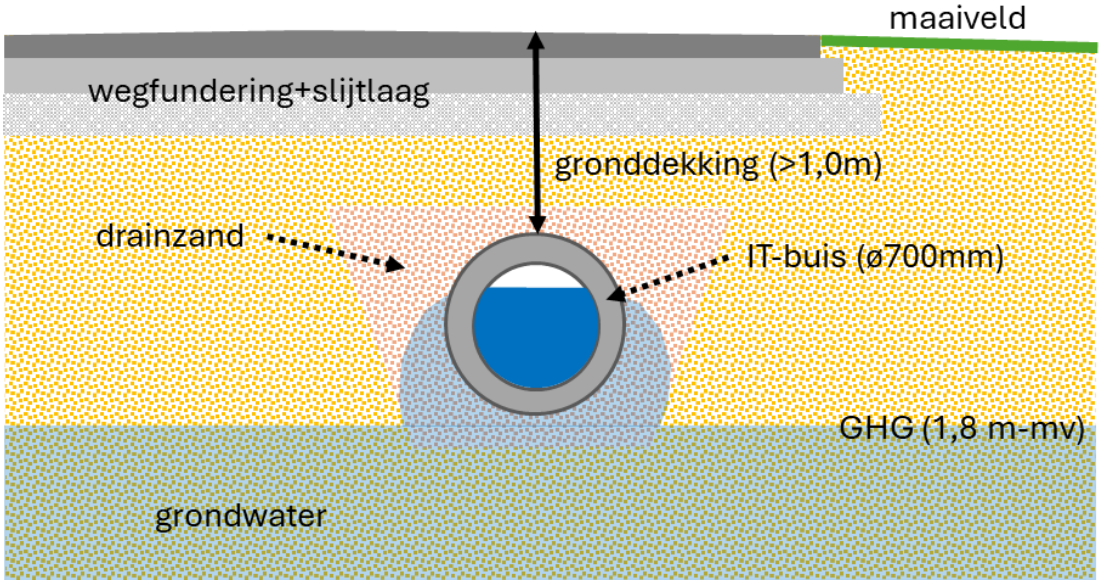
| **Traject N20** | | |
|---|---|---|
| Afstromend oppervlak | 337 | m2 |
| Lengte | 48 | m |
| Maatgevende bui | 40 | mm |
| Bergingsopgave | 13.5 | m3 |
| Bergingsopgave | 0.28 | m3/m1 |
| Leidingdiameter | 600 | mm |

| **Traject N21** | | |
|---|---|---|
| Afstromend oppervlak | 2198 | m2 |
| Lengte | 304 | m |
| Maatgevende bui | 40 | mm |
| Bergingsopgave | 87.9 | m3 |
| Bergingsopgave | 0.29 | m3/m1 |
| Leidingdiameter | 700 | mm |

*Figuur B2.1 Dimensionering IT-stelsel per segment*

Uit deze analyse volgt dat segment N20 nog net voldoet met een leidingdiameter ø600 mm en dat voor segment N19 net een leidingdiameter ø800 mm nodig. De segmenten N18 en N21 kunnen volstaan met een buis ø700 mm. Gemakshalve wordt voor alle deelsegmenten geadviseerd om een buis ø700 mm toe te passen, met als uitgangspunt dat de buisleidingen van de verschillende segmenten met elkaar worden verbonden. Op deze wijze wordt een eventueel bergingstekort in het ene segment gecompenseerd door het overschot in een ander segment.

In figuur B2.2 is een principe profiel weergegeven van het IT-riool onder de rijbaan. Met een ligging boven de GHG en met voldoende gronddekking op de buis. Geadviseerd wordt om het IT-riool in een cunet van drainzand (circa 20 à 30 cm rondom de buis) toe te passen, mede om te voorkomen dat fijne zanddeeltjes uit de oorspronkelijke grondslag in de buis terechtkomen.




*Figuur B2.2 Principe uitwerking IT-riolering onder rijbaan en boven GHG*

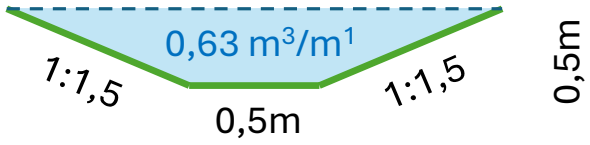
*Berging in inspectieputten*

In de berekening is gemakshalve nog géén rekening gehouden met eventueel extra beschikbare berging in inspectieputten, omdat nog niet bekend is hoeveel inspectieputten er precies nodig zijn, welke uitvoering wordt gekozen en waar ze exact komen. Dit vormt onderdeel van het nader uit te werken ontwerp. Gemakshalve kan van circa 0,5 $m^3$ waterberging per put worden uitgegaan. De berging in inspectieputten bedraagt hooguit enkele procenten van de totaal beschikbare berging in het stelsel.

**Kenmerk** R001-1300487LIG-V02-hgm-NL

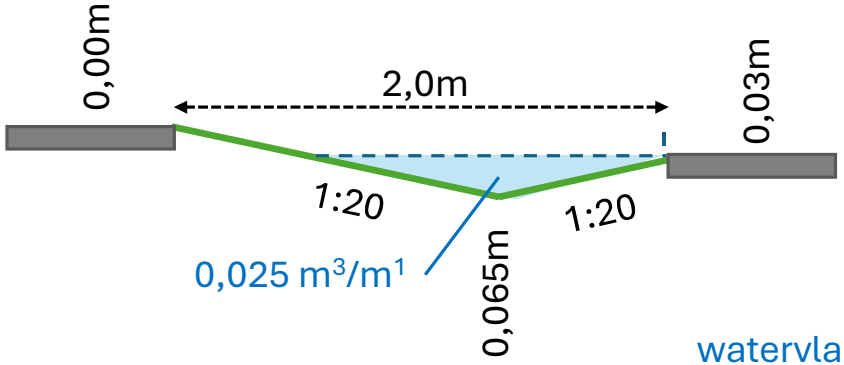
# Bijlage 3 Factsheets met uitwerking waterhuishouding per segment

**Principe greppel Prov. Gelderland**




(630 L/m¹)

**Principe verlaagde middenberm**

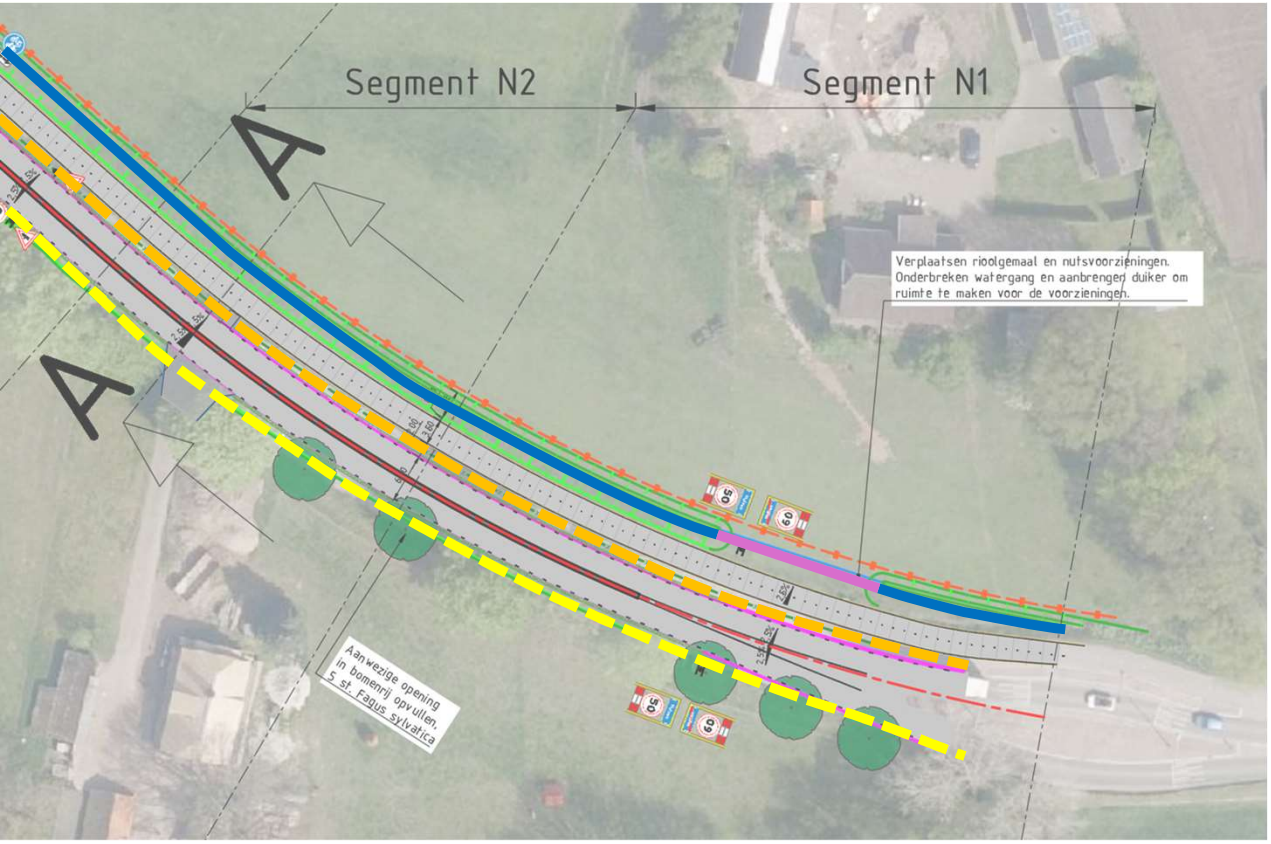



watervlak:
0,035 m diep
1,4 m breed
(25 L/m¹)

# Segmenten deeltracé Noord (N1 t/m N21)

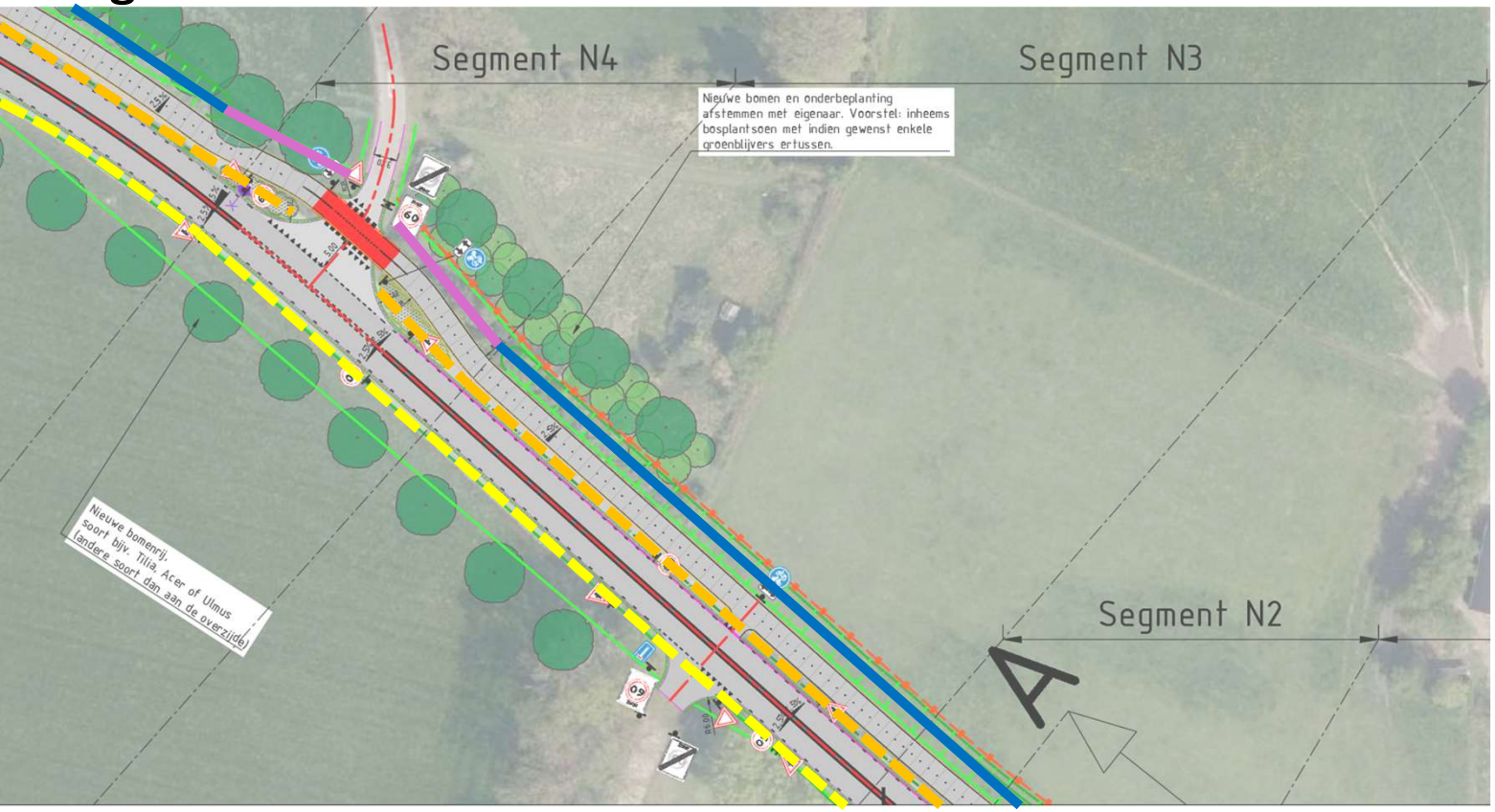
| Segment | Kilometrage (km) | Lengte (m) |
|---|---|---|
| N1 | 9,75 - 9,84 | 88 |
| N2 | 9,84 - 9,89 | 49 |
| N3 | 9,89 - 9,97 | 77 |
| N4 | 9,97 - 10,01 | 41 |
| N5 | 10,01 - 10,21 | 195 |
| N6 | 10,21 - 10,38 | 167 |
| N7 | 10,38 - 10,45 | 73 |
| N8 | 10,45 - 10,59 | 136 |
| N9 | 10,59 - 10,66 | 75 |
| N10 | 10,66 - 10,73 | 76 |
| N11 | 10,73 - 10,91 | 185 |
| N12 | 10,91 - 11,00 | 87 |
| N13 | 11,00 - 11,06 | 61 |
| N14 | 11,06 - 11,14 | 82 |
| N15 | 11,14 - 11,24 | 105 |
| N16 | 11,24 - 11,38 | 143 |
| N17 | 11,38 - 11,43 | 50 |
| N18 | 11,43 - 11,71 | 284 |
| N19 | 11,71 - 11,84 | 125 |
| N20 | 11,84 - 11,89 | 48 |
| N21 | 11,89 - 12,20 | 304 |

# Segment N1 & N2



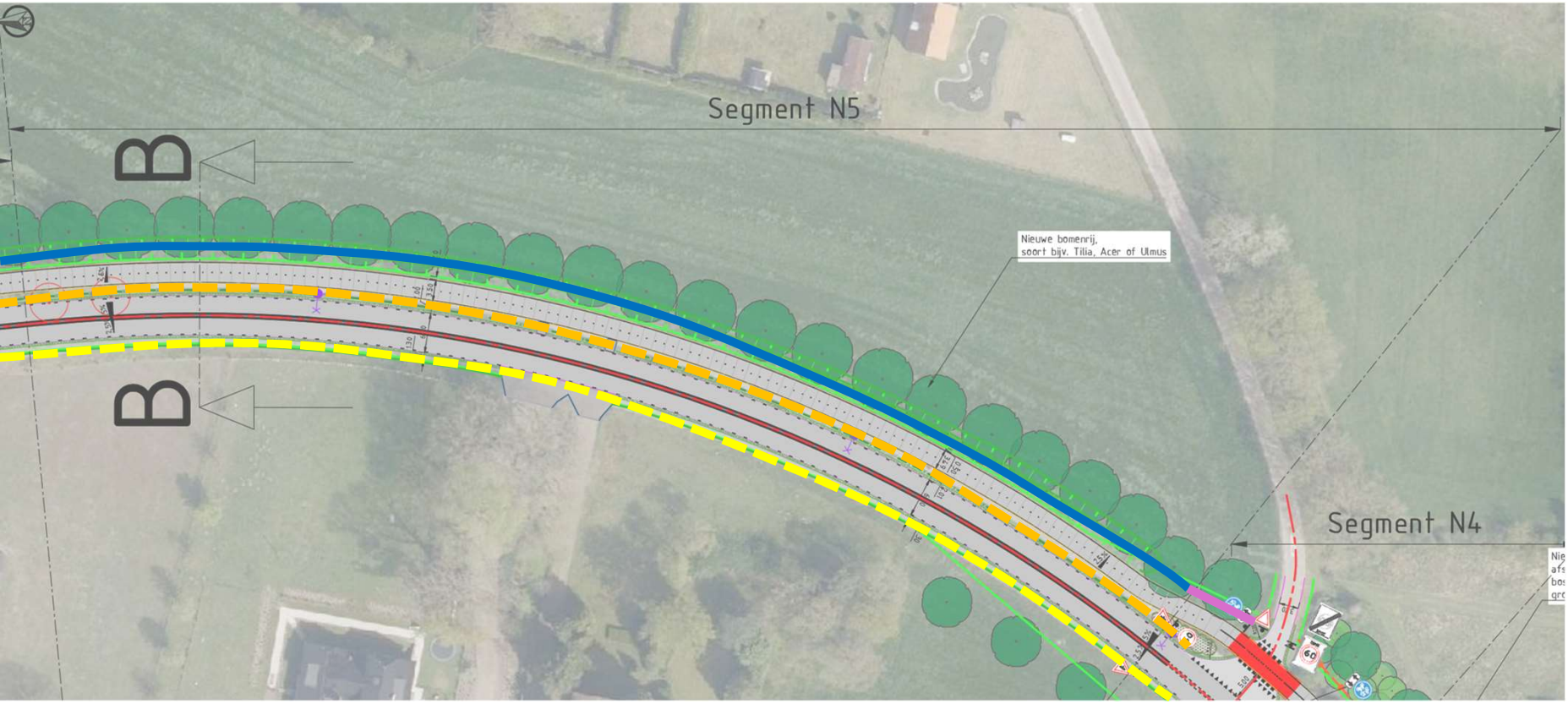

- M1: Laagte tussen hoofdrijbaan en fietspad
- M2: Principe greppel Gelderland
- M3: Leggerwatergang waterschap
- M4: Verlaagd maaiveld met aansluiting op aangrenzende greppel of watergang
- M5: Afstroming naar bestaand lager maaiveld of greppel
- M6: Zo breed mogelijke greppel met diepte-infiltratie
- M7: Molgoot + kolken via HWA-riool naar greppel, watergang of wadi
- M8: Molgoot + kolken aansluiten op diepte-infiltratieput
- M9: IT-stelsel ø700 mm

# Segment N3 & N4



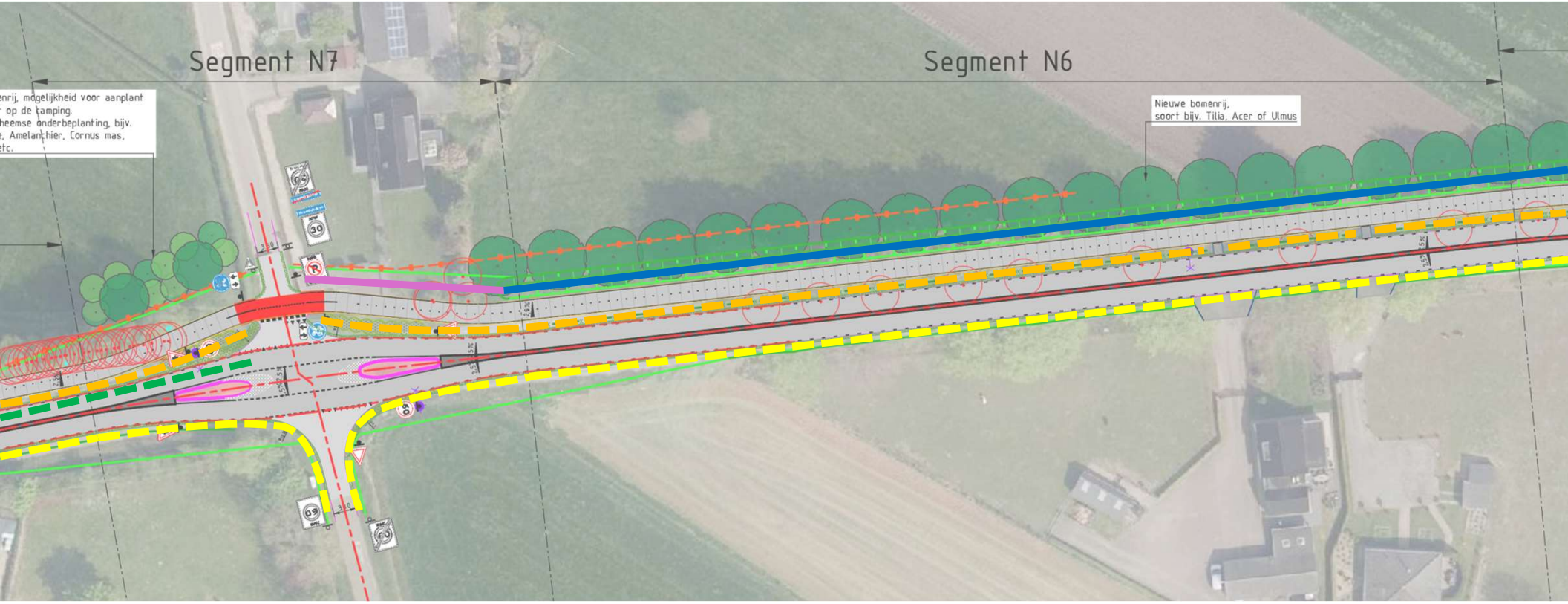

- M1: Laagte tussen hoofdrijbaan en fietspad
- M2: Principe greppel Gelderland
- M3: Leggerwatergang waterschap
- M4: Verlaagd maaiveld met aansluiting op aangrenzende greppel of watergang
- M5: Afstroming naar bestaand lager maaiveld of greppel
- M6: Zo breed mogelijke greppel met diepte-infiltratie
- M7: Molgoot + kolken via HWA-riool naar greppel, watergang of wadi
- M8: Molgoot + kolken aansluiten op diepte-infiltratieput
- M9: IT-stelsel ø700 mm

# Segment N5



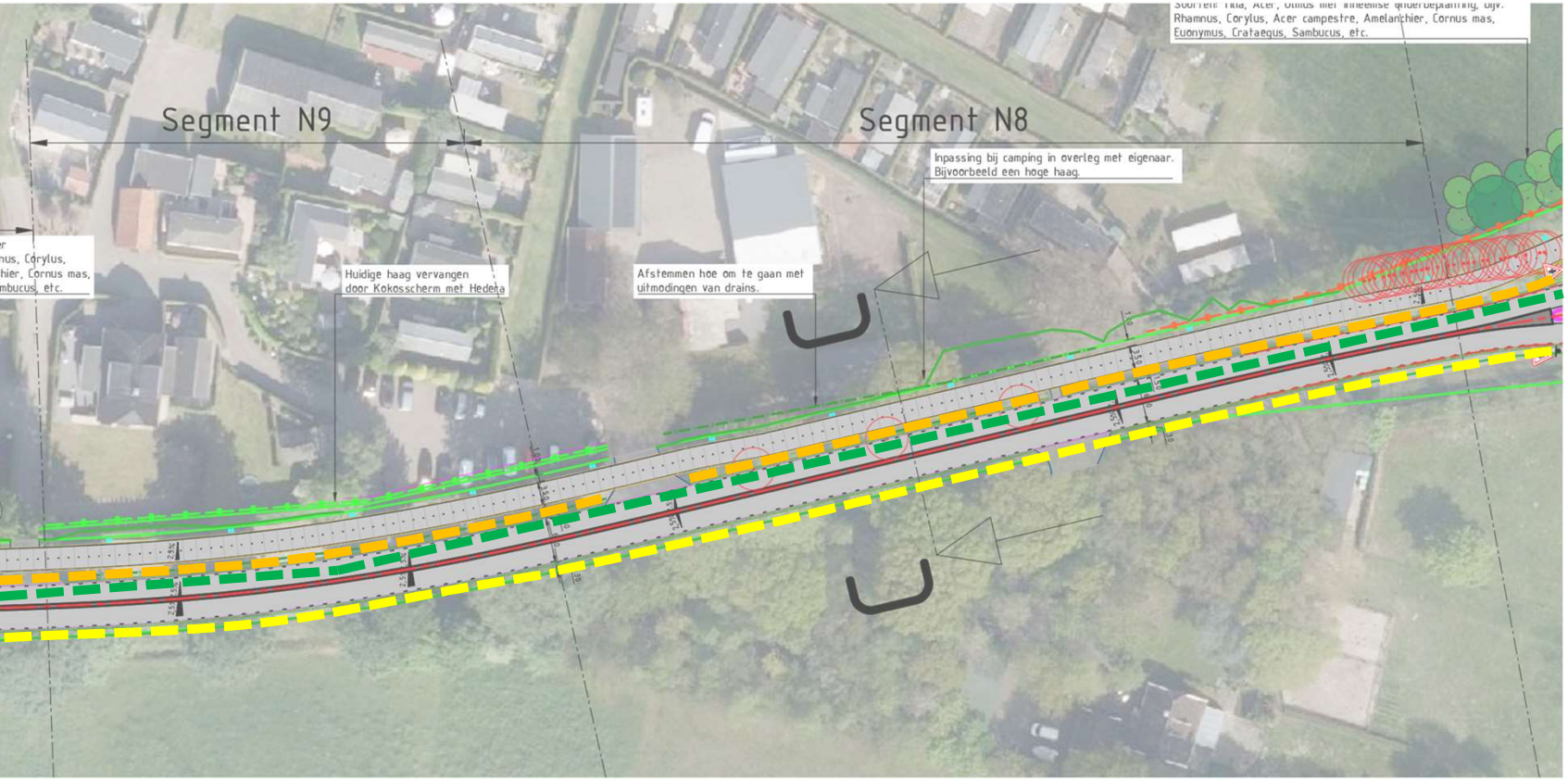

- M1: Laagte tussen hoofdrijbaan en fietspad
- M2: Principe greppel Gelderland
- M3: Leggerwatergang waterschap
- M4: Verlaagd maaiveld met aansluiting op aangrenzende greppel of watergang
- M5: Afstroming naar bestaand lager maaiveld of greppel
- M6: Zo breed mogelijke greppel met diepte-infiltratie
- M7: Molgoot + kolken via HWA-riool naar greppel, watergang of wadi
- M8: Molgoot + kolken aansluiten op diepte-infiltratieput
- M9: IT-stelsel ø700 mm

# Segment N6 & N7



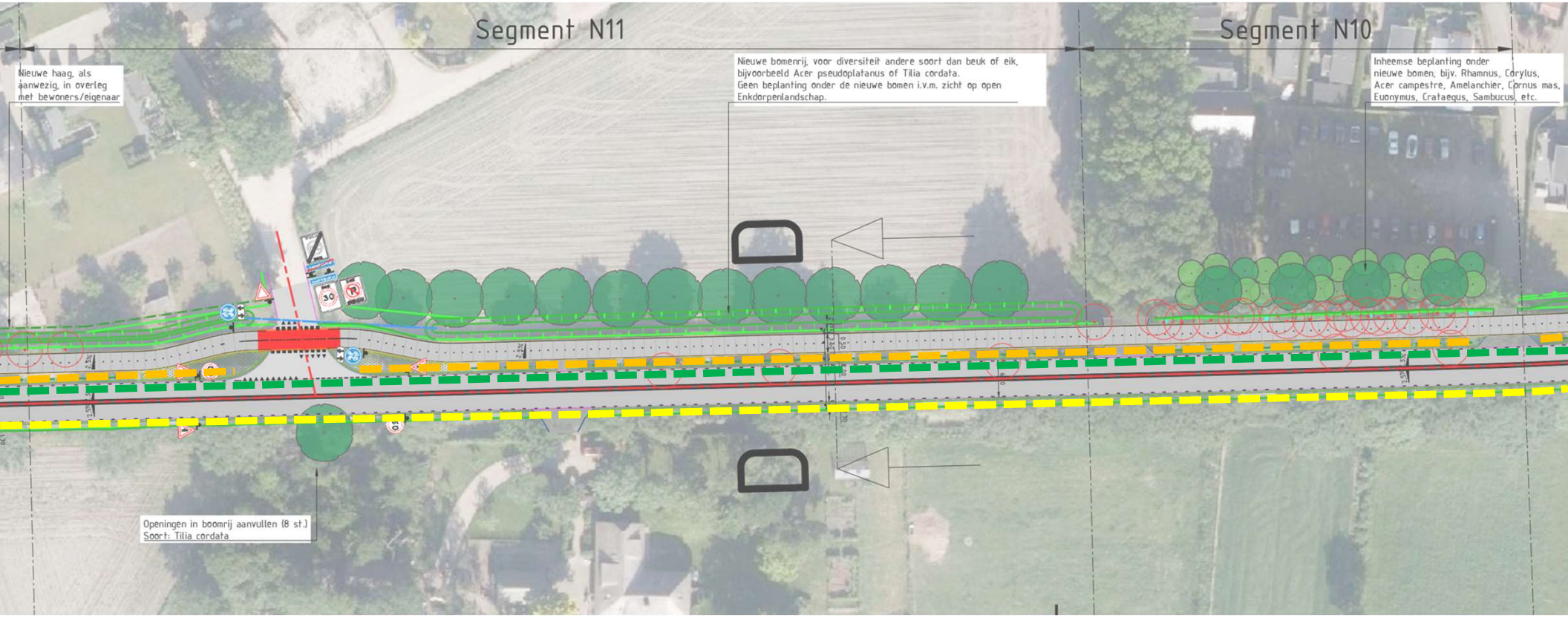

- M1: Laagte tussen hoofdrijbaan en fietspad
- M2: Principe greppel Gelderland
- M3: Leggerwatergang waterschap
- M4: Verlaagd maaiveld met aansluiting op aangrenzende greppel of watergang
- M5: Afstroming naar bestaand lager maaiveld of greppel
- M6: Zo breed mogelijke greppel met diepte-infiltratie
- M7: Molgoot + kolken via HWA-riool naar greppel, watergang of wadi
- M8: Molgoot + kolken aansluiten op diepte-infiltratieput
- M9: IT-stelsel ø700 mm

# Segment N8 & N9



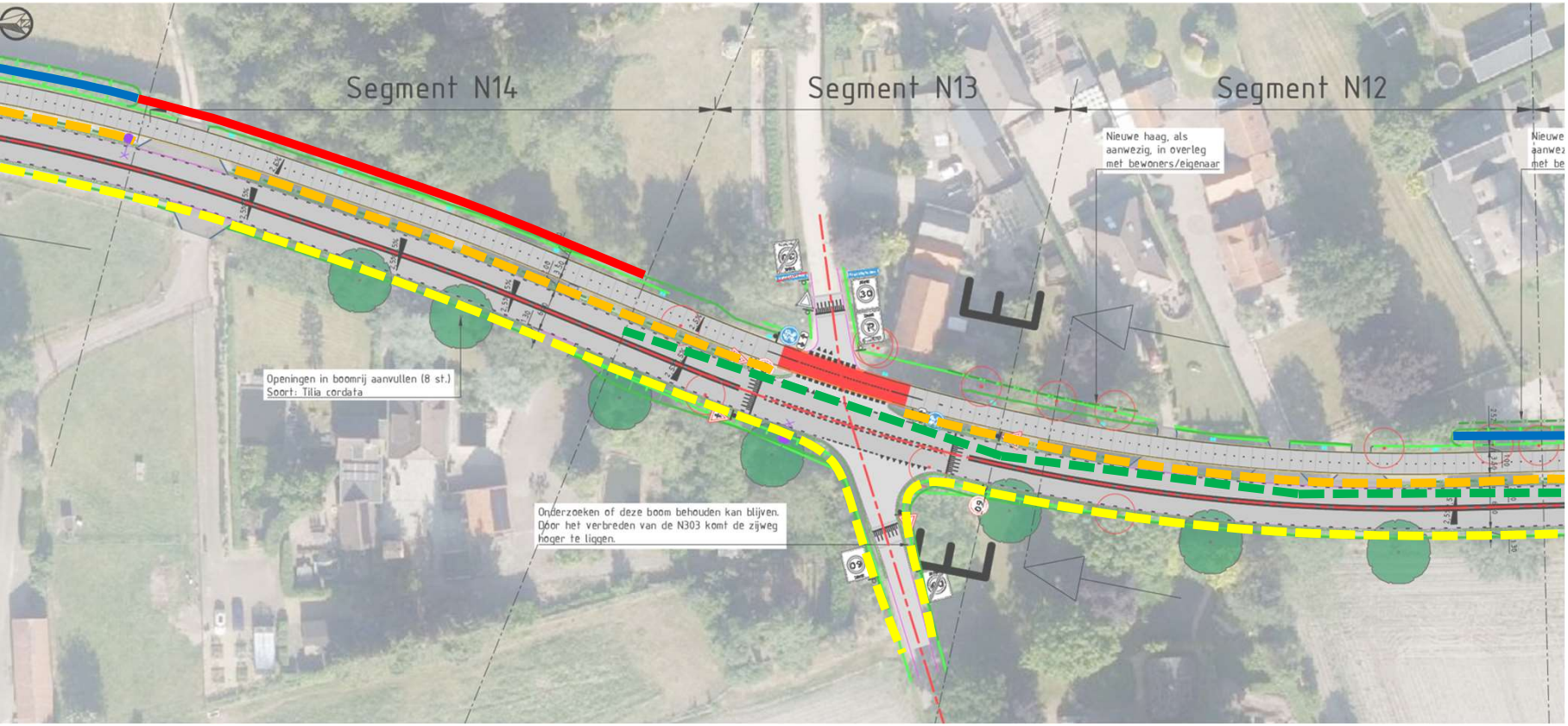

- M1: Laagte tussen hoofdrijbaan en fietspad
- M2: Principe greppel Gelderland
- M3: Leggerwatergang waterschap
- M4: Verlaagd maaiveld met aansluiting op aangrenzende greppel of watergang
- M5: Afstroming naar bestaand lager maaiveld of greppel
- M6: Zo breed mogelijke greppel met diepte-infiltratie
- M7: Molgoot + kolken via HWA-riool naar greppel, watergang of wadi
- M8: Molgoot + kolken aansluiten op diepte-infiltratieput
- M9: IT-stelsel ø700 mm

# Segment N10 & N11



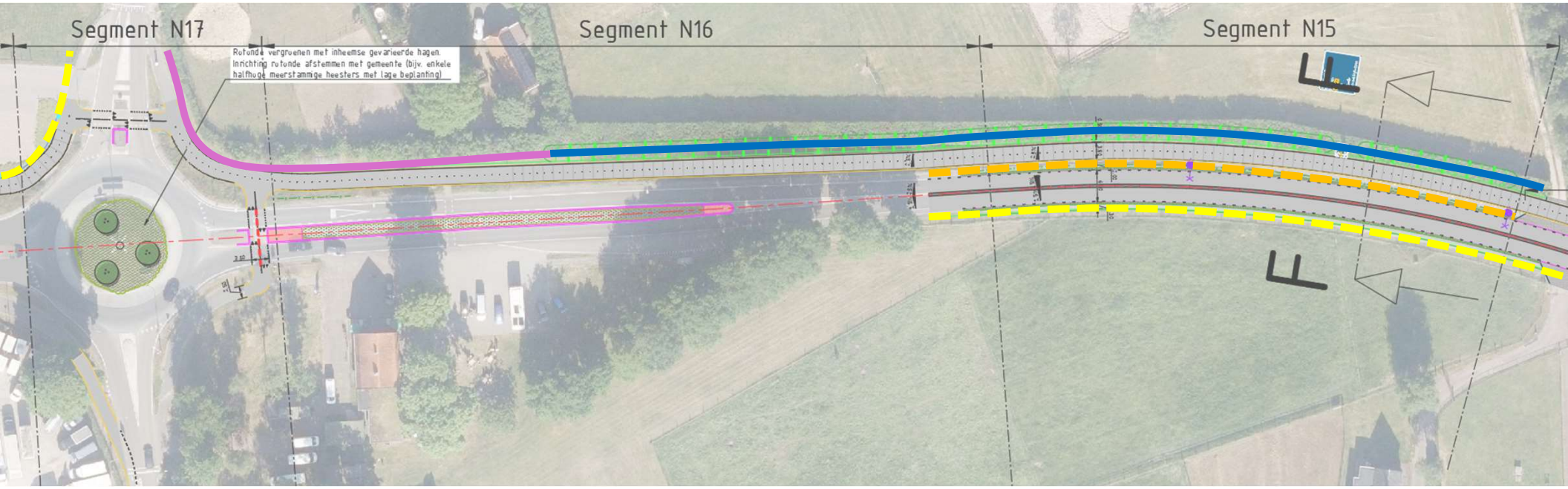

- M1: Laagte tussen hoofdrijbaan en fietspad
- M2: Principe greppel Gelderland
- M3: Leggerwatergang waterschap
- M4: Verlaagd maaiveld met aansluiting op aangrenzende greppel of watergang
- M5: Afstroming naar bestaand lager maaiveld of greppel
- M6: Zo breed mogelijke greppel met diepte-infiltratie
- M7: Molgoot + kolken via HWA-riool naar greppel, watergang of wadi
- M8: Molgoot + kolken aansluiten op diepte-infiltratieput
- M9: IT-stelsel ø700 mm

# Segment N12, N13 & N14



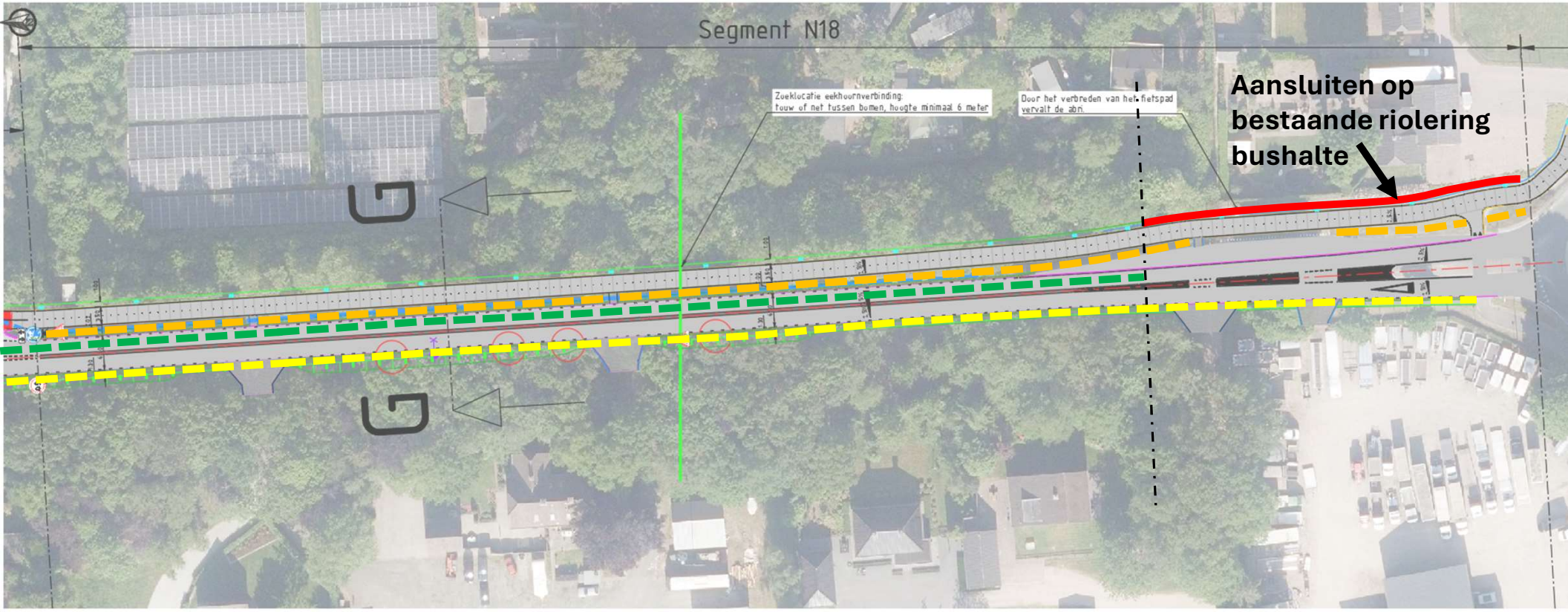

- M1: Laagte tussen hoofdrijbaan en fietspad
- M2: Principe greppel Gelderland
- M3: Leggerwatergang waterschap
- M4: Verlaagd maaiveld met aansluiting op aangrenzende greppel of watergang
- M5: Afstroming naar bestaand lager maaiveld of greppel
- M6: Zo breed mogelijke greppel met diepte-infiltratie
- M7: Molgoot + kolken via HWA-riool naar greppel, watergang of wadi
- M8: Molgoot + kolken aansluiten op diepte-infiltratieput
- M9: IT-stelsel ø700 mm

# Segment N15, N16 & N17



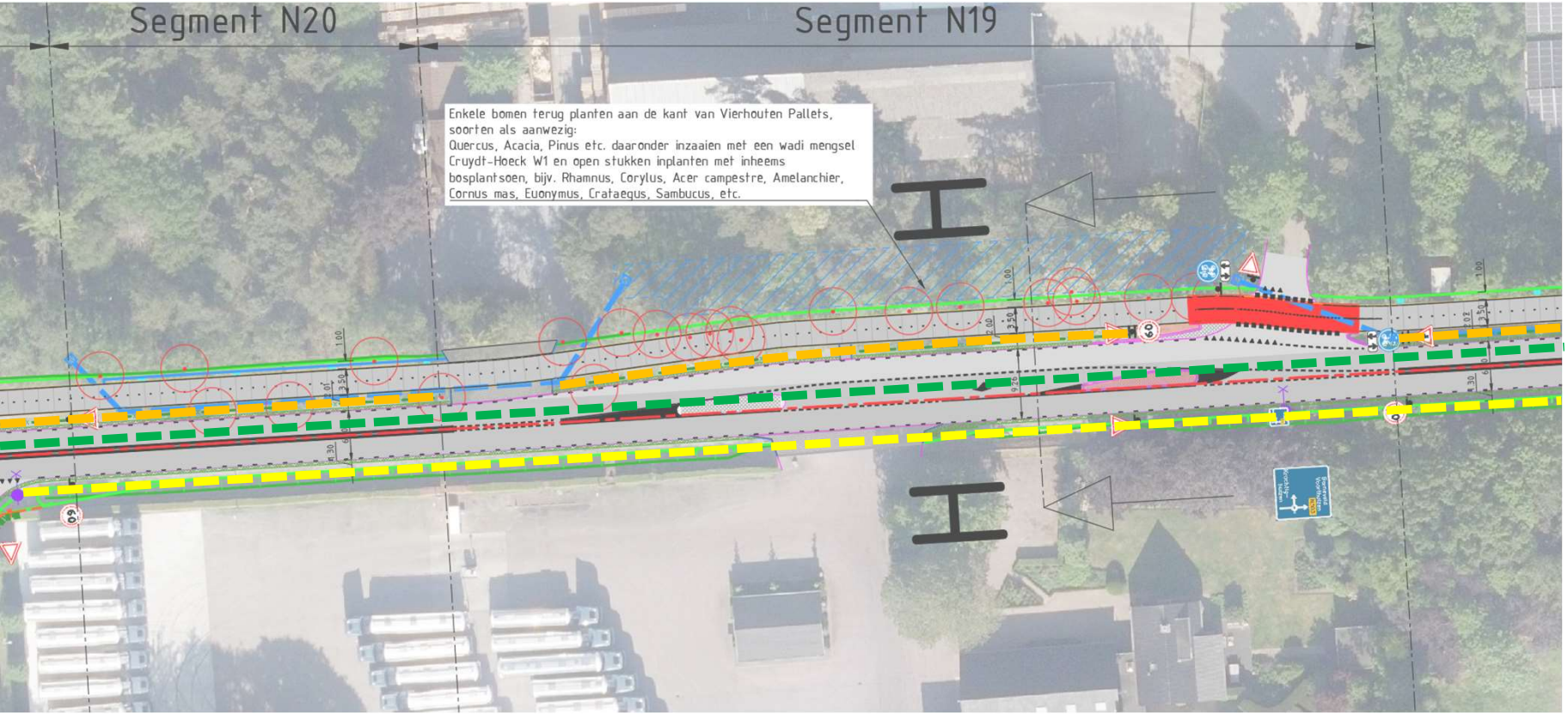

- M1: Laagte tussen hoofdrijbaan en fietspad
- M2: Principe greppel Gelderland
- M3: Leggerwatergang waterschap
- M4: Verlaagd maaiveld met aansluiting op aangrenzende greppel of watergang
- M5: Afstroming naar bestaand lager maaiveld of greppel
- M6: Zo breed mogelijke greppel met diepte-infiltratie
- M7: Molgoot + kolken via HWA-riool naar greppel, watergang of wadi
- M8: Molgoot + kolken aansluiten op diepte-infiltratieput
- M9: IT-stelsel ø700 mm

# Segment N18



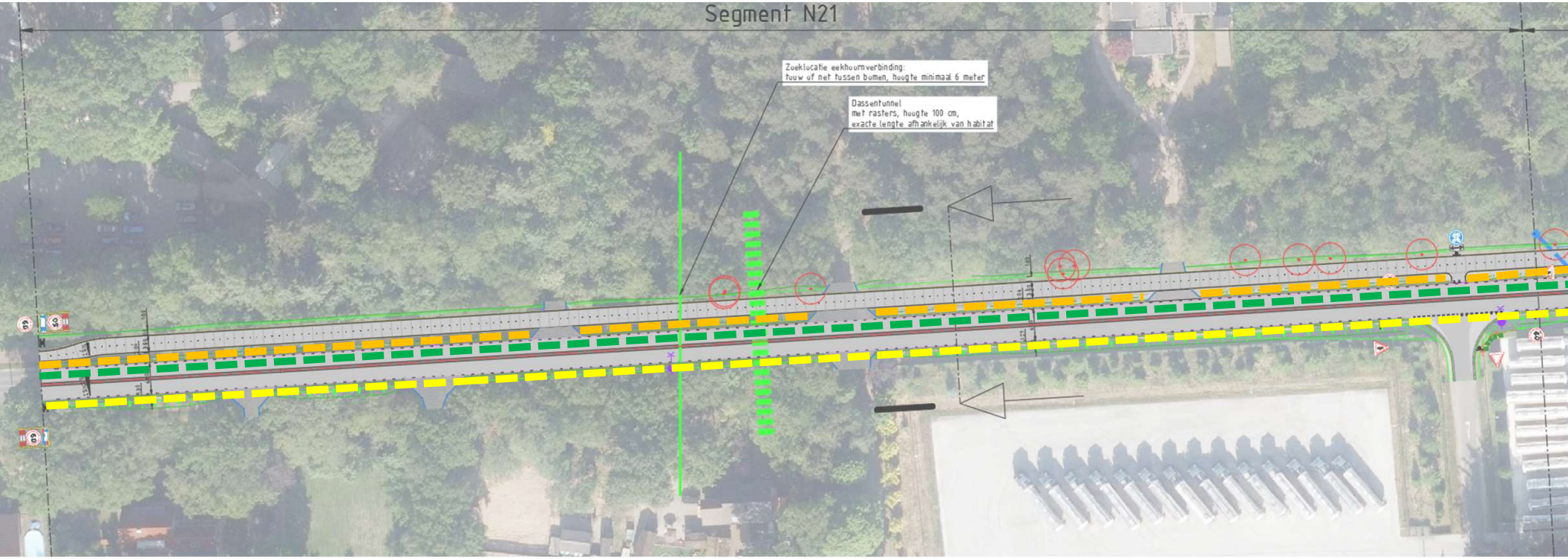

- M1: Laagte tussen hoofdrijbaan en fietspad
- M2: Principe greppel Gelderland
- M3: Leggerwatergang waterschap
- M4: Verlaagd maaiveld met aansluiting op aangrenzende greppel of watergang
- M5: Afstroming naar bestaand lager maaiveld of greppel
- M6: Zo breed mogelijke greppel met diepte-infiltratie
- M7: Molgoot + kolken via HWA-riool naar greppel, watergang of wadi
- M8: Molgoot + kolken aansluiten op diepte-infiltratieput
- M9: IT-stelsel ø700 mm

# Segment N19 & N20




- M1: Laagte tussen hoofdrijbaan en fietspad
- M2: Principe greppel Gelderland
- M3: Leggerwatergang waterschap
- M4: Verlaagd maaiveld met aansluiting op aangrenzende greppel of watergang
- M5: Afstroming naar bestaand lager maaiveld of greppel
- M6: Zo breed mogelijke greppel met diepte-infiltratie
- M7: Molgoot + kolken via HWA-riool naar greppel, watergang of wadi
- M8: Molgoot + kolken aansluiten op diepte-infiltratieput
- M9: IT-stelsel ø700 mm

# Segment N21

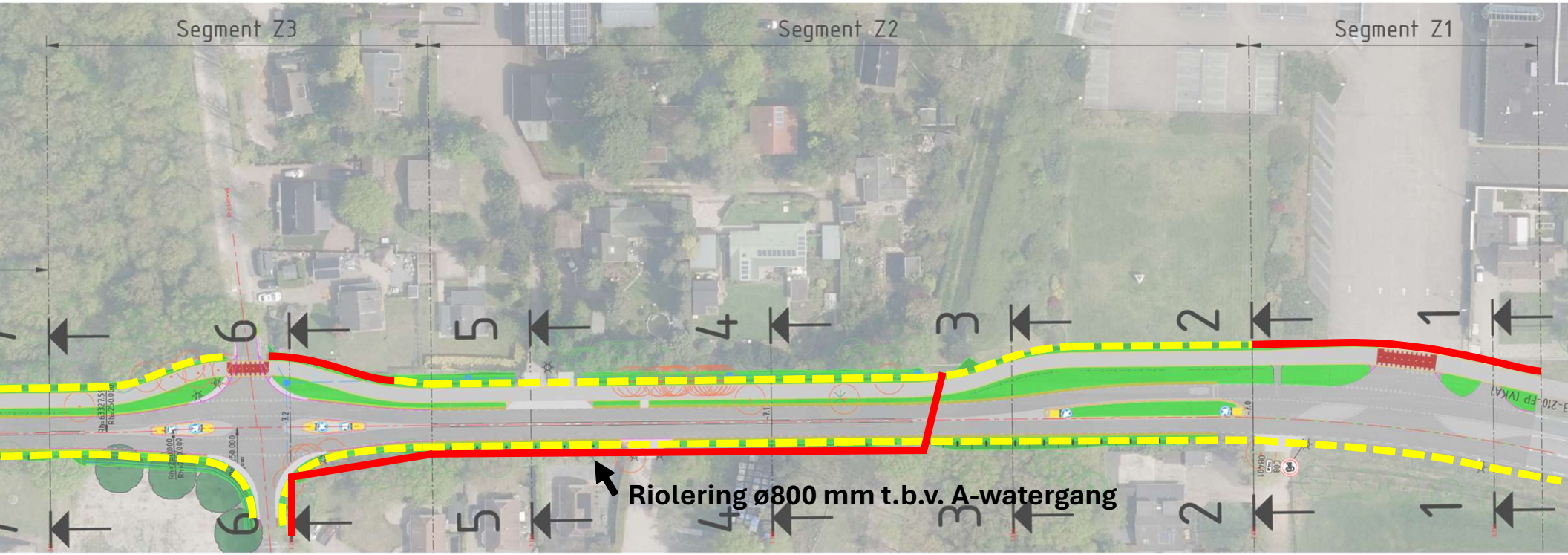



- M1: Laagte tussen hoofdrijbaan en fietspad
- M2: Principe greppel Gelderland
- M3: Leggerwatergang waterschap
- M4: Verlaagd maaiveld met aansluiting op aangrenzende greppel of watergang
- M5: Afstroming naar bestaand lager maaiveld of greppel
- M6: Zo breed mogelijke greppel met diepte-infiltratie
- M7: Molgoot + kolken via HWA-riool naar greppel, watergang of wadi
- M8: Molgoot + kolken aansluiten op diepte-infiltratieput
- M9: IT-stelsel ø700 mm

# Segmenten deeltracé Zuid (Z1 t/m N14)

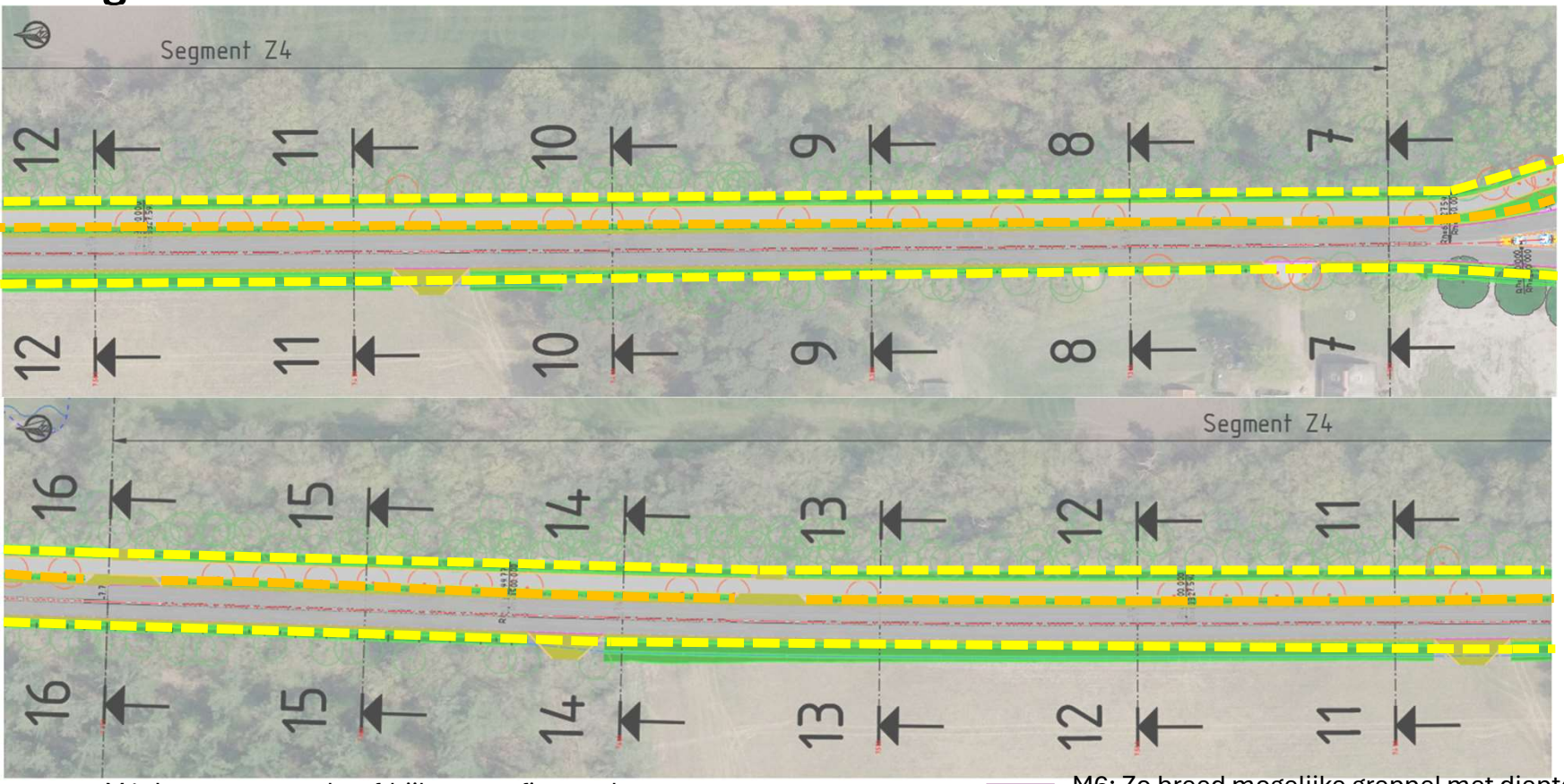
| Segment | Kilometrage (km) | Lengte (m) |
|---|---|---|
| Z1 | 6,94 - 7,00 | 60 |
| Z2 | 7,00 - 7,17 | 171 |
| Z3 | 7,17 - 7,25 | 79 |
| Z4 | 7,25 - 7,70 | 450 |
| Z5 | 7,70 - 7,90 | 200 |
| Z6 | 7,90 - 8,00 | 100 |
| Z7 | 8,00 - 8,19 | 187 |
| Z8 | 8,19 - 8,43 | 246 |
| Z9 | 8,43 - 8,57 | 145 |
| Z10 | 8,57 - 8,80 | 223 |
| Z11 | 8,80 - 8,85 | 50 |
| Z12 | 8,85 - 8,98 | 137 |
| Z13 | 8,98 - 9,05 | 63 |
| Z14 | 9,05 - 9,25 | 200 |

# Segment Z1, Z2 & Z3




- M1: Laagte tussen hoofdrijbaan en fietspad
- M2: Principe greppel Gelderland
- M3: Leggerwatergang waterschap
- M4: Verlaagd maaiveld met aansluiting op aangrenzende greppel of watergang
- M5: Afstroming naar bestaand lager maaiveld of greppel
- M6: Zo breed mogelijke greppel met diepte-infiltratie
- M7: Molgoot + kolken via HWA-riool naar greppel, watergang of wadi
- M8: Molgoot + kolken aansluiten op diepte-infiltratieput
- M9: IT-stelsel ø700 mm

# Segment Z4

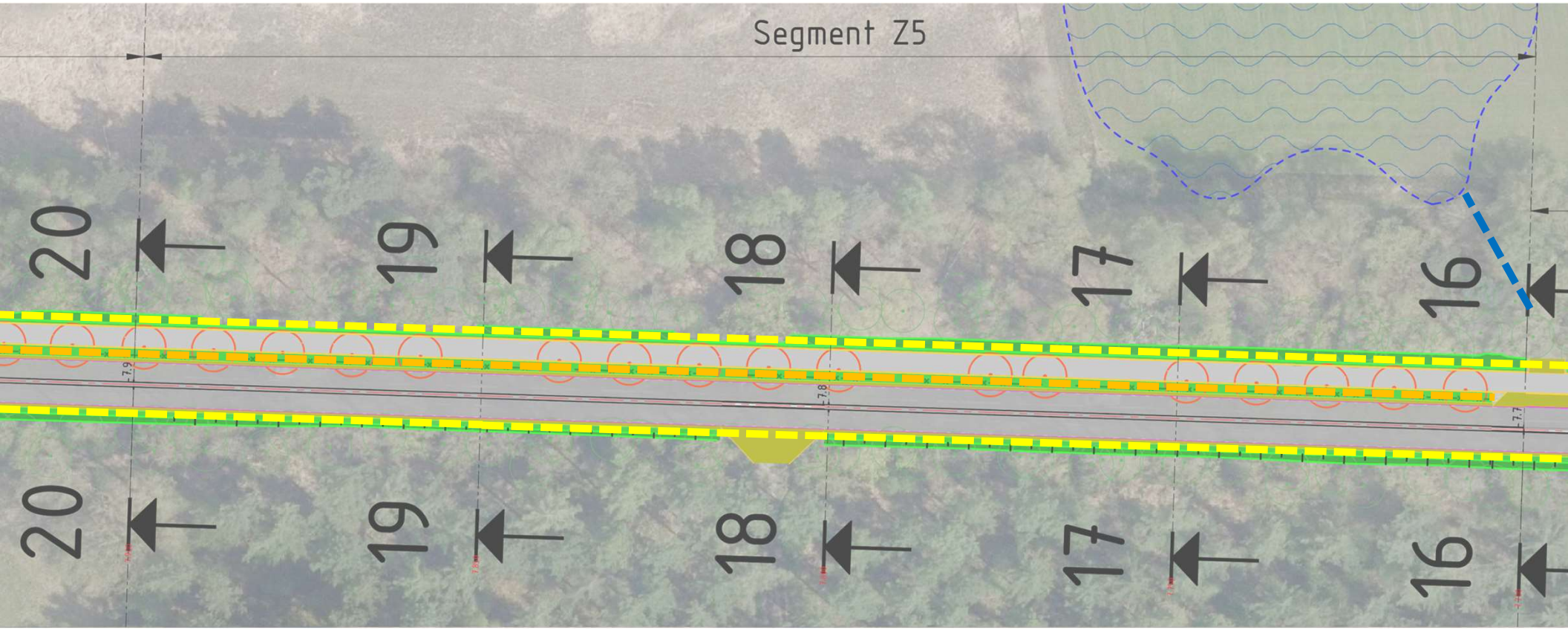






- M1: Laagte tussen hoofdrijbaan en fietspad
- M2: Principe greppel Gelderland
- M3: Leggerwatergang waterschap
- M4: Verlaagd maaiveld met aansluiting op aangrenzende greppel of watergang
- M5: Afstroming naar bestaand lager maaiveld of greppel
- M6: Zo breed mogelijke greppel met diepte-infiltratie
- M7: Molgoot + kolken via HWA-riool naar greppel, watergang of wadi
- M8: Molgoot + kolken aansluiten op diepte-infiltratieput
- M9: IT-stelsel ø700 mm

# Segment Z5




- M1: Laagte tussen hoofdrijbaan en fietspad
- M2: Principe greppel Gelderland
- M3: Leggerwatergang waterschap
- M4: Verlaagd maaiveld met aansluiting op aangrenzende greppel of watergang
- M5: Afstroming naar bestaand lager maaiveld of greppel
- M6: Zo breed mogelijke greppel met diepte-infiltratie
- M7: Molgoot + kolken via HWA-riool naar greppel, watergang of wadi
- M8: Molgoot + kolken aansluiten op diepte-infiltratieput
- M9: IT-stelsel ø700 mm

# Segment Z6 & Z7




- M1: Laagte tussen hoofdrijbaan en fietspad
- M2: Principe greppel Gelderland
- M3: Leggerwatergang waterschap
- M4: Verlaagd maaiveld met aansluiting op aangrenzende greppel of watergang
- M5: Afstroming naar bestaand lager maaiveld of greppel
- M6: Zo breed mogelijke greppel met diepte-infiltratie
- M7: Molgoot + kolken via HWA-riool naar greppel, watergang of wadi
- M8: Molgoot + kolken aansluiten op diepte-infiltratieput
- M9: IT-stelsel ø700 mm

# Segment Z8 & Z9



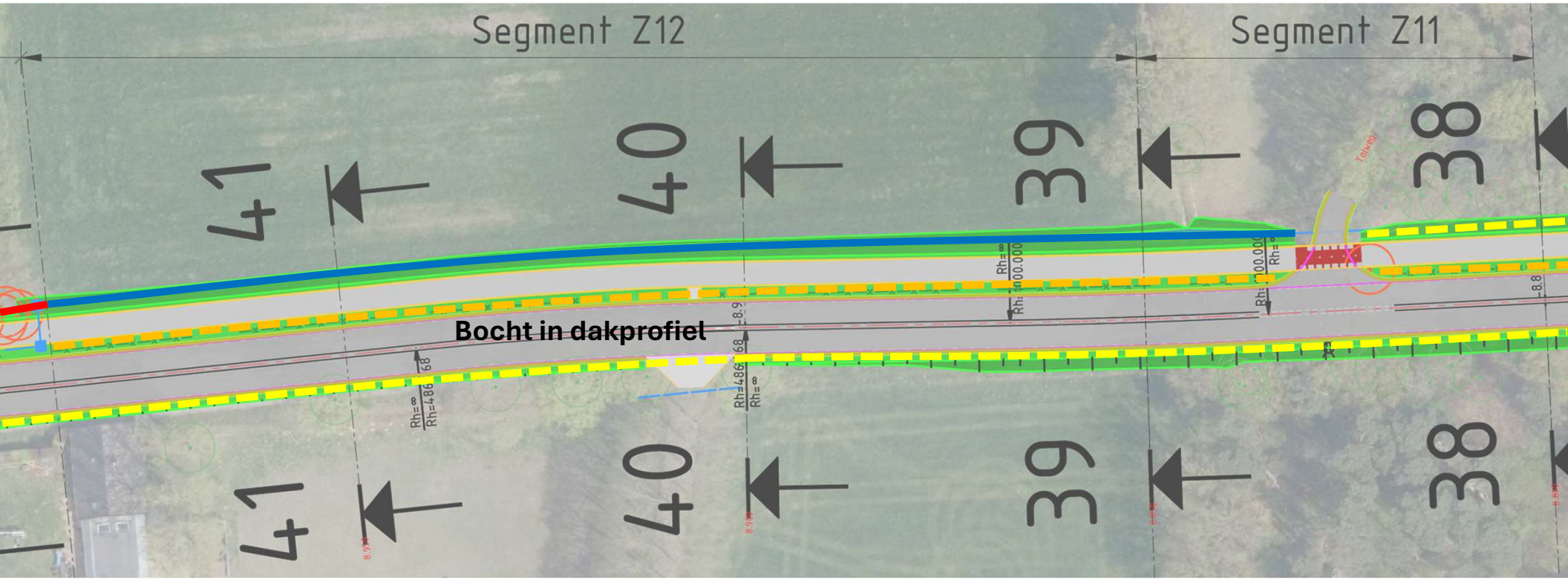

- M1: Laagte tussen hoofdrijbaan en fietspad
- M2: Principe greppel Gelderland
- M3: Leggerwatergang waterschap
- M4: Verlaagd maaiveld met aansluiting op aangrenzende greppel of watergang
- M5: Afstroming naar bestaand lager maaiveld of greppel
- M6: Zo breed mogelijke greppel met diepte-infiltratie
- M7: Molgoot + kolken via HWA-riool naar greppel, watergang of wadi
- M8: Molgoot + kolken aansluiten op diepte-infiltratieput
- M9: IT-stelsel ø700 mm

# Segment Z10



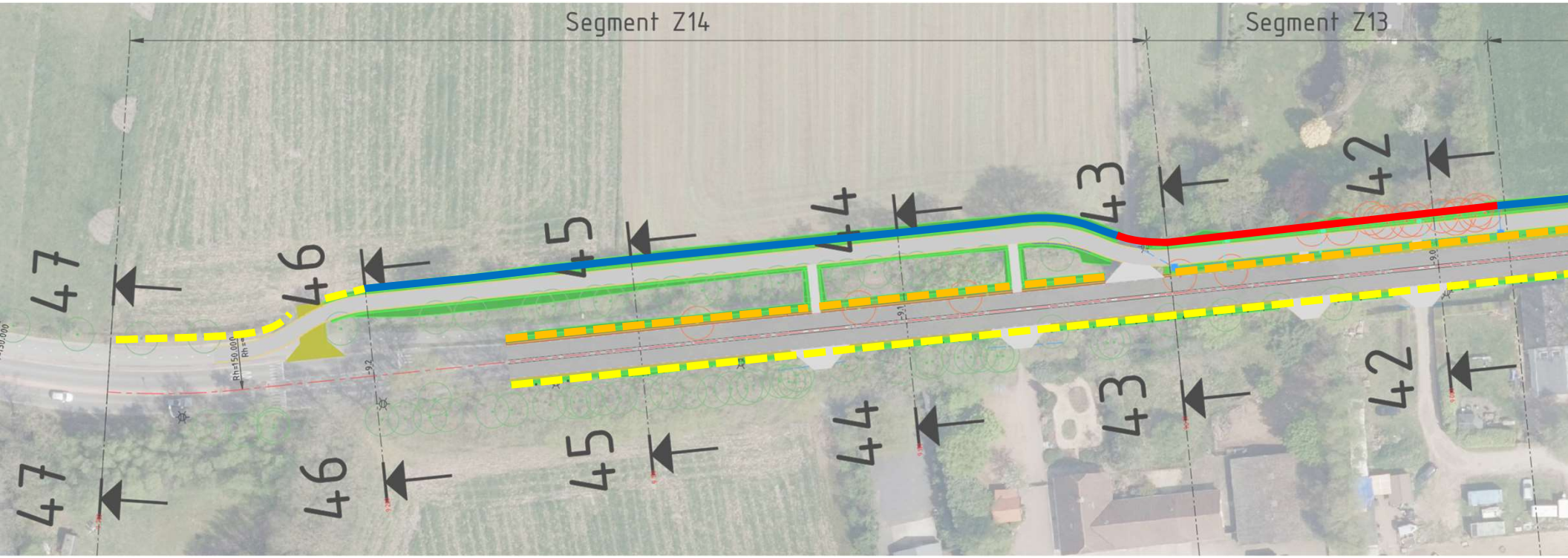

- M1: Laagte tussen hoofdrijbaan en fietspad
- M2: Principe greppel Gelderland
- M3: Leggerwatergang waterschap
- M4: Verlaagd maaiveld met aansluiting op aangrenzende greppel of watergang
- M5: Afstroming naar bestaand lager maaiveld of greppel
- M6: Zo breed mogelijke greppel met diepte-infiltratie
- M7: Molgoot + kolken via HWA-riool naar greppel, watergang of wadi
- M8: Molgoot + kolken aansluiten op diepte-infiltratieput
- M9: IT-stelsel ø700 mm

# Segment Z11 & Z12




- M1: Laagte tussen hoofdrijbaan en fietspad
- M2: Principe greppel Gelderland
- M3: Leggerwatergang waterschap
- M4: Verlaagd maaiveld met aansluiting op aangrenzende greppel of watergang
- M5: Afstroming naar bestaand lager maaiveld of greppel
- M6: Zo breed mogelijke greppel met diepte-infiltratie
- M7: Molgoot + kolken via HWA-riool naar greppel, watergang of wadi
- M8: Molgoot + kolken aansluiten op diepte-infiltratieput
- M9: IT-stelsel ø700 mm

# Segment Z13 & Z14




- M1: Laagte tussen hoofdrijbaan en fietspad
- M2: Principe greppel Gelderland
- M3: Leggerwatergang waterschap
- M4: Verlaagd maaiveld met aansluiting op aangrenzende greppel of watergang
- M5: Afstroming naar bestaand lager maaiveld of greppel
- M6: Zo breed mogelijke greppel met diepte-infiltratie
- M7: Molgoot + kolken via HWA-riool naar greppel, watergang of wadi
- M8: Molgoot + kolken aansluiten op diepte-infiltratieput
- M9: IT-stelsel ø700 mm

# Faunapassage

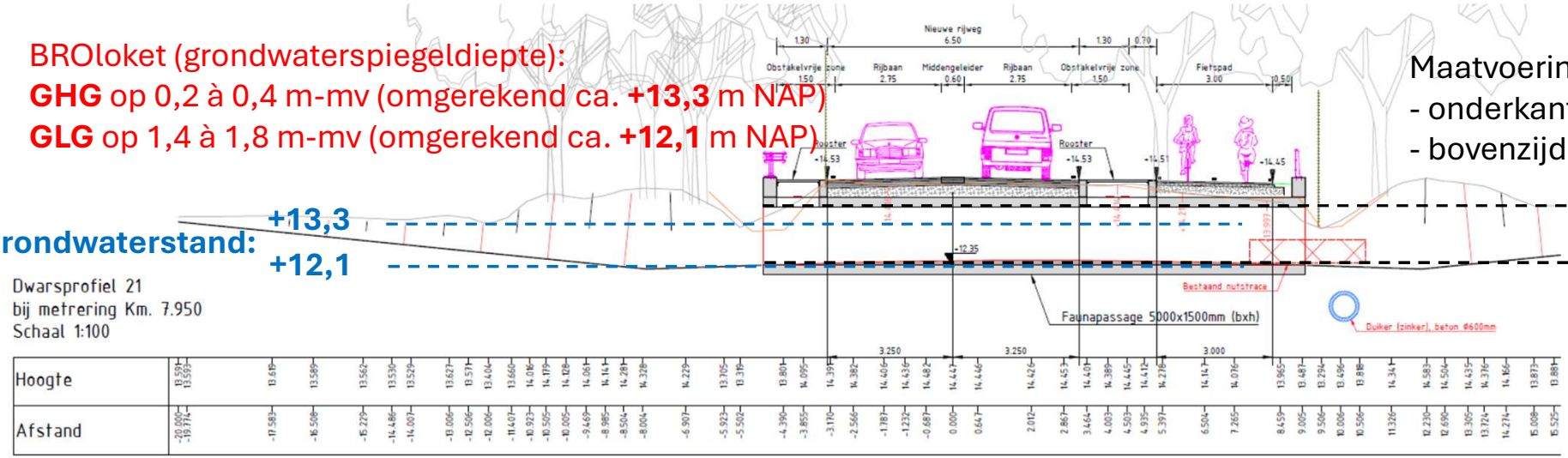
BROloket (grondwaterspiegeldiepte):
**GHG** op 0,2 à 0,4 m-mv (omgerekend ca. **+13,3** m NAP)
**GLG** op 1,4 à 1,8 m-mv (omgerekend ca. **+12,1** m NAP)

Maatvoering binnenzijde
- onderkant dek
- bovenzijde vloer

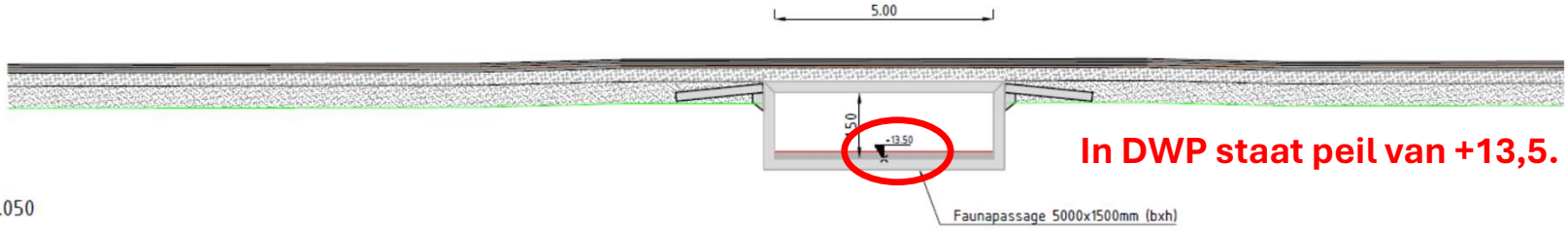
**Grondwaterstand:** **+13,3** / **+12,1**

**+13,85**

**+12,35**




Dwarsprofiel 21
bij metrering Km. 7.950
Schaal 1:100




**In DWP staat peil van +13,5. Klopt niet?!?!**

Dwarsprofiel 21a
bij metrering Km. 0.050
Schaal 1:100

