

# **Inrichtingsplan Geleenbeek/ Rode Beek**

Definitief

Waterschap Roer en Overmaas

Sweco Nederland B.V.  
Arnhem, 24 mei 2016

# Verantwoording

**Titel** : Inrichtingsplan Geleenbeek/  
Rode Beek

**Subtitel** :

**Projectnummer** : 344157

**Referentienummer** : SWNL-0184908


**Revisie** : D2.0

**Datum** : 24 mei 2016


**Auteur(s)** : ir. [redacted] ing. [redacted]

**E-mail adres** : [redacted]@sweco.nl

**Gecontroleerd door** : ing. [redacted]

**Paraaf gecontroleerd** :  [redacted]

**Goedgekeurd door** : ing. [redacted]

**Paraaf goedgekeurd** :  [redacted]

**Contact** : Sweco Nederland B.V.  
Velperweg 26  
6824 BJ Arnhem  
Postbus 485  
6800 AL Arnhem  
T +31 88 811 66 00  
F +31 30 310 04 14  
www.sweco.nl

# Inhoudsopgave

|      |   |    |
|------|---|----|
| 1    | Aanleiding en doel .....                                      | 5  |
| 1.1  | Aanleiding .....  | 5  |
| 1.2  | Doel.....   | 6  |
| 1.3  | Aandachtspunten .....   | 6  |
| 2    | Aanpak en uitgangspunten .....                                | 10 |
| 2.1  | Aanpak ontwerpproces .....                                    | 10 |
| 2.2  | Beschikbare afvoergegevens.....                               | 11 |
| 2.3  | Benodigd debiet en ontwerp vispassage .....                   | 12 |
| 2.4  | Benodigd debiet Poolmolen .....                               | 15 |
| 2.5  | Benodigd debiet Vloedgraaf.....                               | 15 |
| 2.6  | Beschikbaar debiet Rode Beek (benedenstrooms) .....           | 15 |
| 2.7  | Ecologie .....  | 16 |
| 2.8  | Regionale wateroverlast .....                                 | 16 |
| 2.9  | Hoogwaterveiligheid.....                                      | 17 |
| 2.10 | Ontwerp kades .....   | 18 |
| 2.11 | Beheer en onderhoud .....                                     | 18 |
| 3    | Variantenstudie Geleenbeek.....                               | 19 |
| 3.1  | Overzicht scoring varianten .....                             | 19 |
| 3.2  | Keuze uit te werken variant.....                              | 19 |
| 3.3  | Variantenbeschrijving.....                                    | 20 |
| 3.4  | Scoring varianten .....                                       | 24 |
| 4    | Ontwerpen per deelgebied.....                                 | 44 |
| 4.1  | Deelgebieden .....  | 44 |
| 4.2  | Normering per kade .....                                      | 44 |
| 4.3  | Ontwerp Geleenbeek bovenstrooms Poolmolen .....               | 44 |
| 4.4  | Ontwerp Geleenbeek Poolmolen tot afsplitsing Körbusch .....   | 46 |
| 4.5  | Ontwerp Geleenbeek door Körbusch .....                        | 48 |
| 4.6  | Ontwerp afsplitsing Körbusch tot Baakhoven .....              | 50 |
| 4.7  | Ontwerp Geleenbeek nabij Baakhoven .....                      | 50 |
| 4.8  | Ontwerp Geleenbeek Oud Roosteren tot sifon Julianakanaal..... | 51 |
| 4.9  | Ontwerp Rode Beek.....  | 56 |
| 5    | Ontwerp vispassage .....                                      | 63 |
| 5.1  | Waterverdeling .....  | 63 |
| 5.2  | Uitgangspunten en ontwerpeisen .....                          | 63 |
| 5.3  | Huidige situatie .....  | 63 |
| 5.4  | Varianten .....   | 66 |
| 5.5  | Uitwerking voorkeursvariant.....                              | 66 |
| 6    | Conditionerende onderzoeken.....                              | 72 |
| 6.1  | Algemeen .....  | 72 |
| 6.2  | Bodem .....   | 72 |
| 6.3  | Archeologie .....   | 73 |
| 6.4  | Cultuurhistorie .....   | 74 |

|      |                                  |    |
|------|----------------------------------|----|
| 6.5  | Niet gesprongen explosieven..... | 75 |
| 6.6  | Vergunningenbeheerplan.....      | 75 |
| 6.7  | Planologische analyse .....      | 76 |
| 6.8  | Kabels en leidingenplan.....     | 76 |
| 6.9  | Quick scan Ecologie .....        | 77 |
| 6.10 | Ecologisch werkplan .....        | 78 |
| 6.11 | Bomentoets .....                 | 79 |

|             |   |
|-------------|---|
| Bijlage 1:  | Vergunningenbeheerplan                            |
| Bijlage 2:  | Plan Vastgoed/Grondverwerving                     |
| Bijlage 3:  | Plan Kabels en Leidingen derden                   |
| Bijlage 4:  | Historisch Bodemonderzoek                         |
| Bijlage 5:  | Vooronderzoek Niet Gesprongen Explosieven         |
| Bijlage 6:  | Inventarisatie te verwijderen beplanting          |
| Bijlage 7:  | Ecologische Quicksan                              |
| Bijlage 8:  | Ecologisch werkprotocol                           |
| Bijlage 9:  | Archeologische bureaustudie                       |
| Bijlage 10: | Planologische analyse                             |
| Bijlage 11: | Ontwerptekeningen                                 |
| Bijlage 12: | Kostenraming                                      |
| Bijlage 13: | Notitie afvoeranalyse Vloedgraaf                  |
| Bijlage 14: | Notitie bepaling benodigde kruinhoogte Geleenbeek |
| Bijlage 15: | Overzicht kadehoogtes projectgebied               |
| Bijlage 16: | Ontwerptekening brug Oud-Roosteren                |
| Bijlage 17: | Meetreeksen stuw Millen                           |
| Bijlage 18: | Resultaten modelberekeningen vistrap stuw Millen  |

# 1 Aanleiding en doel

## 1.1 Aanleiding

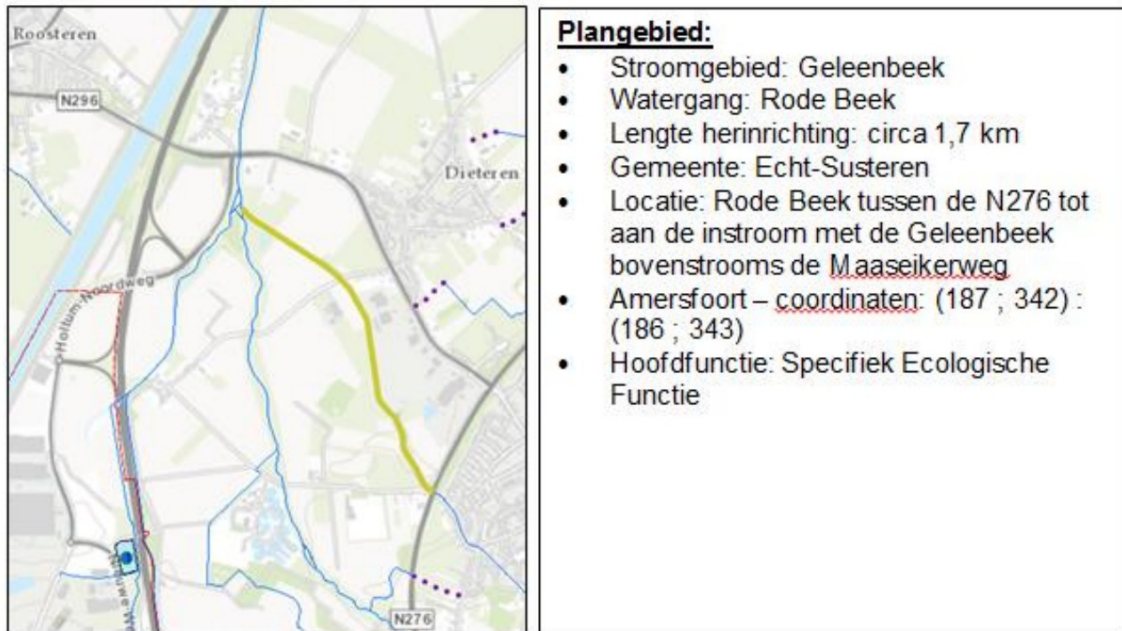
De huidige grotendeels in tegels gelegene Geleenbeek tussen de Oude Rijksweg N276 en de sifon bij het Julianakanaal voldoet niet aan de eisen met betrekking tot de specifiek ecologische functie en de Europese Kaderrichtlijn Water. De beek staat daarom in de planning van het waterschap om heringericht te worden in de periode 2016-2021. In totaal gaat het om circa 6,5 km.



Figuur 1: tracé Geleenbeek tussen Oude Rijksweg N276 en sifon Julianakanaal

Voor de Rode Beek vanaf Millen tot aan de samenkomst met de Geleenbeek en Vloedgraaf geldt hetzelfde als voor de bovenbeschreven Geleenbeek. De Rode Beek tussen de N276 en de samenkomst met de Geleenbeek en Vloedgraaf wordt als deelproject versneld opgepakt en de herinrichting is voorzien in 2016 (zie tracé figuur 2).

Naast de ecologische doelstellingen ligt er binnen beide genoemde stroomgebieden ook een opgave om te gaan voldoen aan de Normering Regionale Wateroverlast en het voorkomen van wateroverlast vanuit de Maas.



Figuur 2: tracé Rode Beek tussen N276 en instroom Geleenbeek

Daarnaast is er een aantal knelpunten die de vrije migratie van vissen in de Geleenbeek alsmede de vrije uitwisseling van vissoorten tussen het Geleenbeekstelsel en de Maas verhinderen.

## 1.2 Doel

Dit rapport beschrijft het Voorlopig Ontwerp (hierna VO te noemen), inclusief benodigde conditionerende onderzoeken, hydraulische berekeningen, maatregelen en kostenraming voor:

- de Geleenbeek tussen de Oude Rijksweg N276 en de sifon bij het Julianakanaal;
- de Rode Beek tussen de N276 en samenkomst met de Geleenbeek;
- de vispassage bij stuw Millen.

## 1.3 Aandachtspunten

### 1.3.1 Hydrologie – voorkomen wateroverlast

Het waterschap heeft zich ten doel gesteld dat wateroverlast in stedelijk gebied wordt voorkomen voor afvoersituaties die eens per 100 jaar voorkomen. Het ambitieniveau van het waterschap gaat daarin zover dat dit beschermingsniveau ook aan individuele bebouwing geboden wordt. Dit ambitieniveau overstijgt lokaal het beschermingsniveau zoals deze wordt vastgelegd in de Provinciale Verordening

Normering Regionale Wateroverlast (bijlage bij artikel 3.3 van de omgevingsverordening Limburg 2014) en is leidend voor het op te stellen VO. Afhankelijk van de gebruiksfunctie geldt voor het landelijk gebied een beschermingsniveau wat varieert tussen 1:25 (agrarische gebruiksfunctie) tot geen normering (natuurfunctie). De normering voor landelijk gebied zoals vastgelegd in de Normering Regionale Wateroverlast is leidend voor het op te stellen VO.

In de huidige situatie wordt binnen het stroomgebied van de Rode Beek, Vloedgraaf en Geleenbeek niet overal aan het gewenste beschermingsniveau voldaan. Met name binnen het gebied ter hoogte van de samenkomst van de drie afzonderlijke beeksystemen vinden in de huidige situatie vanuit de Rode Beek te frequent inundaties plaats. Lokaal treedt ook inundatie vanuit de Geleenbeek op. Bij de herinrichting van de Vloedgraaf zijn hoge kades gerealiseerd, zodat vanuit de Vloedgraaf geen inundatie meer plaats kan vinden. Een ander knelpunt wordt gevormd door de bestaande sifon van de Geleenbeek onder het Julianakanaal. Deze levert in de bestaande situatie te veel opstuwning en draagt daarmee bij aan de wateroverlastproblematiek.

### 1.3.2 Variantenstudie deeltracé Katsbek - Baakhoven

De Geleenbeek moet vanwege de verbreding van de A2 gedeeltelijk verlegd worden (zie figuur 1, tracé tussen A-B). Voor de verlegging van het tracé tussen A en B zijn meerdere varianten mogelijk. Om een keuze te maken tussen de varianten is een variantenstudie uitgevoerd. Deze is beschreven in hoofdstuk 3.

Belangrijke aandachtspunten die verder van belang zijn voor de uit te voeren variantenstudie en het op te stellen VO voor dit deeltracé zijn:

- naast het sifon onder het Julianakanaal wordt in het kader van het project Corridor Geleenbeekdal mogelijk een extra duiker door het kanaal aangelegd. De afvoercapaciteit neemt hierdoor toe. In de toekomst leidt dit tot mogelijk lagere waterstanden. Vanwege onzekerheid over uitvoering van project Corridor en dat het project Geleenbeek/Rode Beek mogelijk eerder wordt uitgevoerd, is gekozen voor een worst case benadering waarbij het ontwerp getoetst wordt op basis van de huidige situatie bij de sifon;
- de Geleenbeek tussen Katsbek en de samenkomst met de Rode Beek en Vloedgraaf hoeft niet optrekbaar te zijn voor vissen (zie toelichting onder paragraaf 2.4);
- uitgangspunt is dat de huidige onderdoorgang van de Oude Geleenbeek onder de A2 gehandhaafd moet blijven. In het kader van de ontwikkeling van het bedrijventerrein Holtum Noord III is de Oude Geleenbeek verlegd, parallel langs de westkant van de A2. De huidige onderdoorgang onder de A2 moet daarom gehandhaafd blijven ten behoeve van de afwatering van de Oude Geleenbeek. Dit betekent dat het gedeelte van de Geleenbeek ten oosten van de A2 vanaf Baakhoven tot aan de samenkomst met de Vloedgraaf ten alle tijden haar afvoerfunctie moet blijven behouden en derhalve niet opgeheven kan worden;
- inzicht in mogelijke consequenties grondwatersysteem en/of lokale ontwatering;
- uitgangspunt voor het VO is het ruimtebeslag van de A2 ná verbreding. Een verbreding van de A2 wordt in oostelijke richting gerealiseerd (waar nu de Geleenbeek ligt).
- Rijkswaterstaat heeft een inrichtingsvisie voor de A2 opgesteld. Het op te stellen VO moet passen binnen deze visie. Gedurende het project zal afstemming met Rijkswaterstaat gezocht worden om zorg te dragen voor een breed gedragen ontwerp dat past binnen de visie van de A2 voor de trajecten waar de Geleenbeek parallel aan de A2 ligt. We brengen voor RWS in kaart wat de consequenties zijn van het realiseren van een beschermingsniveau van 1:1250 voor de A2;
- indien als alternatief voor het tracé tussen A en B gekozen wordt voor een tracé door het Körbusch, dan zal zoveel mogelijk rekening gehouden moeten worden met de bestaande grondposities van WRO;
- het gebied waar de toekomstige verlegging van de Geleenbeek wordt gerealiseerd, ligt gedeeltelijk binnen het Grondwaterbeschermingsgebied Roosteren. Dit resulteert mogelijk in aanvullende randvoorwaarden/eisen, bijvoorbeeld het toepassen van een bodemafdichting;
- er dient kritisch gekeken te worden naar het beschermingsniveau van Holtum Noord en welke mogelijke maatregelen er genomen moeten worden om invulling te geven aan het gewenste beschermingsniveau (1:100). De maatregelen hoeven niet per definitie uit de aanleg van kades te bestaan.

### 1.3.3 Ecologie - morfologie & vismigratie

Benedenstrooms van de stuw Millen is de Geleenbeek over een groot traject genormaliseerd, met grotendeels door tegels vastgelegde waterbodems en oevers. De beek heeft dus een civiel-technische inrichting en voldoet daarmee niet aan de randvoorwaarden met betrekking tot de doelstellingen voor een beek met een specifiek ecologische functie en de Europese Kaderrichtlijn Water.

Voor de Rode Beek vanaf Millen tot aan de samenkomst met de Geleenbeek en Vloedgraaf geldt hetzelfde als voor de bovenbeschreven Geleenbeek. De Rode Beek voldoet niet aan de randvoorwaarden met betrekking tot de doelstellingen voor een beek met een specifiek ecologische functie en de Europese Kaderrichtlijn Water.

In het stroomgebied van de Geleenbeek benedenstrooms van Millen bevinden zich bovendien een aantal vismigratieknelpunten.

Vismigratieknelpunten in de Geleenbeek zijn:

- 1) monding Geleenbeek / Oude Maas in Stevolplas, Ohé en Laak;
- 2) drempel in sifon Julianakanaal, Ophoven;
- 3) Poolmolen, Holtum;
- 4) meetgoot, Sittard/Millen;
- 5) stuw Millen.

De aanwezigheid van bovengenoemde knelpunten verhindert de vrije migratie van vissen in de Geleenbeek alsmede de vrije uitwisseling van vissoorten tussen het Geleenbeeksysteem en de Maas.

Het bewerkstelligen van een ongestoorde migratie van vissen is een belangrijke beleidsdoelstelling op Europees (KRW), landelijk (BeNeLux-beschikking) en provinciaal niveau (Provinciaal Waterplan 2016-2021). De daadwerkelijke ontwikkeling van de potentiële vis fauna in het Geleenbeek/Vloedgraaf-systeem valt of staat met het realiseren van vrije vismigratie binnen beide beken. De visstand is momenteel als gevolg van historische ingrepen (mijnwaterlozingen, normalisaties, aanbrengen betonnen bodem) slecht ontwikkeld. Herstel van de vis fauna zal voor een belangrijk deel moeten plaatsvinden vanuit de Maas.

De Vloedgraaf is tot aan stuw Millen reeds geheel vrij optrekbaar. Wat betreft de knelpunten in de Geleenbeek zijn de twee meest benedenstrooms gesitueerde barrières de monding Oude Maas en de drempel in de sifon). Voor beiden knelpunten zijn maatregelen op een gedetailleerd niveau uitgewerkt in het project Corridor Geleenbeekdal (gezamenlijk opdrachtgeverschap Rijkswaterstaat en Waterschap Roer en Overmaas 2014-2016). Wat resteert zijn knelpunten in de Geleenbeek bij de Poolmolen (figuur 1, locatie C) en meetgoot, en in de Vloedgraaf nabij stuw Millen. Het oplossen van deze barrières is van essentieel belang om de ontwikkeling van de potentiële vis fauna in de Geleenbeek daadwerkelijk vorm te geven én om de reeds gemaakte en nog te maken financiële investeringen met betrekking tot de knelpunten monding Oude Maas en drempel sifon geen desinvesteringen te laten zijn. Bij een eerste analyse van de drie overgebleven knelpunten blijkt dat de meest rendabele en kansrijke oplossing gezocht moet worden in de aanleg van een vispassage ter plaatse van de stuw Millen. De passage vormt een verbinding tussen de Vloedgraaf benedenstrooms stuw Millen en de Geleenbeek bovenstrooms stuw Millen. Met deze vispassage is optrekbaarheid via de Vloedgraaf naar de Geleenbeek gegarandeerd en zijn de drie knelpunten opgeheven.

### 1.3.4 Waterverdeling

De Rode Beek ontspringt op de Brunssummerheide en stroomt via Schinveld, Jabeek en de Duitse Selfkant richting Millen. De Geleenbeek ontspringt in het Zuid-Limburgs Heuvelland bij Heerlen en stroomt via Geleen en Sittard noordwaarts. Bij Millen komen beide beken dicht bij elkaar. De stuwen bij Millen zijn een essentieel element in het watersysteem van de Rode beek, de Vloedgraaf en de Geleenbeek (zie figuur 3 voor schematisatie). De stuwen zijn in 1987 aangelegd en hebben als doel te zorgen voor een verdeling van de afvoeren over de Geleenbeek, de Vloedgraaf en de Rode beek. De stuwen werken momenteel zodanig dat:

- het water van de Rode Beek via de Vloedgraaf wordt afgevoerd (het benedenstroomse deel van de Rode Beek krijgt daardoor op dit moment geen water);
- het water van de Geleenbeek tot ca. 1200 l/sec wordt doorgelaten naar het benedenstroomse deel van de Geleenbeek en afgevoerd naar de Poolmolen. Het meerdere wordt afgevoerd via de Vloedgraaf.



Figuur 3: waterverdeling en vismigratie bij Geleenbeek-Vloedgraaf ter hoogte van stuw Millen

Het ontwerp van de vistrap en de waterverdeling staat beschreven in hoofdstuk 5.



# Aanpak en uitgangspunten

## 2.1 Aanpak ontwerpproces

Het VO is tot stand gekomen op basis van een helder stappenplan. Onderscheid is te maken in procesmatige en inhoudelijke aspecten.

### Van grof naar fijn

Voor het opstellen van de voorlopige ontwerpen, voor de Geleenbeek (traject N276 tot sifon onder Julianakanaal), Rode Beek (traject N276 tot samenkomst Geleenbeek en Vloedgraaf) en vispassage stuw Millen, is gewerkt van grof naar fijn. Cruciaal hierin zijn de hydraulische berekeningen. De eerste ontwerpideeën zijn getoetst op basis van analytische berekeningen. Naar mate het ontwerp verder vorderde zijn met Sobek voor diverse scenario's waterstanden berekend. In eerste instantie met Sobek 1D en uiteindelijk met 1D2D waarbij de dynamische berging in het watersysteem is meegenomen.

### Variantenstudie deeltracé Katsbek-Baakhoven

Voor de Geleenbeek is voor het deeltracé Katsbek-Baakhoven eerst een variantenstudie uitgewerkt. De resultaten hiervan zijn in hoofdstuk 3 beschreven. Vervolgens zijn op basis van geografie en eenduidige systeemkenmerken overige deelgebieden onderscheiden (zie hoofdstuk 4).

### Totstandkoming uitgangspunten

De uitgangspunten zijn gebaseerd op de bij de aanvraag verstrekte documenten. Aanvullende afspraken zijn gemaakt in de expertsessie met betrokken hydrologen en ecologen van Waterschap Roer en Overmaas en Grontmij dat op 30 april 2015 heeft plaatsgevonden.

Deze uitgangspunten zijn in paragraaf 2.2 t/m 2.10 inhoudelijk beschreven.

### Gehanteerde rekenscenario's

Waterschap Roer en Overmaas heeft een Sobek 1D2D model van het stroomgebied van de Geleenbeek beschikbaar gesteld. Het waterschap heeft hierin de gewijzigde situatie bij Holtum-Noord verwerkt. Daarnaast heeft het waterschap cases aangedragen met de verschillende hoogwatersituaties. De wateropgave regionale wateroverlast heeft het waterschap bepaald met de tijdreeksmethode. Om de effecten van de ontwerpen te toetsen heeft het waterschap een geschikte representatieve situatie afgeleid voor T=25 en T=100. De waterstanden voor scenario's bij hoogwater in de Maas zijn afgeleid uit het WAQUA-model voor de Maas. In WAQUA is een lateraal debiet opgenomen voor de Geleenbeek op het instroompunt in de Maas. Deze afvoer is gecorreleerd aan de T=250 en T=1250 afvoersituaties op de Maas, maar bevat dus alleen informatie over de monding en niet hoe de afvoeren afkomstig zijn van de verschillende zijbeken. De verdeling over deze beken is afgeleid uit afvoergegevens van de beken en bovenstrooms aan de verschillende beken opgelegd. WRO heeft modelcases of afvoerreeksen aangeleverd voor de scenario's hoogwater Maas T=250 en T=1250.

**Tabel 1: gehanteerde rekenscenario's**

|                                   | Scenario's | Afvoer beken                       | Waterstand Maas | Rekenmethode | instrumentarium          |
|-----------------------------------|------------|------------------------------------|-----------------|--------------|--------------------------|
| Ecologische rvw bij lage afvoeren | 1          | Basis-afvoer                       | NAP +20,90m     | stationair   | Analytisch / Sobek 1D    |
| Regionale water-overlast          | 2          | T=25 (onbebouwd)                   | NAP +20,90m     | Dynamisch    | Analytisch / Sobek 1D/2D |
|                                   | 3          | T=100 (bebouwing)                  | NAP +20,90m     | Dynamisch    | Analytisch / Sobek 1D/2D |
| Waterveiligheid (Maas)            | 4          | Gecorreleerde afvoerpiek uit WAQUA | T=250           | Dynamisch    | Sobek1D/2D               |
|                                   | 5          | Gecorreleerde afvoerpiek uit WAQUA | T=1250          | Dynamisch    | Sobek1D/2D               |

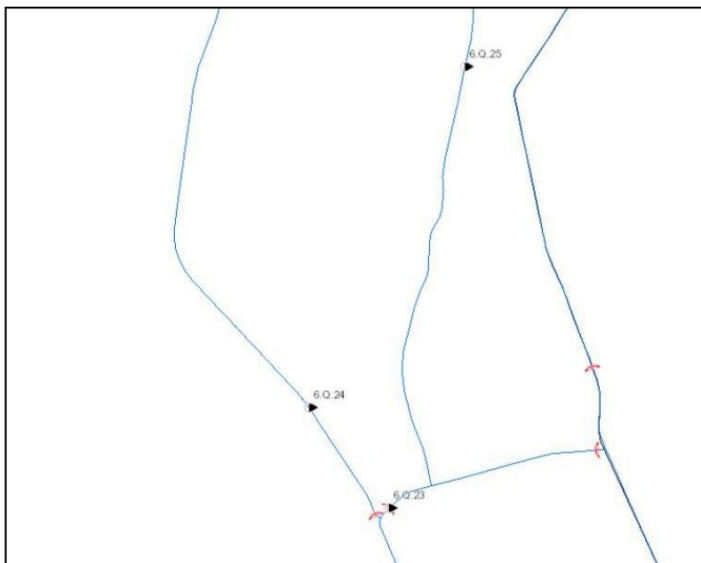
In het kader van het project 'corridor Geleenbeekdal' zijn aanvullend twee scenario's doorgerekend, waarbij een hoogwatergolf op de Maas (T=50) samenvalt met een T=100 afvoergolf op de Geleenbeek. Bij de twee scenario's valt in scenario 2.1 (benaming overgenomen van project 'corridor Geleenbeekdal') de afvoerpiek op de Geleenbeek voor het hoogwater op de Maas, in scenario 2.2 vallen de pieken tegelijkertijd. De scenario's uit het project Corridor Geleenbeekdal zijn ook voor de voorontwerpen van de Rode beek en Geleenbeek doorgerekend om inzicht te verschaffen voor de gevoeligheid van met name de kadehoogtes in het benedenstroomse gedeelte voor deze situaties.

**Tabel 2: gehanteerde rekenscenario's "corridor Geleenbeekdal"**

|                        |     |  |      |           |            |
|------------------------|-----|--|------|-----------|------------|
| Waterveiligheid (Maas) | 2.1 | T=100 (bebouwing),   | T=50 | Dynamisch | Sobek1D/2D |
|                        | 2.2 | T=100 (bebouwing), piek verschoven, zodat deze samenvalt met hoog water Maas | T=50 | Dynamisch | Sobek1D/2D |

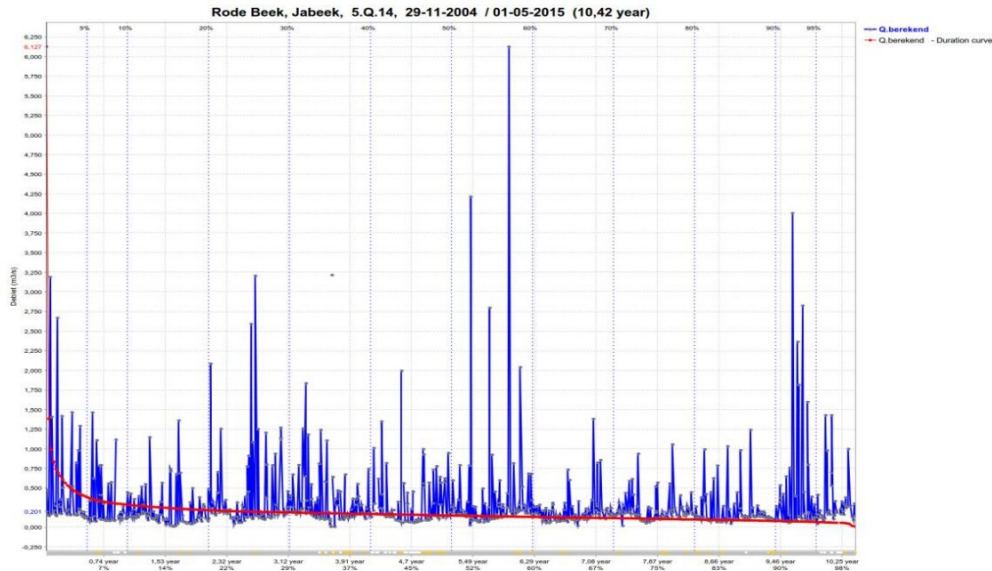
## 2.2 Beschikbare afvoergegevens

Op verschillende locaties in het watersysteem zijn debieten afgeleid op basis van waterstanden en stuwstanden. In figuur 4 zijn de relevante locaties nabij Millen weergegeven.



Figuur 4: meetlocaties

Van deze locaties (en van de Rode Beek bij Susteren - 5.Q.16) zijn debieten aangeleverd voor de periode 1/1/2005 t/m 1/1/2015. Het debiet op de Rode Beek is afgeleid door het debiet op 6.Q.25 te verminderen met het debiet over 6.Q.23. Dit geeft een indicatie van de afvoer op de Rode Beek ter plaatse. Er is verder bovenstrooms op de Rode Beek (Jabeek) nog een afvoermeeptpunt (meetgoot) meegenomen in de afvoeranalyse. Volgens inschatting van het waterschap levert dit meetpunt betrouwbaardere afvoeren en komt er in het tussenliggende traject nauwelijks water bij in de beek.

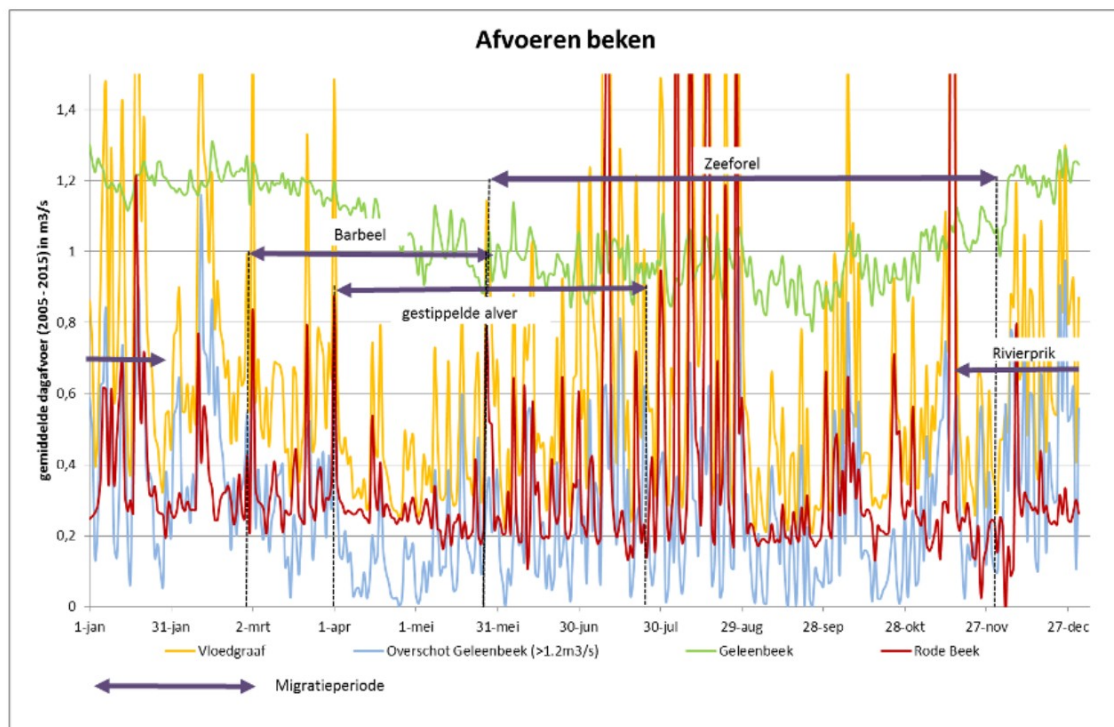


Figuur 5: debieten van alle individuele meetpunten (gemiddeld over afgelopen 10 jaar met bandbreedte min – max)

### 2.3 Benodigd debiet en ontwerp vispassage

Als tweede stap is het benodigde debiet voor het goed ecologisch functioneren van de vispassage bepaald. Dit is in beginsel bepaald door:

- de benodigde (minimale) hoeveelheid water voor het goed ecologisch functioneren van een vispassage;
- de benodigde hoeveelheid water ten behoeve van een voldoende grote lokstroomwerking.



Figuur 6: afvoergegevens Geleenbeek, Rode Beek en Vloedgraaf

Het benodigde debiet voor de vispassage is bepaald op 200 l/s, zie notitie afvoeranalyse Vloedgraaf (bijlage 13).

Het VO moet voldoen aan de gewenste KRW doelstellingen rekening houdend met onderstaande aanvullingen / afwijkingen:

De Rode Beek benedenloop is volgens de KRW-systematiek een R13 beek: snelstromende bovenloop op zand. In afwijking van hetgeen bij de abiotische karakteristiek voor een R13 beek vermeld wordt, dient uitgegaan te worden van:

- een stroomsnelheid tussen de 0 en 0,5 m/s;
- beeksubstraat bestaat voornamelijk fijn en grof zand, fijn grind, plaatselijk slib;
- verhang tussen 0,5 en 3 m/km;
- na te streven visfauna bestaat met name uit beide soorten stekelbaars, riviergrondel, bierpje, beekprik.

De Geleenbeek benedenloop is volgens de KRW-systematiek een R18 beek: snelstromend middenloop/benedenloop op kalkhoudende bodem. In afwijking van hetgeen bij de abiotische karakteristiek voor een R18 beek vermeld wordt, dient uitgegaan te worden van:

- een stroomsnelheid tussen de 0 en 0,8 m/s;
- beeksubstraat bestaat voornamelijk leem en (fijn) grind, plaatselijk slib;
- verhang tussen 1 en 3 m/km;
- na te streven visfauna bestaat met name uit riviergrondel, bierpje, beekprik, kopvoorn, serpeling, alver, rivierdonderpad.

De vispassage dient zowel voor de grotere vissen en sterkere zwemmers als voor de kleinere en zwakkere zwemmers te voldoen. Variatie in stroomsnelheid en waterdiepte is vereist. Als hydraulische ontwerpuitgangspunten is aangehouden:

- ontwerpstroomsnelheid 0,5 – 1 m/s;
- waterdiepte: vergelijkbaar met beek, 20 – 30cm voor kleine vissoorten, waarbij zo nu en dan ook kuilen van minimaal 0,5 mtr beschikbaar zijn voor de grotere doelsoorten en luwe delen voor kleinere doelsoorten.

Tabel 3 geeft een overzicht van de uitgangspunten per doelsoort.

Tabel 3: doelsoorten KRW voor projectgebied

| Vis                | migratieperiode            | Max sprint-snelheid (m/s) | ontwerpsnelheid (m/s) | Waterdiepte (m)  |
|--------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------|--|
| Gestippelde Al-ver | April-juli                 | -                         | 0.5 -1 m/s            | Voortplanting/juveniel 0,2-0,6 m<br>adult tot max 3 m diepte     |
| Barbeel            | Maart-mei                  | 4                         | 0.5 -1 m/s            | Voortplanting/juveniel 0,1-0,4<br>adult tot ca 1 m gemiddeld 0,5 |
| Zeeforel           | Juni-november              | 3,5-7,0                   | 0.5 -1 m/s            | Voortplanting/juveniel 0,1-0,4<br>adult tot ca 1 m gemiddeld 0,5 |
| Riviergrondel      | April-mei                  | 0,6-2,0                   | 0.5 -1 m/s            | Voortplanting 0,3-0,5 m<br>Verder >0,1 m                         |
| Kopvoorn           |                            | 3                         | 0.5 -1 m/s            | Voortplanting/juveniel 0,1-0,4<br>adult tot ca 1 m gemiddeld 0,5 |
| Bermpje            |                            | 1.5                       | 0.5 -1 m/s            | 0.1 – 0.4  |
| Dried. Stekelbaars | Maart-april / juni-oktober | 0.7                       | 0.5 -1 m/s            | 0.1 – 0.4  |
| Tiend. stekelbaars | Maart-april                | 1                         | 0.5 -1 m/s            | 0.1 – 0.4  |
| Beekprik           | Maart-juni                 | -                         |                       | 0.1 – 0.4  |
| Serpeling          | Februari-maart             | 2,4                       |                       | Voortplanting/juveniel 0,25-0,40 m<br>Adult -                    |
| Rivierdonderpad    | Maart-april                | -                         | -                     | Adult 0,1-0,4 (maar ook dieper in de rij)                        |
| Rivierprik         | November - februari        | -                         | -                     | 0.1 – 0.4  |

De aanleg van een zo natuurvriendelijk mogelijk vispassage heeft de voorkeur. De gronden, binnen het zoekgebied van de vispassage (zie figuur 8) zijn nog niet verworven.



Figuur 7: zoekgebied vistrap

Bij inpasbaarheid dient rekening gehouden te worden met een aanwezige randvoorziening van de gemeente. De ligging van de vistrap en met name ook de uitstroomopening zijn derhalve vrij in te vullen.

Het waterschap heeft op 11 mei 2015 per email monitoringsgegevens over de visstand van de Vloedgraaf en de Geleenbeek toegezonden. Deze gegevens zijn meegenomen in het verdere ontwerp.

## 2.4 Benodigd debiet Poolmolen

In de Geleenbeek staat de nog functionerende Poolmolen. De molen heeft een minimale hoeveelheid water nodig om te kunnen functioneren. Om te kunnen functioneren heeft de molen een debiet nodig van 1000l/s (bron: onderzoek Heidemij 1992). De molen dient jaarrond over dit debiet te kunnen beschikken. Uit meetgegevens blijkt dat in de huidige situatie dit debiet niet jaarrond geleverd kan worden.

## 2.5 Benodigd debiet Vloedgraaf

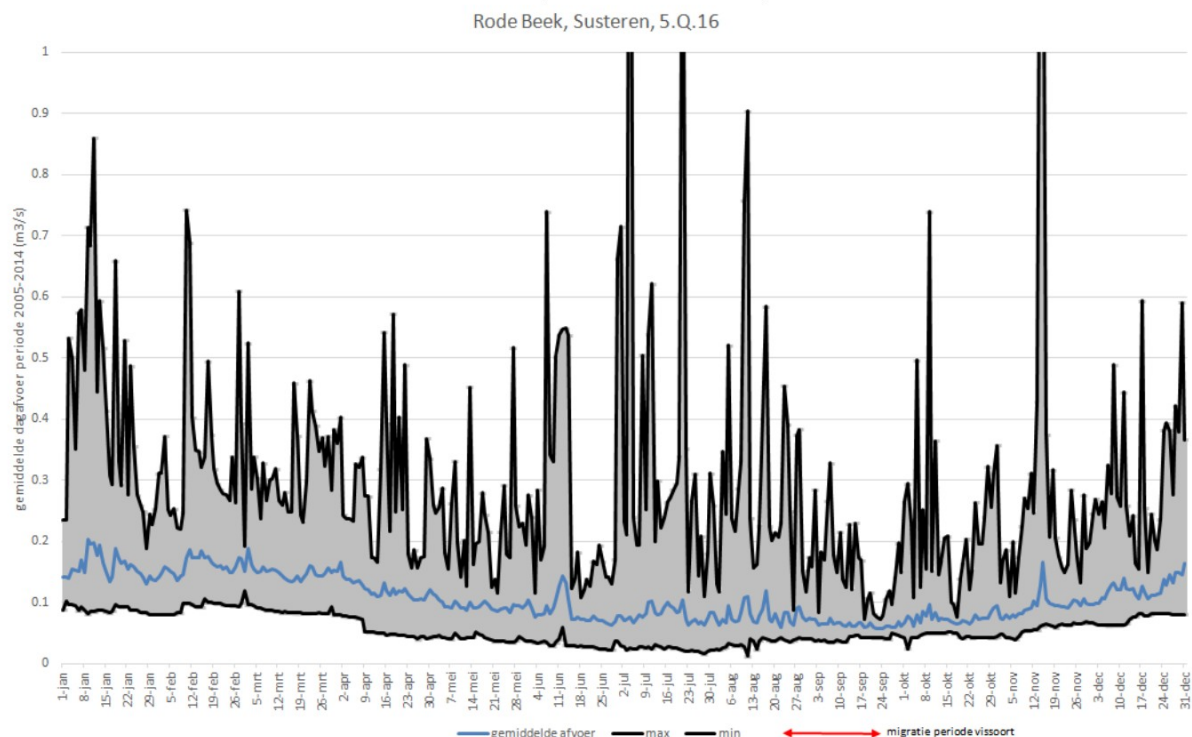
Voor het Vloedgraaf systeem gelden dezelfde voorwaarden als voor de benedenloop Geleenbeek (inclusief de beschreven afwijkingen op de KRW-systematiek):

De Geleenbeek benedenloop is volgens de KRW-systematiek een R18 beek: snelstromend middenloop/benedenloop op kalkhoudende bodem. In afwijking van hetgeen bij de abiotische karakteristiek voor een R18-beek vermeld wordt, dient uitgaan te worden van:

- een stroomsnelheid tussen de 0 en 0,8 m/s;
- beeksubstraat bestaat voornamelijk leem en (fijn) grind, plaatselijk slib;
- verhang tussen 1 en 3 m/km;
- na te streven visfauna bestaat met name uit riviergrondel, biermpje, beekprik, kopvoorn, serpeling, alver, rivierdonderpad.

Het benodigde debiet voor de vispassage is bepaald op 200 l/s, zie notitie afvoeranlyse Vloedgraaf (bijlage 13).

## 2.6 Beschikbaar debiet Rode Beek (benedenstrooms)



Figuur 8: afvoergegevens Rode Beek bij Susteren

Het debiet in de Rode Beek varieert tussen 0,025 m<sup>3</sup>/sec en 0,25 m<sup>3</sup>/s. Het gemiddelde debiet van 0,15 m<sup>3</sup>/sec wordt aangehouden als beschikbaar debiet voor de ontwerpsituatie.

## 2.7 Ecologie

De Geleenbeek benedenloop is volgens de KRW-systematiek een R18 beek: snelstromende middenloop/benedenloop op kalkhoudende bodem. In afwijking van hetgeen bij de abiotische karakteristiek voor een R18 beek vermeld wordt, dient uitgegaan te worden van:

- een stroomsnelheid tussen de 0 en 0,8 m/s;
- beeksubstraat bestaat voornamelijk leem en (fijn) grind, plaatselijk slib;
- verhang tussen 1 en 3 m/km;
- na te streven visfauna bestaat met name uit riviergrondel, bierpje, beekprik, kopvoorn, serpeling, alver, rivierdonderpad, zeeforel en rivierprik.

De Rode Beek benedenloop is volgens de KRW-systematiek een R13-beek: snelstromende bovenloop op zand. In afwijking van hetgeen bij de abiotische karakteristiek voor een R13-beek vermeld wordt, dient uitgegaan te worden van:

- een stroomsnelheid tussen de 0 en 0,5 m/s;
- beeksubstraat bestaat voornamelijk fijn en grof zand, fijn grind, plaatselijk slib;
- verhang tussen 0,5 en 3 m/km;
- na te streven visfauna bestaat met name uit beide soorten stekelbaars, riviergrondel, bierpje, beekprik. De te faciliteren vissoorten voor de Geleenbeek dienen gelijk te zijn met de doelsoorten die zijn geformuleerd voor de vistrap. Voor de vistrap heeft een zo natuurlijk mogelijk verloop de voorkeur.

Een belangrijk aandachtspunt vanuit ecologie voor de variantenstudie (voor het te verleggen deeltraject van de Geleenbeek) is de potentie die iedere variant heeft op een abstracte ambitieniveau voor het Geleenbeekdal. Naast een leefgebied voor vis, is een functionele inrichting voor typische terrestrische soorten voor de natte verbindingzone een belangrijk streven en geldt een uitgangspunt dat een zone van tenminste 30 m wordt aangehouden voor een ecologische inrichting inclusief beek, exclusief eventueel mee te nemen kades. Om een typerende R18-beek te kunnen ontwikkelen is een uitgangspunt dat rekening wordt gehouden met een stroomsnelheid tussen de 0,5 -1,0 m/s rekening houdend met differentiatie in waterdiepte, waarbij zo nu en dan ook kuilen van minimaal 0,5 m beschikbaar zijn voor de grotere doelsoorten en luwe delen voor kleinere doelsoorten.

Voor de berekeningen om de ecologische randvoorwaarden te toetsen dient uitgegaan te worden van de vastgestelde afvoerverdeling. Uitgangspunt is afvoer in het zomerbed (of in ieder geval lage waterstanden) en derhalve een km van 15. Voor de trajecten waarbij grondverwerking moeizaam is (aangereikt door het waterschap) dient de huidige onderhoudstoestand gehandhaafd te worden (en daarmee ruwheid) aangezien er daar geen ruimte is voor profielverruiming.

Op het traject van de Rode Beek vanaf de Dieterdermolen tot aan de samenkomst met de Geleenbeek/Vloedgraaf staat aan weerszijde van de beek een bomenrij. Deze bomen spelen schijnbaar een belangrijke rol op het gebied van vleermuizen. Vleermuizenonderzoek heeft uitgewezen dat de bomenrij op de rechteroever (stroomafwaarts gezien) gehandhaafd dient te blijven en dat de bomenrij op de linkeroever geroid kan worden.

## 2.8 Regionale wateroverlast

De afvoersituatie op de Geleenbeek en Rode Beek staat onder invloed van de Maas als de overlaat van Contelmo in werking treedt en de Oude Maas, waarin de Geleenbeek benedenstrooms de sifon in uitstroomt, mee gaat stromen. Deze situatie treedt op vanaf het moment dat de afvoer van de Maas circa 2200 m<sup>3</sup>/s bedraagt (herhalingsstijg Maas circa 1:10). Bij een toenemende Maasafvoer neemt de invloed op beide beeksystemen toe wat voor het regionale watersysteem resulteert in hogere waterstanden. Het streven is om voor stedelijk gebied een beschermingsniveau van 1:300 te bieden tegen hoogwater Maas. Deze doelstelling sluit aan bij het beschermingsniveau dat in de toekomst aan bijvoorbeeld dijkkring Aasterberg en Roosteren wordt gekoppeld. Voor landelijk gebied geldt geen normering voor de bescherming tegen hoogwater Maas. Dit wil niet zeggen dat landelijk gebied geen beschermingsniveau tegen wateroverlast vanuit de

Maas heeft. De kade om te voldoen aan de Normering Regionale Wateroverlast biedt namelijk ook bescherming tegen hoogwater Maas.

Daarnaast zijn aanvullend de volgende principes gehanteerd:

- landelijk gebied mag bij afvoersituaties boven het vastgestelde beschermingsniveau inunderen;
- kades die aangelegd worden ter bescherming van stedelijk gebied liggen niet per definitie op dezelfde locatie als de kades ter bescherming van landelijk gebied.

Voor regionale wateroverlast zijn twee situaties van belang: T=25 en T=100. Individuele bebouwing in het buitengebied krijgt beschermingsniveau T=100 (ambitie WRO).

De visie op de normering voor hoogwateroverlast van WRO is dat een gebied dat beschermd wordt met een kade tegen T=25 wel beschikbaar moet zijn voor berging op maaiveld bij gebeurtenissen met een lagere herhalingsstijd. Het idee hierachter is dat maatregelen voor gebieden met een normering van T=100 zwaarder uitgevoerd moeten worden als door toepassen van (te veel) waking bij kades gebieden met een lager beschermingsniveau bij deze herhalingsstijden niet inunderen. De kadehoogtes voor gebieden met een beschermingsnorm van T=25 zullen derhalve bepaald dienen te worden met een beperkte waking zodat bij situaties T>25 de potentiële bergingslocaties in het gebied achter de kade benut kunnen worden.

Voor T=100 hanteert het waterschap een waking van 30 cm.

Voor het idee om in het benedenstroomse deel van de Geleenbeek in deze studie met een verlaagde kade te werken is analytisch bepaald worden of deze maatregel een positief effect heeft op bovenstrooms. Zo niet dan vervalt deze beoogde maatregel en zal deze niet meegenomen worden in verdere berekeningen. Bij een positief effect is vervolgens gekeken of bij andere situaties er geen wateroverlast optreedt.

In hoogwatersituaties wordt een groter deel van het profiel benut. Uitgangspunt is dat het winterbed extensief onderhouden wordt en dus begroeid kan raken. Daarom is in het gehele profiel een Km van 15 aangehouden. De ruwheden van de profielen zijn alleen aangepast voor die delen die heringericht gaan worden.

De afvoeren zijn gebruikt zoals die zijn aangeleverd voor beide situaties in het model (zie par. 1.4).

## 2.9 Hoogwaterveiligheid

Voor de A2 heeft Rijkswaterstaat zich zelf een beschermingsniveau van 1:1250 opgelegd tegen hoogwater Maas en is hier zelf primair verantwoordelijk voor. Vanwege de samenwerking en afstemming met Rijkswaterstaat (projecten Corridor Geleenbeekdal en Verbreding A2) is wel beoordeeld of aan dit beschermingsniveau wordt voldaan. Indien noodzakelijk zullen maatregelen ter bescherming van de A2, waar mogelijk, geïntegreerd en afgestemd worden met de planuitwerking van de toekomstige verbreding A2, zodat werk met werk gemaakt kan worden.

Voor hoogwaterveiligheid (vanuit de Maas) zijn twee situaties van belang: een Maaswaterstand met herhalingsstijd T=250 en T=1250. T=250 is het huidige beschermingsniveau van de dijkkring. De A2 wenst een beschermingsniveau van T=1250.

De gehanteerde randvoorwaarden zijn hetzelfde als die ook in het corridor-model zijn gebruikt voor hoogwater op de Maas bij beide herhalingsstijden. De in WAQUA gebruikte gecorreleerde belasting is gebaseerd op basis van de afvoeranalyse naar rato over de beken bovenstrooms van stuw Millen (zie 1.4). In hoogwatersituaties wordt een groter deel van het profiel benut. Uitgangspunt is dat het winterbed extensief onderhouden wordt en dus begroeid kan raken. Daarom is in het gehele profiel een Km van 15 aangehouden. De ruwheden van de profielen zijn alleen aangepast voor die delen die heringericht gaan worden.

In 2017 zullen toetsingen van waterkeringen worden uitgevoerd volgens de nieuwe rekenmethode, waarbij wordt getoetst op overstromingskans. Naar verwachting zullen door deze nieuwe rekenmethodiek gebieden met een huidig beschermingsniveau van T=250 (overschrijdingskans) in de toekomst genormeerd worden op T=300 (overstromingskans). Daarom is bij

het bepalen van de kadehoogtes rekening gehouden met een aantal opslagen conform uitvraag.

De kades die uiteindelijk benodigd zijn om het gewenste beschermingsniveau tegen hoogwater Maas te bereiken moeten ontworpen worden op basis van het vastgestelde wettelijke ontwerpcriterium voor primaire waterkeringen. Dit betekent dat:

- overeenkomstig de werkwijze van het hoogwaterbeschermingsprogramma rekening dient te worden gehouden met de nieuwe ontwerpnorm. In de huidige situatie kan derhalve gewerkt worden met het door het hoogwaterbeschermingsprogramma ter beschikking gestelde ontwerpinstrumentarium 2014;
- kades mogen niet overstroombaar zijn.

Aangezien de 1:300-situatie Maas bij aanvang van deze studie nog niet voorhanden was, heeft het waterschap voorgesteld om te rekenen met de beschikbare 1:250 waterstanden vermeerderd met de klimaatopgave (doorkijk naar 2070 / 2100) en de robuustheids- en onzekerheidstoeslag. Voor nadere omschrijving van de gehanteerde werkwijze en de uitkomsten wordt verwezen naar bijlage 14.

#### Bescherming Poolmolen

Voor iedere variant dient het effect van hoogwater op de veiligheid van de Poolmolen en het risico van achterwater beschouwd te worden.

#### **2.10 Ontwerp kades**

Voor het ontwerp van de kades dient rekening gehouden te worden met:

- kruinbreedte van (minimaal) 4 m;
- taluds 1:3;
- minimaal 3 m ruimte tussen de teen van het talud en de eigendomsgrens.

Voor de Rode Beek gelden afwijkende uitgangspunten:

- kruinbreedte van 2 m (vanwege keuze smalspoor);
- taluds 1:1,5 (vanwege beperkte beschikbare ruimte);

#### **2.11 Beheer en onderhoud**

Met het oog op een goed ecologisch functionerend systeem is het belangrijk om voor het maken van het ontwerp het gewenste beheer en onderhoudsregime te kennen. Voor de reeds heringerichte Vloedgraaf geldt dat niet of nauwelijks onderhoud uitgevoerd wordt in de beek zelf. Hooguit zal in de toekomst overmatige houtopslag worden teruggebracht of verwijderd. Vanuit zowel landschappelijk als ecologisch oogpunt biedt het (laten) omvallen van struweel of bomen meerwaarde voor de Geleenbeek en Rode Beek. Het waterschap zal hier niet actief op inzetten en in principe het huidige beheer en onderhoud toepassen. Bij spontane processen zal het waterschap bezien of de ontstane situatie gehandhaafd kan blijven of niet.

De rechteroever van de Rode Beek bovenstrooms de Dieterdermolen dient in het kader van beheer en onderhoud beschikbaar te zijn voor smalspoor materieel. Hiervoor is een strook van minimaal 3 m breed nodig.

## 3 Variantenstudie Geleenbeek

### 3.1 Overzicht scoring varianten

Op basis van het afwegingskader zijn de vier varianten gescoord.

Per criterium is een wegingsfactor vastgesteld. Besloten is om voor de hoofdcriteria Landschap en recreatie en Risico's uitvoerbaarheid een wegingsfactor 2 mee te geven. Hiermee ontstaat een weegverhouding tussen de belangrijkste pijlers van het project zijnde Hydrologie, Ecologie en Landschap van 3:2:2. Ook de risico's voor de uitvoerbaarheid heeft extra zwaarte gekregen. Op deze wijze worden de diverse criteria ten opzichte van het totaal zo goed mogelijk meegevoerd.

**Tabel 4: samenvattende scores per hoofdcriterium voor iedere variant**

| Nummer  | Hoofdcriterium  | Wegingsfactor | Variant 1 | Variant 2 | Variant 3 | Variant 4 |
|---|---|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1   | Hydrologie (hoog water)   | 1             | 0         | -         | -         | -         |
| 2   | Hydrologie (laagwater)  | 1             | +         | +         | +         | +         |
| 3   | Geohydrologie   | 1             | 0         | 0         | 0         | 0         |
| 4   | Ecologische potentie  | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         |
| 5   | Flora en fauna ( <i>Beschermde en kwetsbare natuurwaarden</i> ) | 1             | +         | 0         | 0         | 0         |
| 6   | Landschap en recreatie  | 2             | +         | -         | -         | 0         |
| 7   | Archeologie   | 1             | -         | 0         | -         | -         |
| 8   | Ruimtebeslag  | 1             | 0         | 0         | -         | -         |
| 9   | Risico's uitvoerbaarheid  | 3             | -         | +         | -         | -         |
| 10  | Meerwaardecreatie   | 1             | +         | 0         | 0         | 0         |
| <b>Totaalscore</b> (score x wegingsfactor/10) |   |               | 1+        | 1+        | 7-        | 5-        |

### 3.2 Keuze uit te werken variant

De varianten 1 en 2 scoren overall het beste. Beide varianten hebben een identieke totaalscore van +1. Wel zijn er wezenlijke verschillen tussen de beide varianten wat betreft de individuele scores op de diverse hoofdcriteria. De risico's voor uitvoerbaarheid zijn in variant 2 beperkt en (verreweg) het laagste van de vier varianten. Variant 1 scoort het beste op de belangrijke hoofdcriteria voor Hydrologie en Landschap. Het risico op uitvoerbaarheid is in variant 1 zeer groot. Het is ongewis of de gewenste profielbreedte voor een ecologisch goed functionerend profiel meegenomen kan worden in het OTB voor de A2 en vormt daarmee een planologisch en aankooptechnisch risico. Daarnaast vormt de aanwezigheid van kabels en leidingen, waaronder een PPS leiding een groot uitvoeringsrisico.

Variant 3 komt als slechtste uit de bus met een totaalscore van 7-. Variant 4 scoort 5-. Aangezien deze varianten beduidend slechter scoren dan variant 1 en 2 zijn deze in de verdere afweging buiten beschouwing gelaten.

Op grond van de overall score en een laag risico op uitvoerbaarheid geeft Waterschap Roer en Overmaas de voorkeur om variant 2 uit te werken tot een Voorlopig Ontwerp. Na afronding van het VO zal het waterschap op grond van haalbaarheid, maatschappelijke kosten en doelrealisatie een definitief besluit nemen.

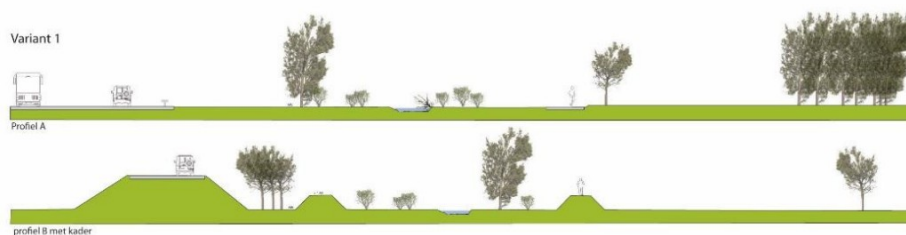
### 3.3 Variantenbeschrijving

#### 3.3.1 Variant 1: Verlegging parallel aan A2

Door de verbreding van de A2 is het wegontwerp geprojecteerd over de huidige ligging van de Geleenbeek. In variant 1 wordt de beek daarom verlegd in oostelijke richting, parallel aan de A2. De beek wordt in principe 'opgeschoven'.



Figuur 9: overzicht variant 1

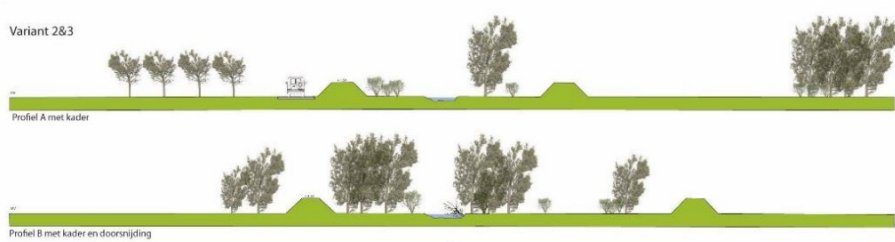


Figuur 10: impressie dwarsdoorsnede beekdal variant 1

3.3.2 Variant 2: Verlegging door Körbusch, aantakking zuidoostelijk van RWZI  
 In variant 2 krijgt de beek een nieuwe route. De Geleenbeek wordt verlegd door het landschap van de Körbusch en takt ten zuidoosten van de rioolwaterzuiveringsinstallatie aan op de Vloedgraaf. De Vloedgraaf is al heringericht en is omsloten door kades.



Figuur 11: overzicht variant 2



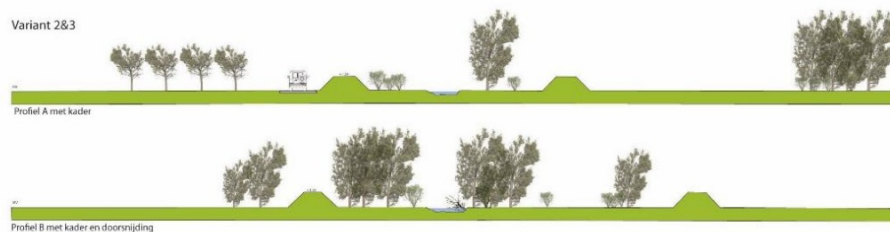
Figuur 12: impressie beekdal variant 2

### 3.3.3 Variant 3: Verlegging door Körbusch, aantakking noordelijk van RWZI

In variant 3 wordt de Geleenbeek ook verlegd door de Körbusch, maar net noordelijker ten opzichte van variant 2. De Geleenbeek takt in deze variant aan op de Vloedgraaf, maar ten noorden van de rioolwaterzuiveringsinstallatie.

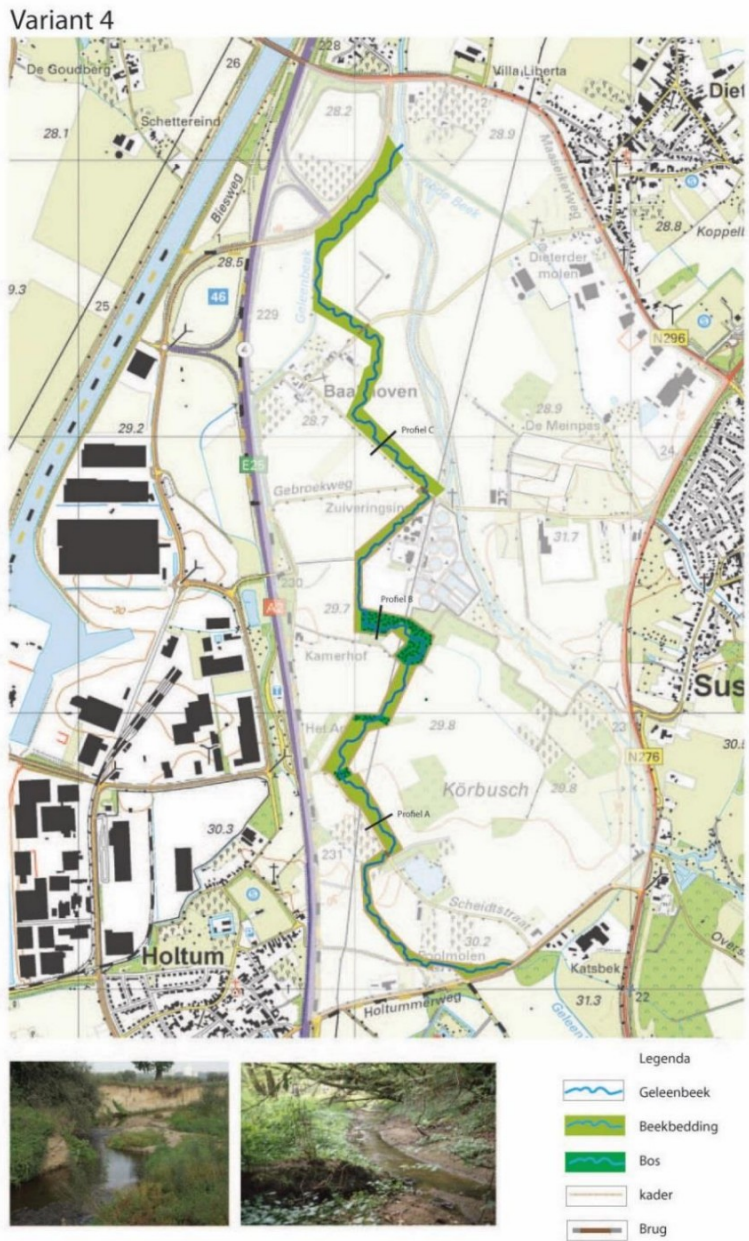


Figuur 13: overzicht variant 3

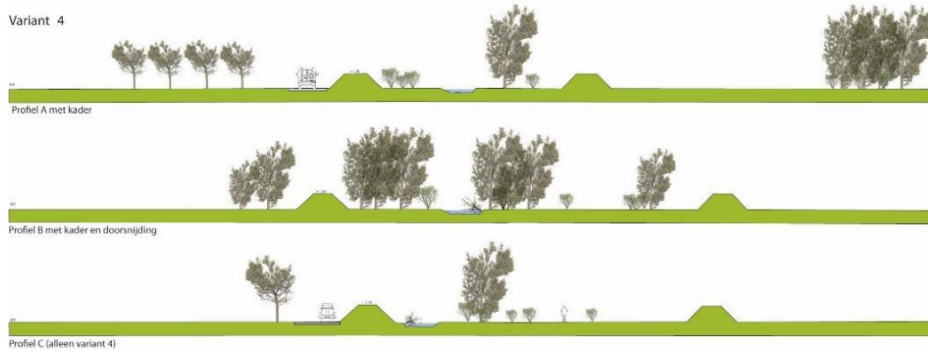


Figuur 14: impressie beekdal variant 3

3.3.4 Variant 4: Verlegging door Körbusch, aantakking Geleenbeek  
 Variant 4 lijkt op variant 3, maar de Geleenbeek takt in deze variant niet aan op de Vloedgraaf, maar ten noorden van Baakhoven op de Geleenbeek.



Figuur 15: overzicht variant 4



Figuur 16: impressie beekdal variant 4

### 3.4 Scoring varianten

#### 3.4.1 Wijze van scoren

Inhoudelijk gezien zijn voor elk hoofdcriterium een aantal subcriteria van groot belang voor de voorliggende opgave. Deze subcriteria vormen daarmee de input voor de beoordeling op basis van het afwegingskader.

De beoordeling per aspect beoordelen we op basis van kosten en/of kwaliteit. De kosten beoordelen we op basis van expert judgement en kentallen. De kwaliteitsaspecten bepalen we alleen op basis van expert judgement. De beoordeling hebben we gebaseerd op beschikbare informatie en beschikbare hydrologische modelberekeningen. Voor het ruimtegebruik gaan we uit van profielen (diepte en breedte) behorend bij een R18 beek.

#### 3.4.2 Hoofdcriterium 1: Hydrologie (hoogwater)

##### Subcriteria

Voor het hoofdcriterium 'hydrologie (hoogwater)' zijn de volgende subcriteria als meest relevant geacht voor het kader van deze afweging:

- hoogwaterveiligheid van de Maas;
- regionale wateroverlast;
- bijdrage aan het oplossen van bestaande knelpunten in hoogwatersituaties;
- bijdrage aan het bergend vermogen van het bekensysteem.

Zoals is vastgelegd in het afwegingskader wordt de beoordeling gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

**Tabel 5: afwegingskade hydrologie (hoogwater)**

| Beschrijving beoordeling                                    | Kwantificering | Beoordeling |
|---|----------------|-------------|
| Geen aanvullende maatregelen nodig                          | €              | +           |
| Beperkt of minder kostbare aanvullende maatregelen benodigd | €              | 0           |
| Veel en/of kostbare aanvullende maatregelen nodig           | €              | -           |

NB: De kwantificering van de beoordeling vindt plaats door middel van een relatieve inschatting van de gemoeide kosten die met elke variant gepaard gaan.

Bij het beoordelen van de varianten is gebruik gemaakt van de berekeningsresultaten van het SOBEK 1D/2D-model. Dit model is door het waterschap geactualiseerd, waarna er vier scenario's mee zijn doorgerekend: twee scenario's voor regionale wateroverlast (beekafvoeren voor resp. T=25 en T=100) en twee scenario's voor hoogwater Maas (hoogwater voor resp. T=250 en T=1250). Bij de beoordeling van de varianten op het aspect *hoogwater* is gekeken naar het traject tussen Katsbek en het samenkomstpunt van Geleenbeek/Vloedgraaf/Rodebeek. Bovenstrooms van Katsbek en benedenstrooms van het samenkomstpunt verschillen de varianten niet van elkaar. Uit de gebruikte berekeningsresultaten blijkt dat in de geactualiseerde situatie in hoogwatersituaties knelpunten ontstaan langs het benedenstroomse deel van de Geleenbeek, tussen het samenkomstpunt en Baakhoven. Daar worden in alle scenario's inundaties berekend. Deze inundaties zijn in het scenario met T=25 regionale beekafvoer ongewenst. In de overige scenario's dient de (individuele) bebouwing voldoende bescherming geboden te worden, maar zijn inundaties van landelijk gebied toegestaan en faciliteren waterberging.

##### Beoordeling variant 1

Voor variant 1 (Geleenbeek wordt verlegd langs de verbrede A2, over een lengte van circa 1.600 m) komt de afvoersituatie nagenoeg overeen met de huidige situatie. Er is voor de te verleggen Geleenbeek qua afvoercapaciteit een hydraulisch profiel nodig wat correspondeert met het huidige profiel van de beek. Dat betekent dat voor het graven van de te verleggen beek een grondverzet nodig is van minimaal circa 10,5 m<sup>3</sup> per strekkende meter. In totaliteit betekent dit een minimaal benodigd grondverzet van circa 17.000 m<sup>3</sup>. Het grondverzet zal in werkelijkheid groter zijn vanwege de gewenste ecologische inrichting van de beek. Het minimaal benodigde grondverzet, in combinatie met de lengte van het omleggingstracé, kan dienen als indicatie voor de mate waarin deze variant bijdraagt aan de toename van het bergend vermogen van het bekensysteem. In variant 1 is deze bijdrage kleiner dan in de varianten 3 en 4.

Langs de Geleenbeek treden bij T=25 inundaties op in het traject tussen instroom Oude Geleenbeek en het samenkomstpunt. Om de gewenste bescherming tegen wateroverlast te bieden zijn in het traject tussen instroom Oude Geleenbeek en het samenkomstpunt langs de Geleenbeek kades nodig, conform wat is aangegeven op de door Waterschap Roer en Overmaas opgestelde kaart 'Inrichtingsvisie Geleenbeek, Vloedgraaf en Rode Beek'. Er zijn verder geen aanvullende maatregelen nodig. Er zijn kades nodig aan weerszijden van de Geleenbeek over een lengte van circa 1.100 m; de benodigde kadehoogte bedraagt circa 1,5 m.



Figuur 17: globaal benodigde kadehoogtes variant 1

Door deze aan te leggen kades worden bestaande knelpunten in hoogwatersituaties opgelost.

Resumerend zijn bij variant 1 dus de volgens de maatregelen in het kader van bescherming tegen hoogwater nodig:

- aanleg van 2.200 m kade van circa 1,5 m hoog.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel hydrologie (hoogwater): 0

#### Beoordeling variant 2

Bij variant 2 wordt de Geleenbeek stroomafwaarts van de Poolmolen via het Körbusch afgeleid naar de Vloedgraaf direct *bovenstrooms* van de RWZI. Om deze variant te beoordelen is gebruik gemaakt van de door SOBEK berekende maximale waterstanden op respectievelijk het punt waar de Geleenbeek wordt afgeleid en het punt waar de afleiding in de Vloedgraaf uitkomt. In onderstaande tabel zijn deze maximum waterstanden per doorgerekend scenario weergegeven.

**Tabel 6: maximale waterstanden ten behoeve van beoordeling variant 2**

|        | Geleenbeek,<br>aan begin afleiding | Vloedgraaf,<br>bij uitmonding afleiding |
|--------|------------------------------------|---|
| T=25   | NAP+30,04 m                        | NAP+30,11 m                             |
| T=100  | NAP+29,90 m                        | NAP+30,56 m                             |
| T=250  | NAP+29,75 m                        | NAP+29,75 m                             |
| T=1250 | NAP+29,85 m                        | NAP+29,98 m                             |

NB. Bij T=100 is de maximale waterstand in het beschouwde punt van de Geleenbeek lager dan bij T=25 omdat in de T=100 situatie een deel van de afvoer via de afslagtak bij Katsbek wegstroomt naar de Vloedgraaf. Als gevolg hiervan inundeert een deel van het Körbusch bij T=100 vanuit de afslagtak.

De omleiding loopt door het lager gelegen gebied Körbusch (hoogteligging ongeveer NAP +29,60 m) en doorsnijdt de bestaande kade langs de Vloedgraaf, waardoor gebied het Körbusch onder invloed komt te staan van het hogere peil in de Vloedgraaf. Om de gewenste bescherming tegen hoogwater te bieden is daarom aan beide zijden van de afleiding over de gehele lengte (circa 1.400 m) een kade nodig. Bovendien moet deze kade worden doorgetrokken aan weerskanten van de Geleenbeek tot aan de Poolmolen c.q. Holtummerweg (lengte circa 500 m). De benodigde kadehoogte bedraagt gemiddeld circa 1,5 meter. Door deze aan te leggen kades wordt voorkomen dat door variant 2 in hoogwatersituaties knelpunten ontstaan.

Ook bij deze variant 2 zijn langs de Geleenbeek tussen instroom Oude Geleenbeek en het samenkomstpunt kades nodig, overeenkomstig wat bij variant 1 is aangegeven, om de gewenste bescherming tegen wateroverlast te bieden. Er zijn kades nodig aan weerszijden van de Geleenbeek over een lengte van circa 1100 m; de benodigde kadehoogte bedraagt circa 1,5 m. Door deze aan te leggen kades worden bestaande knelpunten in hoogwatersituaties opgelost.

Uit de modelberekeningen volgt dat het nieuw te graven tracé door het Körbusch bij T=25 een debiet van ca. 5 m<sup>3</sup>/sec moet kunnen afvoeren. Dat betekent dat voor het graven van dit deelgebied een grondverzet nodig is van minimaal circa 12 m<sup>3</sup> per strekkende meter. Bij een lengte van de omleiding van circa 1.400 m betekent dit een benodigd grondverzet van circa 17.000 m<sup>3</sup>. Het grondverzet zal in werkelijkheid groter zijn vanwege de gewenste ecologische inrichting van de beek. Het minimaal benodigde grondverzet, in combinatie met de lengte van het omleggingstracé, kan dienen als indicatie voor de mate waarin deze variant bijdraagt aan de toename van het bergend vermogen van het bekensysteem. In variant 2 is deze bijdrage kleiner dan in de varianten 3 en 4.



Figuur 18: globaal benodigde kadehoogtes variant 2

Resumerend zijn bij variant 2 dus de volgens de maatregelen in het kader van bescherming tegen hoogwater nodig:

- aanleg van 3800 m kade van 1,5 m hoog;
- aanleg van 2200 m kade van 1,5 m hoog.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel hydrologie (hoogwater): -

### Beoordeling variant 3

Bij variant 3 wordt de Geleenbeek stroomafwaarts van de Poolmolen via het Körbusch afgeleid naar de Vloedgraaf direct *benedenstrooms* van de RWZI. Ook om deze variant te beoordelen is gebruik gemaakt van de door SOBEK berekende maximale waterstanden op respectievelijk het punt waar de Geleenbeek wordt afgeleid en het punt waar de afleiding in de Vloedgraaf uitkomt. In onderstaande tabel zijn deze maximum waterstanden per doorgerekend scenario weergegeven.

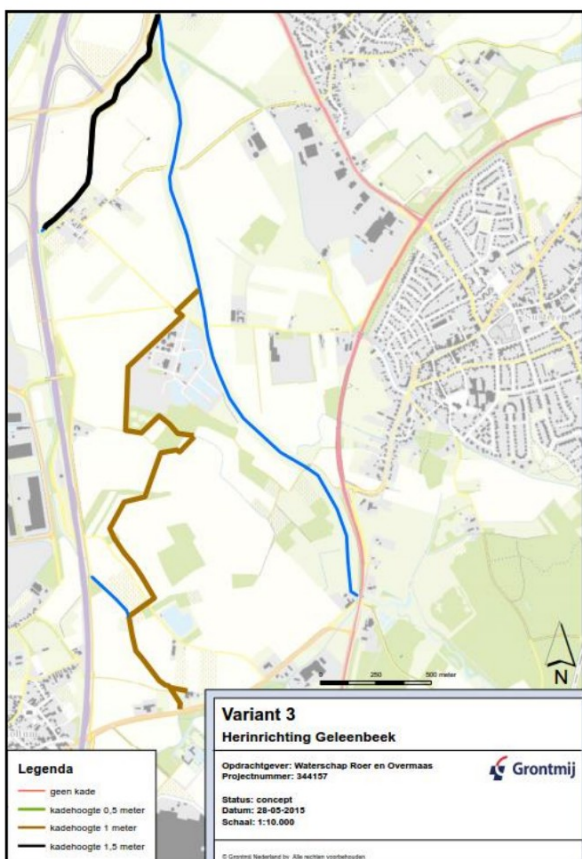
**Tabel 7: maximale waterstanden ten behoeve van beoordeling variant 3**

|        | Geleenbeek,<br>aan begin afleiding | Vloedgraaf,<br>bij uitmonding afleiding |
|--------|------------------------------------|---|
| T=25   | NAP+30,04 m                        | NAP+29,50 m                             |
| T=100  | NAP+29,90 m                        | NAP+29,94 m                             |
| T=250  | NAP+29,75 m                        | NAP+29,14 m                             |
| T=1250 | NAP+29,85 m                        | NAP+29,39 m                             |

De omleiding loopt door het lager gelegen gebied Körbusch (hoogteligging ongeveer NAP+29,60 m) en doorsnijdt de bestaande kade langs de Vloedgraaf, waardoor gebied het Körbusch onder invloed komt te staan van het hogere peil in de Vloedgraaf. Om de gewenste bescherming tegen hoogwater te bieden is daarom aan beide zijden van de afleiding over de gehele lengte (circa 2300 m) een kade nodig. Bovendien moet deze kade worden doorgetrokken aan weerskanten van de Geleenbeek tot aan de Poolmolen c.q. Holtummerweg (lengte circa 500 m). De benodigde kadehoogte bedraagt gemiddeld circa 1 m. Door deze aan te leggen kades wordt voorkomen dat door variant 3 in hoogwatersituaties knelpunten ontstaan.

Ook bij deze variant 3 zijn langs de Geleenbeek tussen instroom Oude Geleenbeek en het samenkomstpunt kades nodig, overeenkomstig wat bij variant 1 is aangegeven, om de gewenste bescherming tegen wateroverlast te bieden. Er zijn kades nodig aan weerszijden van de Geleenbeek over een lengte van circa 1.100 m; de benodigde kadehoogte bedraagt circa 1,5 m. Door deze aan te leggen kades worden bestaande knelpunten in hoogwatersituaties opgelost.

Uit de modelberekeningen volgt dat de afleidingsbeek bij T=25 een debiet van ca. 5 m<sup>3</sup>/sec moet kunnen afvoeren. Uitgaande van een beschikbaar hydraulisch verhang van 0,20 m/km, taluds van 1:2 en een KM waarde van 25, is hiervoor een profiel nodig met een bodembreedte van 3 m en een waterdiepte van 2 m. Dat betekent een ontgravingsdiepte van circa 1,5 m, en een benodigd grondverzet van circa 9 m<sup>3</sup> per strekkende meter. Lengte omleiding circa 2.300 m. Bij een lengte van de omleiding van circa 2.300 m betekent dit een benodigd grondverzet van circa 21.000 m<sup>3</sup>. Het grondverzet zal in werkelijkheid groter zijn vanwege de gewenste ecologische inrichting van de beek. Het minimaal benodigde grondverzet, in combinatie met de lengte van het omleggingstracé, kan dienen als indicatie voor de mate waarin deze variant bijdraagt aan de toename van het bergend vermogen van het bekensysteem. In variant 3 is deze bijdrage groter dan in de varianten 1 en 2, maar kleiner dan in variant 4.



Figuur 19: globaal benodigde kadehoogtes variant 3

Resumerend zijn bij variant 3 dus de volgende maatregelen in het kader van bescherming tegen hoogwater nodig:

- aanleg van 5.600 m kade van 1 m hoog;
- aanleg van 2.200 m kade van 1,5 m hoog.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel hydrologie (hoogwater): -

#### *Beoordeling variant 4*

Bij variant 4 wordt de Geleenbeek stroomafwaarts van de Poolmolen via het Körbusch afgeleid naar de Geleenbeek ter hoogte van Baakhoven. Ook om deze variant te beoordelen is gebruik gemaakt van de door SOBEK berekende maximale waterstanden op respectievelijk het punt waar de Geleenbeek wordt afgeleid en het punt waar de afleiding weer in de Geleenbeek uitkomt. In onderstaande tabel zijn deze maximum waterstanden per doorgerekend scenario weergegeven.

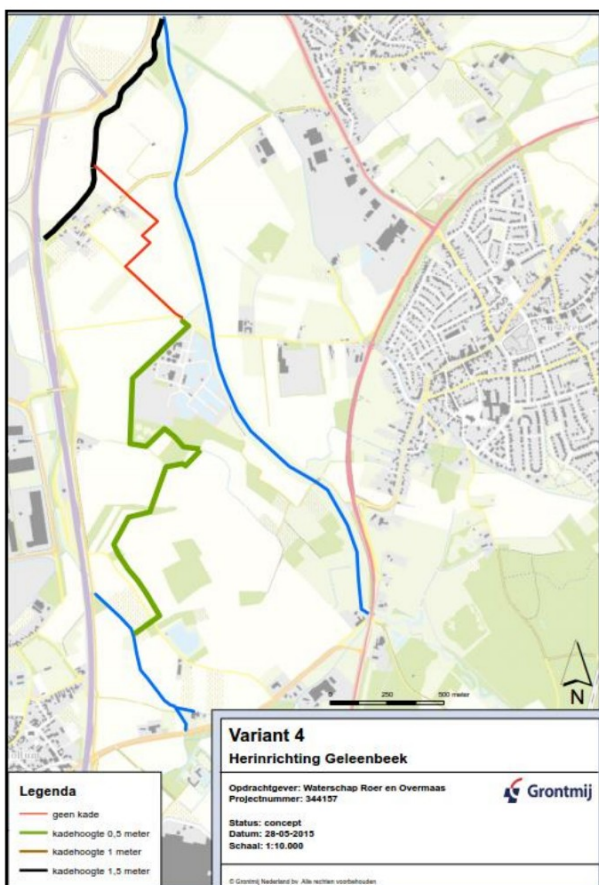
**Tabel 8: maximale waterstanden ten behoeve van beoordeling variant 4**

|        | Geleenbeek,<br>aan begin afleiding | Geleenbeek,<br>bij uitmonding afleiding |
|--------|------------------------------------|---|
| T=25   | NAP+30,04 m                        | NAP+28,75 m                             |
| T=100  | NAP+29,90 m                        | NAP+29,11 m                             |
| T=250  | NAP+29,75 m                        | NAP+28,61 m                             |
| T=1250 | NAP+29,85 m                        | NAP+28,97 m                             |

De omleiding loopt door het lager gelegen gebied Körbusch (hoogteligging ongeveer NAP +29,60 m). Om de gewenste bescherming tegen hoogwater te bieden is aan beide zijden van de afleiding tot voorbij de RWZI (zelfde lengte als in variant 3, circa 2.300 m) een kade nodig. De benodigde kadehoogte bedraagt gemiddeld circa 0,5 meter. Door deze aan te leggen kades wordt voorkomen dat door variant 4 in hoogwatersituaties knelpunten ontstaan. Langs de Geleenbeek tot aan de Poolmolen c.q. Holtummerweg zijn in deze variant *geen* kades nodig.

Ook bij deze variant 4 zijn langs de Geleenbeek tussen instroom Oude Geleenbeek en het samenkomstpunt kades nodig, overeenkomstig wat bij variant 1 is aangegeven, om de gewenste bescherming tegen wateroverlast te bieden. Er zijn kades nodig aan weerszijden van de Geleenbeek over een lengte van circa 1.100 m; de benodigde kadehoogte bedraagt circa 1,5 m. Door deze aan te leggen kades worden bestaande knelpunten in hoogwatersituaties opgelost.

Uit de modelberekeningen volgt dat de afleidingsbeek bij T=25 een debiet van ca. 5 m<sup>3</sup>/sec moet kunnen afvoeren. Uitgaande van een beschikbaar hydraulisch verhang van 0,25 m/km, taluds van 1:2 en een kM-waarde van 25, is hiervoor een profiel nodig met een bodembreedte van 3 m en een waterdiepte van 2 m. Dat betekent een ontgravingsdiepte van circa 1,5 m, en een benodigd grondverzet van circa 7,5 m<sup>3</sup> per strekkende meter. Benodigde lengte van de te graven omleidingsbeek is circa 3.200 m. Bij een lengte van de omleiding van circa 3.200 m betekent dit een benodigd grondverzet van circa 24.000 m<sup>3</sup>. Het grondverzet zal in werkelijkheid groter zijn vanwege de gewenste ecologische inrichting van de beek. Het minimaal benodigde grondverzet, in combinatie met de lengte van het omleggingstracé, kan dienen als indicatie voor de mate waarin deze variant bijdraagt aan de toename van het bergend vermogen van het bekensysteem. In variant 4 is deze bijdrage groter dan in de andere varianten.



Figuur 20: globaal benodigde kadehoogtes variant 4

Resumerend zijn bij variant 4 dus de volgens de maatregelen in het kader van bescherming tegen hoogwater nodig:

- aanleg van 4600 m kade van 0,5 m hoog;
- aanleg van 2200 m kade van 1,5 m hoog.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel hydrologie (hoogwater): -

### 3.4.3 Hoofdcriterium 2: Hydrologie (laagwater)

#### Subcriteria

Voor het aspect 'hydrologie (laagwater)' zijn de volgende subcriteria als meest relevant geacht voor het kader van deze afweging:

- het kunnen functioneren van de Poolmolen;
- hydraulische randvoorwaarden KRW;
- voeding van de Oude Geleenbeek.

Wat betreft het kunnen functioneren van de Poolmolen is gebruik gemaakt van gegevens zoals zijn vermeld in het door het waterschap beschikbaar gestelde rapport 'Onderzoek Poolmolen' (Heidemij Adviesbureau, januari 1992). Aan dat rapport is de volgende informatie ontleend. Het molenpeil bedraagt NAP +31,50 m; de maximale stuwhoogte bedraagt NAP +31,60 m. De molen heeft een maalsluis en een lossluis. Voor optimaal kunnen functioneren van de molen is een debiet nodig van 1 m<sup>3</sup>/sec. De bodem van de maalsluis ligt op NAP +29,74 m. De bodemhoogte van de Geleenbeek direct benedenstrooms van de Poolmolen ligt op NAP+29,29 m. Bij een debiet van 1 m<sup>3</sup>/sec is de waterdiepte in de maalsluis 48 cm. Daaruit volgt dat de molen (bij voldoende aanvoerdebiet) optimaal kan functioneren zolang de benedenwaterstand niet hoger wordt dan NAP +30,22 m. Bij hogere benedenwaterstanden loopt het door de molen geleverde vermogen terug.

Zoals is vastgelegd in het afwegingkader wordt de beoordeling gebaseerd op de volgende uitgangspunten, met daarbij in acht genomen de subcriteria:

**Tabel 9: afwegingskader hydrologie (laag water)**

| Beschrijving beoordeling                                    | Kwantificering | Beoordeling |
|---|----------------|-------------|
| Geen aanvullende maatregelen nodig                          | K              | +           |
| Beperkt of minder kostbare aanvullende maatregelen benodigd | K              | 0           |
| Veel en/of kostbare aanvullende maatregelen nodig           | K              | -           |

De kwantificering (Kwalitatief) voor dit criterium wijkt af van wat in ons plan van aanpak was voorgesteld. Reden hiervoor is dat op dit moment nog geen informatie voor handen is om een andere kwantificering te maken.

#### *Beoordeling variant 1*

Wanneer de loop van de Geleenbeek wordt verlegd parallel aan de A2, leidt dat niet tot een wijziging van het kunnen functioneren van de Poolmolen ten opzichte van de huidige situatie. In alle situaties is het functioneren van de Poolmolen afhankelijk van het beschikbare debiet. Dit verandert in variant 1 niet ten opzichte van de huidige situatie.

Aan de hydraulische randvoorwaarden KRW kan invulling worden gegeven via het te ontwerpen beekprofiel.

Indien voeding van de Oude Geleenbeek vanuit de Geleenbeek gewenst is, kan dat blijven plaatsvinden zoals in de huidige situatie. Omdat momenteel niet duidelijk is of deze voeding noodzakelijk is, is dit aspect bij de beoordeling buiten beschouwing gelaten.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel hydrologie (laagwater): +

#### *Beoordeling variant 2*

Omleiding van de Geleenbeek volgens variant 2 leidt ertoe dat alleen in extreme hoogwatersituaties (circa T=10 of meer) de Poolmolen minder goed zal kunnen functioneren dan in de huidige situatie, vanwege een te hoog waterpeil aan de benedenstroomse zijde. Omdat het hier om situaties gaat die maar incidenteel voorkomen, wordt dit niet als beperking voor het gemiddeld op jaarbasis kunnen functioneren van de Poolmolen beoordeeld. In alle overige situaties is het functioneren van de Poolmolen afhankelijk van het beschikbare debiet. Dit verandert in variant 2 niet ten opzichte van de huidige situatie.

Aan de hydraulische randvoorwaarden KRW kan invulling worden gegeven via het te ontwerpen beekprofiel.

Voor de voeding van de Oude Geleenbeek vanuit de Geleenbeek zijn in deze variant aanvullende maatregelen nodig. Omdat momenteel niet duidelijk is of deze voeding noodzakelijk is, is dit aspect bij de beoordeling buiten beschouwing gelaten.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel hydrologie (laagwater): +

#### *Beoordeling variant 3*

Omleiding van de Geleenbeek volgens variant 3 leidt ertoe dat alleen in zeer extreme hoogwatersituaties (circa T=50 of meer) de Poolmolen minder goed zal kunnen functioneren dan in de huidige situatie, vanwege een te hoog waterpeil aan de benedenstroomse zijde. Omdat het hier om situaties gaat die maar incidenteel voorkomen, wordt dit niet als beperking voor het gemiddeld op jaarbasis kunnen functioneren van de Poolmolen beoordeeld. In alle overige situaties is het functioneren van de Poolmolen afhankelijk van het beschikbare debiet. Dit verandert in variant 3 niet ten opzichte van de huidige situatie.

Aan de hydraulische randvoorwaarden KRW kan invulling worden gegeven via het te ontwerpen beekprofiel. De voeding van de Oude Geleenbeek vanuit de Geleenbeek is echter *niet* meer mogelijk als gevolg van het afleiden van de Geleenbeek. Voor de voeding van de Oude Geleenbeek vanuit de Geleenbeek zijn in deze variant aanvullende maatregelen nodig. Omdat momenteel niet duidelijk is of deze voeding noodzakelijk is, is dit aspect bij de beoordeling buiten beschouwing gelaten.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel hydrologie (laagwater): +

#### *Beoordeling variant 4*

Omleiding van de Geleenbeek volgens variant 4 leidt niet tot een wijziging van het kunnen functioneren van de Poolmolen ten opzichte van de huidige situatie. In alle situaties is het functioneren van de Poolmolen afhankelijk van het beschikbare debiet. Dit verandert in variant 4 niet ten opzichte van de huidige situatie.

Aan de hydraulische randvoorwaarden KRW kan invulling worden gegeven via het te ontwerpen beekprofiel.

Voor de voeding van de Oude Geleenbeek vanuit de Geleenbeek zijn in deze variant aanvullende maatregelen nodig. Omdat momenteel niet duidelijk is of deze voeding noodzakelijk is, is dit aspect bij de beoordeling buiten beschouwing gelaten.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel hydrologie (laagwater): +

#### 3.4.4 Hoofdcriterium 3: Geohydrologie

##### Subcriteria

Voor het aspect 'geohydrologie' zijn de volgende subcriteria als meest relevant geacht voor het kader van deze afweging:

- invloed op grondwaterbeschermingsgebied;
- grondwaterstandseffecten.

Zoals is vastgelegd in het afwegingkader wordt de beoordeling gebaseerd op de volgende uitgangspunten, met daarbij in acht genomen de subcriteria:

**Tabel 10: afwegingskader geohydrologie**

| Beschrijving beoordeling  | Kwantificering | Beoordeling |
|---------------------------|----------------|-------------|
| Geen nadelig effect       | K              | +           |
| Beperkt nadelige effecten | K              | 0           |
| Groot nadelig effect      | K              | -           |

Het zoekgebied voor de omleiding van de Geleenbeek bestaat overwegend uit landbouwgronden en ten noorden van de RWZI uit grasland. De bodemopbouw bestaat in hoofdzaak uit een klei/leem deklaag met daaronder een grindpakket. De dikte van de deklaag varieert van circa 1 m tot 2,75 m. Gemiddeld is de dikte 1,9 m. Bij aanleg van een beek zal de klei/leem deklaag snel doorgraven worden, waardoor het in de beek aanwezige water met geringe weerstand naar de ondergrond kan wegzakken.

De grondwaterstanden in het zoekgebied van de varianten liggen gemiddeld tussen de 2 en 3 m beneden maaiveld. Dat betekent dat een omleiding infiltrerend werkt. Om waterverlies naar de ondergrond te voorkomen moet rekening worden gehouden met het slecht doorlatend maken van de beekbodem en een deel van het talud. Het zoekgebied voor de omleiding ligt gedeeltelijk in het grondwaterbeschermingsgebied Roosteren. Bij elke variant valt een deel van de te graven omleiding binnen dit grondwaterbeschermingsgebied. In grondwaterbeschermingsgebieden is het niet toegestaan om schadelijke stoffen in de bodem te brengen. Afhankelijk van de kwaliteit van het water in de omleiding kan hier wel / niet sprake van zijn. De eerdergenoemde bodemverdichting om waterverlies naar de ondergrond tegen te gaan, zal tevens transport van schadelijke stoffen naar de bodem tegengaan.

##### Beoordeling variant 1

Om waterverlies naar de ondergrond te voorkomen moet rekening worden gehouden met het slecht doorlatend maken van de beekbodem en een deel van het talud van de naast de A2 te verleggen Geleenbeek.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel geohydrologie: 0

#### Beoordeling variant 2

Om waterverlies naar de ondergrond te voorkomen moet rekening worden gehouden met het slecht doorlatend maken van de beekbodem en een deel van het talud van de te graven omleiding .

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel geohydrologie: 0.

#### Beoordeling variant 3

Om waterverlies naar de ondergrond te voorkomen moet rekening worden gehouden met het slecht doorlatend maken van de beekbodem en een deel van het talud van de te graven omleiding .

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel geohydrologie: 0

#### Beoordeling variant 4

Om waterverlies naar de ondergrond te voorkomen moet rekening worden gehouden met het slecht doorlatend maken van de beekbodem en een deel van het talud van de te graven omleiding .

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel geohydrologie: 0

### 3.4.5 Hoofdcriterium 4: Ecologische potentie

#### Subcriteria

Voor het aspect 'ecologische potenties ((landschaps)ecologie)' zijn de volgende subcriteria als meest relevant geacht voor het kader van deze afweging:

- bijdrage aan KRW-doelstellingen;

Zoals is vastgelegd in het afwegingkader wordt de beoordeling gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

**Tabel 11: afwegingskade ecologische potentie**

| Beschrijving beoordeling  | Kwantificering | Beoordeling |
|---|----------------|-------------|
| Karakteristieken van de herinrichting komen overeen met type R18. Te verwachten samenstelling macrofyten, macrofauna en vissen zeer divers. | K              | +           |
| Karakteristieken van de herinrichting komen gedeeltelijk overeen met type R18.  | K              | 0           |
| Karakteristieken van de herinrichting komen niet overeen met type R18.  | K              | -           |

NB: De kwantificering van de beoordeling vindt kwalitatief plaats.

#### Beoordeling variant 1

Variante 1 sluit lokaal aan op het kleinschalige landschap rondom Aasterberg. Het overgrote deel van deze variant ligt echter in een relatief open landbouwgebied. Hierdoor versterkt deze variant nauwelijks de verbinding tussen de reeds aanwezige landschapselementen (populierenbosjes, hagenbeuk-/elzenbosjes, hagen en houtwallen). In deze variant kan zich een meanderende beekloop ontwikkelen met mogelijkheden voor o.a. afkalving van oevers en zetting van zandige plekken, plaatselijke stroomversnellingen en slibzones. Het licht meanderende karakter van variant 1 sluit aan bij een typische beekloop voor R18. De mogelijkheden voor een natuurlijk beekbegeleidend bos die het meanderproces positief beïnvloedt, ontbreekt in deze variant. Lokaal ontstaat hierdoor geen ruimte voor spontane sterker meanderende delen. Echter, gelet op de beperkte noodzaak tot omkading van de beek, krijgt deze een meer natuurlijke inpassing in het landschap en kwalitatieve samenhang met de kleinschaligheid van Baakhoven.

De fysisch-chemische kwaliteit van de beek (met voorkeur neutraal tot basisch en zwak eutroof) wordt negatief beïnvloed door de verzurende en vermestende depositie uit de lucht vanuit de A2 en de reeds aanwezige intensieve landbouw. Beide effecten remmen dan ook de vegetatieve ontwikkeling van de beek. De variant wordt in beperkte mate beïnvloed door effluenten-lozingen vanuit de nabij liggende RWZI, waardoor de potenties voor de waterkwaliteit vergelijkbaar zijn met de huidige ligging.

In het voorgenomen profiel van variant 1 ontbreekt lokaal een sterke structuur in de beekloop om plaatselijk fijne grindbanken, zandige plekken en stroomversnellingen rustige plekken mogelijk te maken. De hydromorfologische parameters zoals stroomsnelheid en afvoer zullen vrij uniform zijn en de totaallengte van de te verleggen beek blijft vrijwel onveranderd, aangezien het hoofdzakelijk een verschuiving van de bestaande beek betreft.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel ecologische potentie: 0

#### *Beoordeling variant 2*

Variante 2 vergroot een samenhangend kleinschalig landschap en een versterking van het Geleenbeekdal. Dit door de samenhang tussen beek en oevervegetatie met de reeds aanwezige houtwallen, hagen en struweel langs de toekomstige ligging van de beek. Verspreid in het gebied liggen kleine populierenbossen. Ze bieden structuur door beschaduwing, dood hout en luwte rondom de beek. De ligging van de Geleenbeek sluit naast de populierenopstanden (deels) goed aan op het jonge haagbeuken- en essenbos rondom de RWZI, echter blijft de beek wel fysiek gescheiden hiervan, door de noodzaak tot omkading van een groot deel van de beek.

De beekloop kenmerkt zich in deze variant door haar meanderend karakter en een vergroting van de ecologische potentie t.o.v. de huidige ligging. Deze meandering zorgt voor een natuurlijk gradiënt in de beek met luwe en snel stromende delen, de vorming van o.a. fijne grindbanken, aangeslibde of zandig plekken.

De afstand tussen de A2 en de beek wordt vergroot, waardoor de verzurende en vermestende effecten op de beek worden gereduceerd. Dit komt ten gunste van het mesotrofe tot zwak eutrofe karakter van een typische snelstromende middenloop op kalkhoudende bodem. Gelet op de aansluiting op de Vloedgraaf ten zuiden van de RWZI, blijven de effecten vanuit de effluentlozingen van de RWZI beperkt. Hetgeen ten gunste is van het mesotrofe tot zwak eutrofe karakter van de beek en de ontwikkeling van de aanwezige macrofauna.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel ecologische potentie: 0.

#### *Beoordeling variant 3*

Variante 3 vergroot het functioneren van een kleinschalig landschap dat binnen een beekdal ligt. Dit wordt zichtbaar door de samenhang tussen beek en oevervegetatie met de reeds aanwezige houtwallen, hagen en struweel langs de beek. Verspreid in het gebied liggen kleine populierenbossen.

Ook in deze is omkading nodig hetgeen een minder gunstig effect op de samenhang tussen beek en de aanwezige landschapselementen heeft. De beekloop wordt hierdoor herkenbaar door haar meanderend karakter en een vergroting van het oppervlak t.o.v. de huidige ligging en oeverlengte van de beek. De sterke meandering bevordert een natuurlijk gradiënt in de beek met luwe en snel stromende delen, de vorming van o.a. fijne grindbanken, aangeslibde of zandig plekken.

Er is sprake van een kwaliteitsverbetering van de fysisch-chemische samenstelling van de beek, mede door het vergroten van de afstand tussen de beek met de A2. Gelet op de aansluiting op de Vloedgraaf ten noorden van de RWZI, wordt echter de waterkwaliteit (beperkt) beïnvloed door de effluentlozingen van de RWZI. Hetgeen niet ten gunste is van het mesotrofe tot zwak eutrofe karakter van een typische snelstromende middenloop van een beek op kalkhoudende bodem.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel ecologische potentie: 0

#### Beoordeling variant 4

Variante 4 vergroot het functioneren van een kleinschalig landschap binnen het Geleenbeekdal. Dit wordt zichtbaar door de samenhang tussen beek en oevervegetatie met de reeds aanwezige houtwallen, hagen en struweel langs de beek. Verspreid in het gebied liggen kleine populierenbossen.

In deze variant is een omkading van de beek noodzakelijk, hetgeen ten koste gaat van de landelijke inpassing. De beekloop wordt hierdoor herkenbaar door haar meanderende karakter en een sterke vergroting van de oeverlengte van de beek t.o.v. de huidige ligging. De sterke meandering bevordert een natuurlijke gradiënt in de beek met luwe en snel stromende delen, de vorming van o.a. fijne grindbanken, aangeslibde of zandige plekken.

Er is sprake van een kwaliteitsverbetering van de fysisch-chemische samenstelling van de beek, mede door het vergroten van de afstand tussen de beek met de A2. Een ander gunstig effect is de aansluiting op de Geleenbeek. Hierdoor blijven de effecten op de beek vanuit effluentlozingen van de RWZI beperkt. Hetgeen ten gunste is van het mesotrofe tot zwak eutrofe karakter van de beek en de ontwikkeling van de aanwezige macrofauna.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel ecologische potentie ecologie: 0.

#### 3.4.6 Hoofdcriterium 5: Flora en fauna (beschermde en kwetsbare natuurwaarden)

##### Subcriteria

Voor het aspect 'flora en fauna (beschermde en kwetsbare natuurwaarden)' zijn de volgende subcriteria als meest relevant geacht voor het kader van deze afweging:

- beschermde en kwetsbare soorten;
- beschermde en kwetsbare gebieden.

Zoals is vastgelegd in het afwegingkader wordt de beoordeling gebaseerd op de volgende uitgangspunten, met daarbij in acht genomen de subcriteria:

**Tabel 12: afwegingskader flora en fauna**

| Beschrijving beoordeling  | Kwantificering | Beoordeling |
|---|----------------|-------------|
| Geen ecologische verwachtingswaarden (beschermde/kwetsbare gebieden en soorten) | K              | +           |
| Middelhoge verwachtingswaarde (beschermde/kwetsbare gebieden of soorten)        | K              | 0           |
| Hoge verwachtingswaarden (beschermde/kwetsbare gebieden en soorten)             | K              | -           |

NB: De kwantificering van de beoordeling vindt kwalitatief plaats.

#### Beoordeling variant 1

De realisatie van variant 1 gaat gepaard met een beperkte invloed op reeds aanwezige natuurwaarden binnen het gebied. Het aantal beschermde en kwetsbare soorten is zeer beperkt aanwezig, waardoor er naar verwachting geen of nauwelijks beperkingen bestaan voor de uitvoering van de variant.

Variante 1 ligt buiten de invloedssfeer van Natura 2000-gebieden en Beschermde Natuurmonumenten, evenals gebieden met een specifieke aanwijzing binnen de POL. Op basis van de ligging is een versterking van de natuurwaarden zoals aangewezen vanuit de POL beperkt mogelijk.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel flora en fauna (beschermde en kwetsbare natuurwaarden): +.

### *Beoordeling variant 2*

Variant 2 ligt nabij enkele houtwallen die deel uitmaken van het leefgebied van soorten met jaarrond beschermde vaste rust- en verblijfplaatsen, zoals de buizerd, boomvalk en steenuil. De bossen zijn verruigd, echter handhaven er zich soorten als herfsttijloos en nachtegaal. Daarnaast broeden er typische soorten van (vochtige) houtwallen als boomvalk en nachtegaal.

Op diverse plekken zijn aanwijzingen voor de aanwezigheid van dassenleefgebied, evenals potentieel foerageergebied en vliegroutes van vleermuizen. Bij de realisatie dienen er mogelijk kapwerkzaamheden te worden uitgevoerd om o.a. de aanleg van kades en de beek mogelijk te maken. Hierdoor is er een verhoogde kans op verstoring en/of aantasting van leefgebied van strikt beschermde soorten.

Enkele van de aanwezige populierenbossen en het omliggende haagbeuken- en essenbos rondom de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) maken deel uit van de POL 2014 en zijn aangewezen als 'goudgroene zone' met een sterke doelstelling tot behoud van de aanwezige natuurwaarden. Variant 2 versterkt de robuustheid van deze (vochtige) zone en de mogelijkheden om een variabele grondwaterstand toe te passen. Variant 2 ligt buiten de invloedssfeer van Natura 2000-gebieden en Beschermde Natuurmonumenten. Mogelijkerwijs zal met de uitvoering van kapwerkzaamheden een kapvergunning benodigd zijn, evenals de noodzaak voor een kapmelding en herplantingsplicht inzake de Boswet.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel flora en fauna (beschermde en kwetsbare natuurwaarden): 0.

### *Beoordeling variant 3*

Variant 3 ligt nabij enkele houtwallen die deel uitmaken van het leefgebied van soorten met jaarrond beschermde vaste rust- en verblijfplaatsen, zoals buizerd, boomvalk en steenuil. De bossen zijn verruigd, echter handhaven er zich soorten als herfsttijloos, nachtegaal. Ook broeden er typische soorten van (vochtige) houtwallen, zoals boomvalk en nachtegaal. Op diverse plekken zijn er aanwijzingen voor de aanwezigheid van dassenleefgebied, evenals potentieel foerageergebied en vliegroutes van vleermuizen. Ter realisatie dienen mogelijkerwijs kapwerkzaamheden te worden uitgevoerd om o.a. de aanleg van kades en de beek mogelijk te maken. Hierdoor is een verhoogde kans op verstoring en/of aantasting van leefgebied van strikt beschermde soorten.

Enkele van de aanwezige populierenbossen en het omliggende haagbeuken- en essenbos rondom de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) maken deel uit van de POL 2014 en zijn aangewezen als 'goudgroene zone' met een sterke doelstelling tot behoud van de aanwezige natuurwaarden. Variant 3 versterkt de robuustheid van deze (vochtige) zone en de mogelijkheden om een variabele grondwaterstand toe te passen. Variant 3 ligt buiten de invloedssfeer van

Natura 2000-gebieden en Beschermde Natuurmonumenten. Mogelijkerwijs zal met de uitvoering van kapwerkzaamheden een kapvergunning benodigd zijn, evenals de noodzaak voor een kapmelding en herplantingsplicht inzake de Boswet.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel flora en fauna (beschermde en kwetsbare natuurwaarden): 0.

### *Beoordeling variant 4*

Variant 4 ligt nabij enkele houtwallen die deel uitmaken van het leefgebied van soorten met jaarrond beschermde vaste rust- en verblijfplaatsen, zoals buizerd, boomvalk en steenuil. De bossen zijn verruigd, echter handhaven er zich soorten als herfsttijloos, nachtegaal en broeden er typische soorten van (vochtige) houtwallen als boomvalk en nachtegaal. Op diverse plekken zijn aanwijzingen voor de aanwezigheid van dassenleefgebied, evenals potentieel foerageergebied en vliegroutes van vleermuizen.

Enkele van de aanwezige populierenbossen en het omliggende haagbeuken- en essenbos rondom de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) maken deel uit van de POL 2014 en zijn aangewezen als 'goudgroene zone' met een sterke doelstelling tot behoud van de aanwezige natuurwaarden. Variant 4 versterkt de robuustheid van deze (vochtige) zone en de mogelijkheden om een variabele grondwaterstand toe te passen. Variant 4 ligt buiten de invloedssfeer van Natura 2000-gebieden en Beschermd Natuurmonumenten. Mogelijkerwijs zal met de uitvoering van kapwerkzaamheden een kapvergunning benodigd zijn, evenals de noodzaak voor een kapmelding en herplantingsplicht inzake de Boswet.

In de realisatiefase dienen er mogelijkerwijs kapwerkzaamheden te worden uitgevoerd om o.a. de aanleg van kades en de beek mogelijk te maken. Hierdoor is er een verhoogde kans op verstoring en/of aantasting van leefgebied van beschermde en kwetsbare soorten. Hiermee scoort deze variant op het onderdeel flora en fauna (beschermde en kwetsbare natuurwaarden): 0.

### 3.4.7 Hoofdcriterium 6: Landschap en recreatie

#### Subcriteria

Voor het aspect 'landschap en recreatie' zijn de volgende subcriteria als meest relevant geacht voor het kader van deze afweging:

- aansluiten op geomorfologische structuren (oude Maasloop, natuurlijke laagtes, niet doorsnijden terrasranden etc.; zie landschapsecologische analyse);
- (minimaliseren van) een nieuwe geleidingskade langs Geleenbeek;
- ruimte scheppen voor spontane meanderingsprocessen;
- recreatie (beleving).

Zoals is vastgelegd in het afwegingkader wordt de beoordeling gebaseerd op de volgende uitgangspunten, met daarbij in acht genomen de subcriteria:

**Tabel 13: afwegingskader landschap en recreatie**

| Beschrijving beoordeling   | Kwantificering | Beoordeling |
|--|----------------|-------------|
| Positieve invloed op de landschappelijke en recreatieve waarden        | K              | +           |
| Geen of beperkte invloed op de landschappelijke en recreatieve waarden | K              | 0           |
| Negatieve invloed op de landschappelijk en recreatieve waarden         | K              | -           |

NB: De kwantificering van de beoordeling vindt kwantitatief plaats.

#### Beoordeling variant 1

Deze variant ligt nog het dichtst bij de oorspronkelijke ligging van de Geleenbeek in de oude Maasmeander, en is daarmee landschapsecologisch het meest logisch, ondanks een ligging dicht tegen de A2.

Een voordeel is dat er niet een nieuwe omkading dwars op het open landschap hoeft te worden aangelegd. Ruimte voor spontane meandering is mogelijk.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel landschap en recreatie: +

#### Beoordeling variant 2

Variant 2 volgt geen logische landschappelijke of geomorfologische contouren, maar steekt op onlogische wijze het hoge deel van de Oude Maasloop over.

Er is een nieuwe, kade dwars op het open gebied nodig, om hoogwater vanuit de Vloedgraaf op te vangen. De nieuwe beek zal niet goed beleefbaar zijn in het landschap, maar ligt afgeschermd. Gezien extra beschikbare breedte op de reeds verworven eigendommen van WRO (circa 75 meter breed) is het beter mogelijk t.o.v. de andere varianten om de kades landschappelijk in te passen.

Ruimte voor spontane meandering is mogelijk, maar hangt mogelijk nog wel af van aanvullende grondverwerving.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel landschap en recreatie: -

### Beoordeling variant 3

Variante 3 volgt geen logische landschappelijke of geomorfologische contouren, maar steekt eveneens op wat onlogische wijze het hoge deel van de Oude Maasloop over.

Er is een nieuwe, hoge kade in het open gebied nodig, om hoogwater vanuit de Vloedgraaf op te vangen. Mogelijk is deze kade echter beter weg te werken in de afscheiding van de waterzuivering. De beek zal echter over delen nog steeds slecht beleefbaar zijn. In het open gebied is de beek dus niet goed beleefbaar.

Ruimte voor spontane meandering is mogelijk, maar hangt mogelijk nog wel af van aanvullende grondverwerving. Door de grotere lengte van dit tracé zullen wel het gemiddelde verhang, en daarmee mogelijkwijs de stroomsnelheden afnemen.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel landschap en recreatie: -

### Beoordeling variant 4

Variante 4 volgt geen logische landschappelijke of geomorfologische contouren, maar steekt eveneens op wat onlogische wijze door de binnenkant van de Oude Maasmeander heen.

Er is een kade in het open gebied nodig, om hoogwater vanuit de Geleenbeek op te vangen. De benodigde kade is lager dan in variant 2 en variant 3. De beek zal over delen nog steeds slecht beleefbaar zijn.

Ruimte voor spontane meandering is mogelijk, maar hangt mogelijk nog wel af van aanvullende grondverwerving. Door de grotere lengte van dit tracé zullen wel het gemiddelde verhang, en daarmee mogelijkwijs de stroomsnelheden afnemen.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel landschap en recreatie: 0

### 3.4.8 Hoofdcriterium 7: Archeologie

#### Subcriteria

Voor het aspect 'archeologie' zijn de volgende subcriteria als meest relevant geacht voor het kader van deze afweging:

- archeologische verwachtingswaarden;
- ARCHIS (vondstmeldingen, waarnemingen, monumenten).

Zoals is vastgelegd in het afwegingkader wordt de beoordeling gebaseerd op de volgende uitgangspunten, met daarbij in acht genomen de subcriteria:

**Tabel 14: afwegingskader archeologie**

| Beschrijving beoordeling  | Kwantificering | Beoordeling |
|---|----------------|-------------|
| Lage archeologische verwachtingswaarden                           | €              | +           |
| Middelhoge archeologische verwachtingswaarde                      | €              | 0           |
| Hoge archeologische verwachtingswaarde of aanwezigheid monumenten | €              | -           |

NB: De kwantificering van de beoordeling vindt plaats door middel van een relatieve inschatting van de gemoeide kosten die met elke variant gepaard gaan.

### Beoordeling variant 1

Op de archeologische verwachtingskaart van de gemeente Echt-Susteren doorkruist deze variant terreinen met een hoge verwachting voor droge landschappen en middelhoge verwachting voor natte landschappen.<sup>1</sup> De verhouding tussen beide is grofweg evenredig. Hierdoor is het risico voor archeologie hoog.

<sup>1</sup> RAAP rapport nr. 1951.

In het kader van de verbreding van de A2 is een verwachtingskaart opgesteld (2014, concept), waarin de nieuwste gegevens verwerkt zijn.<sup>2</sup> Op die kaart komt de verwachtingswaarde nog grotendeels overeen met de bovengenoemde situatie. Er is echter een duidelijk verschil in het uiterste zuiden van dit traject waarneembaar. Dat gebied heeft enerzijds een lage verwachtingswaarde toegekend gekregen, maar is tevens aangemerkt als risicogebied voor vindplaatsen jagers/verzamelaars. Wanneer de gegevens uit ARCHIS2 en de Archeologische Monumentenkaart worden bekeken kan worden gesteld dat er verschillende waarnemingen direct naast het geprojecteerde traject liggen. De variant doorkruist geen monument, wel ligt er een terrein van hoge archeologische waarde op korte afstand (monument). Het risico voor archeologie is op basis daarvan als middelhoog aan te duiden.

Variante 1 is het langste traject binnen de varianten, hierdoor neemt tevens het risico voor archeologie toe.

De bovenstaande gegevens samengenomen scoort deze variant op het onderdeel archeologie een middelhoog tot hoog risico voor archeologie, waarbij de nadruk ligt op hoog: -

#### *Beoordeling variant 2*

Op de archeologische verwachtingskaart van de gemeente Echt-Susteren (1951) doorkruist deze variant terreinen met een hoge verwachting voor droge landschappen, een middelhoge verwachting voor natte landschappen en een lage verwachting voor droge landschappen. De verhouding tussen deze waarden is niet evenredig (15% laag, 25% middelhoog en 60% hoog). Het archeologisch risico voor deze variant is daarom middelhoog tot hoog.

Op de voor de verbreding van de A2 opgestelde kaart (2014, concept) komt de verwachtingswaarde niet langer overeen met de bovengenoemde situatie. Een aanzienlijk gedeelte van het gebied heeft enerzijds een lage verwachtingswaarde toegekend gekregen ten koste van de hoge verwachtingswaarde, maar tevens is een groot gebied aangemerkt als risicogebied voor vindplaatsen jagers/verzamelaars.

Wanneer de gegevens uit ARCHIS2 en de Archeologische Monumentenkaart worden bekeken kan worden gesteld dat er geen waarnemingen naast of in de directe omgeving van het geprojecteerde traject liggen. De variant doorkruist ook geen monument. Het risico voor archeologie is op basis daarvan als laag in te schatten.

Variante 2 is een middellang traject binnen de varianten, hierdoor neemt het risico voor archeologie enigszins toe.

De bovenstaande gegevens samengenomen scoort deze variant op het onderdeel archeologie een middelhoog tot hoog risico voor archeologie, waarbij de nadruk ligt op middelhoog: 0

#### *Beoordeling variant 3*

Op de archeologische verwachtingskaart van de gemeente Echt-Susteren (1951) doorkruist deze variant terrein met een hoge verwachting voor droge landschappen en middelhoge verwachting voor natte landschappen. De verhouding tussen beide is niet evenredig (15-20% middelhoog en 80-85% hoog). Hierdoor is het risico voor archeologie hoog.

Wanneer de gegevens uit ARCHIS2 en de Archeologische Monumentenkaart worden bekeken kan worden gesteld dat er een enkele waarneming direct naast het geprojecteerde traject ligt. De variant doorkruist geen monument. Het risico voor archeologie is op basis daarvan als middelhoog aan te duiden.

Variante 3 is een relatief kort traject binnen de varianten, hierdoor is het risico voor archeologie ook geringer dan bij varianten 1 en 2.

De bovenstaande gegevens samengenomen scoort deze variant op het onderdeel archeologie een middelhoog tot hoog risico voor archeologie, waarbij de nadruk ligt op hoog: -

#### *Beoordeling variant 4*

---

<sup>2</sup> Verhoeven, 2014 (concept).

Op de archeologische verwachtingskaart van de gemeente Echt-Susteren doorkruist deze variant terrein met een hoge en middelhoge verwachting voor droge landschappen. De verhouding tussen beide is bijna evenredig (60% middelhoog en 40% hoog). Hierdoor is het risico voor archeologie middelhoog tot hoog. Wanneer de gegevens uit ARCHIS2 en de Archeologische Monumentenkaart worden bekeken kan worden gesteld dat er verschillende waarnemingen naast het geprojecteerde traject liggen. De variant doorkruist geen monument, wel ligt er een terrein van hoge archeologische waarde op enige afstand (monument). Het risico voor archeologie is op basis daarvan als middelhoog aan te duiden. Variant 4 is een middellang traject binnen de varianten, hierdoor neemt het risico voor archeologie enigszins toe.

De bovenstaande gegevens samengenomen scoort deze variant op het onderdeel archeologie een middelhoog tot hoog risico voor archeologie: -.

### 3.4.9 Hoofdcriterium 8: Ruimtebeslag

#### Subcriteria

Voor het aspect 'ruimtebeslag' is het volgende subcriterium als meest relevant geacht voor het kader van deze afweging:

- Totale benodigde ruimtebeslag voor een goede beekinrichting conform gestelde doelen.

Zoals is vastgelegd in het afwegingkader wordt de beoordeling gebaseerd op de volgende uitgangspunten, met daarbij in acht genomen de subcriteria:

**Tabel 15: afwegingskader ruimtebeslag**

| Beschrijving beoordeling                   | Kwantificering | Beoordeling |
|--|----------------|-------------|
| Kosten totaal ruimtebeslag < € 500.000,-   | €              | +           |
| Kosten totaal ruimtebeslag < € 1.000.000,- | €              | 0           |
| Kosten totaal ruimtebeslag < € 1.500.000,- | €              | -           |

NB: De kwantificering van de beoordeling vindt plaats door middel van een relatieve inschatting van de gemoeide kosten die met elke variant gepaard gaan.

#### Beoordeling variant 1

Het totale ruimtebeslag voor een conform gestelde doelen goed functionerende Geleenbeek is circa 13,3 hectare. De toegerekende kosten, op basis van € 5,00 per m<sup>2</sup> voor het totale ruimtebeslag, bedragen daarmee € 665.000,00.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel ruimtebeslag: 0.

#### Beoordeling variant 2

Het totale ruimtebeslag voor een conform gestelde doelen goed functionerende Geleenbeek is circa 14,5 hectare. De toegerekende kosten op basis van € 5,00 per m<sup>2</sup> voor het totale ruimtebeslag bedragen daarmee € 725.000,00.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel ruimtebeslag: 0.

#### Beoordeling variant 3

Het totale ruimtebeslag voor een conform gestelde doelen goed functionerende Geleenbeek is circa 20,3 hectare. De toegerekende kosten op basis van € 5,00 per m<sup>2</sup> voor het totale ruimtebeslag bedragen daarmee € 1.015.000,00.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel ruimtebeslag: -.

#### Beoordeling variant 4

Het totale ruimtebeslag voor een conform gestelde doelen goed functionerende Geleenbeek is circa 21,3 hectare. De toegerekende kosten op basis van € 5,00 per m<sup>2</sup> voor het totale ruimtebeslag bedragen daarmee € 1.065.000,00.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel ruimtebeslag: -.

#### 3.4.10 Hoofdcriterium 9: Risico's uitvoerbaarheid

##### Subcriteria

Voor het hoofdcriterium 'Risico's uitvoerbaarheid' zijn de volgende subcriteria als meest relevant geacht voor het kader van deze afweging:

- aanwezigheid kabels en leidingen;
- aantal te doorkruisen percelen.

Zoals is vastgelegd in het afwegingkader wordt de beoordeling gebaseerd op de volgende uitgangspunten, met daarbij in acht genomen de subcriteria:

**Tabel 16: afwegingskader risico's uitvoerbaarheid**

| Beschrijving beoordeling   | Kwantificering | Beoordeling |
|--|----------------|-------------|
| Relatief weinig (kosten voor) kruisende kabels en leidingen (< € 250.000,-) en beperkt aantal te doorsnijden particuliere percelen | €              | +           |
| Kosten kruisen kabels en leidingen < € 500.000,- / > € 250.000,- en verwacht aantal te doorsnijden particuliere percelen           | €              | 0           |
| Kosten kruisen kabels en leidingen > € 500.000,- en veel te doorsnijden particuliere percelen                                      | €              | -           |

NB: De kwantificering van de beoordeling vindt plaats door middel van een relatieve inschatting van de gemoeide kosten die met elke variant gepaard gaan.

De ligging van kabels en leidingen zijn bepaald aan de hand van een recent uitgevoerde Klic-melding. De kosten voor het kruisen van deze kabels en leidingen zijn ingeschat op basis van expert judgement aan de hand van ervaring in vergelijkbare projecten. Deze kosten zijn louter bedoeld om de verschillende varianten te kunnen vergelijken en geen absolute kosten met een in dit stadium aan te geven bandbreedte. De daadwerkelijke kosten kunnen per variant verschillen op basis van het definitief te kiezen tracé. Afhankelijk van diepteligging en slimme ontwerpkeuzes kunnen de kosten wijzigen. Voor de te kiezen voorkeursvariant zal in de volgende fase verdere (kosten)detaillering plaatsvinden. Overigens is het vermeldingswaardig dat op het deelgebied tussen Oud-Roosteren en de sifon onder het Julianakanaal de PPS-leiding gekruist wordt. Aangezien dit in iedere variant aan de orde is, de varianten verschillen immers alleen bovenstrooms van dit deelgebied, is dit voor de kostenvergelijking tussen de varianten buiten beschouwing gelaten.

Per kruising zijn de volgende kosten voor het onderlinge vergelijk aangehouden (inclusief buiten gebruikstelling en beschermende maatregelen):

- PPS-leiding € 300.000,00
- WBL-transportleiding € 150.000,00
- WML-waterleiding € 150.000,00
- vrijerval rioolleiding € 50.000,00
- Enexis middenspanning € 20.000,00
- Enexis laagspanning € 5.000,00
- datakabels € nihil

De datakabels vormen kostentechnisch en planningstechnisch geen groot uitvoeringsrisico. Deze zijn daarom in de vergelijking verder buiten beschouwing gelaten.

#### *Beoordeling variant 1*

Voor variant 1 is de verwachting dat de volgende kruisingen aan de orde zijn:

- tweemaal PPS-leiding;
- eenmaal WBL-transportleiding;
- driemaal Enexis middenspanning;
- tweemaal Enexis laagspanning.

De totale (vergelijkings)kosten voor variant 1 voor het kruisen van kabels en leidingen is daarmee ingeschat op € 820.000,00. Op dit deelcriterium scoort variant 1 daarmee negatief.

Variant 1 is de op één na langste van de vier varianten. Op diverse stukken van deze variant worden particuliere percelen doorsneden. Op dit deelcriterium scoort variant 1 daarmee negatief.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel risico's uitvoerbaarheid: -.

#### *Beoordeling variant 2*

Voor variant 2 is de verwachting dat de volgende kruising aan de orde is:

- eenmaal WBL-transportleiding

De totale (vergelijkings)kosten voor variant 2 voor het kruisen van kabels en leidingen is daarmee ingeschat op € 150.000,00. Op dit deelcriterium scoort variant 1 daarmee positief.

Variant 2 is de kortste van de vier varianten. Op een beperkte deel van deze variant worden particuliere percelen doorsneden. Op dit deelcriterium scoort variant 2 daarmee positief.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel risico's uitvoerbaarheid 0.

#### *Beoordeling variant 3*

Voor variant 3 is de verwachting dat de volgende kruisingen aan de orde zijn:

- eenmaal PPS-leiding;
- eenmaal WBL-transportleiding;
- eenmaal WML-waterleiding;
- eenmaal vrijerval rioolleiding;
- eenmaal Enexis laagspanning.

De totale (vergelijkings)kosten voor variant 3 voor het kruisen van kabels en leidingen zijn daarmee ingeschat op € 655.000,00. Op dit deelcriterium scoort variant 3 daarmee negatief.

Variant 3 is de op 1 na kortste variant. Op een verwacht deel van deze variant worden particuliere percelen doorsneden. Op dit deelcriterium scoort variant 3 daarmee neutraal.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel risico's uitvoerbaarheid -.

#### *Beoordeling variant 4*

Voor variant 4 is de verwachting dat de volgende kruisingen aan de orde zijn:

- eenmaal PPS-leiding;
- eenmaal WBL transportleiding;
- eenmaal Enexis laagspanning.

De totale (vergelijkings)kosten voor variant 4 voor het kruisen van kabels en leidingen zijn daarmee ingeschat op € 455.000,00. Op dit deelcriterium scoort variant 4 daarmee negatief.

In deze variant worden relatief veel percelen van particuliere eigenaren gekruist.

Hiermee scoort deze variant op het onderdeel risico's uitvoerbaarheid -.

### 3.4.11 Hoofdcriterium 10: Meerwaardecreatie

Het project A2 Het Vonderen – Kerensheide maakt onderdeel uit van het programma MeerwaardeCreatieNederlandBovenwater 2014 – 2015. Het doel van dit programma is om win-win situaties te creëren door projecten te combineren. Het verleggen van de Geleenbeek kan onderdeel uitmaken van een dergelijke meerwaardecreatie, omdat hiermee een deel van de benodigde natuurcompensatie voor de A2 verricht kan worden.

Voor de verbreding van de A2 tussen de knooppunten Het Vonderen en Kerensheide is een inpassingsvisie opgesteld (Inpassingsvisie A2 Het Vonderen – Kerensheide). In deze inpassingsvisie wordt ingezet op een parkway. Dit is een groen ingerichte zone van vijftien meter parallel aan de A2. De parkway moet het contact tussen de gebruiker van de A2 en de omgeving vergroten.

#### Subcriteria

Voor het aspect 'meerwaardecreatie (in het kader van de verbreding van de A2)' zijn de volgende subcriteria als meest relevant geacht voor het kader van deze afweging:

- natuurcompensatie (voor project A2);
- landschap (voor project A2).

Zoals is vastgelegd in het afwegingkader wordt de beoordeling gebaseerd op de volgende uitgangspunten, met daarbij in acht genomen de subcriteria:

**Tabel 17: afwegingskader meerwaardecreatie**

| Beschrijving beoordeling   | Kwantificering | Beoordeling |
|--|----------------|-------------|
| Grote meerwaarde voor project A2, verlegging beek dient als natuurcompensatie    | K              | +           |
| Geringe meerwaarde voor project A2   | K              | 0           |
| Geen meerwaarde voor project A2, of minderwaarde door (vertragende) vervlechting | K              | -           |

NB: De kwantificering van de beoordeling vindt kwalitatief plaats.

#### Beoordeling variant 1

Variante 1 is parallel aan de A2 gelegen waardoor realisatie van deze variant kan leiden tot een grote meerwaarde voor het project verbreding A2. Door ontwikkeling van variante 1 kan het gebied direct grenzend aan de A2 natuurlijk worden ingericht waardoor het kan dienen als natuurcompensatie voor de A2. Daarnaast kan op deze manier invulling worden gegeven aan de A2 als parkway. Hiermee scoort deze variant op het onderdeel meerwaardecreatie +.

#### Beoordeling variant 2

Variante 2 is te ver van de A2 gelegen om een bijdrage te kunnen leveren aan de parkway. Wel kan een deel van de natuurcompensatie van de A2 door ontwikkeling van deze variant worden gerealiseerd. Hiermee scoort deze variant op het onderdeel meerwaardecreatie 0.

#### Beoordeling variant 3

Variante 3 is te ver van de A2 gelegen om een bijdrage te kunnen leveren aan de parkway. Wel kan een deel van de natuurcompensatie van de A2 door ontwikkeling van deze variant worden gerealiseerd. Hiermee scoort deze variant op het onderdeel meerwaardecreatie 0.

#### Beoordeling variant 4

Variante 4 is te ver van de A2 gelegen om een bijdrage te kunnen leveren aan de parkway. Wel kan een deel van de natuurcompensatie van de A2 door ontwikkeling van deze variant worden gerealiseerd. Hiermee scoort deze variant op het onderdeel meerwaardecreatie 0.

## 4 Ontwerpen per deelgebied

### 4.1 Deelgebieden

Op basis van met name hydrologische, ecologische en landschappelijke kenmerken is een onderverdeling gemaakt in deelgebieden. Per deelgebied is de huidige situatie beschreven en een beknopte analyse uitgevoerd. Na de beschrijving van deze analyses is onderaan per deelgebied een geschematiseerde dwarsdoorsnede van het beekdal opgenomen.

De belangrijkste te nemen maatregelen zijn op hoofdlijnen beschreven per deelgebied. Leidend voor VO zijn de ontwerptekeningen (bijlage 11). De geraamde kosten per deelgebied staan vermeld in bijlage 12.

### 4.2 Normering per kade

Binnen het projectgebied gelden verschillende beschermingsniveaus voor achterliggend gebied. Om te voldoen aan deze bescherming is op een aantal deelgebieden kades nodig. In bijlage 15 is de normering opgenomen en zijn de berekende waterstanden op een aantal cruciale locaties aangegeven. Ook zijn de gehanteerde opslagen weergegeven. De combinatie van waterstand en opslag leidt tot de benodigde kruinhoogte van de kades. De kruinhoogtes zijn opgenomen in de ontwerptekeningen.

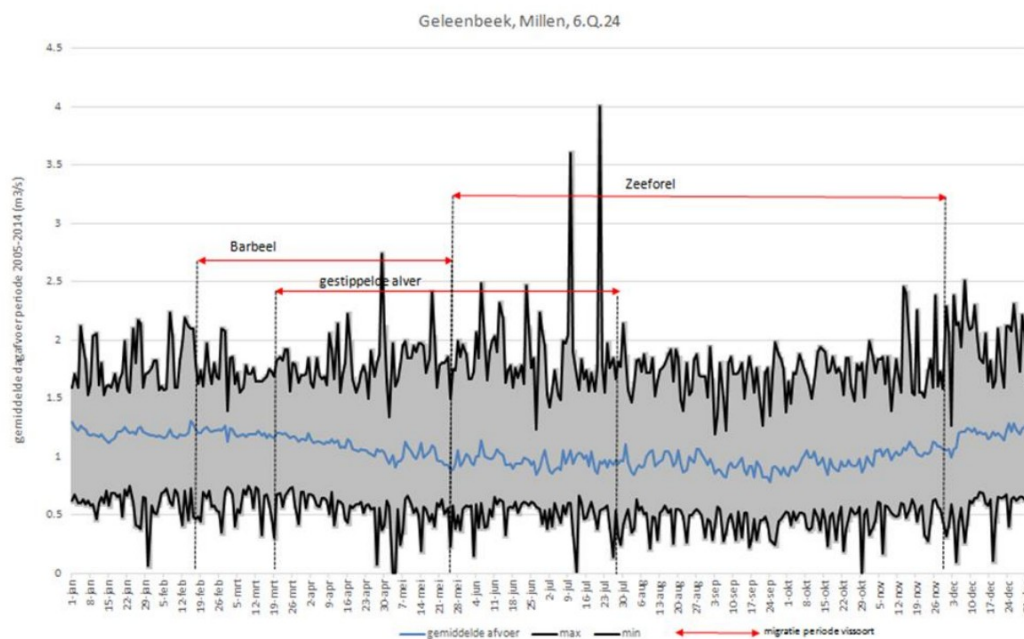
### 4.3 Ontwerp Geleenbeek bovenstrooms Poolmolen

#### 4.3.1 *Ecologische analyse*

De Geleenbeek is bovenstrooms van de Poolmolen een gestuwde beek. Spontane meanderprocessen zijn niet te verwachten in dit tracé. Om een ecologische impuls te geven aan dit tracé is een plasdraszone aan weerszijden van de beek voorzien. Binnen de eigendommen van WRO wordt de beek licht meanderend heringericht. Samen met een 30 m beekbegeleidende zone leidt dit tot een groter doelbereik van de gestelde ecologische doelstellingen. Mogelijk wordt ook een poel aangelegd die op GLG-niveau droog dient te vallen. In de DO-fase beslist het waterschap hierover.

#### 4.3.2 *Hydrologische analyse*

In figuur 21 is te zien dat het debiet op de Geleenbeek weinig natuurlijke afvoerpieken en dalen laat zien. Het debiet is duidelijk gestuurd en beweegt zich gemiddeld tussen 1 – 1,5m<sup>3</sup>/s. Het debiet in de Geleenbeek is afgestemd op de waterbehoefte van de Poolmolen. Deze waterbehoefte wordt bij het verdeelwerk Millen gestuurd. Het stuwpeil van de Poolmolen bedraagt 31.50 m +NAP. Om de plasdraszone zo goed mogelijk te benutten varieert de bankelhoogte tussen de 31.00 m +NAP en 31.40 m +NAP. De banketten zijn 2 meter breed.



Figuur 21: gemiddelde afvoer Geleenbeek jaarrond over 2005-2014 bij verdeelwerk Millen

Aan de hand van de 1D-berekeningen met Sobek zijn de waterdieptes en stroomsnelheid berekend bij 5 % afvoer, zie tabel 19.

De bodembreedte is bepaald op basis van beschikbaar verhang en afvoergegevens en bedraagt 2 m.

Voor dit deeltraject is een basis beekprofiel ontworpen met een bodembreedte van 2 m, wat aansluit bij de huidige situatie. Dit resulteert in de volgende waterdieptes:

- waterdiepte bij 5% afvoer: ca. 100-125 cm;
- waterdiepte bij 95% afvoer: ca. 100-125 cm.

Tabel 18: waterdiepte en stroomsnelheid bij 5 % deelgebied Geleenbeek bovenstrooms Poolmolen

| Afvoer | Waterdiepte (m) | Stroomsnelheid (m/s) |
|--------|-----------------|----------------------|
| 5 %    | 1,0             | 0,22-0,25            |

De Geleenbeek bovenstrooms de Poolmolen is een gestuwde beek, die vanwege de Poolmolen niet optrekbaar is voor vis.

#### 4.3.3 Bescherming tegen regionale wateroverlast

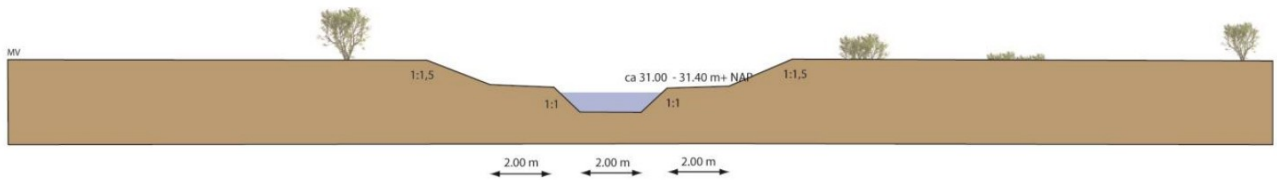
Bescherming tegen regionale wateroverlast is op dit deelgebied niet van toepassing.

#### 4.3.4 Bescherming individuele bebouwing

Bescherming van individuele bebouwing is op dit deelgebied niet van toepassing.

#### 4.3.5 Landschappelijke inpassing

In de huidige situatie ligt de Geleenbeek in dit deelgebied redelijk recht in het landschap. Gezien het gestuwde karakter en de mogelijkheden tot herinrichting is een sterker meanderend beeld niet wenselijk. Om zoveel mogelijk aan te sluiten bij het bovenstrooms gelegen, reeds heringerichte, tracé aan te sluiten is daarom gekozen om binnen de eigendommen van WRO de beek licht meanderend terug te leggen. De 30 meter zone langs de beek met ruimte voor spontane opslag geeft een natuurlijker beeld dan in de huidige situatie.



Figuur 22: ontwerpprofiel Geleenbeek tracé N276-Poolmolen

#### 4.3.6 Maatregelen

De belangrijkste maatregelen voor het traject N276-Poolmolen zijn:

- verleggen van de beek binnen huidige eigendommen (ontgraving en dempen). De beek wordt licht meanderend teruggelegd aan de zijde van de linkeroever tot aan de Holtummerweg. Benedenstrooms van de Holtummerweg wordt de beek licht meanderend teruggelegd aan de zijde van de rechteroever.;
- aanleggen plasdraszones (banketten) over het gehele tracé;
- aanleggen van een poel die op GLG-niveau droogvalt. Het talud in noordrichting krijgt een helling van 1:10. De overige taluds 1:4.
- benedenstrooms van de Holtummerweg wordt aan de rechterzijde een kade aangelegd ter bescherming van het naastgelegen gebied.

### 4.4 Ontwerp Geleenbeek Poolmolen tot afsplitsing Körbusch

#### 4.4.1 Ecologische analyse

Benedenstrooms van de Poolmolen tot aan de aftakking door het Körbusch stroomt de beek vrij af richting de Vloedgraaf. Gezien de grondslag zijn spontane meanderprocessen hier niet te verwachten. Binnen de eigendommen van WRO wordt de beek licht meanderend teruggelegd. Dit leidt tot meer dynamiek in de beek. Om ongewenste opstuwingsrichting de Poolmolen te voorkomen zal dit deelgebied frequent onderhouden worden. Hierdoor ontstaat minder beschaduwing van de beek dan ecologisch gezien gewenst is. Conclusie is dat de herinrichting op dit deelgebied niet zal leiden tot volledige realisatie van KRW-doelen maar wel tot een betere ecologische invulling ten opzichte van de huidige situatie.

#### 4.4.2 Hydrologische analyse

Teveel begroeiing in de beek leidt mogelijk tot ongewenste opstuwingsrichting de molen. Een gemiddelde ruwheid in het beekprofiel van KM 20 is het uitgangspunt. Het onderhoudsregime wordt hierop afgestemd. De bodembreedte is vervolgens bepaald op basis van beschikbaar verhang en afvoergegevens en bedraagt 3 m.

Aan de hand van de 1D-berekeningen met Sobek zijn de waterdieptes en stroomsnelheid berekend bij 5 % afvoer, zie tabel 19.

**Tabel 19: waterdiepte en stroomsnelheid bij 5 % deelgebied Geleenbeek Poolmolen tot afsplitsing Körbusch**

| Afvoer | Waterdiepte (m) | Stroomsnelheid (m/s) |
|--------|-----------------|----------------------|
| 5 %    | 0,40-0,60       | 0,40-0,50            |
| 95%    | 0,40 – 0,90     | 0,60 – 0,95          |

*Conclusie: Aan de eisen ten aanzien van stroomsnelheden en waterdieptes voor de gestelde doelsoorten wordt voldaan.*

#### 4.4.3 Bescherming tegen regionale wateroverlast

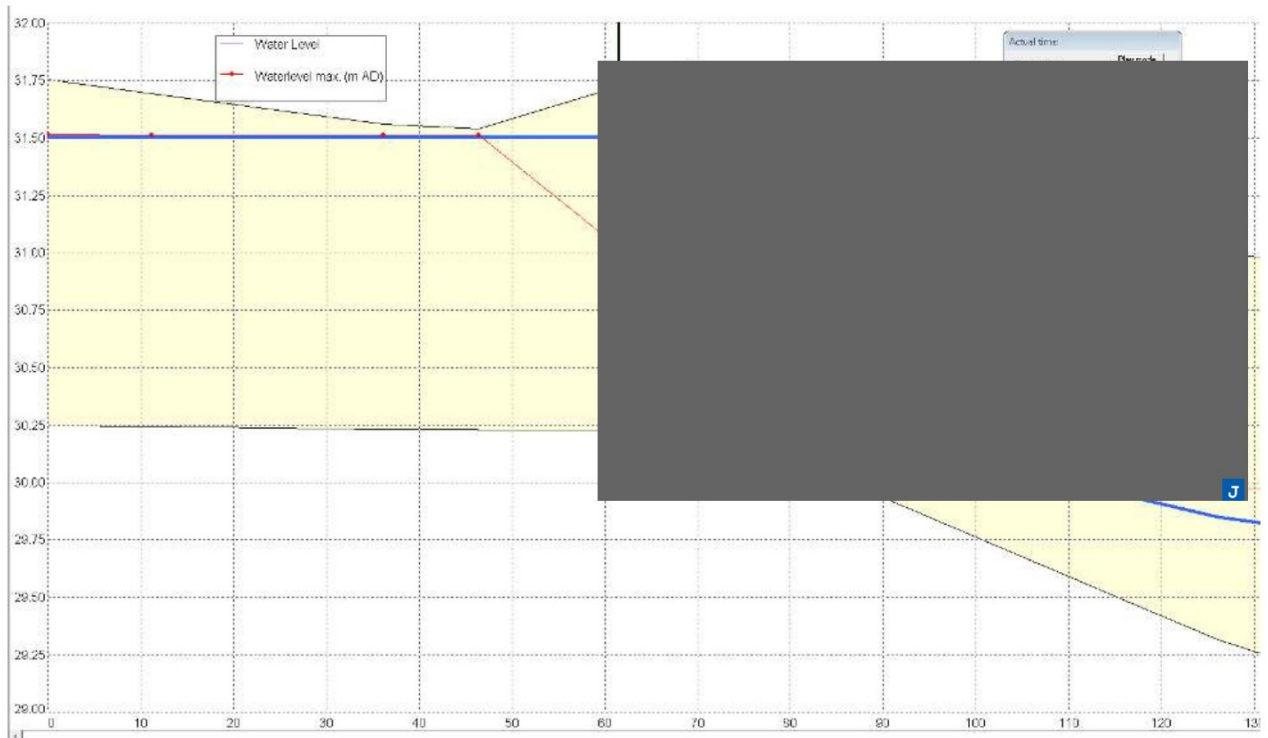
Door aansluiting op de Vloedgraaf komt het peil benedenstrooms van de Poolmolen onder invloed te staan van het waterpeil op de Vloedgraaf. Hierdoor zijn er net als langs de Vloedgraaf in dit deel van de Geleenbeek ook kades benodigd om de omgeving te beschermen tegen waterstanden met een herhalingsstijd  $>T=100$ . De berekende waterstand bij  $T=100$  bedraagt 30.60 m +NAP. De benodigde kruinhoogte komt daarmee op 30.90 m +NAP (30 cm waking).

#### 4.4.4 Bescherming individuele bebouwing

De kade langs de Geleenbeek heeft hier een ontwerpnorm van 1:100. De waterstanden voor de maatgevende afvoersituaties blijven binnen de kades. Extra bescherming voor individuele bebouwing is niet van toepassing op dit deelgebied.

#### 4.4.5 Functioneren Poolmolen

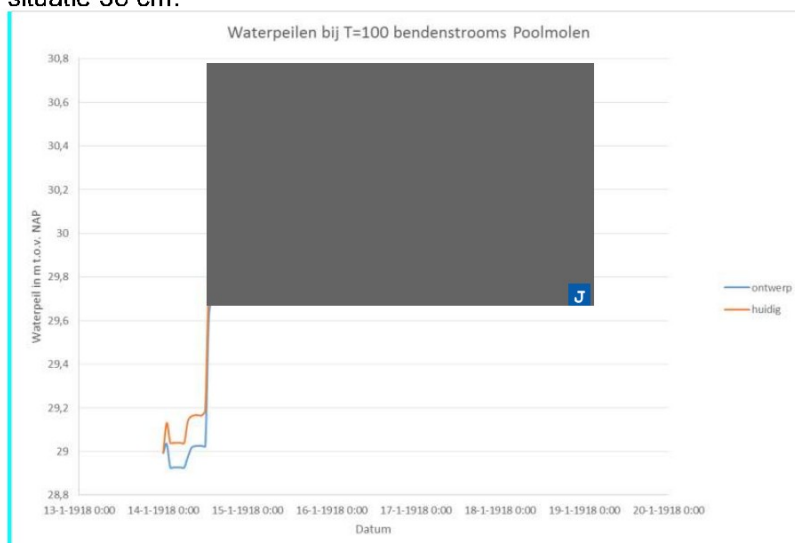
Het ontwerp mag niet leiden tot negatieve effecten voor de Poolmolen. Daarom is het kunnen optreden van achterwater beschouwd. Voor afvoersituaties die 95% van de tijd optreden geldt dat de waterstanden niet mogen toenemen. In figuur 23 is een lengteprofiel rond de Poolmolen weergegeven, waarbij in rood de berekende waterstand in de huidige situatie weergeeft en in blauw voor de ontwerpsituatie.



Figuur 23: waterstanden rond de Poolmolen bij 95% afvoer (rood huidig, blauw ontwerp)

De berekende waterstanden zijn lager dan in de huidige situatie bij de 95% afvoer.

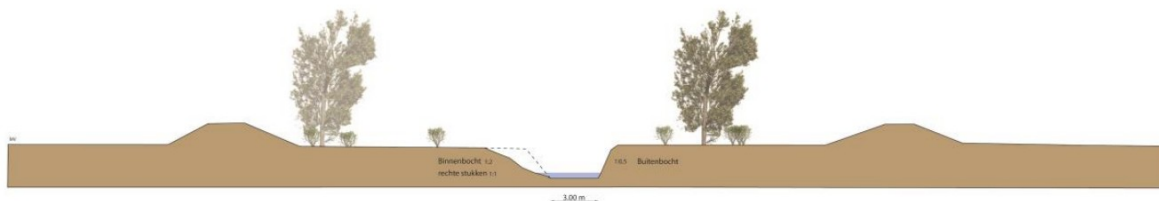
De aansluiting op de Vloedgraaf leidt tot een hogere waterstand net benedenstrooms van de Poolmolen in de ontwerpsituatie bij T=100. Het verschil bedraagt ten opzichte van de huidige situatie 38 cm.



Figuur 24: waterpeilen bij T=100 benedenstrooms Poolmolen

#### 4.4.6 *Landschappelijke inpassing*

In de huidige situatie ligt de Geleenbeek op dit tracé redelijk recht in het landschap. Om ook landschappelijk zoveel mogelijk aan te sluiten bij de andere her in te richten tracés is daarom gekozen om binnen de (deels nog te verwerven) eigendommen van WRO de beek licht meanderend terug te leggen.



Figuur 25: ontwerpprofiel Geleenbeek tracé Poolmolen – afsplitsing Körbusch

#### 4.4.7 *Maatregelen*

De belangrijkste maatregelen voor het tracé Poolmolen-afplitsing Körbusch zijn:

- beek verleggen binnen huidige eigendommen (ontgraven en dempen). De beek wordt licht meanderend aangelegd;
- aan beide zijden van de beek worden kades aangelegd;
- ophogen van de Scheidstraat en aanleggen brug (verkeersklasse 30);

### 4.5 **Ontwerp Geleenbeek door Körbusch**

#### 4.5.1 *Ecologische analyse*

Door Körbusch is een nieuw tracé beoogd wat aansluit op de Vloedgraaf. De ontwerpgedachte is zo goed mogelijk aan te sluiten bij de historische karakteristieken van dit gebied. Vanuit natuurlijke beekmorfologie zijn steiloevers in de buitentaluds en glooiende oevers aan de binnenbochten voorzien. Vanaf huidige maaiveldhoogte vindt geleidelijke aansluiting plaats richting de aan te leggen kades. Hierdoor ontstaan de gewenste droge beekdalterrassgronden. Erosie van steiloevers en het toestaan van een begroeid beekprofiel leidt tot gewenste dynamiek.

Dit deelgebied is deels gelegen in grondwaterbeschermingsgebied. Gezien de chemische samenstelling van het Geleenbeekwater is conform eisen vanuit Provincie en WML een afdichting onder de beekbodem nodig, zodat er geen beekwater richting het grondwater kan infiltreren. In dit ontwerp is gekozen voor een klei-afdichting die 0,5 meter onder de beekbodem wordt aangelegd en aan weerszijden op 0,75 meter naast het talud. De hoogte tot waar in het talud klei ingebracht moet worden is afgeleid vanuit de 95% afvoer: boven deze afvoer is geen klei meer benodigd. Het mogelijke meanderproces van de beek is door het aanbrengen van klei gelimiteerd. Het volledig bereiken van de ecologische doelstelling is daarmee niet mogelijk. Wel leidt de aanleg van dit beektracé tot een versterking van de ecologische potentie van de Geleenbeek: dynamisch beektracé met meanders en gevarieerde oevers met diversiteit aan begroeiing en goede leefomstandigheden voor de aangewezen doelsoorten.

#### 4.5.2 *Hydrologische analyse*

De erosie van de oevers en het toestaan van een begroeid beekprofiel mag niet leiden tot wateroverlast. Voor de hydraulische berekeningen is daarom rekening gehouden met vegetatie in de beek door toepassing van een wandruwheid KM 15. De volgende taluds worden toegepast:

- binnenbocht 1:2
- buitenbocht 2:1
- rechte stukken 1:1

Uit de hydraulische berekeningen is gebleken dat bij deze uitgangspunten een bodembreedte van 4 m nodig is. Aangezien vanuit ecologisch oogpunt de steiloevers mogen invallen is het aan te raden bij aanleg dit deelgebied over te dimensioneren. Dit kan bereikt worden door een bodembreedte van (minimaal) 5 meter aan te leggen. Via monitoring van optredende waterstanden in relatie tot afvoergegevens en begroeiing kan het waterschap het onderhoudsregime verder optimaliseren.

Aan de hand van de 1D-berekeningen met Sobek zijn de waterdieptes en stroomsnelheid berekend bij 5 % afvoer en bij 95 % afvoer, zie tabel 21.

**Tabel 20: waterdiepte en stroomsnelheid bij 5 % deelgebied Geleenbeek door Körbusch**

| Afvoer | Waterdiepte (m) | Stroomsnelheid (m/s) |
|--------|-----------------|----------------------|
| 5 %    | 0,40-0,60       | 0,25-0,35            |
| 95 %   | 0,85 – 1,0      | 0,25 – 0,45          |

*Conclusie: Aan de eisen ten aanzien van stroomsnelheden en waterdieptes voor de gestelde doelsoorten wordt voldaan.*

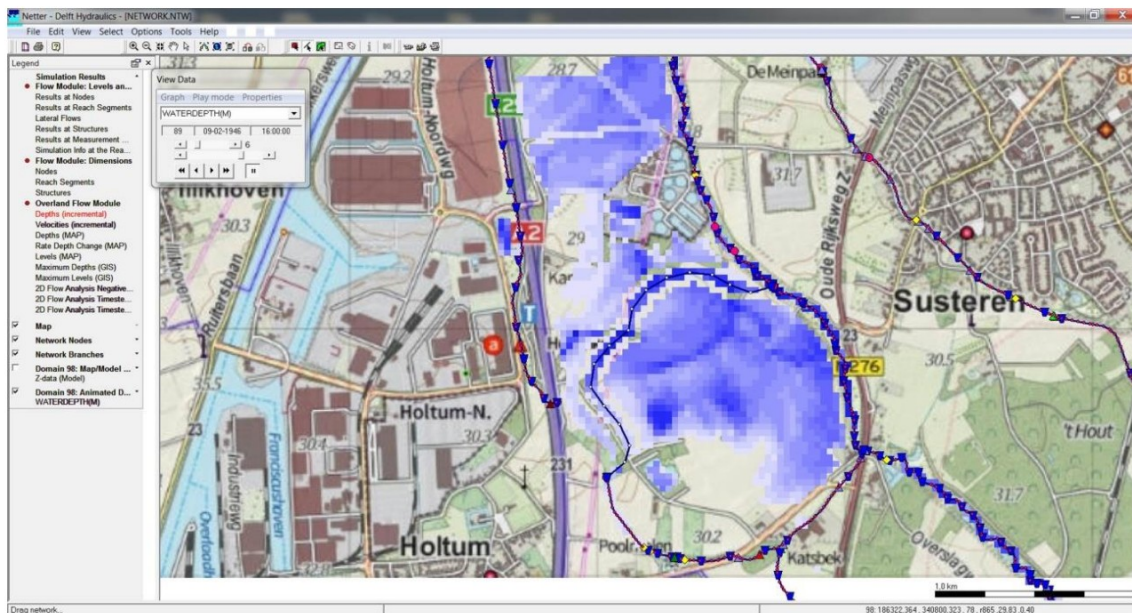
#### 4.5.3 Bescherming tegen regionale wateroverlast

Door de aansluiting op de Vloedgraaf komt het peil benedenstrooms van de Poolmolen onder invloed te staan van het waterpeil op de Vloedgraaf. Hierdoor zijn er net als langs de Vloedgraaf nu in dit deel van de Geleenbeek ook kades benodigd om de omgeving te beschermen tegen waterstanden met een herhalingstijd  $T > 25$ .

De berekende waterstand bij  $T=25$  bedraagt 30.30 m +NAP olopend tot 30.45 m +NAP. De berekende waterstand bij  $T=100$  bedraagt 30.60 m +NAP. Om de kades bij  $T=25$  niet te laten overstromen, maar wel eerder dan bij  $T=100$ , is gekozen voor een kruinhoogte van 30.50 m +NAP.

#### 4.5.4 Bescherming individuele bebouwing

Bij  $T=100$  stroomt het water vanuit de Geleenbeek over de kades heen. Deze zijn immers op  $T=25$  hoogte voorzien. Het inundatiebeeld is met het gehanteerde modelinstrumentarium gecontroleerd, zie figuur 26. Hieruit blijkt dat er geen individuele bebouwing wordt bedreigd.



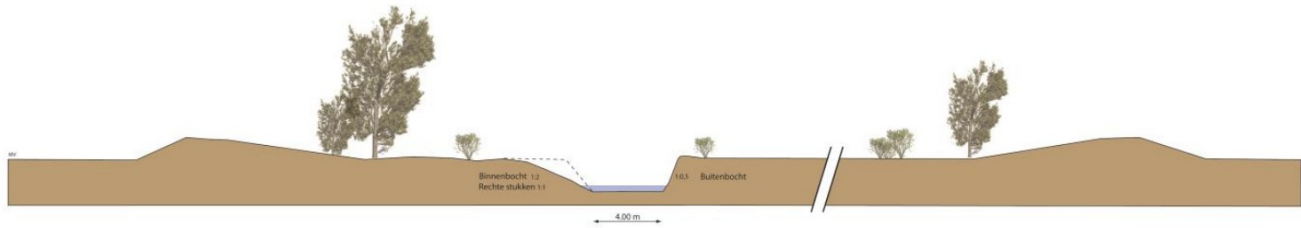
Figuur 26: inundatiebeeld Körbusch bij  $T=100$

#### 4.5.5 Landschappelijke inpassing

De ruimte tussen de kades is relatief groot (60-80 meter). Dit geeft de mogelijkheid om de kades zoveel mogelijk in te passen in het landschap wat ook de beleving van het beekdal ten goede komt.

#### 4.5.6 Kabels en leidingen

Nabij de Vloedgraaf kruist de Geleenbeek een leiding van WBL. Er is te weinig dekking tussen de beekbodem en de leiding aanwezig. In overleg met WBL is besloten om buiten de aan te leggen kades twee nieuwe rioolputten te plaatsen. Daar tussenin wordt de bestaande leiding met diameter 1500 mm vervangen door twee nieuwe leidingen met elk een diameter van 1100 mm.



Figuur 27: ontwerpprofiel Geleenbeek tracé Körbusch

#### 4.5.7 Maatregelen

De belangrijkste maatregelen voor het tracé Körbusch zijn:

- nieuw te graven tracé over een lengte van circa 1400 m;
- aanbrengen kleilaag onder de beekbodem en in de taluds;
- nieuw aan te leggen kades aan weerszijden van de beek;
- aansluiting Geleenbeek op Vloedgraaf onder hellingshoek voor goede doorstroombaarheid en ter voorkoming van afkalving;
- aanbrengen van twee (landbouw)bruggen over de beek;
- plaatsen twee nieuwe rioolputten buiten de kades;
- vervangen bestaande riooltransportleiding van WBL diameter 1500 mm door twee leidingen met diameter 1100 mm.

#### 4.6 Ontwerp afsplitsing Körbusch tot Baakhoven

Dit traject van de Geleenbeek zal gedempt worden. Hiervoor is geen ontwerp gemaakt. Voor de kosten is er vanuit gegaan dat de demping met gebiedseigen grond uitgevoerd kan worden. De tegels die op dit deelgebied in de beek aanwezig zijn dienen verwijderd te worden. Voor de kostenraming is er vanuit gegaan dat de tegels over het gehele deelgebied aanwezig zijn op de beekbodem en tot 1,5 meter hoogte in de taluds boven de beekbodem.

#### 4.7 Ontwerp Geleenbeek nabij Baakhoven

##### 4.7.1 Ecologische analyse

De Geleenbeek ligt in de huidige situatie op dit tracé in de tegels. Er zijn hier geen meanderprocessen te verwachten. Ook is er geen extra ruimte om een verbeterde landschappelijke inpassing te realiseren. Daarom is er voor gekozen om het huidige profiel te handhaven.

##### 4.7.2 Hydrologische analyse

Nabij Baakhoven is het profiel van de bestaande Geleenbeek niet aangepast. Een nadere hydrologische analyse is daarom niet uitgevoerd.

##### 4.7.3 Bescherming tegen regionale wateroverlast

Het landelijk gebied rond Baakhoven heeft een beschermingsniveau van T=25. Dit landelijk gebied wordt als bergingsgebied ingezet. Daarom wordt de kade van de Geleenbeek op de rechteroever op T=25 aangelegd. Het stedelijk gebied van Baakhoven heeft een beschermingsniveau van T=100. Rond Baakhoven is het daarom nodig secundaire kades aan te leggen met een beschermingsniveau van T=100. Ter hoogte van Baakhoven is de kadehoogte op de rechteroever van de Geleenbeek berekend op T=100.

De berekende waterstand bij T=25 bedraagt 28.95 m +NAP. De berekende waterstand bij T=100 bedraagt 29.40 m +NAP. Om de kades bij T=25 niet te laten overstromen maar wel eerder dan bij T=100 is besloten de kruinhoogte van de kade op 29.00 m +NAP aan te leggen.

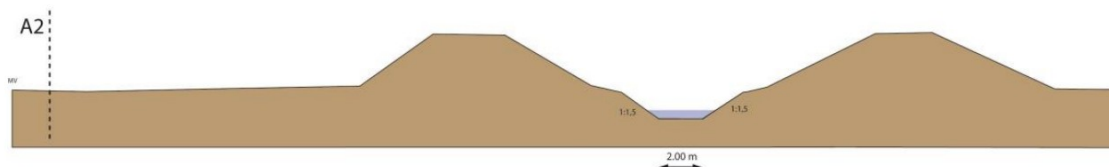
Doordat er bij de normering van Hoogwaterveiligheid met een (andere) veiligheidsopslag en een klimaatopslag gerekend wordt, ligt er tussen Oud Roosteren en Baakhoven een overgang van welke norm het meest maatgevend is. De berekende waterstand bij T=100 bedraagt 29.34 m +NAP bij de brug ter hoogte van Oud Roosteren en loopt op tot 29.40 m +NAP tot aan de A2. De benodigde kruinhoogte van de kade bedraagt daarom voor hetzelfde traject 29.65 m +NAP tot 29.70 m +NAP. De bestaande kade ter plaatse heeft een kruinhoogte van circa 30.70 m +NAP.

#### 4.7.4 Bescherming individuele bebouwing

Ter bescherming van individuele bebouwing wordt een kade aangelegd met een hoogte van 29.70 m +NAP.

#### 4.7.5 Landschappelijke inpassing

Aandachtspunt is de landschappelijke inpassing van de regionale kades.



Figuur 28: ontwerpprofiel Geleenbeek tracé nabij Baakhoven (gelijk aan huidige situatie)

#### 4.7.6 Maatregelen

De belangrijkste maatregelen voor het tracé nabij Baakhoven zijn:

- bestaande kades ophogen;
- secundaire kades rondom Baakhoven.

Aan de hand van het uiteindelijke beschermingsniveau van de A2 dient WRO te bepalen of er nog een aanvullende maatregel nodig is. Deze maatregel betreft dan bijvoorbeeld een secundaire kering ter bescherming van de A2.

### 4.8 Ontwerp Geleenbeek Oud Roosteren tot sifon Julianakanaal

#### 4.8.1 Deelontwerpen

Het waterschap heeft de ambitie om op dit tracé zoveel als mogelijk invulling te geven aan de gestelde projectdoelen. Een meanderend beektracé met natuurvriendelijke oevers is het streefbeeld. In het deelgebied tussen Oud-Roosteren tot aan de sifon onder het Julianakanaal liggen veel kabels en leidingen in de ondergrond. Daarnaast is nog geen zekerheid over de verwerving van gronden nabij Oud-Roosteren. Daarom is een viertal deelontwerpen voor dit tracé beschouwd. Doel hiervan is om de te maken kosten af te zetten tegen de te behalen meerwaarde zodat een verantwoorde keuze gemaakt kan worden. Per deelontwerp is aan de hand van een kabels- en leidingenoverzichtkaartje een indicatie van het beektracé weergegeven (rode lijn) tussen Oud-Roosteren en de sifon.

Op basis van kostenkengetallen en overleg met leidingbeheerders zijn globaal de kosten voor het kruisen van de leidingen bepaald:

- kruising WBL-leiding: € 105.000,-
- kruising WML-leiding: € 455.000,-
- kruising PPS-leiding: € 280.000,-
- kruising Gasunie-leiding: € 200.000,-

Uitgangspunten voor de globale kostenberekeningen zijn:

- gestuurde boring (HDD);
- inclusief bijzonderheden bij aansluitingen (drogen, desinfecteren, stoppelen);
- exclusief buitengebruikstelling, onvoorzien, staartkosten.

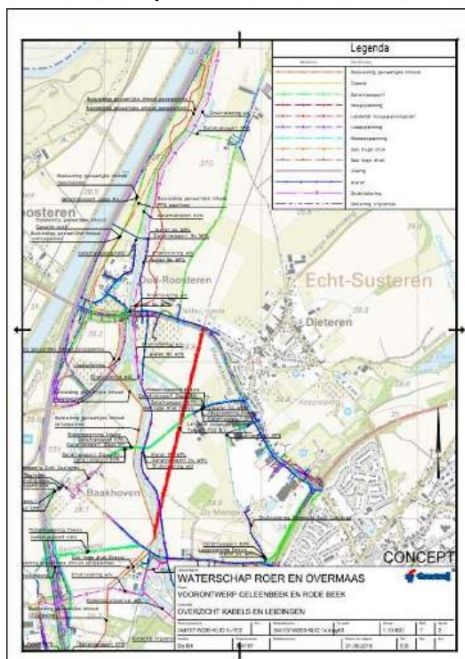
De kosten voor buitengebruikstelling zijn situationeel en op voorhand lastig in te schatten. Op basis van praktijkervaring van de leidingbeheerders kan hiervoor gemiddeld (minimaal) € 200.000,- gerekend worden. Afhankelijk van uitvoeringsperiode en omstandigheden kan dit bedrag veel hoger uitvallen.

Verder gelden de volgende aandachtspunten:

- maaiveldverlaging aan A2 zijde is naar verwachting beperkt toepasbaar binnen de beschermingszones van de PPS- en Gasunieleiding. PPS hanteert hierbij de wettelijke eis van minimaal 1.20 m dekking. Gezien de globaal bekende diepteligging van de leiding is maaiveldafgraving daarom niet mogelijk (zie Kabels en Leidingenplan derden, bijlage 3);
- realisatie van de inundatiezone door de bestaande kade van de Geleenbeek aan A2-zijde te verlagen dan wel verplaatsing van deze kade kan leiden tot een juridisch bezwaar vanuit de leidingbeheerders. In de huidige situatie is deze zone niet bestempeld als inundatiezone. Bij berging van maaiveld op water zijn de leidingen daardoor bij calamiteit mogelijk onvoldoende toegankelijk.

### Deelontwerp 1

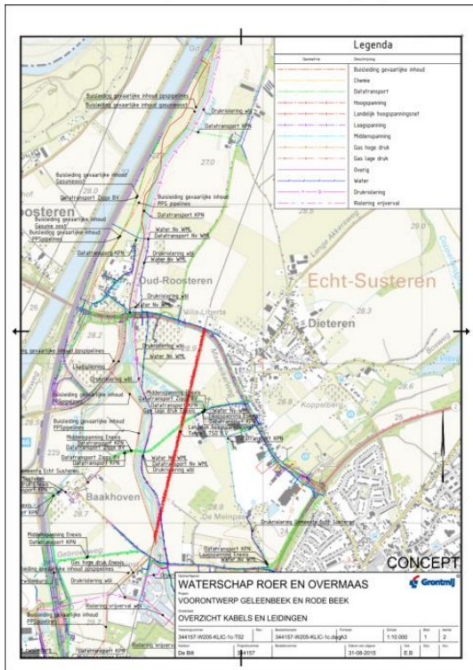
Deelontwerp 1 schetst de meest ambitieuze variant ten aanzien van doelrealisatie en beoogt over het gehele tracé meandering van de beek. Nabij Oud-Roosteren is grondverwerving van enkele hectares nodig. Voor de te kruisen (grote) leidingen geldt dat tweemaal de WBL-, PPS- en Gasunieleiding gekruist moet worden, en éénmaal de leiding van WML. De kosten voor het kruisen van kabels en leidingen komt hiermee op ruim € 1,4 miljoen exclusief buitengebruikstelling. Inclusief buitengebruikstelling zijn de te verwachten kosten minimaal € 2,2 miljoen.



Figuur 29: deelontwerp 1

## Deelontwerp 2

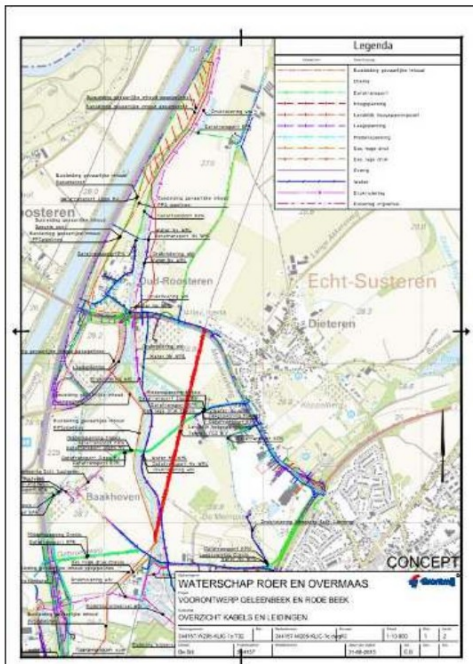
In deelontwerp 2 is er vanuit gegaan dat grondaankoop nabij Oud-Roosteren lukt. Gezien eisen en kosten hier geen kruisingen met de PPS- en Gasunieleiding. Waar mogelijk wel inundatiezones inrichten aan A2-zijde om de ecologische potentie te vergroten. Nabij Oud-Roosteren is grondverwerving van enkele hectares nodig. Voor de te kruisen (grote) leidingen geldt dat tweemaal de WBL-leiding gekruist moet worden, en éénmaal de leiding van WML. De kosten voor het kruisen van kabels en leidingen komt hiermee op ruim € 665.000,00 exclusief buitengebruikstelling. Inclusief buitengebruikstelling zijn de te verwachten kosten minimaal € 1 miljoen.



Figuur 30: deelontwerp 2

## Deelontwerp 3

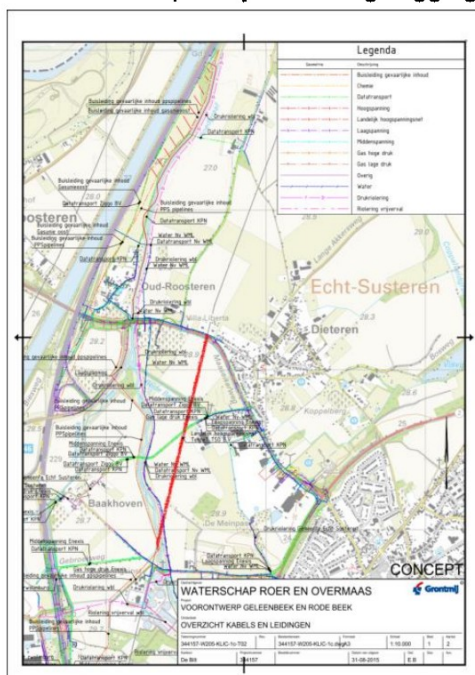
In deelontwerp 3 is er vanuit gegaan dat grondaankoop nabij Oud-Roosteren niet mogelijk blijkt. Het huidige beektracé zal tot benedenstrooms van de WML-leiding daarom gehandhaafd blijven. Om het ambitieniveau tot ecologische meerwaarde zo goed mogelijk overeind te houden zal de Geleenbeek verder benedenstrooms meanderend tussen de A2 en de huidige beekloop gelegd worden. Voor de te kruisen (grote) leidingen geldt dat zowel de PPS- als de Gasunieleiding tweemaal gekruist worden. De kosten voor het kruisen van kabels en leidingen komt hiermee op ruim € 770.000,00 exclusief buitengebruikstelling. Inclusief buitengebruikstelling zijn de te verwachten kosten minimaal € 1,5 miljoen.



Figuur 31: deelontwerp 3

#### Deelontwerp 4

In Deelontwerp 4 blijft de huidige ligging van de beek gehandhaafd. Benedenstrooms van Oud-



Roosteren wordt de linkeroever deels natuurvriendelijk ingericht wat de ecologische toestand verbetert ten opzichte van de huidige situatie. Ook is een inundatiezones voorzien tussen de A2 en de huidige beekloop. Hierdoor komt extra berging op maaiveld ter beschikking bij hoge afvoer van de Geleenbeek. Er worden geen kabels en leidingen gekruist. De benodigde gronden om nabij Oud-Roosteren hermeandering mogelijk te maken worden niet verworven.

Figuur 32: deelontwerp 4

Het verleggen of kruisen van kabels en leidingen kost minimaal 1 miljoen euro. Belangrijke kanttekening is dat door de benodigde bodemaftichting om geen extra water naar de ondergrond te laten infiltreren (eis Provincie Limburg/WML) het gewenste ecologische niveau in geen enkel deelontwerp gehaald kan worden. Het waterschap vindt het daarom niet verantwoord om op dit tracé (zeer) dure maatregelen te treffen wetende dat er geen sprake zal zijn van een optimale herinrichting. Daarom kiest het waterschap voor uitwerking van deelontwerp 4.

#### 4.8.2 Ecologische analyse deelontwerp 4

De beek ligt in de huidige situatie op dit deelgebied in de tegels met aan beide zijden een standaard talud. De kade aan de linkeroever wordt richting de A2 verlegd. Vanuit de huidige (juridische) bescherming voor genoemde leidingen is het vergraven van het maaiveld naast de beek binnen deze beschermingszone niet toegestaan. Daar waar de leidingen van Gasunie en PPS meer dan vijf meter uit de oever liggen is het vergraven van het talud mogelijk. Hiermee ontstaat een zone tussen Oud-Roosteren en het sifon onder het Julianakanaal waarbinnen de linkeroever natuurvriendelijk gemaakt kan worden. Dit leidt tot meer dynamiek in de beek.

De Geleenbeek ligt hier in grondwaterbeschermingsgebied. Besloten is om in de taluds van de natuurvriendelijke oever de bestaande tegels terug te brengen zodat voldaan wordt aan de gestelde milieu-eisen vanuit de Provincie. De tegels worden teruggebracht tot de berekende waterstand van de 95 % afvoer. Dit komt erop neer dat de tegels tot een hoogte van 1.30 meter vanaf de beekbodem moeten worden aangebracht. Gezien het flauwere talud van de natuurvriendelijke oever zijn te weinig tegels voorhanden. De tegels uit het te dempen deelgebied kunnen hier gebruikt worden. In de kostenraming is hiermee rekening gehouden.

Voor de beekbodem geldt dat de tegels een halve meter onder de beekbodem worden ingegraven. Daar bovenop zal natuurlijk substraat worden teruggebracht tot het niveau van de oorspronkelijke bodemhoogte. Aanleg van poelen is onderzocht maar niet wenselijk vanwege diepe GLG-waarden (circa 4 m onder maaiveld).

De aanleg van de natuurvriendelijke oever, het terugbrengen van nieuw bodemsubstraat en de inundatiezone geeft een goede impuls aan het ecologische niveau van de Geleenbeek in dit deelgebied.

#### 4.8.3 *Hydrologische analyse deelontwerp 4*

Tussen de noordkant van Oud Roosteren en de sifon wordt de kade langs de beek richting de A2 verlegd. Hierdoor kan bij hoogwater berging op maaiveld plaatsvinden. Het beekprofiel blijft grotendeels intact op dit deelgebied. Aan deze zijde liggen de leidingen van Gasunie en PPS in de ondergrond. Op het gedeelte waar deze leidingen meer dan 5 meter vanaf het talud van de beek liggen wordt een natuurvriendelijke oever aangelegd. De afvoercapaciteit van de Geleenbeek op dit deelgebied blijft hiermee nagenoeg gelijk als in de huidige situatie.

Aan de hand van de 1D-berekeningen met Sobek zijn de waterdieptes en stroomsnelheid berekend bij 5% afvoer, zie tabel 22.

**Tabel 21: waterdiepte en stroomsnelheid bij 5% deelgebied Geleenbeek Oud Roosteren tot sifon**

| Afvoer | Waterdiepte (m) | Stroomsnelheid (m/s) |
|--------|-----------------|----------------------|
| 5 %    | 1,0             | 0,22-0,25            |

#### 4.8.4 *Bescherming tegen (regionale) wateroverlast*

In dit deelgebied zijn kades nodig voor bescherming bij hoogwater op de Maas. Aan de A2-zijde is ter bescherming van Oud Roosteren een oost-westcompartimenteringsdijk aangelegd.

Voor de bescherming van de A2 tegen 1:300 Maas is geen kade nodig. De A2 ligt dermate hoog dat deze zich zelf beschermd tegen wateroverlast en voldoet daarmee aan de 1:300 norm.

Aangezien Rijkswaterstaat een beschermingsniveau van 1:1250 wenst is echter een kade ingetekend. Voor een bescherming van 1:1250<sup>e</sup> moet de A2 namelijk een hoogteligging hebben van 29,50 m +NAP (waterstand + klimaat + 0,3 meter waking). Over een groot deel van het traject waarover we het hier hebben voldoet de A2 hieraan, alleen niet op het laatste gedeelte richting de sifon. Bij extreme situaties komt het water dan tegen het dijklichaam van de A2 te staan. Deze zou dan beschermd moeten worden tegen verweking.

Het is aan Rijkswaterstaat te overwegen het toekomstige dijklichaam van de A2 zo op te bouwen dat deze is beschermd tegen verwerking. Dan is de kade die nu is ingetekend niet nodig.

Aan de oostzijde is conform de methodiek van het Instrumentarium 2014v3 de kadehoogte afgeleid (zie bijlage 14). Deze hoogte bedraagt (ook) 29.50 m +NAP. Om het inundatiegebied ten oosten van de Geleenbeek te benutten en te voorkomen dat onnodig water richting de A2 stroomt heeft het waterschap de hoogte van de kade aan de oostzijde vastgesteld op 29.30 m +NAP tot de noordkant van Oud-Roosteren. De berekende T=100 waterstand bedraagt hier 28,78 m +NAP. Inclusief een waking van 0,30m is de berekende kruinhoogte voor T=100 daarmee lager dan de kadehoogte berekend op basis van 1/300 signaleringskans.

Ter hoogte van de brug aan de zuidzijde van Oud-Roosteren is de berekende waterstand bij T=100 29.34 m +NAP. De benodigde kadehoogte is voor beide methodieken op deze locatie gelijk. De kadehoogte komt hiermee op 29,65 m +NAP.

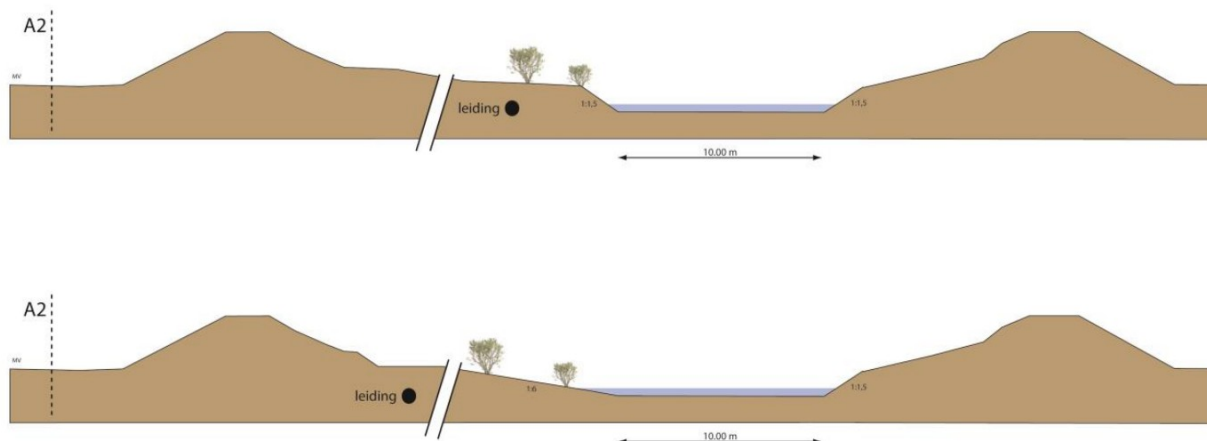
Aan de benedenstroomse zijde van de brug bij Oud-Roosteren sluiten de bestaande uitstroombaanvoorzieningen niet goed aan op het talud van de watergang. Hierdoor blijft er drijfvuil hangen wat bij hogere afvoeren leidt tot ongewenste opstuwning. In het kader van dit VO is een nieuw ontwerp voor de uitstroombaanvoorziening benedenstrooms van de brug gemaakt (zie bijlage 16). Dit ontwerp is niet hydraulisch doorgerekend.

#### 4.8.5 *Bescherming individuele bebouwing*

De normering voor regionale overlast voor dit traject bedraagt T=100. Er is derhalve geen sprake van aanvullende maatregelen ter bescherming van individuele bebouwing.

#### 4.8.6 *Landschappelijke inpassing*

Voor de landschappelijke inpassing op dit deeltracé is de kade ter bescherming van de A2 tegen 1:1250<sup>e</sup> Maas een aandachtspunt. Vanuit landschap is het fraaier om de kade te integreren in het wegontwerp, mede vanwege het feit dat aanvullende maatregelen met name nodig zijn voor verweking.



Figuur 33: ontwerpprofiel Geleenbeek tracé Oud Roosteren – sifon

#### 4.8.7 Maatregelen

De belangrijkste maatregelen voor tracé Oud-Roosteren tot de sifon zijn:

- bestaande kades langs de beek ophogen;
- kade aan linkeroever benedenstrooms van Oud-Roosteren verleggen richting A2 en ophogen.
- aanleg natuurvriendelijke oever linkeroever benedenstrooms Oud Roosteren. Het talud varieert van 1:4 tot 1:10. Op dit deel worden de bestaande tegels verdiept aangelegd onder de beekbodem (0,5 m) en in talud (0,75 m).

#### 4.9 Ontwerp Rode Beek

Herinrichting van de Rode Beek is zinvol als er tegen aanvaardbare kosten een duidelijke meerwaarde te behalen is voor landschappelijke inpassing, het bereiken van de gestelde ecologische doelen en/of het verder voorkomen van wateroverlast. Vanuit deze gedachte is de huidige toestand geanalyseerd en een maatregelenpakket opgesteld.

##### 4.9.1 Ecologische analyse

De benedenloop van de Rode Beek ziet er tot circa 450 m voor de samenkomst met de Geleenbeek qua bedding en helderheid goed uit. De bedding is weliswaar recht en de afvoer beperkt, maar het aanwezige water stroomt en er is bovenal sprake van een fijngrindige beekbedding. Dit vertaalt zich onder andere in lokale begroeiing met Gewoon Sterrenkroos in de beek.

Op de laatste 450 meter voor samenkomst met de Vloedgraaf en de Geleenbeek is er merkbaar sprake van opstuwing. De Rode Beek valt hier vrijwel stil en de bedding is fijnzandig tot slibbig.

Bij aanvang van dit project was er sprake dat er, net als bij de Geleenbeek, tegels op de beekbodem zouden liggen. Nader onderzoek van het waterschap heeft aangetoond dat er zich geen tegels op de beekbodem bevinden. Enerzijds zijn de vermeende tegels niet aangetroffen tijdens een uitvoerig veldbezoek. En anderzijds heeft archiefonderzoek dit beeld bevestigd. Gebleken is dat op het traject benedenstrooms van de Dieterdermolen nooit tegels hebben gezeten. De tegels op het traject bovenstrooms van de Dieterdermolen zijn in het verleden verwijderd (bron Waterschap Roer en Overmaas).



Vergroting van het debiet bij basisafvoer en vergroting van het verhang op de laatste 450 m benedenstrooms bieden de grootste meerwaarde voor het vergroten van het ecologisch doelbereik. Gezien de hydraulische mogelijkheden is het niet aannemelijk dat het debiet bij basisafvoer substantieel vergroot kan worden. Het vergroten van het verhang benedenstrooms is

alleen mogelijk door de bestaande opstuwing te verminderen. De Rode Beek is een vrij afstromend systeem wat op het laatste traject gestuwd is door terugstuwing vanuit de Geleenbeek. Dit is alleen op te lossen door het bodemverhang van de Geleenbeek benedenstrooms van de instroom van de Rode Beek tot aan de sifon aan te passen. Daarvoor is bodemverlaging van de Geleenbeek over een groot tracé nodig. Dit is niet realistisch.

Herinrichting is zinvol als het meanderproces echt actief op gang gebracht kan worden. Voor de laatste 450 m benedenstrooms zal dit door terugstuwing vanuit de Geleenbeek niet het geval zijn. De eerste 100 tot 150 m achter de Dieterdermolen zien er qua bodemsubstraat goed uit. Hier is ook duidelijk stroming in de beek zichtbaar. Dit beeld is ook te zien op een aantal overige locaties. Het debiet bij basisafvoer is gering met lage stroomsnelheden. De piekafvoeren zijn relatief beperkt. Ook op basis van de aanwezige grondslag zijn meanderprocessen die leiden tot een duidelijke verhoging van het ecologische doelbereik ook na herinrichting niet te verwachten.

In het ontwerp is daarmee onderscheid gemaakt in twee deeltrajecten:

- N276 tot aan de brug benedenstrooms van de Dieterdermolen (bovenstrooms deel Rode Beek);
- vanaf deze brug tot aan de monding met de Vloedgraaf en Geleenbeek (benedenstrooms deel Rode Beek).

Bovenstrooms de Dieterdermolen blijft de huidige beek zoveel mogelijk intact aangezien deze voorzien is van goed substraat in de huidige situatie. Wel wordt hier een plasdraszone aangelegd om het ecologisch potentieel te vergroten. De kade op de linkeroever wordt hiervoor verlegd.

Benedenstrooms de brug bij de Dieterdermolen ontbreekt goed substraat door terugstuwing vanuit de Geleenbeek. Op dit deel is gekozen voor verlegging van de Rode Beek en beperkte hermeandering en de inrichting van plasdraszones om zowel de plaatselijke ecotopen als de landschappelijke inpassing te versterken.

#### 4.9.2 *Hydrologische analyse*

Op basis van de meetgegevens van meetpunt Susteren zijn de volgende afvoerdebieten (op dagbasis) voor dit deeltraject afgeleid:

- gemeten minimumafvoer: 0,025 m<sup>3</sup>/sec;
- 5% laagste afvoer: 0,050 m<sup>3</sup>/sec;
- 5% hoogste afvoer: 0,250 m<sup>3</sup>/sec.

Aan de hand van de 1D-berekeningen met Sobek zijn de volgende waterdieptes en stroomsnelheden berekend:

- waterdiepte bij 5% afvoer: ca. 20-25 cm, stroomsnelheid 0,1-0,3 m/s;
- waterdiepte bij 95% afvoer: ca. 90 tot 130 cm, stroomsnelheid 0,1-0,6 m/s.

*Conclusie is dat aan de gewenste stroomsnelheden voor vismigratie wordt voldaan. De gewenste minimale waterdiepte van 30 cm wordt (net) niet gehaald. Deze bevinding komt volgens Waterschap Roer en Overmaas overeen met de huidige situatie.*



Figuur 34: resultaat 5% afvoer berekening Rode Beek vanaf de provinciale weg (N276) tot aan het samenkomstpunt met de Geleenbeek (blauw is ontwerp, rood is huidig)

#### 4.9.3 Relatie ontwerp Geleenbeek, Corridor Geleenbeekdal en Verbreding A2 met Rode Beek

Het ontwerp van de Geleenbeek op het traject Oud-Roosteren tot aan de sifon onder het Julianakanaal kent de volgende wijzigingen ten opzichte van de huidige situatie:

1. verplaatsing van de kade naast de linkeroever richting de A2. Hierdoor komt, in beperkte mate, extra waterberging op maaiveld beschikbaar.
2. aan de linker (A2-)zijde deels een natuurvriendelijke oever.

Naast het ontwerp van de Geleenbeek zijn er maatregelen voorzien vanuit het aanpalende, benedenstrooms gelegen project Corridor Geleenbeekdal. In dit project is de aanleg van een extra duiker door het Julianakanaal voorzien. Hierdoor ontstaat extra afvoercapaciteit wat leidt tot verlaging van waterstanden in de Geleenbeek bovenstrooms de sifon en de Rode Beek. Het gecumuleerde effect van alle genoemde maatregelen zal naar verwachting beperkt zijn tot enkele centimeters waterstandsverlaging bij hoogwater.

Gezien de projectenplanning van Waterschap Roer en Overmaas dient de Rode Beek in 2016 richting definitief ontwerp te gaan waarna de uitvoeringsfase opgestart kan worden. Dit betekent dat de Rode Beek heringericht wordt voor uitvoering van het project Corridor Geleenbeekdal. Daarom heeft het waterschap er voor gekozen om bij het ontwerp van de Rode Beek uit te gaan van de bestaande (worstcase)situatie.

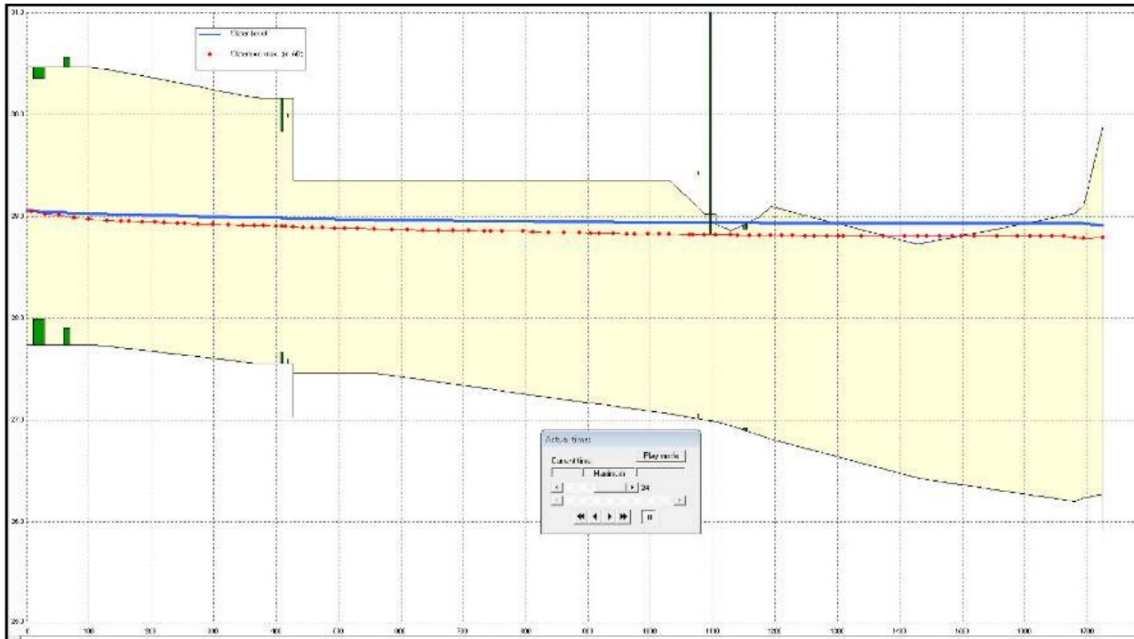
Het project verbreding A2 heeft geen directe invloed op het ontwerp van de Rode Beek. De Rode Beek ligt buiten het gebied van het ontwerp Tracé-besluit voor de A2. Er is geen hydraulisch of ecologisch effect te verwachten voor de Rode Beek.

#### 4.9.4 Bescherming tegen regionale wateroverlast, 2 deeltrajecten

Voor de bescherming tegen regionale overlast is er onderscheid in twee deeltrajecten. Het deel benedenstrooms van de Dieterdermolen heeft een beschermingsniveau van T=25. Bovenstrooms van de molen geldt een beschermingsniveau van T=100. De definitieve kadehoogtes zijn bepaald aan de hand van 2D-berekeningen met Sobek. Dynamische berging is dan meegenomen wat leidt tot lagere waterstanden dan bij de meer conventionele 1D-berekening.

##### Dynamische (2D) berekening T=25

Uit de 2D T=25 berekening blijkt dat het benutten van dynamische berging zoals verwacht leidt tot een lagere berekende waterstand van circa NAP +28,90 m benedenstrooms van de Dieterdermolen ten opzichte van de T=25 1D berekening. Gezien de gewenste geringe overhoogte (waking) op de T=25 kade en rekening houdend met modelonzekerheid heeft het waterschap besloten om de kadehoogte T=25 op NAP +29,00 m aan te leggen.

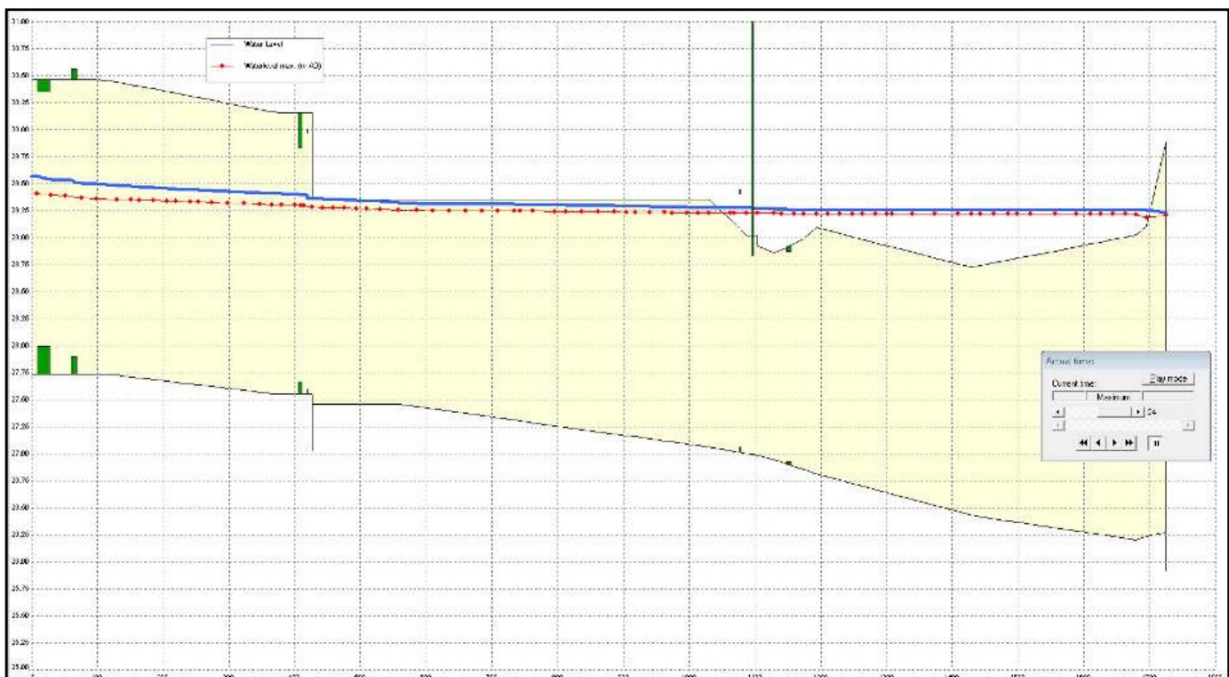


Figuur 35: resultaat T25 berekening (2D) Rode Beek vanaf de provinciale weg (N276) tot aan het samenkomstpunt met de Geleenbeek (blauw is ontwerp, rood is huidig)

#### Dynamische (2D) berekening T=100

In het bovenstroomse deel waar de kade een T100-normering heeft is de berekende waterstand 29,54 m +NAP nabij de N276 aflopend tot 29,47 m +NAP net bovenstrooms van de Dieterdermolen. Voor het gedeelte van de N276 tot aan de Volmolen geldt dat de bestaande kadehoogte voldoet. Gezien de krappe ontwerpruimte is ervoor gekozen om de kadehoogte onder verhang aan te leggen tussen de Volmolen en de brug. Uitgaande van de gestelde waking van 30 cm bedraagt de benodigde kadehoogte 29,80 m +NAP tot 29,70 m +NAP ter hoogte van de brug.

Voor het benedenstroomse deel van de Rode Beek geldt dat er met de T=25 kade is gerekend. Bij T=100 betekent dit benutting van berging vanwege de aanliggende bergingsgebieden.



Figuur 36: resultaat T100 berekening (2D) Rode Beek bij N276 tot samenkomst met Geleenbeek

### Bescherming individuele bebouwing

Waterschap Roer en Overmaas heeft de ambitie om individuele bebouwing in het buitengebied te beschermen tot T=100. Deze situatie blijkt maatgevend te zijn ten opzichte van de 1/300 benadering. Op een aantal locaties beschermende maatregelen voorzien. Deze zijn opgenomen in het maatregelenpakket. Het gaat hierbij om de bescherming van Dieteren, de weg 'Bij de Molen' en een perceel nabij de brug van de Rode Beek ter hoogte van 'Bij de Molen'.

#### 4.9.5 *Landschappelijke inpassing*

Het beter inpassen van de bestaande, (deels) op te hogen, kades wordt bereikt door waar mogelijk beter aan te sluiten op het naastgelegen maaiveld. Het waterschap heeft percelen in eigendom en wil nog enkele (deel)percelen verwerven om het ontwerp te kunnen realiseren. Door de ruimte van de percelen in de breedte beter te benutten zullen de kades minder prominent in het landschap aanwezig zijn. Benedenstreams ligt naast de linkeroever aan de buitenzijde van de kade een geïsoleerde poel die door het waterschap in het verleden is aangelegd. Door deze bij het beekstelsel te betrekken ontstaat een betere landschappelijke inpassing. Ook in ecologisch opzicht is dit een verbetering ten opzichte van de bestaande situatie.

#### 4.9.6 *Kabels en leidingen*

Benedenstreams liggen diverse kabels en leidingen in de ondergrond die van belang zijn voor het ontwerp. Het betreft hier een leiding van WBL en een leiding van WML. In onderstaand figuur is een overzicht weergegeven.



Figuur 37: kabels en leidingen Rode Beek benedenstreams

#### WBL leiding

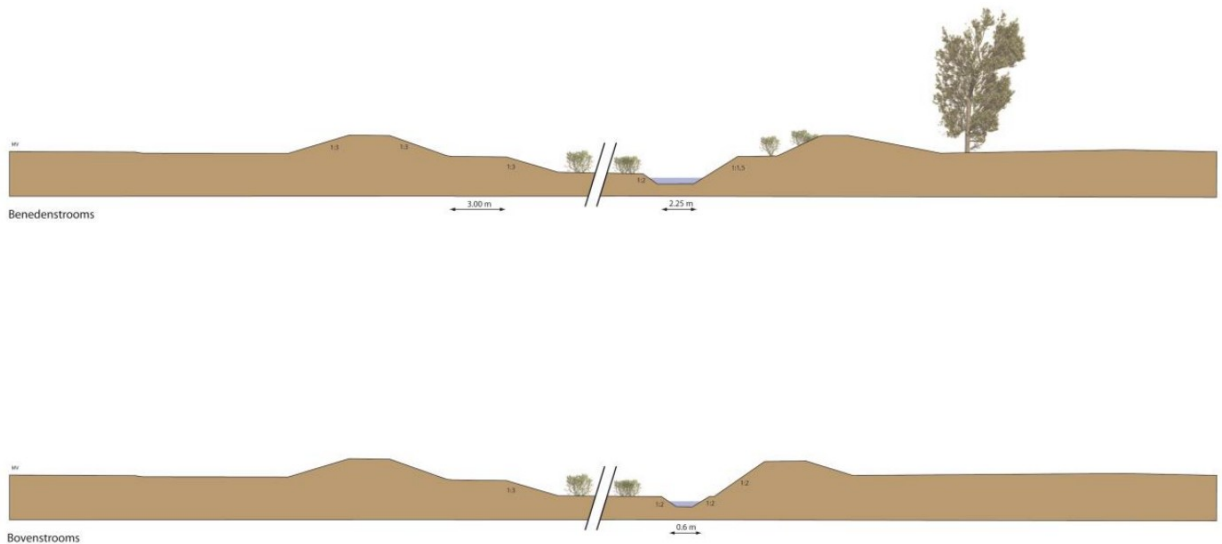
In de ontwerpsituatie zijn er twee nieuwe kruisingen met een kade. De eerste kruising ontstaat door de kade van de Rode Beek te verleggen en aan te sluiten op de kade van de Vloedgraaf (zie groene cirkel in bovenstaand figuur). Hiermee komt er circa 2.50-3.00 m aan extra grond bovenop de leiding te liggen. In de vervolgfase zal nadere afstemming met WBL hierover plaatsvinden.

#### WML leiding

Van de WML leiding hebben is nog geen aanvullende informatie voorhanden. Uit de Klic-melding is af te leiden dat er twee kruisingen met een kade van het waterschap komen:

- één waar de bestaande kade Vloedgraaf eerder wordt afgebogen richting de Rode Beek;
- één waar de bestaande kade Vloedgraaf richting de Rode Beek wordt verlengd.

Mogelijk zijn beschermende maatregelen voor de leiding nodig (ontlastingsconstructies). Hiervoor is het noodzakelijk om de diepteligging van de leiding te kennen. Met WML is afgesproken om proefsleuven te laten graven en de situatie in te meten. WRO heeft aangegeven dit in de vervolgfase op te pakken.



Figuur 38: ontwerpprofiel Rode Beek

#### 4.9.7 Maatregelen

Voor de beschrijving van de maatregelen is het onderscheid gevolgd van de twee deeltrajecten:

- N276 tot aan de brug benedenstrooms van de Dieterdermolen;
- vanaf deze brug tot aan de monding met de Vloedgraaf en Geleenbeek.

##### Maatregelen N276 - brug benedenstrooms Dieterdermolen

Op dit traject wordt (het profiel van) de Rode Beek zoveel mogelijk intact gelaten.

- Aan de oostzijde nabij de N276 wordt een poel aangelegd op het perceel wat WRO in eigendom heeft. Het talud in noordrichting krijgt een helling van 1:10. De overige taluds 1:4. De poel dient droog te vallen in situaties die ongeveer overeen komen met GLG-situatie.
- De strook grond die verworven is aan de westzijde (nabij dwarsprofiel 4, zie ontwerptekening) zal niet gebruikt worden voor herinrichting.
- Ter hoogte van de Volmolen zal in de DO-fase nader beschouwd worden of bescherming van particulier terrein nodig is tegen regionale wateroverlast.
- Benedenstrooms van de Volmolen zal aan de westoever de kade naar buiten gelegd worden op door WRO verworven percelen waarbij het buitentalud van de kade 3 m van de eigendomsgrens komt te liggen. Dit zet zich geheel door naar de brug benedenstrooms van de Dieterdermolen. Aan de oostzijde zal op dit traject de kade op hoogte gebracht worden conform de normering T=100 aangezien deze in de huidige situatie niet hieraan voldoet.
- Bij de Dieterdermolen zal een gemetselde keermuur geplaatst worden die aansluit op de muur bij de molen en de brug.
- In het kader van bescherming bebouwing buitengebied conform ambitieniveau WRO T=100 is voorgesteld om danwel een kade langs Bij de Molen aan te leggen, danwel een ringdijk aan te leggen aan de westzijde van de Rode Beek net bovenstrooms van de brug en de weg op te hogen om het geheel sluitend te krijgen. De berekende waterstand bij T=100 is 29,47 m +NAP. Gezien de waakhoogte van 30 cm komt de benodigde kadehoogte daarmee op 29,77 m +NAP.
- Geadviseerd wordt om de brug over de Rode Beek ter hoogte van Bij de Molen op te hogen. De onderkant van het brugdek ligt namelijk in de huidige situatie onder de berekende T=100 waterstand. Dit leidt tot ongewenste opstuwing bovenstrooms. Geadviseerd wordt om onderkant brugdek in de nieuwe situatie minimaal op 29.60 m +NAP te leggen. Het geheel van brugdek en kades boven- en benedenstrooms dient sluitend te zijn zodat geen water via de brug het gebied in kan stromen. Mocht dit niet haalbaar zijn dan dient de brug vervangen te worden. In de kostenraming is als worst-case benadering van deze vervanging uitgegaan.

### Maatregelen brug benedenstrooms Dieterdermolen – monding Vloedgraaf/Geleenbeek

- Bomenrij en kade aan de linkeroever zullen verwijderd worden.
- De Rode Beek wordt verlegd door deze licht te laten meanderen door de aangekochte percelen. De Rode Beek krijgt hierbij qua nat profiel dezelfde grootte als in de huidige situatie met flauwere oevers in binnenbochten en steilere oevers in buitenbochten. Ook worden plas/dras zones aangelegd.
- Het te dempen deel van de Rode Beek zal benut worden om op bestaand eigendom van WRO de kade aan te leggen. Hierbij zal het principe gehanteerd worden dat de buitenteen van de verlegde kade 3 m uit de eigendomsgrens komt te leggen zodat ruimte is voor begroeiing (spontane opslag). De kruinbreedte is 4 m en dient als onderhoudspad.
- Om de inundatiegebieden te kunnen benutten zal aan beide zijden een 'overlaat' in de vorm van een coupure aangelegd worden. Deze is 25 m breed en wordt aangelegd op 29,10 m +NAP, zijnde de benodigde kadephoogte die hoort bij beschermingsniveau T=25. De rest van de kade wordt op NAP +29.35 m aangelegd zodat een robuuste kade ontstaat. Het buitentalud van de kades ter plaatse van de overlaten is 1:6.
- Bij DO-fase alert zijn op goede aansluitingen en voorkomen van erosie in de kade ter hoogte van deze overlaten.
- De bestaande kade van de aansluiting met de Vloedgraaf wordt verwijderd. In plaats daarvan wordt bovenstrooms van de geïsoleerde poel aan de buitenzijde van de kade nabij monding Vloedgraaf een nieuwe kade aangelegd. Deze zal vanaf kadephoogte Rode Beek oplopen tot niveau van de kadephoogte van de Vloedgraaf. De Rode Beek zal licht meanderend langs de poel lopen zodat deze bij het beekdal betrokken wordt.
- Zowel onder de linker- als rechterkade van de Rode Beek een terugstroomvoorziening aanleggen om de bergingsgebieden leeg te kunnen laten lopen. Gedacht wordt aan duikers met terugslagklep welke in de DO-fase nader uitgewerkt zullen worden.
- Om bebouwing naast het bergingsgebied (noord)oostelijk van de Rode Beek te beschermen tot T=100 (ambitieniveau WRO) is voorgesteld om een ringdijk aan te leggen. De berekende waterstand bij T=100 is NAP + 29,47 m. Het waterschap stelt voor om een waking van 30 cm toe te passen, waardoor de kadephoogte op NAP + 29,77 m komt. In het ontwerp is dit afgerond naar 29.80 m +NAP.
- De bestaande onderhoudsbrug (zie foto) wordt naar bovenstrooms verplaatst. De kans bestaat dat de huidige locatie van de brug in het 'deltagebied' komt te liggen waar maaivelden een stuk lager zijn. Dit leidt waarschijnlijk tot een hydraulisch knelpunt. Het brugdek kan hergebruikt worden en teruggeplaatst worden op nieuw aan te leggen landhoofden. De uitwerking rond de brug zal in de DO-fase verder uitgewerkt worden.



## 5 Ontwerp vispassage

### 5.1 Waterverdeling

Samenhangend met de vraag naar de mogelijkheden voor de vispassage en de waterverdeling naar de Poolmolen is eerst vanuit ecologisch oogpunt het minimaal gewenste debiet voor de Vloedgraaf bepaald. Hiervoor is een aparte notitie opgesteld (Notitie afvoeranlyse Vloedgraaf Grontmij, 23-06-2015, zie bijlage 13). Op basis van deze notitie is geconcludeerd dat een afvoer (via de vispassage) vanuit de Geleenbeek richting de Vloedgraaf van 400 l/sec gewenst zou zijn. Dit zou echter betekenen dat in perioden met lage Geleenbeekafvoeren het voor de Poolmolen beschikbare debiet aanzienlijk minder zou zijn dan thans het geval is. Mede op basis van een veldverkenning heeft WRO geconcludeerd dat een extra debiet vanuit de Geleenbeek van 200 l/sec (bovenop de reguliere afvoer vanuit de bovenloop van de Rode Beek) een welkome aanvulling voor de Vloedgraaf zou zijn. Om die reden is die 200 l/sec als ontwerpdebiet van de vispassage gehanteerd.

### 5.2 Uitgangspunten en ontwerpeisen

Tijdens het startoverleg met Waterschap WRO is een zoekgebied gedefinieerd voor de te realiseren vispassage tussen de Vloedgraaf en de Geleenbeek (zie bijlage 1). Aan de zuidzijde wordt dit gebied begrensd door de aftakking naar de Vloedgraaf. Het zoekgebied loopt in noordelijke richting door tot de denkbeeldige lijn ter hoogte van de noordelijke gracht. Aan oost- en westzijde wordt het zoekgebied begrensd door respectievelijk de Geleenbeek en de Vloedgraaf.

Voor de te realiseren vispassage gelden de volgende uitgangspunten en ontwerpeisen:

- er wordt alleen een functioneel ontwerp van de vispassage gemaakt, dat wil zeggen dat verder (nog) niet wordt gekeken naar landschappelijke inpassing en verdere inrichting en aankleding van aan te kopen terreinen (rondom de vispassage);
- de vispassage heeft een zo natuurlijk mogelijk uiterlijk. Er wordt alleen een 'technische' vispassage en 'drempels' toegepast indien dit niet anders kan;
- als ontwerpdebiet van de vispassage is ca. 200 l/sec aangehouden (in de 5% afvoersituatie, dat wil zeggen dat slechts gedurende 5% van de tijd de afvoer lager is);
- bij het ontwerp van de vispassage moet rekening worden gehouden met voldoende dekking over de te kruisen afvalwaterleidingen;
- de vispassage moet functioneren voor de gedefinieerde doelsoorten (o.a. zeeforel, kopvoorn, bierpje, riviergrondel, rivierdonderpad, rivierprik);
- de waterdiepte en doorzwemopeningen in de te realiseren vispassage bedragen minimaal 0,4 m;
- de vis moet de (ingang van de) vispassage vanuit de Vloedgraaf goed en zonder veel oponthoud kunnen vinden.

### 5.3 Huidige situatie

In figuur 1 is een situatieoverzicht opgenomen van de rond Millen liggende beeksystemen en het hierin aanwezige verdeelcomplex. De basisafvoer van de Geleenbeek wordt in een normale situatie verder naar de Geleenbeek geleid. De afvoer van de Geleenbeek is begrensd op 1,2 m<sup>3</sup>/sec. Hogere afvoeren worden via de afslagtak en de hierin aanwezige klepstuw Ag naar de Vloedgraaf afgevoerd (zie foto op pagina 66).



Figuur 39: overzicht kunstwerken rondom Millen.

Voor de Poolmolen is een minimale afvoer gewenst van circa 1 m<sup>3</sup>/sec. Voor de regeling wordt voor de afvoer naar de Geleenbeek uitgegaan van 1,2 m<sup>3</sup>/sec. Bij hogere afvoeren wordt de afvoer van de Geleenbeek geknepen. De afvoer van 1,2 m<sup>3</sup>/sec is gebaseerd op de gewenste afvoer voor de Poolmolen waarbij rekening wordt gehouden met onnauwkeurigheden van de meting en de regeling. De capaciteit van de Geleenbeek bij Nieuwstad is 5,5 m<sup>3</sup>/sec. Benedenstrooms van Millen is de toevoer van water naar de Geleenbeek gering. Rekening houdend met enkele kleine lozingen en directe afstroming benedenstrooms van Millen, mag bij Millen maximaal 3 m<sup>3</sup>/sec naar de Geleenbeek worden geleid.

#### Klepstuw AG

Klepstuw AG regelt automatisch een bovenstrooms van de stuw ingesteld waterpeil. Het ingestelde waterpeil komt voor zover kan worden nagegaan uit de overlevering. Het streefpeil blijkt in de praktijk een goed uitgangspunt te zijn om de gewenste afvoerverdeling tot stand te brengen.

#### Schuifstuw G

Schuifstuw G regelt automatisch een bij de meetgoot benedenstrooms van de stuw ingesteld waterpeil.

Figuur 40 geeft een overzicht van het peilbeheer voor beide kunstwerken.

## 2.2 Debiet- en peilgegevens

AG

|                        |              |
|------------------------|--------------|
| Stuwtype               | Klep         |
| Drempelhoogte          | NAP+ 34,73 m |
| Breedte bruto          | 6,10 m       |
| Breedte netto          | 5,73 m       |
| Laagste stuwstand      | NAP+ 34,96 m |
| Hoogste stuwstand      | NAP+ 36,63 m |
| Eindschakelaar beneden | NAP+ m       |
| Eindschakelaar boven   | NAP+ m       |
| Hoogte zij-overlaten   | NAP+ 36,53 m |
| Breedte zij-overlaten  | 2 * 4 m      |
| Oeverhoogte            | NAP+ 38,63 m |

G

|                        |               |
|------------------------|---------------|
| Stuwtype               | Schuif        |
| Drempelhoogte          | NAP+ 35,60 m  |
| Breedte netto          | 2,50 m        |
| Laagste stuwstand      | NAP+ 36,96 m  |
| Hoogste stuwstand      | NAP+ 36,51 m  |
| Eindschakelaar beneden | NAP+ 35,924 m |
| Eindschakelaar boven   | NAP+ 36,474 m |
| Oeverhoogte            | NAP+ 38,63 m  |

waterstandmeting bovenstrooms stuw AG, 6.H.50

|                            |   |              |
|----------------------------|---|--------------|
| streefpeil stuw AG         | : | NAP+ 36,53 m |
| hoogwatermelding stuw AG 1 | : | NAP+ 37,50 m |
| hoogwatermelding stuw AG 2 | : | NAP+ 38,00 m |

waterstandmeting meetgoot Millen, benedenstrooms schuif G, 6.H.51

|                             |   |                 |                        |
|-----------------------------|---|-----------------|------------------------|
| streefpeil schuif G         | : | NAP+ 36,215 m ± | 1,22 m <sup>3</sup> /s |
| hoogwatermelding schuif G 1 | : | NAP+ 36,385 m ± | 2,00 m <sup>3</sup> /s |
| hoogwatermelding schuif G 2 | : | NAP+ 36,535 m ± | 3,00 m <sup>3</sup> /s |
| contactelektrode            | : | NAP+ 36,665 m ± | 4,00 m <sup>3</sup> /s |

20-07-2  
18:00  
09-07-2  
16:15  
↳ Dus klep is omhoog

Figuur 40: peilbeheer stuwen AG en G

Regeling

Het stuwcomplex is voorzien van een TMX-locatiemonitor die aangesloten is op de centrale post. De regeling wordt uitgevoerd door een PCL die aan de TMX-locatiemonitor is gekoppeld. Via de TMX-locatiemonitor kunnen setpoints worden ingesteld in de PLC. De communicatie tussen de TMX-locatiemonitor en de PLC wordt continu gecontroleerd. Als de communicatie tussen de TMX-locatiemonitor en de PLC niet in orde is dan regelt de PLC met de laatst bekende setpointwaarden. Bij het optreden van een technische storing wordt de regeling door de PLC geblokkeerd.

Als te weinig water naar de Geleenbeek gaat terwijl de aanvoer meer dan 1 m<sup>3</sup>/sec is dan wordt het alarm 'laagwater Poolmolen' gegeven. De criteria hiervoor zijn:

1. de afvoer in de meetgoot is minder dan 0,6 m<sup>3</sup>/sec;
2. er gaat water over de klepstuw AG.



Foto 1: klepstuw AG bij hoge afvoer

#### 5.4 Varianten

Op basis van een eerste verkenning is binnen de projectgroep een aantal mogelijke oplossingsrichtingen besproken:

- een zo natuurlijk mogelijke vispassage, waarbij optimaal gebruik wordt gemaakt van het gedefinieerde zoekgebied en het te overbruggen peilverschil zo veel mogelijk via het natuurlijk (traploos) verval wordt opgevangen;
- indien geen gebruik kan worden gemaakt van het natuurlijk verhang: de toepassing van een meer compacte en technische vispassage welke bij de afsplitsing vanuit de Geleenbeek wordt gerealiseerd. Deze vispassage kan dan mogelijk zodanig worden ontworpen dan deze ook als regelwerk (knijpconstructie) kan dienen om de afvoer naar de Vloedgraaf >200 l/sec. te kunnen beperken;
- een combinatie van bovenstaande twee varianten.

Tijdens de bespreking is de voorkeur uitgesproken voor variant 1. Gezien het te overbruggen peilverschil tussen beide beken van ca. 2,20 m en de hiervoor beschikbare lengte binnen het zoekgebied van circa 400 m, werd verwacht dat dit grotendeels via het natuurlijk verval kan worden opgevangen en niet veel drempels benodigd zijn. Besloten is de mogelijkheden voor deze voorkeursvariant verder te onderzoeken en uit te werken in een schetsontwerp (inclusief door-rekening Sobek).

#### 5.5 Uitwerking voorkeursvariant

##### Te overbruggen hoogte- en peilverschil

De vistrap zal benedenstrooms de inlaat richting de Geleenbeek – Poolmolen worden aangeakt. Tevens zal aantakking bovenstrooms het meetpunt in de Geleenbeek-Poolmolen plaatsvinden. Bij de betreffende afvoermeting in de Geleenbeek richting Poolmolen is ook een waterstandsmeter direct bovenstrooms de meetgoot aanwezig (6H51), zie bijlage 4. Hieruit blijkt dat het gemiddelde waterpeil tussen de 36,10 en 36,20 m +NAP schommelt.

Tijdens een veldbezoek is de bodemhoogte net bovenstrooms van de meetgoot ingemeten op NAP +35,26 m. Het ingemeten waterpeil bedroeg NAP +36,13 m. Bij de brug (bovenstrooms) is de bodem ingemeten op NAP +35,52 m en was het waterpeil NAP +36,34 m. De gemeten waterstanden komen overeen met de langdurige metingen bij stuw Millen (zie bijlage 17). De vistrap wordt aangesloten tussen de meetgoot en brug waarbij uitgegaan is van een bodemhoogte van circa NAP +35,50m en waterpeil van NAP+36,20m.

**Tabel 22: aansluitende bodemhoogtes en waterpeilen te realiseren vispassage**

|                | Bodemhoogte<br>(m + NAP) | Waterpeil (m + NAP)<br>bij 5% afvoer |
|----------------|--------------------------|--------------------------------------|
| Vloedgraaf     | 33,60                    | 34,0                                 |
| Geleenbeek     | 35,5                     | 36,20                                |
| <b>Vershil</b> | <b>1,90 m</b>            | <b>2,20 m</b>                        |

### Tracé

De bodem van de vispassage verloopt van ca. NAP +35,50m bij de Geleenbeek tot ca. 33,60 m benedenstrooms bij de Vloedgraaf. De Vloedgraaf en Geleenbeek meanderen in dit deel van hun loop maar beperkt, de bypass sluit daar qua beeld bij aan. De lengte van de bypass komt daarmee op circa 275 m.

Het tracé van de vispassage is zodanig gekozen dat de transportleiding van WBL (rond 1250 mm) met een zo groot mogelijke dekking wordt gekruist. Ter hoogte van de kruising ligt de beekbodem op een hoogte van circa 35,0 m +NAP. De bovenkant van de WBL-leiding met diameter 1250 mm ligt op circa +33,80 m +NAP. De benodigde dekking is hiermee voldoende. WBL heeft aangegeven dat de bovenkant van de nabij gelegen AC-leiding (rond 600 mm) die buiten gebruik is, op circa 34,80 m +NAP ligt. In de DO-fase dient bekeken te worden waar deze leiding het beste gekruist kan worden en of er beschermende maatregelen nodig zijn.



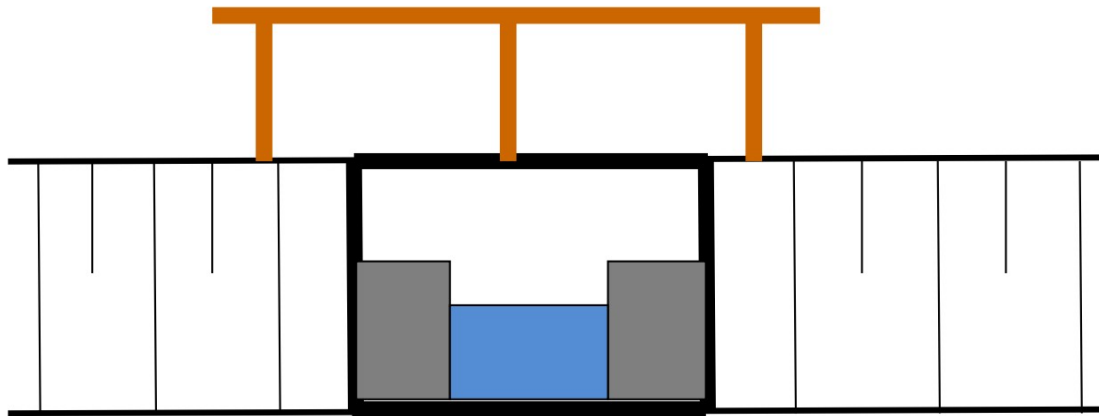
Figuur 41: impressie ontwerp vistrap stuw Millen

### Verdeelwerk instroomzijde

Om het gewenste debiet van circa 200l/s door de vispassage te laten stromen wordt de instroomzijde (zijde Geleenbeek) voorzien van een damwand of brede overlaat, waarin een uitsparing in de vorm van een verticaal slot wordt aangebracht van 0,50 m breed. De waterdiepte is 40 cm. Deze opening is daarmee voldoende ruim voor passage van de doelsoorten en sluit bovendien goed aan bij de bodemhoogte van de Geleenbeek en de vispassage. Door de opening te voorzien van een geautomatiseerde afsluiter wordt het debiet door de vispassage gemaximeerd op 200l/s. Bovendien kan de passage worden drooggezet voor onderhoud. Tevens bestaat de mogelijkheid om in geval van calamiteiten of watertekort de vispassage geheel af te sluiten.

Over de oostoever van de Geleenbeek loopt het onderhoudspad. Om de toegankelijkheid van het onderhoudspad te kunnen waarborgen zal op deze plek een dam met duiker worden gerealiseerd. De duiker van 1,0 x 1,0 m maakt het mogelijk dat de bodem van de passage inclusief substraat doorloopt in de duiker en er voldoende lucht en licht in de duiker aanwezig is, zodat deze geen belemmering vormt voor optrekkende vissen.

Figuur 42 geeft de instroomzijde schetsmatig weer.



Figuur 42: schetsmatig vooraanzicht instroom kunstwerk vispassage

Aan de benedenstreamse zijde is een vergelijkbare duiker voorzien.

#### Keuze vispassage met drempels

De lengte van het tracé en de aanwezige waterstanden in de Geleenbeek en de Vloedgraaf resulteren in een verhang van circa 6 m/km. Uitgaande van een debiet van 200 l/s en een Manning van 25 leidt dit tot een stroomsnelheid van rond de 0,5 m/s. Gelet op het extra risico van erosie bij pas aangegraven gronden, beschouwen we dit als een beektracé waarbij wat lagere snelheden gewenst zijn. Daarom wordt voorgesteld een deel van het verhang op te vangen met drempels. Om aan alle ontwerpisen te voldoen zijn 15 drempels nodig. De afstand tussen de drempels wordt gelijkmatig verdeeld over de vispassage. De drempels bestaan uit Maaskeien met doorzweembare openingen ('voordes'). Het plaatsen van de keien dient onder toezicht van een ecooloog plaats te vinden. De foto op pagina 68 geeft een impressie van de drempels. De inlaatconstructie fungeert hierbij als 1<sup>e</sup> drempel. Het verhang dat in de beek zelf opgevangen wordt komt hiermee op circa 3m/km. De stroomsnelheid neemt hierdoor af tot 0,30 – 0,35m/s. Achter de drempels ontstaan diepere kuilen/stroomkommen die zorgen voor habitat-diversiteit en plekken waar grotere vissoorten bij hun trek door de vispassage kunnen schuilen.



#### Stroomsnelheden en waterdieptes

Met het Sobek-model is gecontroleerd wat de waterstanden en stroomsnelheden zijn bij het ontwerpdebiet van 200 l/sec. Daarbij is uitgegaan van een lengte voor de vispassage van 275 m overeenkomstig het tracé zoals aangegeven in de bijlage (5). Voor de vispassage is daarbij een profiel met een bodembreedte van 1 m en taluds 1:1,5 aangehouden. Hierbij is gerekend met een KM-waarde van 25. De berekeningsresultaten hiervan zijn weergegeven in bijlage 17.

Uit de berekening blijkt dat de ontworpen vistrap in een 5% afvoersituatie een waterdiepte heeft van 35-45 cm. Het debiet dat via de vistrap wegstroomt is daarbij ongeveer 200 l/s. De bodemhoogte in de vistrap verloopt van NAP +35,50 m ter hoogte van de Geleenbeek tot

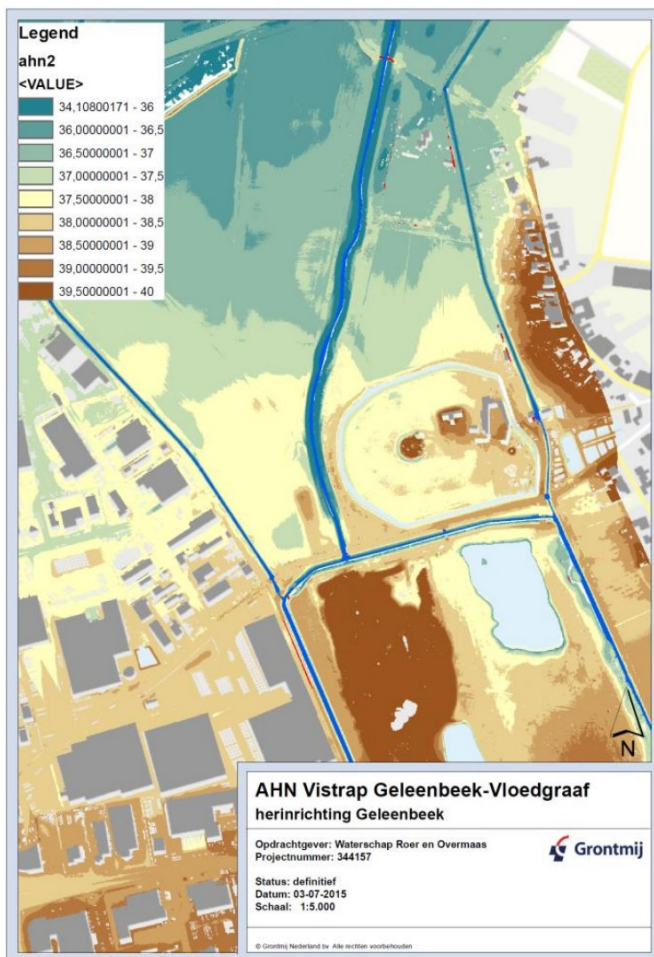
NAP +33,60 m ter hoogte van de Vloedgraaf. Uit de berekening blijkt dat de stroomsnelheden in de vistrap variëren rond de 0,3 m/s tussen de drempels. Op de drempels ontstaat een gevarieerde snelheid door diepere en ondiepere plekken, afhankelijk van de plaatsing van de keien. Waterdieptes in de vistrap variëren van 0,3 tot 0,4 m.

**Tabel 23: afvoeren en peilen in de verschillende deeltrace's bij de vistrap**

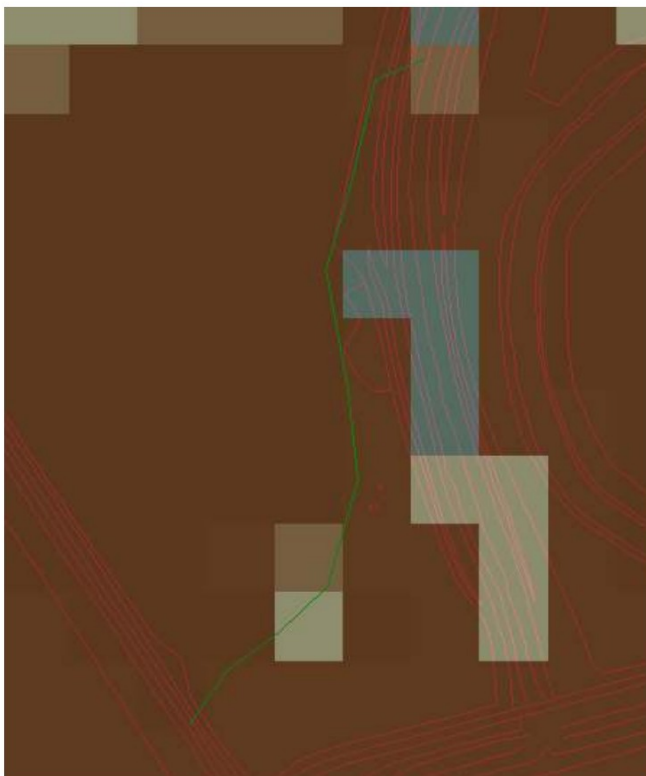
|     | Geleenbeek  |        |        |          | Vloedgraaf  |        |        |          | Vistrap     |        |        |          |
|-----|-------------|--------|--------|----------|-------------|--------|--------|----------|-------------|--------|--------|----------|
|     | peil        | diepte | debiet | snelheid | peil        | diepte | debiet | snelheid | peil        | diepte | debiet | snelheid |
|     | [m tov NAP] | [m]    | [m3/s] | [m/s]    | [m tov NAP] | [m]    | [m3/s] | [m/s]    | [m tov NAP] | [m]    | [m3/s] | [m/s]    |
| 5%  | 36,01       | 0,52   | 0,55   | 0,61     | 34,05       | 0,45   | 0,4    | 0,24     | 34,8        | 0,4    | 0,2    | 0,35     |
| T25 | 36,50       | 1,03   | 2,90   | 1,18     | 36,73       | 2,80   | 38,52  | 2,0      | 36,53       | 1,40   | 0,22   | 0,45     |

#### Kades

De vispassage mondt uit in het bekade deel van de Vloedgraaf. Om overlast bij hoogwater te voorkomen zullen de kades doorgetrokken worden langs de vispassage. Door de hogere ligging zijn om de Geleenbeek geen kades benodigd. De kades zullen dus geleidelijk overgaan in het bestaande maaiveld. De lengte, die binnen kades gelegd wordt bedraagt circa 25 m en betreft alleen het deel nabij de aansluiting. Het berekende peil in T=100 2d scenario 1 is 37,21 m +NAP, het maaiveld ligt langs het traject van de vistrap overal minimaal op NAP 37,60 m +NAP waardoor wordt voldaan aan minimaal 30 cm waking t.o.v. de kruin of in dit geval maaiveld (zie figuur 43). Centraal is een laagte in het maaiveld aanwezig waar ook ophoging van de kades/maaiveld nodig zal zijn (lengte circa 50 m, zie figuur 44).



Figuur 43: maaiveldhoogte zoekgebied vistrap



Figuur 44: locatie depressie in maaiveld

### Oever- en bodemverdediging

Bij hoogwater zal aan zowel de instroom- als de uitstroomzijde de stroomsnelheid hoog worden, waardoor de oevers en bodem kunnen uitspoelen. Dit wordt voorkomen door aan de instroomzijde de inlaatopening tegen de duiker aan te plaatsen en de duiker te voorzien van een voldoende lange uitstroomvoorziening. Zowel aan de in- en uitstroomzijde wordt oeververdediging toegepast, bijvoorbeeld met zware keien. De aard en vorm van deze oeververdediging wordt nader uitgewerkt in de DO-fase.

Het ontwerp van de vispassage is uitgewerkt in een technische tekening (bijlage 11, tekening 344157-W503-007-02B-1).

## 6 Conditionerende onderzoeken

### 6.1 Algemeen

In het kader van de herinrichting van de Geleenbeek en de Rode Beek zijn diverse conditionerende onderzoeken uitgevoerd. Dit hoofdstuk beschrijft de belangrijkste resultaten van deze onderzoeken. Daar waar relevant wordt onderscheid gemaakt in de verschillende deelgebieden. De uitgebreide rapportages zijn in de bijlagen opgenomen.

### 6.2 Bodem

#### 6.2.1 Historisch bodemonderzoek algemeen

In het kader van het planvoornemen is historisch bodemonderzoek uitgevoerd (zie bijlage 4). Bij het vooronderzoek is voor de Geleenbeek, de Rode Beek en vistrap Millen geen informatie vrijgekomen met betrekking tot de milieuhygiënische kwaliteit van de waterbodems.

Uit het vooronderzoek blijkt dat voor de landbodem binnen het plangebied diverse bodemonderzoeken zijn uitgevoerd. In het plangebied en in de directe omgeving ervan hebben in het verleden ontgroningen plaatsgevonden. Er was sprake van zowel grind- als kleiwinning. De voormalige grindgaten zijn na het beëindigen van de winningen gedeeltelijk weer aangevuld. Plaatselijk is hiervoor stortmateriaal gebruikt. Deze locaties zijn als verdacht aangemerkt voor bodemverontreiniging. Er zijn locaties waar in het verleden klei is gewonnen ten behoeve van de aanwezige steenfabrieken. Na beëindiging van deze kleiwinning heeft mogelijk aanvulling met stortmateriaal plaatsgevonden. Geadviseerd wordt derhalve om bij toekomstige graafwerkzaamheden binnen het plangebied rekening te houden met eventuele aanwezigheid van stortmateriaal in de bodem.

Uit diverse uitgevoerde bodemonderzoeken blijkt dat plaatselijk sterk verhoogde gehalten aan arseen van nature voorkomen in het grondwater als gevolg van geochemische processen (oxidatie van pyriet en ijzeroerfzetting).

Om de milieuhygiënische kwaliteit en de hergebruiksmogelijkheden van de vrijkomende (water)bodem te bepalen wordt geadviseerd om verkennende land- en waterbodemonderzoeken uit te voeren ter plaatse van de daadwerkelijke ingrepen.

**Tabel 24: verdachtheid ten aanzien van bodemverontreiniging**

| Deelgebied                           | Verdacht-<br>heid | Motivatie   |
|--------------------------------------|-------------------|---|
| 1) Geleenbeek Oud-Roosten tot sifon  | Onverdacht        | Geen aanwijzingen   |
| 2) Rode Beek                         | Deels verdacht    | Deelgebied is aangrenzend gelegen aan de voormalige stortlocatie/ bedrijventerrein Dieterdeweg te Susteren en is daarmee plaatselijk verdacht ten aanzien van bodemverontreiniging.   |
| 3) Geleenbeek door Körbusch          | Verdacht          | Als gevolg van lozingen die in het verleden stroomopwaarts hebben plaatsgevonden, ten behoeve van de mijnbouwactiviteiten is de waterbodem van de Vloedgraaf plaatselijk verontreinigd met zware metalen. De Vloedgraaf mondt uit in de Geleenbeek in deelgebied Aftak Korbush, waardoor de waterbodem ter plaatse mogelijk verontreinigd is. |
| 4) Geleenbeek bovenstrooms Poolmolen | Onverdacht        | Geen aanwijzingen.  |

|                              |            |                    |
|------------------------------|------------|--------------------|
| 5) Nabij vistrap stuw Millen | Onverdacht | Geen aanwijzingen. |
|------------------------------|------------|--------------------|

Voor de deelgebieden 'Geleenbeek aftak Körbusch tot Baakhoven' en 'Geleenbeek Baakhoven tot Oud-Roosteren' wordt geadviseerd een waterbodemonderzoek (inclusief vooronderzoek) uit te voeren in de vervolgfase.

#### 6.2.2 *Deelgebied Geleenbeek Oud-Roosteren tot sifon*

Voor deelgebied Geleenbeek komt uit het vooronderzoek relatief weinig informatie naar voren (zie tabel 25). De saneringswerkzaamheden die nabij dit deelgebied nodig zijn hebben betrekking op de rijksweg A2 met bermen en niet op de Geleenbeek.

#### 6.2.3 *Deelgebied Rode Beek*

Deelgebied Rode Beek grenst aan de voormalige stortlocatie/bedrijventerrein Dieterderweg te Susteren. Hierdoor is de (water)bodemkwaliteit in dit deelgebied mogelijk negatief beïnvloed. Om de milieuhygiënische kwaliteit en de hergebruiksmogelijkheden van de vrijkomende (water)bodem te bepalen wordt geadviseerd om verkennende land- en waterbodemonderzoeken uit te voeren ter plaatse van de daadwerkelijke ingrepen.

Het deelgebied Rode Beek is volledig gelegen in een grondwaterbeschermingsgebied en de boringsvrije zone Roerdalslenk. In de provinciale Omgevingsverordening Limburg 2014 zijn voor deze gebieden specifieke regels opgenomen waarmee rekening dient te worden gehouden bij de geplande ingrepen c.q. grondverzet.

#### 6.2.4 *Deelgebied Geleenbeek door Körbusch*

Als gevolg van lozingen die in het verleden stroomopwaarts hebben plaatsgevonden, ten behoeve van de mijnbouwactiviteiten, is de waterbodem van de Vloedgraaf plaatselijk verontreinigd met zware metalen. Gezien het feit dat de Vloedgraaf nabij deelgebied Aftak Körbusch uitmondt in de Geleenbeek, duidt dit mogelijk op een plaatselijke verontreiniging van de waterbodem van de Geleenbeek met zware metalen.

#### 6.2.5 *Deelgebied Geleenbeek bovenstrooms Poolmolen*

Binnen de grenzen van deelgebied 'Geleenbeek bovenstrooms Poolmolen' is ter plaatse van Holtummerweg 3 te Susteren een bodemonderzoek uitgevoerd waarbij minerale olie sterk verhoogd is aangetoond ter plaatse van de op de locatie aanwezige smeerkuil. Onbekend is of vervolgonderzoek is uitgevoerd naar de aangetroffen verontreiniging. Op basis van de beschikbare onderzoeken is niet op te maken waar deze smeerkuil gelegen is (geweest). Verwacht wordt dat de aangetoonde verontreiniging van geringe omvang is en ter plaatse van het erf gesitueerd is.

#### 6.2.6 *Deelgebied nabij vistrap stuw Millen*

Voor dit deelgebied blijkt uit eerder uitgevoerde bodemonderzoeken dat in de bodem hoogst waarschijnlijk geen verhoogde gehalten kunnen worden verwacht. Het ter plaatse uitgevoerde bodemonderzoek is echter gedateerd. Daarom wordt een (actualiserend) verkennend bodemonderzoek geadviseerd. In dit deelgebied (zuidelijke deel) is in de periode tussen 2005 en 2015 een bergbezinkbassin gerealiseerd. Bij het definitief ontwerp dient rekening gehouden te worden met dit bergbezinkbassin.

### 6.3 **Archeologie**

#### 6.3.1 *Bureaustudie archeologie algemeen*

Ten behoeve van de herontwikkeling van de Geleenbeek en de Rode Beek is een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd (zie bijlage 3). Uit dit onderzoek blijkt dat de deelgebieden Geleenbeek en Rode Beek geologisch gezien behoren tot de Formatie van Beegden en vrijwel geheel op het terras uit het Jonge Dryas liggen. Het Jonge Dryas terras is gevormd door een vlechtend riviersysteem dat nog goed herkenbaar is in het landschap door de fossiele geulen die de riviervlakte doorsnijden. Enkele van deze fossiele geulen worden door de Rode Beek en de Geleenbeek gebruikt. Deze beken hebben binnen het plangebied dus niet zelf geulen in het terras ingesneden.

### 6.3.2 *Deelgebied benedenloop*

De huidige geul van de Geleenbeek ligt onnatuurlijk hoog in het landschap. Vrijwel zeker betreft het hier een gegraven traject, vermoedelijk om de Molen Beek van water te voorzien. De huidige geul ligt volgens het kadaster ook al in het begin van de 19de eeuw op deze plaats. De geul ligt op, of op de flank van, de riviervlakte. Daarmee ligt de geul in een zone met een hoge verwachting. Nader onderzoek is hier dan ook noodzakelijk.

### 6.3.3 *Deelgebied Rode Beek*

Het deelgebied van de Rode Beek valt meer of minder samen met een fossiele geul waarin de Rode Beek nu stroomt. Dit deelgebied heeft grotendeels een middelhoge archeologische verwachting voor natte landschappen. Ter hoogte van de twee watermolens is deze verwachting hoog. Nader onderzoek is noodzakelijk binnen deze zone. Binnen het overige traject is begeleiden van werkzaamheden gewenst.

### 6.3.4 *Deelgebied Baakhoven – Oud Roosteren*

Dit deelgebied valt samen met een vermoedelijk natuurlijke loop van de Geleenbeek. Deze loop valt hier samen met een fossiele geul. De fossiele geul lijkt echter ouder te zijn dan de fossiele (meander) geul waar de oostelijker gelegen Rode Beek in ligt. Op de verwachtingskaart van de gemeente Echt-Susteren ligt het gehele deelgebied in de zones middelhoge en hoge verwachting. Binnen het gehele deelgebied is nader onderzoek gewenst.

### 6.3.5 *Deelgebieden Körbusch – Baakhoven en Körbusch*

Het deelgebied Körbusch – Baakhoven betreft de loop van de Geleenbeek die in de tweede helft van de vorige eeuw gegraven is in het kader van de aanleg van de A2. De loop is daardoor recht, en houdt geen rekening met de oorspronkelijke morfologie van het landschap. Daardoor doorsnijdt deze gegraven loop zowel fossiele geulen als terraselementen uit het Jonge Dryas. Op de verwachtingskaart van Echt-Susteren is deze morfologie herkenbaar aan de verschillende verwachtingszones: hoog voor zowel natte contexten (blauw) als voor hogere landschapsdelen (lichtrood). Deze situatie is vergelijkbaar met het deelgebied Körbusch. Ook dit deelgebied valt grotendeels samen met een riviervlakte (grotendeels hoge verwachting), terwijl de uiteinden in fossiele geulen liggen (middelhoge verwachting).

Binnen de zone die op de riviervlakte ligt, is nader onderzoek nodig. Ook de smalle fossiele geulen die dit gebied doorsnijden dienen meegenomen te worden in dit onderzoek. Binnen de zones met fossiele geulen aan beide uiteinden van het traject dienen grondwerkzaamheden archeologisch te worden begeleid.

### 6.3.6 *Deelgebied Poolmolen*

Het deelgebied Poolmolen valt vrijwel geheel in een fossiele meanderboog die hier het oudere terras van Eisdien-Lanklaar aansnijdt. Het zuidoostelijk deel van het plangebied ligt op dit terras, waarin het een geul heeft uitgesneden. Op de verwachtingskaart van Echt-Susteren ligt het plangebied dan ook grotendeels in een zone met een middelhoge verwachting voor natte landschappen. Op het terras van Eisdien-Lanklaar ligt het plangebied op zowel de verwachtingskaart van Echt-Susteren als die van Sittard-Geleen, in een zone met een hoge verwachting voor droge landschappen.

Binnen de zone die op het terras ligt is nader onderzoek noodzakelijk. Binnen de zone met de fossiele geul dienen grondwerkzaamheden archeologisch te worden begeleid.

### 6.3.7 *Deelgebied Millen*

Het gehele deelgebied valt in een zone met een hoge verwachtingswaarde. Nader onderzoek in de vorm van proefsleuven is derhalve noodzakelijk.

## 6.4 **Cultuurhistorie**

In het kader van het historisch bodemonderzoek zijn tevens topografische en historische kaarten geraadpleegd. Deze kaarten geven een goed beeld van de ontwikkeling van het plangebied en haar directe omgeving. De kaarten laten zien dat het landschap tot ver in de 20ste eeuw relatief onveranderd bleef. Pas in de eerste kwart van die eeuw begint er een verschuiving in het

landgebruik op te treden. Op een deel van het grasland worden (hoogstam) boomgaarden aangelegd, terwijl een deel van de akkerlanden worden omgezet in graslanden. Deze verschuiving is een gevolg van de toegenomen vraag naar zuivelproducten door de groeiende bevolking van de steden. In de jaren zestig of zeventig vond er een ruilverkaveling plaats, zo valt tenminste op te maken uit de kaarten van 1967 en 1979. Daarbij zijn verschillende waterlopen gedempt of genormaliseerd. Tijdens de ruilverkaveling zijn boerderijen verplaatst naar het buitengebied.

De bewoningskernen blijven redelijk stabiel tussen 1800 en het midden van de vorige eeuw. Er wordt maar beperkt bijgebouwd, en uitsluitend in de bestaande kernen, waardoor het open landschap, dat zo kenmerkend is voor de Maasvallei, nog grotendeels intact is. Tussen 1910 en 1922 is een steenfabriek, de Sint Joseph, opgericht tussen Susteren en Dieteren. Tussen de Rode Beek en de weg Susteren en Dieteren heeft deze fabriek tussen circa 1920 en 1955 klei afgegraven. Op de kaart van 1958 is de steenfabriek zelf verdwenen maar zijn de voormalige kleiputten nog zichtbaar. Tussen de kaarten van 1967 en 1979 vestigde zich een bedrijf op het terrein (dat betonsteen maakt) en wordt de voormalige kleiput uitgediept en uitgebreid. Overigens werden al rond 1800 op grotere schaal klei en/of zand en grind gewonnen in dit gebied. Op de kaart van 1967 zijn de eerste straten met nieuwbouw aan de rand van Susteren te zien.

Tot de grootste ingrepen in de nabijheid van het plangebied behoren ongetwijfeld de aanleg van het Julianakanaal in de jaren dertig en de A2. Het Julianakanaal heeft vooral invloed op de Reidgraaf en het laatste stuk van de Geleenbeek vlak voordat deze uitmondt in de Oude Maas. De A2 heeft de Geleenbeek verder ontdaan van haar natuurlijke loop doordat de beek verlegd wordt tussen Holtum en Baakhoven in een rechte geul direct naast de snelweg. De oude loop is, samen met het gehucht Gebroek, verdwenen bij de aanleg van het bedrijventerrein Holtum Noord in de jaren negentig van de vorige eeuw en de eerste decade van deze eeuw. In het kader van de herindustrialisatie van Limburg na het sluiten van de mijnen is net ten zuiden van de Geleenbeek een autofabriek gebouwd in Born. Als laatste grotere ingreep is in de jaren tachtig een rioolzuiveringsinstallatie gerealiseerd midden in het nog open land ten westen van de kern Susteren.

## **6.5 Niet gesprongen explosieven**

Ten behoeve van planrealisatie is een vooronderzoek uitgevoerd naar de aanwezigheid van Niet Gesprongen Explosieven (NGE). Uit het literatuuronderzoek blijkt dat Duitse troepen in mei 1940 het kanaal overstaken bij Roosteren nadat ze de Nederlandse grens bij Susteren waren overgestoken. Ook blijkt dat in de omgeving van Susteren beschietingen hebben plaatsgevonden in december 1944 en januari 1945. De opmars van de geallieerde troepen verliep in september 1944 vanuit Nieuwstadt en Holtum richting Susteren. Ook werden luchtaanvallen uitgevoerd op de frontlinie in oktober 1944 en op de kern Susteren.

Uit het onderzoek blijkt dat het hele plangebied verdacht is op de mogelijke aanwezigheid van explosieven. Deze verdachtheid is gebaseerd op het feit dat het hele plangebied 3 maanden lang in de frontlinie heeft gelegen in de Tweede Wereldoorlog (winter van 1944 – 1945). Geadviseerd wordt dan ook om voor elk te vergraven perceel opsporingsonderzoek (detectie en benaderen) uit te voeren, eventueel voorafgegaan door een Projectgebonden Risicoanalyse. Op basis van het uitgevoerde onderzoek kan worden beschouwd welke percelen tot welke diepte verdacht zijn zodat het opsporingsonderzoek mogelijk kan worden beperkt.

## **6.6 Vergunningenbeheerplan**

Om inzicht te krijgen in de (mogelijk) benodigde vergunningen voor planrealisatie is een vergunningenplan opgesteld. Uit het vergunningenplan blijkt dat verschillende vergunningen aangevraagd moeten worden om de maatregelen te kunnen realiseren, waaronder een omgevingsvergunning en een Projectplan.

### Aanbeveling op basis van het vergunningenplan:

- Vroegtijdig alle bevoegde instanties raadplegen. Mogelijk is het nodig het plan meerdere keren met de bevoegde instanties te bespreken (bijvoorbeeld eenmaal nadat het definitieve

ontwerp beschikbaar is en eenmaal nadat de uitvoeringswijze bekend is). Een beperkte aanpassing van de uitvoeringswijze van de aannemer kan immers leiden tot aanpassingen in het vergunningenplan.

## **6.7 Planologische analyse**

Middels een planologische analyse is inzicht verkregen in de vigerende bestemmingen ter plaatse van het plangebied. Om het plan te kunnen realiseren dient het bestemmingsplan mogelijk aangepast te worden waar de huidige bestemming als 'Natuur' is aangeduid. Dit is afhankelijk van hoe strikt de omschrijving van de regels hanteert en geldt voor de deelgebieden:

- Geleenbeek bovenstrooms (N276 – Poolmolen): op drie plekken (nabij de Holtummerweg, aan de zuidzijde van dit deelgebied en aan de noordzijde van dit deelgebied);
- Geleenbeek Körbusch (op een aantal plekken in het midden en noordelijke deel van dit deelgebied);
- Geleenbeek benedenstrooms (Rode Beek – Sifon Julianakanaal): aan de noordzijde van dit deelgebied;
- Rond de kade van de Geleenbeek bij Baakhoven: aan de noordzijde van dit deelgebied;
- Rode Beek: dit betreft het gebied waar de Rode Beek uitmondt in de Geleenbeek.

De realisatie van de vistrap bij Millen is wel mogelijk op basis van het vigerende bestemmingsplan.

### Aanbeveling op basis van de planologische analyse

- We adviseren om vroegtijdig overleg met de twee gemeenten te voeren om de conclusies uit de planologische analyse te verifiëren.
- We adviseren om met PPS en Gasunie ruim voor de uitvoeringsperiode overeenstemming te bereiken over de ligging van leidingen in het inundatiegebied tussen Oud-Roosteren en de sifon.

## **6.8 Kabels en leidingenplan**

In het projectgebied bevinden zich diverse kabels- en leidingen. De globale ligging van de leidingen is opgevraagd middels een KLIC-melding. Met de leidingbeheerders van de grotere leidingen (WBL, WML, Gasunie en PPS) is overleg gevoerd. Verslagen van deze overleggen zijn opgenomen in het kabels- en leidingenplan.

In de DO-fase is nadere afstemming nodig met leidingbeheerders over aanpassingen aan de leidingen en eventueel beschermende maatregelen.

Belangrijkste aandachtspunten per deelgebied zijn:

- Geleenbeek bovenstrooms (N276 – Poolmolen): geen.
- Geleenbeek Poolmolen-afsluiting Körbusch: geen.
- Geleenbeek Körbusch: gedeeltelijke vervanging transportleiding van WBL.
- Rode Beek: mogelijk beschermende maatregelen nodig voor leidingen van WBL en WML vanwege kadeophoging.
- Geleenbeek afsplitsing Körbusch tot Baakhoven: geen.
- Geleenbeek nabij Baakhoven: geen.
- Geleenbeek Oud-Roosteren-sifon: mogelijk te nemen beschermende maatregelen voor WBL-leiding door verhoging kade rechteroever. Voor de PPS- en Gasunieleiding geldt dat zettingsberekeningen in volgende fase nodig zijn in verband met verplaatsing van de kade aan de linkeroever. De PPS- en Gasunieleiding liggen in de ontwerpsituatie binnen een inundatiezone. Dit is in de huidige situatie niet zo. Afstemming met leidingbeheerders is nog nodig.
- Geleenbeek vistrap bij stuw Millen: de vistrap (bypass) kruist 2 leidingen van WBL. Eén ervan is een asbestcement-leiding. In de DO-fase moet bezien worden waar deze leiding het beste gekruist kan worden en of er beschermende maatregelen nodig zijn.

## 6.9 Quick scan Ecologie

### 6.9.1 *Natuurbeschermingswet*

Er liggen elf Natura 2000-gebieden in de nabijheid van het onderzoeksgebied. De voorgenomen werkzaamheden hebben geen directe significant negatieve effecten op geformuleerde instandhoudingsdoelstellingen van habitattypen en habitatrictlijnsoorten van de omliggende Natura 2000-gebieden in het kader van de Natuurbeschermingswet. Er liggen in de nabijheid van het onderzoeksgebied enkele habitattypen met een door stikstof overbelaste situatie. Significante effecten als gevolg van verzuring en vermisting op de kwaliteitsdoelstellingen voor stikstofgevoelige en zeer gevoelige habitattypen kunnen niet op voorhand worden uitgesloten. Deze dienen nader te worden getoetst inzake de PAS.

### 6.9.2 *Flora- en faunawet*

Er zijn beschermde soorten aanwezig of te verwachten binnen de invloedssfeer van de voorgenomen maatregelen. Dit betreffen de volgende soort-/leefgebieden:

- Groeiplaatsen van de zwanebloem, grote kaardebol, grasklokje, rapunzelklokje, wilde marjolein en zeer waarschijnlijk groeiplaatsen van de gulden sleutelbloem.
- Potentiële verblijfplaatsen, foerageergebied en vliegroutes van vleermuizen.
- (Potentieel) jaarrond beschermd leefgebied van buizerd, sperwer en grote gele kwikstaart.
- Beschermd vissen als Europese aal.

Er dient tijdig voorafgaande aan de uitvoering nader veldonderzoek te worden uitgevoerd naar de aanwezigheid van wilde marjolein en rapunzelklokje binnen de invloedssfeer van de voorgenomen ingreep. Indien groeiplaatsen worden vastgesteld, dan kunnen werkzaamheden conform de gedragscode Unie van Waterschappen worden uitgevoerd. Ontheffingsplicht Flora- en faunawet kan hierbij achterwege worden gelaten.

Er bevinden zich bomen met geschikte invliegopeningen en potentiële vliegroutes van vleermuizen binnen het onderzoeksgebied. Bij voorgenomen kap dient vooraf inspectie plaats te vinden welke bomen gehandhaafd moeten blijven. Deze inspectie dient uitgevoerd te worden door een vleermuisdeskundige. Indien in de te kappen bomen daadwerkelijk geschikte holtes van vleermuizen aanwezig zijn, dan is nader onderzoek naar de aanwezigheid van verblijfplaatsen noodzakelijk. Vleermuisonderzoek dient met voorkeur te worden uitgevoerd conform het gedragsprotocol voor vleermuisonderzoek van de GaN (versie 2013). Dit geldt eveneens voor de mogelijke aanwezigheid van de essentiële vliegroutes en foerageergebieden van vleermuizen binnen het onderzoeksgebied.

Het onderzoeksgebied maakt mogelijk deel uit van het leefgebied van de das, een strikt beschermde soort. Het belang van het onderzoeksgebied als leefgebied voor de soort, dient met voorkeur conform de Soortenstandaard Das, nader te worden onderzocht om eventuele effecten tijdig te kunnen ondervangen.

Binnen het onderzoeksgebied bevindt zich een tweetal verblijfplaatsen van de buizerd. Mogelijk zijn er ook verblijfplaatsen van de sperwer. Vaste rust- en verblijfplaatsen van beide soorten zijn jaarrond beschermd. Afhankelijk van de voornemens voor kapwerkzaamheden dienen geselecteerde bomen nader te worden beoordeeld op potentiële verblijfplaatsen. Indien deze worden vastgesteld dan is nader onderzoek noodzakelijk. Tevens dient tijdig te worden bepaald in hoeverre er ter hoogte van de aantakking van de Geleenbeek op de Vloedgraaf zich vaste rust- en verblijfplaatsen van de grote gele kwikstart bevinden. Nader onderzoek vindt met voorkeur plaats conform de SOVON BMP methode voor zeldzame soorten.

De aanwezigheid van en/of effecten op beschermde vissen, amfibieën, reptielen en ongewervelden kunnen op voorhand worden uitgesloten. Nadere vervolgstappen ten aanzien van deze soortgroepen zijn niet nodig.

Naast bepalingen voor specifiek aangewezen soorten geldt krachtens art. 2 van de Flora- en faunawet, de algemene zorgplicht voor alle in het wild levende dieren en planten, alsmede voor hun directe leefomgeving. Via deze wet wordt eenieder mede verantwoordelijk voor de zorg en bescherming van flora en fauna en dient geen handelingen uit te voeren die opzettelijk soorten kunnen aantasten.

### 6.9.3 Natuurbeleidskaders

Het onderzoeksgebied ligt deels binnen of doorsnijdt gebieden die zijn aangewezen in de POL 2014. De voorgenomen inrichtingsmaatregelen zullen mogelijk tijdelijke effecten hebben op de wezenlijk kenmerken en waarden van de goudgroene en zilvergroene natuurzones. Deze worden ondervangen door de werkzaamheden te mitigeren en op te nemen in een ecologisch werkplan. Het nemen van compenseren maatregelen wordt niet noodzakelijk geacht. Eventueel kan de voorliggende onderbouwing worden voorgelegd aan het bevoegd gezag (provincie Limburg) ter accordering.

### 6.9.4 Boswet

De Boswet zal separaat worden getoetst in een Bomentoets. Eventuele verplichtingen ten aanzien van de Boswet zullen hierin nader worden onderbouwd.

**Tabel 25: overzicht regelgeving**

|                            | Effecten   | Nader veldonderzoek   | Nader effect onderzoek  | Mitigerende maatregelen   | Nadere procedure   |
|----------------------------|--|---|---|---|--|
| Natuur-beschermingswet     | Tijdelijke verzuring en vermesting Natura 2000-gebieden  | Nee, wel stikstofdepositiesberekeningen noodzakelijk  | Modelberekening Aeries Calculator   | Nog onbekend  | Mogelijk meldingsplicht en/of vergunningsplicht  |
| Flora-faunawet             | - rapunzelklokje<br>- wilde marjolein<br>- vleermuizen<br>- das<br>- buizerd, sperwer en grote gele kwikstaart | Ja/mogelijk<br>- groeiplaatsen rapunzelklokje en wilde marjolein<br>- vleermuizen, buizerd en sperwer afhankelijk van voornemens tot uitvoering kapwerkzaamheden<br>- grote gele kwikstaart, afhankelijk van aansluiting op Vloedgraaf<br>- das | Mogelijk<br>- vleermuizen<br>- das<br>- buizerd, sperwer en grote gele kwikstaart | Mogelijk<br>- vleermuizen<br>- das<br>- buizerd, sperwer en grote gele kwikstaart | - Gedragscode Unie van Waterschappen<br>- Mogelijk een ontheffing vleermuizen, das, buizerd, sperwer en/of grote gele kwikstaart |
| Ecologische hoofdstructuur | Tijdelijke effecten  | Nee   | Nee   | Ecologisch werkplan   | Niet nodig   |
| Boswet                     | Mogelijk   | Ja, bomentoets  | Nee   | Niet relevant   | Mogelijke kapmelding en herplantingsplicht   |

## 6.10 Ecologisch werkplan

Er zijn zwaarder beschermde soorten vastgesteld dan wel te verwachten in en/of in de nabijheid van het plangebied op basis van het verkennend onderzoek. Onderstaand wordt per deelgebied aangegeven welke beschermde soorten voor kunnen komen. In het ecologisch werkplan is daarnaast per deelgebied beschreven welke werkwijze gehanteerd moet worden, rekening houdend met de aanwezigheid van deze soorten.

### 6.10.1 Deelgebied Geleenbeek afsplitsing Körbusch tot Baakhoven

Het deelgebied vormt het leefgebied van onder andere de Europese aal. Tevens kunnen tijdens het broedseizoen, in de oevervegetatie algemene vogels broeden. Er kunnen in het deelgebied dus beschermde vissen en vogels voor komen. Er kan gewerkt worden conform de gedragscode van de Unie van Waterschappen. Een ontheffing Flora- en faunawet is alleen noodzakelijk voor het vissen met aalvistuig.

### 6.10.2 Deelgebied Rode Beek

De bestaande inrichting van dit deel van de Rode Beek bestaat uit een sterk genormaliseerd deel, maar met een fraai bodem- en oeverprofiel. De Rode Beek vormt het leefgebied van on-

der andere de Europese aal. Tevens kunnen tijdens het broedseizoen, in de oeervervegetatie algemene vogels broeden. Er kunnen in het deelgebied dus beschermde vissen en vogels voor komen. Er kan gewerkt worden conform de gedragscode van de Unie van Waterschappen. Een ontheffing Flora- en faunawet is alleen noodzakelijk voor het vissen met aalvistuig.

#### *6.10.3 Deelgebied Geleenbeek door Körbusch*

Binnen dit deel van het onderzoeksgebied, bevindt zich geschikt biotoop voor beschermde flora als rapunzelklokje en wilde marjolein. Het werkgebied omvat meerdere bosschages, die waarschijnlijk deel uitmaken van het leefgebied van vleermuizen, das en enkele vogels met jaarrond beschermde verblijfplaatsen. Er kan gewerkt worden conform de gedragscode van de Unie van Waterschappen. Een ontheffing Flora- en faunawet is alleen noodzakelijk bij voornemens voor uitvoering van kapwerkzaamheden van bomen met buizerd- en sperwernesten, evenals verblijfplaatsen van vleermuizen. Men dient binnen het deelgebied tijdig het leefgebied van deze soorten in beeld te hebben om de noodzaak voor een ontheffing te kunnen bepalen. Tevens zijn effecten op functionele elementen binnen het leefgebied van de das en bever niet uitgesloten en dient hier in de uitvoering mee rekening te worden gehouden.

#### *6.10.4 Deelgebied vistrap stuw Millen*

Ter hoogte van de geplande vistrap bevindt zich hoofdzakelijk agrarisch gebied met beperkt geschikt biotoop voor beschermde soorten. Langs de Geleenbeek en Vloedgraaf bevinden zich lijnvormige structuren die van belang kunnen zijn als leefgebied van vleermuizen. De aanwezige houtwallen bieden broedgelegenheid voor diverse algemeen voorkomende broedvogels. Beide beken maken deel uit van het leefgebied van de Europese aal. Er kan gewerkt worden conform de gedragscode van de Unie van Waterschappen. Een ontheffing Flora- en faunawet is alleen noodzakelijk voor het vissen met aalvistuig. Mogelijkerwijs geldt ontheffingsplicht voor de tijdelijke verstoring van een potentiële vliegrouete van vleermuizen langs de bestaande houtwallen. Dit dient echter vooralsnog nader te worden bepaald.

#### *6.10.5 Deelgebied Geleenbeek bovenstrooms Poolmolen en Geleenbeek Poolmolen tot afsplitsing Körbusch*

Rondom de bestaande ligging van de Geleenbeek en de her in te richten percelen, zijn diverse beschermde vaatplanten aangetroffen. De omgeving van de Geleenbeek kenmerkt zich als agrarisch gebied. Op enkele locaties is nog beekbegeleidende vegetatie aanwezig, welke mogelijkheden bieden als nestlocatie voor broedvogels. De oevers van de Geleenbeek vormen geschikt biotoop voor de grote gele kwikstaart en grondgebonden zoogdieren als de bever.

#### *6.10.6 Deelgebied Baakhoven tot Oud-Roosteren en deelgebied Oud-Roosteren tot sifon Julianakanaal*

Rondom de bestaande ligging van de Geleenbeek en de her in te richten percelen, zijn diverse beschermde vaatplanten aangetroffen. De omgeving van beide deelgebieden kenmerkt zich als agrarisch gebied. Het deelgebied Oud-Roosteren tot sifon Julianakanaal is sterk gecultiveerd en grotendeels ingekaderd. De mogelijkheden voor groeiplaatsen van beschermde flora en geschikt leefgebied voor beschermde fauna is zeer beperkt.

### **6.11 Bomentoets**

#### *6.11.1 Algemene bevindingen*

Uit de inventarisatie is in grote lijnen het volgende gebleken:

De boomsoort bestaat grotendeels uit zomereik. Daarnaast komen de gewone es, meidoorn en schietwilg in meerdere mate voor. Het gebied kent een paar boomgaarden van appel en walnoot, deze boomgaarden hebben een landschappelijke waarde.

De kwaliteit van de bomen is over het algemeen redelijk. Slechts een enkele boom heeft een slechte conditie en er staat 1 dode boom. De levensduurverwachting van de bomen is over het algemeen meer dan 10 jaar.

De bomen en houtopstanden hebben een matige waarde beeldbepalende waarde voor het landschap. De boomgaarden hebben landschappelijk gezien een normale beeldbepalende waarde. Bijzondere bomen met een hoge landschappelijke beeldbepalende waarde komen binnen de contouren van het ontwerp niet voor. Een aantal knotwilgen blijkt goed verplantbaar.

### 6.11.2 *Toets aan ontwerp*

De locaties zijn getoetst aan het Voorlopig Ontwerp. Op deze wijze zijn de te kappen bomen en arealen bosvakken bepaald. Voor de realisatie van het voorlopige ontwerp moeten in totaal 34 bomen en 168,32 are bosoppervlakte gekapt worden. Dit is getoetst op basis van de beekloop op basis van het Voorlopig Ontwerp. Er is daarbij geen rekening gehouden met overige werkzaamheden die op het terrein plaats zullen vinden ter realisatie van het totale ontwerp.

### 6.11.3 *Aanbevelingen*

Een omgevingsvergunning voor de activiteit 'kappen' lijkt op basis van de bomenlijst en structuurkaarten niet nodig. Aanbevolen wordt om dit te laten bevestigen door de gemeente en toch een omgevingsvergunning aan te vragen. De kap van de houtopstanden dient goed afgestemd te worden met de eigenaar. De herplant lijkt naar verwachting goed binnen de eigen projectgrens opgelost te kunnen worden. In de vertaling van het VO naar het DO moet de kap en wijze van herplant verder uitgewerkt worden. Omdat het om natuurontwikkeling gaat kan er een vrijstelling op de herplantplicht worden aangevraagd. Het is op voorhand niet zeker of deze vrijstelling ook wordt verleend.

# **Bijlage 1**

## Vergunningenbeheerplan

## **Bijlage 2**

### Plan Vastgoed/Grondverwerving

## **Bijlage 3**

### Plan Kabels en Leidingen derden

## **Bijlage 4**

### Historisch Bodemonderzoek

## **Bijlage 5**

### Vooronderzoek Niet Gesprongen Explosieven

## **Bijlage 6**

### Inventarisatie te verwijderen beplanting

## **Bijlage 7**

### Ecologische Quicksan

## **Bijlage 8**

### Ecologisch werkprotocol

## **Bijlage 9**

### Archeologische bureaustudie

## **Bijlage 10**

### Planologische analyse

# **Bijlage 11**

## Ontwerptekeningen

## **Bijlage 12**

### Kostenraming

## **Bijlage 13**

### Notitie afvoeranalyse Vloedgraaf

## **Bijlage 14**

Notitie bepaling benodigde kruinhoogte Geleenbeek

## **Bijlage 15**

### Overzicht kadehoogtes projectgebied

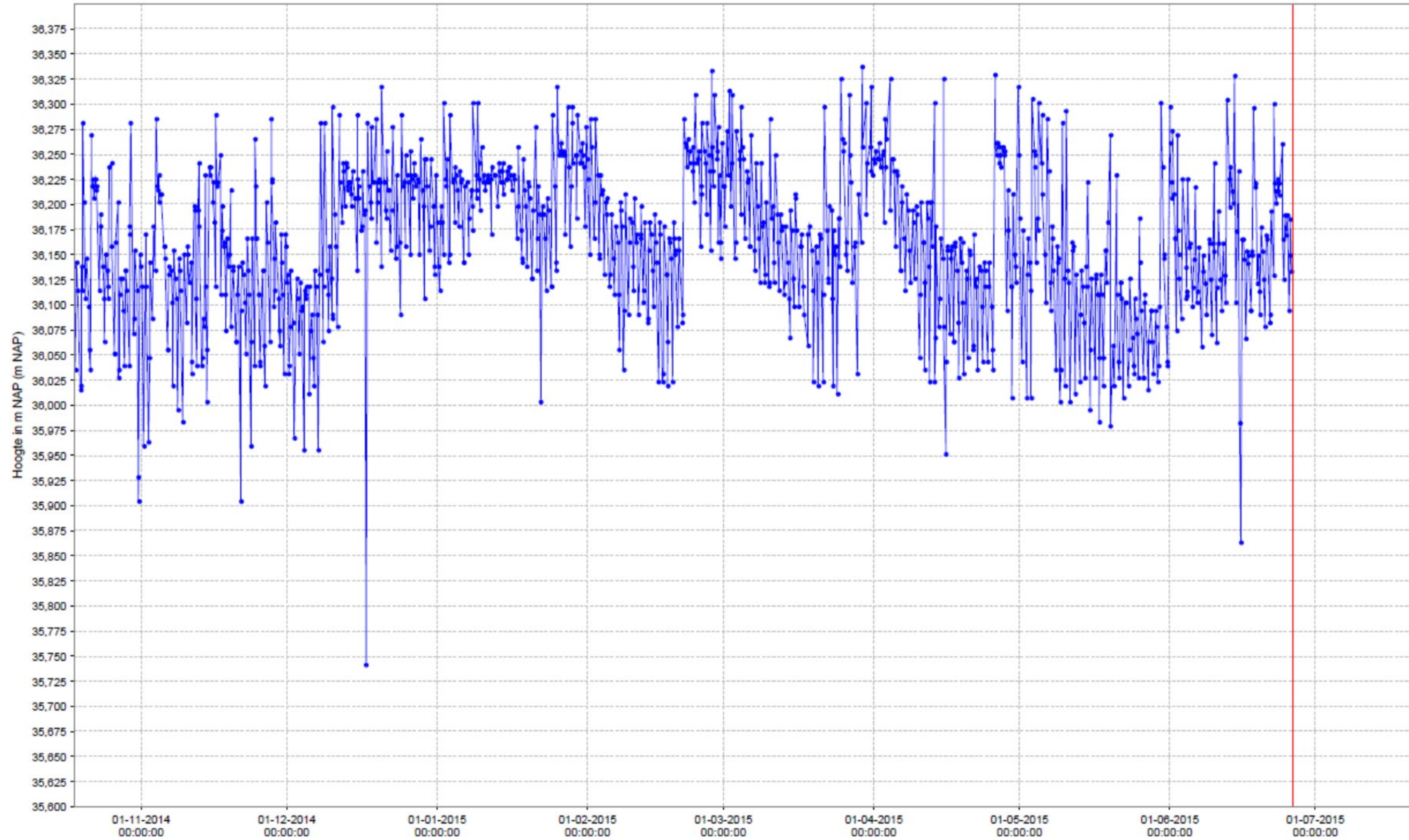
## **Bijlage 16**

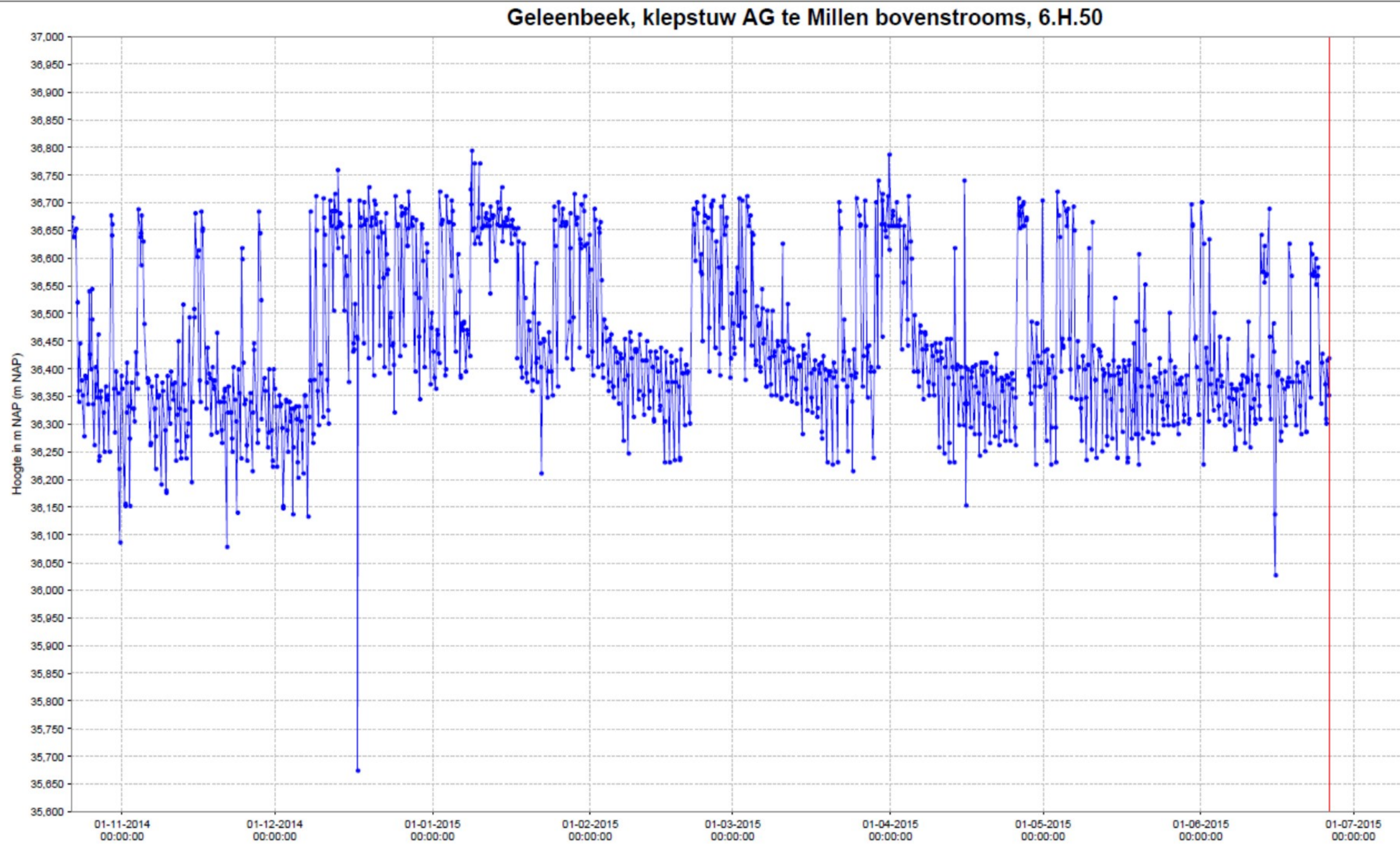
### Ontwerptekening brug Oud-Roosteren

## **Bijlage 17**

### Meetreeksen stuw Millen

### Geleenbeek, benedenstrooms Millen, 6.H.51

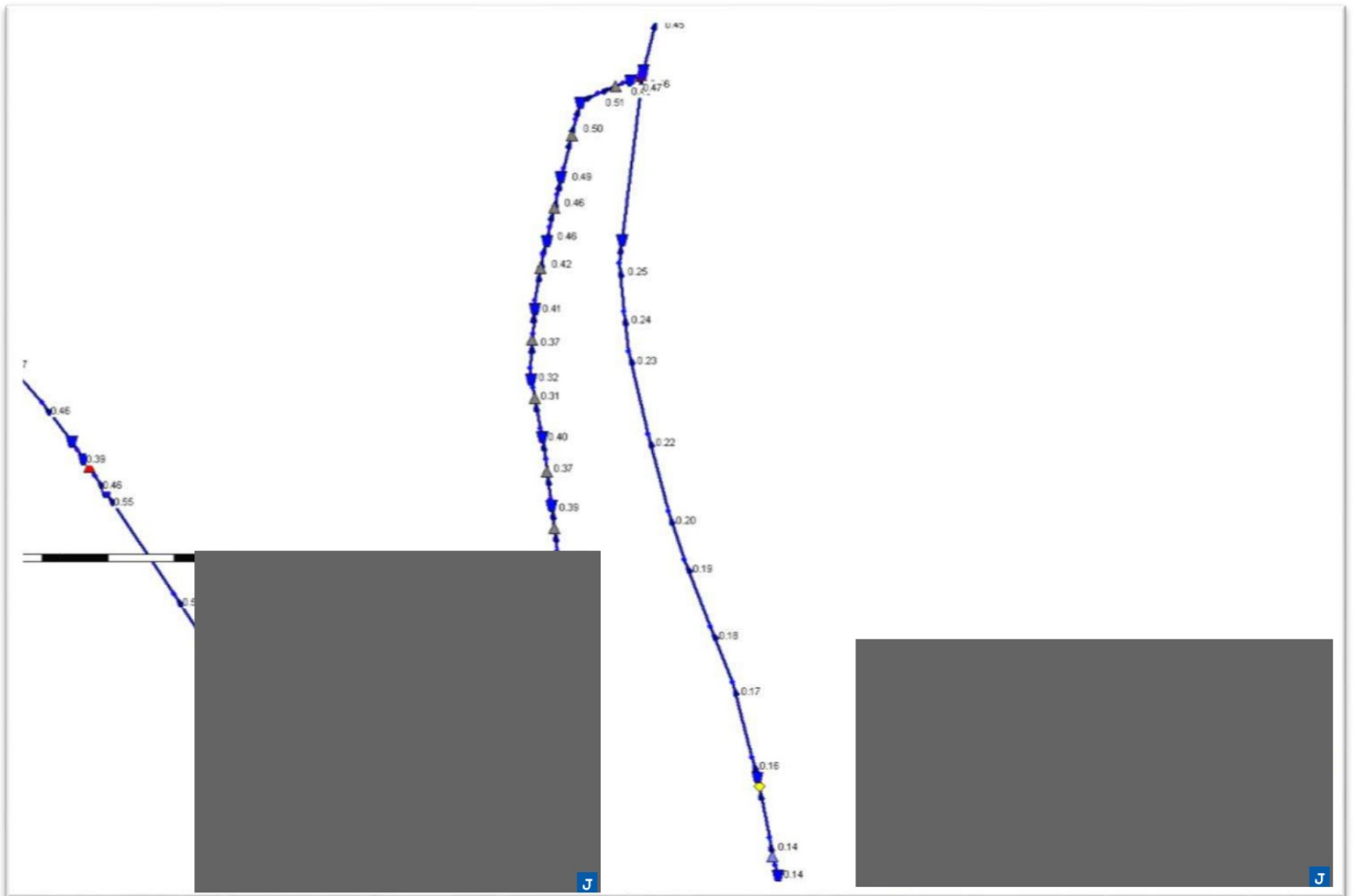




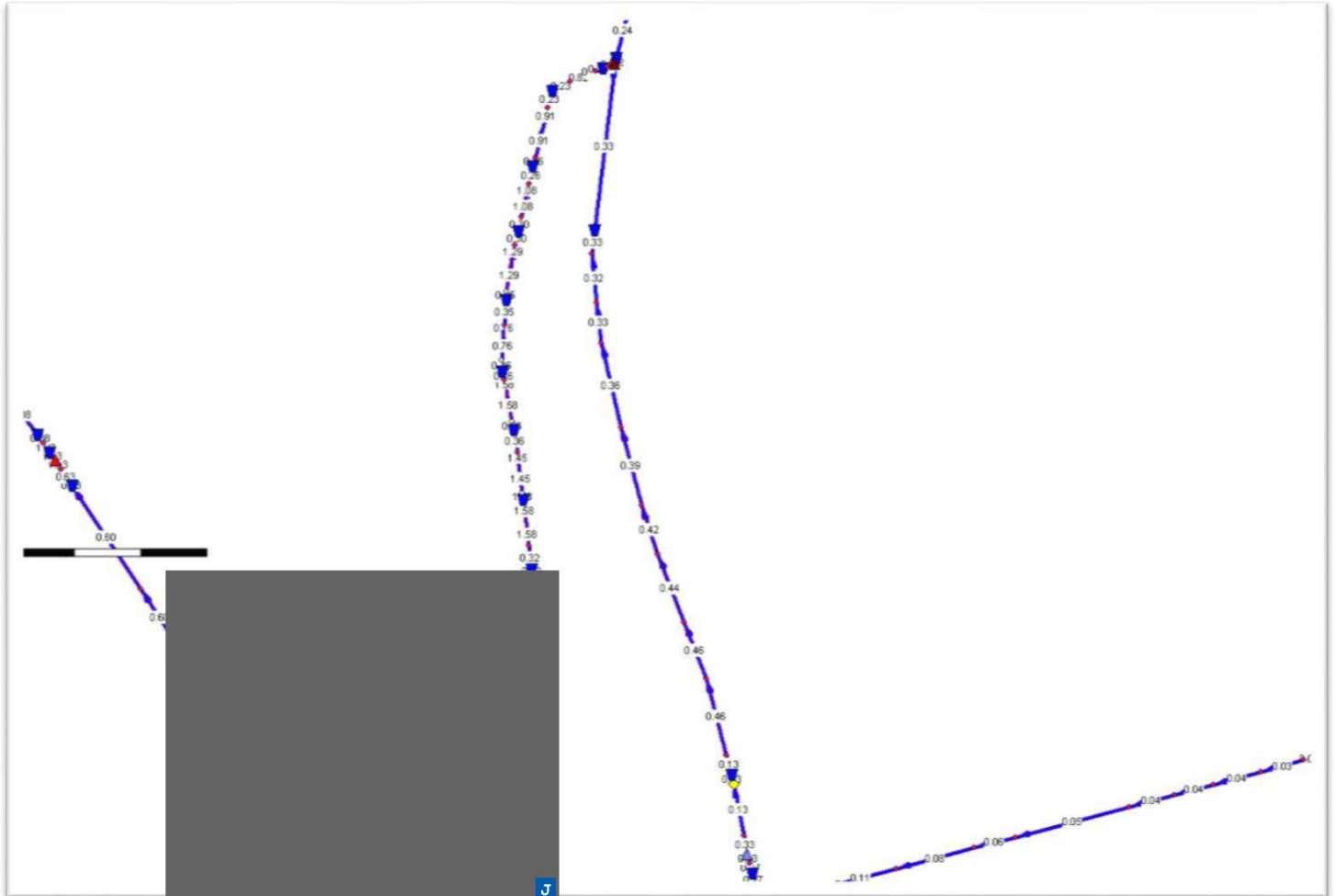
## **Bijlage 18**

### Resultaten modelberekeningen vistrap stuw Millen

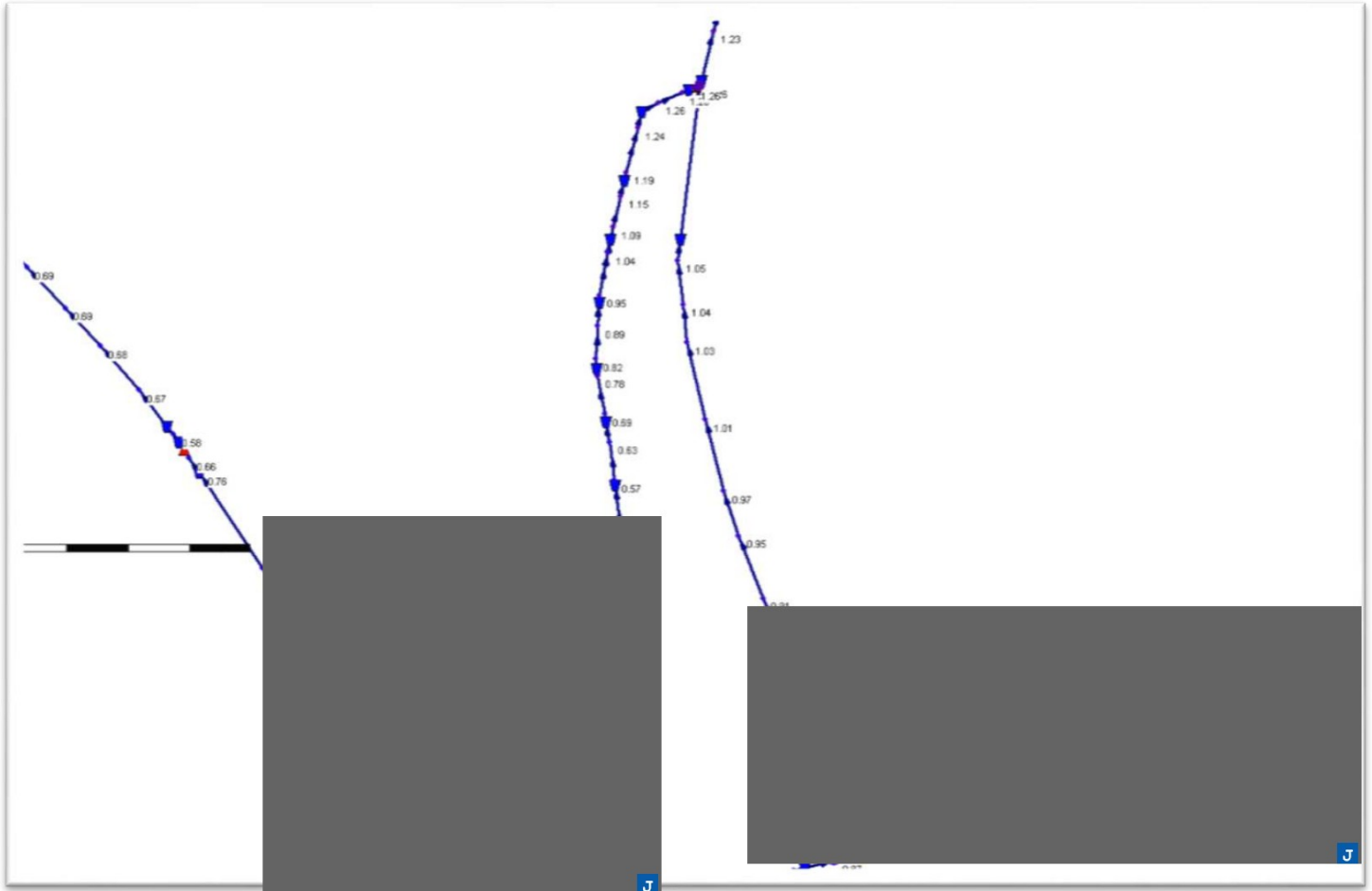
Berekende waterdieptes bij 5% afvoer



Berekende stroomsnelheden bij 5% afvoer



Berekende waterdieptes bij 95% afvoer



Berekende stroomsnelheid bij 95% afvoer

