

# **DR70.IBM.231023.IO.019**

## **HAALBAARHEIDSSTUDIE KWELGEULEN**

### **BAARLO HOUT-BLERICK**

*Hoogwaterbeschermingsprogramma  
Noordelijke Maasvallei*

Datum: 23-10-2023  
Kenmerk (SP): 5466  
Versienummer: 2  
Status: Definitief

In opdracht van



INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding .....	3
1.1	Doel .....	5
1.2	Raakvlak met kering.....	7
1.3	Leeswijzer.....	7
2	Systeemanalyse.....	9
2.1	Inleiding .....	9
2.2	Geologische achtergrond.....	10
2.3	Geomorfogenese.....	11
2.4	Bodemopbouw.....	12
2.5	Oppervlaktewaterhydrologie.....	17
2.6	Geohydrologie .....	18
2.7	(Grond)Waterkwaliteit .....	23
	Grondwaterkwaliteit .....	23
	Oppervlaktewaterkwaliteit.....	25
2.8	Indicatorsoorten, landgebruik en biotiek .....	28
3	Kansen voor de ontwikkeling van kwelnatuur.....	30
3.1	Tangkoel.....	30
3.2	Verlengde Tangkoel.....	31
3.3	Geullocatie 1a .....	32
3.4	Romeinenweerd .....	32
3.5	Geullocatie 1b .....	32
3.6	Geullocatie 2a .....	33
3.7	Geullocatie 2b .....	34
3.8	Geullocatie 3a .....	34
3.9	Geullocatie 3b .....	35
3.10	Geullocatie 10 (Hummerenweg).....	36
3.11	Conclusies.....	36
4	Aanbevelingen .....	37
	Bijlage 1 - Boorstaten .....	40
	Bijlage 2 - Waterkwaliteit .....	50



# 1 Inleiding

Het deelproject Kwelgeulen is ontstaan vanuit de Kader Richtlijn Water (KRW). Rijkswaterstaat heeft Waterschap Limburg verzocht om in Hoogwaterbeschermingsplan (HWBP) traject Baarlo – Hout-Blerick de haalbaarheid van kwelgeulen te onderzoeken en deze te realiseren. De deadline voor het voldoen aan de criteria vanuit de KRW is 2028 (31 december 2027). De doelstelling van de KRW is het verbeteren van het leefgebied voor planten en dieren die van oorsprong in de rivier thuishoren. Hierdoor verbetert de ecologische kwaliteit van het water en neemt uiteindelijk het aantal verschillende soorten planten en dieren die afhankelijk zijn van natte natuur in dit gebied toe. Om dat te bereiken worden bij Baarlo – Hout-Blerick kwelgeulen ontwikkeld. Kwelgeulen zijn geulen die gevoed worden door kwelwater. Dit is grondwater dat vanuit hoger gelegen gronden en terrassen – maar soms ook vanuit de gestuwde rivier – in lage delen van de uiterwaard uittreedt en afstroomt. Ondiepe kwelgeulen onderlangs terrasranden aan de Maas zorgen bij kwalitatief goed grondwater voor een unieke waterkwaliteit en bieden kansen aan een geheel eigen flora en fauna. Kwelgeulen stromen alleen bij hoge waterstanden met de rivier mee.

Het terrasland in Baarlo – Hout-Blerick leent zich goed voor de ontwikkeling van deze kwelgeulen. In 2019 zijn voor de verkenning van het Voorkeursalternatief (VKA) kwelgeulen in beeld gebracht op basis van een landschapsecologische systeemanalyse (Arcadis, 2019). In de verkenningsfase zijn drie mogelijk geschikte trajecten onderzocht. De trajecten zijn onderzocht op de impact van conditionerende aspecten (bodemkwaliteit, hydrologie, archeologische waarden, flora en fauna etc.), de kans om de gronden voor de maatregelen minnelijk beschikbaar te krijgen, het draagvlak in de omgeving en de kosten.

## **Kwelgeulen Voorkeursalternatief**

In het vastgestelde [Programma Baarlo – Hout-Blerick](#) is opgenomen dat het Voorkeursalternatief voor kwelgeulen is het realiseren van de trajecten 1A, de Romeinenweerd, 1B en 2A (groen gearceerd in Figuur 1-1). Dit betekent dat in de planuitwerkingsfase deze trajecten worden uitgewerkt:

- Traject 1A: dit ligt in het noordelijke deel van het projectgebied, direct stroomafwaarts (ten noorden) van het gebied de Romeinenweerd. De impact van conditionerende aspecten is hier gering en de gronden zijn in eigendom van Rijkswaterstaat;
- Traject Romeinenweerd: dit ligt langs de Romeinenweg. Deze locatie bevindt zich tussen de trajecten 1A en 1B. De gronden zijn hier in eigendom van Rijkswaterstaat.
- Traject 1B: dit ligt direct stroomopwaarts (ten zuiden) van het gebied de Romeinenweerd. Ook dit traject ligt in het noordelijke deel van het projectgebied. De impact van conditionerende aspecten is hier gering en ook hier zijn de gronden in eigendom van Rijkswaterstaat. Deze twee trajecten zijn op de overzichtstekening met groen gearceerd.
- Traject 2A: dit ligt direct ten zuiden van de Kwistbeek. De gronden zijn hier in eigendom van een drietal particuliere eigenaren;

## **Haalbaarheidsstudie extra kwelgeulen**

Rijkswaterstaat heeft als doel om zo veel als mogelijk kwelgeulen aan te willen leggen langs de Maas tussen Baarlo en Hout-Blerick. In het vastgestelde Programma is als onderzoekopgave een haalbaarheidsstudie naar extra kwelgeulen benoemd. Als onderdeel van de planfase worden locaties 2B, 3A en 3B opnieuw beoordeeld op hun haalbaarheid:

- Traject 2B: dit is het meest zuidelijke traject dat kansrijk is. Dit traject is in particulier eigendom.
- Traject 3A: dit traject ligt tegen de dijk bij Baarlo.



- Traject 3B: dit traject ligt in het uiterwaardgebied ter hoogte van de dijk bij Baarlo. Het eigendom van de percelen waar de kwelgeulen zouden komen te liggen, is verdeeld over 8 eigenaren.

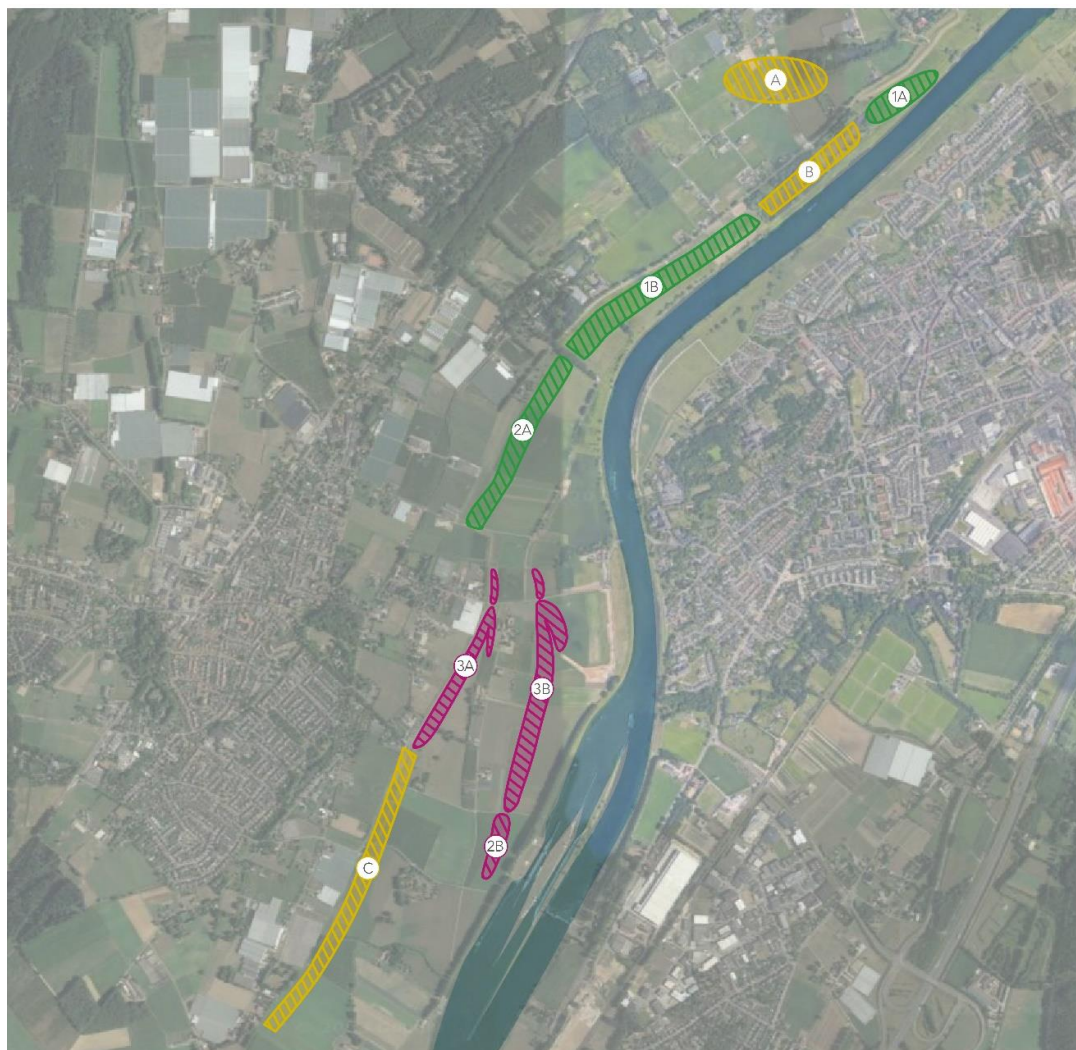
Deze zijn op de overzichtstekening met paars gearceerd (Figuur 1-1).

In de voorliggende haalbaarheidsstudie worden ook drie extra potentiële locaties voor kwelgeulen nader onderzocht:

- a) De aanleg van een kwelgeul onderlangs de steilrand bij de Hummerenweg. Hierdoor worden twee al kwelrijke gebieden via een kwelgeul met elkaar verbonden.  
In de onderstaande figuur is dit traject met geel C gemarkeerd.
- b) Aan de voet van de steilrand nabij Tangkoel.  
In de onderstaande figuur is dit traject met geel A gemarkeerd (in deze haalbaarheidsstudie is dit gebied opgedeeld in de "Tangkoel" en de "Verlengde Tangkoel", zie Figuur 1-2).
- c) Een kwelgeul langs de Romeinenweg. Deze bevindt zich tussen de trajecten 1A en 1B. De gronden zijn hier in eigendom van Rijkswaterstaat.  
In de onderstaande figuur is dit traject met geel B gemarkeerd.

Deze haalbaarheidsstudie moet aantonen of deze locaties een aanvullende bijdrage kunnen leveren aan het doelbereik van de KRW kwelgeul-opgave. Daarnaast worden ook de kwelgeulen uit het VKA nogmaals onder de loop genomen, omdat in deze haalbaarheidsstudie dieper in wordt gegaan op de technische onderbouwing (vanuit bodemopbouw, grondwaterkwantiteit en -kwaliteit) dan in de studie uit 2019.





Figuur 1-1: Kaart met locaties kwelgeulen (nummering/naamgeving zoals gehanteerd door WL, Figuur 1-2 geeft de nummering/naamgeving zoals in deze studie is gehanteerd). Groen = vastgestelde trajecten kwelgeulen vanuit voorkeursalternatief. paars = opnieuw te beoordelen kwelgeullocaties en geel = extra potentiële locaties.

## 1.1 Doel

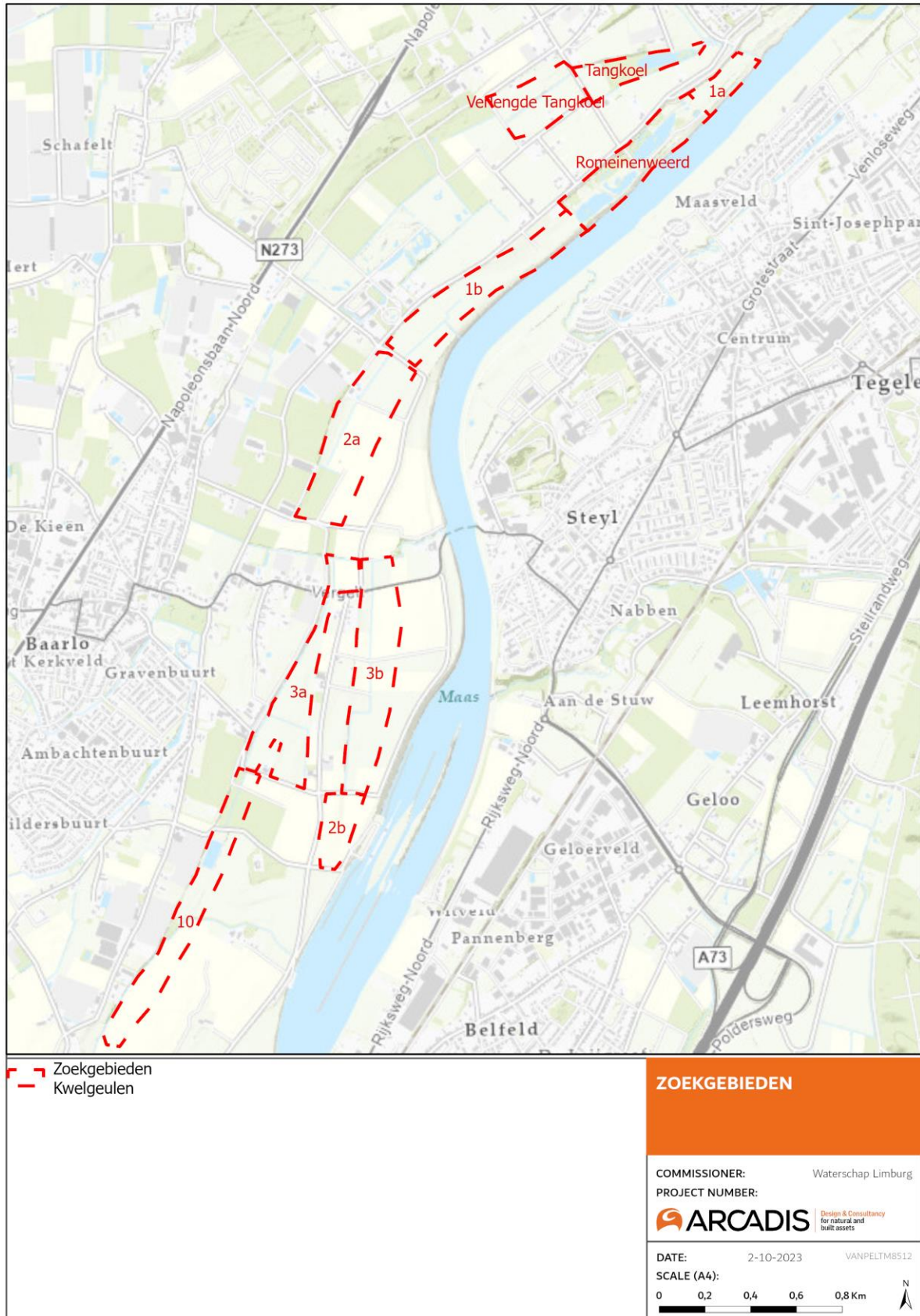
Het doel van het voorliggende haalbaarheidsonderzoek is om de haalbaarheid van de mogelijke kwelgeulen vast te stellen op basis van een grondig en gedegen onderzoek vanuit bodemopbouw, (grond)waterkwaliteit- en kwantiteit en kwelindicatoren.

Belangrijke criteria voor kwelgeulen zijn hierbij dat:

- De bodems van de kwelgeulen in het zand komen te liggen en maximaal 1 m beneden de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG), dit is van belang voor de toestroom van grondwater en de watervoerendheid.
- Binnen circa 2 m-mv de laagste grondwaterstand te worden aangetroffen, zodat er een watervoerende geul kan worden gerealiseerd, zonder te diep (meer dan 3 m-mv) af te graven.
- De grondwaterkwaliteit goed genoeg is voor de gewenste kwelnatuur om tot gewenste ontwikkeling te komen na aanleg van de geulen. In de rapportage wordt nader aangegeven wat 'goed genoeg' is, belangrijk is onder meer dat het gehalte aan systeemvreemde stoffen, zoals nitraat, fosfaat en sulfaat beperkt is.



In Figuur 1-2 zijn de onderzoeksgebieden voor de haalbaarheidsstudie weergegeven.



*Figuur 1-2: Kaartje met de naamgeving en begrenzing van de 10 onderzoeksgebieden voor het haalbaarheidsonderzoek van 2023.*

## 1.2 Raakvlak met kering

Binnen het gebied waar de eventuele kwelgeulen zijn voorzien speelt ook de dijkversterking Baarlo-Hout Blerick. Figuur 1-3 geeft het voorkeursalternatief weer van de dijkversterking. Hierbij zijn een aantal raakvlakken met de kwelgeulen van belang:

- In het noorden wordt de kering teruggelegd, waardoor het gebied bij de Tangkoel ook buitendijks komt te liggen en onderdeel wordt van het winterbed van de Maas. Hiermee is ook de mogelijkheid ontstaan voor het ontwikkelen van een KRW-kwelgeul binnen dit nieuwe winterbed.
- Voor de rest van het gebied geldt dat de meeste beoogde kwelgeulen direct naast de steilrand/terrasrand liggen, aangezien dit de meest logische locatie is voor een kwelgeul. Echter worden deze steilranden ook benut door de huidige kering die volgens het VKA binnendijks versterkt zullen worden. Dit betekent dus dat de beoogde kwelgeulen in veel gevallen direct langs de kering zijn beoogd (Figuur 1-2 en Figuur 1-3).

In relatie tot het fysieke raakvlak tussen de kering en de beoogde kwelgeulen is het van belang hier voldoende aandacht aan te besteden in het ontwerpproces. Hierbij zal o.a. naar de dijkstabiliteit, het voorland en de kwelweglengte gekeken moeten worden. Zonder een goede geotechnische analyse is hier aan de voorkant van het proces nog weinig over te zeggen. Daarom is het advies om voor de start van de VO-uitwerking met een specialist van Waterschap Limburg op het gebied van keringen en beleid de randvoorwaarden en eisen aan het ontwerp af te stemmen. Het feit dat het maaiveld binnendijks een stuk hoger ligt dan het winterbed (als gevolg van de steilrand), is naar verwachting wel positief met betrekking tot de kwelweglengte en piping. Kwelgeulen die direct aangrenzend aan de kering liggen, moeten mogelijk iets opschuiven vanwege de impact op dijkstabiliteit. Echter moet dit net zoals de andere faalmechanismes wel onderbouwd worden omdat de kwelgeulen binnen de huidige beschermingszone beoogd zijn.

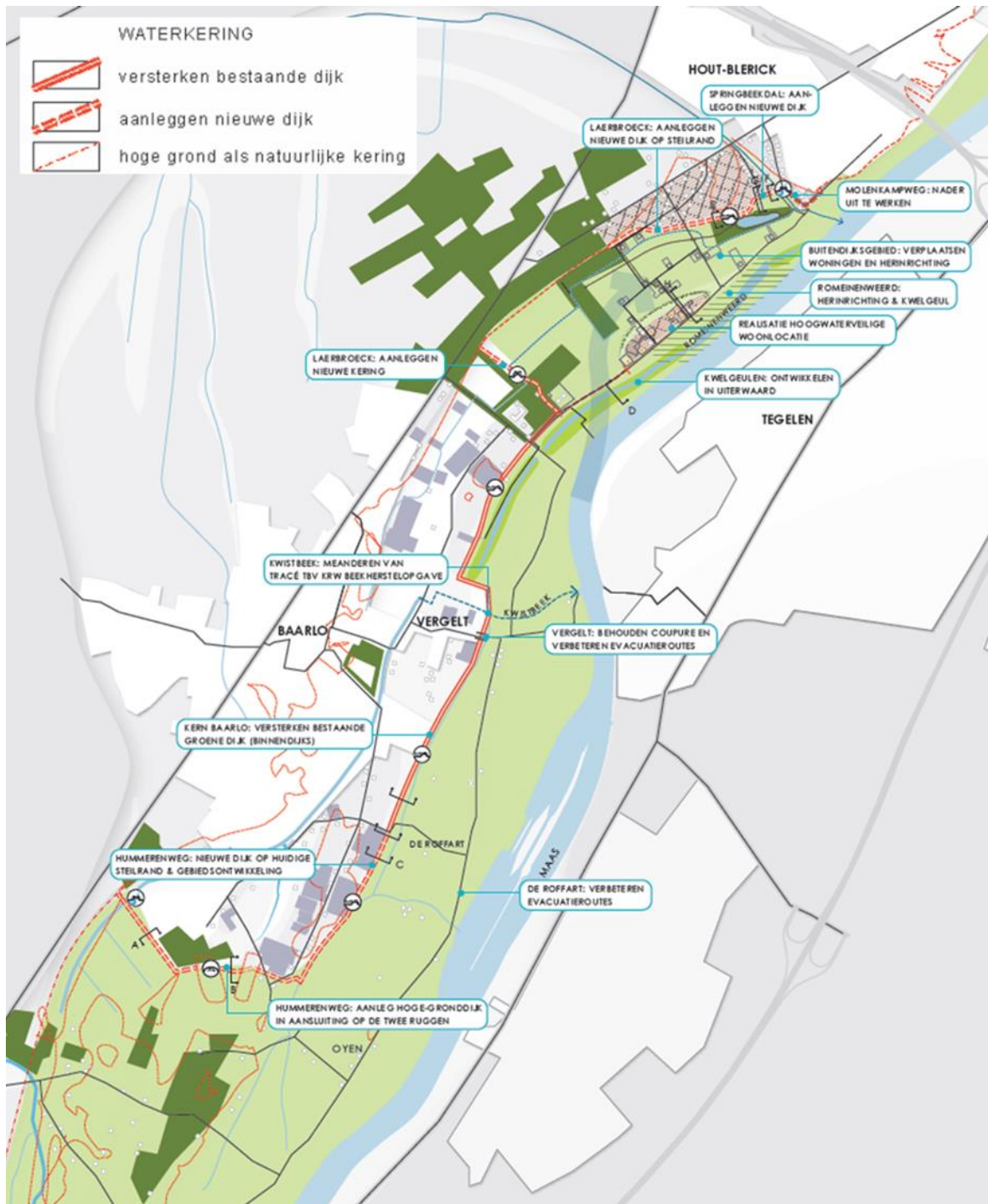
## 1.3 Leeswijzer

Voor een de haalbaarheidsstudie wordt een gedegen landschapsecologische systeemanalyse (LESA) uitgevoerd met bijbehorende onderzoeken naar de werking van het systeem. Deze LESA is te vinden in hoofdstuk 2.

Hoofdstuk 0 geeft vervolgens een beschrijving van de mogelijke kansen voor natuurontwikkeling binnen de onderzochte gebieden.

Hoofdstuk 4 beschrijft de aanbevelingen omtrent de ontwikkeling van (kwel)natuur binnen het gebied.





Figuur 1-3: Voorkeursalternatief dijversterking Baarlo-Hout Blerick met in het noorden het tracé van de dijkverlegging rondom Laerbroeck





## 2 Systeemanalyse

### 2.1 Inleiding

Goede inrichtingsplannen sluiten aan bij de specifieke systeemkenmerken van het gebied en riviertraject. Een geslaagde herstelmaatregel vindt zijn basis in een gedegen landschapsecologische systeemanalyse. Hierbij prevaleert het herstel van processen en karakteristieke structuren boven de aanleg van een gekunsteld en gefixeerd eindbeeld dat vooral op één of enkele KRW doelsoorten gericht is. Gewenste soorten volgen vanzelf zodra de inrichtingsmaatregelen zijn genomen.

Het watersysteem van de Maas binnen het beheergebied van Rijkswaterstaat Zuid is onderverdeeld in vijf waterlichamen: Bovenmaas, Grensmaas, Zandmaas, Bedijkte Maas en Benedenmaas. Het projectgebied Baarlo ligt langs de Zandmaas, ook wel Terrassenmaas genoemd. De Maas stroomt hier door een smal rivierdal dat in een tektonisch stijgingsgebied (het land komt geleidelijk omhoog) ligt. De uiterwaarden vormen een trapsgewijs landschap van rivierterrassen en zijn gevormd door natuurlijke bodemstijging. Kenmerkend voor dit waterlichaam zijn vooral de trapsgewijs gelegen droge terrasgronden en grondwatergevoede kwelgeulen tegen de terrasranden aan.

Daarnaast is de Maas gestuwd: Zo heeft het geen zin op een gestuwd riviertraject meestromende nevengeulen te willen aanleggen (tenzij stuwpasserend) omdat de benodigde hydrodynamiek ontbreekt. Kwelgeulen vormen een kenmerkend systeemelement voor de Terrassenmaas (Smart Rivers, 2015). Bij extreme waterstanden kunnen de kwelgeulen op de lagere terrasniveaus en recente overstromingsvlakte meestromen met de Maas. Naast kwelgeulen kunnen ook hoogwatergeulen en geïsoleerde geulen kenmerkende inrichtingsvormen zijn in de Terrassenmaas.

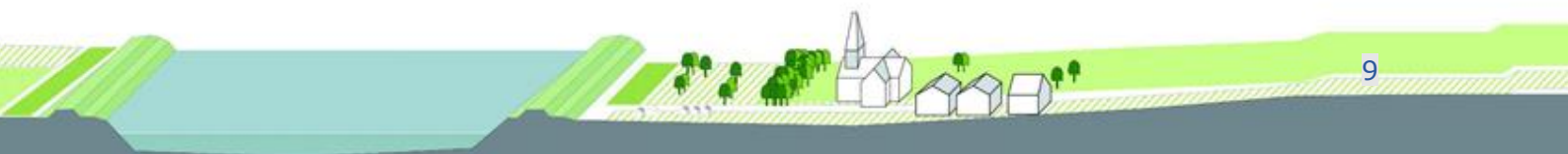
Dit hoofdstuk beschrijft de geomorfologische, hydrologische en chemische situatie in het plangebied. Eerst wordt de vorming van het terrassenlandschap beschreven daarna lichten we aan de hand van de geomorfogenetische kaart de ontstaansgeschiedenis van het gebied toe. Vervolgens beschrijven we de bodemopbouw in het gebied en lichten we toe hoe het terrassenlandschap leidt tot de uittreding van grondwater. Dit illustreren we aan de hand van de resultaten van het uitgevoerde veldwerk. De laatste paragraaf in dit hoofdstuk behandelt de kwaliteit van het uittredende grondwater in de onderzochte geultrajecten. Het voorkomen van kwel, de bodemopbouw en de grondwaterkwaliteit vormen de basis van de haalbaarheid van de verschillende locaties.

De systeemanalyse bestaat uit twee onderdelen. Een bureaustudie, waarbij het gebied in kaart wordt gebracht op basis van bestaande informatie, hiervoor wordt met name de Haalbaarheidsstudie uit 2019 gebruikt waarin het projectgebied destijds uitvoerig is beschreven. Daarnaast heeft in 2023 een veldbezoek plaatsgevonden om aanvullende informatie te vergaren.

Om de bureaustudie aan te vullen met extra informatie over de bodemopbouw, grondwaterstanden, waterkwaliteit en de kenmerken van het gebied zijn er in juli en augustus 2023 verschillende veldonderzoeken uitgevoerd:

1. Verspreid over het gebied zijn verschillende raaien met peilbuizen gezet. Hieruit is tweemaal de grondwaterstand afgelezen en zijn watermonsters genomen om de waterkwaliteit te bepalen. Naast grondwatermonsters zijn er ook oppervlaktewatermonsters genomen.
2. Per geullocatie zijn enkele handboringen gezet om een gedetailleerder inzicht te krijgen in de bodemopbouw en daarmee de haalbaarheid van de kwelgeulen.

De resultaten van zowel de peilbuizen als de handboringen worden verderop in het hoofdstuk beschreven.

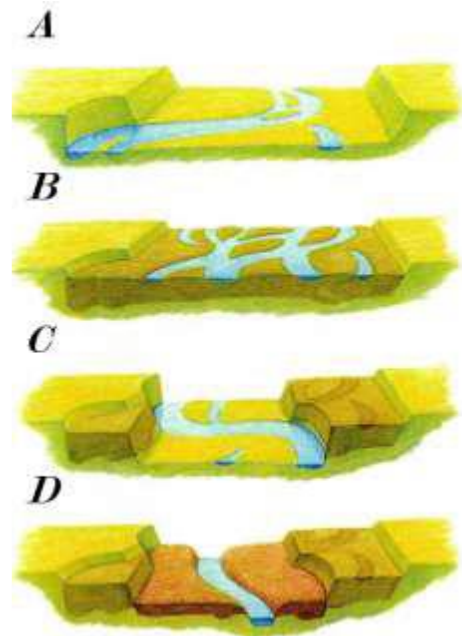


## 2.2 Geologische achtergrond

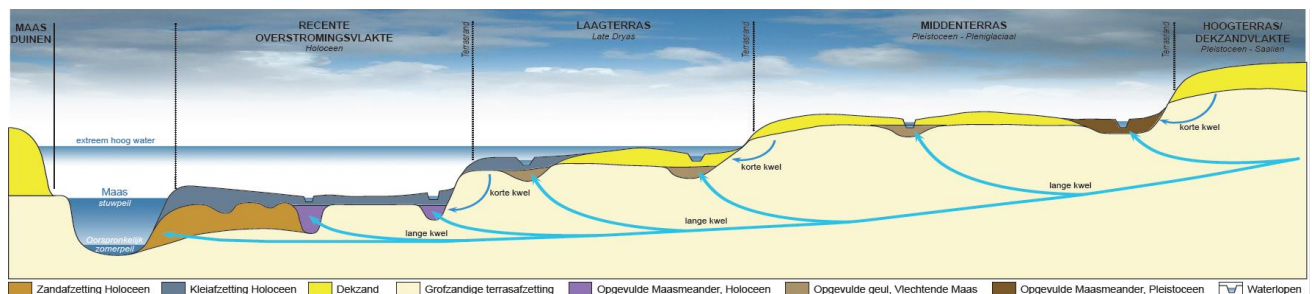
De rivierterrassen van Limburg vormen een markant en voor Nederland uniek landschap, bestaande uit een trapsgewijze opeenvolging van steeds dieper in het Maasdal liggende terrasniveaus. Deze terrassen worden gescheiden door twee tot drie meter hoge steilwanden. In Limburg onderscheiden we het Hoog-, Midden- en Laagterras. Aangrenzend aan de rivier ligt nog een vierde niveau: de recente overstromingsvlakte.

De reden dat we alleen ter plekke van de Terrassenmaas een dergelijk landschap aantreffen, is dat noord-Limburg onderdeel uitmaakt van de Peelhorst. Het gebied is tektonisch actief en komt omhoog met enkele centimeters per eeuw. Dit heeft ervoor gezorgd dat de Maas zich diep in het omliggende landschap ingesneden heeft. Deze continue stijging is, samen met de afwisseling van ijstijden en warmere periodes in de laatste honderdduizenden jaren, direct verantwoordelijk voor de vorming van de verschillende terrasniveaus.

Rivierterrassen vormen zich als de rivier van haar meanderende toestand overgaat naar een vlechtend systeem op de overgang van warme interglacialen naar koude glacialen (IJstijden). Als het klimaat afkoelt, verdwijnt de begroeiing in het achterland en op de oevers van de rivier. Het gevolg is dat er grote hoeveelheden grofkorrelig sediment (zand en grind) in het Maassysteem terecht komen, te veel voor de rivier om effectief af te voeren richting zee. Er vindt dus een ophoping van sediment plaats en er ontstaat een dalwijde zand- en grindvlakte. De rivier slingert zich hier tussendoor in de vorm van een stelsel van vlechtende ondiepe geulen. Op het moment dat het klimaat opwarmt en de begroeiing zich herstelt, gaat de rivier meer meanderen en vindt er weer netto (neerwaartse en zijwaartse) erosie plaats (Figuur 2-1). Meanders bouwen zich uit, avulsies<sup>1</sup> vinden plaats, en de riviervlakte wordt weer afgebroken. Voordat dit proces compleet is, treedt echter een nieuwe koude periode in, waardoor delen van de vlakte buiten het bereik van de rivier komen te liggen. Doordat deze cyclus zich meerdere keren herhaald heeft, hebben zich in noord-Limburg en noordoost Brabant drie terrasniveaus gevormd, met het jongste en diepst in het landschap gelegen niveau het dichtst bij de rivier.



Figuur 2-1 Een schematische weergave van het ontstaan van rivierterrassen. (Bron: Helmer en Overmars, 1995)



Figuur 2-2 Een dwarsdoorsnede van het getrapte terrassenlandschap van de Maas, bron: Arcadis, 2018 Terrassenmaas.

<sup>1</sup> Een plotseling natuurlijke wijziging van een rivierloop

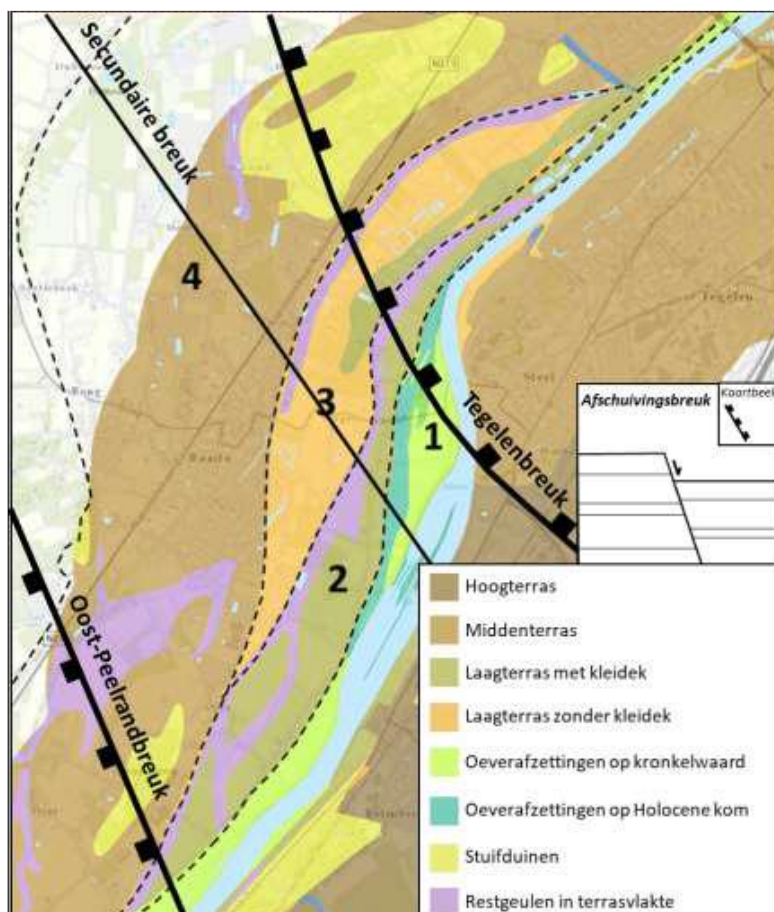


## 2.3 Geomorfogenese

In de ondergrond onder het plangebied lopen verschillende geologische afschuivingsbreuken die gerelateerd zijn aan het Beneden-Rijnslenksysteem. Dit is een langgerekte zone van lage slenk- en hoge horstblokken die in noordoostelijke richting door noord-Limburg loopt. Het plangebied ligt grotendeels op een tektonisch hoge structuur, die in het zuiden begrensd wordt door de Oost-Peelrandbreuk en aan de noordzijde door de Tegelenbreuk. Deze afschuivingsbreuk buigt in noordelijke richting af over het noordelijke deel van de recente overstromingsvlakte. Deze breuk is nog steeds actief; gedurende het Pleistoceen en Holoceen heeft continu verzet plaatsgevonden langs het breukvlak, waarbij het noordelijke deel met gemiddeld enkele centimeters per jaar daalt.

Op Figuur 2-3 is een geomorfogenetische kaart van het plangebied te zien. Aan de westzijde van de Maas worden in het plangebied vier terrasniveaus onderscheiden. Deze zijn genummerd; terrasranden zijn ingetekend als stippellijnen. Het laagste niveau is de recente overstromingsvlakte (1). Deze is niet overal aanwezig; in het noordelijke deel van het gebied ligt de Maas in een zeer nauw dal. Dit verbreedt zich bij Steyl, waar de recente overstromingsvlakte een breedte haalt van zo'n 500 m. Aan de westzijde ligt hier een met klei gevulde Holocene restgeul direct aangrenzend aan de terrasrand naar het Laagterras.

Het landschap in het plangebied is opgedeeld in meerdere niveaus. Waarschijnlijk ligt de oorsprong van deze niveaus in het Jonge Dryas. De Maas had gedurende het einde van de laatste ijstijd toen het klimaat nog eenmaal afkoelde een vlechtende vorm en het Maasdal werd opgevuld met grofkorrelig sediment. Vlechtende geultjes, die met paars aangegeven staan op Figuur 2-3, sletten in het onderliggende zand- en grindpakket. Aan de randen van de vlechtende geulen liggen steilrandjes. De dalvlakte uit het Jonge Dryas is in drie niveaus opgedeeld, aangegeven met 1, 2 en 3 op Figuur 2-3. Niveau 2 en 3 zijn onderdeel van het Laagterras; niveau 1 lag oorspronkelijk op dezelfde hoogte, maar met de toegenomen kracht van de Maas tijdens het Holoceen heeft de rivier in de dalvlakte ingesneden. In de laatste millennia heeft zich een dikke kleilaag op deze recente overstromingsvlakte afgezet. Het laagste niveau van het Laagterras is het breedst op de oever tegenover Belfeld. Vlak langs de steile overgang naar het hoogste deel van het Laagterras ligt een restgeul van het vlechtend systeem. Deze geul is opgevuld met klei



Figuur 2-3: Een geomorfogenetische kaart met de vier opeenvolgende terrasniveaus (bron: OBN terrassenmaasstudie, Arcadis 2018)



maar is op een hoogtekaart nog duidelijk zichtbaar. Het hoogste niveau van het Laagterras (3) ligt al lange tijd buiten het bereik van de rivier. Het grootste deel van dit plateau heeft dus geen oeverdek. In het zuidelijke deel van het plangebied is dit niveau afwezig; naar het noorden toe ligt het in een vrij wijde boog met een maximale breedte van ongeveer een halve kilometer. Ook dit terrasniveau wordt begrensd door een vlak langs de terrasrand lopende restgeul van het vlechtend systeem.

Het Middenteras is het hoogste terras dat we aantreffen nabij het plangebied. De riviervlakte die het terras vormt, is afgezet tijdens het Pleniglaciaal, tussen 75.000 en 15.000 jaar geleden. In deze periode was Nederland een stuifvlakte en verspreid over het Middenteras treffen we nog overblijfselen van stuifduincomplexen aan. Het Middenteras is met ruim 2 kilometer behoorlijk breed en net buiten de grens van het plangebied in het zuiden ligt een breed restant van het vlechtende riviersysteem. Bij Dubbroek, in de noordwestelijke punt van de kaart op Figuur 1-2 (niet zichtbaar op de geomorfogenetische kaart), liggen ook nog twee brede restgeulen van het meanderende systeem dat actief was tijdens het Bølling-interstadiaal. Deze geulen grenzen aan de terrasrand naar het hoogste terrasniveau, het Hoogterras.

## 2.4 Bodemopbouw

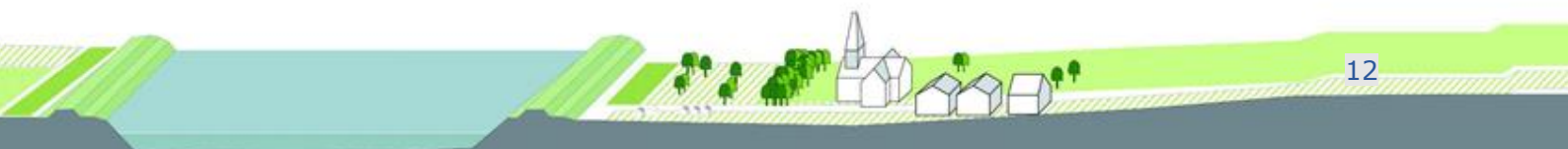
De ontstaansgeschiedenis van de Noordelijke Maasvallei, met opeenvolgende cycli van sedimentatie en erosie, heeft geleid tot een onregelmatige en gevarieerde bodemopbouw. In essentie bestaan de bodems van de verschillende terrasniveaus uit fijn- en grofkorrelig siliciclastisch materiaal (klei en zand); op van oudsher natte plekken vinden we ook organische bodems (veen). Dit geldt bijvoorbeeld voor de oude meanders op het middenteras zoals Kaldenbroek, Dubbroek en Beeselsbroek.

In de studie uit 2019 is slechts met DINOLOket naar de bodemopbouw gekeken. Hierin is geconcludeerd dat op het laagterras de hoeveelheid punten zeer laag was en er dus grove aannames gedaan moesten worden met betrekking tot de bodemopbouw. De verwachte dikte van de kleilaag werd op het laagterras geschat op 1 tot 3 meter, op de recente overstromingsvlakte werd de kleidikte geschat op 1.5 tot 6 meter.

Tijdens het veldbezoek in augustus 2023 zijn er verspreid door het gebied circa 30 handboringen gezet om de bodemopbouw ter plaatse van de geullocaties beter in beeld te krijgen. Kwelgeulen zijn gebaat bij een grofzandige bodem. Hiermee wordt de toestroom van kwelwater bevordert, daarnaast draagt een zandige bodem ook bij aan het doorzicht van het water en daarmee de vegetatieontwikkeling. De boorstaten van de gezette boringen zijn opgenomen in Bijlage 1. Figuur 2-5 geeft een overzicht van de locaties van de gezette boringen.

### **(Verlengde) Tangkoel**

Ter plaatse van de Tangkoel en de Verlengde Tangkoel zijn een viertal boringen geplaatst (3, 7, 8 & 9 – Figuur 2-5). De boringen zijn gezet in een restgeul van het laagterras tegen de terrasrand aan. Bij alle boringen is een onnatuurlijke toplaag van circa 50 centimeter gevonden bestaande uit kleiig zand/zandige klei. Vermoedelijk is deze laag opgebracht om het land geschikter te maken voor agrarisch gebruik. Bij de vier boringen wordt binnen 120 – 150 centimeter beneden maaiveld grof zand (M50: 350 – 700) aangetroffen. Beoogde boring 6 is niet uitgevoerd aangezien het moerasbos rondom de Tangkoel onbegaanbaar was. De bodem van de visvijver is niet onderzocht, door de aanwezige vissers is aangegeven dat de bodem van de visvijver een sliblaag van circa 50 centimeter bevat, onder andere door het vele bladafval van de bomen rondom de vijver.





### **Romeinenweerd & geullocatie 1a**

Bij locaties 1a en de Romeinenweerd zijn vier boringen geplaatst (1, 2, 4 & 5 – Figuur 2-5). Het bodemprofiel ter plekke van locatie 1a is een onnatuurlijke mix van zand en klei met sporen van baksteen, hier en daar worden sporen grind aangetroffen. Een natuurlijke zandondergrond is hier niet aangetroffen binnen de 220 centimeter beneden maaiveld.

Boring 4 in de Romeinenweerd bestaat volledig uit zware klei tot 1 m-mv. Bij boring 5 bestaat de eerste 170 centimeter uit zware klei, daaronder wordt een laag grof zand (M50: 350-500) aangetroffen van 20 centimeter. De laatste 10 centimeter van de boring bestaat uit veraard veen.

Aanvullende informatie over de bodems van de plassen in de Romeinenweerd is gehaald uit de rapportage "Verkennd Waterbodemonderzoek" uitgevoerd door Bodex Milieu in 2014. In deze rapportage zijn meerdere boringen gezet om de bovenste 50 centimeter van de ontvangende bodem te onderzoeken. De boringen laat een zeer variabel beeld zien. In de meest zuidelijke plas varieert de bodem van de plas tussen zand, slib en klei. De middelste plas bevat overal een sliblaag van ten minste 50 centimeter. Bij enkele boringen is onder de sliblaag fijn grind aangetroffen. De bodemopbouw bij de meest noordelijke plas bestaat volledig uit klei, op een enkele plaats is deze sterk zandig. Vrijwel alle boringen zijn aangemerkt als sterk oerhoudend (veel ijzerafzetting) wat duidt op de aanvoer van ijzerrijk grondwater.

### **Geullocatie 1b & 2a**

Ter plaatse van locaties 1b en 2a zijn een zestal boringen gezet (12, 13 & 30 t/m 33 – Figuur 2-5). De noordelijke gelegen boringen 32 en 33 laten een iets ander beeld zien dan de vier zuidelijk gelegen boringen. Beide locaties bevatten tot ten minste 1,5 m zware klei en zijn zeer droog. Hieronder wordt grof zand (M50: 350-500) aangetroffen. Bij de meer zuidelijke boringen is het profiel minder droog en wordt het zand aangetroffen tussen de 90 en 120 centimeter beneden maaiveld. In het zuiden bij boring 30 wordt in plaats van grof zand, veraard veen aangetroffen tussen de 1 en 2 meter beneden maaiveld.

### **Geullocatie 3a**

Bij geullocatie 3a zijn een zestal boringen geplaatst (19, 20, 25, 26, 27 en 29 – Figuur 2-5). Boring 28 is overgeslagen vanwege het duidelijke homogene beeld wat uit de overige boringen naar voren kwam. Vanwege het hoge verschil tussen het maaiveld en de naastgelegen sloot, zijn enkele boringen in de slootbodem gezet. Deze bestond op locaties 19, 20 en 25 uit grof tot zeer grof zand, zie Figuur 2-4 (M50: 500 – 1000). Bij de overige boringen werd overal binnen de 2 meter de zandondergrond aangetroffen. Deze werd bij boring 20, 26, 27 en 29 voorafgegaan door een laag veen die in meer of mindere mate veraard was. De combinatie van grof zand met daarboven veenlagen geven een duidelijke indicatie van de restgeul die ook in het landschap zichtbaar is.





*Figuur 2-4: Grofzandige bodem met grind uit boring 19*

### **Geullocatie 2b & 3b**

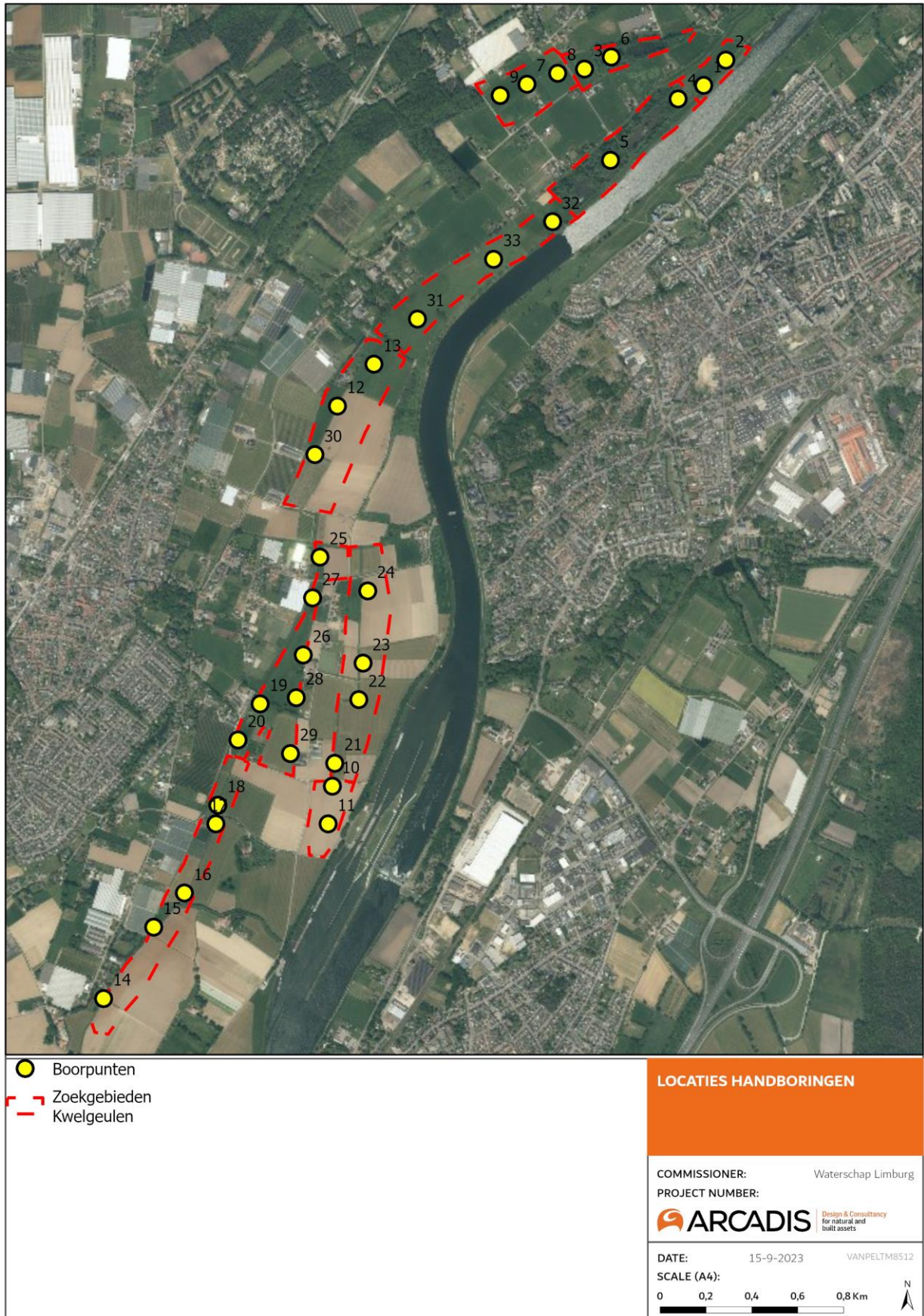
In de restgeul van locaties 2b en 3b zijn een vijftal boringen gezet (10 & 21 t/m 24 – Figuur 2-5). De kenmerken van een vroegere restgeul (i.e. grof zand of veenlagen) zijn hier minder duidelijk aanwezig dan bij de eerdergenoemde locaties. Vrijwel alle boringen bestaan hier volledig uit zware klei met af en toe zandige klei, tot 2,5 meter beneden maaiveld. Enkel bij locatie 21 werd na 280 centimeter grof zand met grind aangetroffen in de ondergrond. Op de geomorfogenetische kaart staan deze restgeulen aangemerkt als holocene afzettingen in tegenstelling tot laagterras. Zoals in paragraaf 2.4 beschreven is er in het Holoceen een dik kleipakket afgezet op de recente overstromingsvlakte. De geomorfogenetische kaart bevestigt hiermee het voorkomen van een dikkere kleilaag ten opzichte van andere deellocaties.

### **Geullocatie 10 (Hummerenweg)**

Bij geullocatie 10 (Hummerenweg) zijn vijf boringen gezet (14 t/m 18 – Figuur 2-5). Boring 14, 15, 17 en 18 zijn gezet in de slootbodembodem vanwege het grote hoogteverschil met het naastgelegen maaiveld. Bij deze boringen werd gelijk of binnen 30 centimeter grof zand aangetroffen. Boring 16 bestaat voor de eerste 70 centimeter uit zware zavel, waarvan vermoedelijk 40 centimeter van is opgebracht vanwege de mix van zand, klei en stukken steen. Vanaf 70 centimeter beneden maaiveld bestaat de bodem uit grof zand.

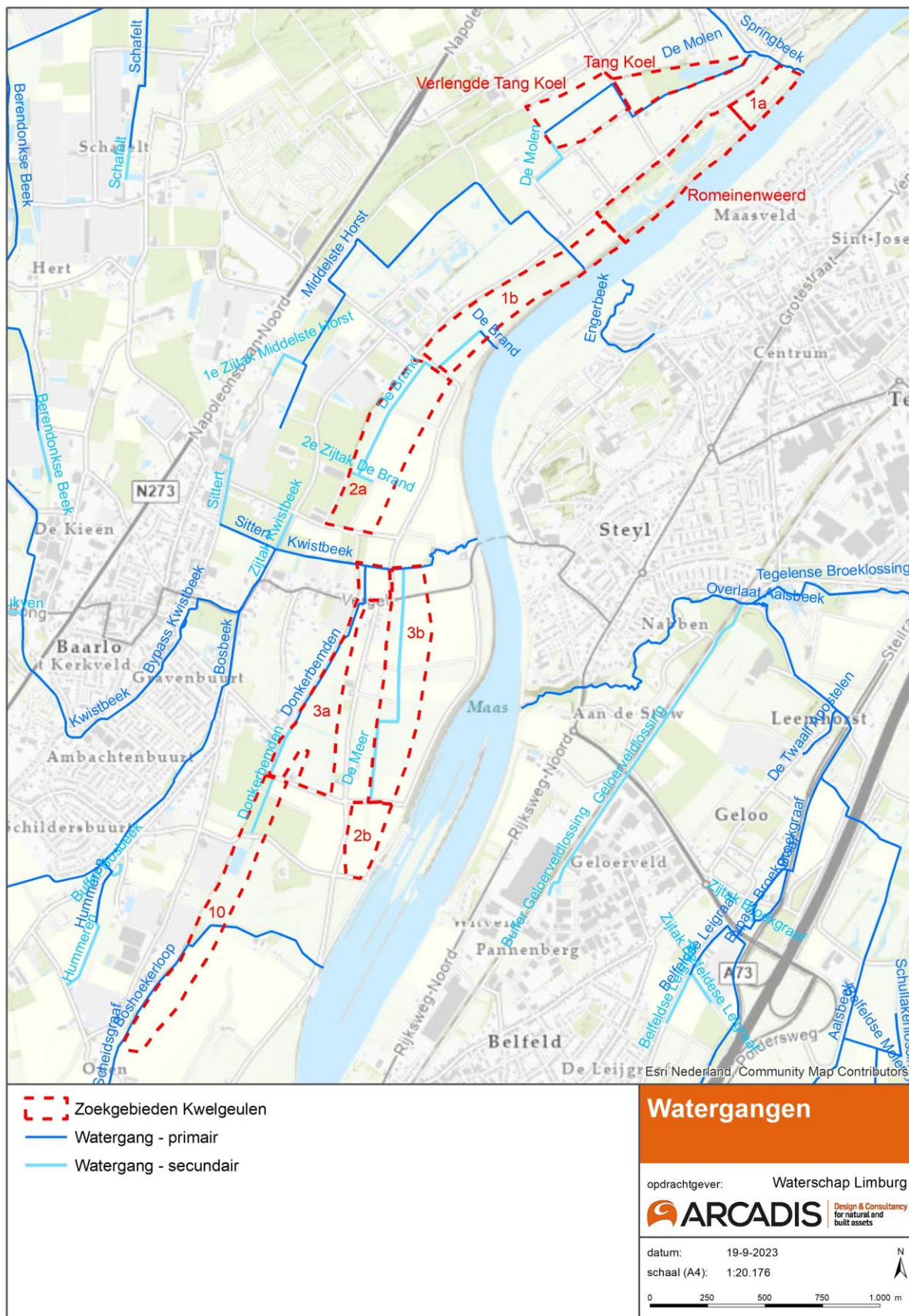






Figuur 2-5: Overzichtskaart van de gezette handboringen in 2023





Figuur 2-6: Leggerwatergangen Waterschap Limburg.





## 2.5 Oppervlaktewaterhydrologie

Ter hoogte van het plangebied ligt de stuw en sluis bij Belfeld in de Maas. Het verval over deze stuw is groot: het Maaspeil bovenstrooms van de stuw ligt op ongeveer NAP+14m, terwijl de waterhoogte van de rivier benedenstrooms bij normale omstandigheden (80 m<sup>3</sup>/s bij St. Pieter) op NAP+11,10 m ligt, een verschil van bijna 3 meter. De Maas ten zuiden van de stuw ligt dus veel hoger in het landschap dan ten noorden van de stuw. Dit heeft voornamelijk effect op grondwaterstroming. De drainerende werking van de Maas direct benedenstrooms van de stuw/sluis Belfeld is veel sterker dan vlak bovenstrooms.

Figuur 2-6 laat de leggerwatergangen zien van het Waterschap Limburg binnen het zoekgebied van deze studie.

Rondom de gebieden Tangkoel, de Verlengde Tangkoel, Romeinenweerd en geullocatie 1a komen in het westen enkele secundaire watergangen samen in de primaire watergang "De Molen" (Figuur 2-6). De watergangen bevatten tijdens het veldbezoek circa 10 – 20 centimeter water en kennen een geringe stroming. De Molen (Figuur 2-7) stroomt langs de Tangkoel richting het oosten en voegt zich bij de Springbeek. De Springbeek stroomt vervolgens door de kering om aan de noordzijde van locatie 1a via het maaiveld richting de Maas te stromen. De Tangkoel watert af op De Molen via een overlaat aan de zuidzijde van de visvijver (Figuur 2-8). De Tangkoel is ook aan de oostzijde "verbonden" aan de Springbeek, maar een kleine stuw houdt hier het water tegen.



Figuur 2-7: watergang de Molen ten zuiden van de Tangkoel



Figuur 2-8: overlaat aan de zuidzijde van de visvijver Tangkoel

De Romeinenweerd heeft momenteel geen actieve afwatering. Aan de zuidzijde van de middelste poel is een overstromdrempel aanwezig maar deze was gedicht ten tijde van het veldbezoek. Het peil van de wateren in de Romeinenweerd ligt hoger dan het peil van de Maas, ondanks de korte afstand tot elkaar. Het peil van de plassen ligt op

NAP+14,45 m, circa 3 meter hoger dan het maaspeil, dat is opmerkelijk zo dicht bij de Maas en vermoedelijk zitten hier storende lagen in de ondergrond en/of is er langs de Maas een kleiwand aangebracht. In het moeras langs de kering zijn roestverschijnselen waargenomen die de invloed van kwel indiceren.

In Figuur 2-6 is de watergang "De Brand" weergegeven. Deze loopt als secundaire watergang door geullocatie 2a om vervolgens onder de weg door te lopen naar geullocatie 1b. Na 250 meter wordt de watergang primair en stroomt rechtsaf de Maas in. In de sloot zijn op meerdere locaties kwelindicatoren aangetroffen, zowel roodkleuring als bacterievlies op het water. Er was nauwelijks stroming waarneembaar in het water.

Rondom geullocaties 3a en 3b bevinden zich meerdere leggerwatergangen (Figuur 2-6). Door het gebied van locatie 3b ligt de secundaire watergang "De Meer". Deze watergang loopt vanaf de zuidzijde van de locatie richting het noorden waar hij uitmondt in de Kwistbeek. Ten tijde van het veldbezoek stond deze grotendeels droog. Enkel in het zuiden richting de weg "Drees" stond circa 20 centimeter water in de sloot.

Geullocatie 3a is gelegen bij de watergang "Donkerbemden" (Figuur 2-6). Deze watergang loopt vanaf de weg "De Roffart" richting het noorden en mondt eveneens als De Meer uit in de Kwistbeek. De watergang bevatte 10-20 centimeter water met duidelijke stroming. Op verscheidene plekken zijn in de watergang indicaties van kwel aangetroffen. Het water wat deze sloot afvoert is hoogstwaarschijnlijk kwelwater en geen regenwater, gelet op de zandige bodem en waargenomen visuele kwelverschijnselen, zoals roest en bacterievlies.

De Kwistbeek vindt zijn oorsprong nabij Stogger in Helden en stroomt door de dorpskern van Baarlo. De beek stroomt vervolgens haaks op de terrassenstructuur door het plangebied en mondt aan de overzijde van Steyl uit in de Maas. Binnen het programma van het HWBP wordt ook de beekmonding opnieuw ingericht ten behoeve van de Kaderrichtlijn Water. Deze uitwerking wordt afzonderlijk van deze haalbaarheidsstudie kwelgeulen uitgevoerd maar zal wel een raakvlak hebben met toekomstige geullocaties.

In het zuiden van het projectgebied ligt de watergang de "Boshoekerloop" (Figuur 2-6). Deze primaire watergang heeft overlap met het zuidelijke deel van de geullocatie 10 (Hummerenweg). De watergang loopt van het zuiden richting het noorden om ter hoogte van de Champignonkwekerij af te buigen naar het oosten en bovenstrooms van de stuw in de Maas uit te monden. De watergang bevat langs het gehele traject water en duidelijke stroming. Ter hoogte van de bocht richting de Maas zijn kwelverschijnselen waargenomen in de vorm van roodkleuring. Gelet op de grofzandige bodem die tijdens het veldbezoek is aangetroffen in combinatie met het roodkleurige water is het aannemelijk dat er kwelwater wordt afgevoerd.

## 2.6 Geohydrologie

De rivierterrassen langs de Terrassenmaas worden gescheiden door 2-3 meter hoge steilranden. Deze terrasranden snijden op veel plaatsen de grondwaterspiegel aan, die geleidelijk afloopt van de hoge gronden naar de laaggelegen rivier. Hiermee vangen de restgeulen die veelal naast de terrasranden liggen afstromend grondwater af. Ten behoeve van de landbouwkundige functie van het gebied zijn er op deze locaties in het verleden sloten gegraven die het kwelwater afvangen en afvoeren.

Om meer inzicht te krijgen in de stroming van het grondwater en de grondwaterstanden in de zomer, zijn er verspreid door het gebied meerdere raaien met peilbuizen geplaatst. De waterstanden in de peilbuizen zijn in Augustus 2023 twee keer handmatig afgelezen. Een overzicht van de peilbuislocaties is te zien in Figuur 2-11. De gemeten waterstanden van begin en eind augustus zijn te zien in Figuur 2-9.



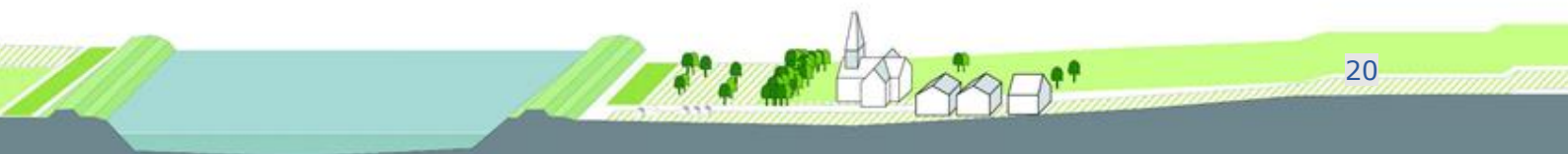
HWBP Noordelijke Maasvallei

Peilbuis	X	Y	Grondwaterstand meting 1 [m t.o.v. NAP]	Grondwaterstand meting 1 [m-mv]	Grondwaterstand meting 2 [m tov NAP]	Grondwaterstand meting 2 [m-mv]
HBpb001	206874,97	373956,78	15,98	-1,28	16,01	-1,25
HBpb002	207025,75	373786,27	11,42	-2,85	11,48	-2,79
HBpb003	206108,13	373649,43	15,84	-1,41	15,86	-1,39
HBpb004	206291,84	373506,67	15,60	-1,71	15,64	-1,67
HBpb005	206519,32	373343,71	14,45	-1,21	14,47	-1,19
HBpb006	205823,82	373135,82	16,43	-1,25	16,47	-1,21
HBpb007	205889,17	372907,98	15,60	-0,42	15,61	-0,41
HBpb008	205936,60	372785,13	12,73	-3,25	12,75	-3,23
HBpb009	205325,54	372368,55	16,66	-1,15	16,69	-1,12
HBpb010	205455,52	372425,21	15,70	-0,80	15,08	-1,42
HBpb011	205683,94	372223,3	12,10	-2,75	11,38	-3,47
HBpb012	205184,13	371390,68	14,78	-2,94	14,74	-2,98
HBpb013	205261,04	371356,79	14,59	-1,83	14,79	-1,63
HBpb014	205460,00	371302,89	13,08	-2,78	13,03	-2,83
HBpb015	205654,19	371322,95	12,18	-5,15	12,15	-5,18
HBpb016	204887,13	370851,84	16,07	-2,30	15,83	-2,54
HBpb017	204937,80	370825,35	15,40	-1,11	15,24	-1,27
HBpb018	205107,32	370762,58	15,13	-1,96	15,09	-2,00
HBpb019	205398,60	370727,89	14,57	-2,48	14,55	-2,50
HBpb020	204973,99	370022,05	15,52	-2,42	15,51	-2,43
HBpb021	204647,22	370201,07	16,20	-0,80	16,13	-0,87

Figuur 2-9: handmatig gemeten grondwaterstanden. Meting 1 is ingemeten op 1 tot 3 augustus 2023 (eerste uitleesronde) en meting 2 op 28 tot 30 augustus 2023 (tweede uitleesronde).

Uit de gemeten grondwaterstanden komt naar voren dat er in het algemeen gesproken een grondwaterstroming plaats vindt richting de Maas. De grondwaterstanden op het midden- en laagterras kunnen tot wel 6 à 7 meter hoger liggen dan het gestuwde peil van de Maas (NAP+11,10 m). De peilbuizen in restgeulen tegen de terrasrand aan, zoals peilbuis 7, 10 of 18 laten zien dat de grondwaterstand daalt, maar vergelijkbaar met de daling van het maaiveld. Dichter bij de Maas daalt de grondwaterstand hard om het verschil tussen het grondwaterpeil en het maaspeil te overbruggen; de Maas werkt dus sterk drainerend. Te zien is dat er in raai 1-2, raai 10-11 en raai 7-8 de grondwaterstand tussen de laatste twee peilbuizen een verval in grondwater zit van 3 tot 4 meter, soms slechts over een afstand van een paar honderd meter. Voor de geullocaties die dicht tegen het zomerbed aanliggen kan dat betekenen dat het grondwater relatief diep zit en een waterhoudende geul daarmee diep in het landschap komt te liggen. De waterstanden die gemeten zijn in het onderzoek in 2019 komen overeen met de gemeten waardes uit 2023. Ter hoogte van peilbuis 10 in locatie 2a is destijds een waterstand waargenomen van NAP+15,50 m. Ter hoogte van peilbuis 17 in locatie 3a is destijds een waterstand waargenomen van NAP+15,00 m wat vijf decimeters lager is dan de waardes uit 2023.

Voor locaties 1b en Romeinenweerd is het nog onzeker hoe het verloop van het grondwater exact werkt. Bij de Romeinenweerd in de gemeten grondwaterstand (NAP+14,47 m) circa 3,4 meter hoger dan het naastgelegen maaspeil van NAP+11,10 m. De huidige informatie geeft nog geen uitsluitel over deze veel hogere waterstand. Het is mogelijk dat het water stagneert op een ondoorlatende laag. Echter doorsnijdt de geplaatste peilbuis de kleilagen en bevindt de filter zich in de zandondergrond (rapportage Inpijn: 23ZP0851-RG-01 Resultaten grondonderzoek V(1.0).pdf), daarnaast laten de boringen zoals beschreven in paragraaf 2.4 zien dat de plassen op enkele plekken een zandondergrond hebben waarop stagnatie van water niet logisch is. Wellicht dat met de aanleg van de oever en de kleiputten, in de oever van de Maas een ondoorlatende laag is aangelegd, ook dit is nog niet onderzocht. In Figuur 2-10 is duidelijk zichtbaar dat vanaf 1900 de oever van de Maas is uitgebreid richting het zomerbed met een vooroever.







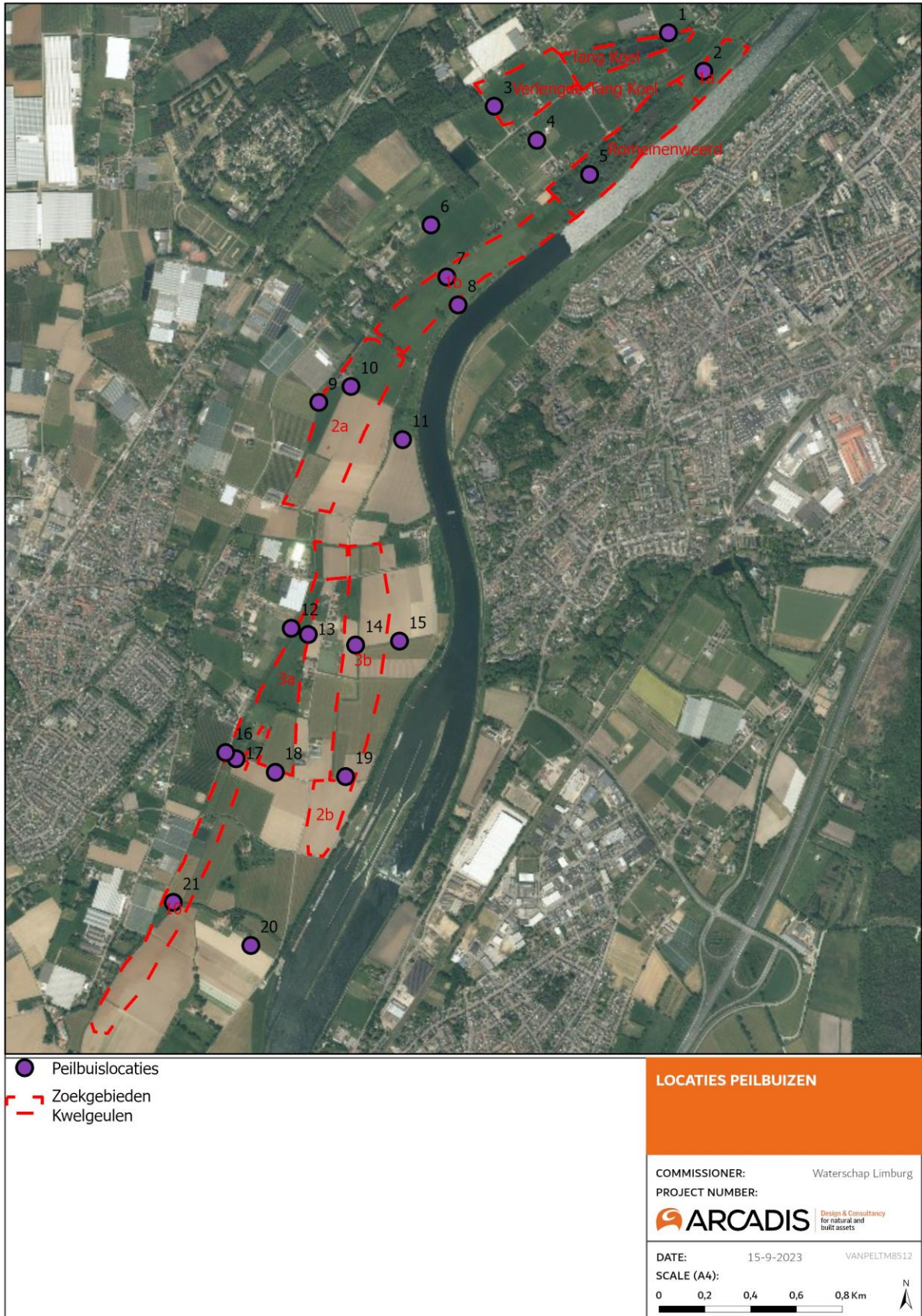
Figuur 2-10: Kaart van de Romeinenweerd uit 1900, waarop de uitbreiding van de oever zichtbaar is (bron: Topotijdreis)

Ook het verval in grondwater bij locatie 1b is opmerkelijk. Hier daalt het grondwater binnen 150 meter van NAP+15,60 m naar NAP+12,75 m. Het komt langs de Terrassenmaas vaker voor dat er een slecht doorlatende kleilagen aanwezig is, dat zou ook hier een verklaring kunnen zijn voor het grote verschil in waterstand. Gedetailleerder bodemonderzoek kan hier uitsluitsel in geven.

Naast een grondwaterstroming van west naar oost richting de Maas, vindt er ook een grondwaterstroom van zuid naar noord plaats. Het stuwpeil bovenstrooms van stuw/sluiscomplex Belfeld ligt op NAP+14,14 m en dat vertaalt zich door naar de grondwaterstand in het gebied. Peilbuis 19 en 20 staan beide relatief dicht bij het zomerbed en hebben een gemeten waterstand van respectievelijk NAP+14,55 m en NAP+15,51 m, vergelijkbaar met het stuwpeil. Ter hoogte van peilbuis 15 is deze invloed verdwenen en ligt de grondwaterstand rond de NAP+12,15 m wat meer overeenkomt met het stuwpeil benedenstrooms van stuw Belfeld. In 2019 is net ten noorden van peilbuis 19 een waterstand van NAP+14,00 m gemeten.







Figuur 2-11: Overzichtsk kaart met de peilbuislocaties (onderzoek 2023)

## 2.7 (Grond)Waterkwaliteit

Belangrijk voor de kansrijkheid van herstelmaatregelen van kwelgeulen is de kwaliteit van het grondwater. Kwelvegetaties zijn namelijk afhankelijk van de voedselarme omstandigheden die prevaleren in natuurlijke kwelsystemen. Typische kwelsoorten als duizendknoopfonteinkruid, grote boterbloem en dotterbloem zijn aangepast aan de relatief voedselarme leefomstandigheden waarbij andere, algemenere soorten niet goed gedijen. Als de hoeveelheid nutriënten (fosfor en stikstof) in het systeem te groot wordt, worden de mesotrofe kwelsoorten verdrongen door onwenselijke vegetaties met liesgras, kroossoorten, brandnetel, pitrus en braam.

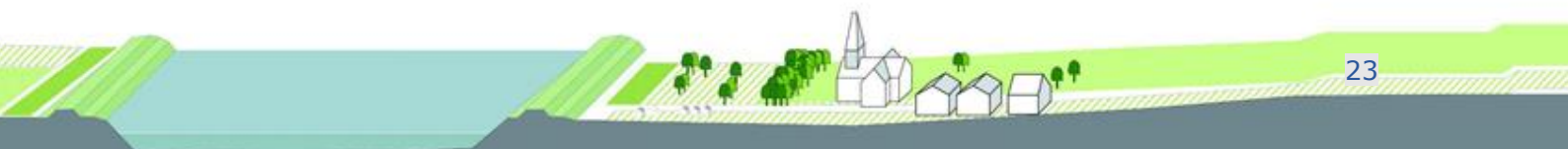
Natuurlijke kwelsystemen zijn mesotroof doordat het uittredende water in de regel infiltreert in relatief voedselarme, hoger in het landschap liggende bodems. Echter, grote delen van noord-Limburg en Noord-Brabant worden gebruikt voor de intensieve landbouw en veeteelt. De voedingsstoffen die aan deze bodems toegevoegd worden in de vorm van kunst- en dierlijke mest worden niet allemaal door de planten opgenomen en een deel (voornamelijk goed oplosbaar nitraat) komt in het diepere grondwater terecht. Hiermee is een probleem voor kwelmilieus ontstaan: het vermeste grondwater stroomt af richting de Maas en zorgt voor eutrofiëring van deze mesotrofe bodems, met alle gevolgen voor de plantengemeenschappen van dien. De achteruitgang van kwelflora in het Maasdal sinds de introductie van intensieve landbouw is onder andere gedocumenteerd in De Flora van het Maasdal (Kurstjens, Peters en van Looy, 2010). Ook tijdens de grootschalige inventarisatie van kansrijke gebieden voor de herintroductie van kwelecotopen die Arcadis in 2017 uitvoerde (Herstel en ontwikkeling van kwelmilieus langs de Terrassenmaas, 2018) bleek dat de situatie in veel gebieden te wensen over laat.

De precieze relatie tussen verhoogde nitraat- en fosfaatconcentraties in het grondwater en de vestiging van positieve en negatieve kwelindicatoren is moeilijk te leggen. Dit inzicht komt voort uit een onderzoek dat in de eerste helft van 2018 uitgevoerd is in zes focusgebieden langs de Terrassenmaas (van Bruchem, 2018). Doel van dit onderzoek was om de gevoeligheid van positieve kwelindicatoren voor fosfaat- en nitraatconcentraties in beeld te brengen. Aan de hand van de resultaten van dit onderzoek lijkt het erop dat een aantal kwelindicatoren als slangenwortel, dotterbloem en grote boterbloem relatief goed bestand is tegen concurrentie door brandnetel en pitrus. Zo vinden we een mix van beide typen populaties in het Heuloërbroek en in de graslanden van het Broekhuizerbroek. Daarnaast lijken negatieve soorten zich ook al onder beperkt voedselrijke leefomstandigheden te vestigen. Voorbeelden zijn Dubbroek, met fosfaatconcentraties van 0,03 – 0,16 mg/l, en wederom het Heuloërbroek, met fosfaatconcentraties van 0,02 – 0,06 mg/l. Beide gebieden bevatten significante populaties van brandnetel en braam. Dit laatste kan te maken hebben met een verhoogde beschikbaarheid van stikstof, waarop deze soorten ook sterk reageren.

### Grondwaterkwaliteit

De geplaatste peilbuizen zijn in augustus 2023 tweemaal bemonsterd en geanalyseerd op waterkwaliteit. De onderzochte parameters zijn opgenomen in Bijlage 2. Voor de vertaling van de waterkwaliteit naar de haalbaarheid voor kwelnatuur heeft een overleg plaatsgevonden met een expert van Onderzoekcentrum B-Ware (gespecialiseerd op toegepast en wetenschappelijk onderzoek naar chemische en ecologische processen). Tijdens dit overleg is de waterkwaliteit voor de verschillende geullocaties besproken en welke ontwikkelingen qua kwelnatuur daarbij verwacht worden. Vooral is in dit overleg gefocust op invloed van bemesting (fosfaat, nitraat en sulfaat).

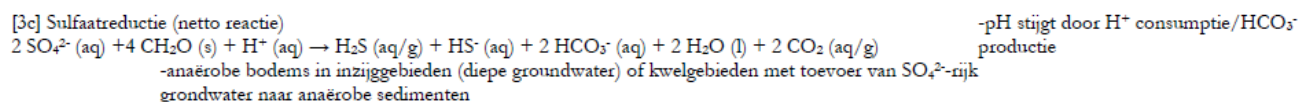
Zoals hierboven al aangegeven zijn met name de concentraties nitraat en fosfaat in het grondwater belangrijke graadmeters voor de haalbaarheid van kwelnatuur, dit zijn





stoffen die we liever niet in het grondwater zien. Wanneer de nitraat gehalten in het water te hoog worden is er geen stikstof limitatie in het systeem en is er een grote kans op de ontwikkeling van algen (flap). Verder kan de aanvoer van sulfaat op termijn negatieve effecten hebben op de waterkwaliteit van een kwelgeul. De toevoer van sulfaat kan komen via het intrekken van (kunst)mest of verwerking van zwavelhoudende mineralen zoals pyriet. Langs de terrassenmaas zijn op verscheidene plekken pyrietbanken in de ondergrond aanwezig die voor verhoogde ijzer- en zwavelconcentraties kunnen zorgen.

De aanwezigheid van sulfaat zorgt niet direct voor problemen in de ontwikkeling van kwelnatuur. Als de hoeveelheid sulfaat zich in de loop der jaren (~10 jaar) opbouwt kan dit zich gaan omzetten in sulfide en waterstofsulfide (bekend van de rotte eieren lucht), zie Figuur 2-12. Sulfide bindt in de waterbodems met ijzer waardoor de binding van fosfor verslechterd en er meer fosfaat beschikbaar komt in de bodems. Om de ophoping van sulfaat en vrijkomende voedingsstoffen in het kwelsysteem te voorkomen is het belangrijk om voor voldoende doorstroom in het kwelwater te zorgen. Hierdoor worden voedingsstoffen afgevoerd uit het systeem. Anderzijds kan de binding van fosfor in de bodem weer sterk verbeteren door tijdelijke droogval van (een deel van) de waterbodem. Ook leidt tijdelijk droogval tot stikstofverliezen.



Figuur 2-12: Omzetting van sulfaat naar sulfide of waterstofsulfide (bron: Grondwater in perspectief, Alterra 2007).

Uit de expertsessie met B-Ware is gebleken dat de gemeten waterkwaliteit nergens optimaal is vanwege de aanwezigheid van voedingsstoffen, maar op verscheidene plekken wel voldoende is voor de ontwikkeling van kwelnatuur. Gebiedsbreed geldt dat het integraal verwijderen van de bouwvoor en het stoppen met intensief agrarisch grondgebruik de voedselrijkdom van het gebied sterk verminderd en de potentie voor kwelnatuur flink verhoogd. Het verwijderen van de voedselrijke toplaag voorkomt dat na aanleggen van een kwelgeul er via erosie voedselrijk bodemmateriaal in het watersysteem terecht komt. Vaak is dit een belangrijk knelpunt voor de kwaliteit van oppervlaktewateren in (voormalige) landbouwgebieden. De invloed van de landbouw komt ook duidelijk naar voren uit de grondwaterkwaliteit die sterk verminderd (o.a. (veel) meer nitraat) bij peilbuislocaties die in of naast een akkerbouwperceel staan. Voor een goede kwelindicatie is uiteraard ook van belang dat er kenmerkende stoffen inzitten zoals calcium en bicarbonaat en ijzer. Afhankelijk van de rijpingsgraad spreken we dan over gerijpt of ongerijpt grondwater. De rijpingsgraad is afhankelijk van de verblijftijd van het grondwater voordat het opkwelt.

De grondwaterkwaliteit bij de Tang Koel en Verlengde Tang Koel (peilbuis 1 en 3) is weinig beïnvloed door nitraat, fosfaat en sulfaat. Met name de waterkwaliteit uit peilbuis 1 kenmerkt zich als typisch kwelwater met kenmerken van lange kwel. Bij peilbuis 2 (geullocatie 1a) en peilbuis 5 (Romeinenweerd) zijn de nitraat concentraties relatief laag en is de waterkwaliteit voldoende. Voor deze vier locaties is het realiseren van kwelnatuur **kansrijk** gelet op de waterkwaliteit.

Bij geullocatie 1b zijn de gehalten voor nitraat nog relatief laag, maar is de sulfaatconcentratie hoog. De ontwikkeling voor kwelnatuur lijkt hier redelijk kansrijk maar er moet aandacht worden geschonken aan de hoge sulfaatwaardes zoals hierboven werd beschreven. Vergelijkbare waterkwaliteit wordt aangetroffen in peilbuis 10 bij geullocatie 2a. Deze waardes komen overeen met de gemeten waterkwaliteit in 2019, nitraatwaardes een fractie lager en de sulfaatconcentraties een fractie hoger. De waterkwaliteit gemeten in peilbuis 9 is daarentegen een stuk slechter met hoge nitraat



gehalten. Vanwege deze variatie in waterkwaliteit is de ontwikkeling van kwelnatuur tot peilbuis 10 kansrijk maar verder naar het zuiden **weinig kansrijk**.

Met het loslaten van de agrarische functie en het aanvullend afgraven van de voedselrijke bouwvoor kan ook dit gebied meer potentie krijgen voor kwelnatuur.

De waterkwaliteit bij geullocatie 3a is met name langs de kering positief en biedt kansen voor de ontwikkeling van kwelnatuur. De gemeten waterkwaliteit van peilbuis 18 is vanwege de zeer hoge concentraties nitraat niet goed en biedt weinig kansen voor ontwikkeling van kwelnatuur. De waterkwaliteit gemeten uit peilbuis 14 en 15 bij geullocatie 3b is zeer slecht met extreem hoge concentraties nitraat. Een kwelgeul is hierdoor dan ook **niet kansrijk**. Dit in tegenstelling tot de metingen uit 2019. Hier werden destijds zeer lage nitraatconcentraties gemeten. Verder naar het zuiden bij peilbuis 19 (geullocatie 2b) zijn de concentraties voor nitraat laag en is de waterkwaliteit geschikt/kansrijk voor de ontwikkeling van kwelnatuur.

Vanwege de goede waterkwaliteit gemeten in peilbuis 16 en 17 is ook het noordelijke deel van geullocatie 10 **kansrijk**. Ter hoogte van peilbuis 21 wordt de waterkwaliteit slechter. Hier zijn de nitraatconcentraties hoger en wordt er veel sulfaat aangetroffen. In 2019 waren de resultaten van de metingen een stuk positiever dan 2023. De nitraatconcentratie was een factor 5 lager en er werd bijna geen fosfaat of sulfaat gemeten. Op basis van de metingen uit 2023 is ten zuiden van peilbuis 21 de ontwikkeling van kwelnatuur **minder kansrijk** tenzij integraal de toplaag wordt verwijderd, de invloed van agrarisch grondgebruik wordt verminderd en er rekening gehouden wordt met de hoge sulfaatconcentraties.

## Oppervlaktewaterkwaliteit

Aanvullend op de metingen van de grondwaterkwaliteit zijn er op meerdere locaties ook oppervlaktewatermonsters genomen waarvan de waterkwaliteit is bepaald. De locaties waarop oppervlaktewater is bemonsterd staan weergegeven op Figuur 2-13. Net als bij het grondwater is het oppervlaktewater tweemaal bemonsterd. Locatie 5 is hier bij de eerste meetronde niet meegenomen aangezien de sloot droog stond, hiervoor is tijdens de tweede meetronde locatie 5a als vervangende locatie aangewezen.

Op basis van de waargenomen grondwaterstanden en de bodemopbouw is het oppervlaktewater in een groot deel van de bemonsterde locaties uittredend grondwater. Er is sprake van hogere grondwaterstanden in de peilbuizen ten opzichte van de oppervlaktewaterstanden, hierdoor treedt het grondwater uit in de watergangen/oppervlaktewater.

Het gemeten oppervlaktewater uit de Tang Koel en De Molen (meetpunten 1 en 2) heeft een mindere kwaliteit dan het grondwater uit peilbuis 1 en 3. Beide metingen hebben met name hogere nitraatgehaltes. Door oppervlakkige afstroming na regen of irrigatie komen er meer voedingsstoffen in het oppervlaktewater terecht. Daarnaast zwemmen er in de Tang Koel eenden en zwanen die, samen met het bijvoeren door vissers, voor bemesting van het water zorgen.

Het water uit de middelste plas van de Romeinenweerd (meetpunt 3) is vergelijkbaar met de waterkwaliteit uit peilbuis 5. Aangezien hier verder geen oppervlaktewater toestroomt vanuit andere gebieden wordt de plas vermoedelijk hoofdzakelijk gevoed met grondwater en regenwater.

Het oppervlaktewater gemeten uit De Brand (locatie 4) heeft net als peilbuizen 9 en 10 een matige waterkwaliteit. De concentraties aan nitraat zijn weliswaar lager dan in het grondwater maar de sloot bevat wel de hoogste concentratie ten opzichte van andere oppervlaktewatermonsters. Tijdens het veldbezoek is in deze watergang groei van algen waargenomen, ook dit duidt op een hoog gehalte aan nitraat. Het naastgelegen



aardappelperceel werd bespoten wat tevens voor instroom van bestrijdingsmiddelen<sup>2</sup> in het oppervlaktewater zorgt.

Watermonster 5a is genomen volledig bovenstrooms in de Donkerbemden en watermonster 6 verder stroomafwaarts richting de Kwistbeek. Ter hoogte van locatie 5a is de gemeten waterkwaliteit voldoende. Er zijn hier wel hoge concentraties totaal fosfor en ijzer gemeten wat kenmerkend is voor kwelwater. De concentratie nitraat is hier laag (onder detectiewaarde). Ter hoogte van locatie 6 is de gemeten waterkwaliteit verslechterd ten opzichte van locatie 5a. Fosfor en ijzer zijn significant lager en de concentratie nitraat is gestegen. Deze waterkwaliteit ligt in lijn met de gemeten waterkwaliteit uit peilbuis 12 waar de waardes voor nitraat ook een stuk hoger zijn.

Watermonster 7 is genomen ter hoogte van geullocatie 10 in de Boshoeckerloop. De waterkwaliteit is hiervan beter dan gemeten uit peilbuis 21. Dit is vergelijkbaar met De Brand (locatie 4) waar het oppervlaktewater lagere concentraties nitraat bevat dan het grondwater. Voor de Boshoeckerloop kan dit betekenen dat het deels vermengd is met regenwater of dat er bovenstrooms van het meetpunt schoner kwelwater in de watergang terecht komt.

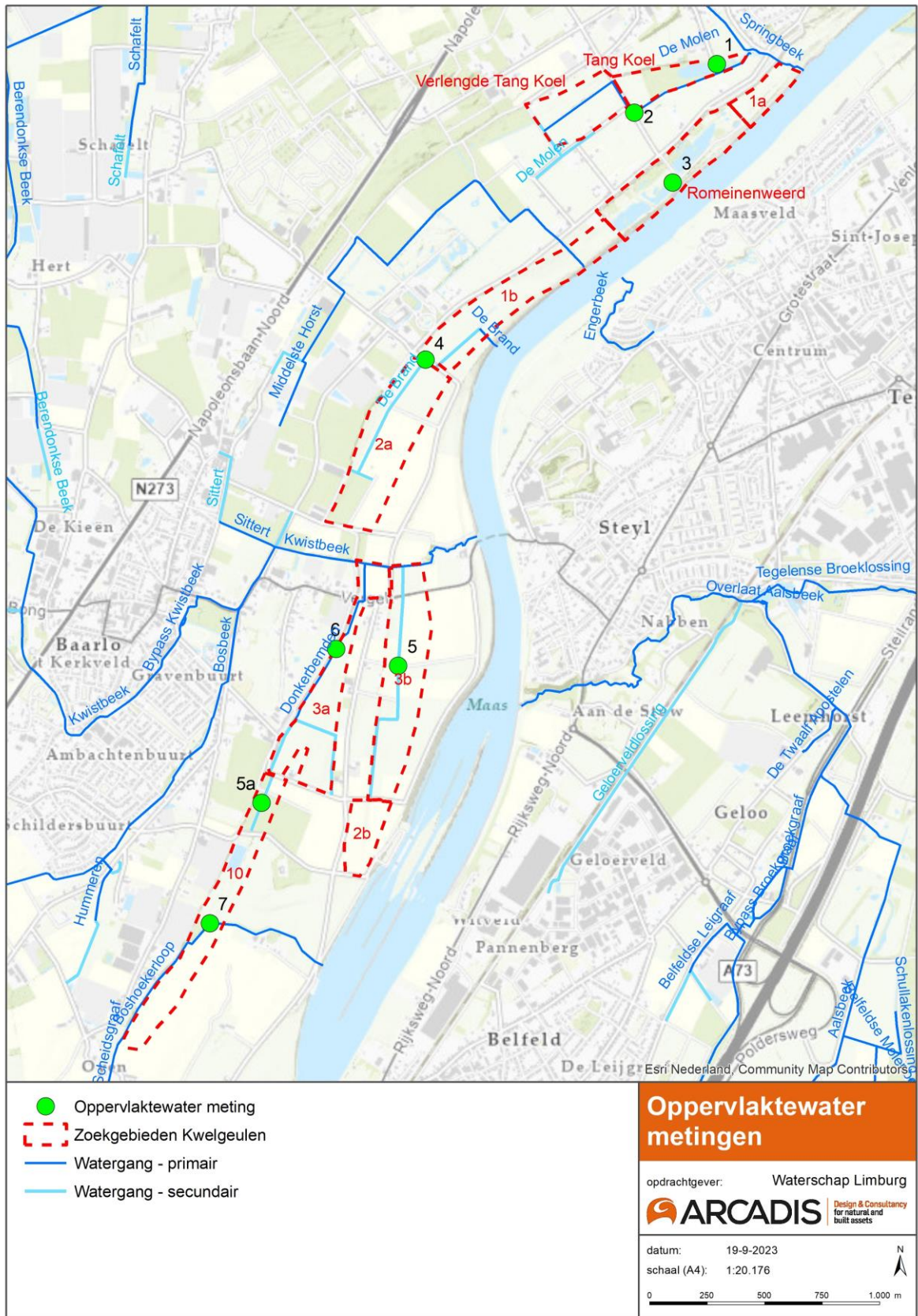
Aanvullend op de metingen van de grondwaterkwaliteit zijn er op meerdere locaties ook oppervlaktewatermonsters genomen waarvan de waterkwaliteit is bepaald. De locaties waarop oppervlaktewater is bemonsterd staan weergegeven op Figuur 2-13. Net als bij het grondwater is het oppervlaktewater tweemaal bemonsterd. Locatie 5 is hier bij de eerste meetronde niet meegenomen aangezien de sloot droog stond, hiervoor is tijdens de tweede meetronde locatie 5a als vervangende locatie aangewezen.

Op basis van de waargenomen grondwaterstanden en de bodemopbouw is het oppervlaktewater in een groot deel van de bemonsterde locaties uittredend grondwater. Er is sprake van hogere grondwaterstanden in de peilbuizen ten opzichte van de oppervlaktewaterstanden, hierdoor treedt het grondwater uit in de watergangen/oppervlaktewater.

---

<sup>2</sup> Bestrijdingsmiddelen zijn niet meegenomen in de analyse van de waterkwaliteit.





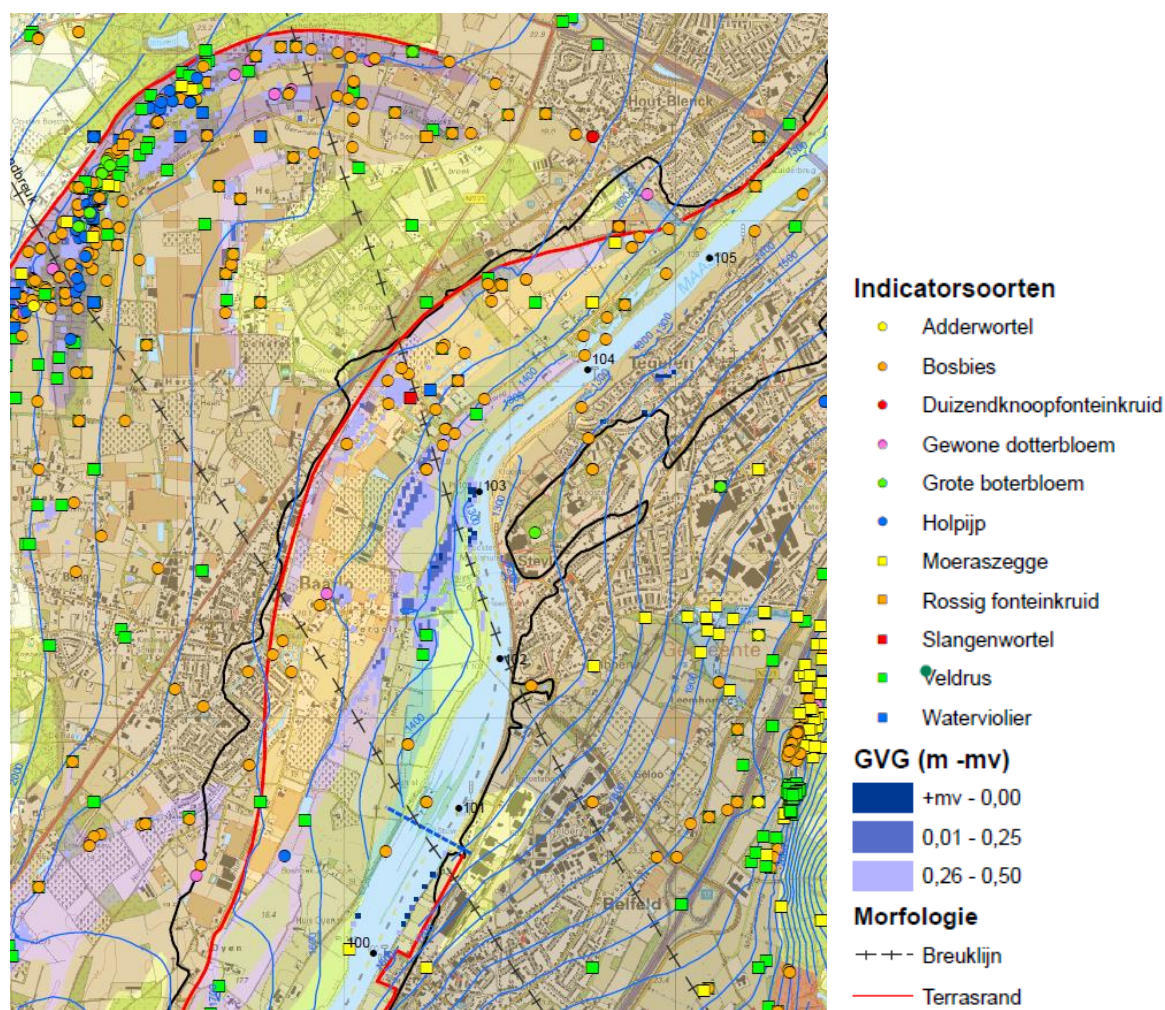
Figuur 2-13: locaties oppervlaktewater metingen





## 2.8 Indicatorsoorten, landgebruik en biotiek

Naast verschillen abiotische kenmerken als roodkleuring en bacterievlies kan ook de vegetatie een indicatie geven van de aanwezigheid van kwel. In de OBN terrassenmaasstudie uit 2018 (Arcadis, 2018) is een analyse gedaan naar kwelindicatoren langs de gehele terrassenmaas. In Figuur 2-14 is een uitsnede van het gebied rondom Baarlo toegevoegd waarbij verschillende indicatorsoorten zijn opgenomen die tot 2018 in het gebied zijn aangetroffen. Wat opvalt is dat ter plekke van de onderzoeksgebieden voornamelijk bosbies en veldrus is waargenomen, wat in de regel de minder kritische indicatorsoorten (kan ook voorkomen bij meer voedselrijke omstandigheden) zijn. Het gebied Dubbroek, ten westen van het plangebied, barst daarentegen van de meer kritische kwelindicatorsoorten (alleen bij voedselarm kwelwater), zoals rossig fonteinkruid, waterviolier en lokaal moeraszegge en gewone dotterbloem.



Figuur 2-14: Kwelindicator soorten (bron: OBN terrassenmaasstudie, Arcadis 2018)

Tijdens het veldbezoek van augustus 2023 is ook gekeken naar mogelijke indicatorsoorten maar zijn die niet of nauwelijks aangetroffen. Een groot deel van het gebied wordt intensief agrarisch gebruikt. Locaties 2a, 2b, 3b en 10 bestaan voor het grootste deel uit akkers (aardappel, suikerbieten of mais) of anderzijds productiegroenland. Door het intensieve landgebruik met bemesting en bestrijdingsmiddelen zijn hier vooral ruigtesoorten aangetroffen zoals brandnetel en braam. Locatie 1b wordt hoofdzakelijk met extensieve begrazing beheerd wat zichtbaar is in de vegetatie. In het zuiden waar het grondwater hoger is, staan verschillende

moerasplanten afgewisseld met vochtige ruigtesoorten. In de Romeinenweerd is in de afgelopen 30 jaar een moerasbos/zachthoutoobos tot stand gekomen rondom de plassen in het gebied. Met name opvallend in deze deellootatie is de grote hoeveelheid invasieve exoten die hier aanwezig zijn. Tijdens het veldbezoek zijn grote waternavel, Japanse duizendknoop, parelvederkruid en reuzenbalsemien aangetroffen.

In de Tangkoel is evenals in de Romeinenweerd voor een groot deel bos ontwikkelt rondom de visvijver. Het elzenbroekbos staat grotendeels onderwater en bevat, volgens Stichting Limburgs Landschap, op enkele plekken trilveen. De aanwezigheid van trilveen duidt ook op een aanvoer van kwelwater in de Tangkoel. In de sloot ten zuiden van de Tangkoel (waar deze op afwatert) groeit veel smalle waterpest en gele lis. Wat opvalt is dat de hoeveelheid waterplanten afneemt nadat het water uit de Tangkoel bij het water in de sloot komt. Dit kan liggen aan de opwerveling van sediment of er wordt vanuit de Tangkoel nutriëntenrijker water aangevoerd wat de groei van waterplanten belemmerd.





### 3 Kansen voor de ontwikkeling van kwelnatuur

Figuur 3-1 geeft een samenvatting weer van de verschillende onderzochte abiotische parameters/criteria die in hoofdstuk 2 voor alle geullocaties zijn beschreven. Een uitleg van de kansrijkheid volgt in meer detail, inclusief dwarsprofielen, in onderstaande paragrafen.

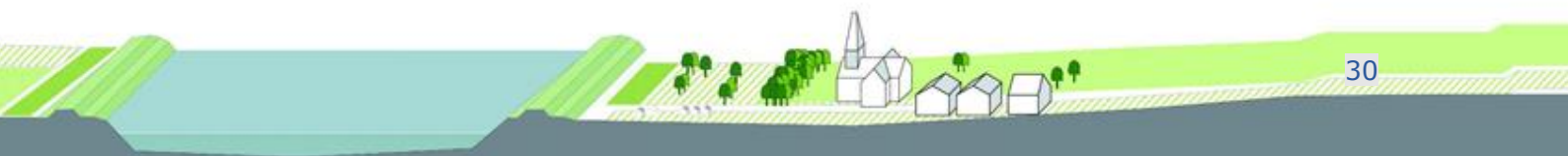
Criteria	Huidige waterkwaliteit	Grondwater-stand (augustus)	Zanddiepte	Waargenomen Kwel-verschijnselen	Geullengte
Schaal	zeer goed	<1,5m-mv	<2,5m-mv	ja/nee	[m]
	goed	1,5-2m-mv	2,5-3m-mv		
	voldoende	2-3m-mv	3-4m-mv		
	matig	>3m-mv	>4m-mv		
	slecht				
Locatie					
Tangkoel				ja	500
Verlengde tangkoel				ja	600***
1a				nee	300
Romeinenweerd			*	ja	700
1b		West		ja	900
		Oost			
2a	Noord			ja	250
	Zuid		**		550
2b				nee	350
3a	West			ja	1.000
	Oost				500
3b				nee	1.000
10	Noord			ja	250
	Zuid				1.250

- \* fijn zand en silt & vergraven gebied
- \*\* veraard veen in de ondergrond
- \*\*\* ruimte voor twee parallelle geulen van 300m

Figuur 3-1: Matrix voor de kansrijkheid van de kwelgeul locaties per criterium en geullengte.

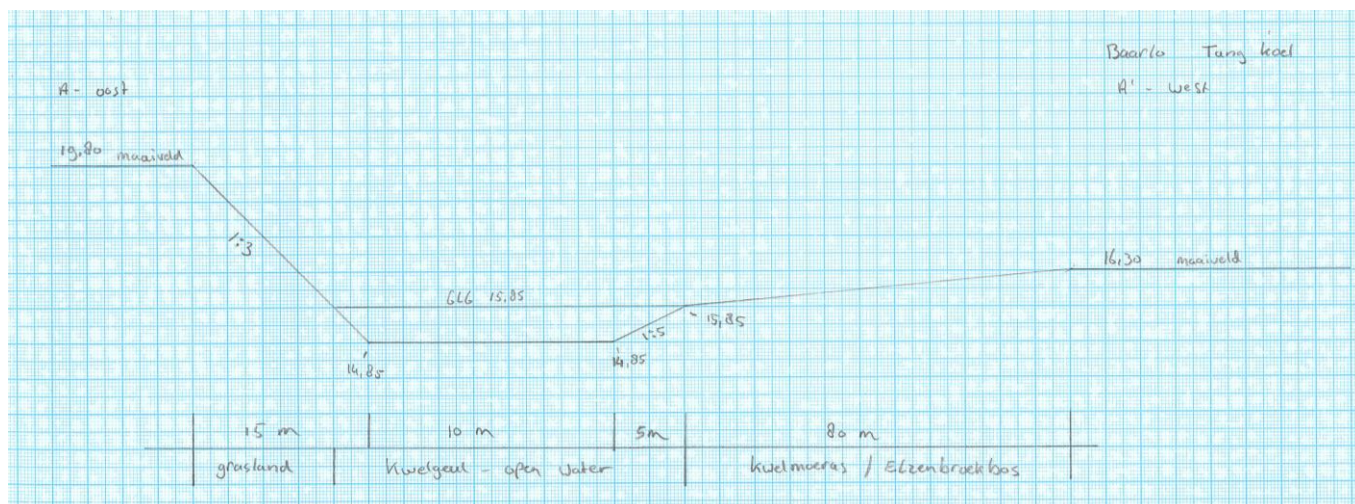
#### 3.1 Tangkoel

De Tangkoel is in de huidige situatie een visvijver omringd door bomen. Het water is ondiep en heeft een sliblaag op de bodem vanwege al het bladval. De bodemopbouw van de visvijver is onbekend. Vanwege de afvoer van water uit de Tangkoel richting de watergang De Molen lijkt de Tangkoel kwelwater aan te trekken, wat doet vermoeden dat de bodem van de Tangkoel ergens een zandlaag aan- of doorsnijdt.



Met het verwijderen van de visfunctie en de sliblaag op de bodem wordt de, nu al redelijke goede, waterkwaliteit verbeterd en kan de Tangkoel worden omgevormd tot kwelgeul.

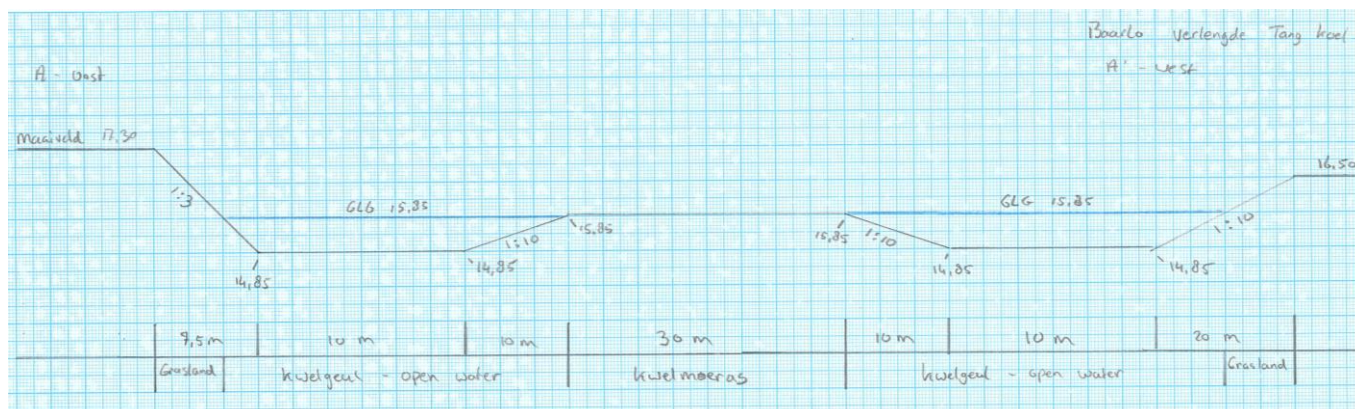
Rondom de Tangkoel (visvijver) ligt een elzenbroekbos. Aan de westzijde loopt het zoekgebied via een stuk grasland door richting de D'ohenweg. Tussen het broekbos en de weg zijn de abiotische omstandigheden geschikt om nog circa 100 meter kwelgeul aan te leggen. Een indicatief dwarsprofiel hiervoor is geschetst in figuur 3-2. Door dit gehele westelijke perceel in te richten is er mogelijkheid om aangrenzend aan de geul een breed kwelmoeras of elzenbroekbos te realiseren.



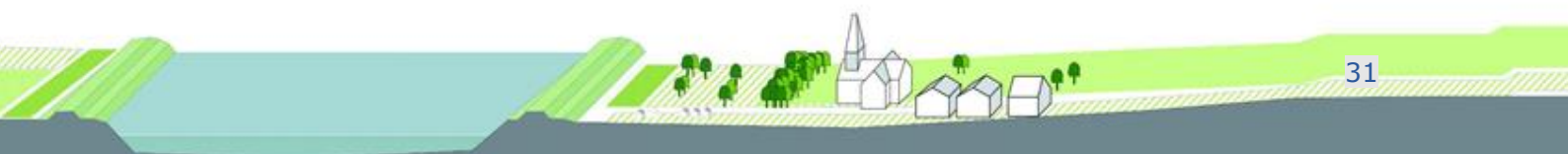
Figuur 3-2: Indicatief dwarsprofiel voor Tangkoel

### 3.2 Verlengde Tangkoel

De terrasrand aan de noordwestkant van de Verlengde Tangkoel samen met de restgeul laagte bieden landschappelijk duidelijke aanknopingspunten voor de realisatie van een kwelgeul. Uit de systeemanalyse van het gebied is gebleken dat de grondwaterstand binnen 1,5 meter beneden maaiveld wordt bereikt en een kwelgeul daarnaast ook een grofzandige bodem krijgt. Verder is de gemeten grondwaterkwaliteit goed wat de realisatie van een kwelgeul op deze locatie haalbaar maakt. De brede percelen bieden ruimte om aan de zuidzijde een tweede kwelgeul te realiseren, zoals is gevisualiseerd in figuur 3-3. De GLG valt samen met de zandondergrond wat de locatie tevens zeer geschikt maakt voor de aanleg van kwelmoeras. Met de aanleg van twee geulen kan hier een totaal van 600 meter kwelgeul gerealiseerd worden.



Figuur 3-3: Indicatief dwarsprofiel voor de Verlengde Tangkoel

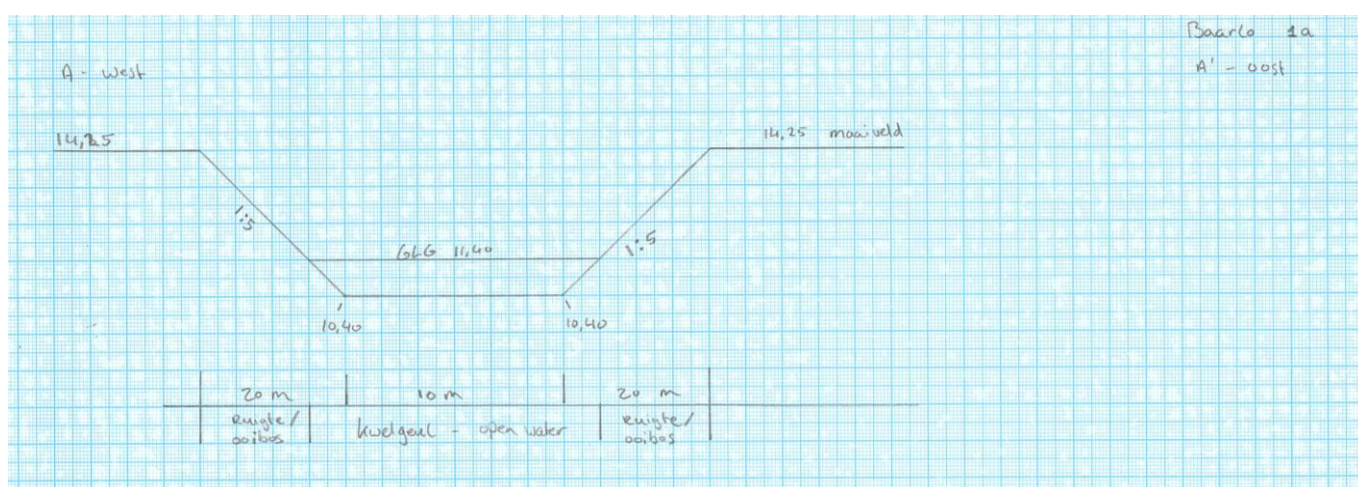




### 3.3 Geullocatie 1a

De bodemopbouw van geullocatie 1a geeft geen duidelijk beeld voor de haalbaarheid voor een kwelgeul. De bodem is verstoord, vermoedelijk deels aangebracht. Tijdens het veldbezoek en het plaatsen van de peilbuis is geen duidelijke zandondergrond aangetroffen. Het maaiveld ligt relatief hoog ten opzichte van de Maas en het grondwaterniveau ligt hier diep (ca 3 m-mv) vanwege de ontwaterende functie van de Maas. De gemeten waterkwaliteit is goed.

Met aanvullende boringen kan worden onderzocht of er op plekken binnen de uiterwaard de grond minder verstoord is en een zandondergrond aangesneden kan worden. Desondanks maken de diepte van het grondwater en een eventuele zandondergrond deze kwelgeul minder kansrijk. Een indicatief dwarsprofiel voor de kwelgeul is weergegeven in Figuur 3-4. In de huidige situatie is de uiterwaard zeer verruigd met brandnetels en akkerdistel. De verwachting is dat met de aanleg van een kwelgeul de drogere delen rondom de geul snel zullen verruigen of volgroeien met oobos.



Figuur 3-4: Indicatief dwarsprofiel voor geullocatie 1a

### 3.4 Romeinenweerd

In de Romeinenweerd is, zoals beschreven in de paragraaf 2.4, een gevarieerde bodemopbouw aangetroffen. De bodemopbouw uit de drie plassen bestaat op plekken uit klei, slib of zand. Op basis van het boorprofiel van de geplaatste peilbuis lijkt de zandondergrond binnen de 2,5 meter beneden maaiveld te zitten. Het grondwater staat hier vrijwel tot aan het maaiveld, waar in paragraaf 2.6 nog wel de kanttekening bij geplaatst wordt of dit geen schijngrondwaterstand is. De kwaliteit van het water van zowel de plassen als het grondwater is voldoende wat de ontwikkeling voor kwelnatuur hier kansrijk maakt. Daarbij is het wel zaak de eerdergenoemde kanttekeningen beter te onderzoeken.

### 3.5 Geullocatie 1b

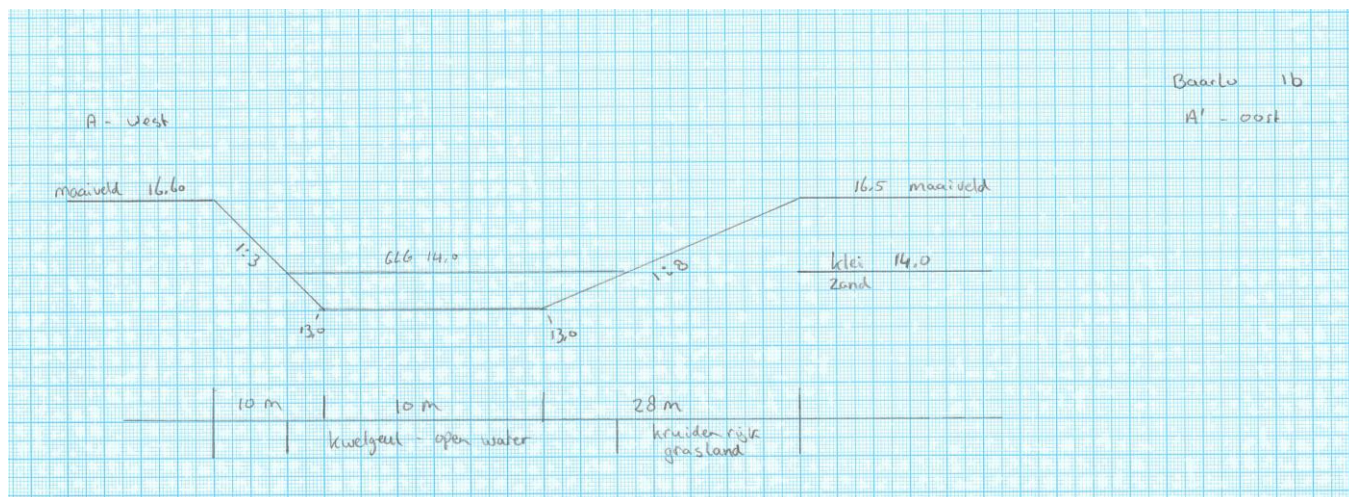
De uiterwaard van geullocatie 1b heeft een gevarieerd beeld wat betreft de abiotische omstandigheden. De waterkwaliteit die is gemeten is voldoende en biedt daarmee de eerste stap richting een kansrijke kwelgeul. In het zuidwesten van de uiterwaard wordt de zandondergrond binnen een meter beneden maaiveld aangetroffen, terwijl in het noorden deze pas na 1,5 meter wordt aangesneden. Beide zanddieptes zijn geen belemmering voor de realisatie van een kwelgeul. Met name de variatie in grondwaterstand zorgt voor een verschil in haalbaarheid. Het verval in grondwaterstand binnen de uiterwaard van west naar oost is bijna 3 meter. Tegen de terrasrand aan in





het zuiden van locatie 1b is de aanleg van een ondiepe kwelgeul met kwelmoeras hiermee kansrijk. Verder richting het noorden is de aanleg van een kwelgeul ook kansrijk maar zal deze dieper in het landschap komen te liggen doordat de restgeul dichterbij het zomerbed ligt. In Figuur 3-5 is een indicatief dwarsprofiel weergegeven. In totaal kan hier circa 900 meter kwelgeul gerealiseerd worden.

Het grote verval in grondwaterstand vraagt om extra onderzoek naar eventuele ondoorlatende lagen die een schijngrondwaterstand kunnen veroorzaken. Voordat met de huidige gemeten grondwaterstanden van peilbuizen 7 en 8 verder ontworpen wordt dient hiervoor nader onderzoek plaats te vinden en uitbreiding van de meetreeksen en een extra peilbuis tussen peilbuis 7 en 8.



Figuur 3-5: Indicatief dwarsprofiel voor geullocatie 1b

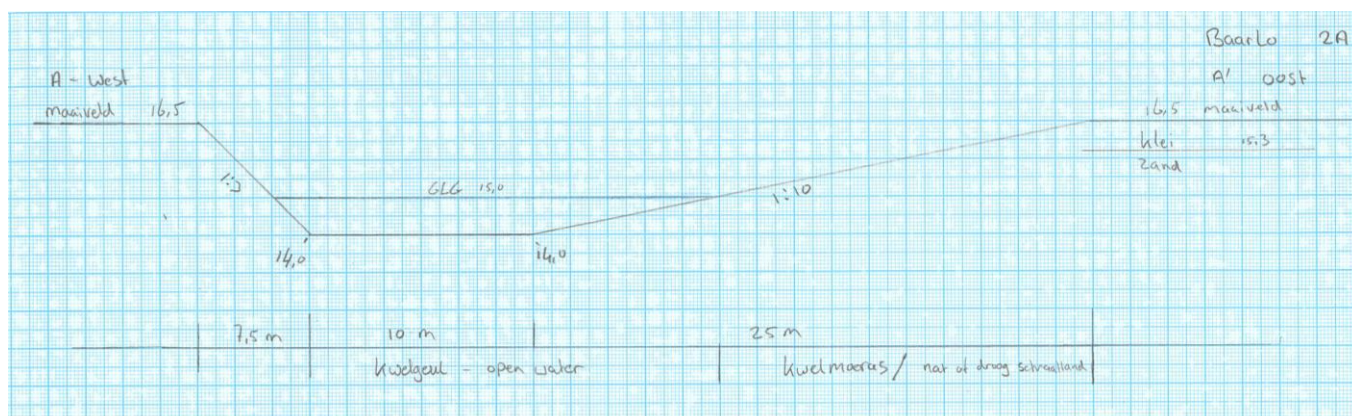
### 3.6 Geullocatie 2a

Bij locatie 2a worden de zandondergrond en de grondwaterstand relatief snel aangetroffen beneden het maaiveld. Het gebied komt hierin overeen met het zuiden van geullocatie 1b. De waterkwaliteit die ter hoogte van deze locatie is aangetroffen is echter aanzienlijk slechter. In de peilbuis die op de kering is geplaatst wordt een slechte waterkwaliteit aangetroffen, de waterkwaliteit ter plaatse van de restgeul (peilbuis 10) is net voldoende. Mede door deze slechte waterkwaliteit lijkt slechts een deel van deze locatie kansrijk voor een kwelgeul. Het noorden van de geul, vanaf peilbuis 10 tot aan locatie 1b, is kansrijk voor de ontwikkeling van kwelnatuur. Het zuidelijke deel van locatie 2a is minder kansrijk. Een indicatief dwarsprofiel voor deze kwelgeul is weergegeven in Figuur 3-6. In het noordelijk deel kan een kwelgeul van 250 meter gerealiseerd worden, het zuidelijk deel wat minder kansrijk is, is circa 550 meter. Een extra aandachtspunt voor deze locatie is de aanwezigheid van veraard veen. De aanwezigheid van veel organisch materiaal kan, in combinatie met sulfaat uit het grondwater, zorgen voor interne eutrofiering als deze na aanleg bloot komt te liggen.

Met verder onderzoek naar de waterkwaliteit van peilbuis 9 en een verklaring voor de slechte waterkwaliteit kan de kansrijkheid van het zuidelijke deel van locatie 2a verder onderzocht worden. Daarnaast is de verwachting dat met het verwijderen van de agrarische functie en het afgraven van de bouwvoor de hoeveelheid nutriënten in het systeem erg verminderd en de waterkwaliteit daarmee verbetert.



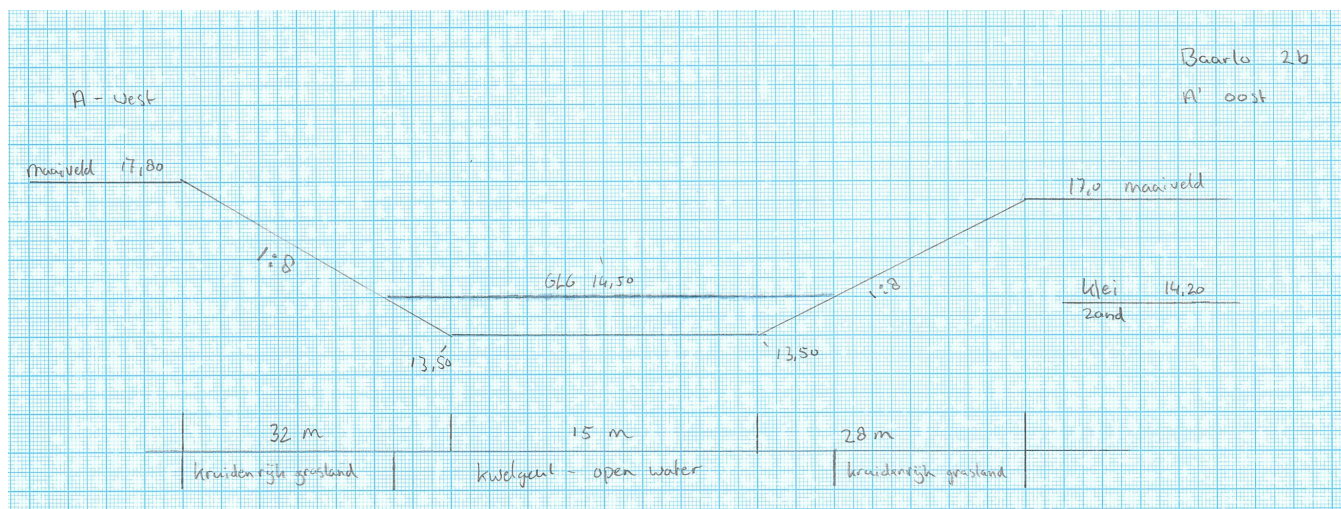




Figuur 3-6: Indicatief dwarsprofiel voor geullocatie 2a

### 3.7 Geullocatie 2b

Bij geullocatie 2b is de invloed van de stuw Belfeld nog duidelijk zichtbaar in de grondwaterstand. Desondanks moet er vanwege de hoge ligging van het maaiveld ten minste 3 meter afgegraven worden om een waterhoudende geul te realiseren. Hiermee komt de bodem van de geul wel in het zand te liggen. De waterkwaliteit is hier voldoende wat de ontwikkeling van kwelnatuur op basis van bodemopbouw en waterkwaliteit kansrijk maakt. Echter is de landschappelijke ingreep die nodig is voor de realisatie van een watervoerende geul zeer fors. In Figuur 3-7 is met een indicatief dwarsprofiel weergegeven dat er voor een vrij kleine kwelgeul van maximaal 350 meter een afgraving met bovenbreedte van ten minste 75 meter nodig is.



Figuur 3-7: Indicatief dwarsprofiel voor geullocatie 2b

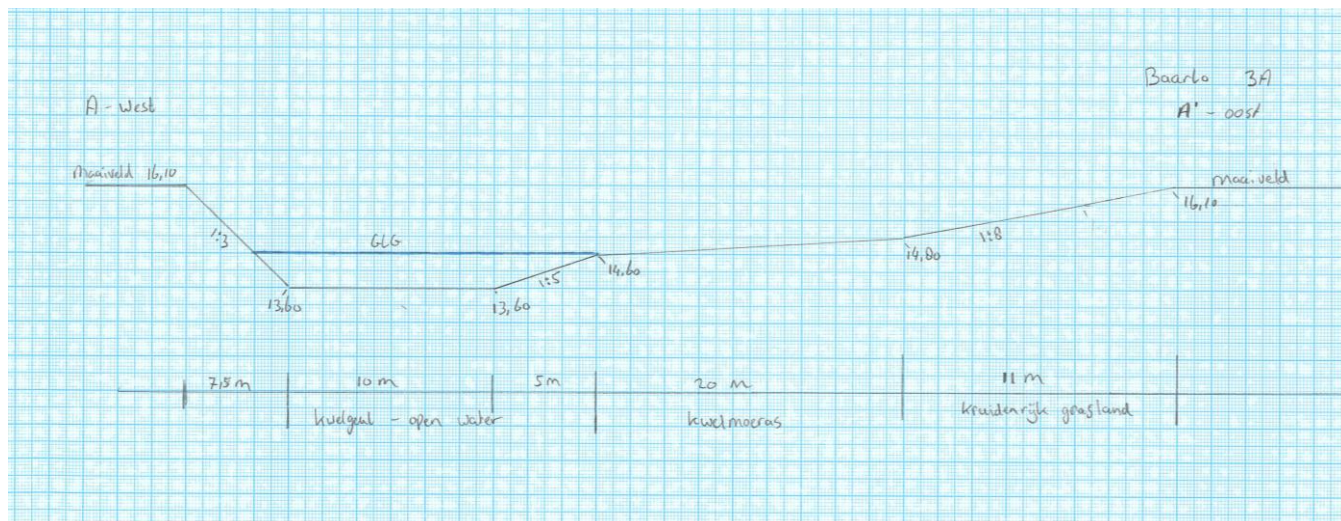
### 3.8 Geullocatie 3a

Geullocatie 3a betreft een gevorkte restgeul, deze begint in het zuiden bij de weg Aan Hoogendries en halverwege voegen de twee restgeulen zich samen tot een restgeul die doorloopt tot aan de Kwistbeek. Langs de primaire kering loopt de Donkerbemden, deze bevat langs de gehele lengte een (zeer) grofzandige bodem. Ook aan de oostzijde van de locatie wordt binnen de twee meter beneden maaiveld zandondergrond aangetroffen. Wel wordt hier af en toe ook veraard veen aangetroffen wat, net als bij locatie 2a, voor interne eutrofiering kan zorgen na aanleg. De waterkwaliteit is hier overwegend goed vanwege weinig of geringe concentratie aan vermestende stoffen (nitraat, fosfaat en sulfaat). De waterkwaliteit gemeten bij peilbuis 18, aan de zuidoostzijde van deze geullocatie is slecht wat zonder ingreep in het agrarisch gebruik deze aftakking van de kwelgeul minder kansrijk maakt. Verder is deze locatie kansrijk voor de aanleg van een





kwelgeul die landschappelijk goed in te passen is. Een indicatief dwarsprofiel is hiervoor opgenomen in Figuur 3-8. De totale lengte van de geul bedraagt circa 1000 meter, met toevoeging van de zuidoostelijke tak kan hier nog 500 meter kwelgeul bijkomen.

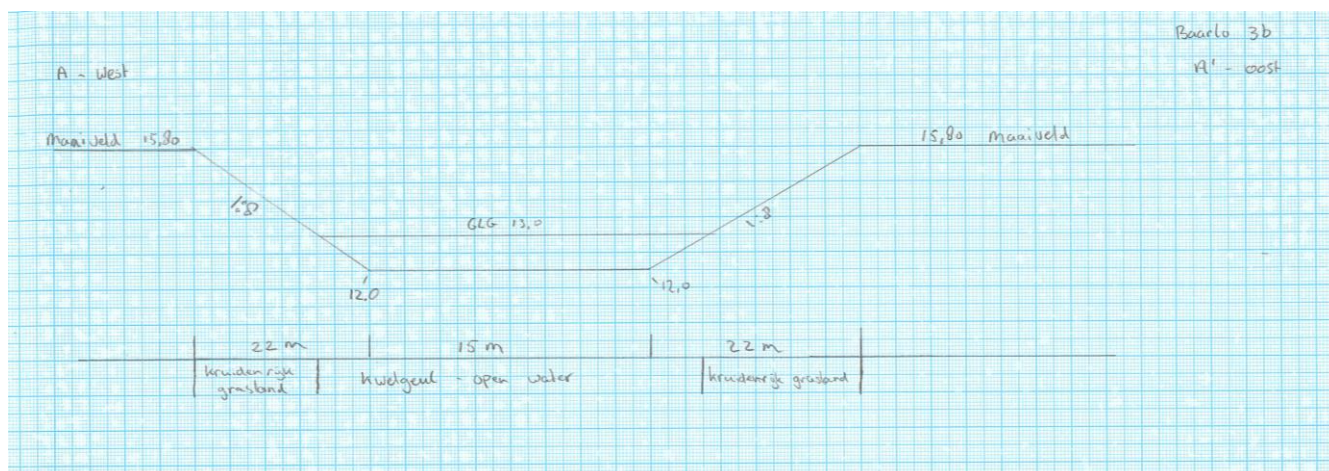


Figuur 3-8: Indicatief dwarsprofiel voor geullocatie 3a

### 3.9 Geullocatie 3b

Geullocatie 3b ligt in het verlengde van 2b richting het noorden. De locatie bevindt zich verder van het stuwcomplex af en de hogere grondwaterstand is hier niet meer waarneembaar. Het grondwater bevindt zich hier 3 meter beneden maaiveld. De zandondergrond wordt in het overgrote deel van de geullocatie niet aangetroffen, enkel in het zuiden op bijna 4 meter beneden maaiveld is de zandondergrond aangetroffen. De percelen die binnen deze geullocatie vallen worden vrijwel allemaal intensief agrarisch gebruikt wat zich doorvertaalt naar de slechte waterkwaliteit. Deze waterkwaliteit is slecht met zeer hoge nitraatconcentraties. De combinatie van deze abiotische parameters maakt dan ook dat deze geullocatie niet kansrijk is voor de aanleg van kwelnatuur. Dit is in strijd met het onderzoek uit 2019 waar op deze locatie een kwelgeul haalbaar werd geacht. Gezien het grote verschil in de waterkwaliteit en de beperkte bodemgegevens is dat eenvoudig te verklaren.

Ter illustratie is een mogelijk dwarsprofiel toegevoegd in Figuur 3-9. De totale lengte van geullocatie 3b bedraagt 1000 meter.



Figuur 3-9: Indicatief dwarsprofiel voor geullocatie 3b





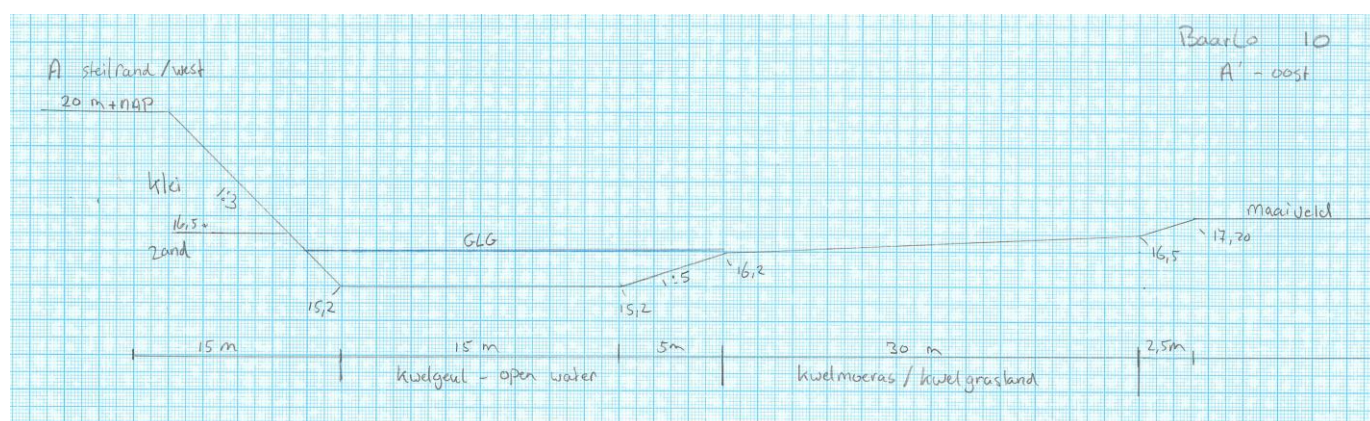
### 3.10 Geullocatie 10 (Hummerenweg)

Geullocatie 10 (Hummerenweg) is een langgerekt gebied wat zich vanaf locatie 3a circa 1500 meter uitstrekt richting het zuiden langs de terrasrand. De abiotische omstandigheden in het noorden van deze locatie zijn vergelijkbaar met die van geullocatie 3a. De waterkwaliteit is voldoende te kwalificeren en zandondergrond en grondwaterstand bevinden zich binnen twee meter beneden maaiveld. Dit betreft het stuk vanaf "De Roffart" tot aan de "Aan Hoogendries".

Naar het zuiden toe blijven de grondwaterstand en bodemopbouw geschikt voor de aanleg van kwelnatuur. Echter verslechtert de waterkwaliteit, met name ter hoogte van peilbuis 20 en 21. Wederom valt het hierop dat de waterkwaliteit sterk achteruit gaat zodra het landgebruik intensieve akkerbouw wordt.

Zoals hierboven beschreven zijn de omstandigheden voor kwelnatuur geschikt in het noorden van deelgebied 10 en is hiermee de aanleg van een kwelgeul kansrijk. De kansrijkheid neemt af in zuidelijke richting, met name ter hoogte van de champignonkwekerij langs de Boshoeckerloop lijkt een kwelgeul niet kansrijk. In de tussenliggende graslandpercelen zou kwelnatuur, vanwege het landgebruik, kansrijker kunnen zijn.

In de onderstaande Figuur 3-10 is een indicatief dwarsprofiel opgenomen voor geullocatie 10 (Hummerenweg). De totale lengte van de geullocatie is 1500 meter, de lengte van de geul tussen De Roffart en Aan Hoogendries is circa 250 meter.



Figuur 3-10: Indicatief dwarsprofiel voor geullocatie 10 (Hummerenweg)

### 3.11 Conclusies

Figuur 3-11 geeft een samenvatting van de criteria waarop de kansrijkheid per geullocatie is afgewogen, inclusief de algemene conclusie met betrekking tot de technische haalbaarheid per geullocatie.



Criteria	Huidige waterkwaliteit	Grondwaterstand (augustus)	Zanddiepte	Waargenomen Kwelverschijnselen	Technische Haalbaarheid kwelgeulen	Geullengte
Schaal	zeer goed	<1,5m-mv	<2,5m-mv	ja/nee	zeer goed	[m]
	goed	1,5-2m-mv	2,5-3m-mv		goed	
	voldoende	2-3m-mv	3-4m-mv		voldoende	
	matig	>3m-mv	>4m-mv		slecht	
	slecht				zeer slecht	
Tangkoel				ja		500
Verlengde tangkoel				ja		600****
1a				nee		300
Romeinenweerd			*	ja		700
1b		West		ja	***	900
		Oost				
2a	Noord			ja		250
	Zuid		**			
2b				nee		350
3a	West			ja		1.000
	Oost					
3b				nee		1.000
10	Noord			ja		250
	Zuid					

\* fijn zand en silt & vergraven gebied

\*\* veraard veen in de ondergrond

\*\*\* meer inzicht in geohydrologische situatie nodig

\*\*\*\* ruimte voor twee parallelle geulen van 300m

Figuur 3-11: Samenvatting van de kansrijkheid van de kwelgeul locaties incl. de afgewogen criteria.

## 4 Aanbevelingen

Voor de uitwerking in een ontwerp onderscheiden we meerdere aanbevelingen.

### Aanleg Bufferzones

Uit de metingen van de waterkwaliteit is gebleken dat het landgebruik en met name akkerbouw een grote impact heeft op de waterkwaliteit en daarmee ook de haalbaarheid van kwelnatuur. Voor zo robuust mogelijke kwelgeulen en de ontwikkeling van kwelvegetatie te optimaliseren wordt aanbevolen om rondom de geulen een bufferzone te hanteren. Dit is een strook van minimaal 15 meter waarbinnen geen bemesting en bestrijdingsmiddelen wordt toegepast. Idealiter wordt ook de bouwvoor afgegraven



waardoor de nutriënten gelijk uit het systeem zijn en geen nalevering naar het grondwater meer kan plaatsvinden.

### **Afvoer landbouwwater**

Zoals uit paragraaf 2.5 al is beschreven liggen er in het gebied meerdere primaire en secundaire watergangen in het gebied. Deze hebben veelal een afwaterende functie voor de landbouwpercelen. Met de aanleg van de kwelgeulen verdwijnt een groot deel van deze watergangen aangezien ze ter plekke van de geullocaties liggen. Hiermee verdwijnt ook de mogelijkheid voor agrarische percelen (die in agrarisch beheer blijven) om oppervlaktewater af te voeren. Om te voorkomen dat er oppervlaktewater met hoge concentraties aan nutriënten terecht komt in de kwelgeulen is het belangrijk om het landbouwwater niet via de kwelgeulen af te laten wateren. Hierbij kan gedacht worden aan het omleggen van watergangen (richting de Maas) of het graven van droge greppels tussen landbouwpercelen en de kwelgeul.

### **Slechte waterkwaliteit**

Leg geen geïsoleerde wateren aan waar de waterkwaliteit te slecht is. Naast kwelgeulen zijn ook geïsoleerde geulen of anderzijds geïsoleerd water weinig kansrijk en is het risico op algenbloei in deze stilstaande wateren te groot. De enige andere optie is om het water aangetakt of meestromend te maken zodra de kwaliteit slecht wordt beoordeeld. Anderzijds is er de mogelijkheid om gebiedsbreed de agrarische functie te verwijderen en op lange termijn de waterkwaliteit daarmee voldoende te verbeteren. Vooraf is geen zekerheid te bieden dat het stoppen van agrarisch gebruik en het verwijderen van de voedselrijke bovenlaag de waterkwaliteit voldoende verbeterd voor goed functionerende kwelgeulen. Maar een significante verbetering in de waterkwaliteit is dan wel zeer aannemelijk.

### **Impact van raakvlakken**

Zorg in het begin van het VO-traject voor afstemming met de dijkspecialisten van het Waterschap. Hiermee kan vroegtijdig de input en eisen omtrent dijkveiligheid meegenomen worden in het ontwerp van de kwelgeulen. Ook kunnen de uitkomsten van conditionerende onderzoeken en afstemming met de omgeving zorgen voor een verkleining van de vastgelegde scope in de vervolgfases.

### **Effecten grondwater**

Onderzoek vroegtijdig effecten op het grondwatersysteem en sluit dat kort met bevoegde gezag provincie Limburg en Waterschap Limburg. Het aanleggen van kwelgeulen kan lokaal verdrogend werken, hierop dient te worden geanticipeerd en mogelijk maatregelen worden genomen, zoals drempels op GVG-niveau (gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand) en/of bodem minder diep ontgraven. Hiervoor is nodig dat grondwater/geohydrologisch onderzoek vroegtijdig in het ontwerpproces wordt meegenomen. Ook vanuit het principe bodem en water sturend dient hier een goede onderbouwing te komen.

### **Alternatieve inrichting binnen de zoekgebieden**

Vanuit de afwegingen in hoofdstuk 3 volgt dat sommige geullocaties niet of minder geschikt zijn voor het aanleggen van kwelnatuur (Figuur 3-11). Daarom worden hier onder enkele suggesties gedaan voor eventuele andere inrichtingsmogelijkheden.

#### Romeinenweerd en Geullocatie 1a

Binnen het gebied van de Romeinenweerd wordt afgeraden een volledig nieuwe kwelgeul aan te leggen. Binnen dit gebied kunnen de bestaande structuren goed benut worden. Door de bestaande plassen op elkaar aan te sluiten en zowel het slib op de bodem als de exoten te verwijderen, kan hier zich hier mooie natte (kwel)natuur ontwikkelen.





Daarnaast heeft het bestaande oobos ook een natuurlijke waarde binnen het gebied. Vanuit de PAGW wordt bijvoorbeeld actief gezocht naar uiterwaard gebieden waar oobos teruggebracht kan worden.

Geullocatie 1a ligt stroomafwaarts van de Romeinenweerd. Echter ligt de grondwaterstand in gebied 1a aanzienlijk lager dan in de Romeinenweerd en de Springbeek ten noorden van locatie 1a. Het initiële idee om de plassen van de Romeinenweerd te verlengen naar locatie 1a en deze vervolgens af te laten wateren op de Springbeek is dus niet mogelijk. Het water zou dan namelijk als een soort waterval vanuit de Romeinenweerd locatie 1a instromen en vervolgens niet meer via de Springbeek af kunnen wateren. Daarom wordt geadviseerd om gebied 1a als overloopgeul/beeke in te richten vanaf de Romeinenweerd naar de Springbeek. Daarnaast kan dan de rest van het gebied op een andere natuurlijke manier ingericht worden.

#### Geullocaties 2b en 3b

Voor geullocaties 2b en 3b is het aanleggen van een kwelgeul niet haalbaar. Echter zou het gebied wel voor weerdverlaging en/of het aanleggen van een stuwpasserende nevengeul van stuw Belfeld benut kunnen worden.

#### Geullocatie 10 (Hummerenweg)

Zoals aangegeven in paragraaf 3.10 is het aanleggen van een kwelgeul ten zuiden van De Roffart minder kansrijk door de slechtere waterkwaliteit als gevolg van de akkerbouw binnen het gebied. Echter liggen ten zuiden van De Roffart nog een aantal graspercelen waar naar verwachting de grondwaterkwaliteit beter zal zijn dan in de akkerpercelen. Ook hier geldt dat het verwijderen van de agrarische functie van de grasland en akkerbouwpercelen de waterkwaliteit mogelijk voldoende kan verbeteren. Daarnaast zullen in de toekomst de kassen op de steilrand (ter hoogte van de graslanden ten zuiden van De Roffart) verwijderd worden, waardoor de waterkwaliteit naar verwachting ook toe zal nemen.

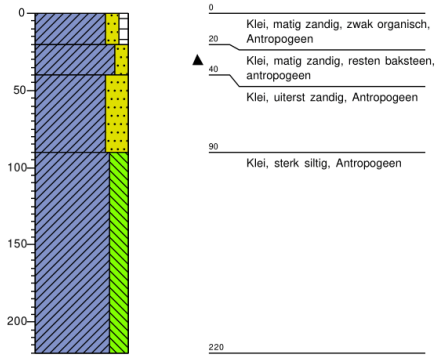


## BIJLAGE 1 - BOORSTATEN



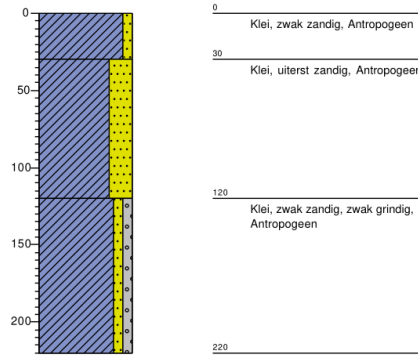
**Boring: 01**

Datum: 25-9-2023  
 X coördinaat: 207033,32  
 Y coördinaat: 373746,00  
 Maaiveld m+NAP: 13.41



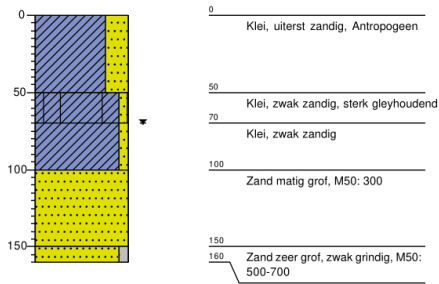
**Boring: 02**

Datum: 25-9-2023  
 X coördinaat: 207127,71  
 Y coördinaat: 373834,28  
 Maaiveld m+NAP: 13.41



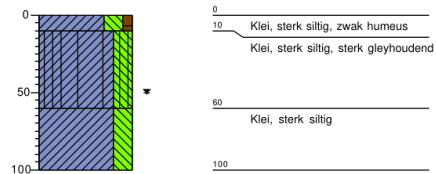
**Boring: 03**

Datum: 25-9-2023  
 X coördinaat: 206506,92  
 Y coördinaat: 373807,80  
 Maaiveld m+NAP: 16.27  
 GWS: 70



**Boring: 04**

Datum: 25-9-2023  
 X coördinaat: 206910,03  
 Y coördinaat: 373865,47  
 Maaiveld m+NAP: 14.05  
 GWS: 50



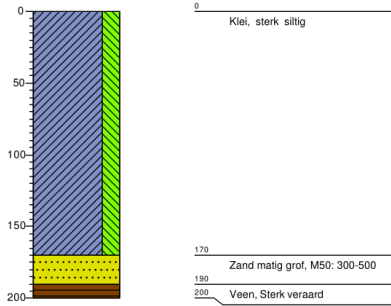


**Boring: 05**

Datum: 25-9-2023

X coördinaat: 206604,66  
Y coördinaat: 373415,98  
Maaiveld m+NAP: 14.43

GWS: 0

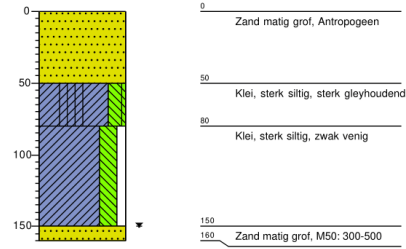


**Boring: 07**

Datum: 25-9-2023

X coördinaat: 206249,01  
Y coördinaat: 373744,26  
Maaiveld m+NAP: 17.3

GWS: 150

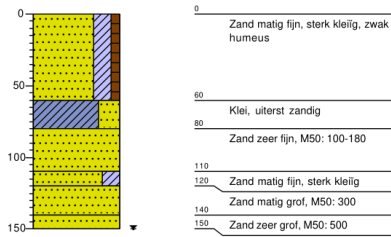


**Boring: 08**

Datum: 25-9-2023

X coördinaat: 206382,60  
Y coördinaat: 373802,46  
Maaiveld m+NAP: 16.85

GWS: 150

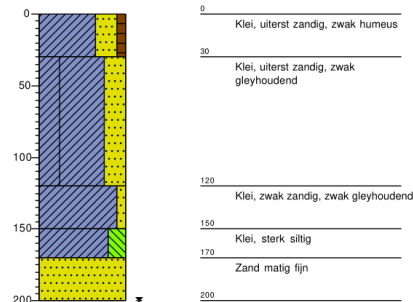


**Boring: 09**

Datum: 25-9-2023

X coördinaat: 206139,04  
Y coördinaat: 373692,81  
Maaiveld m+NAP: 17.33

GWS: 200

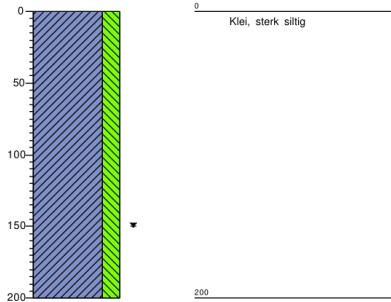


**Boring: 10**

Datum: 25-9-2023

X coördinaat: 205354,84  
Y coördinaat: 370712,68  
Maaiveld m+NAP: 16.01

GWS: 150

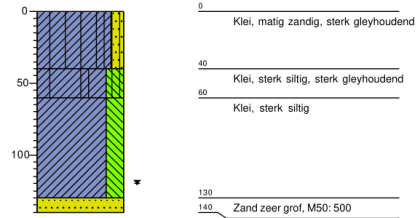


**Boring: 12**

Datum: 25-9-2023

X coördinaat: 205405,97  
Y coördinaat: 372361,96  
Maaiveld m+NAP: 16.11

GWS: 120

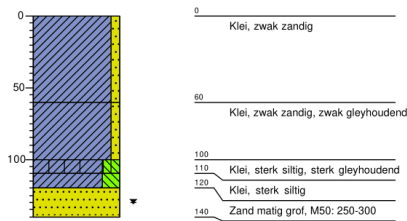


**Boring: 13**

Datum: 25-9-2023

X coördinaat: 205555,15  
Y coördinaat: 372545,62  
Maaiveld m+NAP: 16.42

GWS: 130

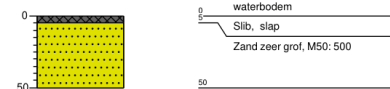


**Boring: 14**

Datum: 25-9-2023

X coördinaat: 204330,01  
Y coördinaat: 369792,11  
Maaiveld m+NAP: 16.73

GWS: 0

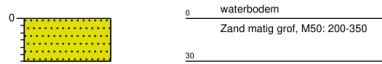


**Boring: 15**

Datum: 25-9-2023

X coördinaat: 204563,72  
Y coördinaat: 370099,31  
Maaiveld m+NAP: 16.2

GWS: 0

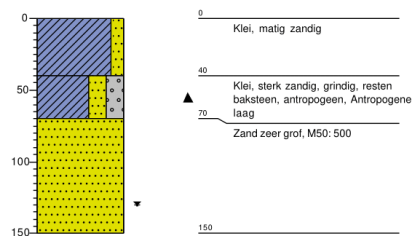


**Boring: 16**

Datum: 25-9-2023

X coördinaat: 204699,69  
Y coördinaat: 370245,71  
Maaiveld m+NAP: 17.3

GWS: 130

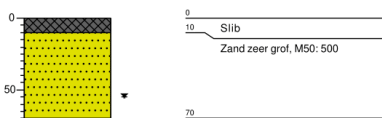


**Boring: 17**

Datum: 25-9-2023

X coördinaat: 204841,23  
Y coördinaat: 370545,16  
Maaiveld m+NAP: 16.24

GWS: 55

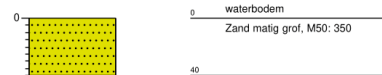


**Boring: 18**

Datum: 25-9-2023

X coördinaat: 204841,11  
Y coördinaat: 370609,88  
Maaiveld m+NAP: 15.83

GWS: 0

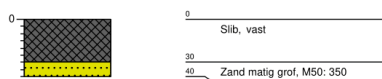


**Boring: 19**

Datum: 25-9-2023

X coördinaat: 205030,41  
Y coördinaat: 371068,43  
Maaiveld m+NAP: 15.51

GWS: 0

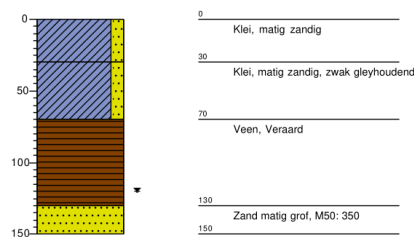


**Boring: 20**

Datum: 25-9-2023

X coördinaat: 204834,42  
Y coördinaat: 370902,77  
Maaiveld m+NAP: 16.23

GWS: 120



Projectnaam: Haalbaarheid kwelgeulen Baarlo  
Projectcode: BA\_AR\_LO



**Boring: 21**

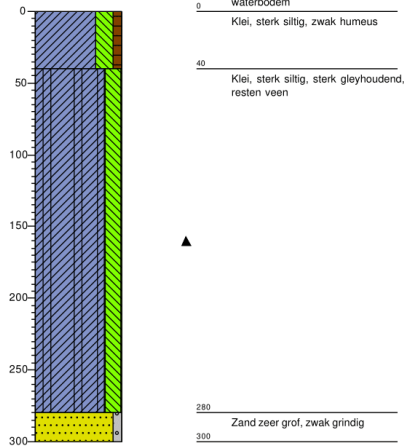
Datum: 25-9-2023

X coördinaat: 205356,87

Y coördinaat: 370798,10

Maaiveld m+NAP: 15,67

GWS: 0



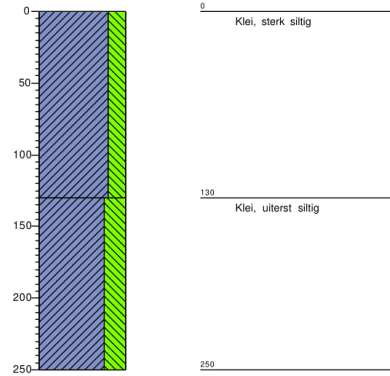
**Boring: 22**

Datum: 25-9-2023

X coördinaat: 205468,67

Y coördinaat: 371072,89

Maaiveld m+NAP: 14,84

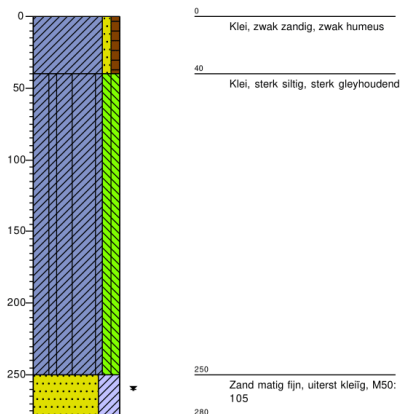


**Boring: 23**

Datum: 25-9-2023

X coördinaat: 205488,24  
Y coördinaat: 371232,88  
Maaiveld m+NAP: 15.5

GWS: 260

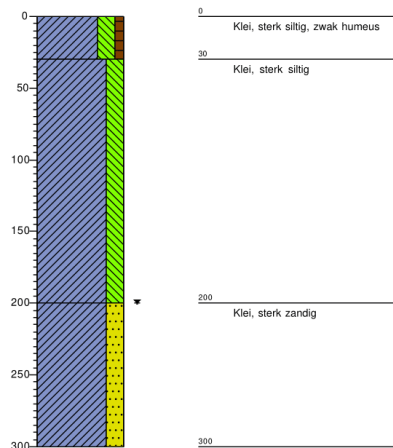


**Boring: 24**

Datum: 25-9-2023

X coördinaat: 205500,96  
Y coördinaat: 371556,78  
Maaiveld m+NAP: 14.68

GWS: 200



**Boring: 25**

Datum: 25-9-2023

X coördinaat: 205326,09  
Y coördinaat: 371714,63  
Maaiveld m+NAP: 14.2

GWS: 0

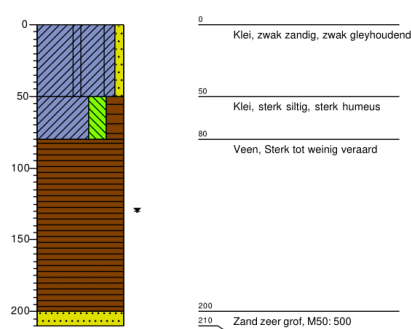


**Boring: 26**

Datum: 25-9-2023

X coördinaat: 205235,90  
Y coördinaat: 371279,54  
Maaiveld m+NAP: 16.02

GWS: 130



Projectnaam: Haalbaarheid kwelgeulen Baarlo  
Projectcode: BA\_AR\_LO

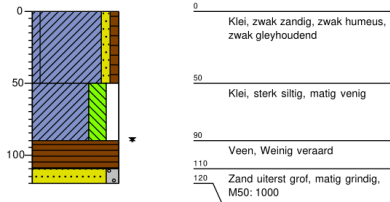


**Boring: 27**

Datum: 25-9-2023

X coördinaat: 205277,43  
Y coördinaat: 371531,89  
Maaiveld m+NAP: 15,23

GWS: 90

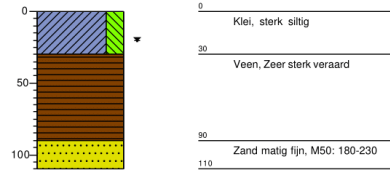


**Boring: 29**

Datum: 25-9-2023

X coördinaat: 205181,48  
Y coördinaat: 370849,76  
Maaiveld m+NAP: 15,62

GWS: 20

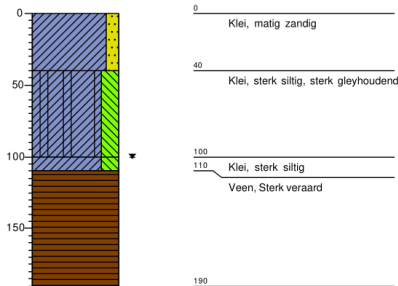


**Boring: 30**

Datum: 25-9-2023

X coördinaat: 205302,78  
Y coördinaat: 372146,71  
Maaiveld m+NAP: 16,16

GWS: 100

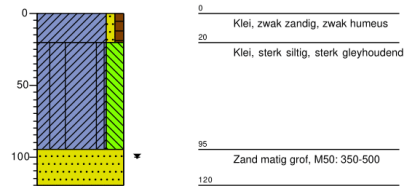


**Boring: 31**

Datum: 25-9-2023

X coördinaat: 205765,21  
Y coördinaat: 372736,85  
Maaiveld m+NAP: 15,77

GWS: 100

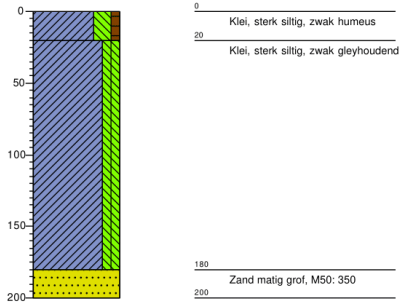


Projectnaam: Haalbaarheid kwelgeulen Baarlo  
Projectcode: BA\_AR\_LO



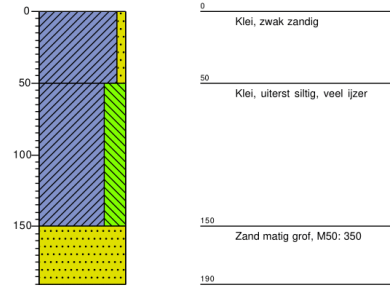
**Boring: 32**

Datum: 25-9-2023  
X coördinaat: 206357,53  
Y coördinaat: 373183,67  
Maaiveld m+NAP: 15,59








**Boring: 33**

Datum: 25-9-2023  
X coördinaat: 206086,85  
Y coördinaat: 372999,69  
Maaiveld m+NAP: 15,64








**Legenda (conform NEN 5104)**

**grind**

-  Grind, siltig
-  Grind, zwak zandig
-  Grind, matig zandig
-  Grind, sterk zandig
-  Grind, uiterst zandig

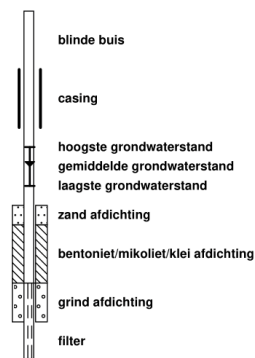
**zand**

-  Zand, kleiig
-  Zand, zwak siltig
-  Zand, matig siltig
-  Zand, sterk siltig
-  Zand, uiterst siltig

**veen**

-  Veen, mineraalarm
-  Veen, zwak kleiig
-  Veen, sterk kleiig
-  Veen, zwak zandig
-  Veen, sterk zandig

**peilbuis**









**klei**

-  Klei, zwak siltig
-  Klei, matig siltig
-  Klei, sterk siltig
-  Klei, uiterst siltig
-  Klei, zwak zandig
-  Klei, matig zandig
-  Klei, sterk zandig

**leem**

-  Leem, zwak zandig
-  Leem, sterk zandig






**overige toevoegingen**

-  zwak humeus
-  matig humeus
-  sterk humeus
-  zwak grindig
-  matig grindig
-  sterk grindig

**geur**

-  geen geur
-  zwakke geur
-  matige geur
-  sterke geur
-  uiterste geur




**olie**

-  geen olie-water reactie
-  zwakke olie-water reactie
-  matige olie-water reactie
-  sterke olie-water reactie
-  uiterste olie-water reactie







**p.i.d.-waarde**

-  >0
-  >1
-  >10
-  >100
-  >1000
-  >10000

**monsters**

-  geroerd monster
-  ongeroerd monster
-  volumering

**overig**

-  bijzonder bestanddeel
-  Gemiddeld hoogste grondwaterstand
-  grondwaterstand
-  Gemiddeld laagste grondwaterstand
-  slib
-  water

Projectnaam: Haalbaarheid kwelgeulen Baarlo  
 Projectcode: BA\_AR\_LO



## BIJLAGE 2 - WATERKWALITEIT

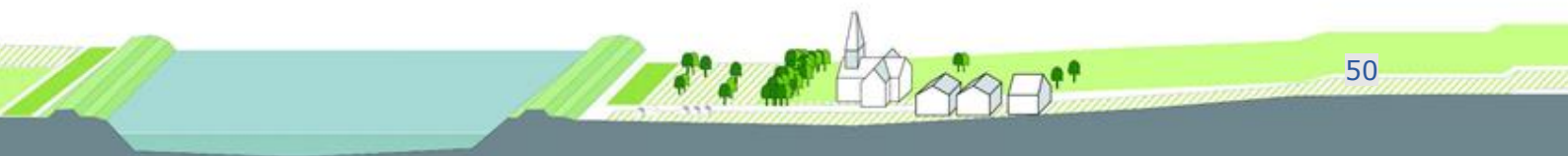
Grondwaterkwaliteit – zie tabellen volgende pagina's (bron: 23ZP0851-RG-01 Resultaten grondonderzoek V(1.0).pdf & 23ZP0851-RG-02 Resultaten grondonderzoek - Fase 2 V(1.0).pdf):

1. Waterkwaliteit peilbuismonsters.
2. Waterkwaliteit oppervlaktewatermonsters

Beide tabellen geven per locatie de waterkwaliteit voor het eerste en tweede meetmoment:

1. Tussen 1 tot 3 augustus 2023
2. Tussen 28 en 30 augustus 2023

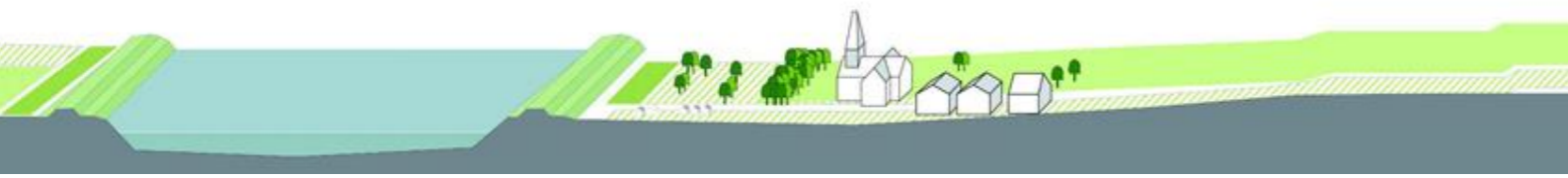
De blauwe arcering van de kolommen geeft een onderlinge vergelijking van de waardes per kolom. De kleur geeft dus niet aan of een waarde goed of slecht is, maar alleen of deze waarde relatief hoog (donkerblauw) of laag (wit) is ten opzichte van de overige waardes.



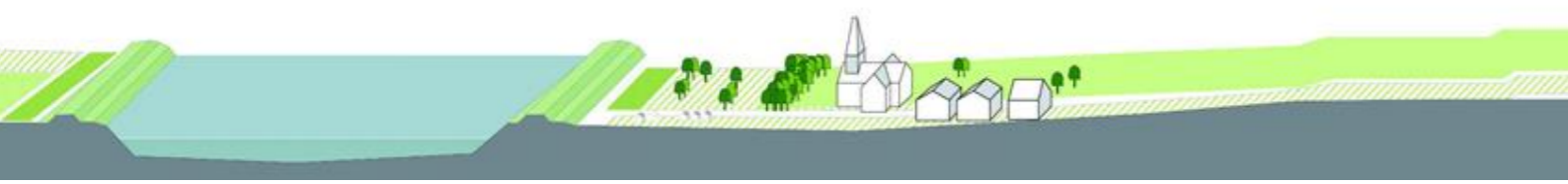


Watermonsters peilbuizen

Locatie & meeting nr.	ALGEMENE PARAMETERS			METALEN										ANORGANISCHE VERBINDINGE					DIVERSE NATCHEMISCHE BEPALINGEN									
	pH	geleidingsvermogen (25°C)(EC)	temperatuur t.b.v. pH	aluminium	calcium	calcium hardheid	kaliüm	magnesium	magnesium hardheid	natrium	ijzer totaal	ijzer (2+)	totale hardheid (meq/l)	totale hardheid (gr. D)	ammonium	ammonium	Carbonaat	bicarbonaat	fosfor	chloride	nitraat	nitraat	zuurstof	sulfaat	(ortho) fosfaat	Alkaliteit (als CaCO3)	Alkaliteit	Redox potentiaal
	-	µS/cm	°C	µg/l	µg/l	meq/l	µg/l	µg/l	meq/l	µg/l	µg/l	mg/l	meq/l	gr.D	mg/l	mgN/l	mg/l	mg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mgN/l	mg/l	mg/l	mgP/l	mg CaCO3/l	mmol/l	mV
HBpb001-1-1	6,6	470	20,9	<100	74000	4	16000	10000	0,85	2400	12000	9	4,5	13	0,9	0,7	<0,50	300	210	<3,0	<0,75	<0,17	<0,5	9	<0,05	270	5,3	320
HBpb001-1-2	6,7	490	19,3	<100	66000	3	18000	10000	0,83	2100	16000	16	4,1	12	1,6	1,2	<0,50	320	440	<3,0	<0,75	<0,17	<0,5	8,8	<0,10	250	5	170
HBpb002-1-1	7	740	21,1	<100	130000	6	1200	9200	0,76	19000	1600	<0,2	7,1	20	<0,2	<0,15	<0,50	410	<100	20	12	2,6	4,9	37	<0,05	330	6,5	330
HBpb002-1-2	7	750	18,5	<100	130000	6	1100	8300	0,68	19000	2800	0,2	7,2	20	<0,2	<0,15	<0,50	420	<100	21	6,4	1,5	5	31	<0,10	340	6,7	490
HBpb003-1-1	6,9	950	20,6	<100	130000	6	53000	17000	1,4	22000	4400	2,5	7,7	22	<0,2	<0,15	<0,50	330	460	43	<0,75	<0,17	1,4	160	0,42	290	5,9	310
HBpb003-1-2)	6,9	930	18,6	<100	130000	6	46000	14000	1,2	23000	1700	0,6	7,5	21	<0,2	<0,15	<0,50	330	530	45	<0,75	<0,17	2,4	160	0,51	270	5,4	440
HBpb004-1-1	6,8	720	20,8	<100	100000	5	29000	12000	0,98	16000	24000	22	6	17	2	1,5	<0,50	340	360	24	<0,75	<0,17	<0,5	76	<0,05	300	6,1	150
HBpb004-1-2	6,8	810	19,6	<100	98000	5	31000	13000	1,1	18000	21000	20	6	17	1,6	1,2	<0,50	260	420	33	<0,75	<0,17	0,6	130	<0,10	250	4,9	140
HBpb005-1-1	6,5	830	21,1	<100	110000	5	34000	19000	1,6	21000	6600	2,8	6,9	19	<0,2	<0,15	<0,50	160	<100	39	<0,75	<0,17	1,9	230	<0,05	160	3,3	290
HBpb005-1-2	6,6	840	18,9	<100	110000	5	33000	16000	1,3	20000	2700	0,6	6,5	18	<0,2	<0,15	<0,50	190	<100	41	<0,75	<0,17	1,3	230	<0,10	160	3,2	290
HBpb006-1-1	6,8	580	20,5	<100	85000	4	5200	9000	0,74	16000	19000	19	5	14	0,4	0,3	<0,50	230	140	34	<0,75	<0,17	0,6	71	<0,05	210	4,3	150
HBpb006-1-2	6,9	610	18,6	<100	86000	4	4800	8000	0,66	18000	10000	10	5	14	0,4	0,3	<0,50	220	100	38	2,1	0,48	1,2	79	<0,10	190	3,8	110
HBpb007-1-1	6,9	530	20,5	<100	56000	3	28000	12000	1	13000	4700	2,4	3,8	11	<0,2	<0,15	<0,50	110	<100	22	19	4,3	1,8	120	<0,05	93	1,9	350
HBpb007-1-2	6,9	540	18,7	<100	59000	3	26000	11000	0,92	13000	480	0,8	3,9	11	<0,2	<0,15	<0,50	120	<100	25	23	5,2	1,1	120	<0,10	94	1,9	420
HBpb008-1-1	6,7	550	20,5	<100	87000	4	3800	7000	0,58	13000	14000	11	4,9	14	0,3	0,2	<0,50	210	<100	22	<0,75	<0,17	1,5	87	<0,05	180	3,7	200
HBpb008-1-2	6,7	590	18,7	<100	94000	5	4000	6400	0,53	14000	11000	8,6	5,2	15	0,4	0,3	<0,50	220	<100	25	<0,75	<0,17	0,7	94	<0,10	180	3,5	130
HBpb009-1-1	5,8	730	20,2	240	58000	3	41000	11000	0,89	37000	10000	0,2	3,8	11	<0,2	<0,15	<0,50	<20	<100	52	150	34	6,4	120	<0,05	<25	<0,5	490
HBpb009-1-2	5,8	790	18,4	<100	63000	3	40000	10000	0,83	39000	3900	<0,2	4	11	<0,2	<0,15	<0,50	<20	<100	57	170	39	6,1	130	<0,10	<25	<0,5	460
HBpb010-1-1	6,9	530	20	<100	78000	4	21000	8800	0,72	7000	1700	0,4	4,6	13	<0,2	<0,15	<0,50	190	<100	10	36	8,1	2,5	71	<0,05	160	3,1	420
HBpb010-1-2	6,8	560	18	<100	81000	4	21000	7500	0,62	6700	<100	<0,2	4,6	13	<0,2	<0,15	<0,50	180	<100	13	53	12	2,8	73	<0,10	150	2,9	450
HBpb011-1-1	7	760	20,2	<100	140000	7	<1000	5200	0,43	17000	1300	<0,2	7,4	21	<0,2	<0,15	<0,50	290	<100	27	47	11	4,3	92	<0,05	250	4,9	370
HBpb011-1-2	7,1	780	18,8	<100	140000	7	<1000	4500	0,37	17000	480	<0,2	7,5	21	<0,2	<0,15	<0,50	300	<100	28	47	11	4,2	94	<0,10	250	5	350
HBpb012-1-1	6,8	680	20,4	230	80000	4	31000	14000	1,2	25000	770	<0,2	5,1	14	<0,2	<0,15	<0,50	280	<100	3,9	69	16	2,5	62	<0,05	230	4,7	440
HBpb012-1-2	6,9	710	18,5	<100	84000	4	28000	15000	1,2	27000	210	0,2	5,4	15	<0,2	<0,15	<0,50	290	<100	5	65	15	5,2	64	<0,10	240	4,8	340
HBpb013-1-1	6,6	470	20,2	<100	76000	4	2400	6100	0,5	12000	11000	10	4,3	12	0,5	0,4	<0,50	190	110	27	<0,75	<0,17	0,8	51	<0,05	160	3,1	370
HBpb013-1-2	6,6	420	18	<100	66000	3	1500	4900	0,4	12000	9500	9,1	3,7	10	0,4	0,3	<0,50	170	130	22	1	0,23	2,4	39	<0,10	140	2,9	160
HBpb014-1-1	6,6	610	20,5	<100	85000	4	<1000	5700	0,47	22000	260	<0,2	4,7	13	<0,2	<0,15	<0,50	70	<100	24	140	32	6,4	78	<0,05	53	1,1	440
HBpb014-1-2	6,3	650	18	<100	92000	5	<1000	6600	0,55	26000	<100	<0,2	5,1	14	<0,2	<0,15	<0,50	66	<100	26	140	32	7,3	78	<0,10	54	1,1	400
HBpb015-1-1	6,6	600	20,1	<100	84000	4	<1000	5800	0,48	22000	740	<0,2	4,7	13	<0,2	<0,15	<0,50	69	<100	24	140	31	6,7	78	<0,05	53	1,1	430
HBpb015-1-2	6,8	660	17,6	<100	92000	5	<1000	6500	0,53	25000	520	<0,2	5,1	14	<0,2	<0,15	<0,50	68	<100	27	150	34	5,8	82	<0,10	54	1,1	390
HBpb016-1-1)	6,6	890	20,2	<100	130000	6	15000	12000	1	37000	2600	0,3	7,4	21	<0,2	<0,15	<0,50	290	<100	55	<0,75	<0,17	2,8	170	<0,05	220	4,5	420
HBpb016-1-2	6,7	860	18,6	<100	120000	6	15000	12000	1	37000	350	0,4	7,1	20	<0,2	<0,15	<0,50	310	<100	48	<0,75	<0,17	2,9	140	<0,10	250	5,1	370
HBpb017-1-1	6,4	600	20,6	<100	78000	4	16000	6800	0,56	32000	<100	<0,2	4,5	13	<0,2	<0,15	<0,50	160	<100	49	4	0,9	2,2	110	<0,05	130	2,6	420
HBpb017-1-2	6,4	700	17,6	<100	87000	4	17000	7900	0,65	35000	860	0,3	5	14	<0,2	<0,15	<0,50	200	<100	53	1,8	0,4	0,8	110	<0,10	170	3,3	400
HBpb018-1-1	5,9	520	20,3	<100	64000	3	10000	6700	0,55	19000	1200	<0,2	3,7	10	<0,2	<0,15	<0,50	27	<100	26	85	19	2	110	<0,05	<25	<0,5	430
HBpb018-1-2	6	540	18,1	<100	64000	3	8500	7100	0,58	21000	1100	<0,2	3,8	11	<0,2	<0,15	<0,50	27	<100	28	100	23	1,7	100	<0,10	<25	<0,5	390
HBpb019-1-1	6,5	410	20,4	<100	65000	3	<1000	4500	0,37	13000	17000	17	3,6	10	0,2	0,2	<0,50	170	280	18	<0,75	<0,17	0,7	51	<0,05	130	2,7	190



Locatie & meeting nr.	ALGEMENE PARAMETERS			METALEN										ANORGANISCHE VERBINDINGE					DIVERSE NATCHEMISCHE BEPALINGEN									
	pH	geleidingsvermogen (25°C)(EC)	temperatuur t.b.v. pH	aluminium	calcium	calcium hardheid	kalium	magnesium	magnesium hardheid	natrium	ijzer totaal	ijzer (2+)	totale hardheid (meq/l)	totale hardheid (gr. D)	ammonium	ammonium	Carbonaat	bicarbonaat	fosfor	chloride	nitraat	nitraat	zuurstof	sulfaat	(ortho) fosfaat	Alkaliteit (als CaCO3)	Alkaliteit	Redox potentiaal
	-	µS/cm	°C	µg/l	µg/l	meq/l	µg/l	µg/l	meq/l	µg/l	µg/l	mg/l	meq/l	gr.D	mg/l	mgN/l	mg/l	mg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mgN/l	mg/l	mg/l	mgP/l	mg CaCO3/l	mmol/l	mV
HBpb019-1-2	6,7	400	17,9	<100	58000	3	<1000	4500	0,37	14000	26000	55	3,3	9,2	0,2	0,2	<0,50	180	400	14	<0,75	<0,17	<0,5	38	<0,10	140	2,7	160
HBpb020-1-1	6,2	690	20,3	<100	76000	4	24000	12000	0,96	24000	2500	<0,2	4,8	13	<0,2	<0,15	<0,50	34	<100	51	140	31	7,3	130	<0,05	27	0,5	420
HBpb020-1-2 HBpb020 (320-420)	6,2	710	18,3	<100	74000	4	22000	12000	0,98	26000	2900	<0,2	4,7	13	<0,2	<0,15	<0,50	35	<100	53	130	30	6,8	110	<0,10	27	0,5	420
HBpb021-1-1	6,3	530	20,4	<100	59000	3	40000	8700	0,72	12000	9100	0,3	3,7	10	<0,2	<0,15	<0,50	120	<100	16	58	13	1,7	97	<0,05	92	1,8	440
HBpb021-1-2	6,3	520	19,1	<100	58000	3	34000	8800	0,72	13000	2400	<0,2	3,6	10	<0,2	<0,15	<0,50	100	<100	19	60	14	1,8	92	<0,10	85	1,7	410
HBpb022-1-1	6,8	490	18,6	<100	57000	3	19000	5500	0,45	27000	3900	0,5	3,3	9,2	<0,2	<0,15	<0,50	160	<100	28	12	2,6	2,2	54	<0,10	130	2,7	350



**Watermonsters oppervlaktewater**

Locatie & meeting nr.	ALGEMENE PARAMETERS			METALEN										ANORGANISCHE VERBINDINGE					DIVERSE NATCHEMISCHE BEPALINGEN									
	pH	geleidingsvermogen (25°C)(EC)	temperatuur t.b.v. pH	aluminium	calcium	calcium hardheid	kaliüm	magnesium	magnesium hardheid	natrium	ijzer totaal	ijzer (2+)	totale hardheid (meq/l)	totale hardheid (gr. D)	ammonium	ammonium	Carbonaat	bicarbonaat	fosfor	chloride	nitraat	nitraat	zuurstof	sulfaat	(ortho) fosfaat	Alkaliteit (als CaCO3)	Alkaliteit	Redox potentiaal
	-	µS/cm	°C	µg/l	µg/l	meq/l	µg/l	µg/l	meq/l	µg/l	µg/l	mg/l	meq/l	gr.D	mg/l	mgN/l	mg/l	mg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mgN/l	mg/l	mg/l	mg/l	mgP/l	mg CaCO3/l	mmol/l
OPP001-1-1	7,3	450	20,5	<100	55000	3	14000	8700	0,72	15000	720	0,2	3,5	9,7	0,2	0,2	<0,50	170	<100	21	9,4	2,1	2,5	50	<0,05	150	3	270
OPP001-1-2	7,2	470	19,2	<100	57000	3	14000	8700	0,72	13000	940	0,4	3,5	10	0,5	0,4	<0,50	190	<100	19	3,8	0,86	1,2	52	<0,10	150	3	290
OPP002-1-1	7	510	20,8	<100	52000	3	17000	7100	0,59	30000	590	<0,2	3,2	8,9	<0,2	<0,15	<0,50	110	<100	54	7,2	1,6	7,7	73	<0,05	93	1,9	420
OPP002-1-2	6,9	610	19,4	<100	59000	3	23000	8800	0,72	29000	1100	<0,2	3,6	10	<0,2	<0,15	<0,50	150	<100	58	4,2	0,96	4,4	80	<0,10	120	2,4	360
OPP003-1-1	7,3	720	20,3	<100	91000	5	30000	15000	1,3	26000	1600	0,3	5,8	16	0,4	0,3	<0,50	370	120	35	<0,75	<0,17	<0,5	43	0,07	310	6,2	250
OPP003-1-2	7,3	720	18,3	<100	91000	5	27000	14000	1,2	24000	950	1,3	5,7	16	<0,2	<0,15	<0,50	340	170	37	<0,75	<0,17	0,7	50	<0,10	280	5,5	310
OPP004-1-1	7,1	600	20,3	<100	85000	4	18000	8200	0,68	17000	3000	2,1	4,9	14	<0,2	0,2	<0,50	230	<100	25	12	2,7	3,3	80	<0,05	190	3,8	420
OPP004-1-2	7,3	790	18,5	<100	110000	5	22000	11000	0,91	25000	5400	1	6,3	18	0,4	0,3	<0,50	270	<100	35	20	4,6	3,7	130	<0,10	220	4,3	370
OPP005A-1-1	6,9	610	18,2	<100	78000	4	13000	11000	0,89	14000	110000	80	4,8	13	1,3	1	<0,50	400	1500	18	<0,75	<0,17	<0,5	<5	<0,10	290	5,7	110
OPP006-1-1	7	610	20,2	<100	80000	4	18000	8000	0,65	24000	2100	0,8	4,6	13	0,4	0,3	<0,50	200	<100	40	14	3,1	5,2	84	<0,05	160	3,2	430
OPP006-1-2	7	650	17,8	<100	84000	4	16000	8000	0,66	27000	1500	0,2	4,8	14	0,4	0,3	<0,50	210	<100	41	15	3,4	6,7	83	<0,10	170	3,5	260
OPP007-1-1	7,2	440	20,7	<100	75000	4	6400	5500	0,46	10000	1200	1,1	4,2	12	<0,2	<0,15	<0,50	190	<100	17	10	2,3	3,3	55	<0,05	150	3	290
OPP007-1-2	6,8	290	18,7	<100	43000	2	4400	3300	0,28	6000	600	0,3	2,4	6,8	0,3	0,2	<0,50	110	<100	8,6	8,6	2	6,4	29	<0,10	93	1,9	290

