

WATERSCHAP LIMBURG

DIJKVERSTERKING ARCEN WATERHUISHOUDINGSPLAN

18-10-2022



KRAGTEN
SCHOOLSTRAAT 8, HERTEN

[BEDRIJF TELEFOONNUMMER]
wsp.com / kragten.nl

PROJECTNUMMER
WSL065

DOCUMENTNUMMER
1, versie 2.1

wsp

kragten

COLOFON

RAPPORTHISTORIE

| | | |
|---|------------|---|
| 1 | 29-09-2022 | Opmerkingen IPM-team WL verwerkt |
| 2 | 14-10-2022 | Opmerkingen R.Dinnesen via IPM-team WL verwerkt |

VERANTWOORDING

-

CONTACTGEGEVENS

088 33 66 164
cc@kragten.nl

AUTORISATIE

| PROJECTNUMMER | DOCUMENTNUMMER | VERSIE | STATUS |
|---------------|----------------|--------|--------|
| WSL065 | 1 | 2.1 | - |

| OPGESTELD DOOR | FUNCTIE | DATUM | PARAAF |
|----------------|-----------|------------|--------|
| CC | Hydroloog | 14-10-2022 | |

| GEVERIFIEERD DOOR | FUNCTIE | DATUM | PARAAF |
|-------------------|--------------|------------|--------|
| NSV | Geohydroloog | 14-10-2022 | |

| GOEDGEKEURD DOOR | FUNCTIE | DATUM | PARAAF |
|------------------|---|------------|--------|
| MLI | Adviseur waterveiligheid en geohydrologie | 17-10-2022 | |

PRODUCTIETEAM

WSP/KRAGTEN

| | |
|-------------------|-----|
| Hydroloog | CC |
| Geohydroloog | NSV |
| Technisch Manager | MLI |

INHOUDS- OPGAVE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INLEIDING | 5 |
| 2 | SITUATIE | 9 |
| 2.1 | Noordelijk deel Oppervlaktewatersysteem | 9 |
| 2.2 | Zuidelijk Deel Oppervlaktewatersysteem | 11 |
| 3 | OPZET SOBEK-MODEL | 18 |
| 3.1 | Opzet schematisatie netwerk 'ArcenRef.lit' | 18 |
| 3.2 | Kalibratie 'ArcenRef.lit' | 19 |
| 3.2.1 | Afvoermetingen en berekende afvoeren | 19 |
| 3.2.2 | Kalibratie van afvoeren Lingsforterbeek | 22 |
| 3.2.3 | Validatie van het model | 23 |
| 3.2.4 | Te hanteren Weerstand | 27 |
| 4 | OPPERVLAKTEWATERYSYSTEMKENMERKEN | 28 |
| 4.1 | Lingsforterbeek | 28 |
| 4.2 | Lommerbroeklossing | 30 |
| 4.3 | Laaklossing | 32 |
| 4.4 | Boerenhuizenlossing | 33 |
| | OVERZICHT BIJLAGE(N) | |
| | Bijlage A | |
| | — Landgebruikkaart (LGN2020) | |
| | Bijlage B | |
| | — Factsheet WL Lingsforterbeek | |
| | Bijlage C | |
| | — Vispassage | |

1 INLEIDING

1.1 DIJKVERSTERKINGSPROGRAMMA

Om te borgen dat Nederland nu en in de toekomst beschermd is tegen overstromingen, is wettelijk vastgelegd dat primaire waterkeringen periodiek worden gecontroleerd. Primaire waterkeringen die niet op orde zijn, worden versterkt. Afspraken over welke primaire waterkeringen wanneer aangepakt worden, leggen het Rijk en de waterschappen gezamenlijk vast in het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Het HWBP wordt jaarlijks geactualiseerd en steeds voor een periode van zes jaar opgesteld, met een doorkijk naar twaalf jaar. Het doel van het huidige programma is het op orde krijgen van de primaire waterkeringen die in de afgelopen en lopende toets/beoordelingsronde zijn afgekeurd.

Waterschap Limburg (WL) is verantwoordelijk voor de hoogwaterbescherming in het door haar beheerde gebied. Ze werkt daarbij nauw samen met partners als het Rijk, Provincie Limburg, betrokken gemeenten en naastgelegen waterschappen. Na de hoge rivierwaterstanden in 1993 en 1995 zijn in het beheergebied van WL in snel tempo Maaskades aangelegd die als nooddijk fungeerden met een overstromingskans van circa 1/50 per jaar. Deze Maaskades zouden deels een tijdelijke functie hebben en vooruitlopend op rivierverruiming hoogwaterbescherming bieden tegen de hoge rivierwaterstanden zoals deze in 1993 en 1995 optraden.

Op 1 januari 2017 is de Waterwet gewijzigd. Er zijn nieuwe wettelijke normen voor hoogwaterveiligheid in werking getreden. Voor ieder dijktraject bestaan de wettelijke normen uit twee delen, beide uitgewerkt in een overstromingskans per jaar. Ten eerste de signaleringswaarde, de overstromingskans per jaar die de beheerder het sein geeft dat de waterkering op termijn versterkt moet worden. Daarnaast de ondergrens, de overstromingskans per jaar waarop het dijktraject gedurende de gehele levensduur ten minste berekend moet zijn. Voor dijktraject Arcen betreft dit een signaleringswaarde van 1/300 per jaar en een ondergrens van 1/100 per jaar. Na dijkverbetering dient de waterkering gedurende de gehele levensduur in ieder geval veiliger te zijn dan de ondergrenswaarde.

Op basis van de nieuwe normen voor hoogwaterbescherming in de Waterwet zijn veel dijken in het beheergebied van Waterschap Limburg afgekeurd op hoogte en sterkte. In 2016 heeft het Waterschap een dijkverbeteringsprogramma opgestart om diverse dijktrajecten in de Noordelijke Maasvallei te verhogen en te versterken. Deze dijkverbeteringen zijn opgenomen in het landelijke Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Waterschap Limburg, Rijkswaterstaat, provincie Limburg, ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, gemeente Beesel, gemeente Bergen, gemeente Leudal, gemeente Maasgouw, gemeente Peel en Maas, gemeente Roermond en gemeente Venlo hebben samen de Stuurgroep HWBP Noordelijke Maasvallei opgezet. Deze Stuurgroep adviseert de bevoegde bestuursorganen met betrekking tot de te nemen besluiten. De doelstelling van het dijkversterkingsprogramma is primair: het verbeteren van de waterveiligheid in de Maasvallei (versterkingsopgave). De secundaire doelstelling is het versterken van gebiedskwaliteiten (opgave ruimtelijke kwaliteit). Deze doelstellingen zijn van alle betrokken partners binnen de Stuurgroep HWBP Noordelijke Maasvallei.

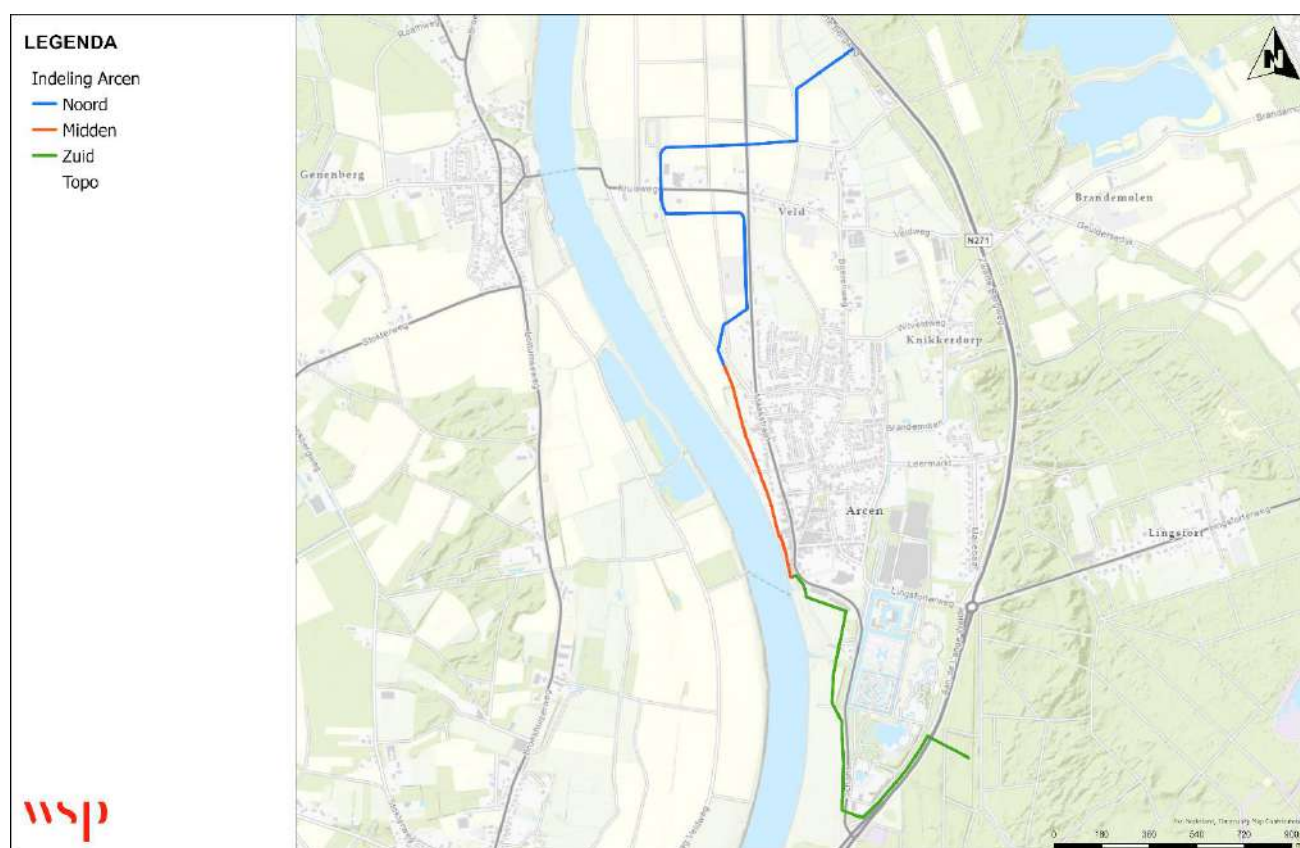


Afbeelding 1. Locaties dijkversterkingen Waterschap Limburg in het Hoogwaterbeschermingsprogramma.

1.2 DEELPROJECT ARCEN

Het project Arcen geeft invulling aan de doelstellingen vanuit verschillende programma's. Allereerst maakt het onderdeel uit van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP Noordelijke Maasvallei), zoals beschreven in paragraaf 1.1. Het project heeft daarnaast een extra opgave meegekregen: de systeemopgave. Met deze systeemopgave wordt beoogd om zoveel mogelijk rivierbed te behouden en de stijging van de waterstand te voorkomen. In de verkenningsfase zijn verschillende tracés voor de primaire waterkering onderzocht en vergeleken. Dit heeft geleid tot een bestuurlijk vastgesteld tracé voor nieuwe primaire waterkering (zie Afbeelding 2). De bestaande waterkering wordt geheel vervangen en met name in het noordelijke deel wordt deze dicht tegen de bebouwde kom van Arcen aangelegd. In Arcen Midden wordt de waterkering uitgevoerd als een glazen wand, óf als een zelfsluitende kering. In Arcen Noord en Arcen Zuid wordt een 'groene' kering aangelegd van grond die aansluit op de hoge gronden aan de rand van het Maasdal. Op een aantal plaatsen worden coupures aangelegd die bij hoog water worden gesloten. Op maatwerklocaties en langs de kasteeltuin wordt geen groene kering aangelegd maar verticale constructie (muur). In de Planuitwerking wordt dit tracé nader uitgewerkt en geoptimaliseerd tot een referentieontwerp voor de waterkering dat de basis is voor de juridische procedures en de realisatiefase.

Ten derde wordt met het project Arcen ook invulling gegeven aan de Kaderrichtlijn water (KRW). Naast het aanleggen en versterken van de primaire waterkering omvat het project ook het beekherstel van de Lingsforterbeek inclusief een vispassage bij de Wijmarsche watermolen.



Afbeelding 2. Dijktraject 65-1 met indeling Noord, Midden, Zuid.

Tot slot is er nog sprake van verschillende meekoppelkansen die bijdragen aan de doelstelling voor het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit van het gebied. In de planuitwerkingsfase worden diverse wensen vanuit de omgeving meegenomen in het referentieontwerp:

- Dubbelzijdig Fietspad vanaf zuidelijke molenvijver direct aan de nieuwe dijk gelegen bij de Schans tot de provinciale weg;

- Het verplaatsen van de bebouwde kom bij de Schans gecombineerd met een 30km-plateau en fietsoversteekplaats;
- Het parkeerterrein tegenover MFA uitbreiden met 7 parkeerplaatsen;
- Het herinrichten van het Schanstorenplein, inclusief terugbrengen oude gracht en suggestie van een brug in combinatie met de nieuwe te plaatsen kering met diverse wandelroutes;
- Het herinrichten/verbeteren van de Burgemeester Linderspromenade inclusief de nieuwe kering (landschappelijk, cultuurhistorisch passend);
- Het duiden op verschillende plekken van de landschappelijk cultuurhistorische waarde van het gebied gecombineerd met de dijkversterking-, of verlegging;
- Passantenhaven.

1.3 DOEL EN POSITIONERING DOCUMENT

Dit rapport heeft als doel de huidige situatie van het oppervlaktewatersysteem (het beekstelsel) te beschrijven. Aanvullend wordt in gegaan op de opzet van het oppervlaktewatermodel (SOBEK) van de huidige situatie. De beschrijving en het model vormen de basis voor het uitwerken van de diverse ontwerpvoorstellen die in latere ontwerpfases aan bod komen.

1.4 LEESWIJZER

In Hoofdstuk 2 wordt nader ingegaan op de huidige situatie. In Hoofdstuk 3 wordt vervolgens ingegaan op de opzet van het SOBEK-model. Dit is een hydrodynamisch computermodel dat het beekstelsel simuleert. Samen met de (oppervlaktewater)metingen vormt het model een belangrijke informatiebron. Hoofdstuk 4 gaat vervolgens in op een aantal hydraulische kenmerken van het oppervlaktewatersysteem.

2 SITUATIE

In dit hoofdstuk wordt de huidige situatie van het oppervlaktewatersysteem beschreven. Hiervoor wordt het oppervlaktewatersysteem opgedeeld in een noordelijk deel (Laaklossing en Boerenhuizenlossing) en een zuidelijk deel (Lingsforterbeek en Lommerbroeklossing). In onderstaande tekst wordt gerefereerd naar afbeeldingen die op het einde van dit hoofdstuk in extra groot formaat zijn opgenomen. Het betreffen afbeeldingen van het gehele gebied (Afbeelding 11), van het noordelijk deel (Laaklossing en Boerenhuizenlossing; Afbeelding 12) en het zuidelijke deel (Lingsforterbeek en Lommerbroeklossing; Afbeelding 13). In deze afbeeldingen wordt het oppervlaktewatersysteem en omgeving getoond met een aantal belangrijke kenmerken. Hieronder worden kort een aantal elementen opgesomd voor het noordelijk deel en voor het zuidelijk deel. De beschrijving van de hydraulische kenmerken is in Hoofdstuk 4 uitgewerkt.

2.1 NOORDELIJK DEEL OPPERVLAKTEWATERSYSTEEM

Het noordelijk deel van het oppervlaktewatersysteem wordt getoond in Afbeelding 12. In Afbeelding 3 is een versimpelde weergave gegeven.



Afbeelding 3. Versimpelde weergaven van het noordelijke oppervlaktewatersysteem (zie Afbeelding 11 voor een grotere weergaven met meer informatie).

Dit deel van het systeem wordt gevormd door de Laaklossing en de Boerenhuizenlossing. De Laaklossing begint bij Arcen en stroomt met Zijtak Laaklossing uit in de Boerenhuizenlossing. De Boerenhuizenlossing “ontspringt” oostelijk in Arcen en heeft een kleine zijtak genaamd “Veld”. De Boerenhuizenlossing stroomt na samenloop met de Laaklossing onder de huidige waterkering door. Deze waterkering wordt gevormd door de Maasstraat. In de huidige situatie gebeurt dit met een circa 67 meter lange \varnothing 700 mm duiker die voorzien is van een afsluiter. Benedenstreams van de waterkering stroomt de buitendijks gelegen Arcense Rijksweglossing uit in de Boerenhuizenlossing. Vervolgens komt de Boerenhuizenlossing uit in de Rode Beek die tot slot uitmondt in de Maas. Een tweede onderdoorgang onder de huidige waterkering / Maasstraat is de duiker tussen de Laaklossing en de Arcense Rijksweglossing. Deze duiker is voorzien van een afsluiter.



Afbeelding 4. De Laaklossing langs de Maasstraat bij de kruising met de Kruisweg.

Stuwen

Er staat een stuw (code: 174957) om de instroom van de Laaklossing richting de Arcense Rijksweglossing te reguleren. In het algemeen staat deze dicht (in zijn hoogste stuwende stand). Overige stuwen zijn te vinden in de Laaklossing, een stuk benedenstrooms van de verbinding met de Arcense Rijksweglossing (code: 98032; stuwpeil: NAP +14,32; bron: SOBEK/watersysteemgegevens) en in de zijtak “Veld” (code: 98031; stuwpeil: NAP +14,72; bron: SOBEK).

Overstorten op het oppervlaktewatersysteem

Vanuit het gebied Veld wordt overgestort op de Boerenhuizenlossing, ter hoogte van de zijtak ‘Veld’ (zie Afbeelding 2). De overstort heeft als code ‘2530 – GEM’ en het betreft een gemengde overstort. Het op de overstort aangesloten stedelijk oppervlak is beperkt, namelijk 0,55 hectare.



Afbeelding 5. Overstort op de Boerenhuizenlossing.

Landgebruik

In Bijlage A, Afbeelding 38 is de Land Gebruikkaart van Nederland (LGN2020) weergegeven van het noordelijk gebied. Langs de Boerenhuizenlossing ligt met name ‘agrarisch grasland’ en bebouwing. Beperkt worden de overige gebieden aangeduid als ‘granen’ en ‘overige landbouwgewassen’. Rond de Laaklossing en tussen de Laaklossing en de

Boerenhuizenlossing is glastuinbouw aanwezig. Bij de onderdoorgang onder de waterkering van de Boerenhuizenlossing en rondom de monding van de Rode Beek is 'natuurgraslanden' en 'moeras vegetatie' aanwezig.

Hoogwater Maas

In geval van hoogwater in de Maas wordt het noordelijke beekstelsysteem afgesloten. De verbinding tussen de Laaklossing en de Arcense Rijksweglossing wordt afgesloten, net zoals de Boerenhuizenlossing ter plaatse van de waterkering. Dit gebeurt wanneer de afvoer van de Maas bij Sint Pieter boven circa 2.000 m³/s komt. Het zelfde geldt voor het installeren en activeren van de pompinstallatie bij de Boerenhuizenlossing ter hoogte van de waterkering.

Toekomstige situatie

Middels een zwarte gestreepte lijn is het toekomstige waterkeringstraject (Voorkeurs Alternatief; VKA) weergegeven. Te zien is dat deze deels teruggelegd wordt, waardoor het toekomstige waterkeringstraject over een deel van de huidige Laaklossing komt te liggen.

In de toekomstige situatie zal langs het (nieuwe) buitendijkse deel van de Boerenhuizenlossing een KRW-maatregel gerealiseerd worden. Deze KRW-maatregel betreft de realisatie van een kwelgebied. Initiatiefnemer hiervan is Rijkswaterstaat Zuid-Nederland.

2.2 ZUIDELIJK DEEL OPPERVLAKTEWATERSYSTEEM

Het zuidelijke deel van het oppervlaktewatersysteem wordt getoond in Afbeelding 13. In Afbeelding 6 is een versimpelde weergave gegeven.



Afbeelding 6. Versimpelde weergaven van het zuidelijke oppervlaktewatersysteem (zie Afbeelding 13 voor een grotere weergaven met meer informatie).

Dit deel van het systeem wordt gevormd door Lommerbroeklossing en de Lingsforterbeek. De Lingsforterbeek ontspringt in het zuiden in het gebied Vree Water (zie Bijlage B voor de factsheet van het waterschap). Eerst draagt de beek dan ook de naam Vreewater. Noordelijk van Lingsfort splitst de beek zich in "Hoogwatergeul Lingsforterbeek" en "Lingsforterbeek". Dit vindt plaats grofweg ter hoogte van Brandemolen. Bovenstrooms van de Rijksweg stromen deze twee weer samen om vervolgens onder bovengenoemde weg door te stromen. In Arcen ligt langs de Lingsforterbeek nog een parallelsloot. Deze parallelsloot verzorgt de afwatering van een onderbemalen gebied. Het peil van de sloot wordt gereguleerd door een gemaal dat loost op de Lingsforterbeek (zie ook Afbeelding 13). De Lingsforterbeek zelf stroomt langs de Kasteeltuinen van Arcen om vervolgens onder de waterkering door naar de watermolen 'Wymarsche Molen' te stromen. Bij de samenvloeiing met de Lommerbroeklossing maakt de beek een haakse bocht en stroomt vervolgens uit in de Maas.

De Lommerbroeklossing ontspringt bij Lomm middels een drietal waterlopen. Vervolgens stroomt de beek door een bos richting de Rijksstraatweg. Vanaf de Rijksstraatweg stroomt de beek door de Kasteeltuinen. Dit doet de beek tot aan de onderdoorgang bij de weg Schans. Deze weg vormt ook de huidige waterkering. Benedenstreams van deze weg volgt de beek de waterkering richting de samenvloeiing met de Lingsforterbeek.

Stuwen

De Lingsforterbeek heeft in de omgeving van Arcen een vaste stuw bij de watermolen (code: 97955; stuwpeil: NAP +13,51; bron: SOBEK). Doel van deze stuw is het reguleren van het peil voor de watermolen.

Bij de kruising van de Lingsforterbeek met De Schans ligt aan de bovenstroomse zijde, tegen de brug, een schotbalkstuw. In normale omstandigheden staan in deze stuw geen schotten. Echter in geval van droogte, zoals in de zomer van 2022, maar ook in 2019, wordt deze stuw dichtgezet. Zo kan het water opgestuwd worden ten behoeve van de kasteelgrachten van de kasteeltuinen. De grachten draineren dan niet – of in ieder geval beduidend beperkter – via de Lingsforterbeek (drainage via de bodem). Het peil van deze grachten mag niet uitzakken in verband met het risico op droogvallen van de fundering van het kasteel, maar ook van de daar aanwezige monumentale bomen. In Afbeelding 7 is een foto te zien van de schotbalkstuw in kwestie, wanneer hij in gebruik is (augustus 2022). Bij het waterschap leeft de wens om deze stuw verder bovenstrooms te plaatsen. Wanneer onderstaande stuw niet op tijd voor hoogwater in de Lingsforterbeek verwijderd wordt, bestaat namelijk het risico dat vuil zich gaat ophopen in de nauwe opening tussen stuw en brug.

In Afbeelding 13 is linksboven in een kader getoond hoe water vanuit de Lingsforterbeek de Kasteeltuinen ingelaten kan worden. Dit gebeurt dan met een duiker onder de Kasteellaan. Met schotjes kan deze dichtgezet worden. In augustus 2022 stond deze dicht. De hierboven genoemde en in Afbeelding 7 getoonde schotbalkstuw werd destijds dus gebruikt om drainage tegen te gaan. In het watersysteem van de Kasteeltuinen kan via duiker die loost op de Lommerbroeklossing een te veel aan water uitgelaten worden. Deze duiker ligt op een zogenaamd overstortpeil. Met andere woorden, deze treedt alleen in werking wanneer het waterpeil in de grachten van de Kasteeltuinen te hoog komt.



Afbeelding 7. De vanwege droogte dichtgezette stuw in de Lingsforterbeek bij de Lingsforterweg (foto genomen op 09-08-2022).

Overstorten op het oppervlaktewatersysteem

Op de Lingsforterbeek bevinden zich een drietal gemengde overstorten, namelijk ter hoogte van de Lingsforterweg (2532 – GEM), ter hoogte van de Brandemolen (2531 – GEM) en ter hoogte van de Leermarkt (2529 – GEM), zie Afbeelding 8. Het aangesloten stedelijk oppervlak is beperkt en bedraagt respectievelijk 0,02 ha, 0,48 ha en 1,45 ha. De grootste overstort van Arcen (2528 – GEM) stort over op de Maas en heeft een aangesloten stedelijk oppervlak van 16,8 ha.



Afbeelding 8. Overstorten op de Lingsforterbeek.

Op de Lommerbroekklossing storten twee gemengde overstorten op de watergang, namelijk ter hoogte van Hanikerweg (GEM - 2533) en ter hoogte van de Spikweien (GEM - 2534), zie Afbeelding 9. Het aangesloten stedelijk oppervlak bedraagt respectievelijk 1 ha en 10,34 ha. De overstort GEM – 2535 in Lom stort over op de Maas (aangesloten stedelijk oppervlak van circa 7 ha). De overstort Spikweien heeft nog een randvoorziening in de vorm van een bergbezinkleiding (BBL; 100 m3).



Afbeelding 9. Overstorten op de Lommerbroekklossing.

Landgebruik

In Bijlage A, Afbeelding 39 is de Land Gebruikkaart van Nederland (LGN2020) weergegeven van het zuidelijk gebied. Bovenstrooms van de Rijksweg stroomt de Lingsforterbeek met name door gebied aangeduid als Naaldbos. Benedenstrooms van de Rijksweg stroomt de Lingsforterbeek eerst langs 'Naaldbos' en 'Loofbos', diverse graslanden en vervolgens bebouwing en wegen.

Bovenstrooms van de Rijksweg stroomt de Lommerbroeklossing door 'Bos in moerasgebied', 'Naaldbos' en 'Loofbos'. Benedenstrooms van de Rijksweg stroomt de beek langs bebouwing en wegen, en beperkt langs diverse graslanden.

Hoogwater Maas

Bij hoogwater in de Maas wordt vanaf een afvoer van circa 1.200 m³/s en hoger bij Sint Pieter diverse afsluiters dichtgezet. Bij de Lommerbroeklossing wordt bij de kruising met de kering bij circa 1.700 m³/s bij Sint Pieter de pompen geïnstalleerd en geactiveerd. Het zelfde geldt voor de kruising met de waterkering bij de Lingsforterbeek. Ook hier wordt bij circa 1.700 m³/s bij Sint Pieter de al aanwezige (permanente) pomp geactiveerd.

Toekomstige situatie

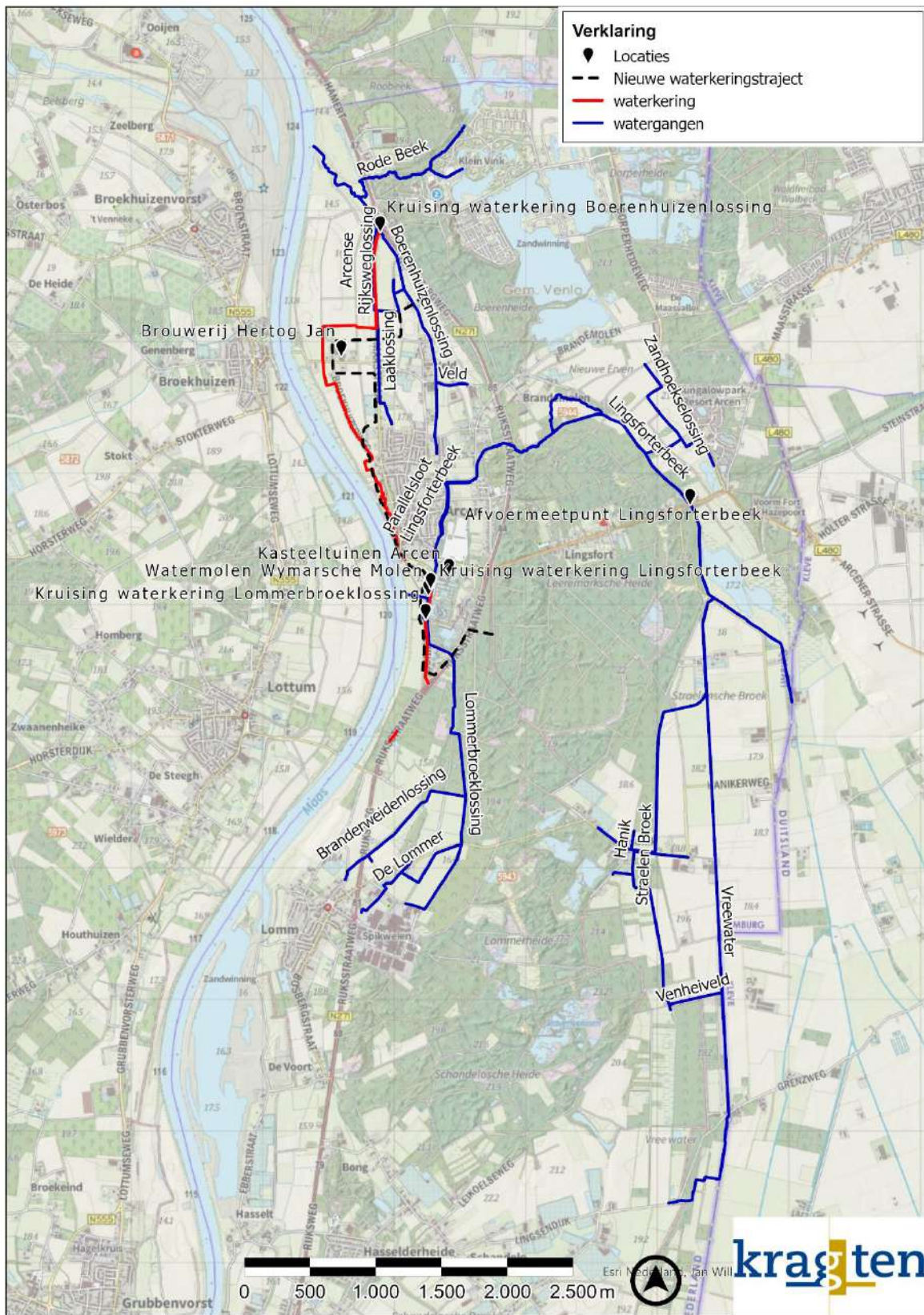
De watermolen vormt momenteel een blokkade voor de vismigratie. In het voorproces is gekeken naar diverse varianten voor het vispasseerbaar maken van de watermolen. Uiteindelijk is men tot een voorkeursalternatief gekomen voor een natuurlijke vispassage, zie Afbeelding 10. Hierbij is het uitgangspunt om een beek rondom de westzijde van de Wymarsche Molen te leggen, met daarin maatregelen om ervoor te zorgen dat over een korte afstand het hoogteverschil overbrugd kan worden. In Bijlage C is onder andere het schetsontwerp, de ontwerprandvoorwaarden en aantekeningen van een veldbezoek terug te vinden. Omdat de vistrap jaar rond moet kunnen werken, kan er in periode van laagwater conflict ontstaan met de watermolen.

Ten tijde van de droogte van 2022 kon de watermolen maar beperkt draaien. Belast heeft hij als laatste 12 en 13 juli gedraaid (met moeite). Daarna was er te weinig water om de stuw draaiende te houden. Op basis van afvoermetingen (handmetingen) is de inschatting dat er destijds circa 30 l/s door de beek is gestroomd (zie paragraaf 3.2.1 voor extra toelichting op de metingen). Circa anderhalf week later is door de Kasteeltuinen de Lingsforterbeek opgestuwd (zie Afbeelding 7), waardoor er nagenoeg geen water meer langs de watermolen stroomde.

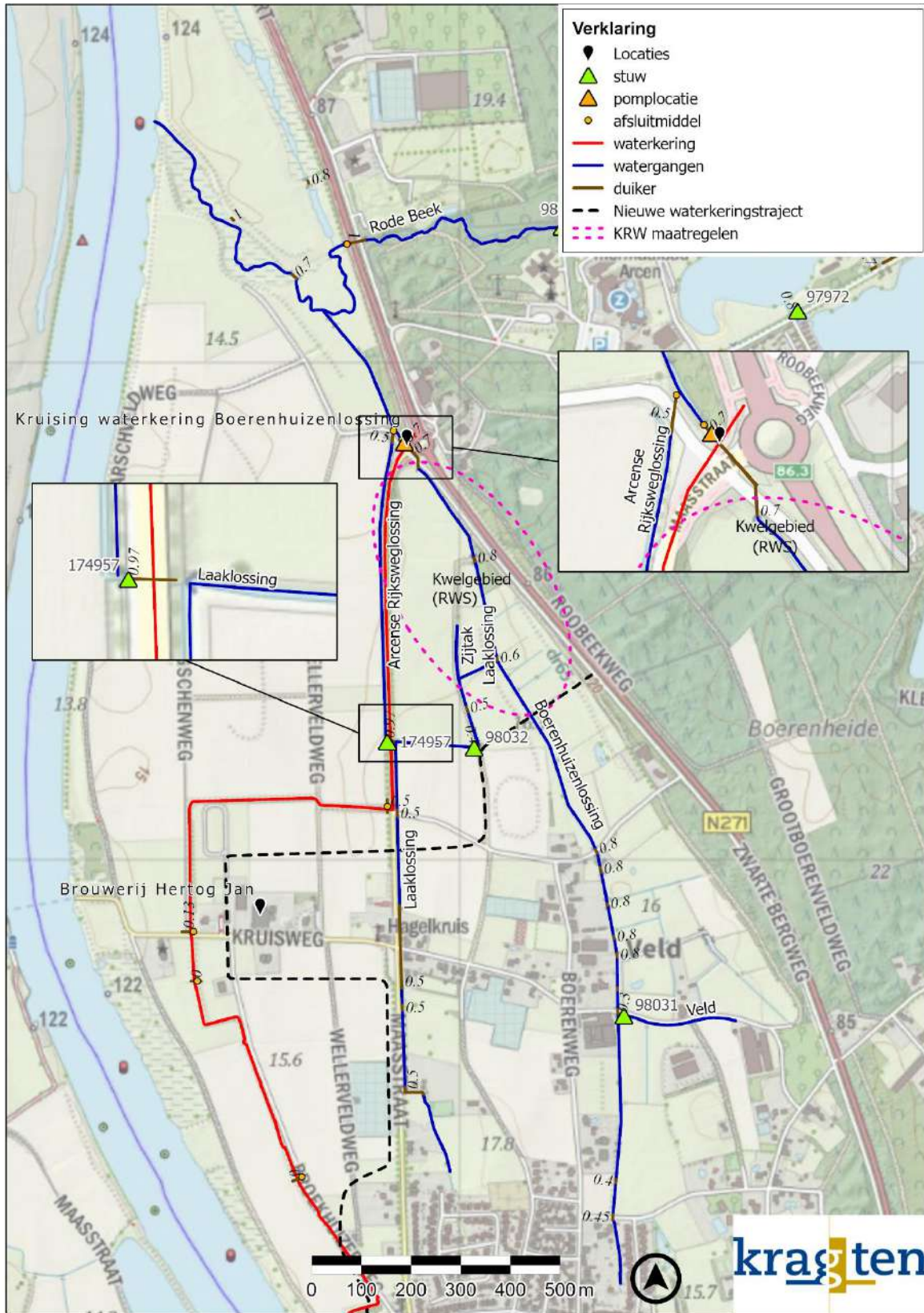
De watermolen blijkt ook last te hebben van achterwater bij het rad. Dit betekent effectief dat het rad te diep in het water hangt, wat tot extra weerstand leidt bij het draaien. Het achterwater wordt veroorzaakt door te hoge benedenstroomse waterstanden. Deze waterstanden zouden verlaagd kunnen worden door uitdiepen of verbreden van de beek.



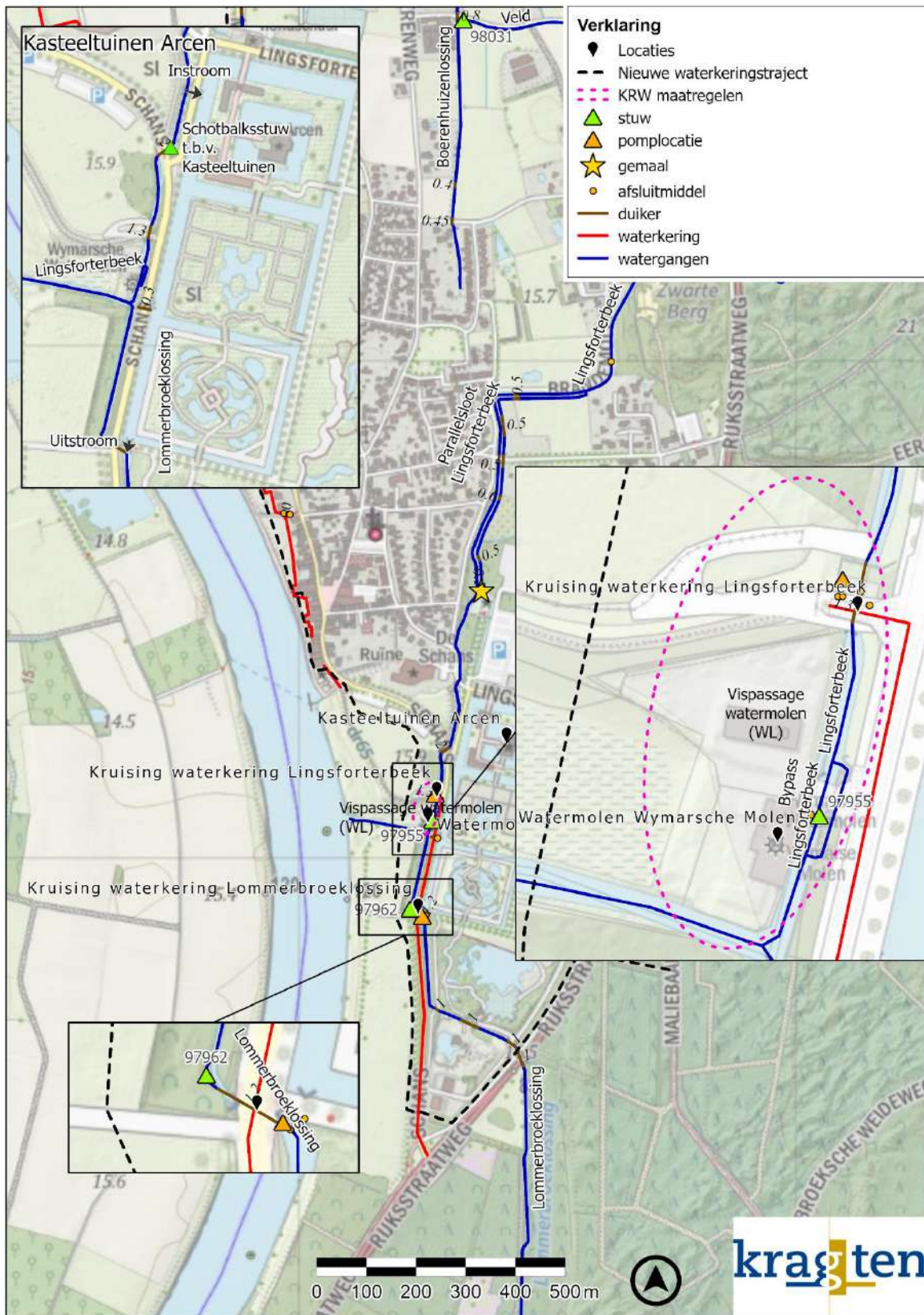
Afbeelding 10. VKA voor de beekherstelopgave Lingsforterbeek.



Afbeelding 11. Overzicht oppervlaktewatersysteem (beken) bij en rondom Arcen.



Afbeelding 12. Noordelijk deel van het oppervlaktewatersysteem (Laaklossing, Boerenhuizenlossing en Rode Beek), inclusief KRW-maatregel (kwegebied).



Afbeelding 13. Zuidelijk deel van het oppervlaktewatersysteem (Lommerbroeklossing en Lingsforterbeek), inclusief KRW-maatregel (vispassage).

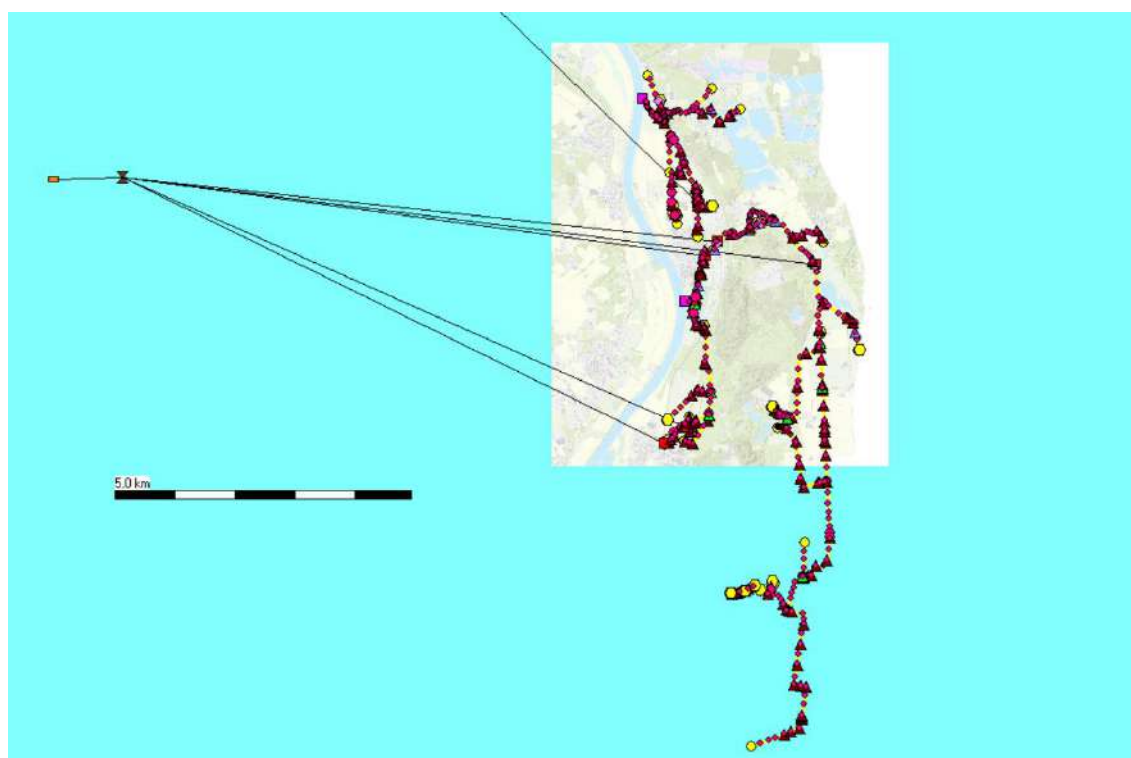
3 OPZET SOBEK-MODEL

Vanuit het waterschap zijn twee stationaire hydrodynamische modellen aangeleverd, namelijk 'NOMqhBOS.lit' en 'ZOMqhBOS.lit'. De Boerenhuizenlossing, Laaklossing en Rode Beek zijn onderdeel van 'NOMqhBOS.lit'. De Lingsforterbeek en de Lommbroekerlossing zijn onderdeel van 'ZOMqhBOS.lit'. Hieronder wordt ingegaan hoe van bovenstaande twee modellen één model is gemaakt voor het Dijkversterkingsproject Arcen. Daarnaast wordt toegelicht hoe het model is gekalibreerd.

3.1 OPZET SCHEMATISATIE NETWERK 'ARCENREF.LIT'

Beide modellen betreffen stationaire modellen die middels reaches met laterale invoer de afvoer modelleren. Aangezien de invoeren beide volgens de zelfde systematiek zijn opgezet kunnen de modellen zonder aanpassingen aan invoer of rekenperiode met elkaar gecombineerd worden. In het NOMqhBOS model zijn alle watergangen op de Boerenhuizenlossing, Laaklossing en Rode Beek na verwijderd. Deze watergangen zijn niet verbonden aan de bovengenoemde beken, en maken geen onderdeel uit van dit project. Vervolgens is in het ZOMqhBOS model een soortgelijke actie uitgevoerd, maar dan met de Lingsforterbeek en de Lommerbroeklossing. Ook hiervoor geldt dat dit de enige twee voor dit project relevante beken zijn uit dit model. Omdat de verwijderde beken niet verbonden zijn met de Lommerbroeklossing of Lingsforterbeek, heeft dit ook geen gevolgen voor de schematisatie van deze twee beken.

Vervolgens is een nieuw model opgezet met de naam 'ArcenRef.lit'. Hierin is vervolgens een case aangemaakt waarin de geknipte delen van ZOMqhBOs en NOMqhBOs zijn gecombineerd. Deze eerste stap heeft geleid tot het schematisatienetwerk getoond in Afbeelding 14. In paragraaf 3.2 wordt toegelicht hoe en waarom als gevolg van de kalibratie de Lingsforterbeek in ArcenRef.lit verder is ingekort. Nota bene, in de schematisatie zijn RR-knopen zichtbaar ter representatie van het stedelijke systeem. Voor de modellering van de landelijke afvoer staan deze echter uitgeschakeld.



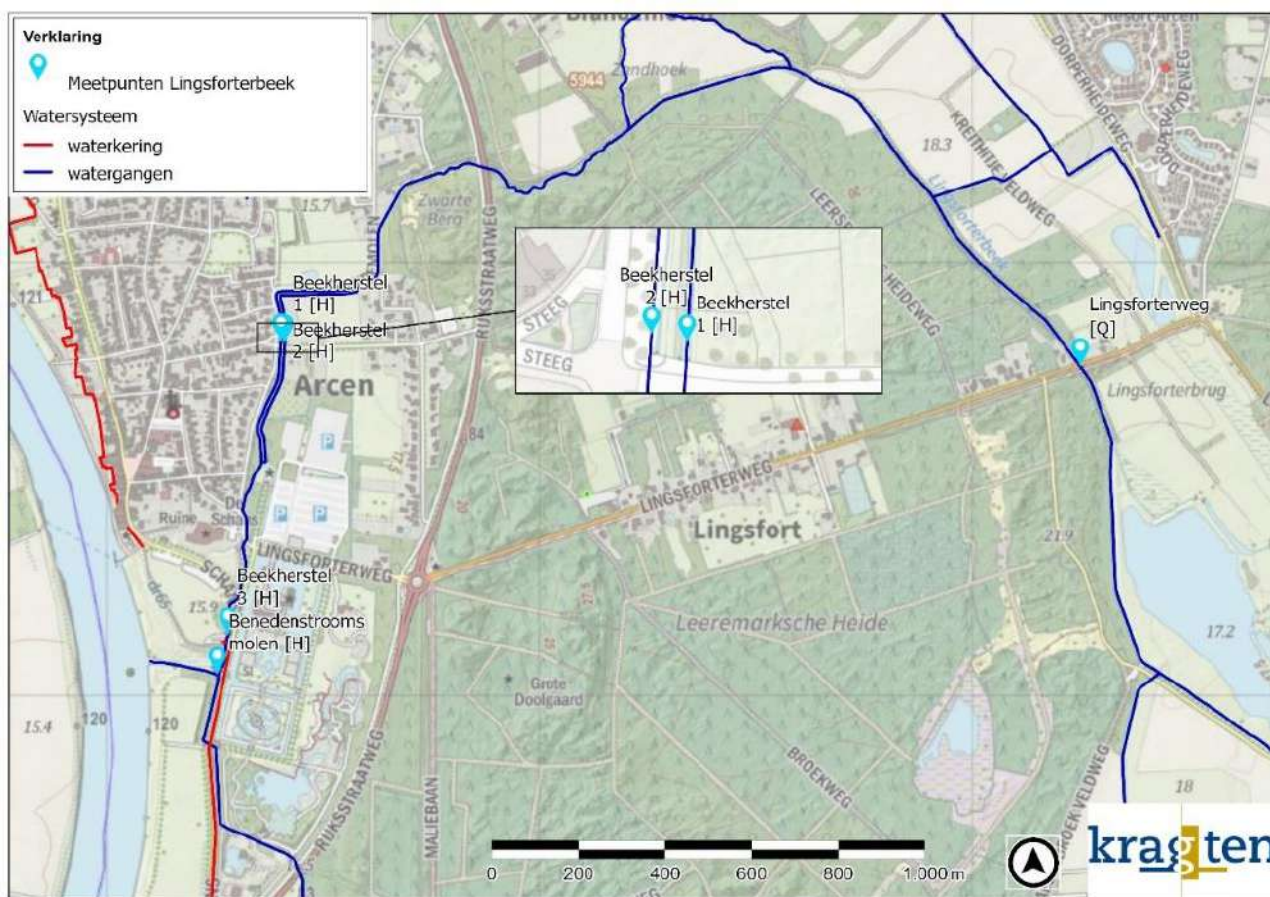
Afbeelding 14. Eerste opzet schematisatie netwerk 'ArcenRef.lit'.

3.2 KALIBRATIE 'ARCENREF.LIT'

Meetgegevens vormen de basis voor de kalibratie. Voor dit project zijn alleen meetgegevens beschikbaar van de Lingsforterbeek. Van de overige watergangen zijn geen gegevens beschikbaar. Dit betekent dan ook dat voor dit project alleen de Lingsforterbeek wordt gekalibreerd. Voor de overige beken moet gebruik gemaakt worden van de al in het model aanwezig zijnde landelijke afvoeren. Deze zijn gebaseerd op de 'specifieke afvoerkaarten' van het waterschap, die op hun beurt mede gebaseerd zijn op het grondwatermodel. Er is dus enige mate aan onzekerheid aangaande deze afvoeren.

3.2.1 AFVOERMETINGEN EN BEREKENDE AFVOEREN

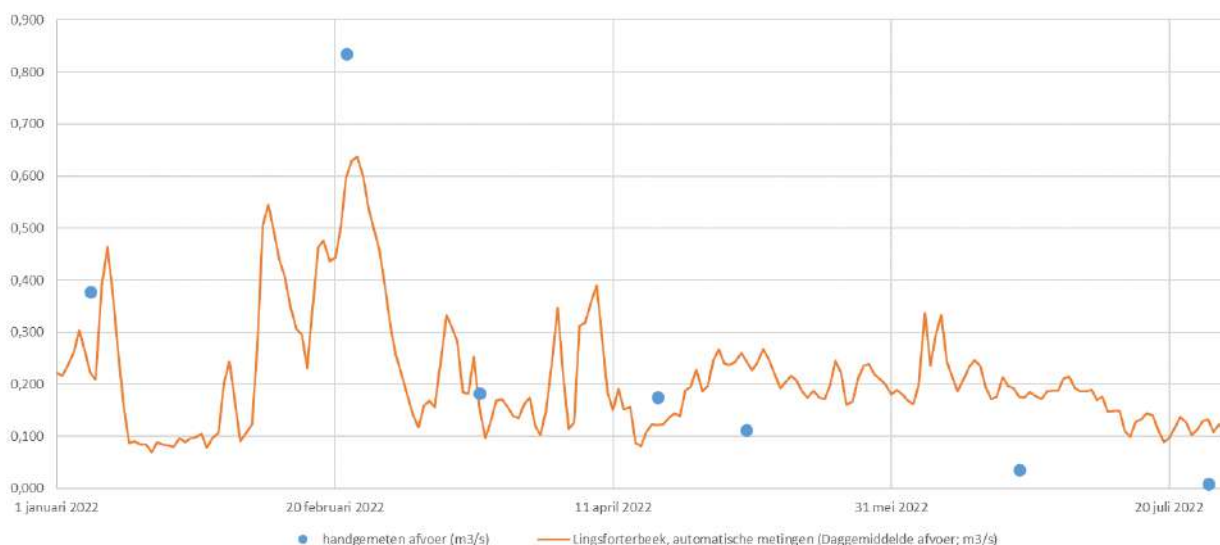
Langs de Lingsforterbeek is een afvoermeetpunt (Q) aanwezig en een viertal waterstandsmetpunten (H). In Afbeelding 15 is weergegeven waar deze meetpunten liggen.



Afbeelding 15. Overzicht van het afvoermeetpunt (Q) en de vier oppervlaktewatermeetpunten (H).

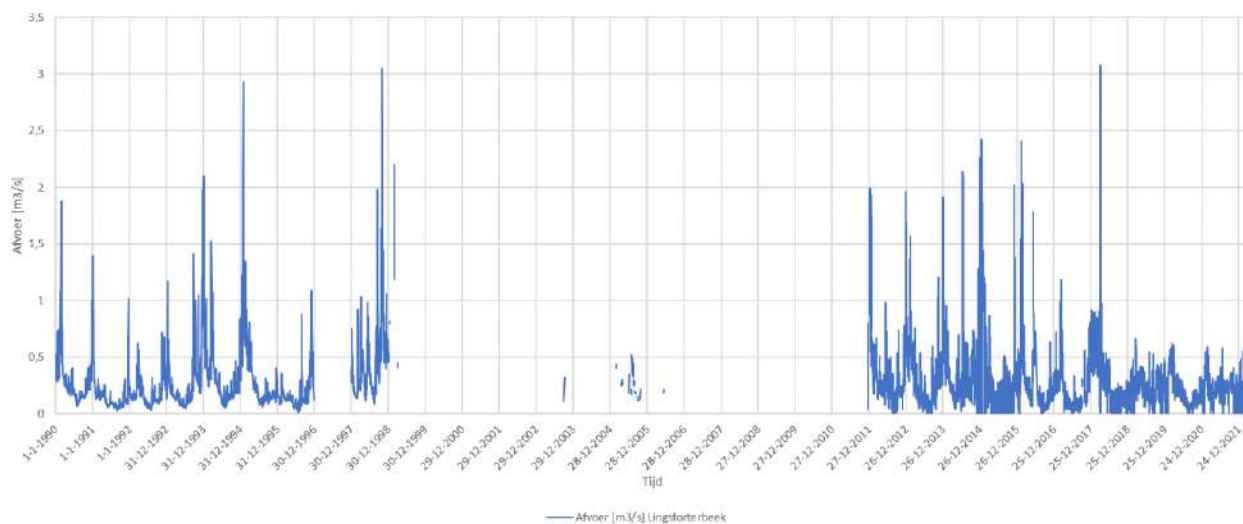
In Afbeelding 17 is de grafiek met de afvoermeetgegevens van de Lingsforterbeek weergegeven (meetpunt Lingsforterweg). Wat opvalt is dat de beek een groot bereik aan afvoeren heeft, tussen de circa 10 liter per seconde tot pieken van 3000 liter per seconde. Hierbij moet de kanttekening geplaatst worden dat voor het afvoermeetpunt (niet de waterstandsmetpunten) de laatste jaren nogal wat afwijkingen worden geconstateerd met de controle afvoer

handmetingen. Dit is dan met name het geval in het lagere bereik van de afvoeren. In Afbeelding 16 is de daggemiddelde afvoer van 2022 getoond met daarop de handmetingen.

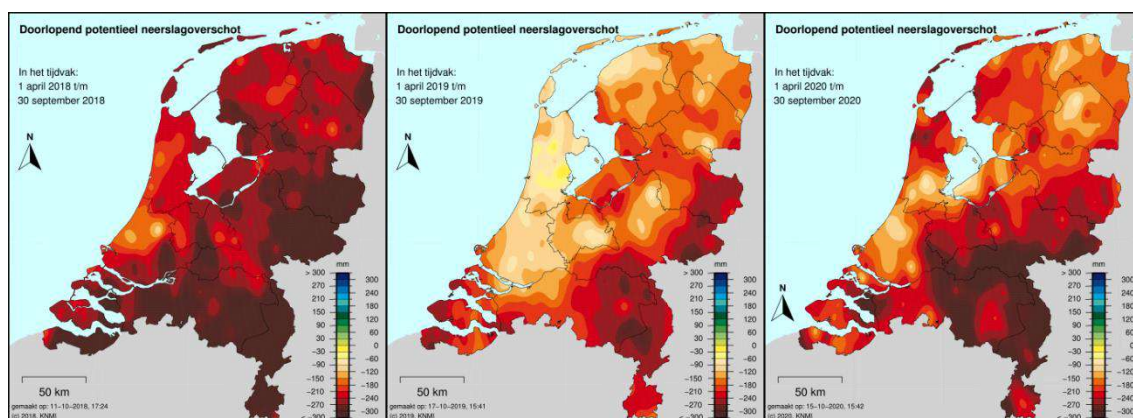


Afbeelding 16. Daggemiddelde afvoermetingen van 2022 met handmetingen erbij geprojecteerd.

De laatste jaren ('18 t/m '21) zijn geen grote piekafvoeren meer geregistreerd bij het meetpunt. Mogelijk dat dit samenhangt met de droogte van de zomers van '18, '19 en '20. In Afbeelding 18 is te zien dat met name in het zuiden en oosten (waaronder de omgeving van Arcen) van Nederland destijds werd gekenmerkt door een negatief neerslagoverschot.



Afbeelding 17. Beschikbare afvoer van meetpunt van de Lingsforterbeek ('90 t/m '22).



Afbeelding 18. Doorlopend potentieel neerslagoverschot voor de jaren '18, '19 en '20 (bron: KNMI).

Op basis van de duurlijnmethode (conform uitgangspuntennotitie Waterschap Limburg) zijn de representatieve afvoeren voor diverse perioden bepaald. De meetreeks van het afvoermeetpunt Lingsforterweg is hiervoor gehanteerd. Hiervoor is periode van '12 tot '22 gebruikt. Door deze recente periode te hanteren kan het actuele klimaat het beste benaderd worden. Door een lange reeks van tien jaar te hanteren worden mogelijke meetfouten er (beperkt) uit gemiddeld. In Tabel 1 zijn de resultaten hiervan weergegeven.

Tabel 1. Afvoersituaties o.b.v. duurlijn methode – meetreeks periode '12 – '22.

| AFVOERSITUATIE | OVERSCHRIJDING | PERCENTIEL | %MA | AFVOER IN M ³ /S |
|--------------------|--------------------|------------|-----|-----------------------------|
| BASISAFVOER | 330 dagen per jaar | 9,6 | 5 | 0,07 |
| ZOMERAFVOER | 200 dagen per jaar | 45,2 | 20 | 0,19 |
| VOORJAARSAFVOER | 100 dagen per jaar | 72,6 | 30 | 0,32 |
| WINTERAFVOER | 15 dagen per jaar | 94,5 | 50 | 0,72 |
| MAATGEVENDE AFVOER | 1 dag per jaar | 99,7 | 100 | 1,83 |

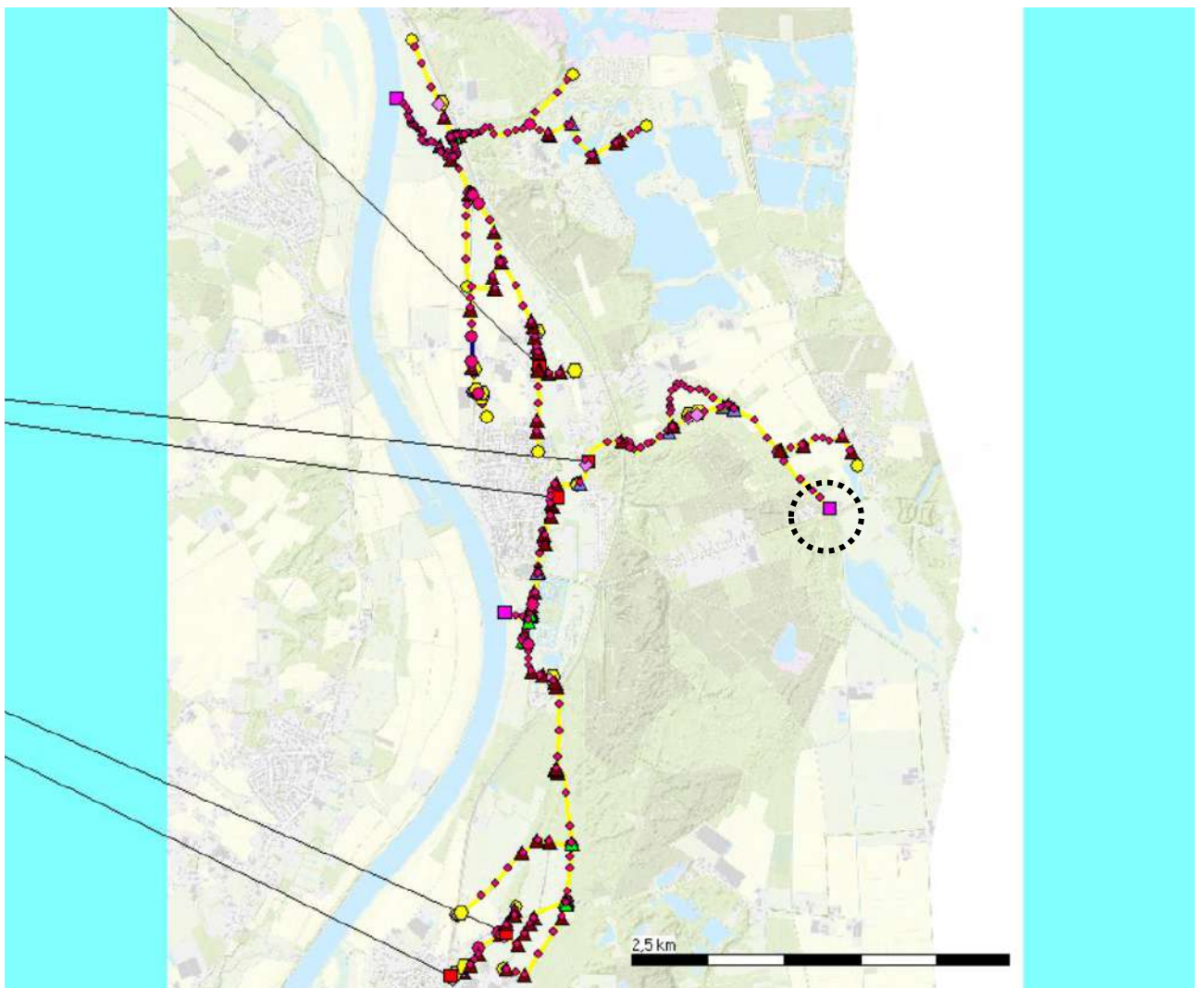
De resultaten bevestigen het beeld van een beek die een groot bereik heeft in afvoeren. De maatgevende afvoer is effectief 26 keer de basisafvoer. Op basis van bovenstaande gegevens is een vergelijking gemaakt met de al in het model aanwezige afvoeren, zie Tabel 2. Hierin is te zien dat tot en met de winterafvoer het model de afvoeren overschat. De maatgevende afvoer daarentegen wordt onderschat. In paragraaf 3.2.2 wordt ingegaan op hoe dit verschil is gecorrigeerd.

Tabel 2. Afvoersituaties o.b.v. duurlijn methode – meetreeks periode '12 – '22 versus ArcenRef

| AFVOERSITUATIE | %MA | GEMETEN [M ³ /S] | ARCENREF [M ³ /S] | VERSCHIL [M ³ /S] |
|--------------------|-----|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| BASISAFVOER | 5 | 0,07 | 0,09 | -0,02 |
| ZOMERAFVOER | 20 | 0,19 | 0,33 | -0,14 |
| VOORJAARSAFVOER | 30 | 0,32 | 0,50 | -0,18 |
| WINTERAFVOER | 50 | 0,72 | 0,84 | -0,12 |
| MAATGEVENDE AFVOER | 100 | 1,83 | 1,70 | 0,13 |

3.2.2 KALIBRATIE VAN AFVOEREN LINGSFORTERBEEK

Het aangeleverde model schat de afvoeren van de Lingsforterbeek niet helemaal correct in. Om het model te corrigeren is deze daarom gekalibreerd. Om de kalibratie niet te ingewikkeld te maken is ervoor gekozen om het model te knippen bij de Lingsforterweg (zie Afbeelding 19). Vervolgens zijn de afvoeren die bepaald zijn op basis van meetgegevens op de beek gezet middels een 'boundary node'. De locatie van de knip is te verantwoorden omdat deze zich voldoende ver (bovenstrooms) van het onderzoeksgebied bevindt. In dit project is namelijk het deel van de Lingsforterbeek benedenstrooms van de Rijksstraatweg relevant. Kleine wijzigingen bovenstrooms van de Rijksstraatweg als gevolg van de knip beïnvloeden het onderzoeksgebied daarmee niet. Door het model te knippen ter plaatse van het afvoermeetpunt, kunnen de gemeten afvoeren 1 op 1 op de 'boundary node' gezet worden. Het bovenstroomse deel (effectief het weggegooid deel) hoeft daarmee niet gekalibreerd te worden. Boven de maatgevende afvoer zijn de afvoeren uit het model gehanteerd. In paragraaf 3.3 worden de resultaten van de kalibratie getoond.



Afbeelding 19. Modelschematisatie ArcenRef.lit. Zwart gestreepte cirkel weergeeft de knip.

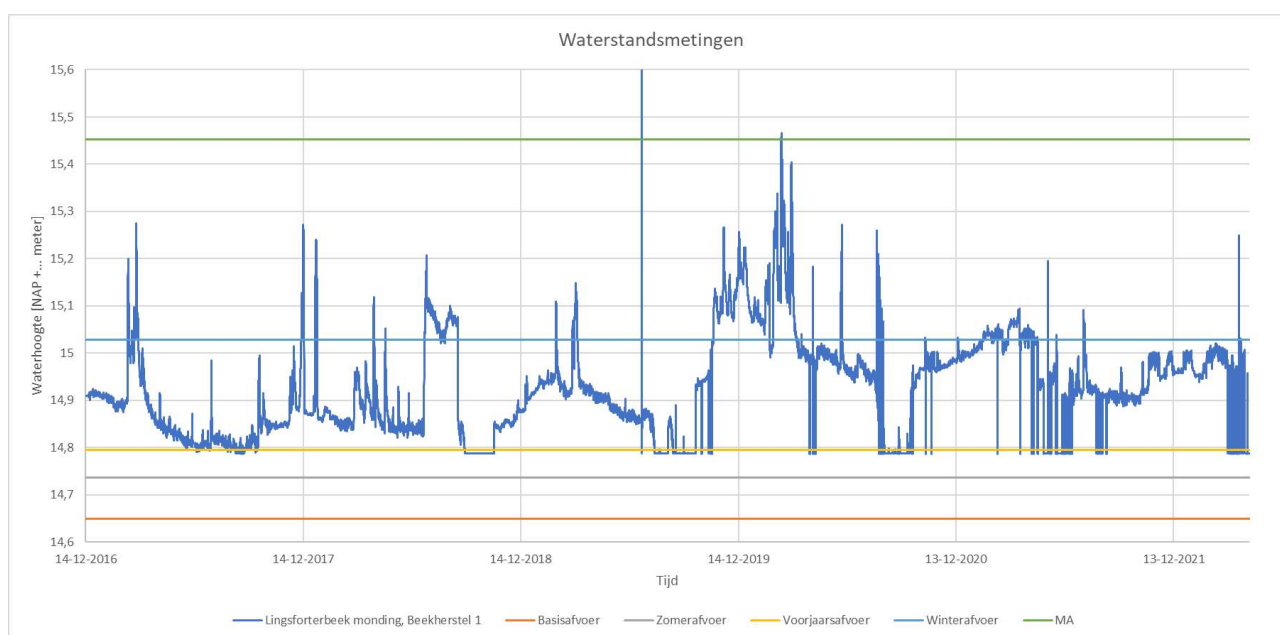
3.3 VALIDATIE (LINGSFORTERBEEK)

Voor de validatie van het model worden de vier waterstandsmetpunten gehanteerd. Hierbij worden stationaire rekenresultaten visueel vergeleken met metingen van een dynamisch watersysteem. Er blijft hierdoor enige sprake van subjectiviteit in de beoordeling. Daarnaast moet bij de validatie ook in het achterhoofd gehouden worden dat de waterstanden niet alleen bepaald worden door de (gekalibreerde) afvoer. Wanneer de dwarsprofielen of de weerstand (ruwheid) in de praktijk verschillen van het model, zal dit ook invloed hebben op de waterstand.

Qua weerstand wordt uitgegaan van de zomerweerstand ($k_s = 15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$) voor de basisafvoer en de zomerafvoer. Voor de winter-, voorjaars- en maatgevende afvoer wordt uitgegaan van de winterweerstand ($k_s = 25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$). Zie paragraaf 3.5 voor een verdere toelichting hierop.

VALIDATIE BEEKHERSTEL 1

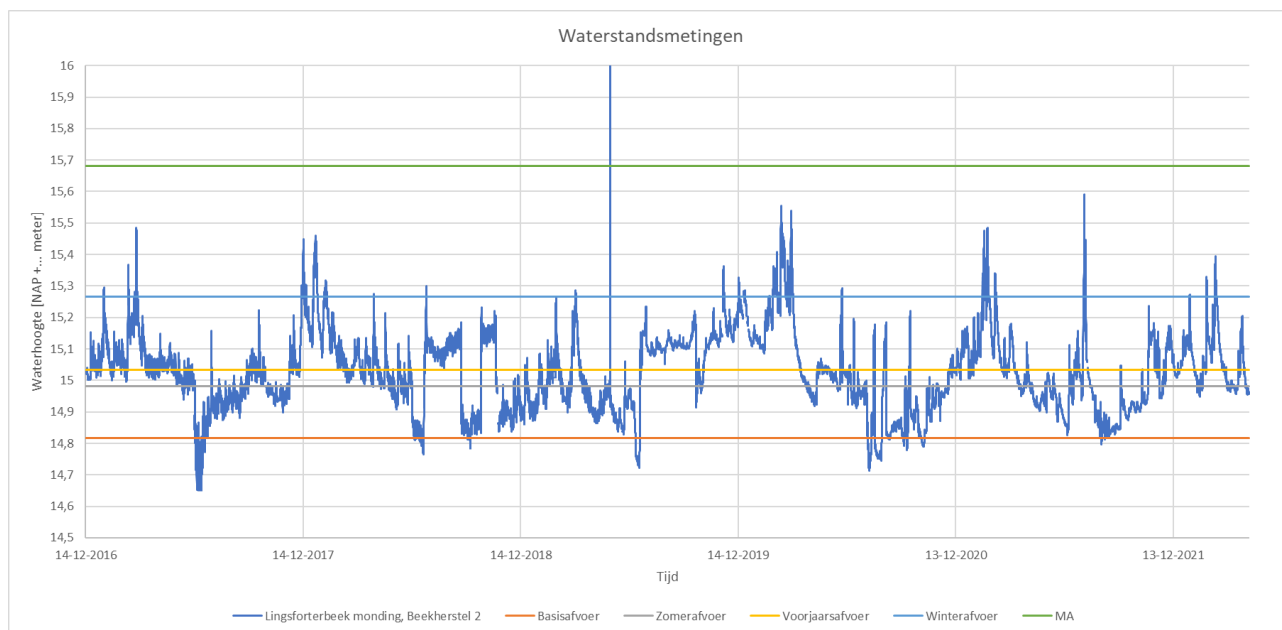
Beekherstel 1 in de Parallelsloot Lingsforterbeek, zie Afbeelding 15. In Afbeelding 20 zijn de waterstandsmetingen op deze locatie getoond, tezamen met de berekende waterstanden uit het model voor de diverse afvoersituaties. De berekende waterstanden benaderen de gemeten matig. De waterstanden worden te laag ingeschat en de spreiding is te groot. Echter, betreft hier wel een relatief korte parallelsloot die niet bijzonder relevant is voor het onderzoek.



Afbeelding 20. Gemeten waterstanden versus berekende waterstanden voor meetpunt Beekherstel 1.

VALIDATIE BEEKHERSTEL 2

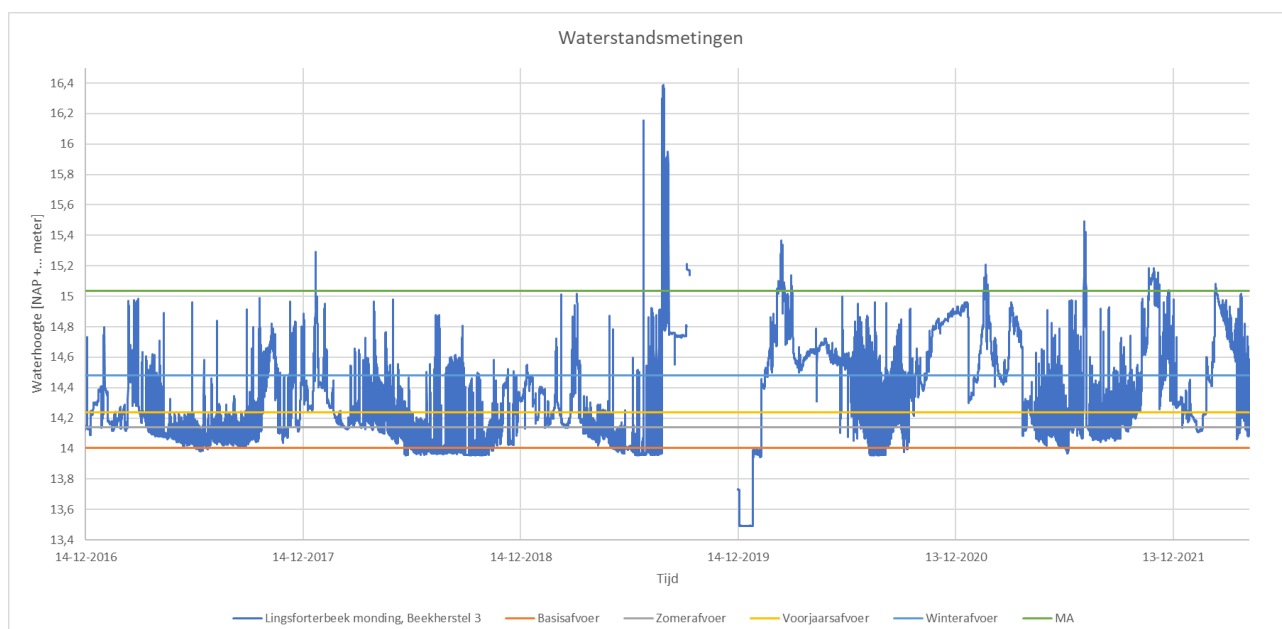
Beekherstel 2 ligt naast het meetpunt Beekherstel 1, echter is nummer 2 gelegen in de Lingsforterbeek zelf, zie Afbeelding 15. De gemeten en gemodelleerde waterstanden zien er beduidend beter uit dan bij Beekherstel 1. De spreiding van de berekende afvoeren benaderen de gemeten veel beter. Beekherstel 2 is voor het onderzoek een relevanter meetpunt dan Beekherstel 1, aangezien het de hoofdloop betreft.



Afbeelding 21. Gemeten waterstanden versus berekende waterstanden voor meetpunt Beekherstel 2.

VALIDATIE BEEKHERSTEL 3

Beekherstel 3 ligt bovenstrooms van de watermolen (zie ook Afbeelding 15). In Afbeelding 22 zijn de berekende en gemeten waterstanden over elkaar gelegd. De berekeningen lijken hier de praktijk goed te benaderen. Voor het ontwerptraject is dit een belangrijke locatie, aangezien nabij dit meetpunt een ontwerpogave ligt wat betreft het beekstelsysteem (KRW-maatregel vistrap).



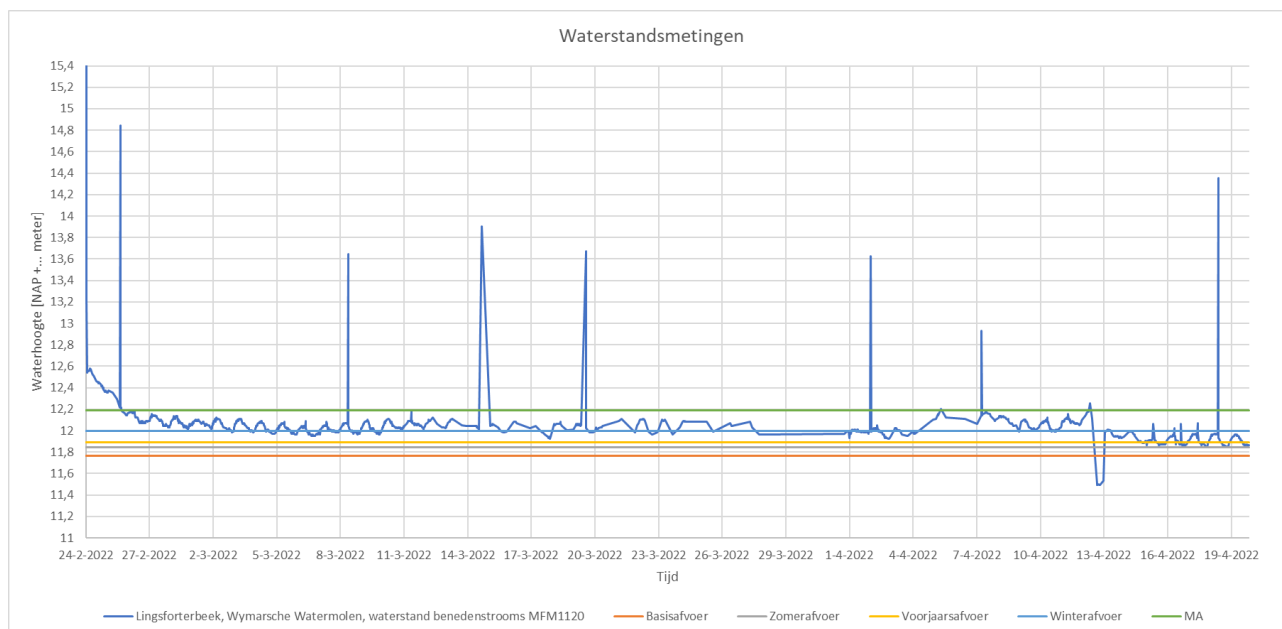
Afbeelding 22. Gemeten waterstanden versus berekende waterstanden voor meetpunt Beekherstel 3.

VALIDATIE BENEDENSTROOMSE WATERMOLEN

De resultaten benedenstrooms van de watermolen zijn weergegeven in Afbeelding 23. Het is een korte meetreeks van twee maanden. De fluctuatie is nogal beperkt. Wat je vooral goed aan de meetreeks ziet is dat de waterstanden van de Lingsforterbeek bij de monding vooral bepaald worden door de Maas. De kleine fluctuatie van circa 0,1 m is het gevolg

van het stuwbeheer op de Maas. Het Maaswaterstandsmeetpunt bovenstrooms van stuw Sambeek laat een soortgelijke fluctuatie zien.

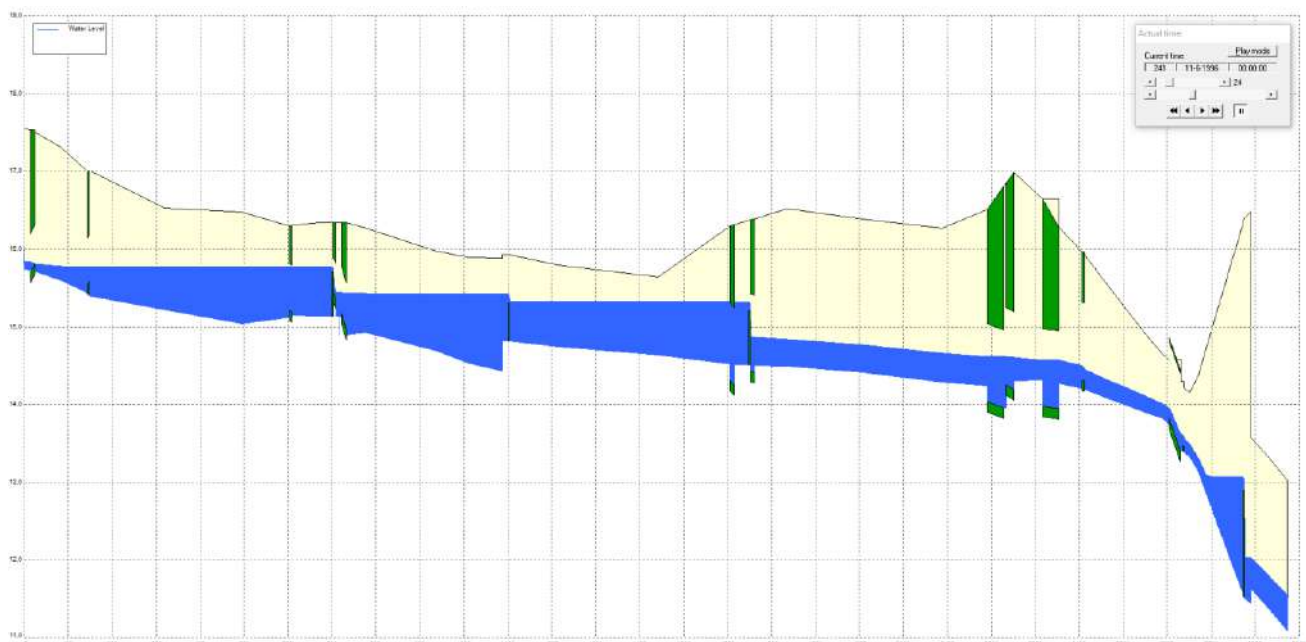
De berekende waterstanden benaderen de gemeten in grote lijnen. In SOBEK wordt geen rekening gehouden met het wat fluctuerende Maaspeil. Mede daarom zal de berekende situatie hier niet heel nauwkeurig zijn.



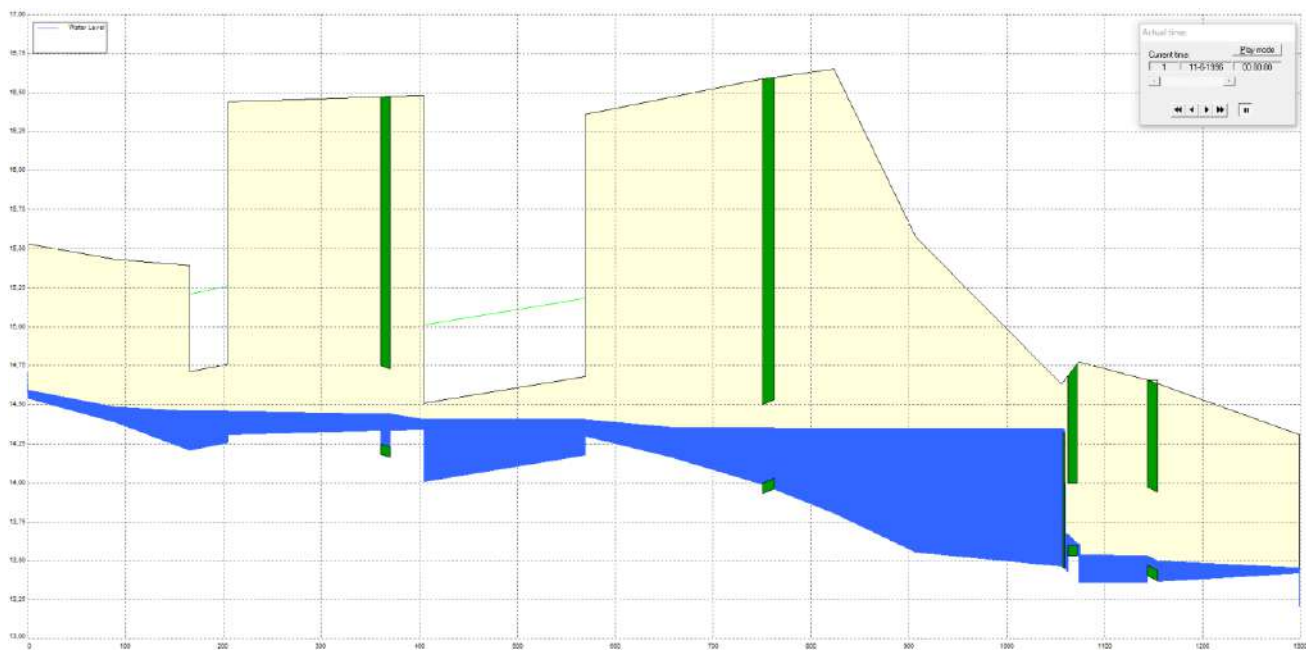
Afbeelding 23. Gemeten waterstanden versus berekende waterstanden voor meetpunt Benedenstrooms watermolen.

3.4 VALIDATIE OVERIGE BEKEN

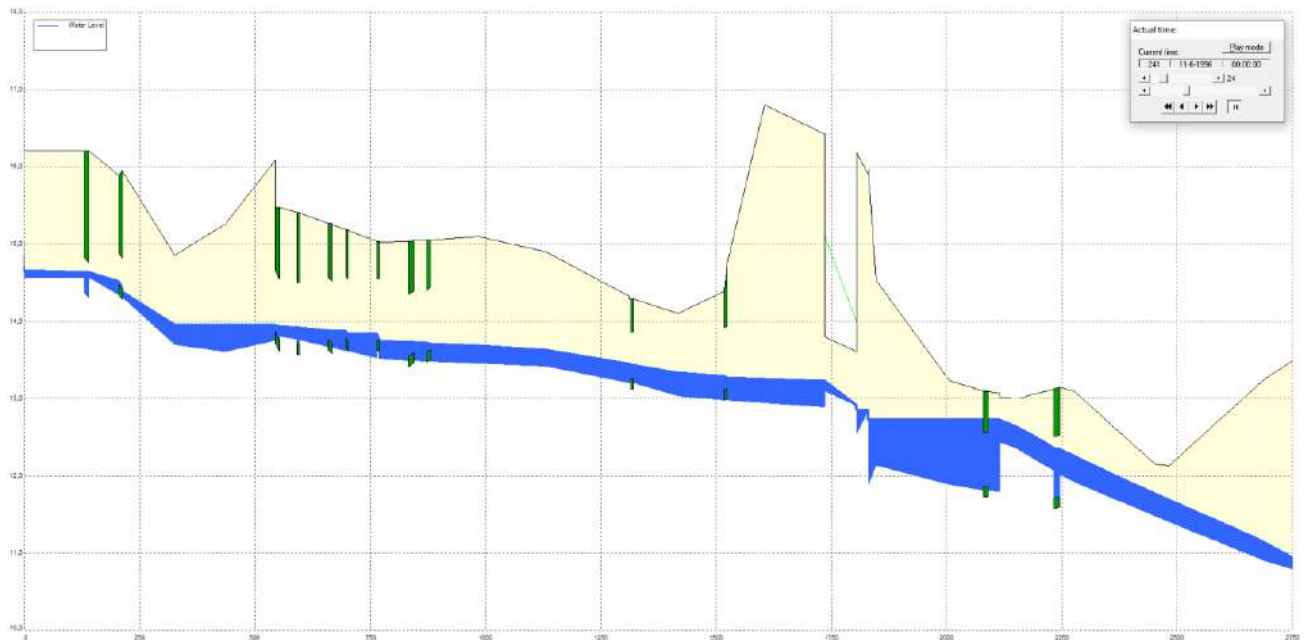
Voor de Lingsforterbeek heeft de validatie plaats kunnen vinden aan de hand van waterstandsmetingen in de beek. Voor de Lommerbroeklossing, Boerenhuizenlossing en de Laaklossing kan de validatie niet op deze wijze uitgevoerd worden. Hier ontbreken immers waterstandsmetingen. Validatie voor deze locaties is dan ook op visuele controle gedaan. Uitgangspunt hierbij is dat winter- en zomerwaterstanden kloppen. Beken zijn namelijk in het verleden dusdanig ontworpen (door organisaties als “Dienst Landelijk Gebied”) dat deze de reguliere afvoeren ruimschoots af moeten kunnen voeren met voldoende ruimte tussen (winter)waterstand en maaiveld. De winterwaterstanden van de betreffende beken getoond in onderstaande afbeeldingen (Afbeelding 24, Afbeelding 25 en Afbeelding 26) bevestigen dit beeld.



Afbeelding 24. Winterwaterstanden volgens ArcenREF.lit in de Lommerbroeklossing van bron (links) tot monding (rechts).



Afbeelding 25. Winterwaterstanden volgens ArcenREF.lit in de Laaklossing van bron (links) tot monding in de Boerenhuizenlossing (rechts).



Afbeelding 26. Winterwaterstanden volgens ArcenREF.lit in de Boerenhuizenlossing van bron (links) tot monding (rechts).

3.5 TE HANTEREN WEERSTANDEN

Volgens de uitgangspunten van Waterschap Limburg moet voor een genormaliseerde waterloop voor de zomersituatie een weerstand van $k_s = 15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ gehanteerd worden en voor de winter een weerstand van $k_s = 25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. Voor het project wordt zowel Lingsforterbeek, Lommerbroeklossing, Boerenhuizenlossing en Laaklossing geclassificeerd als een genormaliseerde waterloop.

4 OPPERVLAKTEWATERYSYSTEM- KENMERKEN

In de dit hoofdstuk wordt per beektraject een aantal belangrijke oppervlaktewatersysteemkenmerken besproken.

4.1 LINGSFORTERBEEK

De afvoeren ter plaatse afvoermeetpunt Lingsforterweg:

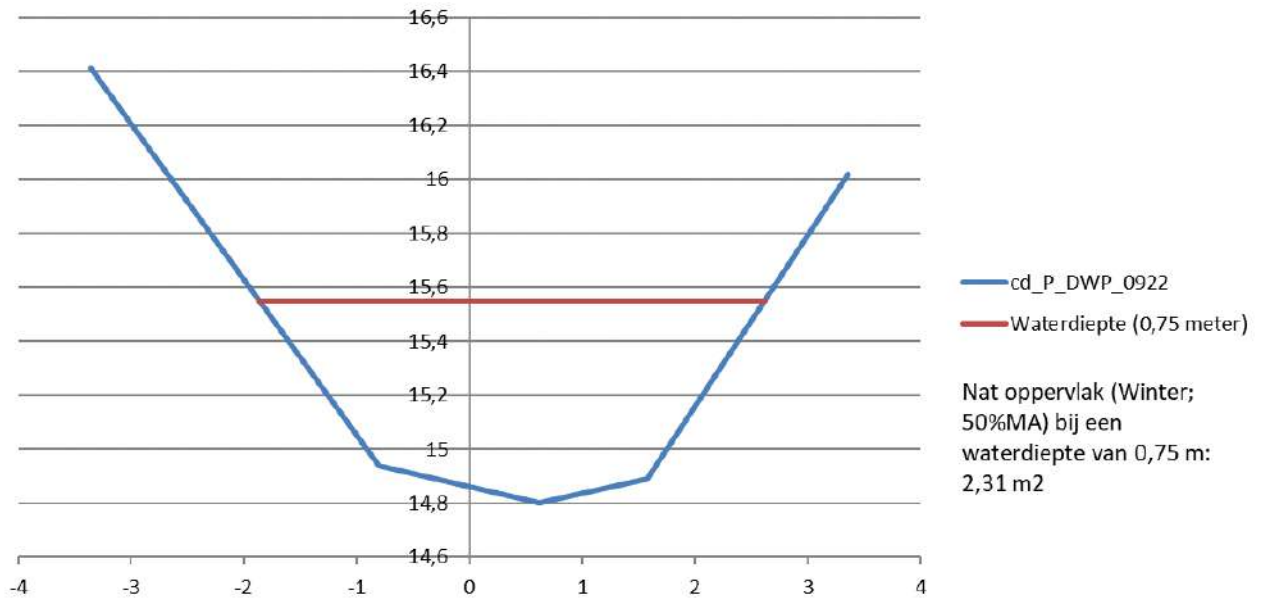
- Basisafvoer: 0,07 m³/s;
- Zomerafvoer: 0,19 m³/s;
- Voorjaarsafvoer: 0,32 m³/s;
- Winterafvoer: 0,72 m³/s;
- Maatgevende afvoer: 1,83 m³/s;
- T=25 (stationair: 200% MA): 2,71 m³/s;
- T=100 (stationair: 250% MA): 2,96 m³/s.

Belangrijk om te vermelden is dat in (zeer) droge jaren de beek kan droogvallen. Dit is bij de recente droogtes gebeurd. Tijdens een veldbezoek (09-08-2022) is geconstateerd dat er nagenoeg geen water door de beek stroomde ter hoogte van de watermolen. Bovenstrooms werd het water opgestuwd (ten behoeve van de Kasteeltuinen), maar daar was geen sprake van overstortend water (zie ook Afbeelding 7).

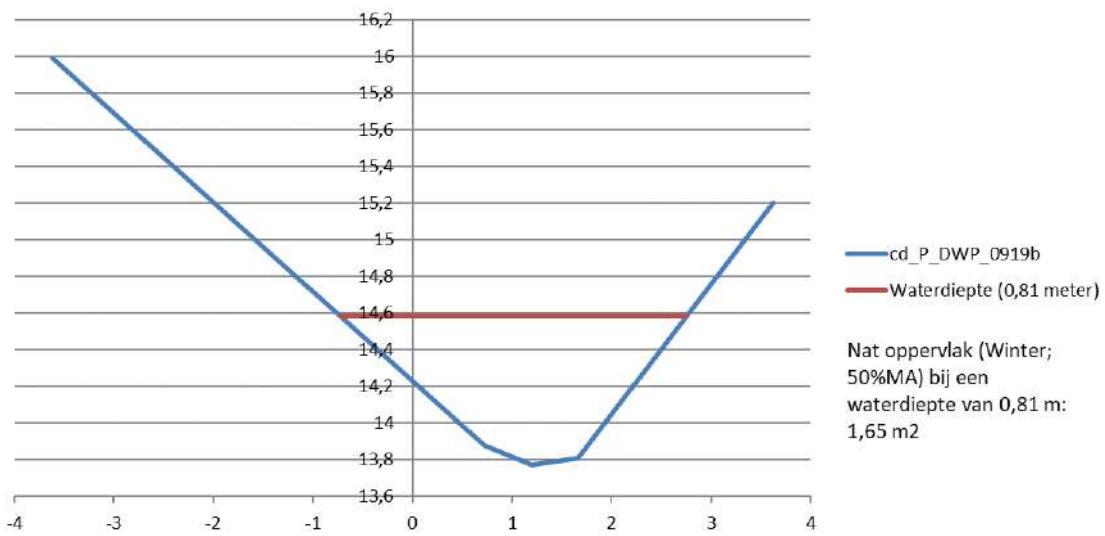
De afvoeren ter plaatse van voorziene kruising met de nieuwe waterkering (monding beek, na samenvloeiing van Lingsforterbeek en Lommerbroeklossing):

- Basisafvoer: 0,08 m³/s;
- Zomerafvoer: 0,24 m³/s;
- Voorjaarsafvoer: 0,39 m³/s;
- Winterafvoer: 0,83 m³/s;
- Maatgevende afvoer: 2,05 m³/s;
- T=25 (stationair: 200% MA): 3,06 m³/s;
- T=100 (stationair: 250% MA): 3,35 m³/s.

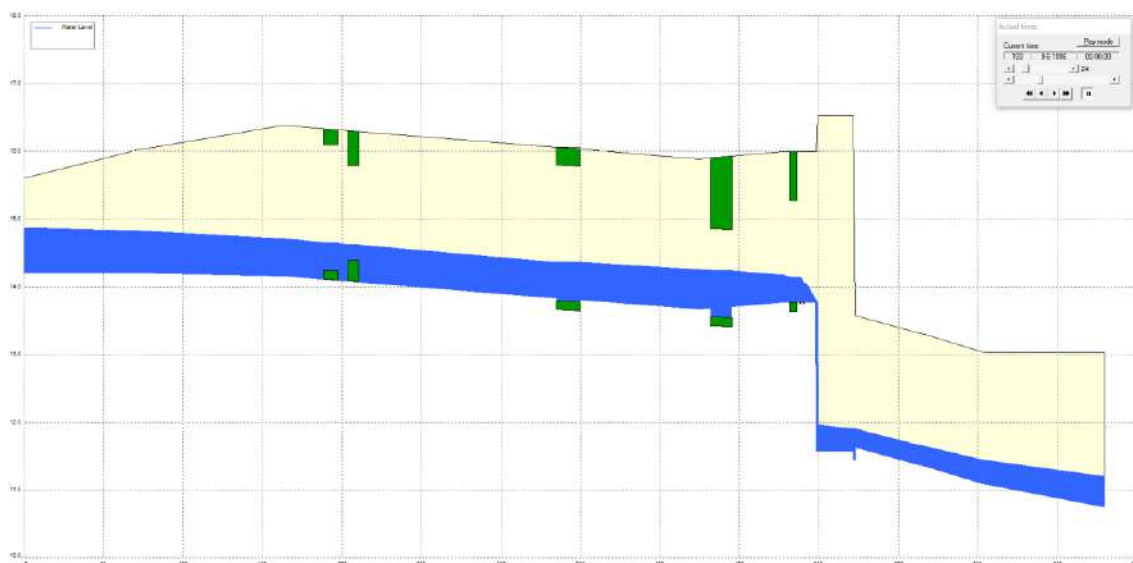
Ter hoogte van het samenvloeien (meetpunt 'Benedenstrooms Watermolen', zie Afbeelding 23) is invloed van de gestuwde Maas zichtbaar. De metingen laten namelijk de gebruikelijke fluctuaties zien die ontstaan in het stuwpand van de Maas als gevolg van het sturen van de stuwen op een waterstand. Stuw Sambeek stuurt op de waterstand bij Well. Doordat het even duurt tot de waterstandseffecten van de aanpassingen doorwerken tot bij Well (12 kilometer bovenstrooms van de stuw), wordt de stuw ieders keer "te laat" aangepast, waardoor het begint te fluctueren. In Afbeelding 30 is te zien dat de fluctuaties en het verloop van het Maasmeetpunt 'Well Dorp' terug te zien zijn in het meetpunt benedenstrooms van de watermolen in de Lingsforterbeek. Het meetpunt 'Well Dorp' ligt zo'n 12 kilometer benedenstrooms van de monding van de Lingsforterbeek. Bij een mediane afvoer is het Maaswaterpeil bij de monding in de Maas ongeveer 6 cm hoger dan bij Well Dorp.



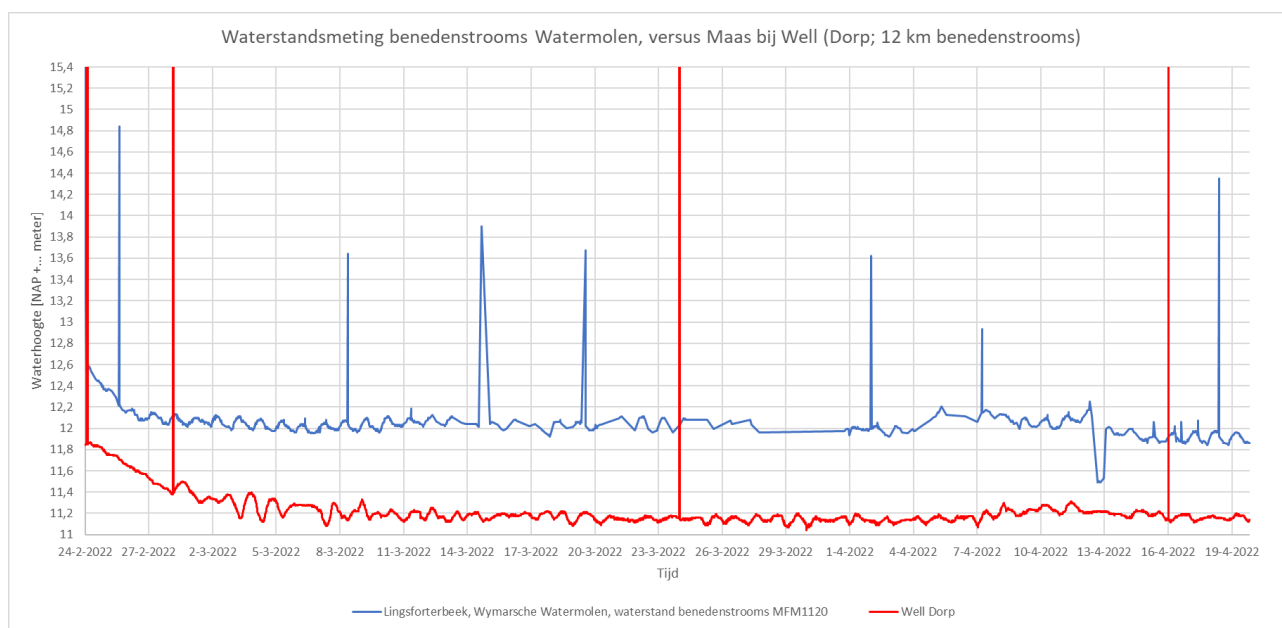
Afbeelding 27. Dwarsprofiel van de Lingsforterbeek (benedenstrooms van Rijksstraatweg). Bron: ArcenRef.lit; SOBEK.



Afbeelding 28. Dwarsprofiel van de Lingsforterbeek (t.h.v. kasteeltuinen / bovenstrooms van watermolen). Bron: ArcenRef.lit; SOBEK.



Afbeelding 29. Lengteprofiel Lingsforterbeek van bovenstrooms samenvloeiing Parallelsloot Lingsforterbeek tot en met monding Maas (zomerwaterstanden).

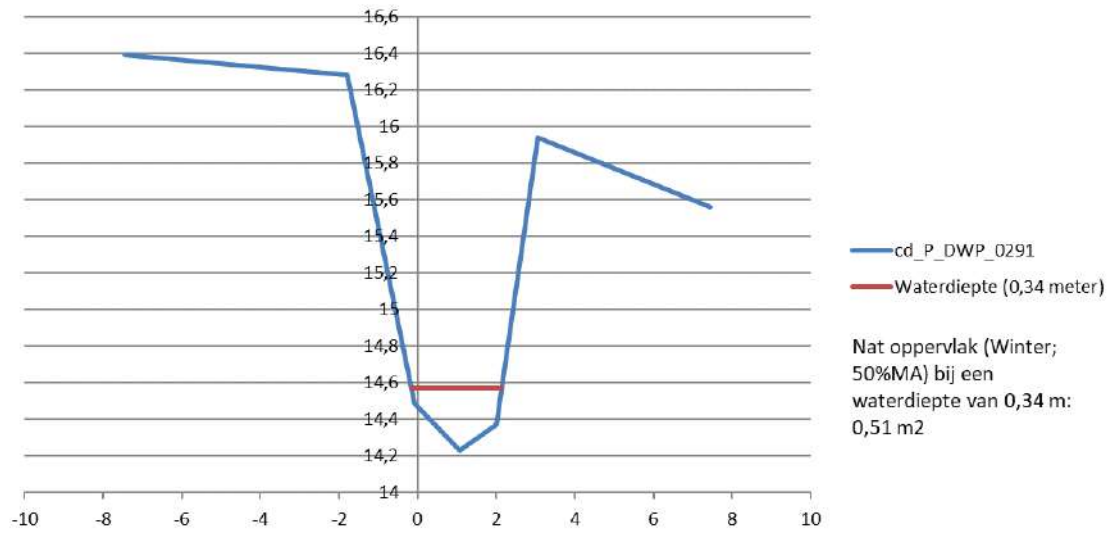


Afbeelding 30. Waterstandsmetingen benedenstrooms van de Watermolen, versus het maaspeil bij Well Dorp (rood).

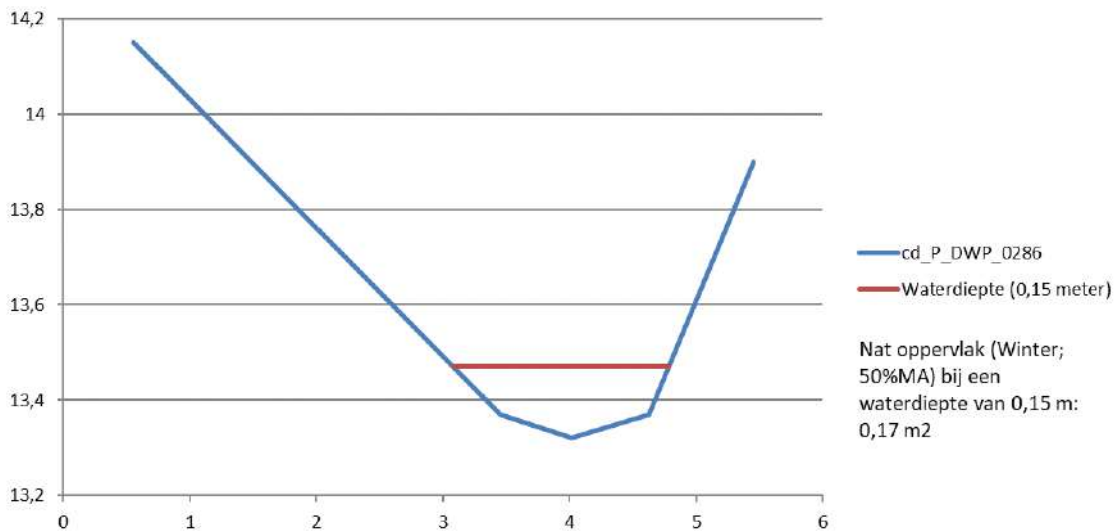
4.2 LOMMERBROEKLOSSING

De afvoeren (ter hoogte van de kasteeltuinen):

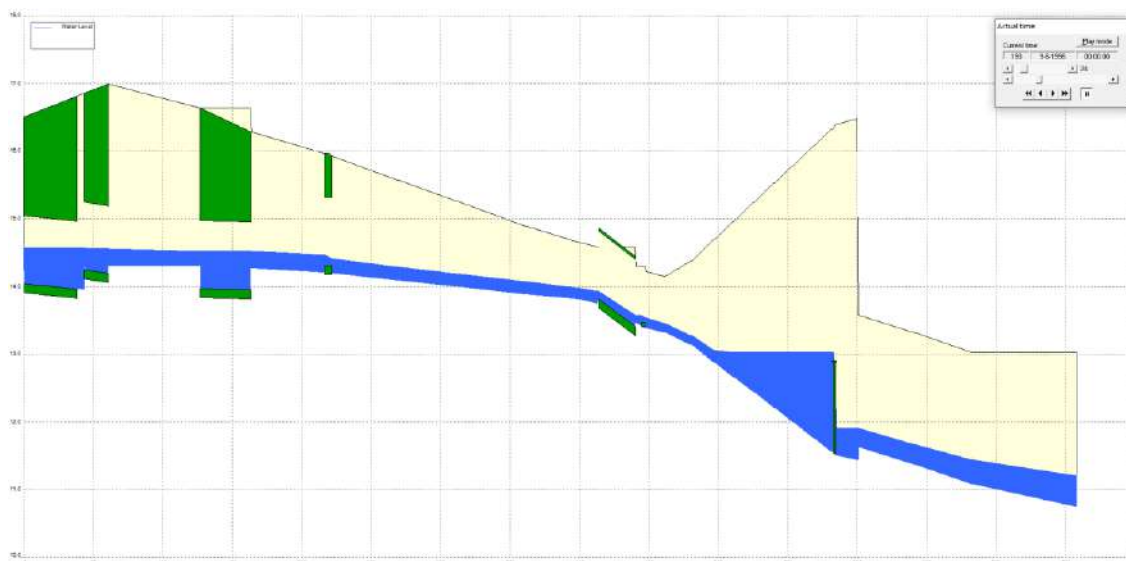
- Basisafvoer: 0,011 m³/s;
- Zomerafvoer: 0,032 m³/s;
- Voorjaarsafvoer: 0,045 m³/s;
- Winterafvoer: 0,074 m³/s;
- Maatgevende afvoer: 0,14 m³/s;
- T=25 (stationair: 200% MA): 0,22 m³/s;
- T=100 (stationair: 250% MA): 0,24 m³/s.



Afbeelding 31. Dwarsprofiel van de Lommerbroekklossing, net bovenstrooms van de Rijksweg. Bron: ArcenRef.lit; SOBEK.



Afbeelding 32. Dwarsprofiel van de Lommerbroekklossing, net bovenstrooms van de Schans. Bron: ArcenRef.lit; SOBEK.



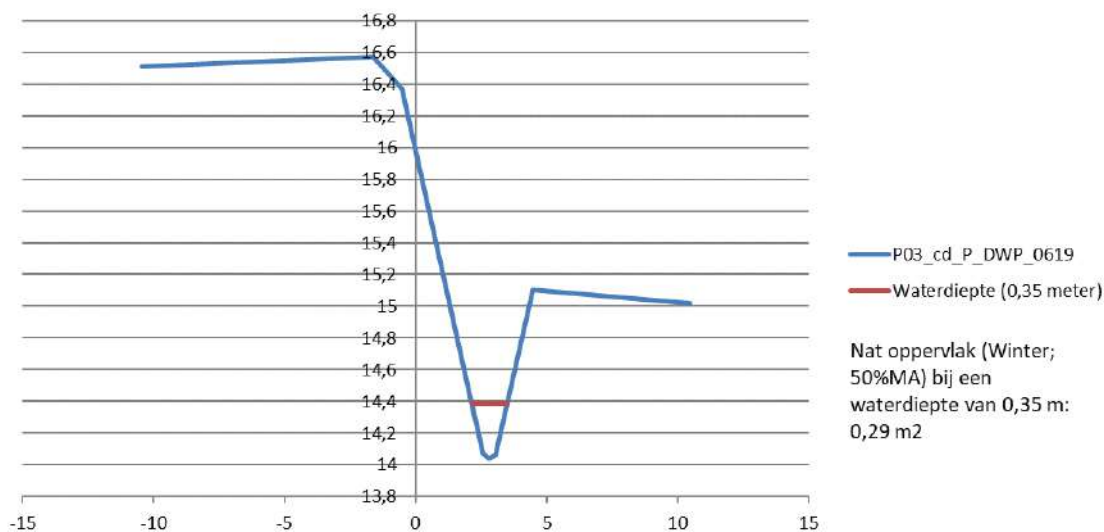
Afbeelding 33. Lengteprofiel Lommerbroeklossing van bovenstrooms Rijksweg tot en met monding Maas (zomerwaterstanden).
Nota bene, de stuw ter hoogte van 580 meter representeert een bodemval.

4.3 LAAKLOSSING

De afvoeren (vlak voor monding in de Boerenhuizenlossing):

- Basisafvoer: 0,001 m³/s;
- Zomerafvoer: 0,003 m³/s;
- Voorjaarsafvoer: 0,004 m³/s;
- Winterafvoer: 0,005 m³/s;
- Maatgevende afvoer: 0,008 m³/s;
- T=25 (stationair: 200% MA): 0,013 m³/s;
- T=100 (stationair: 250% MA): 0,016 m³/s.

Zie Afbeelding 4 voor foto's van deze lossing.

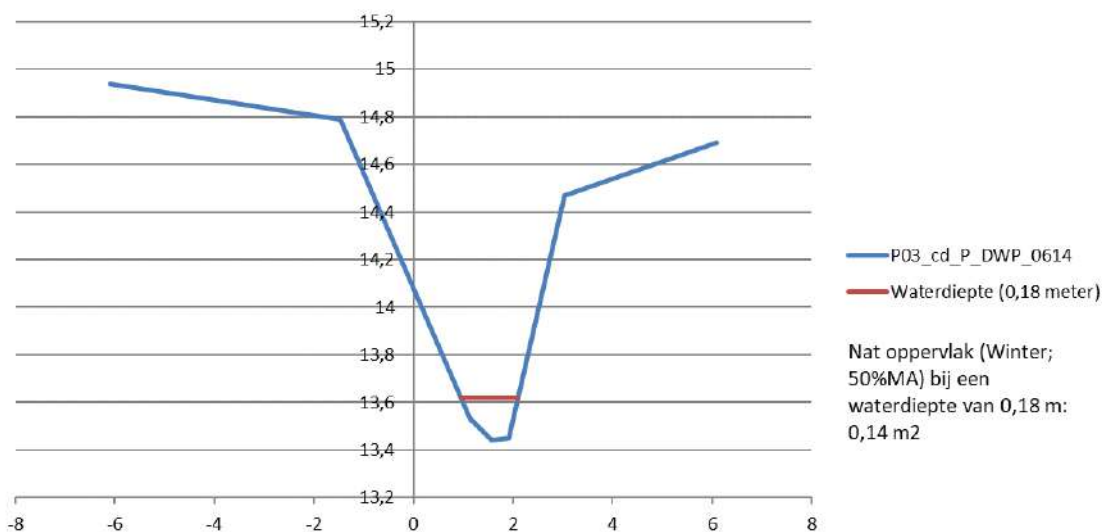


Afbeelding 34. Dwarsprofiel van de Laaklossing ter hoogte van de Hertog Jan Brouwerij. Bron: ArcenRef.lit; SOBEK.

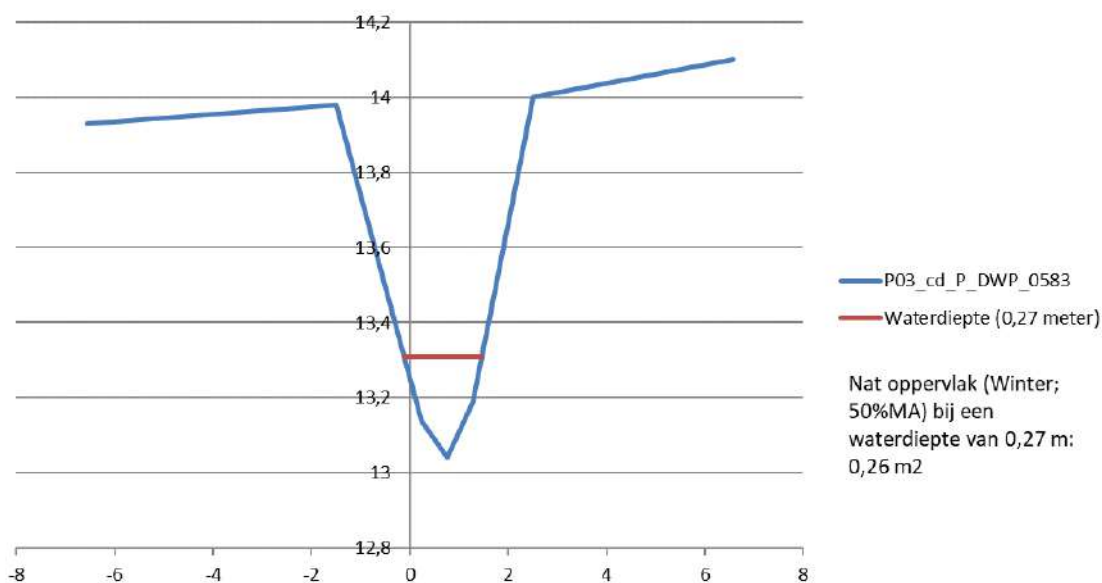
4.4 BOERENHUIZENLOSSING

De afvoeren (ter plaatse van voorziene kruising waterkering – dus inclusief Laaklossing):

- Basisafvoer: 0,005 m³/s;
- Zomerafvoer: 0,014 m³/s;
- Voorjaarsafvoer: 0,02 m³/s;
- Winterafvoer: 0,03 m³/s;
- Maatgevende afvoer: 0,06 m³/s
- T=25 (stationair: 200% MA): 0,11 m³/s;
- T=100 (stationair: 250% MA): 0,14 m³/s.



Afbeelding 35. Dwarsprofiel van de Boerenhuizenlossing ter hoogte van geplande kruising met de nieuwe waterkering. Bron: ArcenRef.lit; SOBEK.



Afbeelding 36. Dwarsprofiel van de Boerenhuizenlossing ter hoogte van het voorziene KRW-kwelgebied. Bron: ArcenRef.lit; SOBEK.

OVERZICHT BIJLAGE(N)

Bijlage A

- Landgebruikkaart (LGN2020)

Bijlage B

- Factsheet WL Lingsforterbeek

Bijlage C

- Vispassage

BIJLAGE

A LANDGEBRUIK- KAART (LGN2020)

Legend

Landbouw

- Agrarisch gras
- Maïs
- Aardappelen
- Bieten
- Granen
- Overige landbouwgewassen
- Glastuinbouw
- Boomgaarden
- Bloembollen
- Boomwekerijen
- Fruitwekerijen
- Bebouwing in buitengebied
- Overig grondgebruik in buitengebied

Bebouwing

- Bebouwing in primair bebouwd gebied
- Bebouwing in secundair bebouwd gebied
- Kale grond in bebouwd gebied

- Gras in primair bebouwd gebied
- Gras in secundair bebouwd gebied
- Bos in primair bebouwd gebied
- Bos in secundair bebouwd gebied

Infrastructuur

- Hoofdwegen en spoorwegen

Water

- Zoet water
- Zout water

Bos

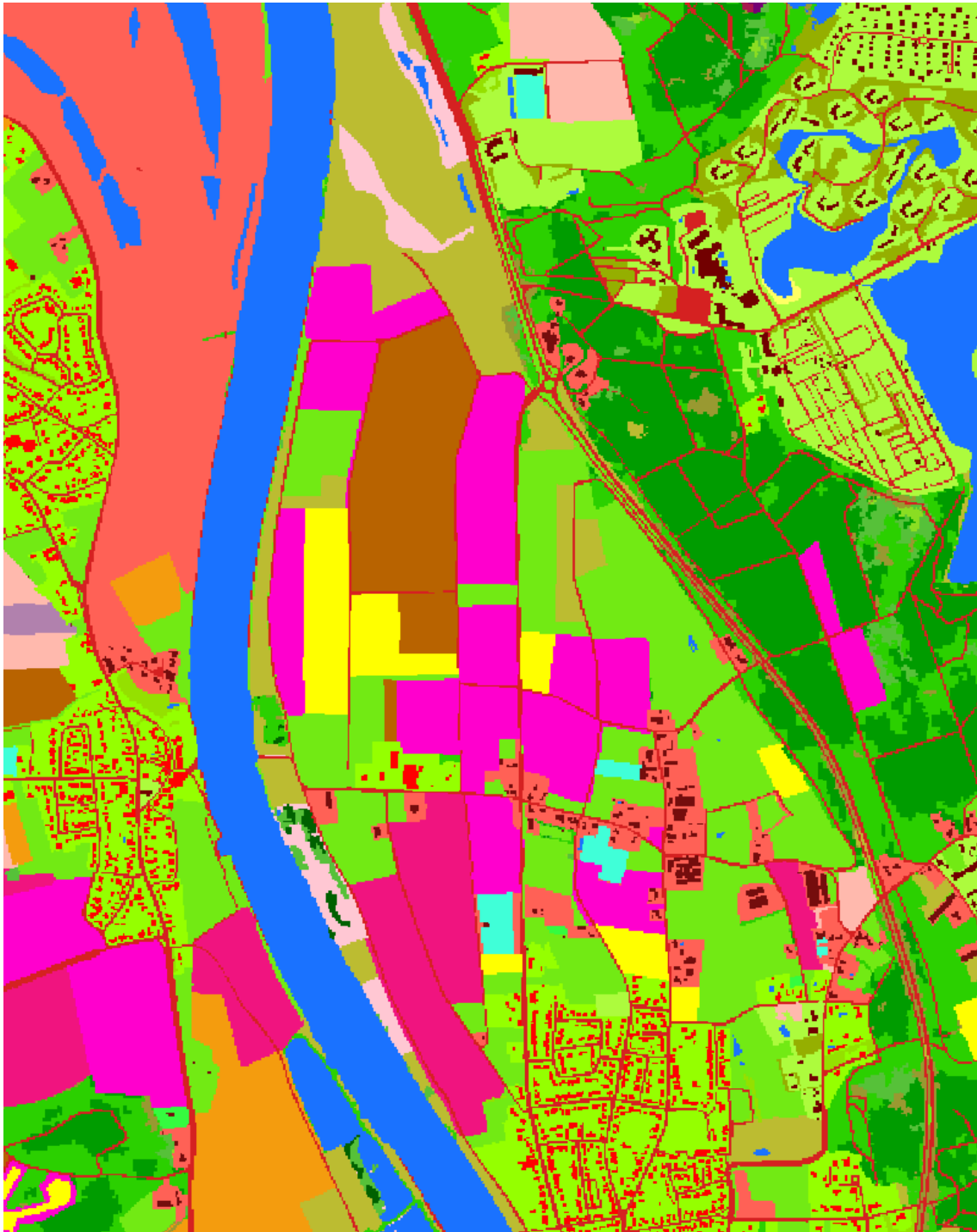
- Loofbos
- Naaldbos

Natuur

- Kwelders
- Open zand in kustgebied
- Duinen met een lage vegetatie
- Duinen met een hoge vegetatie
- Duinheide

- Gras in kustgebied
- Heide
- Matig vergraste heide
- Sterk vergraste heide
- Hoogveen
- Struikvegetatie in hoogveengebied (laag)
- Struikvegetatie in hoogveengebied (hoog)
- Bos in hoogveengebied
- Overige moeras vegetatie
- Rietvegetatie
- Struikvegetatie in moerasgebied (laag)
- Struikvegetatie in moerasgebied (hoog)
- Bos in moerasgebied
- Open stuifzand en/of rivierzand
- Natuurgraslanden
- Overig gras
- Overige struikvegetatie (laag)
- Overige struikvegetatie (hoog)

Afbeelding 37. Legenda van de LGN2020.



Afbeelding 38. LGN2020 van gebied noord.



Afbeelding 39. LGN2020 van gebied zuid.

BIJLAGE

B

FACTSHEET WL
LINGSFORTER-
BEEK

Lingsforterbeek

(belangrijke zijbeken: Vreewater, Lommerbroeklossing)

Ligging: tussen Arcen en de grens met Duitsland

Herkomst: Afvoer uit Duitsland, lokaal en regionaal grondwater, aantal kassen.

Monding: Lingsforterbeek bij Arcen (benedenstrooms Wymarsche molen)

| | Stroomgebied tot opp / NI opp (ha) | Lengte (km) | Verhang (m/km) |
|-----------------|------------------------------------|-------------|----------------|
| Lingsforterbeek | 2592 | 5,7 | 0,77 |

Beschrijving: Waterloop/Bodem/Geologie/grondgebruik (denk waar nodig ook aan buitenlands stroomgebied)

De Lingsforterbeek ontspringt in Nederland ter hoogte van de Rijnbeek om vervolgens als Leitgraben bij Lingsfort de grens over te gaan. Net na de grens stroomt de lossing Vreewater de Lingsforterbeek in. Hier bevindt zich ook een WML-pompstation waarvan de onderafdichting van een ontijzeringsbassin gevoelig is voor opdrijving.

De beek stroomt vanaf de instroom Vreewater door een natuurgebied. De beek is hier diep ingesneden. Om te voorkomen dat de waterpeilen ter hoogte van het WML-pompstation, de Duitse grens en een resterend landbouwperceel te hoog worden is bij de Zandhoekseweg een hoogwaterdam aangelegd. Zodra de Lingsforterbeek het (hoger gelegen) natuurgebied uitstroomt, stroomt de beek Arcen binnen. Hier loopt de beek parallel aan een onderbemalen gebied (Parallelsloot Lingsforterbeek). Deze wordt met een gemaaltje op peil gehouden. Na instroom van dit gemaal stroomt de Lingsforterbeek via de Wymarsche molen bij Kasteel Arcen de Maas in. Bij deze watermolen ligt ook de waterkering. Hier stroomt ook de Lommerbroeklossing uit in de Lingsforterbeek (benedenstrooms Wymarsche molen).

De ondergrond van het gebied bestaat hoofdzakelijk uit grof zand met hier en daar plekken met meer veen (oude ven bij de instroom Vreewater) en enkele leemlagen ter hoogte van Arcen. De beek kruist de hoger gelegen Maasduinen tussen de lossing Vreewater en de Maas. Het grondgebruik van de Lingsforterbeek bestaat hoofdzakelijk uit natuur met vanaf de zwarte berg bebouwd gebied. Het stroomgebied van de Vreewaterlossing bestaat hoofdzakelijk uit landbouwpercelen met hier en daar een kas.

Meetpunten debiet en waterstand

Meetpunt Lingsforterbrug (Q); Meetpunten voor waterpeilen voornamelijk bovenstrooms van Zandhoekseweg in de Lingsforterbeek.

| | Normaal zomerdebiet (m ³ /s) | Normaal winterdebiet (m ³ /s) | T=1 (99,7 percentiel) (m ³ /s) | Maximaal debiet (m ³ /s) |
|-----------------|---|--|---|-------------------------------------|
| Lingsforterbrug | 0,213 m ³ /s | 0,361 m ³ /s | 1,860 m ³ /s | 2,119 m ³ /s |

Belangrijke kunstwerken

Hoogwaterdam Lingsforterbeek (Zandhoekseweg), gemaal parallelsloot Lingsforterbeek, Watermolen Wymarsche Molen, afsluiters waterkering.

Bekende knelpunten wateroverlast

- laaggelegen perceel net benedenstrooms instroom Vreewater
- bassins WML pompstation
- gemaalcapaciteit parallelsloot Lingsforterbeek

Waterkeringen

Kruising met waterkering ter hoogte van Kasteel Arcen/Wymarsche molen

Buffers

Kleine buffer benedenstrooms van duitse grens. Geen specifieke capaciteit vastgesteld.

Contactpersonen

Erik Raaijmakers

Links

Via deze [link](#) (zaaknr. Advies geven 2017-Z7307) zijn de volgende zaken te vinden:

- Afvoeranalyse Lingsforterweg

Model: NOM

BIJLAGE

C

VISPASSAGE



SCHETSONWERP NATUURLIJKE VISPASSAGE WYMARSCHER MOLEN

MEMO

| | | | |
|-----------------|--|--------------|------------|
| Onderwerp: | Schetsontwerp natuurlijke vispassage Wijmarsche watermolen | Ons Kenmerk: | ### |
| Opgesteld door: | Jasper Arntz | Versie: | 01 |
| Van: | Jasper Arntz | Datum: | 10-06-2018 |
| Aan: | Erik Raaijmakers, Esther de Jong, Wim Droesen, Jan Jacobs (WL) Marian Neven (RWS) | Kopiën aan: | |

1. Inleiding

De Lingsforterbeek bij Arcen is aangewezen als KRW-waterlichaam type R5, langzaam stromende middenloop / benedenloop op zand. De Lingsforterbeek is tevens aangemerkt als natuurbeek (voorheen beken met een Specifiek Ecologische Functie (SEF) binnen het Provinciaal Waterplan 2016-2021. Dit houdt in dat inrichting, beheer en onderhoud op het bereiken van de ecologische doelen uit de KRW gericht zijn. Vanwege de natuurbeekfunctie en om de doelen uit de KRW te halen is in 2013 de bovenloop heringericht. Voor de benedenloop tot aan de Wijmarsche watermolen is herinrichting niet mogelijk, in verband met de ligging in een sterk door cultuurhistorische waarden bepaald landschap (o.a. watermolen, kasteelgracht) en de ligging langs de bebouwde kom. De nut en noodzaak van de aanleg van een vispassage is onderbouwd in een eerdere memo. Als gevolg van een gebrek aan ruimte voor herinrichtingsmaatregelen, beperkt de huidige opgave vanuit beekherstel zich dan ook tot het vispasseerbaar maken van de Wijmarsche watermolen. In deze memo worden de randvoorwaarden en uitgangspunten beschreven en vindt een doorvertaling plaats naar een schetsontwerp van de natuurlijke vispassage (natuurlijk variant, zoals opgenomen in de NRD).



2. Algemene uitgangspunten

Aan het ontwerpen van vispassages ligt een aantal ontwerpcriteria ten grondslag. Hieronder wordt hier kort op in gegaan.

Periode van werking

Vissen hebben in het voorjaar de natuurlijke piek in de stroomopwaartse vismigratie. Voor de stroomopwaartse vismigratie is het voorjaar dan ook de belangrijkste periode (maart t/m mei). Afhankelijk van de weersomstandigheden is er sprake van enige doorloop in juni (zie ook tabel 1). De vispassage dient vanuit hydraulisch oogpunt jaarrond te functioneren.

| Doelsoort | Migratieperiode |
|-------------------|-----------------|
| Riviergrondel | April-Mei |
| Kopvoorn | April-Juni |
| Bermpje | April-Juni |
| Serpeling | Februari-Maart |
| Snoek | Februari-Maart |
| Paling (juveniel) | Mei-Juni |

Stroomsnelheid

Voor Nederlandse vissen wordt gewoonlijk 1 m/s als maximale stroomsnelheid in vispassages aangehouden, gemeten op de drempel of in de doorzwemopening (Coenen *et al*, 2013). Voor de ontwerpvereisten ten aanzien van de doelsoorten wordt verwezen naar hoofdstuk 3.

Energievernietiging

Bij de passage van een visdoorgang ondervindt de vis turbulentie (de woeligheid van het water). Deze kracht kan de migratie belemmeren. Turbulentie wordt veroorzaakt doordat water van bekken naar bekken stroomt. De turbulentie vertegenwoordigt een hoeveelheid energie die kan worden gedempt. Om de vis gelegenheid tot rust te geven, moet sprake zijn van voldoende demping (een groot bekkenvolume) en een rustzone (waarin het water op lage snelheid circuleert). Voor de maximale toelaatbare energiedemping wordt uitgegaan van een demping $< 100 \text{ W/m}^3$ (Kroes & Monden, 2005, Coenen *et al*, 2013).

Debiet en lokstroom

Om de vispassage goed te laten functioneren, moet de lokstroom van de vispassage voldoende omvang hebben ten opzichte van de hoofdstroom. Dit in verband met de lokstroom die stroomopwaarts migrerende vissen naar de 'ingang' van de vispassage moet lokken. Als vuistregel wordt hier vaak 5-10% aangehouden (Coenen *et al*, 2013), maar bij voorkeur is de verhouding tussen de afvoer over de stuw en debiet door de vispassage zo klein mogelijk. Belangrijk daarbij is de afvoerverdeling gedurende het jaar en dan met name de afvoerverdeling in het voorjaar. De ingang van de vispassage (uitstroomvoorziening) dient zo dicht mogelijk bij het kunstwerk te liggen, maar niet in turbulente zones of zones waar hoge ($>1 \text{ m/s}$) stroomsnelheden heersen. De meest optimale locatie voor de ingang van de vispassage is de zogenaamde 'migratielimietzone' (Riemersma, 1994). Deze (denkbeeldige) lijn geeft de afstand vanaf een kunstwerk aan tot waar stroomopwaarts migrerende vis zal (kunnen) zwemmen. Vanaf die lijn gaan vissen op zoek naar een alternatieve doortrekroute. De ligging van de migratielimietlijn verschilt per soort en is afhankelijk van het debiet.



Aangezien de stroomsnelheid in het midden van de stroom hoger is dan aan de oevers, heeft de migratielinielijne meestal een zekere bolling. Vissen kunnen het kunstwerk dichter benaderen aan de oever en zullen zich daar dan ook verzamelen. Dit pleit ervoor om de uitstroomvoorziening langs de oever te plaatsen. Afhankelijk van het aandeel van de hoofdstroom takt de vispassage aan onder een hoek van 30-90 graden. Waterschap Limburg hanteert standaard 30 graden. De stroomsnelheid van de lokstroom dient te liggen tussen 0,3 en 1,3 m/s.

De uitzwemopening (instroomvoorziening) wordt bij voorkeur zo ver als mogelijk van de stuw af geplaatst, omdat drijfvuil zo beter kan worden afgeleid richting de stuw.

Inrichting vispassages

Voor vissoorten die over de bodem migreren (bijvoorbeeld biermpje) is het van groot belang dat de overgang van de bodem van de watergang naar de ingang van de vispassages zo geleidelijk mogelijk verloopt. Voor deze soorten is het daarnaast van belang dat zij de vispassage via de bodem kunnen passeren (ook de bodem in de vispassage loopt geleidelijk op). De bodem van de watergang dient dan ook aan te sluiten op de bodem van de vispassage. In de vispassage wordt een bodembedekking voorzien van stortsteen, een laag van minimaal 20 cm. Aanvullend kunnen per kamer zogenaamde ruststenen worden aangebracht. Dit zijn ronde keien met een diameter van +/- 0,3 meter. Dit vergroot de migreerbaarheid van kleine, kruipende en slechte 'zwemmers'.



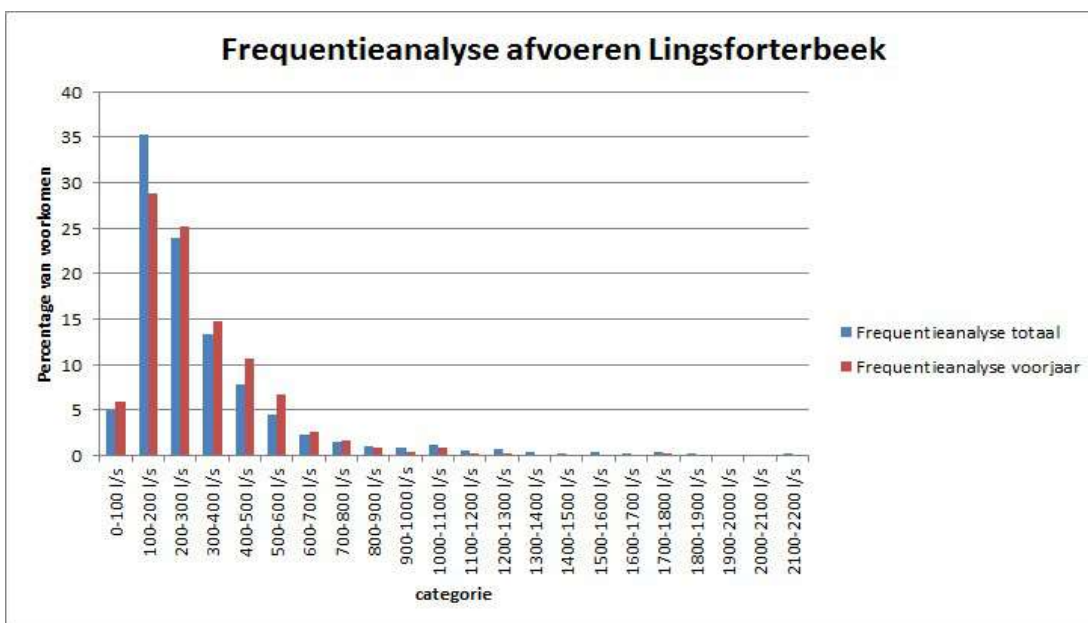
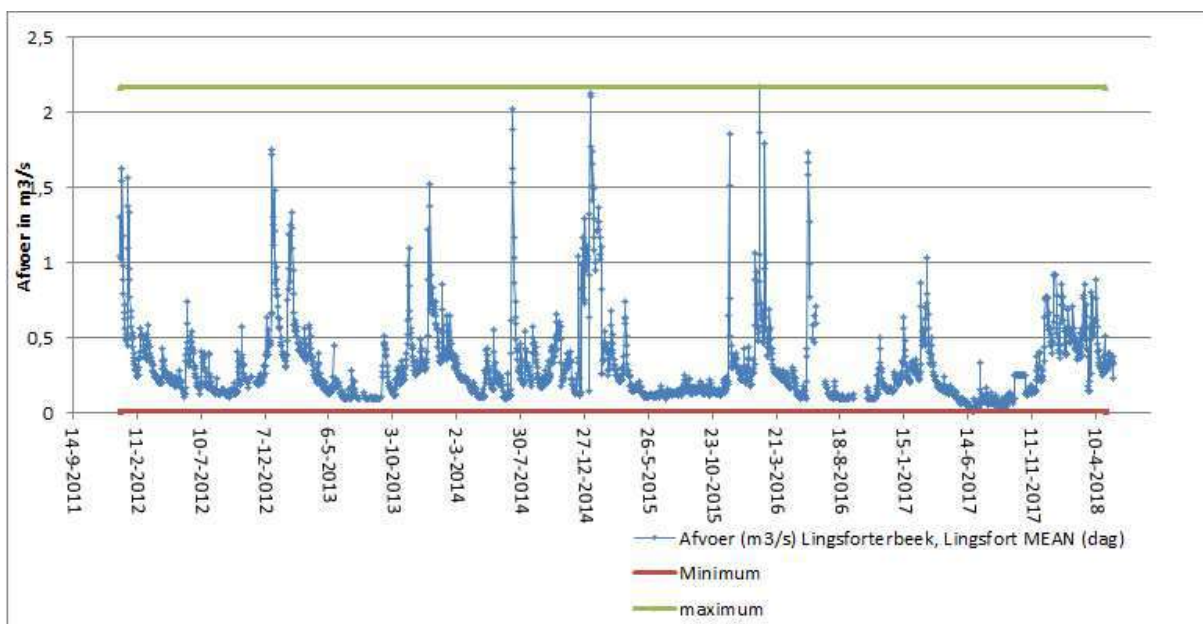
3. Locatiespecifieke uitgangspunten

3.1 Hydrologie

3.1.1 Afvoer

3.1.1.1 Beekafvoer

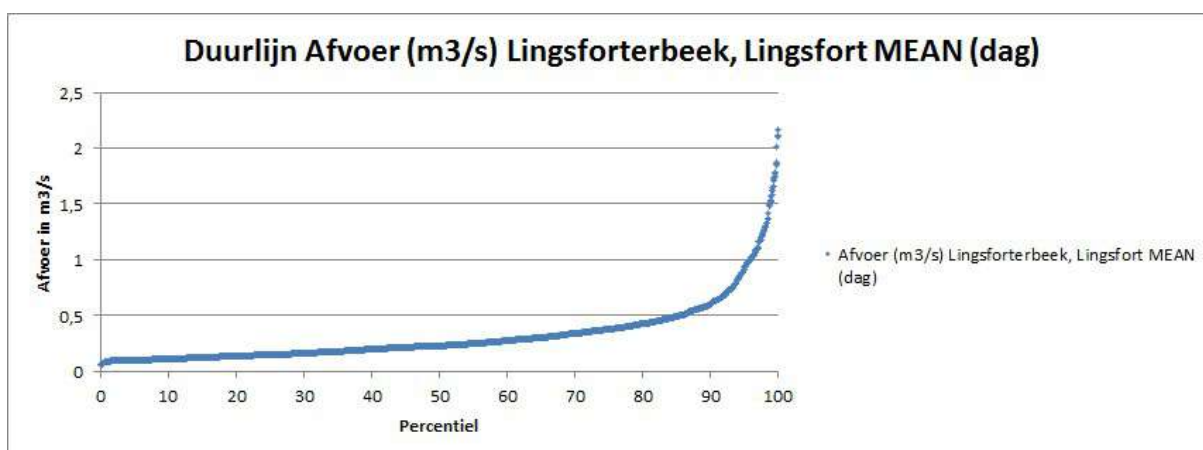
In figuur 3.1 is een debietreeks weergegeven van de afgelopen 7 jaar. Figuur 3.2 betreft een frequentieanalyse van afvoerranges voor zowel het gehele jaar als specifiek het voorjaar.



In onderstaande tabel is een doorvertaling gemaakt naar het aantal dagen dat een bepaalde afvoerrange in het voorjaar voorkomt.

| Categorie (l/s) | % | dagen per voorjaar werkend | dagen per voorjaar niet optimaal werkend |
|-----------------|------|----------------------------|--|
| 100-900 | 89,9 | 134 | 15 |
| 200-900 | 54,6 | 81 | 68 |
| 300-900 | 30,6 | 46 | 103 |
| 400-900 | 17,2 | 26 | 123 |

In figuur 3.3 wordt de afvoer weergegeven volgens de duurlijnmethode.



In tabel 3.2 is weergegeven hoeveel dagen de verschillende afvoeren worden overschreden.

| afvoersituatie | overschrijding | percentie | %MA | afvoer in m3/s |
|--------------------|--------------------|-----------|-----|----------------|
| Basisafvoer | 330 dagen per jaar | 9,6 | 5 | 0,110 |
| Zomerafvoer | 200 dagen per jaar | 45,2 | 20 | 0,213 |
| Voorjaarsafvoer | 100 dagen per jaar | 72,6 | 30 | 0,361 |
| winterafvoer | 15 dagen per jaar | 94,5 | 50 | 0,873 |
| maatgevende afvoer | 1 dag per jaar | 99,7 | 100 | 1,860 |

3.1.1.2 Afvoer watermolen

De Wijmarsche watermolen heeft ook water nodig om te functioneren. Als uitgangspunt is genomen dat de watermolen ook na de aanleg van een vispassage moet blijven functioneren. Bij de Stichting Limburgs Landschap is daarom nagevraagd hoeveel water de watermolen minimaal nodig heeft. De reactie is hieronder weergegeven.



Naar aanleiding van je vraag afgelopen vrijdag over het minimale debiet voor de molen van Arcen.

.....

Uitgaande van een belast draaiende molen zou je uitgaande van de ons toen beschikbare gegevens moeten je uitgaan van ruim 0,2 m³/s (200 l/s).

Zoals je ook kan zien valt het hele kasteelpark binnen de invloedsfeer: Dat houdt in dat het kasteel profiteert van het verhoogde waterpeil in de beek. (Let op: dat hoeft op zich nog niet te betekenen dat de Lingsforsterbeek de grachten en vijvers ook vult/voedt).

Ik ken de waterhuishoudkundige inrichting van het kasteelpark verder niet in detail, maar ik meen me wel te herinneren dat het park benedenstrooms van de molenstuw haar overtollige water loost. Indien het peilverschil tussen de grachten en de Lingsforsterbeek bovenstrooms van de molen niet al te groot is, valt misschien te overwegen/ haalbaar om het peil van de grachten wat te verhogen. Met een beperkte extra waterschijf op de grachten kan je dat water uit de gracht tijdens een in werking zijnde molen ook bovenstrooms op de Lingsforsterbeek afoeren: Je hebt dan een forse extra watervoorraad.

3.1.1.3 Ontwerpdebiet vispassage

Er is een vrij grote debietfluctuatie aanwezig in de Lingsforsterbeek. De meeste afvoeren vallen echter tussen een range 100- 900 l/s. De randvoorwaarde voor de afvoer en verdeling tussen watermolen/vispassage is weergegeven in onderstaande tabel.

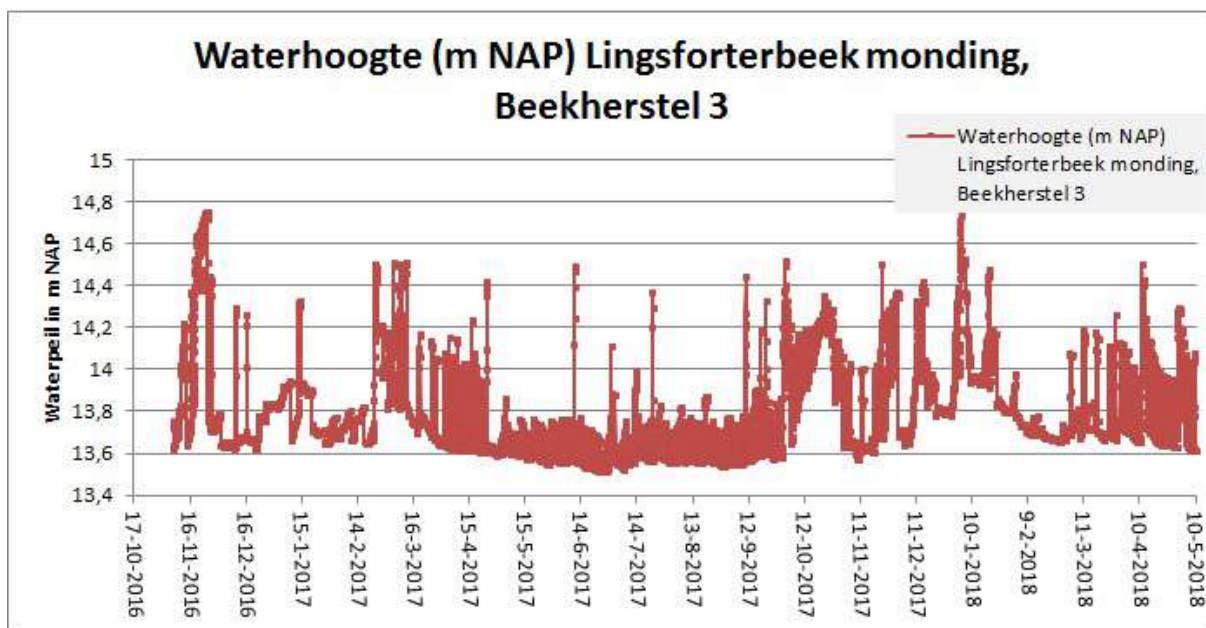
| Totale afvoer | Minimale afvoer vispassage | afvoer watermolen/losgoot |
|-----------------|----------------------------|---------------------------|
| 100 l/s (4%) | 50 | 50 |
| 215 l/s (20%) | 100 | 115 |
| 360 l/s (30%) | 100 | 260 |
| 875 l/s (50%) | 100 | 775 |
| 1860 l/s (100%) | 100 | 1760 |

De vispassage moet minimaal functioneren vanaf een afvoer van 50 l/s en tot een afvoer van 100 l/s. De (totale) afvoer van 100 l/s (50/50 verdeling) komt overeen met een situatie die ca. 22 dagen per jaar onderschreden wordt. De maximale afvoer waarop de vispassage werkt is 100 l/s. Alle 'resterende' afvoer wordt via de molen en/of losgoot afgevoerd. Met dit afvoerbereik werkt de vispassage ca. 343 dagen per jaar.

3.1.2 Peilverschil

Bovenstrooms van de watermolen vindt een continuemeting van de waterpeilen plaats. De gemeten waterpeilen bovenstrooms van de molen zijn weergegeven in onderstaande figuur. Het minimaal voorkomende waterpeil is 13,50 m NAP en het maximale gemeten waterpeil betreft 14,80 m NAP. De watermolen maakt gebruik van een middenslagrad, waardoor er bij het bepalen van het peilverschil geen rekening gehouden hoeft te worden met de watermolen.



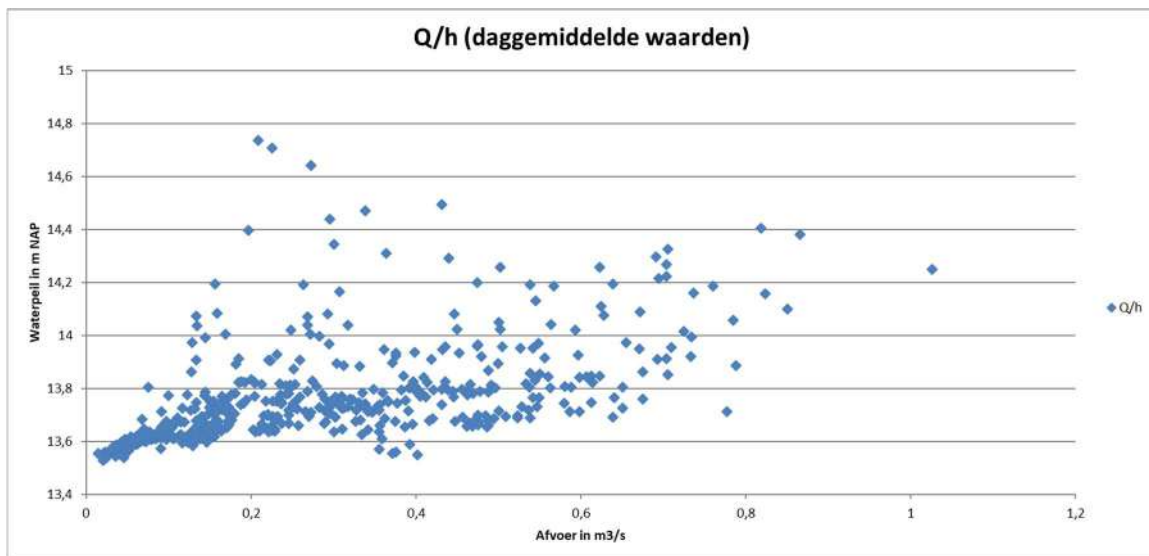


De benedenstroomse waterpeilen worden niet gemeten. Met een modellering (NOM02a01.lit) zijn de onderstaande peilen berekend. Dit zijn de waterpeilen direct benedenstrooms van de molen.

| Situatie | % van de piekafvoer | Waterpeil in m NAP |
|-----------------------|---------------------|--------------------|
| Basisafvoer | 5 | 11,55 |
| Zomerafvoer | 20 | 11,60 |
| Voorjaarsafvoer | 30 | 11,65 |
| Winterafvoer | 50 | 11,75 |
| Jaarlijkse piekafvoer | 100 | 11,85 |

Het peilverschil tijdens basisafvoer is hierbij 1,95 meter. Tijdens een piekafvoer loopt dit peilverschil op tot ca. 2,85 meter. Op voorhand kan worden gesteld dat het niet noodzakelijk is dat de vispassage binnen deze volledige range van peilverschil werkzaam is. Zodoende dient een minimaal en een maximaal peilverschil te worden vastgesteld waarbinnen de vispassage moet functioneren. Het minimale peilverschil is 1,95 meter. Dit volgt uit het verschil van een minimale boven- en benedenstroomse waterstand, respectievelijk 13,5 m en 11,55 m NAP. Voor de maximale waterstand is de Q/H-relatie bekeken van het bovenstroomse pand.





In onderstaande tabel zijn de peilonderschrijdingen weergegeven bij een afvoer van minimaal 100 l/s. Dit is de grens waarbij de vispassage (middels gelijke verdeling) moet functioneren.

| Waterpeil (m) | # dagen voorjaar | % voorjaar | # dagen jaarrond | % jaarrond |
|---------------|------------------|------------|------------------|------------|
| <13,80 | 125 | 74,40 | 269 | 64,98 |
| <13,85 | 143 | 85,12 | 309 | 74,64 |
| <13,90 | 149 | 88,69 | 325 | 78,50 |
| <13,95 | 152 | 90,48 | 344 | 83,09 |
| <14,00 | 157 | 93,45 | 360 | 86,96 |
| <14,05 | 159 | 94,64 | 372 | 89,86 |
| <14,10 | 162 | 96,43 | 381 | 92,03 |
| <14,15 | 164 | 97,62 | 384 | 92,75 |
| <14,20 | 164 | 97,62 | 392 | 94,69 |
| <14,25 | 165 | 98,21 | 396 | 95,65 |

Wanneer ook de dagen worden meegerekend dat de benodigde minimale afvoer niet wordt gehaald, wordt duidelijk hoeveel procent van het voorjaar aan beide voorwaarden wordt voldaan en de vispassage optimaal functioneert.

| Waterpeil (m) | % voorjaar | % jaarrond |
|---------------|------------|------------|
| <13,80 | 60,39 | 50,75 |
| <13,85 | 69,08 | 58,30 |
| <13,90 | 71,98 | 61,32 |
| <13,95 | 73,43 | 64,91 |
| <14,00 | 75,85 | 67,92 |
| <14,05 | 76,81 | 70,19 |
| <14,10 | 78,26 | 71,89 |
| <14,15 | 79,23 | 72,45 |
| <14,20 | 79,23 | 73,96 |
| <14,25 | 79,71 | 74,72 |



In overleg met het waterschap is besloten om 13,85 m NAP als maximaal peil te hanteren. De range van peilverschillen waarbinnen de vispassage moet functioneren, is daarmee 1,95-2,20 m. Aanvullend moet wel worden vermeld dat er sprake is van een onderschatting van de werkingspercentages. Bij de Q/h-relatie is namelijk geen rekening gehouden met een correctie van 100 l/s die door de vispassage in de toekomstige situatie wordt gebruikt. Dit leidt tot een verlaging van de werkelijke waterstand en daarmee tot een hoger werkingspercentage van de vispassage.

3.2 Ontwerpvereisten doelsoorten

De doelsoorten vallen binnen Brasem/barbeelzone. De randvoorwaarden voor de maximale stroomsnelheid in deze zones zijn weergegeven in onderstaande tabel. In het kader van de robuustheid van het ontwerp moet een correctiefactor worden toegepast voor stroomsnelheid van 0,72.

| Stroomsnelheid | Barbeel zone | Robuust ontwerp | Brasem zone | Robuust ontwerp |
|---|--------------|-----------------|-------------|-----------------|
| Maximaal op de bodem van de slot/overlaat [m/s] | ≤ 1,6 | ≤ 1,15 | ≤ 1,4 | ≤ 1,01 |
| Maximaal over de gehele waterkolom van de slot/overlaat [m/s] | ≤ 1,8 | ≤ 1,30 | ≤ 1,7 | ≤ 1,22 |
| Maximaal binnen de bekkens [m/s] | 0,5 | 0,36 | 0,5 | 0,36 |

Voor de doorzwemopening en waterdiepte zijn de randvoorwaarden te zien in de onderstaande tabel.

| Aspect | Riviergrondel | Kopvoorn | Bermpje | Serpeling | Snoek |
|--|---------------|----------|---------|-----------|--------|
| Doorzwemopening (m) | ≥ 0,30 | ≥ 0,30 | ≥ 0,30 | ≥ 0,30 | ≥ 0,30 |
| Minimale waterdiepte bekken (m) | ≥ 0,30 | ≥ 0,32 | ≥ 0,30 | ≥ 0,30 | ≥ 0,28 |
| Minimale waterdiepte overlaat/slot (m) | ≥ 0,30 | ≥ 0,32 | ≥ 0,30 | ≥ 0,30 | ≥ 0,28 |



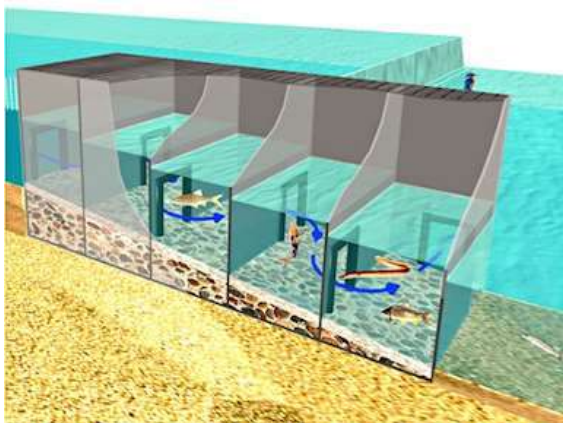
3.3 Overige ontwerpisen

- Materiaalkeuze (levensduur in jaren): minimaal 20 jaar
- Materiaalkeuze bodem: hoge ruwheid en minimaal 20 cm dik over de gehele passage
- Langs de vispassage moet een werkpad worden aangelegd van minimaal 3,5 meter breed met een maximale helling van 10%.
- Obstakelvrije afstand voor korfmaaier betreft minimaal 5 meter.
- Er dient een drijfbalk te worden aangebracht aan bovenstroomse zijde.
- Er dient een afsluiter te worden aangebracht om uitzakken te voorkomen bij afvoeren lager dan 100 l/s.
- Onderhoud kan worden uitgevoerd vanaf de noord/westzijde
- De passage mag voor 50-70% worden beschaduwde. Beplanting dient te worden aangebracht aan zuidzijde (zonzijde).
- Maximaal dichtgroei: 30%

4. Ontwerp

4.1 Type vispassage

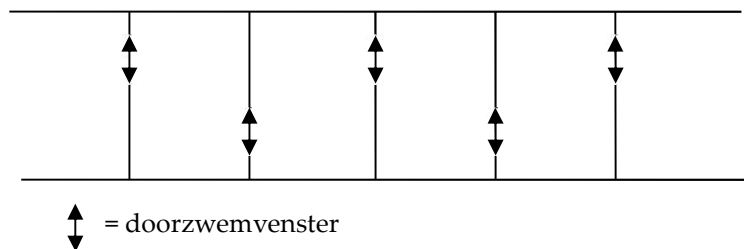
Het ontwerpdebiet van 50 tot 100 l/s is te beperkt om V-vormige bekkenpassage aan te leggen. Het basisontwerp vereist een afvoer van minimaal 150 l/s. De oplossing is dan ook om een technische vispassage aan te leggen met een natuurlijk karakter. Daarbij moet gesteld worden dat de bypass langer is dan maximaal is benodigd voor een technische vispassage, waardoor de extra lengte kan worden ingericht als natuurlijke beek waarmee het natuurlijk karakter van totale bypass verder wordt versterkt. Het voorstel is om de vispassage in ieder geval te voorzien van een doorzwemvenster op de bodem, waarmee de basis wordt gevormd door het type De Wit-vispassage.



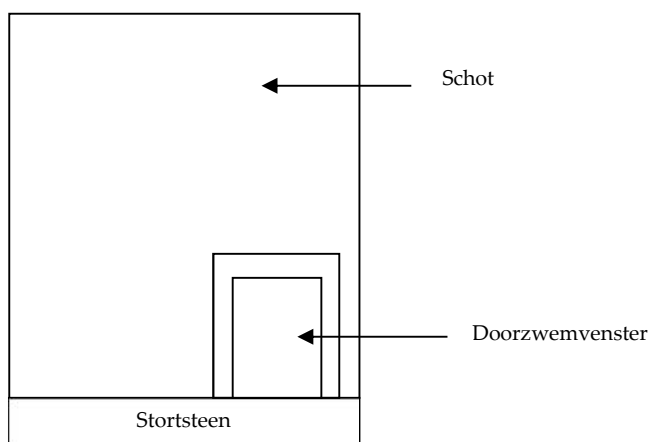
Figuur 1 De Wit-vispassage (Bron: HDSR)

Het principe van deze passage is dat een vis door middel van opeenvolgende bekkens tegen het peilverschil in kan zwemmen. De bekkens worden met elkaar verbonden door middel van ten opzichte van elkaar verspringende doorzwemvensters (figuur 3) van een vaste afmeting (figuur 4).





Figuur 2 Bovenaanzicht De Wit-vispassage



Figuur 3 Vooraanzicht De Wit-vispassage

4.2 Afmetingen

Onafhankelijk van de werkelijke uitvoering van de schotten en de inrichting van de vispassage kan op hoofdlijnen al wat worden gezegd over de afmetingen.

4.2.1 Schot

Uitgaande van een maximale stroomsnelheid van 1,01 m/s in het doorzwemvenster, kan voor een peilverschil per schot worden uitgegaan van 0,06 meter. Daarmee komt de vispassage bij het maximaal te overbruggen peilverschil op 37 schotten (36 bekkens). In geval van het minimale peilverschil ontstaat daarmee een peilverschil per schot van 0,053 meter. Bij het minimale bovenstroomse waterpeil wordt ingezet op de minimale afvoer. Om vismigratie mogelijk te maken bij dit minimale waterpeil moet er een opening worden gecreëerd onder het minimale waterpeil. De afvoer van 50 l/s komt daarbij overeen met een opening (bxh) van 0,2x0,27 m. Daarmee komt het waterpeil in de bekkens op minimaal 0,27 meter. De maximale waterstand is 0,62 meter.

4.2.2 Bekken

Binnen de gestelde afvoerrange mag ook de maximale energiedemping van 100 W/m³ niet worden overschreden. Er wordt gekozen voor een bekkenbreedte van 1,0 meter en een bekkenlengte van 1,5 meter. Daarmee komt de energiedemping op 64 W/m³ bij een afvoer van 50 l/s. De stroomsnelheid komt op 0,16-0,18 m/s.



4.2.3 Lengte

De lengte van de vispassage wordt daarmee vastgesteld op minimaal 54 meter. Omwille van het aantal bekkens wordt voorgesteld om een viertal rustbekkens in het ontwerp te voorzien, indien het noodzakelijk is dat alle bekkens achter elkaar worden geplaatst. Deze rustbekkens hebben een dubbele bekkenlengte, waardoor de vispassage maximaal 60 meter wordt.

4.3 Schotvariatie

Naarmate het peil verder stijgt richting de 13,85 m NAP, neemt de afvoer van de hierboven beschreven opening toe tot ruim 53 l/s. Het overige deel van het schot moet garant staan voor 47 l/s bij een peilstijging van maximaal 0,35 m. Hiervoor zijn verschillende opties:

- 1) De hierboven vermelde opening wordt een venster van 0,5 meter hoog. De vermelde breedte blijft 0,2 m.
 - a) Voordelen: De afvoer van de vispassage is goed te reguleren. Met een afsluiter vergelijkbaar met de opening van het venster is de vispassage te openen en af te sluiten wanneer dat nodig wordt geacht. Hogere waterstanden leiden tot hogere stroomsnelheden in de vensters, maar de afvoer neemt in verhouding tot de overige opties beperkt toe. Daarmee kan de vispassage ook bij hogere waterstanden open blijven staan, waarmee de passeerbaarheid voor slechte zwemmers overigens wel afneemt bij waterstanden > 13,85 m NAP. De energiedemping neemt slechts beperkt toe.
 - b) Nadelen: Bij meer water blijft de afvoer nagenoeg gelijk. Daarmee ontstaan minder dynamische omstandigheden in de vispassage.
- 2) De hierboven vermelde opening wordt een venster van 0,27 meter hoog. De vermelde breedte blijft 0,2 m. Het schot wordt afgetopt op 13,77 m NAP (horizontale kruin), waardoor een waterstand hoger dan 13,77 m NAP zorgt voor een overstort waarmee de vispassage extra afvoer genereert tot de maximale 100 l/s bij 13,85 m NAP met een schotbreedte van 1,0 meter.
 - a) Voordelen: De vispassage reageert snel op wisselende waterstanden boven de 13,77 m NAP en krijgt daarmee meer natuurlijke dynamiek. Ook het overstortende water geeft de vispassage een meer natuurlijk karakter.
 - b) Nadelen: Bij een hogere waterstanden neemt de energiedemping in de bekkens snel af. De beoogde 8 cm overstort over de horizontale drempel is slechts voor het uiterlijk. De overstorthoogte is te beperkt voor vissen om over te migreren. Bij hogere waterstanden kan de vispassage watervoerend blijven, maar uitspoeling wordt snel een risico.
- 3) De hierboven vermelde opening wordt een venster van 0,27 meter hoog. De vermelde breedte blijft 0,2 m. Het schot krijgt een V-vormige kruin (hoek ca 147 graden) . Met het diepste punt gelegen op 13,70 m NAP, waardoor een waterstand hoger dan 13,70 m NAP zorgt voor een overstort waarmee de vispassage extra afvoer genereert tot de maximale 100 l/s bij 13,85 m NAP met een schotbreedte van 1,0 meter.
 - a) Voordelen: De vispassage reageert snel op wisselende waterstanden boven de 13,77 m NAP en krijgt daarmee meer natuurlijke dynamiek. Ook het overstortende water geeft de vispassage een meer natuurlijk karakter. Bij de beoogde maximale waterstand van 13,85 m NAP kunnen vissen ook gebruik maken van de overstortende straal van 0,15 m ter hoogte van de kruin.
 - b) Nadelen: Bij een hogere waterstanden neemt de energiedemping in de bekkens snel af. Bij hogere waterstanden kan de vispassage watervoerend blijven, maar uitspoeling wordt snel een risico.



4.4 Bodemhoogte en ruimtelijk inpassing

Voor de bodemhoogte van het bovenstroomse pand moet worden uitgegaan van 13,23 m NAP. Benedenstrooms is de bodemhoogte vastgesteld op 11,17 m NAP. Het streven is om de vispassage minimaal onder het maaiveld te laten komen om zo de zichtbaarheid te vergroten. De huidige loop van de beek ligt echter ook ver onder maaiveld en het perceel waar de vispassage is beoogd ligt relatief hoog (15,75 m NAP). Vanuit die optiek wordt voorgesteld om de volledige vispassage te concentreren in het laatste deel, nabij de monding. Daarmee komt de bypass zo hoog mogelijk in het landschap te liggen, maar met ca 2,5 meter nog steeds ver onder het maaiveld. Met een bodembreedte van 1 meter een talud van 1:3 heeft de bypass een breedte van 16 meter vanaf de insteek. Wanneer tevens wordt voorzien in een onderhoudspad van 3,5 meter breed, komt de totale breedte op ca 20 meter. De trajectlengte van dit traject bedraagt minimaal 120 meter (rechte lijn). Het verdient echter de aanbeveling om een licht meanderende loop aan te leggen, waarbij een verhang wordt aangehouden van 0,4 m/km. Hiermee kan een beperkt deel van het peilverschil (ca 6-10 cm) middels het bodemverhang worden opgevangen. Aan het einde van het traject, nadat het de hoogte heeft gekruist en in de laagte van de bestaande uitmonding komt, wordt gestart met de vispassage. Ter hoogte van de bestaande hoogte wordt de inlaat voorzien. Dat betekent dat het bovenstroomse deel van de bypass onder directe invloed staat van het bovenstroomse beekpeil. Bij het maximale beekpeil van 14,80 m NAP staat het water nog steeds een meter onder het maaiveld. De vispassage wordt zo ingepast dat deze in een hoek van de 30 graden aantakt op de bestaande monding. Dit laatste traject heeft ongeveer een lengte van 60 meter. Daarmee komt de totale lengte van de bypass op minimaal 180 meter. De vispassage komt daarmee volledig buitendijks te liggen. Indien dit niet gewenst is, moet een diepere insnijding van het landschap worden geaccepteerd.

4.4.1 Debiet en lokstroom

Een afvoer van 100 l/s is ruim 5% van de maximale afvoer (1860 l/s). De vispassagemonding bevindt zich echter te ver van de watermolen om gevonden te worden wanneer vissen zich voor de watermolen hebben verzameld. Om te voorkomen dat vissen toch doorzwemmen naar de watermolen is een drempel voorzien in de huidige loop net bovenstrooms van de vispassagemonding. Deze drempel wordt aangebracht tot een hoogte van 11,75 m NAP. Dit is dus 20 cm boven peil bij basisafvoer. De ligging is 5 meter bovenstrooms van de vispassagemonding, omdat direct na deze drempel ook turbulentie zal ontstaan.

4.5 Optimalisaties

4.5.1 Peilhandhaving

Uit de Q/h-relatie (figuur) blijkt dat het bovenstroomse pand (gezien de spreiding van de punten) geen 'nette' relatie heeft tussen afvoer en waterpeil, waardoor mag worden geconcludeerd dat het waterpeil niet strak wordt gereguleerd. Het verdient de aanbeveling om in gesprek te gaan met de beheerder om zo strakker te sturen op het maximaal beoogde bovenstroomse peil van 13,85 m NAP, zodat het werkingspercentage van de vispassage wordt vergroot. Eventueel kan worden ingezet op het instellen van een maximaal peil.



4.5.2 Waterverdeling

Tijdens perioden met een beperkte afvoer <100 l/s kunnen vispassage en molen niet tegelijk functioneren. Met name in het voorjaar, is het wenselijk om de vispassage te laten werken. Het verdient de aanbeveling om voor dergelijke gevallen afspraken te maken met de molenbeheerder. Daarbij moet worden gedacht aan het verdelen van water in de tijd, bijvoorbeeld dat de molen overdag draait en de vispassage 's nachts.

4.5.3 Extra afvoercapaciteit

Omdat de watermolen onvoldoende capaciteit heeft om hoge afvoeren te verwerken, moet worden overwogen om de vispassage te voorzien van een extra losgoot. Daarmee kan extra water worden geloosd op de momenten dat de Maas lager staat dan het peil van de beek.



ONTWERPRANDVOORWAARDEN VISPASSAGE LINGSFORTERBEEK

Randvoorwaarden vispassage Lingsforterbeek

1 Randvoorwaarden constructie

1.1 Vissoortenspectrum

De vissoorten vallen binnen Brasem/barbeelzone. De randvoorwaarden voor de maximale stroomsnelheid in deze zones zijn als volgt:

| | Barbeel zone | Brasem zone |
|---|--------------|-------------|
| Maximale stroomsnelheid op de bodem van de slot/overlaat [m/s] | ≤ 1,6 | ≤ 1,4 |
| Maximale stroomsnelheid over de gehele waterkolom van de slot/overlaat [m/s] | ≤ 1,8 | ≤ 1,7 |
| Maximale stroomsnelheid [m/s] binnen de bekkens | 0,5 | 0,5 |

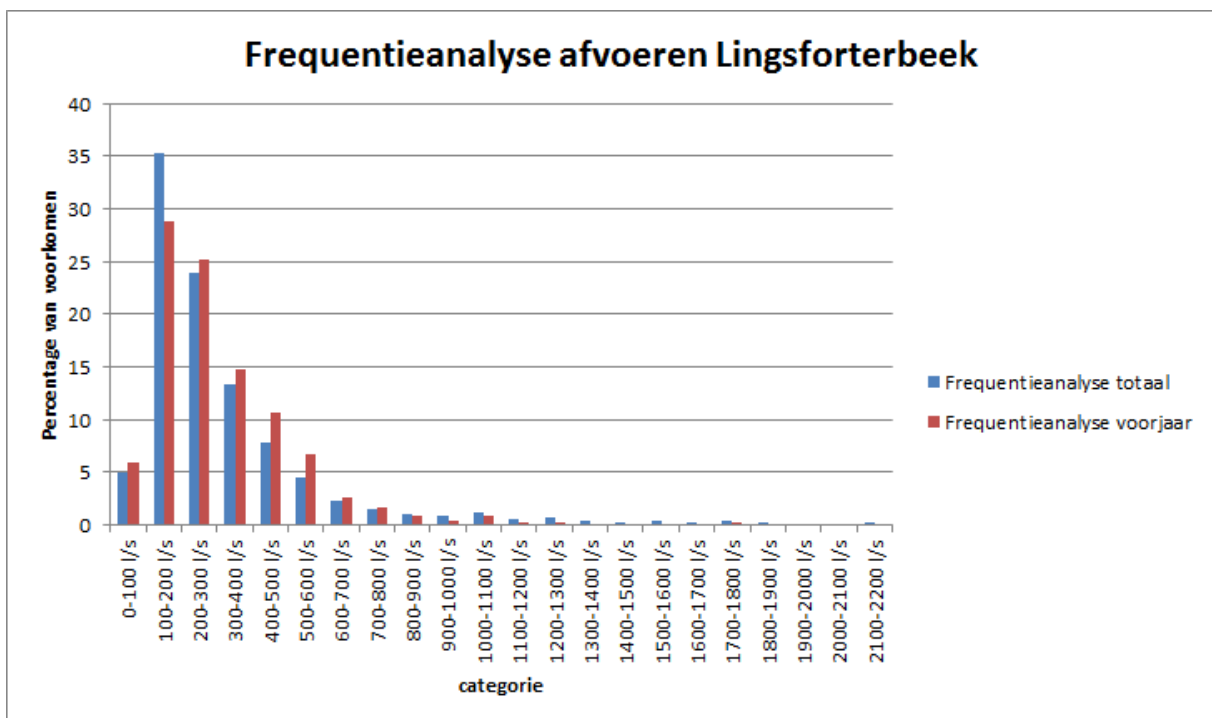
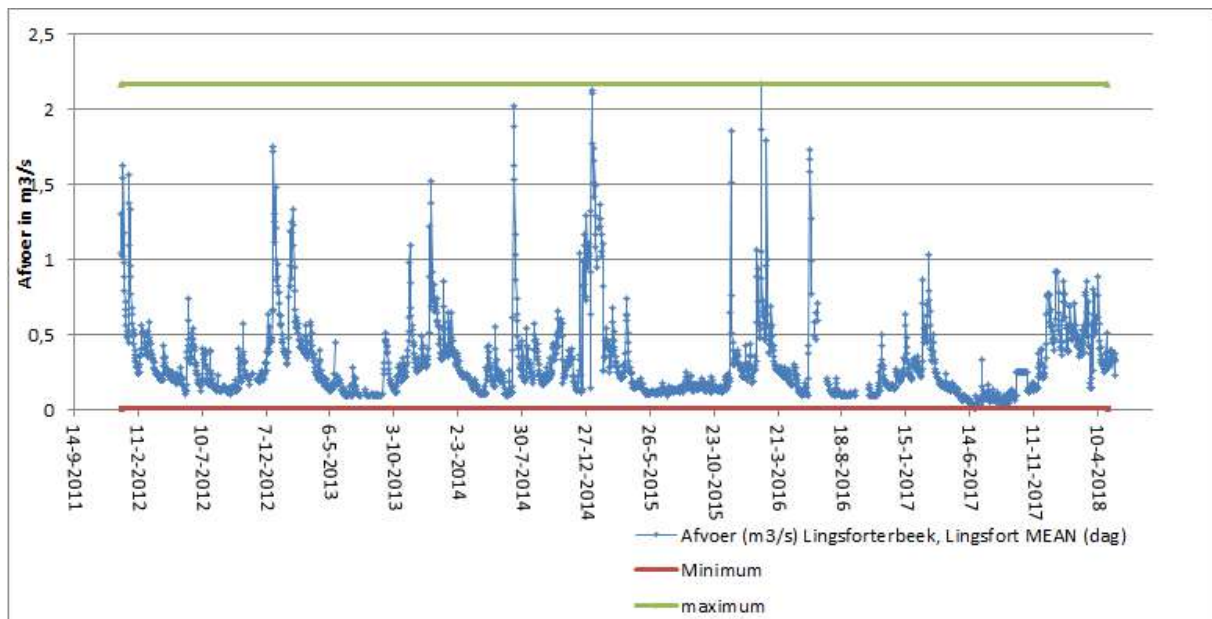
Voor de doorzwemopening, waterdiepte en migratieperiode zijn de randvoorwaarden zijn te zien in de onderstaande tabel. Voor robuustheid moet hier een correctiefactor op worden toegepast. Deze is te vinden onder 1.3.

| | Riviergrondel | Kopvoorn | Bermpje | Serpeling | Snoek |
|---|---------------|--------------|--------------|------------------|------------------|
| Doorzwemopening (m) | ≥ 0,30 | ≥ 0,30 | ≥ 0,30 | ≥ 0,30 | ≥ 0,30 |
| Minimale waterdiepte bekken (m) | ≥ 0,30 | ≥ 0,32 | ≥ 0,30 | ≥ 0,30 | ≥ 0,28 |
| Minimale waterdiepte overlaat/slot (m) | ≥ 0,30 | ≥ 0,32 | ≥ 0,30 | ≥ 0,30 | ≥ 0,28 |
| Migratieperiode | april - mei | april - juni | april - juni | februari - maart | februari - maart |

| | Reofiele soorten | | Eurytope soorten | | |
|--|--------------------------------|-------------------|---|--|-------------|
| | Forel zone bovens trooms | beneden trooms | Vlagzalm zone | Barbeel zone | Brasem zone |
| Schematische afname van het verval en de stroming en toename breedte waterloop ten opzichte van viszones | | | | | |
| Temperatuur °C | 5-10 | 8-14 | 12-18 | 16-20 | >20 |
| Zuurstofgehalte | Zeer hoog | Hoog | Bij de oppervlakte hoog, bij de bodem lager | Bij de oppervlakte voldoende, op de bodem vaak onvoldoende | |
| dwarsprofiel | | | | | |
| bodemstructuur | Stenen | Grof grind | fijn grind | Zand | Slib |

1.2 Functioneren door het jaar heen

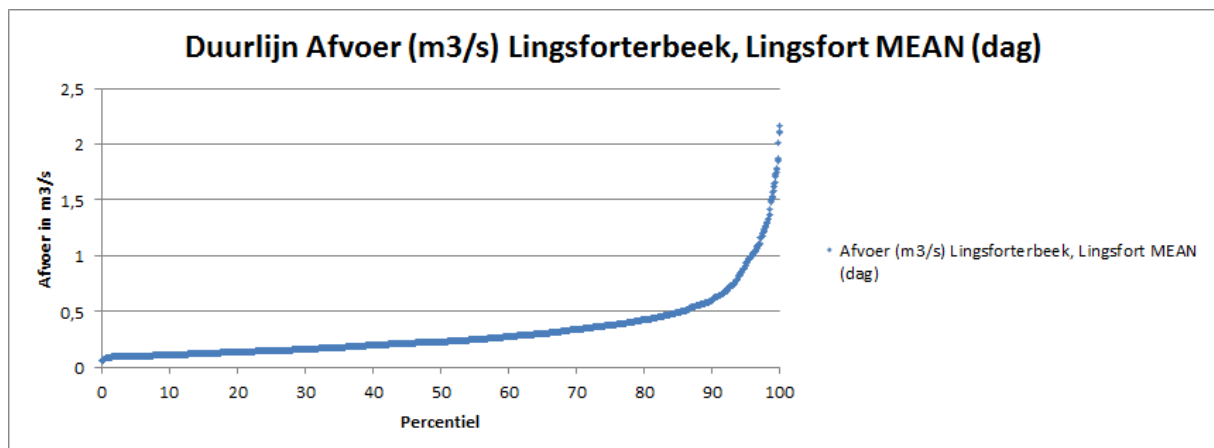
1.2.1 Afvoeren



In de bovenstaande grafiek is voor het voorjaar het percentage van voorkomen per afvoeren-categorie weergegeven. Het aantal dagen dat de vispassage bij verschillende afvoerbereiken in het voorjaar (optimaal) werkt is te zien in de onderstaande tabel:

| categorie | % | dagen per voorjaar werkend | dagen per voorjaar niet optimaal werkend |
|-----------|------|----------------------------|--|
| 100-900 | 89,9 | 134 | 15 |
| 200-900 | 54,6 | 81 | 68 |
| 300-900 | 30,6 | 46 | 103 |
| 400-900 | 17,2 | 26 | 123 |

De afvoer volgens de duurlijnmethode:



| afvoersituatie | overschrijding | percentie | %MA | afvoer in m3/s |
|--------------------|--------------------|-----------|-----|----------------|
| Basisafvoer | 330 dagen per jaar | 9,6 | 5 | 0,110 |
| Zomerafvoer | 200 dagen per jaar | 45,2 | 20 | 0,213 |
| Voorjaarsafvoer | 100 dagen per jaar | 72,6 | 30 | 0,361 |
| winterafvoer | 15 dagen per jaar | 94,5 | 50 | 0,873 |
| maatgevende afvoer | 1 dag per jaar | 99,7 | 100 | 1,860 |

Benodigde afvoer watermolen

Reactie Stichting Limburgs Landschap:

Naar aanleiding van je vraag afgelopen vrijdag over het minimale debiet voor de molen van Arcen.

.....

Uitgaande van een belast draaiende molen zou je uitgaande van de ons toen beschikbare gegevens moeten je uitgaan van ruim 0,2 m3/s (200 l/s).

Zoals je ook kan zien valt het hele kasteelpark binnen de invloedsfeer: Dat houdt in dat het kasteel profiteert van het verhoogde waterpeil in de beek. (Let op: dat hoeft op zich nog niet te betekenen dat de Lingsforterbeek de grachten en vijvers ook vult/voedt).

Ik ken de waterhuishoudkundige inrichting van het kasteelpark verder niet in detail, maar ik meen me wel te herinneren dat het park benedenstrooms van de molenstuw haar overtollige water loost. Indien het peilverschil tussen de grachten en de Lingsforterbeek bovenstrooms van de molen niet al te groot is, valt misschien te overwegen/ haalbaar om het peil van de grachten wat te verhogen. Met een beperkte extra waterschijf op de grachten kan je dat water uit de gracht tijdens een in werking zijnde molen ook bovenstrooms op de Lingsforterbeek afvoeren: Je hebt dan een forse extra watervoorraad.

Randvoorwaarde:

Er is een vrij grote debietfluctuatie aanwezig in de Lingsforterbeek. De meeste afvoeren vallen echter tussen een range 100- 900 l/s.

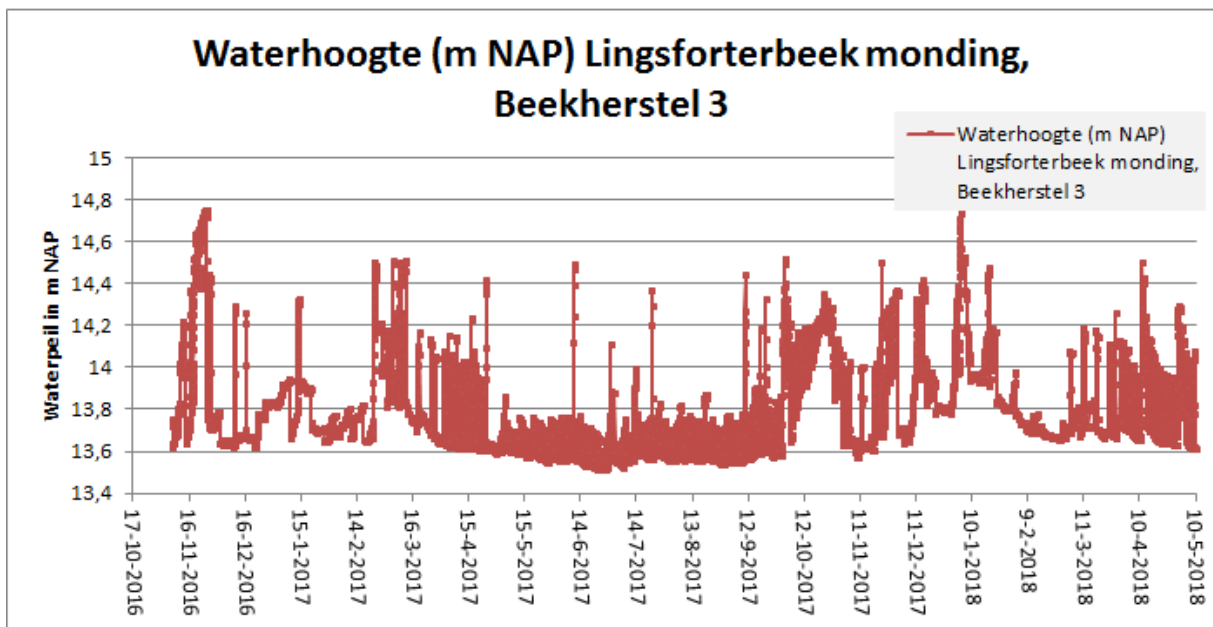
De randvoorwaarde voor de afvoer en verdeling tussen watermolen/vispassage is als volgt:

| Totale afvoer | Minimale afvoer vispassage | afvoer watermolen/losgoot |
|-----------------|----------------------------|---------------------------|
| 100 l/s (4%) | 50 | 50 |
| 215 l/s (20%) | 100 | 115 |
| 360 l/s (30%) | 100 | 260 |
| 875 l/s (50%) | 100 | 775 |
| 1860 l/s (100%) | 100 | 1760 |

De vispassage moet minimaal functioneren vanaf een afvoer van 50 l/s en tot een afvoer van 100 l/s. De (totale) afvoer van 100 l/s (50/50 verdeling) komt overeen met een situatie die ca. 22 dagen per jaar onderschreden wordt. De maximale afvoer waarop de vispassage werkt is 100 l/s. Alle 'resterende' afvoer wordt via de molen en/of losgoot afgevoerd. Met dit afvoerbereik werkt de vispassage ca. 343 dagen per jaar.

1.2.2 Waterpeilen

Bovenstrooms van de watermolen vindt een continuemeting van de waterpeilen plaats. De gemeten waterpeilen bovenstrooms van de molen zijn:



Dit komt neer op een minimaal gemeten waterpeil van 13,50 m NAP en een maximaal gemeten waterpeil van 14,80 m NAP.

De benedenstroomse waterpeilen worden niet gemeten. Met een modellering (NOM02a01.lit) zijn de onderstaande peilen berekend. Dit zijn de waterpeilen direct benedenstrooms van de molen.

| Situatie | % van de piekafvoer | Waterpeil in m NAP |
|-----------------------|---------------------|--------------------|
| Basisafvoer | 5 | 11,55 |
| Zomerafvoer | 20 | 11,60 |
| Voorjaarsafvoer | 30 | 11,65 |
| Winterafvoer | 50 | 11,75 |
| Jaarlijkse piekafvoer | 100 | 11,85 |

Het peilverschil tijdens een basisafvoer is hierbij 1,95 meter. Tijdens een piekafvoer is het peilverschil nog ca. 2,85 meter.

Randvoorwaarde:

De benedenstroomse randvoorwaarde voor het waterpeil is 11,55 m NAP. Op deze waterpeilen moet de uitstroom/laagst gelegen drempel op worden ontworpen. De bovenstroomse randvoorwaarde is 13,50 m NAP. Hier moet de instroom/hogst gelegen drempel op worden ontworpen.

1.3 Correctiefactoren voor robuustheid

Om de robuustheid van de vispassage te garanderen moeten de onderstaande correctiefactoren worden toegepast (Bron: DWA):

- Stroomsnelheid: 0,72
- Energiedemping: 0,9

1.4 Overige randvoorwaarden

- Maximale energiedemping (W/m^3): $100 W/m^3$.¹
- Materiaalkeuze (levensduur in jaren): minimaal 20 jaar
- Materiaalkeuze bodem: hoge ruwheid en minimaal 20 cm dik over de gehele passage
- De hoek van de lokstroom moet 0-30 graden zijn ten opzichte van de as van de waterloop.
- Uitstroom van de vispassage mag niet uitkomen in de turbulente zone en niet te ver weg liggen van de migratielijn van de stuw of eventueel nieuw aan te leggen barrière (max. 5 meter vanaf de stuw/barrière)
- De bodem van de vispassage moet op de beekbodem boven- en benedenstrooms van het kunstwerk aansluiten.
- Stroomsnelheid van de lokstroom
 - Minimum: 0,3 m/s
 - Maximum: 1,3 m/s

¹Maat voor de turbulentie. In bekkenpassages wordt deze berekend volgens formule $\epsilon = P/V = \rho * g * Q * \Delta h / L * B * \gamma_0$

2 Randvoorwaarden beheer en monitoring

- Bereikbaarheid
 - *Werkpad:*
 - Technische passage: Onderhoud vanaf de weg (geen werkpad aanwezig)
Bekkenpassage: Onderhoud vanaf de noord/westzijde; 3,5 m werkpad
 - Onderhoudbaarheid bekkens/open ruimtes:
(Indien bekkens worden aangelegd)

| Methode | Obstakelvrije breedte (bekkenlengte) benodigd |
|---------|---|
| Korf | 5 meter |

- *Afsluitbaarheid van de passage:* moet afsluitbaar zijn met spindel of andere voorziening.
- *Mogelijkheden voor monitoring:* geen aanvullende voorzieningen voor monitoring noodzakelijk.
- *Beheer afvangen drijfvuil:* Drijfbalk wenselijk
- Beschaduwing (% beschaduwing) en mate van dichtgroei van de passage (% dichtgroei)
 - % beschaduwing : 50-70%
 - % dichtgroei : 30% dichtgroei (maximum)
- *(optioneel) plaatsing van beplanting ten opzichte van de passage (bv in afstand vanaf passage, % bedekking en beschrijving ongewenste soorten):* bij keuze bypass, beplanting waar mogelijk aan de zuidzijde/zonzijde.

Verder moet een uitgewerkte passage inzicht geven in het beheer na aanleg, 2 jaar na aanleg en in de eindsituatie. Hierbij hoort ook een risicoparagraaf (bijvoorbeeld hoe het risico van niet werken van de passage is afgedekt).

FOTO'S EN WAARNEMINGEN
LINGSFORTERBEEK OKTOBER 2020

Technische passage langs terras molen – binnendijks

Functioneren watermolen: 100 – 200 l/s

Functioneren vistrap (conform document): 50 – 100 l/s

Afvoer = 160 dagen per jaar << 200 l/s

De afspraken over waterverdeling vistrap-molengebruik dienen nog te worden gemaakt

Normaal peil molen bovenstrooms (document): 13,60 – 14,80 → **wat is molenpeil?**

Normaal peil benedenstrooms: 11,60. Dit is conform beschrijving direct benedenstrooms van de molen.



Duiker onder weg Schans vanaf Kasteellaan. Is duidelijk een drempel te zien. Wat is dit? Blijft deze liggen? Geen knelpunt?



Krooshek bovenstrooms kruising met kering.
Krooshek is een duidelijke vuilvang en resulteert in een opstuwing. Verschil lijkt circa 30-40 cm.
Meetpunt WL zit direct bovenstrooms krooshek: waterstand **beekherstel 3** op 22-10-2020 12:30 = 14,48 m +NAP

Peil ligt veel hoger dan laagste peil aanname document: 13,55 m =NAP. Dit is in ieder geval niet het gevolg van een hoge afvoer. Debiet bedraagt conform debietmeting Lingsforterbeek circa 185 l/s.

Besloten om **maximale waterstand van 13,85** als ontwerprandvoorwaarde te gebruiken?

Waterstand benedenstrooms krooshek (peilschaal tegen duiker): circa 14,0 meter +NAP.

Dus ruim 40 cm opstuwing door krooshek / vuilophoping.





Duiker direct bovenstrooms molen:
geringe waterschijf over betonplaat,
situatie lijkt derhalve ongestuwd.
Molen draait ook niet.



Situatie beneden molen,
zie hieronder detail
peilschaal. Waterstand af
te leiden?



Peilschaal benedenstrooms molen.

Inschatting peil = Lijkt rond de 12,0 m +NAP
(zelfs iets hoger als je het aantal lagen
baksteen telt → waterpeil circa 12,10



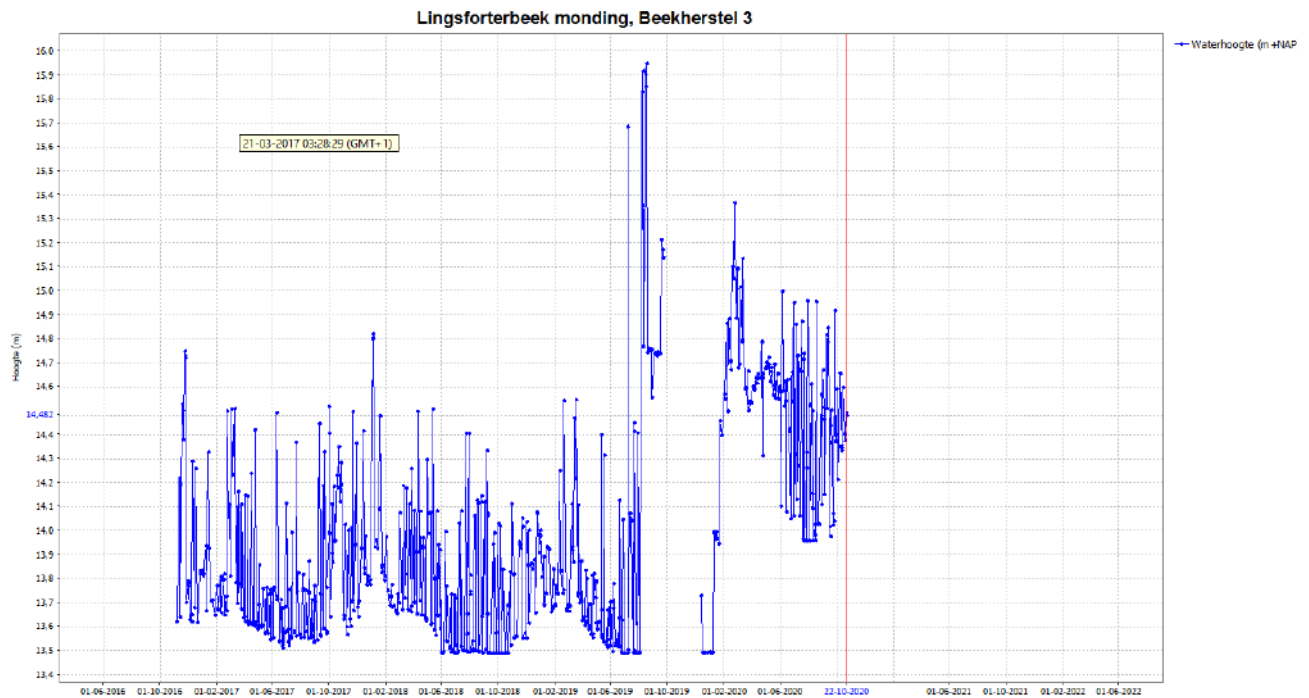
Benedenloop Lingsforterbeek.

Puin aanwezig

Ook natuurlijke drempels in het systeem aanwezig.

Maaspeil monding is circa 11,15 m +NAP

Controle KM120: klopt bij lage afvoer
waterstand = 11,13 m +NAP



- Waar takt toekomstige bypass/vistrap aan op Lingsforterbeek?** Als dat ter hoogte van duiker onderdoorgang met weg Schans is dan is dat extra reden de beschreven uitgangspunten goed tegen het licht te houden. BOB duiker Schans ligt conform gegevens op 13,80 m +NAP. Ontwerphoogte waterpeil laatste drempel kan dan nooit 13,50 m +NAP bedragen conform oude document uitgangspunten. Minimale waterpeil aantakking ligt dan eerder op 114,0 m +NAP (aanname op basis van circa 20 cm normale waterdiepte bij lage afvoeren).
- Tevens ligt de duiker onder de bestaande kering op een BOB hoogte van 13,55 (conform info GeoWeb). Dit is de duiker die direct benedenstrooms het krooshek is gelegen. Het krooshek veroorzaakt, zoals eerder in dit document beschreven, opstuwning. Het meetpunt (beekherstel 3) ligt bovenstrooms van dit meetpunt. Waterstand bij dit meetpunt moet bij normale afvoersituaties derhalve altijd ruim boven de 13,55 m +NAP liggen, nog los van het opstuwende effect veroorzaakt door het krooshek. Meetgegevens in periode tot circa aug/sept 2019 laten veelal metingen zien waarbij de waterstand lager ligt dan de bob van de duiker. Erg vreemd, betekent dat systeem dus droog staat. Twijfel daarmee dus ook aan de betrouwbaarheid van de waterstandsmetingen tot aug/sept 2019 en daarmee dus ook aan de beschreven randvoorwaarden in het document.
- Navraag gedaan bij IDM: blijkt in meetreeks tot en met 2019 structurele meetfout te zitten van 47 cm. Waterstanden voorliggende periode moeten dus met 47 cm verhoogd worden. Meetreeks vanaf maart/april 2020 zijn wel representatief. Laagste waterstand ligt dus op 14,0 (waarbij dus nog wel steeds het opstuwende effect van het krooshek wordt gemeten). Ook de te hanteren hoogste waterstand moet dus met 47 cm verhoogd worden.

Toevoegingen naar aanleiding van overleg werksessie 1 (5 november 2020)

- Watermolen ligt nu buitendijks, straks binnendijks
- Grachten kwelwatergevoed, maar ook deels afhankelijk van watersysteem
- Watermolen kan ook functioneren middels bovenslagrad: daarvoor moet het water extra gestuwd worden. Welk molenpeil hoort hier bij? Uitbater weet het niet. Dit kan namelijk consequenties hebben voor de ontwerpuitgangspunten.
- Natuurlijke inrichtingsvariant (zie concept voorbeeld figuur hieronder) heeft nagenoeg ieders voorkeur (in combinatie met harde kering waardoor er meer ruimte voor een vistrap is)
- Kadehoogte nieuwe situatie wordt 18,15 m +NAP – voor constructie geldt 18,45 m +NAP als ontwerphoogte (ter indicatie, waterpeil ligt op circa 11,50 - 12,0).
- Discussie over afmeting duiker onder kering
- **Discussie over prioritering watermolen-vismigratie-kasteelpark** → de laatste jaren is al vaak sprake van het feit dat de molen simpelweg niet kan malen vanwege een gebrek aan debiet. Gegevens van het meetpunt bevestigen dit. Trend is een steeds verder afnemende afvoer met zelfs droogval als gevolg. Straks zal beschikbare debiet ook nog eens verdeeld moeten worden tussen vistrap en watermolen. We moeten ons realiseren dat één van beide of beide functies frequent niet goed kunnen/zullen functioneren.
- Kan/moet er een prioritering worden afgesproken welke functie in welke situatie voorrang krijgt? Bijvoorbeeld afhankelijk van vismigratieperiodes? Dit moet aan de voorkant goed geregeld worden anders hebben we hier na uitvoering een groot probleem.

Toevoegingen naar aanleiding van overleg werksessie 2

- Molenaar heeft molenrechten zegt ie, ik denk dat dit wordt verward met een stuwvergunning (geeft wel aan dat ie mag stuwen, maar niets over het recht aan water)
- Molenaar zegt circa 1x per week gedurende het seizoen te willen malen (30 x per jaar)
- Klein bovenslagrad is rad om belast mee te malen: peil circa 14,60-14,70
- Middenslagrad = rad om commercieel en onbelast mee te draaien
- Welke debieten nodig zijn wordt niet uitgesproken / is onduidelijk
- Er is in de huidige situatie sprake van achterwater bij molenrad – rad hangt deels in water
 - Actueel peil moet eigenlijk dus omlaag (opschonen beektracé)
 - Komt ook wel overeen met mijn vermoeden dat huidig peil hoger is dan theoretisch berekende peilen uitgangsdokument
 - Vandaar wens/actie om actief peil te gaan meten benedenstrooms molenrad

Watermolen harde kering vistrappark



1. De IJsvogel



2. Molenvijver

