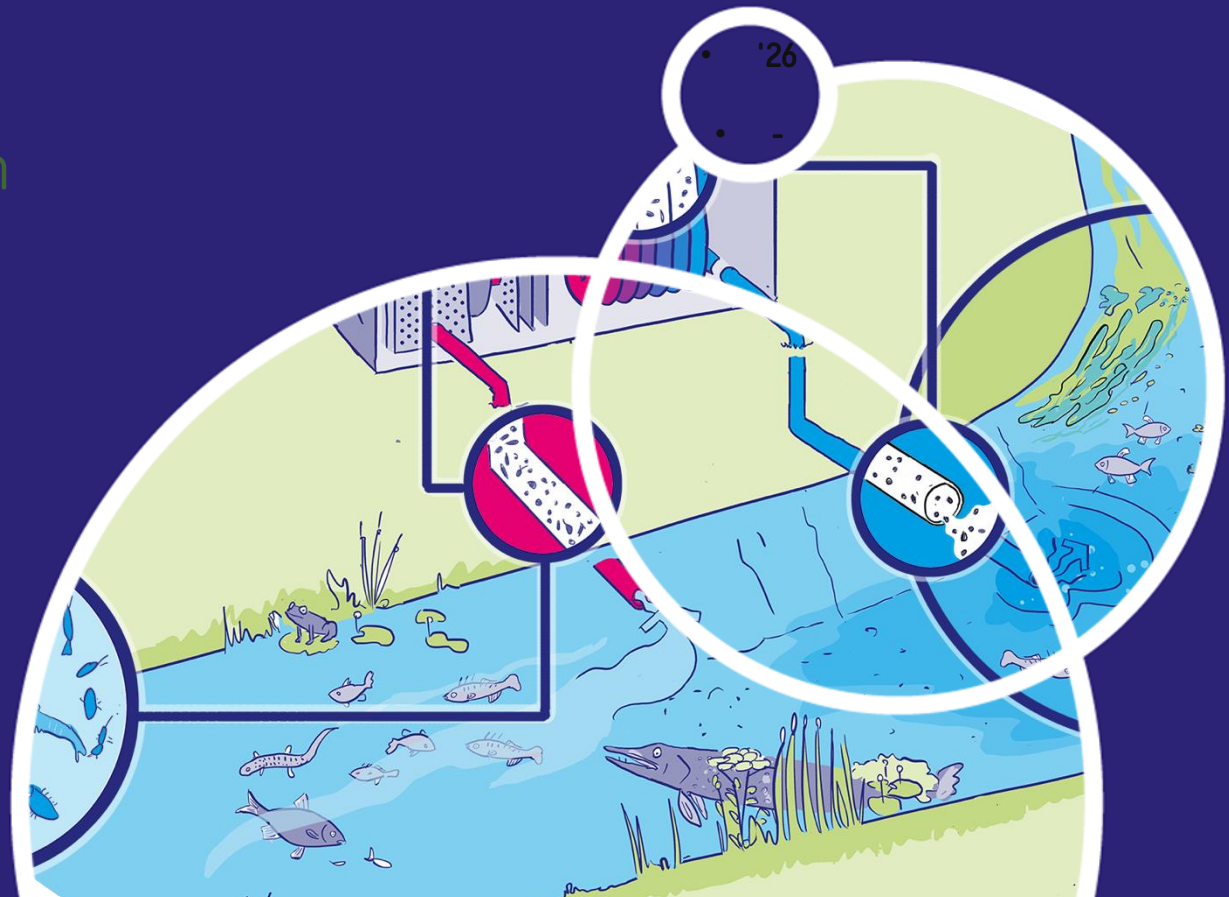




Webinar 'Inrichting bronzijde aquathermie'

Grootschalige aquathermie in
Rijkswateren

24 september 2026



Mededelingen algemeen

1. Microfoon uit
2. Webinar wordt opgenomen en gedeeld op STOWA website
3. Vragen stellen in de chat
4. Overige zaken/wensen: mailen naar noi@stowa.nl

Inrichting bronzijde aquathermiesysteem

Grootschalige aquathermie in grote rivieren



Voorstellen

Walter Wiersma

Email: walter.wiersma@sweco.nl



Met medewerking van:

Hugo Luiting

Rosanne Bevers

Susanne Taekema

Michiel Swaving-Dijkstra

Menno Jasperse

Wouter Kampman



Agenda

- **Aanleiding en opgave**
- **Vergunningsscan en beslisboom**
- **Ontwerputgangspunten, randvoorwaarden en geleerde lessen**
 - **Inlaatconstructie**
 - **Elektra- en regelvoorzieningen**
 - **Leidingtracé**
 - **Uitlaatconstructie**
- **Standaard- en maatwerk**
- **Afsluiting en vragen**

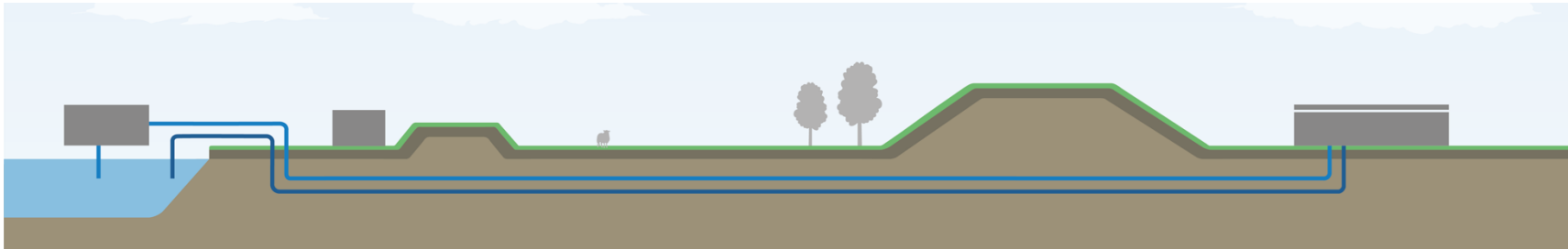
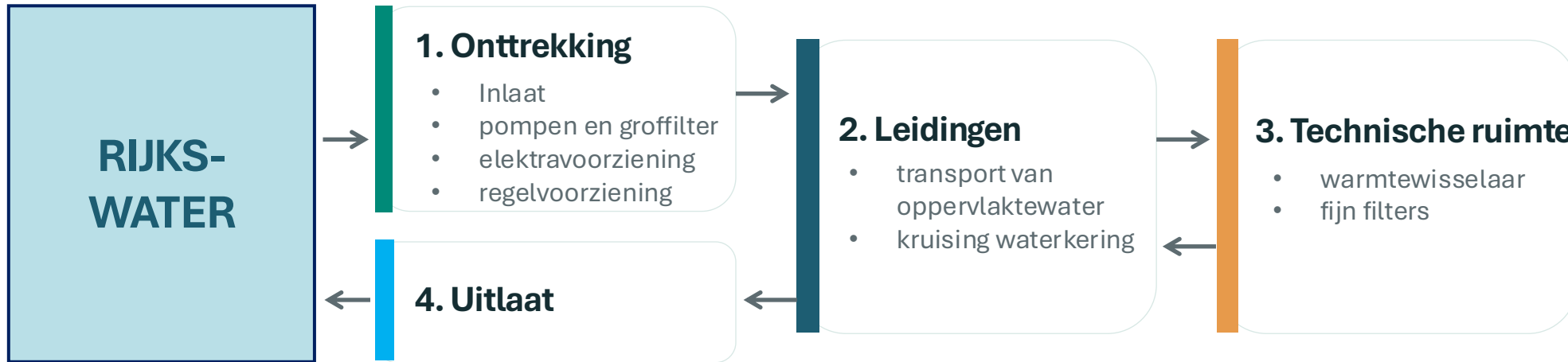
Aanleiding en opgave

- Het aantal initiatieven voor aquathermie neemt sterk toe.
- Om vertraging of stilstand te voorkomen, is duidelijke informatie en praktijkkennis nodig.
- Rijkswaterstaat (RWS), Alliander en de Vereniging Nederlandse Riviergemeenten hebben hiervoor het samenwerkingsverband **Warmte uit Water (WuW)** opgericht.

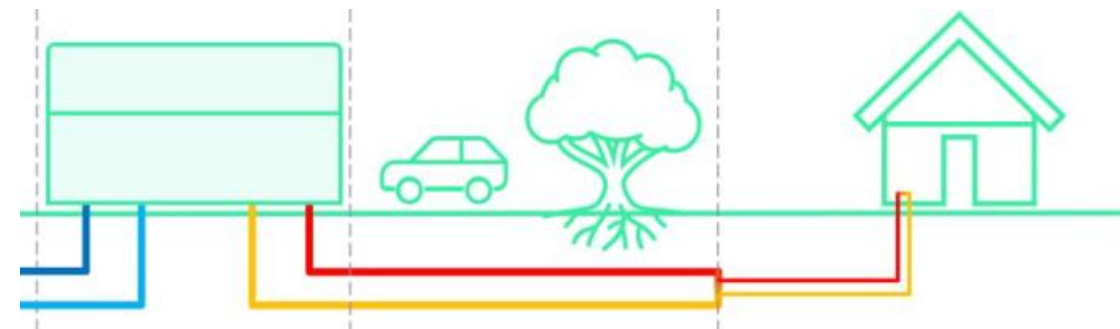


- WuW streeft naar een **randvoorwaardelijk kader** voor de bronzijdige inrichting van aquathermiesystemen.
- Het doel is om initiatiefnemers te ondersteunen bij:
 - Geschikte locaties vinden voor de onderdelen van de bronzijde
 - Het inrichten van de bronzijde van het aquathermiesysteem

De bronzijde van het aquathermiesysteem



Bronzijde van het aquathermiesysteem van links naar rechts: In- en uitlaat, elektra- en regelvoorziening, leidingwerk en technische ruimte met daarin de warmtewisselaars en fijnfilters



bron: Rijkswaterstaat

Randvoorwaardelijk kader en advies rapport

- Het randvoorwaardelijk kader is een handreiking voor gemeenten om in de verkenningsfase geschikte locaties te vinden voor de brononderdelen van het aquathermiesysteem. Deze handreiking is bedoeld als ondersteuning voor initiatiefnemers en heeft geen juridische status.
- Het randvoorwaardelijk kader biedt:
 - Praktijkervaring
 - Wet- en regelgeving
 - Ontwerpeisen – en uitgangspunten
- De informatie in de handreiking is verzameld door twee lopende aquathermieprojecten te ondersteunen bij het vinden van een geschikte locatie voor de brononderdelen:
 - Grootschalige aquathermie Zutphen Zuid (GAZZ)
 - Grootschalige aquathermie Lingewaard-Arnhem (GALA)



Randvoorwaardelijk kader en advies rapport

Naast het randvoorwaardelijk kader is ook een adviesrapport opgesteld voor project GALA en GAZZ.

Adviesrapport: Inrichting bronzijde aquathermie

Randvoorwaardelijk kader

- Geleerde lessen
- Wet- en regelgeving
- Ontwerpeisen en -uitgangspunten

Adviesrapport inrichting bronzijde aquathermie

- Toepassing en beïnvloeding van ontwerpeisen en ontwerpuitgangspunten op locatiekeuze voor project GALA
- Verdieping op wet- en regelgeving
- Er wordt uitgebreider ingegaan op het bepalen van ontwerpeisen binnen een specifiek projectgebied, bijvoorbeeld voor de kruising van een waterkering of een uitlaatconstructie.



Project GAZZ:

- Vergunningsscan



Project GALA:

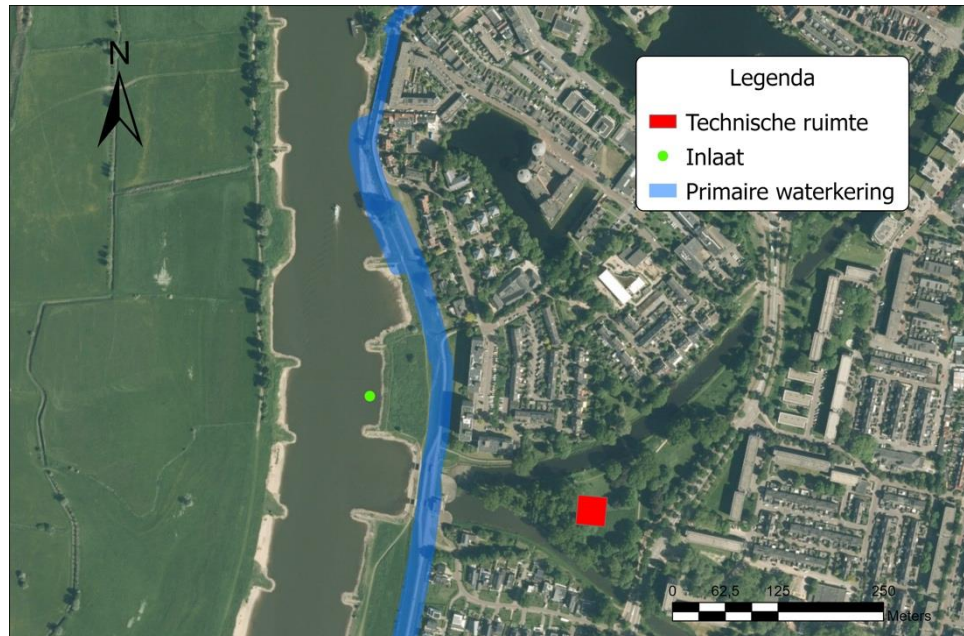
- Vergunningsscan
- Locatie brononderdelen

Beide documenten worden publiekelijk gemaakt. Verwachting is eind oktober/ begin november

Praktijkprojecten als basis voor het kader

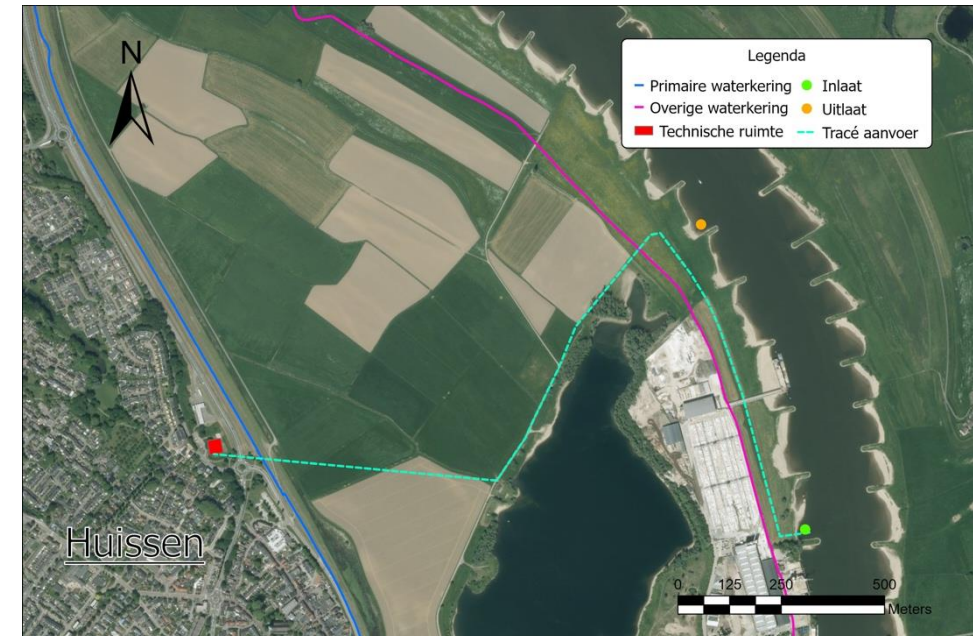
GAZZ — Grootschalige Aquathermie Zutphen Zuid

- Warmte uit de IJssel
- Doel: circa 6.900 woningen
- Ontwerpdebiet: 2.000 m³/uur
- Overwegend directe warmtelevering
- Kleine aanvullende rol voor regeneratie van OBES



GALA — Grootschalige Aquathermie Lingewaard Arnhem

- Warmte uit de Nederrijn
- Doel: circa 8.000 woningen
- Ontwerpdebiet: 2.112 m³/uur
- Directe inzet voor de warmtevoorziening
- Geen gebruik van OBES



Scope

De focus van dit rapport ligt op:

- Directe levering van warmte vanuit de aquathermieinstallatie
- Grote rivieren (Nederrijn, IJssel, Maas enz.)
- Open systemen
- De warmte onttrokken uit de rivier voedt een warmtepomp die de warmte opwaardeert naar een temperatuur geschikt voor het warmtenet

De warmtewisselaar en filtering is buiten beschouwing gelaten omdat deze zich bevindt in de technische ruimte en daarmee de locatie hiervan daaraan verbonden is.

Veel van de geleerde lessen, ontwerpeisen en – ontwerputgangspunten, randvoorwaarden en regelgeving zijn van toepassing op verschillende vormen van aquathermie (lees: warmte uit oppervlaktewater).

Vergunningsscans

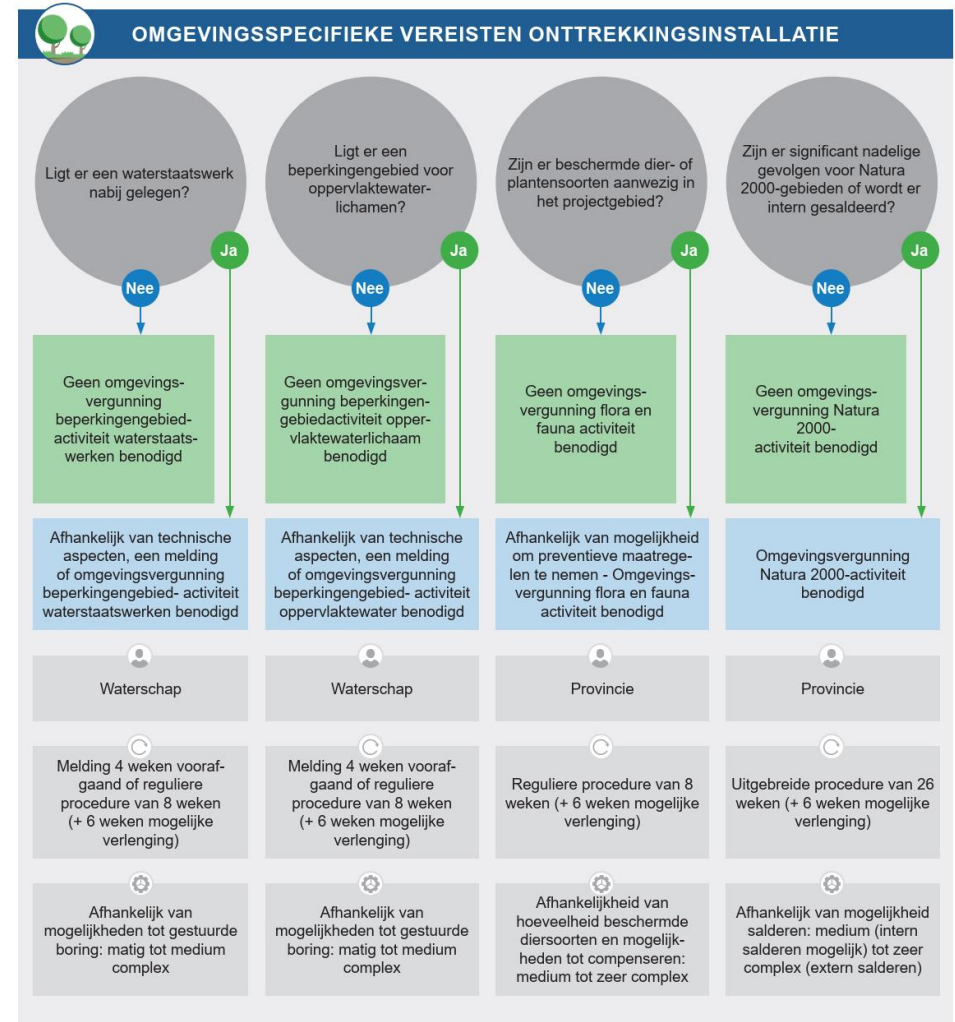
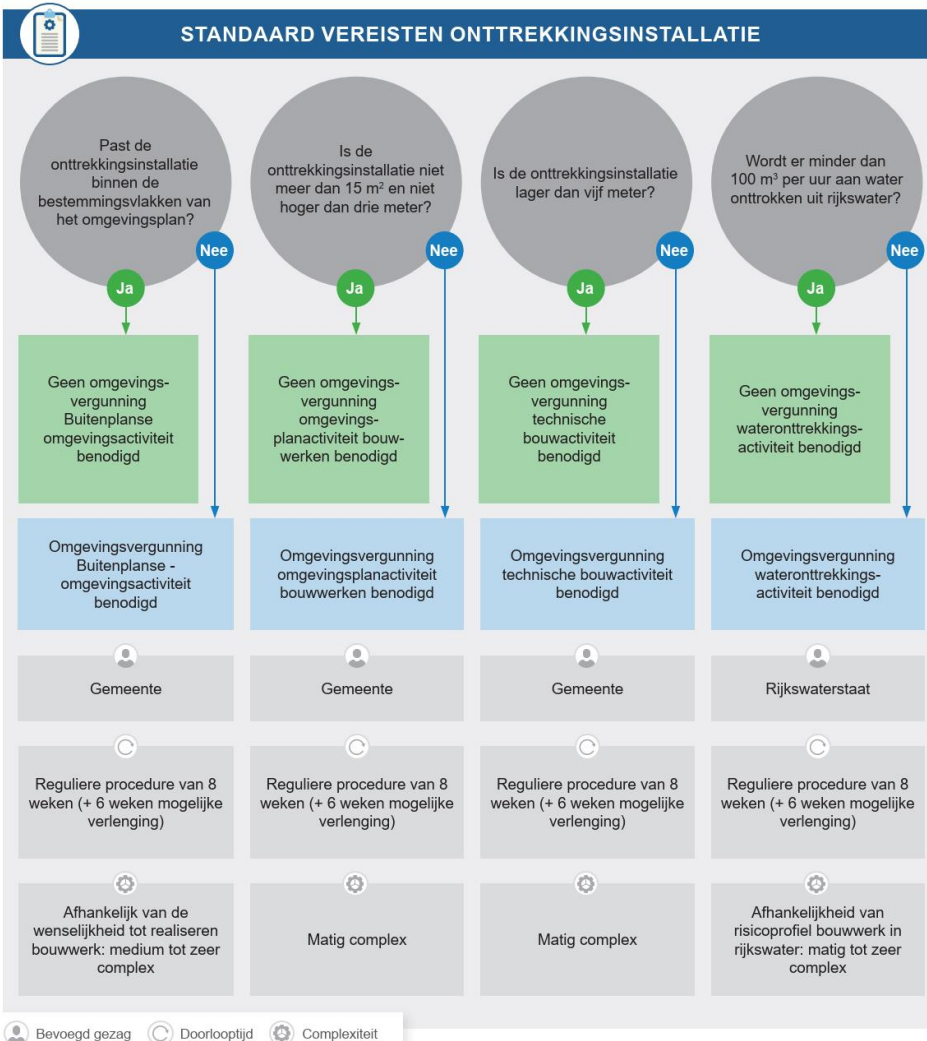
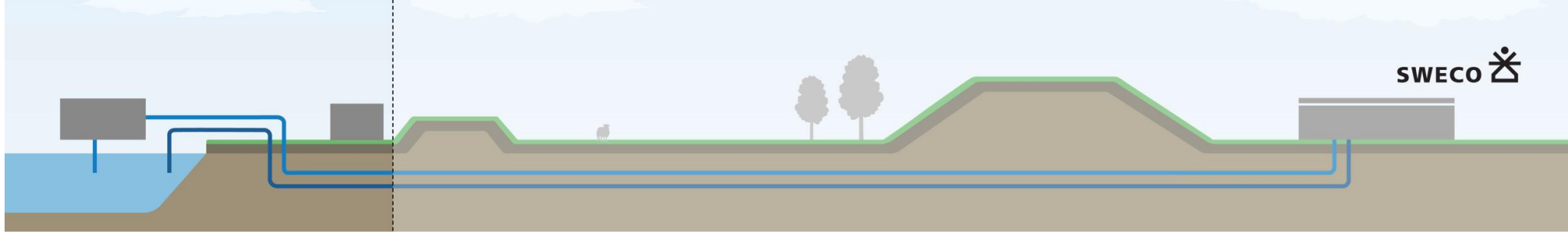
Voor projecten GALA en GAZZ is een vergunningsscan uitgevoerd.

Deze zijn als bijlagen toegevoegd aan het randvoorwaardelijk kader en het adviesrapport

Opvallende zaken:

- De inlaatconstructie in project GALA en GAZZ (155 m²) overschrijdt het oppervlak van 100 m² dat als maximum wordt gesteld in art. 15.2 Bestemmingsplan Buitendijksgebied. Voor de onttrekkingsinstallatie is er dan sprake van een Buitenplanse omgevingsplactiviteit.
- Leidingwerk tussen de inlaat en technische ruimte wordt gezien als onderdeel van het warmtenet doordat warmte wordt getransporteerd. Daarom is altijd een omgevingsvergunning omgevingsplanactiviteit bouwwerken benodigd voor het leidingwerk.
- Elektra- en regelvoorzieningen zijn vrijgesteld van vergunning als de voorziening kleiner is dan 15 m² en maximaal 3 meter hoog.

Het resultaat van de vergunningsscans is een **beslisboom** die initiatiefnemers in de verkenningsfase helpt inzicht te krijgen in de benodigde vergunningen. In latere fasen wordt geadviseerd een omgevings specifieke vergunningenscan uit te voeren.



Ontwerputgangspunten, randvoorwaarden en geleerde lessen

Inlaatconstructie

De rivier



Ingezoomd op de Nederrijn ten oosten van Huissen

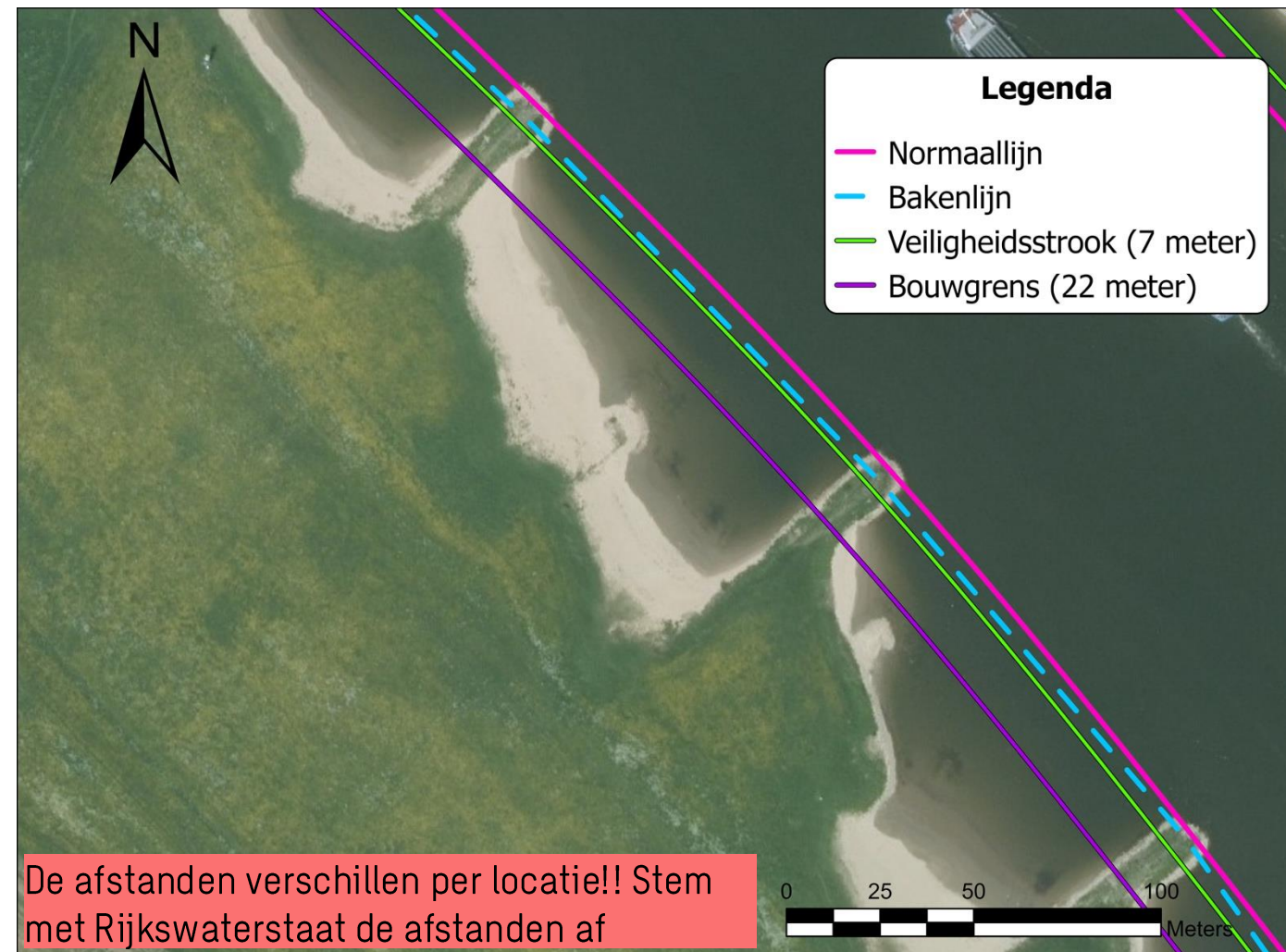
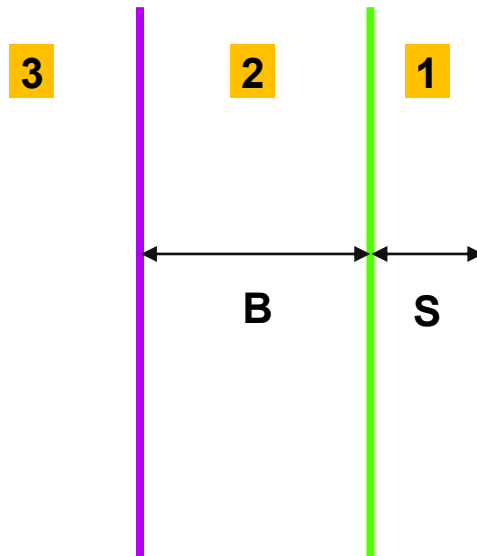


Bouwgrenzen voor de in- en uitlaat

Het huidige standpunt van Rijkswaterstaat is dat een inlaat vergeleken en grotendeels gelijk gesteld wordt aan een langshaven of loswal.

S = veiligheidsstrook

B = breedte maatgevende schip op de vaarweg

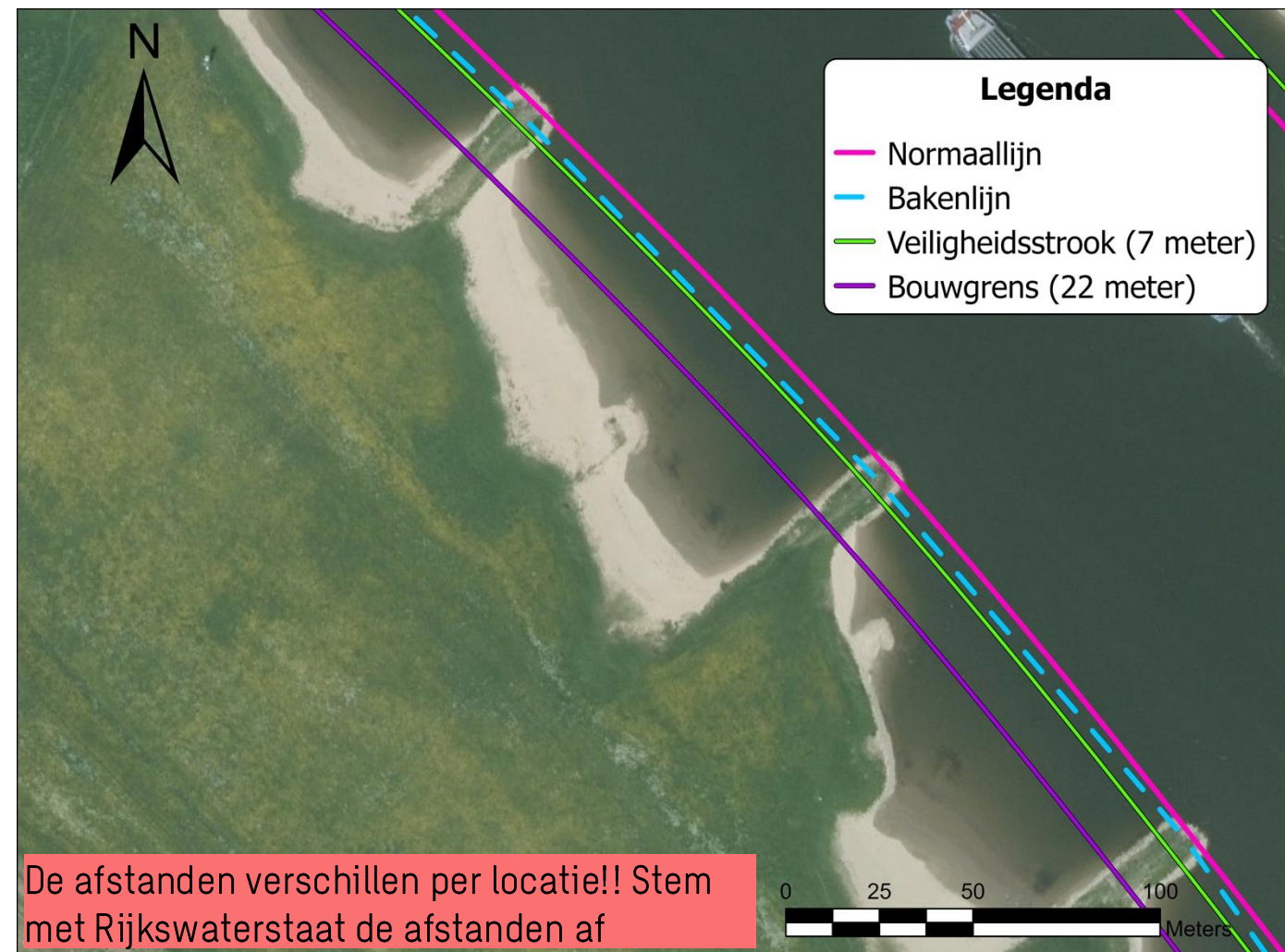


1. De inlaat mag de veiligheidsstrook niet overschrijden.
2. De inlaat mag de bouwgrens alleen met een zeer goede onderbouwing overschrijden; dit is niet wenselijk.
3. Het plaatsen van de inlaat vóór de bouwgrens biedt de meest kansrijke optie.

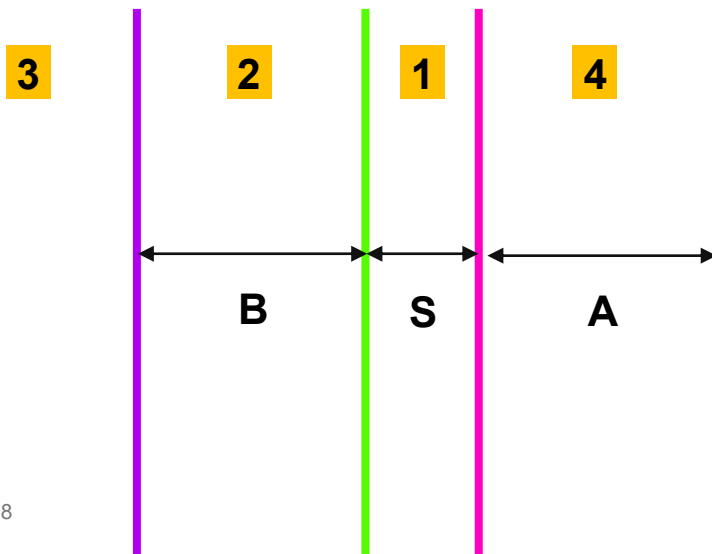
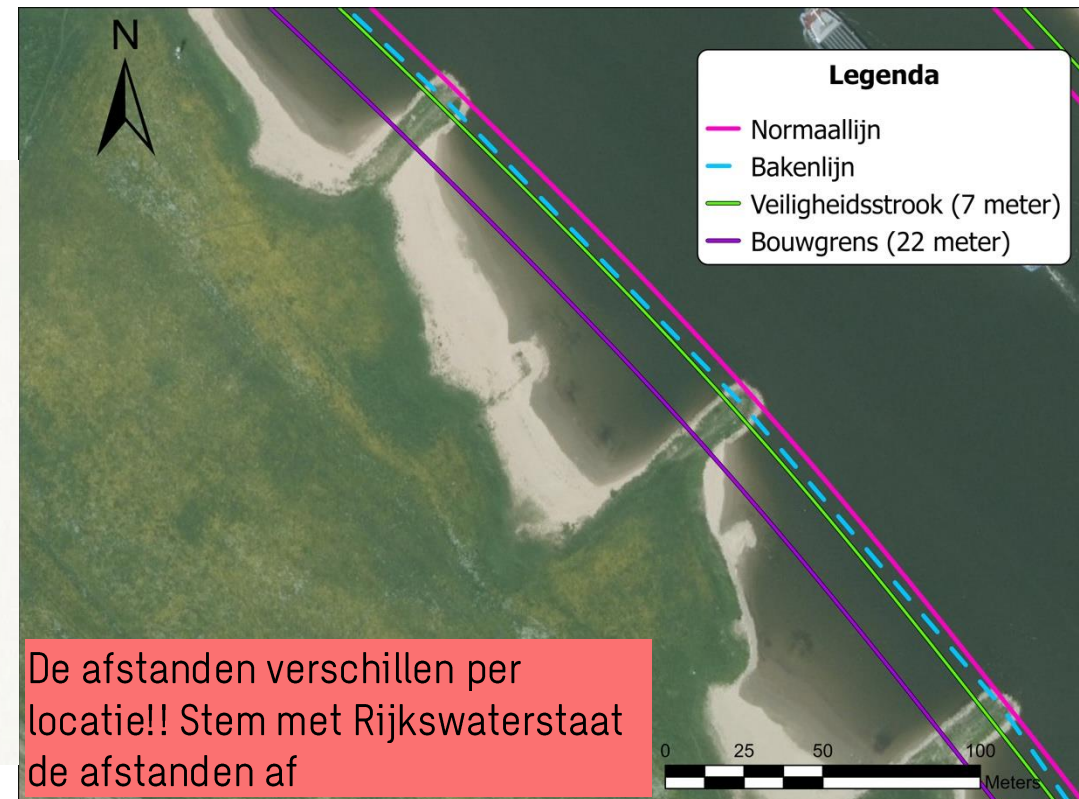
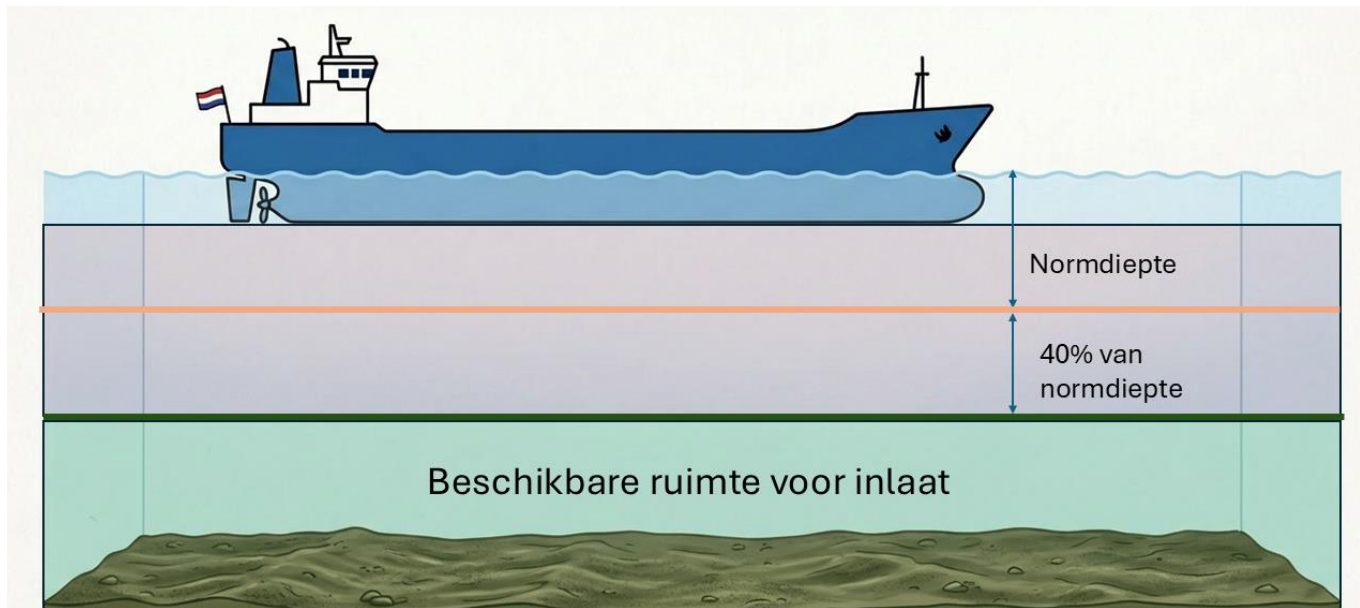
Bouwgrenzen voor de in- en uitlaat

Het huidige standpunt van Rijkswaterstaat is dat een inlaat vergeleken en grotendeels gelijk gesteld wordt aan een langshaven of loswal.

- De inlaat en uitlaat moeten een afstand van 3 m tot de krib aanhouden.



Bouwgrenzen voor de in- en uitlaat



1. De inlaat mag de veiligheidsstrook (S) niet overschrijden.
2. De inlaat mag de bouwgrens (S+B) alleen met een zeer goede onderbouwing overschrijden; dit is niet wenselijk.
3. Het plaatsen van de inlaat vóór de bouwgrens (S+B) biedt de meest kansrijke optie.
4. Huidige standpunt is van Rijkswaterstaat dat objecten onder de kielspeling aangebracht mogen worden tot een afstand (A) voorbij de normaallijn met zeer goede onderbouwing; dit niet wenselijk.

Aanpassingen en plaatsing van constructies in het kribvak

- Aanpassingen en plaatsing van constructies aan en in het kribvak leiden mogelijk ongewenste morfologische effecten.
- Voor elke grote rivier heeft het Rivierkundig Beoordelingskader (RBK) aandachtspunten gesteld aan de morfologische effecten.

Het is belangrijk om aan het begin van een project tijdig in overleg te treden met de rivierbeheerder over mogelijke morfologische effecten



De rivierbeheerder beoordeelt of de constructie of aanpassing van het kribvak valt onder rivierkundig ondergeschikt belang (VROB)



Mocht de rivierbeheerder de aanpassing of constructie niet classificeren als VROB, dan dient het stappenplan doorlopen te worden zoals aangegeven in Deel D van het RBK.

De rivierbeheerder bepaald of de effecten beoordeeld moeten worden met een:

- expert judgement
- rivierkundig model

Onttrekkings- en lozingssnelheid

Voor beroepsvaart en recreatievaart worden aparte eisen gesteld aan de toelaatbare dwarsstroom gecreëerd door de in- en uitlaat. Deze worden gesteld in de richtlijnen vaarwegen 2020

Beroepsvaart

$$V_C = 1,5 - 6 * W_U / L_{ship} \quad \text{Als} \quad W_U < 0,2 * L_{ship} \quad \& \quad Q < 50 \frac{m^3}{s}$$

$$V_C = 0,3 \frac{m}{s} \quad \text{Als} \quad W_U < 0,2 * L_{ship} \quad \& \quad Q < 50 \frac{m^3}{s}$$

Recreatievaart

Dwarsstroom is toelaatbaar als $V_a < 0,3 \text{ m/s}$ en $W_U < 0,5 * L_{ship}$

Voor recreatievaart geldt te allen tijde een maximale dwarstroomsnelheid op de bakenlijn van 0,3 m/s en een dwarsstroomveld minder breed dan 7,5 m.

Rivier	Lengte schip	Diepte schip
Waal	269,50 m	4,50 m
Nederrijn/Lek	186,50	3,50 m
IJssel	110 m	3,50 m
Zwarte Water	110 m	3,25 m
Maas	193 m	3,50 m
Merwedes	225 m	4,50 m
Amer/Haringvliet/ Hollands Diep	225 m	4,75 m

Bron: Binnenvaartpolitiereglement (Rijksoverheid, 2012) en Rijnvaartpolitiereglement (Centrale Commissie voor de Rijnvaart, 2015)

- breedte van de uitstroomopening (W_U)
- Toelaatbare dwarsstroomsnelheid op de bakenlijn (V_C)
- Lengte maatgevend schip (L_{ship})
- dwarsstroomdebiet (Q)
- Aanwezige dwarsstroom op de bakenlijn (V_a)

Representatief schip in verbindingswaren voor ZM en M vaarroutes. Bron: Richtlijnen Vaarwegen 2020

Route	Type water	Lengte	Breedte	Diepgang	(mast)hoogte	Brughoogte
ZM	A	15,0 m	4,25 – 4,5 m	2,1 m	30 m (mast)	n.v.t.
M	A	15,0 m	4,25 – 4,5 m	1,5 m	3,4 m	3,75 m

Onttrekkings- en lozingssnelheid

Richtlijnen Vaarwegen 2020 stelt ook:

- Voor grote rivieren met een langsstroomsnelheid van meer dan 0,5 m/s, geldt dat de lozingssnelheid gemeten op de bakenlijn representatief is.
- Voor onttrekking geldt tot 50 m³/s dat de dwarsstroom 1,5 keer zo hoog mag zijn als toegestaan.

Dwarsstroom op onderstaande locaties is ongewenst:

- Bij een bocht in de vaarweg;
- In de buurt van een toegang naar een voorhaven;
- In de buurt van een doorvaartopening van een brug.

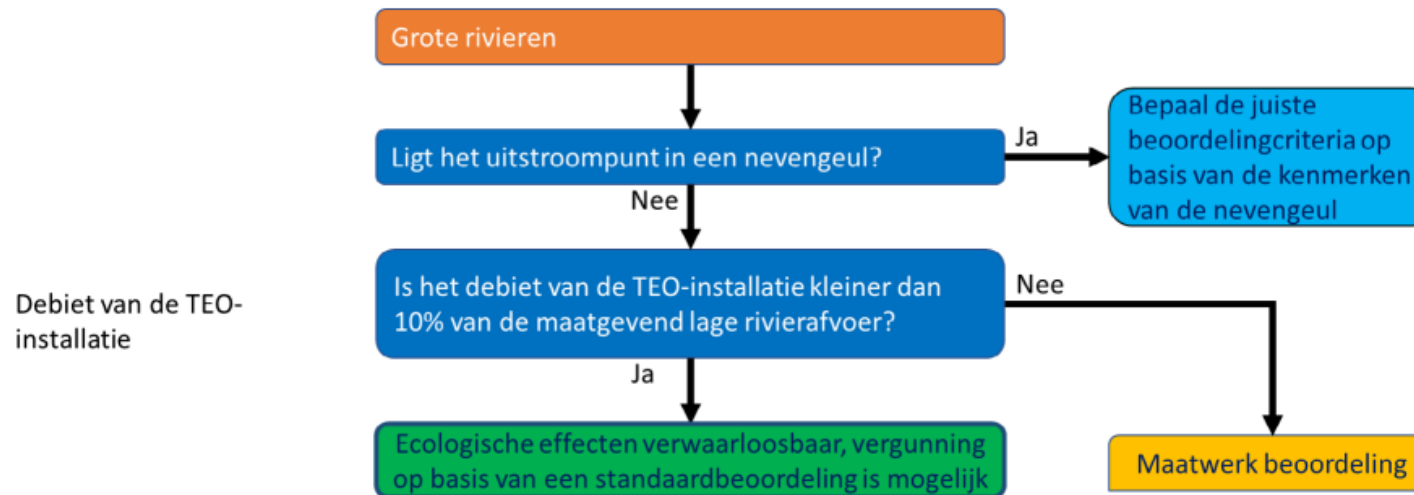


Ecologie

Ontwerp debiet GALA is ca. **0,5 m³/s**

Verlaagde afvoer < 200 m³/s Pannerdensch kanaal

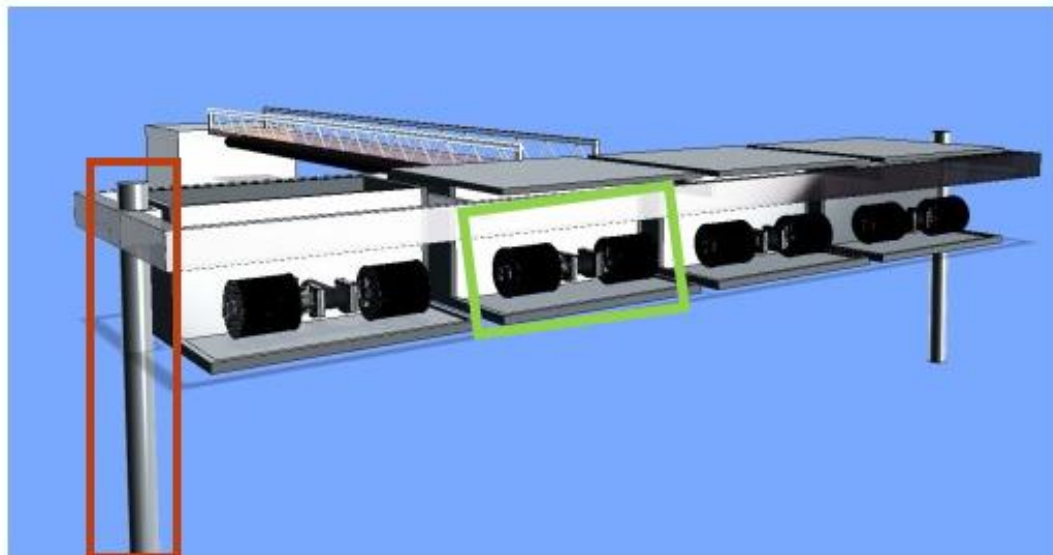
Debiet in de Nederrijn ten oosten van Huissen was op 25 augustus 2026 ca. **115 m³/s**



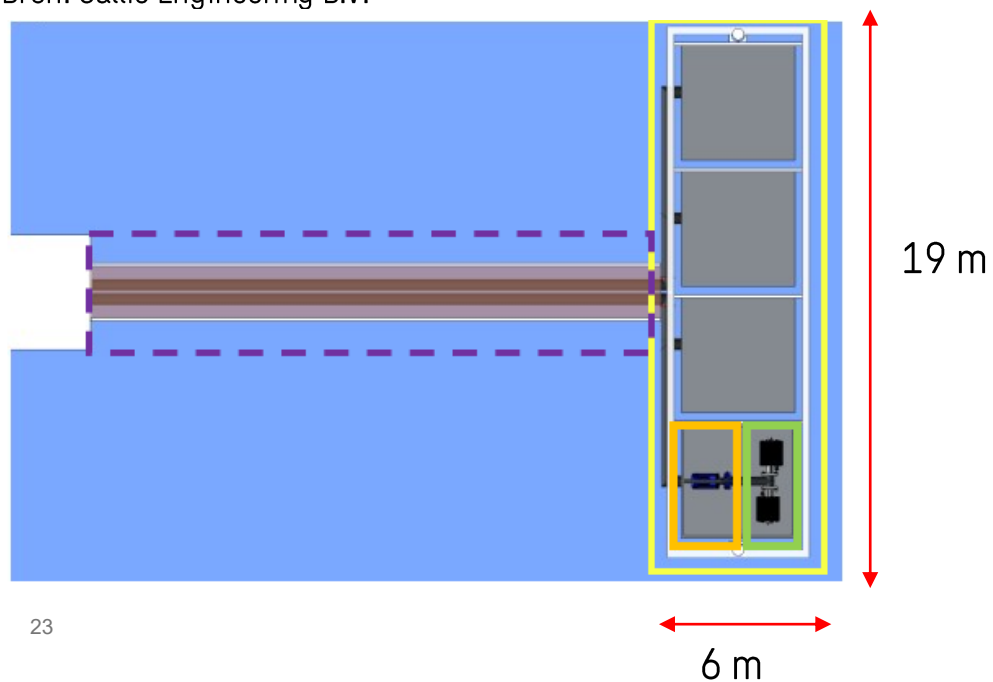
Bron: Beoordelingskader koudelozingen 2.0

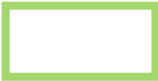
Beoordelingskader koudelozingen 3.0 wordt binnenkort gepubliceerd en het is onbekend of op bovenstaande diagram wijzigingen plaatsvinden.

Inlaatconstructie



Bron: Callic Engineering B.V.



-  = groffilters/voorfilters
-  = geleider
-  = pomp
-  = loopbrug



Inlaatconstructie

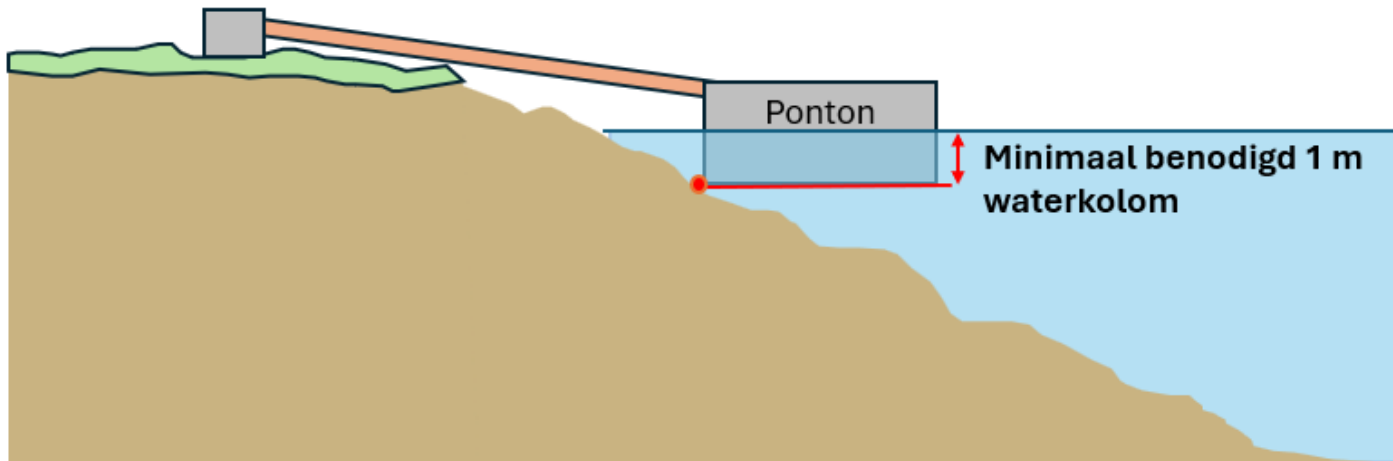
- Waterstand → bepaalt of water nog ingenomen kan worden
- Bodemhoogte → bepaalt mogelijke locaties

Beschikbaar waterkolom = waterstand – bodemhoogte

Ontwerpwaterstand: De waterstand waarbij de inlaat nog water in kan nemen

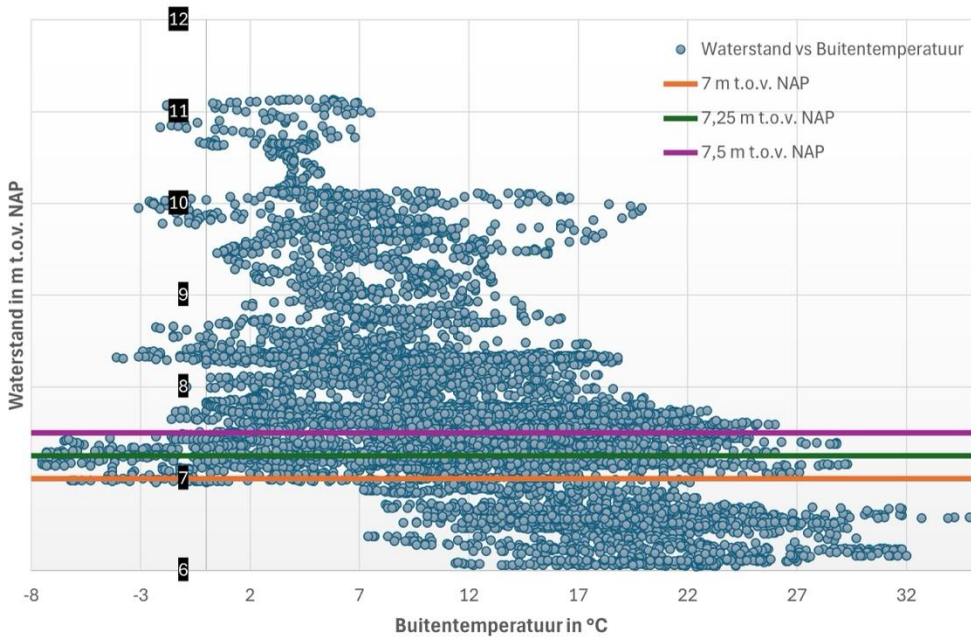
De ontwerpwaterstand heeft impact op het aandeel in warmtelevering van de aquathermieinstallatie

Hoe bepaal ik de ontwerpwaterstand?

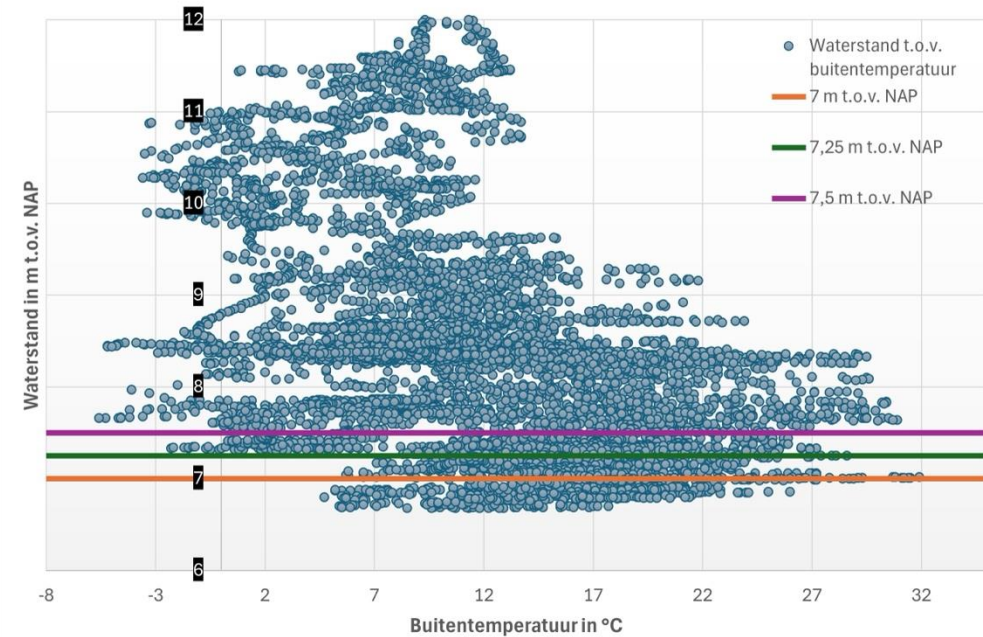


Voor het toegepaste ontwerp geldt een minimale waterdiepte van 1 meter vanaf de onderkant van de vloer van de ponton.

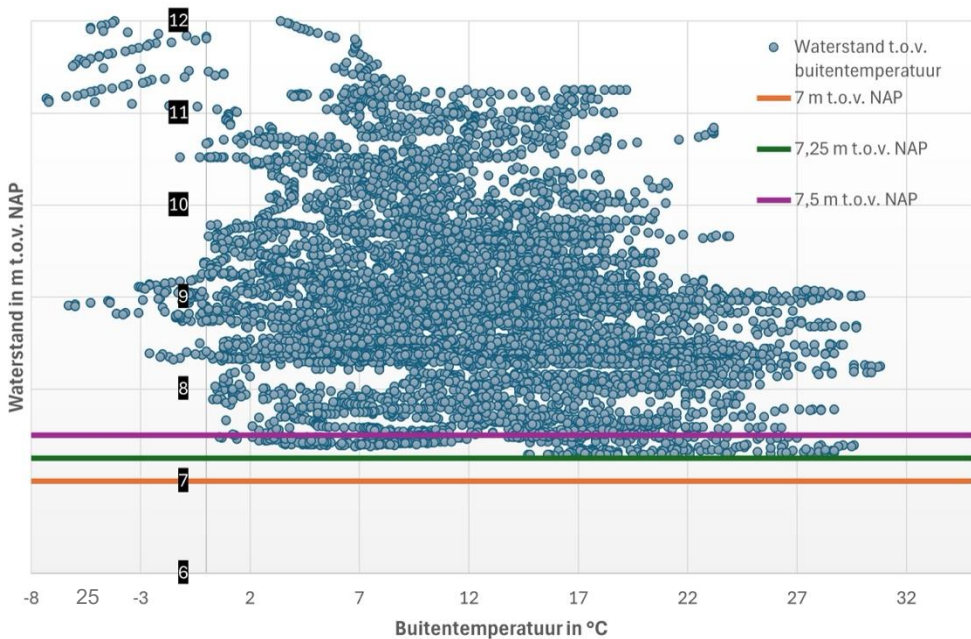
Waterstand Nederrijn t.o.v. buitentemperatuur 2022



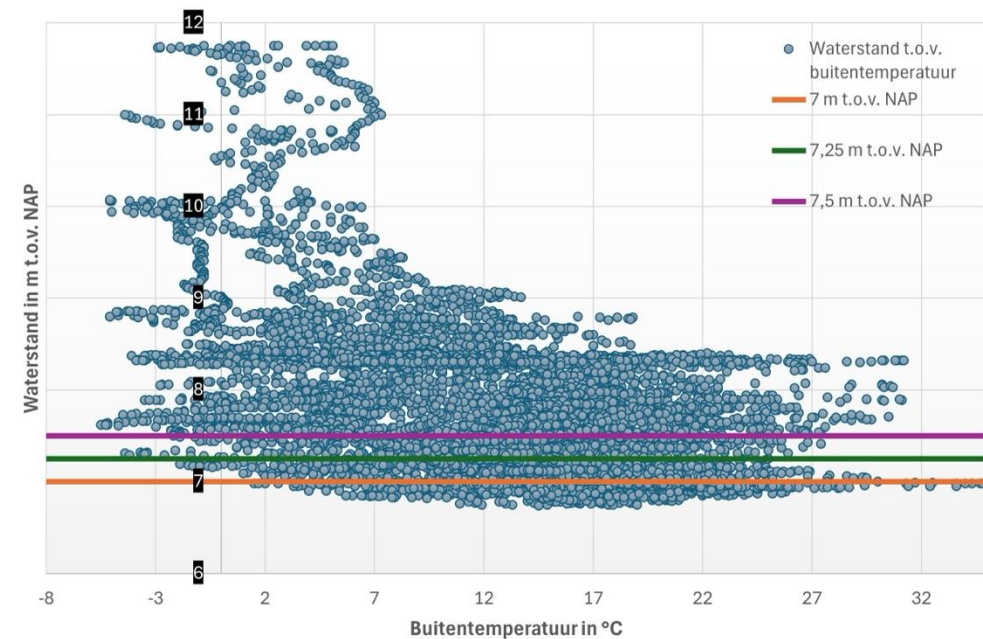
Waterstand Nederrijn t.o.v. buitentemperatuur 2023



Waterstand Nederrijn t.o.v. buitentemperatuur 2024



Waterstand Nederrijn t.o.v. buitentemperatuur 2025



Ontwerpwaterstand

Percentage van de tijd dat verwarming wordt verwacht en de waterstand lager was dan de ontwerpwaterstand incl. uur 00:00 tot 06:00

Jaar	Ontwerpwaterstand		
	7 m NAP	7,25 m NAP	7,5 m NAP
2022	12%	25%	39%
2023	7%	14%	22%
2024	0%	0%	4%
2025	9%	19%	32%
Gemiddelde	7%	15%	24%

Percentage van de tijd dat verwarming wordt verwacht en de waterstand lager was dan de ontwerpwaterstand excl. uur 00:00 tot 06:00

Jaar	Ontwerpwaterstand		
	7 m NAP	7,25 m NAP	7,5 m NAP
2022	6%	15%	25%
2023	5%	9%	14%
2024	0%	0%	2%
2025	6%	12%	20%
Gemiddelde	4%	9%	15%

Wat is hier niet in meegenomen maar moet niet vergeten worden:

- **Tapwater** – benodigd het hele jaar
- **Warmteverliezen** – relatieve warmteverliezen stijgen naarmate warmte afname daalt, in de zomer van belang
- **Watertemperatuur** – Aquathermieinstallaties zijn vaak begrensd op inname temperatuur

Operationele grenzen van de aquathermieinstallatie bij project GALA

Uitgangspunt	Waarde	Opmerking
Grens lozingstemperatuur	3°C	Dit is de temperatuurgrens van het water dat de warmtewisselaar verlaat.
Grens onttrekkingstemperatuur	5°C	Bij watertemperaturen lager dan 5°C komt de aquathermieinstallatie stil te staan.
Grens draaien in de ellast	8°C	Vanaf deze temperatuur draait de installatie in de ellast.

Ontwerpwaterstand

Gebruik maken van een afname profiel van een warmtenet op uurbasis geeft beter inzicht in het aandeel warmtelevering. Wat wordt hier **wel** in meegenomen:

- Watertemperatuur
- Tapwater

Wat wordt **niet** meegenomen:

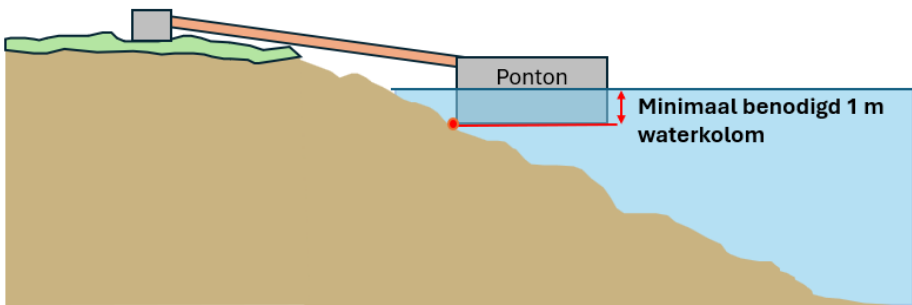
- Warmteverliezen

Advies Sweco voor Project GALA – Ontwerpwaterstand van 7 m NAP:

- Toekomstbestendig (klimaatopwarming)
- Positief effect op bussinescase

Aandeel van aquathermie in de warmtelevering per ontwerpwaterstand en na correctie van waterstand en watertemperatuur. Voor deze analyse zijn de waterstand en watertemperatuur van de Nederrijn bij Huissen in 2025 toegepast.

Ontwerpwaterstand (m NAP)	Maximaal toelaatbare bodemhoogte (m NAP)	Aandeel van aquathermie in warmtelevering na correctie voor waterstand	Aandeel van aquathermie in warmtelevering na correctie voor waterstand en watertemperatuur
6,5	5,5	92%	71%
7	6	88%	67%
7,25	6,25	80%	60%
7,5	6,5	71%	52%

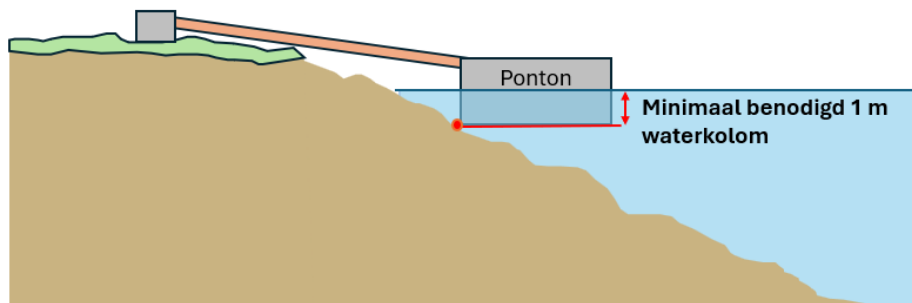


Operationele grenzen van de aquathermieinstallatie bij project GALA

Uitgangspunt	Waarde	Opmerking
Grens lozingstemperatuur	3°C	Dit is de temperatuurgrens van het water dat de warmtewisselaar verlaat.
Grens onttrekkingstemperatuur	5°C	Bij watertemperaturen lager dan 5°C komt de aquathermieinstallatie stil te staan.
Grens draaien in deellast	8°C	Vanaf deze temperatuur draait de installatie in deellast.

Locatie van de inlaat

Ontwerpwaterstand van 7 m NAP betekent dat de inlaat bij een bodemhoogte van maximaal 6 m NAP geplaatst moet worden.

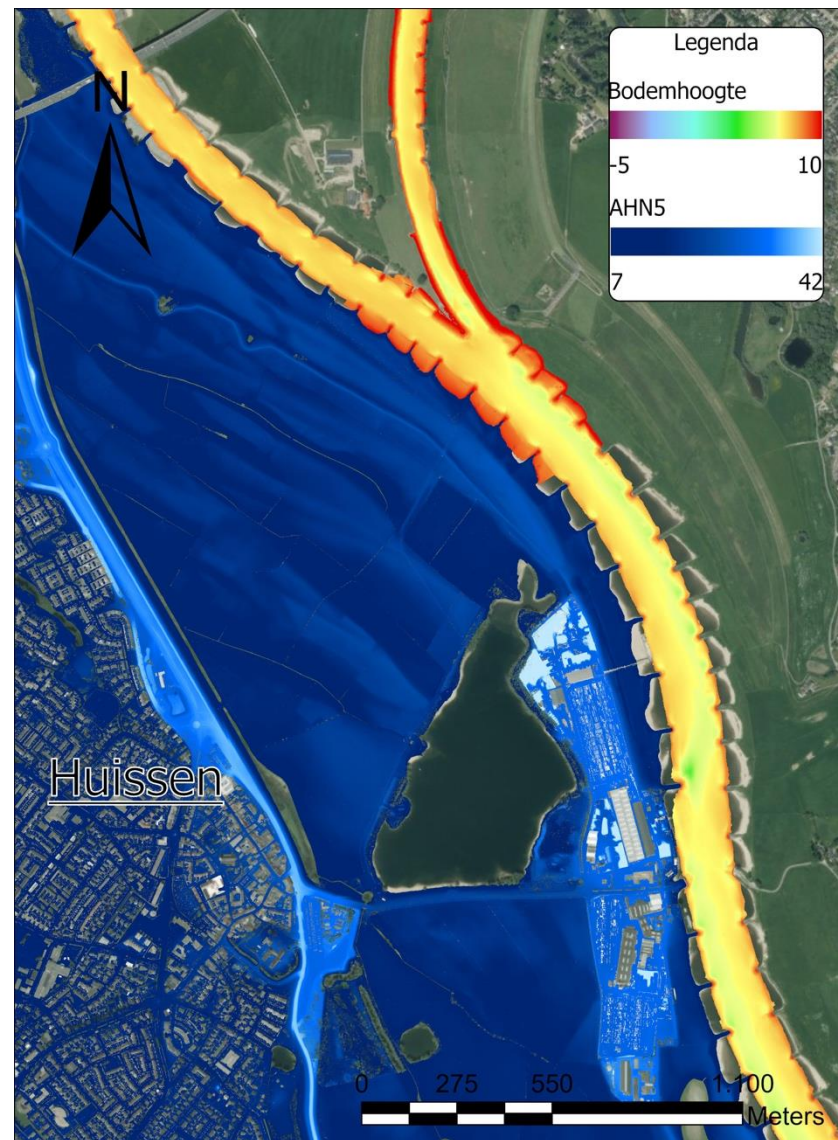


Bodemhoogte data Nederrijn 2024 (m NAP)
Algemeen Hoogtebestand Nederland 5 (AHN5)

Tijdens het onderzoek zijn ontbrekende gegevens aangevuld door middel van interpolatie tussen de beschikbare bodemhoogtegegevens en AHN5.

Tegen het einde van het project kwamen meetgegevens uit 2015 beschikbaar. Deze bleken goed overeen te komen met de interpolatie.

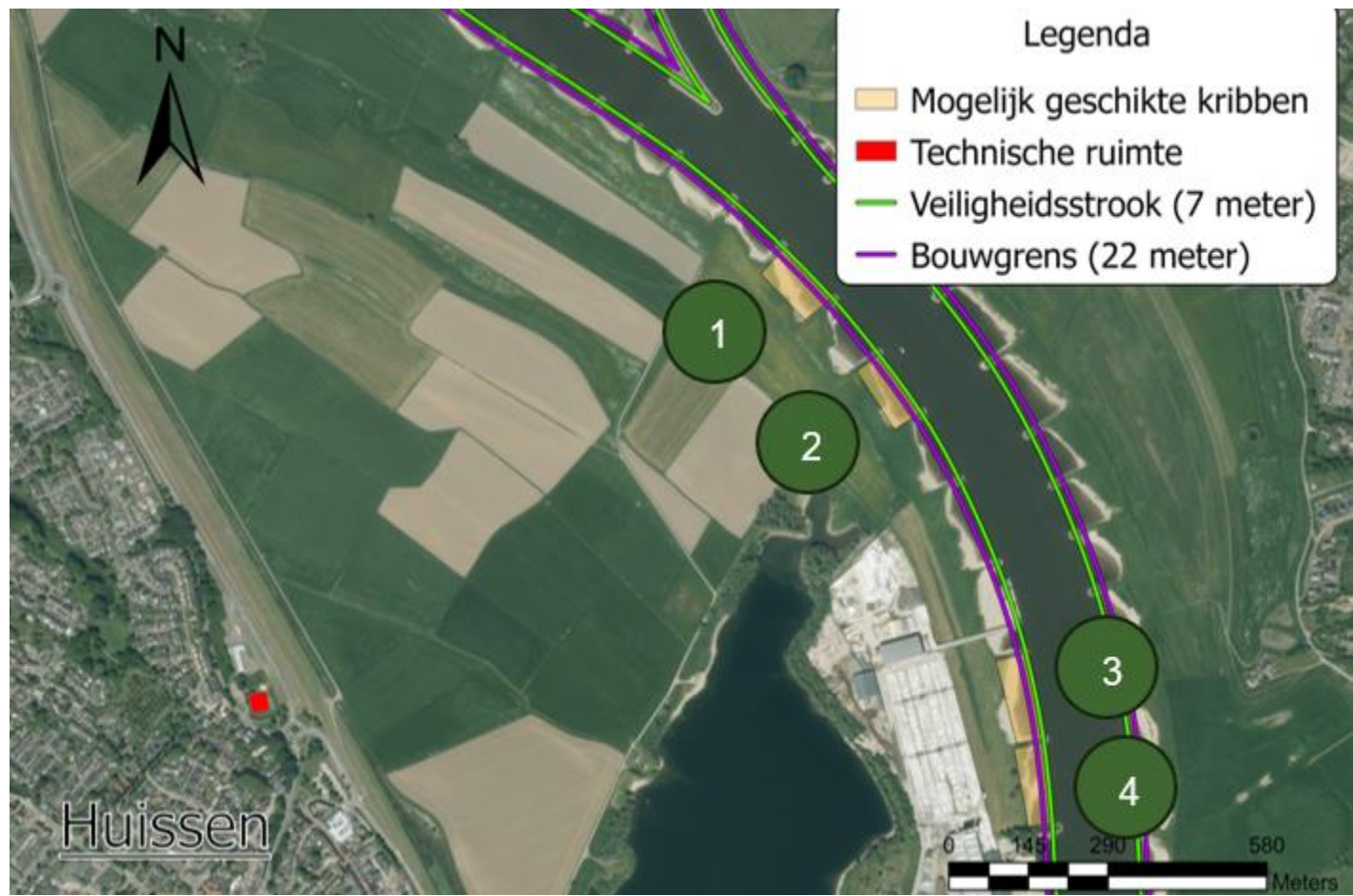
Omdat het bodemprofiel voortdurend verandert, adviseren wij om na de verkenningsfase bodemhoogtemetingen uit te voeren.



AHN5 en bodemhoogte data in m NAP geprojecteerd op het projectgebied waarbij in veel kribvakken bodemhoogte data ontbreekt.

Locatie van de inlaat

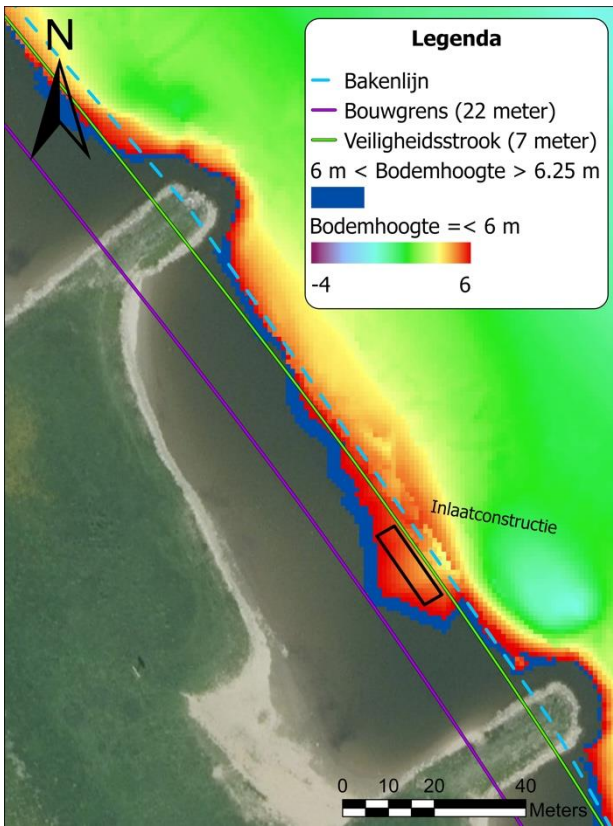
Vier kribben zijn geïdentificeerd als geschikt voor de ontwerpwaterstand
Enkel kribvak 4 is plaatsing bij een ontwerpwaterstand vóór de bouwgrens mogelijk



Projectgebied van GALA met rechts de Nederrijn en links Huissen

Kribvakken en bijhorend de ontwerpwaterstand waarvoor deze geschikt zijn.

Krib vak	Ontwerpwaterstand	Locatie
1	7,25 m NAP	Grenzend aan de veiligheidsstrook
2	7,25 tot 7,0 m NAP	Grenzend aan de veiligheidsstrook
3	7,25 m NAP	Grenzend aan de veiligheidsstrook
4	≤ 7,0 m NAP	Vóór de bouwgrens



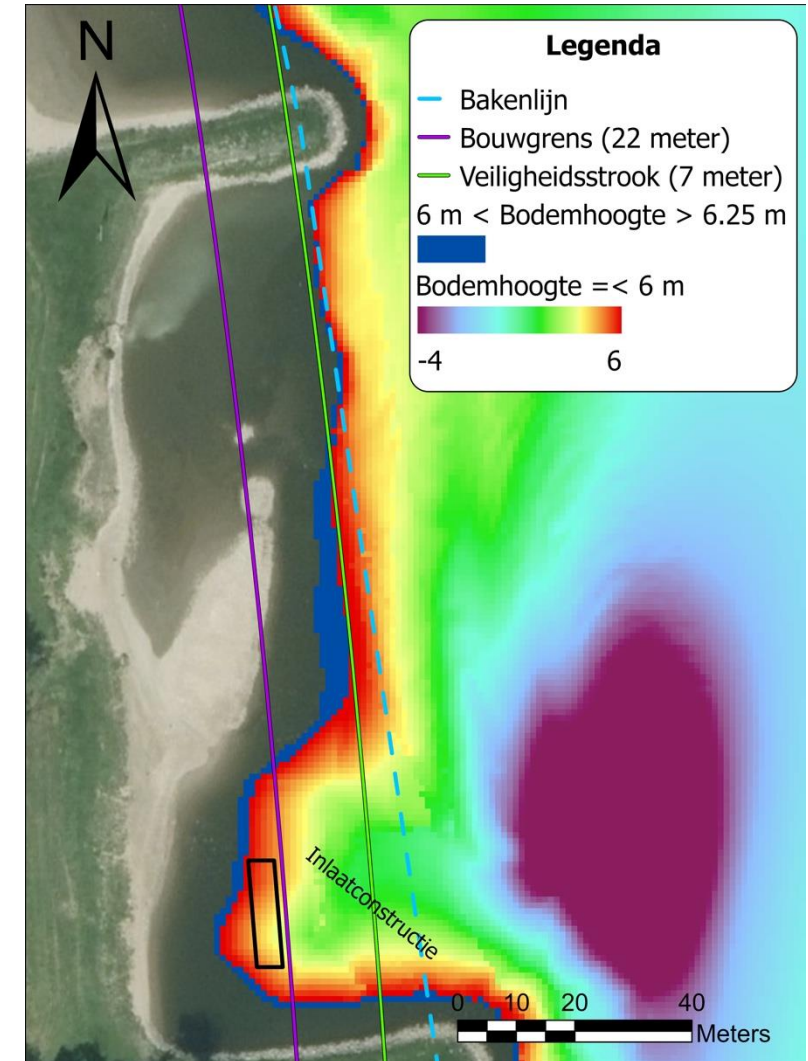
De bodemhoogte in kribvak 2 in m NAP

Lessen uit de zoektocht naar een geschikte inlaatlocatie

- De afstand tot een geschikt kribvak kan groter zijn dan verwacht.
- De watertemperatuurgrenzen waarbij de aquathermieinstallatie nog opereert is sterk bepalend voor het aandeel in warmtelevering.
- Bovenstroomse zijde van een kribvak vertoont vaak de laagste bodemhoogte.

Advies

- Selecteer een locatie voor de inlaat die toekomstbestendig is
- Hou de watertemperatuur zo laag mogelijk waarbij het systeem nog opereert of in deellast draait
 - Houdt rekening ermee dat bij lage watertemperaturen en lange afstanden tussen de technische ruimte en de rivier, het water opwarmt. De bodemtemperatuur is in de winter vaak hoger dan de watertemperatuur.



Bodemhoogte in m NAP in kribvak 4.

Ontwerputgangspunten, randvoorwaarden en geleerde lessen

Elektra- en regelvoorziening

Elektra- en regelvoorziening

Optie 1: Frequentieregelde pompen

De pompen leveren het debiet dat gevraagd wordt. Hierdoor zijn ze zuiniger maar vereisen meer en complexer apparatuur.

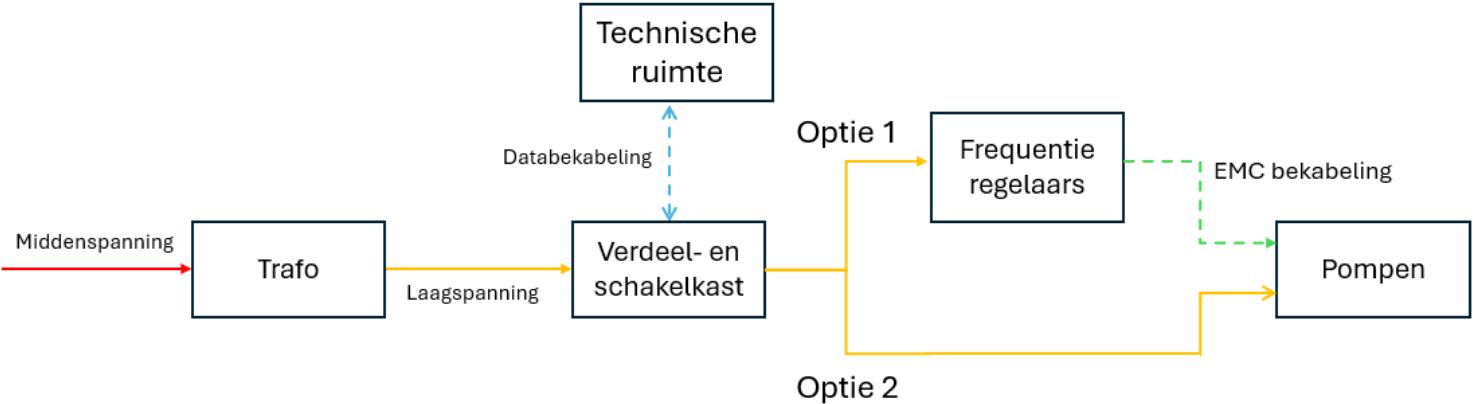
Plaatsing van de frequentieregelaars losstaand van de pomp limiteert het bereik waardoor frequentieregelaars al sneller buiten de technische ruimte komen te staan

Optie 2: Aan- en uitschakeling

Per pomp wordt bij inschakeling een vast debiet geleverd.

Met voldoende pompen kan er redelijk geregeld worden op het gewenste debiet door pompen bij- en af te schakelen.

Vaak goedkoper maar minder efficiënt.

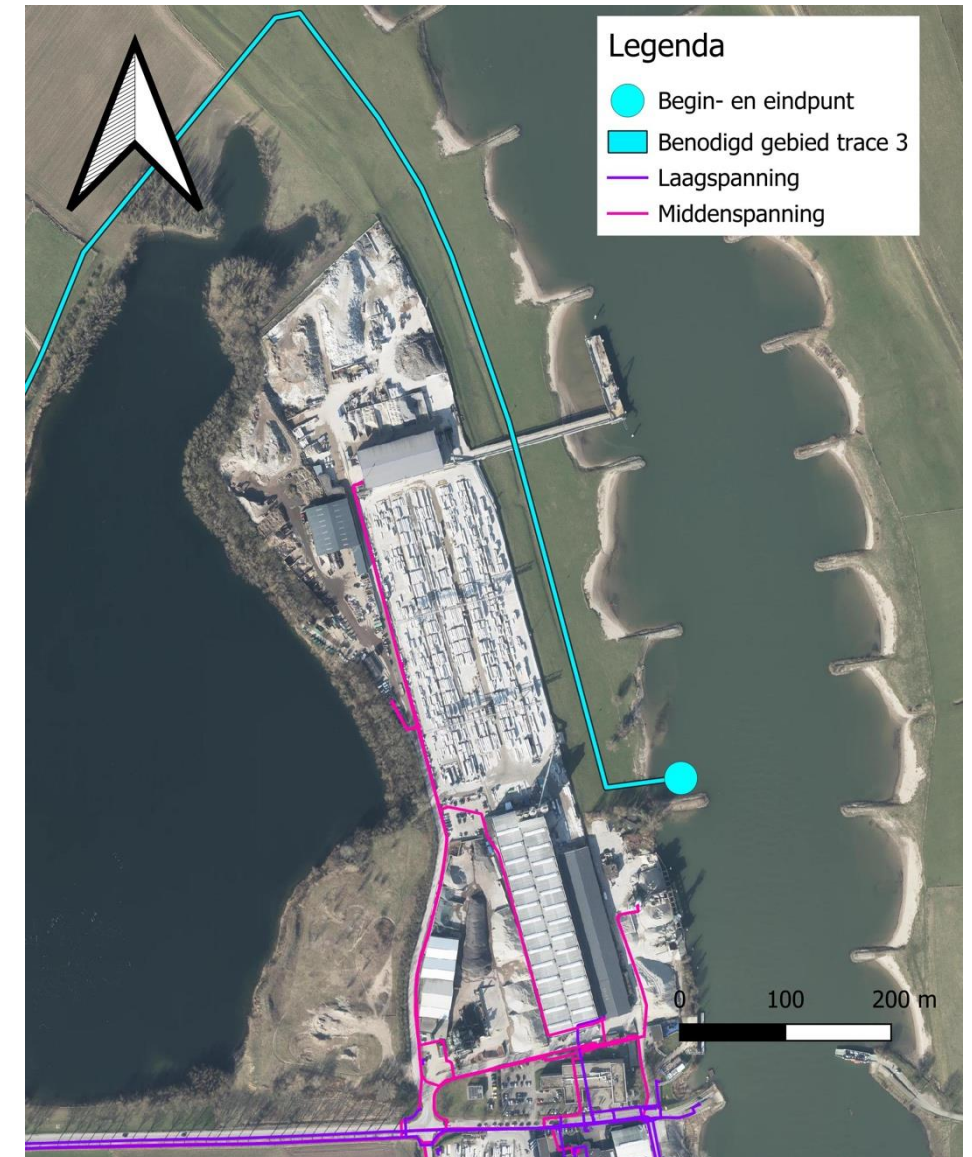
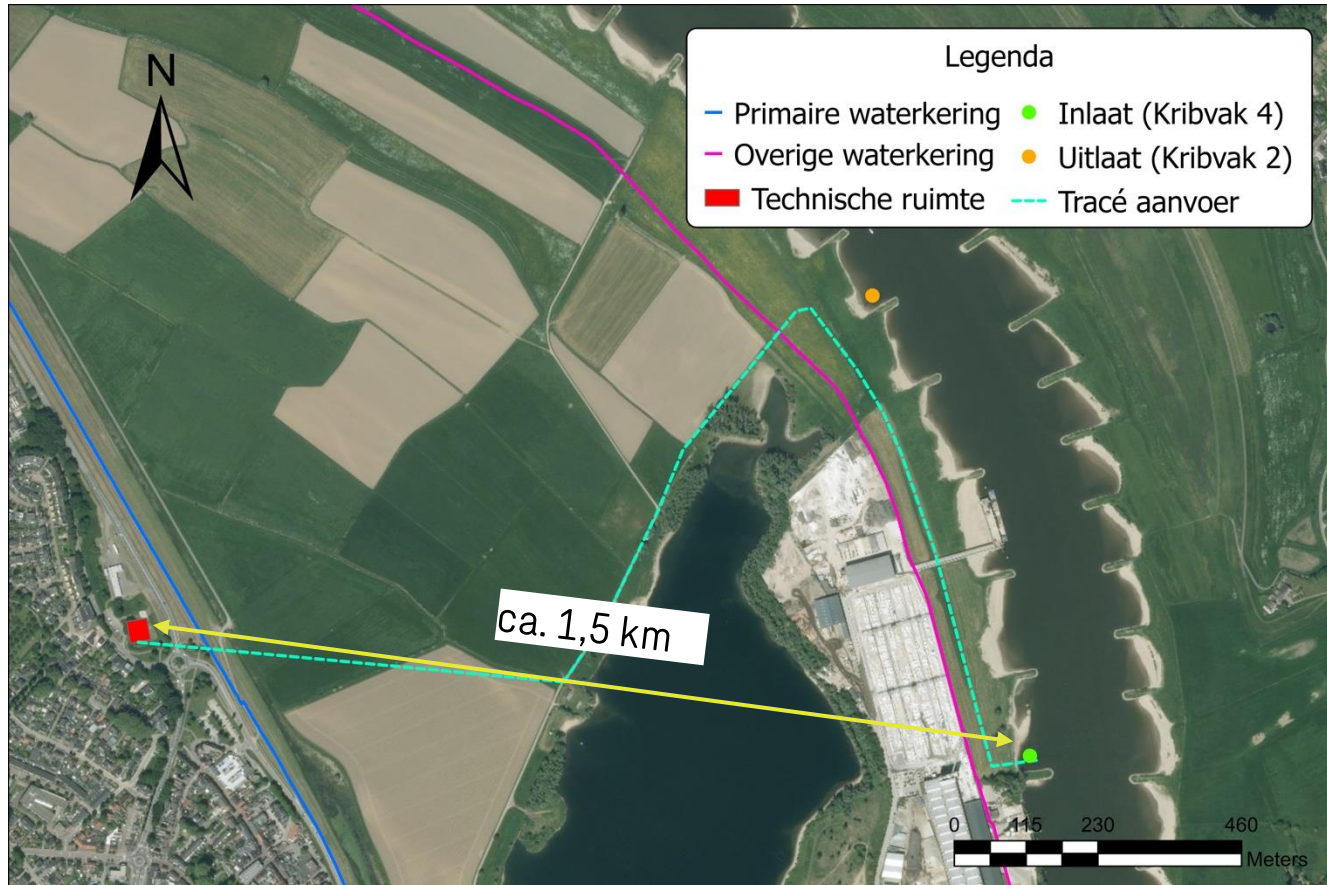


onderdeel	laagspanning	databekabeling (glasvezel)	EMC-bekabeling
Maximaal aanbevolen afstand	500-1000 m	n.v.t.	<50 meter, mogelijk tot ca. 300 meter

Elektra- en regelvoorziening

Omdat de afstand tussen de inlaat en de technische ruimte meer dan 1 km bedraagt bij project GALA, wordt geadviseerd de elektrische apparatuur buiten de technische ruimte te plaatsen.

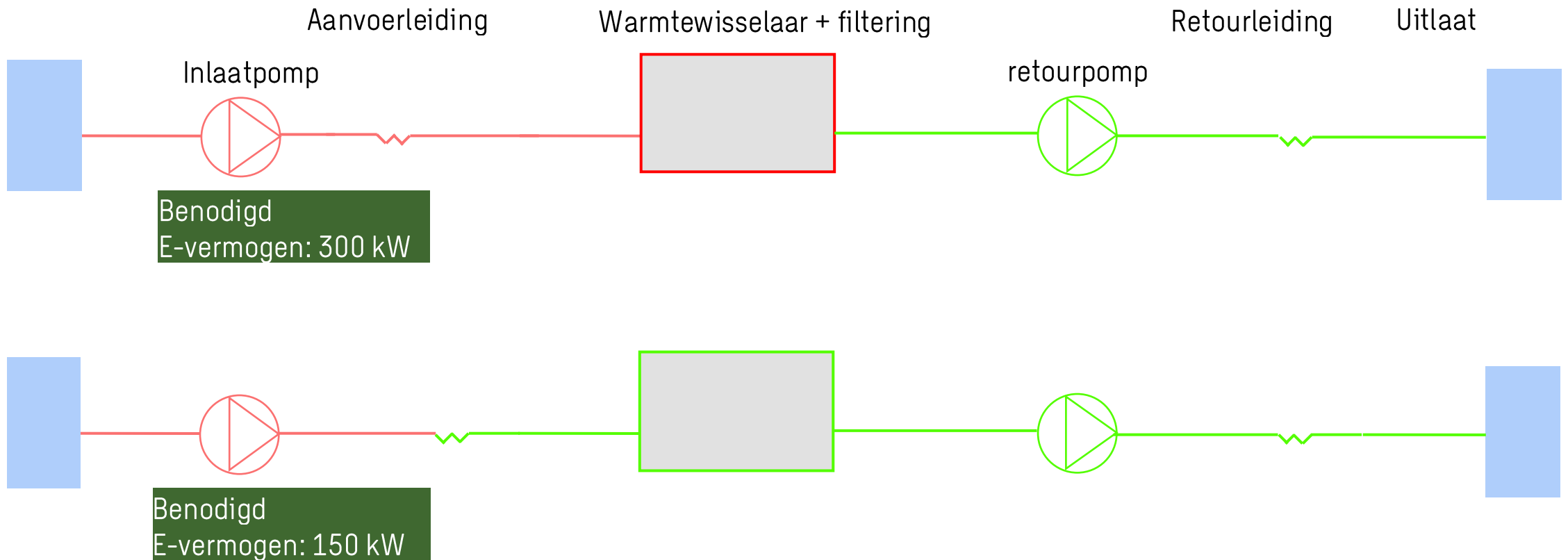
Of een trafo nodig is, hangt sterk af van de eigenschappen van de aanwezige laagspanningskabels en het benodigde pompvermogen.



Elektra- en regelvoorziening

Beperk de rol van inlaatpompen bij het transport van oppervlaktewater om het benodigd elektrisch vermogen voor de inlaat te verlagen.

VOORBEELD



Ontwerputgangspunten, randvoorwaarden en geleerde lessen

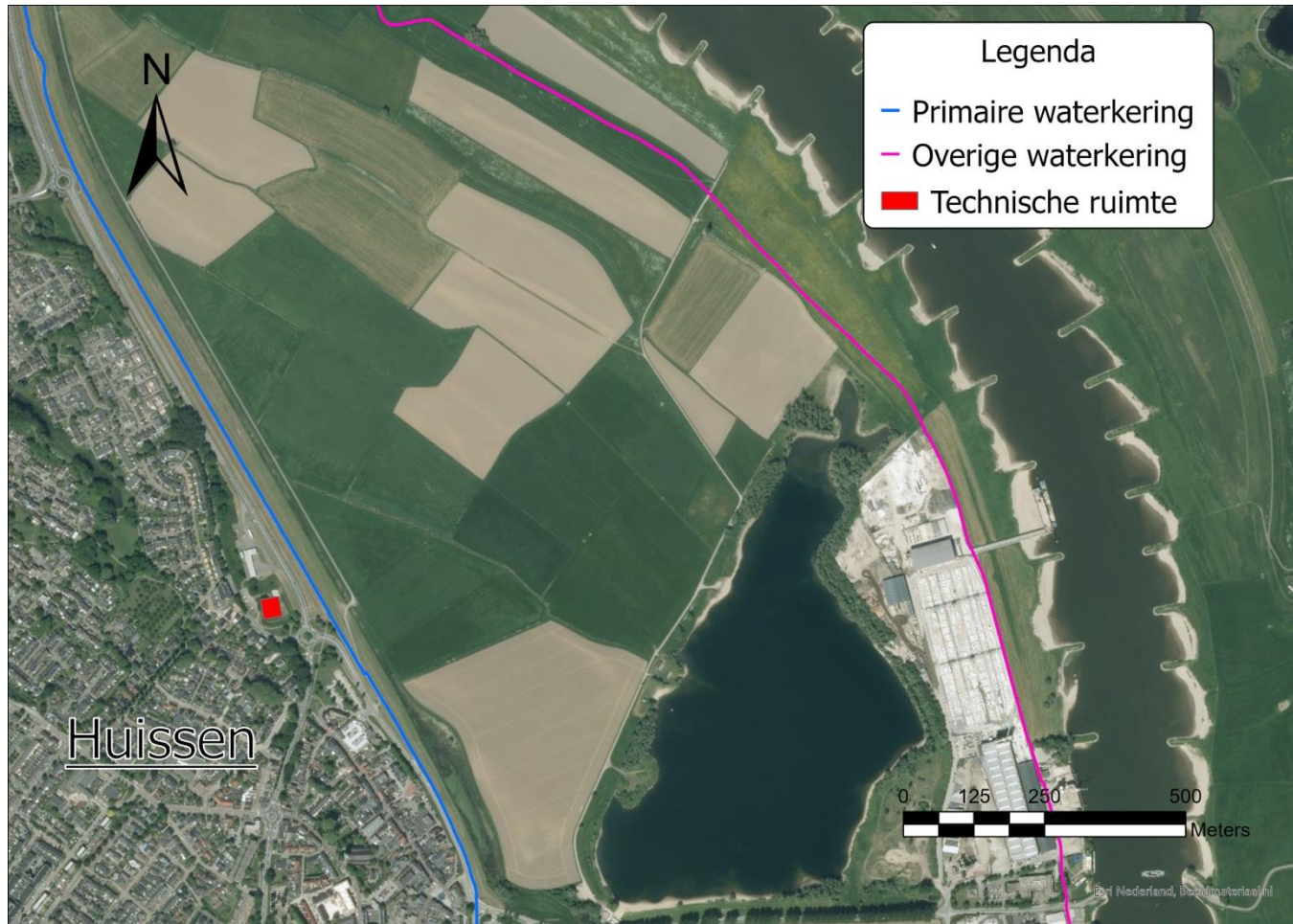
Leidingwerk tussen de technische ruimte en de inlaat

Leidingtracé

Verbinding tussen de inlaat en de technische ruimte

Kruising van de:

- Winterkering / primaire waterkering
- Zomerkade/ overige waterkering



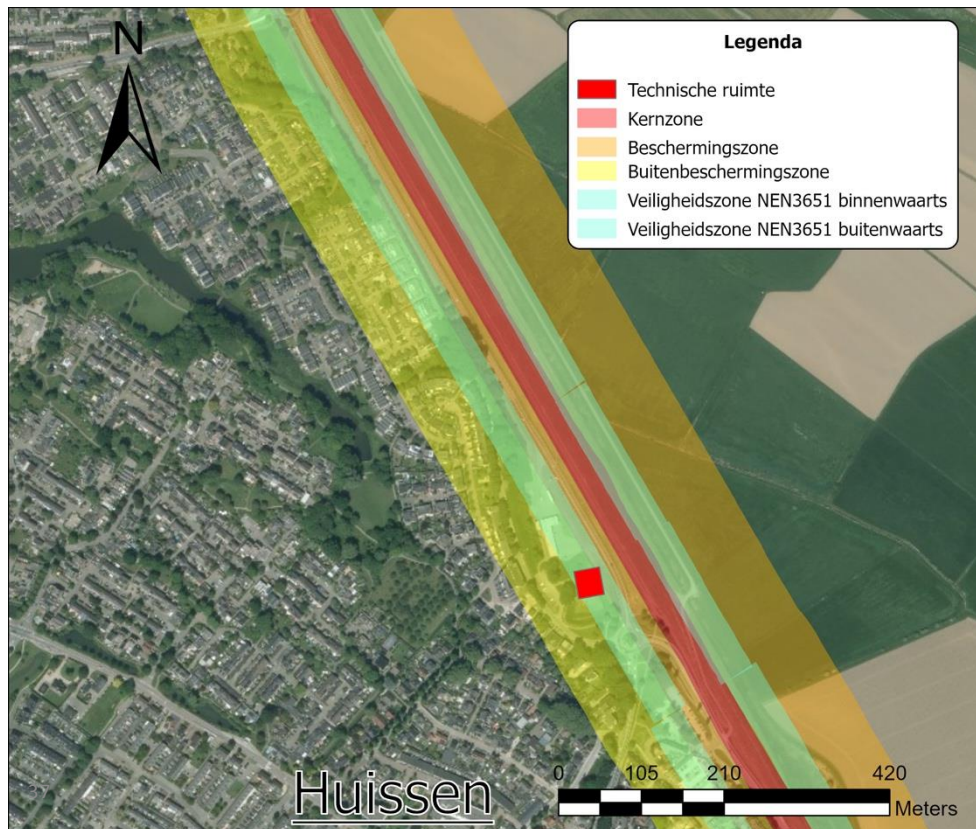
Leidingtracé

krusing van de waterkering

Het waterschap deelt de waterkering op in 3 zones:

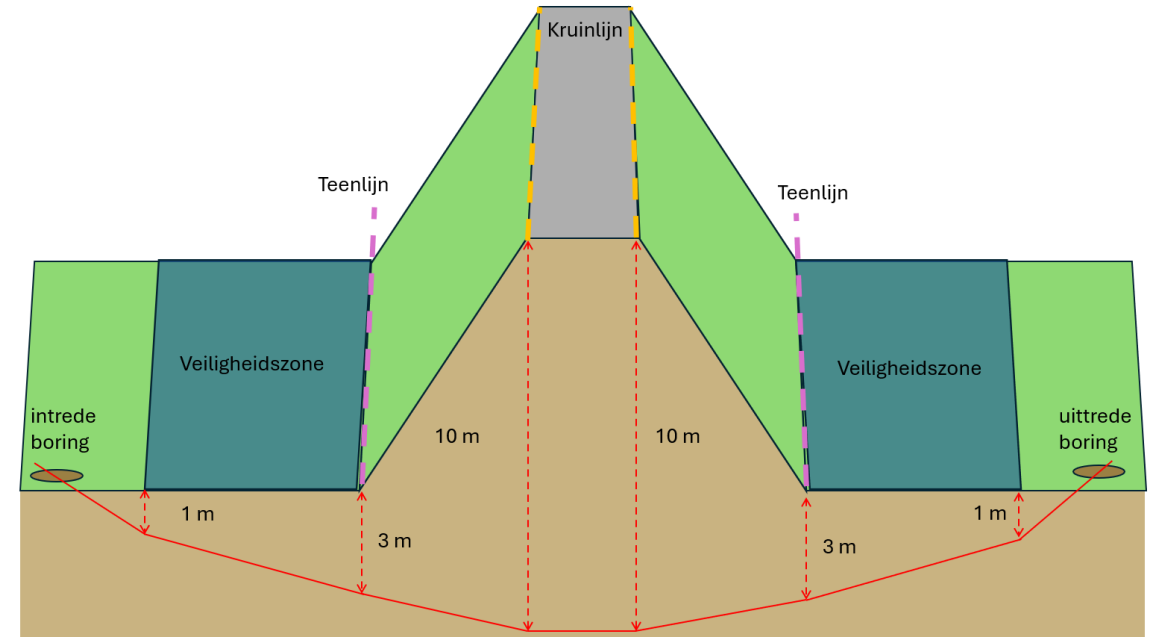
- kernzone
- beschermingszone
- buitenbeschermingszone

Conform de NEN3651 moet rekening gehouden worden met de veiligheidszone bij kruising van een waterkering



De boring dient in- en uittrede te maken buiten de veiligheidszones conform de NEN3651

- Het waterschap spreekt de wens uit dat de boring ook in- en uittrede maakt buiten de beschermingszones.
- De afstanden van de boring tot de teenlijn en de kruinlijn moeten conform NEN 3651 worden aangehouden.
 - Waterschap Rijn en IJssel hanteert grotere afstanden dan de NEN3651

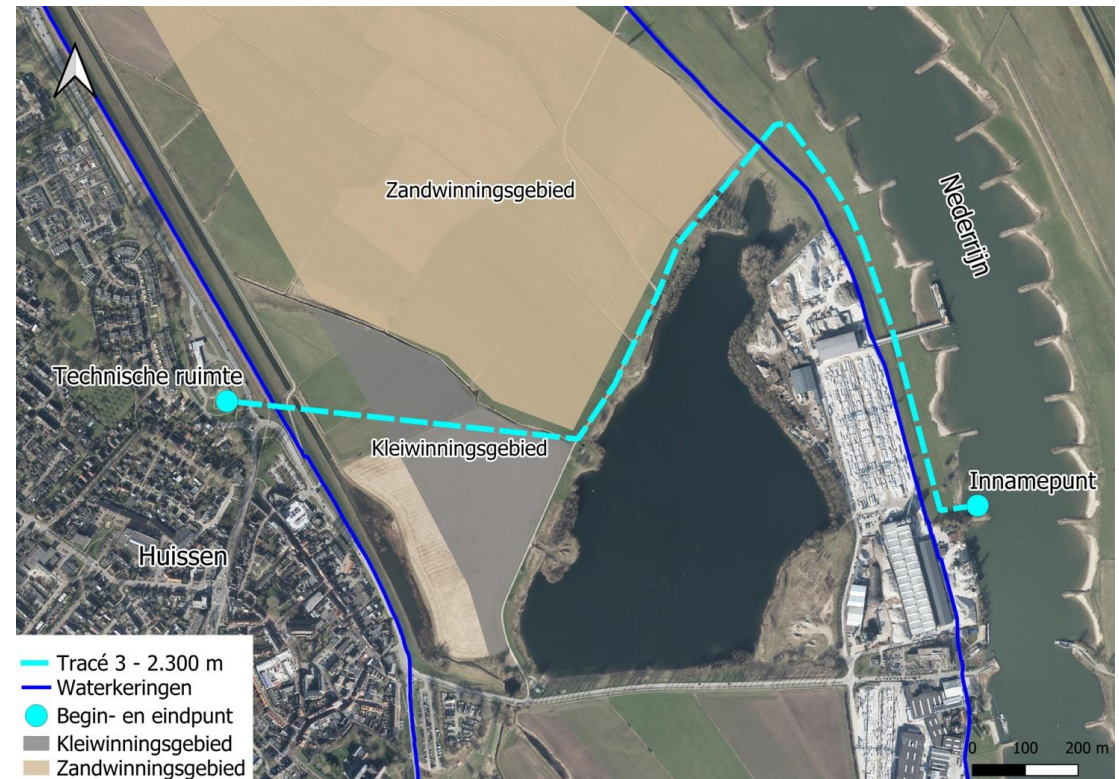


Leidingtracé

krusing van de waterkering

Bij kruising van de waterkering gelden ook de volgende zaken:

- Het liefst vindt de boring loodrecht op de kering plaats
- Parallelle ligging van leidingen dichtbij de waterkering is **niet toegestaan**



Leidingtracé

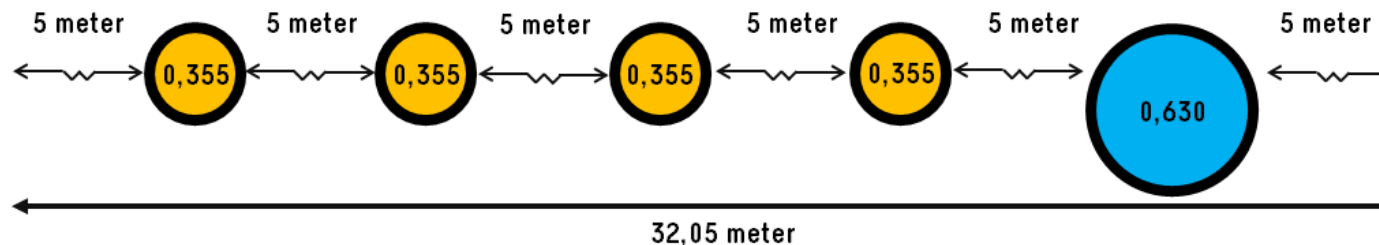
krusing van de waterkering

Geplande dijkversterking zijn opgenomen in het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Het is afgeraden om een kruising van een waterkering uit te voeren tegelijkertijd met een geplande dijkversterking of dijkversterking in uitvoering.



Geplande dijkversterkingen (bruin) ten oosten van Huissen

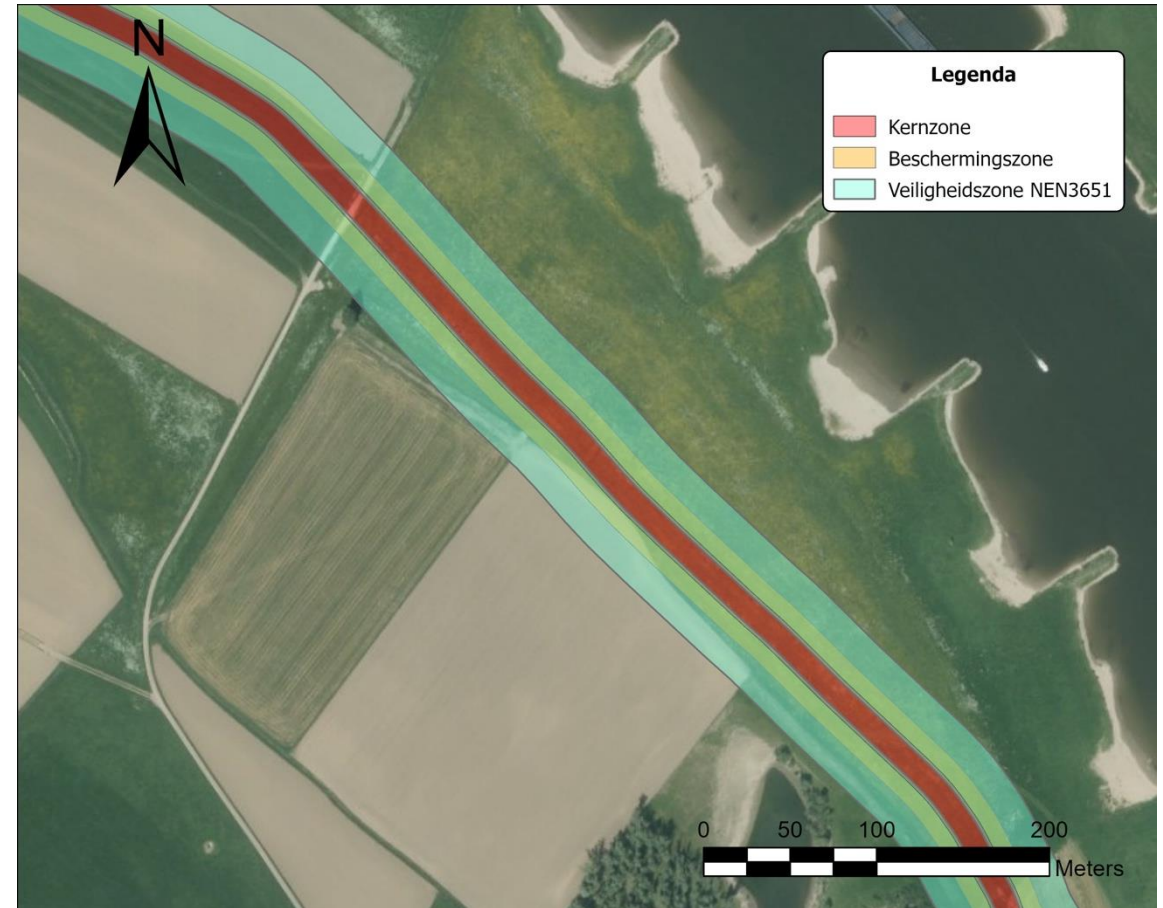
Voor het uitvoeren van boringen geldt dat de afstand bij een parallelboring of -leiding minimaal 5 meter moet bedragen tussen de buitenzijde van de leiding, ook wel genoemd de dagmaat. Dit is conform de NEN3651



Leidingtracé

krusing van de waterkering

- Volgens de waterschapsverordeningen van Waterschap Rivierenland en Waterschap Rijn en IJssel gelden voor een kruising van een zomerkade dezelfde voorwaarden als voor een winterkering.
- Echter, in de praktijk wordt soms open ontgraving of een versoepeling van de regels toegestaan doordat de zomerkade een lagere veiligheidsfunctie heeft.

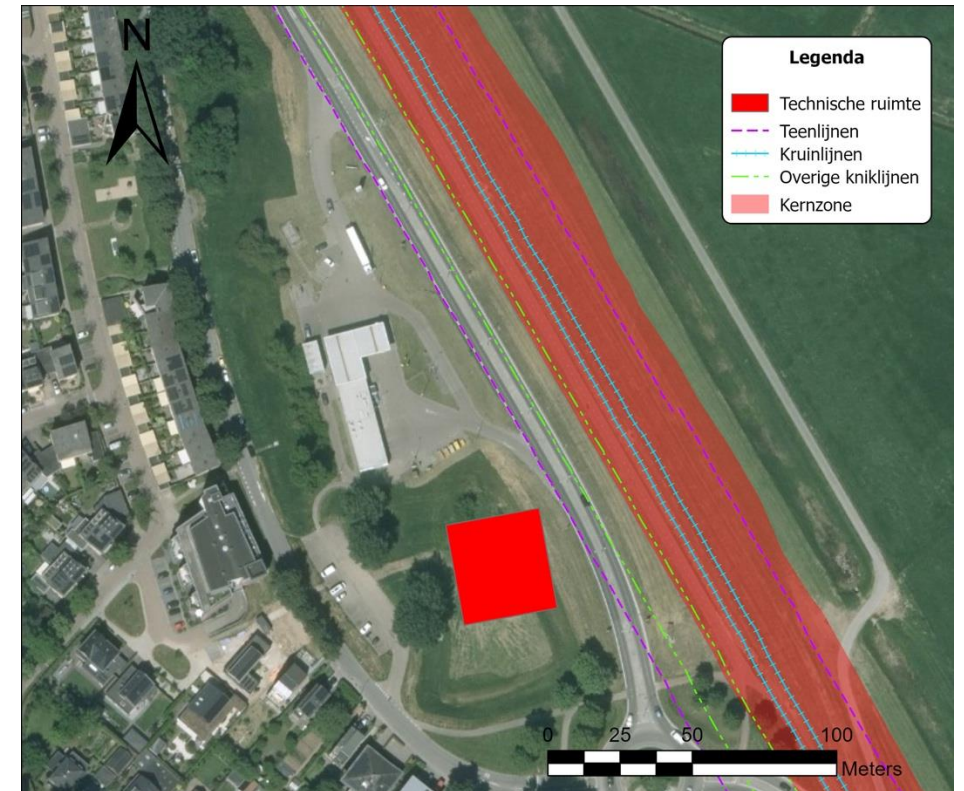


Locatie van kruising van de zomerkade bij project GALA

Leidingtracé

kruising van de waterkering

- Ruimte kan beperkt zijn achter de winterkering door bebouwing. Toepassing van meerdere aanvoerleidingen maakt het boortracé breder en daardoor kan inpassing lastig zijn.
- Toepassing van PE leidingen biedt de mogelijkheid om met de boring scherpere bochten te maken t.o.v. staal.



Ingezoomd op de locatie van de technische ruimte van het warmtenet bij project GALA

Leidingtracé

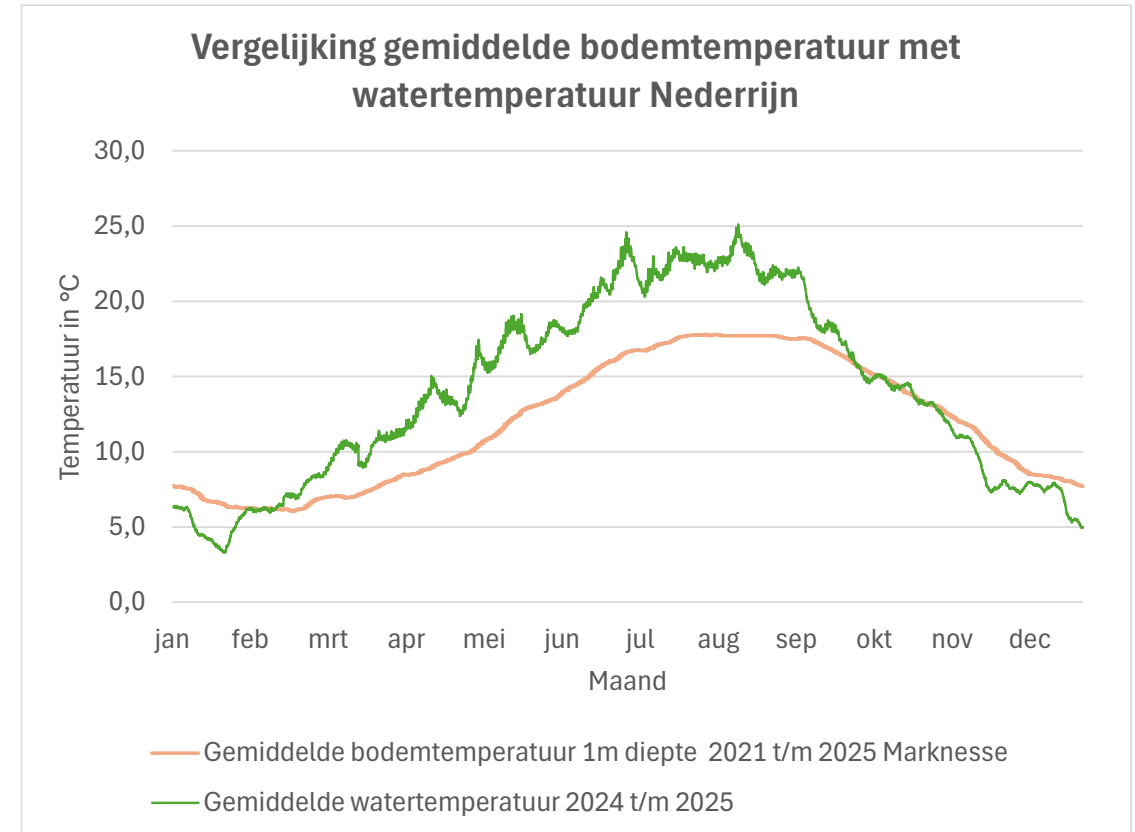
leidingmateriaal

Geadviseerd leidingmateriaal is PE.

- Minder corrosie gevoelig dan staal, voornamelijk bij onttrekking van oppervlaktewater
- Goedkoper aan te leggen
 - Goedkoper materiaal
 - Kan aangeleverd worden in rollen waardoor legging goedkoper is
 - Flexibeler en kan daarmee scherpere hoeken maken bij kruising van de winterkering

Sweco adviseert ongeïsoleerde leidingen omdat:

- Dit leidt tot lagere investeringskosten
- Kleinere diameters kunnen worden toegepast. Daarmee is minder ruimte benodigd langs het tracé.
- Door kleinere diameters is de kans groter op het verkrijgen van een vergunning voor het kruisen van een waterkering
- De grondtemperatuur in de winter hoger ligt dan de oppervlaktewater temperatuur. Dit resulteert in een betere efficiëntie van de warmtepomp.
- In het tussenseizoen en de zomer is het verschil beperkt tot ca. 5°C.



Leidingtracé

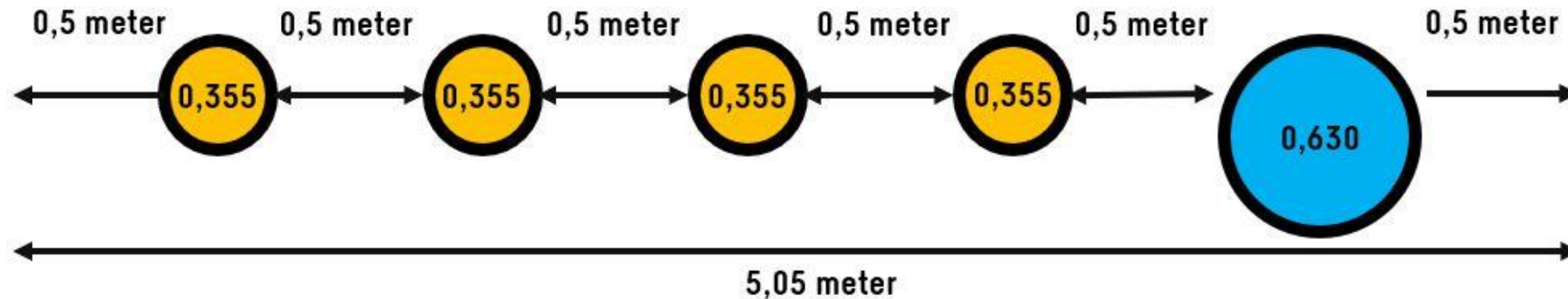
tracé profiel

Het ontwerp vanuit Callic gaat uit van 4 aanvoerleidingen met elk een buitendiameter ($\emptyset$) van 355 mm.

Per project(gebied) verschilt het sterk of er voor één of meer aanvoerleidingen wordt gekozen. Dit wordt onder andere bepaald door:

- projectgebied
- volloopscenario
- fouling
- investeringskosten

In de praktijk wordt vaak een minimale afstand van 0,5 m aangehouden tussen parallelle leidingen in open ontgraving.



Leidingtracé

tracé profiel – projectgebied GALA



Geplande klei- en zandwinning volgens K3-gebiedsontwikkeling ten oosten van Huissen



Overzichtskaart aardkundig waardevol gebied Huissensche Waarden-Noord.

Leidingtracé

tracé profiel – projectgebied GALA



Natura2000 gebied ten oosten van Huissen.



Tracé 1, gedeeltelijk voorgesteld door K3-gebiedsontwikkeling, door Sweco ingetekend tot aan de technische ruimte en innamepunt.

Leidingtracé

tracé profiel - volloopsценario

Een warmtenet heeft vaak te maken met een volloopsценario. Dit scenario beschrijft per jaar hoeveel afnemers aangesloten worden. Het scenario heeft daarom impact op het afname debiet vanuit de rivier.

In de eerste jaren van het warmtenet zal de onttrekking van rivierwater lager zijn en daarmee daalt ook de snelheid in de leiding. Dit verhoogt de kans op fouling. → Met toepassing van meerdere kleinere leidingen kan de snelheid hoog gehouden worden. Dit resulteert wel in:

- hogere investeringskosten
- een breder tracé

Bij meerdere aanvoerleidingen kan de aanleg gefaseerd worden waardoor de investering over meerdere jaren verspreid kan worden.

Huidig bedachte volloop voor het warmtenet bij project GALA uitgaande van een participatiegraad van 85%. Deze getallen zijn overgenomen uit het haalbaarheidsrapport van Duurzaam Energie Perspectief, samenvoeging warmtestudies Zilverkamp – Arnhem Zuid 10-7-2025.

Volloopsценario						
Jaar	Nieuwe aansluitingen Zilverkamp	Nieuwe aansluitingen Zuid-Arnhem	Totaal nieuwe aansluitingen per jaar	Cumulatieve aansluitingen	Vermogen afname warmtenet (kW)	Debiet aquathermie bij maximale warmtevraag (m3/uur)
1	282		282	282	863	110
2	369		369	651	1.992	253
3	343	427	770	1.421	4.348	552
4	142	425	567	1.988	6.083	772
5	399	425	824	2.812	8.605	1.092
6	153	412	565	3.377	10.334	1.312
7	384	411	795	4.172	12.766	1.620
8	300	410	710	4.882	14.939	1.896
9		529	529	5.411	16.558	2.102
10		529	529	5.940	18.176	2.112
11		528	528	6.468	19.792	2.112
12		254	254	6.722	20.569	2.112
13		380	380	7.102	21.732	2.112
14		378	378	7.480	22.889	2.112
15		378	378	7.858	24.045	2.112
16		370	370	8.228	25.164	2.112

Leidingtracé

tracé profiel - fouling

Fouling van een aquathermieinstallatie bestaat uit twee vormen:

- anorganisch
 - zand
 - afval
- organisch
 - mosselen
 - draadalgen → vaak alleen aanwezig in stilstaand water
 - micro fouling

Evides geeft aan snelheden te hanteren van 1 tot 1,5 m/s om aangroei van mosselen te voorkomen².

Van der Kamp (2016)³ geeft aan dat de quaggamossel geobserveerd is in gebieden met een snelheid van 1,4 m/s

Noordhuis & Wortelboer (2018)² geven aan dat de driehoekmossel en quaggamossel snelheden tot 0,2 m/s accepteren.

Snelheden die worden gehanteerd bij het ontwerpen van afvalwaterpersleidingen.¹

Situatie	Snelheid [m/s]	Opmerkingen
Minimale transportsnelheid	0.5	
Snelheid die minimaal 1 x per dag gehaald wordt tijdens droog-weer-situaties	0.64 – 0.97	Volgens curve DWA in Figuur 3.5
Snelheid die minimaal 1 x per dag gehaald wordt tijdens regen-weer-situaties in persleidingen van gemengde stelsels	0.8 – 1.2	Volgens curve RWA in Figuur 3.5

1. M. Tukker, K. Kooij, I. Pothof, 2012, Hydraulisch ontwerp en beheer afvalwatertransportsystemen, <https://publicwiki.deltares.nl/download/attachments/4522016/CAPWAT%20Handboek%20vs2%20april2012.pdf?api=v2>

2. Noordhuis, R., & Wortelboer, R. (2018). Kans op aangroei van mosselen in TEO-installaties. <https://www.stowa.nl/publicaties/factsheet-quaggamossel>

3. Van der Kamp, M. (2016). Factsheet quaggamosselen in Nederland. <https://www.stowa.nl/publicaties/factsheet-quaggamossel>

1,5 m/s



0,2 m/s

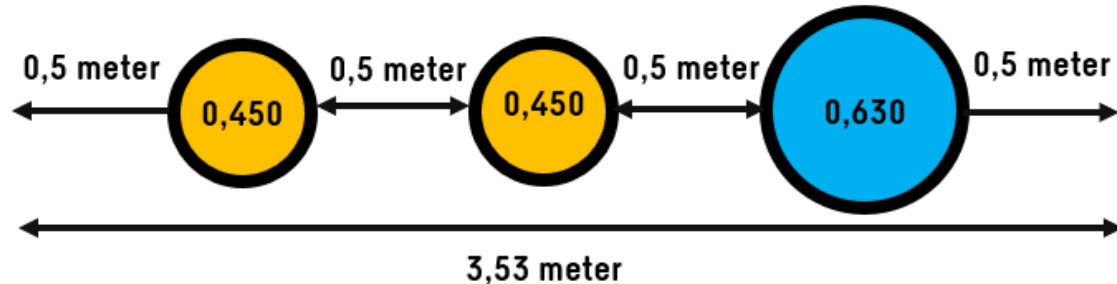
Leidingtracé

tracé profiel - fouling

Ter voorkoming van aangroei van mosselen hanteert Sweco 1 m/s
Ter voorkoming van neerdaling van zand hanteert Sweco 0,5 m/s

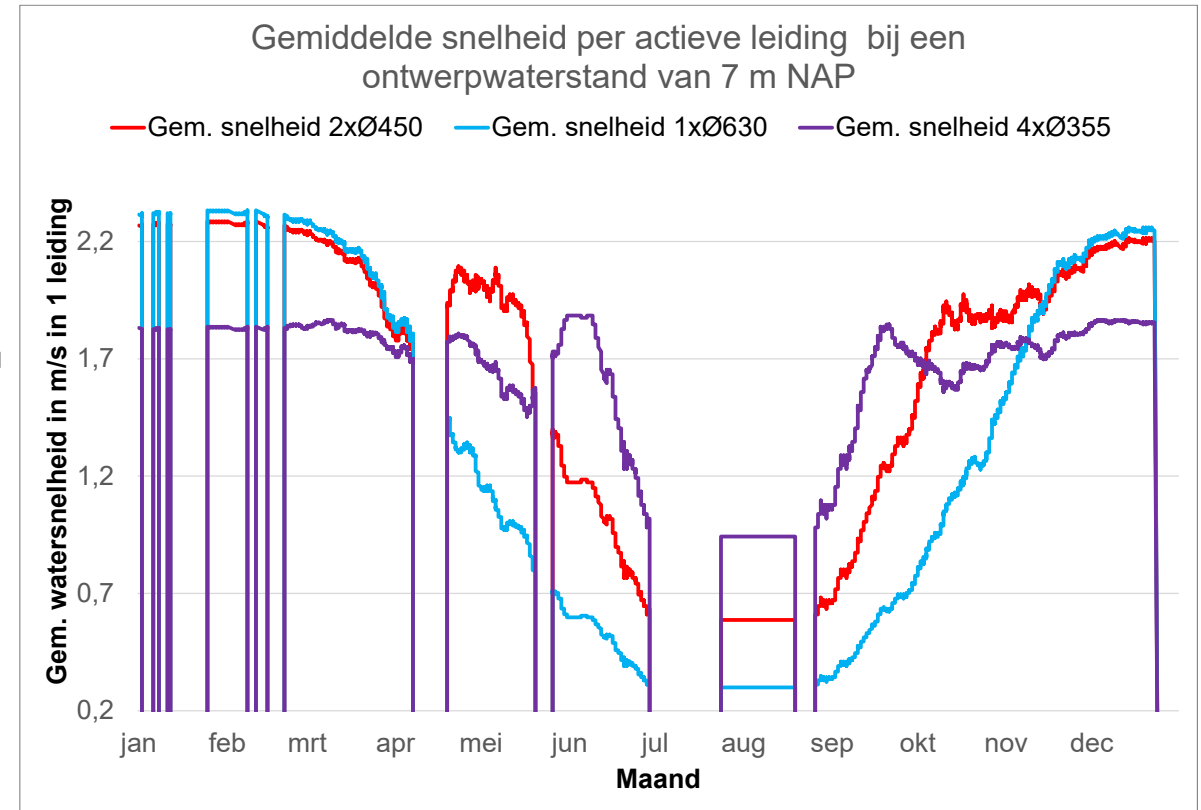
Bij minder en grotere aanvoerleidingen daalt de minimale snelheid in de leidingen → leidt tot mogelijk meer fouling

Huidig advies van Sweco voor project GALA is twee aanvoerleidingen van elk Ø450 mm



Minimale leidingsnelheid bij 2x Ø450 mm is 0,6 m/s

- Lager dan de minimale snelheid van 1 m/s om aangroei van mosselen te voorkomen
- Lagere investeringskosten



We zien stilstand in de leidingen bij:

- Te lage watertemperaturen in de winter
- Te lage waterstand in het tussenseizoen en de zomer

Leidingtracé

tracé profiel - fouling

Onderhoudsvormen voor leidingwerk om fouling te verwijderen bestaan uit:

- Pigging
- Toepassing van chloor → ongewenst bij Rijkswateren
- Droogleggen van de leiding
- Verhogen van de watertemperatuur tot 40°C → erg lastig bij aquathermie

Het rapport van WarmingUP - Ontwerphandleiding Aquathermie-TEO beschrijft ervaringen met aquathermieinstallaties. Hierbij **ontbrak** fouling in leidingwerk.

Betekent dit dat fouling niet optreedt bij toepassing in grote rivieren? Dat is erg onzeker omdat:

- Vorm van levering is onbekend; direct of indirect?
- Wat voor type wateren?
- Is er sprake van constante aanvoer van rivierwater?

Onderzoek de ernst van fouling door gesprekken te voeren met afnemers van water uit grote rivieren, zoals drinkwaterbedrijven en industriële ondernemingen.

Leidingtracé

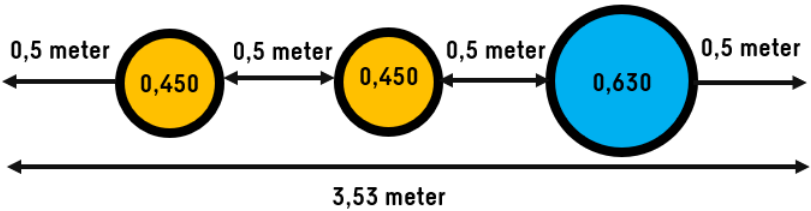
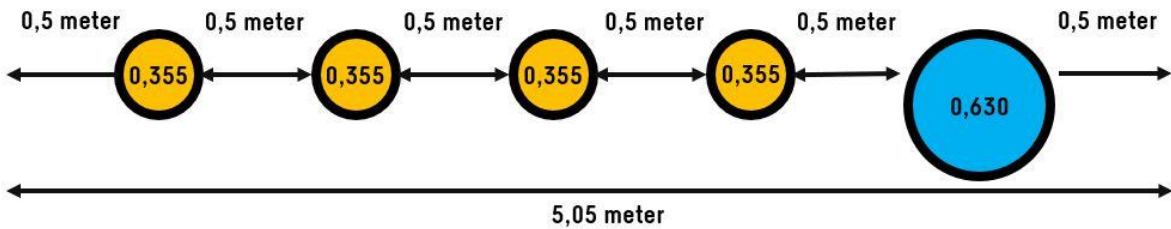
tracé profiel - investeringskosten

Sweco adviseert toepassing van 2xØ450 mm als aanvoer en 1xØ630 mm als retour. Investeringskosten voor het leidingwerk zijn geschat op circa **€8.000.000**

Leverancier raamt de kosten op circa €1 miljoen. Sweco verwacht dat dit bedrag te laag is. Daarnaast moeten initiatiefnemers rekening houden met mogelijke kostenstijgingen door onvoorziene omstandigheden.

Het verschil tussen geschatte kosten en de kosten van de leverancier benadrukt het belang van een vroegtijdig marktonderzoek zodra het tracé profiel bekend is.

Kribvak	Diameter aanvoer-leiding	Aantal aanvoerleidingen	Investeringskosten leidingwerk ±40% incl. retour en boringen excl. btw
4	Ø355	4	€ 10.730.552
4	Ø450	2	€ 8.155.137
4	Ø630	1	€ 6.821.074



Leidingtracé

tracé profiel - investeringskosten

Meerdere aanvoerleidingen biedt de kans om de investering te spreiden over de volloop

Voor project GALA is dit mogelijk complexer i.v.m. Natura2000 gebied. Gelijke plaatsing van alle leidingen beperkt overlast op flora en fauna.



Volloopscenario					
Jaar	Cumulatieve aansluitingen	Vermogen afname warmtenet (kW)	Debiet aquathermie bij maximale warmtevraag (m3/uur)	2xØ450	4xØ355
1	282	863	110	1 ^e leiding	1 ^e leiding
2	651	1.992	253		
3	1.421	4.348	552		2 ^e leiding
4	1.988	6.083	772		
5	2.812	8.605	1.092	2 ^e leiding	3 ^e leiding
6	3.377	10.334	1.312		
7	4.172	12.766	1.620		4 ^e leiding
8	4.882	14.939	1.896		
9	5.411	16.558	2.102		
10	5.940	18.176	2.112		
11	6.468	19.792	2.112		
12	6.722	20.569	2.112		
13	7.102	21.732	2.112		
14	7.480	22.889	2.112		
15	7.858	24.045	2.112		
16	8.228	25.164	2.112		

Ontwerputgangspunten, randvoorwaarden en geleerde lessen

Uitlaatconstructie

Uitlaatconstructie

Randvoorwaarden en ontwerpuitgangspunten

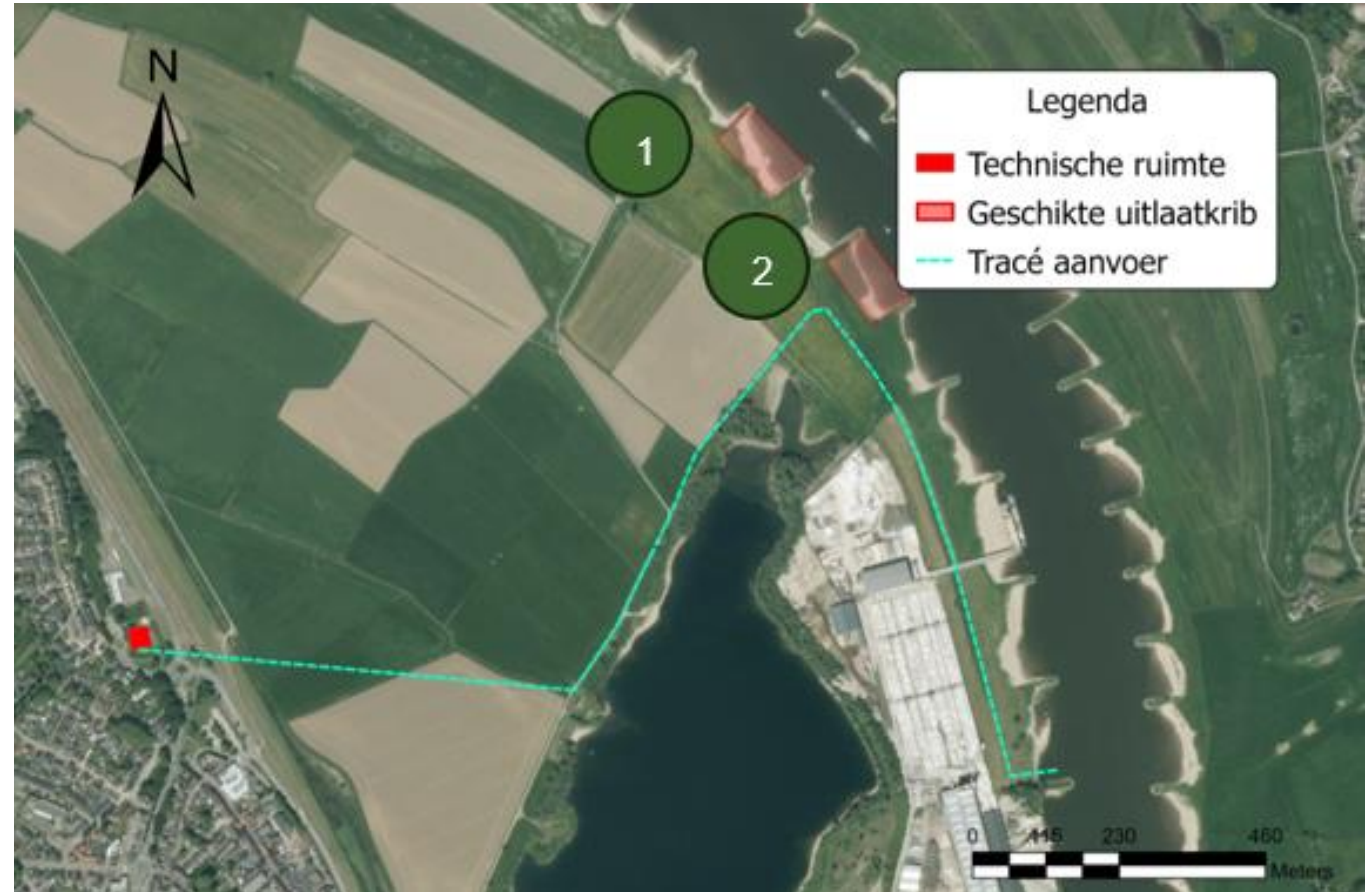
De randvoorwaarden en ontwerpuitgangspunten komen overeen met die van de inlaat.

Bij de uitlaat speelt de dwarsstroomsnelheid een grotere rol dan bij de inlaat.

Ten tijde van dit onderzoek lag er nog geen ontwerp voor een uitlaat klaar. Daarom lag de focus bij het vinden van een geschikte locatie op het volgende:

- Zo kort mogelijke afstand voor de retour
- Voldoende diepgang in het kribvak

Kribvak 2 is aangewezen als uitlaatlocatie.



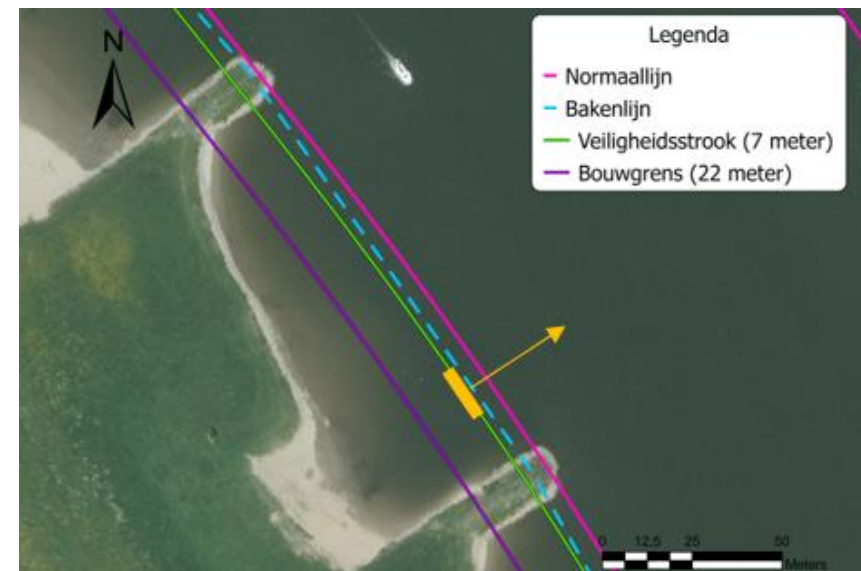
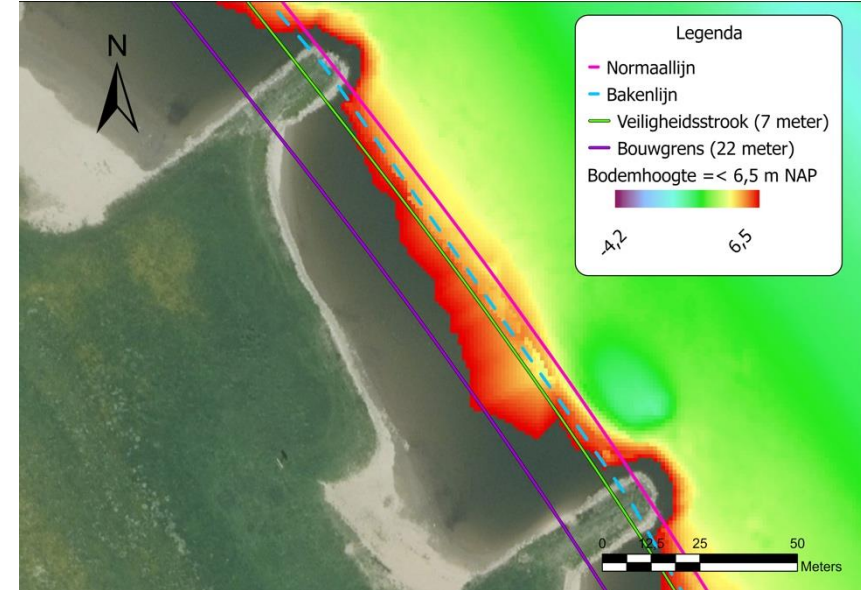
Uitlaatconstructie

Randvoorwaarden en ontwerpuitgangspunten

Voor project GALA is in resterende kribvakken de waterdiepte gedurende het tussenseizoen en zomer beperkter t.o.v. het kribvak voor de inlaat.

Uitgaande van een uitlaat ten grootte van de retourleiding (Ø630 mm) gelden de volgende aandachtspunten:

- Plaatsing voorbij de bouwgrens is mogelijk noodzakelijk i.v.m. morfologische effecten
- Plaatsing voorbij de bouwgrens i.v.m. dat de leiding (gedeeltelijk) droog komt te liggen



Locatie en uitmondingsrichting van de uitlaat (niet op schaal) bij project GALA

Uitlaatconstructie

Advies

Plaatsing van de uitlaat op de veiligheidsstrook is niet toegestaan vanwege het overschrijden van de dwarsstroomsnelheid

	Beroepsvaart	Recreatievaart
Toegestaan	1,41 m/s	0,3 m/s
Werkelijk	2,39 m/s	2,39 m/s

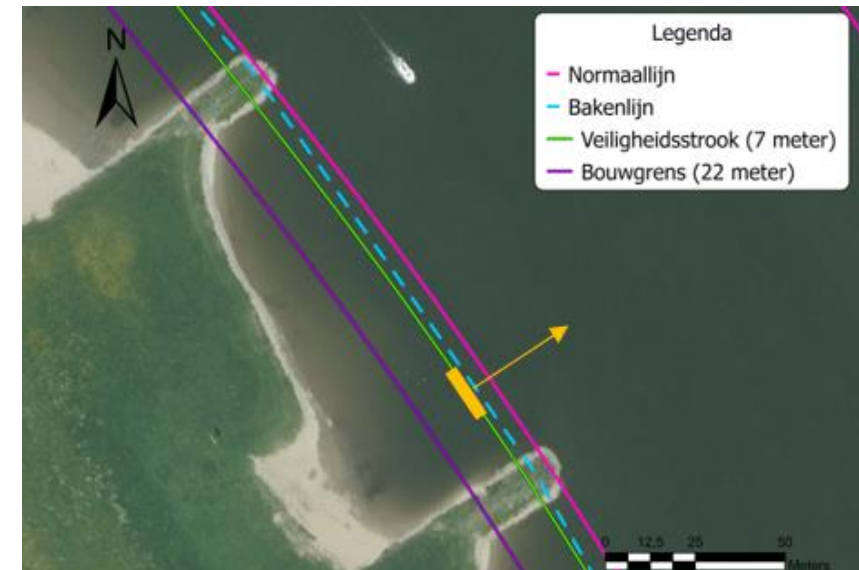
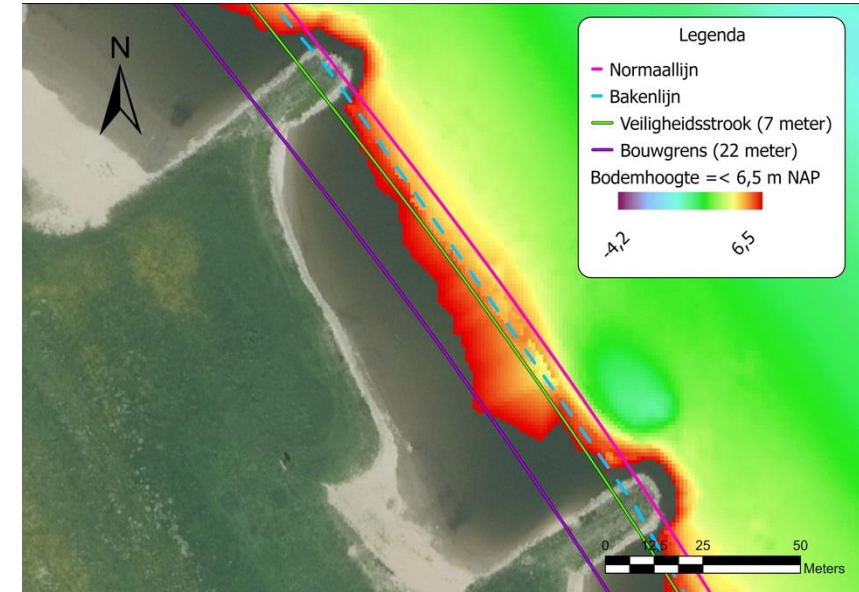


Op te lossen door de uitlaatopening te vergroten OF;

Een andere configuratie van de uitlaat ontwerpen, denk aan:

- uitstroomrichting
- ligging buiten het kribvak?

Vervolgstep: uitlaatontwerpen uitwerken die de toelaatbare dwarsstroom niet overschrijden en voldoen aan de eisen van Rijkswaterstaat.

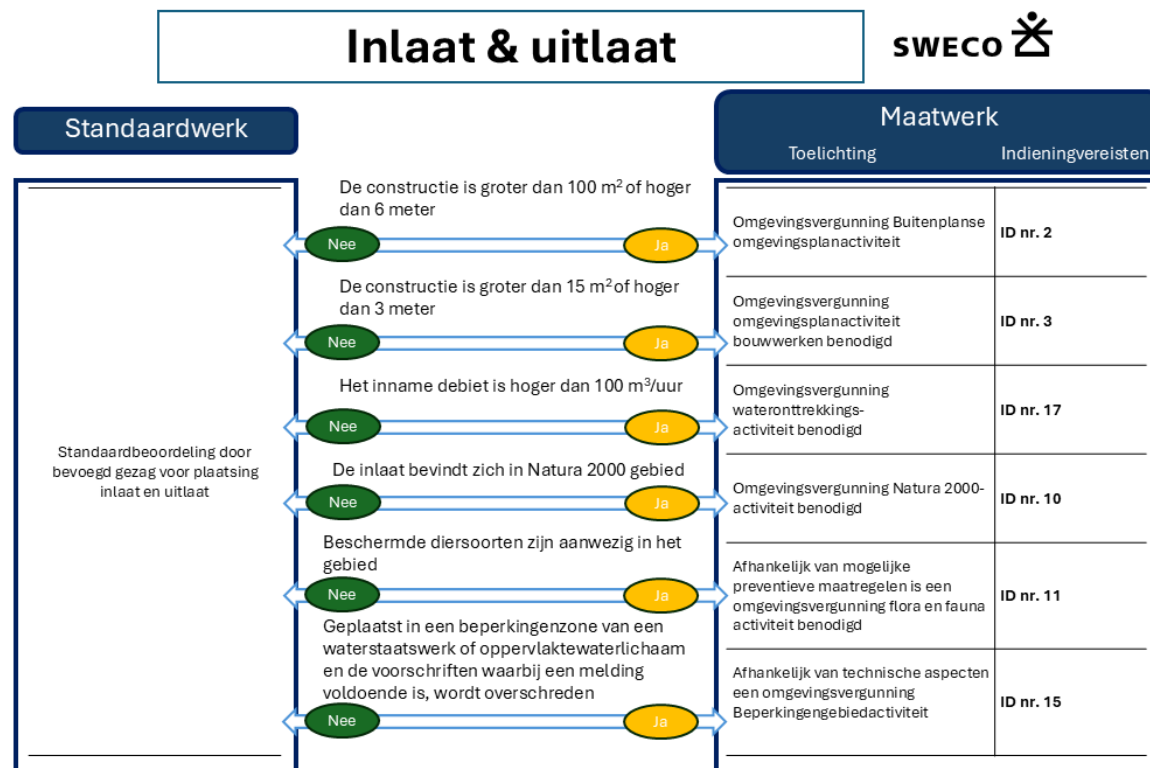
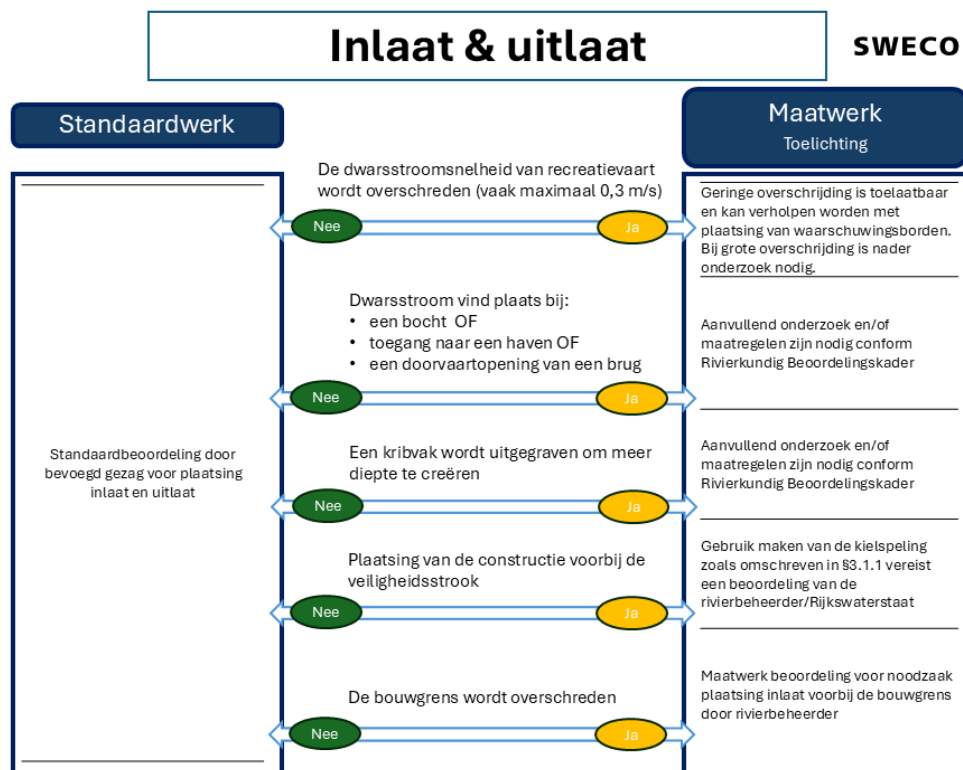


Standaard- en maatwerk

Standaard- en maatwerk

Door het ophalen van vergunningplichten, ontwerpeisen en –uitgangspunten is een onderscheid gemaakt tussen standaard- en maatwerk.

Voor vergunningen wordt ook toelichting gegeven op de indieningsvereisten die terug te vinden zijn in de vergunningsscans.



Een goede voorbereiding maakt aquathermie haalbaar.

Bedankt voor jullie aandacht

Zijn er nog vragen?
