



Waterhuishouding ESGL
ontwerpeisen, afspraken en
uitwerking basisontwerp

ProRail

16 september 2016
Definitief

Waterhuishouding ESGL

ontwerpeisen, afspraken en uitwerking basisontwerp

dossier : BA6790
registratienummer : WATBA6790R001WM
versie : 1
classificatie : Openbaar

ProRail

16 september 2016
Definitief

INHOUD	BLAD	
1	INLEIDING	2
1.1	Aanleiding voor het project Extra Sneltrain Groningen Leeuwarden	2
1.2	Projectalternatief en referentiesituatie	3
1.3	Effectonderzoek	6
2	UITGANGSPUNTEN	7
2.1	Wetgeving en beleid	7
2.2	Methode en werkwijze	9
2.3	Ontwerpuitgangspunten	9
2.4	Effecten	10
2.5	Ontwerpvoorschriften spoorbeheerder (OVS)	10
2.6	Wetterskip Fryslân	11
2.7	Waterschap Noorderzijlvest	12
2.8	Gemeenten	12
3	ONTWERP	13
3.1	Ontwerpproces	13
3.2	Ontwerp watergangen	13
3.3	Kunstwerken	14
3.4	Inpassing in Leeuwarden	14
3.5	Inpassing in Hurdegaryp	15
3.6	Halte Zwaagwesteinde/Westereen	17
3.7	Inpassing in Zuidhorn	17
3.8	Fanerweg	17
3.9	Zuidwending	17
3.10	Inpassing in Hoogkerk	18
3.11	Inpassing tunnel Paterwoldseweg	18
3.12	Watercompensatie	19
4	VERVOLG	21
4.1	Compensatie voor berging en inpassing	21
4.2	Waterkwaliteit	21
4.3	Beheer en onderhoud	21
4.4	Vergunningen	21
5	COLOFON	22

BIJLAGEN

1	Principe dwarsprofiel spoor inclusief watergangen ProRail
2	Aanpassingen kunstwerken
3	Onderdoorgang Hurdegaryp
4	Compensatie waterberging

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding voor het project Extra Sneltrain Groningen Leeuwarden

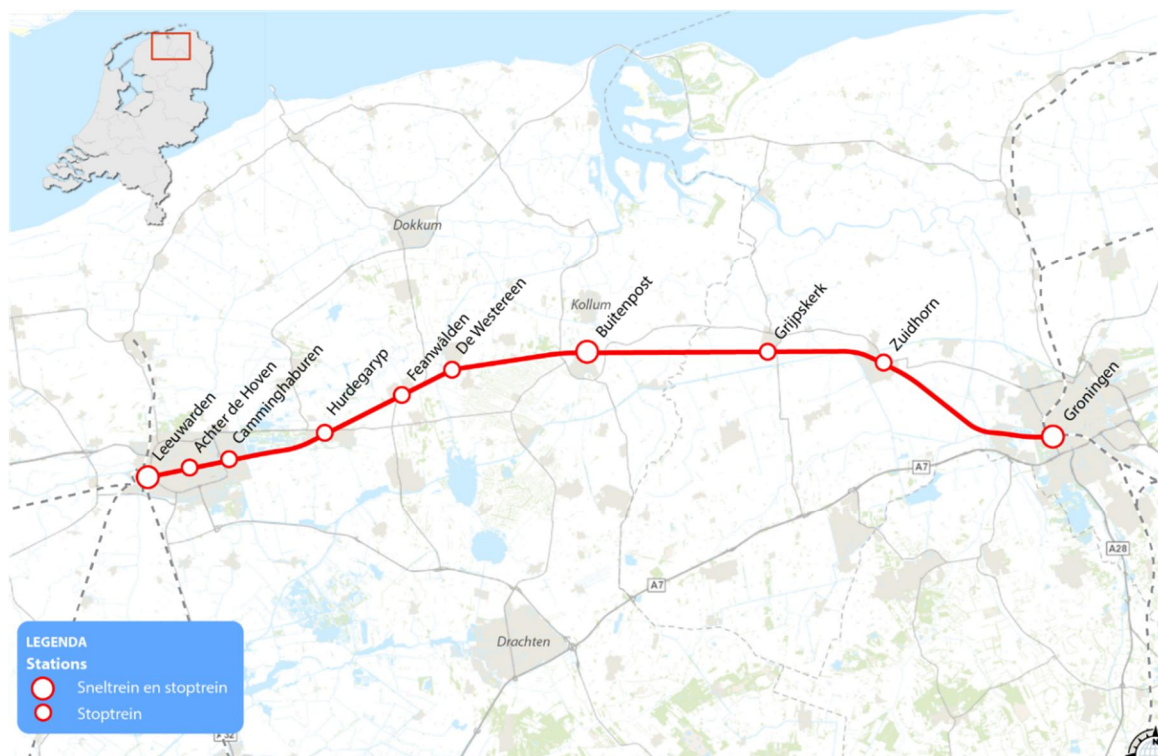
Het Rijk (ministerie van Infrastructuur en Milieu) en de provincies Groningen en Fryslân streven naar een kwalitatief hoogwaardige openbaar vervoer structuur. Het spoorwegnet vormt de ruggengraat van deze openbaar vervoer structuur. Hoogwaardig betekent met een hoge frequentie en zo snel en comfortabel mogelijk. Vanuit deze visie op openbaar vervoer wordt in het kader van het project Extra Sneltrain Groningen – Leeuwarden (ESGL) op de spoorverbinding Groningen – Leeuwarden een extra sneltrain ingezet. Hierdoor ontstaat op dit traject een dienstregeling met twee stoptreinen en twee sneltreinen per uur (per richting). Dit zorgt onder meer voor een hogere frequentie, meer comfort en betere aansluitmogelijkheden.

Om het huidige aantal reizigers en de verwachte toekomstige groei daarvan te kunnen faciliteren is alleen de inzet van een extra sneltrain niet voldoende. Ook moeten hiervoor langere treinen worden ingezet, met name in de spitsperiode.

De extra sneltrain en de langere treinen worden mogelijk gemaakt via het project Extra Sneltrain Groningen - Leeuwarden dat als onderdeel van het 'Programma Noord Nederland' (PNN) wordt uitgevoerd.

PNN is een uitwerking van het convenant 'Regiospecifiek Pakket Zuiderzeelijn' (RSP-ZZL). Dit is een convenant ondertekend door de toenmalige minister van Verkeer en Waterstaat, de voorzitter van de Stuurgroep Zuiderzeelijn en de gedeputeerden van de provincies Fryslân, Groningen, Drenthe en Flevoland. De projecten uit het RSP-ZZL richten zich onder andere op het verbeteren van de bereikbaarheid via het openbaar vervoer en de weg, zowel binnen als buiten de regio Noord-Nederland. De spoorgerelateerde projecten uit het convenant zijn vertaald in infraproducten, die zijn opgenomen in het 'Programma Noord Nederland' (PNN).

Figuur 1.1 geeft een overzicht van het tracé van het project Extra Sneltrain Groningen – Leeuwarden.



Figuur 1.1 Overzicht tracé Leeuwarden – Groningen in de huidige situatie

Om een extra sneltrein per uur te laten rijden, en om langere treinen te laten rijden, zullen aanpassingen moeten plaatsvinden aan het spoor en aan de stations. Om deze aanpassingen aan het spoorwegtraject tussen Groningen en Leeuwarden te kunnen realiseren, dient de procedure van de Tracéwet te worden doorlopen. De Tracéwet beoogt door het vaststellen van een tracébesluit een zorgvuldige besluitvorming omtrent de aanleg of het wijzigen van hoofdinfrastructuur.

Op grond van de Wet milieubeheer moet ter ondersteuning van het tracébesluit ook de procedure van milieueffectrapportage (m.e.r.) worden doorlopen. Deze procedure resulteert in een Milieueffectrapport (MER). De m.e.r.-procedure is een onderdeel van de Tracéwetprocedure. Dit houdt in dat het MER tezamen met het ontwerp-tracébesluit ter visie wordt gelegd.

1.2 Projectalternatief en referentiesituatie

In dit onderzoek worden de effecten van het project Extra Snelrein Groningen – Leeuwarden onderzocht. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen het projectalternatief (de situatie met project) en de referentiesituatie (de situatie zonder project).

In het *projectalternatief* (de situatie met uitvoering van het project Extra Snelrein Groningen – Leeuwarden) worden maatregelen getroffen om één extra sneltrein per uur per richting te laten rijden. In de *referentiesituatie* (de situatie zonder project) komt er geen extra sneltrein en worden er geen aanpassingen aan het spoor doorgevoerd. De autonome ontwikkeling, zoals beschreven in het MER, wordt in de referentiesituatie meegenomen.

In tabel 1.1 is een overzicht gegeven van het aantal treinen dat gaat rijden als gevolg van het project Extra Snelrein Groningen – Leeuwarden. en in tabel 1.2 van het aantal treinen dat zou

gaan rijden als het project Extra Sneltrain Groningen – Leeuwarden niet zou worden uitgevoerd. Het aantal treinen in de referentiesituatie (tabel 1.2) is gelijk aan het aantal treinen in de huidige situatie.

In het projectalternatief rijdt er tussen 7.00 en 20.00 uur één extra sneltrain per uur per richting in vergelijking met de referentiesituatie. In de spits worden daarnaast langere treinen ingezet dan in de referentiesituatie.

Tabel 1.1 ESGL projectalternatief, treinaantallen in 2020 en 2030

ESGL Projectalternatief	2020	2030
Sneltreinen Groningen – Leeuwarden	2 per uur per richting tussen 7.00 uur en 20.00 uur 1 per uur per richting vòòr 7.00 uur en na 20.00 uur	2 per uur per richting tussen 7.00 uur en 20.00 uur 1 per uur per richting vòòr 7.00 uur en na 20.00 uur
Stoptreinen Groningen – Leeuwarden	2 per uur per richting	2 per uur per richting
Ochtend-pendeltrein Groningen – Zuidhorn	3 per dag per richting	3 per dag per richting
Goederentreinen	1 per maand in beide richtingen tezamen	1 per maand in beide richtingen tezamen

Tabel 1.2 ESGL referentiesituatie, treinaantallen in 2020 en 2030

ESGL Referentiesituatie	2020	2030
Sneltreinen Groningen – Leeuwarden	1 per uur per richting	1 per uur per richting
Stoptreinen Groningen – Leeuwarden	2 per uur per richting	2 per uur per richting
Ochtend-pendeltrein Groningen – Zuidhorn	3 per dag per richting	3 per dag per richting
Goederentreinen	1 per maand in beide richtingen tezamen	1 per maand in beide richtingen tezamen

Om het rijden van de extra sneltrain en tevens langere treinen mogelijk te maken zijn verschillende maatregelen nodig aan het spoor en aan de stations. Het projectalternatief bestaat uit het realiseren van de volgende infrastructurele maatregelen (zie ook figuur 1.2):

- Een spoorverdubbeling tussen Zuidhorn en Hoogkerk; daartoe worden ook overwegen en kunstwerken in dit traject aangepast aan het dubbelspoor.
- Maatregelen aan alle stations van Leeuwarden tot Groningen, behalve station Groningen. De maatregelen betreffen met name het uitbreiden van de perrons, zodanig dat langere treinen hier kunnen halteren.
- Het station Leeuwarden Achter de Hoven vervalt en wordt geamoveerd.
- Het aanpassen van de overweg Schrans te Leeuwarden.
- Het vervangen van de overweg Rijksstraatweg te Hurdegaryp door een onderdoorgang voor alle verkeerstypen.
- Het vervangen van de overweg Paterswoldseweg te Groningen door een onderdoorgang voor alle verkeerstypen.
- Bij diverse overwegen tussen Leeuwarden en Groningen worden maatregelen in de weginfrastructuur en inrichting van de overweg genomen. Verder wordt een aantal (particuliere) overwegen opgeheven.
- Het aanleggen van een keevoorziening te Zuidhorn met perron voor de pendeltrein van en naar Groningen.

- Het aanpassen van het opstel terrein tussen de overweg Peizerweg en de brug over het Noord-Willemskanaal van een terrein met meerdere opstel sporen naar een terrein met één opstel spoor.

Tevens worden maatregelen genomen zodat de snelheid op het traject Leeuwarden – Feânwalden kan worden verhoogd van 100 km/u naar 130 km/u en op het traject Grijpskerk – Hoogkerk van 100 km/u naar 120 km/u.

De spoorverdubbeling tussen Zuidhorn en Hoogkerk wordt deels ten zuiden van het bestaande (enkel)spoor en deels ten noorden van het bestaande (enkel)spoor aangelegd.

Het projectalternatief kent twee varianten die in het MER worden vergeleken:

1. Variant A: in de spits worden treinen ingezet met een treinlengte van 153 meter. Daarvoor worden alle perrons tussen Groningen en Leeuwarden geschikt gemaakt.
2. Variant B: in de spits worden treinen ingezet met een treinlengte van 168 meter. Daarvoor worden alle perrons tussen Groningen en Leeuwarden geschikt gemaakt.

De genoemde treinlengten gelden voor alle stop- en sneltreinen in de dienstregeling, maar alleen tijdens de ochtend- en avondspits. Buiten de spits zijn de treinen 112 meter lang. De verschillen in treinlengte zorgen ervoor dat er in de varianten een verschil zit in de lengte waarover de perrons worden uitgebreid. Voor een langere trein is een langer perron nodig. Daarnaast kunnen langere treinen mogelijk leiden tot extra milieueffecten.

Het beoogde jaar van ingebruikname van Extra Snelrein Groningen - Leeuwarden is 2020. Voor het bepalen van de milieueffecten wordt uitgegaan van de planhorizon tien jaar na ingebruikname van het project ESGL, dus 2030. Het plangebied betreft het tracé tussen station Leeuwarden en Groningen, dat is tussen km 26,05 en km 80,10. De breedte van het plangebied wordt bepaald door de ruimte die nodig is om Extra Snelrein Groningen Leeuwarden te realiseren. Het plangebied omvat alle maatregelen die deel uitmaken van het project Extra Snelrein Groningen Leeuwarden.



Figuur 1.2 Voorziena maatregelen om de extra sneltrein en de langere treinen te laten rijden op traject Leeuwarden – Groningen (project Extra Snelrein Groningen - Leeuwarden)

Tracébesluit en MER Extra Snelrein Groningen - Leeuwarden

Het projectalternatief en de twee varianten daarbinnen worden in het MER beoordeeld op de gevolgen voor het milieu. Op basis daarvan wordt gekeken of er maatregelen nodig zijn om negatieve gevolgen te voorkomen of beperken. De keuzes hierover resulteren in een uitgewerkt ontwerp met maatregelen dat in het tracébesluit wordt vastgelegd. In het tracébesluit wordt ingegaan op het ontwerp en de maatregelen die worden genomen.

1.3 Effectonderzoek

Voorliggende rapportage gaat in op de effecten van het project Extra Snelrein Groningen - Leeuwarden voor het thema water. Tevens wordt aangegeven welke maatregelen vanuit water nodig of wenselijk zijn. Dit onderzoek dient als achtergronddocument voor het tracébesluit. Daarnaast wordt het gebruikt als achtergronddocument bij het opstellen van het MER. Dit rapport geeft inzicht in de watertoetsprocedure en hoe in overleg met de waterbeheerders oplossingen zijn gevonden voor de inpassing in het bestaande watersysteem.

2 UITGANGSPUNTEN

2.1 Wetgeving en beleid

Op veel niveaus is de afgelopen jaren beleid voor waterbeheer opgesteld. Zo is er Europees, nationaal en regionaal beleid op waterbeheer. De aandacht voor water is de afgelopen jaren sterk toegenomen. Mede door nieuwe inzichten op het gebied van klimaatverandering is geconcludeerd dat water de ruimte moet krijgen en gezond gehouden moet worden, om onze omgeving leefbaar te houden. De watertoets wordt beïnvloed door wetgeving en vastgesteld beleid op Europees, landelijk en regionaal niveau. Onderstaand worden de meest relevante kaders besproken.

Europese Kaderrichtlijn Water (KRW)

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) is in 2000 gepubliceerd en van kracht geworden. Het doel van de KRW is de vaststelling van een kader voor de bescherming en verbetering van de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater, zodat het water chemisch en ecologisch gezond wordt en ook voor toekomstige generaties geschikt is. De KRW vraagt van het waterschap om binnen regionaal afgeleide doelen maatregelen te nemen om aquatische ecosystemen te herstellen en/of te behoeden voor achteruitgang. Hiertoe zijn doelstellingen en maatregelen geformuleerd die de komende jaren worden uitgevoerd.

In het Besluit kwaliteitseisen en monitoring water (Bkwm 2009) en de onderliggende Ministeriële Regeling monitoring kaderrichtlijn water (MR Monitoring) is de verankering van de waterkwaliteitsdoelstellingen voor de KRW-wateren en "overige wateren", inclusief de doelstellingen van de Grondwaterrichtlijn en de Richtlijn prioritair stoffen, in het Nederlands recht geregeld.

Waterbeheer 21ste eeuw (WB21)

De Commissie Waterbeheer 21e eeuw (Commissie Tielrooij) bracht in augustus 2000 advies uit over het toekomstige waterbeleid in Nederland. De kerngedachte van de Commissie is dat water meer ruimte nodig heeft, met de drietrapsstrategie: vasthouden, bergen, afvoeren. Overtollige neerslag moet zoveel mogelijk waar het valt worden vastgehouden. Als dat niet lukt, moet het water worden geborgen op geschikte locaties. Pas als laatste optie komt het afvoeren van water in beeld. In het advies wordt de aandacht verschoven van "water keren", naar "water accommoderen". Deze principes brengen een belangrijke verandering teweeg in het maatschappelijk bewustzijn ten aanzien van de vraag hoe met water om te gaan. Water moet meer ordenend zijn in de ruimtelijke omgeving.

Ook waterkwaliteit, waterschaarste, verdroging en het tegengaan van verzilting moeten onderdeel zijn van de plannen die de waterschappen ontwikkelen. Waterschappen zoeken bij de uitvoering van de plannen in het kader van WB21 naar een combinatie met ander belangen, bijvoorbeeld natuur, wonen en recreatie.

Waterwet

De Waterwet heeft integraal waterbeheer als speerpunt en richt zich op het watersysteem als geheel. De wet regelt het beheer van oppervlaktewater en grondwater en verbetert daarnaast de samenwerking en samenhang tussen waterbeheer en ruimtelijke ordening. Er is getracht zoveel mogelijk activiteiten onder algemene regels te laten vallen. Voor de activiteiten waarvoor dit niet mogelijk is introduceert de Waterwet één integrale Watervergunning. In de Waterwet is onder andere de Wet gemeentelijke watertaken opgenomen. Deze voorziet in een wettelijke

verankering van een aantal taken voor de gemeente, met betrekking tot stedelijk waterbeheer, waaronder de hemelwater- en grondwaterzorgplicht.

Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo)

De Wabo is medio 2010 in werking getreden. Het aangewezen bevoegd gezag voor de Wabo is gelijk aan het Wm (Wet milieubeheer) bevoegd gezag, namelijk provincie en gemeente. Met de Wabo zijn bestaande procedures binnen het omgevingsrecht geïntegreerd en gestroomlijnd. De Wabo heeft betrekking op natuur, milieu, bouwen en ruimte en regelt de vergunningplicht voor activiteiten die nog vergunningplichtig zijn binnen onder andere de volgende wetten en verordeningen:

- Woningwet (bouwvergunning), Wet milieubeheer (milieuvergunning en meldingsplicht) en Wet ruimtelijke ordening (afwijking bestemmingsplan, aanlegvergunning);
- Wet verontreiniging oppervlaktewateren (indirecte lozingen);
- Diverse gemeentelijke en provinciale verordeningen (o.a. de kap-, sloop- en aanlegvergunning);
- Natuurbeschermingswet (handelingen in beschermd natuurgebied);
- Flora- en faunawet (ontheffing).

Nationaal Waterplan

Het Nationaal Waterplan is sinds december 2009 van kracht. Het plan is de opvolger van de Vierde Nota Waterhuishouding van 1998 en vervangt alle voorgaande Nota's Waterhuishouding. In het Nationaal Waterplan worden de hoofdlijnen van het nationaal waterbeleid beschreven. Specifieke aandacht is er voor het waterveiligheidsbeleid, het beleid voor het IJsselmeergebied, het Noordzeebeleid en de Stroomgebiedbeheerplannen op grond van de KRW. In het Nationaal Waterplan zijn de adviezen van de Deltacommissie meegenomen.

Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW)

In het Nationaal Bestuursakkoord Water hebben in 2003 het Rijk, de provincies (IPO), de gemeenten (VNG) en de waterschappen (UvW) afgesproken hoe zij de wateropgaven van Nederland in de 21ste eeuw gaan aanpakken. Het benadrukt dat de betrokken partijen een gezamenlijke verantwoordelijkheid hebben voor het op orde krijgen en houden van het totale watersysteem. Het vervolg hierop: het NBW-Actueel, opgesteld in 2008, legt uit hoe de taken en verantwoordelijkheden verdeeld zijn en welke instrumenten gebruikt kunnen worden om de opgaven te kunnen realiseren. Op regionaal niveau zijn in 2005 de uitgangspunten van het NBW uitgewerkt in een Regionaal Bestuursakkoord Water (RBW) "Groningen en Drenthe werken aan water".

Verbreed Gemeentelijk Rioleringsplan (vGRP) en Gemeentelijk Waterplan

Gemeenten stellen vGRP's en Waterplannen op. In het vGRP stelt een gemeente haar rioleringsbeleid vast. Hierin worden naast de traditionele zorg rondom afvalwater ook de hemelwater- en grondwaterzorgplicht opgenomen. Het waterschap adviseert de gemeente bij het opstellen van het vGRP. Het gemeentelijk Waterplan wordt door de gemeente, in samenwerking met het waterschap en eventueel provincie en waterleidingbedrijf, opgesteld. Hierin wordt een visie geformuleerd voor het water binnen de gemeente. Deze visie wordt in

veel gevallen vertaald in een uitvoeringsprogramma. Het waterplan wordt ook vaak gebruikt als leidraad in de gesprekken tussen gemeente en waterschap. Het opstellen van een waterplan is niet verplicht, maar volgens het waterschap wel wenselijk. Sinds het op gang komen van de verdergaande samenwerking in de waterketen worden steeds vaker beide plannen geïntegreerd in één gemeentelijk water- en rioleringsplan.

Waterbeheerplan

In het Waterbeheerplan (WBP) geeft een waterschap aan hoe het als wateroverheid de zorg voor voldoende en schoon water en bescherming tegen overstromingen invult. Het streeft er naar het waterbeheer efficiënt en effectief uit te voeren. Het waterschap richt haar aandacht niet alleen meer op de traditionele taken waterkwantiteit, waterkwaliteit en waterzuivering, maar steeds meer op integrale gebiedsontwikkeling binnen de bovengenoemde beleidskaders. Het doel is duurzaam waterbeheer, dat bijdraagt aan de kwaliteit van de leefomgeving en versterking van de regionale economie.

2.2 Methode en werkwijze

Om negatieve effecten van de aanpassingen op het watersysteem te voorkomen is afstemming nodig tussen initiatiefnemer en waterbeheerders. Dit proces van informeren, adviseren en implementeren van advies van waterbeheerders wordt ook wel de watertoets genoemd (zie figuur 2.1). Om te kunnen opereren in overeenstemming met de Kaderrichtlijn Water en de Waterwet is het van belang om de bestaande waterhuishoudkundige situatie op een duurzame manier in stand te kunnen houden, zowel kwantitatief als kwalitatief. Het moet dus inzichtelijk zijn wat de gevolgen van het project zijn voor de bestaande waterhuishouding. Het gaat daarbij met name om de gevolgen op oppervlaktewateren en peilgebieden. Hierin zijn de waterschappen Fryslân en Noorderzijlvest betrokken; zij hebben hun specifieke wensen en eisen aangegeven voor het ontwerp.



Figuur 2.1: Watertoetsproces

2.3 Ontwerputgangspunten

In het OTB is aangegeven welke aanpassingen van het bestaande tracé zijn geprojecteerd. Op hoofdlijnen zal het tracé in Friesland nauwelijks veranderen; wel worden enkele perrons verlengd ten behoeve van de langere treinen. In de provincie Groningen zal het spoor tussen Grijpskerk en Hoogkerk verdubbeld worden, wat een grote impact heeft op het watersysteem.

De spoorlijn tussen Groningen en Leeuwarden doorkruist de beheergebieden van twee waterschappen: waterschap Noorderzijlvest (Provincie Groningen) en Wetterskip Fryslân (Provincie Friesland). De spoorlijn doorkruist meerdere peilgebieden en kruist belangrijke waterafvoeren zoals "De Zuidwending". De spoorlijn heeft over vrijwel de gehele lengte watergangen aan weerszijden van het talud en op enkele plaatsen zorgen duikers onder het spoor voor het transport van water. De functies van deze watergangen zijn divers (hoofdwatergangen, schouwsloten en tertiaire sloten) en zijn bepaald door het betreffende waterschap. Deze functies zijn vastgelegd in de legger en beheerregister van de waterschappen.

Het tracé doorkruist geen grondwaterbeschermingsgebieden of waterwingebieden in zowel Groningen als Friesland.

2.4 Effecten

Wanneer er in het ontwerp geen rekening gehouden wordt met de waterhuishouding, zijn de volgende effecten te verwachten:

- Het verlies van afvoercapaciteit en berging van watergangen ten gevolge van de verbreding van het spoor en het aanpassen van overgangen
- Het beperken van de afvoercapaciteit van huidige kunstwerken
- Het extra belasten van het watersysteem vanwege de afvoer van hemelwater van extra verhard oppervlak
- Het verstoren van de grondwaterhuishouding door de aanleg van tunnels/verdiepte aanleg van wegen

Aangezien het tracé geen grondwaterbeschermingsgebieden of waterwingebieden doorkruist en er in de toekomstige situatie geen permanente onttrekkingen van grondwater plaatsvinden, noch aanpassingen van peilgebieden, is er geen sprake van effect van het ontwerp op het grondwater. Ook is er geen effect op waterkeringen.

2.5 Ontwerpvoorschriften spoorbeheerder (OVS)

In overleg met de spoorbeheerder (ProRail) zijn de uitgangspunten voor water vastgesteld¹. In beginsel hebben watergangen voor de spoorbeheerder twee functies:

- a) Afscherming (barrière ivm veiligheid);
- b) Drainage van het baancunet.

Voor watergangen hanteert de spoorbeheerder de volgende uitgangspunten (zie bijlage 1 voor een principe dwarsprofiel van de spoorbaan en onderstaande):

- taluds niet steiler dan 1:2 (elke twee meter breedte, 1 meter dieper);
- bodembreedte minimaal 1,00m;
- de bodem minimaal 1,70m onder de teen (voet) van de steunberm;
- slootdiepte minimaal 0,70m;
- het verhang van de slootbodem in langsrichting is afhankelijk van de grondsoort, maar niet steiler dan 1:20;

¹ Deze zijn uitvoerig beschreven in het OVS00056-7.1 [ProRail Assetmanagement, 2012]

- indien de sloot tevens een sloot in de legger van het waterschap is, dient het profiel en het verhang van de sloot te worden vastgesteld in overleg met de beherende instantie;
- bij ruimtegebrek en/of gevaar voor uitspoeling een beschoeiing plaatsen.

ProRail vereist een minimale drooglegging van 1,75m (bovenkant spoor en grondwater) wat inhoudt dat gedetailleerde afstemming met de door het waterschap gehanteerde peilen noodzakelijk is.

Een watergang heeft een afschermende functie, wanneer de waterbreedte groter is dan 3,10m.

2.6 Wetterskip Fryslân

Met Wetterskip Fryslân zijn enkele details besproken die de aanvraag van een watervergunning kunnen versnellen. Er worden langs het grootse deel van het traject geen grote aanpassingen in het watersysteem verwacht; op enkele plaatsen vinden wijzigingen plaats ten gevolge van het verlengen van perrons en de aanleg van geluidsschermen. In de omgeving van Hurdegaryp wordt de grootste aanpassing verwacht; hier wordt in hoofdstuk 3 nader op ingegaan.

Algemeen uitgangspunt is dat uitbreidingen van de perrons niet mogen leiden tot een toename van de afvoer op bestaande watersystemen. Het is dus wenselijk om het extra verhard oppervlak vertraagd af te laten wateren via de bodem en niet rechtstreeks op oppervlaktewater. Als dit niet mogelijk is, is extra waterberging wenselijk. Wetterskip Fryslân hanteert hierbij de volgende uitgangspunten:

Toename verhard oppervlak

Als gevolg van de verlenging van de perrons neemt de hoeveelheid verhard oppervlak toe. Wanneer een terrein onverhard is, kan hemelwater infiltreren in de ondergrond. Door verharding van (een deel van) het gebied stroomt het hemelwater versneld af naar het oppervlaktewater, of naar het riool. Hierdoor wordt het oppervlaktewater extra belast. Om overlast te voorkomen moet toename aan verhard oppervlak worden gecompenseerd bij een toename van meer dan 200m². De compensatienorm is 10% waterberging ten opzichte van de toename. Dit betekent dat wanneer het verhard oppervlak toeneemt met meer dan 200m², bijvoorbeeld 500m², er 50m² nieuw oppervlaktewater gerealiseerd moet worden. Dit dient te gebeuren in hetzelfde peilvak als waar het verhard oppervlak wordt gerealiseerd.

Demping

Ten behoeve van de aanleg van de geluidsschermen en het verlengen van de perrons, worden enkele watergangen deels gedempt. Door het dempen van het oppervlaktewater neemt de berging in het watersysteem af, waardoor het watersysteem minder robuust en veerkrachtig wordt. De demping moet voor 100% worden gecompenseerd in hetzelfde peilgebied, zodat het watersysteem evenveel berging houdt. Voor het dempen van oppervlaktewater is een watervergunning nodig. De voorkeur gaat uit naar realisatie van de compensatie zo dicht mogelijk bij de locatie van de demping. Bijvoorbeeld door de demping te compenseren door de watergang aan de andere zijde te verbreden; het profiel van de watergang blijft dan gelijk.

De gevolgen van deze uitgangspunten voor het ontwerp zijn aangegeven in hoofdstuk 3.

2.7 Waterschap Noorderzijlvest

Het beoogde tracé binnen de gebiedsgrenzen van Noorderzijlvest is in overleg met het waterschap nauwkeurig afgestemd. In enkele overleggen is nadere informatie uitgewisseld en zijn afspraken gemaakt.

Voor het waterschap zijn de volgende uitgangspunten van belang:

- De huidige berging in watergangen moet ten minste blijven behouden binnen hetzelfde bemalingsgebied/peilgebied.
- Waar bovenstaande niet mogelijk is, moet in overleg met het waterschap worden gezocht naar een alternatief.
- Als het nodig is om duikers onder het spoor aan te passen, geeft het waterschap aan, aan welke dimensies deze moet voldoen.
- Het waterschap heeft voorgeschreven minimale afmetingen voor schouwsloten, hoofdwatgangen en duikers; deze zijn in de detailafspraken opgenomen.
- Een toename van verhard oppervlak groter dan 750m² moet voor 10% worden gecompenseerd binnen hetzelfde peilgebied.

Deze manier waarop deze aanpassingen in het ontwerp zijn verwerkt, zijn in detail met waterschap Noorderzijlvest afgestemd (zie hoofdstuk 3).

2.8 Gemeenten

In overleg met de gemeenten Zuidhorn en Groningen zijn detailafspraken gemaakt over de inpassing van het ontwerp in de kern. De gemeenten hebben geen algemene uitgangspunten geformuleerd maar hebben wel voorkeuren en aandachtspunten ten aanzien van specifieke details. Deze zijn per detail besproken (zie §3.4, §3.5 en §3.6).

3 ONTWERP

3.1 Ontwerpproces

Op basis van de met de waterschappen gevoerde overleggen, is een ruimtelijk functioneel ontwerp gemaakt, waarin de ontwerputgangspunten voor het spoor en bijbehorende watergangen zijn gehanteerd. De afstemming over deze uitgangspunten heeft in enkele overleggen met het waterschap Noorderzijlvest plaatsgevonden. Vooral in bebouwd gebied bleek het ontwerp enkele knelpunten te hebben ten aanzien van de inpassing in de bestaande omgeving. Daarom zijn voor deze gevallen, in overleg met de gemeenten Zuidhorn en Groningen en het waterschap Noorderzijlvest, maatoplossingen bedacht per situatie.

3.2 Ontwerp watergangen

In het gebied van Wetterskip Fryslân worden geen grote aanpassingen in watergangen gedaan. Alleen rondom Hardegarijp vinden aanpassingen plaats, omdat daar de Centrale As en de ESGL samenkomen. Op enkele locaties worden geluidsschermen geplaatst, waarvoor de bestaande oevers deels worden aangepast. Deze aanpassingen zijn door het Wetterskip op hoofdlijnen akkoord bevonden en ontvankelijk verklaard voor de definitieve vergunningaanvraag.

Ten behoeve van de inpassing in het gebied van waterschap Noorderzijlvest zijn meerdere ontwerpersoverleggen gevoerd (zie hoofdstuk 2). In overleg zijn watergangen langs het spoor op de volgende manier gedimensioneerd:

- a) Schouwsloten krijgen het profiel conform de minimale afmetingen van ProRail (zie §2.2).
- b) Hoofdwatgangen en overige sloten zijn per situatie bekeken.

De Hogeweerster Horntocht is een hoofdwatgang langs de zuidzijde van het spoor in het peilgebied Kriegsman. Deze watgang krijgt in overleg met het waterschap en ProRail een iets grotere afmeting dan dat deze nu heeft:

Bodemhoogte: -1,85 m NAP
 Bodembreedte: 1,00 m
 Talud: 1:2

Met deze afmetingen voldoet de watgang ruimschoots aan de eisen van waterschap en de spoorbeheerder.

Het stuwgebied Zuidertocht heeft een winterpeil van -0,93 m NAP. Om die reden zouden enkele spoorsloten een waterbreedte kleiner dan 3.10m hebben. Om toch de afschermende functie van deze watergangen te behouden, worden deze sloten daarom verbreed met ongeveer 1 meter.

Op enkele plaatsen worden watergangen verbreed ten behoeve van waterbergingcompensatie. Deze staan genoemd in §3.12.

3.3 Kunstwerken

Alle bestaande kunstwerken krijgen in beginsel dezelfde dimensionering als in de huidige situatie. Voor enkele plaatsen heeft het waterschap aangegeven dat spoorduikers (duikers die watergangen aan weerszijden van het spoor verbinden) kunnen worden aangepast. Deze zijn weergegeven in bijlage 2.

Het betreft hierbij de kilometreringsring als aangegeven in Tabel 3.1: Duikernummers en kilometreringsring Tabel 3.1

Type duiker	Locatie	Duiker ID
Vervangen spoorkruisende duiker	bij km 70,01	KDU02335
Vervangen spoorkruisende duiker	bij km 70,44	KDU02338
Verlengen spoorkruisende duiker	bij km 71,54	KDU02316
Vervangen spoorkruisende duiker	bij km 72,83	KDU02627
Vervangen spoorkruisende duiker	bij km 74,04	KDU02615
Vervangen spoorkruisende duiker	bij km 74,82	KDU02605

Tabel 3.1: Duikernummers en kilometreringsring

3.4 Inpassing in Leeuwarden

Het station in Leeuwarden krijgt extra perronoppervlak. De toename hiervan is ca. 1250m² op het stationsterrein. Zowel in de huidige als toekomstige situatie wateren de perrons af op de bodem. De bodem is van zichzelf niet geschikt om te infiltreren, waardoor een compenserende voorziening voor berging en (vertraagde) afvoer moet worden gerealiseerd. Het heeft de voorkeur van het Wetterskip om deze vertraagde afvoer te laten plaatsvinden naar de Potmarge, ten oosten van het station.

Op het terrein zelf is geen ruimte voor bergend oppervlaktewater volgens de 10% vuistregel. In plaats hiervan wordt het bergend vermogen van de bodem met 50mm vergroot door de aanleg van ondergrondse voorzieningen.

Dit kunnen bijvoorbeeld zijn:

- Zandbedden
- Grindkoffers
- Bergingskratten

Daarnaast worden de spoorwegovergang de Schrans, inclusief aanpalende toegangswegen en het gebied ten noorden van de Eenhoorn opnieuw ingericht. In overleg met de gemeente Leeuwarden is afgesproken dat hierbij de bestaande parkeerplaatsen worden voorzien van een bergende fundering met vertraagde afvoer. Hierdoor vermindert het verhard oppervlak met ca. 250m².

In totaal moet er dus 1250-250m² toename van verhard oppervlak gecompenseerd worden in de vorm van berging. Deze compensatie kan bijvoorbeeld worden gezocht op de volgende locaties:

- a) Langs het spoor ten zuiden van het nieuwe perron (ca. 250m) en
- b) Op het terrein tussen het perron en de Schrans (100m²) en
- c) Langs de zuidzijde van het spoor tussen de Schrans en de Potmarge (ca. 100m)

Indien op de genoemde locaties een grindkoffer wordt toegepast (wat bij de detailuitwerking ook een andere voorziening kan zijn), leveren de voorgestelde locaties een bergend vermogen op van totaal 55m³.

Daarbij is uitgegaan van een standaard afmeting van een 0.5m breed en 1m diep en een porievolume van 20%:

- a) 250m (lengte) x 0.5m (breedte) x 1m (diepte) x 20% (porie volume) = 25m³
- b) 100m² x 1m (diepte) x 20% (porie volume) = 20m³
- c) 100m (lengte) x 0.5m (breedte) x 1m (diepte) x 20% (porie volume) = 10m³

Gerelateerd aan de toename van verhard oppervlak levert dit een berging op van 55m³/1000m²=55mm.

Hiermee is het bergend vermogen in de bodem toegenomen met meer dan 50mm, waarmee voldaan is aan de compensatie-eis. Bij de detailuitwerking kan de dimensionering nog afwijken, maar de voorziening zal een berging hebben van tenminste 50mm.

Door drainerende elementen (grindbedden, drains of kleine duikers) kunnen de locaties met elkaar verbonden worden.

Voor vaststelling van het tracébesluit wordt technisch nader bepaald hoe deze locaties kunnen worden gebruikt als waterberging en hoe dit in detail kan worden ingericht.

Daarbij wordt tevens rekening gehouden met de beoogde wijziging in het ontwerp van de sporen en perrons op het station Leeuwarden.

De locaties (zoals hierboven omschreven of andere) worden dan opgenomen en vastgelegd in het tracébesluit en het waterplan behorende bij het tracébesluit.

In een later stadium wordt in overleg met het Wetterskip en de gemeente Leeuwarden extra aandacht besteed aan de integratie met de omgeving, zoals:

- Het verbeteren van de waterkwaliteit (bijvoorbeeld door obsidiaan of olivijn als granulaat toe te passen)
- Het combineren met herinrichtingsprojecten in de directe omgeving (buiten het plangebied van de ESL).

3.5 Inpassing in Hurdegaryp

Er wordt in het kader van het ESL-project een onderdoorgang in de kern Hurdegaryp aangelegd. Deze onderdoorgang in de Rijksweg wordt aangesloten op de Centrale As. In bijlage 3 is weergegeven hoe deze aansluiting plaatsvindt. Het ontwerp wijkt hiermee af van het ontwerp zoals weergegeven in het Provinciaal Inpassingsplan (PIP) van de Centrale As.

Hierdoor zijn er ook wijzigingen in het watersysteem die in het kader van de ESL worden geregeld. Met het projectbureau De Centrale As (DCA) is afgestemd hoe er met de waterberging rondom Hurdegaryp wordt omgegaan². Hieruit zijn de volgende opgaven voor ESL naar voren gekomen:

1. Het verlies van wateroppervlak ten noorden van de Rijksweg: ca. 470 m²
2. Extra verharding ten noorden van de Rijksweg: ca. 660 m²

² Zie rapportage Waterhuishouding DCA ESL Hurdegaryp 16 november 2015, WATBA6790-104-165R001F01

Hierdoor wordt $470 + (10\% * 660) = 536\text{m}^2$ extra waterberging aangelegd aan de zuidzijde van de nieuwe rondweg Hurdegaryp. Bij de aanleg van de onderdoorgang zal een buffer worden aangelegd voor de opvang van water uit de verdiepte ligging. Het verzamelde water kan in de groenzone tussen de verdiepte ligging van de onderdoorgang en de geprojecteerde watergangen via een bodempassage of helofytenfilter geloosd worden op oppervlaktewater, om de kwaliteit van afstromend hemelwater te verbeteren. Hierover worden bij de uitwerking van de landschappelijke inrichting nadere afspraken gemaakt.

Met deze oplossingen is ervoor gezorgd dat er voldoende compenserende waterberging zo dicht mogelijk bij de verandering kan worden gerealiseerd. In een nader op te stellen gedetailleerd waterplan zal worden verantwoord hoe het watersysteem, inclusief duikers en andere kunstwerken, zal functioneren. Deze moet bij de aanvraag voor de watervergunning worden ingediend.

Station Hurdegaryp

Het verhard oppervlak van station Hurdegaryp zal toenemen met ca 425m^2 . Hiervoor wordt 43m^2 extra waterberging gerealiseerd in het gebied tussen de nieuwe rondweg en het stationsgebied.

Vaarroute en omlegging Reitlânsfeart

In de toekomst wordt rekening gehouden met het bevaarbaar maken en houden van de Reitlânsfeart voor kleine vaartuigen. In overleg met de gemeente Tytjerksteradiel is in het ontwerp rekening gehouden met de juiste omlegging van de watergang voor dit specifieke doel:

- De bodemhoogte is niet hoger dan de in de legger vastgestelde bodemhoogte
- De bochten en hoeken in de watergang zijn ruim genoeg voor de beoogde vaarweg

De detailuitwerking van de aanpassing van de Reitlânsfeart wordt gedaan door projectbureau De Centrale As.

Grondwater

Ten noordoosten van de onderdoorgang is een peilgebied zonder vastgesteld peil (of een waarde van 0m NAP, zoals aangegeven in de peilenkaart). Ter plekke is gedurende een korte periode de grondwaterstand gemeten. Op basis van deze metingen wordt voorlopig een gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) aangehouden van +0,7m NAP en een gemiddelde waarde van +0,1 mNAP. In de zuidoostzijde is de grondwaterstand hoger. Hier kan een maximale grondwaterstand worden aangehouden van NAP +0,7 m en een gemiddelde van NAP +0,1 m (op basis van de beschikbare meetgegevens).

Waterkwaliteit

Op dit moment wordt er van uitgegaan dat alle verharde oppervlakken zullen afwateren via een bodempassage. De gemeente Tytjerksteradiel stelt hiervoor een helofytenfilter voor. Hiermee wordt voorkomen dat er een verslechtering plaatsvindt van de waterkwaliteit. Tevens zal de gemeente bij verdere inrichting van openbare zones een natuurlijk beeld nastreven waarin de belevingskwaliteit van water wordt verbeterd.

3.6 Halte Zwaagwesteinde/Westereen

Het perron te Zwaagwesteinde (ook De Westereen genoemd) wordt verlengd met ca. 25 m. Dit gaat ten koste van ca. de helft van de bestaande watergang, die in het verlengde ligt van het huidige perron. De toename verhard oppervlak is verwaarloosbaar, maar de afname in watergang moet 100% gecompenseerd worden in de directe omgeving. De omvang is ongeveer $25\text{m} \times 2\text{m} = 50\text{m}^2$. Vooralsnog wordt aangenomen dat de bestaande watergang in westelijke richting verlengd kan worden zodat de compensatie in dezelfde watergang kan plaatsvinden, omdat de eigendomssituatie hier mogelijkheden voor biedt. Dit moet nog nader worden uitgewerkt.

3.7 Inpassing in Zuidhorn

Om spoorverbreding in de kern Zuidhorn mogelijk te maken, zijn in overleg met de gemeente Zuidhorn en waterschap Noorderzijlvest, maatoplossingen bedacht voor enkele knelpunten. Ten gevolge van de uitbreiding van het stationsgebied worden er watergangen (ca. 476 m^2) gedempt om de benodigde aanpassingen aan de spoorbaan te kunnen realiseren.

De gemeente Zuidhorn ziet mogelijkheden om in peilgebied GPGKST6454 alle benodigde compenserende berging te realiseren door middel van verbreding van de bestaande slootprofielen. Deze berging wordt geheel gereserveerd voor de ESG; voor de aanleg van een transferium is mogelijk extra compensatie nodig, maar dat valt buiten scope van deze watertoets.

Met deze oplossingen is ervoor gezorgd dat er voldoende compenserende waterberging gerealiseerd wordt, die zo dicht mogelijk bij de toename van verhard oppervlak wordt gerealiseerd.

Bij km 68,1-68,3 (vlakbij overgang de Gast) worden geluidsschermen geplaatst op de plek waar momenteel kleine zaksloten liggen. Hoewel klein van formaat hebben deze sloten een drainerende functie; daarom worden deze vervangen door infiltratie/transport-riolen en in verbinding gebracht met aangrenzende sloten.

3.8 Fanerweg

Bij de kruising met de Fanerweg (KW40) wordt de Fanerweg iets verdiept. Deze verdieping is echter minimaal en leidt niet tot een versnelde afvoer van hemelwater naar de omgeving. Er worden daarom geen bijzondere maatregelen voor de waterhuishouding genomen.

3.9 Zuidwending

In overleg met waterschap Noorderzijlvest is een schetsontwerp opgesteld van de spoorbrug over de Zuidwending (KW50), waaruit blijkt dat het doorstroomprofiel van de Zuidwending verbetert. Hiermee wordt de beschikbare afvoercapaciteit op deze locatie in de boezem vergroot. De spoorbrug wordt ontworpen conform de eisen van het waterschap bij nieuw ontwerp en zodanig dat het kunstwerk geen beperking is in de afvoercapaciteit van de Zuidwending.

3.10 Inpassing in Hoogkerk

Om spoorverbreding in Hoogkerk mogelijk te maken, zijn in overleg met de gemeente Groningen en waterschap Noorderzijlvest, maatplossingen bedacht voor enkele knelpunten.

Volgens het huidige ontwerp worden de watergangen langs het spoor, achter de woningen aan de Industriestraat, aangepast. Hiermee wordt naar verwachting de plaatselijke afwatering en ontwatering verbeterd, en mogelijk ook de kans op de lokale grondwateroverlast verminderd. Hierbij is rekening gehouden met:

- De wens van omwonenden om zoveel mogelijk bomen te behouden;
- De wens van de Gasunie om zoveel mogelijk buiten de obstakelvrije zone van het gasleidingtrace te blijven.

Aan de oostzijde van dit tracé (langs de Prof. Dr. A. Polmanstraat) wordt op dit moment een standaard watergangprofiel geprojecteerd, dat in de voorbereiding van de realisatie nog aangepast zal worden (bijv. door de aanleg van een duiker) om de hier aanwezige bomen te sparen. Aangezien het hier gaat om een overschot van waterberging, worden hier geen knelpunten verwacht.

Op dit moment is er een wissel geprojecteerd op een locatie waar nu een duiker onder het spoor ligt. Hoewel het over het algemeen wenselijk is om duikers onder wissels te voorkomen, is in dit geval in overeenstemming met ProRail en het waterschap, gekozen voor behoud van deze duiker onder de toekomstige wissel. De duiker op deze locatie verzorgt de doorvoer van schoon oppervlaktewater langs de westzijde van de stad Groningen en staat niet in verbinding met het oppervlaktewater rondom het spoor. Vanuit het oogpunt van waterhuishouding is het wenselijk om deze duiker op de huidige locatie te handhaven, omdat verplaatsing extra aanpassingen in het bestaande watersysteem tot gevolg zal hebben.

3.11 Inpassing tunnel Paterwoldseweg

Bij de aanleg van de tunnel in de Paterwoldseweg vinden op de volgende punten ingrepen plaats in de bestaande waterhuishouding:

1. Riolering; het bestaande gemengde stelsel en de toekomstige tunnel kruisen.
De gemeente geeft er de voorkeur aan dat het rioolstelsel zodanig wordt omgelegd dat het onder vrij verval kan blijven afvoeren. Hiervoor dienen in een later stadium gedetailleerde rioolberekeningen te worden gemaakt;
2. Hemelwaterafvoer; Het hemelwater dat op de verdiepte verharding valt, zal worden opgevangen in een buffer op het diepste punt van de tunnel. Deze buffer moet bij voorkeur af wateren op het Noordwillemskanaal. Hierbij kan mogelijk gebruik gemaakt worden van de afwatering die wordt aangelegd ten behoeve van de HOV (Hoogwaardig Openbaar Vervoer) verbinding op deze locatie.
3. Grondwater; De gemeente wenst in de omgeving van de tunnel geen verhoging van grondwaterstanden ten opzichte van de huidige situatie. De gemeente gaat daarom in de komende jaren de grondwaterstanden op deze locatie door middel van peilbuismonitoring onderzoeken.

3.12 Watercompensatie

Het huidige ontwerp leidt op een aantal punten tot versmalling van watergangen en op enkele plaatsen in bebouwd gebied moeten waterpartijen verdwijnen om inpassing van het spoor mogelijk te maken. Om te voorkomen dat dit leidt tot een verlies van bergend vermogen in het watersysteem, zijn in het ontwerp compenserende bergingsgebieden aangewezen.

In afstemming met de waterschappen zijn per peilgebied de mogelijkheden voor compensatie besproken en maatoplossingen opgenomen in het ontwerp.

Deze gebieden zijn weergegeven in bijlage 4.

In de omgeving van station Zuidhorn is in overleg met gemeente Zuidhorn en waterschap Noorderzijlvest een aantal mogelijke locaties voor berging besproken (zie §3.5). Ten gevolge van de aanpassingen aan het spoor wordt er voldoende compenserende waterberging aangelegd aan de noordzijde van het spoor aan de oostzijde van het perron. De compenserende berging betreft een verbreding van de bestaande watergangen of de aanleg van een zeer flauw talud, dat kan inunderen als het waterniveau stijgt.

De peilgebieden Kriegsman en Zuidertocht krijgen door slootaanpassingen automatisch meer berging dan in de huidige situatie. Deze extra berging kan echter niet gecompenseerd worden met bergingsverliezen in andere peilgebieden; die moeten namelijk in diezelfde peilgebieden gecompenseerd, of direct benedenstrooms van die peilgebieden. De peilgebieden Kriegsman en Zuidertocht zijn bovenstrooms gelegen.

In peilgebied Nutweg verdwijnt geen berging; het verlies van waterberging ten gevolge van de verbreding van het spoor wordt gecompenseerd nabij de kruising met de watergang Zuidwending.

In peilgebied Zuidwending zou door verbreding van het spoor en de daarmee gepaard gaande versmalling van watergangen, een groot tekort ontstaan in berging. Daarom is er voor gekozen om de huidige watergangen te verleggen in de richting van de verbreding van het spoor. De huidige berging van deze watergangen blijft dus gehandhaafd.

Aan de oostzijde van de Zuidwending ligt een bijzondere strook met zeer lokaal een hoog waterniveau, ten gevolge van een stuwende duiker. De zuidelijke oever lijkt ingericht te zijn als natuurvriendelijke oever. In overleg met het waterschap is in het ontwerp uitgegaan van de waterpeilenkaart en standaardprofielen.

Omdat de vergrote perrons afwateren op de bodem, en niet rechtstreeks op oppervlaktewater, is watercompensatie ten behoeve van de uitbreiding van perrons niet nodig.

Ook de uitbreiding van het spoorbed (bijvoorbeeld bij de verdubbeling van het spoor) leidt niet tot een toename van verhard oppervlak en dientengevolge een versnelde afvoer naar oppervlaktewater. Hier hoeft dus ook geen water voor gecompenseerd te worden.

Ten behoeve van de onderdoorgangen in Hurdegaryp en Groningen (Paterswoldseweg) wordt bij elke onderdoorgang ondergrondse waterberging aangelegd voor de opvang van hemelwater dat op de verdiept aangelegde verharding afstroomt. Omdat deze kelders geleegd worden met een gemaal, is er sprake van een gelimiteerde afvoer, waar geen verdere compensatie voor vereist is.

4 VERVOLG

4.1 Compensatie voor berging en inpassing

Alle benodigde maatregelen voor compenserende waterberging zijn in het ruimtelijke ontwerp opgenomen. Op enkele punten zal een nadere detaillering van het waterontwerp moeten plaatsvinden om het verlenen van een watervergunning mogelijk te maken.

De totale compensatie-opgave is 33942 m2. De benodigde locaties van deze compensatie is in overleg met de waterbeheerders vastgesteld.

4.2 Waterkwaliteit

In overleg met de waterschappen (waterkwaliteitsbeheerders) is beoordeeld dat er geen verslechtering van de huidige waterkwaliteit te verwachten is, om de volgende redenen.

- De huidige en toekomstige Arriva dieseltreinen hebben een gesloten toilet systeem; er worden dus geen lozingen verwacht op het baancunet.
- De waterkwaliteit en ecologische waarden langs spoortracés zijn over het algemeen zeer goed; in de huidige situatie is de invloed (en dus de te verwachten veranderingen van deze invloed) van het spoor op de waterkwaliteit verwaarloosbaar.
- De huidige met teerhoudende materialen geïmpregneerde dwarsliggers worden vervangen door niet-uitlogende betonnen dwarsliggers.
- Het ontwerp voorziet in een ongewijzigde stroming (geen stagnatie) van watergangen.
- De afwatering van verharde oppervlakken vindt plaats via bodempassages.

4.3 Beheer en onderhoud

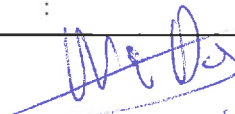
Het huidige beheer- en onderhoud (de verdeling van verantwoordelijkheden) wordt in de nieuwe situatie gehandhaafd. Het is aan te bevelen de onderhoudssituatie op enkele locaties (zoals Hoogkerk) nader te bekijken, aangezien hier regelmatig obstakels in watergangen worden aangetroffen.

4.4 Vergunningen

Deze rapportage kan voor waterschap Noorderzijlvest en Wetterskip Fryslân dienen als onderlegger bij de aanvraag van een watervergunning in het kader van de Waterwet. Dankzij deze onderlegger kan de vergunningprocedure verkort worden. Voor de meeste aanpassingen moeten detailafspraken worden gemaakt op welke manier de aanpassing van watergangen en de compensatie van berging wordt gerealiseerd, alvorens de watervergunning te kunnen aanvragen en verlenen.

5 COLOFON

Opdrachtgever	: ProRail
Project	: Waterhuishouding ESGL
Dossier	: BA6790
Omvang rapport	: 22 pagina's
Auteur	: Adelbert van der Meer (RHDHV)
Bijdrage	: Hans Ekelmans, Freerk Hoeksma, Edwin Bakker (Sweco)
Interne controle	: Allen in dit colofon
Projectleider	: Miriam van Dullemen (Sweco)
Projectmanager	: Freerk Hoeksma (Sweco)
Datum	: 16 september 2016
Naam/Paraaf	:


13/9/16

HaskoningDHV Nederland B.V.

Water Technology

Chopinlaan 12

9722 KE Groningen

Postbus 8064

9702 KB Groningen

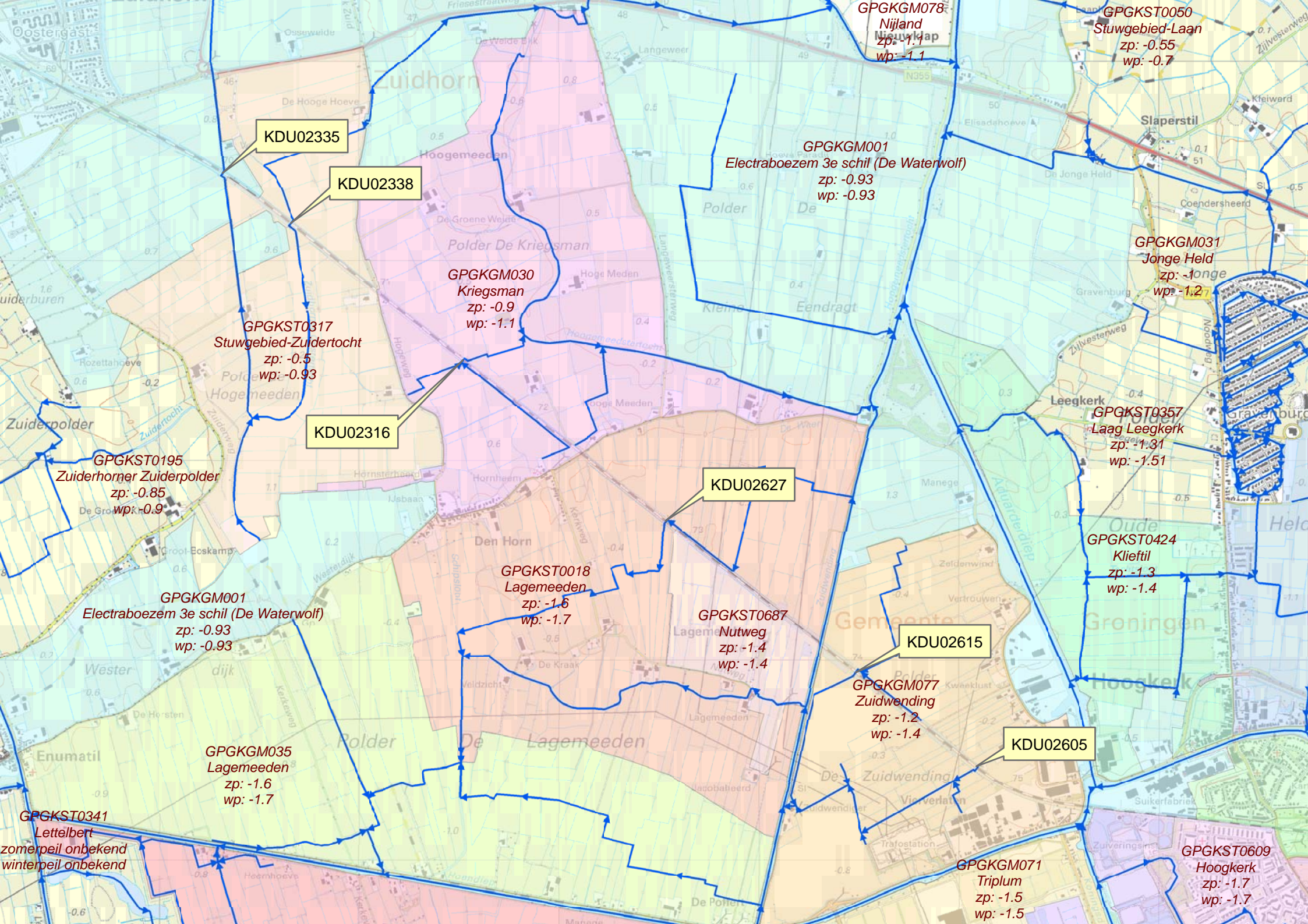
T (088) 348 53 00

F (088) 348 53 01

E info@rhdhv.com

W www.royalhaskoningdhv.com

BIJLAGE 2 Aanpassingen kunstwerken



berekening Q en z bij een ronde duiker

project	spoorwegverdubbeling Hoogkerk-Zuidhorn
duiker ID	KDU02335 - nieuw
opmerkingen	Duiker berekend op basis van huidige dimensionering waterlopen. Verlenging duiker tov legger met 12 m. Beton ipv PVC.
adviseur	E. Uibel
datum	24 June 2013
versie	

Afmeting duiker

Binnen onderkant buis (NAP)	<input type="text" value="-2.10"/>	m		
D Diameter	<input type="text" value="1.50"/>	m	oppervlakte totaal	1.77 m ²
Grond in duiker	<input type="text" value="1.10"/>	m	oppervlakte grond	0.05 m ²
Water in duiker	1.07	m	oppervlakte water	1.43 m ²
Lucht in duiker	0.33	m	oppervlakte lucht	0.29 m ²
a Aantal parallelle duikers	<input type="text" value="1"/>	-	A _d Nat oppervlak duiker(s)	1.43 m ²
L Lengte	<input type="text" value="34"/>	m	O Natte omtrek	3.21 m
k _M Weerstand binnenkant duiker	<input type="text" value="70"/>	m ^{1/3} /s	R Hydraulische straal	0.44 m

k_M: zie Cult. Vademecum.

Afmeting waterloop benedenstrooms

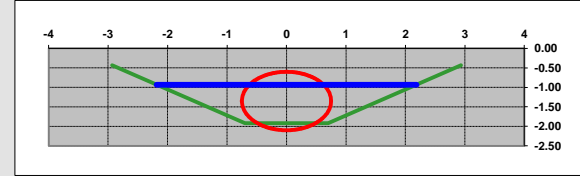
b bodembreedte	<input type="text" value="1.40"/>	m	Bh Bodemhoogte (NAP)	<input type="text" value="-1.92"/>	m
t taludhelling (1:?)	<input type="text" value="1.50"/>	-	Wp Waterpeil	<input type="text" value="-0.93"/>	m
h waterdiepte	0.99	m	A _w Oppervlakte	2.86	m ²

Weerstandsfactoren

ξ _j intreeverlies	<input type="text" value="0.60"/>	-	ξ _j : zie Cult. Vademecum (advies: 0,6 voor ronde duikers)
ξ _w wrijvingsverlies	0.40	-	$\xi_w = \frac{2 \cdot g \cdot L}{k_M^2 \cdot R^{4/3}}$
ξ _k knikverlies	<input type="text" value="0.00"/>	-	ξ _k : zie Cult. Vademecum, som alle knikken
ξ _u uittreeverlies	0.25	-	$\xi_u = \left(1 - \frac{A_d}{A_w}\right)^2 \cdot k$
k uittree correctie	<input type="text" value="1"/>	-	
μ weerstandscoefficient	0.89	-	$\mu = \frac{1}{\sqrt{\xi_i + \xi_w + \xi_u + \xi_k}}$

Berekening

Q Debiet	<input type="text" value="0.3564815"/>	m ³ /s	z Opstuwing	3.97 mm
v Stroomsnelheid	0.25	m/s	$z = \frac{Q^2}{A_d^2 \cdot \mu^2 \cdot 2 \cdot g}$	
μ weerstandscoefficient	0.89	-		
A _d Nat oppervlak duiker(s)	1.43	m ²		



Invoer in de witte vakken, de rest wordt berekend

Duflow

Tabblad "General"		Tabblad "DufLOW"	
Tube Form	Rond	Mu Free Surface (pos)	1.08
Tube Width (m)	1.50	Mu Free Surface (neg)	1.04
Tube Height (m)	1.50	Mu Submerge (pos)	1.16
Tube Length (m)	34	Mu Submerge (neg)	0.82
Side Resistance	61.15		
Sill level (m)	-2.00		
Inside level (m)	-2.10		

Side Resistance (Chezy) = k_M × R^{1/6}

In DufLOW, bij meerdere duikers, bovenstaande Mu waarden bij elke duiker invoeren. De grootte van dwarsprofiel maakt niet uit voor de opstuwing, is al in Mu verwerkt.

Afmeting waterloop bovenstrooms

(voor het uittreeverlies in DufLOW bij negatieve stroming)

b bodembreedte	<input type="text" value="1.40"/>	m	Bh Bodemhoogte (NAP)	<input type="text" value="-1.37"/>	m
t taludhelling (1:?)	<input type="text" value="1.50"/>	-	Wp Waterpeil	<input type="text" value="-0.93"/>	m
h waterdiepte	0.44	m	A _w Oppervlakte	0.91	m ²

SOBEK

ξ _i = inlet coefficient in SOBEK		In SOBEK, bij meerdere duikers, zorg ervoor dat in het model het natte oppervlak van het dwarsprofiel is gehalveerd. SOBEK rekent namelijk zelf het uittreeverlies.
k = outlet coefficient in SOBEK		

berekening Q en z bij een ronde duiker

project	spoorwegverdubbeling Hoogkerk-Zuidhorn
duiker ID	KDU02338 - nieuw
opmerkingen	Duiker berekend op basis van huidige dimensionering waterlopen. Verlenging duiker tov legger met 12 m. Beton ipv PVC.
adviseur	E. Uibel
datum	25 June 2013
versie	

Afmeting duiker	
Binnen onderkant buis (NAP)	<input type="text" value="-1.15"/> m
D Diameter	<input type="text" value="0.80"/> m
Grond in duiker	<input type="text" value="0.10"/> m
Water in duiker	0.55 m
Lucht in duiker	0.15 m
a Aantal parallelle duikers	<input type="text" value="1"/> -
L Lengte	<input type="text" value="33"/> m
k _M Weerstand binnenkant duiker	<input type="text" value="70"/> m ^{1/3} /s

oppervlakte totaal	0.50 m ²
oppervlakte grond	0.04 m ²
oppervlakte water	0.40 m ²
oppervlakte lucht	0.07 m ²
A _d Nat oppervlak duiker(s)	0.40 m ²
O Natte omtrek	1.75 m
R Hydraulische straal	0.23 m

k_M: zie Cult. Vademecum.

Afmeting waterloop benedenstrooms	
b bodembreedte	<input type="text" value="1.40"/> m
t taludhelling (1:?)	<input type="text" value="1.50"/> -
h waterdiepte	1.00 m

Bh Bodemhoogte (NAP)	<input type="text" value="-1.50"/> m
Wp Waterpeil	<input type="text" value="-0.50"/> m
A _w Oppervlakte	2.90 m ²

Weerstandsfactoren	
ξ _j intreeverlies	<input type="text" value="0.60"/> -
ξ _w wrijvingsverlies	0.94 -
ξ _k knikverlies	<input type="text" value="0.00"/> -
ξ _u uittreeverlies	0.74 -
k uittree correctie	<input type="text" value="1"/> -
μ weerstandscoefficient	0.66 -

ξ_j: zie Cult. Vademecum (advies: 0,6 voor ronde duikers)

$$\xi_w = \frac{2 \cdot g \cdot L}{k_M^2 \cdot R^{4/3}}$$

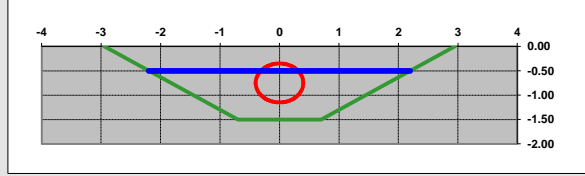
ξ_k: zie Cult. Vademecum, som alle knikken

$$\xi_u = \left(1 - \frac{A_d}{A_w}\right)^2 \cdot k$$

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{\xi_i + \xi_w + \xi_u + \xi_k}}$$

Berekening	
Q Debiet	<input type="text" value="0.06875"/> m ³ /s
v Stroomsnelheid	0.17 m/s
μ weerstandscoefficient	0.66 -
A _d Nat oppervlak duiker(s)	0.40 m ²

z Opstuwing	3.42 mm
-------------	---------

$$z = \frac{Q^2}{A_d^2 \cdot \mu^2 \cdot 2 \cdot g}$$


Invoer in de witte vakken, de rest wordt berekend

Duflow	
Tabblad "General"	Tabblad "Duflow"
Tube Form	Rond
Tube Width (m)	0.80
Tube Height (m)	0.80
Tube Length (m)	33
Side Resistance	54.77
Sill level (m)	-1.05
Inside level (m)	-1.15

Mu Free Surface (pos)	0.86
Mu Free Surface (neg)	0.97
Mu Submerge (pos)	0.88
Mu Submerge (neg)	1.01

In Duflow, bij meerdere duikers, bovenstaande Mu waarden bij elke duiker invoeren. De grootte van dwarsprofiel maakt niet uit voor de opstuwing, is al in Mu verwerkt.

Side Resistance (Chezy) = k_M x R^{1/6}

Afmeting waterloop bovenstrooms	
(voor het uittreeverlies in Duflow bij negatieve stroming)	
b bodembreedte	<input type="text" value="1.40"/> m
t taludhelling (1:?)	<input type="text" value="1.50"/> -
h waterdiepte	0.57 m

Bh Bodemhoogte (NAP)	<input type="text" value="-1.50"/> m
Wp Waterpeil	<input type="text" value="-0.93"/> m
A _w Oppervlakte	1.29 m ²

SOBEK	
ξ _i = inlet coefficient in SOBEK	
k = outlet coefficient in SOBEK	

In SOBEK, bij meerdere duikers, zorg ervoor dat in het model het natte oppervlak van het dwarsprofiel is gehalveerd. SOBEK rekent namelijk zelf het uittreeverlies.

berekening Q en z bij een ronde duiker

project	spoorwegverdubbeling Hoogkerk-Zuidhorn
duiker ID	KDU02605 - nieuw
opmerkingen	Duiker berekend op basis van huidige dimensionering waterlopen. Verlenging duiker tov legger met 12 m. Beton ipv PVC.
adviseur	E. Uibel
datum	24 June 2013
versie	

Afmeting duiker

Binnen onderkant buis (NAP)	<input type="text" value="-1.87"/>	m		
D Diameter	<input type="text" value="0.60"/>	m	oppervlakte totaal	0.28 m ²
Grond in duiker	<input type="text" value="0.10"/>	m	oppervlakte grond	0.03 m ²
Water in duiker	0.37	m	oppervlakte water	0.21 m ²
Lucht in duiker	0.13	m	oppervlakte lucht	0.05 m ²
a Aantal parallelle duikers	<input type="text" value="1"/>	-	A _d Nat oppervlak duiker(s)	0.21 m ²
L Lengte	<input type="text" value="39"/>	m	O Natte omtrek	1.25 m
k _M Weerstand binnenkant duiker	<input type="text" value="90"/>	m ^{1/3} /s	R Hydraulische straal	0.17 m
			k _M : zie Cult. Vademecum.	

Afmeting waterloop benedenstrooms

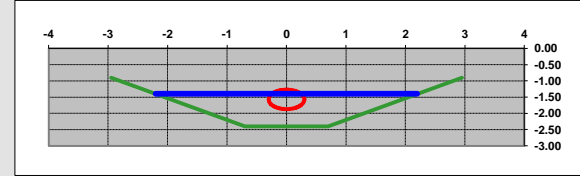
b bodembreedte	<input type="text" value="1.40"/>	m	Bh Bodemhoogte (NAP)	<input type="text" value="-2.40"/>	m
t taludhelling (1:?)	<input type="text" value="1.50"/>	-	Wp Waterpeil	<input type="text" value="-1.40"/>	m
h waterdiepte	1.00	m	A _w Oppervlakte	2.90	m ²

Weerstandsfactoren

ξ _j intreeverlies	<input type="text" value="0.60"/>	-	ξ _j : zie Cult. Vademecum (advies: 0,6 voor ronde duikers)
ξ _w wrijvingsverlies	1.04	-	$\xi_w = \frac{2 \cdot g \cdot L}{k_M^2 \cdot R^{4/3}}$
ξ _k knikverlies	<input type="text" value="0.00"/>	-	ξ _k : zie Cult. Vademecum, som alle knikken
ξ _u uittreeverlies	0.86	-	$\xi_u = \left(1 - \frac{A_d}{A_w}\right)^2 \cdot k$
k uittree correctie	<input type="text" value="1"/>	-	
μ weerstandscoefficient	0.63	-	$\mu = \frac{1}{\sqrt{\xi_i + \xi_w + \xi_u + \xi_k}}$

Berekening

Q Debiet	<input type="text" value="0.0318287"/>	m ³ /s	z Opstuwing	3.02	mm
v Stroomsnelheid	0.15	m/s	$z = \frac{Q^2}{A_d^2 \cdot \mu^2 \cdot 2 \cdot g}$		
μ weerstandscoefficient	0.63	-			
A _d Nat oppervlak duiker(s)	0.21	m ²			



Invoer in de witte vakken, de rest wordt berekend

Duflow

Tabblad "General"		Tabblad "DufLOW"	
Tube Form	Rond	Mu Free Surface (pos)	0.83
Tube Width (m)	0.60	Mu Free Surface (neg)	0.83
Tube Height (m)	0.60	Mu Submerge (pos)	0.84
Tube Length (m)	39	Mu Submerge (neg)	0.84
Side Resistance	66.71		
Sill level (m)	-1.77		
Inside level (m)	-1.87		

Side Resistance (Chezy) = k_M × R^{1/6}

In DufLOW, bij meerdere duikers, bovenstaande Mu waarden bij elke duiker invoeren. De grootte van dwarsprofiel maakt niet uit voor de opstuwing, is al in Mu verwerkt.

Afmeting waterloop bovenstrooms

(voor het uittreeverlies in DufLOW bij negatieve stroming)

b bodembreedte	<input type="text" value="1.40"/>	m	Bh Bodemhoogte (NAP)	<input type="text" value="-2.40"/>	m
t taludhelling (1:?)	<input type="text" value="1.50"/>	-	Wp Waterpeil	<input type="text" value="-1.40"/>	m
h waterdiepte	1.00	m	A _w Oppervlakte	2.90	m ²

SOBEK

ξ _i = inlet coefficient in SOBEK		In SOBEK, bij meerdere duikers, zorg ervoor dat in het model het natte oppervlak van het dwarsprofiel is gehalveerd. SOBEK rekent namelijk zelf het uittreeverlies.
k = outlet coefficient in SOBEK		

berekening Q en z bij een ronde duiker

project	spoorwegverdubbeling Hoogkerk-Zuidhorn
duiker ID	KDU026 - nieuw
opmerkingen	Duiker berekend op basis van huidige dimensionering waterlopen. Verlenging duiker tov legger met 12 m. Beton ipv PVC.
adviseur	E. Uibel
datum	24 June 2013
versie	

Afmeting duiker

Binnen onderkant buis (NAP)	<input type="text" value="-2.10"/>	m		
D Diameter	<input type="text" value="1.00"/>	m	oppervlakte totaal	0.79 m ²
Grond in duiker	<input type="text" value="0.10"/>	m	oppervlakte grond	0.04 m ²
Water in duiker	0.60	m	oppervlakte water	0.55 m ²
Lucht in duiker	0.30	m	oppervlakte lucht	0.20 m ²
a Aantal parallelle duikers	<input type="text" value="1"/>	-	A _d Nat oppervlak duiker(s)	0.55 m ²
L Lengte	<input type="text" value="37"/>	m	O Natte omtrek	1.94 m
k _M Weerstand binnenkant duiker	<input type="text" value="70"/>	m ^{1/3} /s	R Hydraulische straal	0.28 m

k_M: zie Cult. Vademecum.

Afmeting waterloop benedenstrooms

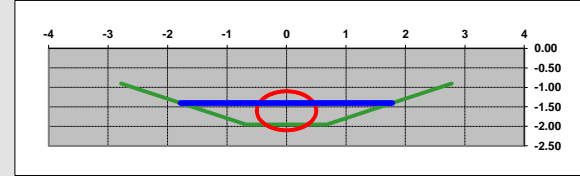
b bodembreedte	<input type="text" value="1.36"/>	m	Bh Bodemhoogte (NAP)	<input type="text" value="-1.95"/>	m
t taludhelling (1:?)	<input type="text" value="2.00"/>	-	Wp Waterpeil	<input type="text" value="-1.40"/>	m
h waterdiepte	0.55	m	A _w Oppervlakte	1.35	m ²

Weerstandsfactoren

ξ _j intreeverlies	<input type="text" value="0.60"/>	-	ξ _j : zie Cult. Vademecum (advies: 0,6 voor ronde duikers)
ξ _w wrijvingsverlies	0.80	-	$\xi_w = \frac{2 \cdot g \cdot L}{k_M^2 \cdot R^{4/3}}$
ξ _k knikverlies	<input type="text" value="0.00"/>	-	ξ _k : zie Cult. Vademecum, som alle knikken
ξ _u uittreeverlies	0.36	-	$\xi_u = \left(1 - \frac{A_d}{A_w}\right)^2 \cdot k$
k uittree correctie	<input type="text" value="1"/>	-	
μ weerstandscoefficient	0.75	-	$\mu = \frac{1}{\sqrt{\xi_i + \xi_w + \xi_u + \xi_k}}$

Berekening

Q Debiet	<input type="text" value="0.1094907"/>	m ³ /s	z Opstuwing	3.60	mm
v Stroomsnelheid	0.20	m/s	$z = \frac{Q^2}{A_d^2 \cdot \mu^2 \cdot 2 \cdot g}$		
μ weerstandscoefficient	0.75	-			
A _d Nat oppervlak duiker(s)	0.55	m ²			



Invoer in de witte vakken, de rest wordt berekend

Duflow

Tabblad "General"		Tabblad "Duflow"	
Tube Form	Rond	Mu Free Surface (pos)	1.02
Tube Width (m)	1.00	Mu Free Surface (neg)	1.02
Tube Height (m)	1.00	Mu Submerge (pos)	1.14
Tube Length (m)	37	Mu Submerge (neg)	1.14
Side Resistance	56.68		
Sill level (m)	-2.00		
Inside level (m)	-2.10		

Side Resistance (Chezy) = k_M × R^{1/6}

In Duflow, bij meerdere duikers, bovenstaande Mu waarden bij elke duiker invoeren. De grootte van dwarsprofiel maakt niet uit voor de opstuwing, is al in Mu verwerkt.

Afmeting waterloop bovenstrooms

(voor het uittreeverlies in Duflow bij negatieve stroming)

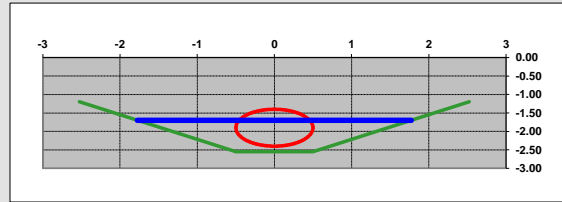
b bodembreedte	<input type="text" value="1.36"/>	m	Bh Bodemhoogte (NAP)	<input type="text" value="-1.95"/>	m
t taludhelling (1:?)	<input type="text" value="2.00"/>	-	Wp Waterpeil	<input type="text" value="-1.40"/>	m
h waterdiepte	0.55	m	A _w Oppervlakte	1.35	m ²

SOBEK

ξ _i = inlet coefficient in SOBEK		In SOBEK, bij meerdere duikers, zorg ervoor dat in het model het natte oppervlak van het dwarsprofiel is gehalveerd. SOBEK rekent namelijk zelf het uittreeverlies.
k = outlet coefficient in SOBEK		

berekening Q en z bij een ronde duiker

project	spoorwegverdubbeling Hoogkerk-Zuidhorn		
duiker ID	KDU02627 - nieuw		
opmerkingen	Duiker berekend op basis van huidige dimensionering waterlopen. Verlenging duiker tov legger met 12 m. Beton ipv PVC. LET OP: er ligt benedenloops nog een duiker binnen 12m verlenging. Bij deze berekening is hier geen rekening mee gehouden.		
adviseur	E. Uibel		
datum	25 June 2013		
versie			



Invoer in de witte vakken, de rest wordt berekend

Afmeting duiker			
Binnen onderkant buis (NAP)	<input type="text" value="-2.40"/>	m	
D Diameter	<input type="text" value="1.00"/>	m	oppervlakte totaal 0.79 m ²
Grond in duiker	<input type="text" value="0.15"/>	m	oppervlakte grond 0.07 m ²
Water in duiker	<input type="text" value="0.55"/>	m	oppervlakte water 0.51 m ²
Lucht in duiker	<input type="text" value="0.30"/>	m	oppervlakte lucht 0.20 m ²
a Aantal parallelle duikers	<input type="text" value="1"/>	-	A _d Nat oppervlak duiker(s) 0.51 m ²
L Lengte	<input type="text" value="34"/>	m	O Natte omtrek 1.90 m
k _M Weerstand binnenkant duiker	<input type="text" value="70"/>	m ^{1/3} /s	R Hydraulische straal 0.27 m
			k _M : zie Cult. Vademecum.

Duflow			
Tabblad "General"		Tabblad "Duflow"	
Tube Form	Rond	Mu Free Surface (pos)	0.94
Tube Width (m)	1.00	Mu Free Surface (neg)	1.29
Tube Height (m)	1.00	Mu Submerge (pos)	1.02
Tube Length (m)	34	Mu Submerge (neg)	1.13
Side Resistance	56.28		
Sill level (m)	-2.25		
Inside level (m)	-2.40		

Side Resistance (Chezy) = k_M × R^{1/6}

In Duflow, bij meerdere duikers, bovenstaande Mu waarden bij elke duiker invoeren. De grootte van dwarsprofiel maakt niet uit voor de opstuwung, is al in Mu verwerkt.

Afmeting waterloop benedenstrooms			
b bodembreedte	<input type="text" value="1.00"/>	m	Bh Bodemhoogte (NAP) <input type="text" value="-2.55"/>
t taludhelling (1:?)	<input type="text" value="1.50"/>	-	Wp Waterpeil <input type="text" value="-1.70"/>
h waterdiepte	<input type="text" value="0.85"/>	m	A _w Oppervlakte <input type="text" value="1.93"/>

Afmeting waterloop bovenstrooms			
(voor het uittreeverlies in Duflow bij negatieve stroming)			
b bodembreedte	<input type="text" value="0.50"/>	m	Bh Bodemhoogte (NAP) <input type="text" value="-2.16"/>
t taludhelling (1:?)	<input type="text" value="1.50"/>	-	Wp Waterpeil <input type="text" value="-1.70"/>
h waterdiepte	<input type="text" value="0.46"/>	m	A _w Oppervlakte <input type="text" value="0.55"/>

Weerstandsfactoren			
ξ _i intreeverlies	<input type="text" value="0.60"/>	-	ξ _i : zie Cult. Vademecum (advies: 0,6 voor ronde duikers)
ξ _w wrijvingsverlies	<input type="text" value="0.78"/>	-	$\xi_w = \frac{2 \cdot g \cdot L}{k_M^2 \cdot R^{4/3}}$
ξ _k knikverlies	<input type="text" value="0.00"/>	-	ξ _k : zie Cult. Vademecum, som alle knikken
ξ _u uittreeverlies	<input type="text" value="0.54"/>	-	$\xi_u = \left(1 - \frac{A_d}{A_w}\right)^2 \cdot k$
k uittree correctie	<input type="text" value="1"/>	-	
μ weerstandscoefficient	<input type="text" value="0.72"/>	-	$\mu = \frac{1}{\sqrt{\xi_i + \xi_w + \xi_u + \xi_k}}$

SOBEK	
ξ _i = inlet coefficient in SOBEK	In SOBEK, bij meerdere duikers, zorg ervoor dat in het model het natte oppervlak van het dwarsprofiel is gehalveerd. SOBEK rekent namelijk zelf het uittreeverlies.
k = outlet coefficient in SOBEK	

Berekening			
Q Debiet	<input type="text" value="0.1094907"/>	m ³ /s	z Opstuwung <input type="text" value="4.45"/>
v Stroomsnelheid	<input type="text" value="0.21"/>	m/s	$z = \frac{Q^2}{A_d^2 \cdot \mu^2 \cdot 2 \cdot g}$
μ weerstandscoefficient	<input type="text" value="0.72"/>	-	
A _d Nat oppervlak duiker(s)	<input type="text" value="0.51"/>	m ²	



KDU02316

te verleggen hoofdwatergang

Hogeweg

Kriegsmantocht

Hogeweerster Horntocht

Langeweerstertocht

Oude Horntocht

Weersterweg

Dorpsstraat

14

5

7

5

2

4

4

6

8

10

12

14

6

1

22

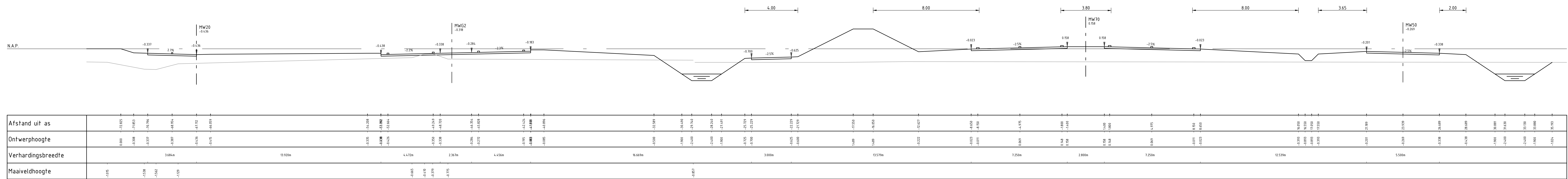
24

30

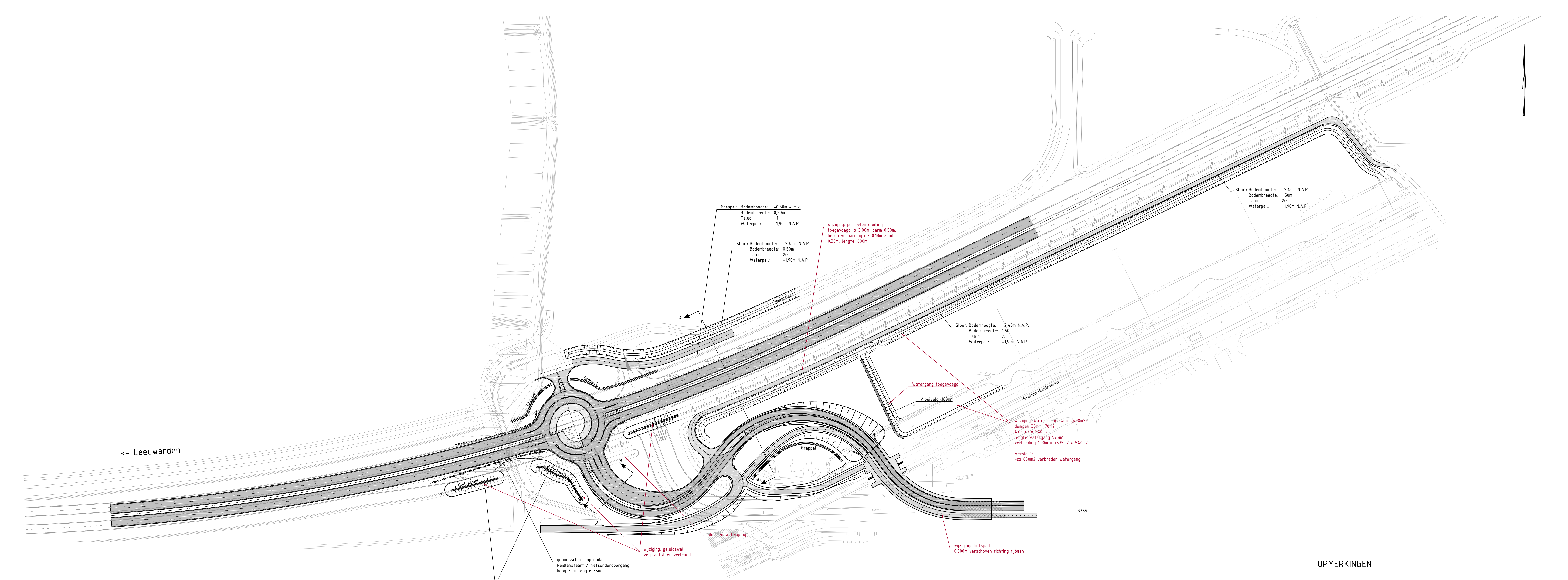
20

1

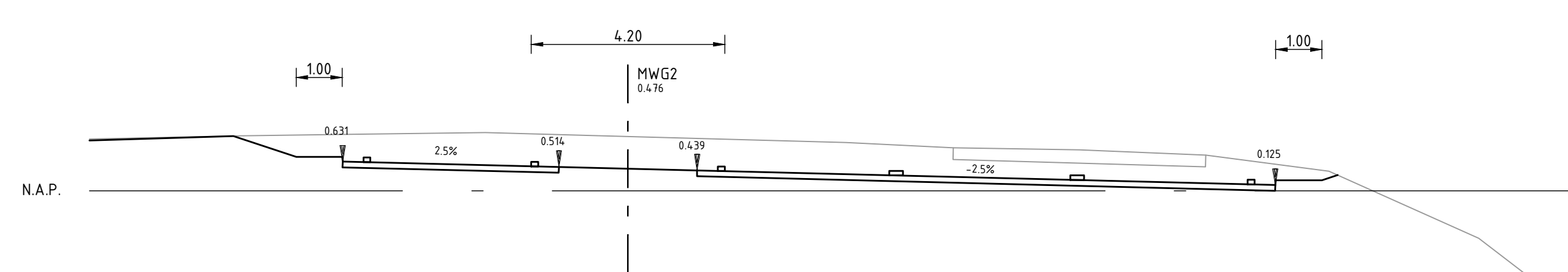
BIJLAGE 3 Onderdoorgang Hurdegaryp



Dwarsprofiel t.o.v. as MW70
 Metreering 7950.000
 Schaal 1:100



Aanbrengen walscherm
 12.0m grond t.o.v. randverharding, talud 1:2,
 kruin 1.0m + 2.0m scherm



Afstand uit as	0.00	0.25	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00	10.50	11.00	11.50	12.00
Ontwerphoogte	0.00	0.25	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00	10.50	11.00	11.50	12.00
Verhardingsbreedte	0.00	0.25	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00	10.50	11.00	11.50	12.00
Maaielhoogte	0.00	0.25	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00	10.50	11.00	11.50	12.00

Dwarsprofiel as B-B
 Metreering 450.000
 Schaal 1:100

OPMERKINGEN

LEGENDA

- ASFALT
- BETON CRETEPROFIEL
- GRASBETONSTENEN
- KUNSTWERK

- VOOR LENGTE PROFIELEN ZIE: 315856-W08111-W502-11-11-01-B

DWA **Grontmij**
 DWA BV, Postbus 203, 9700 AA Groningen
 Grontmij Nederland, Postbus 203, 9700 AA Groningen

EXTRA SNELTREIN GRONINGEN - LEEUWARDEN		Onderzoek naar onderdoorgang		02-20-2024	
ONDERDOORGANG HURDEGARPP, S.O.		Schetsontwerp: ONDERDOORGANG S-VARIANT		03-20-2024	
GEOCODE: 002, NH 3545 / 35.80		Ontwerper: [naam]		08-20-2024	
Dossier: 315856-W08111-W502-21-01-02		Schaal: ZE TEK		1n 2 (bladen) blad 2	
Formaat: A0.6		Schaal: ZE TEK		1n 2 (bladen) blad 2	
Opdrachtgever: ProRail		Status: Definitief		C	

Tekeningnr.: 315856-W08111-W502-01-02-C

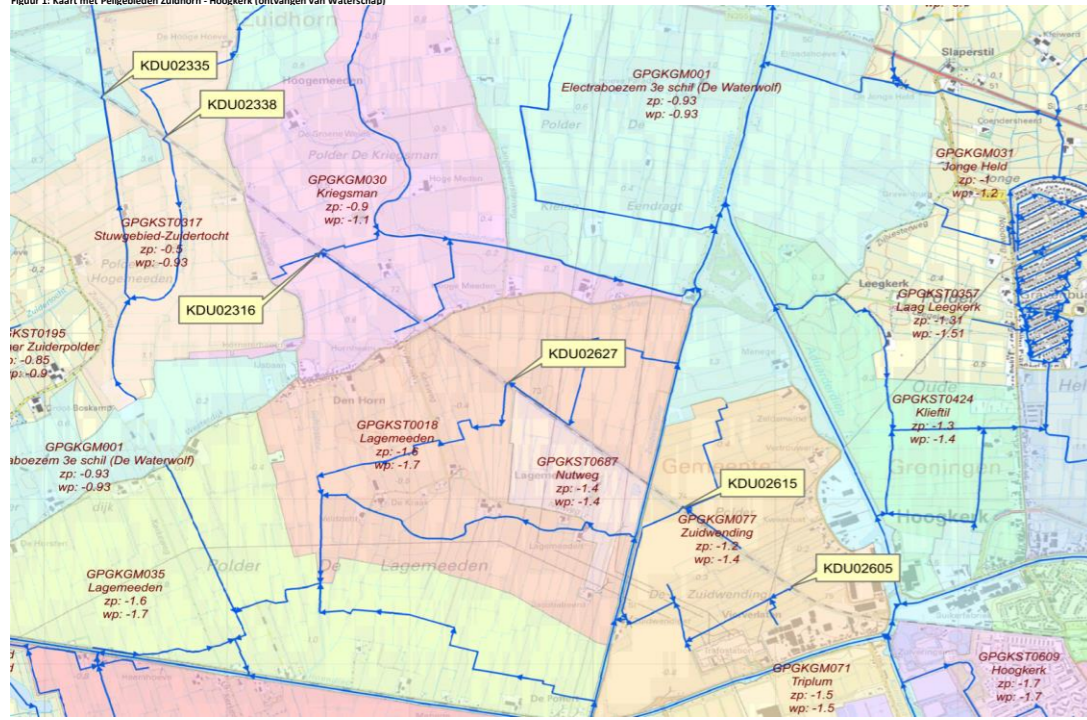
BIJLAGE 4 Compensatie waterberging

Toelichting Ruimtelijk Functioneel Ontwerp Extra Snelrein Groningen Leeuwarden
Berekening wateroppervlaktes

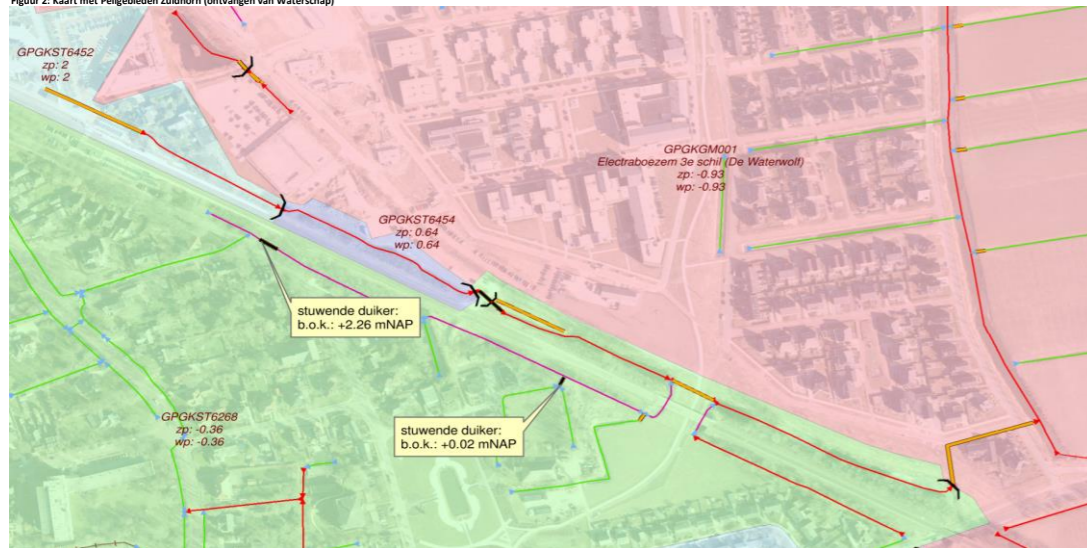
Datum: 4 april 2016
Berekening bij: Ruimtelijk Functioneel Ontwerp 315856-WOB178-RFO-001 1 t/m 33 versie 5.0 concept, gebaseerd op PBL1.6
Opsteller: Hans Ekelmans

	(A)	(B)	Toelichting bij (B)	(C) = (B) - (A)	(D)	Toelichting bij (D)	(E)	Toelichting bij (E)			
Nr Peilgebied	Naam Peilgebied	Huidig wateroppervlak (m ²)	Nieuw wateroppervlak (m ²) bij te passen watergangen conform OVS	Toelichting op ontwerp conform OVS	Water oppervlakte overschot (negatief is tekort) (m ²)	Waaraan afwentelen (positief is afwentelen, negatief is ontvangen van ander gebied)	Afwentelen op gebied	Compensatie in gebied (m ²)	Toelichting op compensatie	Toelichting gemaakte afweging met betrekking tot watercompensatie	
GPGKM082	Ouwerd	0	70	In verband met ophffen particulier overpad worden watergangen doorgetrokken en aangesloten op de bestaande watergangen.	70		0	n.v.t.	n.v.t.	Bij km 65,47 wordt een particulier overpad opgeheven. In overleg met het waterschap is besloten de watergangen door te trekken. Hierdoor neemt het wateroppervlak in dit gebied toe.	
GPGKT6268	Naamloos Zuidhorn	727	665	Standaard sloot profiel	-62		62	GPGKT6454	0	Tekort afwentelen op GPGKT6454. Watercompensatie in Zuidhorn is als een geheel beschouwd.	
GPGKT6454	Naamloos Zuidhorn	761	456	Standaard sloot profiel	-305		-163	n.v.t.	468	Compensatie volledige tekort in GPGKT6268, GPGKT6454 en GPGKT6452 aan noordzijde spoor tussen km 68.8 en km 68.9. Zie Figuur 4.	
GPGKT6452	Naamloos Zuidhorn	607	506	Standaard sloot profiel	-101		101	GPGKT6454	0	Tekort afwentelen op GPGKT6454.	
GPGKM001	Electraboezem 3e schil	3145	2607	Standaard sloot profiel	-538		0	n.v.t.	538	Compensatie 538 m ² door vanaf km 69,34 tot km 70,04 de watergang te verbreden van 3.80 meter naar 4.6 meter.	
GPGKT0317	Stuwgebied-Zuidertocht	2847	2986	Verschil zomer en winterpeil in dit peilgebied groot. Om en voor te zorgen dat bij winterpeil de breedte van de sloot 3.1 meter blijft (functie keren derden) is gekozen voor een 1:2 talud, 2 meter bodem breedte, bodem -1.2 mNAP	139		0	n.v.t.	0	n.v.t.	
GPGKM030	Kriegsman	5162	6820	Standaard sloten, met uitzondering van bij de Hogeweesterter Horntocht. Daar vereist het waterschap minimaal Bodemhoogte: -1.85 mNAP Bodem Breedte: 0.75 m Taluds: 1:1.5 ProRail OVS vereist een bodembreedte van minimaal 1 meter, en taluds van minimaal 1:2. Daarom is het volgende profiel aangehouden: Bodemhoogte: -1.85 mNAP Bodem Breedte: 1.0 m Taluds: 1:2 Voor de watergangen langs de verlegde hogeweg zijn de volgende afmetingen aangehouden: Bodem Breedte: 0.5 meter Talud 1:1.5 Waterdiepte: circa 0.5 meter	1658		0	n.v.t.	0	n.v.t.	n.v.t.
GPGKT0018	Iagemeeden	2196	2250	Standaard sloot profiel	54		0	n.v.t.	0	n.v.t.	
GPGKT0687	Nutweg	4417	3029	Standaard sloot profiel	-1388		0	n.v.t.	1388	53 meter van tekort afwentelen op GPGKT00018. Bestaande waterpartij nabij Zuidwending uitbreiden met 1388 m ² . Zie Figuur 3.	
GPGKM077	Zuidwending	7609	6095	Standaard sloot profiel	-1514		0	n.v.t.	1514	Sloot verbreden met 1.2 meter aan noord en zuidzijde. Zuidzijde: km 73,85 - 74,86 km 75,24 - 75,34 Noorzijde: km 74,8 - 75,0	
GPGKT0609	Hogkerk	1094	1174	Standaard sloot profiel	80		0	n.v.t.	0	n.v.t.	
GPGKM021	Rijperkerk	1571	2797	Standaard sloot profiel	1226		0	n.v.t.	0	n.v.t.	
GPG-L441	Rijperkerk	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	-540		0	n.v.t.	650	De wijziging is 470 m ² l.v.v. verhard oppervlak en 70 m ² l.v.v. compensatie te dempen watergangen. Totale te compenseren oppervlak is 540 m ² (zie ook figuur 5). Voor nadere toelichting zie waterhouderingsrapportage DCA ESGL Hurdagarpp, kenmerk WATBA6790-104-165R001F01, datum 16 november 2015.	
Totaal		30136	29384		-1292		0		4558	Zwasewesteinde nader te bepalen	

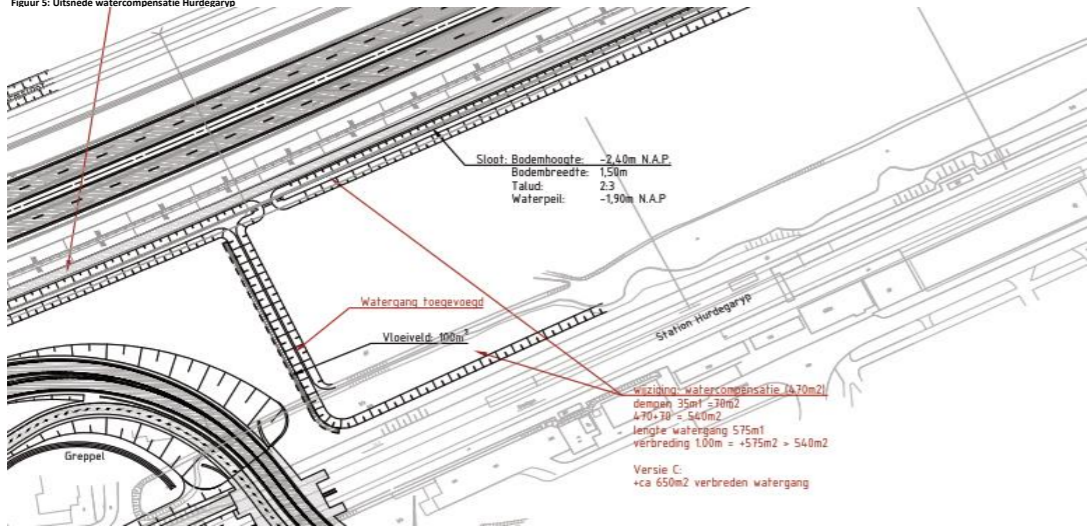
Figuur 1: Kaart met Peilgebieden Zuidhorn - Hoogkerk (ontvangen van Waterschap)



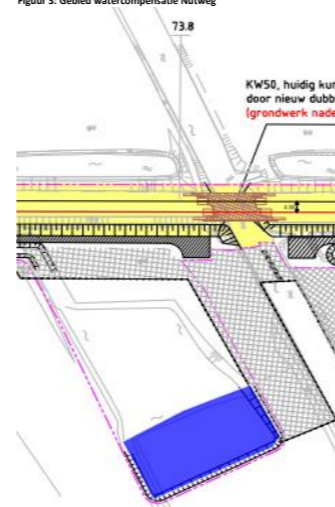
Figuur 2: Kaart met Peilgebieden Zuidhorn (ontvangen van Waterschap)



Figuur 5: Uitsnede watercompensatie Hurdearvo



Figuur 3: Gebied watercompensatie Nutweg



Figuur 4: Gebied watercompensatie Zuidhorn

