

VARIANTENSTUDIE WATERSYSTEEM BEMALINGSGEBIED DE VERBETERING

BSc Thesis rapport



Auteur:	S.W. van Leijsen
Praktijkbegeleiders:	J.A.C. Schenkel (Senior projectleider Arcadis) G. Zeemans (projectleider waterschap Noorderzijlvest)
Begeleider:	dr.ir. E.M. Horstman
Tweede beoordelaar:	prof.dr.ing. K.T. Geurs
Opleiding:	Civiele Techniek
Onderwijsinstelling:	Universiteit Twente
Datum:	25 Juni 2019

Voorwoord

Voor u ligt de definitieve versie van mijn onderzoeksrapport. In dit rapport is onderzoek gedaan bij waterschap Noorderzijlvest en Arcadis naar het robuust en toekomstbestendig inrichten van bemalingsgebied De Verbetering tot en met het jaar 2050. Dit rapport is het resultaat van een onderzoek dat van 8 april 2019 tot en met 25 juni 2019 is uitgevoerd in het kader van de afsluiting van mijn bachelor opleiding Civiele Techniek aan de Universiteit Twente.

Tijdens dit onderzoek heb ik veel mensen leren kennen en heb ik veel geleerd over het onderwerp en het werken bij zowel een adviesbureau als bij een waterschap. Tijdens het uitvoering ervan heb ik veel ondersteuning en begeleiding gehad. Hiervoor wil ik graag Erik Horstman bedanken voor de begeleiding vanuit Universiteit Twente, Arjan Schenkel voor de begeleiding vanuit Arcadis, en Gerard Zeemans voor de begeleiding vanuit Waterschap Noorderzijlvest. Verder wil ik iedereen bij Waterschap Noorderzijlvest en Arcadis bedanken die mij tijdens dit onderzoek heeft geholpen.

Samenvatting

Waterschap Noorderzijlvest is verantwoordelijk voor het beheer en onderhoud van het watersysteem in haar gehele beheergebied. Derhalve is het waterschap ook verantwoordelijk voor het uitvoeren van maatregelen binnen de Kaderrichtlijn Water (KRW). In het KRW staan voor de KRW-waterlichamen vastgestelde doelstellingen voor de chemische en ecologische waterkwaliteit die gehaald dienen te zijn voor 2027. Eén van deze waterlichamen binnen het beheergebied van het waterschap is het Paterswoldsemeer. Het Paterswoldsemeer voldoet momenteel niet aan de doelstellingen voor ecologische waterkwaliteit. Om de ecologische kwaliteit te verbeteren heeft het waterschap een project opgezet bestaande uit drie deelprojecten. Deelproject 3 'Waterafvoer', is gericht op het op orde krijgen van het hoofdwatersysteem in het gehele bemalingsgebied waarin het Paterswoldsemeer zich bevindt en op het realiseren van een visverbinding van de boezem tot het Paterswoldsemeer.

In dit rapport is binnen dit deelproject onderzoek gedaan naar het robuust en toekomstbestendig inrichten van bemalingsgebied De Verbetering tot en met het jaar 2050. Om dit doel te bereiken is het projectgebied geanalyseerd in 2019 en in 2050. In deze inventarisatie zijn de ruimtelijke inrichting, het watersysteem, en de aanwezige stakeholders geanalyseerd. Het relevante beleid voor het onderzoeksgebied is geïnventariseerd en het huidige hoofdwatersysteem is stationair getoetst aan de maatgevende afvoeren in 2019 en 2050, waarbij rekening wordt gehouden met de regionale ontwikkelingen. Uit deze analyse zijn de huidige en verwachte knelpunten voor het watersysteem in kaart gebracht.

Om de geïnventariseerde knelpunten in het watersysteem op te lossen en een robuust en toekomstgericht bemalingsgebied te creëren zijn acht alternatieven opgesteld die alle mogelijke oplossingsinrichtingen voor het gebied vertegenwoordigen. Op basis van het beschreven beleid zijn in eerste instantie drie alternatieven afgevalen. De resterende vijf alternatieven zijn in detail uitgewerkt aan de hand van ontwerprichtlijnen voor duikers, stuwen, en watergangen. Zo is een inzicht gecreëerd in de benodigde aanpassingen aan het watersysteem. Vervolgens zijn deze vijf alternatieven geanalyseerd in een kosteneffectiviteitsanalyse. Hierin is per alternatief gekeken naar de benodigde investeringskosten met behulp van de standaardsystematiek voor kostenraming en kengetallen. Ook is gekeken naar de effecten van elk van de voorgestelde alternatieven op haalbaarheid, toekomstgerichtheid, robuustheid, duurzaamheid, onderhoud, veiligheid, en omgeving.

Uit de kosteneffectiviteitsanalyse is gebleken dat een alternatief waarbij het huidige gemaal De Verbetering wordt gerenoveerd en vergoot een totale investeringssom van € 8,1 miljoen heeft, maar zeer slecht scoort op toekomstgerichtheid en slecht op robuustheid. Een alternatief waarbij een gemaal nabij een Van Der Valk hotel wordt gerealiseerd en het huidige gemaal De Verbetering wordt gerenoveerd heeft een totale investeringssom van € 8,3 miljoen, maar scoort slecht op omgeving en neutraal op onderhoud. Een alternatief waarbij een gemaal nabij een Van Der Valk hotel wordt gerealiseerd waarbij de waterafvoer van het Paterswoldsemeer naar het gemaal via 2 watergangen verloopt, en gemaal De Verbetering gerenoveerd wordt heeft een totale investeringssom van € 8,3 miljoen, maar scoort neutraal op onderhoud, veiligheid, en omgeving. Een alternatief waarbij een gemaal aan het Omgelegde Eelderdiep wordt geplaatst en het gemaal De Verbetering gerenoveerd wordt heeft een totale investeringssom van € 8,6 miljoen, maar scoort zeer slecht op haalbaarheid en slecht op omgeving. Een alternatief waarbij het gehele bemalingsgebied wordt bemaald door één gemaal nabij een Van Der Valk hotel heeft een totale investeringssom van € 9,7 miljoen, maar scoort zeer slecht op haalbaarheid en omgeving en slecht op toekomstgerichtheid, robuustheid, en onderhoud.

Gebaseerd op de resultaten uit deze studie wordt aanbevolen om de alternatieven 'Gemaal Van der Valk & Gemaal De Verbetering' en 'Gemaal Van Der Valk met 2 afvoerroutes & Gemaal De Verbetering' in verder detailniveau uit te werken zodat er een definitieve keuze wordt gemaakt welk alternatief het meest gunstig en gewenste resultaat oplevert. Daarnaast worden in de aanbeveling een aantal kanttekeningen toegelicht over de methode die in dit onderzoek is toegepast en de invloed hiervan op de resultaten. Ook zijn er een aantal concrete aandachtspunten genoteerd waarmee rekening gehouden moet worden als men op dit onderzoek wil voortbouwen.

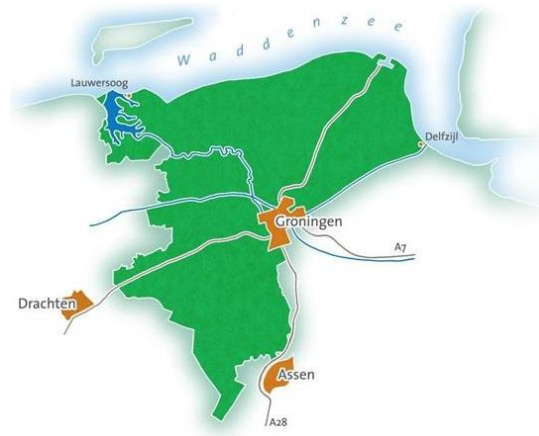
Inhoudsopgave

Voorwoord	0
Samenvatting.....	2
1 Inleiding.....	6
1.1 Probleemstelling.....	6
1.2 Onderzoeksdoel	7
1.3 Onderzoeksvragen.....	7
1.4 Leeswijzer.....	8
2 Gebiedsomschrijving.....	9
2.1 Ruimtelijke inrichting.....	9
2.2 Watersysteem	10
2.3 Stakeholders.....	12
3 Beleidskader	13
3.1 Beleidskaders	13
3.2 Relatie van de beleidskaders tot deze studie.....	16
4 Inventarisatie huidige en toekomstige knelpunten	17
4.1 Belangrijke kunstwerken in het watersysteem	17
4.2 Regionale ontwikkelingen.....	19
4.3 Maatgevende afvoer	20
4.4 Knelpunten in het watersysteem	21
5 Alternatieven	23
5.1 QuickScan.....	23
5.2 Selectie van de alternatieven.....	32
5.3 Uitwerking van de alternatieven.....	32
6 Kosteneffectiviteitsanalyse.....	38
6.1 Kosten	38
6.2 Effecten.....	39
7 Conclusie & aanbeveling	44
7.1 Conclusie.....	44
7.2 Aanbeveling.....	46
7.3 Kanttekeningen	46
Verwijzingen.....	47
Bijlage A – Peilgebieden in bemalingsgebied De Verbetering.....	49
Bijlage B – Berekening van kunstwerken en watergangen	50
Bijlage C - De keuze voor een kosteneffectiviteitsmethode	55

Bijlage D – Data dwarsprofielen huidige watergangen.....	56
Bijlage E – Stroomschema’s alternatieven	65
Bijlage F – Locatie duikers, watergangen, stuwen & gemalen	67
Bijlage G - Uitwerking benodigde aanpassingen	70
Bijlage H – Kostennota SSK-raming.....	87
Bijlage I – SSK-raming alternatieven	90

1 Inleiding

Nederland is een land waar water een belangrijke rol speelt. Een groot deel van Nederland ligt onder de zeespiegel en dat maakt ons kwetsbaar voor overstromingen. Zo wordt er veel aandacht besteed om Nederland te beschermen tegen water, maar vervult water ook veel belangrijke functies. Water faciliteert de scheepvaart, visserij, bereiding van drinkwater, recreatieve doeleinden en natuur (Rijksoverheid, 2019). Om al deze functies mogelijk te kunnen maken, is een goede waterkwaliteit en -kwantiteit van groot belang. Op nationaal niveau wordt de waterkwaliteit en -kwantiteit dagelijks beheerd door Rijkswaterstaat, ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Om deze taak uit te voeren, werken ze samen met provincies, gemeentes, waterschappen en onderzoeksinstituten.



Figuur 1 - beheergebied Waterschap Noorderzijlvest (Waterschap Noorderzijlvest, 2019)

Eén van deze organisaties is waterschap Noorderzijlvest. Waterschap Noorderzijlvest is verantwoordelijk voor de waterhuishouding van een gebied van 144.000 ha in een groot gedeelte van de provincies Groningen en Noord-Drenthe (Figuur 1). De visie van waterschap Noorderzijlvest is:

‘Waterschap Noorderzijlvest staat voor veilig, voldoende en schoon water. Wij creëren hiermee een basis voor een gezonde, toekomstbestendige leef-, woon- en werkomgeving in Groningen en Noord-Drenthe. Wij zijn transparant, resultaatgericht en kostenefficiënt op een innovatieve en maatschappelijk verantwoorde wijze in samenwerking met onze partners’.

Zo probeert het waterschap door integraal waterbeheer de waterveiligheid tegen overstromingen in het gebied te garanderen, een gebalanceerde hoeveelheid water in het gebied te houden om droogte en wateroverlast te voorkomen, en het water dat er is schoon te houden.

1.1 Probleemstelling

Binnen het beheersgebied van waterschap Noorderzijlvest liggen 15 waterlichamen die onder de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) vallen. Dit betekent dat elk waterlichaam uiterlijk in 2027 moet voldoen aan de in de KRW opgestelde ecologische en chemische normen. Om hieraan te voldoen, heeft het Algemeen Bestuur van Noorderzijlvest een KRW-maatregelenpakket 2016-2021 opgesteld (Waterschap Noorderzijlvest, 2019). Dit maatregelenpakket is leidend voor de invulling van de wateropgaven met betrekking tot het waterkwaliteitsbeleid. Dit maatregelenpakket is voor elk waterlichaam omgezet tot KRW-projecten. Deze projecten zijn gereed voor planvorming/uitvoering.

Eén van deze waterlichamen is het Paterswoldsemeer. Binnen het KRW voldoet het meer aan de chemische toestand, maar voldoet de ecologische toestand niet aan de richtlijnen. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de samenstelling van de visstand, het jaarlijks optreden van blauwalgbloei en het vrijwel ontbreken van (ondergedoken) waterplanten. In de KRW-doelen is gesteld dat de waterkwaliteit sterk verbeterd moet worden. Het streefbeeld van de KRW-doelen voor het Paterswoldsemeer is een helder meer waarin veel ondergedoken waterplanten voorkomen en de daarmee geassocieerde levensgemeenschappen aan waterinsecten en vis, zoals Snoek, Ruisvoorn en Zeelt (Verbeek, Bonhof, Bijkerk, & Wanink, 2010).

Om aan dit streefbeeld voor het Paterswoldsemeer te voldoen voor 2027 is een KRW-project opgesteld van een maatregelenpakket 2016-2021 bestaande uit tien maatregelen (Waterschap Noorderzijlvest, 2015):

- vispasseerbaar maken kunstwerken;
- afkoppelen polderwater;
- verwijderen opwervende nutriëntrijke sliblaag;
- beperken effecten recreatie;
- beperken inlaat gebiedsvreemd water;
- inrichten moeraszone;
- instellen dynamisch peilbeheer;
- verbeteren waterafvoer;
- onderzoek vermindering overlast blauwalg;
- verminderen emissie nutriënten landbouw en erfafspoeling.

Binnen deze studie is onderzoek gedaan naar het verbeteren van de waterafvoer van het Paterswoldsemeer. In de huidige situatie is de mogelijkheid tot water afvoeren beperkt. Dit kan zorgen voor wateroverlast ten tijde van hevige neerslag. Door de geplande peilaanpassingen in het meer en reductie van inlaat van gebiedsvreemd water, in combinatie met de effecten van klimaatverandering, moet het watersysteem verbeterd worden. Om het optimale watersysteem te vinden, wordt in dit rapport een variantenstudie uitgevoerd om de waterafvoer van het Paterswoldsemeer robuust en toekomstbestendig in te richten. Het Paterswoldsemeer ligt in het bemalingsgebied van gemaal De Verbetering (Bijlage A – Peilgebieden in bemalingsgebied De Verbetering). Dit betekent dat de waterafvoer van het Paterswoldsemeer onderdeel uitmaakt van het gehele watersysteem van bemalingsgebied De Verbetering. Om de waterafvoer van het Paterswoldsemeer te verbeteren, moet het hele watersysteem van het bemalingsgebied meegenomen worden in de studie aangezien deze onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn. Om deze reden zal in deze studie het gehele hoofdwatersysteem van bemalingsgebied De Verbetering onderzocht worden.

1.2 Onderzoekdoel

Vanuit de probleemstelling kan het onderzoekdoel opgesteld worden voor de verbetering van de waterafvoer van bemalingsgebied De Verbetering:

“Hoe moet het watersysteem van het bemalingsgebied De Verbetering ingericht worden, zodat een robuust en toekomstbestendig waterbeheer in het bemalingsgebied ontstaat tot en met het jaar 2050?”

Om een antwoord te vinden op het onderzoekdoel wordt een variantenstudie uitgevoerd waarin verschillende alternatieven voor de inrichting van het watersysteem van het bemalingsgebied worden vergeleken door middel van een kosteneffectiviteitsanalyse (KEA). Hierbij wordt rekening gehouden met regionale ontwikkelingen in het gebied en klimaatverandering.

1.3 Onderzoeksvragen

Om een antwoord te kunnen geven op het onderzoekdoel moeten een aantal stappen doorlopen worden. Deze stappen zijn omgezet in onderzoeksvragen die beantwoord moeten worden om een antwoord te kunnen geven op het onderzoekdoel. Het onderzoekdoel is opgesplitst in vier onderzoeksvragen:

1) Hoe is het bemalingsgebied en het watersysteem momenteel ingericht?

Om het watersysteem te kunnen verbeteren, moet eerst de huidige situatie van het gebied geanalyseerd worden. Hierbij wordt gekeken naar het aanwezige watersysteem, de ruimtelijke inrichting van het gebied, en aanwezige stakeholders. Deze analyse vormt een basis voor mogelijke alternatieven. Ook zal een beleidsanalyse uitgevoerd worden waarin gekeken wordt naar de relevante beleidskaders en visie van belangrijke partijen. Dit vormt een kader waarop de alternatieven kwalitatief beoordeeld kunnen worden.

2) Wat zijn de huidige (2019) en toekomstige (2050) knelpunten in het gebied?

Om de urgentie en omvang van het capaciteitstekort te bepalen, wordt de waterafvoer in de huidige situatie en in 2050 geanalyseerd. Hierbij zal in de huidige situatie de capaciteit van belangrijke kunstwerken in het bemalingsgebied bepaald worden en vervolgens vergeleken wordt met de maatgevende afvoer in de huidige situatie (2019) en in 2050. Dit geeft een duidelijk beeld van de huidige en in de toekomst te verwachten knelpunten in het gebied. Het oplossen van deze knelpunten vormt een harde eis tijdens het opstellen van de alternatieven.

3) Wat zijn alternatieven voor een robuuste en klimaatbestendige inrichting van het watersysteem?

Om de optimale inrichting van een robuust en klimaatbestendig watersysteem te bepalen, zal een set van alternatieven vergeleken worden in een kosteneffectiviteitsanalyse (KEA). Om tot die set van alternatieven te komen, wordt een QuickScan uitgevoerd van alle mogelijke alternatieven (die aan de harde eis voldoen). Hieruit volgt een set van alternatieven die in de KEA meegenomen zal worden.

4) Hoe scoren de alternatieven in een kosteneffectiviteitsanalyse?

Om de alternatieven te kunnen vergelijken, zal een KEA worden uitgevoerd. In de KEA wordt een SSK-raming uitgevoerd waarop de kosten om het alternatief te realiseren gekwantificeerd worden. Ook zal in de KEA gekeken worden naar de maatschappelijke voordelen/nadelen van de alternatieven om zo een integraal beeld van elk alternatief te krijgen.

Door het beantwoorden van deze onderzoeksvragen kan het onderzoeksdoel beantwoord worden en een aanbeveling/advies gegeven worden richting waterschap Noorderzijlvest en Arcadis. In het advies zal vanuit verschillende perspectieven gekeken worden wat het meest gunstige alternatief is. Zo ontstaat een objectief en afgewogen advies waarmee waterschap Noorderzijlvest en Arcadis een keuze kunnen maken.

1.4 Leeswijzer

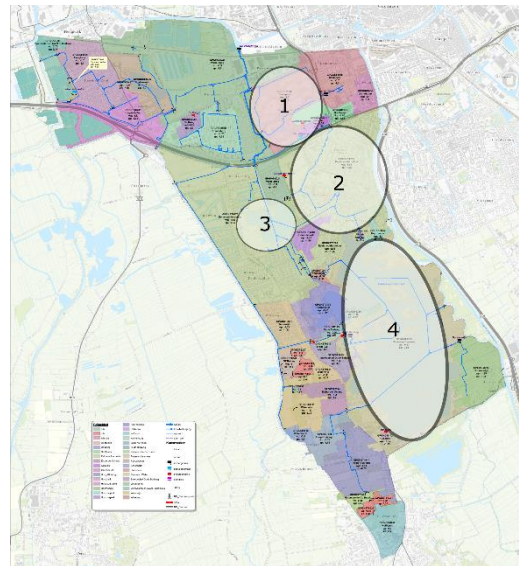
Dit rapport bestaat uit zeven hoofdstukken. Hoofdstuk twee presenteert de ruimtelijke inrichting, het watersysteem en relevante stakeholders van het projectgebied. Hoofdstuk drie presenteert de relevante beleidspunten. Hoofdstuk vier presenteert de knelpunten in het watersysteem in de huidige en toekomstige (2050) situatie. Hoofdstuk vijf presenteert de mogelijke alternatieve inrichtingen van het watersysteem en de set van alternatieven die geanalyseerd zijn. Hoofdstuk zes presenteert de kosteneffectiviteitsanalyse (KEA) waarmee de alternatieven vergeleken zijn. Hoofdstuk zeven presenteert tot slot de conclusie van de KEA en een aanbeveling richting waterschap Noorderzijlvest en Arcadis.

2 Gebiedsomschrijving

Bemalingsgebied De Verbetering (Bijlage A – Peilgebieden in bemalingsgebied De Verbetering) is gelegen ten zuidwesten van de stad Groningen. Het gebied heeft veel verschillende functies. In dit hoofdstuk is de ruimtelijke inrichting en het aanwezige watersysteem uitgelegd. Ook zijn de belangrijkste stakeholders in het gebied toegelicht.

2.1 Ruimtelijke inrichting

Om een duidelijk beeld te krijgen van bemalingsgebied De Verbetering is het gebied beschreven aan de hand van kenmerkende delen van het gebied. In Figuur 2 is een overzicht van de locatie van de belangrijkste gebieden gegeven.



Figuur 2 - Ruimtelijke inrichting bemalingsgebied De Verbetering

2.1.1 Stadspark (1)

Het Stadspark is een van de grootste aaneengesloten groengebieden van de stad ten noorden van de A7. In het stadspark is naast natuur ook een thuisbasis voor veel sportverenigingen: voetbalverenigingen, een drafbaan, een sportpark en atletiekcentrum. Ook bevinden zich er veel voorzieningen, waaronder het Martini Plaza, waar veel evenementen, beurzen en sportwedstrijden worden gehouden (Gemeente Groningen, 2019).

2.1.2 Corpus Den Hoorn (2)

Corpus Den Hoorn is een groot bebouwd gebied gelegen ten zuiden van de A7 en ten westen van de A28. Het gebied bestaat voornamelijk uit woningbouw en industrie. In het gebied liggen veel sportvelden, hotel Groningen Plaza, en het Martini ziekenhuis dat tijdens het hoogwater in 2012 dreigde onder te lopen. Het watersysteem in het gebied is op een duurzame en zo natuurlijk mogelijke manier ingericht (Gemeente Groningen, 2008).

2.1.3 De Piccardthofplas (3)

De Piccardthofplas is een plas van ongeveer 20 hectare. Deze plas is op zijn diepste punt circa 26 meter en is gelegen ten zuiden van de A7. De plas is eigendom van Natuurmonumenten en biedt ruimte aan veel broedvogels. Het streefbeeld van Natuurmonumenten is om een grote rustige plas te hebben waar veel watervogels kunnen rusten. Rondom de plas mag de natuur zijn gang gaan en zal zich op termijn meer bos ontwikkelen (Natuurgebieden in beeld, 2019).

2.1.4 Het Paterswoldsemeer (4)

Het Paterswoldsemeer, bestaande uit het Hoornsemeer en het Paterswoldsemeer, is een waterlichaam gelegen in het zuiden van bemalingsgebied De Verbetering. Het heeft een grootte van 300 hectare en draagt de status 'sterk veranderd laagveengebied'. Het meer ligt op de grens van de provincies Groningen en Drenthe en ligt in de gemeentes Groningen en Tynaarlo. Om die reden is het Meerschapp Paterswolde opgericht, een samenwerkingsverband tussen gemeente Groningen en Tynaarlo. Het Meerschapp is verantwoordelijk voor het dagelijkse management en onderhoud van het Paterswoldsemeer en omgelegen gebieden.

2.1.4.1 Geschiedenis van het Paterswoldsemeer

Het Paterswoldsemeer is ontstaan toen een veengebied genaamd 'Het Neerwold' in de 16^e en 17^e eeuw is afgegraven (Het Meerschapp, 2019). Het originele oppervlak was de helft van het huidige

formaat. In de 20^e eeuw ontstond recreatie in en rondom het meer, begonnen mensen te vissen, zwemmen en zeilen in/op het Paterswoldsemeer. In deze periode zijn de meeste recreatiebedrijven ontstaan die nu nog aanwezig zijn rond het meer. Omdat de stad Groningen zou groeien tot 200.000 inwoners is in 1982 het Paterswoldsemeer samengevoegd met het Hoornsemeer, gelegen ten noorden van het Paterswoldsemeer, en is de Hoornseplas aangelegd zodat een groot recreatiegebied gecreëerd werd. Het laatste grote project rondom het meer was de herinrichting van de noordzijde van het meer, waar de stad en het meer nu samenkomen op een aantrekkelijke manier.

2.1.4.2 Functies van het Paterswoldsemeer

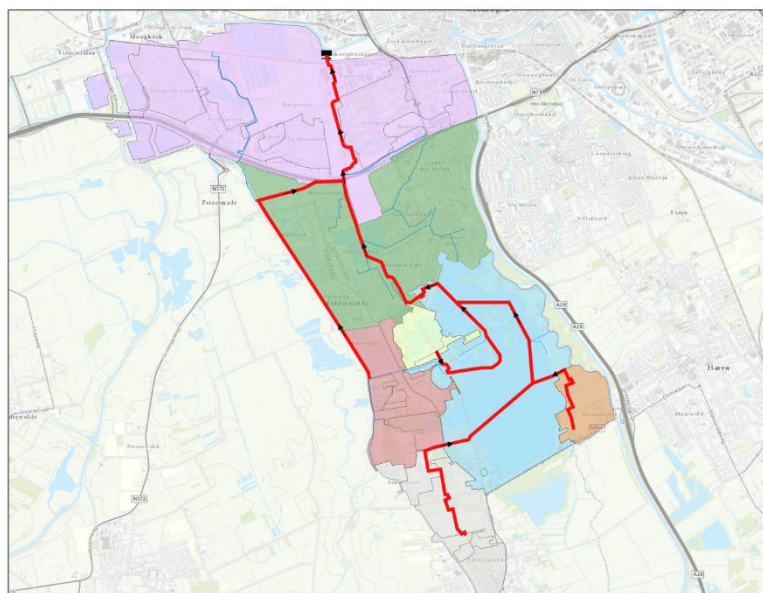
Door de nabijheid van het meer tot de stad Groningen heeft het Paterswoldsemeer een belangrijke recreatieve functie voor omwonenden en toeristen. Rond het meer kunnen mensen wandelen en fietsen en in het meer kunnen mensen zeilen, kanoën, vissen en zwemmen. Daarnaast heeft het meer een agrarische functie, het meer kan water opslaan dat ten tijde van droogte gebruikt kan worden om te irrigeren. Verder speelt het meer een belangrijke rol voor de natuur doordat het meer een leefgebied vormt voor allerlei insect- en diersoorten en een verbinding vormt tussen Natuurnetwerk Nederland (NNN-)gebieden (verder uitgelegd in Beleidskaders).

2.1.4.3 Visie voor het Paterswoldsemeer

Waterschap Noorderzijlvest ziet het Paterswoldsemeer als een belangrijk gebied voor de stad Groningen. Het verzorgt veel verschillende recreatiefuncties en is een toeristische hotspot voor het noorden van Nederland. Om dit in stand te houden, is het van belang dat de KRW-doelstellingen voor het Paterswoldsemeer in 2027 gehaald zijn.

2.2 Watersysteem

De polder bestaat uit 42 peilgebieden variërend van 5 ha tot 460 ha en die wateren allemaal af via gemaal De Verbetering in de Electra boezem. Zodra het water in de boezem is, beweegt het zich bij normale omstandigheden onder vrij verval richting de spuisluizen ten westen van Lauwersoog, waarna het op de Waddenzee wordt geloosd. Het projectgebied van deze studie omvat bemaalingsgebied De Verbetering en alle hierin gelegen peilgebieden. Watertechnisch gezien kan het bemaalingsgebied ruwweg opgedeeld worden in zeven stroomgebieden (Figuur 3). Alle peilgebieden binnen een stroomgebied wateren via één watergang af op het benedenstrooms gelegen stroomgebied. Zo stroomt het water via alle stroomgebieden richting gemaal De Verbetering, waar het water wordt geloosd. Elk stroomgebied is hieronder in detail uitgelegd.



Figuur 3 - zeven stroomgebieden binnen bemaalingsgebied De Verbetering

2.2.1 Paterswolde

Stroomgebied Paterswolde omvat een gedeelte van het dorp Paterswolde, huizen en recreatie aan het Paterswoldsemeer, en de tussen Paterswolde en het Paterswoldsemeer gelegen landbouw (grasland en hoogwaardige tuinbouw). Het gebied bestaat uit zeven peilgebieden die via een gezamenlijke hoofdwatgang via verscheidene stuwen op het Paterswoldsemeer afstromen.

2.2.2 Hoornsedijk

Hoornsedijk heeft een aantal woningen aan de rand staan en landbouw in de rest van het gebied. Het gebied watert af op het Paterswoldsemeer door gemaal Hoornsedijk, gesitueerd aan de noordzijde van het gebied. Gemaal Hoornsedijk is een elektrisch afvoergemaal met één pomp en heeft een maximale capaciteit van 5 m³/min.

2.2.3 Hoornseplas

De Hoornseplas is een ondiepe zwemplas waar veel mensen in de zomer zwemmen. Samen met twee andere peilgebieden watert het af via gemaal Oude Badweg op het Paterswoldsemeer. Gemaal Oude Badweg is een elektrisch afvoergemaal met één pomp en heeft een maximale capaciteit van 5 m³/min.

2.2.4 Paterswoldsemeer

Het Paterswoldsemeer, zoals hiervoor beschreven, heeft een instroom van water van de Hoornsedijk, Hoornseplas en Paterswolde. Aan de oostkant van het gebied is de Nijveensterkolksluis gelegen, een verbinding met het Noord-Willemskanaal dat een hoger waterpeil (+0.53 NAP) voert en in het beheergebied van waterschap Hunze en Aa's ligt. Ten tijde van droogte wordt via deze sluis extra water in het meer gelaten. Ten westen van het meer ligt de Waterwijksluis, een verbinding met Waterwijk, dat een lager waterpeil voert. De Waterwijksluis wordt gebruikt om recreatiebootjes van de aan het water gelegen woningen toegang te verschaffen op het meer, maar is geen afwateringsroute van het meer. Het Paterswoldsemeer (en bovengelegen gebied) stroomt af via de Meerschapsluw richting het beneden gelegen stroomgebied.

2.2.5 Waterswijk

Stroomgebied waterswijk omvat alle peilgebieden gelegen ten westen van het Paterswoldsemeer die niet afwateren op het Paterswoldsemeer maar op de Eelderwolderpolder via een stuw. In het gebied ligt een aan het water gelegen woongebied en het NNN verbindingsnetwerk tussen de Onlanden en het Paterswoldsemeer.

2.2.6 Eelderwolderpolder

Het stroomgebied Eelderwolderpolder is een groot bebouwd gebied met in het midden de Piccardthofplas, een diepe (26 m) plas die een verbindingszone tussen het Paterswoldsemeer en de Peizermade vormt (Natuurgebieden in beeld, 2019). Het hele bovenstrooms gelegen stroomgebied stroomt door de plas richting de Eelderwolderpolderstuw, waar het water de A7 passeert via een duiker.

2.2.7 Noordkant A7

Het gebied boven de A7 leidt al het water van de bovenstrooms gelegen gebieden richting gemaal De Verbetering. In dit gebied ligt veel bebouwing, het stadspark van Groningen, en een groot gebied bestaande uit grasland en open water. Het stadspark biedt mogelijkheid tot berging van water. Gemaal De Verbetering is een elektrisch afvoergemaal met twee pompen en heeft een maximale capaciteit van 160 m³/min.

2.3 Stakeholders

Rondom het meer zijn veel verschillende partijen en individuen aanwezig die een belang hebben bij een bepaalde uitkomst van deze studie. Voor de waterafvoer van het Paterswoldsemeer zijn de vijf belangrijkste stakeholders hier kort toegelicht.

2.3.1 Waterschap Noorderzijlvest

Het KRW-Paterswoldsemeerproject wordt uitgevoerd door waterschap Noorderzijlvest. Binnen dit project werkt het waterschap samen met adviesbureau Arcadis dat de nodige expertise levert. Samen met het Meerschapp Paterswolde vormen zij het kernteam voor dit project. Vanuit het KRW-Paterswoldsemeerproject wil het waterschap een waterafvoer van het Paterswoldsemeer, zodat de waterstand op het meer goed te beheren is.

2.3.2 Meerschapp Paterswolde

Het Meerschapp Paterswolde is een samenwerkingsverband tussen de gemeenten Groningen en Tynaarlo en is belast met het dagelijkse beheer van het gebied rond het Paterswoldsemeer. Het Meerschapp behartigt de belangen op het gebied van recreatie, natuurbescherming en landschapsverzorging. Binnen dit project zal het Meerschapp het onderhoud van de ontworpen watersysteem rond het meer op zich nemen en wil dus graag makkelijk toegankelijke watergangen.

2.3.3 Provincie Groningen en provincie Drenthe

Het projectgebied ligt in de provincies Groningen en Drenthe. De provincies realiseren bij het Paterswoldsemeer een belangrijke verbindingszone tussen twee Natuurnetwerk Nederland (NNN-)natuurgebieden. Beide provincies willen een goed functionerend watersysteem dat past binnen het beleid en de visie van elke provincie.

2.3.4 Prolander

Prolander is een organisatie die in het landelijke gebied van Drenthe en Groningen binnen verscheidene provinciale projecten van ontwerp tot realisatie betrokken is. Hierbij werken zij met de opdracht gevende partij om het project tot een succes te brengen. Binnen dit project zal Prolander betrokken zijn bij de realisatie van de plannen.

2.3.5 Gemeente Groningen en gemeente Tynaarlo

Het projectgebied ligt in de gemeenten Groningen en Tynaarlo. Beide gemeenten willen geen wateroverlast in het gebied en veel toerisme en natuur in het gebied. Hiervoor is een watersysteem dat op orde is belangrijk en beide gemeentes staan dan ook achter dit project.

3 Beleidskader

Het beleid rondom de waterafvoer binnen waterschap Noorderzijlvest en de provincie Groningen heeft een belangrijke invloed op het ontwerp van het watersysteem in bemalingsgebied De Verbetering. In dit hoofdstuk is eerst het beleidskader behandeld en vervolgens de relatie hiervan tot deze studie.

3.1 Beleidskaders

Om een duidelijk en overzichtelijk beeld te creëren van alle beleidskaders zijn de relevante beleidskaders voor een robuust en toekomstbestendig watersysteem in bemalingsgebied De Verbetering samengevat.

3.1.1 Waterbeheer 21^e eeuw (WB21)

“de manier waarop wij nu omgaan met water is niet toereikend voor de toekomst. Dit klemmt te meer als de gevolgen van klimaatverandering, zeespiegelstijging en verdergaande bodemdaling moeten worden opgevangen.” (Teilrooij, 2000). Om de waterhuishouding op orde te krijgen voor de toekomst is een advies over het Waterbeleid voor de 21^e eeuw opgesteld (WB21). In dit advies worden twaalf aanbevelingen opgesteld met als kerngedachte dat het water meer ruimte nodig heeft. De drie aanbevelingen die relevant zijn voor het watersysteem zijn: 1) Geen afwenteling van problemen; 2) verplichte driestapsstrategie vasthouden, bergen, afvoeren toepassen; en 3) ruimte voor water. Alle drie de aanbevelingen zijn hieronder uitgelegd.

3.1.1.1 Geen afwenteling van problemen

Om te voorkomen dat benedenstrooms gelegen gebieden opgezaagd worden met een extra waterbelasting door een verkeerd bovenstrooms waterbeheer is het beleidskader ‘geen afwenteling van problemen’ opgesteld. Er is sprake van afwenteling als een activiteit plaatsvindt in het eigen waterbeheersgebied, waar een ander waterbeheersgebied problemen mee heeft of gaat krijgen. Met natuurlijke waterafvoer naar een benedenstrooms gebied is geen sprake van een activiteit en dus kan er niet gesproken worden van afwenteling (Teilrooij, 2000). Maar wanneer bijvoorbeeld een gemaal wordt geplaatst dat water in een ander stroomgebied loost waardoor dat andere gebied een ongewenste extra waterbelasting krijgt, is er wel sprake van afwenteling.

3.1.1.2 Vasthouden – bergen – afvoeren

De drietrapsstrategie ‘vasthouden – bergen – afvoeren’ is een breed gebruikte aanpak om wateroverlast te voorkomen. In deze strategie zijn de drie stappen:

- water vasthouden in de bodem of het oppervlaktewater van het gebied/watersysteem;
- water bergen in (daarvoor aangewezen) gebieden van het (lokale of regionale) watersysteem;
- water gecontroleerd afvoeren.

Water vasthouden: Bij de eerste stap van de driestapsstrategie is het doel om te voorkomen dat te veel water naar lager gelegen gebieden stroomt. De bodem en/of het oppervlaktewater van hoger gelegen gebieden moeten daarom overtollig water kunnen vasthouden. Dit water kan in de zomer worden gebruikt om watertekorten te voorkomen of om tuinen en (landbouw)gronden te besproeien (Arcadis, 2014).

Water bergen: Als er veel neerslag valt, is het niet altijd mogelijk om het water vast te houden. Zogeheten retentiegebieden vangen het water dan tijdelijk op d.m.v. waterinlaten in deze gebieden. Deze gebieden zijn speciaal ingericht voor het opvangen van water bij hoge waterstanden. Als het waterpeil daalt, komt het gebied weer droog te staan. Het bergen van water in retentiegebieden voorkomt dat er wateroverlast ontstaat in gebieden die verder stroomafwaarts liggen (Arcadis, 2014).

Water afvoeren: Pas als vasthouden of bergen niet helpt, is afvoeren van water een oplossing. In dit soort noodgevallen moeten er watergangen zijn waar het water gecontroleerd doorheen en naar toe kan afstromen (Arcadis, 2014).

3.1.1.3 Ruimte voor water

Om een integraal beleid voor water en ruimte op te stellen, is het mogelijk samenbrengen van functies gewenst. Zo wordt meervoudig ruimtegebruik (retentiegebieden) gestimuleerd en ontstaat een zo optimaal mogelijk gebruik van de strategie ‘vasthouden – bergen – afvoeren’. Dit moet ervoor zorgen dat i.p.v. “water keren” de strategie omgezet wordt naar “water accommoderen” (Waterschap Noorderzijlvest, 2014).

3.1.2 Droge Voeten 2050

Door de effecten van klimaatverandering wordt de kans op extreem natte en droge perioden vergroot, gecombineerd met de bodemdaling door aardgaswinning zorgt dit voor een vergrote kans op wateroverlast en watertekort (afhankelijk of de bodemdaling bovenstrooms/benedenstrooms van een locatie optreedt). Om problemen te voorkomen, zal de waterhuishouding daarom op orde gehouden moeten worden. Om deze redenen heeft waterschap Noorderzijlvest in combinatie met de provincies Groningen en Drenthe de maatregelenstudie “Droge Voeten 2050” (Arcadis, 2014) opgezet om wateroverlast vanuit de boezemsystemen tegen te gaan.

Uit deze maatregelenstudie is gebleken dat er negen maatregelen, gecombineerd met het verhogen van een deel van de huidige kaden gerealiseerd moeten worden om het gewenste veiligheidsniveau te bereiken. Deze maatregelen vallen buiten het bemalingsgebied van De Verbetering, maar zorgen er wel voor dat er geen rekening meer gehouden hoeft te worden met een ‘maaltop’. Bij een maaltop mogen gemalen geen water meer verpompen, om zo tijdens extreme situaties de waterbelasting te verdelen.

3.1.3 Nationaal Bestuursakkoord water

Om het watersysteem in Nederland ‘op orde te krijgen’ is het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) opgesteld. Het NBW heeft landelijk werknormen opgesteld waaraan voldaan moet worden als het gaat om het voorkomen van wateroverlast (Tabel 1). (STOWA, 2004) De normen in Tabel 1 geven aan hoeveel procent van het gebied eens in het gegeven werk criterium mag inunderen. Als aan deze normen voldaan wordt kan het gewenste veiligheid niveau per normklasse gegarandeerd worden.

Tabel 1 – Werknormen regionale wateroverlast (STOWA, 2004)

Normklasse gerelateerd aan grondgebruikstype	Maaiveldcriterium	Basis werk criterium (1/jr)
Grasland	5 procent	1/10
Akkerbouw	1 procent	1/25
Hoogwaardige land- en tuinbouw	1 procent	1/50
Glastuinbouw	1 procent	1/50
Bebouwd gebied	0 procent	1/100

3.1.4 Kaderrichtlijn Water

De Kaderrichtlijn Water (KRW) is een Europese richtlijn die sinds 2000 van kracht is. Alle wateren groter dan 50 hectare en kanalen en beken waarop een gebied van minimaal 1.000 hectare afwatert, vallen onder de KRW en worden KRW-waterlichamen genoemd (van Hoorn, et al., 2014). De Kaderrichtlijn

Water onderscheidt twee doelstellingen voor sterk veranderde en kunstmatige wateren (waar het Paterswoldsemeer onder valt):

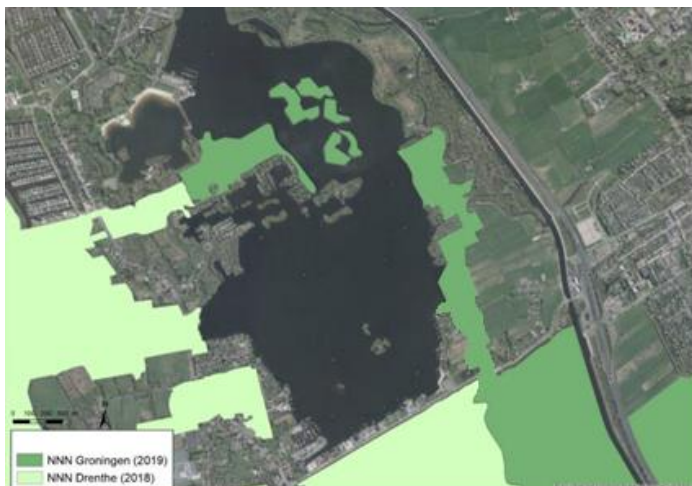
1. Goede Chemische Toestand (GCT)
2. Goed Ecologisch Potentieel (GEP)

De Goede Chemische Toestand (GCT) wordt bepaald door de mate van aanwezigheid van prioritaire en overige stoffen zoals benoemd in de Richtlijn prioritaire stoffen (Europese Unie, 2013). De GCT is behaald als voor al deze stoffen aan de norm wordt voldaan.

Voor de sterk veranderde en kunstmatige wateren moet volgens de KRW voldaan worden aan het Goede Ecologisch Potentieel (GEP). Hieronder vallen de biologische kwaliteitsparameters macrofauna, fytoplankton, macrofyten en vis. Daarnaast vallen hieronder de biologie ondersteunende parameters en de specifiek verontreinigende stoffen. De doelstelling hierin is om weer te voldoen aan de heersende ecologische situatie in 2008 (van Hoorn, et al., 2014). Het GEP is een afgeleide van het Maximaal Ecologisch Potentieel (MEP) waarbij de (economisch) onhaalbare maatregelen achterwege worden gelaten. Hierdoor blijft een haalbaar maatregelenpakket over, dat de waterkwaliteit laat voldoen aan het GEP.

3.1.5 Natuurnetwerk Nederland

Het Natuurnetwerk Nederland (voorheen Ecologische Hoofdstructuur) is het Nederlands netwerk van bestaande en nieuw aan te leggen natuurgebieden. Het netwerk moet natuurgebieden beter verbinden met elkaar en met het omringende agrarische gebied (Rijksoverheid, 2019). Het Paterswoldsemeer vormt een ecologische verbindingzone tussen twee belangrijke NNN-gebieden in Groningen en Drenthe (Figuur 4).



Figuur 4 - NNN Groningen en Drenthe

3.1.6 Natura 2000

Een belangrijk onderdeel van het NNN zijn de Natura 2000-gebieden. Alle Natura 2000-gebieden vormen samen een Europees netwerk van natuurgebieden met belangrijke flora en fauna, gezien vanuit een Europees perspectief. Binnen de provincie Groningen vallen de volgende Natura 2000-gebieden (Provincie Groningen, 2016):

- Waddenzee (inclusief Eems-Dollard);
- Noordzeekust;
- Zuidlaardermeergebied;
- Leekstermeergebied;

- Lieftingsbroek;
- Drentsche Aa;
- Lauwersmeer.

3.1.7 Omgevingsvisie provincie Groningen

In de provincie Groningen is sinds 1 juni 2016 de omgevingsvisie (2016-2021) van kracht (Provincie Groningen, 2016). Hierin wordt gestreefd naar een robuuste waterinrichting om, aanvullend op de primaire keringen, (schade door) overstromingen te voorkomen. Dit gebeurt langs drie sporen:

- ruimtelijke adaptatie: het aanpassen van de inrichting zodat minder schade ontstaat bij overstromingen;
- het waterpeil meer bepalend laten zijn voor de gebiedsfunctie;
- buitendijkse gebieden laten meegroeien met de zeespiegelstijging.

3.1.8 Visie vismigratie 'van Wad tot Aa'

Om ervoor te zorgen dat vissen zich weer vrij door het watersysteem kunnen verplaatsen, is de visie vismigratie 'van Wad tot Aa' door waterschap Hunze en Aa's opgezet, waarin gestreefd wordt naar een vrije vismigratie van de Waddenzee tot de Drentsche Aa. Momenteel zijn er nog veel kunstwerken die niet vispasseerbaar zijn of waarbij de huidige vispassage niet goed functioneert en de vrije migratie van vis belemmerd wordt (van der Pouw Kraan, 2019).

3.2 Relatie van de beleidskaders tot deze studie

Binnen deze studie zal gekeken worden naar het kwantiteitsaspect van het hoofdwatersysteem binnen bemalingsgebied De Verbetering. De kwantiteitsaspecten geven richting aan deze studie. Hierin geven de aanbevelingen van het WB21 in combinatie met klimaatverandering richting aan de inrichting van het watersysteem. Een stationaire NBW-toetsing (maatgevende afvoer) zal richting geven aan de dimensionering van het hoofdwatersysteem en de visie vismigratie 'van Wad tot Aa' bepaalt dat alle kunstwerken langs de route vispasseerbaar moeten worden. Waterkwaliteitsaspecten zoals de Kaderrichtlijn Water (KRW), Natuurnetwerk Nederland en Natura 2000 spelen een leidende rol bij de beoordeling van de effecten per alternatief.

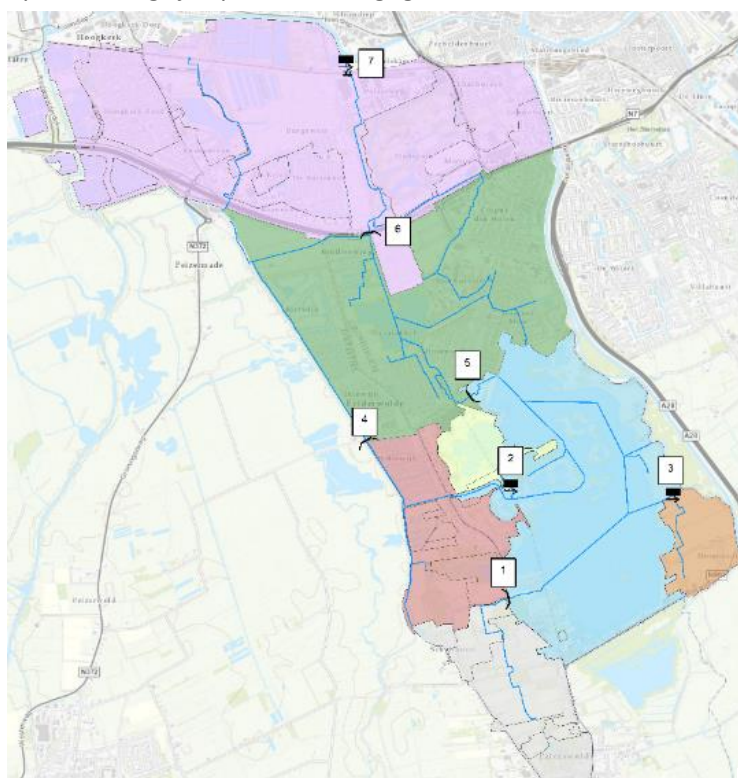
4 Inventarisatie huidige en toekomstige knelpunten

Om de huidige en toekomstige knelpunten van het in 'Watersysteem' hoofdstuk beschreven watersysteem te bepalen, zijn de kunstwerken in dit watersysteem geanalyseerd. Hierbij wordt de capaciteit van de kunstwerken vergeleken met de maatgevende afvoer die via het kunstwerk afgevoerd moet worden.

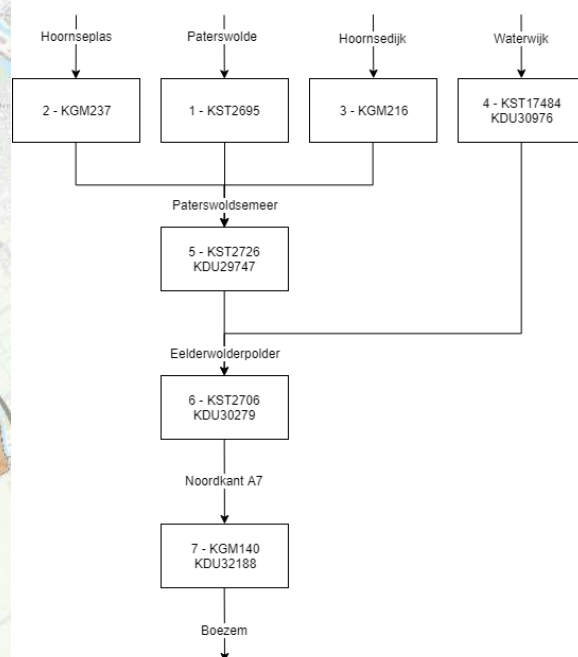
Om deze analyse uit te voeren, zijn eerst de belangrijkste kunstwerken bepaald met bijbehorende capaciteit. Vervolgens zijn de bekende regionale ontwikkelingen tussen nu (2019) en 2050 toegelicht om de verwachte maatgevende afvoer per stroomgebied in 2050 te bepalen. Door de capaciteit van de kunstwerken en de maatgevende afvoer te vergelijken, zijn de knelpunten in het projectgebied bepaald. Bij het opstellen van de alternatieven moeten deze knelpunten opgelost worden.

4.1 Belangrijke kunstwerken in het watersysteem

Het watersysteem met belangrijke punten van bemalingsgebied De Verbetering is te zien in Figuur 5. In Figuur 6 is een schematische weergave van de afwateringsroute en de ID-code¹ van de kunstwerken op de belangrijke punten weergegeven.



Figuur 5 - Belangrijke kunstwerken in bemalingsgebied De Verbetering



Figuur 6 - Schematische weergave van de afwateringsroute

4.1.1 Capaciteit berekening van kunstwerken in het watersysteem

Om de capaciteit van alle kunstwerken in het huidige watersysteem te bepalen, is gebruik gemaakt van formules uit het cultuurtechnisch vademecum (Werkgroep Herziening Cultuurtechnisch vademecum, 1988). De uitleg van de formules en uitwerking voor alle kunstwerken is gegeven in Bijlage B – Berekening van kunstwerken en watergangen

¹ KGM = gemaal, KST = stuw, KDU = duiker

4.1.1.1 Duikers

Om de capaciteit van de duikers te bepalen, is formule 1 gebruikt. Deze formule berekent de capaciteit van duikers, bruggen, onderleiders en hevels.

$$Q = \mu * A * \sqrt{2 * g * z} \quad (1)$$

Waarin Q het debiet door een duiker is, μ de weerstandscoefficient is, A het natte oppervlakte is, g de versnelling van de zwaartekracht is, en z de opstuwing voor de duiker. Met deze formule is de capaciteit van de aanwezige duikers bij de in Figuur 6 aangewezen punten bepaald. De uitkomsten hiervan zijn weergegeven in Tabel 2

Tabel 2 - Capaciteit berekening duikers

Duiker (nr.)	Breedte (m)	Hoogte (m)	Lengte (m)	Capaciteit (m ³ /s)
4 (rond)	0,8	0,8	12	0,19
5 (rechthoekig)	1,5	1	12	0,63
6 (rechthoekig)	3,5	1,5	37	1,91
7 (rechthoekig)	4	4	9	2,52

4.1.1.2 Stuwen

Om de capaciteit van de stuwen in het gebied te bepalen, is formule 2 gebruikt. Waarin de snelheid- en afvoercoëfficiënt vervangen zijn door één coëfficiënt 'm'.

$$Q = 1,7 * m * b * h_s^{\frac{2}{3}} \quad (2)$$

Waarin Q het debiet over de stuw is, m de coëfficiënt afhankelijk van de vorm van de stuw, b de breedte van de stuw, en h_s de overstorthoogte is. Met deze formule is de capaciteit van de aanwezige stuwen bij de in Figuur 6 aangewezen punten bepaald. De uitkomsten hiervan zijn weergegeven in Tabel 3

Tabel 3 - Capaciteit berekening stuwen

Stuw (nr.)	Breedte (m)	Overstorthoogte (m)	Capaciteit (m ³ /s)
1 (vast)	3,00	0,19	0,47
4 (vast)	2,00	0,32	0,68
5 (vast)	2,00	0,05	0,04
6 (automatisch)	3,50	0,25	0,83

4.1.1.3 Gemalen

De ontwerpcapaciteit van de gemalen in het gebied is bekend. Er wordt aangenomen dat de gemalen nog werken volgens ontwerpcapaciteit. De capaciteit voor de in Figuur 6 aangegeven gemalen is weergegeven in Tabel 4

Tabel 4 - Capaciteit berekening gemalen

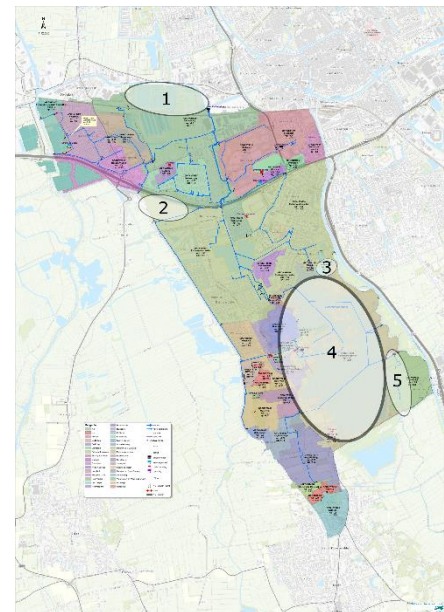
Gemaal	Capaciteit (m ³ /minuut)	Capaciteit (m ³ /s)
2 (Oude Badweg)	15	0,25
3 (Hoornsedijk)	5	0,08
7 (De Verbetering)	160	2,67

4.2 Regionale ontwikkelingen

Binnen het watersysteem lopen momenteel verscheidene projecten en initiatieven. Veel van deze ontwikkelingen hebben invloed op het waterbeheer in het gebied. Om een duidelijk beeld te krijgen van alle ontwikkelingen in het gebied zijn de vijf grootste ontwikkelingen in Figuur 7 aangegeven en kort behandeld.

4.2.1 Project westrand (1)

In dit project werken waterschap Noorderzijlvest en de gemeente Groningen samen aan een waterstructuurplan voor het deels nog in te richten woongebied aan de westrand van Groningen. Een gedeelte van dit project valt in bemalingsgebied De Verbetering waarbij het voormalige gebied van de suikerfabriek wordt omgezet in een woongebied met veel groen en open water. Met deze ontwikkeling wordt een gebied van $\pm 0.5 \text{ km}^2$ afgekoppeld van bemalingsgebied De Verbetering en zal direct afwateren op het Hoendiep. Dit project zorgt voor een afname in de benodigde afvoer van gemaal De Verbetering, die mogelijk de extra waterafvoer door klimaatverandering kan opvangen.



Figuur 7 - Regionale ontwikkelingen

4.2.2 Business park Eelderwolde Ter Borch (2)

In het westen van het projectgebied, vlak onder de A7, wordt businesspark Eelderwolde Ter Borch momenteel gerealiseerd (gemeente Tynaarlo, 2019). In dit project wordt een driedelig businesspark bestaande uit een snelwegprogramma, bedrijvenpark en een woon-werkgedeelte met in het gehele businesspark een ruime en groene opzet gerealiseerd. Conform het rapport Waterhuishouding Ter Borch en de notitie Water en ruimte van het waterschap Noorderzijlvest is 10% van het toegenomen verharde oppervlak en dakoppervlak gecompenseerd in oppervlaktewater. In totaal is er 13.398 m^2 oppervlaktewater in de vorm van watergangen gerealiseerd.

4.2.3 Project Meerplan (3)

In dit project werkt hotel Groningen Plaza aan het uitgraven van het meer, zodat het hotel pal aan het meer komt te liggen. Hierbij wordt een boulevard tussen het hotel en het meer gerealiseerd met een tweetal steigers waar bootjes kunnen aanmeren. Dit project zorgt voor een vergroting van het oppervlaktewater, die verwaarloosbaar is ($\pm 0.007 \text{ km}^2$), maar er moet wel rekening mee gehouden worden in de analyse voor alternatieve afvoerroutes.

4.2.4 KRW maatregelen Paterswoldsemeer (4)

Zoals in hoofdstuk 1 beschreven, maakt deze studie deel uit van het project KRW-maatregelen Paterswoldsemeer (Waterschap Noorderzijlvest, 2015). In dit project wordt gestreefd om de kwaliteit van het meer weer te laten voldoen aan de KRW-normen. Binnen het project zijn drie deelopdrachten. Deelopdracht 1 is een peilaanpassing van het Paterswoldsemeer en het beperken van gebiedsvreemd water. Hierin wordt het peil veranderd om beter overeen te komen met de natuurlijke cyclus van planten en dieren in het gebied. Deelopdracht 2 is het verwijderen van slib en de realisatie van moeraszones. Hierin wordt opwervend slib verwijderd, dat een troebel meer veroorzaakt, en wordt een moeraszone aangelegd om een leefgebied voor waterflora en -fauna te creëren en de natuurlijke zuiverende werking van het meer te bevorderen. Deelopdracht 3 is het verbeteren van de waterafvoer van de Hoornsedijk en het Paterswoldsemeer. Onder deze deelopdracht valt deze studie, echter is de

deelopdracht vergroot naar het verbeteren van de waterafvoer van heel bemalingsgebied De Verbetering.

4.2.5 Ecologische Verbindingszone Paterswoldsemeer (5)

In dit project werken waterschap Noorderzijlvest en Arcadis samen aan een ecologische verbindingszone (EVZ), die tussen grote NNN-natuurgebieden in centraal Groningen en de kop van Drenthe gerealiseerd wordt. De EVZ Paterswoldsemeer loopt vanaf de westzijde van het Paterswoldsemeer, via eilandjes in het meer, langs de oostoever van het meer naar het zuiden, waar de Drentse Aa uitmondt in de Schipsloot. Dit project zorgt ervoor dat een mogelijke afwateringsroute van het Paterswoldsemeer door dit gebied geen belemmering mag veroorzaken voor de EVZ.

Onderdeel van dit project is project Lage Wal, waarin een vooroever met kade en daarachter een op de natuur ingericht gebied met vochtig grasland en moerasrijke sloten momenteel gerealiseerd wordt. Op de kade ligt een fietspad. De sloten staan in meer of mindere mate in open verbinding met het meer. Waar het fietspad deze verbinding(en) kruis(en)t, komt een brug of duiker. De realisatie van deelgebied Lage Wal is gestart in het voorjaar van 2019 (Arcadis, 2019).

4.3 Maatgevende afvoer

Om een toekomstgerichte hoofdwatersysteem van het bemalingsgebied te ontwerpen, moet rekening gehouden worden met de effecten van klimaatverandering in Nederland. Om de effecten van klimaatverandering inzichtelijk te maken, heeft het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) klimaatscenario's opgesteld voor Nederland. Deze KNMI'14-klimaatscenario's (2014) vertalen de onderzoeksresultaten voor het wereldwijde klimaat uit het IPCC rapport (IPCC Working Group, 2013) naar Nederland. De KNMI'14-scenario's beschrijven samen de hoekpunten waarbinnen de klimaatverandering in Nederland zich, volgens de nieuwste inzichten, waarschijnlijk zal voltrekken (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, 2019). Er zijn vier verschillende scenario's waarin de wereldwijde temperatuurstijging en de mogelijke verandering van het luchtstromingspatroon in verschillende mate veranderen. Hierop worden door het KNMI verwachtingen gegeven voor de verandering in het Nederlandse klimaat rond 2030, 2050, en 2085 ten opzichte van het klimaat in de periode 1981-2010. Waterschap Noorderzijlvest heeft deze klimaatscenario's omgezet naar maatgevende afvoeren voor de provincie Groningen en Drenthe.

De maatgevende afvoer is een afvoer die in een gemiddeld jaar één keer optreedt ($T=1$). Tijdens het inrichten van een watersysteem moeten alle kunstwerken en watergangen in een gebied een constante maatgevende afvoer kunnen verwerken. De maatgevende afvoer moet niet verward worden met de werknormen van het NBW. In het NBW wordt namelijk met intensiteiten gewerkt tot $T=100$. Echter hebben deze intensiteiten altijd een bepaalde duur die vaak verschilt. Zo kan het 100 mm per uur regenen gedurende één uur of 60 mm per uur gedurende twee uur. Beide kunnen een kans van voorkomen hebben van $T=100$. Om uniformiteit in het ontwerp van de kunstwerken en watergangen te krijgen, is de maatgevende afvoer opgesteld. Om deze reden zal in deze studie verder rekening gehouden worden met de maatgevende afvoer en niet de NBW-werknormen.

De maatgevende afvoer is opgesteld per provincie en maakt onderscheid tussen landelijk en stedelijk gebied. Het projectgebied ligt in de provincies Groningen en Drenthe, die een verschillende maatgevende afvoer hanteren. In Tabel 5 zijn de gehanteerde maatgevende afvoeren van de provincies Groningen en Drenthe te zien voor de huidige en toekomstige situatie.

Tabel 5 - Gehanteerde maatgevende afvoeren (L/s/ha) voor Groningen en Drenthe (Waterschap Noorderzijlvest, 2018)

Groningen (2019)	Groningen (2050)	Drenthe (2019)	Drenthe (2050)
------------------	------------------	----------------	----------------

<i>Maatgevende afvoer (landelijk)</i>	1,33	1,55	1,20	1,40
<i>Maatgevende afvoer (stedelijk)</i>	1,33	1,33	1,20	1,20

De maatgevende afvoer voor landelijk gebied in 2050 is bepaald met het KNMI'14 2050 scenario. De maatgevende afvoer voor het stedelijk gebied blijft constant doordat er een verordening opgesteld is waarin staat dat het door ontwikkelingen toegenomen verhard oppervlak voor 10% gecompenseerd moet worden met open water. Dit zorgt ervoor dat de maatgevende afvoer 1,33 l/s/ha blijft in Groningen en 1,20 l/s/ha in Drenthe.

Om volgens de strengste norm te toetsen en aangezien het grootste gedeelte van het projectgebied in de provincie Groningen ligt, wordt de maatgevende afvoer van de provincie Groningen gebruikt. Binnen het projectgebied liggen landelijke en stedelijke gebieden. Per stroomgebied is bepaald of het merendeels landelijk of stedelijk gebied is en is de corresponderende maatgevende afvoer toegepast.

4.3.1 Stroomgebieden

De zeven stroomgebieden (Figuur 3) hebben een gezamenlijk oppervlak van 2000 ha. Per stroomgebied is aangegeven wat het oppervlak van dat stroomgebied is en hoe dit gecombineerd met de huidige/toekomstige maatgevende afvoer voor een afvoer bij de in Figuur 6 benoemde punten zorgt. De uitkomst hiervan is weergegeven Tabel 6.

Tabel 6 - Afvoer van de zeven stroomgebieden

Stroomgebied	Oppervlakte (ha)	Maatgevende afvoer (L/s/ha)		Afvoer (m³/s)	
		2019	2050	2019	2050
<i>Paterswolde</i>	152,76	1,33	1,55	0,20	0,24
<i>Hoornseplas</i>	45,55	1,33	1,55	0,06	0,07
<i>Hoornsedijk</i>	58,70	1,33	1,55	0,08	0,09
<i>Waterwijk</i>	151,19	1,33	1,33	0,20	0,20
<i>Paterswoldsemeer</i>	426,30	1,33	1,55	0,57	0,66
<i>Eelderwolderpolder</i>	484,35	1,33	1,33	0,64	0,64
<i>Noorden van de A7</i>	753,07	1,33	1,33	1,00	1,00

4.4 Knelpunten in het watersysteem

Nu de maatgevende afvoer en de capaciteit van de kunstwerken langs de route bekend is, kan gekeken worden of er zich knelpunten bevinden in het gebied. Dit is gedaan door de capaciteit van de kunstwerken te vergelijken met de maatgevende afvoer op dat punt in de huidige en toekomstige situatie (Tabel 7). Bij de maatgevende afvoer voor punt 5, 6, en 7 zijn meerdere stroomgebieden opgeteld, omdat die allemaal via die route afwateren (Figuur 3).

Tabel 7 - Knelpunten in het watersysteem

Punt	Kleinste capaciteit (m³/s)	Afvoer langs het punt 2019 (m³/s)	Afvoer langs het punt 2050 (m³/s)	Knelpunt in 2019?	Knelpunt in 2050?
1	0,47 (stuw)	0,20	0,24	Nee	Nee
2	0,25 (gemaal)	0,06	0,07	Nee	Nee
3	0,08 (gemaal)	0,08	0,09	Bijna	Ja
4	0,19 (duiker)	0,20	0,20	Ja	Ja
5	0,04 (stuw)	0,91	1,06	Ja	Ja
6	0,83 (stuw)	1,75	1,90	Ja	Ja
7	2,52 (duiker)	2,76	2,90	Ja	Ja

In de huidige situatie in Tabel 7 is te zien dat punt 4, 5, 6, en 7 een knelpunt is en punt 3 bijna. Al deze punten zijn benedenstrooms van het Paterswoldsemeer. In 2050 zijn dezelfde punten nog steeds knelpunten, alleen is punt 3 nu ook een knelpunt. Hieruit wordt duidelijk dat al veel van de problemen in 2050 ook in de huidige situatie al aanwezig zijn. Dit betekent dat het van groot belang is om de knelpunten nu aan te pakken aangezien die over de tijd alleen maar groter zullen worden.

Het gemaal bij punt 3 moet voor het project 'Ecologische verbindingszone Paterswoldsemeer' verplaatst worden, hierbij zal onderzoek gedaan worden naar de benodigde capaciteit van het gemaal. Door deze ontwikkeling zal de benodigde uitbreiding van dit gemaal niet meegenomen worden in deze variantenstudie.

Uit de analyse wordt duidelijk dat de capaciteitsproblemen van het watersysteem in de stroomgebieden 4 t/m 7 optreden. Om een robuust en toekomstbestendig watersysteem in bemalingsgebied De Verbetering te creëren moeten deze knelpunten in de alternatieven opgelost worden.

5 Alternatieven

In totaal zijn er acht alternatieven voor de verbetering van het watersysteem opgesteld, die de verwachte maatgevende afvoer in 2050 kunnen verwerken. Aan de hand van een QuickScan is vervolgens voor elk alternatief een keuze gemaakt of die meegenomen zal worden in de uitgebreide kosteneffectiviteitsanalyse (KEA). Voor de alternatieven die meegenomen worden in de KEA is vervolgens uitgewerkt welke aanpassingen nodig zijn om het alternatief te realiseren.

5.1 QuickScan

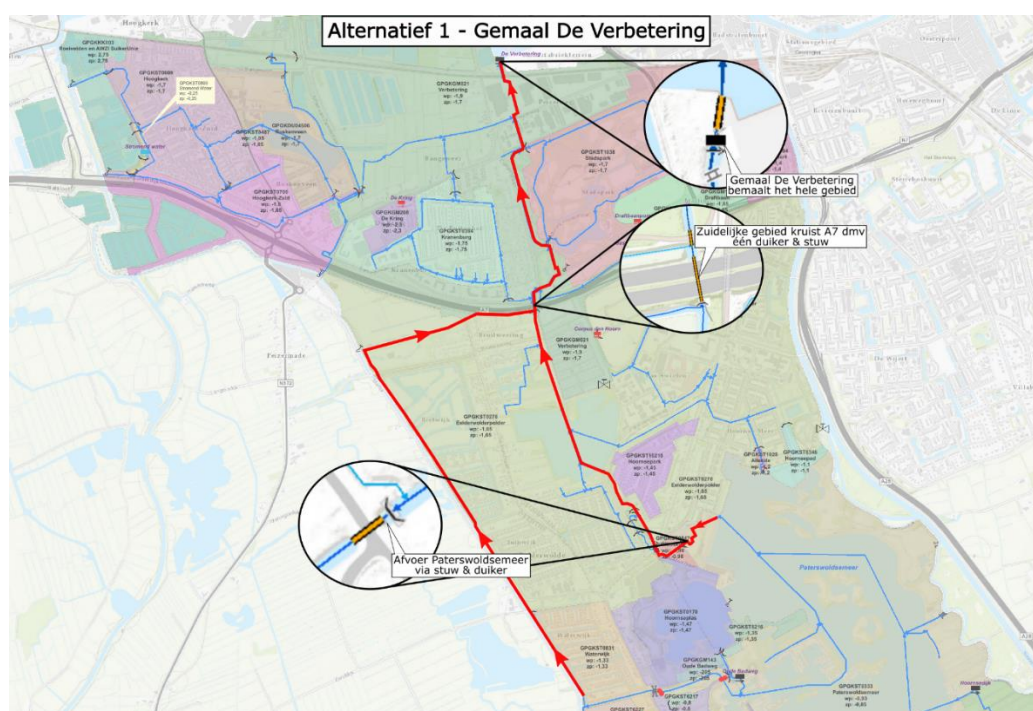
In de QuickScan is voor elk alternatief een globale evaluatie uitgevoerd van de belangrijkste kenmerken, sterktes, zwaktes, en de risico's en onzekerheden. De belangrijkste kenmerken van de route zijn gebaseerd op de aanwezige/benodigde kunstwerken. De sterktes en zwaktes zijn gebaseerd op de belangrijkste kenmerken. De mogelijke risico's en onzekerheden zijn gebaseerd op de verwachte benodigde ingrepen die voorkomen uit de bekende regionale ontwikkelingen en de effecten van klimaatverandering.

5.1.1 Alternatief 1 – Gemaal De Verbetering

In dit alternatief (Figuur 8) is de inrichting van het huidige hoofdwatersysteem behouden. Hierbij wordt gekeken of met een aantal aanpassingen het huidige hoofdwatersysteem de verwachte maatgevende afvoer in 2050 aan kan. De belangrijke kenmerken, sterktes, zwaktes, en risico's en onzekerheden van alternatief 1 zijn weergegeven in Tabel 8.

Tabel 8 - Belangrijke kenmerken, sterktes, zwaktes, en risico's en onzekerheden van alternatief 1

Belangrijke kenmerken	Totaal	Nog te realiseren
Gemalen	1	0
Stuwen	4	0
Duikers	11	0
Lengte hoofdwatersysteem	4,9 km	0 km
Vispasseerbaar te maken kunstwerken	3 stuwen 1 gemaal	3 stuwen 1 gemaal
Sterktes		
Het hoofdwatersysteem loopt voornamelijk door natuur- en industrieel gebied.		
Zwaktes		
Het hoofdwatersysteem kruist het spoor d.m.v. een bestaande brug.		
Langs het hoofdwatersysteem moet rekening gehouden worden met de mogelijke aanleg van een beheer- en onderhoudspad.		
Het hoofdwatersysteem kruist de A7 d.m.v. een duiker.		
Risico's en onzekerheden		
Als de capaciteit van het gemaal vergroot moet worden, dan moet de duiker aan de uitstroomzijde ook vergroot worden.		
Als de duiker onder de A7 vergroot moet worden, kan dit veel extra (onverwachte) kosten met zich meebrengen.		
Als de duiker onder het spoor vergroot moet worden, kan dit veel extra (onverwachte) kosten met zich meebrengen.		



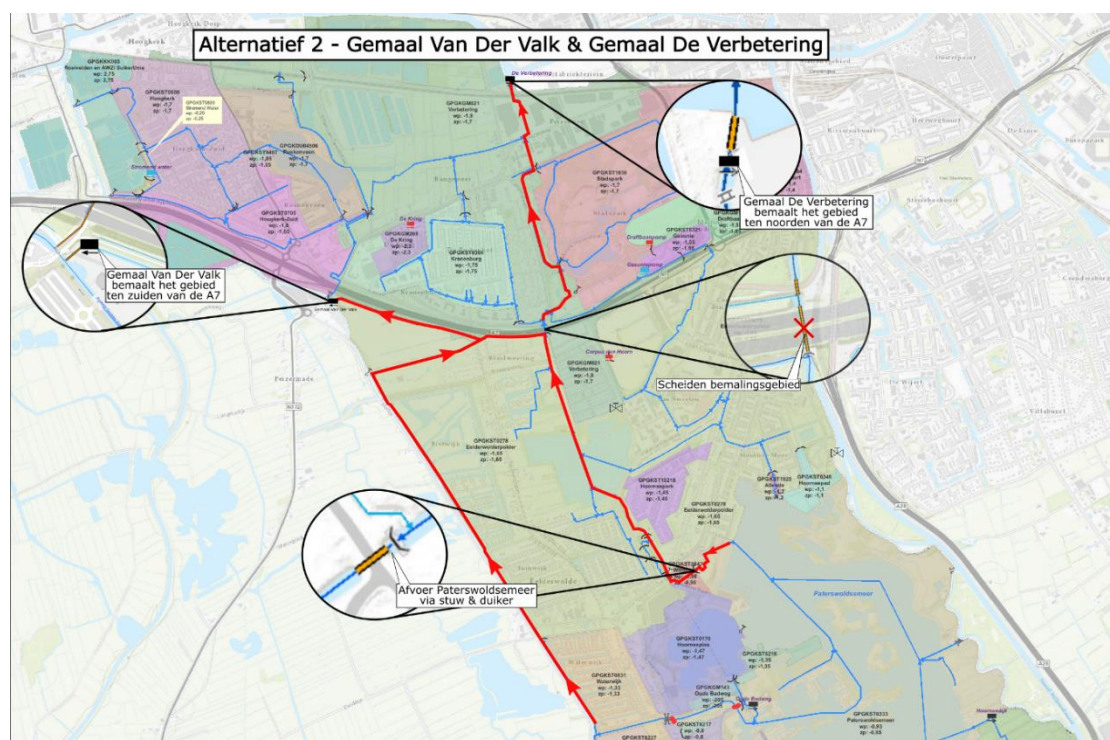
Figuur 8 - Alternatief 1 - Gemaal De Verbetering

5.1.2 Alternatief 2 – Gemaal Van Der Valk & Gemaal De Verbetering

In dit alternatief (Figuur 9) is het hoofdwatersysteem opgesplitst langs de A7. Hierdoor ontstaat een hoofdwatersysteem ten noorden van de A7 dat via gemaal De Verbetering afwatert op de boezem, en een hoofdwatersysteem ten zuiden van de A7 dat via een gemaal nabij hotel Van Der Valk afwatert op dezelfde boezem. De belangrijke kenmerken, sterktes, zwaktes, en risico's en onzekerheden van alternatief 2 zijn weergegeven in Tabel 9.

Tabel 9 - Belangrijke kenmerken, sterktes, zwaktes, en risico's en onzekerheden van alternatief 2

Belangrijke kenmerken	Totaal	Nog te realiseren
Gemalen	2	1
Stuwen	3	0
Duikers	11	1
Lengte hoofdwatersysteem	6,4 km	1,0 km
Vispasseerbaar te maken kunstwerken	2 stuwen 2 gemalen	2 stuwen 2 gemalen
Sterktes		
De waterafvoer kruist de A7 niet.		
Het watersysteem ten noorden van de A7 wordt ontlast.		
Zwaktes		
De afvoerroute kruist het spoor d.m.v. een bestaande brug.		
Langs de afvoerroute moet rekening gehouden worden met de mogelijke aanleg van een beheer- en onderhoudspad.		
Risico's en onzekerheden		
Het realiseren en onderhouden van twee kleinere gemalen kan duurder uitvallen dan het realiseren en onderhouden van één groter gemaal.		
Naast de locatie van het nieuwe gemaal wordt een businesspark gerealiseerd, er is mogelijk geen ruimte voor de nieuwe watergang en het gemaal.		



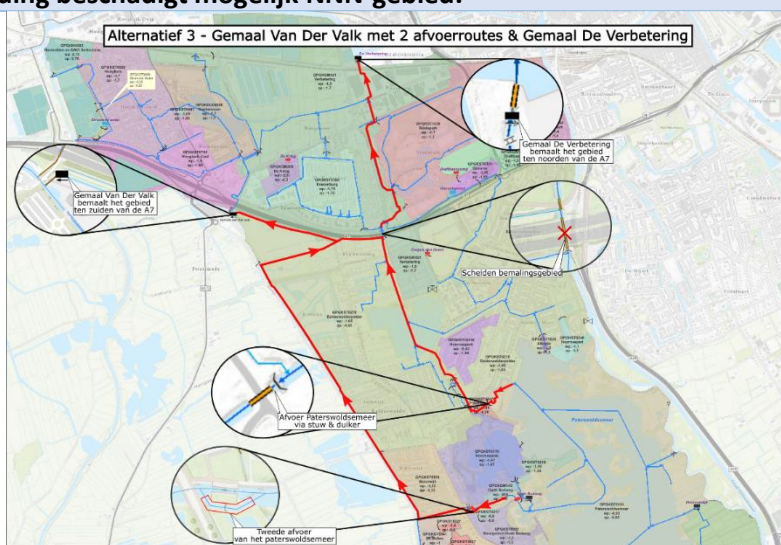
Figuur 9 - Alternatief 2 - Gemaal Van Der Valk & Gemaal De Verbetering

5.1.3 Alternatief 3 – Gemaal Van Der Valk met 2 afvoerroutes & Gemaal De Verbetering

In dit alternatief (Figuur 10) is het hoofdwatersysteem op dezelfde manier als in alternatief 2 opgesplitst. Het verschil met alternatief 2 is dat in het hoofdwatersysteem ten zuiden van de A7 een extra verbinding met het Paterswoldsemeer ter hoogte van de waterwijktocht gerealiseerd is. Hiervoor moet parallel aan de Waterwijksluis een stuw met verbindingswatergang gerealiseerd worden. Hiermee wordt de waterbelasting vanaf het Paterswoldsemeer verdeeld over twee watergangen. De belangrijke kenmerken, sterktes, zwaktes, en risico's en onzekerheden van alternatief 3 zijn weergegeven in Tabel 10.

Tabel 10 - Belangrijke kenmerken, sterktes, zwaktes, en risico's en onzekerheden van alternatief 3

Belangrijke kenmerken	Totaal	Nog te realiseren
Gemalen	2	1
Stuwen	4	1
Duikers	11	1
Lengte hoofdwatersysteem	10,2 km	1,1 km
Vispasseerbaar te maken kunstwerken	4 stuwen 2 gemalen	4 stuwen 2 gemalen
Sterktes		
De waterafvoer kruist de A7 niet.		
Het watersysteem ten noorden van de A7 wordt ontlast.		
Zwaktes		
De afvoerroute kruist het spoor d.m.v. een bestaande brug.		
Door de extra verbinding moet de Eelderwoldersloot meer onderhouden worden, wat extra beheer- en onderhoudskosten met zich meebrengt.		
De extra verbinding met het Paterswoldsemeer loopt door natuurgebied.		
De Eelderwoldersloot kan niet vergroot door nutsleidingen parallel aan de watergang.		
Langs de afvoerroute moet rekening gehouden worden met de mogelijke aanleg van een beheer- en onderhoudspad.		
Risico's en onzekerheden		
Het realiseren en onderhouden van twee kleinere gemalen kan duurder uitvallen dan één groter gemaal.		
Naast de locatie van het nieuwe gemaal wordt een businesspark gerealiseerd, er is mogelijk geen ruimte voor de nieuwe watergang en het gemaal.		
De extra verbinding beschadigt mogelijk NNN-gebied.		



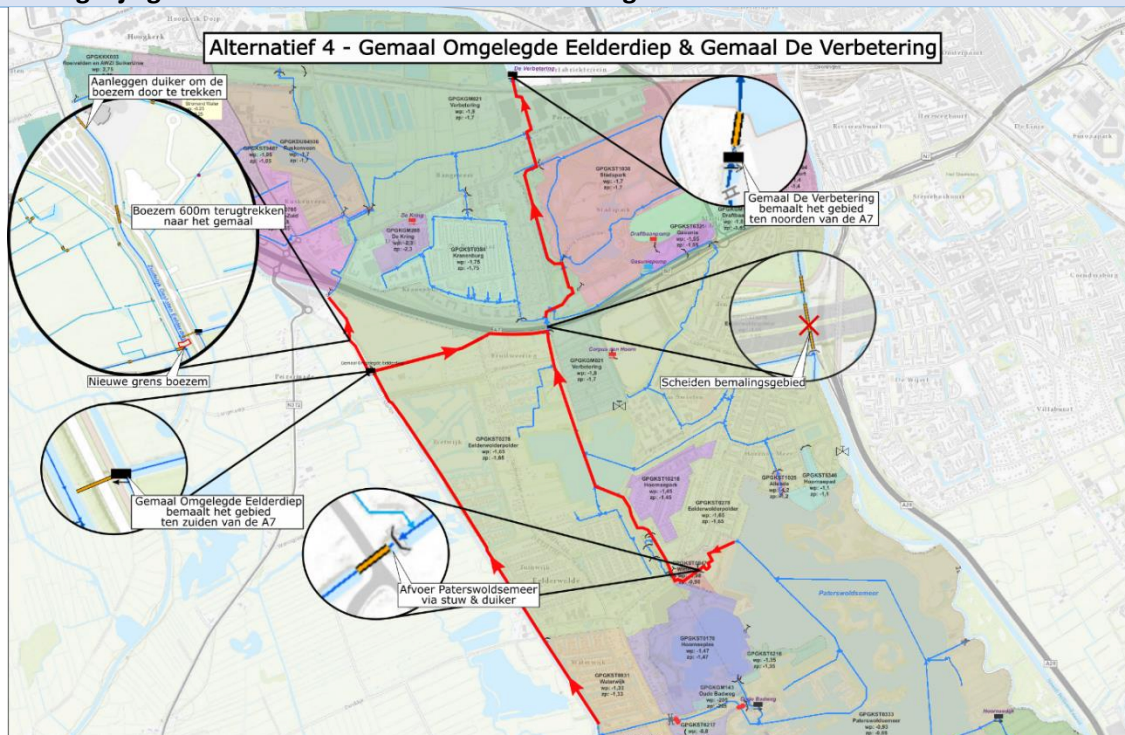
Figuur 10 - Alternatief 3 - Gemaal Van Der Valk met 2 afvoerroutes & Gemaal De Verbetering

5.1.4 Alternatief 4 – Gemaal Omgelegde Eelderdiep & Gemaal De Verbetering

In dit alternatief (Figuur 11) is het hoofdwatersysteem op dezelfde manier als in alternatief 2 opgesplitst. Het verschil met alternatief 2 is dat het gemaal ten zuiden van de A7 aan het Omgelegde Eelderdiep is geplaatst. Hiervoor moet de boezem 600 m teruggetrokken worden. De belangrijke kenmerken, sterktes, zwaktes, en risico's en onzekerheden van alternatief 3 zijn weergegeven in Tabel 11.

Tabel 11 - Belangrijke kenmerken, sterktes, zwaktes, en risico's en onzekerheden van alternatief 4

Belangrijke kenmerken	Totaal	Nog te realiseren
Gemalen	2	1
Stuwen	2	3
Duikers	13	2
Lengte hoofdwatersysteem	6,3 km	0 km
Vispasseerbaar te maken kunstwerken	2 stuwen 2 gemalen	2 stuwen 2 gemalen
Sterktes		
De waterafvoer kruist de A7 niet.		
Het watersysteem ten noorden van de A7 wordt ontlast.		
De afvoerroute kruist het spoor d.m.v. een bestaande brug.		
Zwaktes		
Er moet een verbinding gemaakt worden met de boezem d.m.v. een duiker.		
De boezem moet 600 m teruggetrokken worden.		
Langs de afvoerroute moet rekening gehouden worden met de mogelijke aanleg van een beheer- en onderhoudspad.		
Risico's en onzekerheden		
Het realiseren en onderhouden van twee kleinere gemalen kan duurder uitvallen dan één groter gemaal.		
Er is mogelijk geen ruimte om de boezem 600 m terug te trekken.		



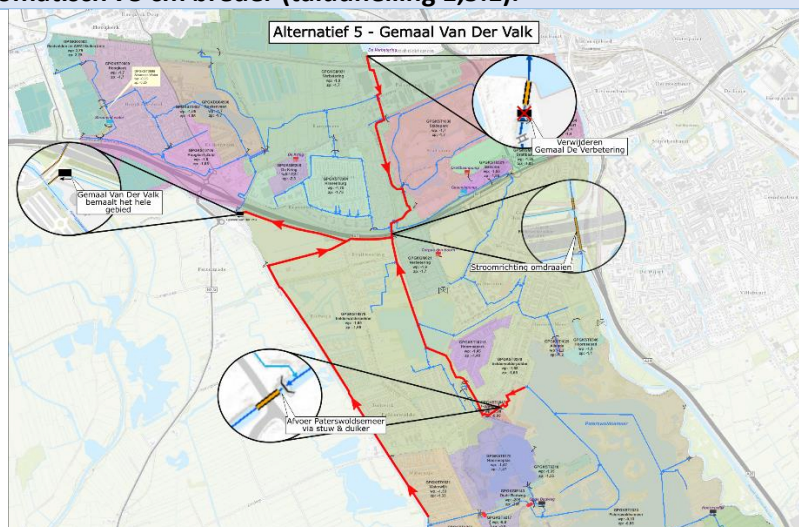
Figuur 11 - Alternatief 4 - Gemaal Omgelegde Eelderdiep & Gemaal De Verbetering

5.1.5 Alternatief 5 – Gemaal Van Der Valk

In dit alternatief (Figuur 12) is het huidige gemaal verwijderd en een nieuw gemaal geplaatst nabij een Van Der Valk hotel. Hierdoor moet de stroomrichting van het watersysteem ten noorden van de A7 omdraaien. Ook moet de watergang parallel aan de A7 een waterpeil krijgen van -1,90 m NAP i.p.v. -1,65 m NAP om het watersysteem ten noorden van de A7 te kunnen afvoeren. De belangrijke kenmerken, sterktes, zwaktes, en risico's en onzekerheden van alternatief 3 zijn weergegeven in Tabel 12.

Tabel 12 - Belangrijke kenmerken, sterktes, zwaktes, en risico's en onzekerheden van alternatief 5

Belangrijke kenmerken	Totaal	Nog te realiseren
Gemalen	1	1
Stuwen	5	2
Duikers	11	1
Lengte hoofdwatersysteem	6,4 km	1,0 km
Vispasseerbaar te maken kunstwerken	3 stuwen 1 gemaal	3 stuwen 1 gemaal
Sterktes		
De waterafvoer kruist de A7 in tegenovergestelde richting, waardoor de benodigde capaciteit van de duiker omlaag kan.		
Het watersysteem ten noorden van de A7 wordt ontlast.		
Zwaktes		
De watergang in de hoofdwatersysteem parallel aan de A7 moet een waterpeil van -1,90 m NAP i.p.v. -1,65 m NAP krijgen.		
De afvoerroute kruist het spoor d.m.v. een bestaande brug.		
De Eelderwolderpolderstuw moet verwijderd worden.		
Er moet een nieuwe stuw in de havensloot en in de woldsloot gerealiseerd worden, zodat de nieuwe watergang een ander peil kan voeren.		
Langs de afvoerroute moet rekening gehouden worden met de mogelijke aanleg van een beheer- en onderhoudspad.		
Risico's en onzekerheden		
Naast de locatie van het nieuwe gemaal wordt een businesspark gerealiseerd, er is mogelijk geen ruimte voor de nieuwe watergang en het nieuwe gemaal.		
Doordat het waterpeil in de watergang parallel aan de A7 verlaagd is met 25 cm, wordt de watergang automatisch 75 cm breder (taludhelling 1,5:1).		



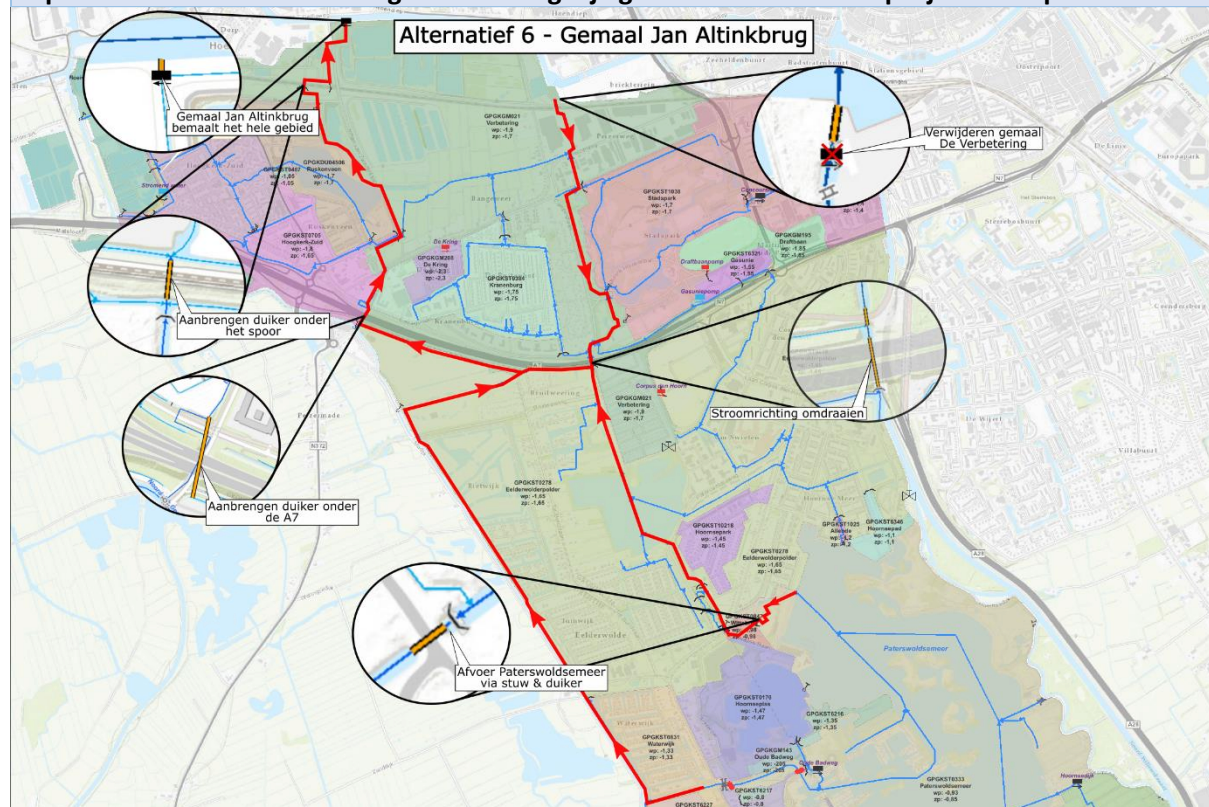
Figuur 12 - Alternatief 5 - Gemaal Van Der Valk

5.1.6 Alternatief 6 – Gemaal Jan Altinkbrug

In dit alternatief (Figuur 13) is de route van het hoofdwatersysteem aangepast om een beter toegankelijk hoofdwatersysteem en gemaal te creëren vanuit beheer en onderhoud gekeken. De belangrijke kenmerken, sterktes, zwaktes, en risico's en onzekerheden van alternatief 3 zijn weergegeven in Tabel 13.

Tabel 13 - Belangrijke kenmerken, sterktes, zwaktes, en risico's en onzekerheden van alternatief 6

Belangrijke kenmerken	Totaal	Nog te realiseren
Gemalen	1	1
Stuwen	6	0
Duikers	19	1
Lengte hoofdwatersysteem	10,2 km	0 km
Vispasseerbaar te maken kunstwerken	5 stuwen 1 gemaal	5 stuwen 1 gemaal
Sterktes		
De huidige afvoerroute ten noorden van de A7 wordt ontlast.		
Zwaktes		
De extra lange afvoerroute brengt veel beheer- en onderhoudskosten met zich mee.		
De duiker onder de A7 moet gerealiseerd worden.		
De afvoerroute kruist het spoor d.m.v. een nog te realiseren duiker.		
Langs de afvoerroute moet rekening gehouden worden met de mogelijke aanleg van een beheer- en onderhoudspad.		
Risico's en onzekerheden		
Het realiseren van een kruising met de A7 kan veel onverwachte kosten met zich meebrengen.		
Op de locatie van het nieuwe gemaal is mogelijk geen ruimte door het project Meerplan.		



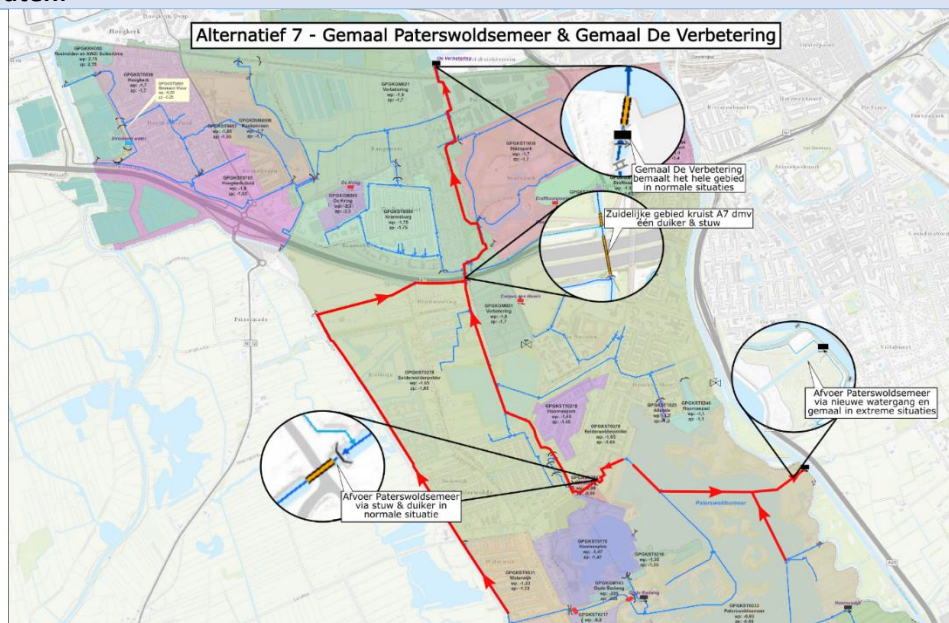
Figuur 13 - Alternatief 6 - Gemaal Jan Altinkbrug

5.1.7 Alternatief 7 –Gemaal Paterswoldsemeer & Gemaal De Verbetering

In dit alternatief (Figuur 14) is een gemaal aan het Paterswoldsemeer geplaatst. Dit gemaal loost in geval van hevige neerslag water op het Noord-Willemskanaal dat in het beheergebied van waterschap Hunze en Aa's is gelegen. Onder normale omstandigheden wordt het huidige hoofdwatersysteem behouden. De belangrijke kenmerken, sterktes, zwaktes, en risico's en onzekerheden van alternatief 3 zijn weergegeven in Tabel 14.

Tabel 14 - Belangrijke kenmerken, sterktes, zwaktes, en risico's en onzekerheden van alternatief 7

Belangrijke kenmerken	Totaal	Nog te realiseren
Gemalen	2	1
Stuwen	3	0
Duikers	12	1
Lengte hoofdwatersysteem	5,0 km	0,3 km
Vispasseerbaar te maken kunstwerken	3 stuwen 1 gemaal	3 stuwen 1 gemaal
Sterktes		
Het watersysteem ten noorden van het Paterswoldsemeer wordt ontlast in extreme situaties.		
Zwaktes		
De waterafvoer kruist de A7 via een duiker		
Er wordt water geloosd in het beheersgebied van Hunze en Aa's. Dit moet gecompenseerd worden op een ander punt (afwenteling).		
De afvoerroute kruist het spoor d.m.v. een bestaande brug.		
Langs de afvoerroute moet rekening gehouden worden met de mogelijke aanleg van een beheer- en onderhoudspad.		
Risico's en onzekerheden		
Als de overeenkomst om water te lozen in het beheersgebied van Hunze en Aa's verbroken wordt, zijn er weer problemen in het bemalingsgebied.		
Al het water dat gecompenseerd moet worden op een andere locatie kan daar voor wateroverlast zorgen.		
Doordat het gemaal alleen in extreme situaties functioneel is, is de investering groot, vergeleken met de baten.		



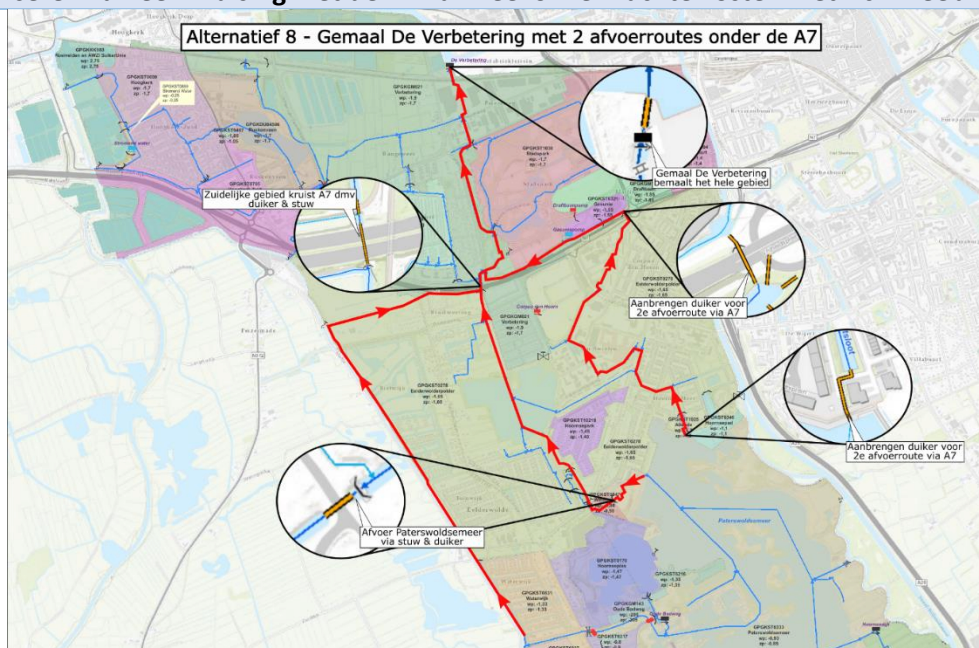
Figuur 14 - Alternatief 7 - Gemaal Paterswoldsemeer & Gemaal De Verbetering

5.1.8 Alternatief 8 – Gemaal De Verbetering met 2 afvoerroutes onder de A7

In dit alternatief (Figuur 15) is een extra afvoerroute vanaf het Paterswoldsemeer toegevoegd om de huidige afvoerroute te ontlasten. De tweede waterafvoer loop door Corpus Den Hoorn, onder de A7 door (nog te realiseren) richting het stadspark om weer op de huidige route aan te sluiten. De belangrijke kenmerken, sterktes, zwaktes, en risico's en onzekerheden van alternatief 3 zijn weergegeven in Tabel 15.

Tabel 15 - Belangrijke kenmerken, sterktes, zwaktes, en risico's en onzekerheden van alternatief 8

Belangrijke kenmerken	Totaal	Nog te realiseren
Gemalen	1	1
Stuwen	6	0
Duikers	17	2
Lengte hoofdwatersysteem	9,5 km	0 km
Vispasseerbaar te maken kunstwerken	6 stuwen	6 stuwen
	1 gemaal	1 gemaal
Sterktes		
De waterafvoer kruist de A7 op twee locaties.		
Het hoofdwatersysteem tussen het Paterswoldsemeer en de A7 wordt ontlast.		
Zwaktes		
De tweede kruising met de A7 moet gerealiseerd worden.		
De afvoerroute kruist het spoor d.m.v. een bestaande brug.		
De tweede afvoerroute stroomt door stedelijk gebied en verhoogt de kans op inundatie in dit gebied.		
Langs de afvoerroute moet rekening gehouden worden met de mogelijke aanleg van een beheer- en onderhoudspad.		
Risico's en onzekerheden		
Langs de tweede afvoerroute liggen veel duikers met dezelfde dimensies. Als deze allemaal vergroot moeten worden, brengt dit veel kosten mee.		
Er is geen ruimte om de tweede afvoerroute te vergroten doordat de route in stedelijk gebied ligt.		
Het realiseren van een kruising met de A7 kan veel onverwachte kosten met zich meebrengen.		



Figuur 15 - Alternatief 8 - Gemaal De Verbetering met 2 afvoerroutes onder de A7

5.2 Selectie van de alternatieven

Op basis van de QuickScan worden de alternatieven 6, 7, en 8 niet meegenomen in de verdere uitwerking en de kosteneffectiviteitsanalyse. Deze alternatieven zijn afgefallen doordat de verwachte risico's en onzekerheden te groot zijn of het alternatief niet binnen de visie van een robuust en toekomstbestendig bemalingsgebied past. Per alternatief zijn de specifieke redenen uitgelegd.

5.2.1 Alternatief 6 – Gemaal Jan Altinkbrug

Uit de QuickScan blijkt dat de nieuwe locatie van gemaal De Verbetering naast de Jan Altinkbrug geen optie is. In het 'Project Westrand' worden de vloeivelden van de oude suikeruniefabriek omgezet tot een woonwijk met een kleine haven. Tijdens het opstellen van dit alternatief waren de conceptplannen nog niet bekend maar ondertussen wel en botst de locatie van het gemaal met de geplande natuur. Ook wordt dit gebied afgesloten van het bemalingsgebied om direct op de boezem te lozen. Hierdoor maakt de nieuwe locatie van gemaal De Verbetering geen onderdeel meer uit van het bemalingsgebied en zou het plaatsen van een gemaal op deze locatie de ontwikkeling van 'Project Westrand' tegenzitten en vice versa. Deze redenen zorgen ervoor dat alternatief 6 afvalt.

5.2.2 Alternatief 7 – Gemaal Paterswoldsemeer & Gemaal De Verbetering

Uit de QuickScan blijkt dat het lozen van overtollig water in het beheersgebied van waterschap Hunze en Aa's, waarvoor dan op een andere locatie dezelfde hoeveelheid water gecompenseerd (weer teruggenomen in het eigen beheersgebied) moet worden, in strijd is met WB21, aangezien dit het risico op wateroverlast in dat gebied vergroot en er dus 'afwenteling van problemen' ontstaat. Ook zorgt het betrekken van een extra waterschap bij de waterafvoer van het gebied tot mogelijke problemen indien de overeenstemming van het lozen van water op het Noord-Willemskanaal niet meer door Hunze en Aa's gewenst is. Deze redenen zorgen ervoor dat alternatief 7 afvalt.

5.2.3 Alternatief 8 – Gemaal De Verbetering met 2 afvoerroutes onder de A7

Uit de QuickScan blijkt dat een extra waterafvoer vanaf het Paterswoldsemeer door stedelijk gebied zorgt voor een verhoogde kans op wateroverlast in dit dichtbevolkte gebied. Dit is in strijd met de omgevingsvisie van de provincie Groningen waarin ruimtelijke adaptatie centraal staat, zodat er minder schade ontstaat bij wateroverlast. Dit zorgt ervoor dat alternatief 8 afvalt.

5.3 Uitwerking van de alternatieven

Om de alternatieven te kunnen vergelijken in de KEA zijn de benodigde aanpassingen aan het watersysteem voor elk alternatief bepaald. Om deze aanpassingen te bepalen, is per alternatief het hoofdwatersysteem omgezet in een stroomschema met de relevante stuwen, duikers en watergangen. In dit stroomschema wordt duidelijk welk debiet door de aanwezige stuwen, duikers, of watergangen moet kunnen stromen. De stroomschema's voor alle vijf de alternatieven zijn gegeven in Bijlage E – Stroomschema's alternatieven.

5.3.1 Alternatief 1 - Gemaal De Verbetering

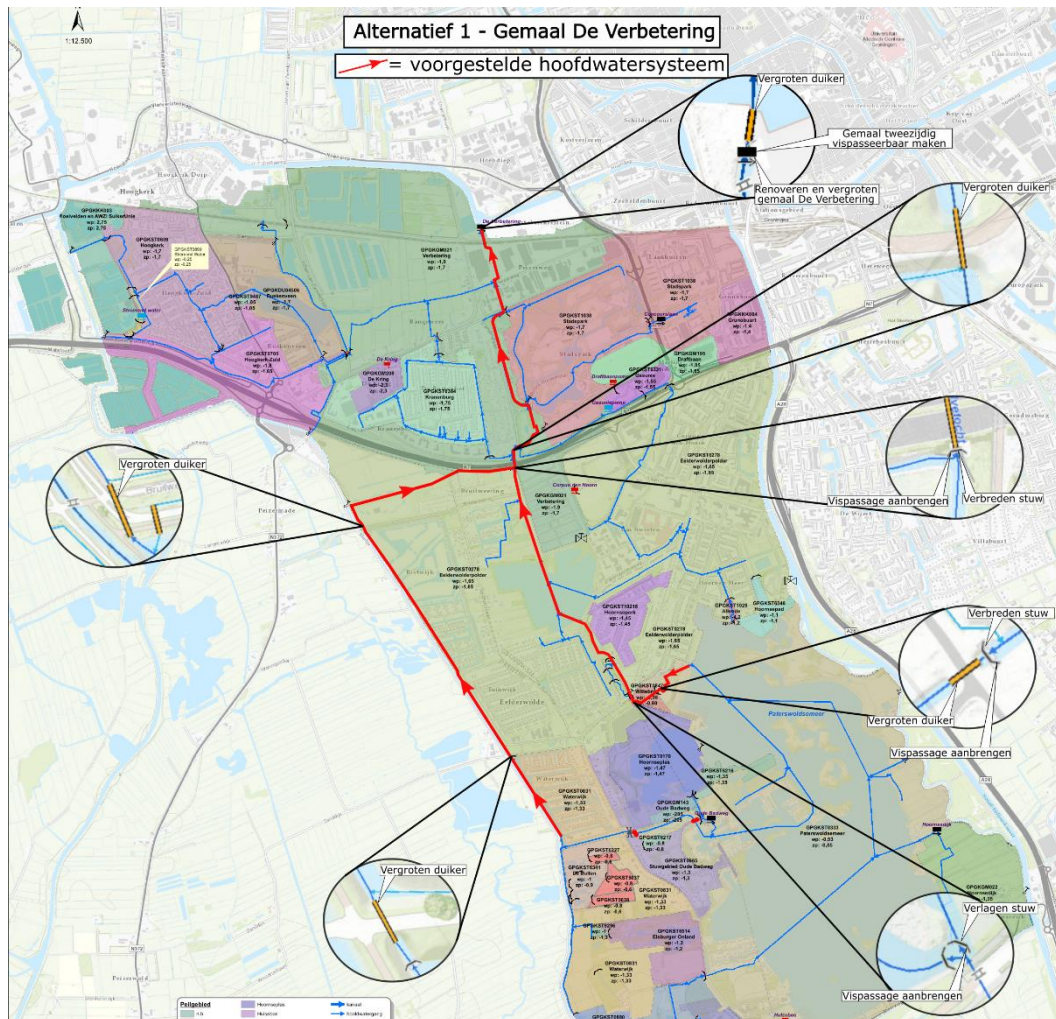
Om alternatief 1 (Figuur 16) te realiseren, moeten een aantal aanpassingen aan de watergangen, duikers, stuwen en gemalen uitgevoerd worden. Hieronder volgt een korte opsomming hiervan, de gedetailleerde uitwerking van de aanpassingen is te vinden in Bijlage G - Uitwerking benodigde aanpassingen.

Watergangen: Er hoeven geen watergangen aangepast te worden. Alle watergangen beschikken over het benodigde nat oppervlakte.

Duikers: Er moeten vijf duikers aangepast worden. Duiker 1, 4, en 6 moeten vervangen worden, omdat de capaciteit van de duiker niet voldoende is. Duiker 7 en 9 moeten vervangen worden, omdat ze tijdens niet diep genoeg aangebracht zijn.

Stuwen: Er moeten drie stuwen aangepast worden. De Meerschapsluw en Eelderwolderpolderstuw moeten verbreed worden om de benodigde capaciteit te creëren. De Wittebrugstuw moet verlaagd worden om bij de bovengelige stuw (Meerschapsluw) voldoende overstorthoogte te creëren. Ook moet bij alle drie de stuwen een 'De Wit'-vispassage aangebracht worden.

Gemalen: Er moet één gemaal geplaatst worden op de locatie van het huidige gemaal. Dit gemaal moet het hele bemalingsgebied bemalen. Ook zal het gemaal vispasseerbaar gemaakt worden.



Figuur 16 - Benodigde aanpassingen alternatief 1 - Gemaal De Verbetering

5.3.2 Alternatief 2 – Gemaal Van Der Valk & Gemaal De Verbetering

Om alternatief 2 (Figuur 17) te realiseren, moeten een aantal aanpassingen aan de watergangen, duikers, stuwen en gemalen uitgevoerd worden. De uitwerking van de aanpassingen is te vinden in Bijlage G - Uitwerking benodigde aanpassingen.

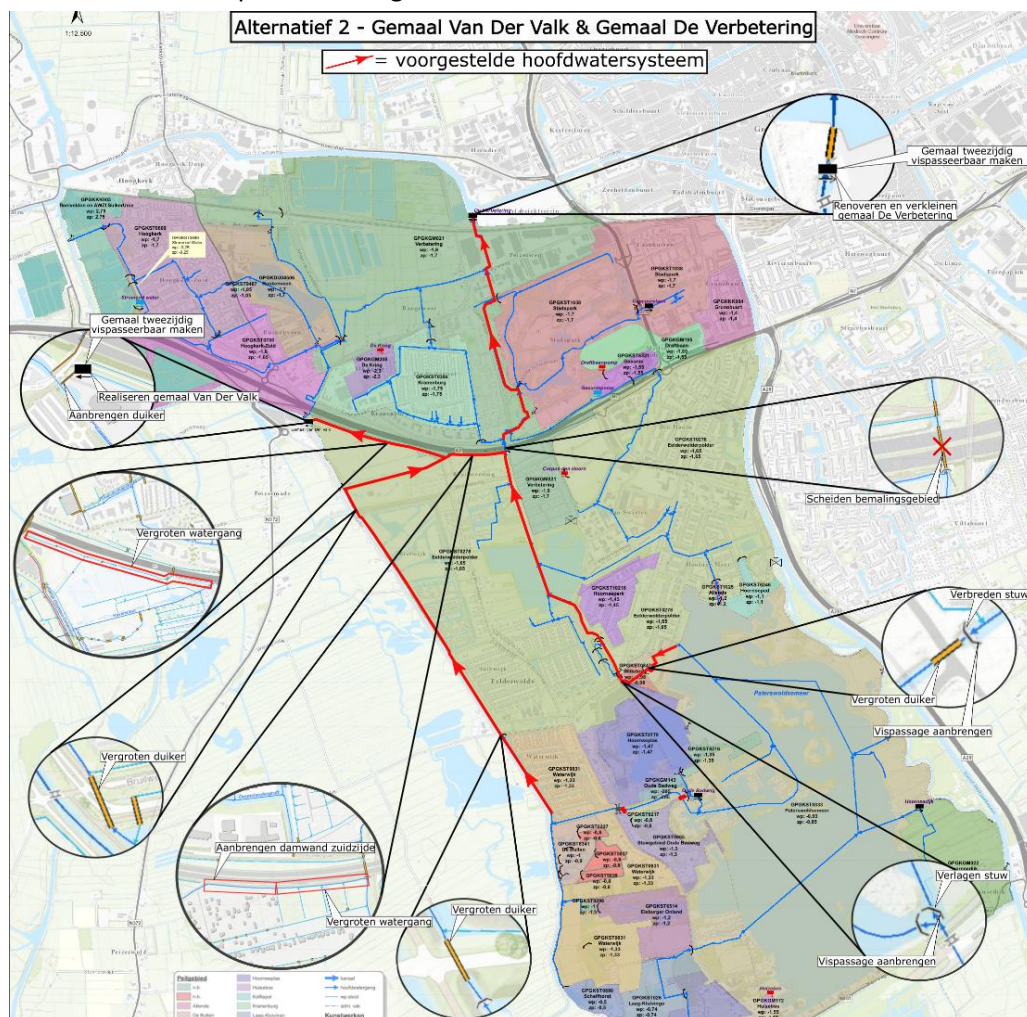
Watergangen: Er moeten twee watergangen vergroot worden. De eerste watergang is opgedeeld in twee secties. Sectie 1 loopt langs agrarisch gebied en kan volgens het principeprofiel vergroot worden. Sectie 2 loopt langs een bewoond volkstuintencomplex, waardoor geen ruimte voor vergroting is, daar zal een damwand langs één zijde van de watergang geplaatst worden. De tweede watergang ligt tussen

businesspark Eelderwolde Ter Borch en de A7, waar nog genoeg ruimte is om de watergang volgens het principeprofiel te vergroten.

Duikers: Er moeten drie duikers aangepast worden en één duiker gerealiseerd. Duiker 1 moet vergroot worden. Duiker 7 en 9 moeten vervangen worden, omdat ze tijdens niet diep genoeg aangebracht zijn. Na gemaal Van Der Valk zal ook een duiker geplaatst moeten worden om een verbinding met de boezem te vormen.

Stuwen: Er moeten twee stuwen aangepast worden. De Meerschapsstuw moet verbreed worden om het gewenste debiet te creëren. De Wittebrugstuw moet verlaagd worden om bij de bovengelige stuw (Meerschapsstuw) voldoende overstorthoogte te creëren. Ook moet bij beide stuwen een vispassage aangebracht worden.

Gemalen: Er moeten twee gemalen gerenoveerd/gerealiseerd worden. Eén gemaal om het gebied ten noorden van de A7 te bemalen en één gemaal om het gebied ten zuiden van de A7 te bemalen. Beide gemalen moeten ook vispasseerbaar gemaakt worden.

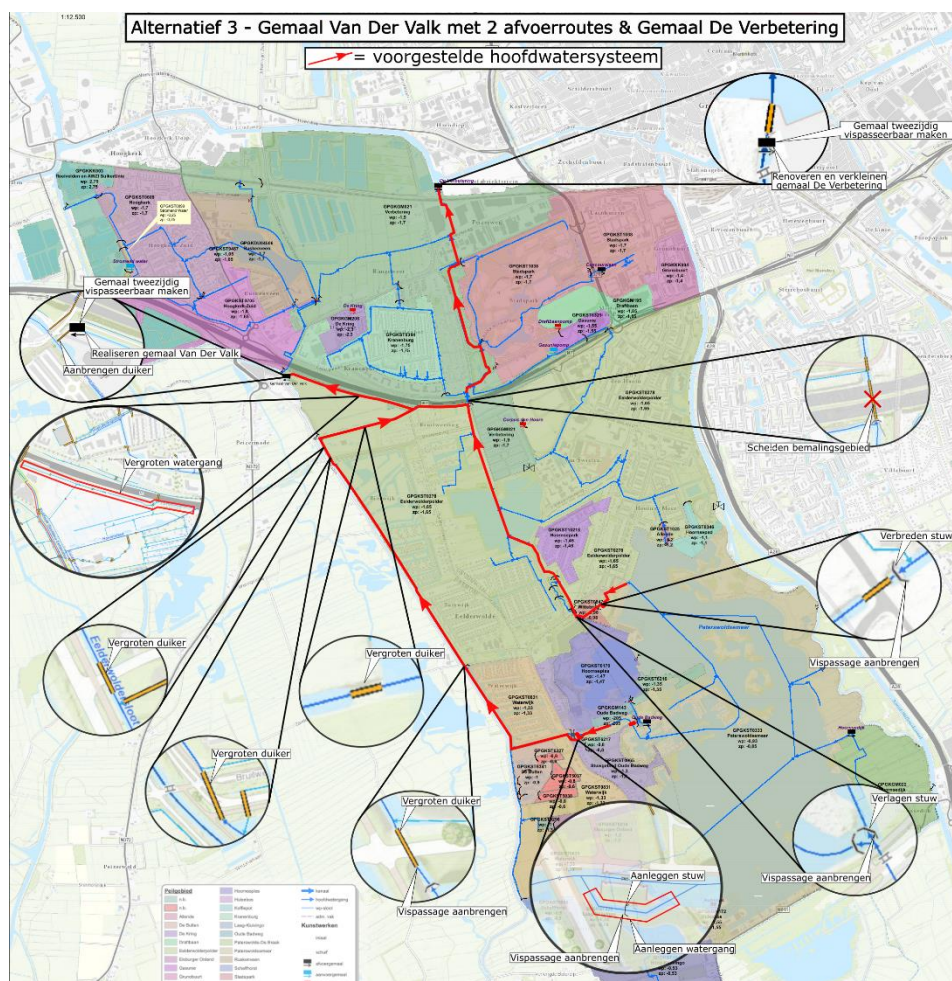


Figuur 17 - Benodigde aanpassingen alternatief 2 - Gemaal Van Der Valk & Gemaal De Verbetering

5.3.3 Alternatief 3 – Gemaal Van Der Valk met 2 afvoerroutes & Gemaal De Verbetering

Om alternatief 3 (Figuur 18) te realiseren, moeten een aantal aanpassingen aan de watergangen, duikers, stuwen en gemalen uitgevoerd worden. De uitwerking van de aanpassingen is te vinden in Bijlage G - Uitwerking benodigde aanpassingen.

Gemalen: Er moeten twee gemalen gerenoveerd/gerealiseerd worden. Eénemaal om het gebied ten noorden van de A7 te bemalen en éénemaal om het gebied ten zuiden van de A7 te bemalen. Beide gemalen moeten ook vispasseerbaar gemaakt worden.



Figuur 18 - Benodigde aanpassingen alternatief 3 – Gemaal Van Der Valk met 2 afvoerroutes & Gemaal De Verbetering

5.3.4 Alternatief 4 – Gemaal Omgelegde Eelderdiep & Gemaal De Verbetering

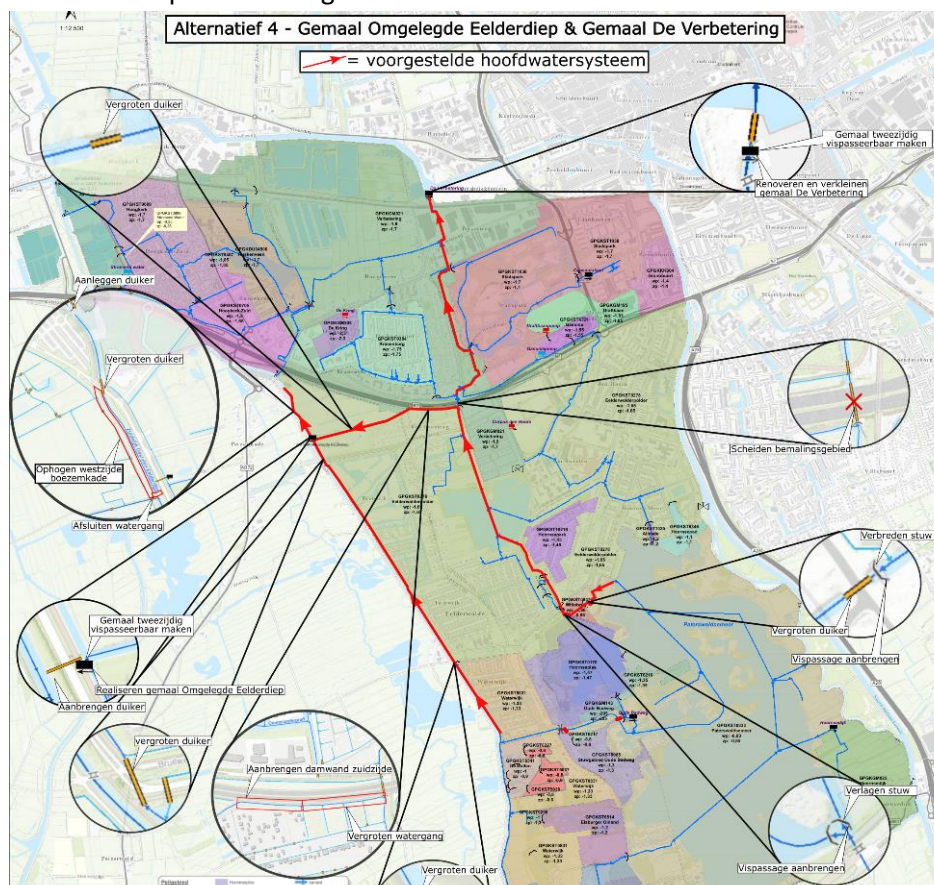
Om alternatief 4 (Figuur 19) te realiseren, moeten een aantal aanpassingen aan de watergangen, duikers, stuwen en gemalen uitgevoerd worden. De uitwerking van de aanpassingen is te vinden in Bijlage G - Uitwerking benodigde aanpassingen.

Watergangen: Er moet één watergang vergroot worden. Deze watergang is opgedeeld in twee secties. Sectie 1 loopt langs agrarisch gebied en kan volgens het principeprofiel vergroot worden. Sectie 2 loopt langs een bewoond volkstuinencomplex, waardoor geen ruimte voor vergroting is, daar zal een damwand langs één zijde van de watergang geplaatst worden. Ook moet de boezem 600 m teruggetrokken worden om het gemaal op de gewenste plaats te kunnen plaatsen. Hiervoor moet één kant van die watergang verhoogd worden en moet een extra duiker voor het Van Der Valk hotel geplaatst worden.

Duikers: Er moeten vijf duikers aangepast worden. Duiker 1, 11, en 12 moeten vergroot worden om het gewenste debiet te kunnen verwerken. Duiker 7 en 9 moeten vervangen worden, omdat ze tijdens niet diep genoeg aangebracht zijn. Na het gemaal zal nog een extra duiker aangelegd moeten worden om een verbinding te maken met de boezem.

Stuwen: Er moeten twee stuwen aangepast worden. De Meerschapsstuw moet verbreed worden en de Wittebrugstuw moet verlaagd worden. Bij beide stuwen moet ook een vispassage aangebracht worden.

Gemalen: Er moeten twee gemalen gerenoveerd/gerealiseerd worden. Eén gemaal om het gebied ten noorden van de A7 te bemalen en één gemaal om het gebied ten zuiden van de A7 te bemalen. Beide gemalen moeten ook vispasseerbaar gemaakt worden.



Figuur 19 - Benodigde aanpassingen alternatief 4 - Gemaal Omgelegde Eelderdiep & Gemaal De Verbetering

5.3.5 Alternatief 5 – Gemaal Van Der Valk

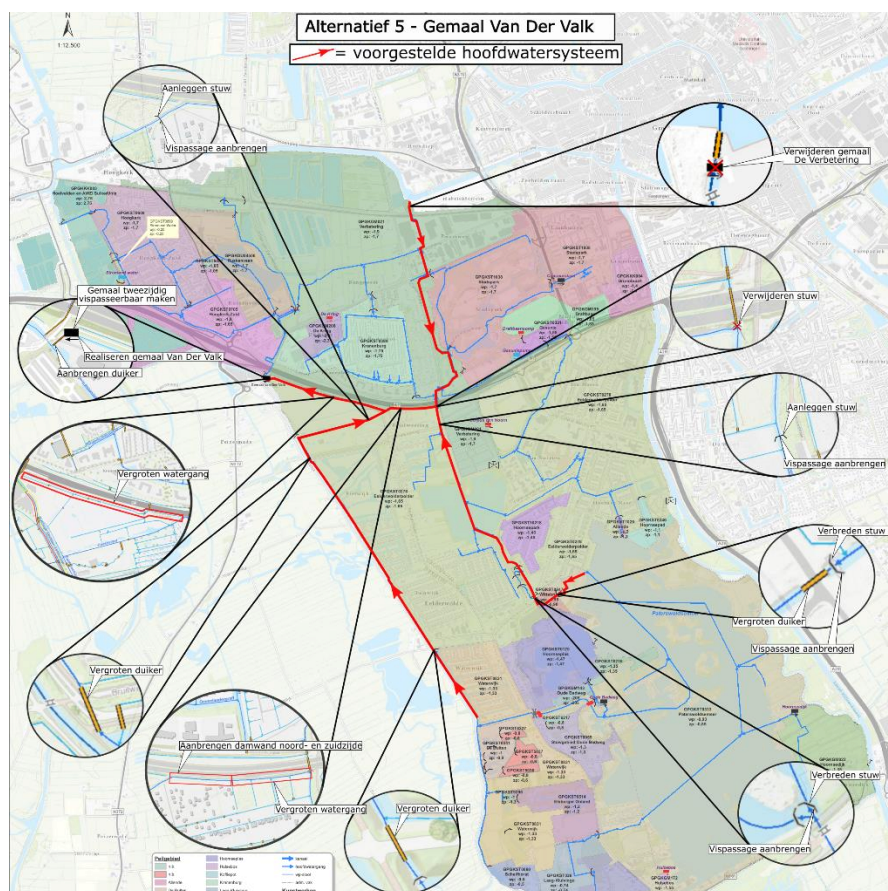
Om alternatief 5 (Figuur 20) te realiseren, moeten een aantal aanpassingen aan de watergangen, duikers, stuwen en gemalen uitgevoerd worden. De uitwerking van de aanpassingen is te vinden in Bijlage G - Uitwerking benodigde aanpassingen.

Watergangen: Er moeten twee watergangen vergroot worden. De eerste watergang is opgedeeld in twee secties. Sectie 1 loopt langs agrarisch gebied en kan volgens het principeprofiel vergroot worden. Sectie 2 loopt langs een bewoond volkstuintencomplex, waardoor er geen ruimte voor vergroting is, daar zal een damwand langs één zijde van de watergang geplaatst worden. De tweede watergang ligt tussen businesspark Eelderwolde Ter Borch en de A7, waar nog genoeg ruimte is om de watergang volgens het principeprofiel te vergroten.

Duikers: Er moeten drie duikers aangepast worden. Duiker 1 moet vergroot worden om het gewenste debiet te kunnen verwerken. Duiker 7 en 9 moeten vervangen worden, omdat ze tijdens niet diep genoeg aangebracht zijn. Na gemaal Van Der Valk zal ook een duiker geplaatst moeten worden om een verbinding met de boezem te vormen.

Stuwen: Er moeten drie stuwen aangepast worden en twee stuwen gerealiseerd. De twee nieuwe stuwen moeten geplaatst worden in Woldsloot 2 en Havensloot 1. De Meerschapsluw moet verbreed worden en de Wittebrugsluw moet verlaagd worden. Ook zal de Eelderwolderpolderluw verwijderd moeten worden. De Woldsloot 2-sluw, Wittebrugsluw en Meerschapsluw moeten vispasseerbaar gemaakt worden.

Gemalen: Er moet één gemaal geplaatst worden naast het Van der Valk hotel. Dit gemaal moet het hele bemalingsgebied bemalen. Het gemaal zal vispasseerbaar gemaakt worden.



Figuur 20 - Benodigde aanpassingen alternatief 5 - Gemaal Van Der Valk

6 Kosteneffectiviteitsanalyse

Om de vijf alternatieven te kunnen vergelijken, is een kosteneffectiviteitsanalyse uitgevoerd (KEA). De uitleg van een KEA en de keuze voor deze methode in plaats van een vergelijkbare methode is uitgelegd in Bijlage C - De keuze voor een kosteneffectiviteitsmethode. In deze KEA worden per alternatief de kosten uitgedrukt in de benodigde investeringskosten om het alternatief te realiseren. De effecten van elk alternatief worden in kaart gebracht door een analyse van elk alternatief op duurzaamheid, robuustheid, toekomstgerichtheid, invloed op de omgeving en veiligheid uit te voeren.

6.1 Kosten

Om de investeringskosten van de alternatieven te kunnen vergelijken, is de Standaardsystematiek voor Kostenramingen (SSK-raming) gebruikt. Met deze systematiek kan een raming van de investerings- én/of levensduurkosten gemaakt worden. Om de vijf alternatieven te vergelijken, is voor elk alternatief een raming opgesteld voor de benodigde investeringskosten. Een algemene uitleg hoe de raming is opgesteld en welke posten meegenomen worden, zijn uitgelegd in een kostennota. Deze kostennota is gegeven in Bijlage H – Kostennota SSK-raming. In Bijlage I – SSK-raming alternatieven is de uitgewerkte SSK-raming voor elk alternatief gegeven.

In Tabel 16 zijn de uitkomsten van de SSK-raming opgesomd. Hierin zijn alle kostencategorieën weergegeven waaruit de totale investeringskosten incl. BTW is opgebouwd. De totale bouwkosten is opgesplitst in de verschillende kostenposten waaruit deze is opgebouwd om inzicht te bieden in de gemaakte bouwkosten.

Tabel 16 - Investeringskosten inclusief btw van alle alternatieven

Kostencategorie	alternatief	1	2	3	4	5
<i>Aanpassingen watergangen</i>		€-	€292.690	€8.780	€319.754	€638.100
<i>Aanpassingen duikers</i>		€99.327	€80.367	€172.641	€199.783	€92.367
<i>Aanpassingen stuwen</i>		€709.500	€376.500	€597.500	€375.500	€717.000
<i>Aanpassingen gemalen</i>		€2.704.000	€2.804.000	€2.804.000	€2.804.000	€2.714.000
<i>Staartkosten en risico's</i>		€1.877.199	€1.898.964	€1.914.657	€1.976.707	€2.223.822
Totale bouwkosten		€5.390.026	€5.452.521	€5.497.578	€5.675.744	€6.385.289
<i>Vastgoedkosten</i>		€-	€12.777	€17.394	€13.283	€150.092
<i>Engineeringkosten</i>		€808.504	€817.878	€824.637	€851.362	€957.793
<i>Overige bijkomende kosten</i>		€336.877	€340.783	€343.599	€354.734	€399.081
<i>Objectoverstijgende risico's</i>		€326.770	€331.198	€334.160	€344.756	€394.613
<i>Investeringskosten exclusief btw</i>		€6.862.117	€6.955.157	€7.017.367	€7.239.878	€8.286.868
Investeringskosten inclusief btw		€8.094.951	€8.323.325	€8.290.972	€8.615.460	€9.766.276

Alternatief 1 heeft de laagste investeringskosten. Dit komt voornamelijk doordat er geen watergangen aangepast hoeven te worden en er één gemaal geplaatst wordt. Alternatief 2 en 3 hebben ongeveer dezelfde investeringskosten. Dit komt doordat de extra kosten voor een tweede afvoerroute vanaf het Paterswoldsemeer wegvallen tegen het niet hoeven aan brengen van 190 m damwand. De hogere investeringskosten van alternatief 4 komen door de extra kosten die gepaard gaan met het terugtrekken van de boezem voor een gemaal langs het Omgelegde Eelderdiep. De investeringskosten van alternatief 5 vallen een stuk hoger uit doordat de watergang parallel aan de A7 een lager peil krijgt. Om toch het gewenste nat oppervlak te creëren moeten veel extra kosten gemaakt worden voor de verbreding van deze watergang.

6.2 Effecten

Om een integraal advies te kunnen geven over het te implementeren alternatief is elk alternatief ook geanalyseerd op belangrijke effecten die niet naar voren komen in de SSK-raming. Hierbij wordt gekeken naar haalbaarheid, toekomstgerichtheid, robuustheid, duurzaamheid en onderhoud en veiligheid en omgeving. Hieronder is kort per effect uitgelegd waarnaar gekeken wordt.

Bij haalbaarheid wordt gekeken naar de omvang en aard van de aanpassingen. Dit geeft een indicatie van de looptijd die nodig is om het watersysteem aan te passen. Bij toekomstgerichtheid wordt verder gekeken dan ontwerpjaar 2050. Dit geeft een indicatie van de benodigde aanpassingen in het hoofdwatersysteem na 2050. Bij robuustheid wordt gekeken of de inrichting van het gebied past bij het ontworpen hoofdwatersysteem. Dit geeft een beeld van de belangrijkste watergangen en geeft een indicatie hoe het watersysteem zich tijdens extreme situaties gedraagt. Bij duurzaamheid

en onderhoud wordt gekeken naar de omvang en manier van onderhoud die gepleegd moet worden. Zowel als de visvriendelijkheid en natuurlijke inrichting van het watersysteem. Bij veiligheid en omgeving wordt gekeken naar de locatie/route van de hoofdwatergangen. Hierbij wordt de kans op inundatie van het woongebied geanalyseerd en beoordeeld in welke mate de omgeving 'last' krijgt tijdens de uitvoering van de aanpassingen.

In Tabel 17 is een algemene beoordeling van de effecten per alternatief gegeven. Hierin kan een effect zeer goed/goed/neutraal/slecht/zeer slecht scoren gebaseerd op de hieronder uitgevoerde analyse.

Tabel 17 – Algemene beoordeling effecten per alternatief

Effect \ Alternatief	1	2	3	4	5
Haalbaarheid	Zeer goed	Goed	Zeer goed	Zeer slecht	Zeer slecht
Toekomstgerichtheid	Zeer slecht	Goed	Zeer goed	Goed	Slecht
Robuustheid	Slecht	Neutraal	Zeer goed	Neutraal	Slecht
Duurzaamheid	Zeer goed	Goed	Zeer goed	Goed	Zeer goed
Onderhoud	Neutraal	Goed	Neutraal	Goed	Slecht
Veiligheid	Neutraal	Goed	Neutraal	Neutraal	Neutraal
Omgeving	Zeer goed	Slecht	Neutraal	Slecht	Zeer slecht

6.2.1 Alternatief 1 – Gemaal De Verbetering

Haalbaarheid: De benodigde aanpassingen om alternatief 1 te realiseren, zijn beperkt tot het vervangen van huidige kunstwerken en het renoveren en vergroten van gemaal De Verbetering. Doordat er geen nieuwe kunstwerken nodig zijn, kunnen de aanpassingen relatief snel uitgevoerd worden.

Toekomstgerichtheid: In de ontwerpsituatie in 2050 moet 99% van de capaciteit van de duiker onder de A7 gebruikt worden om de maatgevende afvoer in 2050 (T=1) af te voeren. Gebaseerd op de KNMI'14 klimaatscenario's blijft de maatgevende afvoer na 2050 toenemen. Dit betekent dat deze duiker na 2050 een knelpunt in het watersysteem zal vormen. Omdat 2/3 van het bemalingsgebied ten zuiden van de A7 ligt en gemaal De Verbetering ontworpen is om het hele bemalingsgebied te bemalen, moet deze duiker vergroot worden na 2050. Het vervangen van een duiker onder een snelweg door brengt veel kosten met zich mee en is een meerjarig proces. Hierdoor is alternatief 1 niet toekomstgericht.

Robuustheid: Doordat het gebied ten zuiden van de A7 via één watergang het noordelijke gedeelte kruist richting gemaal De Verbetering is bij extreme situaties de kans groot dat er zeer hoge

waterstanden in deze watergang optreden. Langs deze watergang richting het gemaal zijn geen bergingsmogelijkheden aanwezig waardoor het watersysteem niet robuust is tijdens extreme situaties.

Duurzaamheid: Door een visverbinding van de boezem tot het Paterswoldsemeer te creëren, ontstaat een visvriendelijk gebied. Hierdoor zal de waterkwaliteit en -kwantiteit van aanwezige natuur in het gebied verbeteren.

Onderhoud: De watergang ten noorden van de A7 is moeilijk te bereiken voor onderhoud, hierdoor zal grotendeels onderhoud vanaf het water uitgevoerd moeten worden. Ook is gemaal De Verbetering moeilijk te bereiken voor onderhoud doordat het vlakbij het spoor ligt en tussen vloeivelden en industrieterrein ligt.

Veiligheid: Het hoofdwatersysteem loopt voornamelijk langs natuur en industriegebied. Hierdoor is de kans op inundatie in bewoond gebied laag in geval van extreme situaties.

Omgeving: Doordat de benodigde aanpassingen in het gebied gelimiteerd zijn tot het aanpassen van bestaande kunstwerken, die grotendeels niet in bebouwd gebied liggen, is de overlast op de omgeving minimaal.

6.2.2 Alternatief 2 – Gemaal Van der Valk & Gemaal De Verbetering

Haalbaarheid: De benodigde aanpassingen om alternatief 2 te realiseren, bestaan uit het aanpassen van bestaande kunstwerken, een nieuw gemaal realiseren en twee watergangen aanpassen. Bij het realiseren van het nieuwe gemaal is een bepalende factor voor de haalbaarheid het op orde krijgen van vergunningen. Het gemaal staat tussen een Van der Valk hotel en de A7, hierdoor hangt de haalbaarheid van het alternatief flink af van de mate van medewerking van de gemeente en eigenaar van het hotel. Bij het aanpassen van twee watergangen moet 200 m damwand geplaatst worden en 210 m² agrarisch grondgebied aangekocht worden. Doordat deze damwand langs een bewoond volkstuinencomplex staat, moeten er veel vergunningen geregeld worden. Hierdoor is de haalbaarheid van alternatief 2 neutraal tot slecht.

Toekomstgerichtheid: Doordat de duiker onder de A7 geen deel meer uitmaakt van het watersysteem zijn er geen grote te verwachten kostenposten vlak na 2050. In het zuidelijke watersysteem is Havensloot 2 van groot belang voor de waterafvoer. Deze watergang ligt klem tussen een bewoond volkstuinencomplex en de A7. Doordat deze watergang een belangrijk aspect is in de waterafvoer, en er weinig tot geen ruimte is om deze te verbreden, kan dit tot problemen leiden na 2050.

Robuustheid: Door het bemalingsgebied op te splitsen in twee kleinere bemalingsgebieden stijgt de robuustheid van het alternatief. De waterbelasting is goed verdeeld over verschillende watergangen, behalve bij de nieuwe watergang en Havensloot 2. De nieuwe watergang heeft genoeg ruimte om de grote waterbelasting te kunnen vervoeren. Maar zoals al bij toekomstgerichtheid uitgelegd is, is er weinig ruimte voor Havensloot 2 om te vergroten. Dit kan voor mogelijke problemen zorgen in extreme situaties en limiteert de robuustheid van het zuidelijke gebied.

Duurzaamheid: Doordat het gebied opgesplitst is, is er geen vismigratie van noord naar zuid mogelijk. Beide gebieden zijn wel volledig vispasseerbaar vanuit de boezem.

Onderhoud: Doordat de hoofdwatergang ten noorden van de A7 ontlast wordt, kan de onderhoudsintensiteit van deze watergang omlaag wat meer mogelijkheden biedt voor een natuurlijke watergang, maar deze moet nog wel vanaf het water onderhouden worden. De zuidelijke afvoerroute kan voor het grootste gedeelte onderhouden worden vanaf de kant, wat het waterschap prefereert.

Veiligheid: Doordat het hoofdwatersysteem grotendeels langs industrie- en natuurgebied loopt (op Havensloot 2 na), is de kans op inundatie in het woongebied vrij laag tijdens extreme situaties.

Omgeving: Zoals bij haalbaarheid uitgelegd, moet er in Havensloot 2 naast een bewoond volkstuinencomplex 200 m damwand geplaatst worden. Tijdens het plaatsen van deze damwand zal veel overlast optreden voor de omgeving.

6.2.3 Alternatief 3 – Gemaal Van der Valk met 2 afvoerroutes & Gemaal De Verbetering

Haalbaarheid: De benodigde aanpassingen van alternatief 3 bestaan uit het aanpassen van bestaande kunstwerken, één watergang en een nieuwe watergang met stuw en gemaal realiseren. Voor het realiseren van het gemaal is het op orde krijgen van vergunningen de grootste bottleneck. Het gemaal staat tussen een Van der Valk hotel en de A7, hierdoor hangt de haalbaarheid van het alternatief flink af van de mate van medewerking van de gemeente en eigenaar van het hotel. Voor de nieuwe watergang en stuw hoeven geen gebouwen gesloopt te worden, wat de haalbaarheid ten goede komt.

Toekomstgerichtheid: Doordat de duiker onder de A7 geen deel meer uitmaakt van het watersysteem zijn er geen grote te verwachten kostenposten vlak na 2050. Hierdoor zijn na 2050 alleen kleine aanpassingen nodig om het watersysteem in stand te houden. Echter, door een beperkt aantal dwarsprofielen van de Eelderwoldersloot 1-watergang is het nog onduidelijk of die na 2050 vergroot moet worden.

Robuustheid: Door het bemalingsgebied op te splitsen in twee kleinere bemalingsgebied stijgt de robuustheid van het alternatief. De waterbelasting is goed verdeeld over alle hoofdwatgangen waardoor in extreme situaties niet snel inundatie optreedt. Ook zijn er langs het hoofdwatersysteem veel open wateren waardoor extreme piekbuien goed opgevangen kunnen worden.

Duurzaamheid: Voor het realiseren van de nieuwe watergang en stuw moet een stuk natuur doorkruist worden met als doeltype NNN-gebied. Echter door het aanleggen van de nieuwe watergang en stuw (met vistrap) wordt er een vispasseerbare verbinding aangelegd tussen het Paterswoldsemeer en Waterwijk.

Onderhoud: Doordat er nu twee afvoerroutes van het meer naar gemaal Van der Valk lopen, stijgen de kosten voor onderhoud. (bijna) al dit onderhoud kan vanaf de kant gebeuren in het zuidelijke deel. In het noordelijke deel zal (zoals in de huidige situatie) nog steeds onderhoud vanaf het water gepleegd moeten worden.

Veiligheid: Doordat de tweede afvoerroute van het Paterswoldsemeer naar gemaal Van der Valk door bebouwd gebied loopt, gaat de kans op inundatie omhoog in dit gebied. Maar doordat de waterbelasting verdeeld wordt over twee afvoerroutes gaat de kans op inundatie in het algemeen omlaag.

Omgeving: Doordat er weinig aanpassingen in bewoond gebied uitgevoerd moeten worden, is de overlast op de omgeving klein. Alleen door het realiseren van gemaal Van der Valk kan het hotel lichte overlast ondervinden. Ook zorgt het aanleggen van de tweede verbinding met het Paterswoldsemeer voor weinig overlast doordat er in dat gebied geen belangrijke functies aanwezig zijn.

6.2.4 Alternatief 4 – Gemaal Omgelegde Eelderdiep & Gemaal De Verbetering

Haalbaarheid: Om alternatief 4 te realiseren, moet de boezem 600 m teruggetrokken worden. Dit is een langlopend project waarbij veel kosten gemaakt moeten worden. Ook moeten hierbij veel vergunningen aangevraagd worden, omdat er veel wegen opgebroken moeten worden. Dit zorgt ervoor dat de haalbaarheid van alternatief 4 zeer slecht is. Bij het aanpassen van de Havensloot 2 moet 200 m damwand geplaatst worden en 210 m² agrarisch grondgebied aangekocht worden. Doordat

deze damwand langs een bewoond volkstuinencomplex staat gepland, moeten er veel vergunningen geregeld worden.

Toekomstgerichtheid: Doordat de duiker onder de A7 geen deel meer uitmaakt van het watersysteem zijn er geen grote te verwachten kostenposten vlak na 2050. In het zuidelijke watersysteem is Havensloot 2 van groot belang voor de waterafvoer. Deze watergang ligt klem tussen een bewoond volkstuinencomplex en de A7. Doordat deze watergang een belangrijk aspect is in de waterafvoer, en er weinig tot geen ruimte is om te verbreden, kan dit tot problemen leiden na 2050.

Robuustheid: Door het bemalingsgebied op te splitsen in twee kleinere bemalingsgebieden stijgt de robuustheid van het alternatief. De waterbelasting is goed verdeeld over verschillende watergangen, op de nieuwe watergangen, behalve voor de nieuwe watergang, en Havensloot 2. De nieuwe watergang heeft genoeg ruimte om de grote waterbelasting te kunnen afvoeren. Maar zoals al bij toekomstgerichtheid uitgelegd is, is er weinig ruimte voor Havensloot 2 om te vergroten. Dit kan voor mogelijke problemen zorgen in extreme situaties en limiteert de robuustheid van het zuidelijke gebied.

Duurzaamheid: Doordat het gebied opgesplitst is, is er geen vismigratie van noord naar zuid meer mogelijk. Beide gebieden zijn wel volledig vispasseerbaar vanuit de boezem. Dit zorgt ervoor dat de kwaliteit en kwantiteit van de natuur in het bemalingsgebied zal stijgen.

Onderhoud: Doordat de hoofdwatergang ten noorden van de A7 ontlast wordt, kan de onderhoudsintensiteit van deze watergang omlaag wat meer mogelijkheid biedt voor een natuurlijke watergang, maar deze moet nog wel vanaf het water onderhouden worden. De zuidelijke afvoerroute kan voor het grootste gedeelte onderhouden worden vanaf de kant wat het waterschap prefereert. Doordat de boezem vergroot wordt, moet hier extra onderhoud gepleegd worden.

Veiligheid: Doordat het hoofdwatersysteem grotendeels langs industrie- en natuurgebied loopt (op Havensloot 2 na), is de kans op inundatie in het woongebied vrij laag tijdens extreme situaties. Echter zorgt de verwachte lange realisatieperiode van het project ervoor dat in die tussentijd de veiligheid in het gebied niet gegarandeerd kan worden.

Omgeving: Door het gemaal voor het zuidelijke deel van het bemalingsgebied naast het Omgelegde Eelderdiep te plaatsen, wordt minder overlast gecreëerd tijdens de realisatiefase. Echter zal bij het benodigde aanbrengen van een damwand langs een bewoond volkstuinencomplex veel overlast ontstaan. Ook zorgen de benodigde aanpassingen tijdens het terugtrekken van de boezem voor veel overlast, omdat de Madijk dan lange tijd afgesloten zal zijn.

6.2.5 Alternatief 5 – Gemaal Van der Valk

Haalbaarheid: Doordat in alternatief 5 de stroomrichting van het noordelijke gebied omdraait en via de Havensloot 2 en de nieuwe watergang richting gemaal Van der Valk stroomt, moeten die twee watergangen flink vergroot worden. Hiervoor zal 400 m damwand geplaatst moeten worden, één stuw verwijderd worden en twee nieuwe stuwen gerealiseerd. Naast dat dit een hele grote investering is, kost dit heel veel tijd om te realiseren en moeten er veel vergunningen aangevraagd worden. Hierdoor is de haalbaarheid van dit alternatief zeer slecht.

Toekomstgerichtheid: Doordat de Havensloot 2 van enorm belang is voor het watersysteem, en er bijna tot geen ruimte is om deze te verbreden, is het aannemelijk dat na 2050 een andere/extra route richting gemaal Van der Valk gezocht moet worden. Dit zal veel extra kosten met zich meebrengen. Door het behouden van de verbinding onder de A7 door is het aannemelijk dat er na 2050 aanpassingen aan deze duiker gepleegd moeten worden. Dit zorgt ervoor dat er veel te verwachten kosten aan het watersysteem zijn na 2050.

Robuustheid: In alternatief 5 heeft Havensloot 2 een enorme waterbelasting. In een extreme situatie zal deze waterbelasting flink toenemen wat voor problemen in het noordelijke deel van het stroomgebied kan zorgen. Hierdoor kan het voorgestelde watersysteem van alternatief 5 slecht omgaan met extreme situaties.

Duurzaamheid: Doordat het stroomgebied niet gesplitst wordt in alternatief 5, en de stuwen in het hoofdwatersysteem vispasseerbaar gemaakt worden, kunnen vissen zich vrij bewegen in het hele bemalingsgebied. Dit zorgt voor een verbetering in de waterkwaliteit en kwantiteit van de aanwezige natuur.

Onderhoud: In het noordelijke deel van het bemalingsgebied moet onderhoud nog steeds vanaf het water gepleegd worden. In het zuidelijke deel kan grotendeels onderhoud vanaf de kant gepleegd worden op de Havensloot na, hier zal onderhoud vanaf het water gepleegd moeten worden door het gebrek aan ruimte. Hierdoor is de onderhoudbaarheid van alternatief 5 neutraal tot slecht.

Veiligheid: Doordat het watersysteem slecht met extreme situaties om kan gaan, is de kans op inundatie groter. Doordat het hoofdwatersysteem grotendeels langs industrie- en natuurgebied loopt (op Havensloot 2 na), blijven de gevolgen van de extreme situaties gematigd.

Omgeving: Door het verwachte lange realisatieproces en de benodigde grote aanpassingen aan de Havensloot 2 en de nieuwe watergang (waaronder 400 m damwand aanbrengen) is de overlast op de omgeving zeer groot.

7 Conclusie & aanbeveling

Nu alle alternatieven op kosten en effecten zijn beoordeeld, kan het onderzoeksdoel beantwoord worden. Hierbij wordt vanuit twee perspectieven naar de alternatieven gekeken. Het eerste perspectief focust op de investeringskosten (economisch meest voordelige alternatief), en perspectief 2 focust op de geanalyseerde effecten. Vanuit deze twee perspectieven is een aanbeveling richting waterschap Noorderzijlvest en Arcadis opgesteld.

7.1 Conclusie

Uit de inventarisatie van de huidige en toekomstige situatie (Tabel 18) is gebleken dat er in het hoofdwatersysteem in de huidige situatie een aantal knelpunten zijn, en dat die knelpunten in 2050 alleen maar groter worden. Deze knelpunten treden op benedenstrooms van het Paterswoldsemeer tot aan gemaal De Verbetering.

Tabel 18 - Samenvatting knelpuntenanalyse

Punt	Kleinste capaciteit (m ³ /s)	Afvoer langs het punt 2019 (m ³ /s)	Afvoer langs het punt 2050 (m ³ /s)	Knelpunt in 2019?	Knelpunt in 2050?
1	0,47 (stuw)	0,20	0,24	Nee	Nee
2	0,25 (gemaal)	0,06	0,07	Nee	Nee
3	0,08 (gemaal)	0,08	0,09	Bijna	Ja
4	0,19 (duiker)	0,20	0,20	Ja	Ja
5	0,04 (stuw)	0,91	1,06	Ja	Ja
6	0,83 (stuw)	1,75	1,90	Ja	Ja
7	2,52 (duiker)	2,76	2,90	Ja	Ja

Om deze knelpunten op te lossen is een set van acht alternatieven opgesteld die alle mogelijke richtingen vertegenwoordigt waarbij geen knelpunten tot en met 2050 optreden. Vanuit deze set zijn drie alternatieven afgeschreven die niet reëel zijn of niet binnen het beleid van waterschap Noorderzijlvest passen. De andere vijf alternatieven zijn met elkaar vergeleken door een kosteneffectiviteitsanalyse uit te voeren. In deze analyse zijn de benodigde investeringskosten bepaald aan de hand van een SSK raming, en is beoordeeld hoe de alternatieven scoren op een set belangrijke effecten. De samenvatting hiervan is gegeven in Tabel 19. Aan de hand van deze tabel is per alternatief een korte uitleg gegeven van de investeringskosten evenals een toelichting van de belangrijkste effecten.

Tabel 19 - Uitkomsten kosteneffectiviteitsanalyse alternatief 1 t/m 5

Effect \ Alternatief	1	2	3	4	5
Investeringskosten incl. BTW	€ 8,1 mln	€ 8,3 mln	€ 8,3 mln	€ 8,6 mln	€ 9,7 mln
Haalbaarheid	Zeër goed	Goed	Zeër goed	Zeër slecht	Zeër slecht
Toekomstgerichtheid	Zeër slecht	Goed	Zeër goed	Goed	Slecht
Robuustheid	Slecht	Neutraal	Zeër goed	Neutraal	Slecht
Duurzaamheid	Zeër goed	Goed	Zeër goed	Goed	Zeër goed
Onderhoud	Neutraal	Goed	Neutraal	Goed	Slecht
Veiligheid	Neutraal	Goed	Neutraal	Neutraal	Neutraal
Omgeving	Zeër goed	Slecht	Neutraal	Slecht	Zeër slecht

Alternatief 1 – Gemaal De Verbetering: In vergelijking met de andere alternatieven heeft alternatief 1 de laagste investeringskosten. Dit komt doordat het huidige hoofdwatersysteem wordt behouden waarin relatief weinig aanpassingen nodig zijn.

Uit de effectenanalyse blijkt dat de duiker die de A7 kruist met grote waarschijnlijkheid na 2050 vergroot moet worden, wat nu niet terugkomt in de investeringskosten (omdat die tot 2050 zijn doorgerekend). Hierdoor is alternatief 1 niet toekomstgericht. Ook is alternatief 1 niet robuust omdat het hele bemalingsgebied ten zuiden van de A7 de A7 passeert via één duiker. In extreme situaties zal dit een groot knelpunt vormen.

Alternatief 2 – Gemaal Van Der Valk & Gemaal De Verbetering: Uit de KEA is gebleken dat de investeringskosten 2,8% hoger liggen dan het goedkoopste alternatief, dit verschil komt voornamelijk omdat er 190m damwand geplaatst moet worden en twee watergangen vergroot moeten worden.

Uit de effectenanalyse blijkt dat de robuustheid van alternatief 2 neutraal is, dit komt vooral doordat één watergang (havensloot 2), die vast ligt tussen de A7 en een bewoond volkstuinencomplex, een zeer grote waterbelasting moet kunnen verwerken. Ook scoort dit alternatief slecht op omgevingseffecten, dit komt vooral doordat het plaatsen van die damwand veel overlast verzorgt.

Alternatief 3 – Gemaal Van Der Valk met 2 afvoerroutes & Gemaal De Verbetering: Uit de KEA is gebleken dat de investeringskosten 2,4% hoger liggen dan het goedkoopste alternatief, dit verschil komt voornamelijk door de extra verbinding die met het Paterswoldsemeer wordt gemaakt. Deze verbinding zorgt er voor dat er meer kunstwerken in die watergang aangepast moeten worden en een nieuwe stuw en 50 m watergang aangelegd moeten worden.

Uit de effectenanalyse blijkt dat alternatief 3 neutraal scoort op onderhoud, veiligheid, en omgeving. Dit komt voornamelijk doordat de extra verbinding door drie woonwijken stroomt en het hoofdwatersysteem vergroot, waardoor er meer onderhoud gepleegd moet worden.

Alternatief 4 – Gemaal Omgelegde Eelderdiep & Gemaal De Verbetering: Uit de KEA is gebleken dat de investeringskosten 6,4% hoger liggen dan het goedkoopste alternatief. Dit verschil komt voornamelijk doordat er veel kosten gemaakt moeten worden om de boezem 600m terug te trekken naar gemaal Omgelegde Eelderdiep.

Uit de effectenanalyse blijkt dat alternatief 4 zeer slecht scoort op haalbaarheid. Dit komt doordat er veel aanpassingen, vergunningen, en tijd nodig zijn om de boezem terug te trekken. Ook scoort alternatief 4 laag op omgeving omdat tijdens het terugtrekken van de boezem de Madijk zeer lang afgesloten zal zijn. Daarnaast ondervindt het Van Der Valk hotel overlast als er een duiker onder de ingang van het hotel aangelegd moet worden.

Alternatief 5 – Gemaal Van Der Valk: Uit de KEA is gebleken dat de investeringskosten 20,6% hoger liggen dan het goedkoopste alternatief. Dit verschil komt voornamelijk doordat er 400 m damwand geplaatst moet worden en 1300 m watergang vergroot moet worden om alle peilgebieden naar gemaal Van Der Valk te laten afstromen.

Uit de effectenanalyse blijkt dat alternatief 5 zeer slecht scoort op haalbaarheid. Dit komt vooral doordat er zeer veel nieuwe kunstwerken gerealiseerd moeten worden, waarvan bepaling van de precieze locatie en het ontwerp veel tijd zal kosten. Ook scoort alternatief 5 zeer slecht op omgeving, dit komt vooral door de benodigde 400m damwand die naast een bewoond volkstuinencomplex geplaatst moet worden.

7.2 Aanbeveling

Uit de conclusie is een aanbeveling richting waterschap Noorderzijlvest en Arcadis opgesteld. In deze aanbeveling is het onderzoeksdoel van dit onderzoek beantwoord, gebaseerd op de uitkomst van de kosteneffectiviteitsanalyse.

Uit de kosteneffectiviteitsanalyse is alternatief 3 als beste naar voren gekomen. Dit komt voornamelijk doordat de investeringskosten van alternatief 1 t/m 3 zeer dicht (3% verschil) bij elkaar liggen, maar dat alternatief 3 het beste uit de effectenanalyse naar voren komt. Alternatief 3 scoort het beste op haalbaarheid, toekomstgerichtheid, robuustheid, en duurzaamheid.

Om dan terug te komen op het onderzoeksdoel, moet alternatief 3 gerealiseerd worden om een robuust en toekomstgericht waterbeheer in bemalingsgebied De Verbetering te creëren tot en met het jaar 2050.

Echter doordat dit onderzoek in 3 maanden is uitgevoerd en het detail niveau waarin deze studie is uitgevoerd op oriëntatie niveau ligt aangezien niet is gemodelleerd, kan er niet met 100% zekerheid een keuze tussen de alternatieven gemaakt worden.

Hierdoor is de aanbeveling richting waterschap Noorderzijlvest en Arcadis om een vervolgonderzoek op deze variantenstudie uit te voeren waarin alternatief 2 en 3 gemodelleerd worden in bijvoorbeeld een programma zoals 'Sobek'. Zo kan een definitieve keuze tussen alternatief 2 en 3 gemaakt worden.

7.3 Kanttekeningen

Tijdens deze studie zijn een aantal aannames/keuzes gemaakt. Om er voor te zorgen dat de resultaten van dit onderzoek niet verkeerd geïnterpreteerd worden zijn een aantal kanttekeningen over dit onderzoek en de resultaten hiervan opgesomd.

- Het detailniveau van dit onderzoek is oriëntatie;
- Het bepalen van de maatgevende afvoer in 2050 is aan de hand van KNMI'14 klimaatscenario's gedaan;
- Door het gebruik van de maatgevende afvoer in 2050 is een stationaire toetsing uitgevoerd;
- In de SSK zijn grove kengetallen gebruikt, dit geeft puur een indicatie;
- Mogelijke POP3-subsidies zijn niet meegenomen in de SSK raming;
- Er moet in vervolgonderzoek ook een NBW toetsing uitgevoerd worden;
- Met het project 'Aanpak ringweg zuid' is geen rekening gehouden;
- Er zijn plannen voor een fietssnelweg door het projectgebied, mogelijke meekoppelkansen/problemen met het hoofdwatersysteem in het projectgebied moeten onderzocht worden.

Verwijzingen

- Arcadis. (2014). *Maatregelenstudie droge voeten 2050*. Groningen: Waterschap Noorderzijlvest.
- Arcadis. (2019). *Concept Inrichtingsplan Meerweg*. Assen: Arcadis.
- Europese Unie. (2013). *Richtlijn 2008/105/EG*. Europese Unie.
- Gemeente Groningen. (2008). *Bestemmingsplan Corpus den Hoorn*. Gemeente Groningen.
- Gemeente Groningen. (2019, april 30). *Bestemmingsplan Kranenburg-Stadspark*. Opgehaald van ruimtelijkeplannen.nl:
https://www.ruimtelijkeplannen.nl/documents/NL.IMRO.0014.BP504KranenbStadsp-vg01/t_NL.IMRO.0014.BP504KranenbStadsp-vg01_3.3.html
- gemeente Tynaarlo. (2019, mei 28). *ruimtelijke plannen viewer*. Opgehaald van ruimtelijke plannen:
<https://www.ruimtelijkeplannen.nl/viewer/>
- Het Meersch. (2019, Mei 1). *Het ontstaan als gevolg van veenwinning*. Opgehaald van Meersch Paterswolde: <https://www.meersch-paterswolde.nl/het-ontstaan-als-gevolg-van-veenwinning>
- IPCC Working Group. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Bern, Switzerland: IPCC.
- Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut. (2019, April 16). *KNMI'14-Klimaatscenario's*. Opgehaald van klimaatscenario's: http://www.klimaatscenario's.nl/scenarios_samengevat/
- Natuurgebieden in beeld. (2019, April 23). *Piccardhofplas*. Opgehaald van Natuurgebieden in beeld: <https://www.natuurgebiedeninbeeld.nl/natuurgebied/groningen/piccardhofplas/>
- Nederlandse vereniging van Makelaar en Taxateurs (NVM). (2019, Juni 6). *Agrarische grondprijzen*. Opgehaald van NVM: <https://www.nvm.nl/marktinformatie/agrarisch/grondprijzen>
- Provincie Groningen. (2016). *Omgevingsvisie Provincie Groningen*. Provinciale Staten.
- Rijksoverheid. (2019, April 30). *Gebruiksfuncties water*. Opgehaald van Helpdeskwater: <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/gebruiksfuncties/>
- Rijksoverheid. (2019, April 29). *Natuurnetwerk Nederland*. Opgehaald van www.rijksoverheid.nl: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/natuur-en-biodiversiteit/natuurnetwerk-nederland>
- STOWA. (2004). *Overzicht normen veiligheid en wateroverlast*. Utrecht: STOWA.
- Teilrooij, F. (2000). *Waterbeleid voor de 21e eeuw*. staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat.
- van der Pouw Kraan, E. (2019). *Visie vismigratie van Wad tot Aa*. Groningen: Waterschap Noorderzijlvest.
- van Hoorn, M., van de Ven, K., Dijk, S., Zantingh, G., Schut, J., & Reeze, B. (2014). *De Kaderrichtlijn Water bij Waterschap Noorderzijlvest*. Groningen: Waterschap Noorderzijlvest.
- Verbeek, S., Bonhof, G., Bijkerk, S., & Wanink, J. (2010). *Watersysteemonderzoek Paterswoldsemeer*. Haren: Koeman en Bijkerk bv.

- Waterschap Noorderzijlvest. (2014). *Water en Ruimte - Noorderzijlvest*. Groningen: Waterschap Noorderzijlvest.
- Waterschap Noorderzijlvest. (2015). *Factsheet Paterswoldsemeer NL34M114*. Waterschap Noorderzijlvest.
- Waterschap Noorderzijlvest. (2018). *Beleid peilbeheer en peilbesluiten*. Groningen: Waterschap Noorderzijlvest.
- Waterschap Noorderzijlvest. (2019, Mei 1). *Beheersgebied Noorderzijlvest*. Opgehaald van Waterschap Noorderzijlvest: <https://geo.noorderzijlvest.nl/wnzv/>
- Waterschap Noorderzijlvest. (2019, April 30). *KaderRichtlijn Water (KRW)*. Opgehaald van Waterschap Noorderzijlvest: <https://www.noorderzijlvest.nl/regel-en-infobalie/meer-info-pagina/kaderrichtlijn-water/>
- Werkgroep Herziening Cultuurtechnisch vademecum. (1988). *Cultuur technisch vademecum*. Griffioenlaan 2, 3526 LA Utrecht: Cultuurtechnische vereniging.

Bijlage B – Berekening van kunstwerken en watergangen

In deze bijlage zijn de berekeningen die zijn gebruikt om de afmetingen van stuwen, duikers en watergangen te bepalen voor een bepaald debiet uitgelegd. Om de capaciteit van een stuw, duiker of watergang te bepalen, kan de formule omgebouwd worden.

Stuwen

De formule om de ontwerpbreedte van een stuw te berekenen, luidt:

$$b = \frac{Q}{1,7 * m * h_s^{3/2}}$$

Waarin:

b = breedte van de stuw (m)

De breedte van de stuw wordt berekend.

Q = debiet over de stuw ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

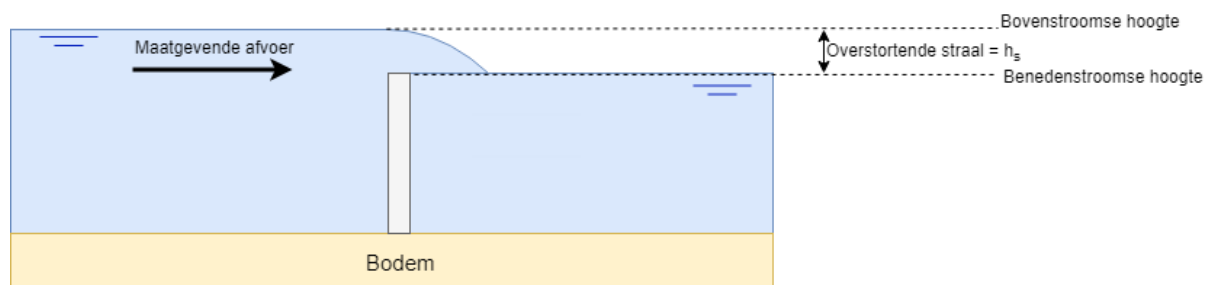
Het debiet wordt bepaald door de maatgevende afvoer op dat punt.

m = coëfficiënt, o.a. afhankelijk van de vorm van het stuwlichaam, aanstroomsituatie, constructie van de stuw en eventueel klepstand. (-)

In het hele gebied zijn rechthoekige stuwen aanwezig. Dit geeft een coëfficiënt van 1,11 voor alle stuwen.

h_s = hoogte van de boven-waterspiegel ten opzichte van de stuwkruin = overstorthoogte (m)

De overstorthoogte wordt bepaald door het peilverschil tussen de peilgebieden waartussen de stuw gelegen is.



Figuur 21 - Zijaanzicht stuw

Duikers

De formule om de capaciteit van een duiker te berekenen, luidt:

$$Q = \mu * A * \sqrt{2 * g * z}$$

Waarin:

$$Q = \text{debiet door een duiker} \quad (\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$$

$$A = \text{Natte oppervlak} \quad (\text{m}^2)$$

Het natte oppervlak wordt berekend door het totale oppervlak van de duiker te verminderen met de gewenste hoeveelheid lucht in de duiker (20% conform beleid).

$$g = \text{Versnelling van de zwaartekracht} \quad (\text{m} \cdot \text{s}^{-2})$$

De versnelling van de zwaartekracht op aarde is $9,81 \text{ (m} \cdot \text{s}^{-2})$.

$$z = \text{Opstuwing} \quad (\text{m})$$

De opstuwing is vastgesteld op de maximale opstuwing voor een duiker (20 cm).

$$\mu = \text{weerstandscoefficient} \quad (-)$$

De formule om μ te berekenen luidt:

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_i + \varepsilon_w + \varepsilon_u + n * \varepsilon_b}}$$

Waarin:

$$\varepsilon_i = \text{Intreeweerstand} \quad (-)$$

De intreeweerstand is de weerstand behorende bij het instromen van de duiker. Voor rechthoekige duikers is dit 0,5.

$$\varepsilon_u = \text{Uittreeverlies} \quad (-)$$

Het uittreeverlies is de weerstand behorende bij het verlaten van de duiker. Bij geen speciale voorzieningen is dit 1.

$$n = \text{aantal bochten/knikken in de duiker} \quad (-)$$

$$\varepsilon_b = \text{bocht- en knikverliezen} \quad (-)$$

Zodra er bochten/knikken aanwezig zijn in de duiker moet het verlies hiervan uitgerekend worden. In het gebied zijn geen duikers met bochten/knikken dus is dit verlies 0.

$$\varepsilon_w = \text{Wrijvingsverlies} \quad (-)$$

De formule om het wrijvingsverlies te berekenen, luidt:

$$\varepsilon_w = \frac{2 * g * L}{C^2 * R}$$

Waarin:

$$g = \text{Versnelling van de zwaartekracht} \quad (\text{m} \cdot \text{s}^{-2})$$

L = lengte van de duiker (m)

R =Hydraulische straal (-)

$$R = \frac{A}{P}$$

A = Natte oppervlak (m²)

P = Hydraulische omtrek (m)

C = coëfficiënt van De Chézy (-)

$$C = k_M * R^{1/6}$$
$$k_M = \text{ruwheidsfactor van Manning} \quad (\text{m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1})$$

A diagram showing a rectangular block floating in a liquid. The block is divided into two parts: a light blue upper part and a darker blue lower part labeled 'A'. The liquid is labeled 'P'. Two upward-pointing arrows are shown on the sides of the block, indicating the buoyant force.

52

Methodiek om de gewenste afmetingen van een duiker te bepalen

Om de gewenste hoogte- en breedte-afmetingen van een duiker te bepalen, wordt eerst de maximale hoogte bepaald door het verschil in bodemhoogte en waterpeil te berekenen (waterdiepte) en dit vervolgens te vergroten met 20% om aan de ontwerpeisen van een duiker te voldoen. Zodra de hoogte bekend is, wordt de benodigde breedte bepaald om de gewenste capaciteit te bereiken.

Watergangen

De formule om het benodigde natte oppervlak van een watergang te berekenen, luidt:

$$A = \frac{Q}{v}$$

Waarin:

$$Q = \text{debiet dat door de watergang moet stromen} \quad (\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$$

Het debiet wordt bepaald door de maatgevende afvoer op dat punt.

$$v = \text{gemiddelde stroomsnelheid in de watergang} \quad (\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$$

De gemiddelde stroomsnelheid is vastgesteld op de maximale stroomsnelheid in watergangen ($0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$).

$$A = \text{nat oppervlak van een watergang} \quad (\text{m}^2)$$

De formule om het aanwezige natte oppervlak van een watergang te berekenen, luidt:

$$A = b * h + h * b_t$$

Waarin:

$$b = \text{bodembreedte} \quad (\text{m})$$

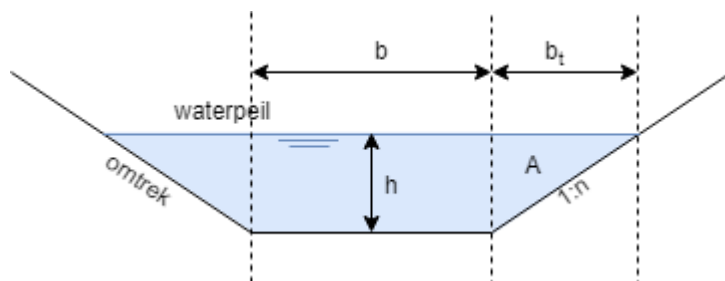
De bodembreedte wordt bepaald a.d.h.v. het benodigde debiet door de watergang.

$$h = \text{waterdiepte} \quad (\text{m})$$

De waterdiepte wordt bepaald door de maaiveldhoogte te verminderen met de drooglegging.

$$b_t = \text{breedte talud} \quad (\text{m})$$

De breedte van het talud wordt bepaald door de stelling van Pythagoras op de waterdiepte en de taludhelling (1:n) te gebruiken. De taludhelling is vastgesteld op 1:1,5.



Figuur 24 – schematische weergave van een watergang

Bij het ontwerp van een watergang moet ook gekeken worden naar het onderhoud van de watergang. Hiervoor kan vanaf de kant onderhoud gepleegd worden (4 m onderhoudspad nodig) of met een

maaiboot vanaf de waterkant onderhoud plegen. Waterschap Noorderzijlvest geeft voorkeur aan onderhoud plegen vanaf de kant.

Methodiek om het bestaande natte oppervlak te berekenen van een watergang

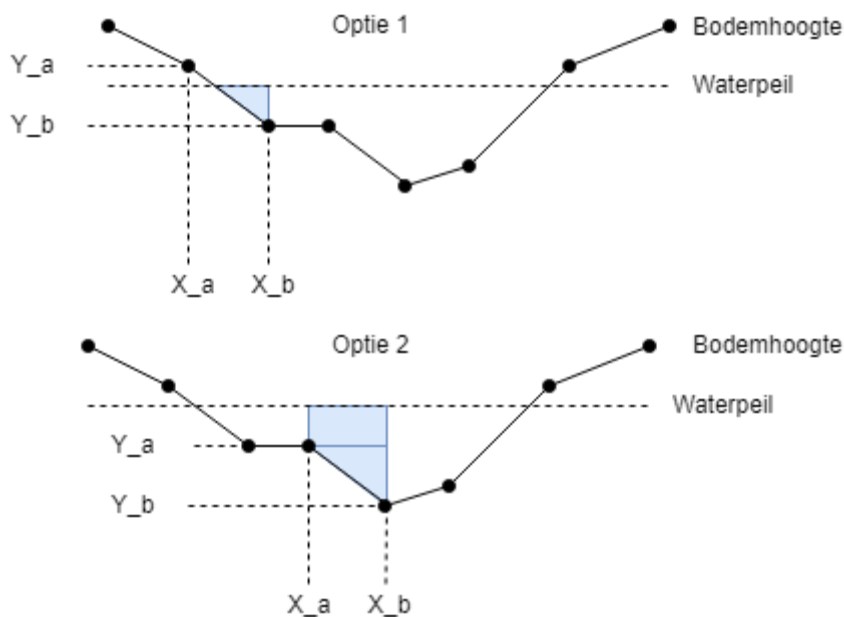
Er zijn bestaande dwarsprofielen van bijna alle watergangen in het gebied beschikbaar. Dit bestaat uit een set van hoogtepunten t.o.v. NAP en een horizontale afstand van een bepaald nulpunt. Door dit te combineren met het bekende waterpeil in het gebied kan met een integraal het natte oppervlakte bepaald worden. In deze methode zijn twee opties (Figuur 25), optie 1 is dat het waterpeil tussen de bekende hoogtepunten ligt, en optie 2 is dat het waterpeil boven de bekende hoogtepunten ligt. Voor optie 1 geldt de formule:

$$A = \frac{\frac{Y_a - \text{waterpeil}}{Y_a - Y_b} * (Y_a - Y_b) * \frac{Y_a - \text{waterpeil}}{Y_a - Y_b} * (X_b - X_a)}{2}$$

En voor optie 2 geldt de formule:

$$A = (\text{waterpeil} - Y_a) * (X_a - X_b) + \frac{(Y_a - Y_b) * (X_a - X_b)}{2}$$

Waarbij in deze formule rekening gehouden moet worden dat bij elke sub-berekening een positief getal als resultaat is.



Figuur 25 - methode om het natte oppervlakte van een watergang te bepalen

Bijlage C - De keuze voor een kosteneffectiviteitsmethode

Om de keuze voor een kosteneffectiviteitsmethode (KEA) i.p.v. een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) of een multicriteria-analyse (MCA) uit te kunnen leggen, moet eerst elke methode kort toegelicht worden.

Een kosteneffectiviteitsanalyse wordt gebruikt om verschillende alternatieven te vergelijken, wanneer de kosten gekwantificeerd kunnen worden in monetaire eenheden, maar de baten niet. De baten omvat meestal één zeer belangrijk effect en een paar overige effecten. Het voordeel van een KEA is dat alle kosten gemonetariseerd zijn en vergeleken kunnen worden. Een nadeel is dat in een KEA de gevolgen van de alternatieven op de samenleving minder in beeld komen.

Een maatschappelijke kosten-batenanalyse probeert de positieve en negatieve effecten van een project op de welvaart van Nederland in te schatten. Hierin worden niet alleen financiële kosten en baten meegenomen, maar ook maatschappelijke effecten zoals geluidsoverlast en vernieling van natuur die moeilijk uit te drukken zijn in kosten/baten.

Een multicriteria-analyse wordt gebruikt om verschillende alternatieven te vergelijken op verschillende criteria. Voor elk alternatief wordt bepaald wat de kosten per criteria zijn. Vervolgens wordt een bepaalde weging gegeven aan de verschillende criteria, die vermenigvuldigd wordt met de score. Vervolgens worden alle scores opgeteld om zo een voorkeursalternatief te kunnen bepalen.

In deze variantenstudie worden de alternatieven ontworpen om de verwachte waterafvoer van 2050 te kunnen verwerken. Dit is een norm om de veiligheid van het gebied te kunnen garanderen. De veiligheidsnorm vormt tegelijkertijd alle baten van het project en is niet in monetaire eenheid uit te drukken. De kosten van elk alternatief om aan deze norm te voldoen, zijn in geld uit te drukken (monetariseerbaar) en dus direct vergelijkbaar zonder een weging te hoeven toepassen. Hieruit volgt dat de geschikte methode de kosteneffectiviteitsanalyse is.

Bijlage D – Data dwarsprofielen huidige watergangen

20130510-5	Piccardttocht 1	Totaal	4,211520485
IWS_HOOGTE	IWS_AFSTAN	waterpeil	natte oppervlakte
-0,150	0,000	-0,930	0,000
-0,180	1,395	-0,930	0,000
-0,200	2,433	-0,930	0,000
-0,240	3,493	-0,930	0,000
-0,250	4,372	-0,930	0,000
-0,280	4,943	-0,930	0,000
-0,440	5,183	-0,930	0,000
-0,610	5,659	-0,930	0,000
-0,940	5,682	-0,930	0,000
-1,550	5,693	-0,930	0,003
-1,780	6,241	-0,930	0,403
-1,830	6,848	-0,930	0,531
-1,900	7,503	-0,930	0,612
-1,880	7,928	-0,930	0,408
-1,830	8,574	-0,930	0,598
-1,750	9,251	-0,930	0,582
-1,690	9,947	-0,930	0,550
-1,450	10,535	-0,930	0,376
-1,110	10,899	-0,930	0,127
-0,940	10,971	-0,930	0,007
-0,490	11,034	-0,930	0,014
-0,350	11,301	-0,930	0,000
-0,210	11,997	-0,930	0,000
-0,230	13,214	-0,930	0,000
-0,250	14,387	-0,930	0,000
-0,250	15,618	-0,930	0,000

20181207-53	Piccardttocht 2	Totaal	2,906079138
IWS_HOOGTE	IWS_AFSTAN	waterpeil	natte oppervlakte
-0,220	0,000	-1,250	0,000
-0,310	3,007	-1,250	0,000
-0,400	4,559	-1,250	0,000

-0,700	5,009	-1,250	0,000
-1,010	5,312	-1,250	0,000
-1,490	5,470	-1,250	0,009
-1,870	5,861	-1,250	0,168
-2,000	6,443	-1,250	0,399
-2,170	7,176	-1,250	0,612
-2,130	7,791	-1,250	0,554
-2,050	8,558	-1,250	0,644
-1,770	9,344	-1,250	0,519
-1,190	9,732	-1,250	0,001
-1,010	9,894	-1,250	0,000
-0,780	10,014	-1,250	0,000
-0,510	10,542	-1,250	0,000
-0,410	12,521	-1,250	0,000
-0,360	15,002	-1,250	0,000

20181207-55	Woldsloot 1	Totaal	3,9299947
IWS_HOOGTE	IWS_AFSTAN	waterpeil	natte oppervlakte
-0,900	0,000	-1,650	0,000
-1,020	1,002	-1,650	0,000
-1,480	1,484	-1,650	0,000
-1,590	1,935	-1,650	0,000
-1,670	2,220	-1,650	0,001
-1,860	3,073	-1,650	0,098
-2,130	4,056	-1,650	0,339
-2,280	4,781	-1,650	0,402
-2,270	5,359	-1,650	0,361
-2,300	6,207	-1,650	0,538
-2,380	6,956	-1,650	0,517
-2,310	7,598	-1,650	0,446
-2,230	8,620	-1,650	0,634
-2,100	9,396	-1,650	0,400
-1,840	9,995	-1,650	0,192
-1,590	10,271	-1,650	0,002
-0,780	10,839	-1,650	0,000
0,050	11,794	-1,650	0,000
0,260	12,976	-1,650	0,000

0,330	14,196	-1,650	0,000
--------------	---------------	---------------	--------------

20080930-3	Woldsloot 2	Totaal	7,817591364
IWS_HOOGTE	IWS_AFSTAN	waterpeil	natte oppervlakte
-1,180	0,000	-1,650	0,000
-1,180	1,020	-1,650	0,000
-1,180	2,353	-1,650	0,000
-1,110	3,543	-1,650	0,000
-1,120	4,576	-1,650	0,000
-1,280	5,088	-1,650	0,000
-1,630	5,272	-1,650	0,000
-2,290	5,326	-1,650	0,017
-2,590	5,829	-1,650	0,397
-2,780	6,386	-1,650	0,576
-2,900	6,979	-1,650	0,706
-2,880	7,666	-1,650	0,852
-2,840	8,119	-1,650	0,548
-2,860	8,815	-1,650	0,835
-2,960	9,395	-1,650	0,731
-2,820	10,342	-1,650	1,174
-2,900	10,953	-1,650	0,739
-2,840	11,361	-1,650	0,498
-2,580	11,716	-1,650	0,376
-2,740	12,080	-1,650	0,368
-1,630	12,080	-1,650	0,000
-1,510	12,264	-1,650	0,000
-1,380	12,736	-1,650	0,000
-1,200	13,239	-1,650	0,000
-1,100	13,948	-1,650	0,000

20071114-2	Wolvetocht 1	Totaal	8,611199831
IWS_HOOGTE	IWS_AFSTAN	waterpeil	natte oppervlakte
-1,050	0,000	-1,900	0,000
-1,150	0,918	-1,900	0,000

-1,300	1,811	-1,900	0,000
-1,480	2,533	-1,900	0,000
-1,750	2,672	-1,900	0,000
-2,340	2,736	-1,900	0,011
-2,340	3,339	-1,900	0,265
-2,420	3,757	-1,900	0,201
-3,090	4,604	-1,900	0,724
-3,220	5,585	-1,900	1,231
-3,300	6,667	-1,900	1,472
-3,240	7,337	-1,900	0,918
-3,240	8,590	-1,900	1,679
-3,000	9,641	-1,900	1,282
-2,370	10,347	-1,900	0,554
-2,360	10,936	-1,900	0,274
-1,770	10,981	-1,900	0,001
-1,480	11,112	-1,900	0,000
-1,290	11,767	-1,900	0,000
-1,170	12,438	-1,900	0,000
-1,050	13,023	-1,900	0,000

20051212-4	Wolvetoct 2	Totaal	7,513915769
IWS_HOOGTE	IWS_AFSTAN	waterpeil	natte oppervlakte
-0,570	0,000	-1,900	0,000
-0,640	0,703	-1,900	0,000
-0,820	1,326	-1,900	0,000
-1,040	1,968	-1,900	0,000
-1,810	2,049	-1,900	0,000
-2,010	2,089	-1,900	0,001
-2,020	2,429	-1,900	0,039
-2,190	2,821	-1,900	0,080
-2,750	3,277	-1,900	0,260
-3,140	3,765	-1,900	0,510
-3,430	4,786	-1,900	1,414
-3,450	5,798	-1,900	1,558
-3,270	6,924	-1,900	1,644
-2,930	7,479	-1,900	0,666

-2,770	7,799	-1,900	0,304
-2,410	8,864	-1,900	0,735
-2,200	9,208	-1,900	0,139
-2,080	9,880	-1,900	0,161
-1,820	9,993	-1,900	0,001
-1,030	10,107	-1,900	0,000
-0,450	11,223	-1,900	0,000
-0,380	12,057	-1,900	0,000

20181019-60	Havensloot 2	Totaal	2,593008541
IWS_HOOGTE	IWS_AFSTAN	waterpeil	natte oppervlakte
0,440	0,000	-1,900	0,000
0,120	1,304	-1,900	0,000
-0,120	2,127	-1,900	0,000
-0,780	3,002	-1,900	0,000
-1,270	3,895	-1,900	0,000
-1,430	4,377	-1,900	0,000
-1,660	4,623	-1,900	0,000
-1,950	4,769	-1,900	0,001
-2,590	5,489	-1,900	0,266
-2,730	6,144	-1,900	0,498
-3,080	6,632	-1,900	0,490
-2,700	7,186	-1,900	0,548
-2,490	7,941	-1,900	0,525
-1,920	8,686	-1,900	0,227
-1,660	9,023	-1,900	0,037
-1,320	9,143	-1,900	0,000
-1,130	9,686	-1,900	0,000
-1,260	10,441	-1,900	0,000
-1,230	12,440	-1,900	0,000

20181019-54	Nieuwe watergang	Totaal	2,464534
IWS_HOOGTE	IWS_AFSTAN	waterpeil	natte oppervlakte
-0,300	0,000	-1,900	0,000
-0,330	1,880	-1,900	0,000

-0,360	3,656	-1,900	0,000
-0,500	5,333	-1,900	0,000
-0,690	6,006	-1,900	0,000
-1,160	6,478	-1,900	0,000
-1,650	6,801	-1,900	0,000
-1,730	6,876	-1,900	0,000
-1,930	7,120	-1,900	0,001
-2,350	7,819	-1,900	0,168
-2,650	8,710	-1,900	0,535
-2,710	9,390	-1,900	0,530
-2,640	9,955	-1,900	0,438
-2,400	10,443	-1,900	0,303
-2,030	10,816	-1,900	0,117
-2,100	11,398	-1,900	0,096
-2,060	12,221	-1,900	0,148
-1,920	13,158	-1,900	0,084
-1,730	13,747	-1,900	0,045
-1,650	13,945	-1,900	0,000
-1,300	14,399	-1,900	0,000
-0,830	15,216	-1,900	0,000
-0,360	15,955	-1,900	0,000
-0,350	19,590	-1,900	0,000
-0,320	23,576	-1,900	0,000

20181019-52	Gemaal VDV	Totaal	2,92556098
IWS_HOOGTE	IWS_AFSTAN	waterpeil	natte oppervlakte
-0,450	0,000	-1,900	0,000
-0,490	2,322	-1,900	0,000
-0,550	4,232	-1,900	0,000
-0,670	5,520	-1,900	0,000
-1,160	6,529	-1,900	0,000
-1,530	6,953	-1,900	0,000
-1,660	7,026	-1,900	0,000
-1,780	7,252	-1,900	0,000
-2,090	7,969	-1,900	0,042
-2,610	8,900	-1,900	0,419
-2,510	9,812	-1,900	0,602

-2,420	10,323	-1,900	0,289
-2,390	10,758	-1,900	0,220
-2,420	11,685	-1,900	0,468
-2,360	12,497	-1,900	0,398
-2,310	13,167	-1,900	0,291
-1,960	13,806	-1,900	0,150
-1,700	14,416	-1,900	0,047
-1,660	14,536	-1,900	0,000
-1,350	14,998	-1,900	0,000
-0,800	15,827	-1,900	0,000
-0,390	16,477	-1,900	0,000
-0,120	17,133	-1,900	0,000
0,040	19,214	-1,900	0,000
0,110	22,962	-1,900	0,000
0,180	26,130	-1,900	0,000
0,230	28,873	-1,900	0,000

20181204-60	Waterwijktocht	Totaal	50,58273959
IWS_HOOGTE	IWS_AFSTAN	waterpeil	natte oppervlakte
0,470	0,000	-1,330	0,000
0,400	0,729	-1,330	0,000
0,340	1,988	-1,330	0,000
0,160	2,481	-1,330	0,000
-0,490	3,232	-1,330	0,000
-1,360	3,846	-1,330	0,000
-1,690	4,127	-1,330	0,055
-1,780	4,445	-1,330	0,129
-2,430	5,996	-1,330	1,202
-2,850	7,015	-1,330	1,335
-3,250	8,714	-1,330	2,922
-3,280	10,328	-1,330	3,123
-3,040	11,885	-1,330	2,849
-3,230	13,097	-1,330	2,188
-3,170	14,658	-1,330	2,919
-3,100	15,508	-1,330	1,534
-3,080	17,138	-1,330	2,869
-3,250	19,120	-1,330	3,637

-3,150	20,701	-1,330	2,956
-3,120	22,493	-1,330	3,235
-3,120	23,795	-1,330	2,331
-3,090	25,376	-1,330	2,806
-3,060	26,558	-1,330	2,063
-3,060	27,722	-1,330	2,014
-3,030	28,523	-1,330	1,374
-3,000	29,823	-1,330	2,191
-2,900	30,837	-1,330	1,643
-2,600	32,205	-1,330	1,943
-2,250	33,725	-1,330	1,664
-2,080	34,459	-1,330	0,613
-1,930	35,071	-1,330	0,413
-1,800	36,104	-1,330	0,553
-1,360	36,171	-1,330	0,017
-1,060	36,229	-1,330	0,007
-1,030	36,386	-1,330	0,000
-0,640	37,235	-1,330	0,000
-0,100	38,608	-1,330	0,000
0,030	42,522	-1,330	0,000

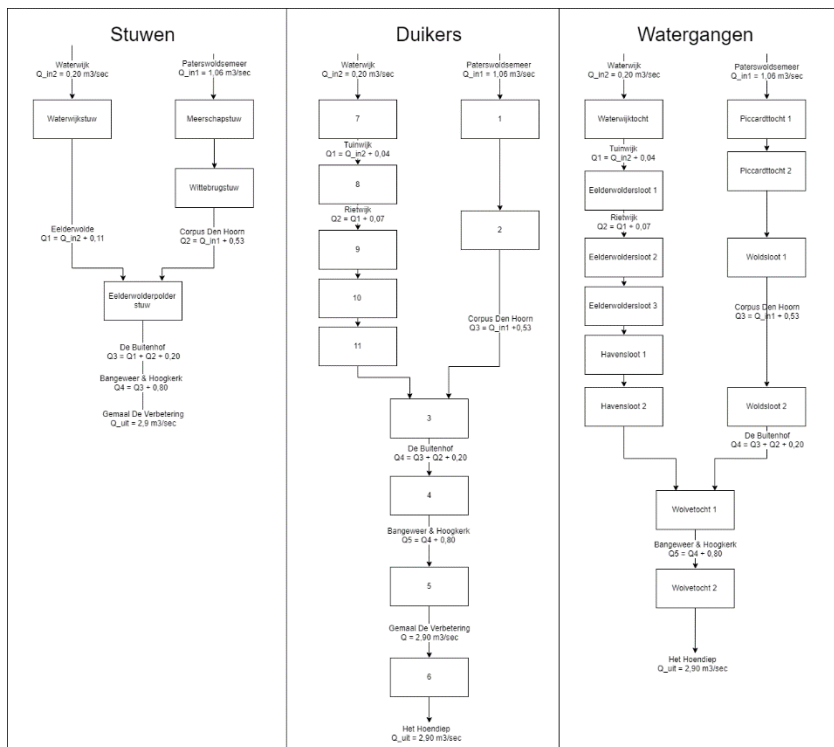
20181210-1	Eelderwoldersloot 1	Totaal	1,101846792
IWS_HOOGTE	IWS_AFSTAN	waterpeil	natte oppervlakte
0,620	0,000	-1,650	0,000
0,570	1,229	-1,650	0,000
0,490	2,199	-1,650	0,000
0,130	2,948	-1,650	0,000
-0,410	3,703	-1,650	0,000
-0,920	4,446	-1,650	0,000
-1,030	4,853	-1,650	0,000
-1,470	4,862	-1,650	0,000
-2,020	4,898	-1,650	0,004
-2,100	5,233	-1,650	0,137
-2,320	5,597	-1,650	0,204
-2,460	6,071	-1,650	0,351
-2,060	6,359	-1,650	0,176

-2,030	6,939	-1,650	0,229
-1,470	6,961	-1,650	0,001
-1,010	7,011	-1,650	0,000
-0,840	7,463	-1,650	0,000
-0,450	8,381	-1,650	0,000
-0,020	9,169	-1,650	0,000
0,200	9,865	-1,650	0,000
0,300	10,803	-1,650	0,000
0,440	12,827	-1,650	0,000

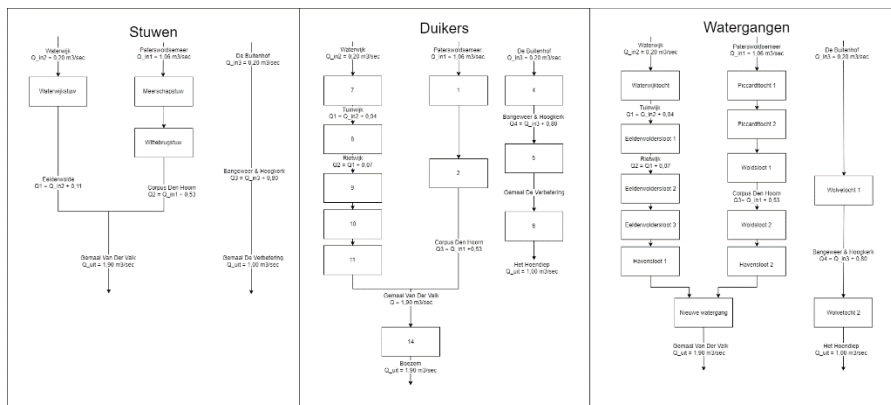
42A03	Eelderwoldersloot 2	Totaal	0,609368139
IWS_HOOGTE	IWS_AFSTAN	waterpeil	natte oppervlakte
-1,360	0,000	-1,650	0,000
-0,860	0,534	-1,650	0,000
0,230	6,101	-1,650	0,000
0,330	7,396	-1,650	0,000
0,340	8,550	-1,650	0,000
0,120	11,749	-1,650	0,000
-1,610	13,158	-1,650	0,000
-1,900	13,633	-1,650	0,051
-1,960	15,624	-1,650	0,557
-1,620	16,155	-1,650	0,001
-0,710	16,855	-1,650	0,000
-0,850	29,235	-1,650	0,000

Bijlage E – Stroomschema's alternatieven

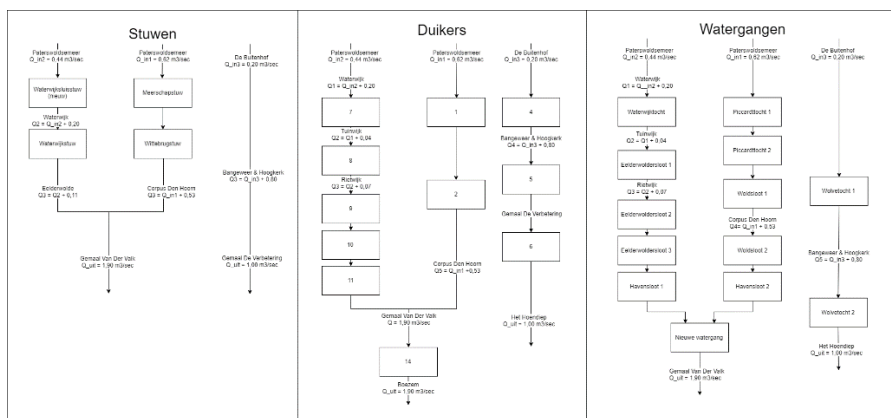
Alternatief 1:



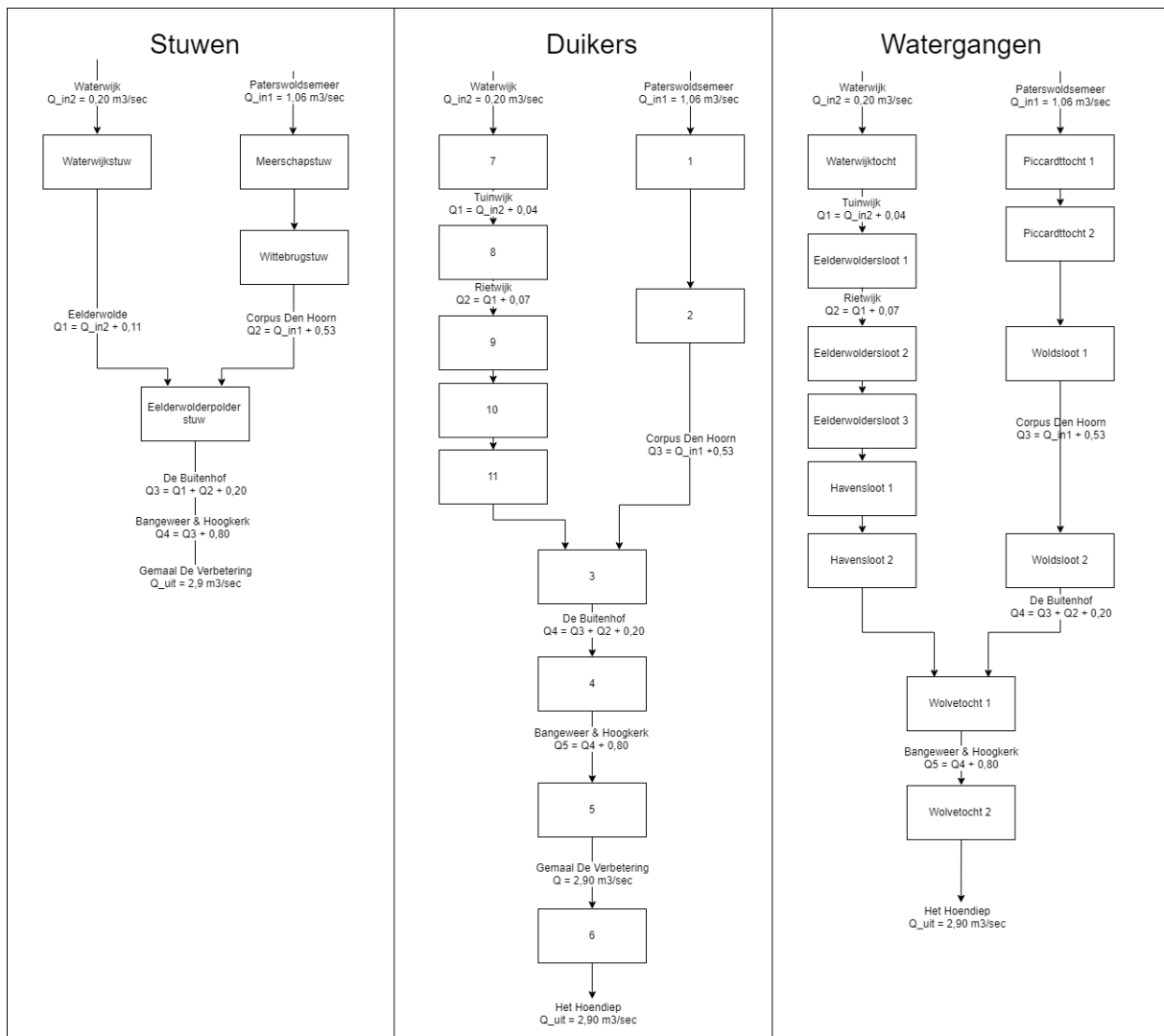
Alternatief 2:



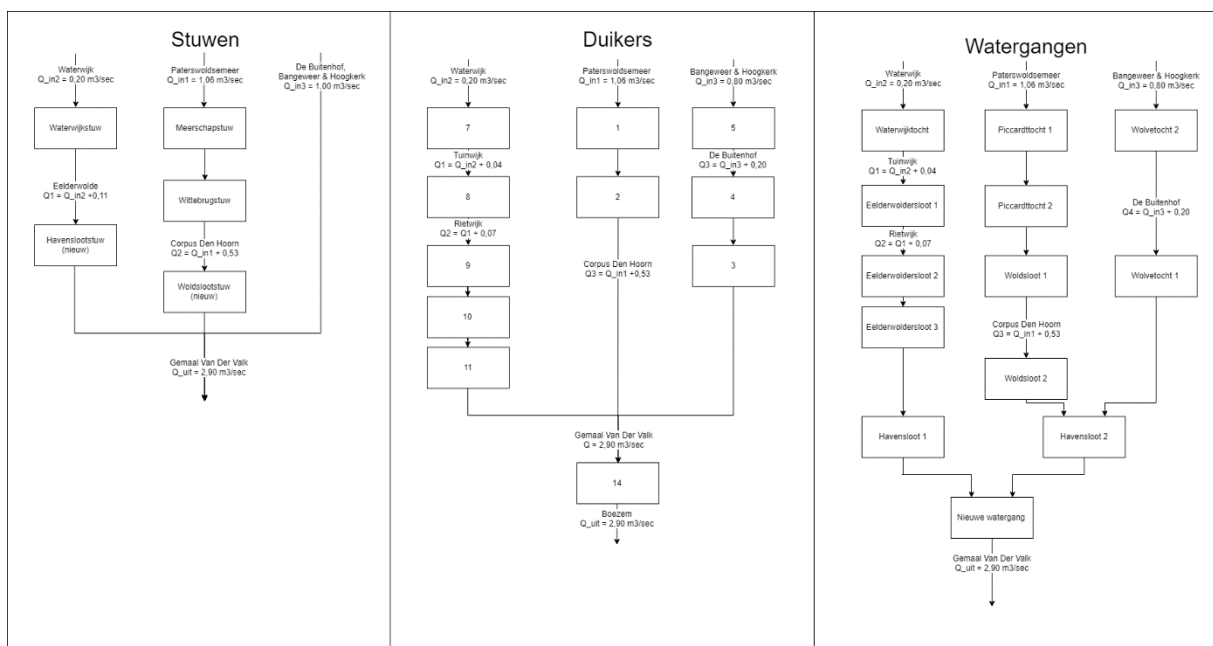
Alternatief 3:



Alternatief 4:



Alternatief 5:



Duikers:



The map displays the Eiderpolder area, a region of land reclaimed from the sea. It shows a complex network of waterways, including the Eiderpolder and the surrounding urban area of Groningen. The map is color-coded to represent different land use types and water management features. Key locations labeled include De Verbetering, Van der Valk, Havensloot stuw (alt. 5), Woldslot stuw (alt. 5), Waterwijkstuw, Meerschapsstuw, and Waterwijksluistuw. The map also shows the Eiderpolder and the surrounding urban area of Groningen.

Legend:

- Water:**
 - Water (blue)
 - Water (light blue)
 - Water (dark blue)
 - Water (very dark blue)
- Land Use:**
 - Land (green)
 - Land (light green)
 - Land (dark green)
 - Land (very dark green)
 - Land (brown)
 - Land (light brown)
 - Land (dark brown)
 - Land (very dark brown)
- Infrastructure:**
 - Infrastructure (black)
 - Infrastructure (light grey)
 - Infrastructure (dark grey)
 - Infrastructure (very dark grey)

Map Labels:

- De Verbetering
- Van der Valk
- Havensloot stuw (alt. 5)
- Woldslot stuw (alt. 5)
- Waterwijkstuw
- Meerschapsstuw
- Waterwijksluistuw
- Eiderpolder
- Groningen

[illegible]

Bijlage G - Uitwerking benodigde aanpassingen

In deze bijlage zijn de benodigde aanpassingen voor alternatief 1, 2, 3, 4, en 5 uitgewerkt.

Alternatief 1

Watergangen

Een vergelijking van het benodigde nat oppervlak en huidige nat oppervlak is gegeven in Tabel 20. Hieruit blijkt dat er geen watergangen aangepast hoeven te worden.

Tabel 20 - vergelijking watergangen alternatief 1

Watergang	Benodigde nat opp. (m2)	Huidig nat opp. (m2)	Benodigde vergroting (m2)
<i>Piccardttocht 1</i>	2,65	4,21	-
<i>Piccardttocht 2</i>	2,65	2,91	-
<i>Woldsloot 1</i>	2,65	3,93	-
<i>Woldsloot 2</i>	3,98	7,82	-
<i>Wolvetocht 1</i>	5,33	8,61	-
<i>Wolvetocht 2</i>	7,27	7,52	-
<i>Waterwijktocht</i>	0,50	50,58	-
<i>Eelderwoldersloot 1</i>	0,50	1,61	-
<i>Eelderwoldersloot 2</i>	0,60	10,5	-
<i>Eelderwoldersloot 3</i>	0,78	-	-*
<i>Havensloot 1</i>	0,78	-	-*
<i>Havensloot 2</i>	0,78	3,62	-

*Voor deze watergangen zijn geen dwarsprofielen beschikbaar, maar door het gebruik van hoogtefoto's en dwarsprofielen van vergelijkbare watergangen wordt aangenomen dat de capaciteit voldoende is.

Duikers

Een vergelijking van de benodigde capaciteit en huidige capaciteit van de duikers is gegeven in Tabel 21. Hieruit blijkt dat vijf duikers aangepast moeten worden.

Tabel 21 - vergelijking duikers alternatief 1

Duiker	Benodigde capaciteit (m3/sec)	Huidige capaciteit (m3/sec)	Benodigde vergroting (m3/sec)
1	1,06	0,63	0,43
2	1,06	1,19	-
3	1,90	1,92	-
4	1,90	1,77	0,19
5	2,91	3,07	-
6	2,91	2,52	0,39
7	0,20	0,05	0,12
8	0,24	0,52	-
9	0,31	0,26	0,05
10	0,31	0,42	-
11	0,31	0,53	-

De benodigde aanpassingen aan duiker 1, 4, 7, en 9 zijn weergegeven in Tabel 22.

Tabel 22 - Nieuwe afmetingen duikers alternatief 1

Duiker	Vorm	Huidige afmetingen (mm)	Benodigde afmetingen (mm)	Lengte (m)	Reden voor duiker
1	Rechthoekig	1000 bij 1500	1400 bij 1900	12	Kruisen fietspad (4 m)
4	Rechthoekig	1400 bij 2800	1900 bij 2600	13	Kruisen fietspad (4 m)
6	Rechthoekig	2100 bij 3000	2100 bij 3500	21	Uitstroomkoker gemaal De Verbetering
7	Rond	Ø800	Ø800*	12	Kruisen asfaltweg (5 m)
9	Rond	Ø1000	Ø1000*	50	Kruisen fietspad (5 m) en provinciale weg (10 m)

*Deze duiker gebruikt bij het huidige peil niet de volledige ontwerpcapaciteit, waardoor de afmetingen wel voldoen maar de ligging van de duiker aangepast moet worden.

Stuwen

Een vergelijking van de benodigde capaciteit en de huidige capaciteit is gegeven in Tabel 23. Hieruit blijkt dat twee stuwen aangepast moeten worden. Ook zal stuw 2 verlaagd moeten worden.

Tabel 23 - vergelijking stuwen alternatief 1

Stuw	Benodigde capaciteit (m3/sec)	Huidige capaciteit (m3/sec)	Benodigde vergroting (m3/sec)
1	1,06	0,68	0,38
2	1,06	2,70	-
3	1,90	0,83	1,07
5	0,20	0,68	-

Tabel 24 - test nieuwe breedte stuwen alternatief 1

Stuw	Huidige breedte (m)	Benodigde breedte (m)	Beschikbare ruimte (m)
1	2,00	3,10	5,00
2	5,66	2,70	6,00
3	3,50	8,10	3,50

Uit Tabel 24 blijkt dat er ruimte is voor de aanpassingen van stuw 1 en 2. Voor de aanpassingen aan stuw 3 is geen ruimte. Om toch de stuw te kunnen realiseren, zal deze schuin in de kruisende watergangen geplaatst worden (Figuur 26).

Ook zijn alle drie de stuwen vispasseerbaar gemaakt moeten worden. Hiervoor zal een 'De Wit'-vispassage gebruikt worden bestaande uit x aantal trappen. Per trap kan een peilverschil van 0,05 m overbrugd worden. Om het aantal trappen te berekenen,



Figuur 26 - locatie nieuwe Eelderwolderpolderstuw

is de onderstaande formule gebruikt. De uitkomst hiervan is gegeven in Tabel 25.

$$\text{aantal trappen} = \frac{\text{peilverschil}}{0.05} + 1$$

Tabel 25 - benodigd aantal vistrappen alternatief 1

	Stuw	Peilverschil (m)	Benodigd aantal trappen
	1	0,40	9
	2	0,40	9
	3	0,25	6

Gemalen

Er moet één gemaal gerealiseerd worden dat het hele bemalingsgebied bemaalt. Dit gemaal komt op de locatie van het huidige gemaal, moet een capaciteit van 175 m³/min (2,9 m³/sec) hebben en moet vispasseerbaar gemaakt worden.

Alternatief 2

Watergangen

Een vergelijking van het benodigde nat oppervlak en huidige nat oppervlak is gegeven in Tabel 26. Hieruit blijkt dat twee watergangen aangepast moeten worden.

Tabel 26 - Analyse watergangen

	Watergang	Benodigde nat opp. (m ²)	Huidig nat opp. (m ²)	Benodigde vergroting (m ²)
	Piccardthoftocht 1	2,65	4,21	-
	Piccardthoftocht 2	2,65	2,91	-
	Woldsloot 1	2,65	3,93	-
	Woldsloot 2	3,98	7,82	-
	Wolvetocht 1	0,57	8,61	-
	Wolvetocht 2	2,51	7,52	-
	Havensloot 2	3,98	3,62	0,36
	Nieuwe watergang	4,76	4,17	0,59

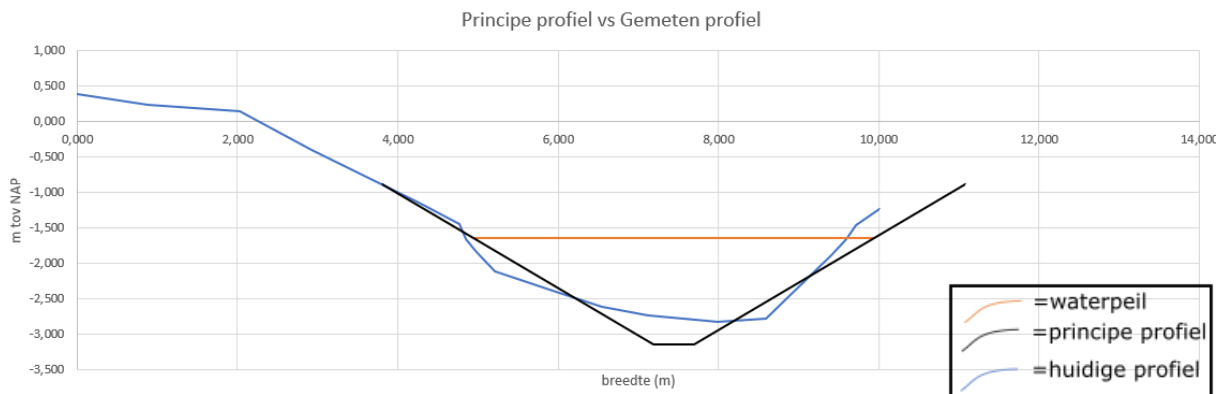
Uit Tabel 26 blijkt dat de Havensloot 2 en de nieuwe watergang aangepast moeten worden. De benodigde aanpassingen zijn hieronder uitgewerkt.

Havensloot 2: Havensloot 2 moet opgedeeld worden in twee secties aangezien een gedeelte langs bebouwd gebied (1) loopt en een gedeelte langs agrarisch gebied (2) (Figuur 27). Sectie 1 heeft een lengte van 190 m en sectie 2 een lengte van 210 m.

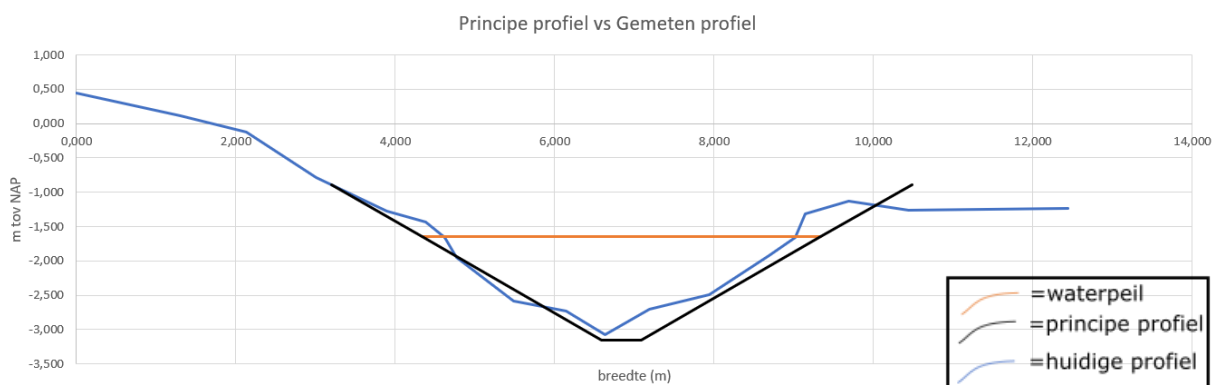


Figuur 27 - Locatie Havensloot 2 opgesplitst in secties

Voor beide secties is het huidige profiel vergeleken met het principeprofiel dat nodig is om het gewenste nat oppervlakte te creëren (Figuur 28 & Figuur 29).



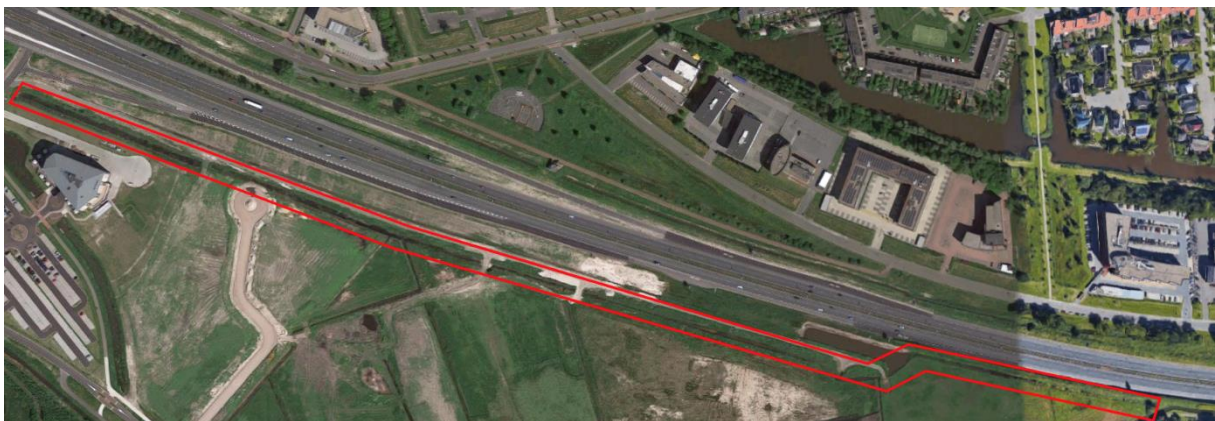
Figuur 28 – Havensloot 2, sectie 1



Figuur 29 – Havensloot 2, sectie 2

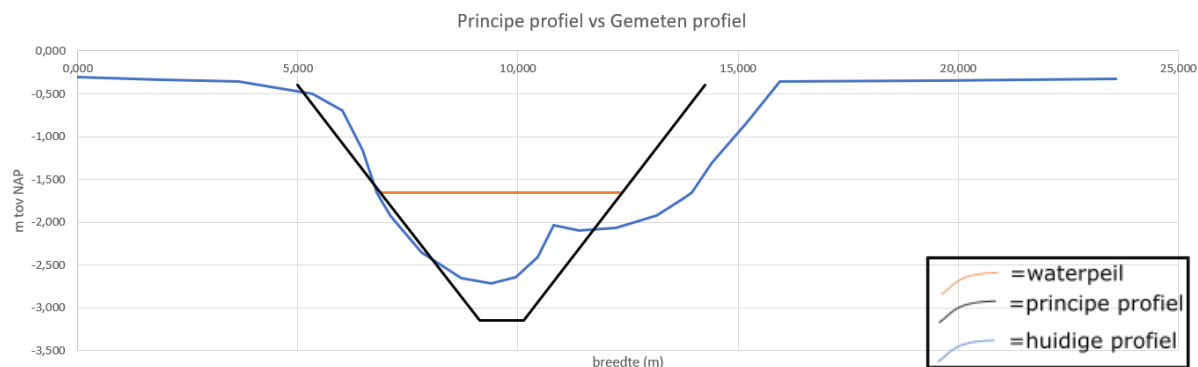
Sectie 1 loopt langs bebouwd gebied waar geen ruimte is om te verbreden. Daarom zal er een damwand geplaatst worden aan één kant van de watergang om het gewenste nat oppervlakte te creëren. Sectie 2 loopt langs agrarisch gebied. Uit de figuur blijkt dat er 0,96 m extra breedte nodig is, hiervoor zal de landeigenaar gecompenseerd moeten worden.

Nieuwe watergang: De nieuwe watergang moet vergroot worden met 0,59 m². De watergang heeft een lengte van 1.060 m (Figuur 30).



Figuur 30 - Locatie nieuwe watergang

Het huidige profiel van de watergang is vergeleken met het principeprofiel dat nodig is om het gewenste nat oppervlakte te creëren (Figuur 31).



Figuur 31 - Nieuwe watergang

Zoals te zien in Figuur 31 is er genoeg ruimte voor de watergang, alleen moet deze volgens het principeprofiel uitgegraven worden. Doordat de totale breedte van de watergang 9,25 m wordt, moet er een onderhoudspad aan beide kanten van de watergang gerealiseerd worden. Dit betekent dat er 4 meter extra ruimte aan beide kanten nodig is. Hierdoor wordt de totale breedte van de watergang 17,25 m. Hier is genoeg ruimte voor.

Tabel 27 - Benodigde aanpassingen aan de watergangen

Watergang	Aanpassingen	Hoeveelheid
Havensloot 2	Vergroten	144 m3
Havensloot 2	Plaatsen damwand	190 m
Havensloot 2	Aanschaffen perceel	202 m2
Nieuwe watergang	Vergroten	625 m3

Duikers

Een vergelijking van de benodigde capaciteit en de huidige capaciteit is gegeven in Tabel 28. Hieruit blijkt dat drie duikers aangepast moeten worden.

Tabel 28 - Analyse duikers

Duiker	Benodigde capaciteit (m3/sec)	Huidige capaciteit (m3/sec)	Benodigde vergroting (m3/sec)
1	1,06	0,63	0,43
2	1,06	1,19	-
3	0	1,92	-
4	0,23	1,77	-
5	1,00	3,07	-
6	1,00	2,52	-
7	0,20	0,05	0,15
8	0,24	0,52	-
9	0,31	0,26	0,05
10	0,31	0,42	-
11	0,31	0,53	-

Tabel 29 - Aanpassingen duikers

Duiker	Vorm	Huidige afmetingen (mm)	Benodigde afmetingen (mm)	Lengte (m)	Reden voor duiker
1	Rechthoekig	h1000 x b1500	h1400 x b1900	12	Kruisen fietspad (4 m)
7	Rond	Ø800	Ø800*	12	Kruisen asfaltweg (5 m)
9	Rond	Ø1000	Ø1000*	50	Kruisen fietspad (5 m) en provinciale weg (10 m)

*Deze duiker gebruikt bij het huidige peil niet de volledige ontwerpcapaciteit, waardoor de afmetingen wel voldoen maar de ligging van de duiker aangepast moet worden.

Stuwen

Een vergelijking van de benodigde capaciteit en de huidige capaciteit is gegeven in Tabel 30. Hieruit blijkt dat één stuw aangepast moet worden. Ook zal de Wittebrugstuw verlaagd moeten worden.

Tabel 30 - Analyse capaciteit aanwezige stuwen

Stuw	Benodigde capaciteit (m³/sec)	Huidige capaciteit (m³/sec)	Benodigde vergroting (m³/sec)
Meerschapsluw	1,06	0,68	0,38
Wittebrugstuw	1,06	2,70	-
Eelderwolderpolderstuw	0	0,83	-
Waterwijkluis	0,20	0,68	-

Tabel 31 – Uitwerking aanpassingen stuwen

Stuw	Huidige breedte (m)	Benodigde breedte (m)	Beschikbare ruimte (m)
Meerschapsluw	2,00	3,10	5,00
Wittebrugstuw	5,66	2,70	6,00

Er moet één stuw verbreed worden. Dit komt neer op een nieuwe stuw aanleggen met een breedte van 3,10 m. De watergang is 5 m breed dus dit past. Ook zal de stuw automatisch gemaakt worden aangezien het bovenstrooms liggende gebied van groot maatschappelijk belang is.

Ook moet de Wittebrugstuw verlaagd worden. Dit om de capaciteit van bovenstrooms gelegen Meerschapsluw te vergroten.

Tabel 32 – Benodigde aanpassingen aan de stuwen

Stuw	Soort	Aanpassing	Breedte
Meerschapsluw	Stuwklep	Verbreden	b3100
Wittebrugstuw	Drempelstuw	Verlagen	b2700
Meerschapsluw	Stuwklep	'De Wit'-vispassage aanleggen	9 trappen
Wittebrugstuw	Drempelstuw	'De Wit'-vispassage aanleggen	9 trappen

Gemalen

Er moeten twee gemalen gerealiseerd worden. Gemaal De Verbetering moet het bemalingsgebied ten noorden van de A7 bemalen, waarvoor een capaciteit van 60 m³/min (1,00 m³/sec) nodig is. Gemaal Van der Valk moet het bemalingsgebied ten zuiden van de A7 bemalen, waarvoor een capaciteit van 115 m³/min (1,90 m³/sec) nodig is. Beide gemalen moeten vispasseerbaar gemaakt worden.

Tabel 33 - Berekening aantal trappen 'De Wit'-vispassage

Gemaal	Peilverschil (m)	Benodigd aantal trappen
<i>De Verbetering</i>	0,97	21
<i>Van der Valk</i>	0,72	16

Tabel 34 - Benodigde aanpassingen aan de gemalen

Gemaal	Aanpassing	Capaciteit
<i>De Verbetering</i>	Renoveren	60
<i>De Verbetering</i>	Vispasseerbaar maken	
<i>Van der Valk</i>	Realiseren	115
<i>Van der Valk</i>	Vispasseerbaar maken	

Alternatief 3

Watergangen

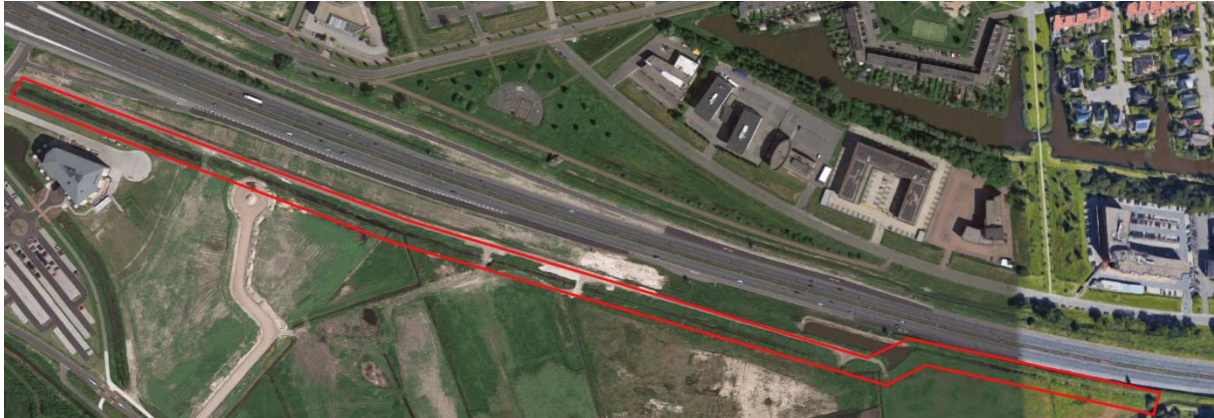
Een vergelijking van het benodigde natte oppervlak en huidige natte oppervlak is gegeven in Tabel 35. Hieruit blijkt dat één watergang aangepast moet worden. Ook zal er een verbindingswatergang gerealiseerd worden om de tweede verbinding met het Paterswoldsemeer te creëren.

Tabel 35 - Analyse watergangen

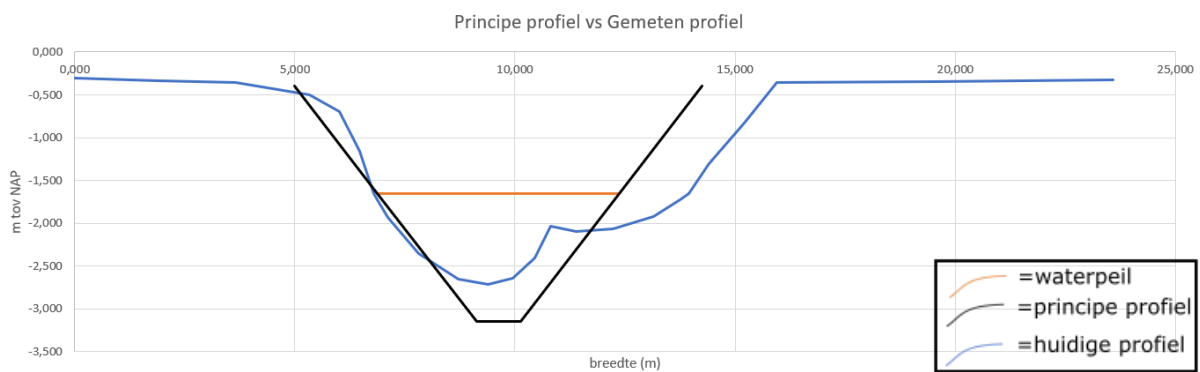
Watergang	Benodigde nat opp. (m²)	Huidig nat opp. (m²)	Benodigde vergroting (m²)
<i>Piccardttocht 1</i>	1,55	4,21	-
<i>Piccardttocht 2</i>	1,55	2,91	-
<i>Woldslot 1</i>	1,55	3,93	-
<i>Woldslot 2</i>	2,89	7,82	-
<i>Wolvetocht 1</i>	0,57	8,61	-
<i>Wolvetocht 2</i>	2,51	7,52	-
<i>Havensloot 2</i>	2,89	3,62	-
<i>Nieuwe watergang</i>	4,76	4,17	0,59
<i>Waterwijktocht</i>	1,10	50,58	-
<i>Elderwoldersloot 1</i>	1,60	1,61	-
<i>Elderwoldersloot 2</i>	1,70	10,5	-
<i>Elderwoldersloot 3</i>	1,88	-	-*
<i>Havensloot 1</i>	1,88	-	-*

*Voor deze watergangen zijn geen dwarsprofielen beschikbaar, maar door het gebruik van hoogtefoto's en dwarsprofielen van vergelijkbare watergangen wordt aangenomen dat de capaciteit voldoende is.

Nieuwe watergang: De nieuwe watergang moet vergroot worden met 0,59 m². De watergang heeft een lengte van 1.060 m (Figuur 32).



Figuur 32 - Locatie nieuwe watergang



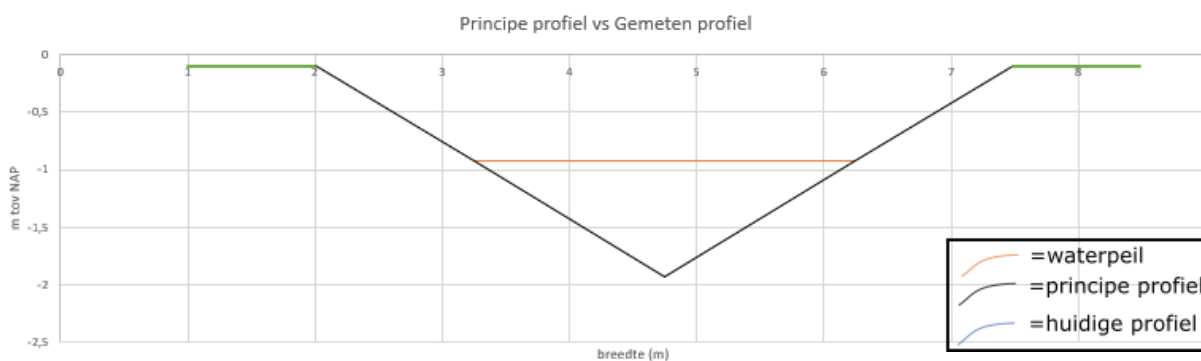
Figuur 33 - Nieuwe watergang

Zoals te zien in Figuur 33 is er genoeg ruimte voor de watergang, alleen moet deze volgens het principeprofiel uitgegraven worden. Doordat de totale breedte van de watergang 9,25 m wordt, moet er een onderhoudspad aan beide kanten van de watergang gerealiseerd worden. Dit betekent dat er 4 meter extra ruimte aan beide kanten nodig is. Hierdoor wordt de totale breedte van de watergang 17,25 m. Hier is genoeg ruimte voor.

Verbindingswatergang: Om een tweede afvoerroute van het Paterswoldsemeer te realiseren, moet er een watergang met een capaciteit van 0,044 m³/sec gerealiseerd worden (Figuur 34).



Figuur 34 - locatie verbindingswatergang



Figuur 35 – Dwarsprofiel verbindingswatergang

Duikers

Een vergelijking van de benodigde capaciteit en de huidige capaciteit is gegeven in Tabel 36. Hieruit blijkt dat vijf duikers aangepast moeten worden.

Tabel 36 - Analyse duikers

Duiker	Benodigde capaciteit (m ³ /sec)	Huidige capaciteit (m ³ /sec)	Benodigde vergroting (m ³ /sec)
1	0,62	0,63	-
2	0,62	1,19	-
3	0	1,92	-
4	0,23	1,77	-
5	1,00	3,07	-
6	1,00	2,52	-
7	0,64	0,05	0,59
8	0,68	0,52	0,16
9	0,75	0,26	0,49
10	0,75	0,42	0,33
11	0,75	0,53	0,22
12	0	1,5	-

Tabel 37 - Aanpassingen duikers

Duiker	Vorm	Huidige afmetingen (mm)	Benodigde afmetingen (mm)*	Lengte (m)	Reden voor de duiker
7	Rond	Ø800	h1000 x b1600	12	Kruisen asfaltweg (5 m)
8	Rond	Ø1250	h1200 x b1400	10	Kruisen fietspad (4 m)
9	Rond	Ø1250	h600 x b3200	50	Kruisen fietspad (5 m) en provinciale weg (10 m)
10	Rond	Ø1250	h1000 x b1900	17	Kruisen asfaltweg (5 m)
11	Rond	Ø1250	h1200 x b1600	10	Kruisen zandweg (3 m)

*De duikers zijn vervangen door vierkante duikers doordat het gewenste debiet niet gerealiseerd kan worden met ronde duikers.

Stuwen

Een vergelijking van de benodigde capaciteit en de huidige capaciteit is gegeven in Tabel 38. Hieruit blijkt dat één stuw gerealiseerd moet worden. Ook zal de Wittebrugstuw verlaagd moeten worden.

Tabel 38 - Analyse aanpassingen stuwen

Stuw	Benodigde capaciteit (m ³ /sec)	Huidige capaciteit (m ³ /sec)	Benodigde nieuwe breedte (m)
Meerschapstuw	0,62	0,68	-
Wittebrugstuw	0,62	2,70	-
Eelderwolderpolderstuw	0	0,83	-
Nieuwe stuw sluis	0,44	-	0,44
Waterwijksluis	0,64	0,68	-
Nieuwe stuw Havensloot	-	-	-

Tabel 39 - Uitwerking aanpassingen stuwen

Stuw	Huidige breedte (m)	Benodigde breedte (m)	Beschikbare ruimte (m)
Nieuwe stuwsluis	0	0,92	1,00
Wittebrugstuw	5,66	2,70	6,00

Gemalen

Er moeten twee gemalen gerealiseerd worden. Gemaal De Verbetering moet het bemalingsgebied ten noorden van de A7 bemalen, waarvoor een capaciteit van 60 m³/min (1,00 m³/sec) nodig is. Gemaal Van der Valk moet het bemalingsgebied ten zuiden van de A7 bemalen, waarvoor een capaciteit van 115 m³/min (1,90 m³/sec) nodig is. Beide gemalen moeten vispasseerbaar gemaakt worden.

Tabel 40 - Berekening aantal trappen 'De Wit' vispassage

Gemaal	Peilverschil (m)	Benodigd aantal trappen
De Verbetering	0,97	21
Van der Valk	0,72	16

Tabel 41 - Benodigde aanpassingen aan de gemalen

Gemaal	Aanpassing	Capaciteit
De Verbetering	Renoveren	60
De Verbetering	Vispasseerbaar maken	
Van der Valk	Realiseren	115
Van der Valk	Vispasseerbaar maken	

Alternatief 4

Watergangen

Een vergelijking van het benodigde natte oppervlakte en huidige natte oppervlakte is gegeven in Tabel 42. Hieruit blijkt dat er twee watergangen vergroot moeten worden.

Tabel 42 - vergelijking watergangen alternatief 4

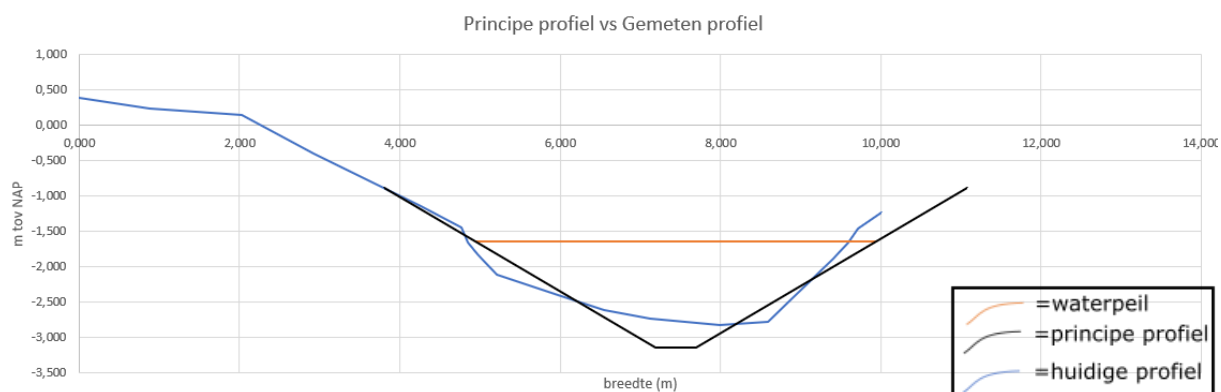
Watergang	Benodigde nat opp. (m2)	Huidig nat opp. (m2)	Benodigde vergroting (m2)
Piccardttocht 1	2,65	4,21	-
Piccardttocht 2	2,65	2,91	-
Woldsloot 1	2,65	3,93	-
Woldsloot 2	3,98	7,82	-
Wolvetocht 1	0,57	8,61	-
Wolvetocht 2	2,51	7,52	-
Havensloot 2	3,98	3,62	0,36
Havensloot 1	3,98	-	_*

*Voor deze watergangen zijn geen dwarsprofielen beschikbaar, maar door het gebruik van hoogtefoto's en dwarsprofielen van vergelijkbare watergangen wordt aangenomen dat de capaciteit voldoende is.

Havensloot 2: Havensloot 2 moet opgedeeld worden in twee secties aangezien een gedeelte langs agrarisch gebied (2) loopt en een gedeelte langs bebouwd gebied (1) (Figuur 36). Sectie 1 heeft een lengte van 190 m en sectie 2 een lengte van 210 m.

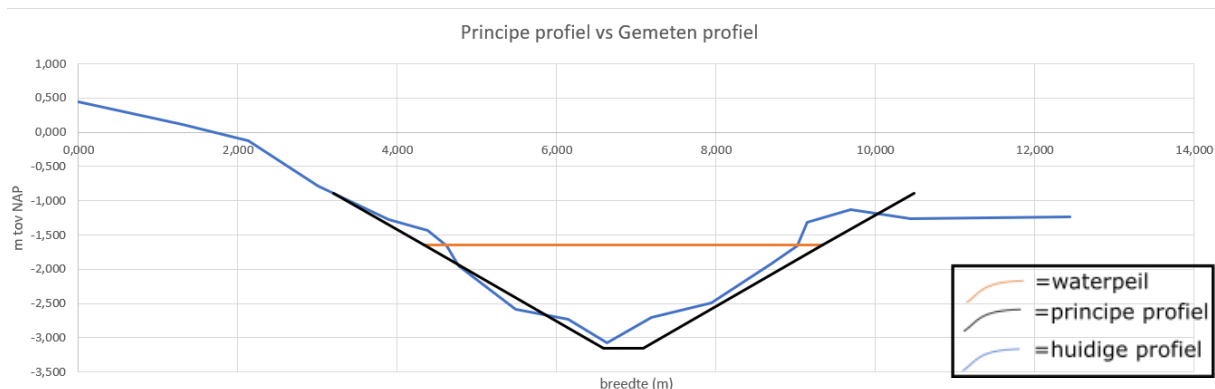


Figuur 36 - Locatie Havensloot 2 en secties



Figuur 37 – Havensloot 2, sectie 1

Sectie 1 loopt langs bebouwd gebied waar geen ruimte is om te verbreden. Daarom zal er een damwand geplaatst worden aan één kant van de watergang om het gewenste natte oppervlak te creëren.



Figuur 38 – Havensloot 2, sectie 2

Sectie 2 loopt langs agrarisch gebied. Door 0,96 m van het land aan te schaffen, kan de watergang vergroot worden om het gewenste nat oppervlakte te creëren.

Duikers

Een vergelijking van de benodigde capaciteit en de huidige capaciteit is gegeven in Tabel 43. Hieruit blijkt dat vijf duikers aangepast moeten worden.

Tabel 43 - vergelijking duikers alternatief 4

	Duiker	Benodigde capaciteit (m3/sec)	Huidige capaciteit (m3/sec)	Benodigde vergroting (m3/sec)
	1	1,06	0,63	0,43
	2	1,06	1,19	-
	3	0	1,92	-
	4	0,23	1,77	-
	5	1,00	3,07	-
	6	1,00	2,52	-
	7	0,20	0,05	0,15
	8	0,24	0,52	-
	9	0,31	0,26	0,05
	10	0,31	0,42	-
	11	1,59	0,53	1,06
	12	1,59	1,5	0,09

Tabel 44 - nieuwe afmetingen duikers alternatief 4

	Duiker	Vorm	Huidige afmetingen (mm)	Benodigde afmetingen (mm)	Lengte (m)	Reden voor duiker
	1	rechthoekig	h1000 x b1500	h1400 x b1900	12	Kruisen fietspad (4 m)
	7	Rond	Ø800	Ø800	12	Kruisen asfaltweg (5 m)
	9	Rond	Ø1250	Ø1000	50	Kruisen fietspad (5 m) en provinciale weg (10 m)
	11	Rond	Ø1250	h1200 x b3400	10	Kruisen zandweg (3 m)
	12	Rechthoekig	h1500 x b2500	h1500 x b2700	36	Kruisen beton (4 m) en provinciale weg (10 m)

Stuwen

Een vergelijking van de benodigde capaciteit en de huidige capaciteit is gegeven in Tabel 45. Hieruit blijkt dat één stuw aangepast moet worden. Ook zal de Wittebrugstuw verlaagd moeten worden.

Tabel 45 - Analyse capaciteit aanwezige stuwen

Stuw	Benodigde capaciteit (m³/sec)	Huidige capaciteit (m³/sec)	Benodigde vergroting (m³/sec)
<i>Meerschapistuw</i>	1,06	0,68	0,38
<i>Wittebrugstuw</i>	1,06	2,70	-
<i>Eelderwolderpolderstuw</i>	0	0,83	-
<i>Waterwijksluis</i>	0,20	0,68	-

Tabel 46 – Uitwerking aanpassingen stuwen

Stuw	Huidige breedte (m)	Benodigde breedte (m)	Beschikbare ruimte (m)
<i>Meerschapistuw</i>	2,00	3,10	5,00
<i>Wittebrugstuw</i>	5,66	2,70	6,00

Er moet één stuw verbreed worden. Dit komt neer op een nieuwe stuw aanleggen met een breedte van 3,10 m. De watergang is 5 m breed dus dit past. Ook zal de stuw automatisch gemaakt worden aangezien het bovenstrooms liggende gebied van groot maatschappelijk belang is.

Ook moet de Wittebrugstuw verlaagd worden. Dit om de capaciteit van bovenstrooms gelegen Meerschapistuw te vergroten.

Gemalen

Er moeten twee gemalen gerealiseerd worden. Gemaal De Verbetering moet het bemalingsgebied ten noorden van de A7 bemalen, waarvoor een capaciteit van 60 m³/min (1,00 m³/sec) nodig is. Gemaal Omgelegde Eelderdiep moet het bemalingsgebied ten zuiden van de A7 bemalen, waarvoor een capaciteit van 115 m³/min (1,90 m³/sec) nodig is. Beide gemalen moeten vispasseerbaar gemaakt worden.

Tabel 47 - Benodigde aanpassingen aan de gemalen

Gemaal	Aanpassing	Capaciteit
<i>De Verbetering</i>	Renoveren	60
<i>De Verbetering</i>	Vispasseerbaar maken	
<i>Omgelegde Eelderdiep</i>	Realiseren	115
<i>Omgelegde Eelderdiep</i>	Vispasseerbaar maken	

Alternatief 5

Watergangen

Een vergelijking van het benodigde natte oppervlakte en huidige natte oppervlakte is gegeven in Tabel 48. Hieruit blijkt dat twee watergangen vergroot moeten worden.

Tabel 48 - vergelijking watergangen alternatief 5

Watergang	Benodigde nat opp. (m2)	Huidig nat opp. (m2)	Benodigde vergroting (m2)
Piccardttocht 1	2,65	4,21	-
Piccardttocht 2	2,65	2,91	-
Woldsloot 1	2,65	3,93	-
Woldsloot 2	3,98	7,82	-
Wolvetocht 1	2,51	8,61	-
Wolvetocht 2	0	7,52	-
Havensloot 2	6,48	2,59*	3,89
Nieuwe watergang	6,48	2,46*	4,02

*hier zijn deze twee watergangen op het peil -1,90 i.p.v. -1,65 getoetst.

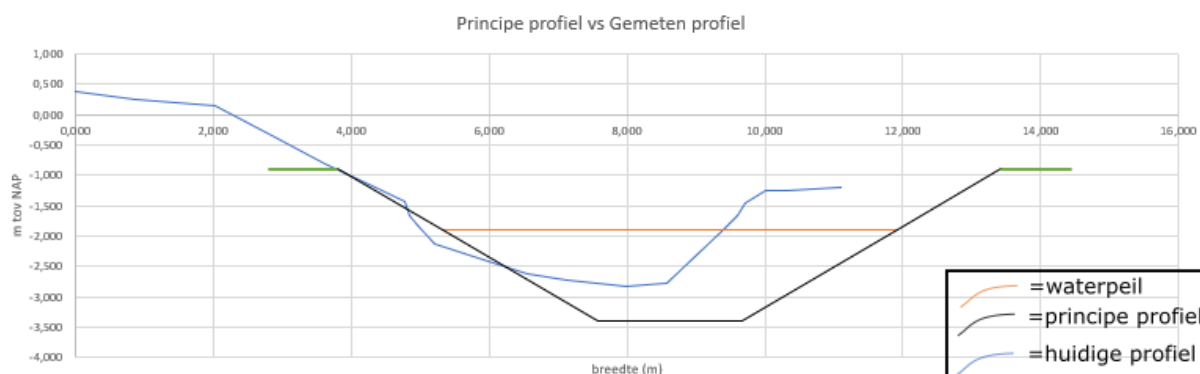
Uit Tabel 48 blijkt dat Havensloot 2 en de nieuwe watergang aangepast moeten worden. De benodigde aanpassingen zijn hieronder uitgewerkt.

Havensloot 2: Havensloot 2 moet opgedeeld worden in twee secties aangezien een gedeelte langs bebouwd gebied (1) loopt en een gedeelte langs agrarisch gebied (2) (Figuur 39). Sectie 1 heeft een lengte van 190 m en sectie 2 een lengte van 210 m.



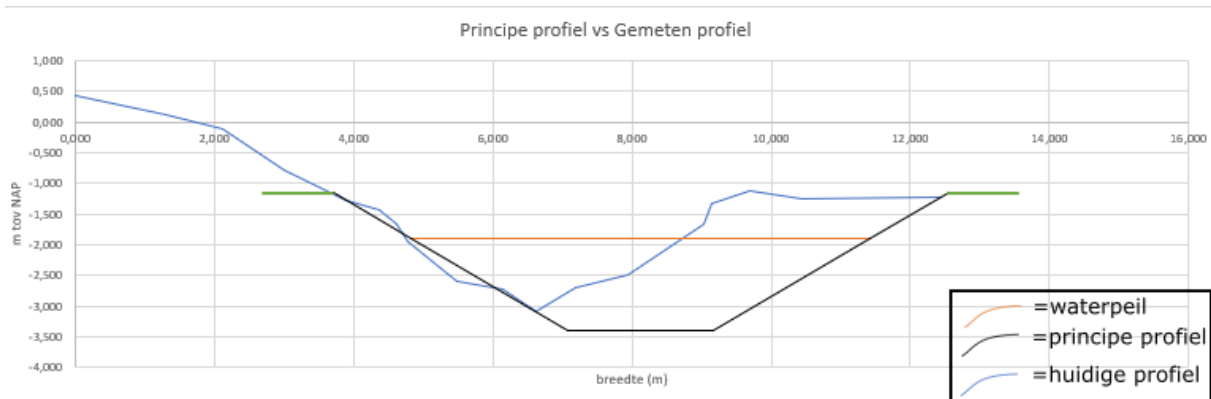
Figuur 39 - Locatie Havensloot 2 opgesplitst in secties

Voor beide secties is het huidige profiel vergeleken met het principeprofiel dat nodig is om het gewenste nat oppervlakte te creëren (Figuur 40 en Figuur 41).



Figuur 40 - Dwarsprofiel Havensloot 2, sectie 1

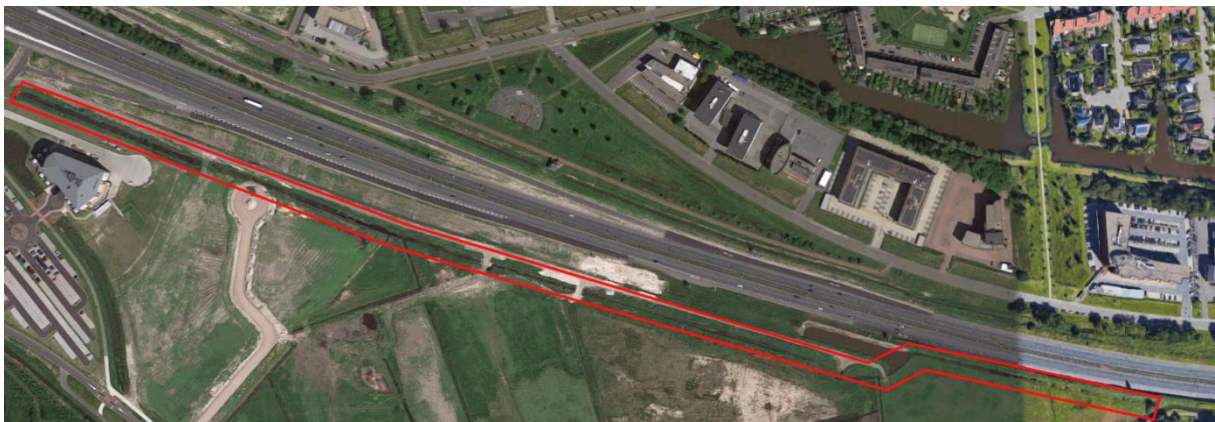
Doordat er een weg aan de zuidzijde van de watergang ligt en de A7 aan de noordzijde ligt, is er geen ruimte voor verbreding, hierdoor zal gewerkt moeten worden met damwanden en een diepere watergang. Dit resulteert in een watergang die 4,30 m breed en 1,5 m diep is en aan beide wanden een damwand moet hebben.



Figuur 41- Dwarsprofiel Havensloot 2, sectie 2

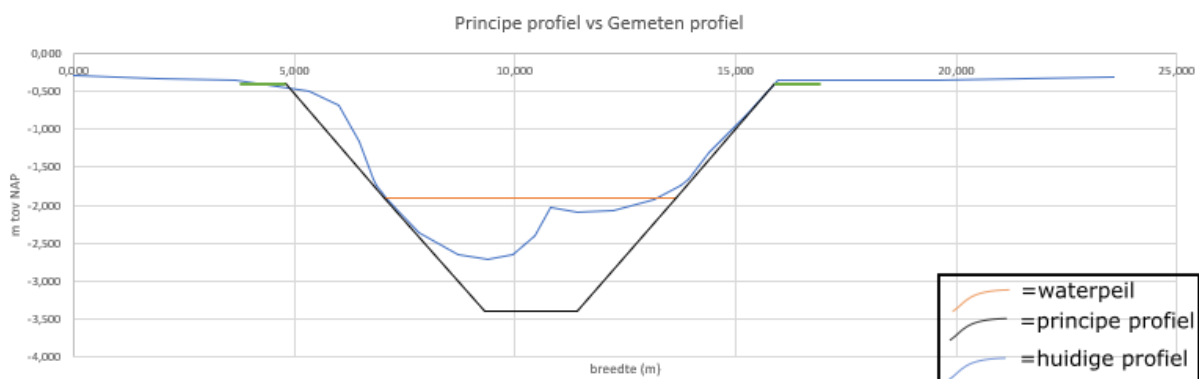
Zoals te zien, moet de watergang 2,25 m breder worden en met 0,50 m verlaagd worden. Doordat de totale breedte meer dan 8 m is, moet er aan beide kanten een onderhoudspad van 4 m komen. Dit resulteert erin dat de watergang nog 4 m extra moet opschuiven. Dit resulteert in een totale breedte van 16,85 m.

Nieuwe watergang: De nieuwe watergang moet vergroot worden met 0,59 m². De watergang heeft een lengte van 1.060 m (Figuur 42).



Figuur 42 - Locatie nieuwe watergang

Het huidige profiel van de watergang is vergeleken met het principeprofiel dat nodig is om het gewenste nat oppervlakte te creëren (Figuur 43).



Figuur 43 – Dwarsprofiel nieuwe watergang

Zoals te zien in Figuur 43 is er genoeg ruimte voor de watergang, alleen moet deze volgens het principeprofiel uitgegraven worden. Doordat de totale breedte van de watergang 11,10 wordt, moet er een onderhoudspad aan beide kanten van de watergang gerealiseerd worden. Dit betekent dat er 4 meter extra ruimte aan beide kanten nodig is. Hierdoor wordt de totale breedte van de watergang 19,10 m. Hier is genoeg ruimte voor.

Duikers

Een vergelijking van de benodigde capaciteit en de huidige capaciteit is gegeven in Tabel 49. Hieruit blijkt dat drie duikers aangepast moeten worden.

Tabel 49 - Analyse duikers

Duiker	Benodigde capaciteit (m3/sec)	Huidige capaciteit (m3/sec)	Benodigde vergroting (m3/sec)
1	1,06	0,63	0,43
2	1,06	1,19	-
3	1,00	1,92	-
4	1,00	1,77	-
5	1,00	3,07	-
6	0	2,52	-
7	0,20	0,05	0,15
8	0,24	0,52	-
9	0,31	0,26	0,05
10	0,31	0,42	-
11	0,31	0,53	-

Tabel 50 - Aanpassingen duikers

Duiker	Vorm	Huidige afmetingen (mm)	Benodigde afmetingen (mm)	Lengte (m)	Reden voor duiker
1	Rechthoekig	h1000 x b1500	h1400 x b1900	12	Kruisen fietspad (4 m)
7	Rond	Ø800	Ø800*	12	Kruisen asfaltweg (5 m)
9	Rond	Ø1000	Ø1000*	50	Kruisen fietspad (5 m) en provinciale weg (10 m)

*Deze duiker gebruikt bij het huidige peil niet de volledige ontwerpcapaciteit, waardoor de afmetingen wel voldoen maar de ligging van de duiker aangepast moet worden.

Stuwen

Een vergelijking van de benodigde capaciteit en de huidige capaciteit is gegeven in Tabel 51. Hieruit blijkt dat één stuw aangepast moet worden, de Wittebrugstuw verlaagd moeten worden en er twee nieuwe stuwen gerealiseerd moeten worden.

Tabel 51 - Analyse stuwen

Stuw	Benodigde capaciteit (m3/sec)	Huidige capaciteit (m3/sec)	Benodigde vergroting (m3/sec)
Meerschapstuw	1,06	0,68	0,38
Wittebrugstuw	1,06	2,70	-
Eelderwolderpolderstuw	1,00	0	1,00*
Waterwijksluis	0,20	0,68	-
Nieuwe stuw Havensloot 1	0,31	-	0,31
Nieuwe stuw Woldsloot 2	1,59	-	1,59

*De Eelderwolderpolderstuw moet verwijderd worden

Tabel 52 – Aanpassingen stuwen

Stuw	Huidige breedte (m)	Benodigde breedte (m)	Beschikbare ruimte (m)
Meerschapstuw	2,00	3,10	5,00
Wittebrugstuw*	5,66	2,70	6,00
Nieuwe stuw Havensloot 1	-	1,30	4,50
Nieuwe stuw Woldsloot 2	-	6,75	7,40
Eelderwolderpolderstuw	3,50	-	3,50

*De Wittebrugstuw moet verlaagd worden.

Tabel 53 – Benodigde aanpassingen aan de stuwen

Stuw	Soort	Aanpassing	Breedte
1	Stuwklep	Verbreiden	b3100
2	Drempelstuw	Verlagen	b2700
1	Stuwklep	'De Wit'-vispassage aanleggen	9 trappen
2	Drempelstuw	'De Wit'-vispassage aanleggen	9 trappen

Gemalen

Er moet één gemaal gerealiseerd worden dat het hele bemalingsgebied bemaalt. Dit gemaal komt naast het Van der Valk hotel. Het gemaal moet een capaciteit van 175 m3/min (2,9 m3/sec) hebben en moet vispasseerbaar gemaakt worden.

Bijlage H – Kostennota SSK-raming

Om de benoemde posten in de SSK-raming te onderbouwen, is een kostennota opgesteld. Hierin zijn alle posten algemeen toegelicht zodat de kostennota een uitleg en ondersteuning biedt voor alle vijf de alternatieven. De algemene toelichting bestaat uit de benoemde directe bouwkosten, nader te detailleren bouwkosten en engineeringskosten. In Bijlage I – SSK-raming alternatieven zijn de specifieke posten voor elk alternatief opgenomen. De kosten zijn gebaseerd op expert judgement (vanuit Arcadis) of uit de database van www.gwwkosten.nl.

Benoemde directe bouwkosten

De benoemde directe bouwkosten bestaan uit alle kosten die nodig zijn om het alternatief te realiseren. Deze kosten zijn opgedeeld in aanpassingen aan watergangen, duikers, stuwen en gemalen.

Watergangen: Dit betreft de aanpassingen die nodig zijn aan de dimensies van een watergang om de gewenste capaciteit te creëren. Hierbij wordt rekening gehouden met de kosten die gepaard gaan aan het ontgraven, afvoeren en verwerken van de te verwijderen hoeveelheid grond. Hier is een bedrag van € 10,- per m³ voor opgenomen (expert judgement). Indien een damwand aangebracht moet worden i.p.v. verruimen door een gebrek aan ruimte wordt rekening gehouden met het plaatsen van een AZ12 770 damwand van 8 m diepte. Hier is een bedrag van € 1.500,- per strekkende meter voor opgenomen (expert judgement).

Duikers: Dit betreft het vervangen/plaatsen van duikers om de benodigde capaciteit te creëren. Hier worden posten opgenomen voor het verwijderen, aankopen en aanbrengen, opbreken bovengelige weg, heraanleggen bovengelige weg en het omleiden van verkeer.

Kosten voor het aankopen en aanbrengen van een duiker worden uit www.gwwkosten.nl gehaald. Voor het uitgraven en verwijderen van de huidige duiker wordt een standaard bedrag van € 500,- per duiker gerekend. Voor het opbreken en heraanleggen van de bovengelige weg wordt een standaard bedrag van € 1.600,- per duiker gerekend. Voor het omleiden van verkeer wordt per alternatief een standaard bedrag van € 5.000,- opgenomen.

Stuwen: Dit betreft het vervangen/plaatsen van een stuw om een bepaald peil te kunnen hanteren. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen een kantelstuw/drempelstuw. Voor een kantelstuw wordt een standaardbedrag van € 30.000,- per strekkende meter aangehouden (expert judgement). Voor het aanleggen van een vaste overlaat wordt een standaardbedrag van € 5.000,- per strekkende meter aangehouden (expert judgement). Indien een stuw vispasseerbaar gemaakt moet worden, wordt gerekend met een De Wit-vispassage bestaande uit een aantal trappen. Het aantal trappen bij een stuw is bepaald met de formule:

$$\frac{\text{peilverschil (m)}}{0,05} + 1 = \text{aantal trappen}$$

Per trap wordt een standaard bedrag van € 10.000,- opgenomen (expert judgement).

Gemalen: Dit betreft het plaatsen/renoveren van een poldergemaal. Voor beide situaties is een bedrag van € 14.880,- per m³/min opgenomen (inschrijving gemaal Rottegat 13 september 2018). Indien een bestaand gemaal verwijderd moet worden, wordt met een standaardbedrag van € 10.000,- gerekend.

Alle gemalen moeten tweezijdig vispasseerbaar ontworpen worden. Hiervoor wordt een standaardbedrag van € 100.000,- aangehouden (expert judgement).

Nader te detailleren bouwkosten

De nader te detailleren bouwkosten zijn kosten die door de uitvoerende partij gemaakt moeten worden om de opdracht uit te voeren die in dit stadium van planvorming nog onbekend zijn. Om deze kosten te kwantificeren, wordt een percentage van de benoemde directe bouwkosten gebruikt. De ontwerpen die tijdens het opstellen van de SSK zijn gebruikt, zijn nog niet gedetailleerd. Hierdoor wordt een percentage van 15% toegepast.

Eenmalige kosten

Eenmalige kosten zijn de kosten die eenmalig worden gemaakt tijdens het project, zoals het aan-/afvoeren van materieel, inrichten van het werkterrein en diverse werk- en kwaliteitsplannen. De eenmalige kosten worden als percentage gekwantificeerd. In deze SSK zal een percentage van 2% gebruikt worden.

Indirecte bouwkosten

Indirecte bouwkosten zijn de kosten die gemaakt worden door de uitvoerende partij om de benodigde werkzaamheden te kunnen uitvoeren. Deze kosten hebben geen directe relatie met de hoeveelheden, maar met de aard van de bouwwerkzaamheden. De gebruikte percentages zijn vastgesteld door expert judgement.

Onder de indirecte bouwkosten vallen de uitvoerings- en algemene bouwplaatskosten (5%), coördinatiekosten en opslag hoofdaannemer over onderaannemer (1%), algemene kosten (8%), winst (2%), risico (2%).

Risico's bouwkosten

Risico's bouwkosten zijn de risico's waardoor de bouwkosten hoger uitvallen dan geraamd. Dit kunnen kosten zijn door ongunstige weersomstandigheden, ongeplande vertragingen, etc. Deze risico's zijn vertaald in een post 'Niet benoemd objectrisico bouwkosten'. Hiervoor is een percentage van 10% opgenomen (expert judgement).

Vastgoedkosten

Vastgoedkosten bestaan uit kosten voor de aankoop, verkoop en (schade)vergoeding als gevolg van de benodigde inrichting. Hiervoor is de aankoop van grond t.b.v. vergroting/aanleg van watergangen meegenomen in de SSK. De aan te kopen gronden hebben een agrarisch doelend en zijn met een aanschafprijs voor € 50.000,- opgenomen worden (Nederlandse vereniging van Makelaar en Taxateurs (NVM), 2019).

Nader te detailleren vastgoedkosten

De nader te detailleren vastgoedkosten zijn kosten, die door de uitvoerende partij gemaakt moeten worden om de opdracht uit te voeren, die in dit stadium van planvorming nog onbekend zijn. Om deze kosten te kwantificeren, wordt een percentage van de benoemde directe vastgoedkosten gebruikt. De ontwerpen die tijdens het opstellen van de SSK zijn gebruikt, zijn nog niet gedetailleerd. Hierdoor wordt een percentage van 15% toegepast.

Risico's vastgoedkosten

Risico's vastgoedkosten zijn de risico's waardoor de vastgoedkosten hoger uitvallen dan geraamd. Dit kunnen kosten zijn door verhoogde verkoopprijs van percelen, ongeplande vertragingen, etc. Deze risico's zijn vertaald in een post 'Niet benoemd objectrisico vastgoedkosten'. Hiervoor is een percentage van 10% opgenomen (expert judgement).

Benoemde directe engineeringkosten

Engineeringkosten bestaan uit de te maken kosten voor de uitvoering van het basisontwerp en de gedetailleerde calculaties, onderzoeken, vergaderingen, etc. Hiervoor is een percentage van de voorziene bouwkosten opgenomen. Voor elk alternatief zijn dezelfde engineeringkosten toegepast worden (expert judgement). Deze bestaan uit:

- | | |
|---------------------------------------|-----|
| - Engineeringkosten adviesbureau (%) | 10% |
| - Engineeringkosten opdrachtgever (%) | 5% |

Risico's engineeringkosten

Risico's engineeringkosten zijn de risico's die in dit stadium van planvorming nog niet benoemd zijn, omdat ze nog niet bekend zijn. De risico's engineeringkosten worden in een SSK vertaald in een post 'niet benoemd objectrisico engineeringkosten', die met een percentage over de voorziene engineeringkosten wordt opgenomen. In deze SSK wordt een percentage van 10% opgenomen (expert judgement).

Benoemde directe overige bijkomende kosten

Overige bijkomende kosten bestaan uit de te maken kosten die niet onder één van de bovengenoemde posten vallen. Hiervoor is een percentage van de voorziene bouwkosten opgenomen. Voor elk alternatief zijn dezelfde overige bijkomende kosten toegepast worden (expert judgement). Deze bestaan uit:

- | | |
|--|-------|
| - Leges kosten (%) | 0.75% |
| - Heffingen voortvloeiend uit vergunningsaanvragen (%) | 0.75% |
| - Verzekeringspremies opdrachtnemer (%) | 0.50% |
| - Kosten kabels en leidingen niet via contract (%) | 2% |
| - Communicatiekosten niet via contract (%) | 1% |
| - Compenserende maatregelen niet via contract (%) | 0.50% |
| - Mitigerende maatregelen niet via contract (%) | 0.50% |
| - Archeologische opgravingen niet via contract (%) | 0.25% |

Risico's overige bijkomende kosten

Risico's overige bijkomende kosten zijn de risico's die in dit stadium van planvorming nog niet benoemd zijn, omdat ze nog niet bekend zijn. De risico's overige bijkomende kosten worden in een SSK vertaald in een post 'niet benoemd objectrisico overige bijkomende kosten', die met een percentage over de voorziene overige bijkomende kosten wordt opgenomen. In deze SSK wordt een percentage van 10% opgenomen (expert judgement).

Objectoverstijgende risico's

Objectoverstijgende risico's bestaan uit risico's die niet onder één van de bovengenoemde posten vallen. Hiervoor is een percentage van de voorziene bouwkosten opgenomen. Hiervoor is een percentage van 5% opgenomen over het investeringsbedrag (expert judgement).

Bijlage I – SSK-raming alternatieven

Samenvatting SSK alternatief 1:

Samenvatting SSK		Versie 3.05a (18 juni 2014)									
Kostengroepen		Directe kosten		Indirecte kosten		Voorziene kosten		Risicoreservering		Totaal	
Kostencategorieën		Directe kosten Benoemd	Directe kosten Nader te detaileren								
Investeringskosten (indeling naar categorie):											
Bouwkosten	€	3.512.827	€ 526.924	€ 860.273	€	4.900.024	€	490.002	€	5.390.026	
Vastgoedkosten	€	-	€ -	€ -	€	-	€	-	€	-	
Engineeringskosten	€	735.004	€ -	€ -	€	735.004	€	73.500	€	808.504	
Overige bijkomende kosten	€	306.251	€ -	€ -	€	306.251	€	30.625	€	336.877	
Subtotaal investeringskosten	€	4.554.082	€ 526.924	€ 860.273	€	5.941.279	€	594.128	€	6.535.406	
Objectoverstijgende risico's							€	326.770	€	326.770	
Investeringskosten deterministisch	€	4.554.082	€ 526.924	€ 860.273	€	5.941.279	€	920.898	€	6.862.177	
Scheeffte 3%, op basis van expert-judgement							€	-	€	-	
Investeringskosten exclusief BTW					€	5.941.279	€	920.898	€	6.862.177	
BTW					€	1.067.337	€	165.437	€	1.232.775	
Investeringskosten inclusief BTW					€	7.008.616	€	1.086.335	€	8.094.951	

Opbouw kosten alternatief 1 (excl. objectoverstijgende risico's):

Alternatief 1		Versie 3.05a (18 juni 2014)			
Deelraming aan		Totaal			
Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	
Investeringskosten:					
1	Aanpassen watergangen	-	m3	10,00	-
1.1	Verruimen watergang, ontgraven, vervoeren, verwerken	-	m3	1.500,00	-
1.2	Aanbrengen damwand, AZ12 770 (8m)	-	m3	1.500,00	-
2	Aanpassen duikers				
2.1	Aanbrengen en aankopen duiker Bornster Tol h1900 b2600	13,00	m	1.560,00	20.280
2.2	Aanbrengen en aankopen duiker Gemaal De Verbetering h2100 b3500	21,00	m	1.980,00	41.580
2.3	Aanbrengen en aankopen duiker fietspad h1400 b1900	12,00	m	1.175,00	14.100
2.4	Aanbrengen en aankopen duiker Waterwijk ø800	12,00	m	93,05	1.117
2.5	Aanbrengen en aankopen duiker Rietwijk ø1.000	50,00	m	135,00	6.750
2.6	Uitgraven & verwijderen huidige duikers	5,00	Duikers	500,00	2.500
2.7	Opbreken & her-aanleggen asfalt + fundering	5,00	Duikers	1.600,00	8.000
2.8	Omleiden van verkeer (incl. bebording)	1,00	Stuks	5.000,00	5.000
3	Aanpassen stuwen				
3.1	Aanbrengen kandelstuw Meerschapsstuw 3100 mm	3,10	m	30.000,00	93.000
3.2	Aanbrengen kandelstuw Eelderwolderpolderstuw 8100 mm	8,10	m	30.000,00	243.000
3.3	Aanbrengen vaste overlaat Wittebrugstuw 2700 mm	2,70	m	5.000,00	13.500
3.4	Aanbrengen 'De Wit' vispassage Meerschapsstuw	9,00	Trappen	15.000,00	135.000
3.5	Aanbrengen 'De Wit' vispassage Eelderwolderpolderstuw	6,00	Trappen	15.000,00	90.000
3.6	Aanbrengen 'De Wit' vispassage Wittebrugstuw	9,00	Trappen	15.000,00	135.000
4	Gemaal De Verbetering T75 m3/min (renoveren)				
4.1	Gemaal De Verbetering T75 m3/min	175,00	m3/min	14.880,00	2.604.000
4.2	Tweezijdig vispasseerbaar maken gemaal De Verbetering	1,00	Stuks	100.000,00	100.000
00-BDBK	Benoemde directe bouwkosten				3.512.827
00-NTDBK	Nader te detaileren bouwkosten (%)	15,00%	%	3.512.827	526.924
00-DBK	Directe bouwkosten				4.039.751
00-IBKEK39	Eenmalige kosten (%)	2,00%	%	4.039.751	80.795
00-IBKEK	Totaal eenmalige kosten				80.795
00-IBKUK	Uitvoerings- en Algemene bouwplaatskosten (%)	5,00%	%	4.039.751	201.988
00-IBKAK1	Coördinatie kosten en opslag hoofdaannemer over onderaannemer (%)	1,00%	%	4.322.533	43.225
00-IBKAK1	Algemene kosten (%)	8,00%	%	4.322.533	345.803
00-IBKW1	Winst (%)	2,00%	%	4.711.561	94.231
00-IBKR1	Risico (%)	2,00%	%	4.711.561	94.231
00-IBK	Indirecte bouwkosten	21,30%	t.o.v. directe bouwkosten		860.273
00-VBK	Voorziena bouwkosten				4.900.024
00-NBDBK	Niet benoemd objectrisico bouwkosten (%)	10,00%	%	4.900.024	490.002
00-RBK	Risico's bouwkosten	10,00%	t.o.v. voorziena bouwkosten		490.002
00-BK	Bouwkosten Alternatief 1				5.390.026

	Engineeringkosten adviesbureau(s) (%)	10,00%	%	4.900.024	490.002
	Engineeringkosten opdrachtgever (%)	5,00%	%	4.900.024	245.001
00-BDEK	Benoemde directe engineeringkosten				735.004
00-VEK	Voorziena engineeringkosten				735.004
00-NBDBK	Niet benoemd objectrisico engineeringkosten (%)	10,00%	%	735.004	73.500
00-REK	Risico's engineeringkosten	10,00%	t.o.v. voorz. engineeringkosten		73.500
00-EK	Engineeringkosten Alternatief 1				808.504
	Leges kosten (%)	0,75%	%	4.900.024	36.750
	Heffingen voortvloeiend uit vergunningaanvragen (%)	0,75%	%	4.900.024	36.750
00-DOBK015	Verzekeringspremies (CAR, ontwerp, aansprakelijkheid, e.d) opdrachtnemer (%)	0,50%	%	4.900.024	24.500
00-DOBK020	Kosten kabels & leidingen niet via contract (%)	2,00%	%	4.900.024	98.000
00-DOBK025	Communicatiekosten niet via contract (%)	1,00%	%	4.900.024	49.000
00-DOBK030	Compenserende maatregelen niet via contract (%)	0,50%	%	4.900.024	24.500
00-DOBK035	Mitigerende maatregelen niet via contract (%)	0,50%	%	4.900.024	24.500
00-DOBK045	Archeologische opgravingen niet via contract (%)	0,25%	%	4.900.024	12.250
00-BDBK	Benoemde directe overige bijkomende kosten				306.251
00-VDBK	Voorziena overige bijkomende kosten				306.251
00-NBDBK	Niet benoemd objectrisico overige bijkomende kosten (%)	10,00%	%	306.251	30.625
00-RDBK	Risico's overige bijkomende kosten	10,00%	t.o.v. voorz. overige bijk. kosten		30.625
00-DBK	Overige bijkomende kosten Alternatief 1				336.877
00-INV	Investeringskosten Alternatief 1				6.535.406

Samenvatting SSK alternatief 2:

Samenvatting SSK							Versie 3.05a (10 juni 2014)	
Kostensoorten Kostensoorten	Kostensoorten	Directe Kosten		Indirecte Kosten	Voorziene Kosten	Risicoversoening	Total	
	Kostensoorten	Benoemd	Nader te detaileren					
Investeringskosten (indeling naar categorie):								
Bouwkosten		3.553.557	533.033	870.248	4.956.838	495.684	5.452.521	
Vastgoedkosten		10.100	1.515	-	11.615	1.162	12.777	
Engineeringskosten		743.526	-	-	743.526	74.353	817.878	
Overige bijkomende kosten		309.802	-	-	309.802	30.980	340.783	
Subtotaal investeringskosten		4.616.985	534.548	870.248	6.021.781	602.178	6.623.959	
Objectoversijgende risico's						331.198	331.198	
Investeringskosten deterministisch		4.616.985	534.548	870.248	6.021.781	933.376	6.955.157	
Investeringskosten exclusief BTW					6.021.781	933.376	6.955.157	
BTW					1.184.561	183.607	1.368.168	
Investeringskosten inclusief BTW					7.206.342	1.116.983	8.323.325	

Opbouw kosten alternatief 2 (excl. objectoverstijgende risico's):

Alternatief 2		Versie 3.05a (15 juni 2014)			
Deelname aan		Totaal			
Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	
Investeringskosten:		Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	
1	Aanpassen watergangen	763,00	m3	10,00	7.630
1.1	Vernieuwen watergang, ontgraven, vervoeren, verwerken	190,00	m	1.500,00	285.000
1.2	Aanbrengen damwand, AZ12-770 (8m)				
2	Aanpassen duikers				
2.1	Aanbrengen en aankopen duiker fietspad h1400 b1900	12,00	m	1.175,00	14.100
2.2	Aanbrengen en aankopen duiker waterwijk ø800	12,00	m	93,05	1.117
2.3	Aanbrengen en aankopen duiker Rietwijk ø1.000	50,00	m	135,00	6.750
2.4	Aanbrengen en aankopen duiker gemaal Van Der Valk h1500 b2700	30,00	m	1.500,00	45.000
2.5	Uitgraven & verwijderen huidige duikers	4,00	Duikers	500,00	2.000
2.6	Opbreken & her-aanleggen asfalt + fundering	4,00	Duikers	1.600,00	6.400
2.7	Omleiden van verkeer (incl. bebording)	1,00	Stuks	5.000,00	5.000
3	Aanpassen stuwen				
3.1	Aanbrengen kandelstuw Meerschapsstuw 3100 mm	3,10	m	30.000,00	93.000
3.2	Aanbrengen vaste overlaat Wittebrugstuw 2700 mm	2,70	m	5.000,00	13.500
3.3	Aanbrengen 'De Vliet' vispassage Meerschapsstuw	9,00	Trappen	15.000,00	135.000
3.4	Aanbrengen 'De Vliet' vispassage Wittebrugstuw	9,00	Trappen	15.000,00	135.000
4	Aanpassen gemalen				
4.1	Gemaal De Verbetering 60 m3/min	60,00	m3/min	14.880,00	892.800
4.2	Tweezijdig vispasbaar maken gemaal De Verbetering	1,00	Stuks	100.000,00	100.000
4.3	Gemaal van Der Valk 115 m3/min	115,00	m3/min	14.880,00	1.711.200
4.4	Tweezijdig vispasbaar maken gemaal Van Der Valk	1,00	Stuks	100.000,00	100.000
00-BDBK	Benoemde directe bouwkosten				3.553.557
00-NTDBK	Nader te detaileren bouwkosten (%)	15,00%	%	3.553.557	533.033
00-DBK	Directe bouwkosten				4.086.590
00-IBKEK39	Eenmalige kosten (%)	2,00%	%	4.086.590	81.732
00-IBKEK	Totaal eenmalige kosten				81.732
00-IBKUK	Uitvoerings- en Algemene bouwplaatskosten (%)	5,00%	%	4.086.590	204.330
00-IBKAK1	Coördinatie kosten en opslag hoofdaannemer over onderaannemer (%)	1,00%	%	4.372.651	43.727
00-IBKAK1	Algemene kosten (%)	8,00%	%	4.372.651	349.812
00-IBKW1	Winst (%)	2,00%	%	4.766.190	95.324
00-IBKR1	Risico (%)	2,00%	%	4.766.190	95.324
00-IBK	Indirecte bouwkosten	21,00%			870.248
00-VBK	Voorziene bouwkosten				4.956.838
00-NBDBK	Niet benoemd objectrisico bouwkosten (%)	10,00%	%	4.956.838	495.684
00-RBK	Risico's bouwkosten	10,00%			495.684
00-BK	Bouwkosten Alternatief 2				5.452.521

Code	Aankoop grond	0,20	ha	50.000,00	10.100
00-BDVK	Benoemde directe vastgoedkosten				10.100
00-NTDVK	Nader te detaileren vastgoedkosten (%)	15,00%	%	10.100	1.515
00-DVK	Directe vastgoedkosten				11.615
00-VVK	Voorziene vastgoedkosten				11.615
00-NBDDVK	Niet benoemd objectrisico vastgoedkosten (%)	10,00%	%	11.615	1.162
00-RVK	Risico's vastgoedkosten	10,00%			1.162
00-VK	Vastgoedkosten Alternatief 2				12.777

	Engineeringskosten adviesbureau(s) (%)	10,00%	%	4.956.838	495.684
	Engineeringskosten opdrachtgever (%)	5,00%	%	4.956.838	247.842
00-BDEK	Benoemde directe engineeringkosten				743.526
00-VEK	Voorziene engineeringkosten				743.526
00-NBDEK	Niet benoemd objectrisico engineeringkosten (%)	10,00%	%	743.526	74.353
00-REK	Risico's engineeringkosten	10,00%			74.353
00-EK	Engineeringkosten Alternatief 2				817.878

	Leges kosten (%)	0,75%	%	4.956.838	37.176
	Heffingen voortvloeiend uit vergunningaanvragen (%)	0,75%	%	4.956.838	37.176
00-DOBK015	Verzekeringspremies (CAR, ontwerp, aansprakelijkheid, e.d) opdrachtnemer	0,50%	%	4.956.838	24.784
00-DOBK020	Kosten kabels & leidingen niet via contract (%)	2,00%	%	4.956.838	99.137
00-DOBK025	Communicatiekosten niet via contract (%)	1,00%	%	4.956.838	49.568
00-DOBK030	Compenserende maatregelen niet via contract (%)	0,50%	%	4.956.838	24.784
00-DOBK035	Mitigerende maatregelen niet via contract (%)	0,50%	%	4.956.838	24.784
00-DOBK045	Archeologische opgravingen niet via contract (%)	0,25%	%	4.956.838	12.392
00-BDOBK	Benoemde directe overige bijkomende kosten				309.802
00-VOBK	Voorziene overige bijkomende kosten				309.802
00-NBDOBK	Niet benoemd objectrisico overige bijkomende kosten (%)	10,00%	%	309.802	30.980
00-ROBK	Risico's overige bijkomende kosten	10,00%			30.980
00-OBK	Overige bijkomende kosten Alternatief 2				340.783

00-INV	Investeringskosten Alternatief 2				6.623.959
--------	---	--	--	--	------------------

Samenvatting SSK alternatief 3:

Samenvatting SSK		Versie 3.05a (18 juni 2014)					
Kostengroepen	Kostencategorieën	Directe kosten		Indirecte kosten	Voorziena kosten	Risicoreservering	Totaal
		Benoemd	Nader te detaileren				
Investeringskosten (indeling naar categorie):							
Bouwkosten		€ 3.582.921	€ 537.438	€ 877.439	€ 4.997.798	€ 499.780	€ 5.497.578
Vastgoedkosten		€ 13.750	€ 2.063	-	€ 15.813	€ 1.581	€ 17.394
Engineeringskosten		€ 749.670	-	-	€ 749.670	€ 74.967	€ 824.637
Overige bijkomende kosten		€ 312.362	-	-	€ 312.362	€ 31.236	€ 343.599
Subtotaal investeringskosten		€ 4.658.703	€ 539.501	€ 877.439	€ 6.075.642	€ 607.564	€ 6.683.207
Objectoverstijgende risico's						€ 334.160	€ 334.160
Investeringskosten deterministisch		€ 4.658.703	€ 539.501	€ 877.439	€ 6.075.642	€ 941.725	€ 7.017.367
Scheefte 3%, op basis van expert-judgement						-	
Investeringskosten exclusief BTW					€ 6.075.642	€ 941.725	€ 7.017.367
BTW					€ 1.102.689	€ 170.917	€ 1.273.605
Investeringskosten inclusief BTW					€ 7.178.331	€ 1.112.641	€ 8.290.972

Opbouw kosten alternatief 3 (excl. objectoverstijgende risico's):

Alternatief 3		Versie 3.05a (18 juni 2014)			
Deelname aan		Totaal			
Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	
Investeringskosten:		Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	
1	Aanpassen watergangen				
1.1	Verruimen watergang, ontgraven, vervoeren, verwerken	878,00	m3	10,00	8.780
1.2	Aanbrengen damwand, AZ12 T70 (8m)	-	m	1.500,00	-
2	Aanpassen duikers				
2.1	Aanbrengen en aankopen duiker Waterwijk h1000 b1600	12,00	m	823,00	9.876
2.2	Aanbrengen en aankopen duiker Tuinwijk h1200 b1400	10,00	m	875,00	8.750
2.3	Aanbrengen en aankopen duiker Rietwijk h600 b3200	50,00	m	1.315,00	65.750
2.4	Aanbrengen en aankopen duiker Crematorium h1000 b1900	17,00	m	995,00	16.915
2.5	Aanbrengen en aankopen duiker Havensloot h1200 b1600	10,00	m	875,00	8.750
2.6	Aanbrengen en aankopen duiker gemaal Van Der Valk h1500 b2700	30,00	m	1.500,00	45.000
2.7	Uitgraven & verwijderen huidige duikers	6,00	Duikers	500,00	3.000
2.8	Opbreken & her-aanleggen asfalt + fundering	6,00	Duikers	1.600,00	9.600
2.9	Omleiden van verkeer (incl. bebording)	1,00	Stuks	5.000,00	5.000
3	Aanpassen stuwen				
3.1	Aanbrengen kantelstuw Sluisstuw 1000 mm	1,00	m	30.000,00	30.000
3.2	Aanbrengen vaste overlaat Wittebrugstuw 2500 mm	2,50	m	5.000,00	12.500
3.3	Aanbrengen 'De Wit' vispassage Sluis	11,00	Trappen	15.000,00	165.000
3.4	Aanbrengen 'De Wit' vispassage Waterwijkstuw	8,00	Trappen	15.000,00	120.000
3.5	Aanbrengen 'De Wit' vispassage Wittebrugstuw	9,00	Trappen	15.000,00	135.000
3.6	Aanbrengen 'De Wit' vispassage Meerschapsstuw	9,00	Trappen	15.000,00	135.000
4	Aanpassen gemalen				
4.1	Gemaal De Verbetering 60 m3/min	60,00	m3/min	14.880,00	892.800
4.1	Tweezijdig vispasseerbaar maken gemaal De Verbetering	1,00	Stuks	100.000,00	100.000
4.2	Gemaal Van Der Valk 115 m3/min	115,00	m3/min	14.880,00	1.711.200
4.3	Tweezijdig vispasseerbaar maken Gemaal Van Der Valk	1,00	Stuks	100.000,00	100.000
00-BDBK	Benoemde directe bouwkosten				3.582.921
00-NTDBK	Nader te detaileren bouwkosten (%)	15,00%	%	3.582.921	537.438
00-DBK	Directe bouwkosten				4.120.359
00-IBKEK39	Eenmalige kosten (%)	2,00%	%	4.120.359	82.407
00-IBKEK	Totaal eenmalige kosten				82.407
00-IBKUK	Uitvoerings- en Algemene bouwplaatskosten (%)	5,00%	%	4.120.359	206.018
00-IBKAK1	Coördinatie kosten en opslag hoofdaannemer over onderaannemer (%)	1,00%	%	4.408.784	44.088
00-IBKAK1	Algemene kosten (%)	8,00%	%	4.408.784	352.703
00-IBKw1	Winst (%)	2,00%	%	4.805.575	96.111
00-IBKR1	Risico (%)	2,00%	%	4.805.575	96.111
00-IBK	Indirecte bouwkosten	21,30%	t.o.v. directe bouwkosten		877.439
00-VBK	Voorziena bouwkosten				4.997.798
00-NBDBK	Niet benoemd objectrisico bouwkosten (%)	10,00%	%	4.997.798	499.780
00-RBK	Risico's bouwkosten	10,00%	t.o.v. voorziena bouwkosten		499.780
00-BK	Bouwkosten Alternatief 3				5.497.578
Code	Aankoop grond	0,28	ha	50.000,00	13.750
00-BDVK	Benoemde directe vastgoedkosten				13.750
00-NTDVK	Nader te detaileren vastgoedkosten (%)	15,00%	%	13.750	2.063
00-DVK	Directe vastgoedkosten				15.813
00-VVK	Voorziena vastgoedkosten				15.813
00-NBDBK	Niet benoemd objectrisico vastgoedkosten (%)	10,00%	%	15.813	1.581
00-RVK	Risico's vastgoedkosten	10,00%	t.o.v. voorziena vastgoedkosten		1.581
00-VK	Vastgoedkosten Alternatief 3				17.394
	Engineeringskosten adviesbureau(s) (%)	10,00%	%	4.997.798	499.780
	Engineeringskosten opdrachtgever (%)	5,00%	%	4.997.798	249.890
00-BDEK	Benoemde directe engineeringkosten				749.670
00-VEK	Voorziena engineeringkosten				749.670
00-NBDEK	Niet benoemd objectrisico engineeringkosten (%)	10,00%	%	749.670	74.967
00-REK	Risico's engineeringkosten	10,00%	t.o.v. voorz. engineeringkosten		74.967
00-EK	Engineeringkosten Alternatief 3				824.637
	Leges kosten (%)	0,75%	%	4.997.798	37.483
	Heffingen voortvloeiend uit vergunningaanvragen (%)	0,75%	%	4.997.798	37.483
00-DOBK015	Verzekeringspremies (CAR, ontwerp, aanspelijkheid, e.d) opdrachtnemer	0,50%	%	4.997.798	24.989
00-DOBK020	Kosten kabels & leidingen niet via contract (%)	2,00%	%	4.997.798	99.956
00-DOBK025	Communicatiekosten niet via contract (%)	1,00%	%	4.997.798	49.978
00-DOBK030	Compenserende maatregelen niet via contract (%)	0,50%	%	4.997.798	24.989
00-DOBK035	Mitigerende maatregelen niet via contract (%)	0,50%	%	4.997.798	24.989
00-DOBK045	Archeologische opgravingen niet via contract (%)	0,25%	%	4.997.798	12.494
00-BDOBK	Benoemde directe overige bijkomende kosten				312.362
00-VOBK	Voorziena overige bijkomende kosten				312.362
00-NBDOBK	Niet benoemd objectrisico overige bijkomende kosten (%)	10,00%	%	312.362	31.236
00-ROBK	Risico's overige bijkomende kosten	10,00%	t.o.v. voorz. overige bijk. kosten		31.236
00-OBK	Overige bijkomende kosten Alternatief 3				343.599
00-INV	Investeringskosten Alternatief 3				6.683.207

Samenvatting SSK alternatief 4:

Samenvatting SSK		Versie 3.05a (18 juni 2014)						
	Kostengroepen	Directe kosten		Indirecte kosten	Voorziena kosten		Risicoversenning	Totaal
	Kostencategorieën	Beroemd	Nader te detaileren					
Investeringskosten (indeling naar categorie):								
Bouwkosten		€ 3.699.037	€ 554.855	€ 905.875	€ 5.159.767	€ 515.977	€ 5.675.744	
Vastgoedkosten		€ 10.500	€ 1.575	€ -	€ 12.075	€ 1.208	€ 13.283	
Engineeringskosten		€ 773.965	€ -	€ -	€ 773.965	€ 77.397	€ 851.362	
Overige bijkomende kosten		€ 322.485	€ -	€ -	€ 322.485	€ 32.249	€ 354.734	
Subtotaal investeringskosten		€ 4.805.987	€ 556.430	€ 905.875	€ 6.268.292	€ 626.829	€ 6.895.122	
Objectoverstijgende risico's						€ 344.756	€ 344.756	
Investeringskosten deterministisch		€ 4.805.987	€ 556.430	€ 905.875	€ 6.268.292	€ 971.585	€ 7.239.878	
Scheffe 3% op basis van expert-judgement						€ -	€ -	
Investeringskosten exclusief BTW					€ 6.268.292	€ 971.585	€ 7.239.878	
BTW					€ 1.190.981	€ 184.602	€ 1.375.583	
Investeringskosten inclusief BTW					€ 7.459.273	€ 1.156.187	€ 8.615.460	

Opbouw kosten alternatief 4 (excl. objectoverstijgende risico's):

Alternatief 4		Versie 3.05a (18 juni 2014)			
Doelomschrijving		Totaal			
Code	Omschrijving post	Hoofdeenheden	Eenheden	Prijs	
Investeringskosten:		Hoofdeenheden	Eenheden	Prijs	
1	Aanpassen watergangen				
1.1	Verruimen watergang, ontgraven, vervoeren, verwerken	763,00	m3	6,00	4.614
1.2	Aankoop grond om de boezemkade op te hogen	460,00	m3	8,00	3.680
1.3	Ophogen van de boezemkade	1.230,00	m3	2,00	2.460
1.4	Opbreken & her-aanleggen asfalt + fundering	1.200,00	m2	20,00	24.000
1.5	Aanbrengen damwand, AZ12 770 (8m)	190,00	m	1.500,00	285.000
2	Aanpassen duikers				
2.1	Aanbrengen en aankoop duiker fietspad h1400 b1900	12,00	m	978,00	11.736
2.2	Aanbrengen en aankoop duiker V'atervijk ø900	12,00	m	93,05	1.117
2.3	Aanbrengen en aankoop duiker Rietwijk ø1.000	50,00	m	135,00	6.750
2.4	Aanbrengen en aankoop duiker Havensloot h1200 b3400	10,00	m	1.738,00	17.380
2.5	Aanbrengen en aankoop uitstroomduiker Gemaal Ormegelede Eelderdep h1	30,00	m	1.500,00	45.000
2.6	Aanbrengen en aankoop duiker ingang hotel Van Der Valk h1500 b2700	30,00	m	1.500,00	45.000
2.7	Aanbrengen en aankoop duiker Mac Donalds h1500 b2700	35,00	m	1.500,00	52.500
2.8	Uitgraven & verwijderen huidige duikers	7,00	Duikers	500,00	3.500
2.9	Opbreken & her-aanleggen asfalt + fundering	7,00	Duikers	1.600,00	11.200
2.10	Omleiden verkeer (incl. bebording)	1,00	Stuks	5.000,00	5.000
3	Aanpassen stuwen				
3.1	Aanbrengen kantelstuw Meerschapsstuw 3100 mm	3,10	m	30.000,00	93.000
3.2	Aanbrengen vaste overlaat V'ittebrugstuw 2500 mm	2,50	m	5.000,00	12.500
3.3	Aanbrengen 'De V'it' vispassage Meerschapsstuw	9,00	Trappen	15.000,00	135.000
3.4	Aanbrengen 'De V'it' vispassage V'ittebrugstuw	9,00	Trappen	15.000,00	135.000
4	Aanpassen gemalen				
4.1	Gemaal De Verbetering 60 m3/min	60,00	m3/min	14.880,00	892.800
4.2	Tweezijdig vispasseerbaar maken gemaal De Verbetering	1,00	Stuks	100.000,00	100.000
4.3	Gemaal Ormegelede Eelderdep 115 m3/min	115,00	m3/min	14.880,00	1.711.200
4.4	Tweezijdig vispasseerbaar maken gemaal Ormegelede Eelderdep	1,00	Stuks	100.000,00	100.000
00-BDBK	Benoemde directe bouwkosten				3.699.037
00-NTDEK	Nader te detaileren bouwkosten (%)	15,00%	%	3.699.037	554.855
00-DBK	Directe bouwkosten				4.253.892
00-IBKEK/99	Eenmalige kosten (%)	2,00%	%	4.253.892	85.078
00-IBKEK	Totaal eenmalige kosten				85.078
00-IBKUK	Uitvoerings- en Algemene bouwplaatskosten (%)	5,00%	%	4.253.892	212.695
00-IBKAK1	Coördinatie kosten en opslag hoofdaannemer over onderaannemer (%)	1,00%	%	4.551.665	45.517
00-IBKAK1	Algemene kosten (%)	8,00%	%	4.551.665	364.133
00-IBKVI	Winst (%)	2,00%	%	4.961.314	99.226
00-IBKPI	Risico (%)	2,00%	%	4.961.314	99.226
00-IBK	Indirecte bouwkosten	27,00%	t.o.v. directe bouwkosten		905.875
00-VBK	Voorziena bouwkosten				5.159.767
00-NBORBK	Niet benoemd objectrisico bouwkosten (%)	10,00%	%	5.159.767	515.977
00-RBK	Risico's bouwkosten	10,00%	t.o.v. voorz. bouwkosten		515.977
00-BK	Bouwkosten Alternatief 4				5.675.744
Code	Aankoop grond	0,21	ha	50.000,00	10.500
00-BDVK	Benoemde directe vastgoedkosten				10.500
00-NTDVK	Nader te detaileren vastgoedkosten (%)	15,00%	%	10.500	1.575
00-DVK	Directe vastgoedkosten				12.075
00-VVK	Voorziena vastgoedkosten				12.075
00-NBDRVK	Niet benoemd objectrisico vastgoedkosten (%)	10,00%	%	12.075	1.208
00-RVK	Risico's vastgoedkosten	10,00%	t.o.v. voorz. vastgoedkosten		1.208
00-VK	Vastgoedkosten Alternatief 4				13.283
Code	Engineeringskosten adviesbureau(s) (%)	10,00%	%	5.159.767	515.977
Code	Engineeringskosten opdrachtgever (%)	5,00%	%	5.159.767	257.988
00-BDEK	Benoemde directe engineeringkosten				773.965
00-VEK	Voorziena engineeringkosten				773.965
00-NBDRBK	Niet benoemd objectrisico engineeringkosten (%)	10,00%	%	773.965	77.397
00-REK	Risico's engineeringkosten	10,00%	t.o.v. voorz. eng. engineeringkosten		77.397
00-EK	Engineeringkosten Alternatief 4				851.362
Code	Leges kosten (%)	0,75%	%	5.159.767	38.698
Code	Heffingen voortvloeiend uit vergunningaanvragen (%)	0,75%	%	5.159.767	38.698
00-DOBK016	Verzekeringspremies (CARL, ontwerp, aansprakelijkheid, e.d) opdrachtnemer	0,50%	%	5.159.767	25.799
00-DOBK020	Kosten kabels & leidingen niet via contract (%)	2,00%	%	5.159.767	103.195
00-DOBK025	Communicatiekosten niet via contract (%)	1,00%	%	5.159.767	51.598
00-DOBK030	Compenserende maatregelen niet via contract (%)	0,50%	%	5.159.767	25.799
00-DOBK035	Mitigerende maatregelen niet via contract (%)	0,50%	%	5.159.767	25.799
00-DOBK045	Archeologische opgravingen niet via contract (%)	0,25%	%	5.159.767	12.899
00-BDOBK	Benoemde directe overige bijkomende kosten				322.485
00-VDBK	Voorziena overige bijkomende kosten				322.485
00-NBDRDBK	Niet benoemd objectrisico overige bijkomende kosten (%)	10,00%	%	322.485	32.249
00-RDBK	Risico's overige bijkomende kosten	10,00%	t.o.v. voorz. overige bijk. kosten		32.249
00-DBK	Overige bijkomende kosten Alternatief 4				354.734
00-INV	Investeringskosten Alternatief 4				6.895.122

Samenvatting SSK alternatief 5:

Samenvatting SSK		Versie 3.05a (18 juni 2014)							
Kostengroepen		Directe kosten			Indirecte kosten		Voorziene kosten	Risicorekening	Totaal
Kosten categorieën		Directe kosten (Benoemd)	Directe kosten Nader te detaileren	Indirecte kosten					
Investeringskosten (indeling naar categorie):									
Bouwkosten		€ 4.161.467	€ 624.220	€ 1.019.122	€ 5.804.808	€ 580.481	€ 6.385.289		
Vastgoedkosten		€ 118.650	€ 17.798	€ -	€ 136.448	€ 13.645	€ 150.092		
Engineeringskosten		€ 870.721	€ -	€ -	€ 870.721	€ 87.072	€ 957.793		
Overige bijkomende kosten		€ 362.801	€ -	€ -	€ 362.801	€ 36.280	€ 399.081		
Subtotaal investeringskosten		€ 5.513.638	€ 642.017	€ 1.019.122	€ 7.174.777	€ 717.478	€ 7.892.255		
Objectoverstijgende risico's						€ 394.513	€ 394.513		
Investeringskosten deterministisch		€ 5.513.638	€ 642.017	€ 1.019.122	€ 7.174.777	€ 1.112.090	€ 8.286.868		
Scheefte 3% op basis van expert-judgement						€ -	€ -		
Investeringskosten exclusief BTW					€ 7.174.777	€ 1.112.090	€ 8.286.868		
BTW					€ 1.280.871	€ 198.535	€ 1.479.406		
Investeringskosten inclusief BTW					€ 8.455.648	€ 1.310.625	€ 9.766.274		

Opbouw kosten alternatief 5 (excl. objectoverstijgende risico's):

Alternatief 5		Versie 3.05a (18 juni 2014)			
Deelname aan		Totaal			
Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	
Investeringskosten:		Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	
1.1	Aanpassen watergangen	6.810,00	m3	10,00	68.100
1.2	Vervullen watergang, ontgraven, vervoeren, verwerken	380,00	m	1.500,00	570.000
2.1	Aanbrengen damwand, AZ12 T70 (8m)				
2.2	Aanpassen duikers	12,00	m	1.175,00	14.100
2.3	Aanbrengen en aankopen duiker fietspad h1400 b1900	12,00	m	93,05	1.117
2.4	Aanbrengen en aankopen duiker Waterwijk ø800	50,00	m	135,00	6.750
2.5	Aanbrengen en aankopen duiker Pletwijk ø1.000	30,00	m	1.900,00	57.000
2.6	Aanbrengen en aankopen duiker gemaal Van Der Valk h2500 b2300	4,00	Duikers	500,00	2.000
2.7	Uitgraven & verwijderen huidige duikers	4,00	Duikers	1.600,00	6.400
3.1	Opbreken & her-aanleggen asfalt + fundering	1,00	Stuks	5.000,00	5.000
3.2	Omleiden verkeer (incl. bebording)				
3.3	Aanpassen stuw	3,10	m	30.000,00	93.000
3.4	Aanbrengen kandelstuw Meerschapsstuw 3100 mm	2,50	m	5.000,00	12.500
3.5	Aanbrengen vaste overlaat Wittebrugstuw 2500 mm	1,30	m	30.000,00	39.000
3.6	Aanbrengen kandelstuw Havenslootstuw 1300 mm	6,75	m	30.000,00	202.500
3.7	Aanbrengen kandelstuw Woldslootstuw 6750 mm	9,00	Trappen	15.000,00	135.000
3.8	Aanbrengen 'De Wit' vispassage Meerschapsstuw	9,00	Trappen	15.000,00	135.000
4.1	Aanbrengen 'De Wit' vispassage Wittebrugstuw	6,00	Trappen	15.000,00	90.000
4.2	Aanbrengen 'De Wit' vispassage Woldslootstuw	1,00	Stuks	10.000,00	10.000
4.3	Verwijderen Eeldervolderpolderstuw	1,00	Stuks	10.000,00	10.000
4.4	Aanpassen gemalen	175,00	m3/min	14.880,00	2.604.000
4.5	Verwijderen gemaal De Verbetering	1,00	Stuks	100.000,00	100.000
4.6	Gemaal Van Der Valk 175 m3/min				
4.7	Tweezijdig vispasseerbaar maken gemaal Van Der Valk				
00-BDBK	Benoemde directe bouwkosten				4.161.467
00-NTDBK	Nader te detaileren bouwkosten (%)	15,00%	%	4.161.467	624.220
00-DBK	Directe bouwkosten				4.785.687
00-IBKEK39	Eenmalige kosten (%)	2,00%	%	4.785.687	95.714
00-IBKEK	Totaal eenmalige kosten				95.714
00-IBKUK	Uitvoerings- en Algemene bouwplaatskosten (%)	5,00%	%	4.785.687	239.284
00-IBKAK1	Coördinatie kosten en opslag hoofdaannemer over onderaannemer (%)	1,00%	%	5.120.685	51.207
00-IBKAK1	Algemene kosten (%)	8,00%	%	5.120.685	409.655
00-IBKW1	Winst (%)	2,00%	%	5.581.546	111.631
00-IBKR1	Risico (%)	2,00%	%	5.581.546	111.631
00-IBK	Indirecte bouwkosten	2,18%	t.o.v. directe bouwkosten		1.019.122
00-VBK	Voorziena bouwkosten				5.804.808
00-NBDBK	Niet benoemd objectrisico bouwkosten (%)	10,00%	%	5.804.808	580.481
00-RBK	Risico's bouwkosten	10,00%	t.o.v. voorziena bouwkosten		580.481
00-BK	Bouwkosten Alternatief 5				6.385.289
Code	Aankoop grond	2,37	ha	50.000,00	118.650
00-BDVK	Benoemde directe vastgoedkosten				118.650
00-NTDVK	Nader te detaileren vastgoedkosten (%)	15,00%	%	118.650	17.798
00-DVK	Directe vastgoedkosten				136.448
00-VVK	Voorziena vastgoedkosten				136.448
00-NBDBVK	Niet benoemd objectrisico vastgoedkosten (%)	10,00%	%	136.448	13.645
00-RVK	Risico's vastgoedkosten	10,00%	t.o.v. voorziena		13.645
00-VK	Vastgoedkosten Alternatief 5				150.092
Code	Engineeringskosten adviesbureau(s) (%)	10,00%	%	5.804.808	580.481
Code	Engineeringskosten opdrachtgever (%)	5,00%	%	5.804.808	290.240
00-BDEK	Benoemde directe engineeringkosten				870.721
00-VEK	Voorziena engineeringkosten				870.721
00-NBDBEK	Niet benoemd objectrisico engineeringkosten (%)	10,00%	%	870.721	87.072
00-REK	Risico's engineeringkosten	10,00%	t.o.v. voorz.		87.072
00-EK	Engineeringskosten Alternatief 5				957.793
Code	Leges kosten (%)	0,75%	%	5.804.808	43.536
Code	Heffingen voortvloeiend uit vergunningaanvragen (%)	0,75%	%	5.804.808	43.536
00-DOBK015	Verzekeringspremies (CAR, ontwerp, aansprakelijkheid, e.d) opdracht	0,50%	%	5.804.808	29.024
00-DOBK020	Kosten kabels & leidingen niet via contract (%)	2,00%	%	5.804.808	116.096
00-DOBK028	Communicatiekosten niet via contract (%)	1,00%	%	5.804.808	58.048
00-DOBK030	Compenserende maatregelen niet via contract (%)	0,50%	%	5.804.808	29.024
00-DOBK038	Mitigerende maatregelen niet via contract (%)	0,50%	%	5.804.808	29.024
00-DOBK045	Archeologische opgravingen niet via contract (%)	0,25%	%	5.804.808	14.512
00-BDOBK	Benoemde directe overige bijkomende kosten				362.801
00-VDBK	Voorziena overige bijkomende kosten				362.801
00-NBDBDBK	Niet benoemd objectrisico overige bijkomende kosten (%)	10,00%	%	362.801	36.280
00-RDBK	Risico's overige bijkomende kosten	10,00%	t.o.v. voorz. overige bijk.		36.280
00-DBK	Overige bijkomende kosten Alternatief 5				399.081
00-INV	Investeringskosten Alternatief 5				7.892.255