

Variantenstudie vismigratie en hoogwaterbescherming Volmolen Epen

DEFINITIEVE RAPPORTAGE

14 januari 2015

projectnummer CA140009

opdrachtgever Waterschap Roer en Overmaas en Natuurmonumenten



fotolocatie Molentak en Volmolen, Epen (26 januari 2014)



Variantenstudie vismigratie en hoogwaterbescherming Volmolen Epen



Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas
Parklaan 10
6131 KG Sittard

Natuurmonumenten
Postbus 494
5600 AL Eindhoven

Contactpersoon: de heer drs. M.J.A. Smits
Projectnummer: CA140009
Opgemaakt d.d.: 14 januari 2015
Documentnummer: CA140009.R01v1.0
Status: Definitief

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Afwegingscriteria.....	5
3	Beschrijving en afweging varianten.....	10
3.1	Variant 1: vispassage op middenterrein.....	10
3.2	Variant 2: vispassage in Geultak.....	11
3.3	Variant 3: vispassage om molenstuw	12
3.4	Variant 4: vispassage zuidoostelijk van verdeelwerk	14
3.5	Waterverdeling.....	15
4	Hoogwaterbescherming	16
4.1	Inleiding	16
4.2	Doelstelling.....	16
4.3	Aangeleverde bestanden en informatie.....	17
4.4	Doorgevoerde aanpassingen in het model	18
5	Actuele hydrologische situatie rondom Volmolen	20
5.1	Beschrijving kunstwerken nabij de Volmolen	20
5.2	Afvoer Geul Epener Volmolen	22
5.3	Uitkomsten berekening actuele situatie	24
6	Toekomstige hydrologische situatie rondom Volmolen.....	31
6.1	Beschrijving hoogwatermaatregel.....	31
6.2	Uitkomsten berekening toekomstige situatie	32
7	Conclusie hoogwatermaatregel: aanleg kades.....	41
8	Advies hoogwaterbeschermingsmaatregel	43
9	Kostenraming	44

Bijlagen

1	Situatietekening variant 1 (lange variant)
2	Situatietekening + details, variant 1 (lange variant)
3	Schets landschappelijke inpassing inlaat bij variant 3
4	Situatietekening variant 4 (lange variant)
5	Situatietekening + details variant 4 (lange variant)
6	Variant 4 (lange variant) geprojecteerd op AHN
7	Variant 4 (korte variant) geprojecteerd op AHN
8	Uitkomsten modelberekening vistrap middenterrein (korte en lange variant)
9	Tabellen voor afweging varianten
10	Globale kostenraming uitgaande van variant 4 (lange variant)

1 Inleiding

Aanleiding

Waterschap Roer en Overmaas (WRO) en Natuurmonumenten (NM) zijn voornemens maatregelen te treffen bij Volmolen Epen. Het project kent reeds een lange historie waarbij meerdere varianten op het gebied van vismigratie de revue zijn gepasseerd. Deze voldeden geen van allen aan alle, door beide partijen, gestelde doelstellingen. Partijen besloten gezamenlijk aan een oplossing te werken welke wel recht doet aan de verschillende doelstellingen. Aan Geonius is opdracht verleend een duurzame oplossing uit te werken tot op schetsontwerpniveau.

Doelstellingen

Voor het project 'Volmolen' zijn de volgende doelen geformuleerd:

1. Het oplossen van het vismigratieknelpunt bij Volmolen Epen.
2. Het duurzame behoud van de watermolen.
3. Het bijdragen aan recreatie, communicatie en duurzaam gebruik van de molen en omgeving.

Ad 1. Het oplossen van het vismigratieknelpunt bij Volmolen Epen

Voor WRO en NM is het opheffen van het vismigratieknelpunt voor alle migrerende soorten de belangrijkste doelstelling. Het opheffen van dit knelpunt vloeit voort uit de doelstellingen vanuit de Kaderrichtlijn Water en draagt tevens bij aan het realiseren van de instandhoudingsdoelstellingen (IHD's) voor het Natura 2000-gebied Geuldal. In het project zal bij de keuze voor de uit te werken oplossing de mate waarin aan de IHD's wordt voldaan c.q. wordt voorkomen dat in strijd met de IHD's wordt gehandeld, een belangrijk afwegingscriterium moeten zijn. Het projectgebied maakt integraal deel uit van het Natura 2000-gebied. Een belangrijk neven doel voor WRO is dat de gekozen oplossing past binnen de randvoorwaarden die aan beheer en onderhoud worden gesteld.

Ad 2. Het duurzame behoud van de watermolen

Bij het duurzaam behoud van de watermolen is van belang dat de molen een duurzame bestemming krijgt, de molen wordt beschermd tegen wateroverlast en dat het project voldoet aan de eisen die door de Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed (RCE) worden gesteld. Deze doelstelling weegt zwaar voor Natuurmonumenten, die als eigenaar verantwoordelijk is voor het cultuurhistorisch behoud van de molen.

Ad 3. Het bijdragen aan recreatie, communicatie en duurzaam gebruik van de molen en omgeving

De Vereniging Natuurmonumenten wil het project Volmolen aangrijpen om haar zichtbaarheid in Zuid-Limburg te vergroten en wil daartoe de molen regelmatig laten draaien en tevens duurzaam energie opwekken op het terrein van de molen. Het opwekken van energie bij de Volmolen is daarbij gericht op een mix van maatregelen waar ook zonne-energie, warmtekrachtkoppeling en waterenergie deel van uitmaken. Een goede landschappelijke inpassing van de te nemen maatregelen in het kader van het project weegt voor NM en WRO zwaar, naast een adequate waterverdeling met het oog op het gebruik van de molen. Aangezien NM tevens, op aan de beek grenzende terreinen die in eigendom zijn, natuurdoelstellingen heeft gekoppeld, zal de mate waarin aan die doelstellingen tegemoet wordt gekomen c.q. deze niet worden gefrustreerd, een belangrijke afwegingsfactor zijn.

Varianten

Zowel WRO als NM hechten groot belang aan een ontwerpproces, waarbij inzichtelijk wordt in hoeverre aan de verschillende belangen en doelstellingen recht worden gedaan. Er is daarom gekozen voor het ontwerp van een viertal varianten. Een variantenstudie maakt het mogelijk de verschillende oplossingsrichtingen in beeld te brengen. Elke variant kent voor- en nadelen en deze zullen hierna in een MER-achtige beoordeling expliciet aan de orde komen. De varianten zijn tijdens het ontwerpproces aangedragen door zowel de beide

opdrachtgevers als de opdrachtnemer. De varianten zijn gekozen op basis van de mogelijke locaties voor het realiseren van een vispassage en de mogelijkheden voor de waterverdeling.

De vier varianten voor de locatie van de vispassage zijn:

1. Variant Middengebied
2. Variant Geultak
3. Variant Molentak
4. Variant Zuidoostelijk van het verdeelwerk

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de criteria voor een afweging tussen de varianten toegelicht. Vervolgens worden in hoofdstuk 3 de varianten elk apart beschreven. In bijlage 9 zijn tabellen opgenomen waarin een aanzet wordt gegeven tot een multicriteria analyse. In hoofdstuk 4 tot en met 8 komen de hoogwatermaatregelen aan de orde.

In bijlage 8 wordt ingegaan op de modelberekeningen van een vistrap in het middengebied (variant 1). De betreffende uitkomsten zijn representatief voor alle varianten, aangezien het te overbruggen verval steeds hetzelfde is. Het betreft hier overigens een globale berekening, voor het definitieve ontwerp is een berekening in detail nodig uitgaande van de specifieke eisen per doelsoort.

In de bijlage 1 tot en met 7 zijn diverse tekeningen, schetsen en details van de verschillende varianten opgenomen.

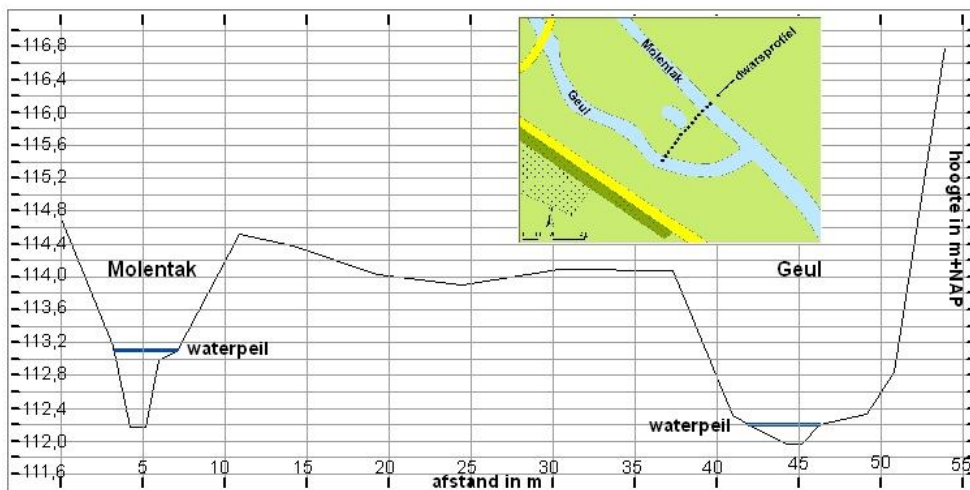
In bijlage 10 tenslotte is een globale kostenraming opgenomen die is gebaseerd op variant 4 (lange variant), De realisatie van de hoogwatermaatregelen is eveneens meegenomen in de kostenraming.

2 Afwegingscriteria

Om te kunnen bepalen in hoeverre aan de genoemde drie (hoofd)doelstellingen van het project wordt voldaan, is een aantal aspecten of criteria gekozen waarmee de gekozen varianten onderling worden vergeleken en gewaardeerd. Er kan zodoende een min of meer transparante afweging worden gemaakt. De gekozen criteria hebben een nauwe relatie met de voor het project geformuleerde doelstellingen. De verschillende afwegingscriteria worden in onderhavig hoofdstuk beschreven. In bijlage 9 is per criterium een matrix opgenomen waarin eventuele subcriteria worden aangegeven en de omschrijving van het effect.

Natuur

Bij het criterium natuur wordt onderscheid gemaakt in aquatische en terrestrische natuur. Het gaat om zowel de levensgemeenschap in de Geul (verbetering milieukwaliteit voor vissen en macrofauna op lange termijn) als terrestrische natuurwaarden. Bij het laatste is in het onderhavige geval met name te denken aan de kansen voor ontwikkeling van dotterbloemhooiland op de beekdalgronden. NM heeft een deel van deze gronden in eigendom. De Geul(tak) is ter hoogte van het laaggelegen en natte middenterrein diep ingesneden in het landschap (vergelijk figuur 2.1), zoals dat overigens op meer trajectdelen het geval is.



Figuur 2.1: Dwarsprofiel over middenterrein met Molentak en Geul

Onderhoud

Bij het criterium onderhoud speelt de bereikbaarheid van de vispassage een belangrijk rol, zeker wanneer de gekozen oplossing erg onderhoudsgevoelig is. Tussen stenen kunnen planten, struiken en bomen tot ontwikkeling komen en vuil/takken/maaisel kan er blijven hangen. Een variant scoort goed wanneer de vispassage bereikbaar is voor het reguliere materieel voor onderhoudswerkzaamheden. Dit betekent dat een voor materieel te berijden ruimte beschikbaar moet zijn langs de passage van minimaal 5 m breed.

Vismigratie

Bij dit criterium worden diverse (deel)aspecten onderscheiden, met name de plaats van aantakking bovenstrooms (instroom), idem aftakking benedenstrooms (uitstroom, monding) en de periode waarin de vispassage (goed) functioneert. In tabel 2.1 is een overzicht opgenomen van de visbemonstering in 2010, zodat duidelijk wordt welke soorten c.q. welk type soorten van de voorziening gebruik moeten maken. Aan deze lijst is nog een enkele soort toegevoegd, die ook tot de doelsoorten van de Geul behoort, maar bij de bemonstering destijds niet is aangetroffen.

Tabel 2.1: Lijst van voorkomende en gewenste vissoorten met vangstgegevens van het visonderzoek Geul in 2010. Bron: Natuurbalans-Limes Divergens

Soort	Gilde	Volmolen beneden	Volmolen boven	Cottessen
Baars	eurytoop	2	-	4
Barbeel	reofiel-obligaat	14	6	14
beekdonderpad	reofiel-obligaat	1	-	5
beekforel	reofiel-obligaat	9	9	20
beekprik	reofiel-obligaat	-	-	-
bermpje	reofiel-obligaat	10	9	9
blankvoorn	eurytoop	5	-	-
Brasem	eurytoop	-	-	1
driedoornige stekelbaars	eurytoop	-	4	5
Elrits	reofiel-obligaat	5	-	2
kopvoorn	reofiel-obligaat	12	8	3
Paling	eurytoop	10	-	4
riviergrondel	reofiel-partieel	8	8	5

Uit deze tabel blijkt dat de visstand ter plaatse voor een belangrijk deel uit rheofiele soorten bestaat¹. De meest aangetroffen soort is de barbeel, gevolgd door kopvoorn en bermpje. Laatstgenoemde soort, alsmede de soorten elrits, beekdonderpad en paling zijn wettelijk beschermd ingevolge de Flora- en faunawet. Het bovenstroomse deel van de Geul blijkt ook een belangrijk leefgebied te zijn voor de zeldzame beekforel, waarvan bij Cottessen, nog verder bovenstrooms van de Volmolen, in totaal 20 exemplaren zijn gevangen en die daarmee de meest talrijke vissoort is op het meeste bovenstroomse, nog Nederlandse deel van de Geul. Bij het ontwerp van de vispassage moet worden uitgegaan van het streefbeeld met bijbehorende soorten, dus niet uitsluitend de actueel voorkomende soorten, maar alle potentieel voorkomende soorten.

Naarmate de aftakking verder bovenstrooms van het migratieknelpunt ligt, is de stroomsnelheid gunstiger en lopen de vissen bij stroomopwaarts gerichte migratie minder kans in een luwte terecht te komen waar zich doorgaans roofvissen ophouden.

Ook hoe de uitstroom van de vispassage is gesitueerd ten opzichte van het migratieknelpunt, bepaalt in belangrijke mate de vindbaarheid. Takt deze bijvoorbeeld direct benedenstrooms van het knelpunt aan dan is het voor vissen relatief gemakkelijk de passage te vinden. Of de vispassage goed functioneert hangt verder in belangrijke mate af van een adequate lokstroom. Ook de lokstroom wordt bepaald door de plaats van de aantakking. Als de lokstroom te klein is en/of de ingang is slecht gelegen, vinden de vissen deze niet. De debietverdeling is uiteraard ook een belangrijk bepalende factor voor de lokstroom.

In het onderhavige geval speelt naast het opheffen van een vismigratieknelpunt tevens de debietverdeling tussen Geultak en molentak een belangrijke rol. Het ambitieniveau is een verdeling van 2:1, want daarmee wordt de vindbaarheid van de vispassage voor vissen vergroot, ervan uitgaande dat deze aan de Geultak wordt gekoppeld.

Wat betreft het temporele aspect is bepalend of de passage functioneel is gedurende het gehele jaar of alleen in een beperkte periode. Uitgangspunt is te kiezen voor een passage die het gehele jaar door

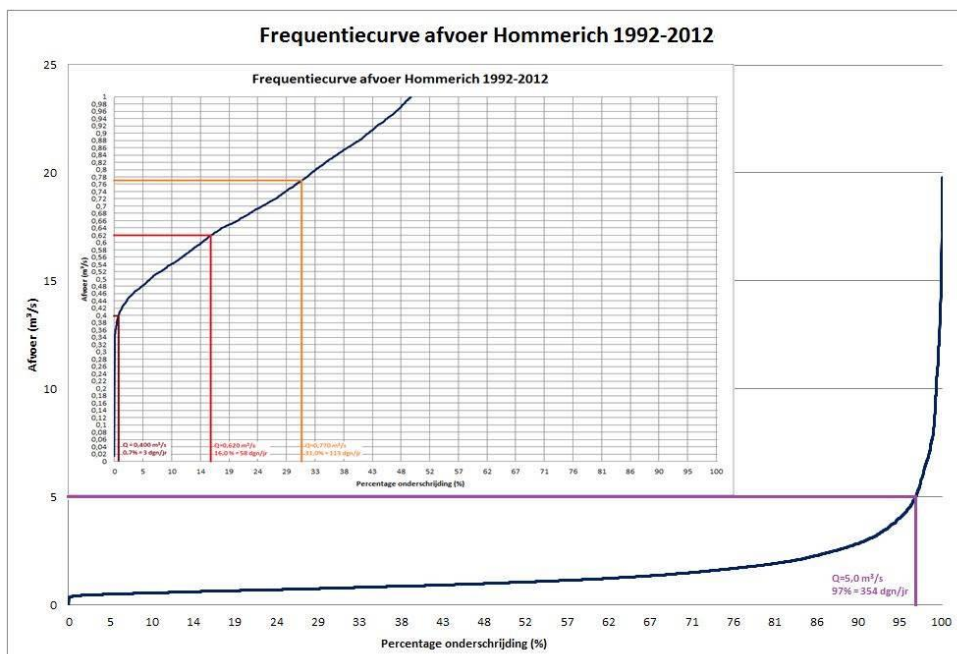
¹ niettemin scoort de Geul als geheel slechts matig op de KRW-maatlat, volgens een evaluatie van het waterschap, met name vanwege een te gering aandeel aan rheofiel indicerende soorten.

functioneert, waarbij niet alleen wordt gekeken naar de perioden waarin paaimigratie plaatsvindt, die overigens voor de verschillende vissoorten al sterk uiteen kunnen lopen. De permanente beschikbaarheid van een passage is bijvoorbeeld ook van belang als vissen willen vluchten of gaan overwinteren. Daarnaast is permanente verbinding van leefgebieden van belang.

Andere factoren die het al of niet goed functioneren van de vistrap bepalen, zijn het type en de lengte. Laat de vispassage bijvoorbeeld vissen over de gehele waterkolom door (vertical slot) of alleen vissen in het bovenste deel (bekkentrap met V-vormige overlaten). Is de vispassage lang, dan kan de lokwerking worden belemmerd door gering verval per bekken als gevolg van het teruglopen van de stroomsnelheid. Een lange passage biedt wel betere kansen voor rustzones. In het onderhavige geval wordt bij alle varianten ingezet op een type vistrap (qua waterkolom en qua rustmogelijkheden) met de beste kansen voor de diverse vissoorten alsmede de macrofauna, zodat dit aspect niet onderscheidend is.

Gebruik molen

De mogelijkheden voor het gebruik van de molen voor zowel demonstraties als het opwekken van groene stroom worden primair bepaald door de waterverdeling. Door WRO is in overeenstemming met NM bepaald dat de Geultak een minimale afvoer nodig heeft van 220 l/s, wil geen (onherstelbare) schade optreden aan de aquatische levensgemeenschap. Uit de frequentieverdeling van de afvoer (zie figuur 2.2) blijkt dat een afvoer van 220 l/s is te beschouwen als de basisafvoer die nooit wordt onderschreden. Voor het functioneren van de molen is minimaal 400 l/s nodig, maar voor een optimaal gebruik van de molen is 600 l/s vereist, dan kan zowel worden gemalen als stroom worden opgewekt. Dit betekent dat pas bij een afvoer > 800 l/s voldoende water voorhanden is voor beide functies. Bij een afvoer < 620 l/s is gebruik van de molen niet mogelijk. Een dergelijke afvoer (220 + 400 l/s) wordt 58 dagen per jaar niet gehaald. Verder is bij een afvoer van meer dan 5.000 l/s ook geen gebruik van de molen mogelijk, dit komt gemiddeld 11 dagen per jaar voor. Al met al is gebruik van de molen niet mogelijk gedurende 69 dagen per jaar.



Figuur 2.2: Afvoerverdeling over het jaar (meetstation Hommerich, Partij)

In tabel 2.2 is voor drie afvoersituaties de frequentieverdeling gegeven per maand en per jaar. Tot 600/620 l/s is gebruik van de molen niet mogelijk. Vanaf 800/820 l/s zijn voor geen van de functies beperkingen. Dit betekent dat voor de 'middenafvoer' (600 – 800 l/s) de verdeling van het water cruciaal is, dus voor in totaal ruim 71 dagen per jaar, waarvan het grootste aantal dagen (47) in de voorjaar/zomerperiode (mei tot en

met september) valt. Daarbij is overlap met de belangrijkste maanden voor de vismigratie, zijnde maart – juni en november – december.

Tabel 2.2: Frequentieverdeling van de afvoer bij Cottessen in dagen per maand. Gemiddelden voor de meetperiode 1993-2012

Maand	Afvoersituaties			Totaal
	afvoer <600	afvoer 600-800	afvoer >800	
januari	1,5	2,2	27,3	31,0
februari	0,5	1,9	25,8	28,3
maart	0,0	1,6	29,5	31,0
april	1,1	4,3	24,6	30,0
mei	3,1	6,6	21,3	31,0
juni	4,4	10,2	15,3	30,0
juli	7,5	11,2	12,3	31,0
augustus	10,2	8,5	12,3	31,0
september	10,6	10,1	9,4	30,0
oktober	10,2	6,8	14,0	31,0
november	6,3	4,2	19,5	30,0
december	0,8	3,8	26,4	31,0
totaal	56,3	71,4	237,5	365,3

Hoogwater

De Volmolen ligt in het inundatiegebied van de Geul. Het waterschap heeft daarom geen formele taak om bescherming te bieden tegen wateroverlast. Niettemin is ter plaatse van het molencomplex bij hoogwater sprake van een knelpunt. Het terrein komt blank te staan en er is gevaar op waterschade in de gebouwen. Indien de gekozen maatregel een opstuwend effect heeft, zal dit de ernst van het knelpunt vergroten. Bovendien kan ook de bescherming stroomafwaarts in het geding komen. Het is wenselijk een minimaal beschermingsniveau van T=10 te realiseren.

Molenbiotoop

Het begrip molenbiotoop wordt gebruikt om de omgeving waarin een molen functioneert aan te duiden². Bij dit criterium is vooral te denken aan de cultuurhistorische waarden, die men bij elke mogelijke oplossing wil respecteren. Voor iedere variant moet worden nagegaan in hoeverre inpassing in het cultuurhistorisch ensemble plaatsvindt. Daarbij wordt naast een overall inschatting ook gekeken naar mogelijke aantasting van enkele bijzondere componenten, namelijk het verdeelwerk, het molengebouw en de structuur van de molentak.

Landschap

De ruimtelijke kwaliteit van de gekozen oplossing wordt bepaald door de wijze waarop inpassing in het landschap plaatsvindt en de invloed van het gekozen ontwerp op de omgeving. Moet voor de vispassage een diepe insnijding plaatsvinden, met aanleg van betonnen constructies om afkalving te voorkomen, dan scoort de betreffende variant negatief ten aanzien van de inpassing in het landschap.

² Meer 'technisch' geformuleerd is de molenbiotoop *het ensemble van de watermolen, de bijgebouwen, stuw- en waterwerken en overige, direct daaraan gerelateerde (historische) infrastructuur en gronden*. Naar: *Watermolenlandschappen*, pag. 4. [Mars, H. de & E. van Rijsselt. 2013. *Watermolenlandschappen: Bepaling en waardering van de invloedssfeer van watermolens in beekdalen – pilotstudie*. Rapp. 9Y2923 i.o.v. Huis voor de Kunsten/Molenstichting Limburg. Royal Haskoning DHV, Maastricht Airport.]

Kosten

Bij de afweging zal uiteindelijk ook het kostenaspect een belangrijke rol spelen. De benodigde investering dient maatschappelijk verantwoord te zijn en de te kiezen variant moet daarom hoog scoren qua duurzaamheid.

Eigendom

De realiseerbaarheid van de te kiezen variant wordt mede bepaald door de eigendomssituatie. Een variant die (grooten)deels op gronden van derden, anders dan van WRO of NM is gelegen, zal op dit aspect matig of slecht scoren. Indien de mogelijkheid bestaat tot het vestigen van zakelijk recht inzake het ruimtebeslag van de vispassage op eigendom van derden, zal de eigendomssituatie niet/minder doorslaggevend zijn in de keuze van de variant.

Beleving vispassage

NM en WRO hechten er aan bezoekers de wijze waarop het door de molen veroorzaakte vismigratieknelpunt is opgelost, te laten zien en ervaren. Het is een belangrijk criterium voor de beoordeling van de te kiezen oplossing of de vispassage voor recreanten of bezoekers beleefbaar is. Naarmate de passage verder van de molen af ligt, is de beleefbaarheid geringer. Ook het aspect bereikbaarheid speelt hier een belangrijke rol.

Wet-/regelgeving

Er zijn vier wetten en (internationale) richtlijnen die de uitvoerbaarheid van de te kiezen varianten in de weg kunnen staan, namelijk de *Kaderrichtlijn Water (KRW)*, de *Natuurbeschermingswet (Nbw)*, de *Flora- en faunawet (Ffw)* en de *Monumentenwet (Mw)*.

Wat betreft de *KRW* is met name te denken aan de (bestaande) morfologie van de beek, die in principe niet mag worden aangetast. Hierbij gaat het om aspecten als dieptevariatie, kwantiteit, structuur en substraat van de bodem.

Met de *Nbw* wordt de bescherming geregeld van Natura 2000-gebieden. Het projectgebied bevindt zich in Natura 2000-gebied Geuldal. De te nemen maatregelen mogen geen (significant) negatief effect hebben op de instandhoudingsdoelstellingen (IHD's). Het betreft bij dit Natura 2000-gebied een omvangrijke lijst van habitattypen en –soorten. Voor het onderhavige project zijn de volgende IHD's relevant: H6510 Glanshaver- en vossenstaarthooilanden, H1096 Beekprik en H1163 Rivierdonderpad. Het gaat dus enerzijds om een IHD voor terrestrische natuur en anderzijds om IHD's die de aquatische natuur betreffen.

De *Ffw* regelt de bescherming van soorten. Wettelijk beschermd zijn de ter plaatse aangetroffen vissoorten bierpje, elrits, beekdonderpad en paling. In het kader van een natuurtoets heeft Regelink Ecologie & Landschap onderzoek gedaan naar het actueel en potentieel voorkomen van beschermde soorten binnen het projectgebied³. Naast de genoemde vissoorten zijn mogelijk aanwezig de volgende matig streng tot streng beschermde soorten:

- zoogdieren: waterspitsmuis, das, steenmarter (beide laatstgenoemde soorten geen verblijfplaatsen), diverse vleermuizen (alleen mogelijke verblijfplaatsen in gebouwen);
- vogels: steenuil, kerkuil, grote gele kwikstaart, ransuil, boomvalk en sperwer.

Voor de verschillende varianten zal een inschatting moeten worden gemaakt of strijdigheid ontstaat met de *Ffw*.

Het molencomplex is beschermd onder de *Mw*. De Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed (RCE) voert de wetgeving uit en zal er als toetsende instantie op toezien dat de cultuurhistorische waarden niet worden aangetast.

³ Fijen, T.P.M. 2012. *Natuurtoets Volmolen, Epen. In het kader van de natuurwetgeving*. Rapp. RA12281-01 i.o.v. Waterschap Roer en Overmaas. Regelink Ecologie & Landschap, Mheer.

3 Beschrijving en afweging varianten

3.1 Variant 1: vispassage op middenterrein

In de onderhavige variant wordt de beschikbare ruimte op het middenterrein maximaal benut en wordt uitgegaan van een vispassage met een minimale lengte van ongeveer 200 m (zie figuur 3.1).



Figuur 3.1: Locatie vispassage op middenterrein (variant 1)

Door de grote lengte van de vispassage zijn waarschijnlijk geen trappen nodig, het verval kan namelijk op natuurlijke wijze worden overbrugd. Voor kleine vissoorten en macrofauna is het verval van 2 m over circa 200 m mogelijk nog te groot, maar de oever en bedding worden op natuurlijke wijze verruwd. De stroomsnelheid wordt hierdoor verlaagd en er ontstaat een divers stromingspatroon.

Niettemin vormen hier zowel de landschappelijke inpassing als de inpassing in het cultuurhistorisch ensemble, die beide moeizaam zijn, belangrijk knelpunten, gelet op de onvermijdelijke diepe insnijding ter plaatse van de aantakking aan de Geul onder het verdeelwerk. De hoog gelegen molentak en de laag gelegen Geul(tak) liggen hier op korte afstand van elkaar (zie ook figuur 2.1) en daartussenin moet de vistrap uitmonden in de Geul. Het maaiveld langs de molentak ligt daar op circa 114,9 m+NAP en de Geulbodem op 111,1 à 111,5 m+NAP. Een schetsontwerp voor de voorgestelde landschappelijke inpassing geven bijgaande tekeningen (bijlagen 1 en 2). Om de diepe insnijding mogelijk te maken is een keerwand nodig. Om deze zo onopvallend mogelijk te realiseren wordt de damwand met natuursteen aangekleed. Verder wordt het middengebiet zo open mogelijk gelaten, met een minimum aan landschappelijke beplanting. Op markante plaatsen worden 'plumbs' (groepje bomen of struiken) aangebracht. De oever van de Geul wordt iets sterker dan in de huidige situatie geaccentueerd door beplanting met els, es en struiken. Langs de molentak worden knotwilgen in de grasoever geplant. Langs de vispassage worden struiken op de waterrand (1 m-mv) geplant.

Voor vismigratie is een minpunt dat de instroom vrij ver benedenstrooms ligt, namelijk in het min of meer stagnante (gestuwde) molenpand. Dit is ongunstig voor de vindbaarheid door vissen, terwijl zich op stagnante plaatsen juist roofvissen ophouden. Een optimalisatie kan zijn dat de instroom verder stroomopwaarts wordt gesitueerd.

Een belangrijk nadeel van deze variant is de onderhoudsgevoeligheid van de vispassage, terwijl de bereikbaarheid voor materieel op enkele punten, met name nabij de monding, niet optimaal is. Met de keerwandconstructie wordt evenwel beoogd een zo groot mogelijke ruimte ter plaatse van het dwangpunt open te houden.

Qua beleving van de vistrap leunt deze variant op twee gedachten. Enerzijds is de vispassage slecht bereikbaar door de geïsoleerde ligging. Publiek door het terrein heen leiden, kan mogelijk tot gevolg hebben dat verstoring optreedt. Anderzijds biedt deze variant de kans het verdeelwerk meer zichtbaar te maken, waardoor de bredere context van het functioneren van een watermolen kan worden getoond. Zaak is dan te waarborgen dat geen verstoring van het gebied optreedt.

Wat de mogelijke strijdigheid met wet- en regelgeving betreft, scoort deze variant niet zo goed qua toetsing aan de Monumentenwet vanuit het oogpunt van het molenensemble, vanwege een geringe aantasting van het verdeelwerk. Verder levert deze variant geen knelpunten op.

3.2 Variant 2: vispassage in Geultak

Bij de variant Geultak wordt het bovenstroomse gedeelte van de Geultak, direct onder het verdeelwerk tot aan de brug (zie figuur 3.2), zodanig geherprofileerd dat een natuurlijk passeerbare beek ontstaat. Dit betekent dat de bodem ter plaatse moet worden opgehoogd. Verder wordt een kleine kortsluiting om de stuw gelegd. Het voordeel is dat de diepe insnijding waar thans sprake van is, wordt opgeheven. Qua landschappelijke inpassing scoort deze variant buitengewoon goed.

Bij circa 180 m lengte ontstaat een verval van iets meer dan 1 cm/m. Bij voldoende bodemruwheid zijn mogelijk geen echte slots nodig, de waterdiepte en het stromingspatroon kunnen variëren. Binnen de bedding kan lichte meandering worden bevorderd. Deze variatie is voor de vis- en macrofauna gunstig.



Figuur 3.2: Locatie vispassage in Geul (variant 2)

Het belangrijkste nadeel van deze variant is dat de bestaande morfologie en de levensgemeenschap in de Geul worden aangetast. Dit levert strijdigheid met de KRW doelstellingen op. Wat voor de KRW geldt, geldt ook *mutatis mutandis* voor de Ffw, omdat de verstoring van het beeksubstraat negatieve effecten zal hebben op de vislevensgemeenschap.

Een ander belangrijk nadeel van deze variant is dat de ophoging van de beekbodem richting het verdeelwerk er toe zal leiden dat door een zekere opstuwing eerder wateroverlast optreedt bij het molencomplex. De capaciteit van de Geul(tak) wordt kleiner door de bodemophoging.

Qua onderhoudsgevoeligheid is deze variant niet anders dan een 'reguliere beek', terwijl de bereikbaarheid voor materieel optimaal is.

Omdat geen artificiële elementen aan het landschap worden toegevoegd, kunnen negatieve gevolgen voor het molenbiotoop worden uitgesloten. Er is sprake van een optimale inpassing in het cultuurhistorisch ensemble. De karakteristieke elementen hierbinnen, zoals het verdeelwerk en de molentak, blijven, buiten te verrichten renovatiewerkzaamheden aan het verdeelwerk, volledig onaangeroerd.

Voor bezoekers en recreanten is sprake van een goede belevingsmogelijkheid van de vispassage. Deze is goed bereikbaar en doordat de Geultak minder diep is ingesneden in het landschap, kan deze ook beter ervaren worden, omdat er meer contact is met het water.

3.3 Variant 3: vispassage om molenstuw

Bij variant 3 wordt een vispassage dichtbij de molen gesitueerd (zie figuur 3.3). Voor de beleefbaarheid is dit een optimale locatie, omdat bezoekers van de molen en overige recreanten dicht bij de molen de passage kunnen bezichtigen en ervaren. Ook bij deze variant wordt, net als bij variant 1, het verval van circa 2 m overbrugd door een lange passage van circa 200 m, zodat waarschijnlijk geen trappen nodig zijn. De vormgeving van de passage is geheel gelijk aan die in variant 1, maar bij deze variant is de instroom niet zo eenvoudig te realiseren. Bijgaande schetstekening (bijlage 3) geeft de voorgestelde oplossing visueel weer. Daarbij wordt een inlaatwerk gekoppeld aan een duiker, die onder het pleintje wordt gelegd.



Figuur 3.3: Locatie vispassage Molentak (variant 3)

De landschappelijke inpassing van deze variant is moeizaam, maar door een uitgekiend beplantingsplan (zie de genoemde schets) kunnen enkele elementen met name bij de inlaat zodanig worden gemarkeerd, dat deze niet als storend worden ervaren. Omdat de passage verder toch veel vergraving vereist op een onlogische plek in het landschap, wordt de invloed op de omgeving al met al negatief beoordeeld. Ook de inpassing in het molenbiotoop is zeer moeizaam, omdat een duidelijk zichtbaar element wordt toegevoegd dat als gebiedsvreemd zal worden ervaren.

Doordat de vispassage aftakt via een poel waarin per definitie weinig stroming is, scoort deze variant op het aspect vismigratie ongunstig. Optrekkende vissen komen in een luwte terecht waarin zich roofvissen kunnen ophouden. Indien een aanzienlijker deel van het potentiële natuurdoeltype dotterbloemhooiland wordt opgeofferd, kan de passage veel verder bovenstrooms aftakken, wat veel gunstiger is voor de vismigratie. Qua gevolgen voor terrestrische natuurwaarden scoort deze variant slecht, want het gebied noordoostelijk van de beek heeft goede potenties voor het genoemde natuurdoeltype.

Gelet op de negatieve gevolgen voor het molenbiotoop (inpassing in het cultuurhistorisch ensemble), dient deze variant een slechte score te krijgen voor wat betreft de toetsing aan de Mw. Voor wat de overige wetten betreft, zijn evenwel geen knelpunten te verwachten. Medewerkers van de RCE hebben tijdens een gezamenlijk locatiebezoek te kennen gegeven, dat deze variant een te grote inbreuk pleegt op het molenbiotoop.

Verder dient de beschikbaarheid van water als een belangrijk minpunt van deze variant te worden genoemd. Omdat de vispassage aftakt van de molentak en er ook een ondergrens is aan het debiet voor de Geultak, moeten de zogenaamde middenafvoeren, zoals gedefinieerd in hoofdstuk 2, worden opgeschaald met minimaal 200 l/s, aangezien de vispassage pas vanaf een debiet van circa 200 l/s kan functioneren. Het aantal dagen waarop dan kan worden gemalen voor demonstraties, zal daarmee navenant verminderen. Uiteraard betekent dit minder mogelijkheden voor de opwekking van groene stroom.

Qua onderhoudsgevoeligheid scoort deze variant niet wezenlijk anders dan variant 1, maar de bereikbaarheid voor materieel is goed.

3.4 Variant 4: vispassage zuidoostelijk van verdeelwerk

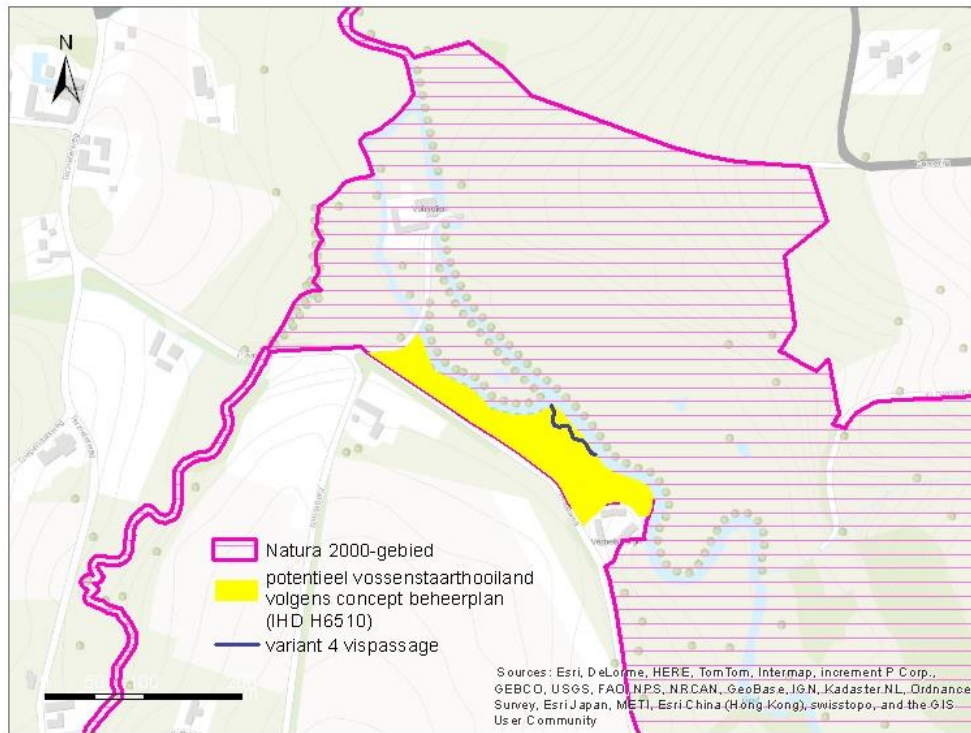
Ongeacht de uitvoeringswijze verdient het om redenen van landschap en cultuurhistorie verre de voorkeur een bypass buiten de oorspronkelijke aanleg (buiten het molenensemble) te houden en deze aan de oostzijde om de stuw te leiden. Hier is meer aansluitruimte dan in de scherpe hoek aan de andere zijde (bij variant 1). Om aan beide aspecten op maximale wijze recht te doen, is een variant onderzocht, waarbij de vispassage zuidoostelijk van het verdeelwerk wordt aangelegd (zie figuur 3.4 en bijlage 4). In de bijlagen is een korte en lange variant opgenomen. De korte variant heeft een lengte van ca. 90 meter. De lange variant heeft een lengte van ca. 200 meter (de langst gemeten lengte).

Het belangrijkste nadeel van deze variant is dat grond van derden moet worden verworven c.q. een zakelijk recht moet worden gevestigd. Uiteindelijk zal de mogelijkheid van realisatie van deze variant afhangen van de medewerking van derden.

Positief scoort deze variant in elk geval ten aanzien van effecten op terrestrische natuurwaarden, want er hoeft geen (potentieel) dotterbloemhooiland te worden ingeleverd voor de vispassage. Wel is sprake van een mogelijk negatief effect op de IHD Glanshaver- en vossenstaarthooiland. In het concept-beheerplan voor het Natura 2000-gebied Geuldal heeft de provincie hier potenties aangewezen voor de ontwikkeling van dit type hooiland (zie figuur 3.5). Voor het criterium Nbw scoort deze variant daarom licht negatief, maar ten aanzien van de overige wetten en richtlijnen is geen sprake van knelpunten.



Figuur 3.4: Locatie vispassage zuidoostelijk van verdeelwerk (variant 4)



Figuur 3.5: Relatie variant 4 tot IHD Vossenstaarthooiland Natura 2000-gebied

Voor de vismigratie is deze variant gunstig, omdat zowel de instroom als de uitstroom gunstig liggen ten opzichte van het migratieknelpunt (verdeelwerk), waar zich een bodemval bevindt. Daarbij is de aftakking ver bovenstrooms gesitueerd, zodat optrekkende vissen nauwelijks of geen hinder ondervinden van lage stroomsnelheden als gevolg van opstuwing in de molentak.

De mogelijkheden voor het gebruik van de molen zijn niet anders dan in de varianten 1 en 2. Verder zijn geen opstuwende effecten te verwachten. De mogelijkheden voor (regulier) onderhoud zijn wat minder dan bij variant 1, er dient over gronden van derden te worden gereden. Landschap en cultuurhistorie zijn al genoemd, voor beide criteria scoort deze variant goed. De variant heeft qua beleefbaarheid van de vispassage wel het nadeel dat deze vrij ver van de molen verwijderd ligt. Vanaf de hoog gelegen Plaatweg is de vispassage daarentegen wel zichtbaar.

3.5 Waterverdeling

Welke variant voor de oplossing van het vismigratieknelpunt ook wordt gekozen, de verdeling van het beschikbare water is primair bepalend voor de functionaliteit van zowel de molen als de vispassage. In hoofdstuk 2 is bij de behandeling van het criterium 'gebruik molen' al duidelijk geworden dat ten aanzien van de waterbehoefte sprake is van tegenstrijdige belangen. Gezocht moet worden naar een compromis om te kunnen voldoen aan de voorwaarden die de verschillende functies – te weten molengebruik voor malen (met het oog op demonstraties), opwekking van groene stroom en vismigratie – aan de waterbeschikbaarheid stellen. Voor beide partijen, NM en WRO, 'ligt de lat hoog' waar het gaat om het voldoen aan de doelstellingen. Voor NM betekent dit een zodanig debiet dat opwekken van groene stroom mogelijk is en voor WRO het bieden van een permanente (jaarrond) mogelijkheid tot vismigratie. In beide gevallen is een constant debiet nodig met een harde ondergrens. Uit de frequentiecurve (zie figuur 2.2 en tabel 2.2) wordt duidelijk dat gedurende een significante tijdsperiode per jaar, namelijk 1/3 van de tijd, te weinig water voorhanden is om aan de totale behoefte te kunnen voldoen (afvoeren lager dan 800 l/s). WRO en NM hebben overeenstemming bereikt over de waterverdeling. De afspraken hierover worden vastgelegd in een overeenkomst.

4 Hoogwaterbescherming

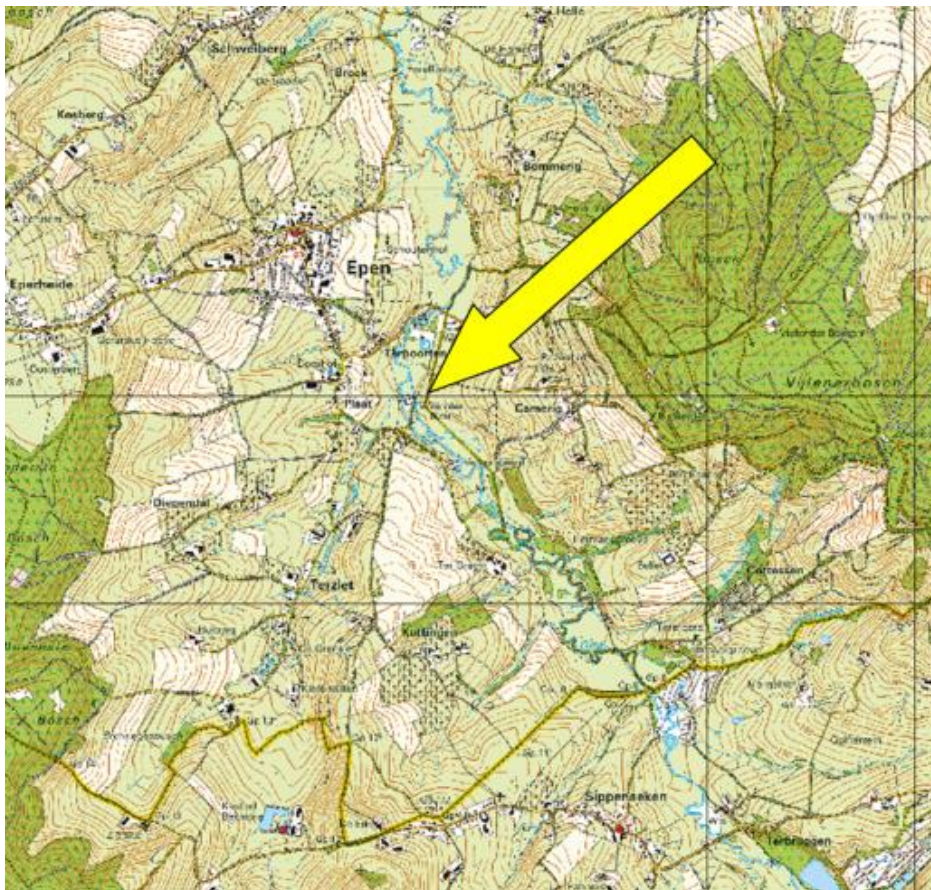
4.1 Inleiding

Waterschap Roer en Overmaas en Natuurmonumenten zijn gezamenlijk voornemens de hoogwater- en migratieknelpunten rondom de Volmolen op te lossen. Geonius Civiel B.V. heeft opdracht gekregen een integraal schetsontwerp voor de Volmolen op te stellen waarin een duurzame oplossing voor de actuele knelpunten is aangedragen.

4.2 Doelstelling

In dit rapport zijn de berekeningsuitkomsten weergegeven van de modelberekeningen welke zijn uitgevoerd ten behoeve van de hoogwaterbeschermingsmaatregel. Uit de workshops is naar voren gekomen dat het aanleggen van een kade rondom de volmolen een geschikte lokale maatregel is waarmee het beschermingsniveau van de Volmolen kan worden verbeterd. De wens is om de Volmolen een beschermingsniveau van eens in de 25 jaar te garanderen. Uitgangspunt is een minimaal beschermingsniveau van T=10.

In onderstaande figuur 4.1 is de topografische ligging van de Volmolen weergegeven.



Figuur 4.1: Topografische ligging Volmolen Epen

In bijlage 1 en 4 zijn de hoogwatermaatregelen opgenomen op de situatietekening van respectievelijk variant 1 en variant 4. Hierbij wordt opgemerkt dat op de bijlagen de situatie T=25 bij benadering is aangegeven. In hoofdstuk 6 is gerekend met de op voorhand bepaalde hoogtes van de kades.

4.3 Aangeleverde bestanden en informatie

De berekeningen zijn uitgevoerd middels het hydraulische softwarepakket SOBEK, versie 2.13.002.

Voor de modellering en de rapportage zijn door het waterschap de volgende bestanden/data aangeleverd.

Sobek-model: het 1D2D-model Geul_v44.lit, dat in het kader van de watersysteemtoetsing is gebouwd, gekalibreerd en gevalideerd. Dit is het meest up-to-date oppervlaktewatermodel dat het waterschap tot haar beschikking heeft. Het model is een niet-stationair 1D2D model en is door het waterschap als voldoende betrouwbaar geacht voor deze opdracht. Middels dit model worden de beoogde maatregelen doorgerekend.

Afvoer- en waterstandgegevens Geul

Foto's wateroverlast

Inundatiekaarten stroomgebied Geul

Oude planvorming (diverse bestanden en rapportages)

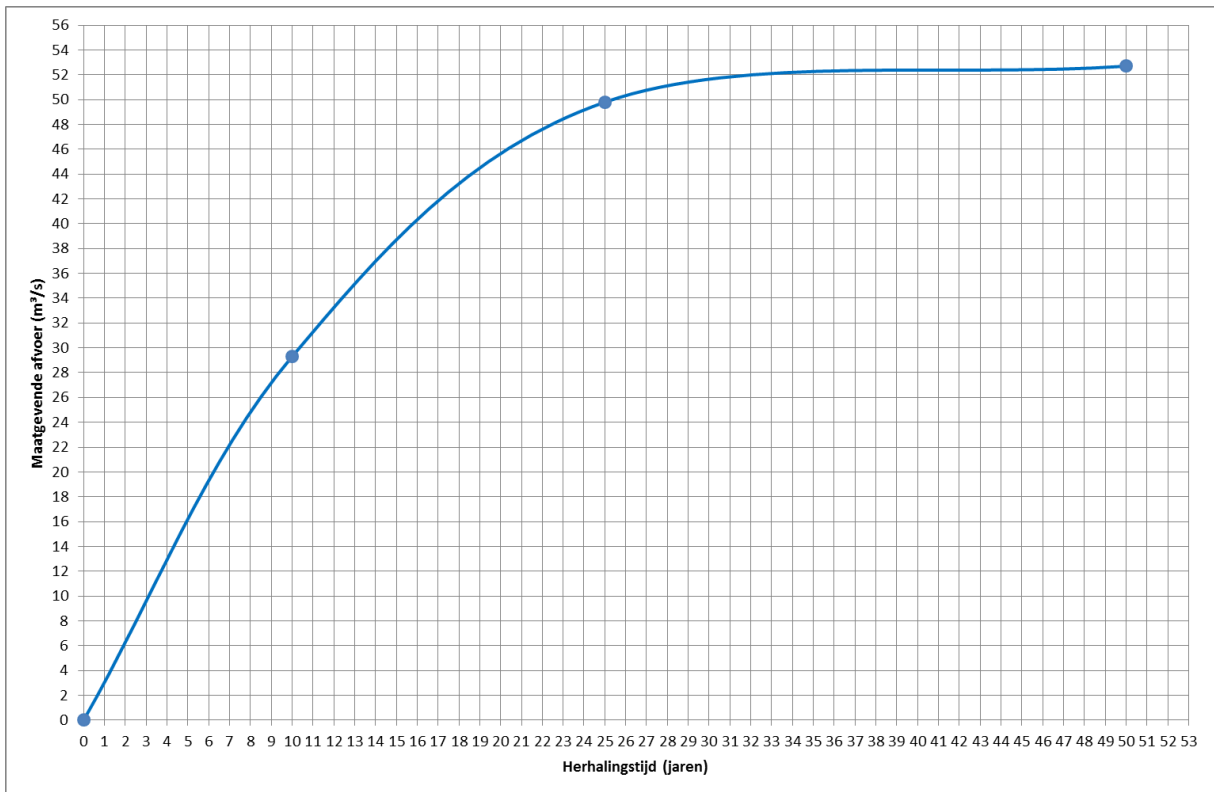
Diverse GIS-bestanden, te weten:

- AHN2 0,5x0,5 m;
- AHN2 5x5 m;
- AHN2 25x25m;
- Primaire watergangen;
- Kunstwerken stroomgebied Geul;
- Normeringskaart;
- GBKN;
- Inmetingen WRO;
- Inmetingen Pajonk

Door het waterschap zijn de maatgevende waterstanden bij de verschillende afvoersituaties aangeleverd. In onderstaande tabel zijn deze weergegeven. De maatgevende afvoeren zijn vervolgens gerelateerd aan een maatgevende afvoer.

Afvoersituatie	Maatgevende waterstand in Geul t.h.v. verdeelwerk (m+NAP)	Maatgevende afvoer (m³/s)
T=10	114,949	29,3
T=25	115,107	49,8
T=50	115,151	52,7
T=100	115,170	n.t.b.
T=250	115,179	n.t.b.
T=500	115,182	n.t.b.
T=1000	115,183	n.t.b.

Vervolgens is een frequentiecurve opgesteld om zodanig de tussenliggende herhalingstijden bij een bepaalde afvoer te kunnen vaststellen.



Figuur 4.2: Frequentiecurve maatgevende afvoer Geul t.p.v. de Volmolen te Epen met bijbehorende herhalingstijden.

4.4 Doorgevoerde aanpassingen in het model

Om de effecten van de hoogwatermaatregel door te kunnen rekenen, is in het model een gedetailleerder maaiveld grid ingevoerd. Het aangeleverde model heeft een gridgrootte van 25x25 m. Dit is echter te grof om de beoogde kade in te voeren.

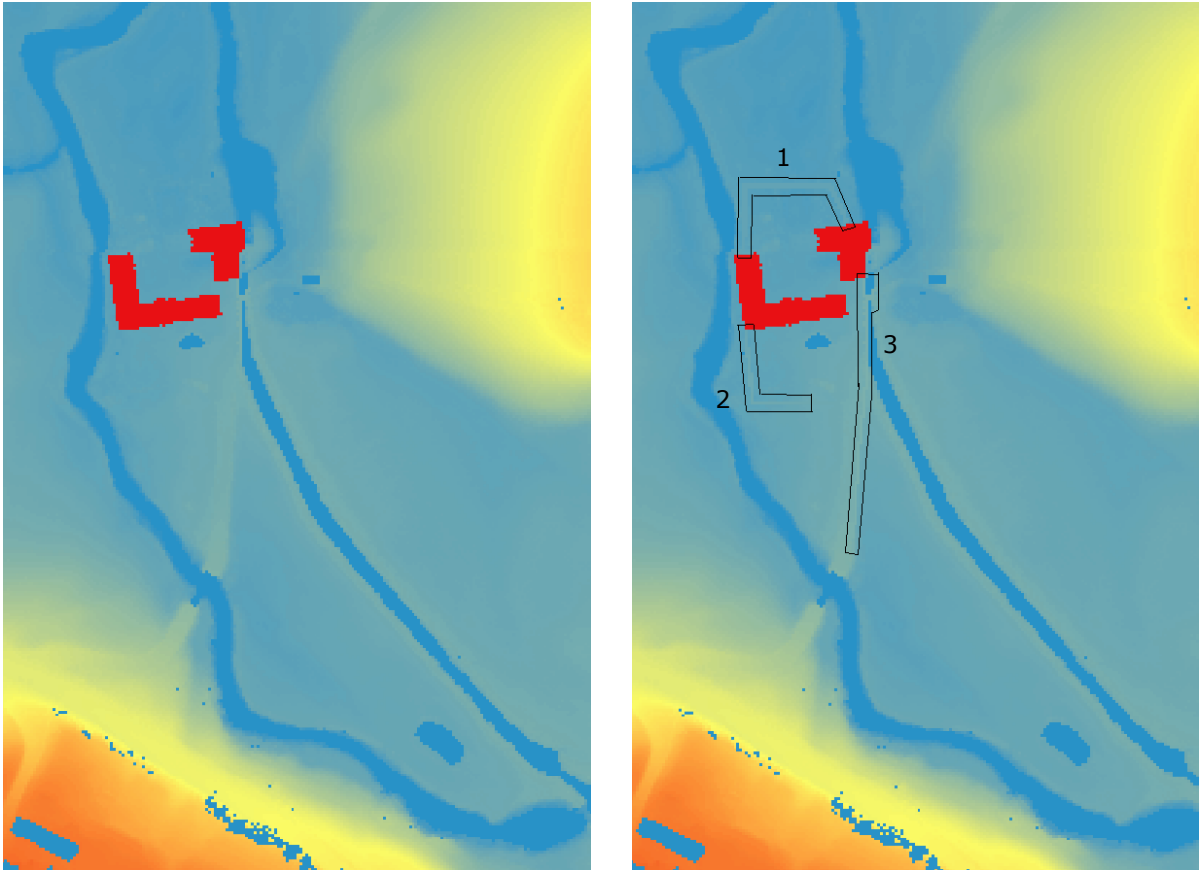
Door de het waterschap is het SOBEK-model van de Geul (Geul_v44.lit) ter beschikking gesteld. Dit model is een stationair 1D2D-model van een T=100 afvoersituatie.

Om de effecten van de beoogde hoogwatermaatregel te onderzoeken voldoet het aangeleverde model niet qua gedetailleerdheid van het onderliggende grid. De resolutie hiervan is te groot (25x25 meter). Om het benodigde detail voor deze berekening toch te realiseren is een tweede grid in het model opgenomen waarbij het grid rondom de Volmolen is aangepast tot 5x5 meter. Binnen dit grid is ook de hoogwatermaatregel: aanleg van een kade rondom de Volmolen aangebracht door het aanpassen van het maaiveldgrid.

Opgemerkt wordt dat het model sterk geschematiseerd is, omdat sprake is een zeer beperkt aantal dwarsprofielen in de Geultak in het oorspronkelijke model. Daarnaast is de situatie bij de boogbrug vanwege aanzanding te rooskleurig weergegeven in het oorspronkelijke model.

In onderstaande figuren zijn de gedetailleerde grids (resolutie= 5x5 meter) weergegeven van respectievelijk de actuele situatie en de toekomstige situatie waarin de beoogde hoogte is weergegeven. Omdat de kade vanwege de kleurschakering slecht zichtbaar is, is de ligging verduidelijkt middels een zwarte omlijning. Hierbij wordt opgemerkt dat de westelijke kade niet aansluit op het gebouw, zoals zichtbaar is in onderstaande figuur, maar om het gebouw heen wordt geprojecteerd (zoals weergegeven in bijlagen 1 en 4).

Voor de berekening is uitgegaan van de volgende hoogtegegevens: de kade aan de noordzijde (nr. 1) van de Volmolen heeft een kruinhoogte van 114,00 m+NAP. Aan de zuidzijde heeft de kade (nr. 2) een kruinhoogte welke oploopt van 114,25 m+NAP tot 114,50 meter bij de oprijlaan. De kade gelegen parallel aan de oprijlaan (nr.3) heeft een hoogte van 114,50 m+NAP.



Figuur 4.3: Gedetailleerd grid zoals opgenomen in het model (links=actuele situatie, rechts= toekomstige situatie met kade(muren))

Leeswijzer

In hoofdstuk 5 wordt de actuele hydrologische situatie rondom de Volmolen beschreven en wordt het actuele inundatiepatroon en frequentie beschreven. In hoofdstuk 6 wordt de toekomstige hydrologische situatie beschreven waarbij nader wordt ingegaan op de effecten van de beoogde hoogwatermaatregel en het toekomstig beschermingsniveau. Tenslotte wordt in hoofdstuk 7 de afgesloten met de conclusie, waarbij de eventuele effecten van de hoogwatermaatregel op het stroomgebied nader bekeken worden.

5 Actuele hydrologische situatie rondom Volmolen

5.1 Beschrijving kunstwerken nabij de Volmolen

Bovenstreams van de Volmolen is een verdeelwerk gelegen welke de waterverdeling tussen de Geul en de Molentak regelt (zie onderstaande foto 1: Verdeelwerk Volmolen). Het verdeelwerk bestaat uit drie compartimenten te weten: 2 onderdoorlaten en 1 vaste drempel (van links naar rechts op de foto). Tijdens het veldbezoek waren de onderdoorlaten afgesloten en was een extra schotbalk op de vaste overlaat geplaatst, hierdoor zou in theorie al het water via de Molentak moeten worden afgevoerd. Echter door de slechte staat van het verdeelwerk treden enorme lekverliezen op waardoor een groot gedeelte van het water via de Geul afstroomt.



Foto 1: Verdeelwerk Volmolen

Ter plaatse van het waterrad van de Volmolen is wederom een waterverdeling aanwezig, te weten een onderdoorlaat welke het te veel aan water langs het molenrad afvoert en een geautomatiseerde stuw welke het debiet richting het waterrad reguleert. Tijdens het veldbezoek was de onderdoorlaat afgesloten en zou theoretisch al het aangevoerde water via het molenrad moeten stromen. Echter zoals uit onderstaande foto (Foto 2: Onderdoorlaat Molenrad Volmolen) blijkt, vertoont de onderdoorlaat grote lekkage. Door de aanwezigheid van deze kunstwerken is de Molentak niet passeerbaar voor vissen.



Foto 2: Onderdoorlaat Molenrad Volmolen

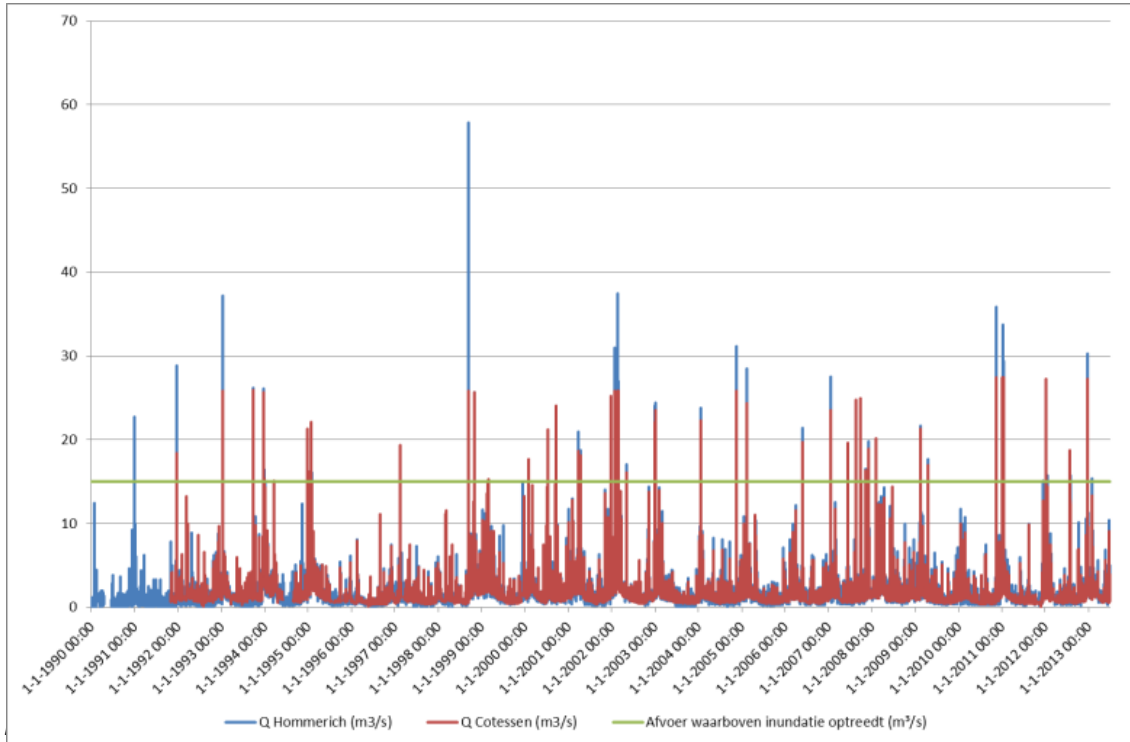
Circa 100 meter benedenstrooms van het verdeelwerk tussen de Molentak en de Geul is een oude boogbrug gelegen (Plaatweg) welke uit twee bogen bestaat. Door aanzanding is de linker boog nagenoeg geheel verzand (zie onderstaande foto 3: Boogbrug Plaatweg) waardoor in de huidige situatie enkel water kan worden afgevoerd door de rechter boog. Mogelijk leidt deze aanzanding tot een inundatieknelpunt ter plaatse van de Epener Volmolen doordat de afvoercapaciteit van de brug is gehalveerd. Dit zal uit het 1D2D-model moeten blijken omdat hierin het verloop van het inundatiepatroon geanalyseerd kan worden.



Foto 3: Boogbrug Plaatweg

5.2 Afvoer Geul Epener Volmolen

Door het waterschap Roer en Overmaas is aangegeven dat de debieten zoals gemeten bij de meetpunten Hommerich en Cotessen representatief zijn voor de afvoer nabij de Volmolen. In onderstaande figuur 5.1 is het debiet zoals gemeten/berekend bij de meetlocaties Hommerich en Cotessen weergegeven inclusief de afvoer ($> 15 \text{ m}^3/\text{s}$) waarbij, volgens opgave van Natuurmonumenten, inundatie optreedt rondom de Volmolen.



Uit bovenstaande figuur is op te maken dat gedurende de periode van 1990 tot medio 2013 verschillende malen sprake is geweest van inundatie rondom de Volmolen. Op basis van bovenstaande afvoergegevens zou de Volmolen ruim 30 keer in 23 jaar tijd zijn geïnundeerd. Omdat gegevens met betrekking tot de inundatie rondom de Volmolen ontbreken kan dit niet worden geverifieerd. Onderstaand zijn enkele foto's weergegeven van de inundatie op 27 januari 2002 en op 19 januari 2007. Op basis van de aangeleverde afvoergegevens bedroeg de afvoer in de Geul destijds respectievelijk circa $31 \text{ m}^3/\text{s}$ en circa $27 \text{ m}^3/\text{s}$.



Foto-impressie inundatie rondom Volmolen op 27-01-2002



Foto-impressie inundatie rondom Volmolen op 19-01-2007

5.3 Uitkomsten berekening actuele situatie

In onderstaande tabel zijn de herhalingstijden van de berekende afvoeren, waarbij kenmerkende veranderingen in het inundatiepatroon zichtbaar zijn, weergegeven.

Afvoer (m ³ /s)	Herhalingstijd (jaren)
4,8	1,55 jr
5,3	1,70 jr
6,1	1,95 jr
7,2	2,28 jr
8,5	2,68 jr
9,7	3,03 jr
10,8	3,36 jr
12,0	3,72 jr
13,7	4,23 jr
15,0	4,63 jr
15,4	4,75 jr
17,3	5,35 jr
19,0	5,90 jr
20,9	6,54 jr
22,5	7,12 jr
24,4	7,84 jr
26,2	8,57 jr
27,9	9,32 jr
29,5	10,10 jr
31,0	10,86 jr
32,3	11,52 jr
33,6	12,18 jr
34,9	12,87 jr
36,1	13,52 jr
37,4	14,24 jr
38,6	14,94 jr
39,6	15,54 jr
40,6	16,17 jr
41,6	16,83 jr
42,5	17,46 jr
49,8	25,00 jr
52,7	50,00 jr

Tabel 5.1: Berekende afvoeren met bijbehorende herhalingstijden

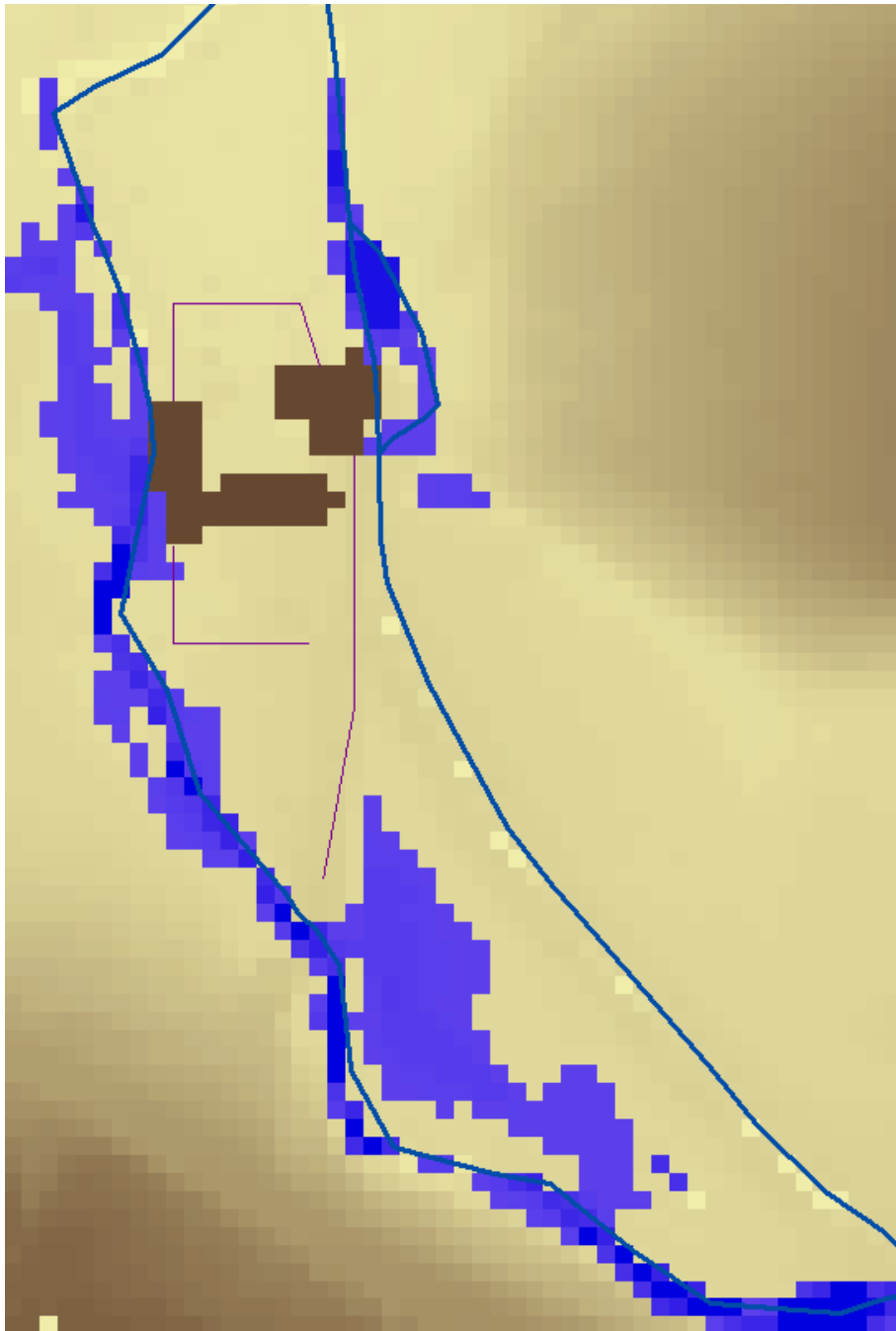
Als gevolg van de stijgende afvoeren stijgt de waterstand in zowel de Molentak als de Geultak tot het moment waarop vanuit de waterlopen inundatie optreedt. In onderstaande figuren is het inundatiepatroon rondom de Volmolen weergegeven op een aantal bepalende tijdstippen (lees: bepalende afvoeren).

In onderstaande figuur 5.2 is het moment weergegeven waarbij de Geultak buiten haar oevers treedt. Dit gebeurt in de actuele situatie reeds bij een afvoer van ca. 4,8 m³/s. De meest laaggelegen gebieden op het zuidoostelijke gedeelte van het middenterrein lopen geleidelijk onder water. Dit inundatiepatroon heeft een herhalingsjijd van T=1,55 jaar.



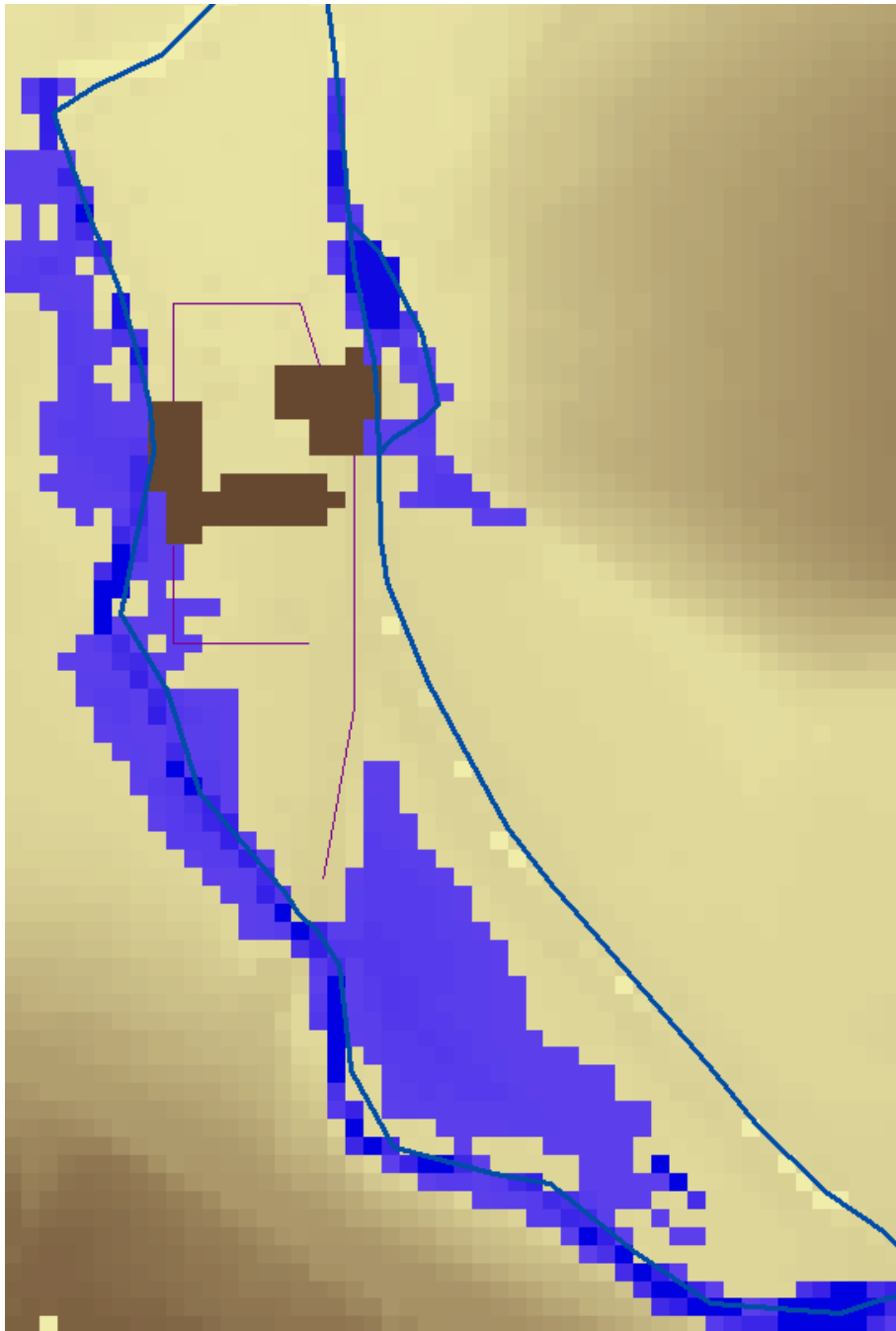
Figuur 5.2: inundatiepatroon bij een afvoer van ca. 4,8 m³/s in actuele situatie

Naar mate de afvoer verder toeneemt, neemt het gebied dat inundeert verder toe (zie figuur 5.3). In het middengebied treedt steeds meer inundatie op en op een gegeven moment vindt inundatie plaats op de linkeroever van de Geultak, op het grasland tussen Geultak en de Terzieterbeek. In onderstaande figuur 2.3 is het inundatiepatroon weergegeven bij een afvoer van ca. 7,2 m³/s. Dit inundatiepatroon heeft een herhalingsjijd van T=2,28 jaar.



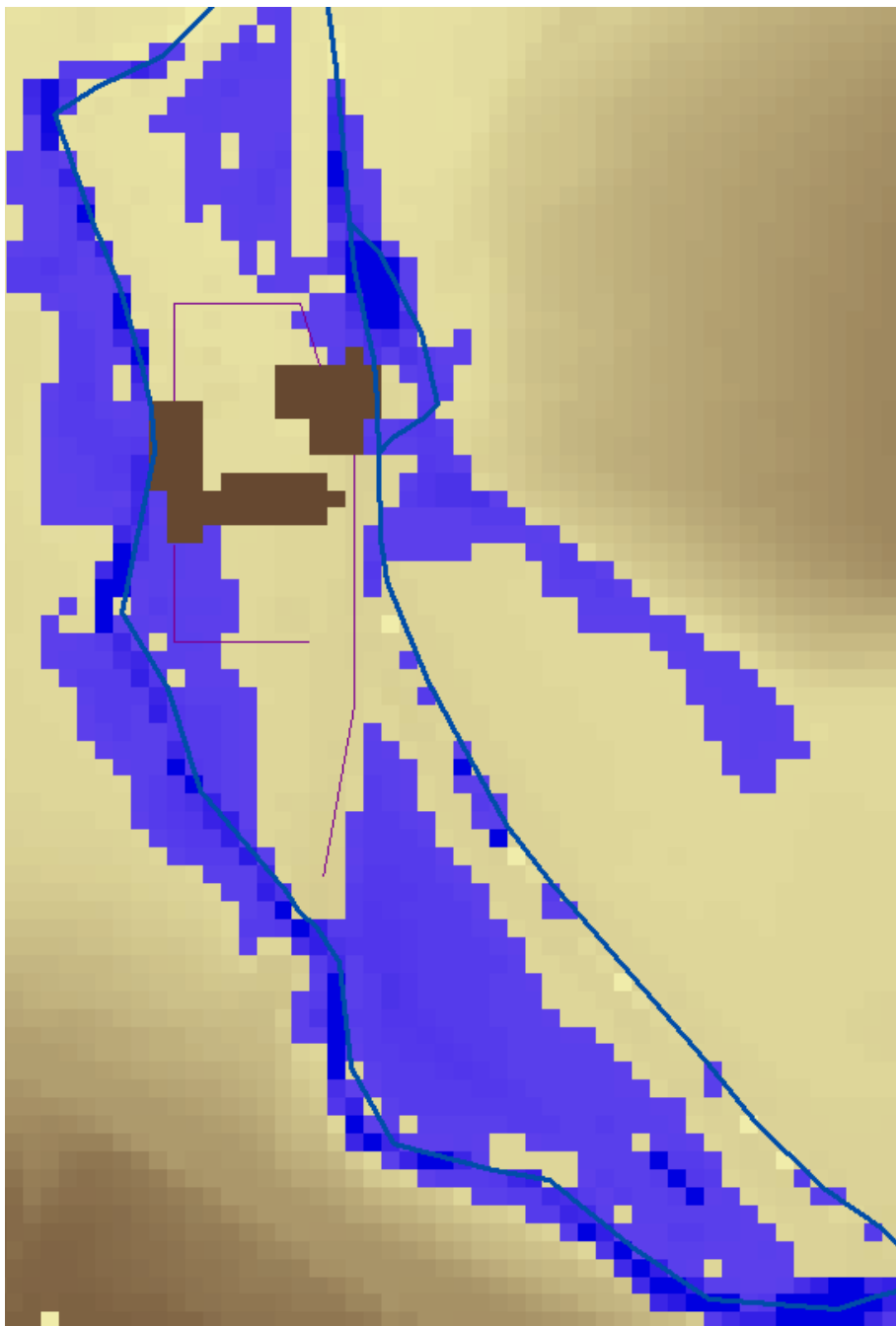
Figuur 5.3: inundatiepatroon bij een afvoer van ca. 7,2 m³/s in actuele situatie

Bij een afvoer van ca. $9,7 \text{ m}^3/\text{s}$ neemt de omvang aan inundatie verder toe. Er is een duidelijke inundatie zichtbaar op de rechteroever van de Geultak op het Middenterrein ten noordwesten van de toegangsweg (Plaatweg). Bij deze afvoer treedt inundatie op binnen het gebied dat straks wordt beschermd middels de kaden. Deze beoogde kaden zijn weergegeven als paarse lijnen in de figuren. Dit inundatiepatroon heeft een herhalingsstijd van $T=3,03$ jaar.



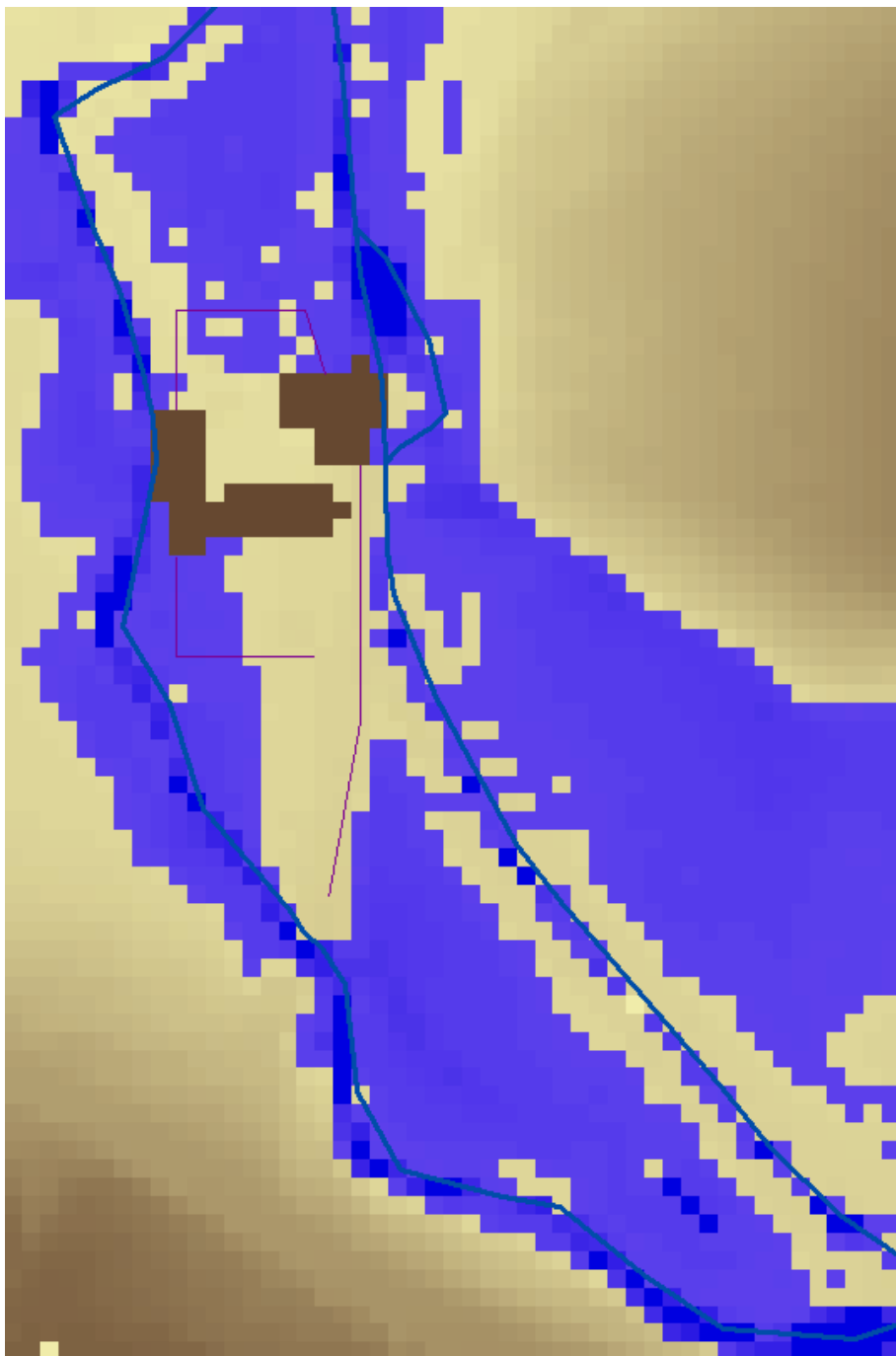
Figuur 5.4: inundatiepatroon bij een afvoer van ca. $9,7 \text{ m}^3/\text{s}$ in actuele situatie

Bij een afvoer vanaf ca. 17,3 m³/s treedt inundatie op, op het terrein benedenstrooms (dus ten noorden) van de Volmolen. De inundatie in het noordelijk gebied treedt op vanuit de Molentak en niet (zoals verwacht) vanuit de Geultak. Dit inundatiepatroon heeft een herhalingstijd van T=5,35 jaar.



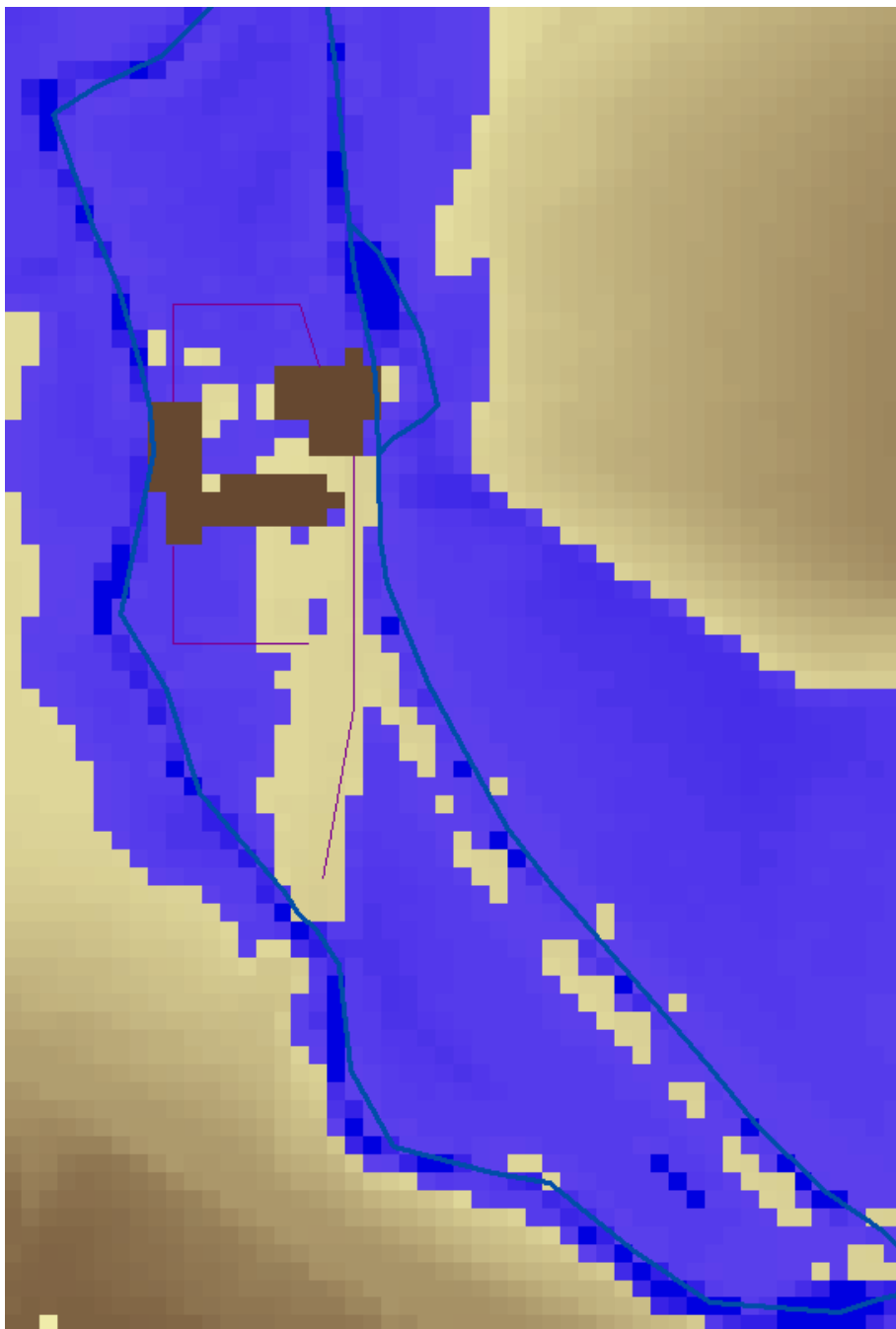
Figuur 5.5: inundatiepatroon bij een afvoer van ca. 17,3 m³/s in actuele situatie

Bij een afvoer van $22,5 \text{ m}^3/\text{s}$ neemt het inundatiepatroon nog verder toe en zijn nagenoeg alle gronden rondom de Volmolen geïnundeerd, alsmede de gronden op de rechteroever van de Molentak. De binnenplaats van de molen is nog vrij van inundatie, hoewel de situatie kritiek begint te worden. Zodra het water de binnenplaats instroomt treedt direct waterschade op doordat het water de gebouwen instroomt. Dit inundatiepatroon heeft een herhalingsstijd van $T=7,12$ jaar.



Figuur 5.6: inundatiepatroon bij een afvoer van ca. $22,5 \text{ m}^3/\text{s}$ in actuele situatie

Bij een afvoer vanaf ca. 36,1 m³/s in met uitzondering van de toegangsweg (Plaatsweg) het gehele gebied rondom de Volmolen geïnundeerd. De binnenplaats is ondergelopen en er treedt daadwerkelijk waterschade op doordat het water de gebouwen kan instromen. Dit inundatiepatroon heeft een herhalingsjijd van T=13,52 jaar.



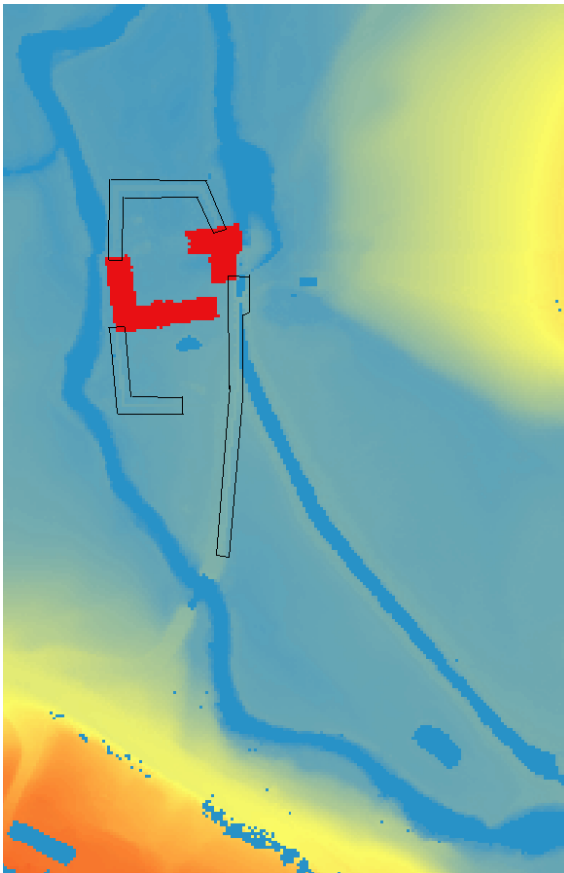
Figuur 5.7: inundatiepatroon bij een afvoer van ca. 36,1 m³/s in actuele situatie

6 Toekomstige hydrologische situatie rondom Volmolen

6.1 Beschrijving hoogwatermaatregel

Om de inundatieproblematiek verder te beperken, worden rondom de Volmolen enkele kades aangelegd. In onderstaande figuur zijn deze kades middels een zwarte omlijning weergegeven. Voor de berekening is uitgegaan van de volgende kadehoogtes: de kade aan de noordzijde van de Volmolen heeft een kruinhoogte van 114,00 m+NAP. Aan de zuidzijde heeft de kade een kruinhoogte welke oploopt van 114,25 m+NAP tot 114,50 meter bij de oprijlaan. De kade gelegen parallel langs de toegangsweg heeft een hoogte van 114,50 m+NAP. De kade westelijk van de Volmolen wordt om het gebouw heen aangelegd.

Opgemerkt wordt dat de in de bijlagen 1 en 4 opgenomen kades bij benadering de situatie T=25 weergeven, niet de bovengenoemde hoogtes.



Figuur 6.1: Overzicht ligging kades rondom Volmolen

6.2 Uitkomsten berekening toekomstige situatie

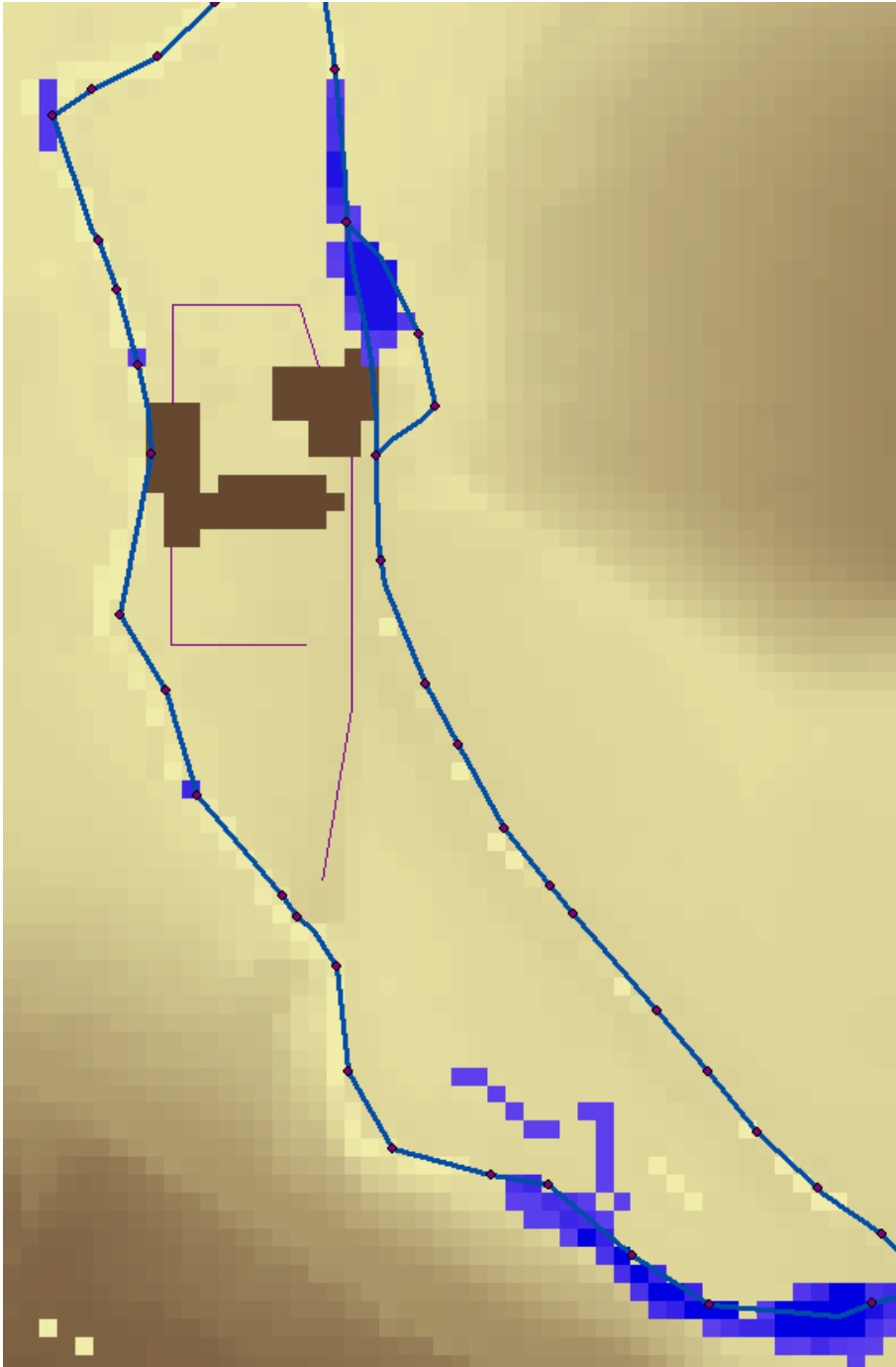
In onderstaande tabel zijn nogmaals de herhalings tijden van de berekende afvoeren, waarbij kenmerkende veranderingen in het inundatiepatroon zichtbaar zijn, weergegeven.

Afvoer (m ³ /s)	Herhalings tijd (jaren)
4,8	1,55 jr
5,3	1,70 jr
6,1	1,95 jr
7,2	2,28 jr
8,5	2,68 jr
9,7	3,03 jr
10,8	3,36 jr
12,0	3,72 jr
13,7	4,23 jr
15,0	4,63 jr
15,4	4,75 jr
17,3	5,35 jr
19,0	5,90 jr
20,9	6,54 jr
22,5	7,12 jr
24,4	7,84 jr
26,2	8,57 jr
27,9	9,32 jr
29,5	10,10 jr
31,0	10,86 jr
32,3	11,52 jr
33,6	12,18 jr
34,9	12,87 jr
36,1	13,52 jr
37,4	14,24 jr
38,6	14,94 jr
39,6	15,54 jr
40,6	16,17 jr
41,6	16,83 jr
42,5	17,46 jr
49,8	25,00 jr
52,7	50,00 jr

Tabel 6.1: Berekende afvoeren met bijbehorende herhalings tijden

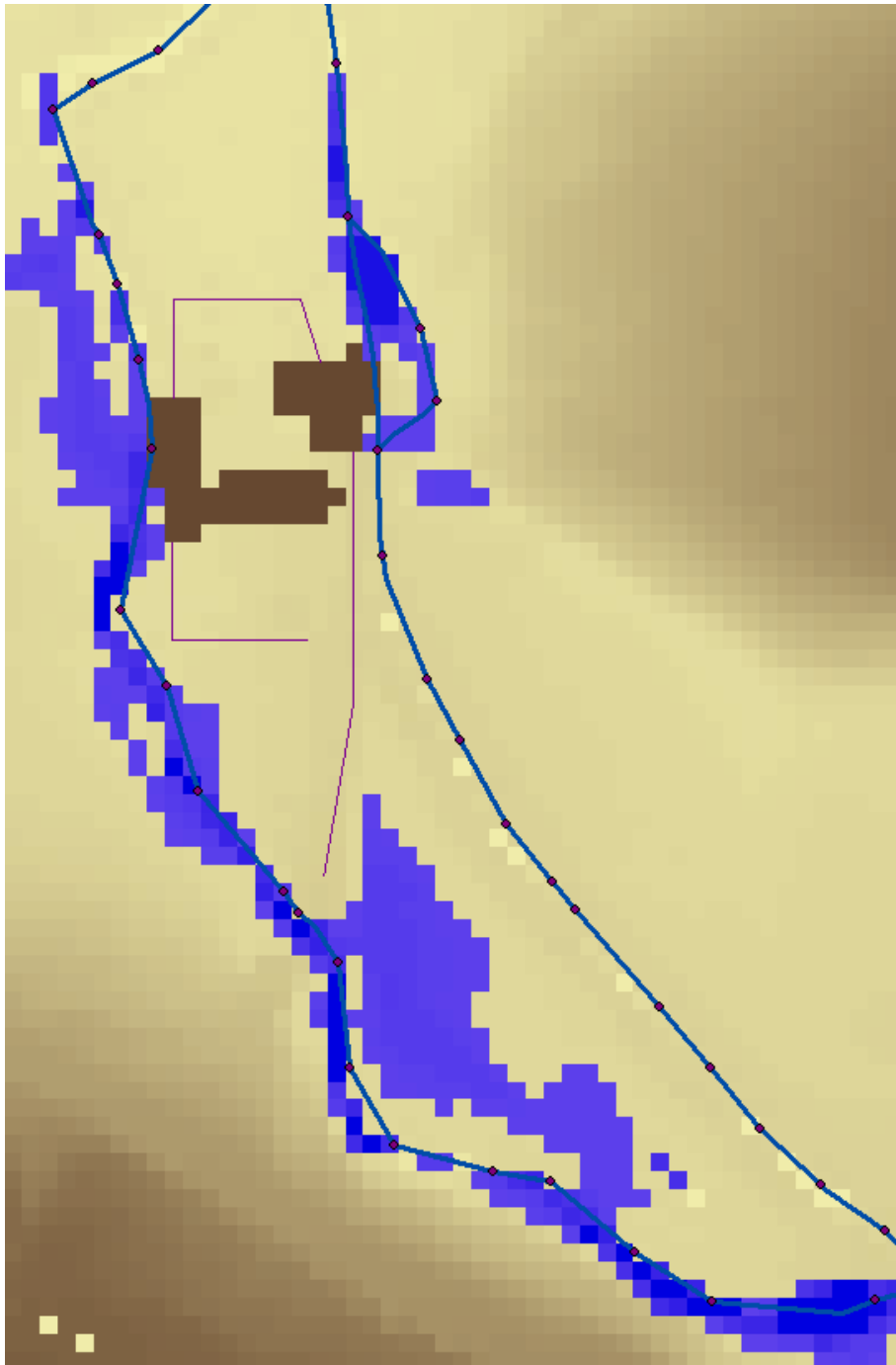
Als gevolg van de stijgende afvoeren stijgt de waterstand in zowel de Molentak als de Geultak tot het moment waarop vanuit de waterlopen inundatie optreedt. In onderstaande figuren is het inundatiepatroon rondom de Volmolen weergegeven op een aantal bepalende tijdstippen (lees: bepalende afvoeren). In het verloop van het inundatiepatroon is duidelijk de werking van de hoogwatermaatregel (aanleggen kades) zichtbaar.

In onderstaande figuur 6.2 is het moment weergegeven waarbij de Geultak buiten haar oevers treedt. Dit gebeurt net als in de actuele situatie reeds bij een afvoer van ca. 4,8 m³/s. De meest laaggelegen gebieden op het zuidoostelijke gedeelte van het middenterrein lopen geleidelijk onder water. Dit inundatiepatroon heeft een herhalingsijd van T=1,55 jaar.



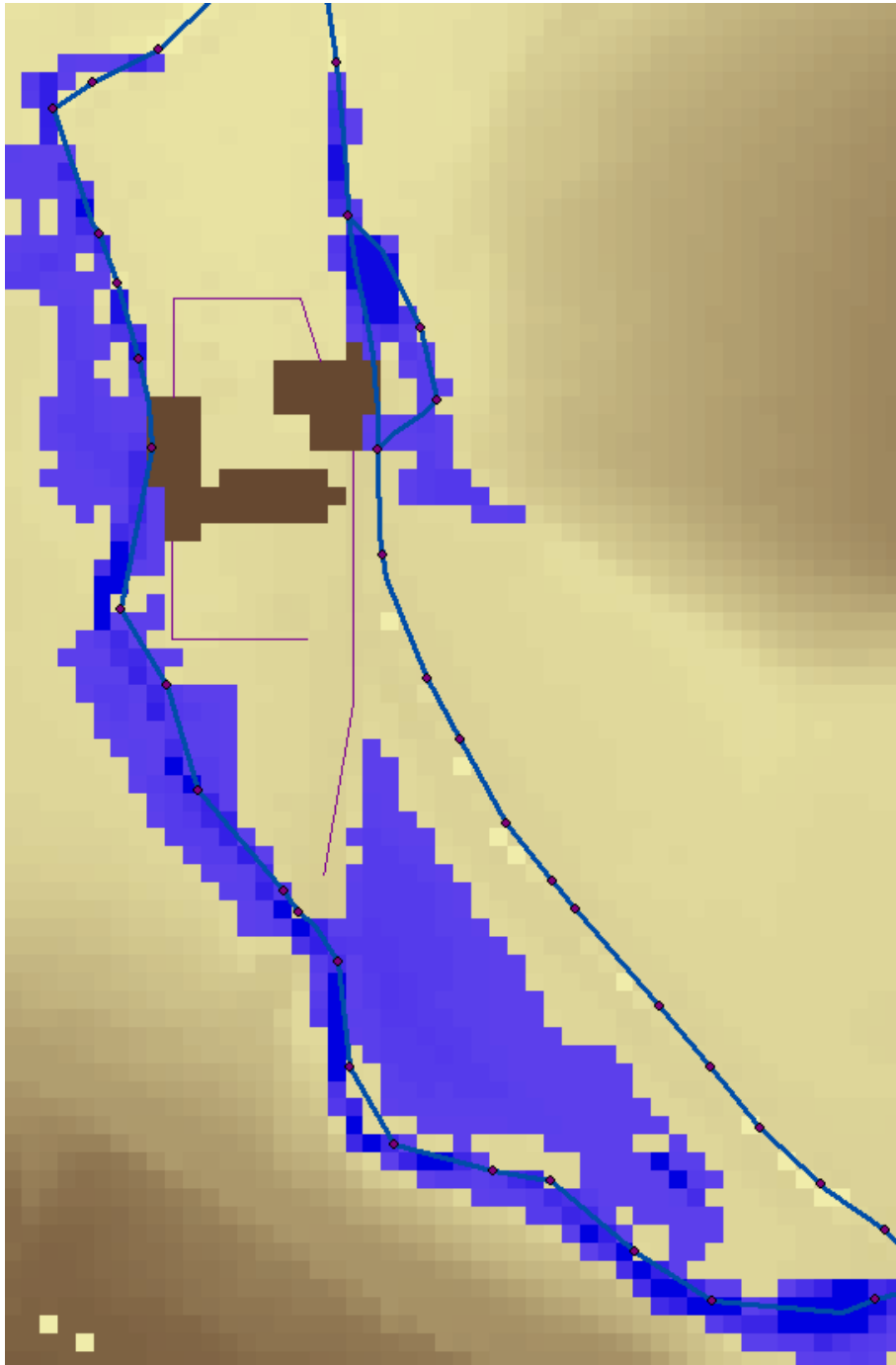
Figuur 6.2: inundatiepatroon bij een afvoer van ca. 4,8 m³/s in toekomstige situatie

Naar mate de afvoer verder toeneemt, neemt het gebied dat inundeert ook in de toekomstige situatie verder toe. In het middengebied treedt steeds meer inundatie op en op een gegeven moment vindt inundatie plaats op de linkeroever van de Geultak, op het grasland tussen Geultak en de Terzieterbeek. In onderstaande figuur 6.3 is het inundatiepatroon weergegeven bij een afvoer van ca. $7,2 \text{ m}^3/\text{s}$. Dit inundatiepatroon heeft een herhalingsjijd van $T=2,28$ jaar.



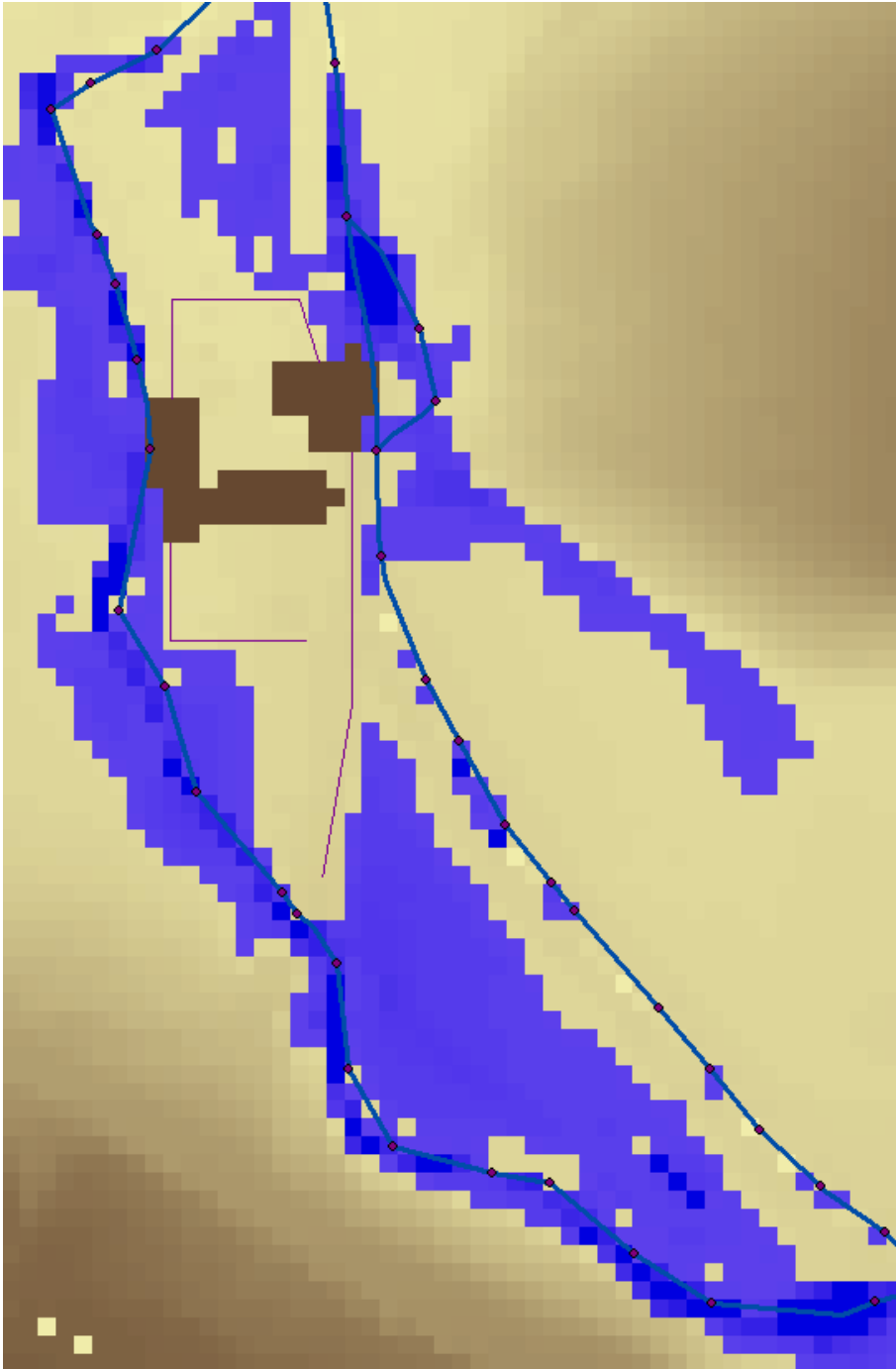
Figuur 6.3: inundatiepatroon bij een afvoer van ca. $7,2 \text{ m}^3/\text{s}$ in toekomstige situatie

Bij een afvoer van ca. $9,7 \text{ m}^3/\text{s}$ neemt de omvang aan inundatie verder toe. Er is duidelijke inundatie zichtbaar op de rechteroever van de Geultak op het Middenterrein ten noordwesten van de toegangsweg (Plaatweg). Door de aanleg van de zuidelijke kade, parallel aan het gebouw van de Volmolen, inundeert het gebied binnen deze kade niet. In de actuele situatie vindt hier wel inundatie plaats. De hoogwatermaatregel (aanleg kades) begint vanaf dit moment te functioneren. Deze beoogde kaden zijn weergegeven als paarse lijnen in de figuren. Dit inundatiepatroon heeft een herhalingsjijd van $T=3,03$ jaar.



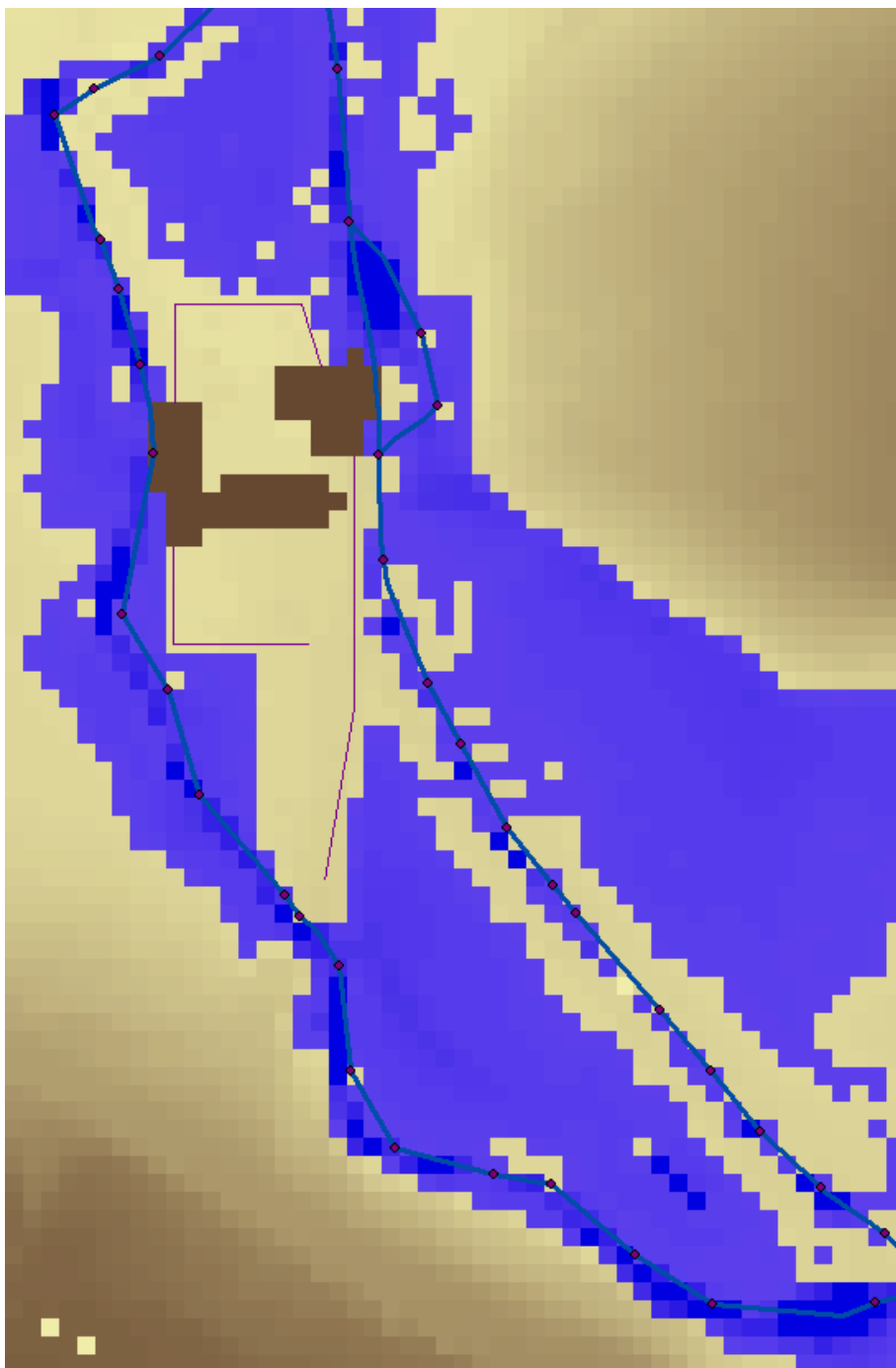
Figuur 6.4: inundatiepatroon bij een afvoer van ca. $9,7 \text{ m}^3/\text{s}$ in toekomstige situatie

Bij een afvoer vanaf ca. $17,3 \text{ m}^3/\text{s}$ treedt inundatie op, op het terrein benedenstrooms (ten noorden) van de Volmolen. De zuidelijke kade houdt het water vanuit de Geultak nog steeds tegen, waardoor de Volmolen bij een afvoer van $17,3 \text{ m}^3/\text{s}$ nog niet is geïnundeerd. De Dit inundatiepatroon heeft een herhalingsstijd van $T=5,35$ jaar.



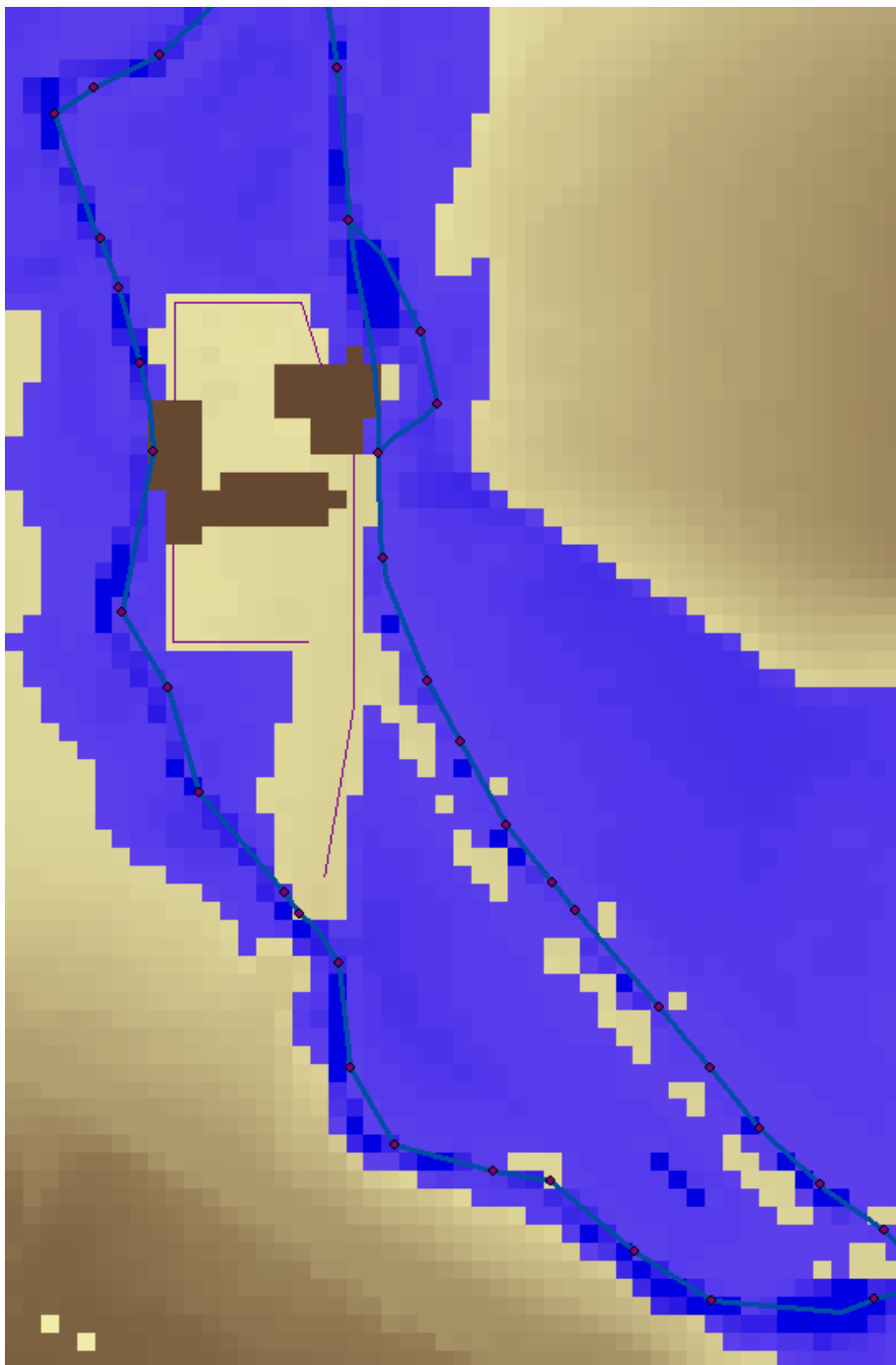
Figuur 6.5: inundatiepatroon bij een afvoer van ca. $17,3 \text{ m}^3/\text{s}$ in toekomstige situatie

Bij een afvoer van $22,5 \text{ m}^3/\text{s}$ neemt het inundatiepatroon verder toe en zijn nagenoeg alle gronden rondom de Volmolen geïnundeerd, alsmede de gronden op de rechteroever van de Molentak. Bij deze afvoer houden zowel de noordelijke kade als zuidelijke kade het water tegen, waardoor inundatie van de Volmolen vanuit zowel het noorden als het zuiden wordt voorkomen. Dit inundatiepatroon heeft een herhalingsjijd van $T=7,12$ jaar.



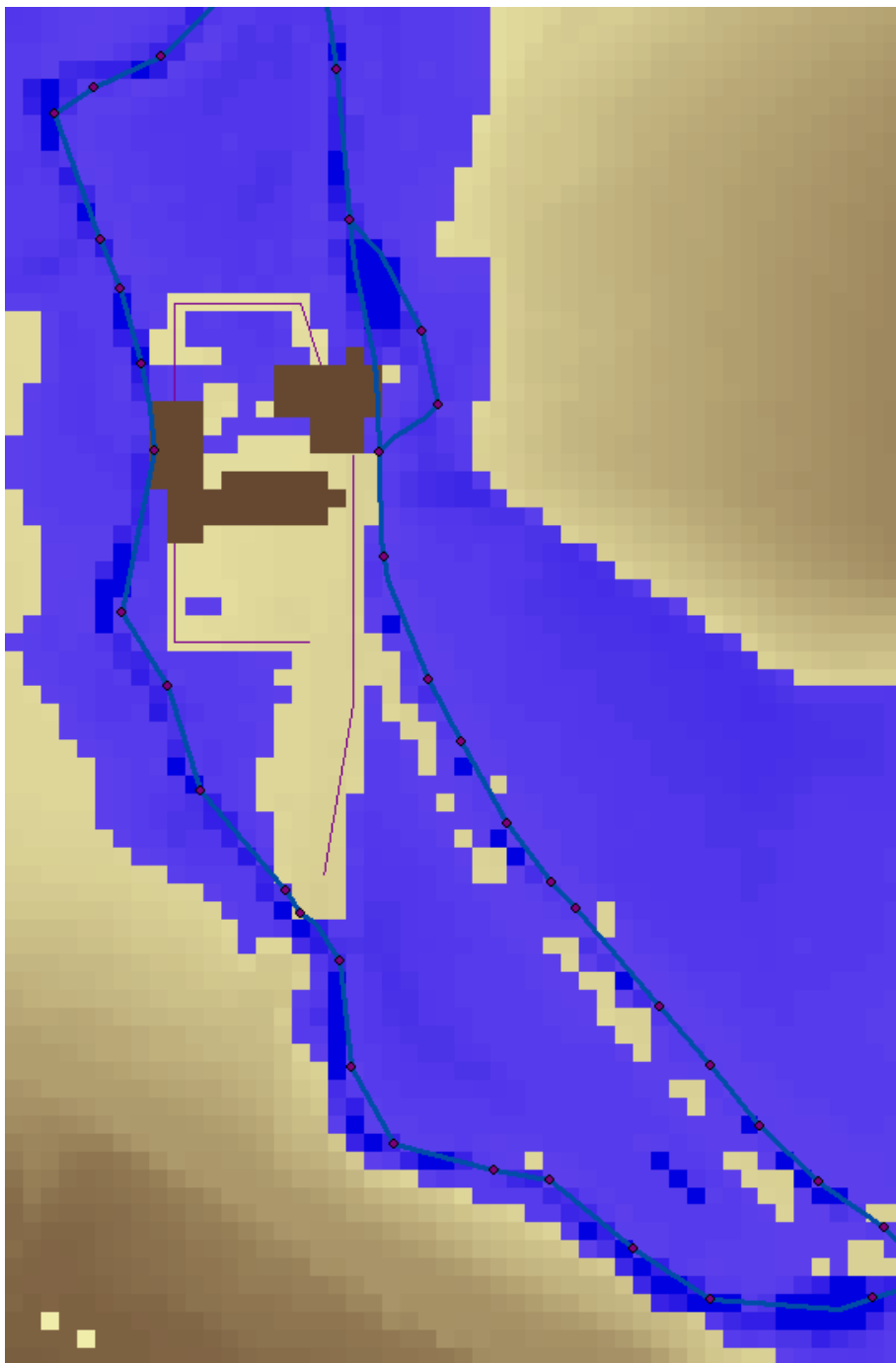
Figuur 6.6: inundatiepatroon bij een afvoer van ca. $22,5 \text{ m}^3/\text{s}$ in toekomstige situatie

Bij een afvoer vanaf ca. 36,1 m³/s in met uitzondering van de toegangsweg (Plaatsweg) het gehele gebied rondom de Volmolen geïnundeerd. Het water in het beekdal is inmiddels zover gestegen dat de kades het water nog net kunnen tegenhouden en dus de Volmolen behouden van inundatie. Dit inundatiepatroon heeft een herhalingsperiode van T=13,52 jaar.



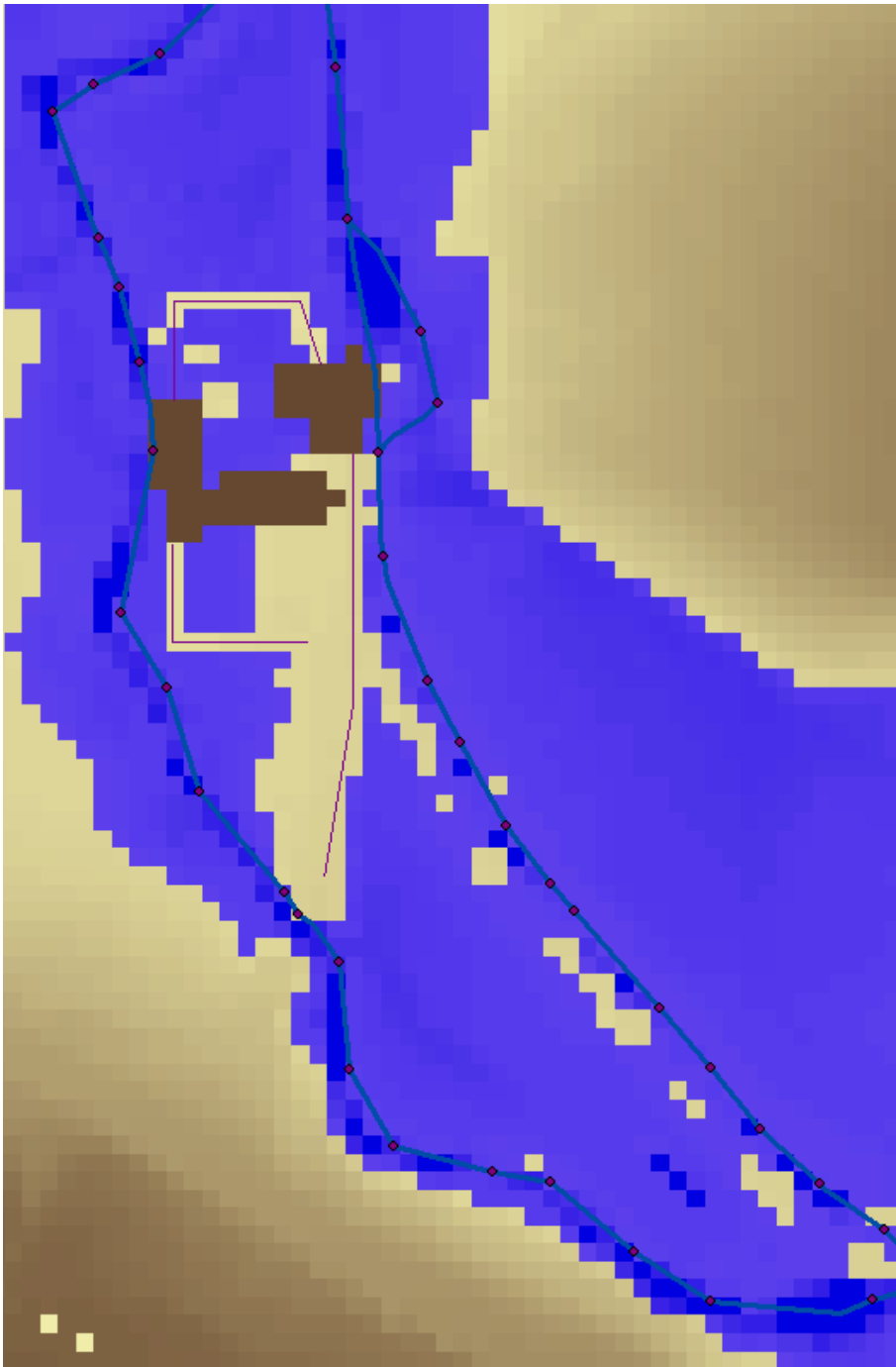
Figuur 6.7: inundatiepatroon bij een afvoer van ca. 36,1 m³/s in toekomstige situatie

Bij een afvoer vanaf ca. 37,4 m³/s voldoet de noordelijke kade niet meer en inundeert het gebied binnen de kades. De binnenplaats begint vol met water te stromen waardoor waterschade optreedt doordat het water de gebouwen instroomt. De zuidelijke kades houden het water nog tegen, maar het water staat tegen de kruin. Dit inundatiepatroon heeft een herhalingsstijg van T=14,24 jaar.



Figuur 6.8: inundatiepatroon bij een afvoer van ca. 36,1 m³/s in toekomstige situatie

Bij een afvoer vanaf ca. 38,6 m³/s is een eind gekomen aan het beschermingsniveau van de zuidelijke kade. Dit inundatiepatroon heeft een herhalingsstijd van T=14,94 jaar.



Figuur 6.9: inundatiepatroon bij een afvoer van ca. 38,6 m³/s in toekomstige situatie

Op basis van de uitgevoerde berekening voldoet de kade langs de toegangsweg ten alle tijden al is het op het hoogtepunt bij de maximale inundatie ook hier kritisch. Het waterpeil in de Molentak is dan nagenoeg gelijk aan de kadehoogte van 115,00 meter. De kade langs de toegangsweg biedt bescherming tegen inundatie tot een herhalingsstijd van ca. T=50.

7 Conclusie hoogwatermaatregel: aanleg kades

Op basis van de uitgevoerde berekeningen kan worden geconcludeerd dat de beoogde hoogwatermaatregel, het aanleggen van kades rondom de Volmolen, daadwerkelijk functioneert.

In het model zijn de volgende kades met bijbehorende kenmerken opgenomen:

- De noordelijke kade heeft een kruinhoogte van 114,00 m+NAP en sluit met aan één zijde aan tegen de bestaande bebouwing van de Volmolen.
- De zuidelijke kade heeft een kruinhoogte oplopend van 114,25 m+NAP tot 114,50 m+NAP bij de aansluiting op de toegangsweg. Deze heeft ter plaatse van de aansluiting ook een hoogte van ca 114,50 m+NAP. De kade sluit naadloos aan op de toegangsweg.
- De kademuur heeft een hoogte van 114,91 m+NAP. Daar waar deze kademuur eindigt, wordt een kade parallel aan de toegangsweg aangelegd met een hoogte van 115,00 m+NAP.

Teneinde de kade te sluiten wordt in het verlengde van de muur aan de westzijde van de molentak een coupure aangebracht tussen de molen en de betreffende muur.

In de actuele situatie inundeert het gebied dat in de toekomstige situatie beschermd wordt door de zuidelijk kade reeds bij een afvoer van ca. 9,7 m³/s, wat overeenkomt met een herhalingstijd en dus beschermingsniveau van ca. 3,03 jaar. In deze situatie treedt reeds wateroverlast in de kelders van het gebouw op.

Door de aanleg van deze zuidelijke kade stroomt het water pas over de kruin bij een afvoer van 38,6 m³/s, wat overeenkomt met een herhalingstijd en dus een beschermingsniveau van ca. 14,95 jaar.

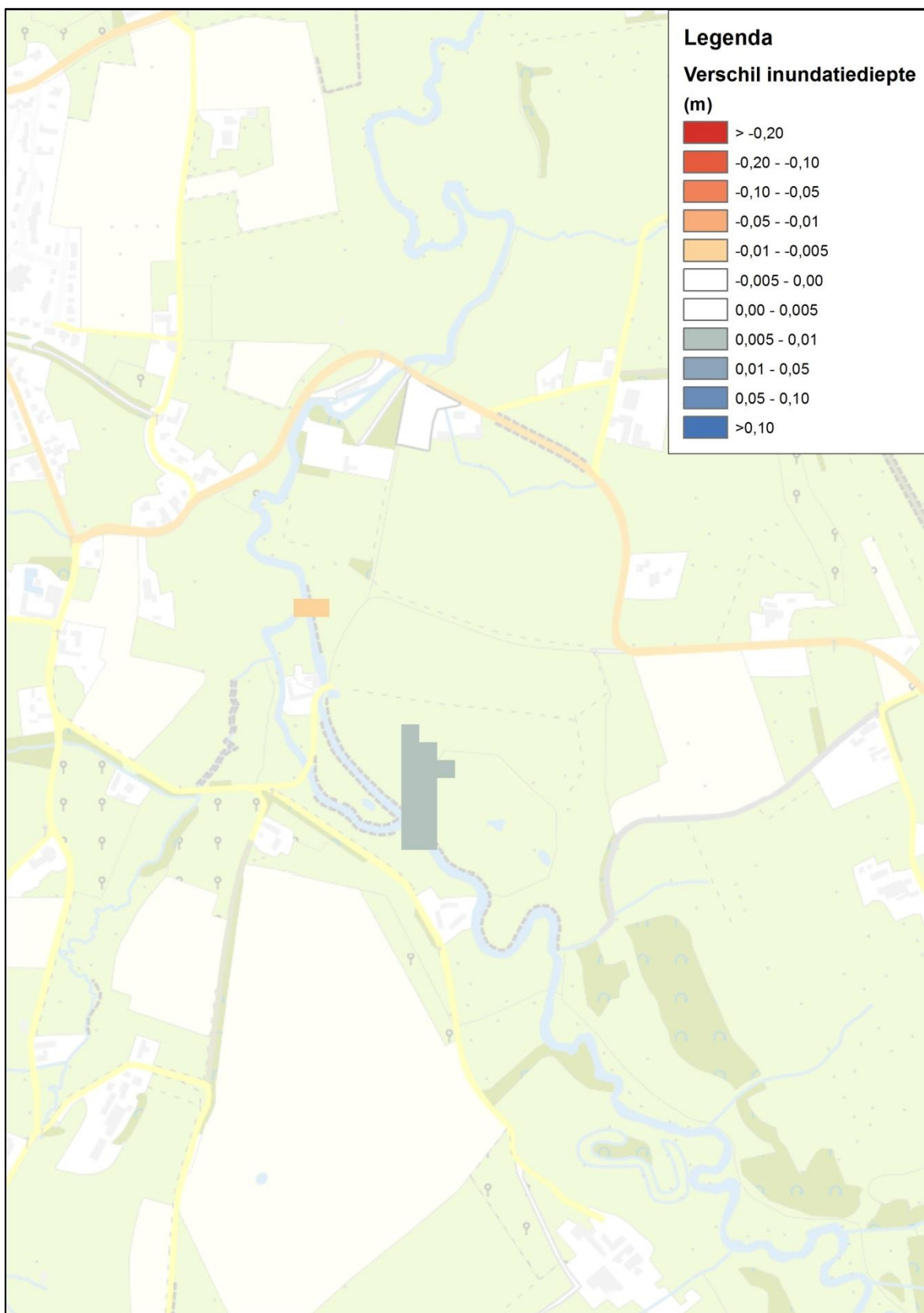
De kademuur en bijbehorende kade langs de toegangsweg stromen op basis van de berekeningen nooit over en hebben hiermee een beschermingsniveau van tenminste 50 jaar. Tijdens het veldbezoek is aangegeven dat het water tussen de stenen (poreuze voegen) doorsijpelt. Indien de kademuur lekvrij wordt gemaakt biedt deze weer ruimschoots bescherming tegen wateroverlast ter plaatse van de Volmolen.

In de actuele situatie inundeert de binnenplaats van de Volmolen vanuit het noordelijk gelegen gebied. Het gebied dat door de noordelijke kade beschermd wordt, inundeert in de actuele situatie bij een afvoer van ca. 22,5 m³/s, wat overeenkomt met een herhalingstijd en dus beschermingsniveau van ca. 7,12 jaar. Door de aanleg van deze noordelijke kade stroomt het water pas over de kruin bij een afvoer van 37,4 m³/s, wat overeenkomt met een herhalingstijd en dus een beschermingsniveau van ca. 14,24 jaar.

Resumerend kan geconcludeerd worden dat de Volmolen in de actuele situatie een beschermingsniveau heeft van 3,03 jaar (waarbij wateroverlast optreedt in de kelders van het gebouw). De binnenplaats inundeert bij een herhalingstijd van 13,52 jaar. Als gevolg van de aanleg van de kades wordt het beschermingsniveau verhoogd naar minimaal een herhalingstijd van 13,52 jaar waarbij de binnenplaats pas inundeert bij een herhalingstijd van 14,94 jaar.

Als gevolg van de aanleg van de kades verbetert de hydrologische situatie rondom de Volmolen. De Volmolen zal minder frequent inunderen. De hydrologische situatie in de rest van het stroomgebied verandert niet als gevolg van de aanleg van deze kades. De effecten zijn enkel lokaal, rondom het terrein van de Volmolen zichtbaar. In onderstaande figuur is het verschil in berekende inundatiediepte (inundatiediepte voor – inundatiediepte na aanleg van de kade) weergegeven.

Uit de figuur blijkt dat nauwelijks sprake van wijziging in inundatiediepte. Er is slechts een geringe verlaging aan de noordzijde (oranje kleurcodering) en een geringe verhoging aan de zuidzijde (blauwe kleurcodering).



8 Advies hoogwaterbeschermingsmaatregel

Door de kruinhoogtes van de beoogde kades te verhogen wordt het beschermingsniveau verhoogd. De Volmolen heeft als gevolg van de kades een beschermingsniveau van circa eens in de 13,52 jaar en er van uitgaande dat het water niet in de binnenplaats mag komen is het beschermingsniveau circa 14,95 jaar.

De wens van Natuurmonumenten is om de Volmolen een beschermingsniveau te bieden van tenminste 25 jaar. Concreet betekent dit dat wanneer de noordelijk kade met 0,30 meter wordt opgehoogd (tot een kruinhoogte van 114,30 m+NAP de binnenplaats een beschermingsniveau heeft van T=25. Wanneer de zuidelijke kade wordt opgehoogd tot circa 114,60 is ook het terrein voor de Volmolen beschermd tegen een T=25 afvoer-situatie op de Geul.

Bovenstaande advies is gebaseerd op de berekeningen waarin de eerder beschreven kruinhoogtes zijn verwerkt in het AHN. De kruinhoogtes behorende bij een T=25 beschermingsniveau zijn derhalve een inschatting. Om hier meer duidelijkheid/zekerheid over te verkrijgen dienen deze kruinhoogte te worden aangepast in het AHN en moet het geheel opnieuw worden doorgerekend.

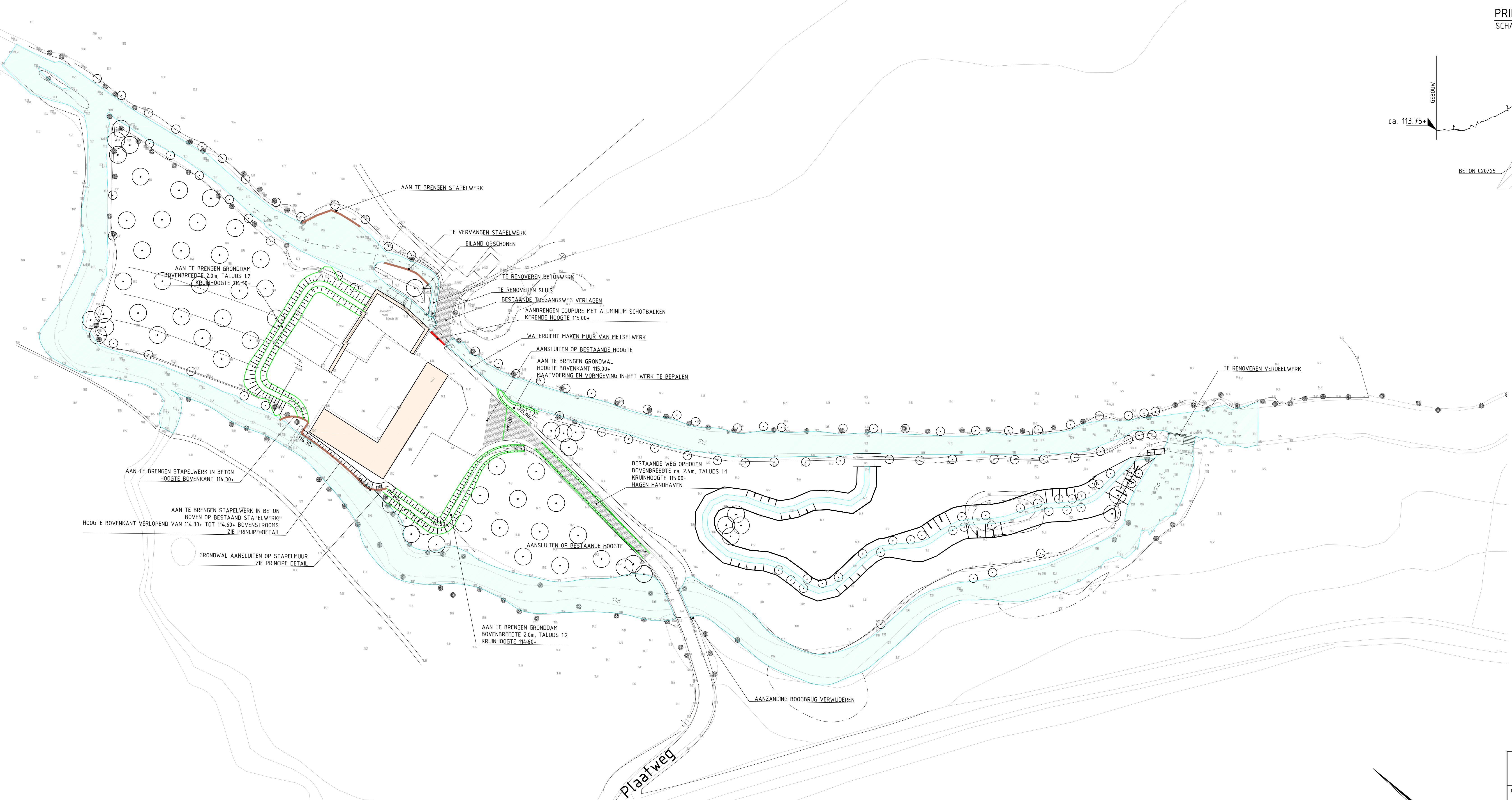
Op de bijlagen 1 en 4 is bovengenoemde situatie (T=25) verwerkt.

9 Kostenraming

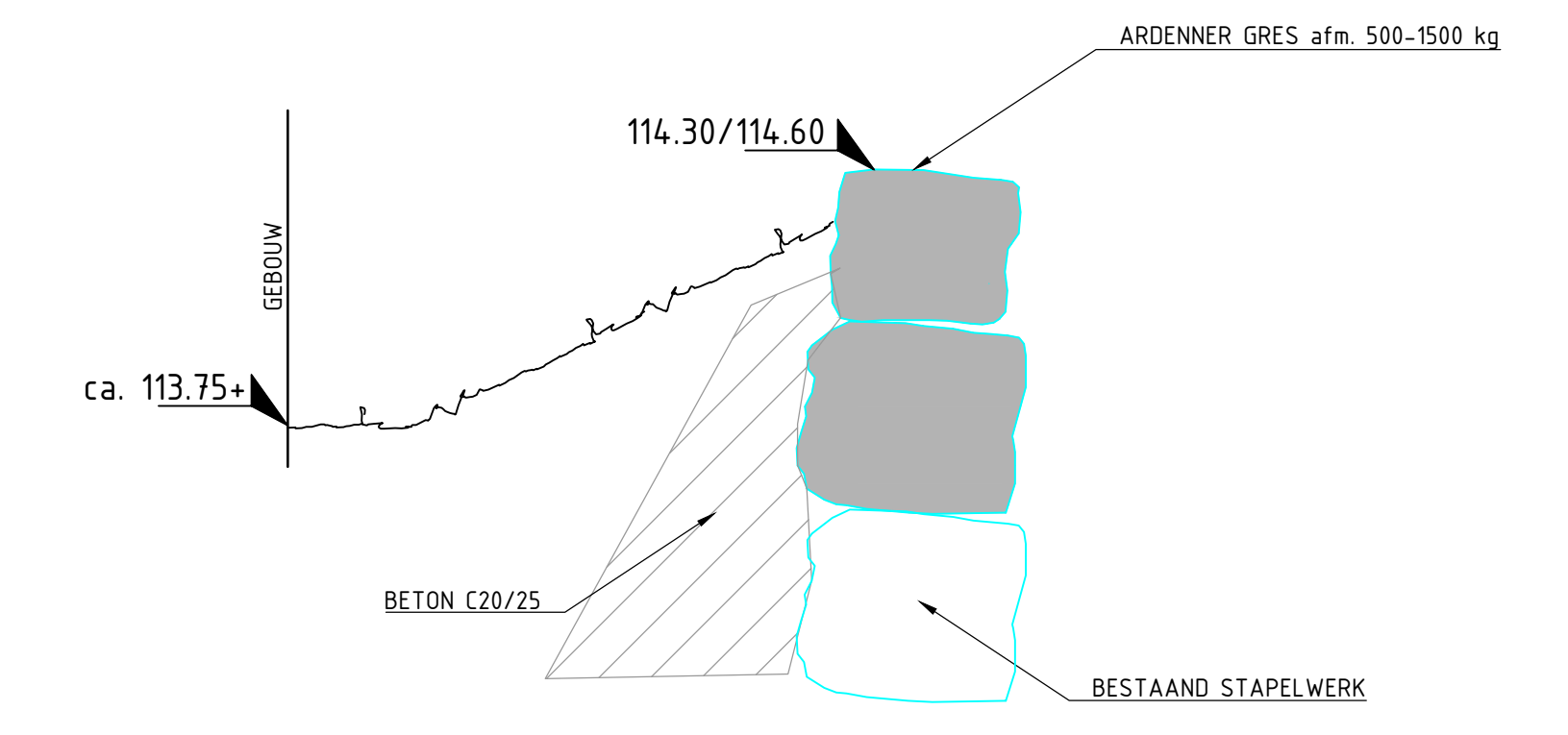
In bijlage 10 is een (globale) kostenraming opgenomen voor de uit te voeren werkzaamheden. In bijlage 4 zijn de verschillende onderdelen van de kostenraming op kaart weergegeven.

Alle bedragen in de kostenraming zijn exclusief BTW.

Bijlage 1 Situatietekening variant 1 (midden terrein) inclusief
hoogwatermaatregelen



PRINCIPEDETAIL STAPELWERK LANGS GEBOUW
SCHAAL 1:20



- LEGENDA
- WATERGANG
 - BEBOUWING
 - GROENE KADE
 - BOOM
 - GRONDKERING

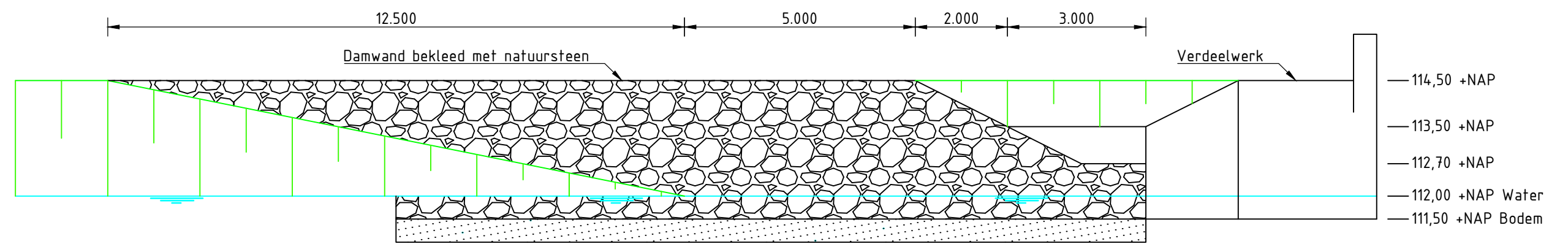
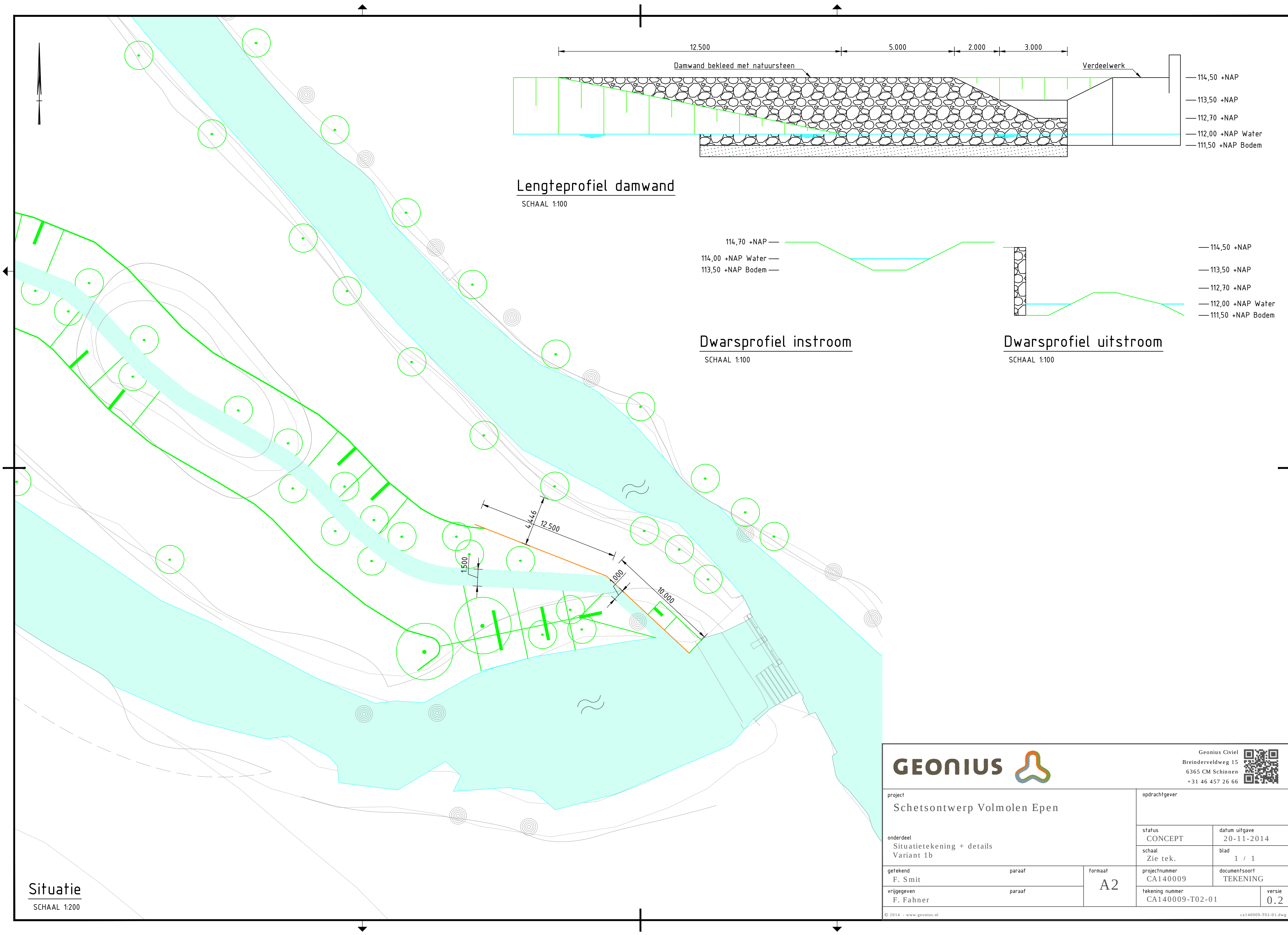
Geonius Civil
Breinderveldweg 15
6365 CM Schinnen
+31 46 457 26 66

project Schetsontwerp Volmolen Epen		opdrachtgever	
onderdeel Situatietekening Variant 1b	status CONCEPT	datum uitgave 7-1-2015	
getekend H. Schifferers	paraaf J. Vaessens	schaal 1:500	blad 1 / 1
verspreiden J. Vaessens		formaat A1.0	projectnummer CA140009
		tekening nummer CA140009-T01-01	documentsoort TEKENING
			versie 0.4

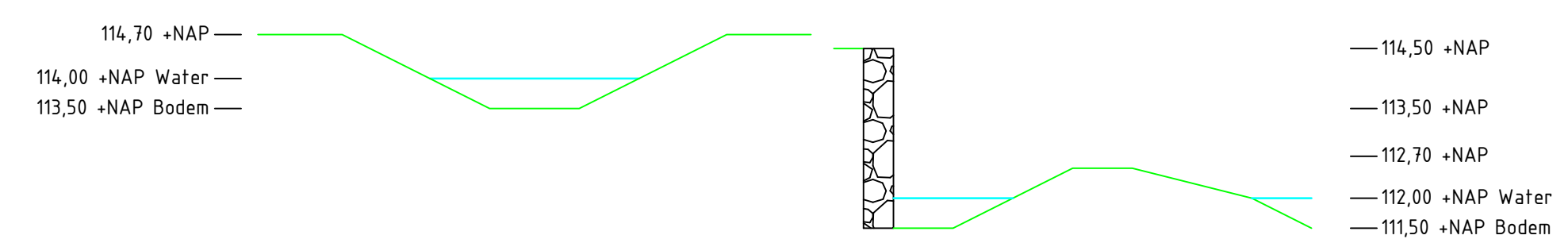
© 2014 - www.geonius.nl

Bijlage 2

Situatietekening details variant 1
(middenterrein)



Lengteprofiel damwand
SCHAAL 1:100



Dwarsprofiel instroom
SCHAAL 1:100

Dwarsprofiel uitstroom
SCHAAL 1:100

Situatie
SCHAAL 1:200

GEONIUS

Geonius Civiel
Breinderveldweg 15
6365 CM Schinnen
+31 46 457 26 66

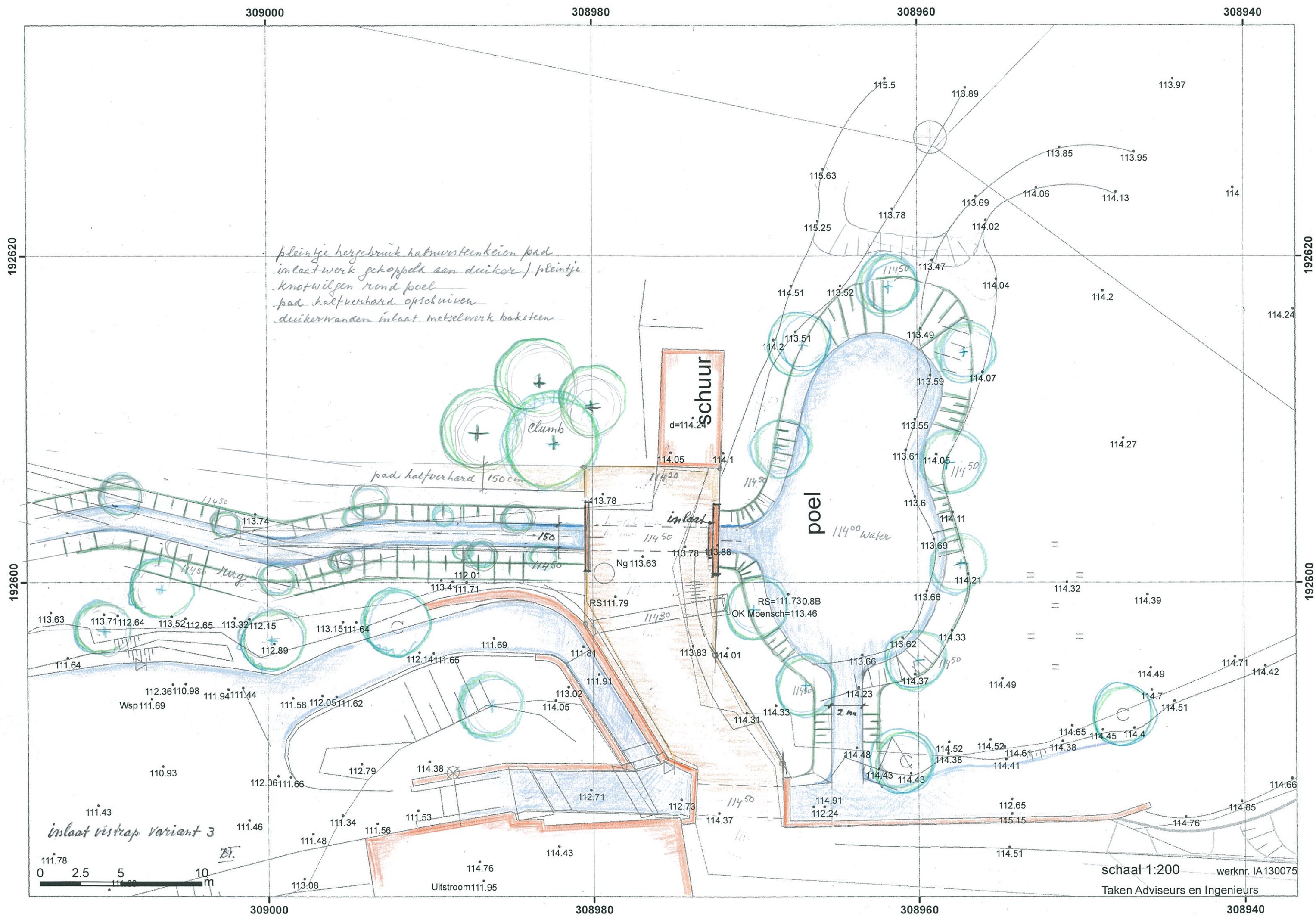


project Schetsontwerp Volmolen Epen		opdrachtgever	
onderdeel Situatietekening + details Variant 1b		status CONCEPT	datum uitgave 20-11-2014
getekend F. Smit		schaal Zie tek.	blad 1 / 1
vrijgegeven F. Fahner		projectnummer CA140009	documentsoort TEKENING
paraaf		formaat A2	tekening nummer CA140009-T02-01
paraaf			versie 0.2

© 2014 - www.geonius.nlca140009-T02-01.dwg

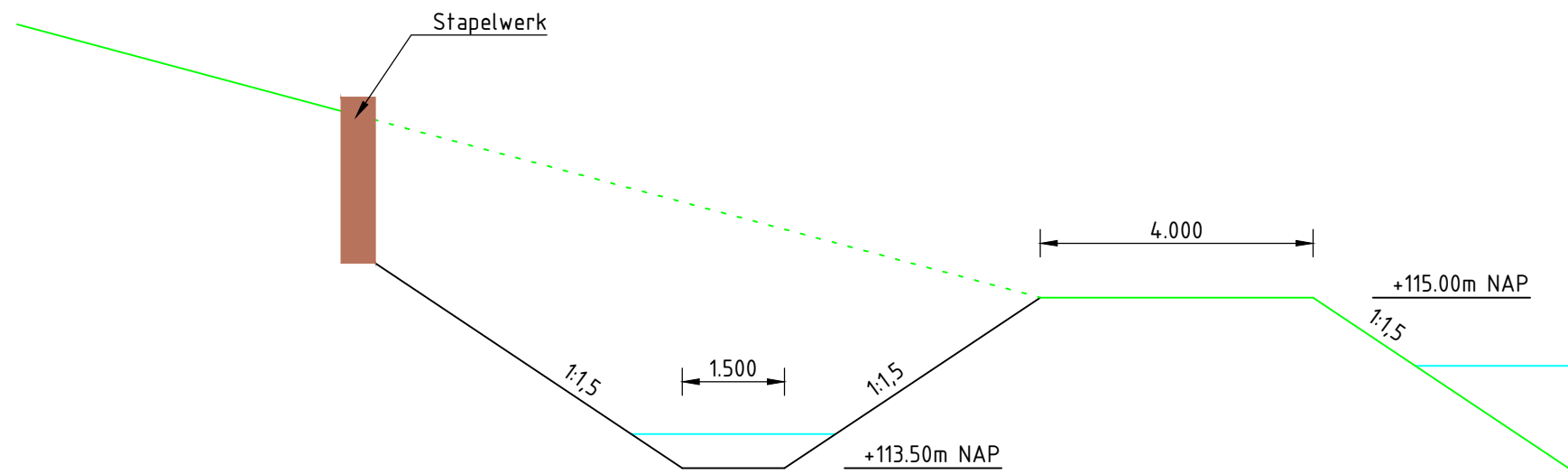
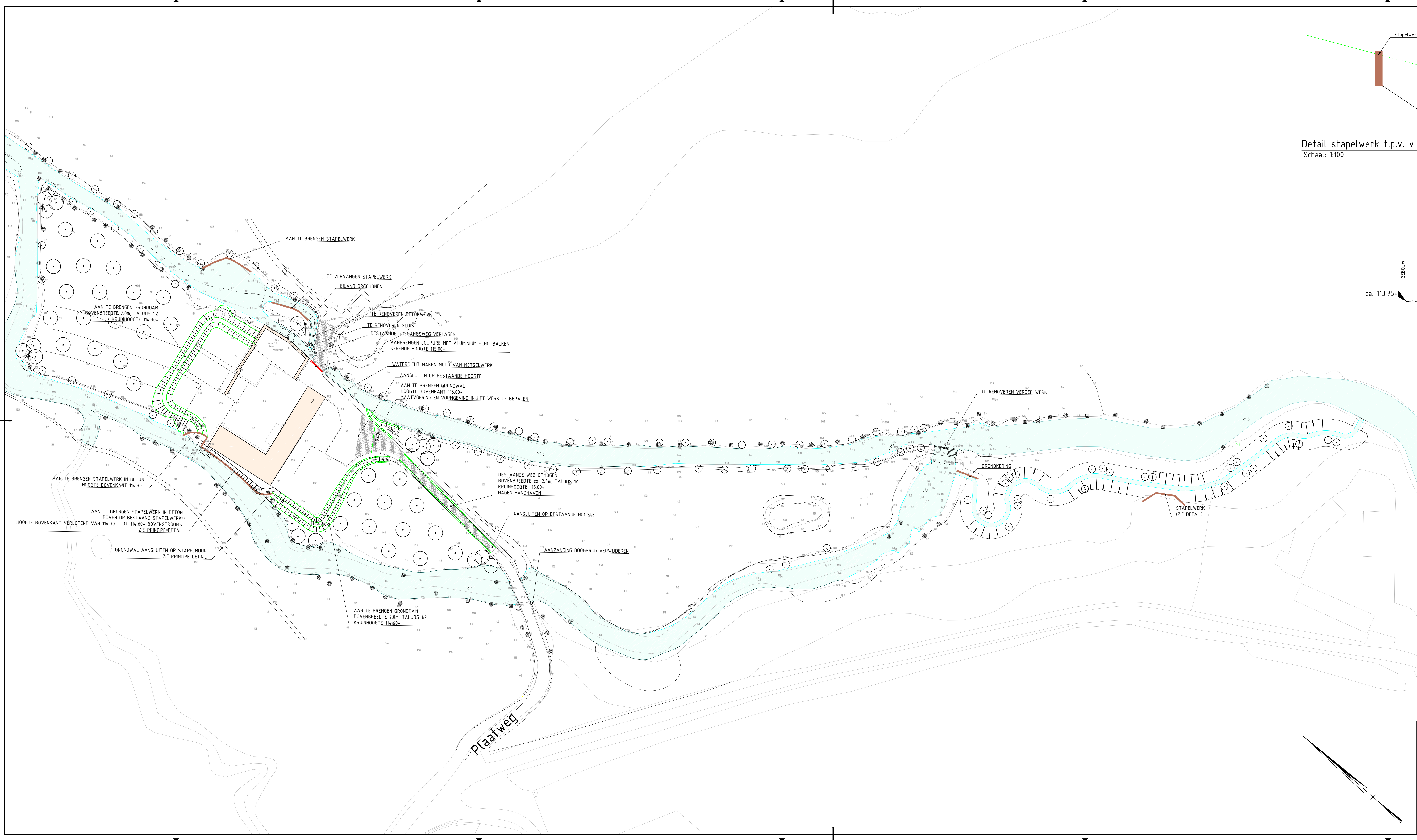
Bijlage 3

Situatieschets variant 3 (Molentak)



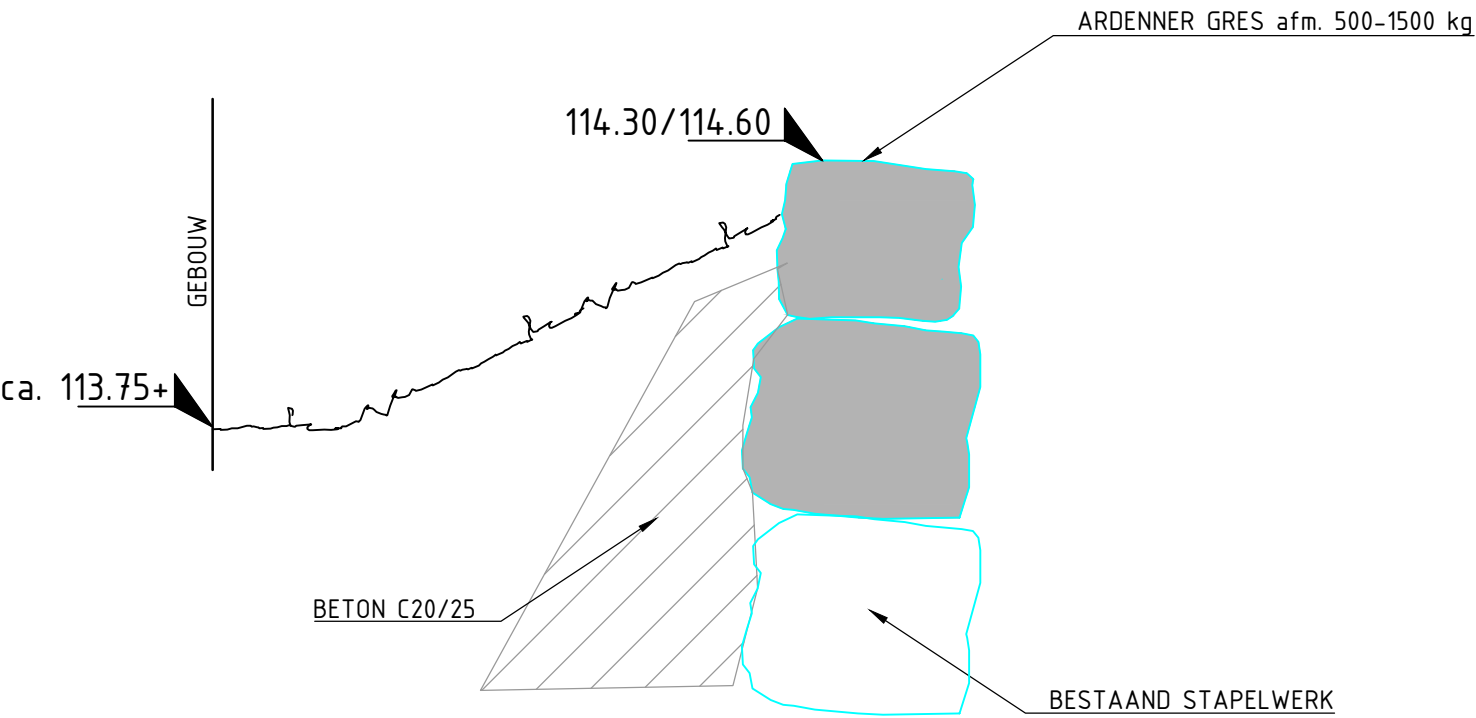
Bijlage 4

**Situatietekening variant 4 (zuidoostelijk van
verdeelwerk - lang) inclusief hoogwatermaatregelen**



Detail stapelwerk t.p.v. vistrap
Schaal: 1:100

PRINCIPEDetail STAPELWERK LANGS GEBOUW
SCHAAL 1:20



LEGENDA

- WATERGANG
- BEBOUWING
- GROENE KADE
- BOOM
- GRONDKERING

Geonius Civil
Breinderveldweg 15
6365 CM Schinnen
+31 46 457 26 66

project
Schetsontwerp Volmolen Epen

opdrachtgever
Waterschap Roer en Overmaas

onderdeel
Situatietekening
Variant 4 - lange variant

getekend
H. Schifferers

paraf
J. Vaessens

status
CONCEPT

schaal
1:500

projectnummer
CA140009

tekening nummer
CA140009-T03-01

datum uitgave
7-1-2015

blad
1 / 1

documentsoort
TEKENING

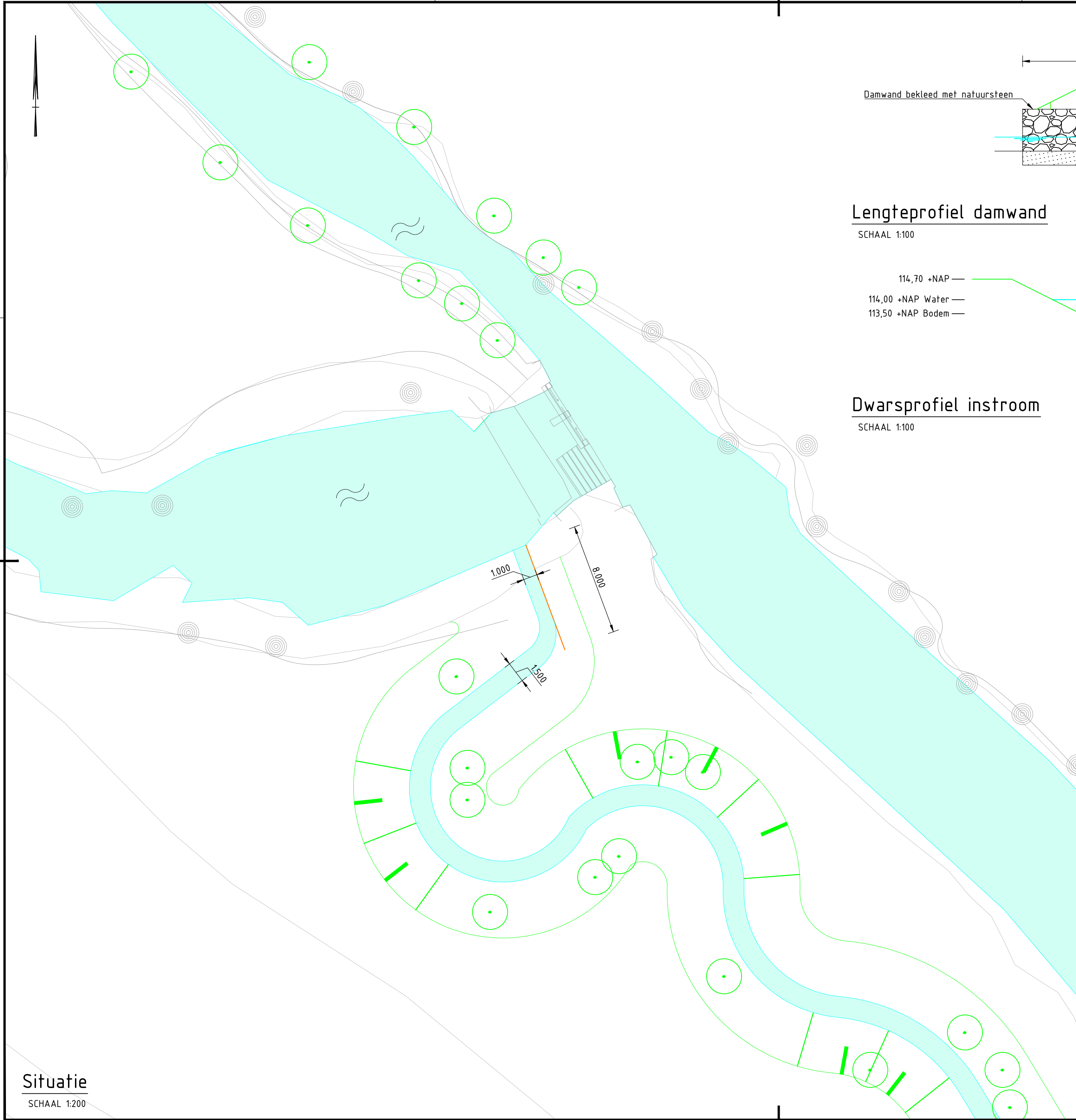
versie
0.4

A1.0

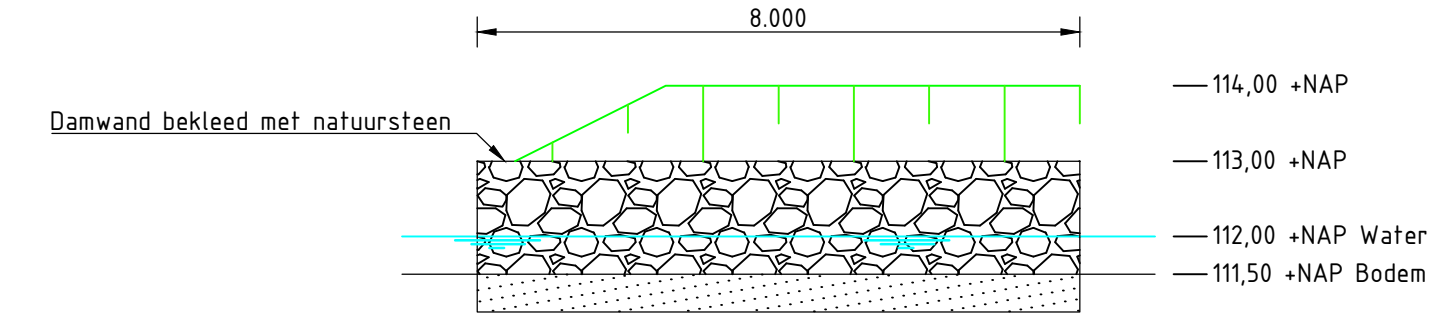
© 2014 - www.geonius.nl

Bijlage 5

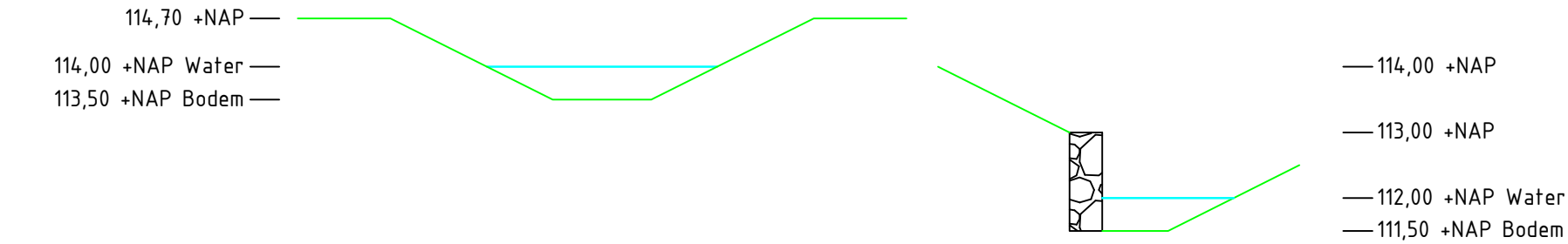
Situatietekening details variant 4 (zuidoostelijk van
verdeelwerk - lang)



Situatie
SCHAAL 1:200



Lengteprofiel damwand
SCHAAL 1:100



Dwarsprofiel instroom
SCHAAL 1:100

Dwarsprofiel uitstroom
SCHAAL 1:100

GEONIUS

Geonius Civiel
Breinderveldweg 15
6365 CM Schinnen
+31 46 457 26 66

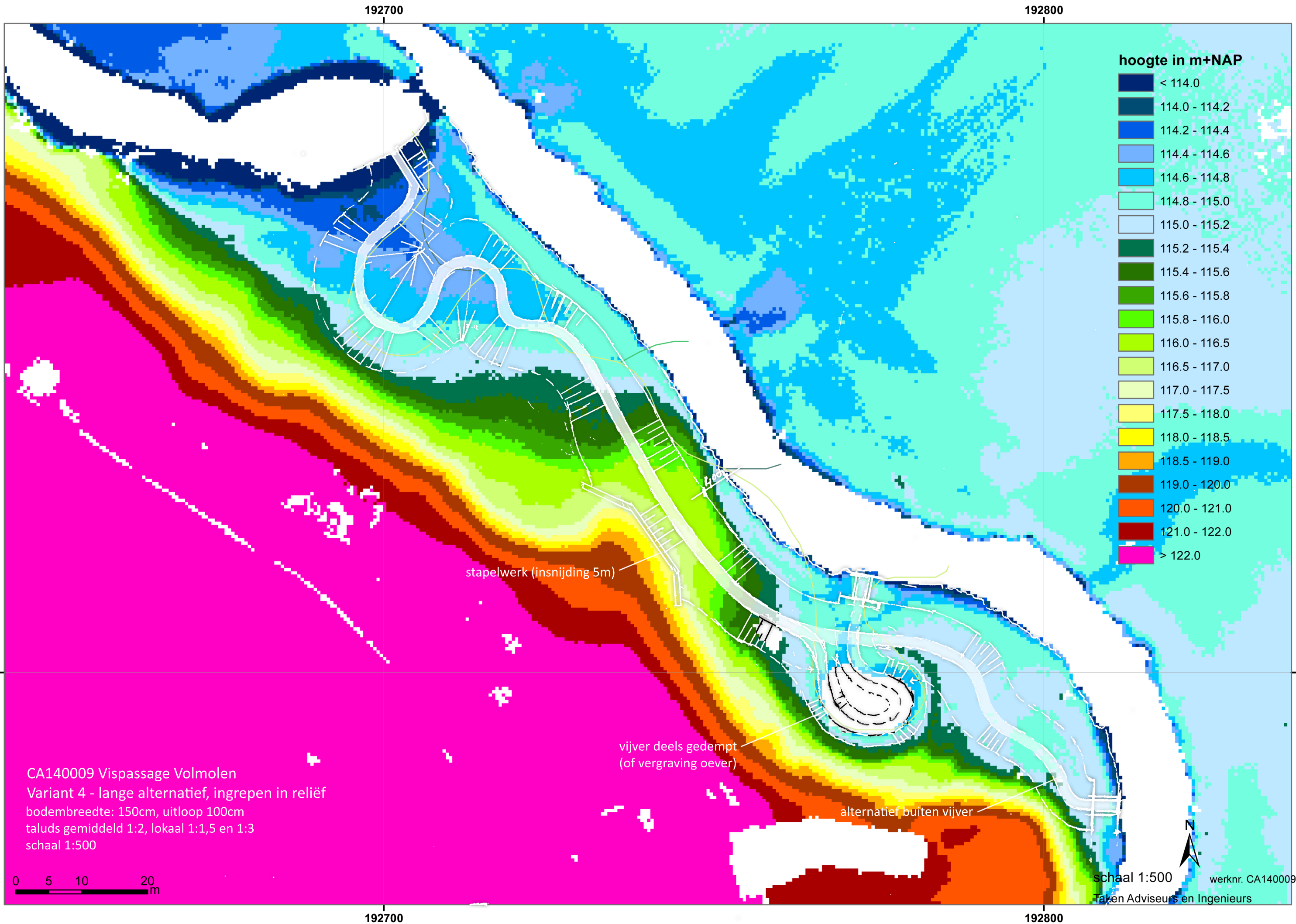


project Schetsontwerp Volmolen Epen		opdrachtgever	
onderdeel Situatietekening + details Variant 4 - lange variant		status CONCEPT	datum uitgave 20-11-2014
getekend F. Smit		paraaf	schaal Zie tek.
vrijgegeven F. Fahner		paraaf	blad 1 / 1
formaat A2		projectnummer CA140009	documentsoort TEKENING
		tekening nummer CA140009-T02-01	versie 0.2

© 2014 - www.geonius.nlca140009-T04-01.dwg

Bijlage 6

Situatietekening variant 4 (zuidoostelijk van
verdeelwerk - lang) geprojecteerd op AHN



hoogte in m+NAP

- < 114.0
- 114.0 - 114.2
- 114.2 - 114.4
- 114.4 - 114.6
- 114.6 - 114.8
- 114.8 - 115.0
- 115.0 - 115.2
- 115.2 - 115.4
- 115.4 - 115.6
- 115.6 - 115.8
- 115.8 - 116.0
- 116.0 - 116.5
- 116.5 - 117.0
- 117.0 - 117.5
- 117.5 - 118.0
- 118.0 - 118.5
- 118.5 - 119.0
- 119.0 - 120.0
- 120.0 - 121.0
- 121.0 - 122.0
- > 122.0

CA140009 Vispassage Volmolen
Variant 4 - lange alternatief, ingrepen in reliëf
bodembreedte: 150cm, uitloop 100cm
taluds gemiddeld 1:2, lokaal 1:1,5 en 1:3
schaal 1:500



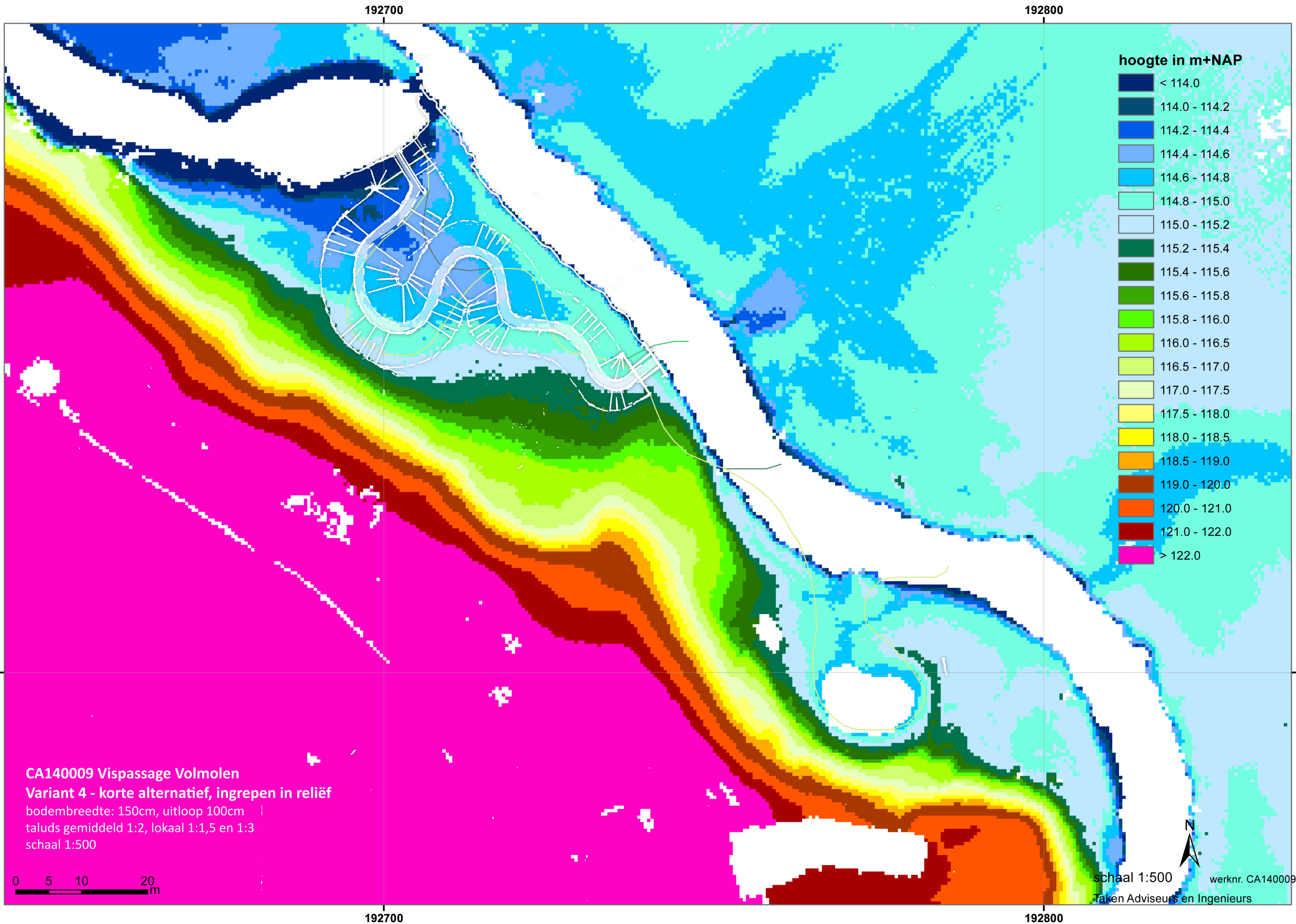
vijver deels gedempt
(of vergraving oever)

alternatief buiten vijver



Bijlage 7

Situatietekening variant 4 (zuidoostelijk van
verdeelwerk - kort) geprojecteerd op AHN



hoogte in m+NAP

- < 114.0
- 114.0 - 114.2
- 114.2 - 114.4
- 114.4 - 114.6
- 114.6 - 114.8
- 114.8 - 115.0
- 115.0 - 115.2
- 115.2 - 115.4
- 115.4 - 115.6
- 115.6 - 115.8
- 115.8 - 116.0
- 116.0 - 116.5
- 116.5 - 117.0
- 117.0 - 117.5
- 117.5 - 118.0
- 118.0 - 118.5
- 118.5 - 119.0
- 119.0 - 120.0
- 120.0 - 121.0
- 121.0 - 122.0
- > 122.0

CA140009 Vispassage Volmolen
Variant 4 - korte alternatief, ingrepen in reliëf
bodembreedte: 150cm, uitloop 100cm
taluds gemiddeld 1:2, lokaal 1:1,5 en 1:3
schaal 1:500



schaal 1:500
werknr. CA140009
Taken Adviseurs en Ingenieurs

Bijlage 8

Uitkomsten modelberekening vistrap middenterrein

Memo

Onderwerp:	Uitkomsten modelberekening vistrap middenterrein (korte en lange variant)
Kenmerk:	CA140009.M01v1.0
Bestemd voor:	Waterschap Roer en Overmaas; Natuurmonumenten
Opgesteld door:	E. Zaaijer, J. Vaessens
Datum:	24 november 2014

Aanleiding

Uit de variantenstudie volgt dat een vistrap op het middenterrein samen met de vistrap zuidoostelijk van het verdeelwerk als het meest kansrijk worden gezien. Ten tijde van het uitvoeren deze globale berekening was onduidelijk of de variant zuidwestelijk van het verdeelwerk, vanwege de eigendomssituatie, kans van slagen had. Daarom is de keuze gemaakt de varianten op het middenterrein nader te beschouwen.

Deze modelberekeningen geven global inzicht in de situatie. Bij het opstellen van een voorontwerp/definitief ontwerp dienen voor het gekozen ontwerp detailberekeningen te worden uitgevoerd, uitgaande van de specifieke eisen per doelsoort.

Uitgangspunten

Voor de dimensionering van de vistrap op het middenterrein (korte variant + lange variant) zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd, te weten:

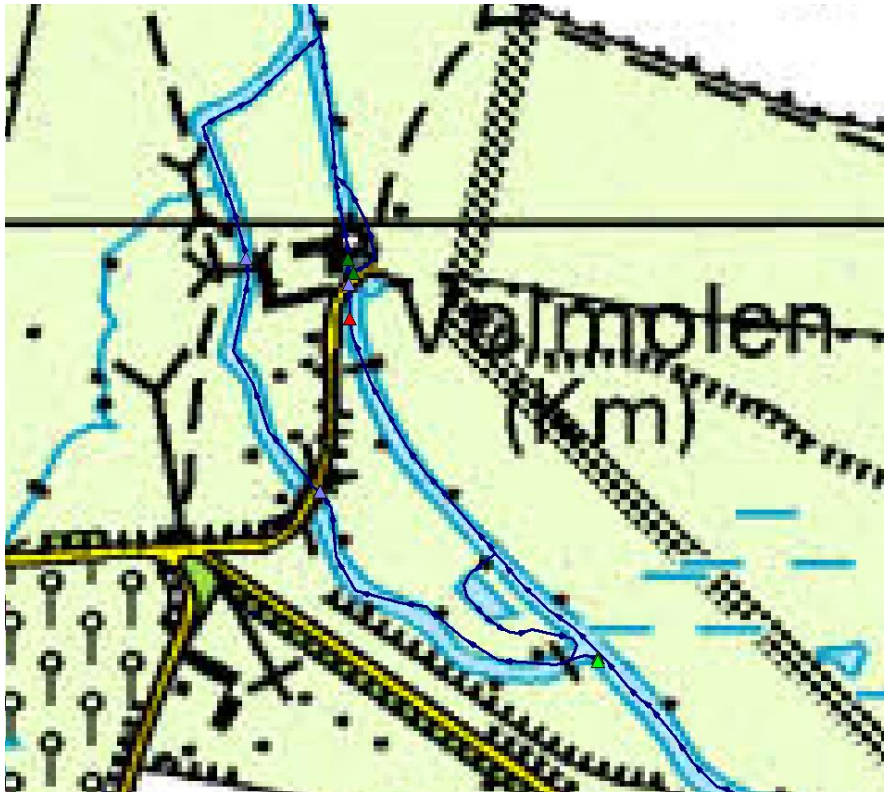
- 1) Aanvoer Geul is 620 l/s waarbij een waterverdeling gehanteerd wordt van 220 l/s voor de vistrap en 400 l/s voor het molenrad.
- 2) De vistrap moet aan de bovenstroomse zijde bestaan uit een overlaat. De bodem in de Molentak dient hiervoor geleidelijk opgehoogd te worden zodat bodemafhankelijke vissen ook gebruik kunnen maken van de vistrap.
- 3) De minimale waterdiepte bij een afvoer van 220 l/s dient tenminste circa 0,30 meter te bedragen in de vistrap.
- 4) De stroomsnelheid dient volgens de KRW doelstellingen (R18) tenminste 0,50 m/s te bedragen en maximaal 1,00 m/s.
- 5) In de berekening is uitgegaan van een wrijvingsweerstand in de vistrap van $K_s=15$. Dit komt overeen met een begroeiingsgraad van circa 70% en is daarmee onderhoudsvriendelijk ontworpen.

Berekeningsuitkomsten vispassage korte variant:

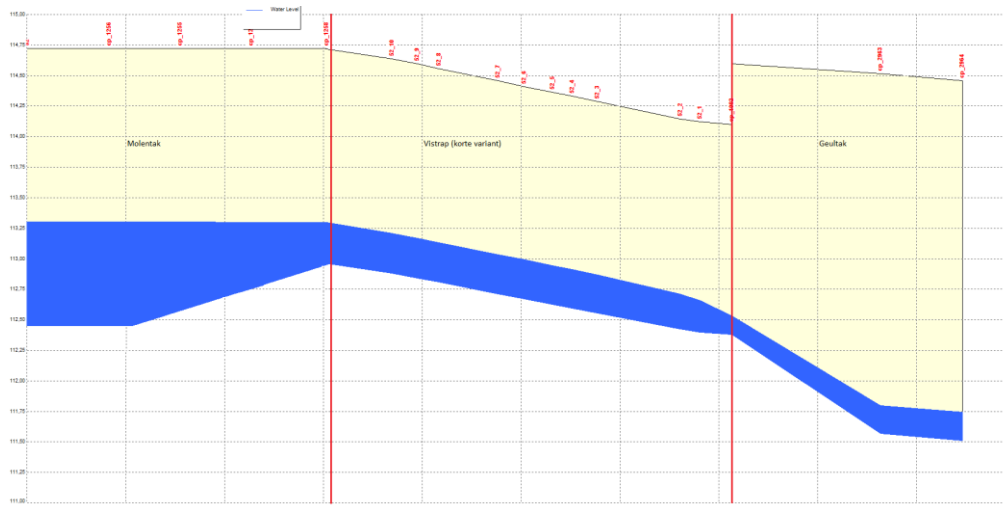
In figuur 1 is de ligging van de korte variant van de vistrap op het middenterrein weergegeven. De lengte van deze korte variant bedraagt circa 100 meter.

In figuur 2 is het lengteprofiel van de vistrap, alsmede een gedeelte van de Molentak bovenstrooms de vistrap en een gedeelte van de Geultak benedenstrooms de vistrap weergegeven.

Om de functionaliteit van de vistrap voor **alle** aanwezige vissen te garanderen (dus ook voor de bodemsoorten zoals de rivierdonderpad) dient de bodem in de Molentak geleidelijk te worden opgehoogd zodat de bodem ter plaatse van de instroom van de vistrap gelijk is aan de instroomdrempel van de vistrap. Zo worden de bodemvissen geleidelijk ophoog geleid waardoor deze ook via de vistrap zullen migreren.

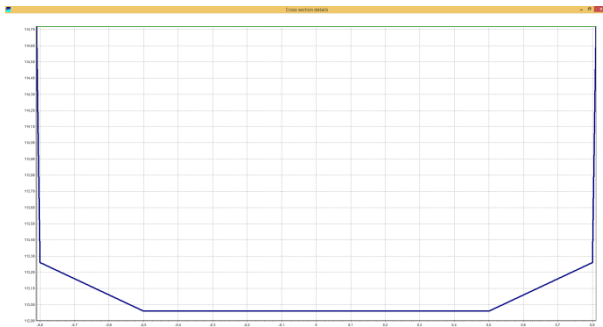


Figuur 1: Ligging vistrap middenterrein (korte variant)

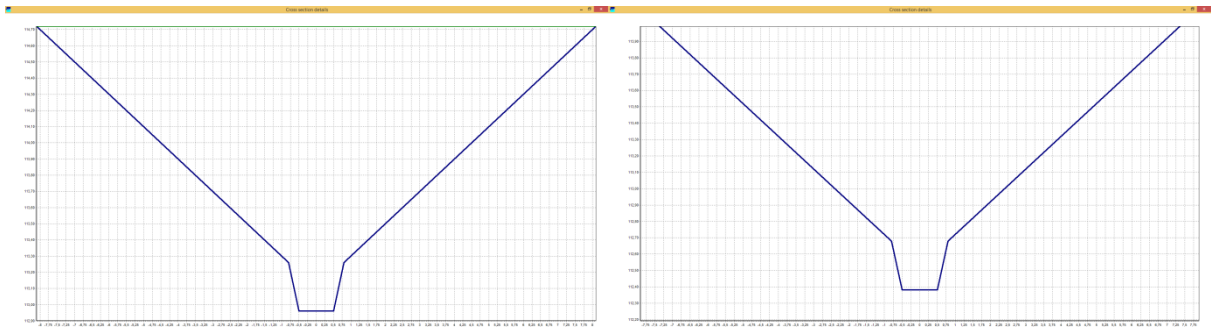


Figuur 2: Lengteprofiel Molentak, vistrap en Geultak met berekende waterstand bij 620 l/s aanvoer (korte variant).

De hoogte van de drempel in de Molentak, om het water in de vistrap te geleiden bedraagt 113,15 m+NAP. Ter plaatse de vistrap bedraagt de bodemhoogte 112,96 m+NAP. De instroomdrempel (bodemhoogte bovenstroomse zijde vistrap) is op basis van de modelberekening gelegen op 112,96 m+NAP en de uitstroomdrempel (bodemhoogte benedenstroomse zijde vistrap) is gelegen op 112,38 m+NAP. Het (gemiddeld) verhang in de vistrap komt hiermee op 0,0058 m/m. De instroomvoorziening bestaat uit een overlaat met een breedte van 1,0 meter (zie figuur 3) en het profiel van de vistrap zelf bestaat uit een bakje met een bodembreedte van 1 meter en een diepte van 0,30 meter welke is gedimensioneerd op 220 l/s met hierboven tweezijdig flauwe oevers, waar zich een plas-dras zone kan ontwikkelen met bijbehorende vegetatie (zie figuur 4). In het model is uitgegaan van flauwe oevers van 1:5 maar de definitieve taludhelling kan afwijkend zijn afhankelijk van de beschikbare ruimte.

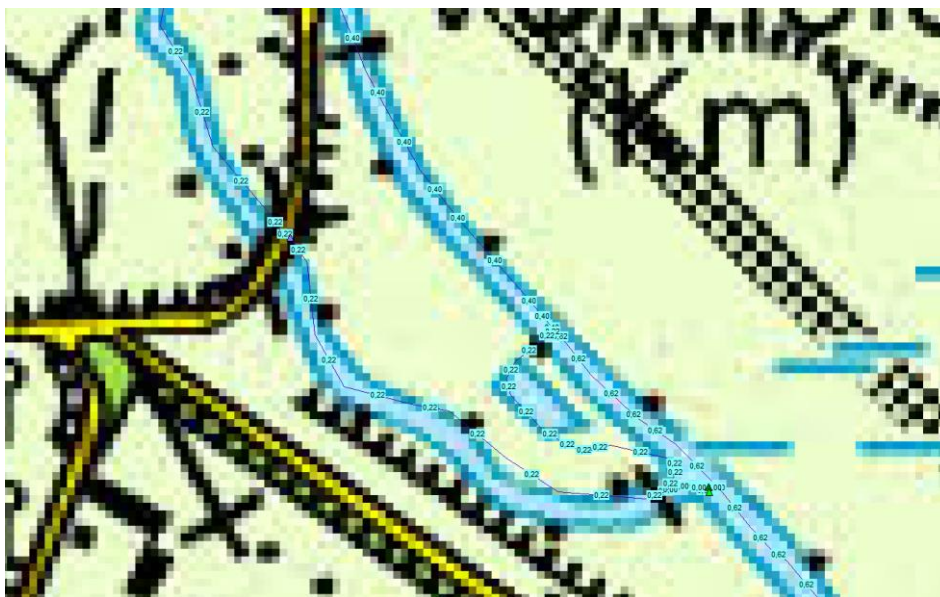


Figuur 3: Dwarsprofiel instroomvoorziening vistrap (korte variant)



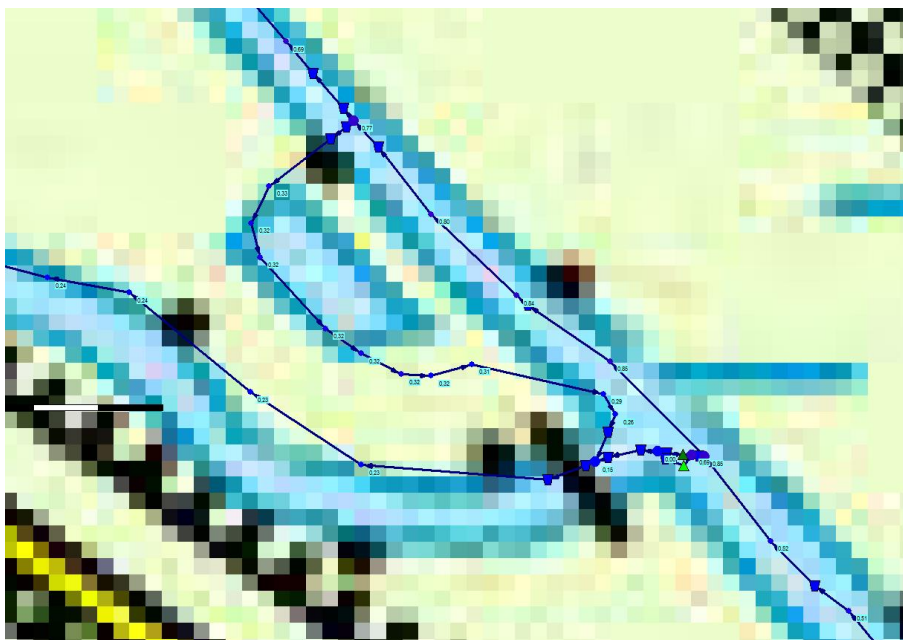
Figuur 4: Dwarsprofielen vistrap (korte variant)

Uitgaande van de aanvoer van 620 l/s in de Geul is de gevraagde waterverdeling als volgt: 400 l/s voor de Molentak en 220 l/s voor de vistrap (zie figuur 5).



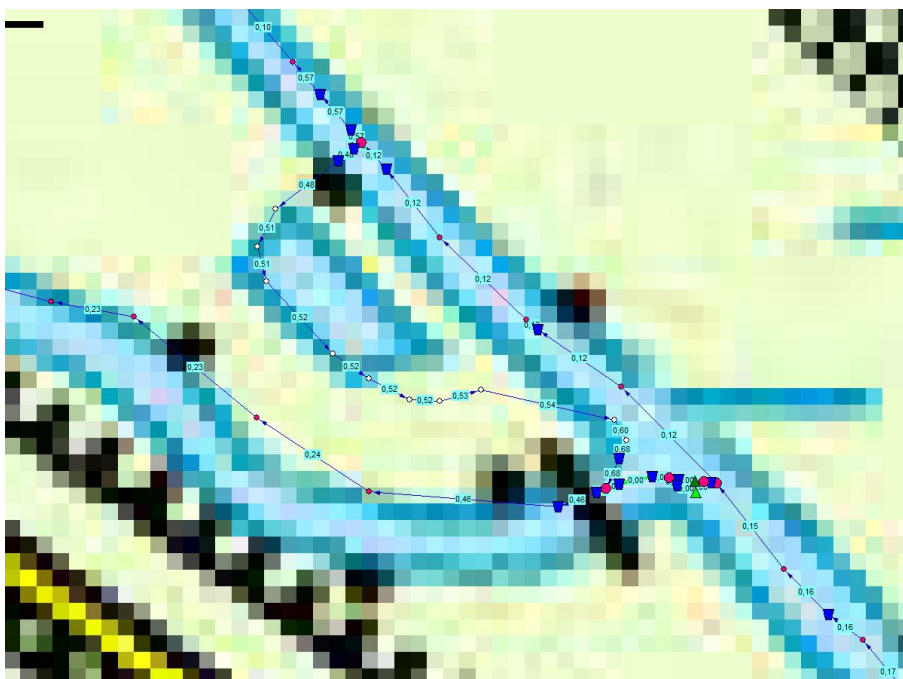
Figuur 5: Debietverdeling Molentak – vistrap (korte variant)

De waterstand in de vispassage varieert van circa 0,33 meter aan het begin van de vispassage tot circa 0,26 meter aan het einde van de vispassage (zie figuur 6).



Figuur 6: berekende waterdiepte in de vispassage bij 220 l/s (korte variant)

De berekende stroomsnelheid bij deze afvoer varieert in de vistrap van circa 0,48 m/s aan de bovenstroomse zijde tot circa 0,68 m/s aan de benedenstroomse zijde (zie figuur 7).



Figuur 7: Berekende stroomsnelheden in de vistrap bij 220 l/s (korte variant)

Conclusie vistrap kort variant

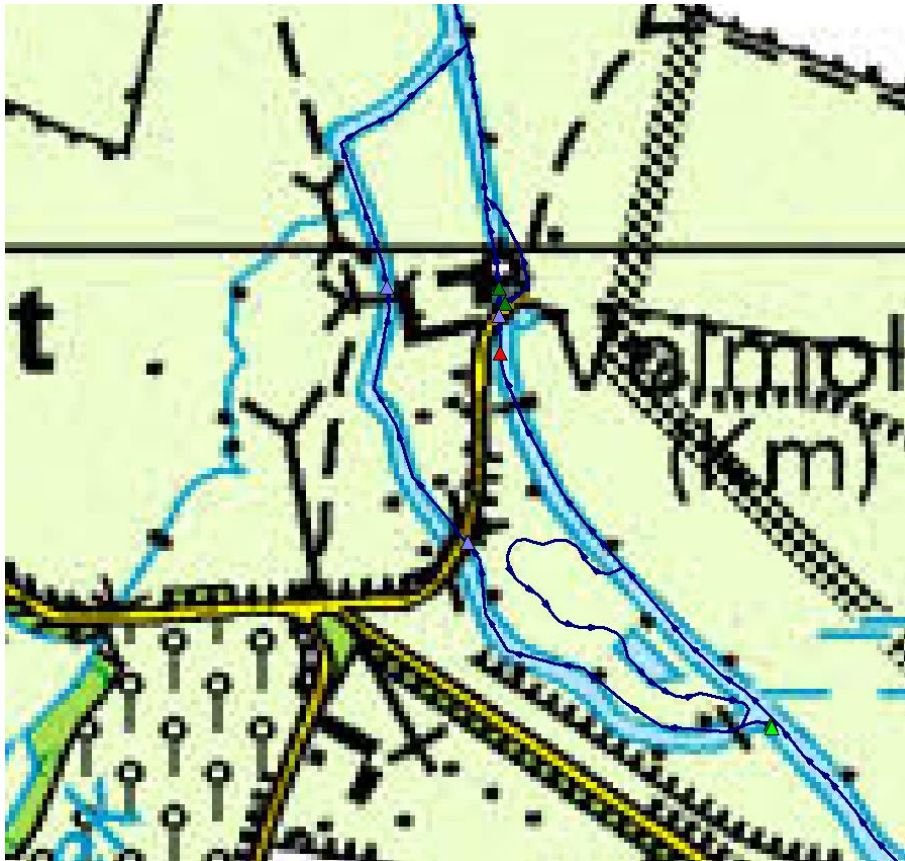
Op basis van de berekening is het mogelijk de korte variant van de vispassage op het middenterrein aan te leggen zonder dat hierbij technische ingrepen noodzakelijk zijn. De berekende waterdiepte is voldoende voor de vissen om te migreren en de stroomsnelheden zijn conform de KRW-maatlatten voor een R18 beek. Doordat de waterstand in de Geultak bij een basisafvoer van 220 l/s slechts 0,23 meter bedraagt, daalt de waterstand op het meest benedenstroomse traject van de vistrap tot onder de 0,30 meter (de vistrap wordt als het ware leeg getrokken door lagere waterstanden benedenstrooms in de Geultak). Dit kan worden opgelost door het aanbrengen van enkele obstakels in de vistrap in de vorm van grotere keien. Modelmatig is dit niet door te rekenen.

In de berekening is uitgegaan van een wrijvingsfactor van $K_s = 15$. Dit komt overeen met een begroeiingsgraad van circa 70%. Echter in het (vroeg) voorjaar wanneer de eerste vissen beginnen te migreren is het aannemelijk dat er nog nauwelijks begroeiing in de vistrap aanwezig is, met als mogelijk gevolg dat de waterdiepte (sterk) afneemt en dat de vistrap niet naar behoren functioneert of dat de beoogde waterverdeling niet meer wordt gerealiseerd. Hiervoor is een berekening uitgevoerd waarbij een wrijvingsweerstand is gehanteerd van $K_s = 25$ (dit komt overeen met een goed onderhouden/kort gemaaide waterloop). Op basis van deze berekening loopt de waterdiepte terug van 0,29 tot 0,24 meter en de stroomsnelheid stijgt van 0,75 tot 1,00 m/s. Concreet betekent dit dat de waterdiepte daalt tot onder de norm van 0,30 meter maar dat deze nog altijd dieper is dan de waterdiepte in de Geultak. Bovendien neemt de stroomsnelheid sterk toe (voldoet overigens nog wel aan de KRW doelstelling). In dit geval zou de vistrap niet (goed) functioneren en zou een technisch maatregel (bv. drempels van steenbestorting) noodzakelijk zijn. Bovendien wordt de beoogde waterverdeling niet gerealiseerd. Onder deze omstandigheden bedraagt de afvoer 290 l/s in de vistrap en 330 l/s in de molentak. Wanneer bovendien de afvoer daalt tot bijvoorbeeld 220 l/s zal het aangevoerde water nog steeds verdeeld worden tussen de vistrap en de Molentak, waardoor niet meer voldaan wordt aan de eis dat de vistrap ten alle tijden 220 l/s toebedeeld moet krijgen.

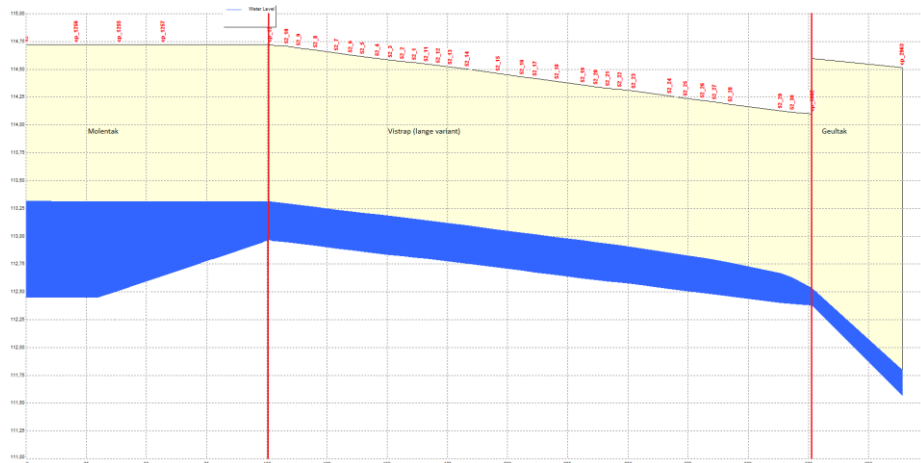
Bovenstaande conclusies duiden erop dat, indien voor deze variant gekozen wordt de drempel in de Molentak benedenstrooms de instroom van de vistrap moeten worden geautomatiseerd.

Berekeningsuitkomsten vistrap lange variant

In onderstaande figuur 8 is de ligging van de lange variant weergegeven en in figuur 9 het lengteprofiel van de Molentak, vistrap en Geultak weergegeven.



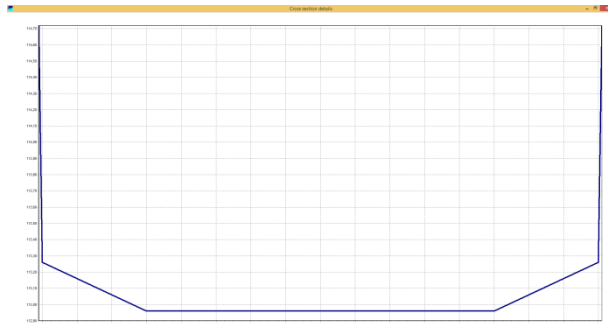
Figuur 8: Ligging vistrap middenterrein (lange variant)



Figuur 9: Lengteprofiel Molentak, vistrap en Geultak met berekende waterstand bij 620 l/s aanvoer (lange variant).

Ook voor deze variant geldt: om de bodemvissen de vistrap in te geleiden dient de bodem in de Molentak ter plaatse instroom van de vistrap geleidelijk te worden opgehoogd. De hoogte van de drempel in de Molentak om het water in de vistrap te geleiden bedraagt 113,15 m+NAP. Ter plaatse instroom van de vistrap bedraagt de bodemhoogte 112,96 m+NAP. Dit is ook de drempelhoogte van de instroomdrempel van de vistrap. Aan de benedenstroomse zijde bedraagt de bodemhoogte van de vistrap 112,38 m+NAP. De lengte van de vispassage bedraagt circa 225 meter, waarmee het verhang in de bodem uitkomt op circa 0,0026 m/m.

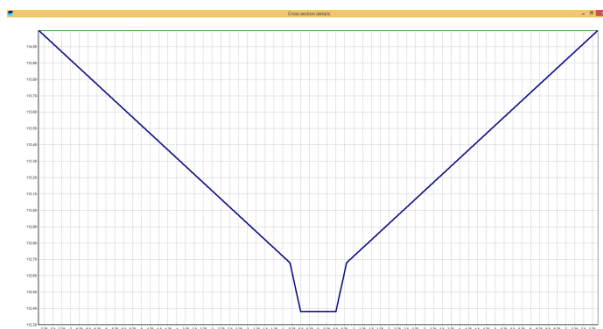
De instroomvoorziening bestaat uit een overlaat met een breedte van 1,0 meter (zie figuur 10) en het profiel van de vispassage zelf bestaat uit een bakje met een bodembreedte van 1,5 meter en een diepte van 0,30 meter welke is gedimensioneerd op 220 l/s met hierboven tweezijdig flauwe oevers (zie figuur 11). Nabij de uitstroom van de vistrap in de Geultak neemt de bodembreedte af naar 1 meter (zie figuur 12). In het model is uitgegaan van flauwe oevers van 1:5 maar de definitieve taludhelling kan afwijkend zijn afhankelijk van de beschikbare ruimte.



Figuur 10: Dwarsprofiel instroomvoorziening vispassage (lange variant)

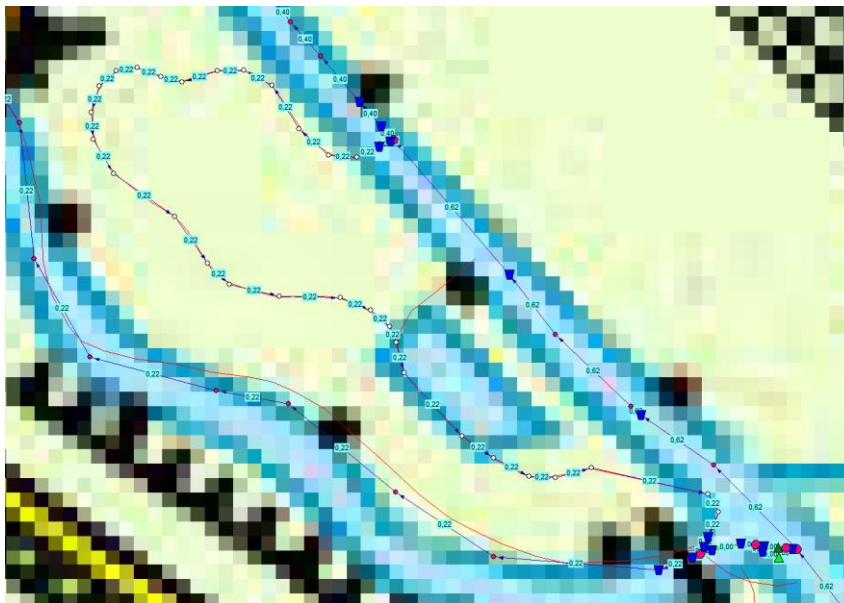


Figuur 11: dwarsprofielen vistrap bovenstroomse zijde (lange variant)



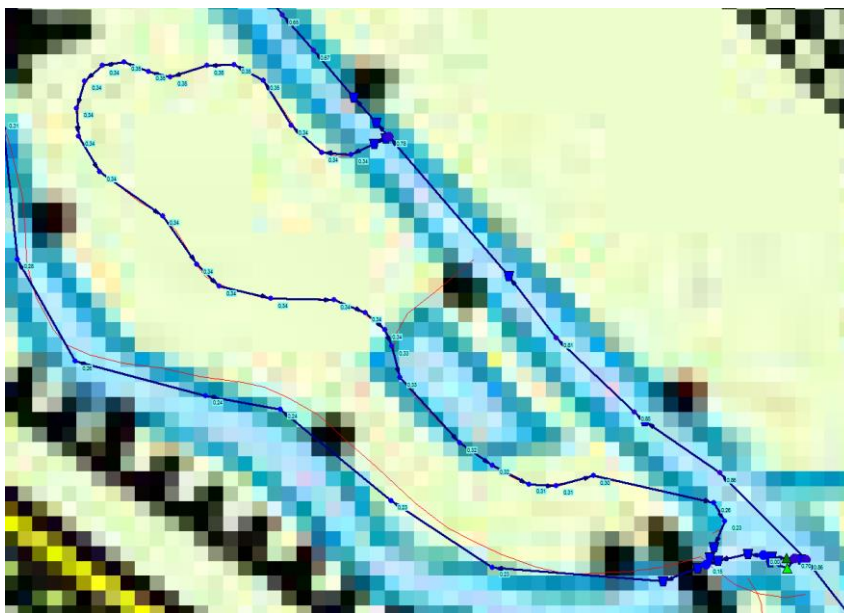
Figuur 12: dwarsprofiel vispassage benedenstroomse zijde (lange variant)

Uitgaande van de aanvoer van 620 l/s in de Geul zal bij dit ontwerp 400 l/s beschikbaar zijn voor de Molentak en 220 l/s voor de vistrap (zie figuur 13).



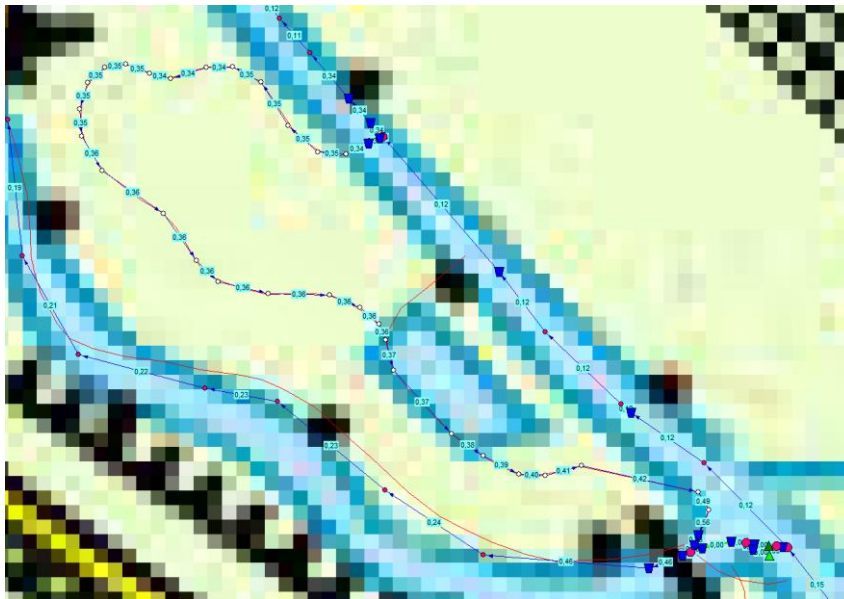
Figuur 13: Debietverdeling Molentak – vistrap (lange variant)

De waterstand in de vispassage varieert van circa 0,35 meter aan het begin van de vispassage tot circa 0,23 meter aan het einde van de vispassage (zie figuur 14).



Figuur 14: berekende waterdiepte in de vistrappassage bij 220 l/s (lange variant)

De berekende stroomsnelheid bij deze afvoer varieert in de vistrap van circa 0,34 m/s aan de bovenstroomse zijde tot circa 0,56 m/s aan de benedenstroomse zijde (zie figuur 15).



Figuur 15: Berekende stroomsnelheden in de vistrap bij 220 l/s (lange variant)

Conclusie vispassage lange variant:

Op basis van de berekening is het mogelijk de lange variant van de vistrap op het middenterrein aan te leggen zonder dat hierbij technische ingrepen noodzakelijk zijn. De berekende waterdiepte is voldoende voor de vissen om te migreren en de stroomsnelheden zijn conform de KRW-maatlatten voor een R18 beek. Doordat de waterstand in de Geultak bij een basisafvoer van 220 l/s slechts 0,23 meter bedraagt, daalt de waterstand op het meest benedenstroomse traject van de vistrap tot onder de 0,30 meter (de vistrap wordt als het ware leeg getrokken door lagere waterstanden benedenstrooms in de Geultak). Dit kan worden opgelost door het aanbrengen van enkele obstakels in de vistrap in de vorm van grotere keien. Modelmatig is dit niet door te rekenen.

In de berekening is uitgegaan van een wrijvingsfactor van $K_s = 15$. Dit komt overeen met een begroeiingsgraad van circa 70%. Echter in het (vroeg) voorjaar wanneer de eerste vissen beginnen te migreren is het aannemelijk dat er nog nauwelijks begroeiing in de vistrap staat, met als mogelijk gevolg dat de waterdiepte (sterk) afneemt en dat de vistrap niet naar behoren functioneert of dat de beoogde waterverdeling niet meer wordt gerealiseerd. Hiervoor is een berekening uitgevoerd waarbij een wrijvingsweerstand is gehanteerd van $K_s = 25$ (dit komt overeen met een goed onderhouden/kort gemaaid waterloop). Op basis van deze berekening loopt de waterdiepte terug tot 0,31 tot 0,21 meter en de stroomsnelheid stijgt tot 0,53 tot 0,85 m/s. Concreet betekent dit dat zowel de waterdiepte als stroomsnelheid acceptabel zijn indien er geen begroeiing in de vistrap staat. Slechts op een traject met een lengte van circa 50 meter bedraagt in dit geval de stroomsnelheid meer dan 0,7 m/s. In dit geval zou de vistrap dus het gehele jaar goed functioneren zonder dat een technisch maatregel (bv. drempels van steenbestorting) noodzakelijk is. Echter wanneer de wrijvingsweerstand door het ontbreken van de begroeiing laag is wordt de beoogde waterverdeling niet gerealiseerd. Uitgaande van een vroege voorjaars situatie (wrijvingsweerstand: $K_s = 25$) bedraagt de waterverdeling 300 l/s richting de vistrap en 320 l/s richting de Molentak. Bovendien zal ook bij dit ontwerp de afvoer in de vistrap bij lagere aanvoeren afnemen waardoor niet meer voldaan wordt aan de eis dat de vistrap ten alle tijden 220 l/s toebedeeld krijgt. Om dit te kunnen realiseren in de praktijk zal de drempel in de Molentak, direct benedenstrooms de instroom van de vistrap, geautomatiseerd moeten worden.

Doorkijk berekeningsuitkomsten varianten middenterrein voor variant zuidoostelijk van het verdeelwerk

Ook voor de variant zuidoostelijk van het verdeelwerk zijn een korte en een lange variant mogelijk. De korte variant heeft een lengte van circa 100 meter en de lange variant heeft een lengte van circa 200 meter.

Op basis van de bodemhoogtes zoals opgenomen in het model zullen naar verwachting voor deze varianten nagenoeg dezelfde berekeningsuitkomsten en dimensionering gelden als voor de varianten op het middenterrein. Uiteindelijk zal dit moeten blijken uit de modelberekeningen voor de varianten zuidoostelijk van het verdeelwerk.

Om de varianten zuidoostelijk van het verdeelwerk, met de beoogde waterverdeling, te kunnen realiseren moet er overeenkomstig de varianten Middenterrein benedenstrooms van de instroom van de vistrap een drempel worden aangelegd. Doordat de instroom voor de varianten zuidoostelijk van het verdeelwerk verder bovenstrooms in de Geul is gelegen dient een drempel in de Geul te worden aangelegd in plaats van in de Molentak. Het is de vraag of dit wenselijk is.

Bijlage 9

Tabellen voor afweging

Tabellen voor afweging varianten

Er wordt een waardering gegeven volgens een vijdelige schaal met plussen en minnen, van zeer positief (++) tot zeer negatief (--) en tevens een scorewaarde voor een eventuele multicriteria analyse, indien gewenst.

Criterium	Subcriterium	Omschrijving effect	Waardering	Score mca
Natuur	levensgemeenschap in de beek	geen effecten	0	0
		op lange termijn verbetering	+	1
	areaalverlies dotterbloemhooiland	gering	-	-1
		geen	0	0
		groot	--	-2
Onderhoud	onderhoudsgevoelig	nihil	0	0
		matig	-	-1
		groot	--	-2
	bereikbaarheid voor materieel	slecht	--	-2
		matig	-	-1
		goed	+	1
Vismigratie	aftakking bovenstrooms (instroom)	optimaal	+	1
		sub-optimaal	-	-1
	aantakking benedenstrooms (uitstroom)	optimaal	+	1
		sub-optimaal	-	-1
	periode van functioneren	onbeperkt	++	2
		beperkt	+	1
		zeer beperkt	-	-1
Gebruik molen	beschikbaarheid water voor demonstraties malen	matig	-	-1
		voldoende	0	0
		optimaal	+	1
	beschikbaarheid water voor opwekking groene stroom	matig	-	-1
		gering	--	-2
Hoogwater	opstuwend effect	geen	0	0
		enigszins	-	-1
molenbiotoop	inpassing in cultuurhistorisch ensemble	optimaal	+	1
		matig	-	-1
		slecht	--	-2
	aantasting gebouw/verdeelwerk/structuur molentak	nihil	0	0
		gering/matig	-	-1
		groot	--	-2
Landschap	inpassing	zeer goed	+	1
		goed	0	0
		matig	-	-1
	impact op omgeving	zeer groot	--	-2
		groot	-	-1
		gering	0	0

		nihil	+	1
kosten	kosten van aankoop grond en uitvoeringskosten	laag/zeer laag	0	0
		hoog	-	-1
		zeer hoog	--	-2
eigendom	maatregelen op grondgebied derden	nee	0	0
		ja	-	-1
beleving vispassage	beleefbaarheid vispassage voor recreanten/bezoekers	gering	-	-1
		matig	0	0
		goed	+	1
KRW	aantasting morfologie beek	nihil	0	0
		(tijdelijk) groot	--	-2
Nbw	gevolgen IHD's terrestrische natuur	neutraal	0	0
		gering negatief	-	-1
	gevolgen IHD's aquatische natuur	neutraal	0	0
		(tijdelijk) negatief	-	-1
Ffw	gevolgen voor beschermde soorten	neutraal	0	0
		(tijdelijk) negatief	-	-1
Mw	kans op strijdigheid	nihil	0	0
		matig groot	-	-1
		groot	--	-2

Waardering variant 1

Criterium	Subcriterium	Effect	Waardering
Natuur	levensgemeenschap in de beek	geen effecten	0
	areaalverlies dotterbloemhooiland	gering	-
Onderhoud	onderhoudsgevoelig	groot	--
	bereikbaarheid voor materieel	slecht	--
Vismigratie	aftakking bovenstrooms (instroom)	sub-optimaal	-
	aantakking benedenstrooms (uitstroom)	optimaal	+
	periode van functioneren	beperkt	+
Gebruik molen	beschikbaarheid water voor demonstraties malen	voldoende	0
	beschikbaarheid water voor opwekking groene stroom	matig	-
Hoogwater	opstuwend effect	geen	0
Molenbiotoop	inpassing in cultuurhistorisch ensemble	matig	-
	aantasting verdeelwerk	gering	-
	aantasting gebouw	nihil	0
	aantasting structuur molentak	matig	-
Landschap	inpassing	matig	-
	impact op omgeving	zeer groot	--
Kosten		zeer hoog	--
Eigendom	maatregelen op grondgebied derden	nee	0
Beleving vispassage	beleefbaarheid vispassage voor recreanten/bezoekers		0
Wet-/regelgeving			
KRW	aantasting morfologie van de beek	nihil	0
Natura 2000	gevolgen IHD's terrestrische natuur (vossenstaarthooiland)	neutraal	0
	gevolgen IHD's aquatische natuur (visgemeenschap)	neutraal	0
Ffwet	gevolgen voor beschermde soorten	neutraal	0
Monumentenwet	kans op strijdigheid met Mw	matig groot	-

Waardering variant 2

Criterium	Subcriterium	Effect	Waardering
Natuur	levensgemeenschap in de beek	op lange termijn geen negatief effect	0
	areaalverlies dotterbloemhooiland	geen	0
Onderhoud	onderhoudsgevoelig	nihil	0
	bereikbaarheid voor materieel	matig	-
Vismigratie	aftakking bovenstrooms (instroom)	optimaal	+
	aantakking benedenstrooms (uitstroom)	optimaal	+
	periode van functioneren	onbeperkt	++
Gebruik molen	beschikbaarheid water voor demonstraties malen	voldoende	0
	beschikbaarheid water voor opwekking groene stroom	matig	-
Hoogwater	opstuwend effect	enigszins	-
Molenbiotoop	inpassing in cultuurhistorisch ensemble	optimaal	+
	aantasting verdeelwerk	nihil	0
	aantasting gebouw	nihil	0
	aantasting structuur molentak	nihil	0
Landschap	inpassing	zeer goed	+
	impact op omgeving	zeer gering	0
Kosten		laag	0
Eigendom	maatregelen op grondgebied derden	nee	0
Beleving vispassage	beleefbaarheid vispassage voor recreanten/bezoekers	goed	+
<i>Wet-/regelgeving</i>			
KRW	aantasting morfologie van de beek	tijdelijk groot	--
Natura 2000	gevolgen IHD's terrestrische natuur (vossenstaarthooiland)	neutraal	0
	gevolgen IHD's aquatische natuur (visgemeenschap)	tijdelijk negatief	-
Ffwet	gevolgen voor beschermde soorten	tijdelijk negatief	-
Monumentenwet	kans op strijdigheid met Mw	nihil	0

Waardering variant 3

Criterium	Subcriterium	Effect	Waardering
Natuur	levensgemeenschap in de beek	geen effecten	0
	areaalverlies dotterbloemhooiland	groot	--
Onderhoud	onderhoudsgevoelig	groot	--
	bereikbaarheid voor materieel	zeer goed	++
Vismigratie	aftakking bovenstrooms (instroom)	sub-optimaal	-
	aantakking benedenstrooms (uitstroom)	optimaal	+
	periode van functioneren	zeer beperkt	-
Gebruik molen	beschikbaarheid water voor demonstraties malen	matig	-
	beschikbaarheid water voor opwekking groene stroom	gering	--
Hoogwater	opstuwend effect	geen	0
Molenbiotoop	inpassing in cultuurhistorisch ensemble	goed	0
	aantasting verdeelwerk	nihil	0
	aantasting gebouw	nihil	0
	aantasting structuur molentak	nihil	0
Landschap	inpassing	goed	0
	impact op omgeving	gering	0
Kosten		hoog	-
Eigendom	maatregelen op grondgebied derden	nee	0
Beleving vispassage	beleefbaarheid vispassage voor recreanten/bezoekers	goed	+
<i>Wet-/regelgeving</i>			
KRW	aantasting morfologie van de beek	nihil	0
Natura 2000	gevolgen IHD's terrestrische natuur (vossenstaarthooiland)	neutraal	0
	gevolgen IHD's aquatische natuur (visgemeenschap)	neutraal	0
Ffwet	gevolgen voor beschermde soorten	neutraal	0
Monumentenwet	kans op strijdigheid met Mw	nihil	0

Waardering variant 4

Criterium	Subcriterium	Effect	Waardering
Natuur	levensgemeenschap in de beek	geen effecten	0
	areaalverlies dotterbloemhooiland	geen	0
Onderhoud	onderhoudsgevoelig	matig	-
	bereikbaarheid voor materieel	matig	-
Vismigratie	aftakking bovenstrooms (instroom)	optimaal	+
	aantakking benedenstrooms (uitstroom)	optimaal	+
	periode van functioneren	beperkt	+
Gebruik molen	beschikbaarheid water voor demonstraties malen	voldoende	0
	beschikbaarheid water voor opwekking groene stroom	matig	-
Hoogwater	opstuwend effect	geen	0
Molenbiotoop	inpassing in cultuurhistorisch ensemble	optimaal	+
	aantasting verdeelwerk	nihil	0
	aantasting gebouw	nihil	0
	aantasting structuur molentak	nihil	0
Landschap	inpassing	goed	0
	impact op omgeving	gering	0
Kosten		hoog	-
Eigendom	maatregelen op grondgebied derden	ja	-
Beleving vispassage	beleefbaarheid vispassage voor recreanten/bezoekers	matig	0
<i>Wet-/regelgeving</i>			
KRW	aantasting morfologie van de beek	nihil	0
Natura 2000	gevolgen IHD's terrestrische natuur (vossenstaarthooiland)	gering negatief	-
	gevolgen IHD's aquatische natuur (visgemeenschap)	neutraal	0
Ffwet	gevolgen voor beschermde soorten	neutraal	0
Monumentenwet	kans op strijdigheid met Mw	nihil	0

Onderstaande tabel vormt de scorematrix, waarin de scores van alle varianten voor de verschillende criteria naast elkaar geplaatst zijn. De toelichting per variant is in de voorgaande paragrafen gegeven.

Scorematrix

Criterium	Subcriterium	V1	V2	V3	V4
Natuur	levensgemeenschap in de beek	0	0	0	0
	areaalverlies dotterbloemhooiland	-	0	--	0
Onderhoud	onderhoudsgevoelig	--	0	--	-
	bereikbaarheid voor materieel	--	-	++	-
Vismigratie	aftakking bovenstrooms (instroom)	-	+	-	+
	aantakking benedenstrooms (uitstroom)	+	+	+	+
	periode van functioneren	+	++	-	+
Gebruik molen	beschikbaarheid water voor demonstraties malen	0	0	-	0
	beschikbaarheid water voor opwekking groene stroom	-	-	--	-
Hoogwater	opstuwend effect	0	-	0	0
Molenbiotoop	inpassing in cultuurhistorisch ensemble	-	+	0	+
	aantasting verdeelwerk	-	0	0	0
	aantasting gebouw	0	0	0	0
	aantasting structuur molentak	-	0	0	0
Landschap	inpassing	-	+	0	0
	impact op omgeving	--	0	0	0
Kosten		--	0	-	-
Eigendom	maatregelen op grondgebied derden	0	0	0	-
Beleving vispassage	beleefbaarheid vispassage voor recreanten/bezoekers	0	+	+	0
<i>Wet-/regelgeving</i>					
KRW	aantasting morfologie van de beek	0	--	0	0
Natura 2000	gevolgen IHD's terrestrische natuur (vossenstaarthooiland)	0	0	0	-
	gevolgen IHD's aquatische natuur (visgemeenschap)	0	-	0	0
Ffwet	gevolgen voor beschermde soorten	0	-	0	0
Monumentenwet	kans op strijdigheid met Mw	-	0	0	0

Bijlage 10

Globale kostenraming op basis van variant 4 lang

**GLOBALE RAMING AANLEG VISTRAP EPENER VOLMOLEN**

Aanleg vistrap, verhoging kades en diverse verbetermaatregelen

Op basis van tekening ACAD-CA140009-T03-01, versie 0.4

Variant 4 - Lange variant

Datum: 8-1-2015

Opgesteld: H. Schiffelers

Gecontroleerd: M. Vroomen / J. Vaessens

*Alle bedragen exclusief BTW**omschrijving**eenheid**hoeveelhd**eenheidsprijs**totaal***BOUWKOSTEN****Vorbereidende werkzaamheden**Verkeersmaatregelen

Verkeersmaatregelen t.b.v. in- en uitrit bouwverkeer	EUR	500 €	1,00 €	500,00
Treffen voorzieningen t.b.v. bereikbaarheid Volmolen voor voetgangers / fietsers	EUR	2500 €	1,00 €	2.500,00

Bouwterrein

Inrichting bouwterrein	EUR	2500 €	1,00 €	2.500,00
Opruimen bouwterrein	EUR	1000 €	1,00 €	1.000,00
Schonen terrein	are	210 €	2,50 €	525,00
Inrichten gronddepot (tijdelijk)	EUR	5000 €	1,00 €	5.000,00
Inrichten depot t.b.v. bouwmaterialen (tijdelijk)	EUR	2500 €	1,00 €	2.500,00

Bereikbaarheid

Toepassen rijplatenbaan	EUR	9500 €	1,00 €	9.500,00
Toepassen inritten in Geul (stortsteen)	EUR	5000 €	1,00 €	5.000,00
Toepassen inrit toegang bouwterrein (let op: groot hoogteverschil)	EUR	2500 €	1,00 €	2.500,00
Toepassen voorzieningen t.b.v. verlagen waterstand / garanderen waterafvoer	EUR	7500 €	1,00 €	7.500,00

OpruimwerkzaamhedenMeubilair

Verwijderen en herplaatsen toeristische bebording	st	20 €	75,00 €	1.500,00
Verwijderen en herplaatsen toegangspoort	st	1 €	350,00 €	350,00
Verwijderen en afvoeren afrastering (4 puntdraden)	m1	250 €	4,50 €	1.125,00

Groenvoorzieningen

Rooien bomen, diverse diameters en soorten	st	5 €	150,00 €	750,00
Verwijderen bosschage (hoogte < 5m)	are	2 €	500,00 €	1.000,00
Maaien terrein	are	210 €	7,50 €	1.575,00
Frezen terrein t.p.v. aanleg vistrap en groene kades	are	37,5 €	12,00 €	450,00

Verhardingen

Verwijderen natuursteenkeien Plaatweg (hergebruik)	m2	350 €	5,00 €	1.750,00
Natuursteenkeien Plaatweg geschikt maken voor hergebruik	m2	350 €	5,00 €	1.750,00
Verwijderen en afvoeren fundering Plaatweg	m2	400 €	2,00 €	800,00
Verwijderen natuursteenkeien Plaatweg t.p.v. coupure (hergebruik)	m2	75 €	5,00 €	375,00
Natuursteenkeien Plaatweg t.p.v. coupure geschikt maken voor hergebruik	m2	75 €	5,00 €	375,00
Verwijderen en afvoeren fundering Plaatweg t.p.v. coupure	m2	80 €	2,00 €	160,00

Diversen

Verwijderen beton(puin) t.p.v. eiland molentak	m3	10 €	100,00 €	1.000,00
Verwijderen stapelmuur t.p.v. bypass molenrad / eiland molentak	m3	25 €	35,00 €	875,00

GrondwerkenVistrap

Grond ontgraven uit watergang vistrap	m3	900 €	5,00 €	4.500,00
---------------------------------------	----	-------	--------	----------

Kades

Grond ontgraven uit cunet t.b.v. aanleg groene kade, bovengrond	m3	500 €	2,00 €	1.000,00
Grond leveren en verwerken in kern groene kade, klei	m3	750 €	22,50 €	16.875,00
Grond verwerken in bekleding groene kade, hergebruik bovengrond	m3	1000 €	4,00 €	4.000,00
Grond verwerken in groene kade tegen stapelwerk, hergebruik bovengrond	m3	40 €	4,00 €	160,00

Ophogen Plaatweg

Grond ontgraven uit cunet / bermen t.b.v. ophogen weg, bovengrond	m3	60 €	2,00 €	120,00
Grond leveren en verwerken in groene kade, klei	m3	125 €	22,50 €	2.812,50
Grond verwerken in bekleding groene kade / bermen, hergebruik bovengrond	m3	60 €	4,00 €	240,00
Zand leveren en aanbrengen t.b.v. ophogen weg, zand in zandbed	m3	200 €	20,00 €	4.000,00

Verlagen Plaatweg t.p.v. coupure

Grond ontgraven uit cunet / bermen t.b.v. ophogen weg, bovengrond	m3	25 €	2,00 €	50,00
---	----	------	--------	-------

Stapelwerk

Grond ontgraven uit oever t.b.v. stapelwerk	m3	80 €	5,00 €	400,00
Grond aanvullen achter stapelwerk	m3	40 €	5,00 €	200,00

Depotwerkzaamheden

**GLOBALE RAMING AANLEG VISTRAP EPENER VOLMOLEN**

Aanleg vistrap, verhoging kades en diverse verbetermaatregelen

Op basis van tekening ACAD-CA140009-T03-01, versie 0.4

Variant 4 - Lange variant

Alle bedragen exclusief BTW

Datum: 8-1-2015

Opgesteld: H. Schiffelers

Gecontroleerd: M. Vroomen / J. Vaessens

omschrijving	eenheid	hoeveelhd	eenheidsprijs	totaal
Vrijgekomen grond vervoeren en verwerken in depot binnen werkterrein	m3	1565	€ 2,00	€ 3.130,00
Vrijgekomen grond ontgraven uit depot en vervoeren naar plaats van verwerking	m3	1140	€ 2,00	€ 2.280,00
Afvoeren overtollige grond, transportafstand enkele reis ca. 15 km	m3	425	€ 3,50	€ 1.487,50
Stortkosten overtollige grond	m3	425	€ 45,00	€ 19.125,00
AP04-keuring vrijgekomen grond	EUR	2500	€ 1,00	€ 2.500,00
Kust- en Oeverwerken				
<u>Stapelwerk</u>				
Aanbrengen en leveren stapelmuur t.p.v. uitstroom vistrap	m2	16	€ 175,00	€ 2.800,00
Aanbrengen en leveren stapelmuren t.p.v. bochten vistrap	m2	30	€ 175,00	€ 5.250,00
Aanbrengen en leveren stapelmuur t.p.v. oeverbescherming uitstroom bypass molenrad	m2	50	€ 175,00	€ 8.750,00
Aanbrengen en leveren stapelmuur t.p.v. bypass molenrad / eiland molentak	m2	37,5	€ 175,00	€ 6.562,50
Aanbrengen en leveren stapelmuur t.p.v. vistrap t.b.v. opvangen hoogteverschil	m2	25	€ 175,00	€ 4.375,00
Ophogen bestaande stapelmuur (in beton) t.p.v. achterzijde bebouwing	m2	35	€ 225,00	€ 7.875,00
<u>Bestortingen</u>				
Aanbrengen en leveren steenbestorting t.p.v. stapelmuren	ton	100	€ 20,00	€ 2.000,00
<u>Regels (uitgangspunt: 5 regels)</u>				
Aanbrengen en leveren breuksteen 45-125 mm, onderlaag	ton	175	€ 50,00	€ 8.750,00
Aanbrengen en leveren stortsteen 10-60 kg en 40-200 kg, tussenlaag	ton	350	€ 50,00	€ 17.500,00
Aanbrengen stenen in regels, 400-1000 mm	ton	25	€ 60,00	€ 1.500,00
<u>Damwanden</u>				
Renoveren (waterdicht maken) metselwerkmuur op damwand	EUR	10000	€ 1,00	€ 10.000,00
<u>Kunstwerken</u>				
Renoveren verdeelwerk (stuw en 2 spindelschuiven)	EUR	75000	€ 1,00	€ 75.000,00
Renoveren betonwerk t.p.v. bypass molenrad	EUR	5000	€ 1,00	€ 5.000,00
Renoveren sluis t.p.v. bypass molenrad	EUR	25000	€ 1,00	€ 25.000,00
Aanbrengen en leveren coupure met schotbalken (DPS 2000, leverancier GOH)	EUR	15000	€ 1,00	€ 15.000,00
Verhardingen				
<u>Plaatweg</u>				
Aanbrengen en leveren fundering hydr. menggranulaat (dik 0,30 m)	m2	400	€ 8,50	€ 3.400,00
Aanbrengen en leveren straatlaag 50 mm	m2	350	€ 3,50	€ 1.225,00
Aanbrengen bestrating natuursteenkeien (hergebruik)	m2	350	€ 25,00	€ 8.750,00
<u>Plaatweg t.p.v. coupure</u>				
Aanbrengen en leveren fundering hydr. menggranulaat (dik 0,30 m)	m2	80	€ 8,50	€ 680,00
Aanbrengen en leveren straatlaag 50 mm	m2	75	€ 3,50	€ 262,50
Aanbrengen bestrating natuursteenkeien (hergebruik)	m2	75	€ 25,00	€ 1.875,00
<u>Inrit onderhoudspad</u>				
Aanbrengen en leveren fundering hydr. menggranulaat (dik 0,30 m)	m2	100	€ 8,50	€ 850,00
Groenvoorzieningen				
Planten en leveren bomen boomgaard	st	30	€ 200,00	€ 6.000,00
Planten en leveren bomen plumbs	st	21	€ 200,00	€ 4.200,00
Planten en leveren bomen in oever Geul en molentak	st	67	€ 150,00	€ 10.050,00
Planten en leveren bomen in oever vistrap	st	31	€ 150,00	€ 4.650,00
Inzaaien groene kades	are	15	€ 20,00	€ 300,00
Inzaaien terrein	are	195	€ 12,00	€ 2.340,00
Nazorg bomen en hagen	EUR	€ 2.490,00	€ 1,00	€ 2.490,00
Bijkomende werkzaamheden				
Aanbrengen en leveren afrastering (4 puntdraden)	m1	250	€ 7,50	€ 1.875,00
Aanbrengen toegangspoort onderhoudspad	st	1	€ 1.000,00	€ 1.000,00
Subtotaal				€ 361.050,00



Globale Raming Aanleg Vistrap Epener Volmolen
 Aanleg vistrap, verhoging kades en diverse verbetermaatregelen
 Op basis van tekening ACAD-CA140009-T03-01, versie 0.4
 Variant 4 - Lange variant

Alle bedragen exclusief BTW

Datum: 8-1-2015
 Opgesteld: H. Schiffelers
 Gecontroleerd: M. Vroomen / J. Vaessens

omschrijving	eenheid	hoeveelhd	eenheidsprijs	totaal
Subtotaal				€ 361.050,00
Staartposten				
Eenmalige kosten	EUR	2571,5	1,00 €	2.571,50
Uitvoeringskosten	%	6,00%	€	21.663,00
Algemene kosten	%	6,00%	€	21.663,00
Winst en/of risico	%	5,00%	€	18.052,50
Stelposten				
Stelpost aanzanding boogbrug verwijderen	EUR	5000	1,00 €	5.000,00
Stelpost aanpassen / verleggen kabels & leidingen	EUR	5000	1,00 €	5.000,00
Stelpost aanbrengen voorzieningen t.b.v. creëren lokstroom	EUR	7500	1,00 €	7.500,00
Totaal				€ 435.000,00
Onvoorzien	%	10,00%	€	43.500,00
BOUWKOSTEN TOTAAL				€ 478.500,00
ENGINEERINGSKOSTEN				
Opstellen Definitief Ontwerp	EUR	20000	1,00 €	20.000,00
Opstellen bestek en Bestekstekeningen	EUR	25000	1,00 €	25.000,00
Directie en Toezicht uitvoering	EUR	35000	1,00 €	35.000,00
ENGINEERINGSKOSTEN TOTAAL				€ 80.000,00
PROJECTTOTAAL				€ 558.500,00

GLOBALE RAMING AANLEG VISTRAP EPENER VOLMO *Alle bedragen exclusief BTW*

Aanleg vistrap, verhoging kades en diverse verbetermaatregelen

Op basis van tekening ACAD-CA140009-T03-01, versie 0.4

Variant 4 - Lange variant

Datum: 8-1-2015

Opgesteld: H. Schiffelers

Gecontroleerd: D. Maas/J. Vaessens

Toelichting globale raming "Vistrap Epener Volmolen"

Voor het opstellen van de raming is gebruik gemaakt van:

Tekening CA140009-T03-01, versie 0.4

Google maps

Foto's d.d. 26-1-2014

Archidat Bouwkosten online

De volgende aannames zijn gedaan:

Alle grond in het gebied is zwaar verontreinigd met zink

Uitgangspunt bij het bepalen van de stortkosten voor grond is dat de zinkvervuiling lager is dan 1500 mg/ton

Vrijkomende grond mag alleen worden hergebruikt binnen het gebied t.b.v. een "functionele" toepassing

Kosten rijplaten	huur:	€	3,00	per stuk per week
afm. 6,00 x 1,60 m	aan- en afvoer:	€	4,00	per stuk
	duur werkzaamheden		10	weken
	lengte rijplatenbaan		300	m1
	aantal rijplaten		200	st
	kosten leggen / verplaatsen	€	2.560,00	
	totale kosten	€	9.360,00	

Profiel vistrap:	bodembreedte	1,5	m
	diepte gemiddeld	1,2	m
	taluds	1:2	
	opp:	4,68	m3/m1
	lengte	150	m
	subtotaal	702	m3
	+25% t.b.v. hoogteverschillen	175,5	m3
	totaal	877,5	m3

Waar op tekening een haag is aangegeven komt ook een groene kade c.q. ophoging Plaatweg;
de groene kade loopt ook door aan de achterzijde van de Volmolen (tussen gebouw en Geultak)

Profiel groene kade	kruinbreedte	2	m
	hoogte gemiddeld	0,9	m
	taluds	1:2	
	opp:	3,42	m3/m1
	lengte	300	m
	subtotaal	1026	m3
	+25% t.b.v. hoogteverschillen	256,5	m3
	totaal	1282,5	m3
Cunet groene kade	bodembreedte	5,6	m
	diepte	0,3	m
	lengte	300	m
	totaal	504	m3

GLOBALE RAMING AANLEG VISTRAP EPENER VOLMO *Alle bedragen exclusief BTW*

Aanleg vistrap, verhoging kades en diverse verbetermaatregelen

Op basis van tekening ACAD-CA140009-T03-01, versie 0.4

Variant 4 - Lange variant

Datum: 8-1-2015

Opgesteld: H. Schiffelers

Gecontroleerd: D. Maas/J. Vaessens

Toelichting globale raming "Vistrap Epener Volmolen"

Ophogen Plaatweg	lengte	100 m
	breedte	4 m
	ophoging gemiddeld	0,5 m
	z.i.z.	200 m3
		63,25
Ontgraven uit bermen Plaatweg	breedte 1,0m aan 2 zijden	31,625 m
	diepte	0,3 m
	lengte	100 m
		948,75 m3
Klei verwerken in bermen Plaatweg	breedte 0,75m aan 2 zijden	1,5 m
	hoogte	0,5 m
	taluds	1:2
	opp	1,25 m3/m
	lengte	100 m
	totaal	125 m3

Grondwerk stapelmuur	gerekend met 0,5 m3 ontgraven per m2 stapelmuur
	gerekend met 0,25 m3 aanvullen per m2 stapelmuur

De nazorg bedraagt 10% van de kosten van alle plantwerkzaamheden.
