Noodvoorziening wateroverlast Kockengen

Een variantenstudie naar tijdelijke maatregelen ter beperking van wateroverlast in Kockengen

Bijlagenboek

HOOGHEEMRAADSCHAP DE STICHTSE RIJNLANDEN

veilige dijken • droge voeten • schoon water

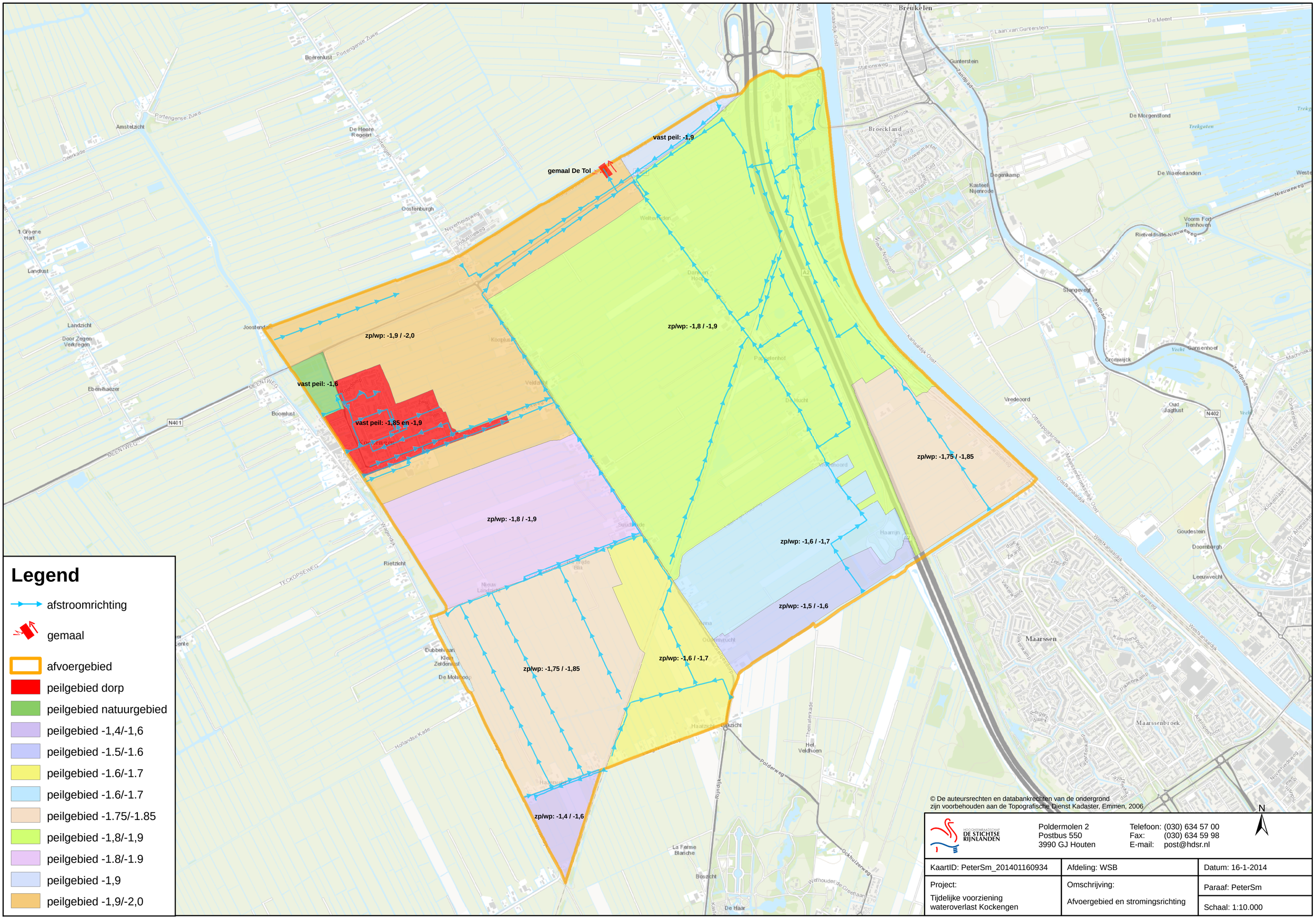
INHOUDSOPGAVE

Bijlage 1: Kaarten **1**
1A. Afvoergebied 2
1B. Peilgebieden Dorp 3
1C. Stuwen & Inlaten 4
1D. Duikers 5
1E. Maatregelen variant 1 6
1F. Maatregelen variant 2 7
1G. Maatregelen variant 3 8
Bijlage 2: Inventarisatie kunstwerken **9**
Bijlage 3: Beschrijving model **22**
Bijlage 4: Kaarten Sobek **32**
4A. Verdeling oppervlakten voor Sobek 33
4B. Resultaten modelberekening: huidige situatie 34
4C. Resultaten modelberekening: Variant 1. Hoogste waterstand 35
4D, Resultaten modelberekening: Variant 1. Waterstand na 24 uur 36
4E. Resultaten modelberekening: Variant 2. Hoogste waterstand 37
4F, Resultaten modelberekening: Variant 2. Waterstand na 24 uur 38
4G. Resultaten modelberekening: Variant 3. Hoogste waterstand 39
4H, Resultaten modelberekening: Variant 3. Waterstand na 24 uur 40
Bijlage 5: Kostenspecificatie **41**

Bijlage 1: Kaarten

1A. Afvoergebied
1B. Peilgebieden Dorp
1C. Stuwen & Inlaten
1D. Duikers
1E. Maatregelen variant 1
1F. Maatregelen variant 2
1G. Maatregelen variant 3

1A. AFVOERGEBIED

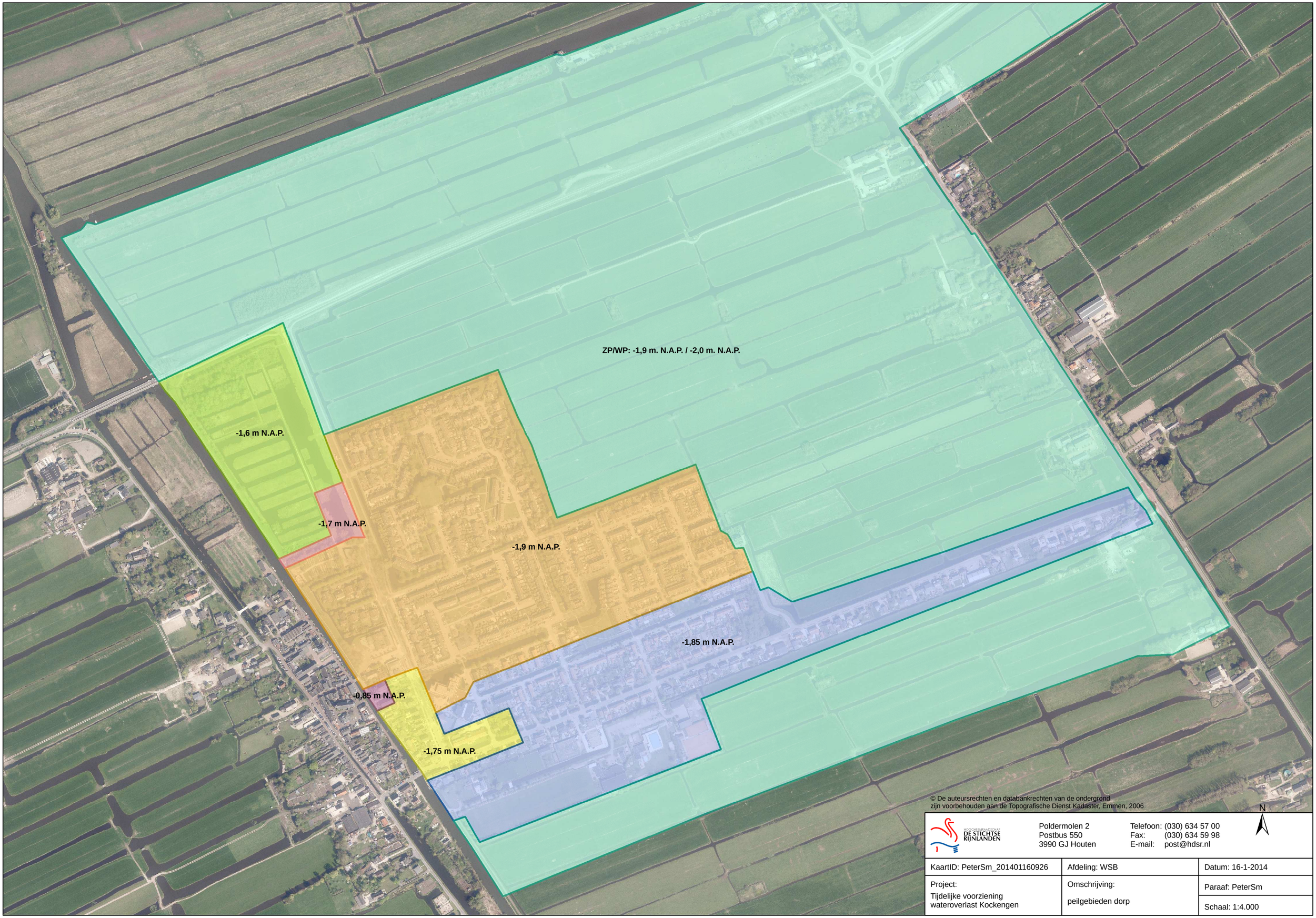


© De auteursrechten en databankrechten van de ondergrond
zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster, Emmen, 2006

HOOGHEMRAADSCHAP DE STICHTSE RIJNLANDEN
Poldermolen 2
Postbus 550
3990 GJ Houten
Telefoon: (030) 634 57 00
Fax: (030) 634 59 98
E-mail: post@hdsr.nl

KaartID: PeterSm_201401160934	Afdeling: WSB	Datum: 16-1-2014
Project: Tijdelijke voorziening wateroverlast Kockengen	Omschrijving: Afvoergebied en stromingsrichting	Paraaf: PeterSm Schaal: 1:10.000

1B. PEILGEBIEDEN DORP

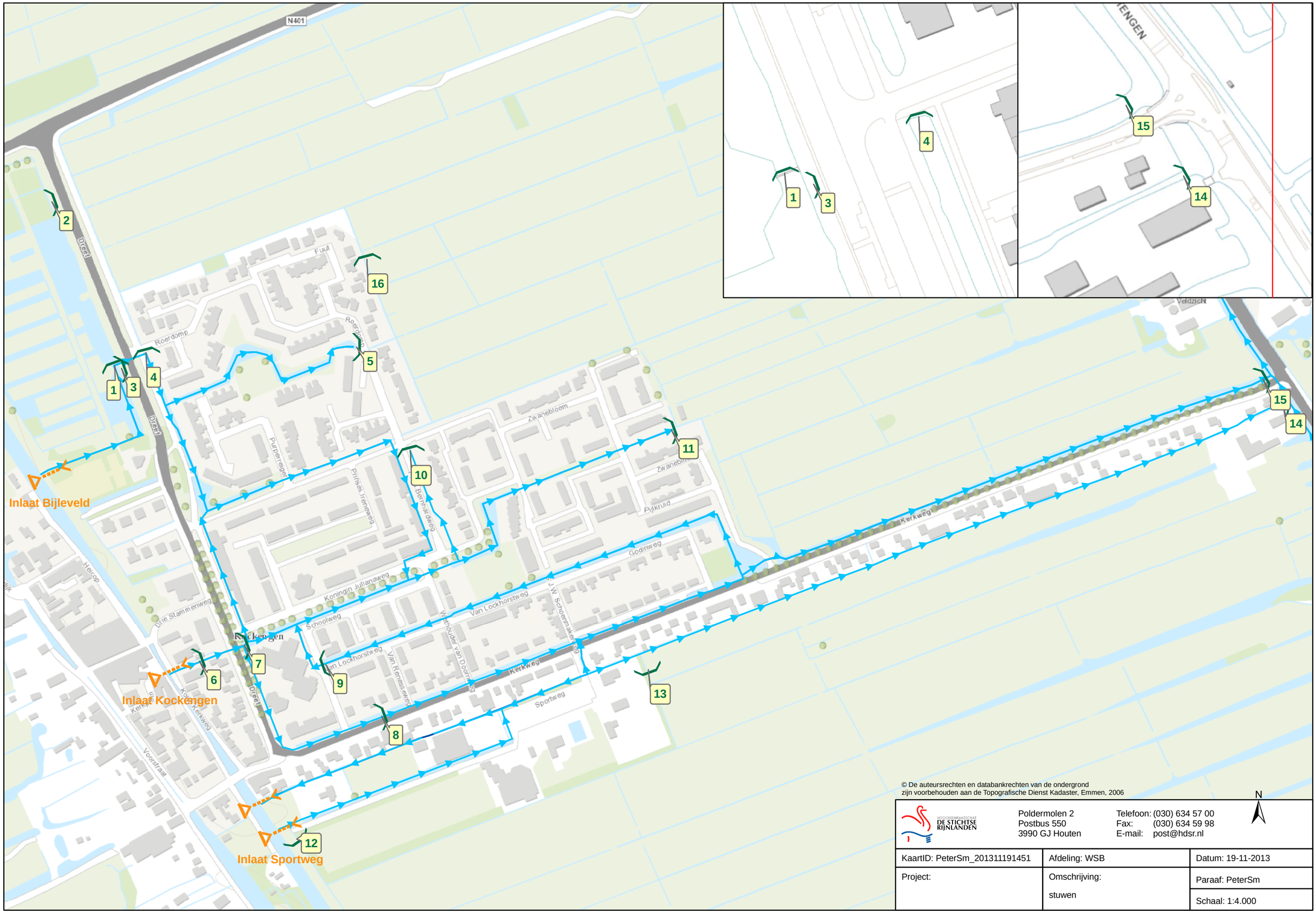


© De auteursrechten en databankrechten van de ondergrond
zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster, Emmen, 2006

HOOGHEEMRAADSCHAP DE STICHTSE RIJNLANDEN
Poldermolen 2
Postbus 550
3990 GJ Houten
Telefoon: (030) 634 57 00
Fax: (030) 634 59 98
E-mail: post@hdsr.nl

KaartID: PeterSm_201401160926	Afdeling: WSB	Datum: 16-1-2014
Project: Tijdelijke voorziening wateroverlast Kockengen	Omschrijving: peilgebieden dorp	Paraaf: PeterSm Schaal: 1:4.000

1C. STUWEN & INLATEN



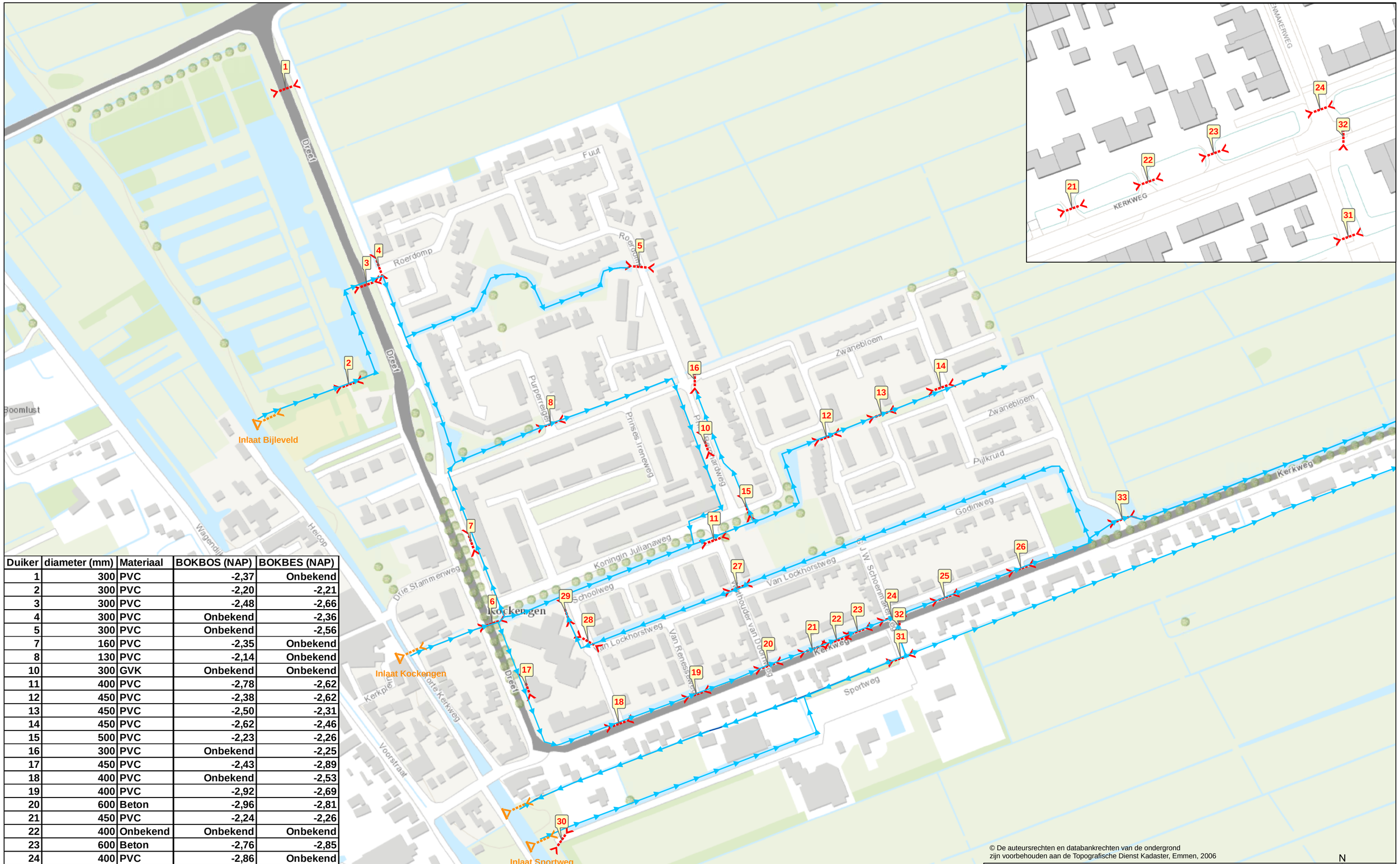
© De auteursrechten en databankrechten van de ondergrond
zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster, Emmen, 2006

N

HOOGHEEMRAADSCHAP DE STICHTSE RIJNLANDEN
Poldermolen 2
Postbus 550
3990 GJ Houten
Telefoon: (030) 634 57 00
Fax: (030) 634 59 98
E-mail: post@hdsr.nl

KaartID: PeterSm_201311191451	Afdeling: WSB	Datum: 19-11-2013
Project:	Omschrijving: stuwen	Paraaf: PeterSm
		Schaal: 1:4.000

1D. DUIKERS



Duiker	diameter (mm)	Materiaal	BOKBOS (NAP)	BOKBES (NAP)
1	300	PVC	-2,37	Onbekend
2	300	PVC	-2,20	-2,21
3	300	PVC	-2,48	-2,66
4	300	PVC	Onbekend	-2,36
5	300	PVC	Onbekend	-2,56
7	160	PVC	-2,35	Onbekend
8	130	PVC	-2,14	Onbekend
10	300	GVK	Onbekend	Onbekend
11	400	PVC	-2,78	-2,62
12	450	PVC	-2,38	-2,62
13	450	PVC	-2,50	-2,31
14	450	PVC	-2,62	-2,46
15	500	PVC	-2,23	-2,26
16	300	PVC	Onbekend	-2,25
17	450	PVC	-2,43	-2,89
18	400	PVC	Onbekend	-2,53
19	400	PVC	-2,92	-2,69
20	600	Beton	-2,96	-2,81
21	450	PVC	-2,24	-2,26
22	400	Onbekend	Onbekend	Onbekend
23	600	Beton	-2,76	-2,85
24	400	PVC	-2,86	Onbekend
25	550	PVC	-2,82	-2,76
26	550	PVC	-2,97	-3,00
27	300	PVC	-2,33	-2,45
28	400	Robu PE	-3,06	-2,71
29	400	Robu PE	-2,58	-2,53
31	400	PVC	-2,41	-2,41
32	550	PVC	-3,82	-3,45
33	500	Beton	-2,54	-2,48

© De auteursrechten en databankrechten van de ondergrond
zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster, Emmen, 2006

N

HOOGHEEMRAADSCHAP DE STICHTSE RIJNLANDEN
Poldermolen 2
Postbus 550
3990 GJ Houten
Telefoon: (030) 634 57 00
Fax: (030) 634 59 98
E-mail: post@hdsr.nl

KaartID: PeterSm_201402120953	Afdeling: WSB	Datum: 12-2-2014
Project: Tijdelijke voorziening . wateroverlast Kockengen	Omschrijving: locatie en afmetingen duikers	Paraaf: Peter Smorenburg
		Schaal: 1:2.500

1E. MAATREGELEN VARIANT 1

Stuwen afsluitbaar maken
met aluminium planken.

Locatie pomp 2.
Opstelplaats voor pomp aanleggen.

Locatie pomp 1.

Inregeling automatisch regelbare
stuw (15) aanpassen.

Stuw 14 afsluitbaar maken. Aanpassen
zodat er een schot ingezet kan worden.

Stuw 12 dicht zetten met een schot

Inlaat Bijleveld

Inlaat Kockengen

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

N401 Dreef Roerdomp Fuut Purperreiger Prinses Irenaweg Koningin Julianaweg Schoolweg Van Lockhorstweg Van Renesseweg Van Nassauweg Van Schoemakerweg Zwanebloem Pijlkruid Godinweg Sportweg Kerkweg Koopkust Berkenrijn Wagenmijk Helcop Drie Stammerweg Kockengen Voorstraat

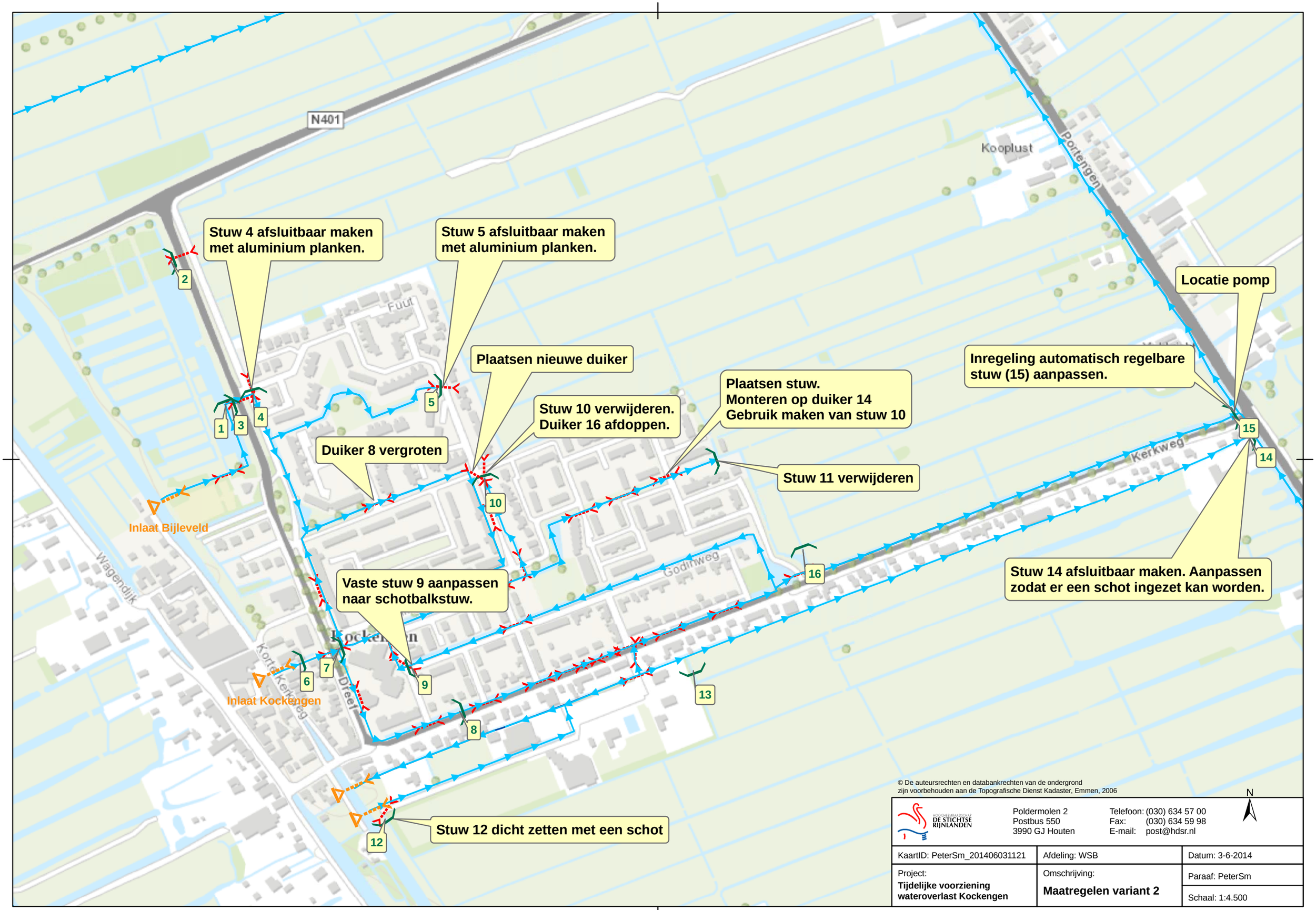
© De auteursrechten en databankrechten van de ondergrond
zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster, Emmen, 2006

N

HOOGHEEMRAADSCHAP DE STICHTSE RIJNLANDEN
Poldermolen 2
Postbus 550
3990 GJ Houten
Telefoon: (030) 634 57 00
Fax: (030) 634 59 98
E-mail: post@hdsr.nl

KaartID: PeterSm_201406030943	Afdeling: WSB	Datum: 3-6-2014
Project: **Tijdelijke voorziening wateroverlast Kockengen**	Omschrijving: **Maatregelen variant 1**	Paraaf: PeterSm
		Schaal: 1:4.200

1F. MAATREGELEN VARIANT 2

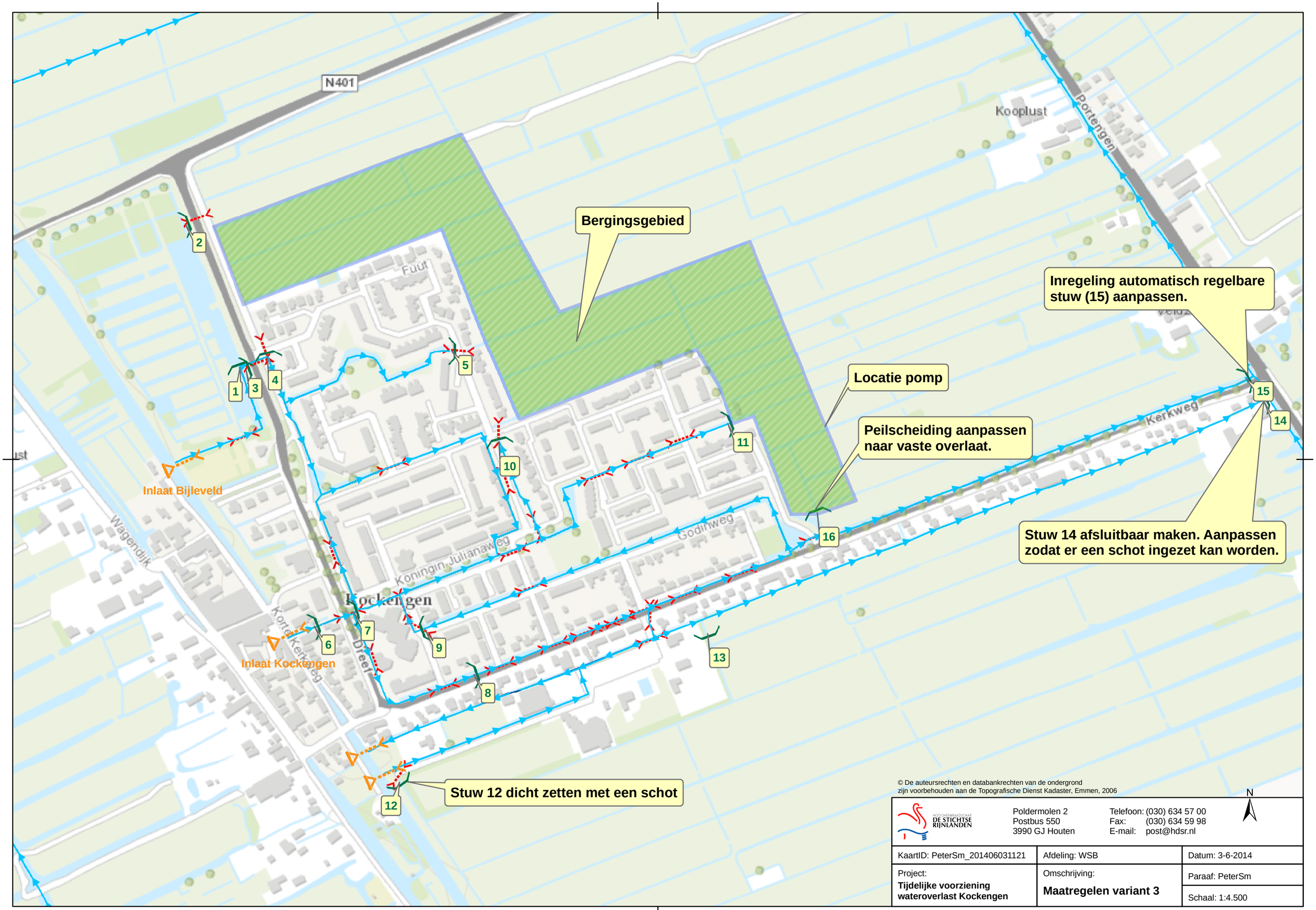


© De auteursrechten en databankrechten van de ondergrond
zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster, Emmen, 2006

HOOGHEMRAADSCHAP DE STICHTSE RIJNLANDEN
Poldermolen 2
Postbus 550
3990 GJ Houten
Telefoon: (030) 634 57 00
Fax: (030) 634 59 98
E-mail: post@hdsr.nl

KaartID: PeterSm_201406031121	Afdeling: WSB	Datum: 3-6-2014
Project: **Tijdelijke voorziening wateroverlast Kockengen**	Omschrijving: **Maatregelen variant 2**	Paraaf: PeterSm
		Schaal: 1:4.500

1G. MAATREGELEN VARIANT 3



© De auteursrechten en databankrechten van de ondergrond zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster, Emmen, 2006

N

HOOGHEEMRAADSCHAP DE STICHTSE RIJNLANDEN
Poldermolen 2
Postbus 550
3990 GJ Houten
Telefoon: (030) 634 57 00
Fax: (030) 634 59 98
E-mail: post@hdsr.nl

KaartID: PeterSm_201406031121	Afdeling: WSB	Datum: 3-6-2014
Project: **Tijdelijke voorziening wateroverlast Kockengen**	Omschrijving: **Maatregelen variant 3**	Paraaf: PeterSm
		Schaal: 1:4.500

BIJLAGE 2: INVENTARISATIE KUNSTWERKEN

In het begin van de onderzoeksfase is een inventarisatie gemaakt van alle kunstwerken. Dit is gedaan door buiten in het veld de kunstwerken te gaan bekijken en in de systemen bij HDSR te bekijken wat er al bekend is over de kunstwerken. In deze bijlage staan alle kunstwerken in het onderzoeksgebied beschreven die wellicht van belang kunnen zijn voor het onderzoek en de eventuele vragen die naar voren zijn gekomen over de kunstwerken.

1 STUWEN

In het hele gebied bevinden zich 14 stuwen en 2 vaste dammen. Dit zijn alle vormen van constructies in het gebied die bedoeld zijn om een peilscheiding te creëren. Hieronder wordt per stuw de functie en technische gegevens beschreven, indien relevant voor het onderzoek. Ook eventuele opmerkingen m.b.t. het onderzoek staan beschreven. Met name of deze afsluitbaar zijn. Als er erg veel neerslag valt kan het gebeuren dat het waterpeil in de polder dermate veel stijgt dat het waterpeil hoger komt te staan dan -1,85 m NAP en het water vanuit de polder het dorp in kan stromen. Dat is uiteraard niet de bedoeling en daarom is het handig om te weten of de stuwen ook af te sluiten zijn.

1.1 STUW 1

Deze stuw ligt in het natuurgebied. Het is een vaste stuw met een vaste overlaathoogte van -1,67 m NAP en een doorstroombreedte van 2 m. De stuw fungeert als peilscheiding tussen de watergang die de bebouwde kom van Kockengen voorziet van water en het natuurgebied. Daarnaast kan via de overlaat of de schuif in de stuw (op de afbeelding naast de peilschaal) water in het natuurgebied gelaten worden om deze van voldoende water te voorzien.

FIGUUR 1: STUW 1

1.2 STUW 2 T/M 5:

Dit zijn alle vier schotbalkstuwen. Dit type stuw is door middel van schotplanken in hoogte verstelbaar. Eén van deze schotten is het raamwerk waarover het water weg kan stromen naar het lagere peilgebied. In de tabel is te zien wat de minimale en maximale keerhoogte is van elke stuw. Direct achter deze stuwen bevind zich een duiker onder een weg (Dreef) door. Door het raamwerk waar het water door weg kan stromen te vervangen voor extra schotten is de stuw af te sluiten. Dit is echter redelijk omslachtig doordat de benodigde schotten te allen tijde voor het grijpen moeten liggen en het raamwerk vervolgens ook weer binnen handbereik opgeslagen moeten worden. Daarnaast is het een redelijk tijdrovende klus, aangezien er 5 van dit soort type stuwen in het gebied geplaatst zijn.

	stuw 2	stuw 3	stuw 4	stuw 5
Soort kunstwerk	schotbalkstuw	schotbalkstuw	schotbalkstuw	schotbalkstuw
Min kruinhoogte [m NAP]	-2,4	-2,45	-2,55	-2,55
Max kruinhoogte [M NAP]	-1,5	-1,55	-1,60	-1,60
Bovenpeil wp/zp [m NAP]	-1,6	-1,6	-1,90	-1,90
Benedenpeil wp/zp [m NAP]	-2,0/-1,9	-1,85	-2,0/-1,9	-2,0/-1,9
Doorstroombreedte [m]	1	1	1	1
Materiaal regel Constructie	aluminium	aluminium	aluminium	Aluminium
Materiaal hoofd Constructie	kunststof	kunststof	kunststof	kunststof
Beheer op Afstand	nee	nee	nee	nee

FIGUUR 2: STUW 2

FIGUUR 3: STUW 3

FIGUUR 4: STUW 3

FIGUUR 5: STUW 4

FIGUUR 6: STUW 5

1.3 Stuw 6:

Deze stuw zit direct achter *Inlaat Kockengen* en voor S6 en houdt een heel kort en klein peilgebiedje in stand met een waterstand van -0,85 m NAP Dit peil wordt aangehouden om de fundering van de naastliggende boerderij te beschermen. Deze stuw kan dus niet worden weggehaald of aangepast.

Figuur 7: stuw 6

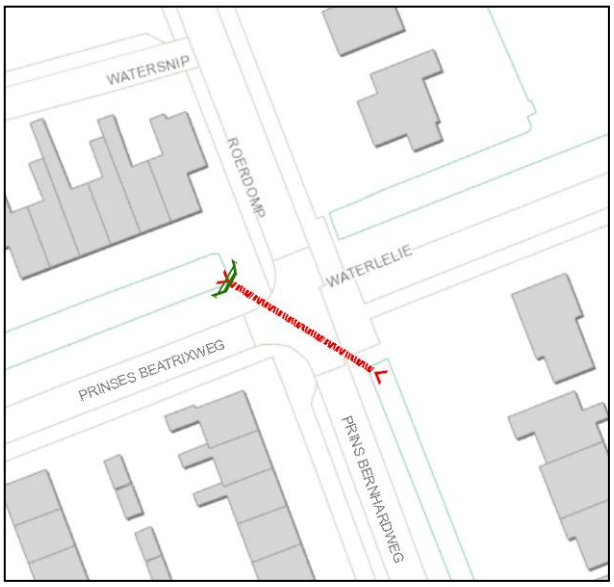
1.4 Stuw 9:

Heeft deze stuw nog wel een functie aangezien op het moment van inventarisatie het verschil tussen beneden- en bovenpeil minder dan een centimeter bedroeg. Was dat toevallig of is dat meer regel dan uitzondering? Verwijderen van de stuw kan mogelijk de doorstroming in het watersysteem bevorderen.

Figuur 8: stuw 9

1.5 STUW 10:

Deze stuw zit aan het eind van een tertiaire watergang (de gemeente is dus verantwoordelijk voor deze watergang). Het bovenpeil is -1,9 m NAP Deze stuw laat water via een duiker over van het dorp naar de polder. Deze stuw is eenzelfde type als de stuwen 2 t/m 5, een schotbalkstuw, en is op dezelfde wijze dicht te zetten. De maximale keerhoogte van deze stuw is -1.65 m. NAP Echter, als de stuw helemaal dichtgezet wordt, is automatisch de maaiveldhoogte de maatgevende keerhoogte.
Afgevraagd wordt of het voor de voorziening zinvol en haalbaar kan zijn om deze stuw weg te halen en vervolgens een duiker te plaatsen die de watergang verbind met de watergang langs de Prinses Beatrixweg. Dit kan wellicht de afstroom van het water versterken en vervangt dan tegelijkertijd de hemelwaterafvoer aan de andere kant van de Prins Bernhardweg, die tegelijkertijd dienst doet als (primaire) duiker. In figuur 9 staat een voorbeeld van deze situatie.



FIGUUR 9: MOGELIJKE LOCATIE NIEUWE DUIKER

FIGUUR 10: STUW 10

1.6 STUW 11:

Dit is een schotstuw en voert water vanuit het dorp af naar de polder. De stroombreedte van de stuw is 1,75 m en is met houten schotten dicht te zetten. De maximale keerhoogte is -1,7 m. NAP Dit is te laag voor het uitgangspunt om de kunstwerken te dimensioneren op een hoogte van -1,63 m. NAP Een overweging die gemaakt kan worden is om de stuw te verwijderen en bij de duiker, ongeveer 50 meter terug in de watergang, een constructie te plaatsen die als stuw kan fungeren, maar ook gemakkelijk afgesloten kan worden bij hoge waterstand in de polder. Wellicht vergelijkbaar met de schotbalkstuwen 2 t/m 5 en 10. Bovenpeil is een vast peil van -1,9 m NAP Benedenpeil is -1,90 m NAP zomerpeil en -2,00 m NAP winterpeil.
Verder begint de stuw hier en daar ook tekenen van ouderdom te vertonen. Op sommige plekken kun je zien dat het hout zijn beste tijd gehad heeft, maar op dit moment heeft dat nog geen consequenties voor de functionaliteit van de stuw.

FIGUUR 11: STUW 11

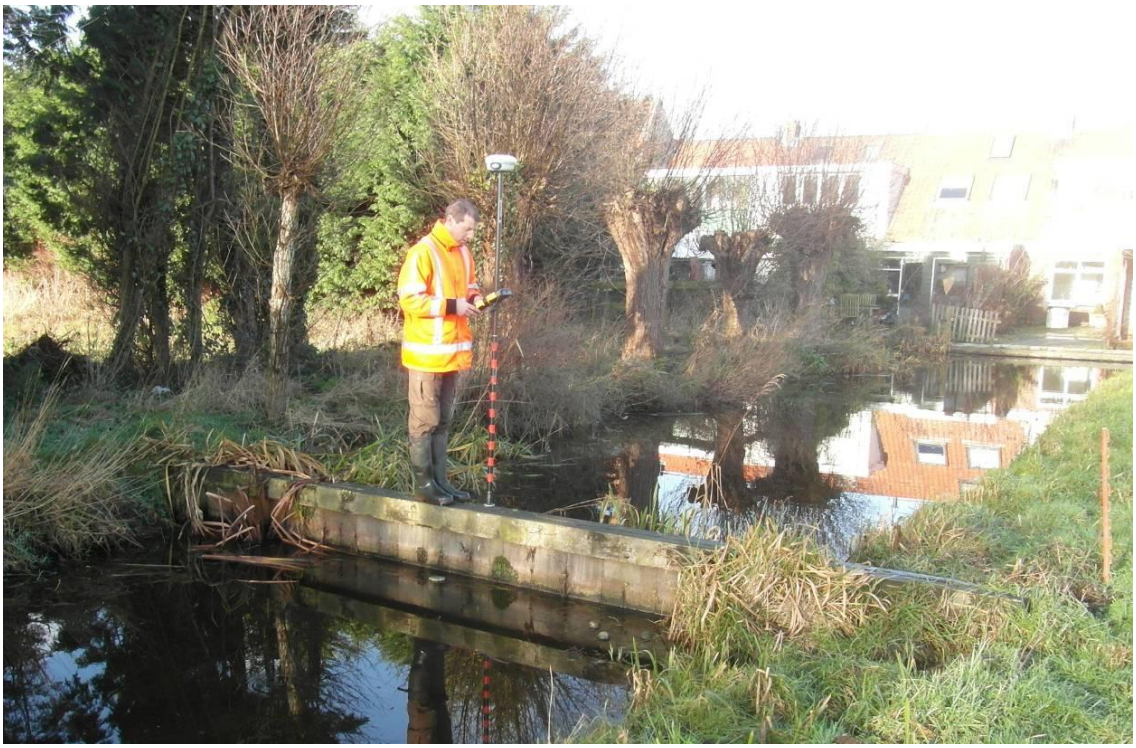
1.7 STUW 12:

Deze stuw heeft van oudsher de functie om ervoor te zorgen dat de waterstand in de sloot achter de Kerkweg op peil blijft (-1,85 m NAP) en dat er een doodlopende watergang (50m) langs de dijk van de Bijleveld doorgespoeld kan worden. Via duiker 30 is de watergang waar deze stuw zich in bevind verbonden met de watergang achter de Kerkweg. Door de plaatsing van de inlaat Sportweg en daarmee verandering van stroomrichting is de eerste functie komen te vervallen. Doordat de doodlopende watergang maar kort is, is de functie van doorspoelen eigenlijk overbodig. De stuw kan dan ook weggehaald worden als de duiker dichtgestopt of weggehaald wordt.

FIGUUR 12: STUW 12

1.8 STUW 13:

Dit is een kunstwerk die puur functioneert als peilscheiding (dus eigenlijk geen stuw). Het is een vast schot waar geen water overheen loopt. De bovenkant van het schot ligt op -1,5 m NAP



1.9 STUW 14:

Deze stuw zorgt ervoor dat de waterstand in de sloot achter de Kerkweg op peil blijft (-1,85 m NAP) en doorgespoeld kan worden. Het is een vaste stuw. Op dit moment kan er geen schot of iets dergelijks in geplaatst worden. De vaste keerhoogte is -1,87 m NAP en de stroombreedte is 0,60 m. De bovenkant van de stuw ligt op – 1,50 m NAP

FIGUUR 13: STUW 14

1.10 Stuw 15:

Dit is een geautomatiseerde, op afstand regelbare stuw. Het stuurpeil van deze stuw is -1,85 m NAP Het benedenpeil is -1,90 m NAP zomerpeil en -2,00 m NAP winterpeil. De maximale overstorthoogte is -1,63 m. NAP Bij deze stuw is logischerwijs al stroom aanwezig, dus dit zou een mogelijkheid kunnen zijn voor een permanente noodpomp.

Figuur 14: stuw 15

2 DUIKERS

In het projectgebied liggen in totaal 32 duikers. Dit zijn duikers van verschillende soorten en maten. Van de 32 duikers zijn er 22 duikers onderdeel van het primaire watersysteem en 10 van het tertiaire watersysteem. Van de duikers in het primaire watersysteem zijn er 2 die waarschijnlijk van oorsprong aangelegd zijn als hemelwaterriool en in de loop van de tijd door de gemeente aangesloten op het watersysteem om dienst te doen als duiker.
Omdat niet bekend is wanneer de metingen verricht zijn van waaruit de data in IRIS (GIS-programma) is opgenomen, zijn er nieuwe metingen verricht en gelijk de kunstwerken ingemeten waar nog geen data van beschikbaar was. Zo is een duidelijk beeld ontstaan van de kunstwerken in het onderzoeksgebied en met name van de duikers die zo goed als allemaal onder water liggen.
Van een aantal duikers is ondanks de metingen niet veel bekend, doordat ze niet gevonden zijn, of dat er iets vreemd uit de metingen naar voren is gekomen. Deze worden hieronder benoemd. Overigens zeggen de gegevens van de metingen alleen iets over de in- en uitstroom van de duikers en niets over de exacte ligging van de rest van de duiker. Het kan best zijn dat deze (in het midden) kapot of verstopt is of weg is gezakt waardoor de duiker als een sifon gaat functioneren.

2.1 DUIKER 7

Deze duiker is ooit aangelegd om hemelwater van de straten en daken af te voeren naar de watergangen. Tegelijkertijd is deze duiker onderdeel van het (primaire) watersysteem. De duiker zit bovenstrooms in het bovenpand bij stuw 7 (langs de Dreef) en komt benedenstrooms uit in de watergang langs de Prinses Beatrixweg. Doordat er een peilverschil van ± 15 cm zit tussen de in- en uitstroom vindt er een constante stroming door deze duiker plaats. Echter is de duiker zelf aan beide zijden niet te vinden. Volgens de rioleringstekeningen van de gemeente Stichtse Vecht heeft deze duiker een diameter van 160 mm en is deze gemaakt van PVC.

FIGUUR 15: DUIKER 7

FIGUUR 16: DUIKER 7

2.2 DUIKER 8

Dit is een duiker die volledig onder water ligt en een diameter heeft van 110 mm. Deze geringe diameter komt de doorstroming niet ten goede. Er kan maar weinig water doorheen stromen. Daarnaast is de kans op verstoppen door de geringe diameter relatief groot. Ook is de kans dat de duiker in het midden verzakt of kapot is relatief groot. Ook dit heeft te maken met de kleine diameter. De wand van de duiker is dunner dan bij grotere duikers, waardoor verzakkingen of scheuren sneller kunnen optreden.

2.3 DUIKER 9

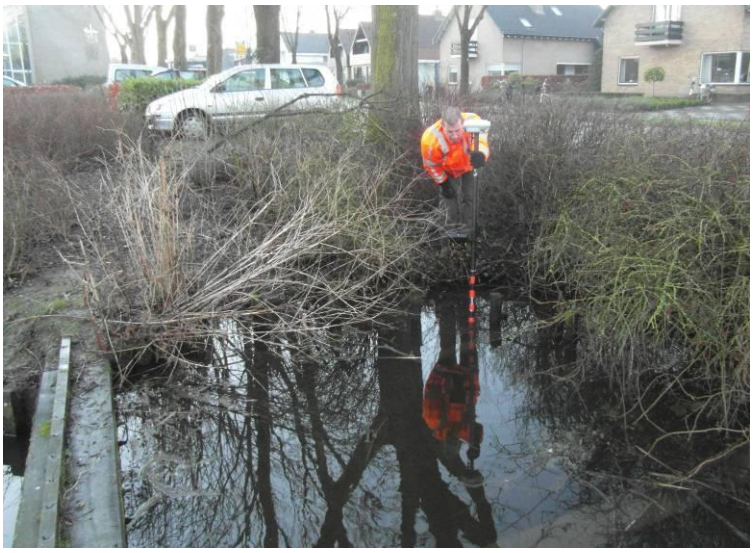
Deze duiker bestaat niet. In eerste instantie leek het er op dat er tegen alle verwachtingen in een duiker onder de Roerdomp (bij de Prinses Beatrixweg) door zou liggen naar de polder toe, maar dit bleek toch niet het geval te zijn.

2.4 DUIKER 10

Deze duiker heeft ongeveer hetzelfde verhaal als duiker 8. Ook dit is een combinatie van hemelwaterafvoer en onderdeel van het (primaire) watersysteem. Ook van deze duiker valt de exacte locatie van de in- en uitstroom niet met zekerheid vast te stellen. Wel weet men zeker dat deze duiker er ligt. Het waterniveau van de straatkolken is overigens exact hetzelfde als het oppervlaktewater, waaruit geconcludeerd kan worden dat er een verbinding tussen deze twee is. Volgens de rioleringtekeningen van de gemeente Stichtse Vecht heeft de duiker een diameter van 300 mm en is gemaakt van GVK (Glasvezel Versterkte Kunststof).

2.5 DUIKER 17

Vanuit het hoge pand achter stuw 7 loopt een duiker naar de watergang langs de Kerkweg. Deze duiker zorgt voor doorspoeling van deze watergang en het op peil houden hiervan. Ongeveer in het midden van deze duiker bevind zich een inspectieput. In deze put maakt de duiker een haakse bocht. Het is niet bekend hoe de duiker vervolgens verder gaat richting de Kerkweg en waar deze uit komt in de watergang. De duiker heeft een diameter van 450 mm en is gemaakt van PVC.



FIGUUR 17: DUIKER 17, INSTROOM

FIGUUR 18: INSPECTIEPUT DUIKER 17

2.6 Duiker 18, 19, 20, 22 t/m 26

Deze duikers liggen allemaal langs de Kerkweg en hebben een diameter afwisselend tussen de 400 en 600 mm. Duiker 22 is niet te vinden, maar volgens de bewoner die gebruik maakt van de dam heeft deze duiker een diameter van ongeveer 400 mm.
De BOB (binnen onderkant buis) van deze duikers liggen allemaal ongeveer een meter onder het waterpeil. Dit is waarschijnlijk het gevolg van het steeds verder wegzakken in de slappe veenbodem. Tijdens het opzoeken en inmeten van de duikers werd geconstateerd dat er veel bagger, stenen, (water)planten en blad rondom en voor de duikers ligt. De verwachting is daardoor dat er in de duikers ook veel bagger en andere materialen zit, wat de doorstroming verminderd. In welke mate de doorstroming wordt verminderd en of dit gevolgen heeft voor het watersysteem is niet bekend.

2.7 Duiker 27

Dit is een vreemde duiker. Bovenstrooms is een pijp gevonden met een diameter van 125 mm en benedenstrooms een pijp van 300 mm. Tijdens de meting werd niet duidelijk wat de oorzaak en/of reden van is. Wel was op dezelfde dag een bedrijf in opdracht van de gemeente Stichtse Vecht bezig om de duiker te gaan inspecteren. De resultaten hiervan kunnen meer inzicht geven in de situatie en zullen daarom opgevraagd worden bij de gemeente.

2.8 Duiker 30

Deze duiker is eigenlijk overbodig. Samen met stuw 12 zorgt deze duiker ervoor dat er een doodlopende watergang langs de dijk van de Bijleveld doorgespoeld kan worden. Dit is echter maar een kort stuk van ongeveer 50 m. Hierdoor is het belang van een stuw en duiker heel laag. Daartegenover staat dat voor de robuustheid van het watersysteem deze duiker en stuw beter weggehaald kunnen worden. De mogelijkheid dat er water vanuit de polder het dorp instroomt wordt dan weggenomen. Duiker 30 kan dus weggehaald of dichtgestopt worden.

BIJLAGE 3: BESCHRIJVING SOBEK MODEL

In het modelleringsprogramma Sobek zijn de huidige situatie van het watersysteem in Kockengen en de drie uitgewerkte varianten geschematiseerd om zo te berekenen of de bedachte maatregelen goed genoeg werken. In deze bijlage is beschreven hoe het model is opgebouwd, welke uitgangspunten en aannames zijn gebruikt. De gebruikte weerstanden en coëfficiënten zijn afgeleid van het cultuurtechnisch vademecum

1 INLEIDING

Bij het modelleren is gebruikgemaakt van de modules 1DFlow (rural) en RR (Rainfall Runoff). In de RR module wordt de afvoer van het verhard en onverhard oppervlak naar de watergangen berekend. Ook is hier, indien nodig, de afvoer naar de rioolzuivering via de riolering in verwerkt.

De 1DFlow module is het zogenoemde channelflow model waarin de watergangen en kunstwerken en hun afmetingen geschematiseerd zijn. In deze module worden de waterstanden in de watergangen berekend. Hierbij wordt de afvoer van de RR module gebruikt als input in de 1DFlow module.

2 SETTINGS EN METEOROLOGISCHE DATA

Voordat de schematisatie van het model getekend kan worden, dienen de algemene instellingen voor de berekening van het model en de gebruikte neerslaggebeurtenis ingevoerd te worden.
Het gaat bij de algemene instellingen vooral om de instellingen hoe er in het model gerekend wordt. Onder andere de tijdstappen tussen elke berekening, de data waarmee de berekeningen gestart worden en hoe de twee modules data uitwisselen.

2.1 SETTINGS

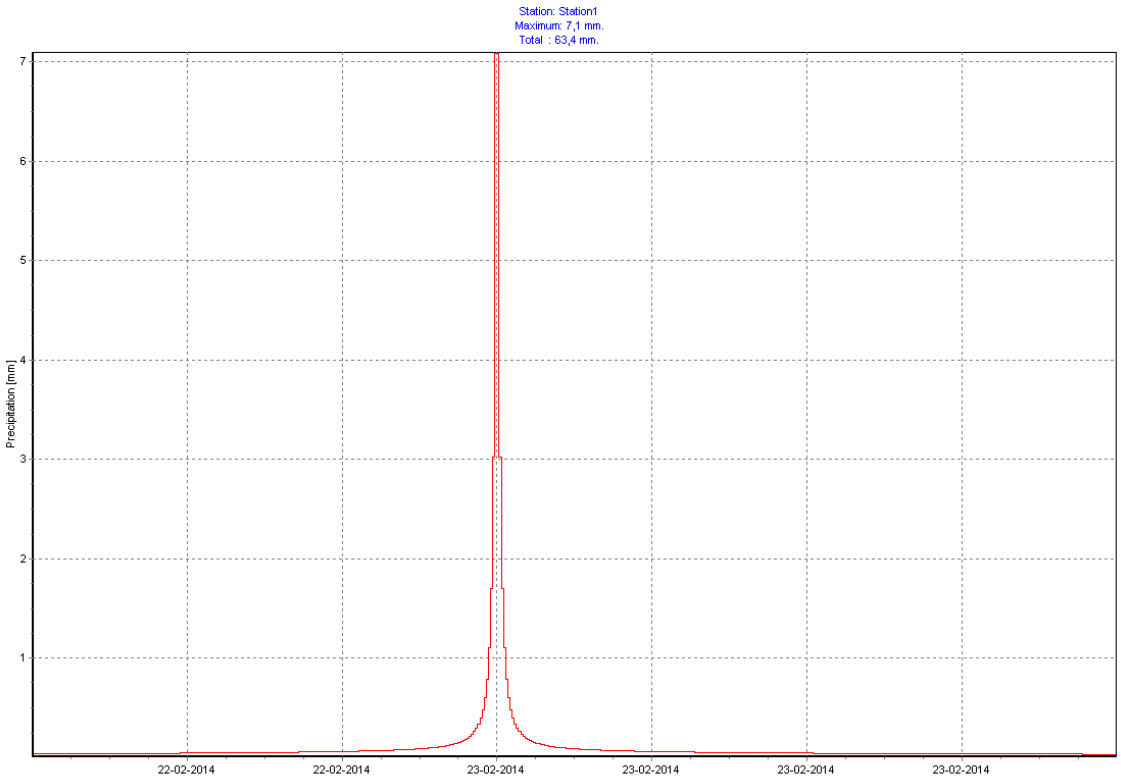
De meeste van deze instellingen zijn standaard voorgeprogrammeerd in Sobek en hier is niet veel aan veranderd.
De initiele data die gebruikt is aan het begin van de berekeningen is verkregen via een restartfile. In deze restartfile is de schematisatie met een droogweersituatie en een hoge waterstand doorgerekend. Het model loopt hierdoor als het ware leeg. Daarmee worden de juiste waterstanden (streefpeilen in de verschillende peilgebieden) verkregen om de echte modelberekening mee te beginnen.

De wijze waarop de 1DFlow en RR module met elkaar 'samenwerken' kan op twee manieren, gelijktijdig of opeenvolgend. In dit model rekenen de modules gelijktijdig. Dat houdt in dat bij de berekening van de afvoer van het RR model naar het 1DFlow model, door het RR model bij elke berekening gekeken wordt naar de huidige waterstanden in het 1DFlow model en de afvoer van het RR model naar het 1DFlow model hierop aanpast.

De berekeningsperiode en de tijdstappen tussen elke berekening worden afgeleid van de gebruikte waarden in de meteorologische data.

2.2 METEOROLOGISCHE DATA

Een eis aan de tijdelijke voorziening is dat deze er voor moet kunnen zorgen dat bij een neerslaggebeurtenis die statistisch gezien eens in de tien jaar voorkomt er wel wateroverlast mag ontstaan, maar dat de straten binnen 24 uur weer droog zijn. Daarom wordt er in de modelberekeningen ook gebruik gemaakt van een dergelijke gebeurtenis. HDSR heeft voor Sobek verschillende neerslaggebeurtenissen laten maken die opgesteld zijn aan de hand van de door Stowa opgestelde maatgevende gebeurtenissen (T=1 tot T=100). Het gaat hierbij voor dit onderzoek om een piekbui waarbij op het hoogtepunt 29 mm regen in een uur valt. In de hele berekeningsperiode valt 64 mm. In onderstaande grafiek is het verloop van de bui weergegeven.



FIGUUR 1: VERLOOP NEERSLAGGEBEURTENIS PIEKBUI T=10

De meteorologische data is opgesteld met tijdstappen van 5 minuten. Deze tijdstappen zijn ook gebruikt in de berekeningen. Dat betekent dat elke 5 minuten een berekening wordt gemaakt van de afvoer en waterstanden.

3 SCHEMATISATIE MODEL

De basis van de schematisatie van het model is het 1DFlow model waarmee HDSR het hele beheersgebied kan doorrekenen. Aangezien dit een heel groot model is, zijn alle watergangen en kunstwerken buiten het onderzoeksgebied weggeknipt zodat alleen een schematisatie van het onderzoeksgebied overbleef. Deze schematisatie is vervolgens verbeterd en aangepast. Daarna is aan het 1DFlow model het RR model toegevoegd.

3.1 1DFLOW MODEL

In het 1DFlow model wordt het watersysteem zo nauwkeurig mogelijk nagebootst door middel van verschillende nodes en channelflows. Deze nodes simuleren de kunstwerken en watergangen. In Figuur 2 is een overzicht te zien van deze schematisatie.

FIGUUR 2: SCHEMATISATIE 1DFLOW MODEL

In de 1DFlow model schematisatie is gebruikt gemaakt van de volgende nodes.

		Icoon
Boundaries	Vormen de begrenzing van het model	
Cross sections	Dwarsprofielen van de watergangen	
Culverts	Duikers	
Weirs	Stuwen	
Pumps	Pompen	
Connection nodes	Verbinding tussen twee reaches, einde doodlopende watergang	
Calculation points*	rekenpunten	

TABEL 1: GEBRUIKTE NODES IN 1DFLOW MODEL

*Niet te zien op figuur 2. Dit zijn er te veel om de afbeelding overzichtelijk te houden.

Voor een aantal nodes dienen de juiste gegevens ingevoerd te worden om de kunstwerken en watergangen goed te schematiseren.

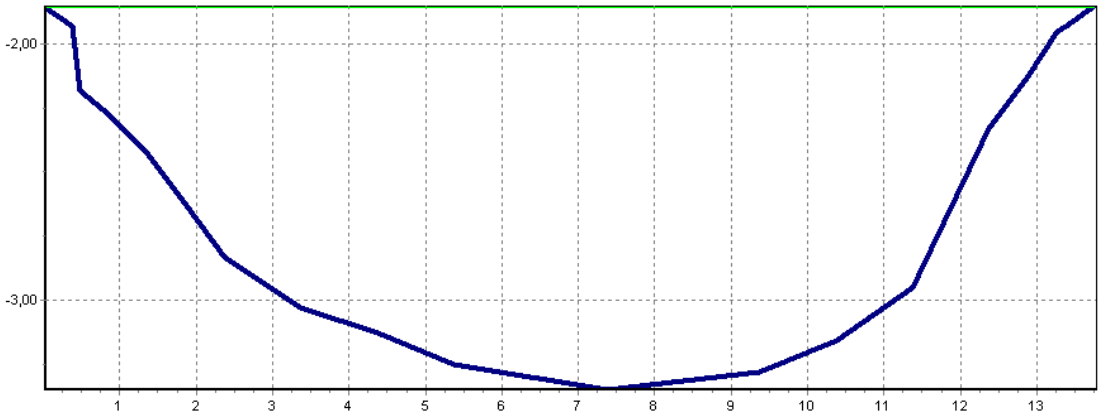
Boundaries

De boundaries aan het 'begin' van het watersysteem zijn de inlaten vanuit de boezem Bijleveld. Deze hebben geen debiet omdat de inlaten bij overschrijding van het streefpeil automatisch dichtgezet worden.

De boundaries aan het 'eind' van het watersysteem zijn de nodes waar het water het systeem uitgelaten wordt. Deze nodes hebben een vaste overlaathoogte die gelijk is gesteld op het streefpeil van het landelijk gebied (-1,90 m NAP). Doordat er aan deze overlaat geen begrenzing zit in de vorm van een overstortbreedte zal er hier geen peilstijging geconstateerd worden.

Cross sections

Met behulp van de cross sections worden de dwarsprofielen van de watergangen geschematiseerd. Sobek gebruikt deze dwarsprofielen in de channelflow om de hele watergang te schematiseren. Van de meeste watergangen zaten de dwarsprofielen al in het basismodel. Dit zijn zeer nauwkeurig dwarsprofielen omdat de data afkomstig is van dwarsprofielmetingen in het onderzoeksgebied. Een voorbeeld van een dergelijk dwarsprofiel is te zien in Figuur 3.



FIGUUR 3: DWARSPROFIEL WATERGANG

In een aantal watergangen verschillen de afmetingen van het dwarsprofiel in de lengte van de watergang. Sobek kijkt in dergelijke gevallen naar de afstand tussen twee cross section nodes en interpoleert de dwarsprofielen vervolgens over de lengte van de watergang. Zo ontstaat een gelijdelijke overgang tussen twee verschillende dwarsprofielen.

Bij de dwarsprofielen dient ook aangegeven te worden met welke weerstand het water in de watergang te maken heeft. Dit is onder andere afhankelijk van de afmetingen van de watergang, het talud (glad of ruw) en de mate van begroeiing en obstakels in de watergang. De waarde van de weerstand is bepaald met de methode van Bos & Bijkerk. Hiervoor dient een km-waarde ingevoerd te worden.
Aangezien de watergangen in het onderzoeksgebied in redelijk overeenkomende omstandigheden verkeren en afmetingen hebben is voor elke watergang dezelfde waarde aangehouden van 23 m^1/3*s^-1. Dit is een

standaardwaarde die veel gebruikt wordt om (in een zomerse situatie, meer begroeiing) weerstanden in een watergang te simuleren.

Culverts

Voor dit onderzoek zijn van alle duikers in het onderzoeksgebied zijn de diameter, lengte en hoogteligging bepaald. De resultaten hiervan zijn te vinden in Bijlage 1D, Duikers. Deze gegevens zijn ingevuld bij de culvert nodes in het model.

Bij een duiker treden in- en uittreeverliezen op. Deze coëfficiënten dienen ook ingevuld te worden. Hiervoor zijn de standaardwaarden gebruikt.
Inlet loss coëfficiënt: 0.7
Outlet loss coëfficiënt: 1

Ook in de duiker treed weerstand op. De waarde hiervan is met name afhankelijk van het materiaal. Hiervoor wordt de methode van Manning gebruikt. Voor de duikers van pvc is een waarde van 100 m^1/3*s^-1 gebruikt en voor de betonnen duikers 75 m^1/3*s^-1, omdat deze ruwer zijn.

Weirs

In het onderzoeksgebied bevinden zich 8 stuwen. In Sobek zijn voor elke stuw de juiste afmetingen ingevuld. Hierbij gaat het om de overstortbreedte, de overstorthoogte. In Tabel 2 staan de afmetingen van de stuwen. In de tabel staan twee waardes voor de overstorthoogtes. Tijdens de berekening worden namelijk een aantal stuwen dichtgezet waardoor de overstorthoogtes veranderen.

	Overstortbreedte	Overstorthoogte	Overstorthoogte tijdens bui
Stuw 3	1,00 m	-1,75 m NAP	-1,75 m NAP
Stuw 4	1,00 m	-1,90 m NAP	0,00 m NAP
Stuw 5	1,00 m	-1,90 m NAP	0,00 m NAP
Stuw 7	6,00 m	-1,55 m NAP	-1,55 m NAP
Stuw 8	2,00 m	-1,75 m NAP	-1,75 m NAP
Stuw 9	0,40 m	-1,85 m NAP	-1,85 m NAP
Stuw 10	1,00 m	-1,90 m NAP	0,00 m NAP
Stuw 11	1,75 m	-1,90 m NAP	0,00 m NAP
Stuw 14	0,60 m	-1,85 m NAP	0,00 m NAP
Stuw 15	2,00 m	-1,85 m NAP	0,00 m NAP

TABEL 2: STUWEN

De toegepaste coëfficiënten zijn de standaardwaarden:
Discharge coëfficiënt Ce: 1
Lateral contraction Cw: 1

Pumps
In de varianten worden pompen gebruikt om het overtollige water af te voeren uit het onderzoeksgebied. Deze pompen zijn dan ook in het model ingevoegd. In Tabel 3 zijn de debieten en in- en uitslagpeilen van de pompen weergegeven.

	Variant 1		Variant 2	Variant 3
	Pomp 1	Pomp 2	Pomp 1	Pomp 1
Debiet	5 m³/min	5 m³/min	5 m³/min	5 m³/min
Inslagpeil	-1,83 m NAP	24 uur na begin wateroverlast	-1,83 m NAP	-2,15 m NAP
Uitslagpeil	-1,90 m NAP	Na overlast	-1,90 m NAP	-2,23 m NAP

TABEL 3: POMPEN

3.2 RR MODEL

Zoals al eerder beschreven is in het RR model de afvoer van water van het verhard en onverhard oppervlak naar het open water (1DFlow model) gesimuleerd en de afvoer van regenwater naar de rioolzuivering. Ook dit gebeurd met behulp van zogenoemde nodes, zoals weergegeven in de schematisatie van Figuur 4. Een detailafbeelding van hoe de opbouw van de afvoer er uit ziet in Sobek is te zien in Figuur 5.

FIGUUR 4: RR MODEL

FIGUUR 5: DETAIL RR MODEL

Om de afvoer zo realistisch mogelijk te maken is het onderzoeksgebied opgeknipt in kleine gebiedjes die op een bepaalde locatie in een watergang het water afvoeren. De verdeling van de gebiedjes is afgeleid van het rioleringsysteem en de verwachtte afstroomrichting van het maaiveld naar de watergang. In een gescheiden rioolstelsel wordt het regenwater dat op de huizen en straten valt in een aparte rioleringsbuis opgevangen en afgevoerd naar de watergang. Van rioleringstekeningen is afgeleid welk gebied er op één streng is aangesloten en waar deze streng op afvoert. Deze oppervlakte vormt een deelgebiedje in het model. In de bijlage 1H is op een kaart de verdeling van de deelgebiedjes weergegeven met bijbehorende naam en maaiveldhoogte. De oppervlakte van een deelgebied is vervolgens nog opgesplitst in een gedeelte verhard oppervlak, onverhard oppervlak en oppervlak open water.
Hierbij is de volgende verhouding aangehouden die voor heel het onderzoeksgebied geldt:

- Verhard oppervlak: 35 %
- Onverhard oppervlak: 55 %
- Oppervlak open water: 10 %

De verschillende nodes die gebruikt zijn in dit model staan in Tabel 4.

Unpaved node	Afvoer van onverhard oppervlak	
Paved node	Afvoer van verhard oppervlak	
Flow-RR connection on channel	Verbinding tussen RR model en 1DFlow model	
Wasteater Treatment Plant	RWZI	
Boundary	Afvoer van rwzi uit model	

TABEL 4: TOEGEPASTE NODES IN RR MODEL

Unpaved node
De unpaved nodes simuleren de afvoer van regen dat op het onverhard oppervlak terecht komt. Sobek berekend per tijdstap hoeveel water er afstroomt naar het open water. Dit gaat van de unpaved node via een RR-link (het zwarte lijntje in Figuur 5) naar een Flow-RR connection node (zie een van de volgende alinea's) alwaar het in het open water terecht komt.

Hoe snel en op welke wijze het water afgevoerd wordt op het open water is afhankelijk van een aantal gegevens die ingevoerd kunnen worden.

Allereerst is de oppervlakte van het onverhard oppervlak bepaald (aan de hand van de hiervoor beschreven) verhoudingen en de al eerder bepaalde maaiveldhoogte ingevoerd.
Vervolgens zijn een aantal gegevens ingevoerd die voor elke unpaved node gelijk zijn.

Soil
Het bodemtype wat toegepast is, is *peat average (μ=0,067 per m)*

Max allowed groundwaterlevel
De maximale grondwaterstand is gelijk met maaiveldhoogte

Initial groundwater level
De initiele grondwaterstand is gelijk met de initiele waterstand bij de boundary node (Flow RR-connection node)

Storage on land
De berging op het maaiveld is *initieel 0 mm en maximaal 10 mm*. Dit betekend dat er 10 mm op het maaiveld geborgen kan worden en de rest afgevoerd wordt op het open water.

Infiltration
Er infiltreert *20 mm* neerslag per uur in de bodem. Als de bodem volledig verzadigt is, infiltreert er vanzelfsprekend geen water meer in de bodem en stroomt het direct af naar het open water, totdat de bodem niet meer verzadigt is.

Drainage
In Sobek kunnen verschillende methodes gebruikt worden om te berekenen hoe het water zich in de bodem gedraagt. In dit model is gebruik gemaakt van de methode van De Zeeuw-Hellinga.
Hierbij dient ingevuld te worden hoe snel het water wordt afgevoerd van het maaiveld (surface runoff), de infiltratie vanuit het oppervlaktewater in de bodem (horizontal inflow) en de uitstroom van de bodem naar de watergang (reaction factor). Hieronder staan de gebruikte waardes.

Surface runoff:	*5*
Horizontal inflow:	*0.05*
Reaction factor:	*0.7*

Seepage
Er is geen sprake van kwel in het onderzoeksgebied. Deze waarde is dus *0*.

Paved node

De paved nodes simuleren de afvoer van regen dat op het verhard oppervlak terecht komt. Sobek berekend per tijdstap hoeveel water er afstroomt naar het open water en hoeveel water er via het rioleringsstelsel (afhankelijk van het systeem) wordt afgevoerd. Het water gaat van de paved node via een RR-link (het zwarte lijntje in figuur 5) naar een Flow-RR connection node (zie een van de volgende alinea's) alwaar het in het open water terecht komt. Afhankelijk van het type rioleringsstelsel gaat ook een gedeelte van de neerslag via een RR-sewerage link (de rode lijnen in Figuur 6) naar de rioolzuivering (wwtp node).

De snelheid van afvoer van de straat, direct op het open water is afhankelijk van de afvoercoeffient. Deze is voor alle paved nodes gelijk en vastgesteld op 0,6 .

Afhankelijk van het type rioleringsstelsel dienen er nog een aantal gegevens ingevoerd te worden om de afvoer zo realistisch mogelijk te simuleren. Deze gegevens staan per type stelsel weergegeven in Tabel 5,Tabel 6Tabel 7. Als een waarde overschreden wordt, stroomt het water direct af van het maaiveld naar het open water.

Mixed sewer system	
Capacity RWA	0.7
Capacity DWA	0
RWA pumps to	WWTP
DWA pumps to	n.v.t.
Storage on street	Initial 0 mm maximum 5 mm
Storage in RWA	initial 0 mm maximum 7 mm
Storage in DWA	n.v.t.
Verbruik DWA	125 l/inwoner Aantal inwoners afhankelijk van oppervlak

TABEL 5: TOEGEPASTE GEGEVENS SOBEK GEMENGD RIOLERINGSSYSTEEM

Seperated sewer system	
Capacity RWA	0
Capacity DWA	0
RWA pumps to	Boundary node
DWA pumps to	n.v.t.
Storage on street	Initial 0 mm maximum 5 mm
Storage in RWA	initial 0 mm maximum 0 mm
Storage in DWA	n.v.t.
Verbruik DWA	n.v.t.

TABEL 6: TOEGEPASTE GEGEVENS SOBEK GESCHEIDEN RIOLERINGSSYSTEEM

Improved seperated sewer system	
Capacity RWA	0.7
Capacity DWA	0
RWA pumps to	WWTP
DWA pumps to	n.v.t.
Storage on street	Initial 0 mm maximum 5 mm
Storage in RWA	Initial 0 mm maximum 0 mm
Storage in DWA	Initial 0 mm maximum 4 mm
Verbruik DWA	125 l/inwoner Aantal inwoners afhankelijk van oppervlak

TABEL 7: TOEGEPASTE GEGEVENS SOBEK VERBETERD GESCHEIDEN RIOLERINGSSYSTEEM

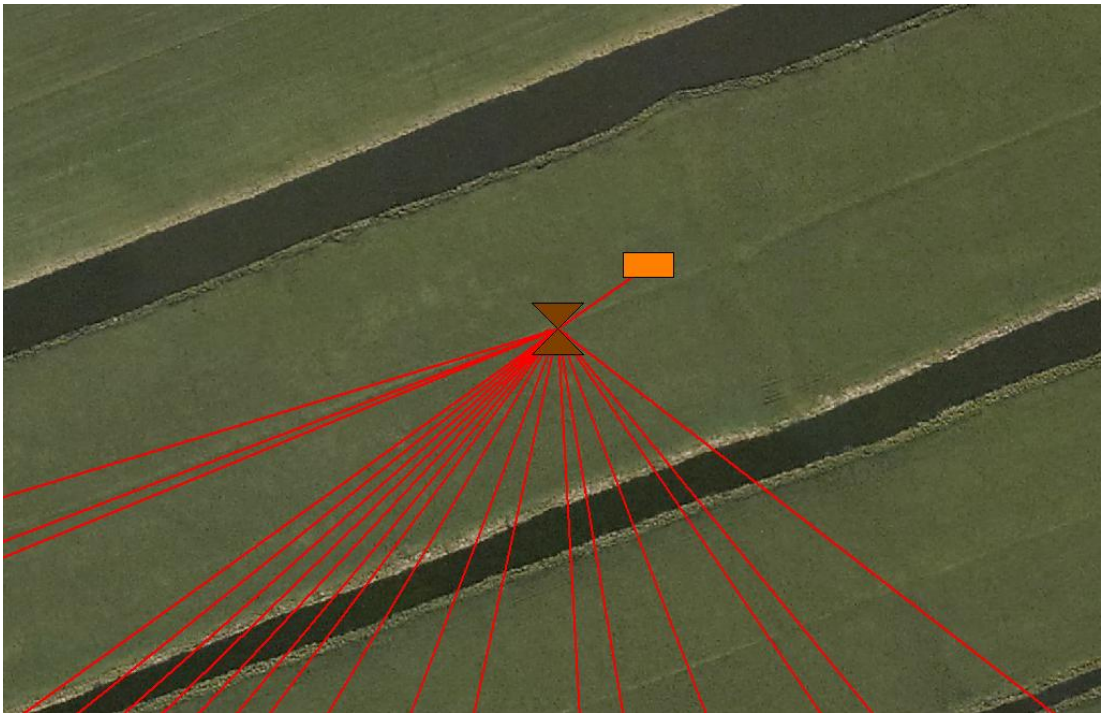
Flow-RR connection on channel

De Flow-RR connection on channel node is de verbinding tussen het RR model en het Flow model. Op dit punt stroomt het water van de unpaved en paved nodes af in de watergang. Het is een boundary node, wat betekend dat er een boundary level ingevuld dient te worden. Dit geeft aan wanneer het water afstroomt op het open water. De boundary level is variabel ingesteld waarbij bij elke rekenstap gekeken wordt naar de huidige waterstand.

Wastewater Treatment Plant en Boundary

In het RR model wordt het water dat via het gemengde en DWA riool wordt afgevoerd, afgevoerd naar de rioolzuivering. Dit is in Sobek gesimuleerd met een WWTP node (wastewater treatment plant). Hier wordt het afvalwater verzamelt en via een boundary node afgevoerd uit het model. In Figuur 6 is de schematisatie van de WWTP en boundary node te zien.

Voor de WWTP node kunnen geen instellingen ingevoerd worden. De boundary level is heeft in dit geval geen invloed op het model en is daarom op 0 m NAP gezet.

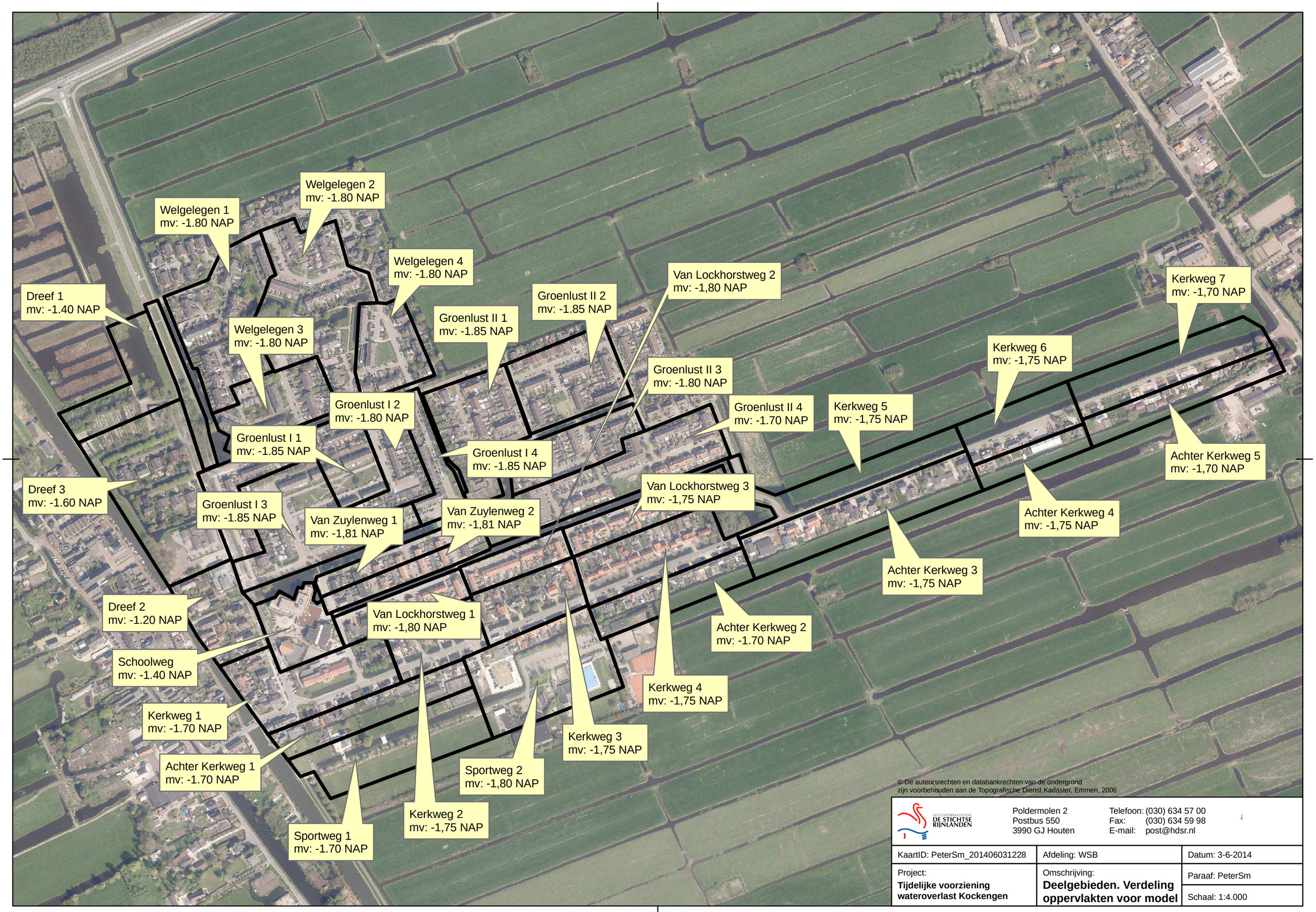


FIGUUR 6: DETAIL AFVOER NAAR WWTP IN RR MODEL

BIJLAGE 4: RESULTATEN MODELBEREKENING

4A. Verdeling oppervlakten voor Sobek
4B. Resultaten modelberekening: huidige situatie
4C. Resultaten modelberekening: Variant 1. hoogste waterstand
4D. Resultaten modelberekening: Variant 1. Waterstand na 24 uur
4E. Resultaten modelberekening: Variant 2. hoogste waterstand
4F. Resultaten modelberekening: Variant 2. Waterstand na 24 uur
4G. Resultaten modelberekening: Variant 3. hoogste waterstand
4H. Resultaten modelberekening: Variant 3. Waterstand na 24 uur

4A. VERDELING OPPERVLAKTEN SOBEK

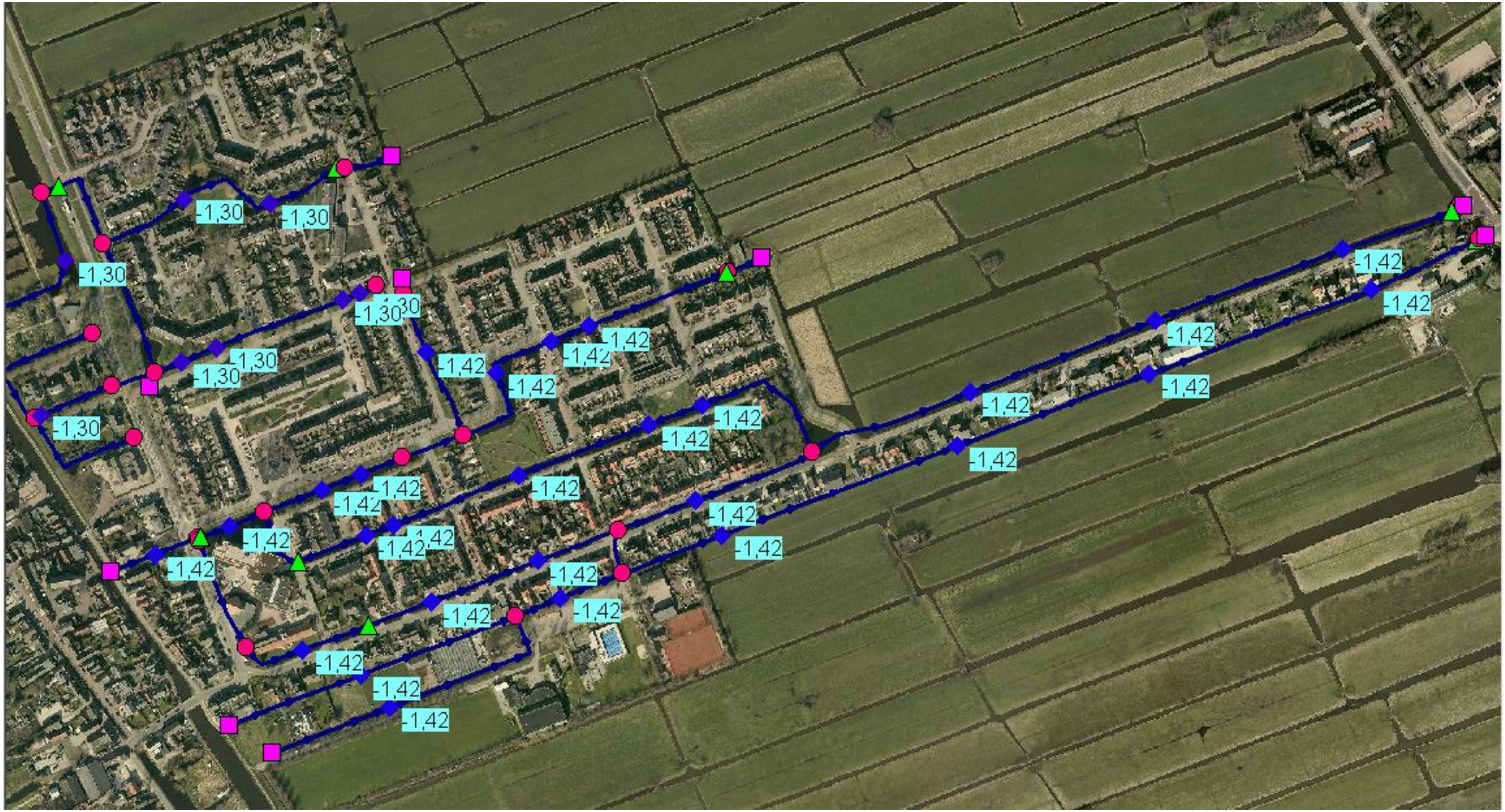


© De auteursrechten en databankrechten van de ondergrond
zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster, Emmen, 2006

HOOGHEMRAADSCHAP DE STICHTSE RIJNLANDEN
Poldermolen 2
Postbus 550
3990 GJ Houten
Telefoon: (030) 634 57 00
Fax: (030) 634 59 98
E-mail: post@hdsr.nl

KaartID: PeterSm_201406031228	Afdeling: WSB	Datum: 3-6-2014
Project: **Tijdelijke voorziening wateroverlast Kockengen**	Omschrijving: **Deelgebieden. Verdeling oppervlakten voor model**	Paraaf: PeterSm
		Schaal: 1:4.000

4B. RESULTATEN MODELBEREKENING: HUIDIGE SITUATIE


-1,30
-1,30
-1,30
-1,30
-1,30
-1,30
-1,30
-1,42
-1,42
-1,42

4C. RESULTATEN MODELBEREKENING: VARIANT 1. HOOGSTE WATERSTAND

4D. RESULTATEN MODELBEREKENING: VARIANT 1. WATERSTAND NA 24 UUR

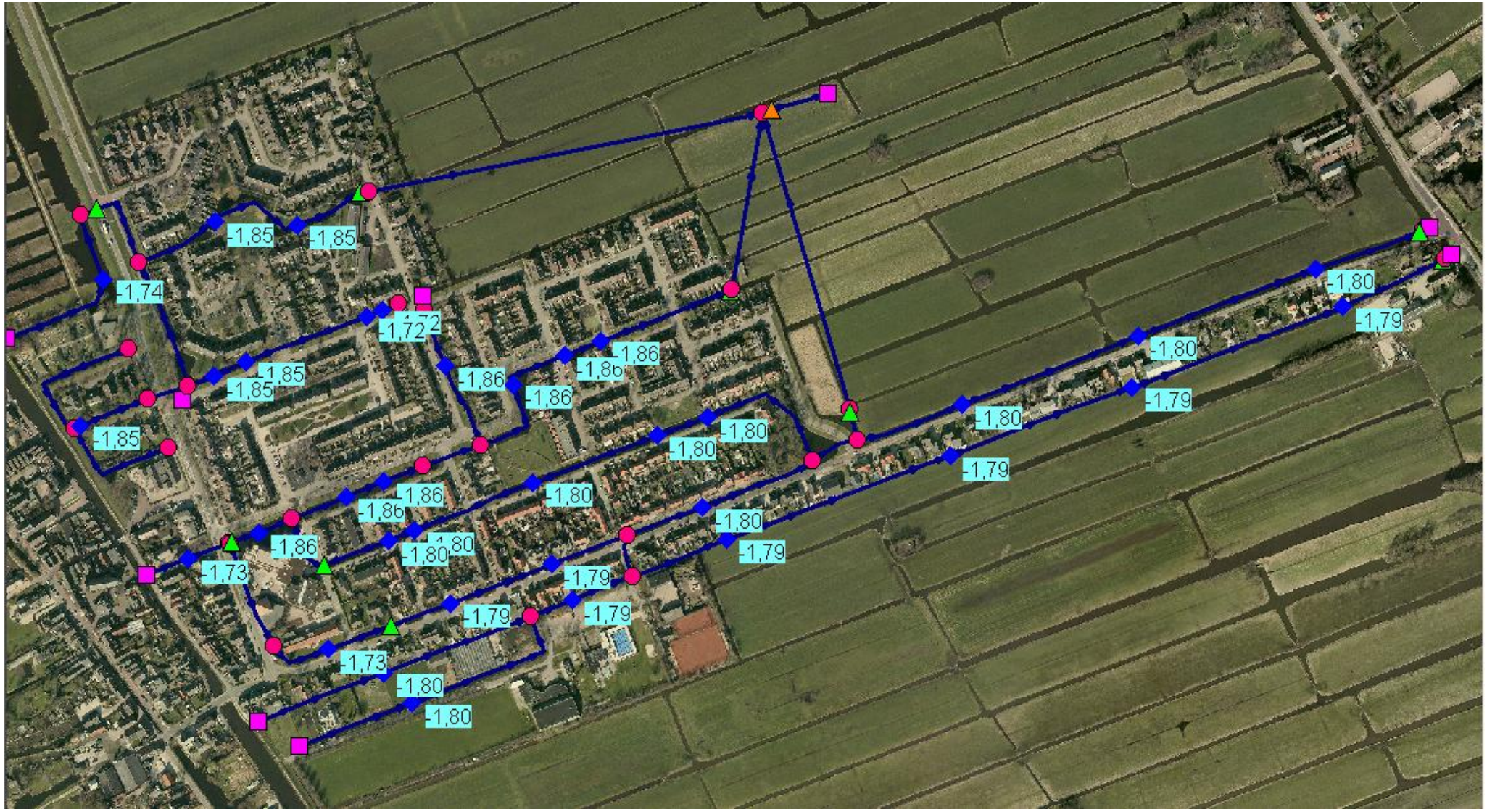
4E. RESULTATEN MODELBEREKENING: VARIANT 2. HOOGSTE WATERSTAND

4F. RESULTATEN MODELBEREKENING: VARIANT 2. WATERSTAND NA 24 UUR

-1,60
-1,60
-1,60
-1,60
-1,60
-1,60
-1,60
-1,60
-1,60
-1,60
-1,60
-1,60
-1,60
-1,60
-1,60
-1,68
-1,68
-1,68

4G. RESULTATEN MODELBEREKENING: VARIANT 3. HOOGSTE WATERSTAND

4H. RESULTATEN MODELBEREKENING: VARIANT 3. WATERSTAND NA 24 UUR



BIJLAGE 5: KOSTENSPECIFICATIE

In de onderstaande tabellen is de specificatie weergegeven van de kosten van de maatregelen. Deze kosten zijn gebaseerd op een reële schatting, gemaakt in samenwerking met een projectleider van het ingenieursbureau binnen het waterschap.
In de tabellen 1 t/m 4 zijn de kosten per maatregel weergegeven van de verschillende varianten. In de tabellen 5 t/m 10 zijn de kosten van een aantal maatregelen gedetailleerder gespecificeerd.

Kostenspecificatie nul-alternatief

Omschrijving type investering	Investeringen	Jaarlijkse kosten
3 keer per jaar plaatsen van pompen om wateroverlast te verwerken	€ 0	€ 8.900
Totaal	**€ 0**	**€ 89.000**

TABEL 1: KOSTEN NUL ALTERNATIEF

Kostenspecificatie variant 1

Omschrijving type investering	Investeringen	Jaarlijkse kosten
afsluitbaar maken stuw 12	€ 1.200	
afsluitbaar maken stuw 14	€ 1.200	
schotten maken voor stuw 4, 5 en 10	€ 1.200	
reviseren pomp 1	€ 1.800	
pomp 1 plaatsen bij stuw 15	€ 6.100	
opstelplaats pomp 2	€ 1.200	
kosten huur en gebruik pomp 2 (10 jaar, 3 keer per jaar)		€ 2.300
Totaal	**€ 12.700**	**€ 23.000**

TABEL 2: KOSTEN VARIANT 1

Kostenspecificatie variant 2

Omschrijving type investering	Investeringen	Jaarlijkse kosten
afsluitbaar maken stuw 12	€ 1.200	
afsluitbaar maken stuw 14	€ 1.200	
schotten maken voor stuw 4 en 10	€ 800	
vervangen duiker 8	€ 12.500	
plaatsen nieuwe duiker	€ 16.000	
verplaatsen van stuw 10	€ 8.500	
verwijderen stuw 11	€ 2.500	
stuw 8 aanpassen	€ 3.000	
reviseren pomp	€ 1.800	
plaatsen pomp bij stuw 15	€ 6.100	
Totaal	**€ 53.600**	**€ 0**

TABEL 3: KOSTEN VARIANT 2

Kostenspecificatie variant 3

Omschrijving type investering	Investeringen	Jaarlijkse kosten
afsluitbaar maken stuw 12	€ 1.200	
afsluitbaar maken stuw 14	€ 1.200	
aankoop grond	€ 500.000	
aanleggen bergingsgebied	€ 300.000	
afvoeren 30000 m3 grond	€ 270.000	
aanleggen peilscheidingsdammen	€ 250.000	
plaatsen pomp bij bergingsgebied	€ 55.000	
vaste dam ombouwen tot overlaat	€ 3.000	
Totaal	**€ 1.380.400**	**€ 0**

TABEL 4: KOSTEN VARIANT 3

Kostenspecificatie verschillende afzonderlijke maatregelen.

kosten pompen voor nul alternatief	
3 pompen 5m3/min	€ 1.245,00
2 pompen 1m3/min	€ 410,00
brandstof alle pompen	€ 800,00
per keer	€ 2.455,00
3 keer per jaar	€ 7.365,00
totaal per jaar, incl. BTW	**€ 8.911,65**

TABEL 5: KOSTEN POMPEN VOOR NUL-ALTERNATIEF

Kosten plaatsen pomp bij stuw 15	
reviseren	€ 1.500,00
vlottersysteem op pomp	€ 500,00
pomp monteren	€ 2.500,00
krooshek plaatsen	€ 2.000,00
subtotaal	€ 6.500,00
Totaal, incl. BTW	**€ 7.865,00**

TABEL 6: KOSTEN PLAATSEN POMP BIJ STUW 15

kosten inhuur en gebruik pomp 2	
pomp	€ 415,00
brandstof 24 uur, 7l/uur	€ 210,00
per keer	€ 625,00
3 keer per jaar	€ 1.875,00
totaal per jaar, incl. BTW	**€ 2.268,75**

TABEL 7: KOSTEN INHUUR EN GEBRUIK POMP 2

kosten vervangen duiker 8	
opbreken	€ 500,00
grondwerk	€ 1.000,00
buis 20 m	€ 4.000,00
baggerscherm	€ 1.000,00
afdamming	€ 500,00
droogpompen	€ 500,00
dichtklinkeren	€ 1.250,00
aanvullen grond	€ 700,00
kabels en leidingen	€ 1.000,00
subtotaal	€ 10.450,00
totaal, incl btw	**€ 12.644,50**

TABEL 8: KOSTEN VERVANGEN DUIKER 8

kosten aanleg nieuwe duiker	
opbreken	€ 500,00
grondwerk	€ 1.500,00
buis 30 m	€ 6.500,00
baggerscherm	€ 1.000,00
afdamming	€ 500,00
droogpompen	€ 750,00
dichtklinkeren	€ 500,00
aanvullen grond	€ 900,00
kabels en leidingen	€ 1.000,00
subtotaal	€ 13.150,00
totaal, incl. BTW	**€ 15.911,50**

TABEL 9: KOSTEN AANLEG NIEUWE DUIKER

kosten verplaatsen stuw 10	
verwijderen stuw	€ 1.500,00
schoeiing plaatsen+ afdichten duiker	€ 500,00
plaatsen stuw	€ 2.000,00
plaatsen damwand naast stuw	€ 3.000,00
subtotaal	€ 7.000,00
totaal, inlc. BTW	**€ 8.470,00**

TABEL 10: KOSTEN VERPLAATSEN STUW 10