

RAPPORT

Inrichtingsplan Polder Westveen - Onderdeel van Natura 2000-gebied Nieuwkoopse Plassen & De Haeck

Definitief Schetsontwerp

Klant: Provincie Zuid-Holland - Programma Veenweiden
Gouwe Wiericke

Referentie: BG4871WATRP2009151430

Status: Definitief

Datum: 15-9-2020

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Postbus 8520
3009 AM Rotterdam
Water

Trade register number: 56515154

+31 88 348 90 00 **T**
+31 10 209 44 26 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Inrichtingsplan Polder Westveen - Onderdeel van Natura 2000-gebied
Nieuwkoopse Plassen & De Haeck
Ondertitel: Definitief Schetsontwerp Westveen
Referentie: BG4871WATRP2009151430
Status: P01.01/Definitief
Datum: 15-9-2020
Projectnaam: Definitief Schetsontwerp Westveen
Projectnummer: BG4871
Auteur(s): Tom van den Broek, Gert-Jan Smit en Ingrid Jensen

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden vervoelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever. Let op: dit document bevat persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V. en dient voor publicatie of anderszins openbaar maken te worden geanonimiseerd.

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding voor het voorliggend Definitief schetsontwerp	1
1.2	Uitgangspunten bij dit Definitief schetsontwerp	1
1.3	Conditionerende onderzoeken	2
2	Relatie gebiedskenmerken en bemestingsgeschiedenis percelen en de kwaliteit van het oppervlaktewater	3
2.1	Huidige waterkwaliteit	3
2.2	Bemestingsgeschiedenis	3
3	Waterbodemonderzoek	5
4	Varianten watersysteem	6
5	Water- en stoffenbalans	8
6	Baggerscenario	9
7	Watersysteem	12
8	Natuur- en recreatiekaart	13

Bijlagen

1. Relatie gebiedskenmerken en bemestingsgeschiedenis en de kwaliteit van het oppervlaktewater.
2. Beschouwing mogelijkheid verruimen bandbreedte peil.
3. Watersysteemvarianten.
4. Water- en stoffenbalans watersysteemvarianten.
5. Deskundigenadvies besparen baggeropgave.
6. Berekende nalevering slib en indicatie effectiviteit toepassen ijzerslib.
7. Ruimtelijk beeld baggerklassen.
8. Visie op de ontsluiting.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding voor het voorliggend Definitief schetsontwerp

Op 29 mei 2019 is het eindrapport Voorlopig schetsontwerp Polder Westveen gereed gekomen (Van den Broek et al., 2019)¹. Hoewel de oorspronkelijk opdracht het opstellen van een definitief schetsontwerp betrof, werd met elkaar in het projectproces en in de overleggen met de advies- en de projectgroep geconstateerd dat er nog te veel knelpunten resteren om tot definitieve planvorming te komen. Dit is in het Voorlopig schetsontwerp onderkend en benoemd. Programma Veenweiden Gouwe Wiericke heeft dit vervolgens verwerkt in het Voorstel voor besluitvorming schetsontwerp Westveen, dat 26 juni 2019 op de agenda stond van de Stuurgroep Veenweiden Gouwe Wiericke. Daar is vervolgens het besluit genomen om in te stemmen met het Voorlopig schetsontwerp en een vervolgoopdracht hieraan te koppelen waarin de knelpunten nader worden onderzocht zodat definitieve keuzes kunnen worden gemaakt.

Vooraf de lastige eigendomssituatie met het voortgezet agrarisch gebruik en het gebrek aan overeenstemming over de wijze van isolatie van “landbouwwater” en van “natuurwater”, verhinderden duidelijke en bestendige keuzes, ook al zijn zij globaal, ten aanzien van de inrichting en de fasering van de uitvoering. Dat en de op dat moment nog onbekende omvang van het baggerprobleem en de te verwachten waterkwaliteit maakten het tevens moeilijk de kosten van de benodigde maatregelen te schatten en erop te vertrouwen dat uiteindelijk de gestelde doelen van het project wel zouden worden bereikt. Daarbij kwam nog dat het waterschap in Polder Westveen een dijkverbeteringsproject uitvoert (niet beschreven in het voorlopig schetsontwerp), dat gepaard gaat met het hier en daar verbreden van de kade van de Kromme Mijdrecht, het (natuurvriendelijk) aanpassen van de beschoeiing, het vernieuwen van het bestaande wandelpad op de kade, het rooien en herplanten van bomen, en het verleggen van sloten en de drinkwaterleiding. Vanuit het project Westveen wordt hierin meegedacht en wordt hierover met het waterschap afgestemd. Het zijn met name de ontbrekende inzichten die in dit Definitief schetsontwerp middels conditionerende onderzoeken worden uitgewerkt.

1.2 Uitgangspunten bij dit Definitief schetsontwerp

In het definitief schetsontwerp worden geen varianten uitgewerkt of verbeeld. De uitgangspunten zijn dat:

- het gehele gebied wordt ingericht (wat formeel een forse scopewijziging is ten opzichte van de oorspronkelijke opdracht van de stuurgroep om 17 ha grond van particulieren in te richten);
- elke eigenaar meewerkt (door verkoop van zijn of haar grond of door particulier natuurbeheer);
- de doelen (in het Voorlopig schetsontwerp) worden uitgebreid met de noordse woelmuis, de zwarte stern, de gestreepte waterroofoever en met nat schraalland;
- de beoogde inrichting en het beoogde baggerscenario op elkaar aansluiten.

Het is absoluut de doelstelling om deze ambitie in zijn volledigheid te realiseren. Dit betekent ook dat in de hoofdttekst van dit Definitief schetsontwerp de inrichting van het watersysteem is opgenomen dat deze ambitie faciliteert (hoofdstuk 7).

Omdat dit Definitief schetsontwerp voortbouwt op het Voorlopig schetsontwerp kan dit eerste niet los worden gezien van dit laatste. Voor een uitgebreide gebieds- en doelenbeschrijving en gemaakte keuzes waar hier op wordt voortgebouwd, wordt dan ook verwezen naar het Voorlopig schetsontwerp.

¹ Van den Broek, T., J. Groenendijk & G.J. Smit, 2019. Voorlopig schetsontwerp Polder Westveen. Royal HaskoningDHV, rapportnummer BG4871. In opdracht van Provincie Zuid-Holland.

1.3 Conditionerende onderzoeken

In de hiernavolgende hoofdstukken worden de volgende conditionerende onderzoeken gepresenteerd:

1. Relatie tussen de bemestingsgeschiedenis van de percelen en andere gebiedskenmerken enerzijds en de huidige kwaliteit van het oppervlaktewater anderzijds: wanneer zo'n relatie blijkt dan kan hier bij het ontwerp van het watersysteem rekening mee worden gehouden door bijvoorbeeld percelen die fosfaat naleveren naar de aanliggende watergangen (vooralsnog) niet aan te sluiten op het natuurwater.
2. Relatie baggerdiepte en nalevering van fosfaat naar de waterlaag: waterbodemonderzoek.
3. Varianten watersysteem: deze zijn bedoeld om na te gaan wat het effect is van keuzes op waterkwaliteit en baggerkosten.
4. Relatie verwachte kwaliteit toekomstig inlaatwater en de waterkwaliteitsontwikkeling in Polder Westveen: water- en stoffenbalans.
5. Baggerscenario: wat is een effectieve manier om tegen zo min mogelijk kosten het probleem van de negatieve invloed van de opgehoopte bagger op de kwaliteit van het oppervlaktewater op te lossen.
6. Ontwerp watersysteem: wat is, gelet op de voorgaande onderzoeken, de meest optimale inrichting van het watersysteem met als doel om een zo goed mogelijke waterkwaliteit te realiseren over een zo groot mogelijk oppervlak. Een kwaliteit die bijdraagt aan het halen van de natuurdoelen.

2 Relatie gebiedskenmerken en bemestingsgeschiedenis percelen en de kwaliteit van het oppervlaktewater

2.1 Huidige waterkwaliteit

In augustus 2019 (bijlage 1) en oktober 2019 (Tomassen en Smolders, 2020²) is op 25 resp. 14 locaties het oppervlaktewater bemonsterd. Dit met als doel een beeld te krijgen van de huidige kwaliteit en de ruimtelijke variatie hierin. Op basis van de abiotische randvoorwaarden voor het natuurgebeente Zoete plas passen de pH, stikstof- en chlorideconcentraties bij een hoge kwaliteit. De fosforconcentraties indiceren een matige (oktober 2019) of slechte kwaliteit (augustus 2019). Ook is de zuurbuftercapaciteit (alkaliniteit) van het water te hoog en is het water te rijk aan sulfaat. Onder de huidige omstandigheden met een dikke sliblaag in de watergangen, zal ook het doorzicht op veel locaties in polder Westveen ongunstig zijn voor de ontwikkeling van een waterplantenvegetatie. In augustus 2019 is tevens een uitgebreide EGV-kartering uitgevoerd met als doel om inzicht te krijgen of gebiedskenmerken zoals interne eutrofiëring, sloten waarlangs veel bladval plaatsvindt, dode watereinden, sloten langs percelen die tot voor kort nog werden bemest of die nog steeds worden bemest, de waterkwaliteit negatief beïnvloeden. Uit deze kartering bleek geen relatie tussen de waterkwaliteit en gebiedskenmerken (bijlage 1).

In de zomer (augustus 2019) zijn de ortho-fosfaat- en ammoniumconcentraties in het oppervlaktewater relatief laag door opname door algen (of waterplanten), maar de totale fosforconcentraties zijn zeer hoog. In het najaar (oktober 2019) zijn de totale fosforconcentraties minder hoog. Uit de vergelijking van de waterkwaliteit in het najaar (oktober 2019), lijkt er in de zomer sprake te zijn van sulfaatreductie en fosfaatmobilisatie. Hierdoor is de beschikbaarheid van ijzer in het poriewater relatief laag en de ijzer:fosfor-ratio ongunstig. Hierdoor kunnen de bodems jaarrond fosfaat naleveren naar de waterlaag. Vanwege de doorgaans lagere zuurstofconcentratie in de waterlaag, als gevolg van zuurstofconsumptie door het sediment, zal de nalevering in de zomer het hoogste zijn. De verschillen tussen sloten kunnen hierbij heel groot zijn, zelfs als ze dicht bij elkaar liggen.

Daarnaast werd geconstateerd dat met de verplaatsing van de inlaat (2018) de kwaliteit van het inlaatwater is verbeterd. Modelberekeningen met de voorziene, gewijzigde toevoersysteem naar de Kromme Mijdsrecht laten een verdere verbetering zien van de kwaliteit van het inlaatwater.

De huidige waterkwaliteit is derhalve slecht, hetgeen voor het overgrote deel wordt veroorzaakt door de nalevering van fosfaat vanuit de onderwaterbodem. Voor de inrichting van het watersysteem betekent dit dat er geen gebiedskenmerken zijn gevonden waarmee rekening moet worden gehouden, behoudens de nalevering van fosfaat (zie hoofdstuk 3).

2.2 Bemestingsgeschiedenis

In de Adviesgroep was de vraag gesteld of percelen die tot voor kort bemest werden zondermeer direct aan het natuurwater-compartiment konden worden toegevoegd of dat het nodig was, vanwege uit- en afspoeling van nutriënten naar het oppervlaktewater, deze beter hier (tijdelijk) buiten kunnen worden gehouden. De vraag die daarmee samenhangt is hoe lang het duurt voordat een (intensief) bemest grasland geen nutriënten meer nalevert als gevolg van uit- en/ of afspoeling. Inzicht hierin helpt te bepalen (in combinatie met de vorderingen van grondaankoop) hoe lang landbouwpercelen ontkoppeld moeten blijven van het natuurwater-compartiment.

² Tomassen, H. & F. Smolders, 2020. Waterbodemonderzoek polder Westveen: onderzoek naar de nalevering van nutriënten. Onderzoekscentrum B-ware, Rapportnummer: RP-19.160.19.89. In opdracht van Sweco.

Om het nodige inzicht te verkrijgen op een tiental percelen met een verschillende bemestingsgeschiedenis (aard en hoeveelheid bemesting en moment waarop gestopt is met bemesten) onderzoek gedaan naar de kwaliteit van het bodemporiewater op twee diepten en de waterkwaliteit in de aanliggende watergangen (bijlage 1). Uit dit onderzoek volgt dat er geen relatie is tussen de bemestingsgeschiedenis en de grondwaterkwaliteit en dat er evenmin sprake is van een relatie tussen de bemestingsgeschiedenis en de kwaliteit van het oppervlaktewater.

Hiermee is er geen aanwijzing gevonden dat het noodzakelijk is om percelen die tot voor kort bemest werden of nog worden, buiten het natuurdeel van het watersysteem te houden. Daarbij komt dat het voor de ontwikkeling van nat schraalland en de aanleg van natuurvriendelijke oevers het noodzakelijk is om het maaiveld te verlagen (i.e. grond af te graven) waarmee aanliggend aan het water en lager ten opzichte van het (grond)waterpeil, een bodem komt te liggen met een hogere basenverzadiging, een gunstiger ijzer-sulfaat-verhouding en een lagere graad van veraarding waardoor uitspoeling als gevolg van afbraak van veen en mobilisatie van nutriënten als gevolg van vernatting (m.n. fosfaat) sterk wordt gereduceerd.

3 Waterbodemonderzoek

Binnen Polder Westveen zijn waterdoelen geformuleerd die een goede waterkwaliteit vereisen. Binnen het natuurbeleidsplan is aan het water het beheertype 'zoete plas' meegegeven. Voor een kwaliteitsverbetering voor betreffend beheertype is baggeren onontkoombaar. De hoeveelheid bagger in de watergangen is aanzienlijk en vaak tot vlak onder de waterlijn aanwezig. Dit maakt dat onder de huidige omstandigheden de waterkwaliteit absoluut ongeschikt is voor het realiseren van de doelen. In hoofdstuk 2 is aangegeven dat de huidige waterkwaliteit zeer waarschijnlijk sterk negatief beïnvloed wordt door de fosfaataflevering uit de waterbodem als gevolg van anaerobe afbraak. Om te kunnen bepalen of dit daadwerkelijk het geval is en of baggeren daadwerkelijk tot een verbetering van de waterkwaliteit zal leiden, is onderzoek uitgevoerd naar de chemische samenstelling van de bagger en de onderliggende vaste waterbodem. Op basis hiervan kan ingeschat worden in hoeverre op dit moment nutriënten worden nageleverd uit de bagger en worden ingeschat in hoeverre baggeren tot een verbetering van de waterkwaliteit zal leiden en of hiertoe dan tot de vaste bodem moet worden gebaggerd of niet.

Dit waterbodemonderzoek is uitgevoerd door B-ware (Tomassen en Smolders, 2020). De belangrijkste conclusies uit dit onderzoek zijn:

- In Polder Westveen is de slibbodem rijker aan totaal-fosfor dan de onderliggende vaste waterbodem. Dit geeft aan dat het slib afkomstig is vanuit de fosfaat-rijke veenweidepercelen en niet of in mindere mate door afbraak van het veen van de onderliggende vaste waterbodem. De P-concentraties in de toplaag en onderlaag van het slib zijn vergelijkbaar.
- Op basis van Ecologische Sleutelfactor 3 (productiviteit bodem) is de slibbodem lokaal te rijk aan fosfor (> 500 mg/kg), maar is de vaste waterbodem voldoende fosfaat-arm. De vaste waterbodem heeft echter wel, zoals opgemerkt, een ongunstige ijzer:fosfor-ratio in het poriewater (< 1) als ongunstige ijzer:sulfaat-ratio ($< 0,5$), zodat er ondanks de gunstige concentratie totaal-fosfor er een risico bestaat op fosfaataflevering.
- Vanwege de ongunstige ratio's, zal baggeren tot op de vaste waterbodem de nalevering van fosfaat niet geheel stoppen. De concentratie totaal-fosfor in de vaste waterbodem is wel veel lager dan in het slib, zodat de nalevering zeer waarschijnlijk wel zal afnemen.
- Baggeren van alleen de bovenlaag van het slib zal geen effect hebben op de waterkwaliteit, aangezien de boven- en onderlaag van het slib een vergelijkbare samenstelling hebben. Baggeren resulteert wel tot een groter volume van de waterlaag, waardoor er verdunning van de nageleverde nutriënten plaats zal vinden en een verbetering van de waterkwaliteit voor het beheertype Zoete plas.
- Wanneer de aanwas van bagger (zeer waarschijnlijk ook (deels) afkomstig van de erosie van de percelen) niet verminderd, zullen de effecten van het baggeren maar tijdelijk van aard zijn (maar zie laatste alinea paragraaf 2.2).
- De (ecologisch te) hoge ammoniumconcentraties in het poriewater zijn het gevolg van de afbraak van organisch materiaal uit het slib.
- De nalevering van ammonium zal naar verwachting fors afnemen door baggeren. Per saldo zal baggeren hierdoor kunnen leiden tot een verbetering van de waterkwaliteit waarbij met name de stikstofconcentratie van de waterlaag zal afnemen. Dit is zeer gunstig wanneer wordt overwogen om krabbenscheer te introduceren.

4 Varianten watersysteem

Het voorziene peilregime conform het peilbesluit voor Polder Westveen is een flexibel neerslaggestuurd peil tussen NAP -1,90 m en NAP -1,85 m. Dit komt er feitelijk op neer dat er niet of nauwelijks variatie zal zijn in het peil. Voor kieming en vestiging van plantensoorten in de oevers maar ook voor het realiseren van de preferente grondwaterstanden voor nat schraalland en vochtig hooiland, is een ruimere bandbreedte die de natuurlijke verschillen tussen neerslagoverschot en -tekort volgt, een pre. Is er daarom onderzocht of een ruimere bandbreedte te realiseren is zonder dat dit leidt tot wateroverlast voor de overige functies in het gebied (bijlage 2). Uit dit onderzoek blijkt dat het peil al kritisch is gelet op de laagste punten van woningen en erven. De conclusie is derhalve dat het een onevenredige inspanning vergt om aanpassingen te maken teneinde een substantiële verruiming te realiseren. Op basis van de gemeten waterpeilen en de ingemeten woningen blijkt de polder zeer kritisch voor wateroverlast. Voor de voorgenomen inrichting betekent dit dat er geen ruimte is voor extra opstuwing in het natuurwaterdeel. Het is gelukkig niet zo dat nu die ruimere bandbreedte niet mogelijk is, condities voor de gewenste ontwikkelingen niet realiseerbaar zijn. Het ecohydrologisch onderzoek in het Voorlopig schetsontwerp laat zien dat het goed mogelijk is om over een aanzienlijk oppervlak niet alleen de juiste bodemchemische condities maar ook de juiste hydrologische condities te realiseren. Oppervlakkige uitdroging van de oevers en het opwaaien van het oppervlaktewater zullen hier bijdragen aan de gewenste condities.

Ten behoeve van het ontwikkelen van varianten voor het watersysteem, is een veldinspectie uitgevoerd waarin bestaande kunstwerken in beeld zijn gebracht. Zo wordt duidelijk waar geen en waar wel kunstwerken dienen te worden aangebracht of aangepast, afhankelijk van de watersysteemvariant. Dit is de uitwerking van de varianten meegenomen. Die varianten zijn primair bedoeld om in beeld te krijgen welke variatie er ontstaat in de baggeropgave, welke waterhuishoudkundige maatregelen er nodig zijn en daarmee tot welke kosten dit leidt. Daarnaast zijn de varianten bedoeld om na te gaan of er een duidelijke keuze te maken is waar het gaat om de te verwachten waterkwaliteit.

Om natuurdoelen te halen zal moeten worden gebaggerd (zie hoofdstuk 2 en 3). Dat betekent dat het deel waar doelen zijn voorzien gescheiden moet zijn van het deel waar geen doelen hoeven te worden gerealiseerd en waar alleen de waterhuishouding dient te zijn gegarandeerd. Varianten geven een beeld van het oppervlak waar ecologisch schoon water kan worden gerealiseerd en waarbij het mogelijk is om de watergangen langs de nat schraallanden en vochtig hooilanden te faciliteren.

De varianten die ontwikkeld zijn, hebben de namen optimaal, tussen en minimaal meegekregen wat staat voor de mate waarin de watergangen in Polder Westveen binnen het natuurdeel vallen. Voorts is aan deze driedeling gekoppeld dat de watergangen langs de zuidelijke landbouwpercelen wel of niet zijn opgenomen. Voor 'optimaal' geldt dat alle watergangen binnen het natuurdeel vallen waardoor er een grote lengte aan oevers en een groot doorstroomvolume ontstaan (al dan niet dus inclusief de zuidelijke landbouwpercelen). Voor 'minimaal' geldt dat de petgaten-gebieden (feitelijk de watergangen breder dan 8 meter) buiten het natuurwaterdeel vallen. Deze variant dient eigenlijk alleen de watergangen aan de nat schraallanden en vochtig hooilanden en de oevers hierin. Aan de variant 'tussen' zijn enkele watergangen aan het natuurwaterdeel toegevoegd ten opzichte van 'minimaal' zodat een groter wateroppervlak en grotere oeverlengte wordt gerealiseerd en er een wat langere aanvoerweg ontstaat. In bijlage 3 zijn de (in totaal) zes varianten voor het watersysteem opgenomen.

In tabel 1 is het oppervlak aan watergangen binnen het natuurwaterdeel gegeven, dat met de verschillende watersysteemvarianten wordt gerealiseerd. Met 'optimaal' wordt nagenoeg tweemaal zoveel van dit water gerealiseerd dan met 'minimaal'.

Tabel 1. Oppervlak watergangen binnen het natuurwaterdeel dat met de verschillende watersysteemvarianten wordt gerealiseerd.

Variant	Zuidelijke landbouwpercelen	Water [ha]
Optimaal	Exclusief	20,02
	Inclusief	23,73
Tussen	Exclusief	12,38
	Inclusief	16,78
Minimaal	Exclusief	11,11
	Inclusief	14,14

De varianten hebben zeker niet dezelfde potentie. Het is logisch dat een groter oppervlak ecologisch schoon water zal resulteren in een potentieel groter oppervlak geschikt leefgebied of standplaats. Niet alleen het oppervlak zal verschillen maar ook de ruimtelijke spreiding waardoor de connectiviteit maar ook de robuustheid en de veerkracht groter zal zijn in de optimale variant in vergelijking met de minimale variant. De variatie in watersystemen (oppervlak natuurwater) is primair ingegeven om te zoeken tot waar de financiën kunnen reiken. We moeten ook bedenken dat de opgave vanuit het NNN primair op de percelen ligt en dat de keuze voor het watersysteem hier weinig tot geen invloed op heeft. Ook in de minimale variant hebben we ecologisch schoon water langs de percelen waar nat schraalland of vochtig hooiland tot de mogelijkheden behoort. Omdat in Polder Westveen echter terecht ook de opgave ligt om bij te dragen aan geschikt leefgebied en standplaatsfactoren voor Natura 2000-doelen, is er weldegelijk verschil tussen de varianten. Deze doelen zijn aan het oppervlaktewater gebonden (wat in mindere mate geldt voor blauwgrasland): dus hoe groter oppervlak ecologisch schoon water, des te groter de bijdrage aan de Natura 2000-doelen (paragraaf 1.2), waarbij er voorts potenties ontstaan voor de habitattypen Kranswierwateren en Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden.

De keuze voor een variant voor het watersysteem zal leiden tot een bouwsteen voor de inrichting. De varianten zijn nog geen inrichtingskaart op zich.

5 Water- en stoffenbalans

Om meer inzicht te krijgen in de te verwachten waterkwaliteit in het natuurdeel binnen Polder Westveen is er voor de verschillende varianten voor het watersysteem een water- en stoffenbalansen opgesteld. Deze water- en stoffenbalansen zijn gebruikt om de actuele fosfaat-belasting te bepalen en om inzicht te krijgen in hoeverre inlaatwater het gebied in komt via de verlengde aanvoer. Met het metamodel van PCDitch is op basis van kenmerken zoals bodemsoort, diepte en aanvoer van het water (en daarmee de verblijftijd) bepaald wat de kritische fosfaatbelasting is voor het slotenstelsel Westveen. Deze kritische fosfaatbelasting geeft aan wanneer een watersysteem omslaat van de (gewenste) situatie met veel waterplanen naar een kroos of flab gedomineerd systeem. De actuele fosfaat-belasting is vergeleken met deze kritische fosfaat-belasting. Hierbij is zowel de situatie stilstaand water als de situatie stromend water beschouwd. In de balansen is gerekend met de kwaliteit van het inlaatwater zoals die in de nabije toekomst verwacht mag worden. Hierbij wordt opgemerkt dat het uitgangspunt bij deze berekeningen is dat er gebaggerd wordt (tot de vaste bodem) omdat duidelijk is dat de resulterende waterkwaliteit sowieso ontoereikend zou zijn. De actuele nalevering vanuit de vaste bodem is derhalve als parameter ingevoerd. Wat echter niet in het model kan worden opgenomen en wat ook niet berekend is in het waterbodemonderzoek, is de potentiële fosfaat-nalevering waarbij de ongunstige ratio's (hoofdstuk 3) een negatieve rol spelen. Daarmee zouden de water- en stoffenbalansen een wat te rooskleurig beeld kunnen geven voor wat betreft de te verwachten waterkwaliteit. Omdat echter duidelijk is dat het goed mogelijk is de fosfaattnalevering daadwerkelijk fors te reduceren (hoofdstuk 3 en hoofdstuk 6), wordt die waarde toch als een goede aanname beschouwd. De balansen zijn met name ook bedoeld om de verschillen in de ontwikkeling van de waterkwaliteit voor de verschillende watersysteemvarianten in beeld te brengen, dan dat het doel is om precies in absolute zin zekerheid te verkrijgen. In bijlage 4 wordt uitgebreid op de berekeningen ingegaan. Tabel 2 toont de berekende versus de kritische fosfaat-belasting voor de verschillende watersysteemvarianten. Indien er sprake is van de situatie waarbij het water licht stroomt er voor alle varianten ongeacht of de zuidelijke landbouwpercelen aan het natuurwaterdeel zijn gekoppeld, de berekende fosfaat-belasting van het oppervlaktewater beneden de kritische waarde komt. Wel is duidelijk dat de belastingen dan hoger zijn indien de zuidelijke landbouwpercelen niet aan het natuurwaterdeel zijn gekoppeld. Er zal echter veelal sprake zijn van een situatie waarbij het water (in een groot deel van de polder) stilstaat. In die situatie geldt dat fosfaat-belasting van de varianten 'tussen' en 'minimaal' inclusief zuidelijke landbouwpercelen maar net onder de kritische waarde ligt. In het geval dat de zuidelijke percelen (feitelijk de watergangen aldaar) niet tot het natuurwaterdeel horen, dan ligt de fosfaat-belasting van de varianten 'tussen' en 'minimaal' op of boven de kritische belasting. Daaruit blijkt dat alleen bij een inrichting van het watersysteem conform de variant 'optimaal' er een goede waterkwaliteitsontwikkeling mag worden verwacht.

Tabel 2. Berekende versus de kritische fosfaat-belasting voor de verschillende watersysteemvarianten voor de situatie wanneer het water stilstaat en wanneer het water (licht) stroomt.

Watersysteemvariant	berekende fosfaat-belasting	kritische fosfaat-belasting	
		stromend	Stilstaand*
	mg P/m ² /dag	mg P/m ² /dag	mg P/m ² /dag
Optimaal excl zuidelijke percelen	3,9	9,0	6,4
Tussen excl zuidelijke percelen	6,3	10,1	6,4
Minimaal excl zuidelijke percelen	6,6	10,5	6,4
Optimaal incl zuidelijke percelen	3,7	8,7	6,4
Tussen incl zuidelijke percelen	5,4	9,3	6,4
Minimaal incl zuidelijke percelen	6,0	9,7	6,4

* Het metamodel voor PCDitch gebruikt drie variabelen: waterdiepte, bodemtype en debiet. Bodemtype is in alle varianten hetzelfde (veen) en de waterdiepte is ook in alle varianten hetzelfde (0,59 m, komt uit de waterbalansberekeningen). En bij stilstaand water is ook het debiet in alle varianten logischerwijs hetzelfde (0,01 mm/d). De variabelen zijn voor alle watersysteemvarianten dus gelijk voor stilstaand water en daarmee ook de kritische fosfaat-belasting.

6 Baggerscenario

Uit het waterbodemonderzoek (hoofdstuk 3) volgde dat – hoewel daarmee de nalevering van fosfaat naar het oppervlaktewater waarschijnlijk niet in zijn geheel zou stoppen – er tot op de vaste bodem zou moeten worden gebaggerd ten einde een zo goed mogelijke waterkwaliteit te realiseren. In eerste instantie is dan ook berekend hoeveel bagger dan zou moeten worden verwijderd in de verschillende varianten voor het watersysteem en wat hiervoor de kosten zouden zijn. Deze lopen uiteen van 4,7 tot 8 miljoen euro. Dit vormde aanleiding om na te denken over alternatieven. In een deskundigenoverleg is nagedacht over de toepassing van ijzerslib als maatregel door het toevoegen van een overmaat aan ijzer aan de bagger waardoor fosfaat gebonden wordt aan het ijzer en fosfaat dus niet oplost in het oppervlaktewater (bijlage 5). Het grote voordeel zou zijn dat dan niet alle bagger hoeft te worden verwijderd maar dat het volstaat om tot een gewenste waterdiepte te baggeren. Uit het deskundigenoverleg volgde dat toepassing van ijzerslib zeer zeker een effectieve maatregel zou kunnen zijn. Een eerste indicatie van de hoeveelheid toe te voegen ijzerslib en het effect ervan, is opgenomen in bijlage 6. Een ander heeft ertoe geleid dat er een onderzoeksvoorstel is uitgewerkt waarbij op basis van een laboratoriumproef en een proef op veldschaal na kan worden gegaan wat een juiste dosering ijzerslib is om toe te passen in Polder Westveen en wat hiervan de effecten zijn. Deze proef zou dan een jaar duren zodat in het onderzoek inzicht wordt verzameld over de effectiviteit van de ijzerslib onder verschillende seizoensinvloeden.

Dit alles heeft er nu in eerste aanzet toe geleid dat ervoor gekozen is om in de watergangen die breder zijn dan 8 meter te baggeren tot een waterkolom van 1 meter diepte. Een derde van de watergangen die smaller zijn dan 8 meter worden gebaggerd tot een waterkolom van 0,6 m diepte. Deze liggen in het noordelijk deel. Hier zal krabbenscheer worden uitgezet, die bagger nodig heeft om in de wintermaanden in te kunnen afzinken. Krabbenscheer is in staat om effectief nutriënten uit het water te halen waardoor bij wordt gedragen aan de verbetering van de waterkwaliteit verderop in het watersysteem (zie hoofdstuk 3). Daarnaast draagt krabbenscheer op zichzelf natuurlijk bij aan de natuurdoelen. Tweederde deel van de watergangen die smaller zijn dan 8 meter wordt gebaggerd tot de vaste bodem. Dit resulteert hier in een waterkolom van gemiddeld 1 meter diepte. In figuur 1 is dit baggerscenario opgenomen. Uiteindelijk is het natuurlijk niet nodig om die een derde (met krabbenscheer) in zijn geheel noordelijk te plaatsen. Dit kan ook gebeuren door betreffende baggerdiepte wat meer over de noord-zuid gradiënt van het watersysteem te verdelen. Hierdoor is er ruimer koloniserend vermogen voor krabbenscheer en wordt ook het risico op afsterven verspreid.

De bagger wordt afgevoerd naar een tijdelijke opslag voor uitkomende grond in de Noordse Buurt. Het terrein heeft een oppervlakte van circa 74.000 m². Voor de tijdelijke opslag voor uitkomende grond is een globaal ontwerp gemaakt dat is opgenomen in het baggerplan voor Polder Westveen (Brouwer, 2020³). De tijdelijke opslag voor uitkomende grond is opgedeeld in drie compartimenten waardoor het netto oppervlak ca. 54.700 m² bedraagt. De kwaliteit van de uitkomende bagger is onderzocht in een verkennend waterbodemonderzoek (Sweco, 2020⁴) en kent de volgende kwaliteitscategorieën:

Kwaliteitscategorie	Hoeveelheid (m ³)	Afvoeren naar:	Eenheidsprijs per m ³
Vrij verspreidbaar	72.000	Tijdelijke opslag voor uitkomende grond Noordse Buurt	€ 10,-
Verspreidbaar op aangrenzend perceel			
Niet verspreidbaar	45.000	Erkende verwerker ¹	€ 48,-
Niet toepasbaar	5.000	Erkende verwerker tegen hogere kosten	€ 82,-

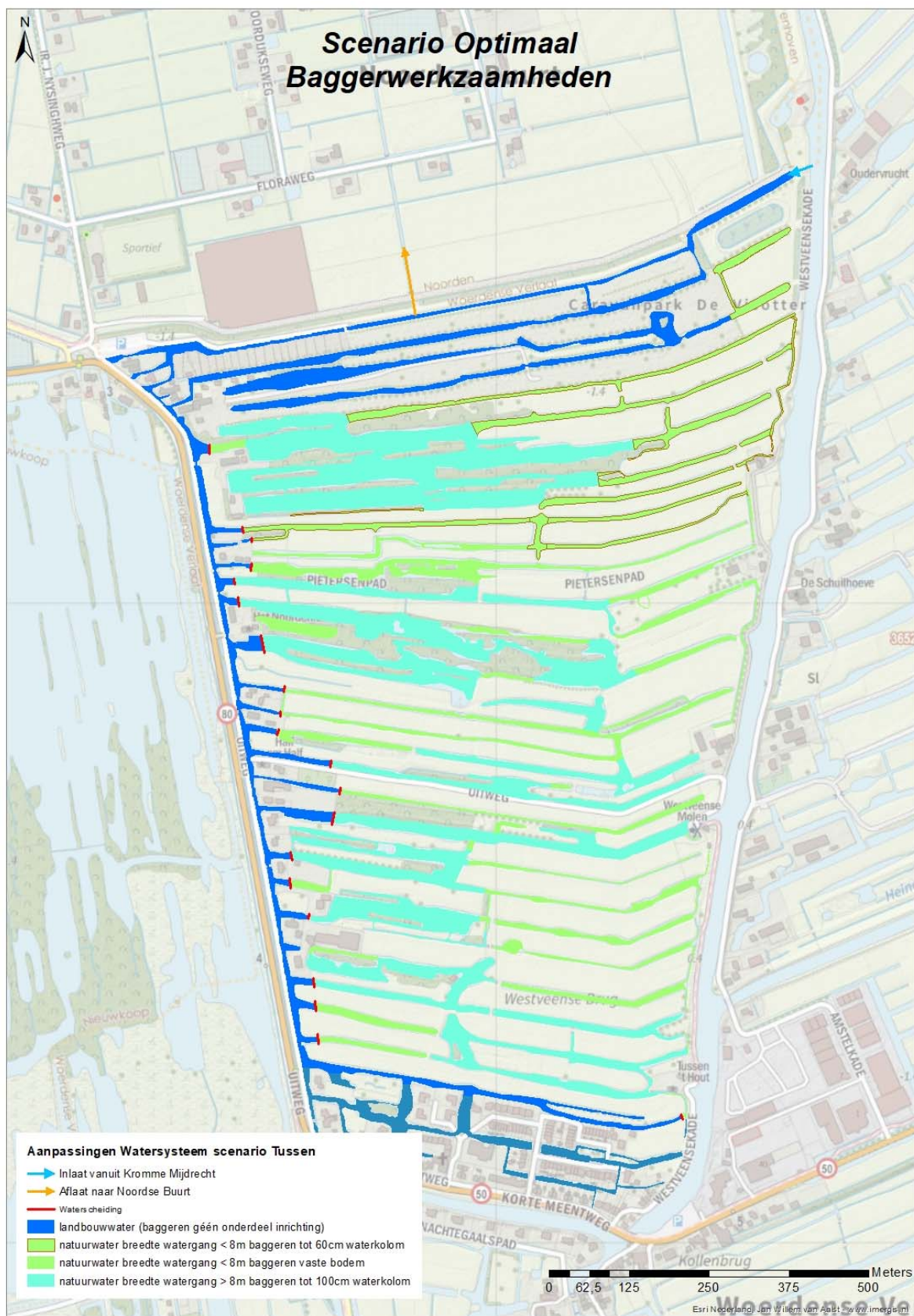
¹Op dit moment is het binnen het gebiedsspecifieke beleid van de gemeente Nieuwkoop niet mogelijk om de niet verspreidbare baggerspecie (klasse B, Industrie) te verwerken in de tijdelijke opslag voor uitkomende grond Noordse Buurt.

³ Brouwer, M., 2020a. Baggerplan Polder Westveen. Versie juni, 2020. Tjhuis Ingenieurs, rapportnummer TI19294.bp.0101. In opdracht van Provincie Zuid-Holland.

⁴ Sweco, 2020. Verkennend- en nader waterbodemonderzoek: Baggerplan Polder Westveen te Woerdens Verlaat. Rapportnummer SWNL0259902. In opdracht van Provincie Zuid-Holland.

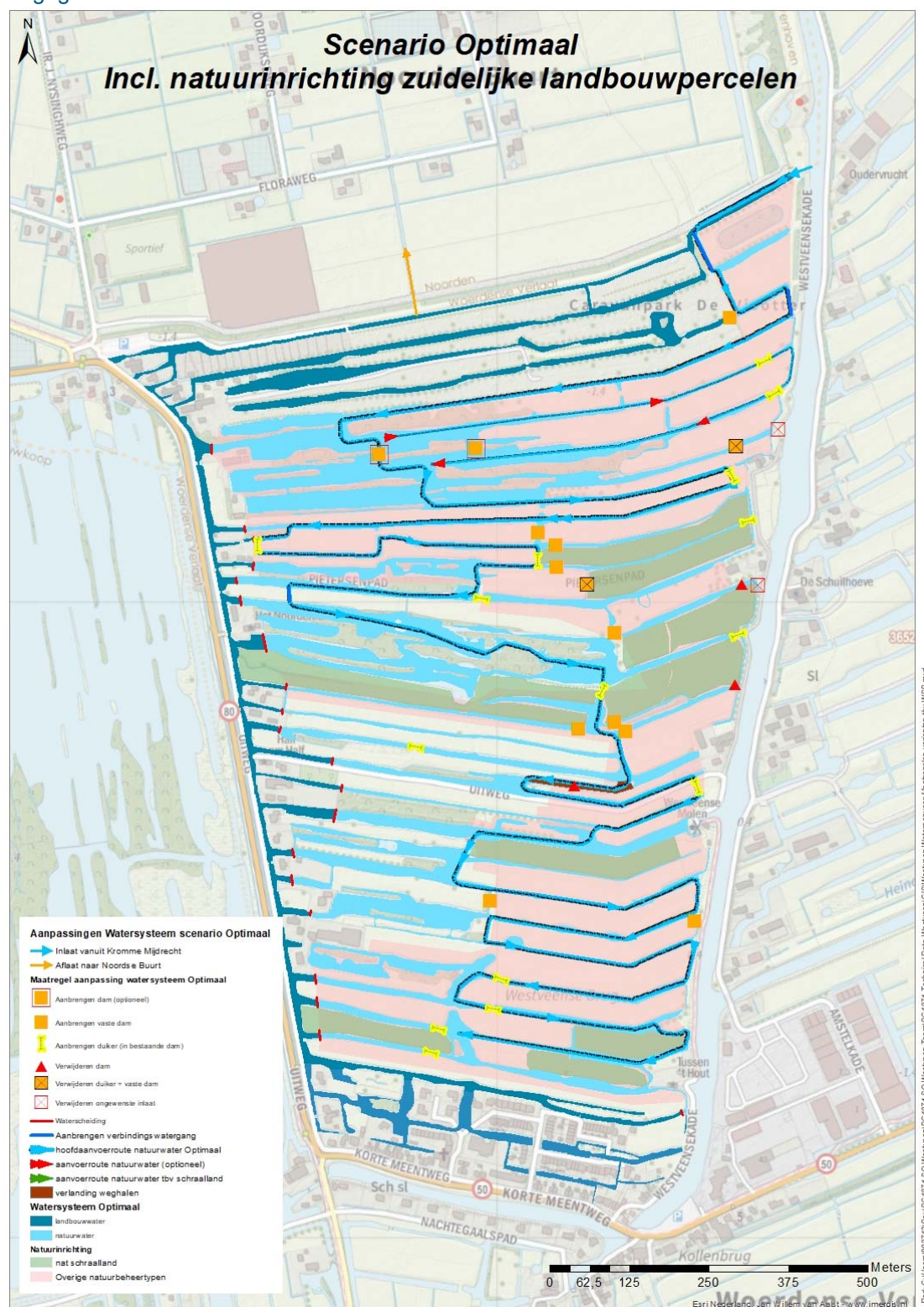
Bijlage 7 toont waar welke klasse bagger aanwezig is. In het tijdelijke opslag voor uitkomende grond zal alle verspreidbare baggerspecie (de kleuren blauw en groen op de kaart in bijlage 7) worden verwerkt (72.000 m³). De kleuren oranje (niet verspreidbaar) en rood (niet toepasbaar) betreffen de bagger die in beginsel niet in de tijdelijke opslag voor uitkomende grond verwerkt kan worden. Een deel van de bagger is zodanig vervuild dat dit zeker niet verwerkt kan worden in de tijdelijke opslag voor uitkomende grond (kleur rood; 5.000 m³). Dit moet dan afgevoerd worden naar een externe (erkende) verwerker (zie Brouwer, 2020a). De tijdelijke opslag voor uitkomende grond is voorts ruim genoeg om de overige uitkomende bagger die al (kleur oranje) dan niet (kleuren blauw en groen) afgevoerd hoeft te worden, te kunnen bergen. Hier wordt alvast aangegeven dat in de concept-rapportage van het baggerplan (Brouwer, 2020b⁵) er nog van werd uitgegaan dat de kwaliteitscategorie 'niet verspreidbaar' (kleur oranje) zou worden verwerkt in enkele petgaten. Daar waar de kwaliteit van de aanwezige bagger in de petgaten ook als zodanig is gecategoriseerd, kan deze uitkomende bagger hier worden verwerkt omdat de situatie niet verslechterd. Gelet op het gekozen baggerscenario is deze verwerkingslocatie voor deze categorie komen te vervallen, waardoor de 'niet verspreidbare bagger' nu moet worden afgevoerd (maar zie hoofdstuk 9). Dit heeft consequenties voor de kosten voor het baggeren.

⁵ Brouwer, M., 2020b. Baggerplan Polder Westveen. Versie januari, 2020. Tjhuus Ingenieurs, rapportnummer T119294.bp.0101. In opdracht van Provincie Zuid-Holland.



7 Watersysteem

Figuur 2 toont het watersysteem zoals dat optimaal de waterkwaliteitsontwikkeling dient, gelet op de conditionerende onderzoeken en de doelen die aan de inrichting van Polder Westveen worden meegegeven.



Figuur 2. Watersysteem en waterhuishoudkundige inrichting voor Polder Westveen.

8 Natuur- en recreatiekaart

De natuur- en recreatiekaart zoals die is opgenomen in het Voorlopig schetsontwerp blijft in voorliggend Definitief schetsontwerp relatief ongewijzigd. Er is geen ontbrekende informatie noch leveren de conditionerende onderzoeken inzichten op die ertoe nopen de kaart aan te passen. De kaart blijft dus ongewijzigd waar het gaat om waar welke beheertypen (vegetaties) worden ontwikkeld. Hier ligt immers een goed haalbaarheidsonderzoek aan ten grondslag in het Voorlopig schetsontwerp op basis van bodemchemisch onderzoek (Van Mullekom *et al.*, 2018⁶) en ecohydrologisch onderzoek (Van den Broek *et al.*, 2019). Deze beide onderzoeken samen leveren het inzicht waar middels plaggen hoogwaardige beheertypen, zijnde nat schraalland en vochtig hooiland, mogelijk zijn. De natuurvriendelijke oevers die in twee typen uitgewerkt zijn, zijn ruimtelijk ingepast op basis van eisen aan het leefgebied van doelsoorten en de landschapsecologische context van de watergangen. De invulling van de recreatieve mogelijkheden en de zonering ervan is mede gebaseerd op het realiseren van voldoende rust voor foeragerende vogels. Deze recreatieve mogelijkheden zijn voorts zodanig ingepast dat landschappelijke waarden, kenmerken en beleving behouden blijven en waar mogelijk versterkt. Ook de keuze van welk type natuurvriendelijke oever waar, is mede vanuit dit landschappelijke kader ingegeven.

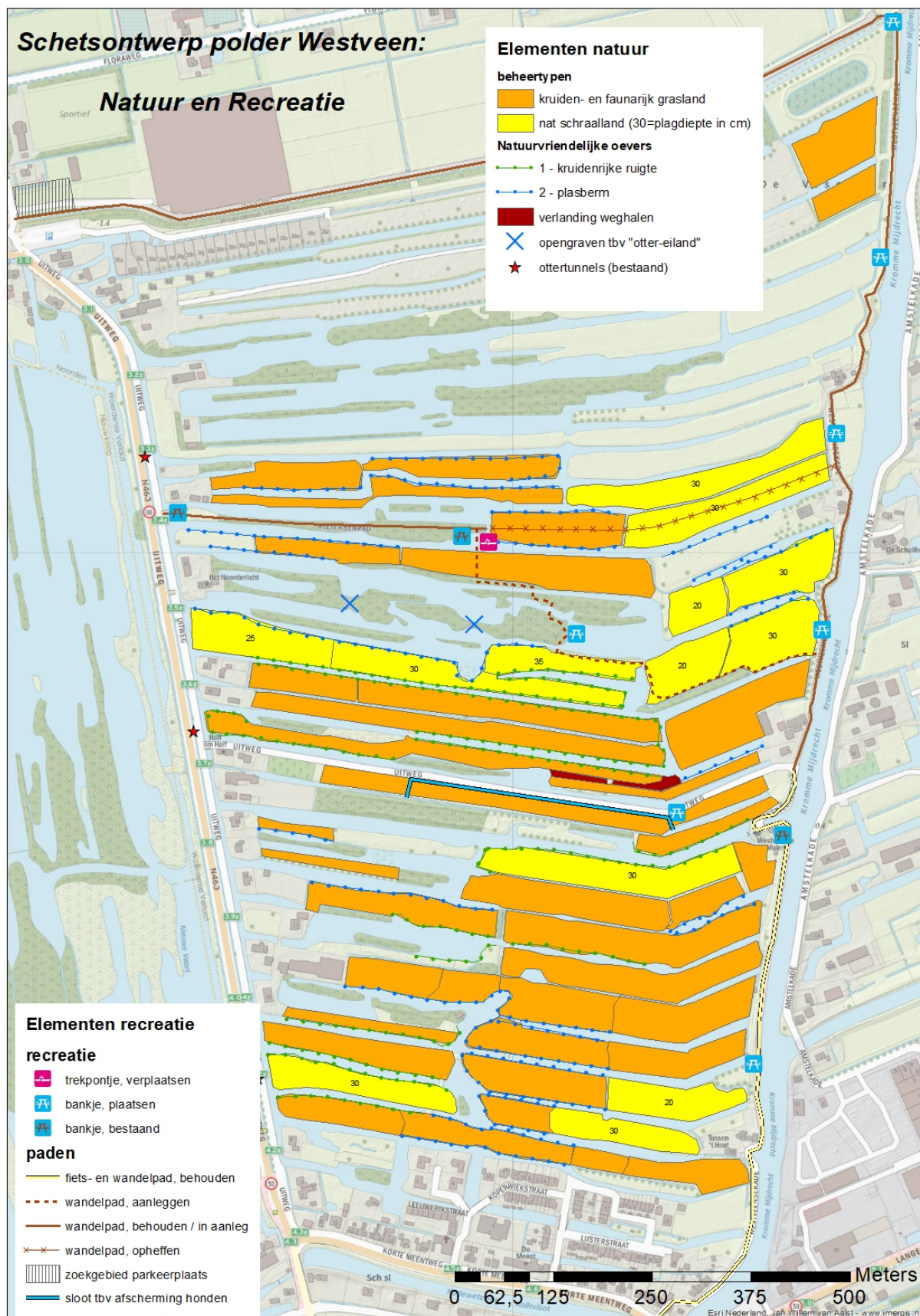
Een wijziging van de natuur- en recreatiekaart die is doorgevoerd, is dat er in dit Definitief schetsontwerp – conform de uitgangspunten (zie paragraaf 1.2) – geen onderscheid wordt gemaakt waar met zekerheid doelen kunnen worden gerealiseerd (eigendom Natuurmonumenten), waar doelen mogelijk met particulier natuurbeheer kunnen worden gerealiseerd en waar realisatie van doelen nog onzeker is omdat er nog geen zicht is op verwerving. In dit Definitief schetsontwerp is dit onderscheid zoals gezegd losgelaten waarmee de kaart veel meer de ambitiekaart wordt; hier willen we heen met de natuurinrichting van Polder Westveen. Die natuurinrichting is sterk gericht op het bijdragen aan de instandhoudingsdoestelling voor een aantal Natura 2000-waarden die aan de Nieuwkoopse Plassen & De Haack – waar Polder Westveen onderdeel van uitmaakt – is meegegeven. Het betreft de volgende waarden: gestreepte waterroofter, noordse woelmuis, otter, zwarte stern, purperreiger, grote zilverreiger, smient en blauwgrasland (nat schraalland). Voorts geeft de natuurinrichting uitwerking aan het Natuurbeheerplan waarmee het Natuurnetwerk Nederland wordt gerealiseerd. De doelen vanuit dit kader betreffen: kruiden- en faunarijk grasland, vochtig hooiland en nat schraalland. Voor de onderbouwing van de keuzes die aan deze kaart ten grondslag liggen wordt, naast de komende hoofdstukken met conditionerende onderzoeken, verwezen naar het Voorlopig schetsontwerp.

Figuur 3 toont de natuurinrichting en de recreatieve voorzieningen. Zoals genoemd, wijkt deze kaart weinig af van die in het Voorlopig schetsontwerp. Wel is naast de genoemde aanpassingen meegenomen dat waar zich reeds goed ontwikkelde oevers bevinden, hier geen oever-gerelateerde maatregelen worden uitgevoerd. Het te realiseren oppervlak Nat schraalland en Vochtig hooiland bedraagt bruto ca. 10 ha. Om de percelen beheersbaar te houden kan tweederde van elk perceel effectief worden ingericht.

Een meerwaarde voor de inrichting vormen verlande sloten. Omdat Waternet vanwege goede redenen echter beducht is op wateroverlast, is vooral hun positie bepalend in hoeverre sloten kunnen verlanden. Het kan doelmatig om vanuit het watersysteem na te gaan waar smalle sloten buiten het systeem kunnen worden gelegd zonder consequenties voor de doorvoerbaarheid en de waterkwaliteit. Het is natuurlijk zo dat op dit moment een groot deel van de watergangen vrijwel geheel met bagger gevuld zijn waardoor de doorvoerbaarheid al bepekt is. met baggeren verbetert die situatie en ontstaat er wellicht de mogelijkheid om verlanding gericht toe te staan. Maar dit is vooral een afwegingsproces voor Waternet.

Bijlage 8 toont de ontsluiting zoals die vorm kan krijgen bij de inrichting van het watersysteem.

⁶ Van Mullekom, M., H. Tomassen, A. Visscher & F. Smolders, 2018. Bodemchemisch onderzoek voormalige landbouwgronden polder Westveen: onderzoek naar de natuurontwikkelingsmogelijkheden. Onderzoeksinstituut B-ware, rapportnummer: RP-18.073.18.62. In opdracht van Provincie Zuid-Holland.



Figuur 3. Natuur- en recreatiekaart voor Polder Westveen.

Bijlagen

1. Relatie gebiedskenmerken en bemestingsgeschiedenis en de kwaliteit van het oppervlaktewater.
2. Beschouwing mogelijkheid verruimen bandbreedte peil.
3. Watersysteemvarianten.
4. Water- en stoffenbalans watersysteemvarianten.
5. Deskundigenadvies besparen baggeropgave.
6. Berekende nalevering slib en indicatie effectiviteit toepassen ijzerslib.
7. Ruimtelijk beeld baggerklassen.
8. Visie op de ontsluiting.

1. Relatie gebiedskenmerken en bemestingsgeschiedenis en de kwaliteit van het oppervlaktewater.

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Water

Aan: Projectgroep Westveen
Van: Boy Possen en Tom van den Broek
Datum: 7-11-2019
Kopie:
Ons kenmerk: BG4871WATNT1911041259
Classificatie: Projectgerelateerd
Onderwerp: **Ruimtelijke beeld van en relatie tussen grond- en oppervlaktewaterkwaliteit in Polder Westveen**

1 Grond- en oppervlaktewaterkwaliteit

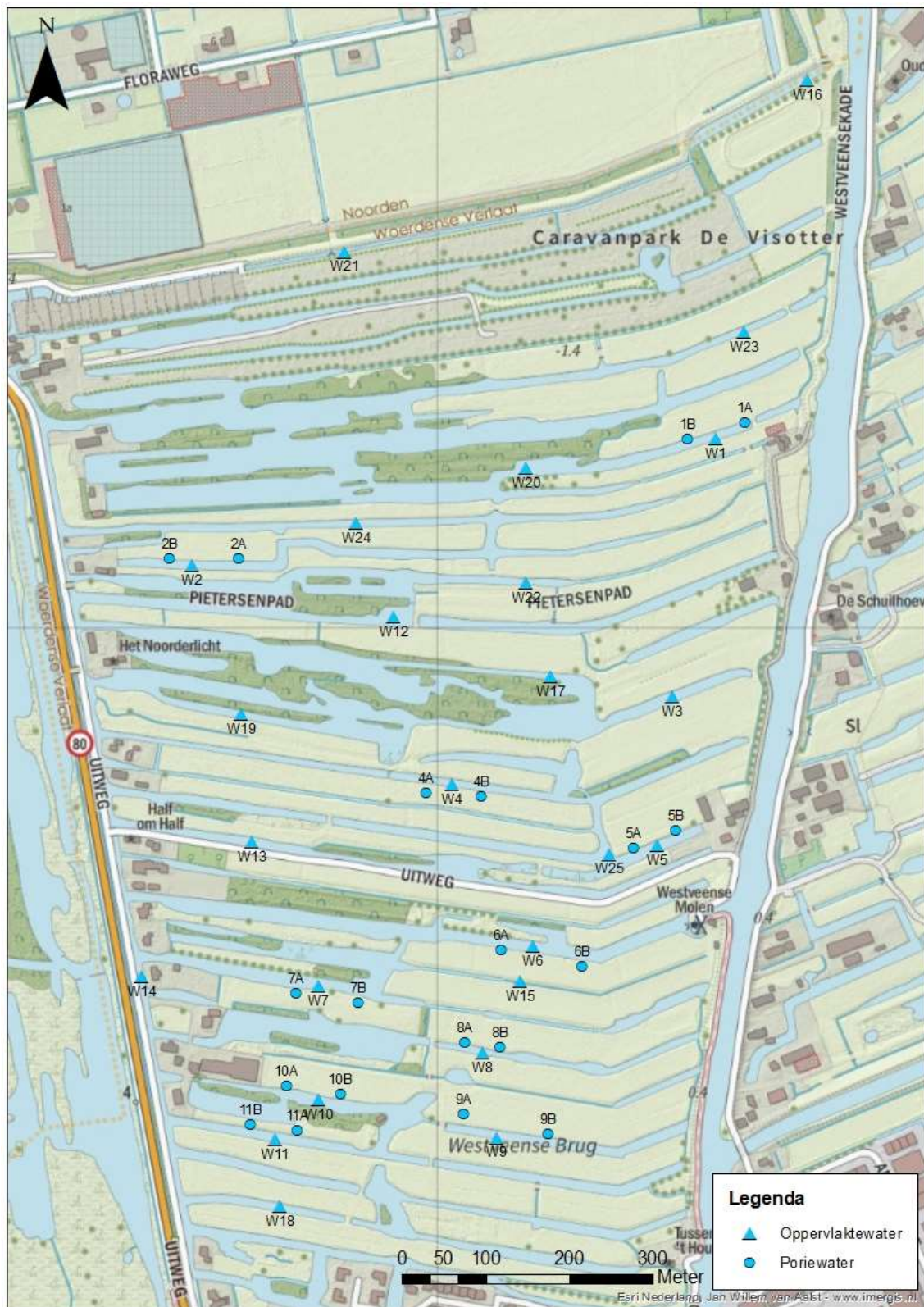
1.1 Materiaal en methode

Om inzicht te krijgen in de actuele grond- en oppervlaktewaterkwaliteit van polder Westveen, is op 30 augustus 2019 eenmalig het oppervlaktewater met behulp van spuiten met een inhoud van 60 ml op 25 locaties (n=25) bemonsterd (Figuur 1-1). Deze locaties zijn zo geselecteerd dat gebiedsfactoren die van invloed kunnen zijn op de waterkwaliteit representatief zijn meegenomen. Zo zijn verspreid door het hele gebied monsters langs zowel natuur- als landbouwpercelen, is zowel bij in- als de uitlaat bemonsterd, zijn zowel locaties bemonsterd waar veel bladval plaatsvindt als locaties waar dit niet het geval is en zijn zowel locaties bemonsterd die in meer doorgaande watergangen liggen als locaties die meer aan slooteinden liggen. Tegelijkertijd is door het hele gebied de geleidbaarheid van het oppervlaktewater op 55 locaties (n=55) gemeten met behulp van een WTW 3310 Conductivity meter (Figuur 1-2).

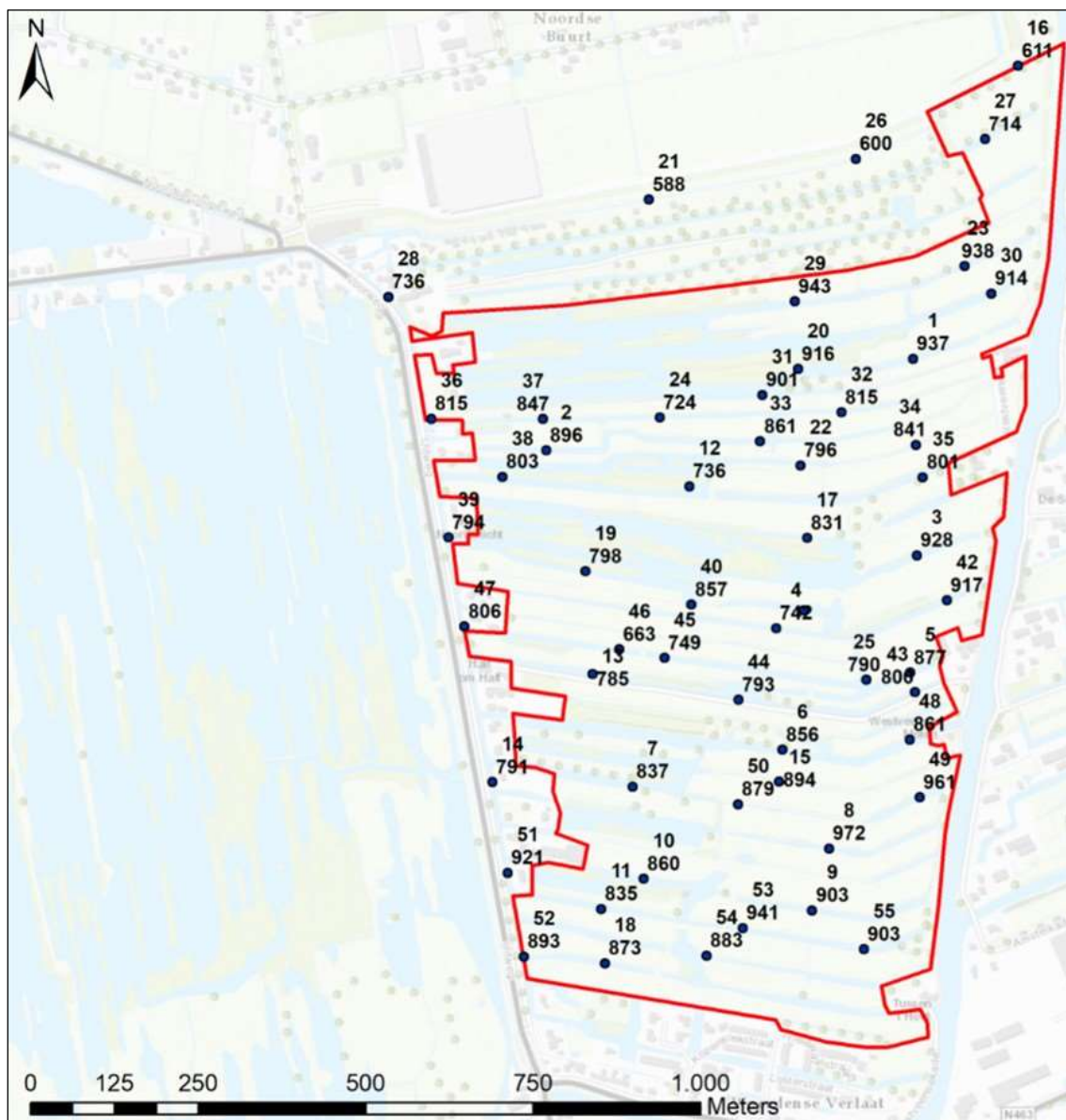
Op 18 september 2019 is op tien percelen in duplo het diepe (100 cm -mv) en ondiepe (10 cm -mv) grondwater bemonsterd (Figuur 1-1) met behulp van rhizons en spuiten met een inhoud van 60 ml. Deze tien percelen zijn zo gekozen dat daarmee een reeks ontstaat van reeds sinds lang niet meer bemeste percelen via tot op heden extensief bemeste percelen tot actueel intensief bemeste percelen. Kortom: de percelen verschillen in bemestingshistorie. Omdat in het veld bleek dat als gevolg van de droge zomer op slechts enkele locaties ondiep poriewater (10cm -mv) verzameld kon worden in de kleige ondergrond, zijn in de analyse alleen de gegevens voor het diepe poriewater (100 cm -mv) gebruikt (n=20).

Watermonsters zijn verzameld volgens de hiervoor geldende protocollen, in lucht dicht afgesloten spuiten vervoerd naar het laboratorium en daar direct verwerkt. Voor de watermonsters is naast pH en EGV (Elektrisch Geleidingsvermogen) de chloride- (Cl), fosfaat- (PO₄), nitraat- (NO₃), sulfaat- (SO₄), aluminium- (Al), calcium- (Ca), ijzer- (Fe), kalium- (K), magnesium- (Mg), mangaan- (Mn), natrium- (Na), silicium- (Si), zink- (Zn), fosfor- (P), ammonium- (NH₄) en bicarbonaat- (HCO₃) concentratie bepaald. Hiervoor zijn de standaardprotocollen van Brightlabs gevolgd, waarbij de concentraties voor Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, Si, Zn, P en S zijn bepaald met behulp van ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry). Dit omwille van de nauwkeurigheid en herhaalbaarheid van het resultaat.

Op basis van de verzamelde gegevens kunnen niet alleen uitspraken gedaan worden als het gaat om de huidige kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater in polder Westveen, maar kan ook nagegaan worden welke bronnen bepalend zijn voor de waterkwaliteit en of er sprake is van ruimtelijk verschillen in de waterkwaliteit.



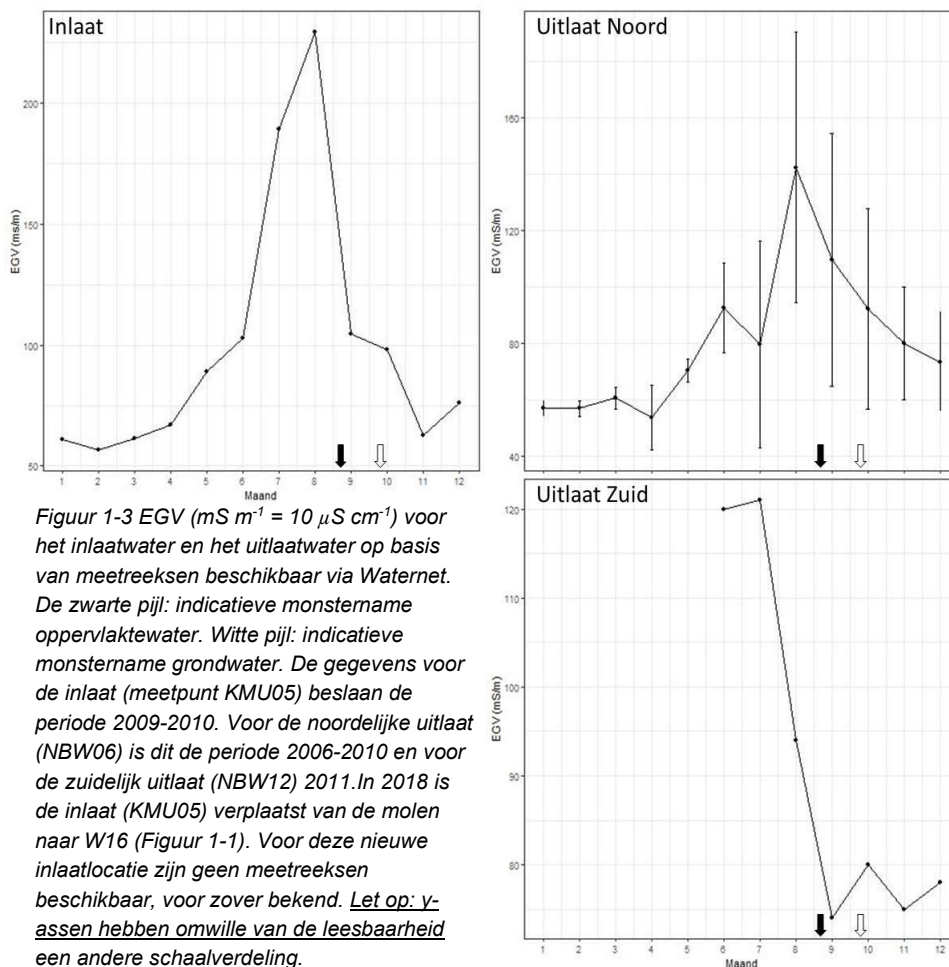
Figuur 1-1 Locaties in polder Westveen waar grond- (cirkels) en oppervlaktewater (driehoeken) is bemonsterd.



Figuur 1-2 Locaties waar de geleidbaarheid (EGV) is bemonsterd, inclusief de gemeten waarde in $\mu\text{S cm}^{-1}$

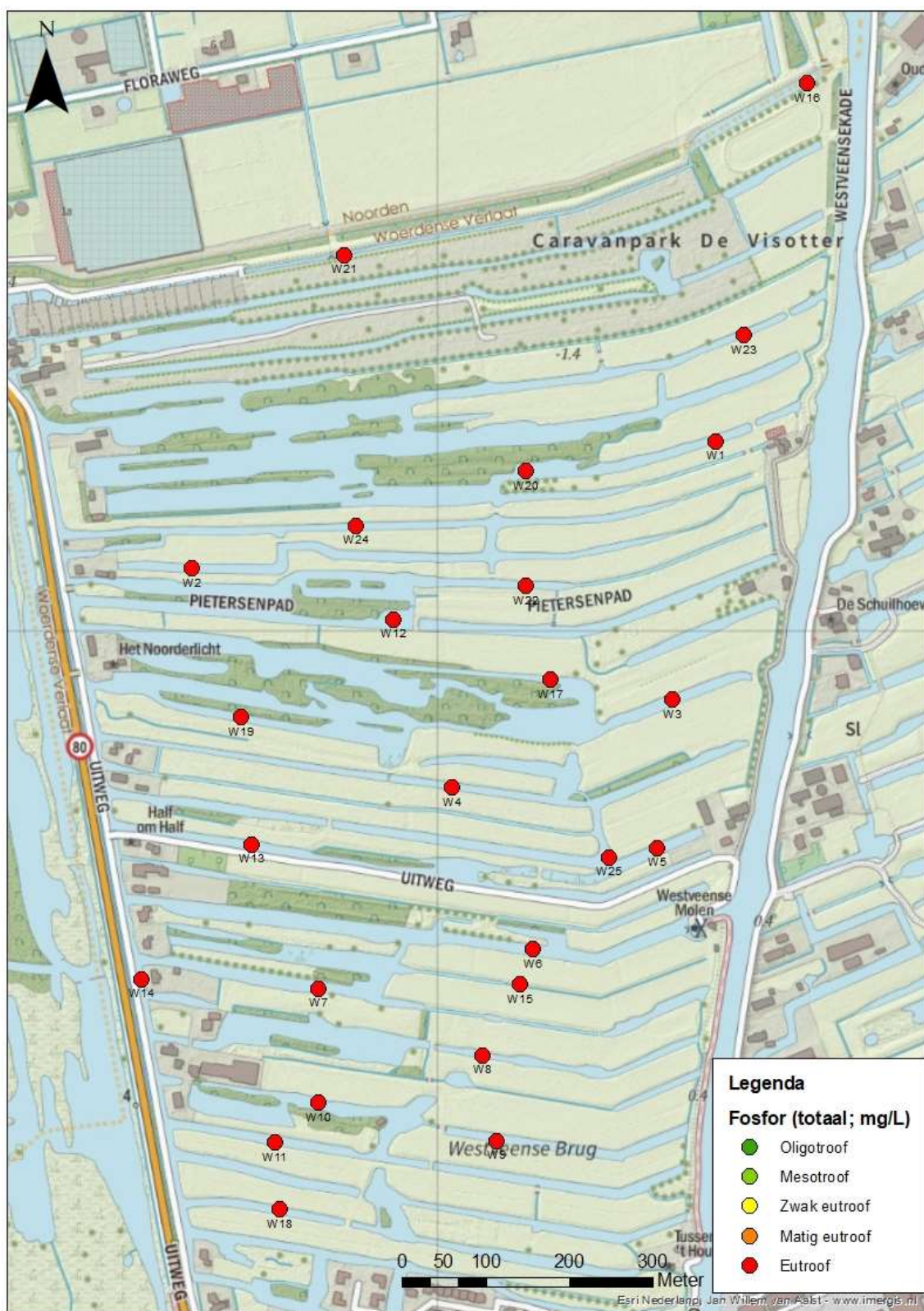
1.2 Oppervlaktewater in vogelvlucht

Figuur 1-2 laat zien dat de geleidbaarheid (EGV) op alle 55 meetpunten relatief hoog is en varieert tussen globaal 700 en 1000 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Het hier gemeten EGV is in hoge mate vergelijkbaar met het EGV van het inlaatwater (Figuur 1-3). Figuur 1-3 laat op basis van langjarige meetreeksen (zie bijschrift) zien dat in dezelfde tijd van het jaar als waarin hier monsters zijn verzameld (augustus-september) het EGV voor het inlaatwater rond de 1000 $\mu\text{S cm}^{-1}$ ligt en voor het uitlaatwater tussen 600 – 1300 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

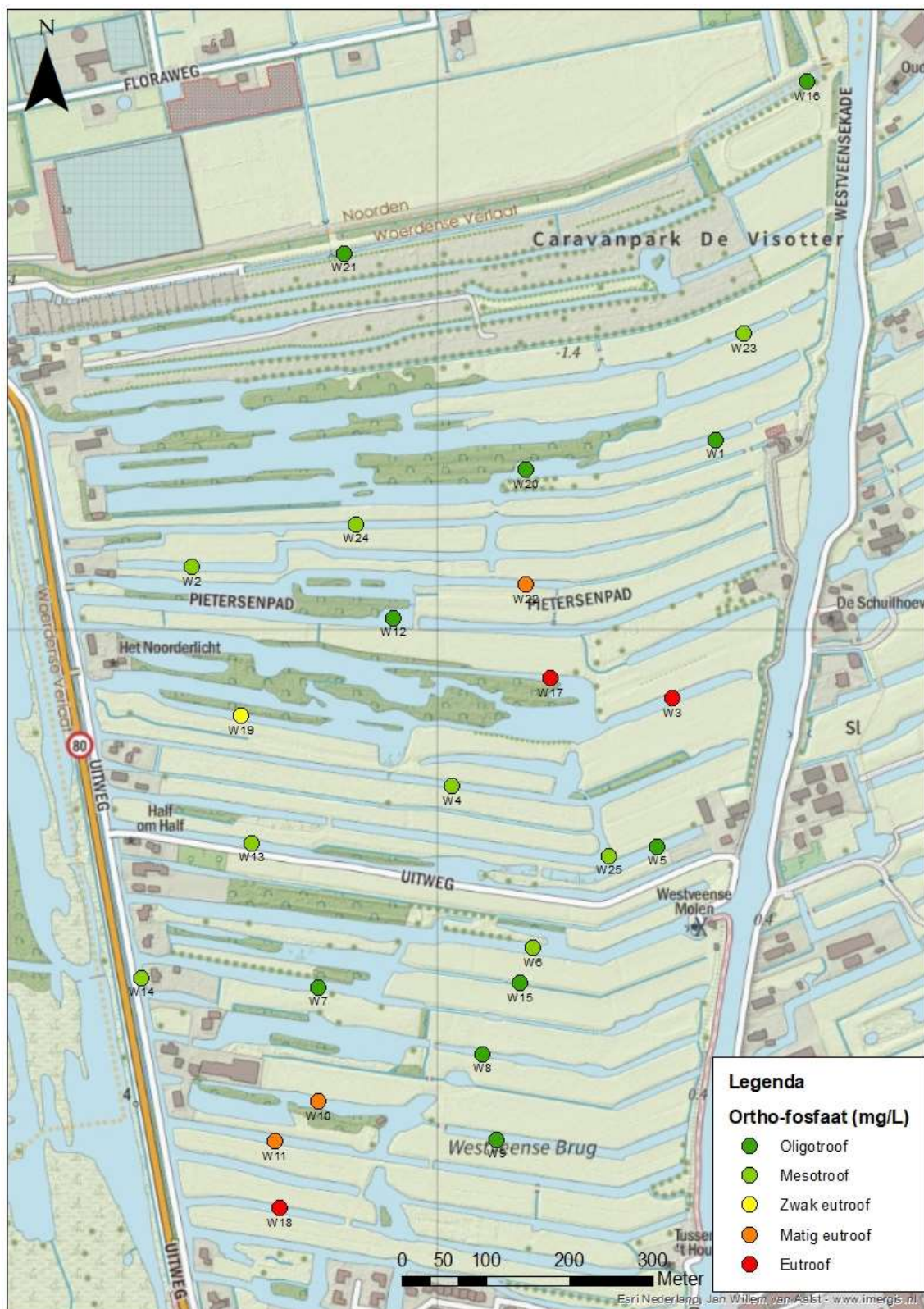


Opvallend is wel dat het EGV voor het nieuwe inlaatpunt (W16) op basis van de eenmalige meting in 2019 ruim lager lijken (611 $\mu\text{S cm}^{-1}$; Figuur 1-2), vergeleken met de bekende gegevens van het oude inlaatpunt bij de molen (Figuur 1-3). Dergelijk lage waarden werden daar alleen gehaald aan het eind van de winter, wanneer maximale verdunning met regenwater aan de orde is. Voor het noordelijke uitlaatpunt, vallen de in 2019 gemeten waarden binnen de langjarige variatie, zij het aan het lage eind van de variatie. Voorzichtige conclusie kan zijn dat het verplaatsen van het inlaatpunt inderdaad heeft geleid tot een betere kwaliteit van het inlaatwater, in ieder geval wat betreft het EGV in 2019. Wat mogelijk ook meespeelt¹, is het gegeven dat in de periode 2006-2009 veel percelen bij Natuurmonumenten terecht zijn gekomen, waarmee bijvoorbeeld de mestgift aanmerkelijk is verminderd.

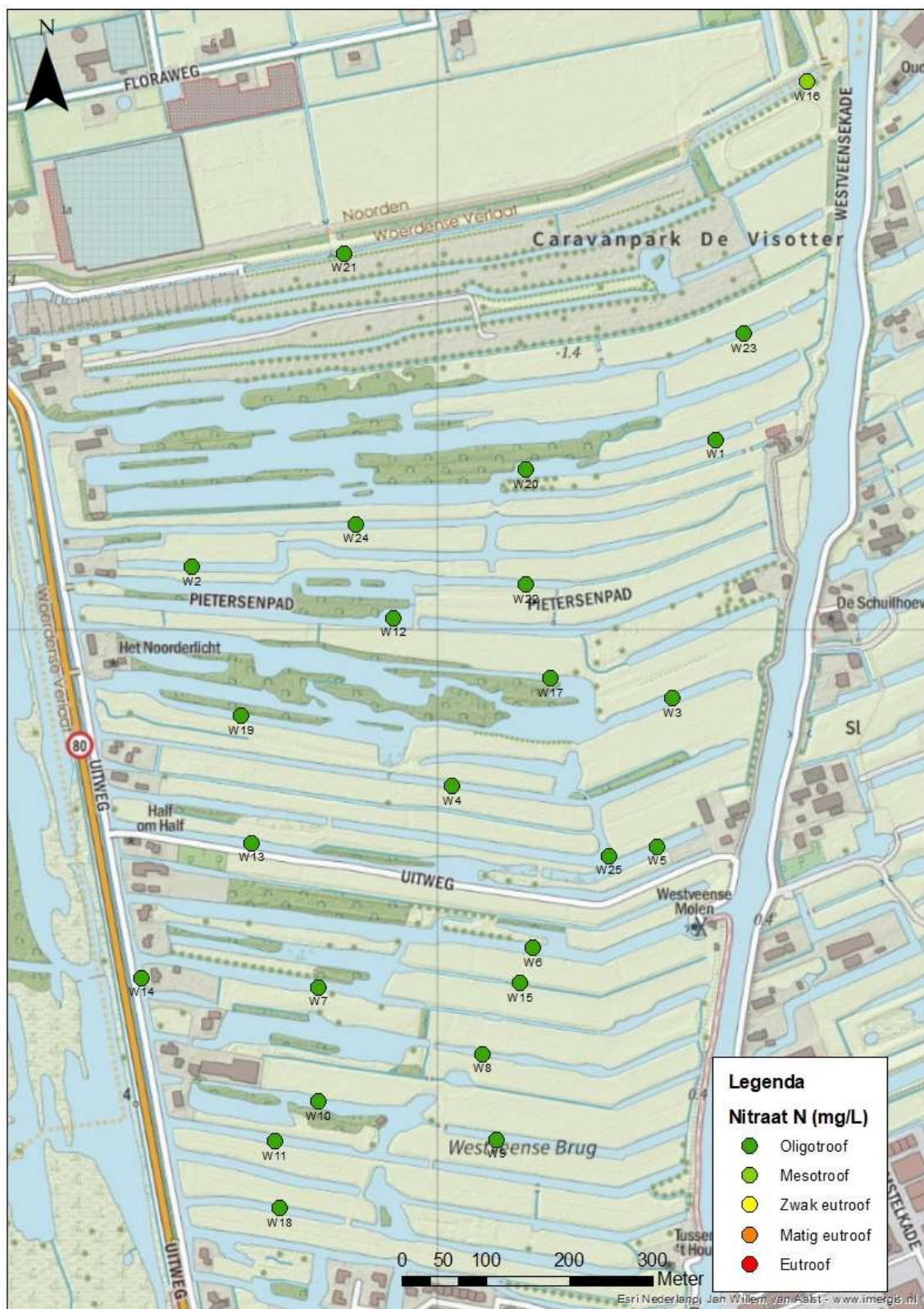
¹ Met name als het gaat om uitlaatwater. De beschikbare gegevens voor het inlaatwater zijn allemaal van ná deze periode.



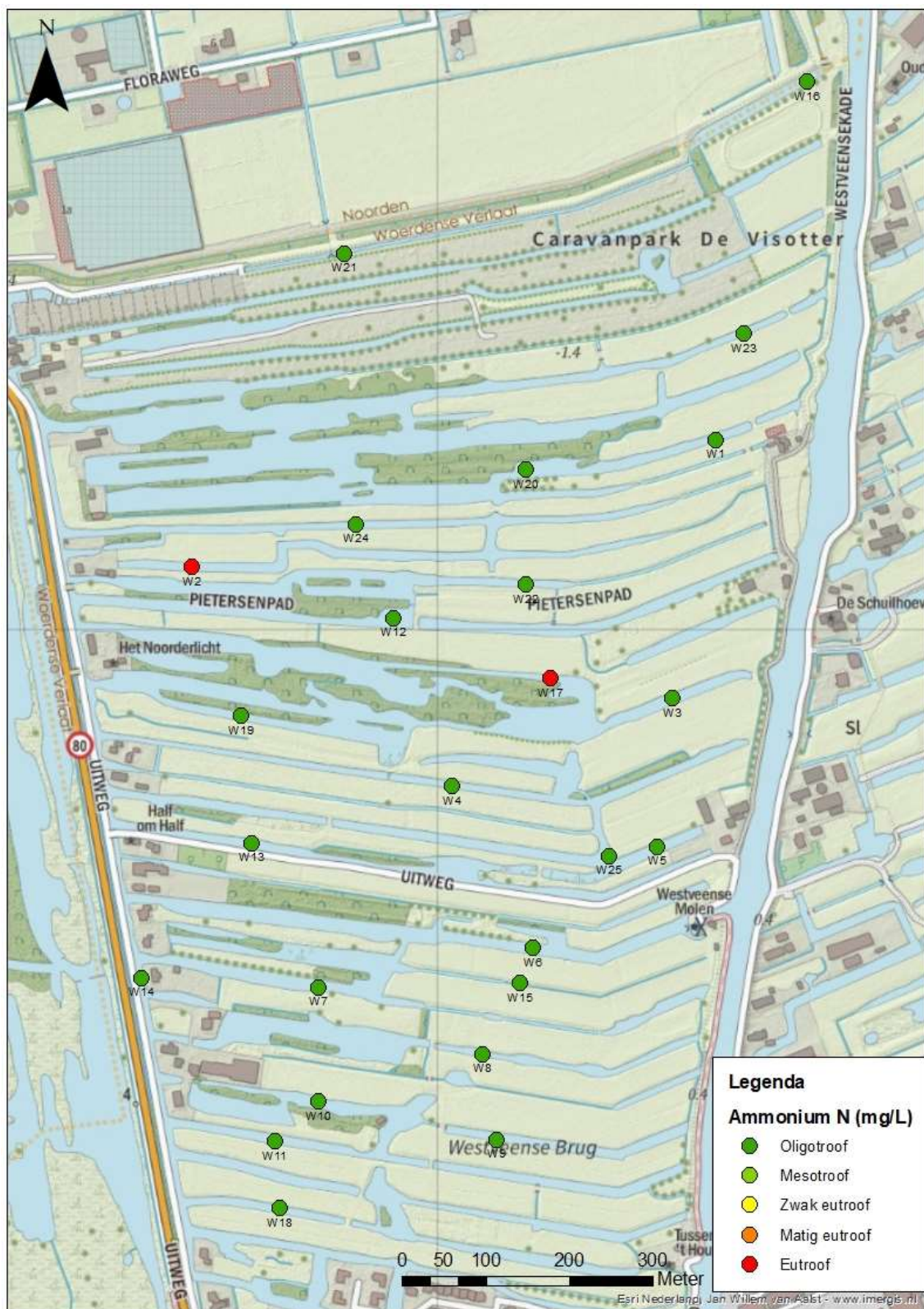
Figuur 1-4 Concentratie totaal-fosfor (P) in het oppervlaktewater voor Polder Westveen in mg L^{-1} . Grenswaarden naar Bal (2001).



Figuur 1-5 Concentratie ortho-fosfaat (ortho-P) in het oppervlaktewater voor Polder Westveen in mg L^{-1} . Grenswaarden naar Bal (2001).



Figuur 1-6 Concentratie stikstof in nitraat ($N-NO_3$) in het oppervlaktewater voor Polder Westveen in $mg\ L^{-1}$. Grenswaarden naar Bal (2001).



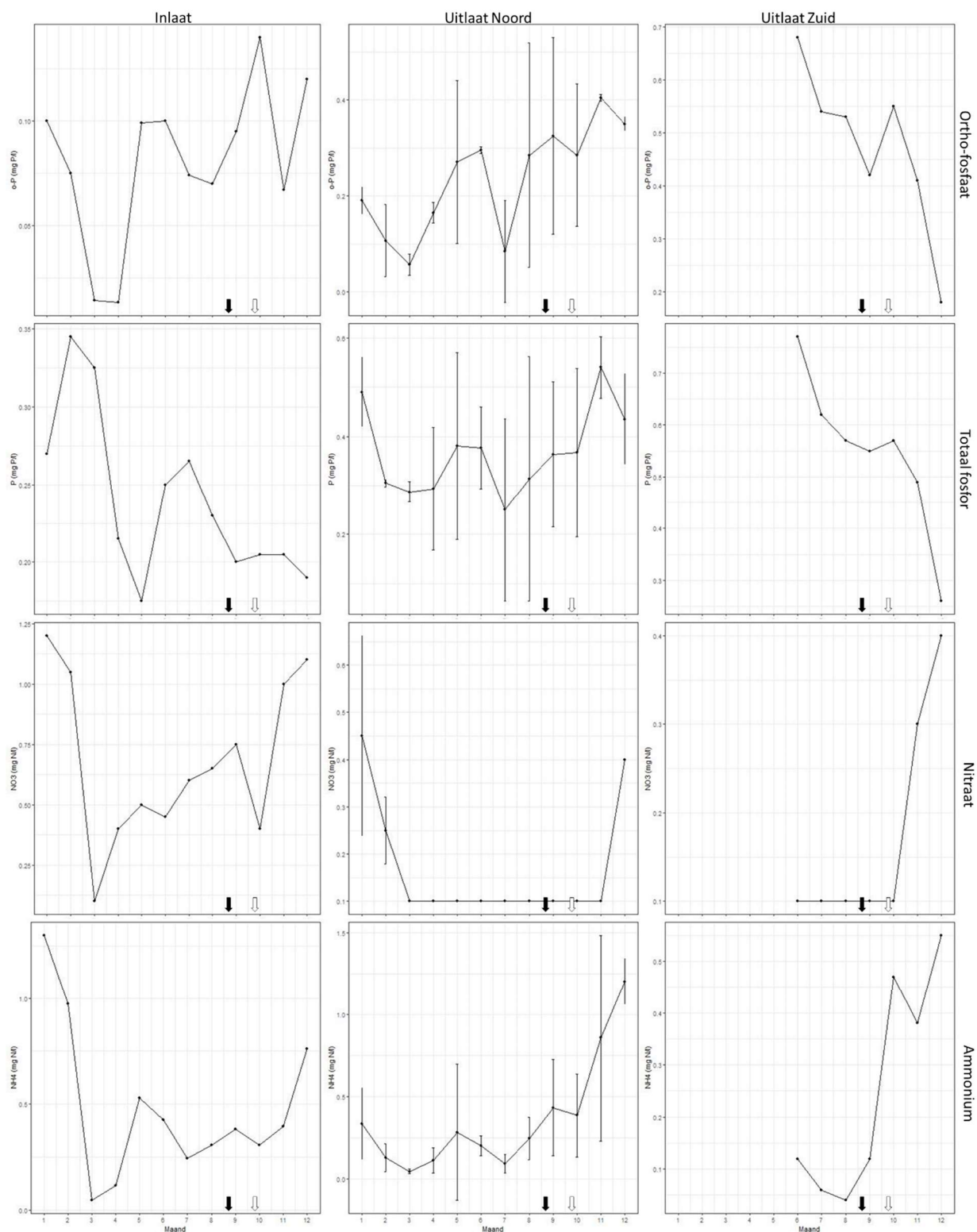
Figuur 1-7 Concentratie stikstof in ammonium (N-NH_4) in het oppervlaktewater voor Polder Westveen in mg L^{-1} . Grenswaarden naar Bal (2001).

De kwaliteit van het oppervlaktewater als het gaat om de aanwezigheid van de voedingsstoffen fosfor (P; Figuur 1-4 en figuur 1-5) en stikstof (N; Figuur 1-6 en figuur 1-7) is weergegeven in figuren 1-5 tot en met 1-7. Uitgaan de van de door Bal (2001) gegeven grenswaarden, valt onmiddellijk op dat het water voedselrijk (eutroof) is als het gaat om fosfor (Figuur 1-4). Overal is de totale hoeveelheid P hoger dan $0,1 \text{ mg P L}^{-1}$, die als grenswaarde geldt voor voedselrijke systemen (Bal 2001). Dit is overigens in overeenstemming met de langjarige gegevens voor de in- en uitlaatpunten, waar de gemeten waarden nooit beneden de $0,1 \text{ mg P L}^{-1}$ daalden (Figuur 1-8).

De voor planten eenvoudig beschikbare hoeveelheid P (ortho-P of opgelost fosfaat) laat een voedselarmer beeld zien (Figuur 1-5). In algemene zin, liggen de gemeten waarden onder de drempelwaarde voor voedselarme systemen van $0,025 \text{ mg P L}^{-1}$ (Bal 2001). Uitzondering vormen enkele metingen in het middel van polder Westveen, waar juist veel ortho-P in het oppervlaktewater aanwezig bleek. Dit betekent dat de hoeveelheid totaal-P, die bestaat uit organisch P gebonden aan bijvoorbeeld zwevend stof én opgelost P, overwegend gebonden is aan slib, dat inderdaad in overmaat aanwezig is in het gebied. We zien geen relatie tussen wel of niet bemeste percelen de hoeveelheid ortho-P in het oppervlaktewater.

Voor stikstof volgt uit figuur 1-6 en figuur 1-7 dat in het oppervlaktewater nauwelijks stikstof beschikbaar is (oligotroof); de gemeten waarden liggen beneden $0,15$ en $0,4 \text{ mg N L}^{-1}$, voor respectievelijk NO_3 en NH_4 , waarden die passen bij systemen waarin nauwelijks stikstof beschikbaar is (cf. Bal 2001). De gemeten waarden lijken in hoge mate op de voor het uitlaatwater gemeten waarden (Figuur 1-8). Daarin valt op dat het voor planten makkelijk beschikbare nitraat in het groeiseizoen tot nul terugloopt. Dit duidt erop dat de stikstof die in het water beschikbaar is (in het inlaatwater neemt de hoeveelheid nitraat juist toe in gedurende het groeiseizoen, waarmee dus actief stikstof in het gebied werd gebracht) vrijwel geheel wordt geconsumeerd door (water)planten en algen. We kijken naar een door N gelimiteerd systeem, gegeven dat P jaarrond in overmaat aanwezig is in het oppervlaktewater. Het vrijkomende P wordt, gegeven dat (onder)waterplanten vrijwel geheel ontbreken in het gebied, naar verwachting bovendien direct geconsumeerd door algen, hetgeen verder bijdraagt aan de lage waarden voor ortho-P.

Overigens laten de in 2019 gemeten waarden zien dat de concentratie nitraat iets hoger waren voor het inlaatwater (W16; mesotroof) in vergelijking met het uitlaatwater (W21; oligotroof). Nog steeds wordt dus stikstof in het systeem gebracht, dat vervolgens wordt geconsumeerd. Overigens lijkt de gemeten waarde ($0,34 \text{ mg N L}^{-1}$) wel lager dan de gemiddelde waarde voor het oude inlaatpunt (Figuur 1-8). Ook wat betreft stikstof lijkt het er dus op, dat het verplaatsen van de waterinlaat leidt tot voedselarmer inlaatwater. Kanttekening is uiteraard, dat op basis van één meting aan het eind van een droge zomer geen harde conclusies dienaangaande te trekken zijn. Een langere meetreeks biedt meer zekerheid.



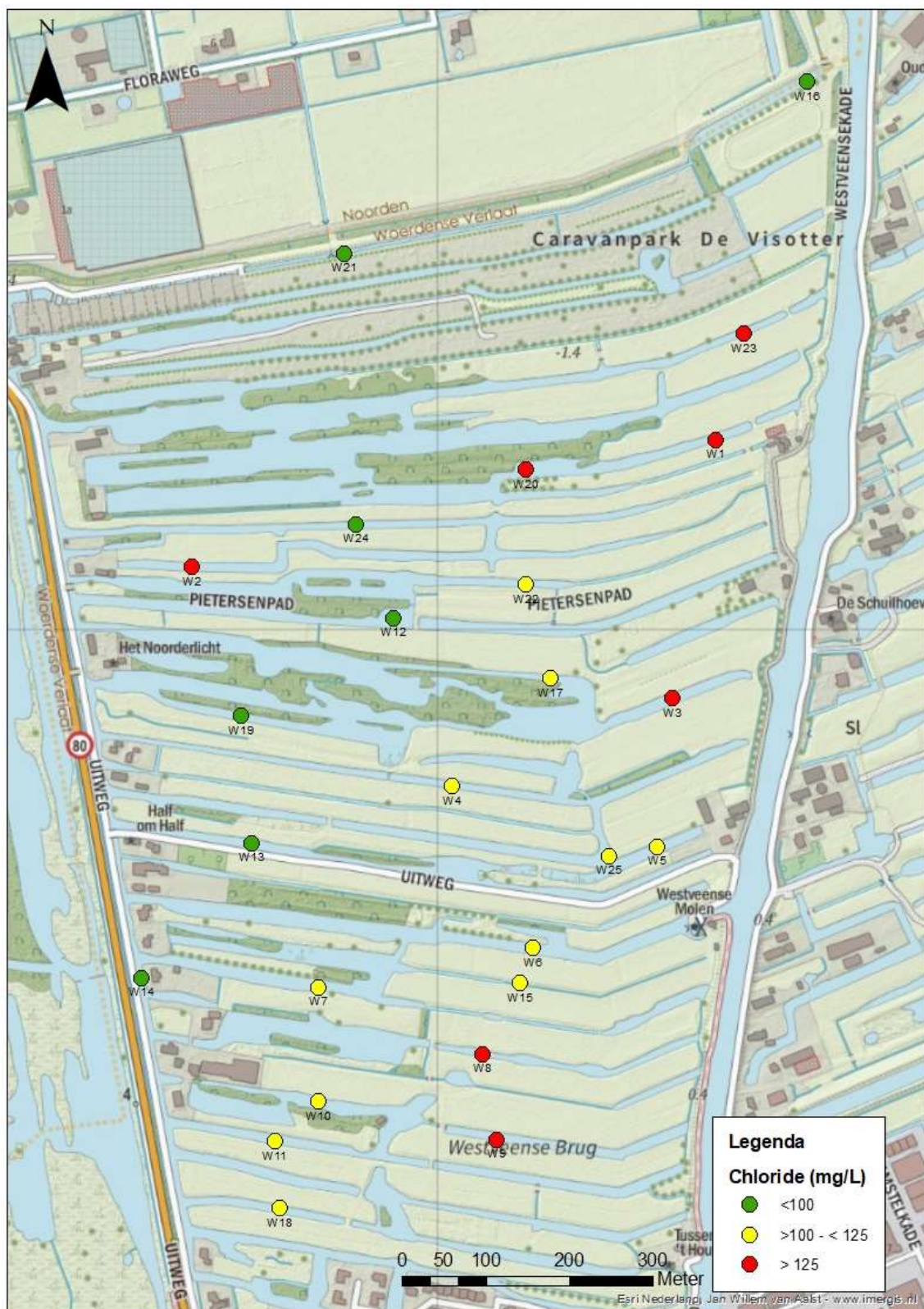
Figuur 1-8 Ortho-fosfaat (Ortho-P), totaal fosfor (totaal-P) en nitraat(NO_3) en ammonium (NH_4) in mg L^{-1} voor inlaatwater en het uitlaatwater op basis van meetreeksen beschikbaar via Waternet. Let op: alle y-assen hebben omwille van de leesbaarheid een andere schaalverdeling. De zwarte pijl: indicatieve monsternamen oppervlaktewater. Witte pijl: indicatieve monsternamen grondwater. De gegevens voor de inlaat (meetpunt KMU05) beslaan de periode 2009-2010. Voor de noordelijke uitlaat (NBW06) is dit de periode 2006-2010 en voor de zuidelijke uitlaat (NBW12) 2011. In 2018 is de inlaat (KMU05) verplaatst van de molen naar W16 (Figuur 1-1). Voor deze nieuwe inlaatlocatie zijn geen meetreeksen beschikbaar, voor zover bekend.

Op basis van de eenmalige meting in 2019 kon geen invloed van chemische processen op de waterkwaliteit worden vastgesteld; patronen die verband houden met de route van het water ontbraken.

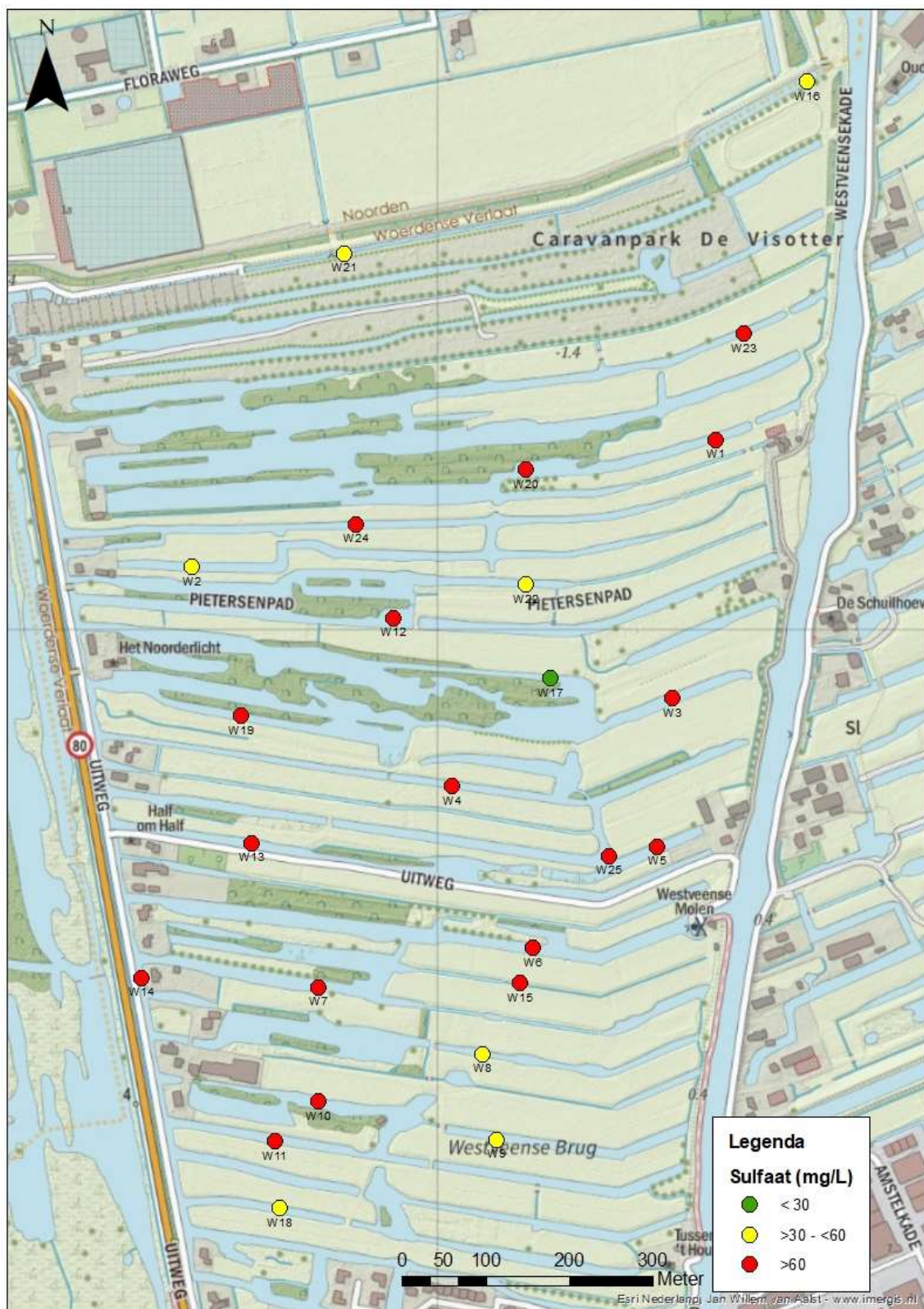
Ook de concentratie chloride (een inerte stof, die als maat genomen kan worden voor de verdunning met regenwater) laat geen duidelijk ruimtelijk patroon zien tussen het punt van water in- en uitlaat (Figuur 1-9). Dit bevestigt eerder geschetst beeld en laat bovendien zien dat in elk geval tijdens de monsternamen geen sprake was verdunning met regenwater (dat van nature op enige afstand van de zee nauwelijks nog chloride bevat (eg. Appelo en Postma 2013) of ophoping daarvan in de slooteinden. Het effect van dit mechanisme is in inverse terug te zien in figuur 1-11. Daar valt de piek in de chlorideconcentraties in de zomermaanden direct op. Dit is het gevolg van indamping. Overigens lijkt figuur 1-11, net als het geval was voor P en N, ook te laten zien, dat het inlaatwater na verplaatsen minder chloride bevat (vergelijk figuur 1-9 en figuur 1-11). Dit is toe te schrijven aan het feit dat het inlaatwater ook van andere herkomst (een minder chloride-belast systeem) is, sinds de inlaat is verplaatst. Met enige fantasie is er een licht oost-west patroon te herkennen in de chlorideconcentratie: hogere waarden aan de oostzijde en lagere waarden aan de westzijde. Het concentratieverschil is echter niet zodanig dat er sprake is van een meer expliciete invloed van het inlaatwater aan de oostzijde van het gebied en een meer mengvorm met gebiedseigen water aan de westzijde.

Afwezigheid van enig aan het watersysteem gerelateerd patroon geldt ook voor sulfaat (SO_4 ; Figuur 1-10), een stof die indicatief is voor agrarisch landgebruik (sulfaat wordt aangevoerd via kunst- en koemest en spoelt vervolgens uit en af). Overigens zijn de hoeveelheden sulfaat in het oppervlaktewater als “hoog” te bestempelen (een gevolg van het landgebruik), behoudens één enkele uitzondering (W17). Dit geldt ook voor de hoeveelheden in het in- en uitlaatwater, die met respectievelijk circa 67 (± 16) en 50 (± 22) mg L^{-1} in hoge mate vergelijkbaar zijn met de voor polder Westveen gemeten waarden en goed overeenkomen met de bekende meetreeksen (Figuur 1-11).

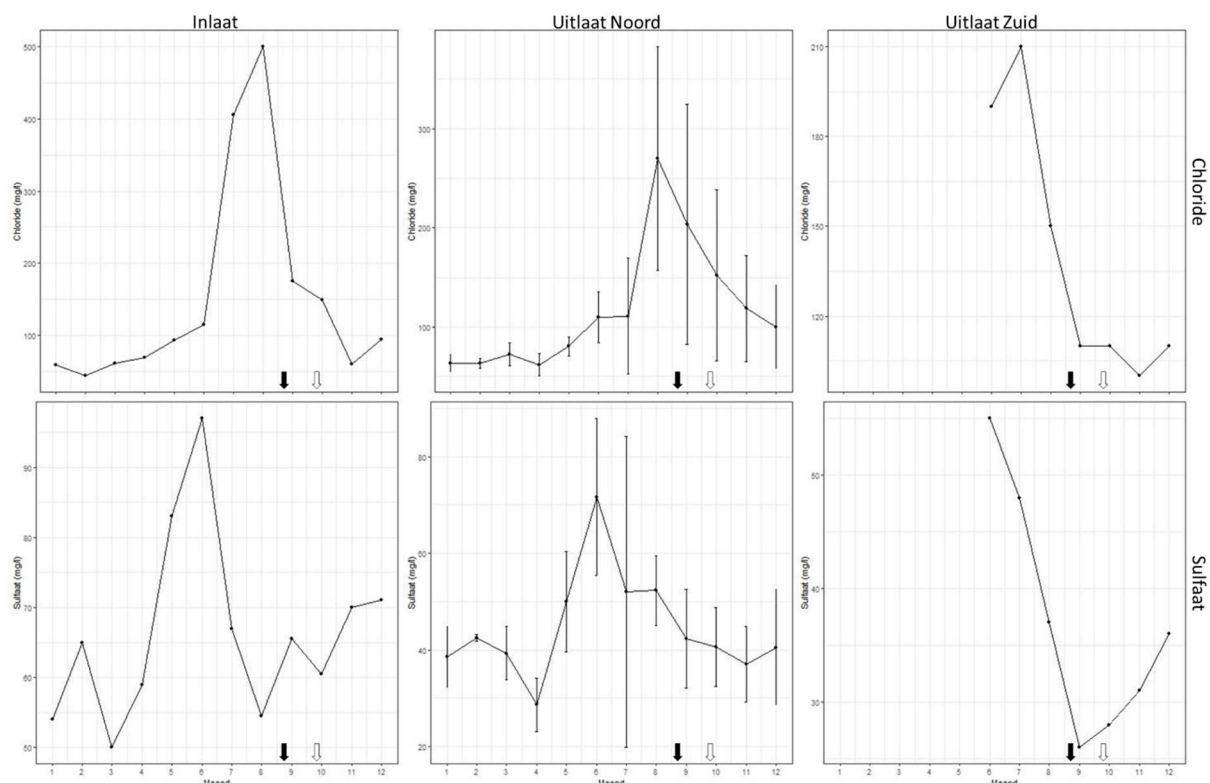
Overigens valt in figuur 1-11 op dat de sulfaatconcentraties in het oppervlaktewater pieken in het voorjaar, daar waar dit normaliter in de winter gebeurt (Figuur 1-11 laat in de warme periode wel een snelle afname van de concentratie zien). Sulfaat kan in afwezigheid van zuurstof en nitraat als “brandstof” gebruikt worden door bacteriën in de waterbodem (reductie). Dit proces verloopt sneller bij hogere temperaturen, waardoor doorgaans in de zomer de sulfaatconcentraties in het oppervlaktewater lager zijn (veel brandstof verbruikt). De piek in het voorjaar (mei) hangt samen met veenafbraak. Door het lage zomerpeil dat in het voorjaar wordt ingesteld komt veen in contact met zuurstof. Het in het veen aanwezige zwavel oxideert tot sulfaat en spoelt af en uit naar het oppervlaktewater. Hier wordt het vervolgens geconsumeerd door eerder genoemde bacteriën.



Figuur 1-9 Concentratie chloride (Cl) in het oppervlaktewater van polder Westveen.



Figuur 1-10 Concentratie sulfaat (SO_4) in het oppervlaktewater van polder Westveen



Figuur 1-11 Chloride (Cl) en sulfaat (SO₄) in mg L⁻¹ voor inlaatwater en het uitlaatwater op basis van meetreeksen beschikbaar via Waternet. Let op: alle y-assen hebben omwille van de leesbaarheid een andere schaalverdeling. De zwarte pijl: indicatieve monsternamen oppervlaktewater. Witte pijl: indicatieve monsternamen grondwater. De gegevens voor de inlaat (meetpunt KMU05) beslaan de periode 2009-2010. Voor de noordelijke uitlaat (NBW06) is dit de periode 2006-2010 en voor de zuidelijke uitlaat (NBW12) 2011. In 2018 is de inlaat (KMU05) verplaatst van de molen naar W16 (Figuur 1-1). Voor deze nieuwe inlaatlocatie zijn geen meetreeksen beschikbaar, voor zover bekend.

Resumé

Voorgaande laat zien dat uit de 55 EGV-meetpunten en de 25 oppervlaktewatermeetpunten geen consistente differentiatie in de kwaliteit van het oppervlaktewater van polder Westveen naar voren komt. De concentraties van de relevante voedingsstoffen variëren niet in betekende mate tussen het in- en het uitlaatpunt en binnen het gebied. Dit geldt ook voor de concentraties chloride en sulfaat. Ook wijkt de kwaliteit in, bijvoorbeeld, doodlopende sloten (W2, 3, 5, 8, 9, 15, 18 en 24) niet in betekende mate af van de kwaliteit in de rest van het systeem. Dit geldt ook voor percelen nabij bos (bladval; W12, 17, 18 en 19). In feite is de waterkwaliteit, in termen van de voedingsstoffen stikstof en fosfor, als ook chloride en sulfaat vergelijkbaar in het hele systeem. Hieruit is te concluderen dat het inlaatwater bepalend is voor de oppervlaktewaterkwaliteit in polder Westveen en dat interne processen - behoudens directe consumptie van N en P door, vermoedelijk, algen - of verdunning geen kans krijgen om differentiatie in de oppervlak waterkwaliteit teweeg te brengen. Kanttekening daarbij is dat het om een eenmalige meting in een relatief droge periode gaat, een periode waarin dominantie van het systeem door inlaatwater niet verrassend is.

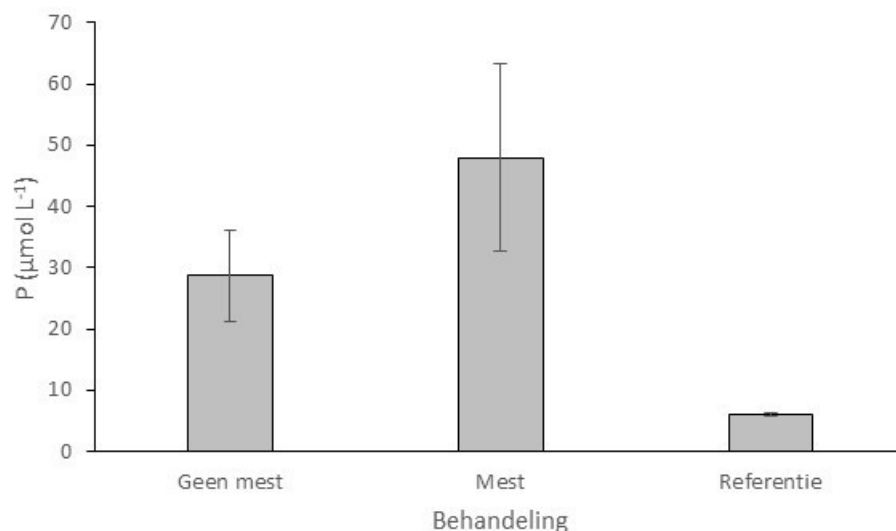
Het geheel overziend is het oppervlaktewater in de nazomer het best te beschrijven als eutroof als het gaat om fosfor en oligotroof als het gaat om stikstof en voor planten beschikbaar fosfor; het systeem is stikstof-gelimiteerd. Het stikstof dat met het inlaatwater aan het systeem wordt toegevoegd, wordt vrijwel geheel geconsumeerd door algen (en (water)planten, zo die er zouden zijn). De consumptie lijkt vrijwel direct plaats te vinden (geen duidelijk patroon tussen in – en uitlaat). De gebieds-breed lage gehalten voor planten beschikbaar fosfor, duiden hier ook op. De totale hoeveelheid fosfor is in het hele systeem

bijzonder hoog, hetgeen erop wijst dat veen van het fosfor aanwezig is in de vorm van zwevend stof en slib. Inderdaad zijn in het gebied dikke en daarmee waarschijnlijk zeer voedselrijke sliblagen aanwezig. Een duidelijk patroon als het gaat om stikstof- en fosfor gehalten is echter niet te zien, zoals ook voor het EGV. Daarmee is op basis van de eenmalige meting niet onmiddellijk duidelijk dat interne processen een belangrijke rol spelen voor de waterkwaliteit. Van belang is wel, dat er aanwijzingen zijn dat de het verplaatsen van de waterinlaat een positief effect heeft gehad op de waterkwaliteit in Polder Westveen, hoewel nog steeds stikstof en fosfor worden aangevoerd.

1.3 Grondwater in vogelvlucht

Zoals in paragraaf 1.1 gezegd, is naast oppervlaktewater ook grondwater bemonsterd. De relatie tussen beiden is onderwerp van onderzoek geweest. Eerst wordt het grondwater in algemene zin beschreven, zodat de onderlinge samenhang beter te duiden is.

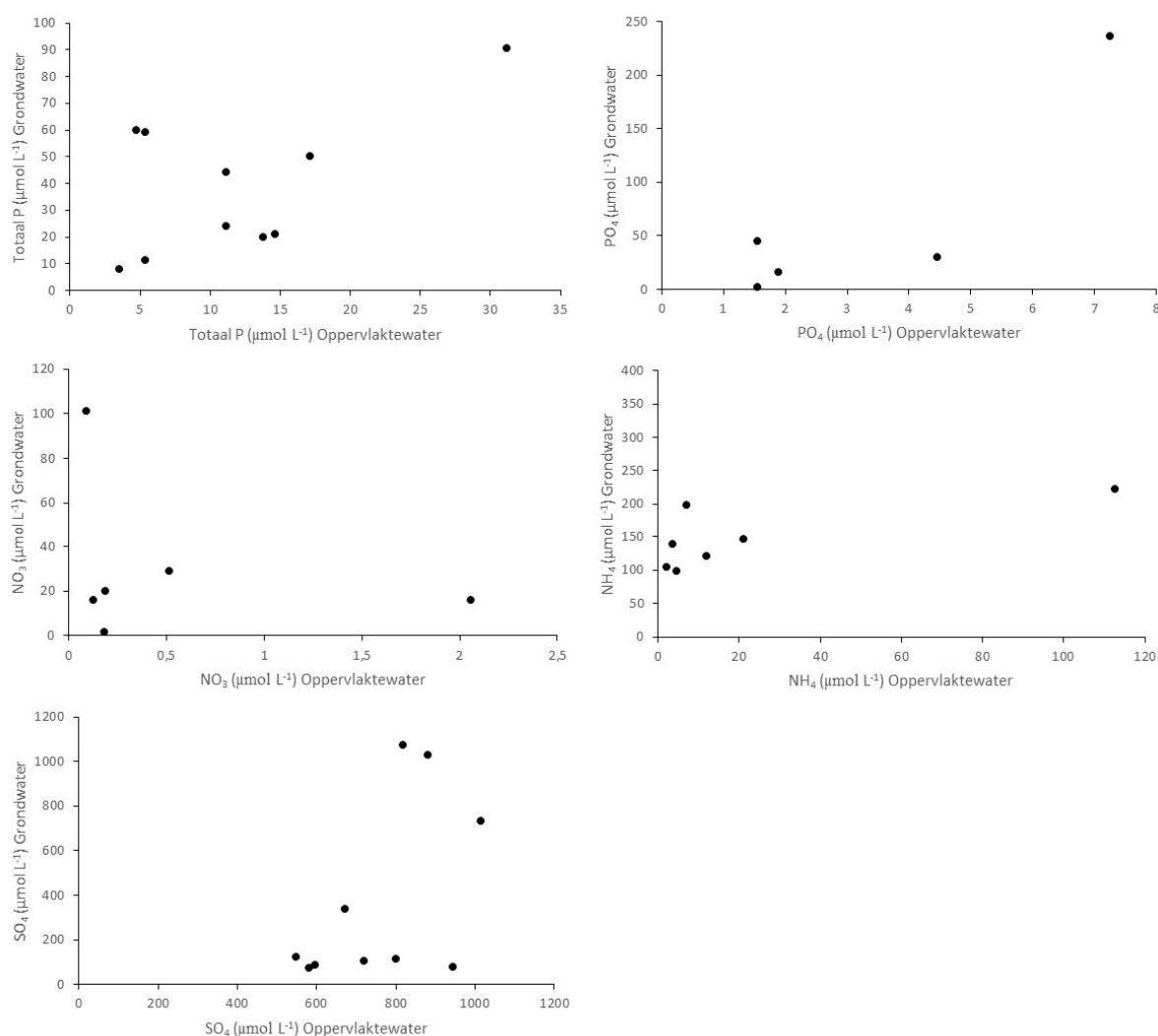
In algemene is laten de metingen zien dat laat het grondwater onder Polder Westveen beïnvloed wordt door het landgebruik, bijvoorbeeld aan de hand van de fosforconcentratie. Wat betreft percelen waar geen mestgift meer plaats vindt, zijn de waarden voor P, NO₃ en NH₄ veel hoger dan in andere terreinen. In figuur 1-12 is dit geïllustreerd voor de concentratie P in het diepe poriewater. In één oogopslag is duidelijk, dat de voor Westveen gevonden waarden aanmerkelijk hoger zijn, in vergelijking met de percelen in de Bovenlanden van de Kromme Mijdsrecht (waar al lange tijd geen bemesting meer plaats vindt, en waar mogelijk ook de aanwendig minder hoog is geweest).



Figuur 1-12 Vergelijking Westveen met referentiepercelen in Bovenlanden Kromme Mijdsrecht (referentie). De als referentie gepresenteerde data heeft betrekking op het diepe poriewater (100 cm -mv) bemonsterd in een zestal percelen in eigendom van Natuurmonumenten, die al vele jaren niet meer bemest en actief verschaald worden (zie van den Broek 2017 voor details).

1.4 Relatie grond- en oppervlaktewater en bodemchemie

Figuur 1-13 laat zien dat alleen voor totaal-P een relatie aanwezig is tussen de concentratie in het grond- en oppervlaktewater; hoe hoger de concentratie in het grondwater, hoe hoger de concentratie in het oppervlaktewater. Voor sulfaat lijkt een dergelijk verband ook aanwezig, maar hier is voorzichtigheid geboden, omdat de correlatie rust op één enkel punt. Dit geldt ook voor ammonium. Voor de nitraat en sulfaat kan geen statistisch significant verband worden aangetoond. Dat geen verband kan worden aangetoond tussen voedingsstoffen in het oppervlaktewater en voedingsstoffen in het (diepe) grondwater, hangt samen met de eerdere constatering dat vrijwel alle voedingsstoffen, zeker stikstof, vrijwel geheel geconsumeerd worden door algen en -in mindere mate- (water)planten. Het gegeven dat de hier gepresenteerde gegevens een momentopname zijn, heeft zeker ook invloed.

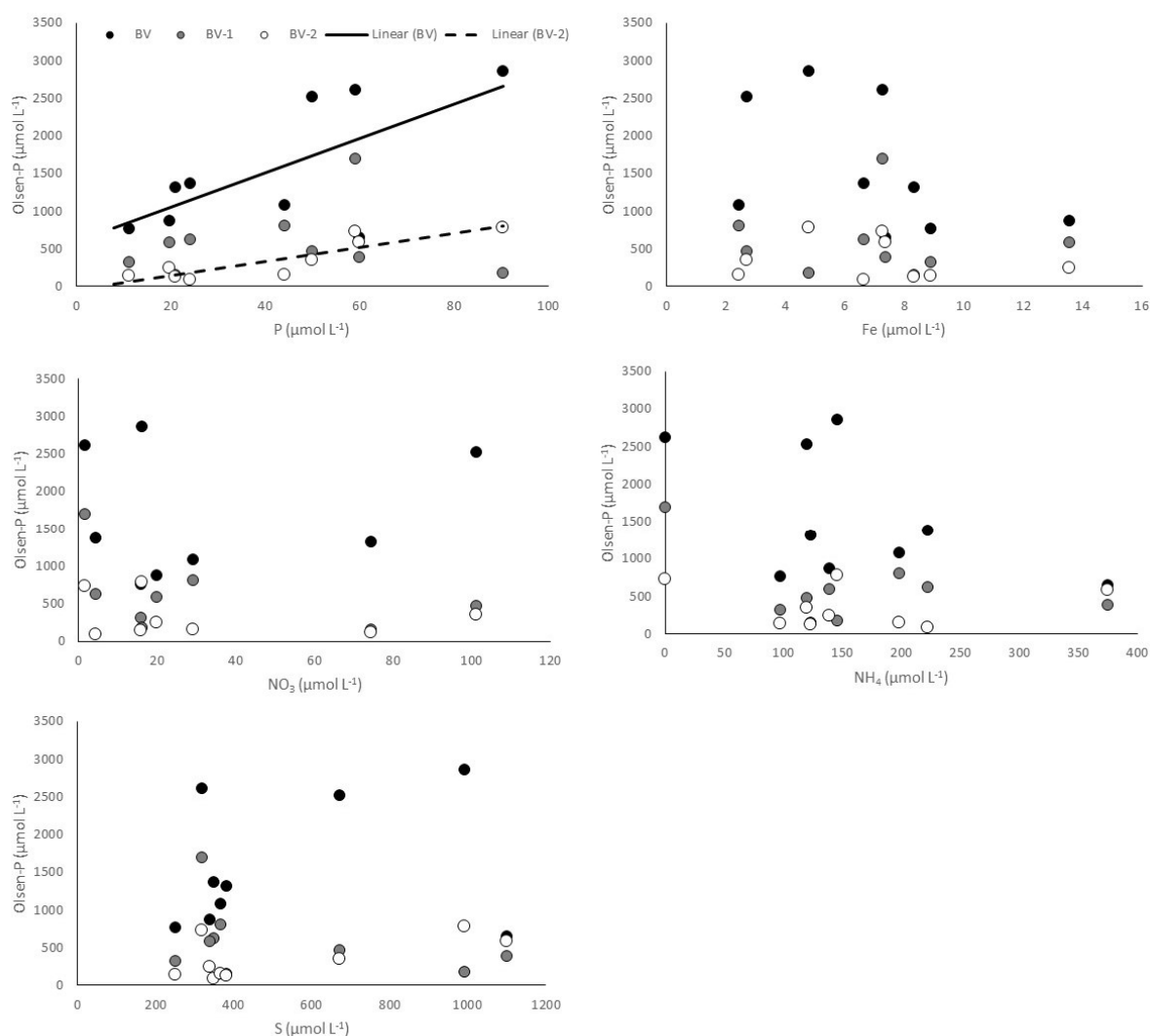


Figuur 1-13 Relatie tussen de concentraties P, PO₄, NO₃, NH₄ en SO₄ in het oppervlakte- en poriewater.

Gegevens voor bodemkwaliteit zijn beschikbaar uit eerder onderzoek door van Mullekom et al. (2018). Zij onderzochten de bodemchemische kwaliteit van de hier relevante 10 percelen (Figuur 1-1), uitgezonderd perceel 1 (grondwaterpunten 1a en b en oppervlaktewater W1; Figuur 1-1). De vergelijking tussen bodemchemie en grondwater is dan ook gebaseerd op negen percelen, waarbij de waarden voor P, S, Fe, NO₃ en NH₄ per perceel zijn gemiddeld. Voor de percelen zijn metingen op drie tot vier (veelal

net verschillende) dieptes beschikbaar. Gewerkt is met de bovenste drie dieptes (globaal tot maximaal 50 cm -mv), gegeven dat alleen perceel 6 een vierde diepte beschikbaar is.

Figuur 1-14 geeft de gevonden verbanden voor de drie door van Mullekom et al. (2018) bemonsterde bodemlagen weer. Statistisch significante correlaties ($p < 0,05$) zijn niet gevonden, uitgezonderd voor de concentratie P in het porievocht en de Olsen-P concentratie in de bouwvoor (BV in figuur 1-14) en de bodemlaag 20 centimeter onder de bouwvoor (BV2 in figuur 1-14). Hier was de correlatie wel significant ($p = 0,046$ en $0,002$ voor respectievelijk BV en BV2) en positief ($p = 0,67$ en $0,88$ voor respectievelijk BV en BV2). Dit betekent dat concentratie P in het diepe poriewater toeneemt, met toenemende de Olsen-P waarde. Dit is een effect van uitspoeling naar het grondwater.



Figuur 1-14 Correlatie tussen Olsen-P ($\mu\text{mol L}^{-1}$) uit van Mullekom et al. (2018) en gemiddelde (per perceel) concentratie P ($\mu\text{mol L}^{-1}$) in het diepe (100 cm -mv) poriewater voor de bouwvoor (BV), de eerste bodemlaag onder de bouwvoor (BV1) en de bodemlaag 20 cm onder de bouwvoor (BV2). Alleen wanneer de Pearson correlatie een statistisch significant verband liet zien, is een lineaire regressielijn toegevoegd.

1.5 Relatie grondwater en landgebruik

De percelen die in polder Westveen bemonsterd zijn voor wat betreft het diepe poriewater, kennen in totaal zeven verschillende geschiedenissen als het gaat om bemesting (Tabel 1-1).

Tabel 1-1 Bemestingsvormen en het aantal monsters per bemestingsvorm. Het volgnummer geeft de mate waarin uitspoeling a priori verwacht mag worden aan, waarbij de verwachting verloopt van laag (1) naar hoog (7). Perceel: het perceelnummer waarop een bepaalde behandeling is toegepast. Zie voor de ligging figuur 1-1. n: aantal monsters

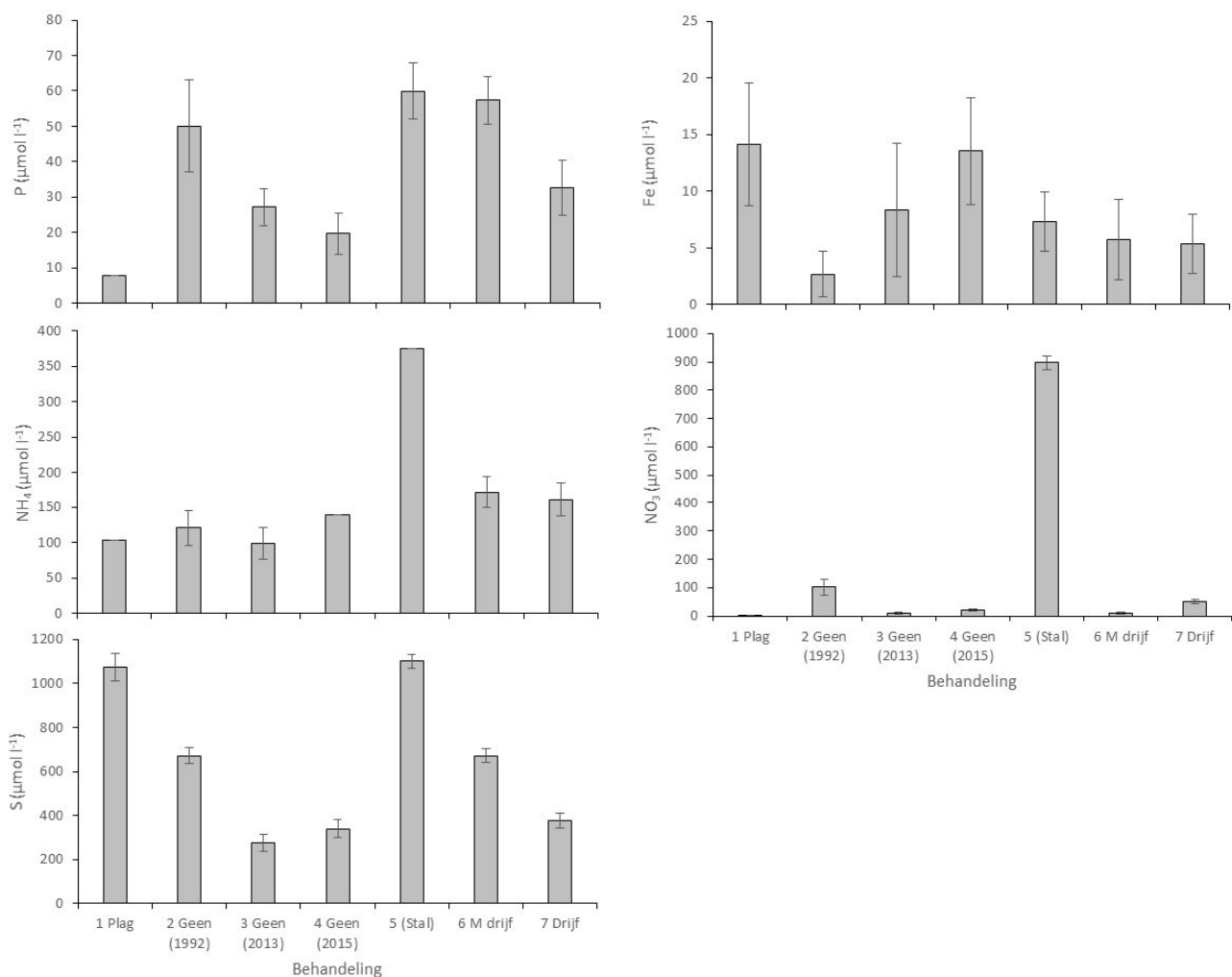
Nummer	Perceel	Behandeling	n
1	1	Geplagd, niet bemest	2
2	11	Sinds 1992 geen bemesting	2
3	4,6	Sinds 2013 geen bemesting	3
4	5	Sinds 2015 geen bemesting	2
5	7	Jaarlijks ruige stalmest	2
6	2,10	Jaarlijks beperkt drijfmest	4
7	8,9	Jaarlijks regulier drijfmest	4

Analyse van deze gegevens laat zien dat voor geen van de relevante elementen een verschil gevonden kan worden tussen de zeven verschillende “bemestingsvormen” (Kruskal-Wallis, $p < 0,05$). Figuur 1-15 illustreert dit. Dit hangt onder meer samen met het lage aantal herhalingen per behandeling.

Om toch iets te kunnen zeggen over de relatie tussen de concentratie voedingsstoffen in het poriewater en de bemestingshistorie, zijn de zeven behandeling onderverdeeld in twee groepen, namelijk “Mest” en “Geen mest” volgens tabel 1-2.

Tabel 1-2 Groepering van de zeven behandelingen. Nummer: Behandeling volgens nummering uit tabel 1, die tot een groep is gerekend. n: aantal monsters.

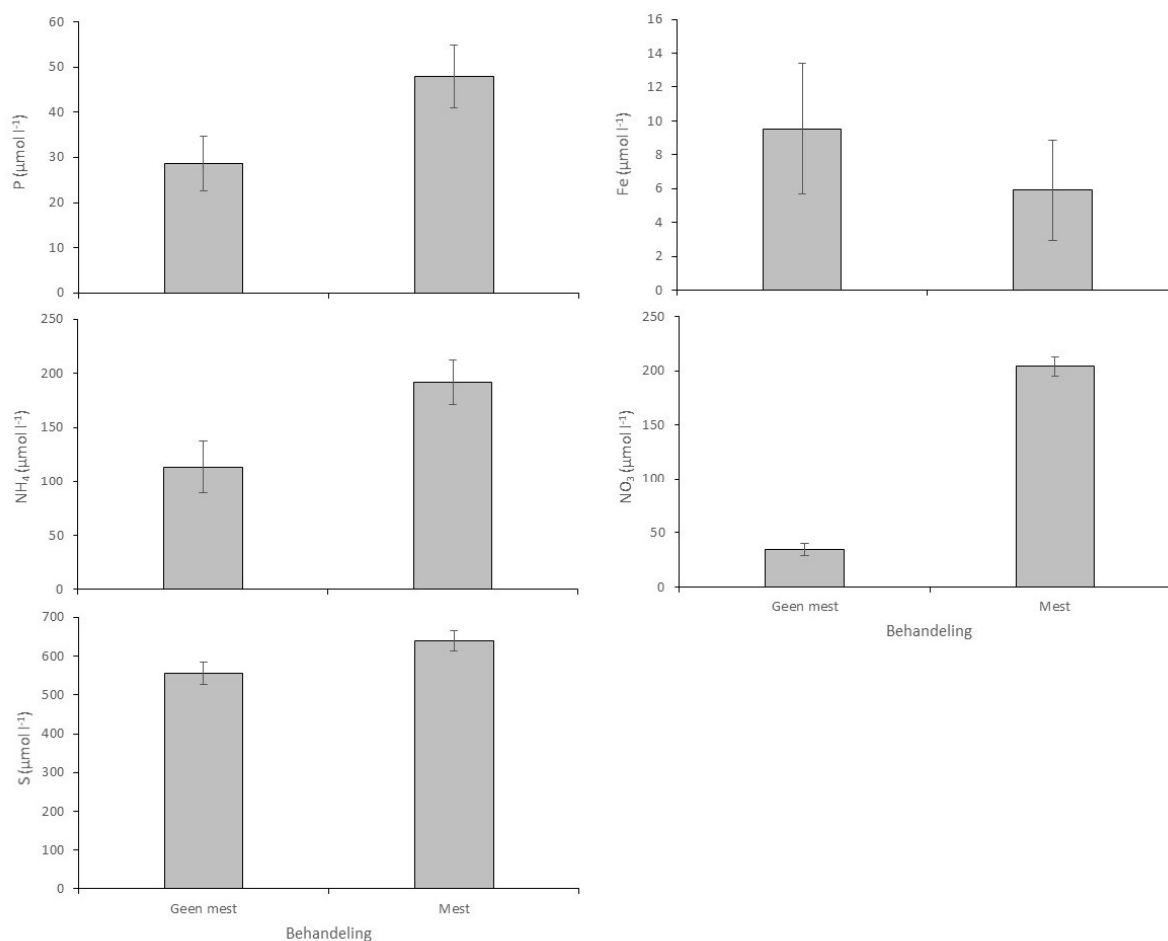
Nummer	Groep	n
1,2,3,4	Geen mest	9
5,6,7	Mest	10



Figuur 1-15 Gemiddelde ($\pm$ standaardafwijking van het gemiddelde berekend als $\sigma/\sqrt{n}$) voor P, Fe, NH₄, NO₃ en S in $\mu\text{mol L}^{-1}$ voor de zeven behandeling. Nummers corresponderen met het nummer in tabel 1-1.

Figuur 1-16 indiceert verschillen tussen percelen die niet bemest worden en percelen die wel bemest worden (ie. een effect van bemestingsregime op grondwaterkwaliteit), waarbij de concentratie fosfor (P), stikstof (NH₄ en NO₃) en zwavel (S) in het poriewater lager lijken in percelen die tegenwoordig niet meer bemest worden. Voor ijzer (Fe) is een omgekeerde relatie te zien. Hoewel het beeld (Figuur 1-16) verschillen tussen bemeste en onbemeste percelen doet vermoeden, is dit verschil statistisch niet aantoonbaar (Kruskal-Wallis, $p < 0,05$). Dit hangt samen met de grote spreiding tussen de monsters (ook binnen percelen), die in figuur 1-15 ook goed te zien is.

Het geheel overziend kan in geen verband worden aangetoond tussen de concentraties P, Fe, S, NO₃ en NH₄ in het diepe (100 cm -mv) poriewater en de bemestingshistorie.



Figuur 1-16 Gemiddelde ($\pm$ standaardafwijking van het gemiddelde berekend als $\sigma/\sqrt{n}$) voor P, Fe, NH₄, NO₃ en S in $\mu\text{mol L}^{-1}$ voor de percelen zonder mestgift (Geen mest) en percelen met mestgift (Mest).

Referenties

- Appelo, CA. J., en D. Postma. 2013. *Geochemistry, groundwater en pollution*. 2. ed., 10., corr. repr. CRC Press [u.a.], Boca Raton. 649 p.
- Bal, D. 2001. *Handboek natuurdoeltypen*. Expertisecentrum LNV, Wageningen.
- Van den Broek, T. 2017. *Analyse kwaliteitsontwikkeling oppervlaktewater in verlengde aanvoerweg Bovenlanden Kromme Mijdsrecht - Waterkwaliteit Bovenlanden Kromme Mijdsrecht*. Royal HaskoningDHV, Rotterdam.
- Van Mullekom, M., H. Tomassen, A. Visscher, en A. Smolders. 2018. *Bodemchemisch onderzoek voormalige landbouwgronden polder Westveen – onderzoek naar de natuurontwikkelingsmogelijkheden*. B-WARE, Nijmegen.

2. Beschouwing mogelijkheid verruimen bandbreedte peil.

Waterpeilen en inundatie Westveen

Maaiveld en hoogte gebouwen

De laagste gebouwen liggen iets lager dan NAP -1,80 m. Metingen drempelhoogten van de bebouwing langs de Uitweg (okt 2019). Het maaiveld rond circa 5 locaties met bebouwing is zodanig laag dat bij een peilstijging van circa 0,15 m het water tot aan de bebouwing komt. Het laagste maaiveld/ grasland ligt op een hoogte van circa NAP -1,65 à 1,70 m

Actuele waterpeilen

Actueel streefpeil is een winter en zomerpeil (NAP -1,90/ -1,85 m).

Voorstel waterpeilen inrichting

Voorstel is een flexibel waterpeil tussen NAP -1,90 en -1,85 m

Alternatief voorstel is de marge voor flexibel peil te vergroten met 0,10 m naar NAP -1,90 tot -1,75 m. Het verruimen van de peilmarge levert veel winst op voor de waterkwaliteit.

Stijging waterpeil bij neerslag

Bij neerslag stijgt het waterpeil circa 0,10 m. Het maximaal gemeten waterpeil is circa NAP -1,74 m (bij stuw Varkenskade).

Op basis van het huidige peilbeheer en maximaal gemeten waterhoogten wordt als maximum een waterpeil NAP -1,70 m verwacht (bij huidig klimaat en beheer)

Inundatie huidige waterpeilen (zie figuur)

Bij 5 gebouwen is de laagste drempelhoogte lager dan NAP -1,70 m (rode stippen). Bij een waterpeil van NAP -1,70 m (donkerblauw in figuur) hebben deze gebouwen risico op overlast en is er sprake van inundatie op maaiveld en een enkele parkeerplaats. NB ondanks de opgetreden hoge waterpeilen van de afgelopen jaren zijn er geen praktijksituaties van overlast bekend of gemeld.

Inundatie bij voorstel waterpeil (en inrichting)

Bij het omdraaien van de peilmarge ontstaan iets meer risico's in de winter. In een natte periode bij hoog peil is er theoretisch maar 5 cm ruimte tot overlast. Maar dit waterpeil is nu ook al aanwezig bij hevige zomerbuien. Hoewel er in de zomer er meestal meer bodemberging is, lijken de risico's niet wezenlijk te veranderen. Door het scheiden van bebouwing en natuurgebied en een verlengde aan-/ afvoerweg voor het water zal er sprake zijn van iets meer opstuwing. Bij een verlengde aanvoerweg van circa 4 km kan de extra opstuwing oplopen tot 8 cm.

Om te voorkomen dat water vanuit het natuurgebied inundatie en overlast veroorzaakt zullen er lokaal maatregelen achter de huizen moeten worden genomen zodat de woningen aan de achterzijde “beschermd” zijn tegen een iets hoger waterpeil dan in de wegsloot. Om te voorkomen dat water over het maaiveld bij de bebouwing kan komen moet het maaiveld overal minimaal NAP -1,60 m (+0,10 m overhoogte) zijn. NB dit zal voldoen bij het huidige klimaat. Om de verwachte klimaatveranderingen op te vangen is een iets hoger niveau gewenst.

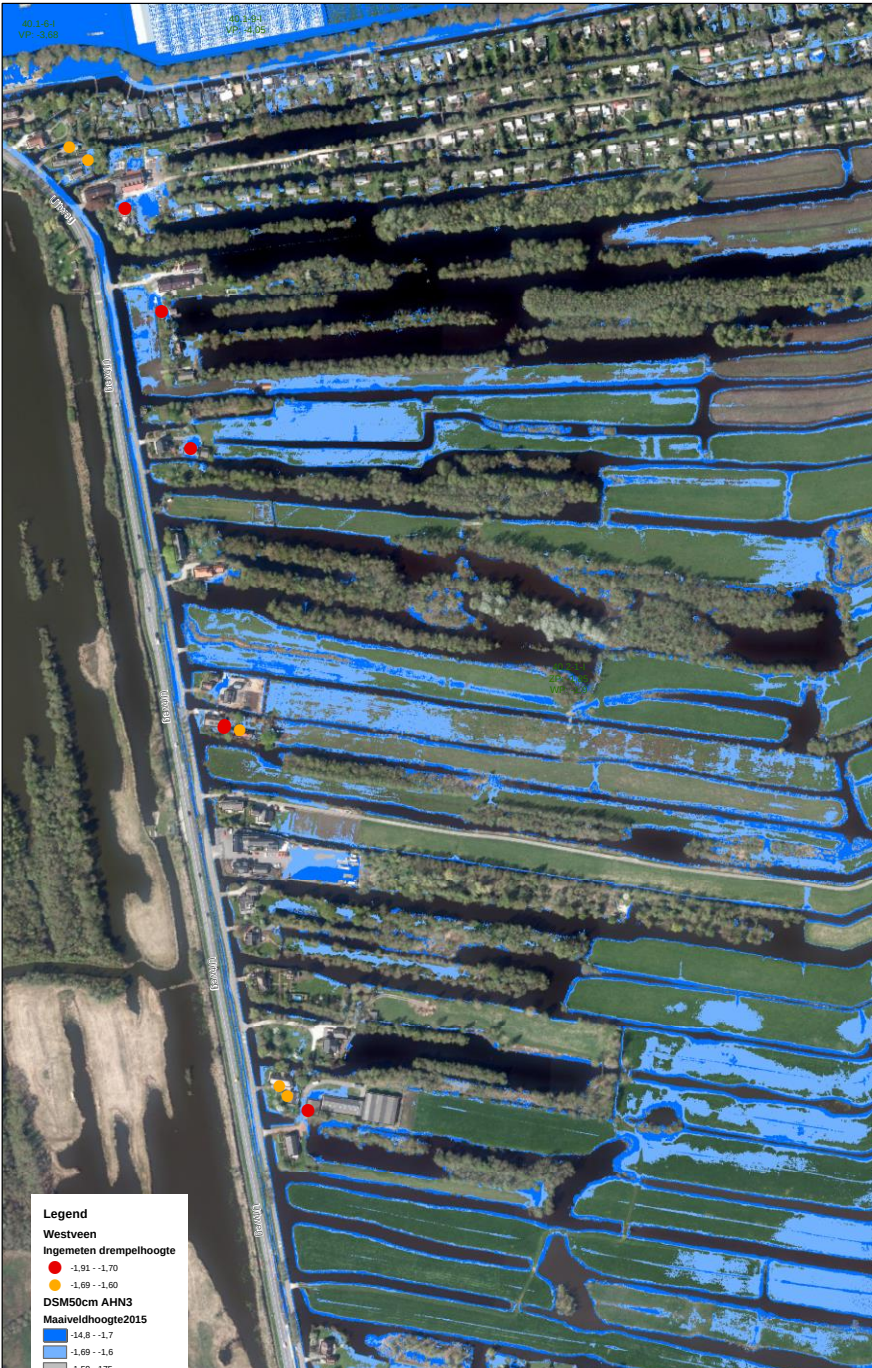
Het verruimen/ verhogen van het maximale peil met 0,10 m tot een maximum streefpeil van NAP -1,75 m geeft streefpeil dat hoger is dan de laagste bebouwing en ongeveer gelijk is aan het maximaal opgetreden waterpeil bij extreme neerslag. Bij extreme neerslag en bij verwachte klimaatontwikkelingen zal het toekomstige maximale waterpeil nog hoger kunnen worden.

Het is niet wenselijk om een streefpeil in te stellen dat in theorie al overlast geeft. Elke neerslag (bij maximaal peil) veroorzaakt in een peilstijging en in potentie nog meer overlast. Met maatregelen als het verder ophogen van maaiveld rond bebouwing zou voorkomen kunnen worden dat het hoge waterpeil gevolgen heeft voor de bebouwing. Maar deze ophogingen zakken weer, moeten onderhouden worden en vormen in feite keringen. Een dergelijke inrichting is op termijn onderhoudsgevoelig en niet erg robuust.

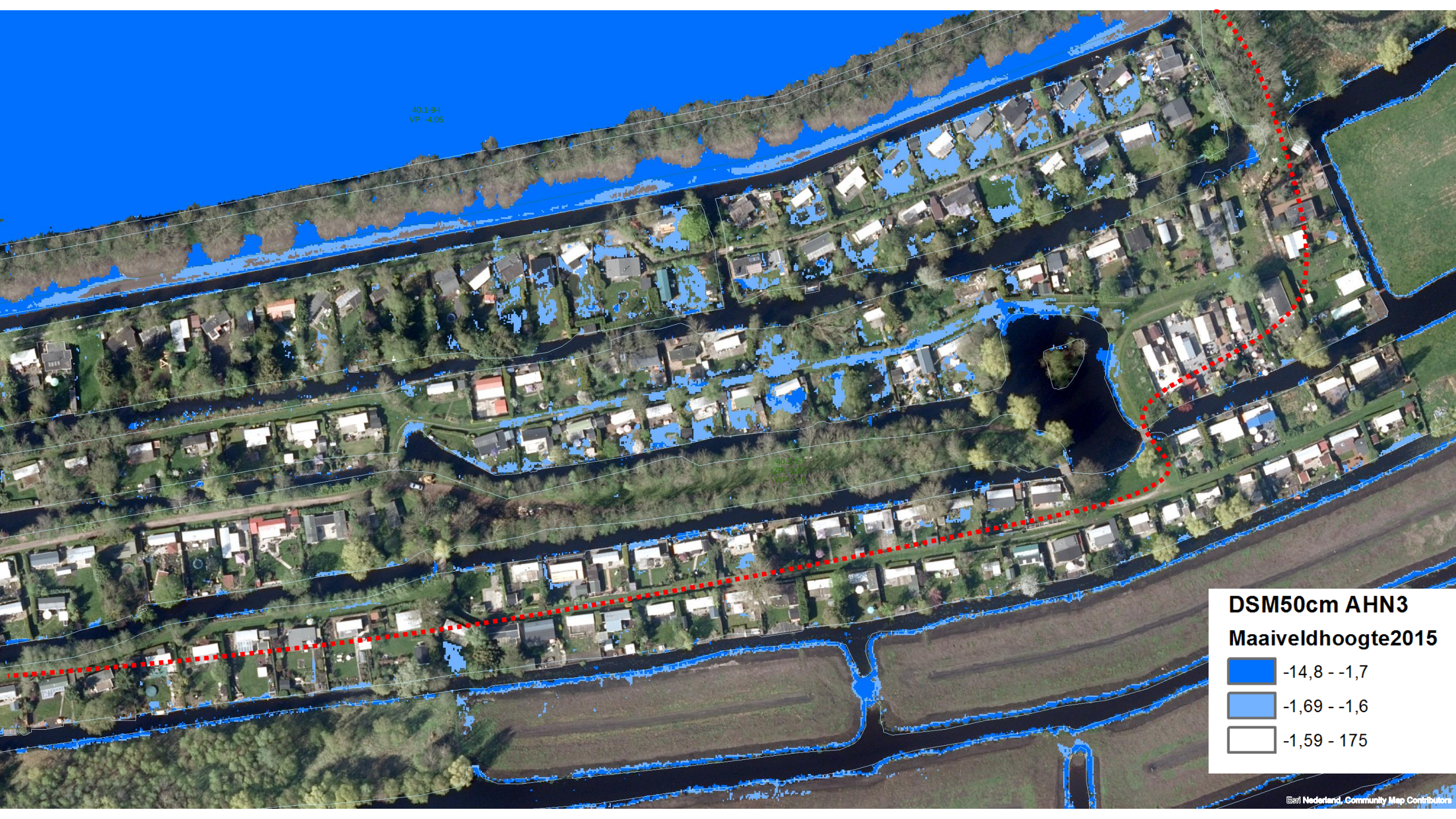
Conclusie

Westveen is zeer gevoelig voor wateroverlast. In theorie zou er al regelmatig sprake zijn van overlast. In praktijk wordt dit niet echt gemeld. Het veranderen van huidig winter en zomerpeil naar flexibel peil met dezelfde marge lijkt geen vergroting van het risico op te leveren. De verlengde aanvoerweg geeft een risico op wat extra opstuwing. Hiervoor zijn enkele maatregelen noodzakelijk.

Het extra verruimen van de peilmarge met 0,10 m levert veel winst op voor de waterkwaliteit. Maar het maximale streefpeil is al hoger dan laagste bebouwing en geeft in theorie al overlast. Dit is geen gewenste/ robuuste situatie. Ook met extra maatregelen rondom de woningen lijkt dit geen haalbare variant.



Gebouwen lager dan NAP -1, 70 m (rood) tussen NAP -1,60 en -1,70 (oranje). Inundatie maaiveld Lager dan NAP -1,70 donkerblauw en NAP -1,70 tot -1,60 m lichtblauw

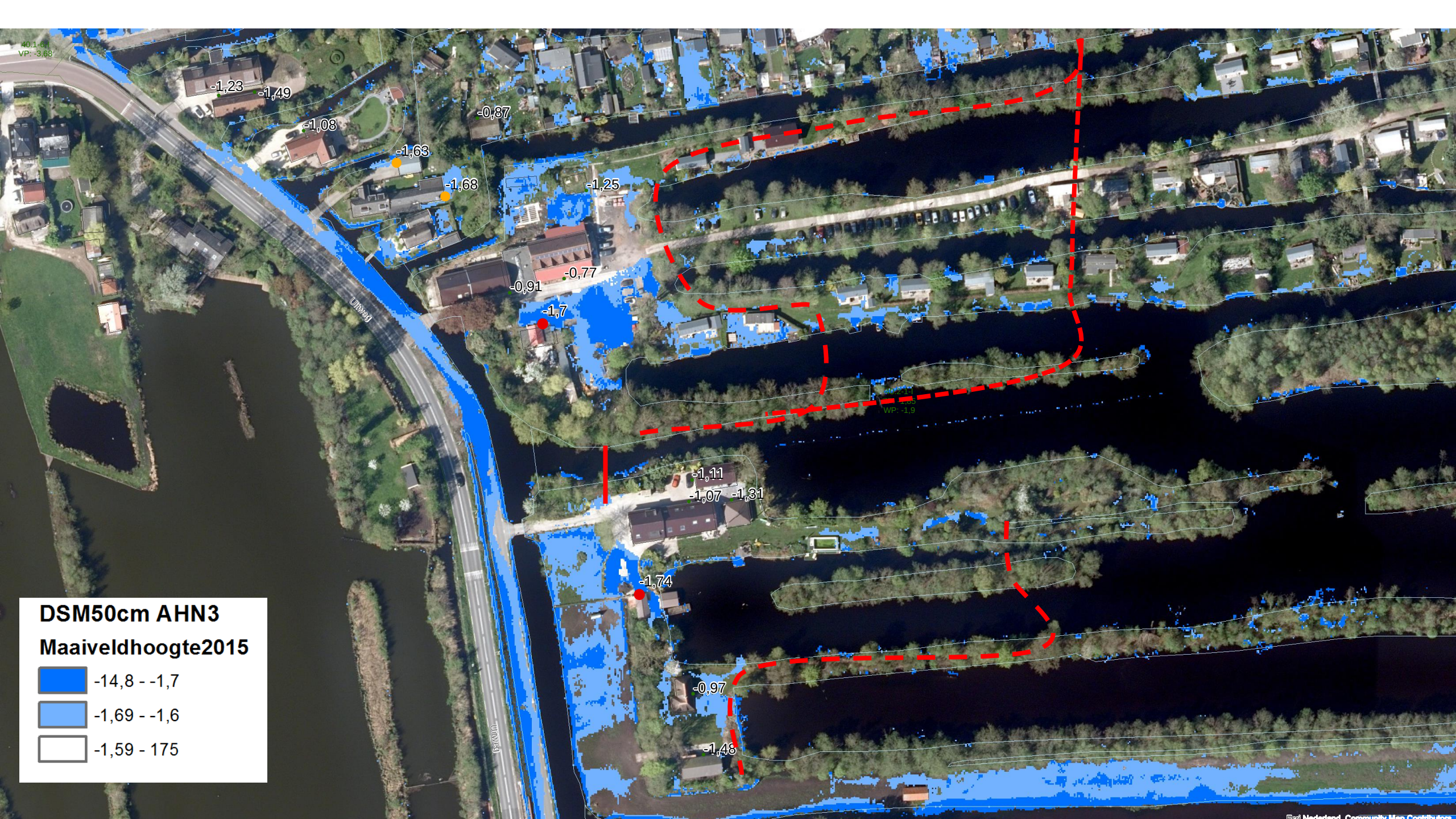


40.1-94
VP: -4.05

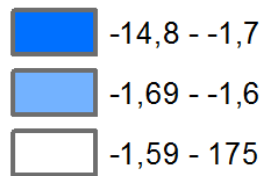
40.2-11
ZP: -3.66
WP: -2.19

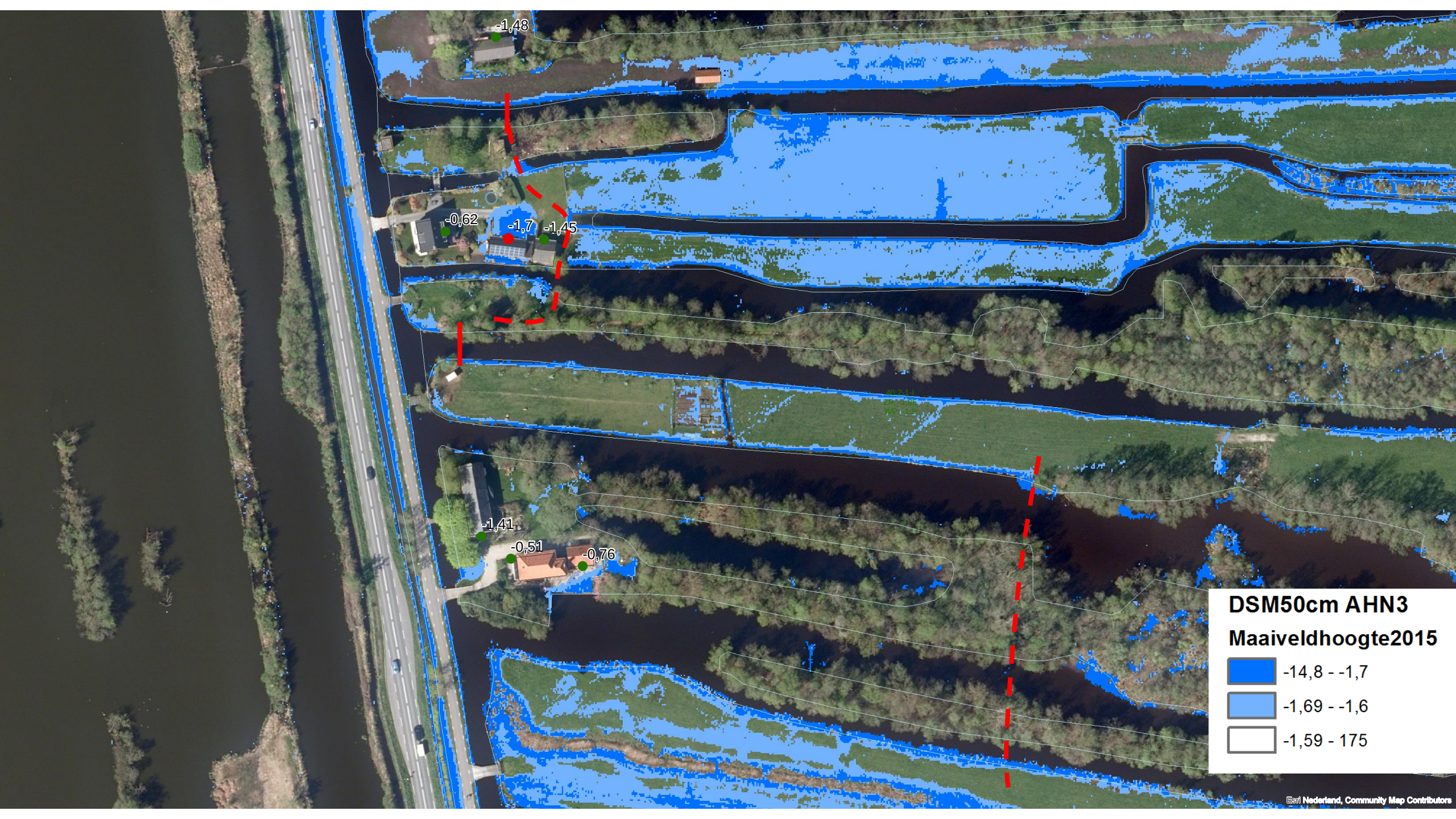
DSM50cm AHN3
Maaiveldhoogte2015

	-14,8 - -1,7
	-1,69 - -1,6
	-1,59 - 175



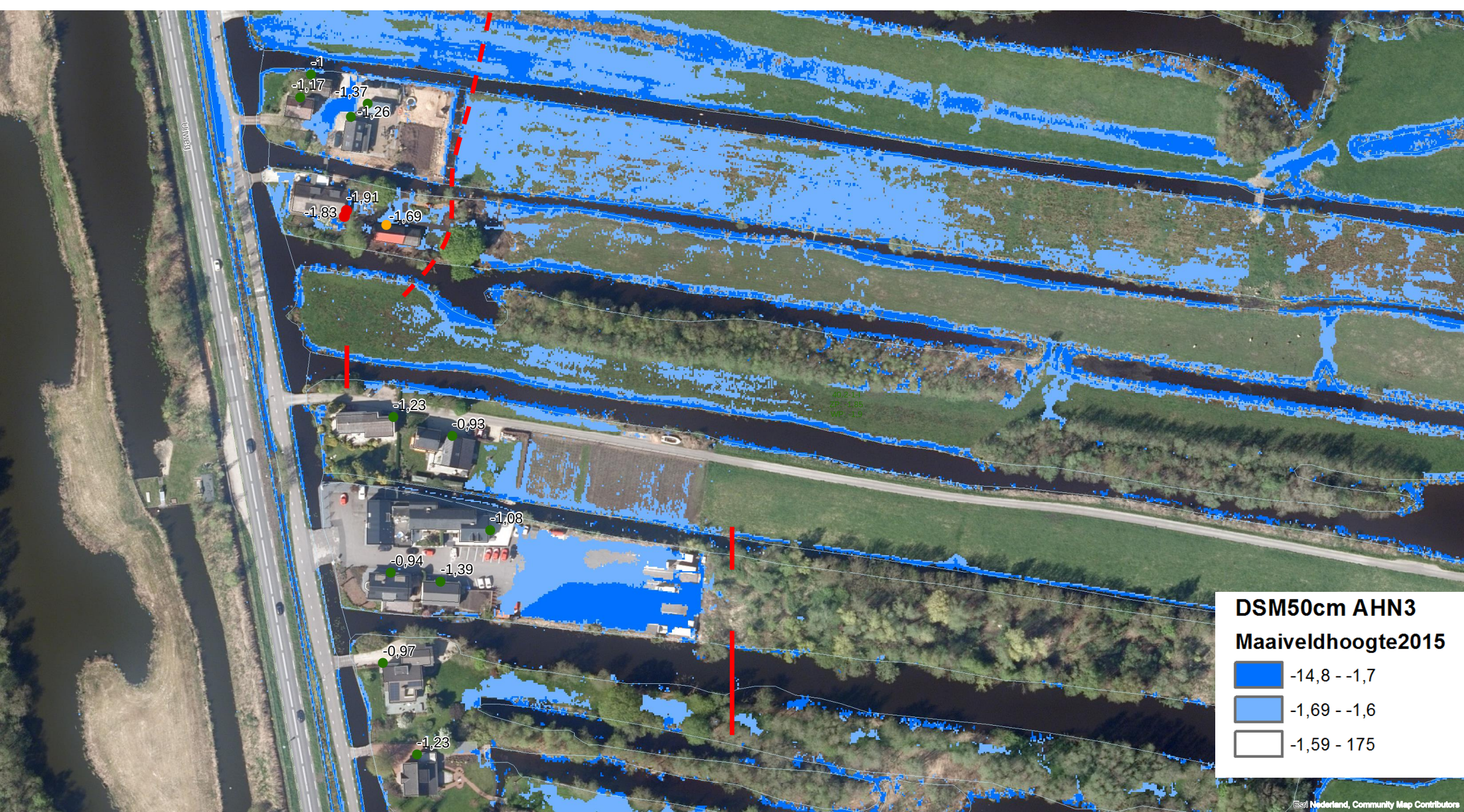
DSM50cm AHN3
Maaiveldhoogte2015

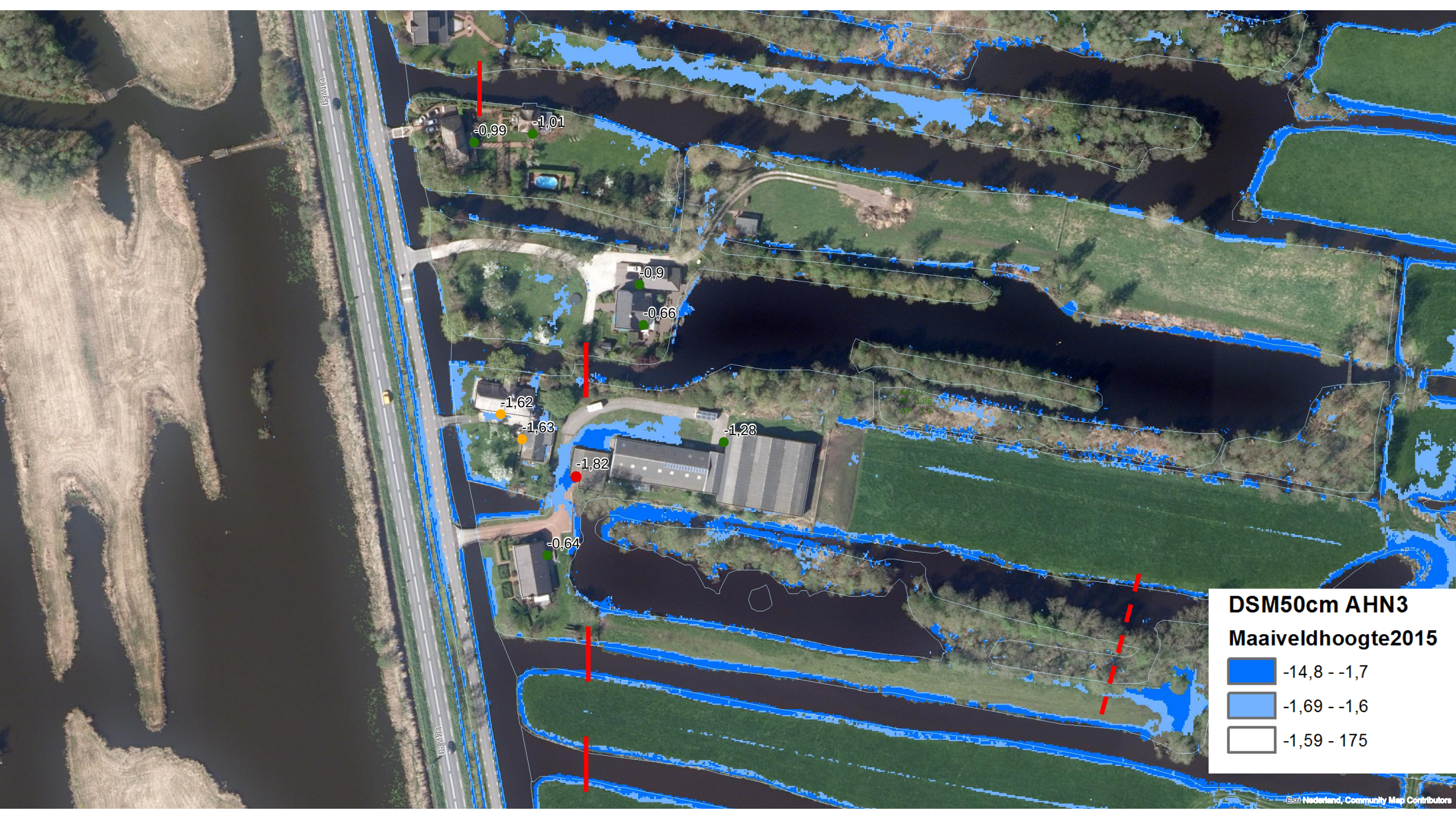




DSM50cm AHN3
Maaiveldhoogte2015

	-14,8 - -1,7
	-1,69 - -1,6
	-1,59 - 175





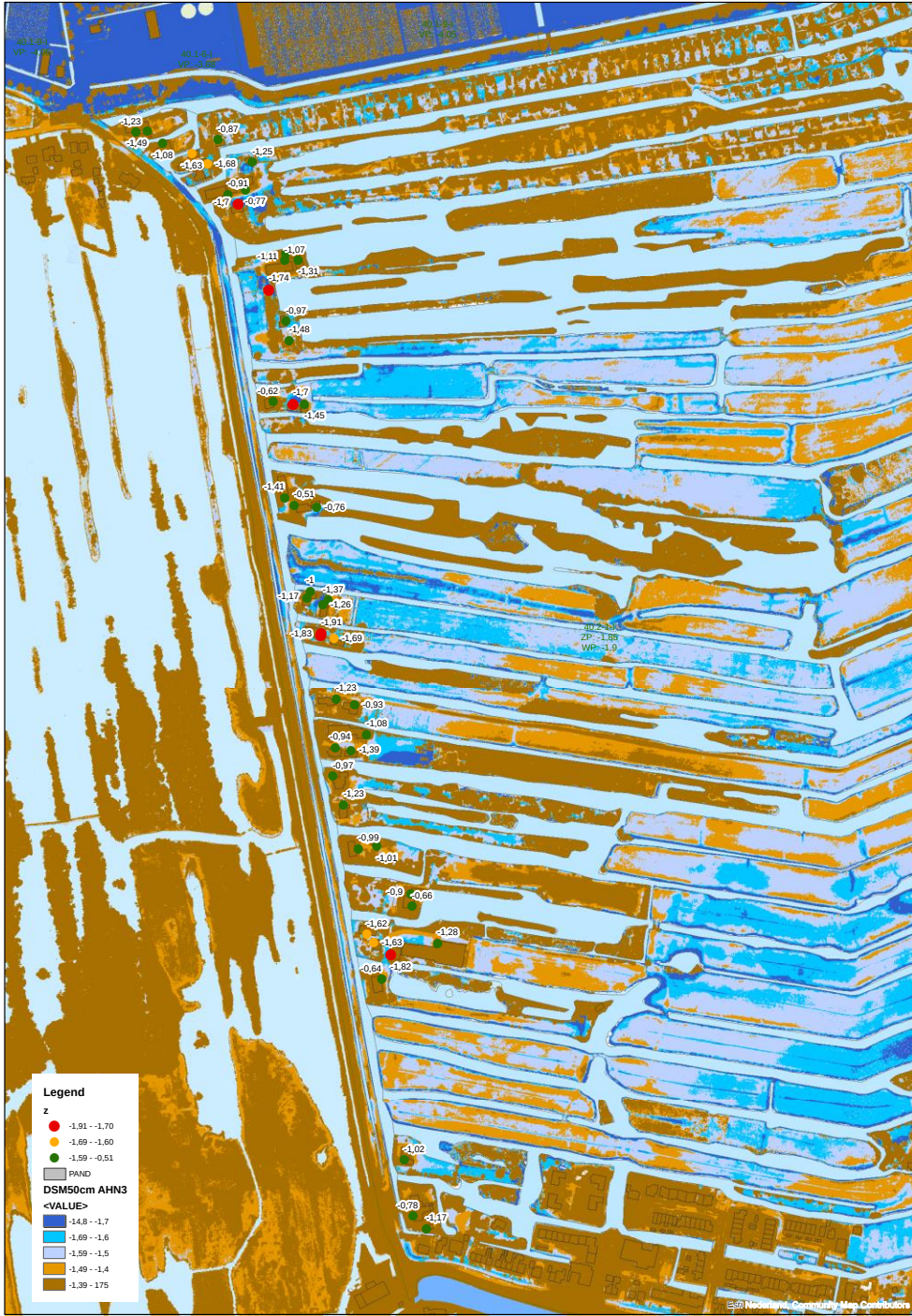
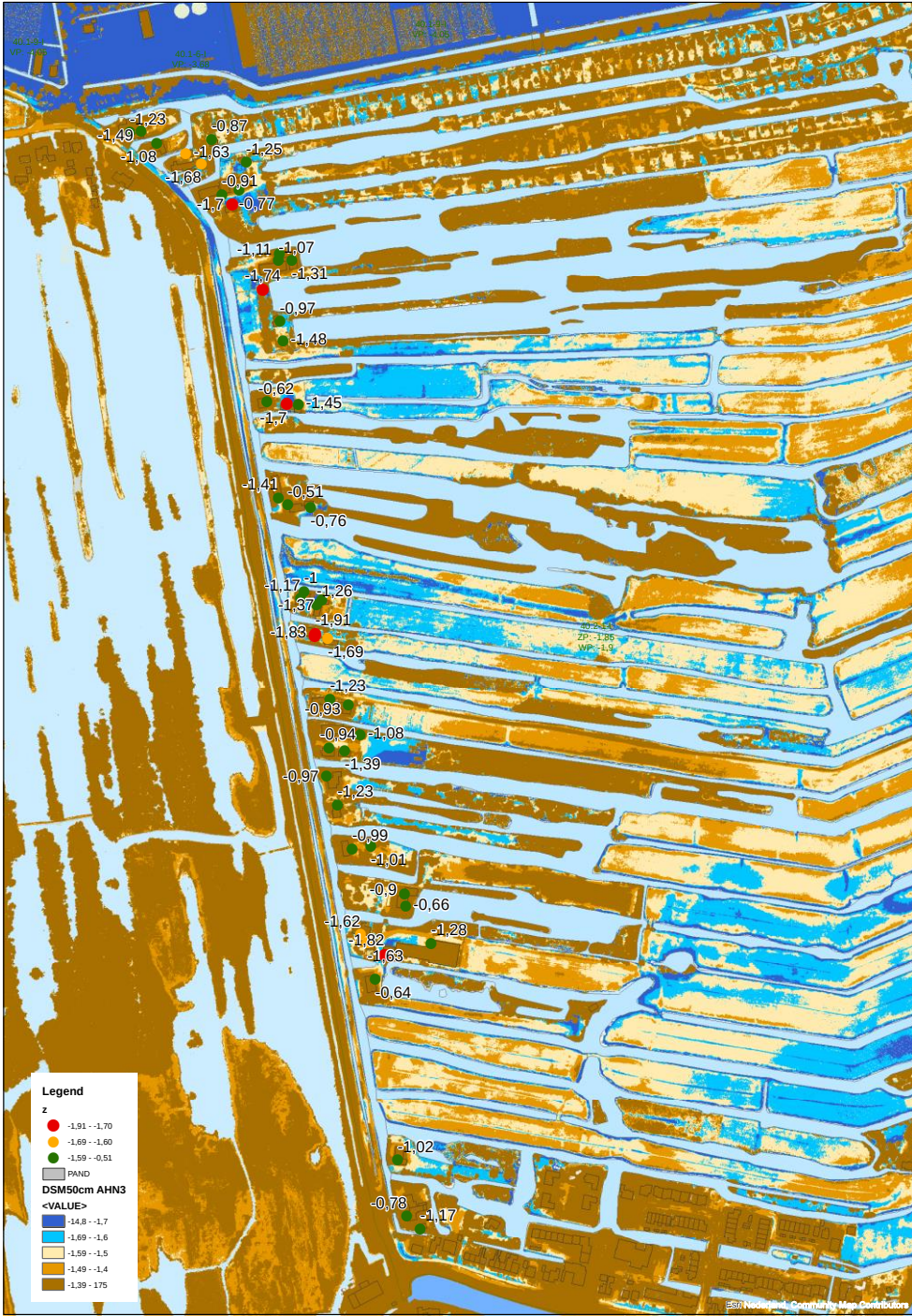
Peilstijging en benodigde maaiveldhoogte

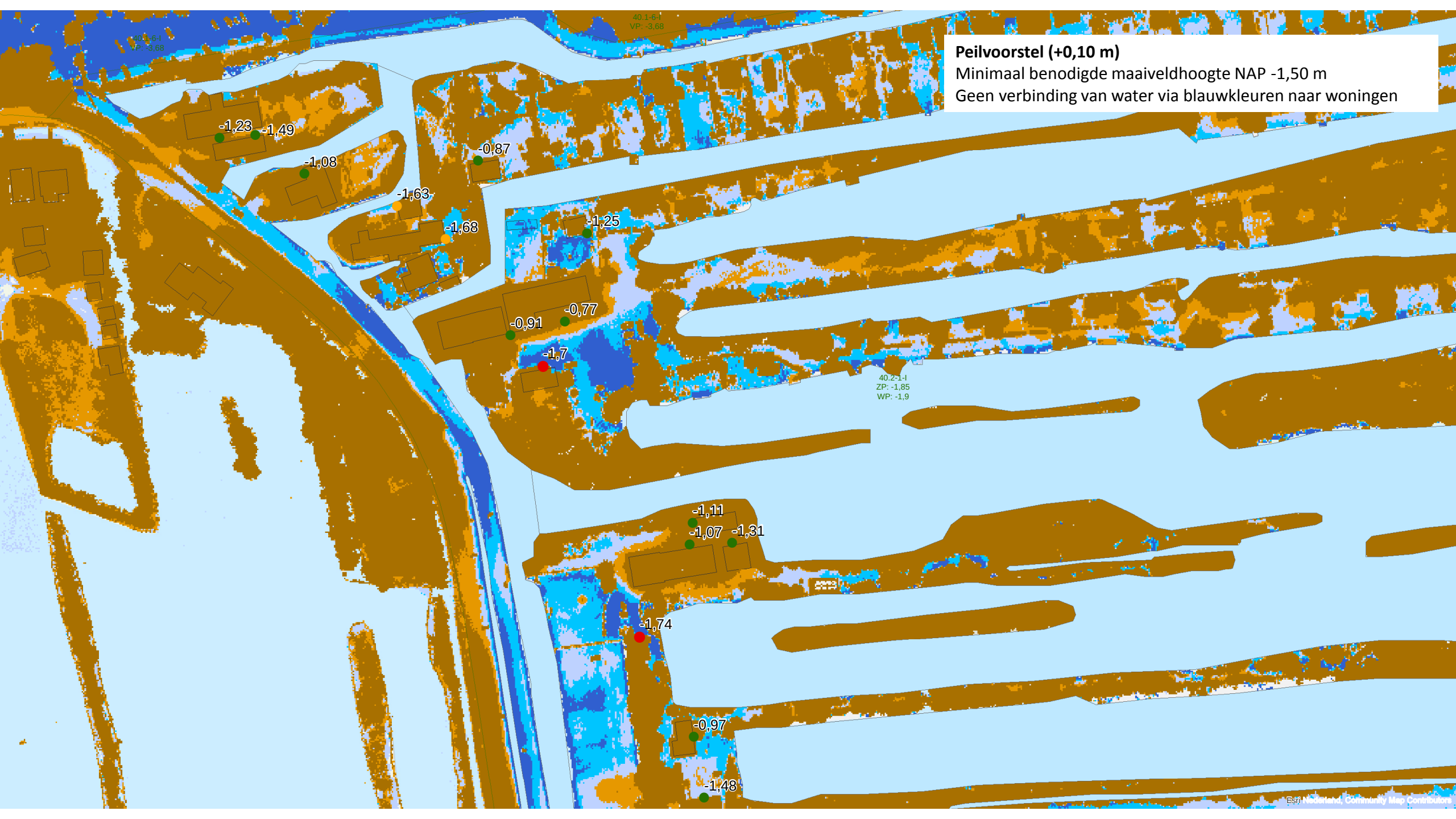
Bij huidige peilbeheer
Max waterpeil NAP -1,70 m
Benodigde minimale maaiveldhoogte NAP -1,60

Bij flexibel peil (+0,10 m)
Verwacht maximaal peil NAP -1,60 m
Benodigde minimale maaiveldhoogte NAP -1,50 m

Toelichting
Op basis van huidige peilbeheer en gemeten waarden is als maximaal waterpeil NAP -1,70 m + 0,10 m overhoogte (klimaat effect, daling etc. etc.) geeft minimaal maaiveldhoogte van NAP -1,60 m.

Bij voorstel 0,10m hoger peil zijn alle hoogten 0,10 m opgeschoven. Door toenemende inundatie zal de toename van de peilstijging niet helemaal 0,10 m zijn. Maar gezien de onnauwkeurigheden in maaiveldhoogten is 0,10 m transformatie aangehouden.





40.1-6-1
VP: -3,68

40.1-6-1
VP: -3,68

Peilvoorstel (+0,10 m)
Minimaal benodigde maaiveldhoogte NAP -1,50 m
Geen verbinding van water via blauwkleuren naar woningen

-1,23 -1,49

-1,08

-0,87

-1,63

-1,68

-1,25

-0,91

-0,77

-1,7

40.2-1-1
ZP: -1,85
WP: -1,9

-1,11

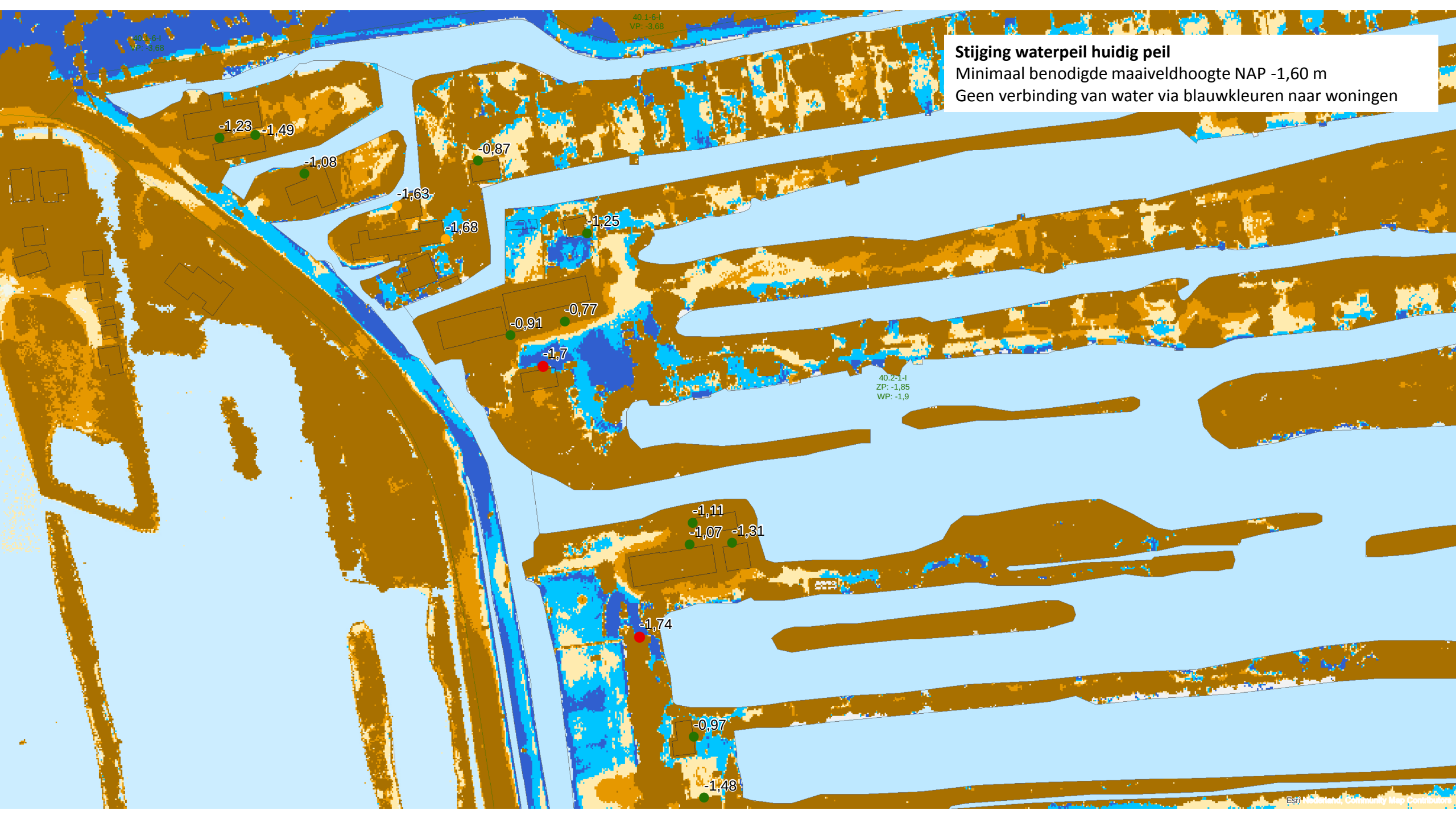
-1,07

-1,31

-1,74

-0,97

-1,48



Stijging waterpeil huidig peil
Minimaal benodigde maaiveldhoogte NAP -1,60 m
Geen verbinding van water via blauwkleuren naar woningen

40.1-6-1
VP: -3,68

40.1-6-1
VP: -3,68

-1,23 -1,49

-1,08

-0,87

-1,63

-1,68

-1,25

-0,91

-0,77

-1,7

40.2-1-1
ZP: -1,85
WP: -1,9

-1,11

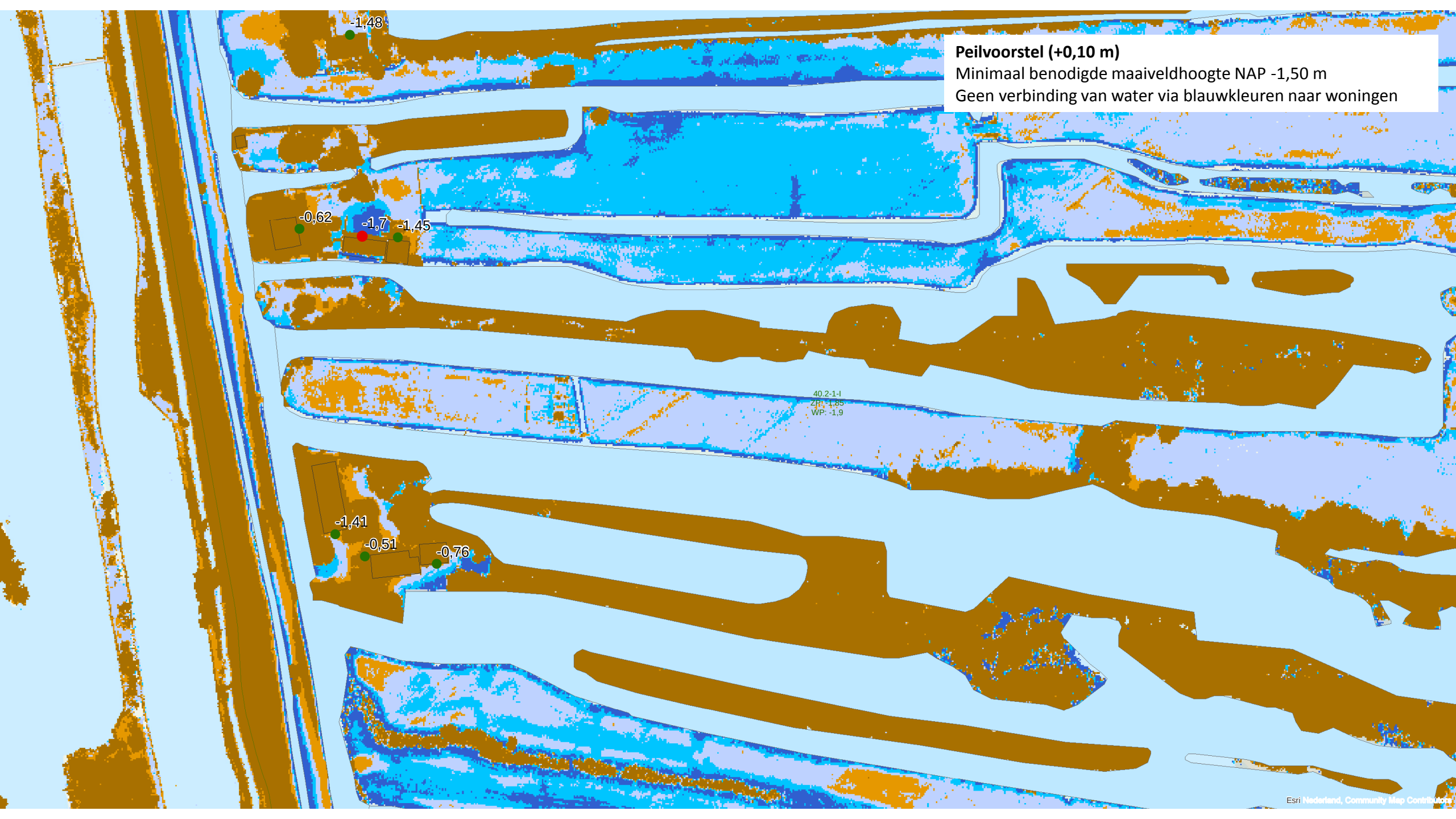
-1,07

-1,31

-1,74

-0,97

-1,48



Peilvoorstel (+0,10 m)
Minimaal benodigde maaiveldhoogte NAP -1,50 m
Geen verbinding van water via blauwkleuren naar woningen

-1,48

-0,62

-1,7

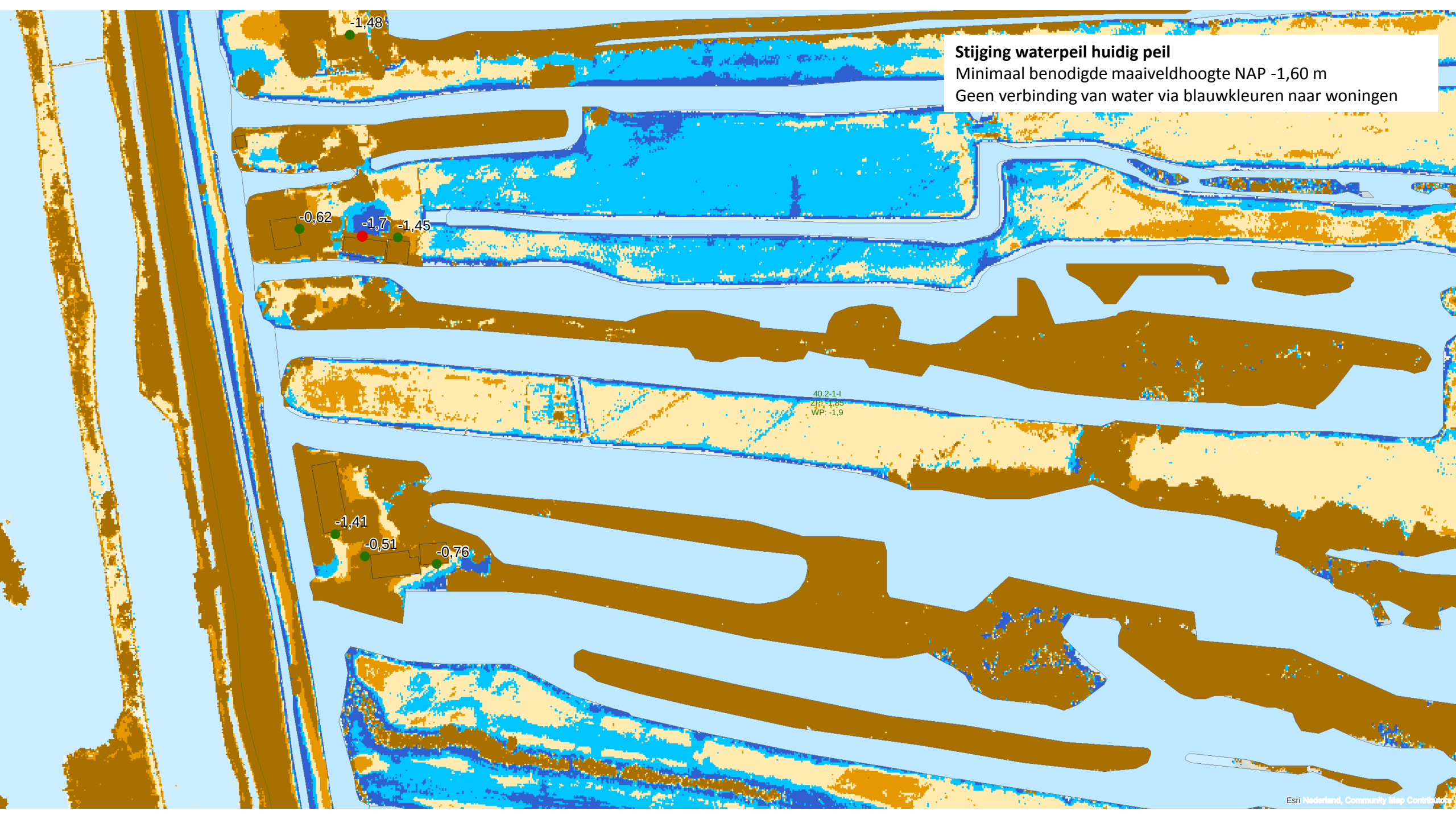
-1,45

40.2-1-1
ZP: -1,85
WP: -1,9

-1,41

-0,51

-0,76



Stijging waterpeil huidig peil

Minimaal benodigde maaiveldhoogte NAP -1,60 m

Geen verbinding van water via blauwkleuren naar woningen

-1,48

-0,62

-1,7

-1,45

40.2-1-1
ZP: 1,85
WP: -1,9

-1,41

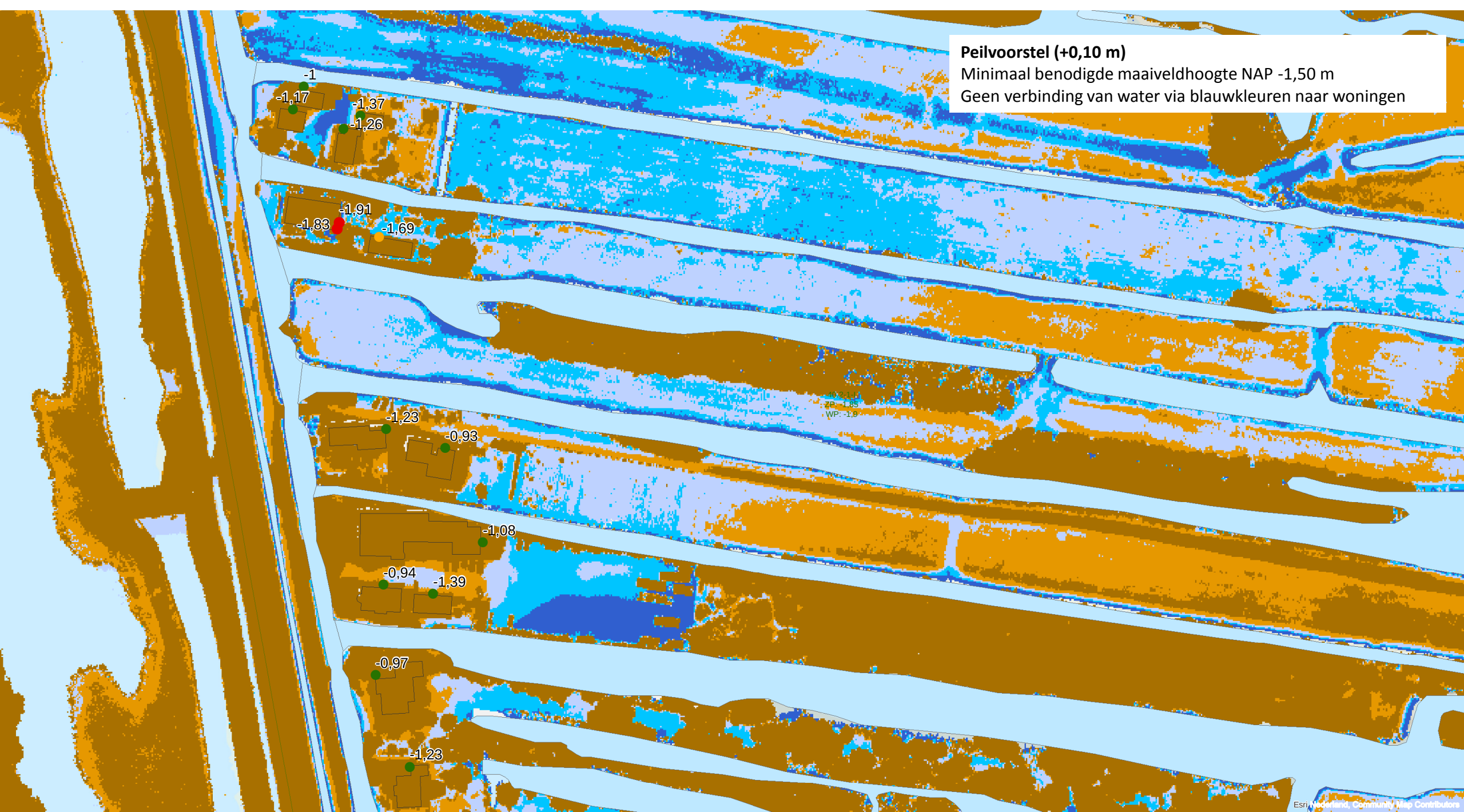
-0,51

-0,76

Peilvoorstel (+0,10 m)

Minimaal benodigde maaiveldhoogte NAP -1,50 m

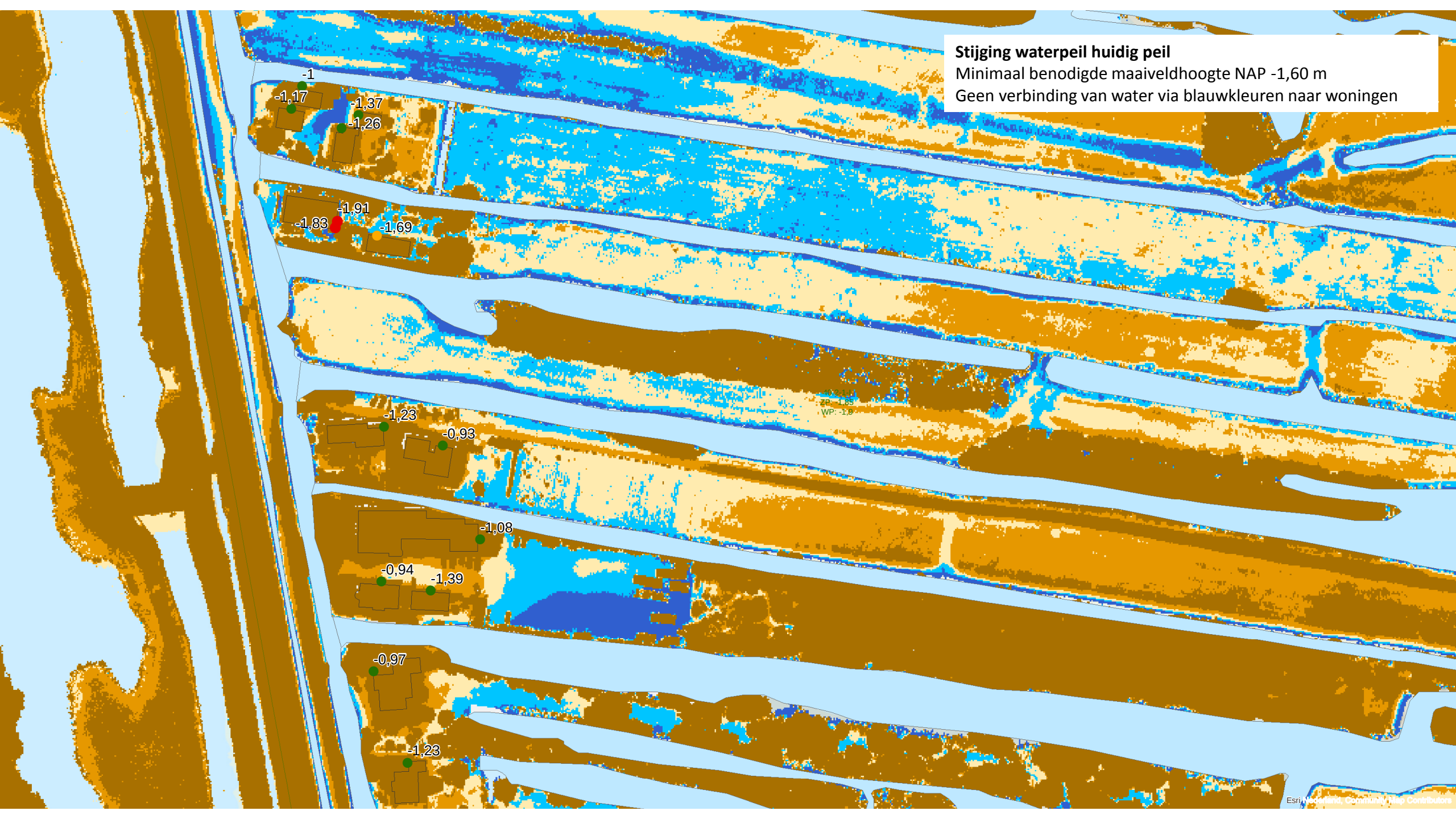
Geen verbinding van water via blauwkleuren naar woningen

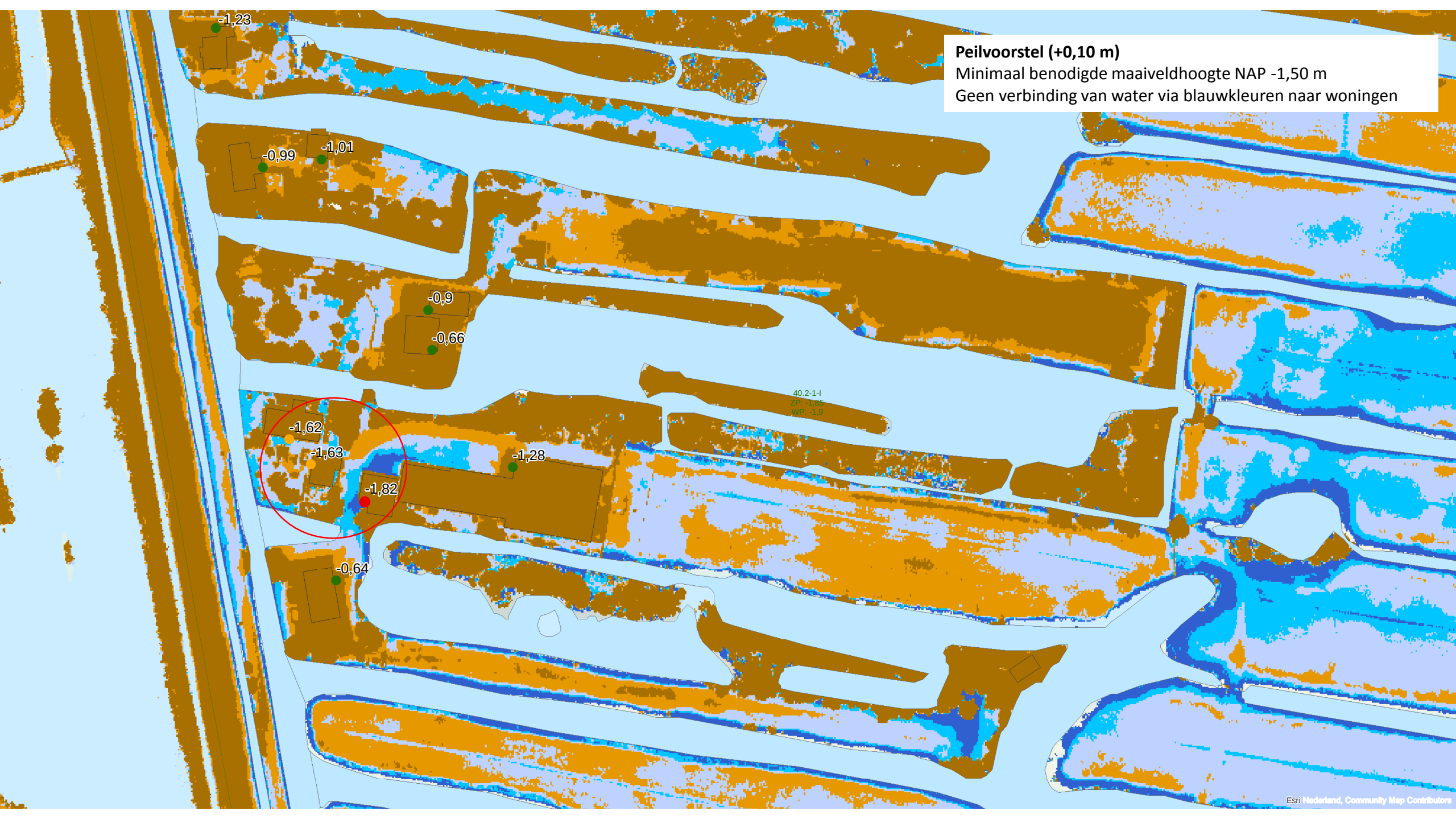


Stijging waterpeil huidig peil

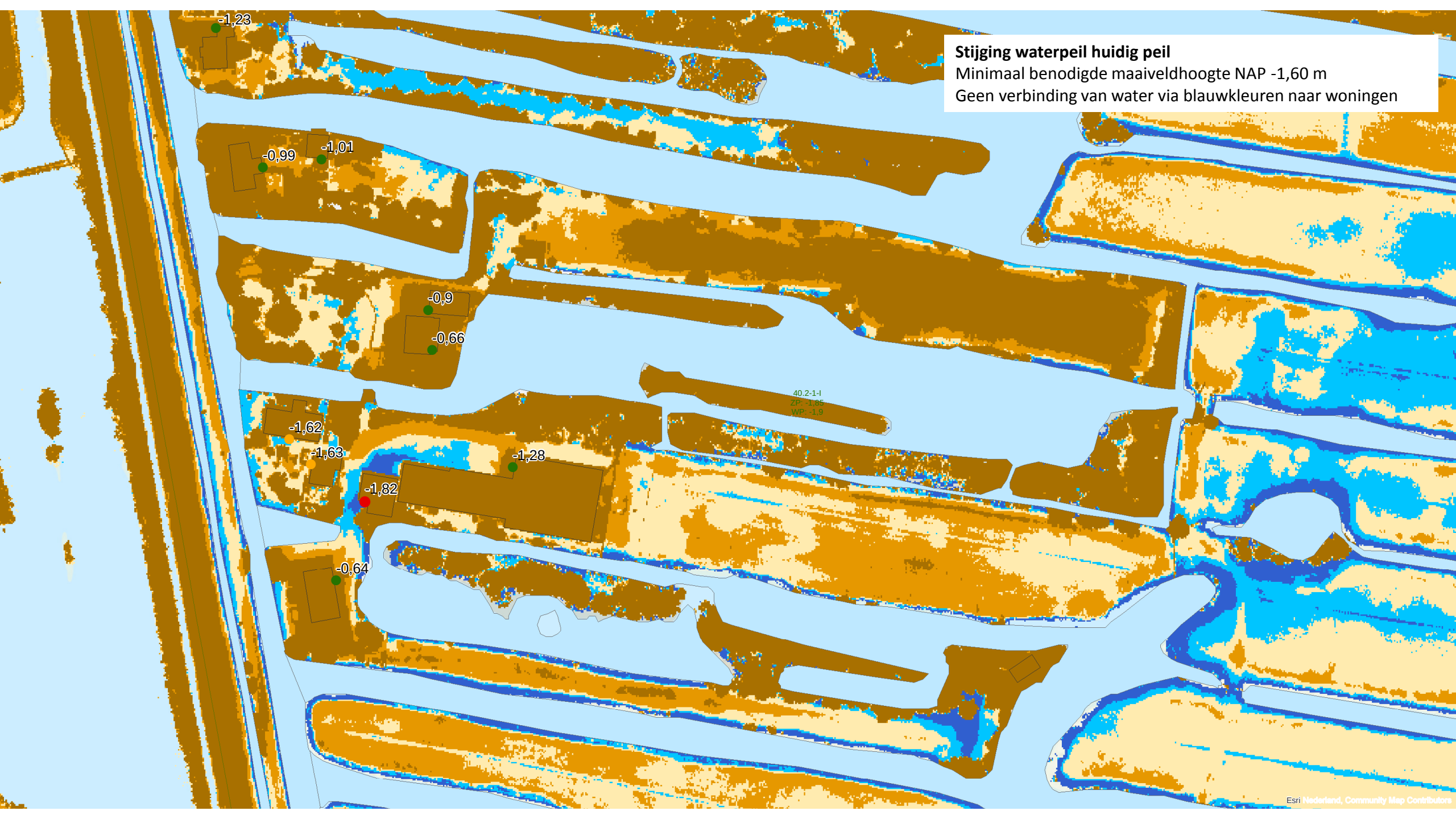
Minimaal benodigde maaiveldhoogte NAP -1,60 m

Geen verbinding van water via blauwkleuren naar woningen





Peilvoorstel (+0,10 m)
Minimaal benodigde maaiveldhoogte NAP -1,50 m
Geen verbinding van water via blauwkleuren naar woningen



Stijging waterpeil huidig peil
Minimaal benodigde maaiveldhoogte NAP -1,60 m
Geen verbinding van water via blauwkleuren naar woningen

-1,23

-0,99

-1,01

-0,9

-0,66

-1,62

-1,63

-1,82

-1,28

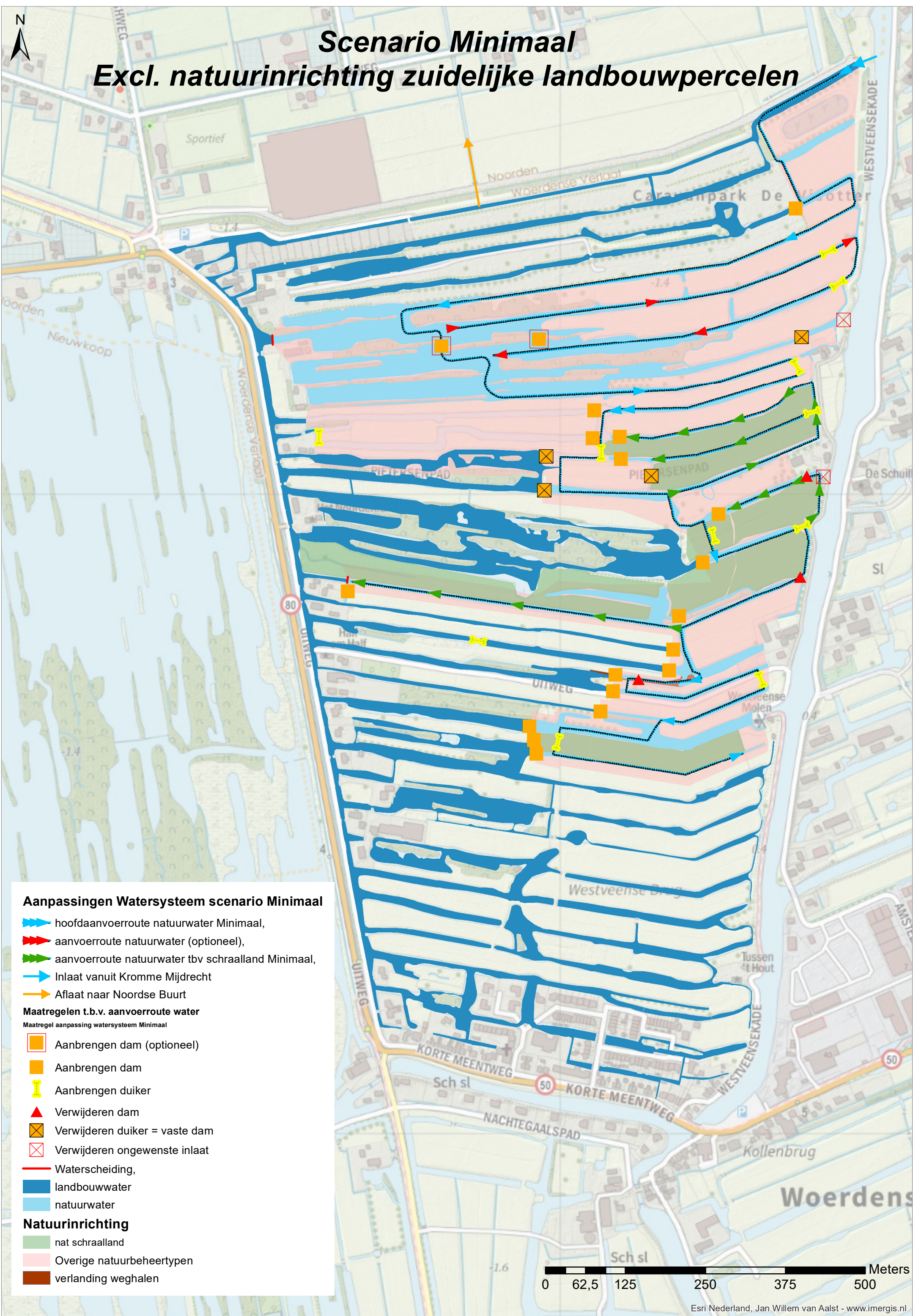
-0,64

40.2-1-1
ZP: -1,85
WP: -1,9

3. Watersysteemvarianten.

Scenario Minimaal

Excl. natuurinrichting zuidelijke landbouwpercelen



Aanpassingen Watersysteem scenario Minimaal

- hoofdaanvoerroute natuurwater Minimaal,
- aanvoerroute natuurwater (optioneel),
- aanvoerroute natuurwater tbv schraalland Minimaal,
- Inlaat vanuit Kromme Mijdsrecht
- Aflaat naar Noordse Buurt

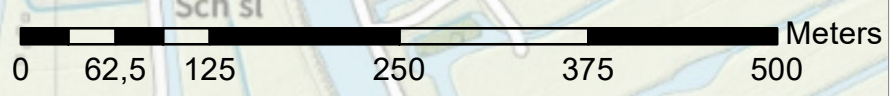
Maatregelen t.b.v. aanvoerroute water

Maatregel aanpassing watersysteem Minimaal

- Aanbrengen dam (optioneel)
- Aanbrengen dam
- Aanbrengen duiker
- Verwijderen dam
- Verwijderen duiker = vaste dam
- Verwijderen ongewenste inlaat
- Waterscheiding,
- landbouwwater
- natuurwater

Natuurinrichting

- nat schraalland
- Overige natuurbeheertypen
- verlanding weghalen

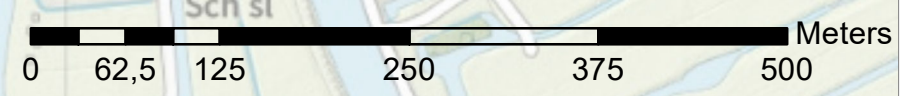


Scenario Minimaal

Incl. natuurinrichting zuidelijke landbouwpercelen



- Aanpassingen Watersysteem scenario Minimaal**
- hoofdaanvoerroute natuurwater Minimaal
 - aanvoerroute natuurwater (optioneel)
 - aanvoerroute natuurwater tbv schraalland Minimaal
 - Inlaat vanuit Kromme Mijdsrecht
 - Aflaat naar Noordse Buurt
- Maatregelen t.b.v. aanvoerroute water**
- Maatregel aanpassing watersysteem Minimaal
- Aanbrengen dam (optioneel)
 - Aanbrengen dam
 - Aanbrengen duiker
 - Verwijderen dam
 - Verwijderen duiker = vaste dam
 - Verwijderen ongewenste inlaat
 - Waterscheiding
 - verlanding weghalen
- Watersysteem Minimaal**
- landbouwwater
 - natuurwater
- Natuurinrichting**
- nat schraalland
 - Totaal; Landbouwdeel zuid; Landbouwdeel noord



Scenario Tussen
Excl. natuurinrichting zuidelijke landbouwpercelen

Aanpassingen Watersysteem scenario Tussen

- hoofdaanvoerroute natuurwater Tussen
- aanvoerroute natuurwater (optioneel),
- aanvoerroute natuurwater tbv schraalland Optimaal,
- Inlaat vanuit Kromme Mijdsrecht
- Aflaat naar Noordse Buurt

Maatregelen t.b.v. aanvoerwater

Maatregel aanpassing watersysteem Tussen

- Aanbrengen dam (optioneel)
- Aanbrengen dam
- Aanbrengen duiker
- Verwijderen dam
- Verwijderen duiker = vaste dam
- Verwijderen ongewenste inlaat
- Waterscheiding,

Watersysteem Tussen

- landbouwwater
- natuurwater,

Natuurinrichting

- nat schraalland
- Overige natuurbeheertypen
- verlandingswaghalen

0 62,5 125 250 375 500 Meters

Esri Nederland, Jan Willem van Aalst - www.imeris.nl

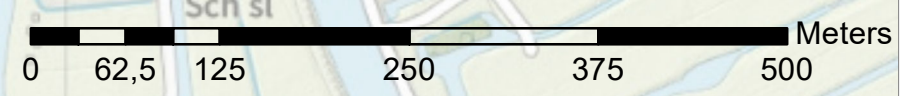
Esri Nederland, Jan Willem van Aalst - www.imergis.nl

Scenario Tussen

Incl. natuurinrichting zuidelijke landbouwpercelen

Aanpassingen Watersysteem scenario Tussen

- hoofdaanvoerroute natuurwater Tussen
- aanvoerroute natuurwater (optioneel)
- aanvoerroute natuurwater tbv schraalland (tussen)
- Inlaat vanuit Kromme Mijdsrecht
- Aflaat naar Noordse Buurt
- Maatregelen t.b.v. aanvoerroute water**
- Maatregel aanpassing watersysteem Tussen
 - Aanbrengen dam (optioneel)
 - Aanbrengen dam
 - Aanbrengen duiker
 - Verwijderen dam
 - Verwijderen duiker = vaste dam
 - Verwijderen ongewenste inlaat
 - Waterscheiding
 - verlanding weghalen
- Watersysteem Tussen**
 - landbouwwater
 - natuurwater
- Natuurinrichting**
 - nat schraalland
 - Overige natuurbeheertypen



Scenario Optimaal

Excl. natuurinrichting zuidelijke landbouwpercelen

Aanpassingen Watersysteem scenario Optimaal

- hoofdaanvoerroute natuurwater Optimaal,
- aanvoerroute natuurwater (optioneel),
- aanvoerroute natuurwater tbv schraalland Optimaal,
- Inlaat vanuit Kromme Mijdsrecht
- Aflaat naar Noordse Buurt

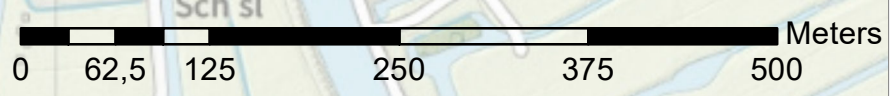
Maatregelen t.b.v. aanvoerroute water

Maatregel aanpassing watersysteem Optimaal

- Aanbrengen dam (optioneel)
- Aanbrengen dam
- Aanbrengen duiker (in bestaande dam)
- Verwijderen dam
- Verwijderen duiker = vaste dam
- Verwijderen ongewenste inlaat

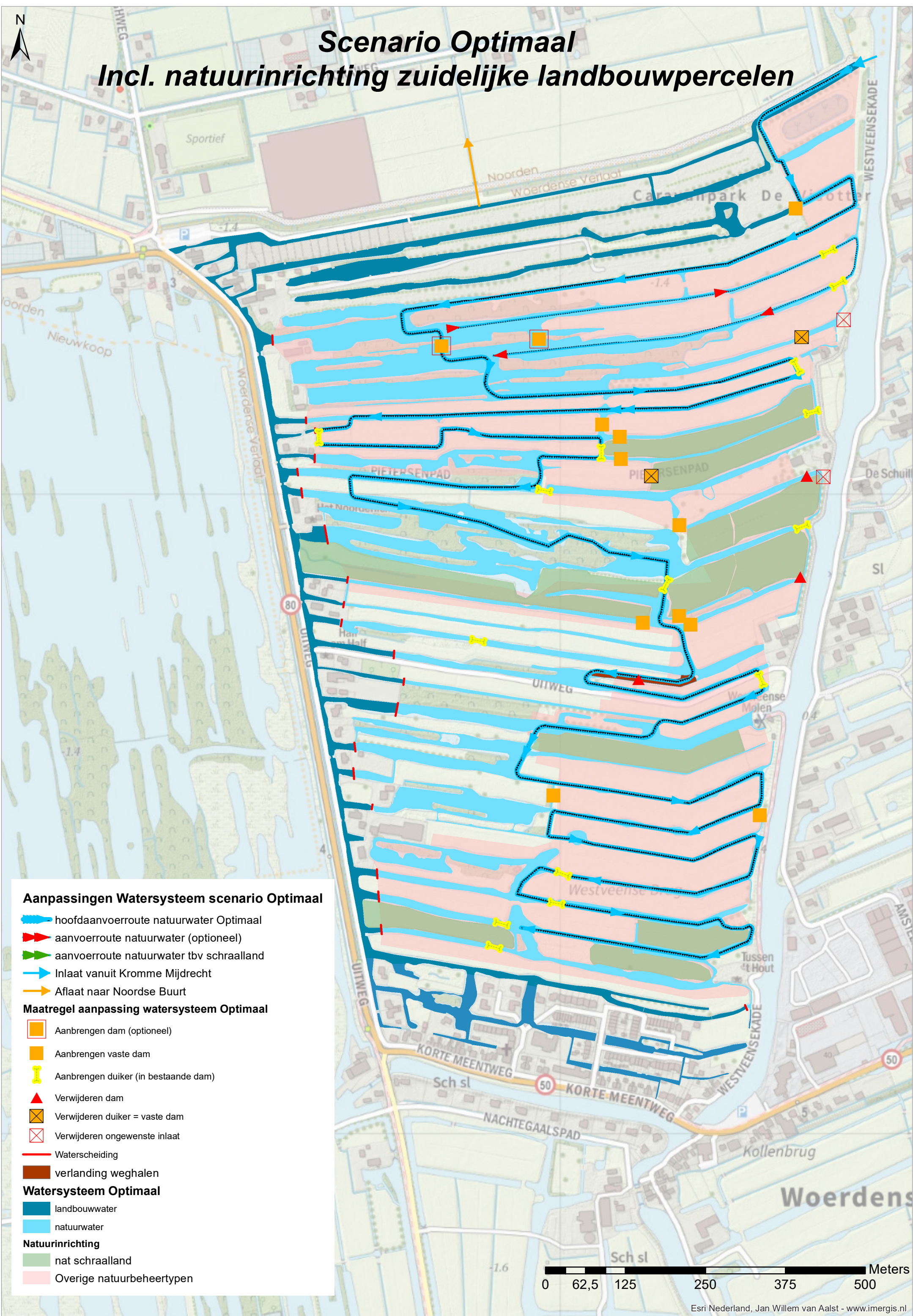
Natuurinrichting

- nat schraalland
- Overige natuurbeheertypen
- verlanding weghalen



Scenario Optimaal

Incl. natuurinrichting zuidelijke landbouwpercelen



Aanpassingen Watersysteem scenario Optimaal

- hoofdaanvoerroute natuurwater Optimaal
- aanvoerroute natuurwater (optioneel)
- aanvoerroute natuurwater tbv schraalland
- Inlaat vanuit Kromme Mijdsrecht
- Aflaat naar Noordse Buurt

Maatregel aanpassing watersysteem Optimaal

- Aanbrengen dam (optioneel)
- Aanbrengen vaste dam
- Aanbrengen duiker (in bestaande dam)
- Verwijderen dam
- Verwijderen duiker = vaste dam
- Verwijderen ongewenste inlaat

- Waterscheiding
- verlanding weghalen

Watersysteem Optimaal

- landbouwwater
- natuurwater

Natuurinrichting

- nat schraalland
- Overige natuurbeheertypen

0 62,5 125 250 375 500 Meters

4. Water- en stoffenbalans watersysteemvarianten.

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Water

Aan: Projectgroep Schetsontwerp Polder Westveen
Van: Ingrid Jensen en Tom van den Broek
Datum: 23-3-2020
Kopie:
Ons kenmerk: BG4871WATNT2003230900
Classificatie: Projectgerelateerd

Onderwerp: Water- en stoffenbalansen Westveen Optimale, Tussen en Minimale variant

1 Inleiding

Om meer inzicht te krijgen in de te verwachten waterkwaliteit in het natuurdeel binnen Westveen zijn water- en stoffenbalansen opgesteld. Deze water- en stoffenbalansen zijn gebruikt om de actuele P-belasting te bepalen en om inzicht te krijgen in hoeverre inlaatwater het gebied in komt via de verlengde aanvoer.

Met het metamodel van PCDitch is op basis van kenmerken zoals bodemsoort, diepte en aanvoer van het water (en daarmee de verblijftijd) bepaald wat de kritische fosfaatbelasting is voor het slotenstelsel Westveen. Deze kritische fosfaatbelasting geeft aan wanneer een watersysteem omslaat van de (gewenste) situatie met veel waterplanen naar een kroos of flab gedomineerd systeem.

De actuele P-belasting (bepaald met de water- en stoffenbalansen) is vergeleken met deze kritische P-belasting. Daarbij zijn diverse inrichtingsvarianten onderzocht, die zowel invloed hebben op de actuele als de kritische P-belasting

2 Water- en stoffenbalansen

Voor de water- en stoffenbalansen is uitgegaan van de water- en stoffenbalans zoals die door Waternet voor Westveen is opgesteld. Dit betreft een water- en stoffenbalans voor de gehele polder Westveen. In samenspraak met Waternet zijn enkele aanpassingen aan de water- en stoffenbalans gedaan. Om inzicht te krijgen in de waterkwaliteit ter plaatse van het toekomstige natuurdeel, is de waterbalans verdeeld in twee delen, namelijk een natuurdeel en een niet-natuurdeel. De waterbalansen zijn opgesteld voor flexibel peilbeheer. Ook zijn enkele aanpassingen gedaan aan de gebruikte parameters.

2.1 Inrichtingsvarianten

Er zijn zes inrichtingsvarianten bepaald. In tabel 2.1 is aangegeven hoe groot het oppervlak van het natuurdeel is zoals gebruikt in de water- en stoffenbalansen. Ook is aangegeven welk oppervlak binnen het natuurdeel nog een landbouw functie heeft.

Tabel 2.1 Inrichtingsvarianten

Variant	Zuidelijke landbouwpercelen	Totaal [ha]	Land [ha]	Waarvan landbouw [ha]	Water [ha]
Optimaal	Exclusief	61,75	41,73	2,45	20,02
	Inclusief	77,05	53,32	14,20	23,73
Tussen	Exclusief	41,74	29,36	2,45	12,38
	Inclusief	57,05	40,27	14,20	16,78
Minimaal	Exclusief	37,43	26,32	0	11,11
	Inclusief	48,77	34,63	8,20	14,14

De oppervlakten hebben grote invloed op de P-belasting omdat die per vierkante meter ontvangend water uitgedrukt worden. De natuurwateren worden dus lager belast door de voedselarmere zode (na plaggen) en door mindere bemesting (sloten door groter areaal natuur = minder sloten door niet natuur), én door de grotere verhouding water/land (meer oppervlakte water t.o.v. oppervlakte land is gunstig).

Kanttekening is dat wanneer de veenpercelen permanent onder water zouden komen te staan, terwijl de temperatuur oploopt, de nalevering veel groter wordt. Belangrijk uitgangspunt bij deze analyse is dat er een drooglegging blijft bestaan van in ieder geval 20 à 10 cm.

2.2 Peilbeheer

De waterbalansen zijn opgesteld voor flexibel peilbeheer waarde de boven en ondergrens overeenkomen met het huidige winter- en zomerpeil (flex tussen NAP -1,85 m en NAP -1,90 m);

Het peilbeheer is van belang omdat de hoeveelheid inlaatwater een effect heeft op zowel de actuele P-belasting (door aanvoer van fosfor) als op de kritische grenzen (meer debiet is een minder gevoelig systeem).

2.3 Overige uitgangspunten water- en stoffenbalansen

Uitspoeling en nalevering: Op basis van de metingen (veldwerk RHDHV) zijn de volgende concentraties bepaald voor de stromen uitspoeling en afstroming:

- Uitspoeling bemeste percelen: 1,6 mg P/l
- Uitspoeling niet bemeste percelen: 0,9 mg P/l
- Afstroming: 2,1 mg P/l

Deze waarden zijn veel hoger dan volgen uit een eerder onderzoek van Waternet naar uitspoeling en afstroming. De perceelsinvloeden zijn in het AGV-gebied uitgebreid onderzocht op hun relatieve samenhang. Daarbij is veel data gebruikt, ook van bemesting en bodemeigenschappen zoals die gemeten worden door de boeren zelf om hun bemestingsplan aan te koppelen. Waternet gebruikt op basis van het uitgevoerde onderzoek de volgende concentraties voor de stromen uitspoeling en afstroming in de water- en stoffenbalans:

- Uitspoeling bemeste percelen: 0,8 mg P/l
- Afstroming: 0,8 mg P/l

Omdat de tijdens het veldwerk gemeten concentraties erg hoog zijn worden deze absolute waarden niet gebruikt, maar is voor landbouwpercelen uit gegaan van 0,8 mg P/l uitspoeling en afstroming zoals door Waternet ook eerder opgenomen in de water- en stoffenbalans. Voor de natuurpercelen is uitgegaan van

0,48 mg P/l voor uitstroming en afstroming op basis van de verhouding tussen de gemeten waarden voor uitspoeling in bemeste en niet-bemeste percelen.

Voor het inlaatwater is uitgegaan van een jaargemiddelde concentratie van 0,3 mg P/l en voor de dijkse kwel van 0,4 P mg/l.

In het natuurdeel is uitgegaan van een gemiddelde waterdiepte van 60 cm (na baggeren). Deze waterdiepte heeft een grote invloed op de indringing van inlaatwater. Bij beperkter volume dringt het inlaatwater verder in.

De aanname is verder dat er geen sprake is van relevante aanvoer van fosfor door andere bronnen (gemengde en HWA overstorten, lozingen, bladval, vogels, erfafspoeling, neerslag etc.).

2.4 Resultaten

2.4.1 P-belasting

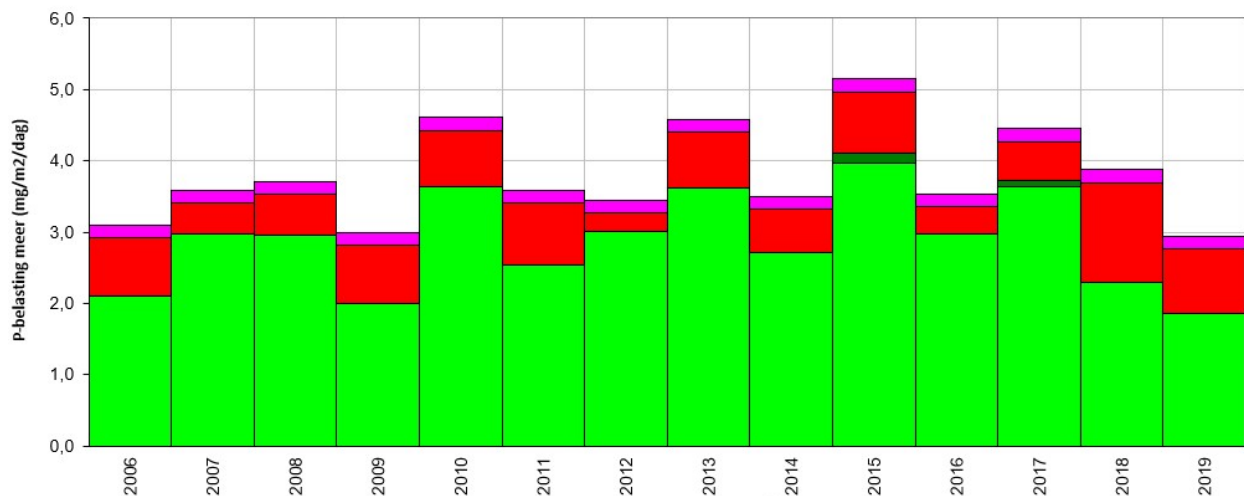
De actuele P-belasting is bepaald met de water- en stoffenbalansen. In tabel 2.2 is de gemiddelde P-belasting over de jaren 2006-2018 weergegeven voor de natuurdelen voor de verschillende inrichtingsvarianten.

In de kolom "P som" is de totale berekende P belasting weergegeven. Deze bestaat uit de som van de belasting als gevolg van de dijkse kwel, de inlaat en de percelen (uitspoeling en afstroming samen)

Tabel 2.2 Berekende P belasting (uitgedrukt in mg per m² water per dag)

natuurdeel		P som [mg/m ² /d]	P dijkse kwel [mg/m ² /d]	P percelen [mg/m ² /d]	P inlaat [mg/m ² /d]
Optimaal	Exclusief	2,3	0,1	1,7	0,5
	Inclusief	2,2	0,1	1,6	0,5
Tussen	Exclusief	3,6	0,2	2,8	0,7
	Inclusief	3,1	0,1	2,4	0,5
Minimaal	Exclusief	3,9	0,2	3,0	0,7
	Inclusief	3,4	0,1	2,7	0,6

In figuur 2.1 is een overzicht gegeven van de P belastingen per jaar voor de Optimale variant exclusief de zuidelijke landbouwpercelen.



Figuur 2.1 P belastingen per jaar voor Optimaal exclusief zuidelijke percelen (licht groen = uitspoeling, donker groen = afstroming, rood = inlaat en paars = dijkse kwel)

Uit de tabel en de figuur komt duidelijk naar voren dat de uitspoeling de grootste bron voor de P-belasting vormt. Afstroming speelt nauwelijks een rol.

2.4.2 Gevoeligheid uitspoeling en afstroming

Bij de bepaling van de actuele P-belasting is uitgegaan van de P concentraties voor uitspoeling en afstroming op basis van onderzoek van Waternet. Deze concentraties zijn lager dan de concentraties P die bepaald zijn tijdens het veldwerk. Daarom zijn de water- en stoffenbalansen ook doorgerekend met deze hogere concentraties:

- Uitspoeling bemeste percelen: 1,6 mg P/l
- Uitspoeling niet bemeste percelen: 0,9 mg P/l
- Afstroming: 2,1 mg P/l

In tabel 2.3 is de gemiddelde P-belasting over de jaren 2006-2018 weergegeven voor de natuurdelen voor de verschillende inrichtingsvarianten bij deze hogere concentraties P voor uitspoeling en afstroming.

Tabel 2.3 Berekende P belasting (uitgedrukt in mg per m2 water per dag) bij concentraties P uitspoeling en afstroming o.b.v. veldwerk

natuurdeel		P som [mg/m2/d]	P dijkse kwel [mg/m2/d]	P percelen [mg/m2/d]	P inlaat [mg/m2/d]
Optimaal	Exclusief	3,9	0,1	3,3	0,5
	Inclusief	3,7	0,1	3,2	0,5
Tussen	Exclusief	6,3	0,2	5,5	0,7
	Inclusief	5,4	0,1	4,7	0,5
Minimaal	Exclusief	6,6	0,2	5,8	0,7
	Inclusief	6,0	0,1	5,2	0,6

Wanneer deze resultaten vergeleken worden met de resultaten uit tabel 2.2 is duidelijk te zien dat de P-belasting vanaf de percelen ongeveer verdubbeld. Dit is te verwachten aangezien de waterstromen gelijk blijven en de concentratie P in uitspoeling nagenoeg verdubbeld is. Door de toename van de P-belasting vanaf de percelen neemt ook de totale actuele P-belasting toe.

2.4.3 Invloed inlaatwater

De invloed van het (met name) sulfaatrijke inlaatwater uit de Kromme Mijdrecht kan worden verminderd door een zogenaamde verlengde aanvoerroute van het inlaatwater. Dit betekent dat middels het strategisch plaatsen van dammen en duikers ervoor gezorgd kan worden dat het inlaatwater een zo lang mogelijke weg aflegt alvorens het terechtkomt in de wateren waar een goede waterkwaliteit het meest van belang is. De invloed van inlaatwater op het “ver weg gelegen” deel van het watersysteem is dus klein, en die van regenwater en lokale processen groot.

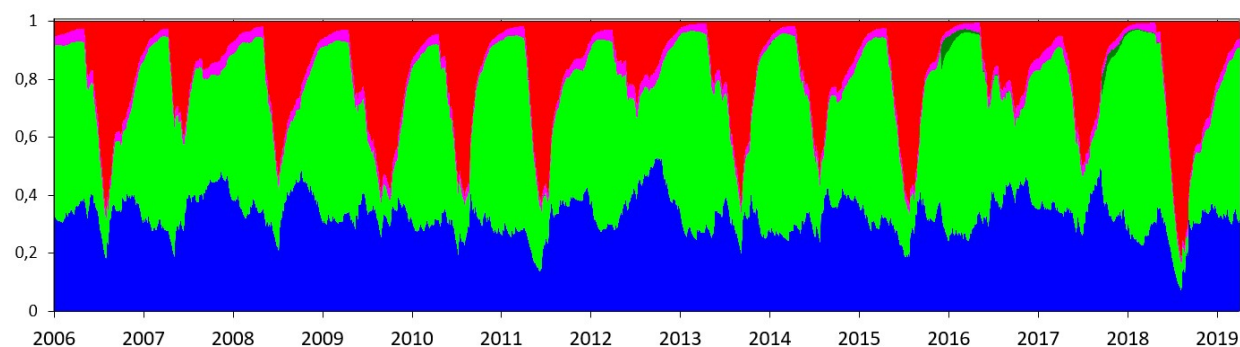
Om een inschatting te maken van hoe ver het inlaatwater in het natuurdeel trekt is met de water- en stoffenbalansen bepaald hoe groot het maximale aandeel van het inlaatwater van de totale hoeveelheid water is, zie tabel 2.4.

Over de periode 2006-2018 bestaat gemiddeld maximaal circa 55-65% van het water uit ingelaten water. In droge periodes is het maximale aandeel van inlaatwater groter, in de extreem droge zomer van 2018, neemt het aandeel inlaatwater toe tot 90%.

Tabel 2.4 Berekend aandeel ingelaten water

natuurdeel		Gemiddeld 06-18 [%]	2012 (nat) [%]	2013 (droog) [%]	2018 (extreem droog) [%]
Optimaal	Exclusief	55	29	63	82
	Inclusief	53	28	60	79
Tussen	Exclusief	62	32	72	89
	Inclusief	57	30	66	84
Minimaal	Exclusief	64	33	74	90
	Inclusief	60	31	69	87

In figuur 2.2 zijn de fracties van de verschillende waterstromen voor de Optimale variant exclusief zuidelijke landbouwpercelen weergegeven.



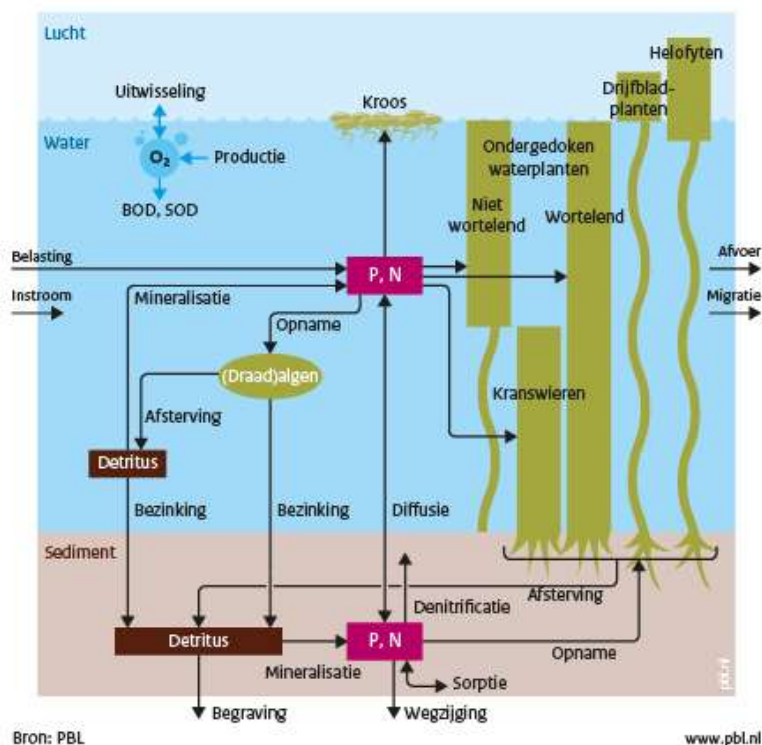
Figuur 2.2 Fracties waterstromen per jaar voor Optimaal exclusief zuidelijke landbouwpercelen (blauw = neerslag, licht groen = uitspoeling, donker groen = afstroming, rood = inlaat en paars = dijkse kwel)

3 Metamodel PCDitch

PCDitch is een ecosysteemmodel voor sloten (Janse, 1998). Het beschrijft de componenten en processen die essentieel zijn voor het ecologisch functioneren van een sloot. Het model vormt daarmee een hulpmiddel om de toestand van een sloot beter te begrijpen, eventuele knelpunten te identificeren en te voorspellen welke maatregelen effectief zijn om de toestand te verbeteren. Gezien het grote belang van waterplanten voor de ecologie van een sloot, ligt de nadruk in PCDitch op het beschrijven van de ontwikkeling van waterplanten. Het model onderscheidt zes verschillende groeivormen aan waterplanten en simuleert hun competitie om licht en nutriënten (zie figuur 3.1). Elke groeivorm heeft zijn eigen competitie strategie. Zo hebben de drijvende planten zoals kroos een voordeel met betrekking tot licht (ze krijgen als eerste het licht en beschaduwden de submerse planten) terwijl de submerse wortelende planten een voordeel hebben met betrekking tot nutriënten omdat ze de nutriënten niet alleen het uit water maar ook uit de waterbodem kunnen halen. Gezien het grote belang van nutriënten voor de ontwikkeling van waterplanten, simuleert PCDitch de belangrijkste nutriëntenprocessen in waterkolom en waterbodem. Ook de zuurstofhuishouding, die weer van invloed is op de nutriëntenhuishouding, wordt bijgehouden.

PCDitch voorspelt de uitkomst van de competitie tussen waterplanten. Welk plant wint er en hoe hangt dat af van de omgevingsfactoren? Hieruit blijkt dat de nutriëntenbelasting (de hoeveelheid inkomend water maal de concentratie van dat water) zeer bepalend is. Bij een bepaalde nutriëntenbelasting slaat een sloot om van dominantie door submerse planten naar kroosdominantie, en weer terug. De bijbehorende kritische belasting hangt af van slootkenmerken zoals diepte, sedimenttype en stroming (Van Liere et al. 2007) maar ook van omgevingsfactoren zoals lichtintensiteit en watertemperatuur. Ook het effect van onderhoud (maaïen en baggeren) kan worden meegenomen. Verder is het belangrijk om te realiseren dat PCDitch geen rekening houdt met oevers. Het model beschouwt een gemiddelde m2 sloot met een bepaalde diepte en kijkt alleen naar de waterplanten.

Modelstructuur PCDitch



Figuur 3.1 Het ecosysteemmodel PCDitch

Begin 2011 is een metamodel voor PCDitch ontwikkeld (Witteveen+Bos, 2013), waarmee de kritische P-belasting kan worden bepaald zonder het volledige model PCDitch zelf te gebruiken. Voor een groot aantal sloottypen zijn langjarige PCDitch-simulaties uitgevoerd met een hele reeks P-belastingen. De sloottypen zijn gedefinieerd door hun gemiddelde diepte, verblijftijd en bodemtype. De resultaten zijn in een database opgeslagen en voor elke combinatie zijn de omslagpunten bepaald. Het omslagpunt is gedefinieerd als de fosfaatbelasting waarbij de verhouding doorzicht/diepte gelijk is aan 0,5 en tegelijkertijd de kroosbedekking lager is dan 10%. Dit is de waarde waarboven de dominantie van ondergedoken waterplanten verdwijnt. Voor 'nieuwe' combinaties worden de kritische belastingen geschat met behulp van een neurale netwerk. Dit vormt samen met de database van resultaten (met ongeveer 20000 berekende omslagpunten) het metamodel.

In het metamodel moeten de volgende parameters worden ingevoerd:

- gemiddelde waterdiepte in de zomer (meter). (bandbreedte: 0.25 – 3 m)
- gemiddeld debiet (mm per dag). (bandbreedte: 0.01 - 400 mm/dag)
- bodemtype (zand, klei, veen)

Andere invoerparameters, zoals de N/P ratio (34), de fractie opgelost P in het invoerwater (0.5), de achtergrondstroebelings (= de troebeling van het water zelf; 0.5 d-1), en andere, zijn in het metamodel constant verondersteld. Ook is uitgegaan van een constant waterpeil en van jaarlijks maaibeheer in september.

Het model geeft als uitvoer de (langjarige) kritische P-belasting (kP_submers) voor dominantie van ondergedoken waterplanten (in mg P per m² per dag).

3.1 Resultaten

Op basis van de water- en stoffenbalansen zijn de gemiddelde waterdiepte in de zomer en het gemiddelde debiet bepaald per variant. Deze zijn ingevoerd in het metamodel van PCDitch. Hierbij is voor het bodemtype uitgegaan van veen. In tabel 3.1 zijn de invoerparameters en de berekende kritische fosfaatbelasting weergegeven. Omdat "achter in het watersysteem" het debiet kleiner zal zijn (en daarmee de verblijftijd langer) is ook de kritische fosfaatbelasting bepaald bij een debiet van 0,01 mm/dag. Ook is de met de water- en stoffenbalansen berekende P-belasting weergegeven.

Tabel 3.1 Invoer en resultaat metamodel PCDitch

natuurdeel		Gemiddelde waterdiepte zomer [m]	Gemiddeld debiet [mm/dag]	Bodemtype	Kritische P-belasting [mg/P/m ² /dag]	Kritische P-belasting bij debiet is 0,0 mm/d [mg/P/m ² /dag]	Berekende actuele P-belasting [mg/P/m ² /dag]	Berekende actuele P-belasting o.b.v. veldwerk [mg/P/m ² /dag]
Optimaal	Exclusief	0,59	7,9	Veen	8,98	6,40	2,3	3,9
	Inclusief	0,59	7,2	Veen	8,71	6,40	2,2	3,7
Tussen	Exclusief	0,59	10,7	Veen	10,11	6,40	3,6	6,3
	Inclusief	0,59	8,8	Veen	9,33	6,40	3,1	5,4
Minimaal	Exclusief	0,59	11,6	Veen	10,54	6,40	3,9	6,6
	Inclusief	0,59	9,8	Veen	9,73	6,40	3,4	6,0

Voor alle inrichtingsvarianten geldt dat de met de water- en stoffenbalansen berekende fosfaatbelasting ruim onder de met het metamodel van PCDitch bepaalde kritische fosfaatbelasting blijft. Ook wanneer de hogere concentraties P voor uitspoeling en afstroming op basis van het veldwerk worden aangehouden,

blijven de berekende actuele P-belastingen ruim onder de kritische P-belastingen. Op basis van de uitgevoerde berekeningen lijkt het dus mogelijk dat een heldere toestand bereikt kan worden. Ook bij nagenoeg stilstaand water blijft de berekende fosfaatbelasting onder de kritische fosfaatbelasting. Wanneer de hogere concentraties P voor uitspoeling en afstroming op basis van het veldwerk worden aangehouden, ligt bij nagenoeg stilstaand water de berekende P-belasting in de beide Optimale varianten de berekende fosfaatbelasting nog ruim onder de kritische fosfaatbelasting. Desondanks is het geen garantie dat er ter plaatse van stilstaand water een heldere toestand zal optreden. In de Minimale variant exclusief zuidelijke percelen ligt de berekende fosfaatbelasting (o.b.v. concentraties veldwerk) boven de kritische fosfaatbelasting bij nagenoeg stilstaand water. Bij de beide Tussen varianten en de Minimale variant inclusief zuidelijke landbouwpercelen liggen de berekende fosfaatbelastingen (o.b.v. concentraties veldwerk) maar net onder de kritische fosfaatbelasting bij nagenoeg stilstaand water.

3.2 Gevoeligheid parameters

Om de gevoeligheid van de bepaalde kritische fosfaatbelasting voor de in het metamodel ingevoerde parameters in beeld te brengen, is voor de drie parameters een beknopte gevoeligheidsanalyse uitgevoerd.

3.2.1 Waterdiepte

Wanneer de waterdiepte verkleind wordt, neemt de bepaalde kritische fosfaatbelasting toe ten opzichte van de uitgangssituatie. Bij een grotere waterdiepte neemt de bepaalde kritische fosfaatbelasting juist af. In tabel 3.2 is de invloed van het vergroten en verkleinen van de waterdiepte voor de berekende kritische fosfaatbelasting weergegeven voor de Optimale variant exclusief zuidelijke landbouwpercelen. De overige parameters zijn niet aangepast.

Tabel 3.2 Gevoeligheid waterdiepte

Waterdiepte [m]	Kritische fosfaatbelasting [mg P/m ² /dag]
0.30	12,90
0,50	13,41
0,55	11,59
0,59	8,98
0.65	7,12
0.70	6,25
0.90	4,00

In de praktijk zal de waterdiepte naar verwachting eerder kleiner zijn dan groter, waardoor de kritische fosfaatbelasting toeneemt (systeem is minder gevoelig voor P in ondiep water).

3.2.2 Debiet

Hoe groter het debiet is, hoe kleiner de verblijftijd, waardoor de kritische fosfaatbelasting groter wordt. In tabel 3.3 is de invloed van het vergroten en verkleinen van debiet voor de berekende kritische fosfaatbelasting weergegeven voor de Optimale variant exclusief zuidelijke landbouwpercelen. De overige parameters zijn niet aangepast. Op plekken waar het water stil staat, is de kritische fosfaatbelasting lager (systeem is gevoeliger voor P bij een langere verblijftijd).

Tabel 3.3 Gevoeligheid debiet

Debiet [mm/d]	Kritische fosfaatbelasting [mg P/m ² /dag]
0.01	6,40
4,0	7,59
7.9	8,98
16	12,38
25	15,10

3.2.3 Bodemtype

In tabel 3.4 is de invloed van het aanpassen van het bodemtype naar klei voor de berekende kritische fosfaatbelasting weergegeven voor de Optimale variant exclusief zuidelijke landbouwpercelen. De overige parameters zijn niet aangepast. Bij veen is de kritische fosfaatbelasting lager dan bij klei.

Tabel 3.4 Gevoeligheid bodemtype

Bodemtype	Kritische fosfaatbelasting [mg P/m ² /dag]
Veen	8,98
Klei	10,03

3.3 Aandachtspunten

- De aan PCDitch opgelegde nutriëntenbelasting vanuit de percelen naar de sloot is door Alterra met modellen bepaald (Schipper et al. 2016). Naar schatting bedraagt de onzekerheid in de berekende nutriëntenbelasting zo'n 30 tot 40% (pers. communicatie Alterra). Daarnaast zijn er onzekerheden in de door PCDitch berekende kritische nutriëntenbelastingen; de belastingen waarbij de sloot omslaat van dominantie van de ene plantengroep naar dominantie van de andere plantengroep. Op basis van eerdere modeltoepassingen bestaat het idee dat de door PCDitch berekende kritische belastingen aan de hoge kant zijn, waardoor PCDitch een te rooskleurig beeld geeft van de vegetatietoestand die mogelijk is.
- Daarnaast zit er ook een onzekerheid in de met de water- en stoffenbalansen bepaalde P-belasting aangezien er verschillende aannames gedaan zijn met betrekking tot o.a. de P concentraties van de verschillende bronnen.
- In de water- en stoffenbalans is nalevering van P vanuit de waterbodem niet meegenomen in de bepaling van de P-belasting. In PCDitch wordt er nalevering vanuit de waterbodem meegenomen bij het bepalen van de kritische fosfaatbelasting, hierbij wordt echter wel uitgegaan van een relatief schone veenbodem. In werkelijkheid kan er een grotere nalevering optreden dan waarmee in PCDitch rekening is gehouden, wat leidt tot een in de praktijk lagere kritische fosfaatbelasting.
- PCDitch houdt geen rekening met oevers. Het model beschouwt een gemiddelde m² sloot met een bepaalde diepte en kijkt alleen naar de waterplanten. Voor oevertvegetatie heeft flexibel peilbeheer een positief effect. Flexibel peilbeheer draagt dus meer bij aan de ontwikkeling van de sloten in de natuurwater dan op basis van de berekende resultaten geconcludeerd kan worden.
- Door flexibel peilbeheer wordt er minder water ingelaten dan bij een vast zomer- en winterpeil. Hierdoor wordt er minder sulfatrijk water ingelaten. Hoe meer sulfaat, hoe groter de nalevering. Dit effect is niet meegenomen in de waterbalansen bij het bepalen van de actuele P-belasting.

- Wanneer er alleen in de zomer water ingelaten wordt, leidt dit in de winter tot een opbouw van voedingsstoffen door nalevering uit het veen. Er wordt voornamelijk water ingelaten in de zomer. Dit leidt dus tot een negatief effect in de winter.

4 Conclusies

De met de water- en stoffenbalansen berekende actuele fosfaatbelastingen blijven ruim onder de met het metamodel voor PCDitch bepaalde kritische fosfaatbelastingen. Dit geldt ook wanneer uitgegaan wordt van de hoge concentraties voor uitspoeling en afstroming zoals bepaald tijdens het veldwerk, behalve wanneer er gekeken wordt naar een situatie met stilstaand water. In de Optimale varianten blijft ook bij nagenoeg stilstaand water de berekende fosfaatbelasting ruim onder de kritische fosfaatbelasting. Op basis van de uitgevoerde berekeningen lijkt het dus mogelijk dat een heldere toestand bereikt kan worden in de Optimale varianten. Desondanks is het geen garantie dat er ter plaatse van stilstaand water een heldere toestand zal optreden in de Optimale varianten. In de Tussen en Minimale varianten liggen de berekende fosfaatbelastingen net boven of net onder de kritische fosfaatbelasting bij nagenoeg stilstaand water.

De invloed van het (met name) sulfaatrijke inlaatwater uit de Kromme Mijdrecht kan worden verminderd door een zogenaamde verlengde aanvoerroute van het inlaatwater. Uit de water- en stoffenbalansen blijkt dat gemiddeld maximaal circa 55-65% van het water uit ingelaten water bestaat. In droge periodes is het maximale aandeel van inlaatwater groter, in de extreem droge zomer van 2018 neemt het aandeel inlaatwater toe tot 90%.

5 Referenties

- Janse, J. H. 1998. A model of ditch vegetation in relation to eutrophication. *Water Science and Technology* 37:139-149.
- Liere, L. van, J. H. Janse, and G. H. P. Arts. 2007. Setting critical nutrient values for ditches using the eutrophication model PCDitch. *Aquatic Ecology* 41:443-449.
- Schipper, P., R.F.M. Hendriks, H. Massop, E. Van Boekel, 2016. Belasting van waterlichamen in de Krimpenerwaard met stikstof en fosfor. Eindrapport voor onderzoek uitgevoerd voor Hoogheemraadschap van Schieland en Krimpenerwaard.
- Witteveen+Bos, 2013. Metamodel PCDitch

5. Deskundigenadvies besparen baggeropgave.

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Transport & Planning

Aan: Projectgroep Definitief schetsontwerp inrichting Polder Westveen
Van: Tom van den Broek
Datum: Monday, 22 June 2020
Kopie:
Ons kenmerk: BG4871TPNT2006121529
Classificatie:

Onderwerp: Memo besparing baggeren Westveen

Constatering

Om nalevering van nutriënten in de watersysteem te voorkomen is het gebruikelijk om alle aanwezige voedselrijke bagger weg te halen. Uit het baggeronderzoek van Sweco/Tijhuis blijkt dat dit bij alle varianten die zijn opgesteld voor de inrichting van het watersysteem (optimaal, tussen en minmaal, en waarbij onderscheid is gemaakt in een natuurwaterdeel en een landbouwwaterdeel) leidt tot een aanzienlijke hoeveelheid bagger, met bijbehorende kosten.

Tevens is geconstateerd dat het volledig verwijderen van de bagger (wat nodig is om de nalevering van fosfaat vanuit de bagger naar de waterlaag te voorkomen c.q. te minimaliseren), voor zover dit praktisch al helemaal mogelijk is, mogelijk niet leidt tot het geheel reduceren van de fosfaat-nalvering en mogelijk risico's met betrekking tot de oxidatie van het onderliggend veen (vaste bodem) met zich meebrengt. Fosfaat-nalevering en veenoxidatie zijn processen die de waterkwaliteit negatief beïnvloeden. Een mogelijke oplossing om – met name – de veenoxidatie te voorkomen, is een deel van de bagger te laten zitten als afdeklaag van het veen (vaste bodem). Deze achterblijvende bagger zal fosfaat blijven naleveren, maar dat doet de vaste bodem mogelijk ook, al blijkt uit het doorrekenen in de tool die in het kader van het KRW innovatieproject MIND-Baggernut is ontwikkeld, dat de kans op nalevering vanuit de vaste bodem onder zowel aërobie als anaërobie condities klein tot afwezig is. De kanttekening die hierbij geplaatst moet worden is dat de P-concentratie in het poriewater (een parameter die ingevoerd moet worden in de tool) in de zomermaanden (aanzienlijk) hoger kan zijn dan in oktober waarin de bodems waarop de berekening nu is gebaseerd, zijn verzameld. In ieder geval zien we dat de totaal-fosforconcentratie in de vaste bodem veel lager is dan die in de baggerlaag en dat deze beneden de kritische grenswaarde ligt.

Een bijkomstig aspect is dat wanneer de baggerlaag volledig wordt verwijderd, dit in veel van de watergangen (met name de petgaten) leidt tot een zodanige diepte dat vestiging van wortelende waterplanten of submerse soorten onmogelijk is, mede vanwege de beperkte doordringing van licht in de waterlaag (dit omdat deze altijd opgeloste veendeeltjes zal bevatten). Mogelijk leidt de diepte er ook toe dat zuurstof niet tot de onderwaterbodem kan doordringen omdat dit onderweg al is 'geconsumeerd' door in het water opgelost organisch materiaal. Zuurstofloosheid kan leiden tot negatieve bodemchemische processen, waaronder het mobiliseren van aan ijzer gebonden fosfaat.

Het volledig verwijderen van de baggerlaag tot op de vaste bodem, leidt niet evident tot het inzicht dat dit niet zou kunnen leiden tot waterkwaliteitsproblemen. Wel lijkt het duidelijk dat de kans op het voorkomen van deze problemen groter is bij baggeren tot op de vaste bodem dan wanneer er een laag(je) bagger blijft zitten.

Recente doorrekening van de varianten voor de inrichting van het watersysteem laat zien dat wanneer alle bagger tot op de vaste bodem verwijderd wordt, de kosten hiervoor uiteenlopen van ca. € 5 tot 8 mln (Tijhuis, rapportage mei 2020).

De waterkwaliteitsproblematiek in combinatie met de kosten voor het baggeren verdient derhalve de nodige aandacht.

Gelet op de geschetste onzekerheden voor de resulterende waterkwaliteit bij het volledig verwijderen van de bagger maar vooral vanwege de aanzienlijke kosten, is in een deskundigenoverleg op 10 juni 2020 deze problematiek nog eens nadrukkelijk onder de loupe genomen en is er gezicht naar oplossingen. Hierbij was zowel de een goede resulterende waterkwaliteit als een (forse) besparing op de baggerkosten doelstelling.

Beijzieren om de fosfaattnalevering sterk te reduceren

Nalevering van fosfaat vanuit de bagger is niet of nauwelijks aanwezig indien er een overmaat ijzer (Fe) in de bagger / waterbodem aanwezig is ten opzichte van sulfaat (S). Waar dit niet zo is, zien we de bijkomende waterkwaliteitsproblematiek. Het optimaliseren van de Fe:S-ratio ten gunste van ijzer kan worden bereikt door de bagger / waterbodem te beijzieren. Theoretisch is dit mogelijk maar in de praktijk is hier nog geen gedocumenteerde eenduidige positieve resultaten beschikbaar. Mogelijk komt dit doordat er tot op heden beijzerd wordt met ijzerchloride waarbij chloride mogelijk een vergelijkbare negatieve rol speelt als sulfaat bij het mobiliseren van aan ijzer gebonden fosfaat. Recent doet beijzieren met waterijzer opgeld. Dit is een zeer goedkope vorm omdat het hier gaat om een restproduct uit de drinkwaterwinning. Van belang is wel dat hierin voldoende ijzer in gunstige verhouding aanwezig is. Waterijzer is recent (ogenschijnlijk) in ruime overmaat toegepast in de Bovenlanden van de Kromme Mijldrecht. Vooraf zijn geen metingen aan de water- en waterbodemkwaliteit verricht en wordt het effect evenmin gemonitord. Wel lijkt er op basis van het achterwege blijven van algenbloei, sprake van een positief effect. Waar waterijzer een positief effect kan hebben op de Fe:S-ratio en daarmee op het reduceren/ voorkomen van P-nalevering, kan dit – op theoretische gronden - mogelijk ook leiden tot een forse toename van ammonium. Het is daarom van belang voorafgaand aan het toedienen van waterijzer meer inzicht te hebben in het precieze effect en in de hoeveelheid die toegediend moet worden om het positieve effect te bereiken en negatieve effecten te voorkomen. En of het toedienen van zeoliet een al enigszins beproefde oplossing ook hier geschikt is om de piek in de ammoniumbelasting weg te nemen.

Oplossingsrichting

Uit het deskundigenoverleg komt naar voren dat ongeacht er al dan niet tot op de vaste bodem wordt gebaggerd, er toediening van waterijzer noodzakelijk is om een goede en duurzame waterkwaliteit te realiseren. Een sterke verbetering van de huidige waterkwaliteit is nodig om tegemoet te komen aan de eisen die de natuurdoelen (direct of indirect) die aan de inrichting van Polder Westveen zijn meegegeven, hieraan stellen.

Watergangen breder dan 8 meter

Omdat het niet tot op de vaste bodem baggeren in de drie petgatgebieden (zie bijlage 1) leidt tot een aanzienlijke besparing in de baggerkosten, is het voorstel om hier zodanig te baggeren dat er een waterkolom van 1 meter resteert. De overige bagger kan blijven zitten en zal beijzerd moeten worden. Daarmee is het allergrootste deel van de watergangen die breder zijn dan 8 meter voldoende diep gebaggerd. Dieper heeft hier vanuit standplaats- of leefgebiedontwikkeling weinig zin omdat de petgaten overwegend omringd zijn door bos waardoor – door bladval en beperkte instraling – de kans dat zich hier bijzondere natuurwaarden vestigen (zeer) gering is. Al hebben de petgaten (mits diep genoeg) weldegelijk een belangrijke functie voor vissen, die op hun beurt voedsel zijn voor diverse visetende vogelsoorten waarvoor Polder Westveen een doelstelling kent.

Vanuit deze functie is het niet per se noodzakelijk dat de petgatgebieden een hydrologische eenheid vormen met de smallere watergangen. Zo bezien – en om negatieve effecten vanuit de achterblijvende bagger te voorkomen zouden de petgatgebieden aangetakt kunnen worden aan het landbouwwater.

Echter, doorrekening middels een water- en stoffenbalans van de resulterende waterkwaliteit bij inrichting volgens de drie varianten voor het watersysteem, laat zien dat feitelijk alleen bij de inrichting van het watersysteem 'optimaal' de fosfaatbelasting van het water onder de kritische grenswaarde blijft en dit zowel in het geval dat het water stroomt als wanneer het water stilstaat (hetgeen veelvuldig zal gebeuren). Met name in dit laatste geval zien we bij de inrichting van het watersysteem 'tussen' en (met name) 'minimaal', een negatieve kwaliteitsontwikkeling. Deze uitkomst laat zien dat er een zeker watervolume nodig is om de verlengde aanvoerweg (die als doel heeft om gaandeweg te leiden tot een betere waterkwaliteit) goed te laten functioneren. Alleen bij de inrichting van het watersysteem 'optimaal' is dit in voldoende mate gegarandeerd. Daarmee is het afkoppelen van de petgatgebieden van het natuurwaterdeel feitelijk geen optie.

Watergangen smaller dan 8 meter

Bijlage 2 laat zien dat buiten de petgatgebieden de watergangen (die dus overwegend smaller zijn dan 8 meter) de baggerlaag overwegend maximaal 1 meter dik is. Omdat dit om een beperkt volume gaat, is het zeer nuttig om hier wel alle bagger te verwijderen. Omdat de verlengde aanvoerweg natuurlijk zal resulteren in een gradiënt in de waterkwaliteit waarbij deze aan het begin zeker nog niet goed is, wordt het zinvol geacht om in een deel van de eerste watergangen te baggeren tot een resterende waterkolom van 0,6 meter waardoor er lokaal een deel van de bagger blijft zitten. Door hier krabbenscheer te enten wordt bijgedragen een aan versnelde verbetering van de waterkwaliteit daar krabbenscheer groeit onder matig voedselrijke condities en zeer actief nutriënten uit het water haalt. Voor de overwintering van de soort is een (weke) baggerlaag nodig waarin de planten in de wintermaanden wegzakken. De resulterende diepte in de watergangen smaller dan 8 meter van 0,6 tot 1 meter is gunstig voor de vestiging van wortelende waterplanten en submerse soorten.

Concreet advies

Vanuit het deskundigenoverleg luidt het advies om:

- Polder Westveen in te richten volgens het watersysteem 'optimaal';
- in de watergangen breder dan 8 meter te baggeren tot een resulterende diepte van 1 meter waterkolom en in de watergangen smaller dan 8 meter te baggeren tot op de vaste bodem (wat overwegend neerkomt op een resulterende waterkolom van maximaal 1 meter) en aan het begin van het watersysteem in deze watergangen (zeg tot een oppervlak van eenderde van het totaal aan watergangen smaller dan 8 meter) te baggeren tot een resulterende waterkolom van 0,6 meter;
- Overall na baggeren waterrijzer actief op of in de waterbodem te brengen;
- In de watergangen smaller dan 8 meter aan het begin van het watersysteem (dus gebaggeerd tot een resulterende waterkolom van 0,6 meter) actief krabbenscheer in te brengen;
- Vanwege het ontbreken van concrete ervaringen met waterrijzer hier een goed monitoringsprogramma aan te koppelen. Dit niet omdat het ongewis is of het werkt – want scheikundig is heel eenvoudig aan te tonen dat het dat zondermeer zal doen – maar om de juiste dosering en het juiste ijzergehalte in het waterrijzer vast te stellen welke nodig zijn om ook daadwerkelijk tot een gunstige Fe:S-ratio te komen én om te onderkennen of er ook negatieve effecten optreden en hoe (lang) die zich manifesteren en welke oplossingen hier dan werken (zie verderop).

Besparing

De keuze om de watergangen breder dan 8 meter te baggeren tot een resterende waterkolom van 1 meter en de watergangen smaller dan 8 meter deels tot de vaste bodem en deels tot een resterende waterkolom van 0,6 meter, komt overeen met een eerder dorogerekend scenario voor baggerkosten. De kosten bedragen voor dit scenario € 2,5 mln. Ten opzichte van de inrichting van het watersysteem 'optimaal' en het overal baggeren tot op de vaste bodem, betekent dit een kostenbesparing van € 5,5 mln.

Onderzoeks- en monitoringsprogramma

Omdat het toedienen van waterijzer op de voorziene schaal nog nimmer is toegepast, dient inzicht te worden verkregen in zaken als de werkzame doses waterijzer, de noodzakelijke samenstelling van het waterijzer, de werkzaamheid van zeoliet als oplossing voor een mogelijk optredende ammoniumpiek en de duur hiervan, e.d. Vanuit het deskundigenoverleg wordt dan ook middelen te reserveren voor een op te laten stellen onderzoeks- en monitoringsprogramma dat een drietal fasen kent:

1. Laboratoriumproeven (looptijd 2 mnd):
 - a. Op basis van een aantal monsters in het laboratorium testen wat de effecten zijn op de waterkwaliteit bij verschillende hoeveelheden ingebracht waterijzer. Dit is mede nodig om inzicht te krijgen welke kwaliteit ijzerwater nodig is.
2. Veldproeven (looptijd 1 jaar):
 - a. Omdat de veldsituatie altijd anders is dan in het lab, wordt een veldproef ingericht in een of meerdere watergangen in Polder Westveen. Hierbij kan worden onderzocht wat het effect is van verschillende baggerdiepten en verschillende doses ijzerwater.
3. Monitoring effecten (looptijd 10 jaar na uitvoering):
 - a. De keuze om nutriëntrijkbaggerslib in veengebieden te laten zitten en te beijzeren, kan ook voor andere natuurgebieden een aanzienlijke kostenbesparing opleveren. Daarbij is het van groot belang dat de effecten van het beijzeren ook naar verloop van tijd goed gevolgt worden. Ook voor de bepaling van de noodzaak om het toedienen van waterijzer na verloop van tijd te herhalen, is het van belang om de effecten goed te blijven monitoren.

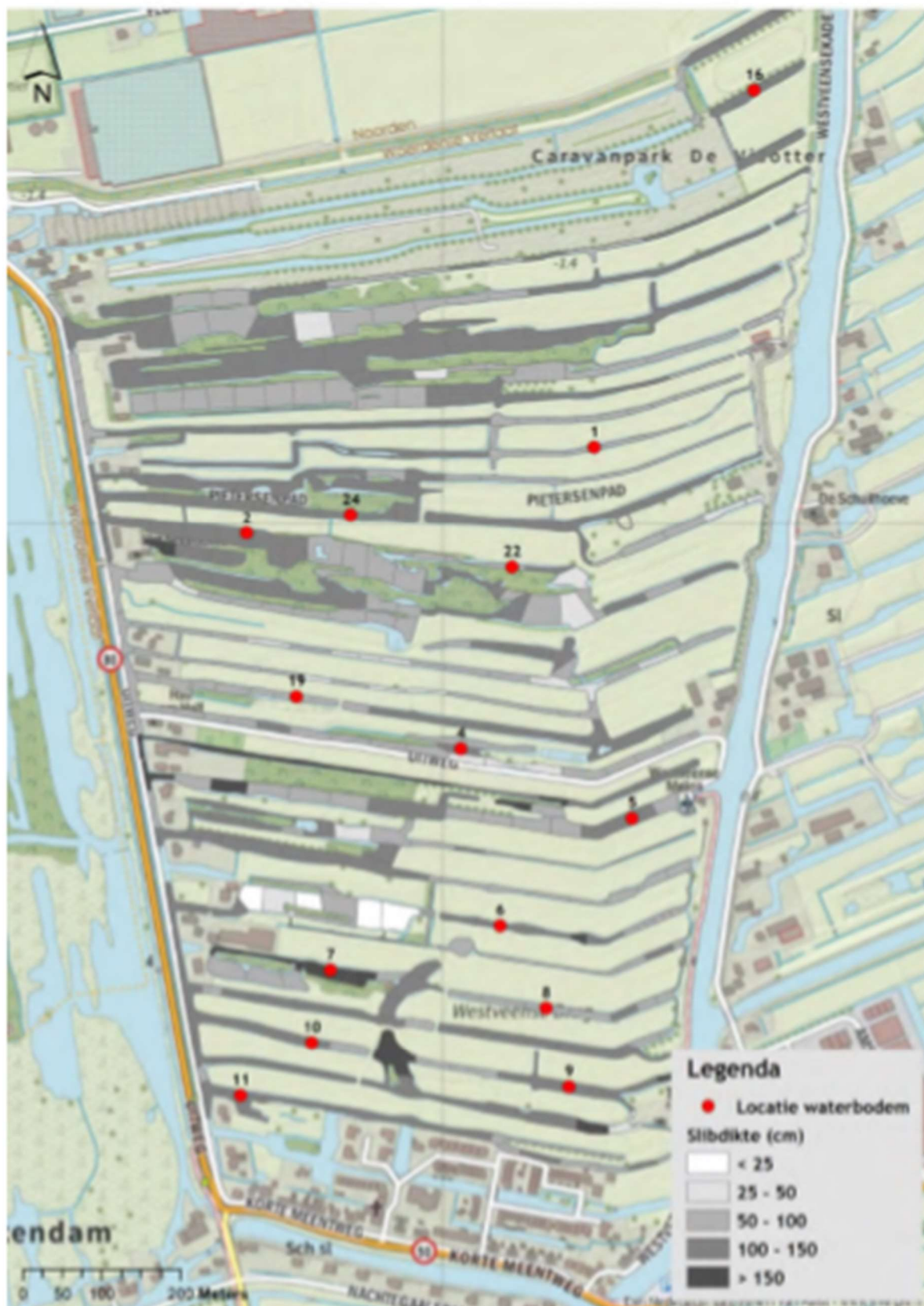
Aandacht bij de inrichting

De aanrijking van het baggerslib nadat het gebied is ingericht zal voornamelijk komen van (door vertrapping door vee of anaerobe afbraak) afkalvende oevers. In het inrichtingsplan zullen een groot aantal percelen verlaagd worden ten behoeve van de realisatie van nat schraalland en natuurlijke oevers. Deze zullen daarmee beter begroeid raken (helofyten). Voor de oevers waar geen verlaging plaatsvindt, kunnen deze worden uitgerasterd of ontzien tijdens het maaien waardoor zich hier een beter doorwortelende vegetatie ontstaat (maar verbossing moet worden voorkomen). Op basis van ervaring in andere gebieden is daarmee het risico van oevererosie aanzienlijk beperkt. Dit alles dient gerealiseerd te zijn alvorens tot baggeren (en beijzeren) over te gaan. Omdat deze inrichtingsmaatregelen zeker niet binnen nu en een jaar zullen zijn afgerond, is het inrichten van een of meerdere proefsloten om tot een goed advies voor beijzeren te komen, geen verloren tijd.

Conclusie

Er ligt aanzienlijke besparingsmogelijkheid (ordegrootte € 5,5 mln) door een groot deel van de bagger te laten zitten. De nalevering van de bagger die achterblijft kan beperkt worden door het toedienen van waterijzer. Er is echter nog weinig ervaring van deze methode in veengebieden. Daarom is het verstandig om een deel van het geld dat bespaard wordt door minder te bagger te reserveren voor monitoring van de effecten.

Bijlage 2: baggerdiepte in Polder Westveen



6. Berekenende nalevering slib en indicatie effectiviteit toepassen ijzerslib.

Berekende nalevering slibbodems polder Westveen

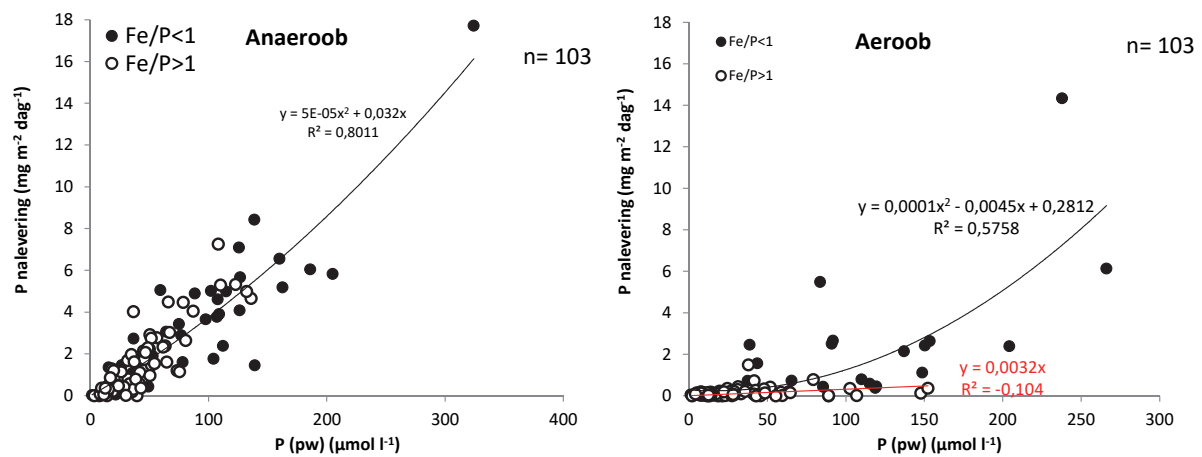
In het kader van het KRW innovatieproject *MIND-BAGGERNUT* is voor een groot aantal onderwaterbodems de nalevering door diffusie bepaald uit intacte bodemcores. Aan de hand van het verkregen mathematische verband tussen de P concentratie van het poriewater en de nalevering (Poelen et al., 2012), kan voor de onderwaterbodems de potentiële nalevering worden berekend. Hierbij wordt gebruikt gemaakt van het experimentele verband dat is gevonden tussen de nalevering van fosfor in cilinderexperimenten en de fosforconcentratie in het bodemvocht van de onderwaterbodems gemeten in het veld (Poelen et al., 2012) volgens de formule

$$0,00006*(P_{pw})^2 + 0,0105*P_{pw} + 0,1473.$$

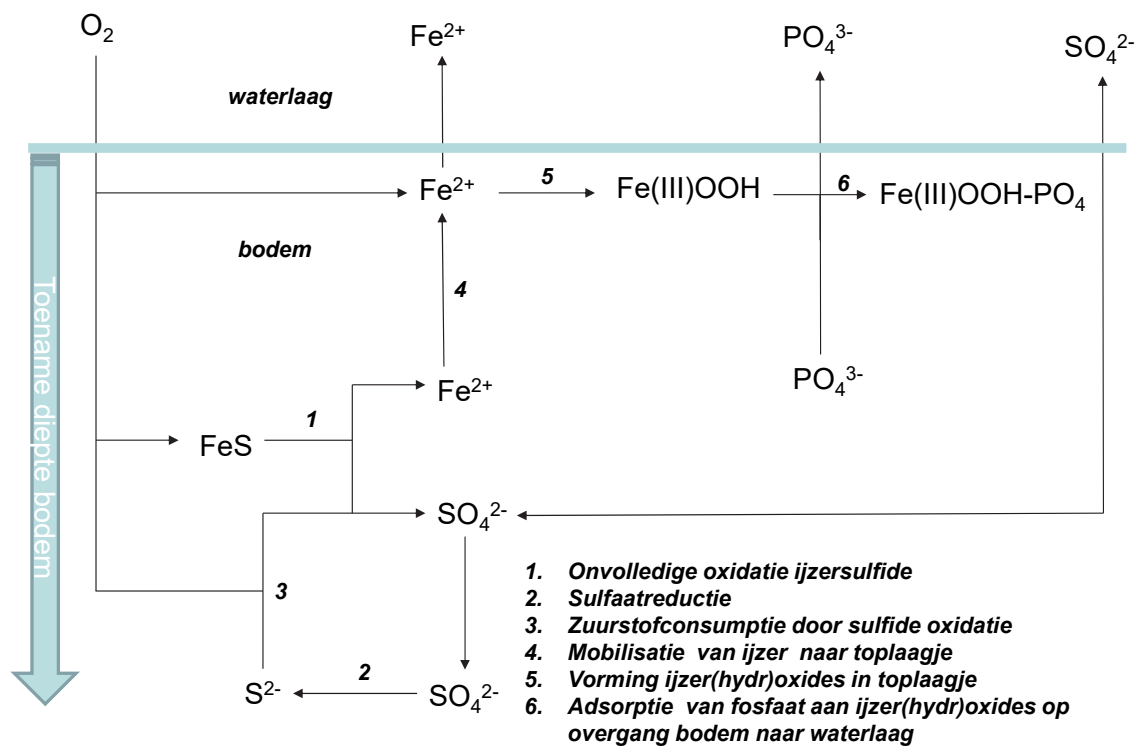
P_{pw} staat hierbij voor de P concentraties in het poriewater in $\mu\text{mol L}^{-1}$.

In de experimenten die zijn uitgevoerd in het baggernut project heeft er geen controle plaatsgevonden van het zuurstofgehalte boven de bodem. Boven wordt in de baggernut formule de gemeten P concentratie in het veld vergeleken met de nalevering in het lab.

Omdat we weten dat het zuurstof gehalte een grote invloed heeft op de nalevering heeft Onderzoekcentrum B-WARE voor ruim honderd bodems naleveringsproeven uitgevoerd met een zuurstofverzadigde waterlaag en een zuurstofloze waterlaag. Hiermee kan het verschil tussen anaerobe en aerobe nalevering worden vastgesteld. Bovendien werd de gemeten nalevering voor deze bodems vergeleken met de in het lab gemeten P concentratie in het poriewater, wat natuurlijk netter is. In figuur 1 worden de relaties tussen de nalevering en de gemeten P concentraties in het poriewater gegeven voor deze bodems. Voor de anaerobe incubaties is er een goed verband tussen de gemeten nalevering en de P concentratie in het poriewater van de bodems. Er wordt geen effect gevonden van de ijzer/ fosfor ratio (Fe/P ratio) van het poriewater en de nalevering. Bij P concentraties lager dan 50 $\mu\text{mol/l}$ is er veel spreiding tussen de bodems en is een uit het mathematische verband berekende nalevering dus minder betrouwbaar. Bij een zuurstofrijke waterlaag meten we veel lagere naleveringen van P naar de waterlaag. Hierbij valt op dat bij een Fe/P ratio hoger dan 1 de nalevering bijna altijd heel laag is. Dit komt omdat in het oxidatieve toplaagje tussen water en sediment het opgeloste gereduceerde ijzer weer wordt geoxideerd waardoor fosfaat wordt gebonden aan de gevormde ijzer(hydr)oxides en/of ijzer en fosfaat gezamenlijk neerslaan als FePO_4 in de toplaag (figuur 2). Als gevolg hiervan wordt de nalevering van P naar de waterlaag beperkt zolang de Fe/P ratio in het bodemvocht voldoende hoog is (>1) en zolang de waterlaag aeroob (zuurstofhoudend) is. We zien dat ook voor de bodem met een Fe/P ratio hoger dan 1 de nalevering hoger is en toeneemt met toenemende P concentraties in het poriewater. Wel is de nalevering lager dan voor bodems met een anaerobe waterlaag. Bovendien is de spreiding groot waardoor de uit het mathematisch verband berekende waarden voor bodems met een Fe/P ratio > 1 minder betrouwbaar is. De grootte spreiding voor bodem met een lage Fe/P ratio wordt veroorzaakt door het feit dat invloed van zuurstof op de bodem complex is (figuur 2). Zuurstof kan dieper in de bodem reageren met ijzersulfide waarbij onvolledige oxidatie er toe leidt dat er Fe^{2+} wordt vrijgemaakt. Hoger in de bodem wordt dit Fe^{2+} geoxideerd tot ijzerhydroxides. Deze processen spelen zich af in de bovenste centimeter(s) van de bodem (zie ook van Diggelen 2014),

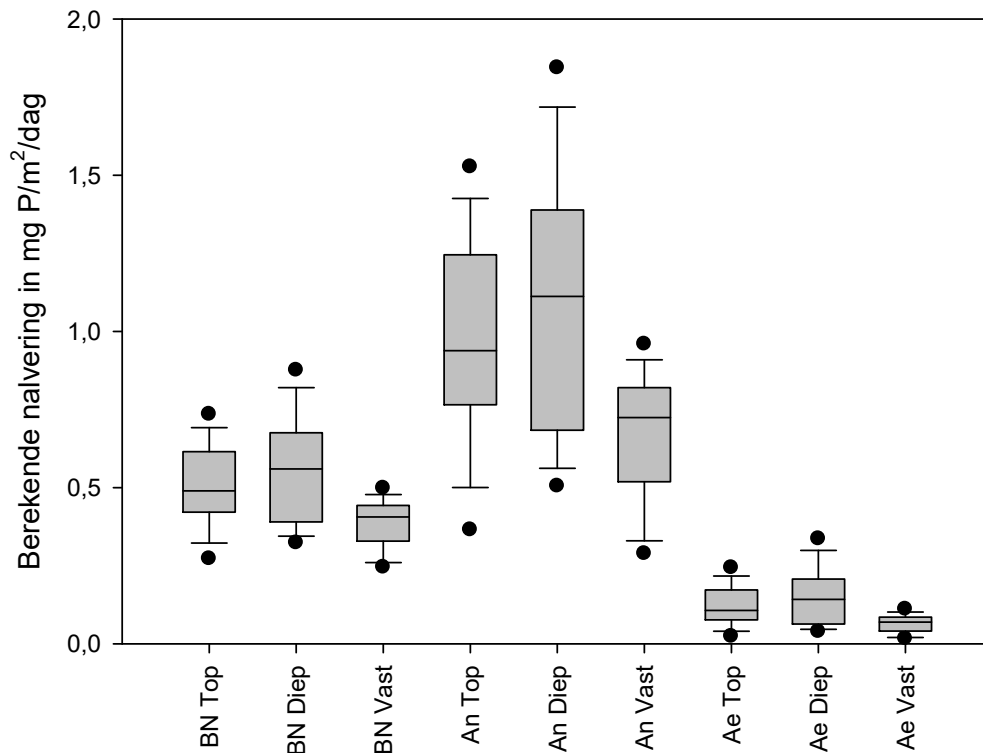


Figuur 1. Relatie tussen de P-concentratie in het poriewater en de P-nalevering bij een zuurstofloze (links) en zuurstofhoudende (rechts) waterlaag. In de figuren is onderscheid gemaakt tussen een Fe/P-ratio in het poriewater lager en hoger dan 1.



Figuur 2. Schematische weergave van sturende biogeochemische processen in de waterbodem.

In figuur 3 worden de resultaten van de berekende naleveringen gegeven voor Polder Westveen, uitgaande van de drie verschillende formules. Algemene opmerking de P concentratie in het poriewater kunnen in de zomermaanden hoger zijn dan in oktober waarin de bodems zijn verzameld.



Figuur 3. Boxplots voor de berekende P-nalevering (in mg P/m²/dag) voor de waterbodems uit de Polders Westveen, berekend met verschillende formules. BN: met de BaggerNut-formule berekend; An berekend met de formule voor de Anaerobe waterlaag; Ae berekend met de formule voor de Anaerobe waterlaag hierbij is rekening gehouden met de Fe/P-ratio die steeds kleiner dan 1 was.

Voorbeeld ijzerslibtoediening

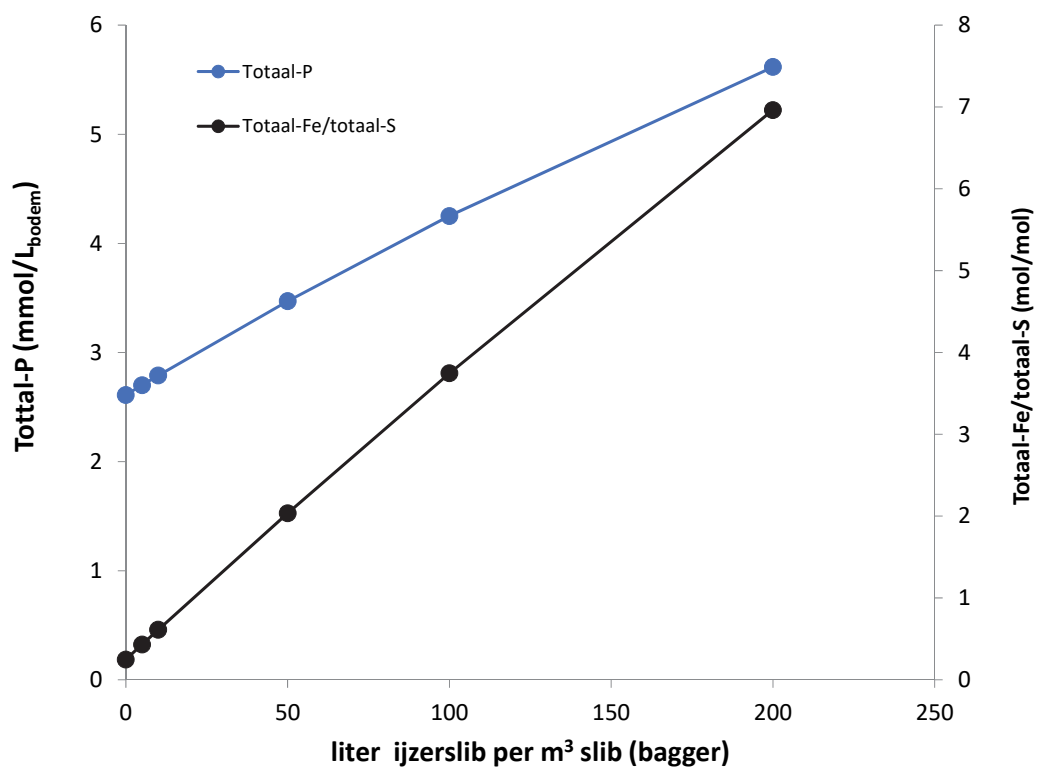
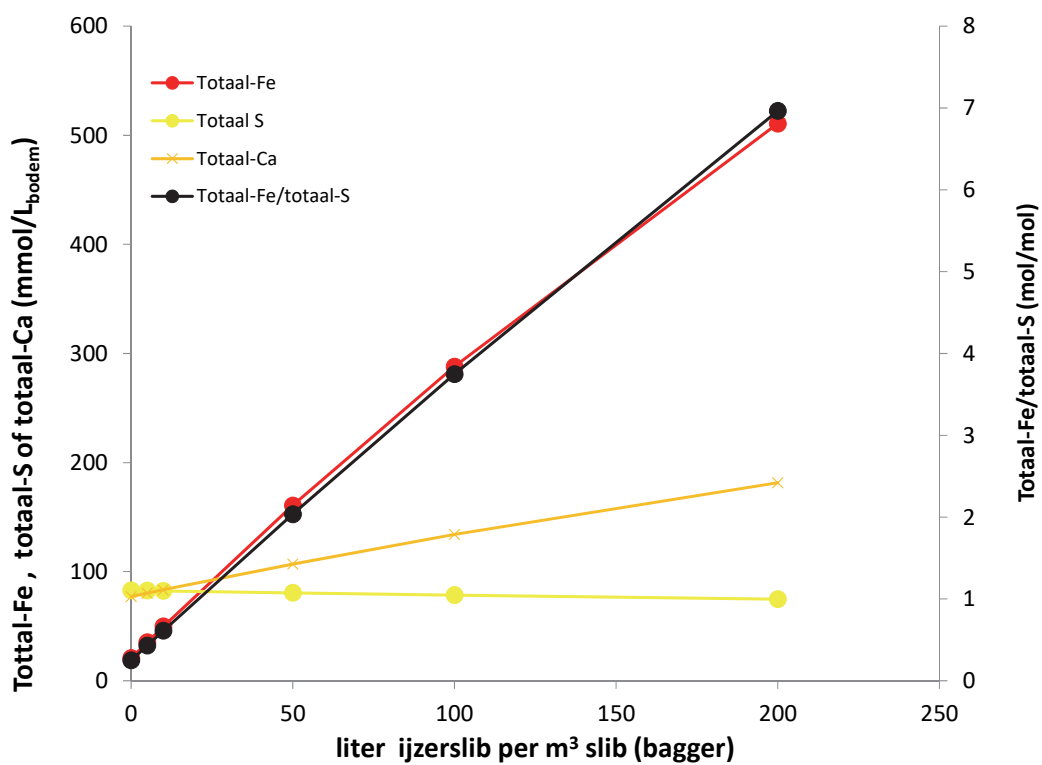
In een project dat voor het Provinciaal Waterleidingbedrijf Noord-Holland (PWN) hebben we gekeken naar het effect van de toediening van ijzerrijk slib uit een drinkwaterwinning op de beschikbaarheid van fosfor in fosfaatrijke bodems (voormalige bollenvelden) uit de Zanderij (ten westen van Castricum). Hierbij is ijzerrijk slib gebruikt uit verschillende depots van pompstation Andijk (WPA en PSA). Hier wordt drinkwater gewonnen uit het IJsselmeer. De samenstelling van het gebruikte slib wordt gegeven in onderstaande tabel. Het slib bevat relatief weinig fosfor en is daarmee zeer geschikt om toe te dienen voor het immobiliseren van fosfor.

IJzerslib WPS+PSA Gemengd		
Vochtgehalte	30,8	(%)
Bulk density	1,11	kg DW / liter FW
Al	75,0	mmol/l FW
Ca	703	mmol/l FW
Fe	2960	mmol/l FW
K	8,50	mmol/l FW
Mg	70,3	mmol/l FW
Mn	12,62	mmol/l FW
Na	0,31	mmol/l FW
P	20,6	mmol/l FW
S	34,6	mmol/l FW
Si	51,9	mmol/l FW
Zn	0,91	mmol/l FW

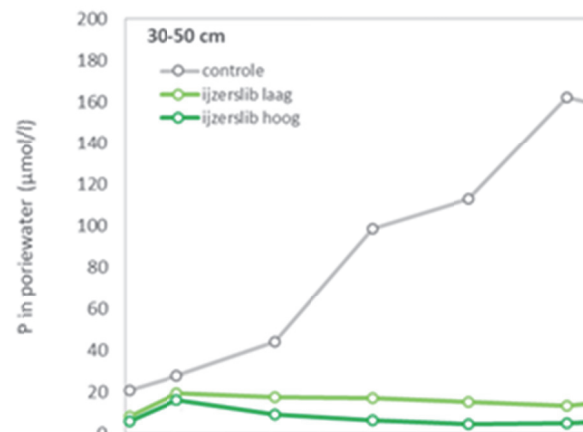
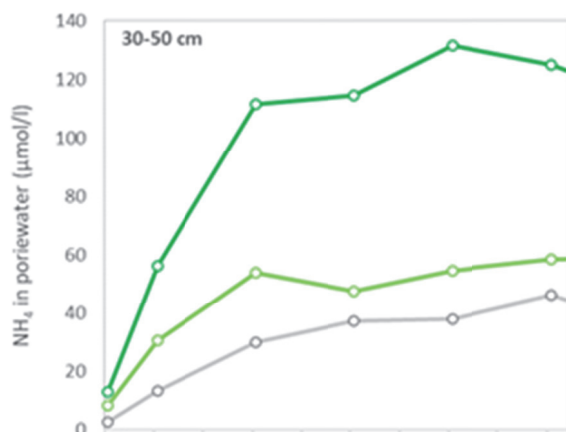
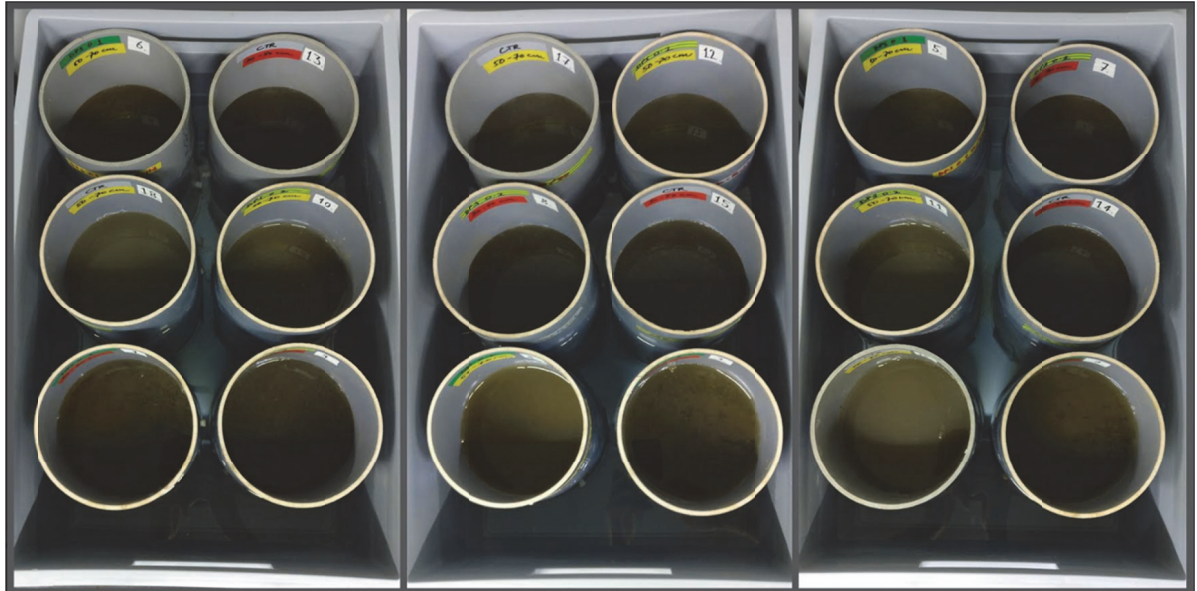
Uit gaande van de gehalten per liter ijzerslib en bagger uit Polder Westveen heb ik berekend wat het effect is van het mengen van verschillende hoeveelheden ijzerslib door de bagger. Zie figuur hieronder.

Wanneer er 50 liter per m³ slib aan ijzerslib wordt toegediend wordt de totaal-Fe/totaal-S ratio ongeveer 2. Wanneer hiervoor gekozen zou worden dan zou er ongeveer 4500 m³ ijzerslib nodig zijn om alle bagger die blijft zitten wanneer Petgat 1 t/m 3 tot op 1 meter zou worden gebaggerd (iets meer dan 90.000 m³, te behandelen. Waarschijnlijk hoeft alleen de toplaag van de baggerlaag te worden behandeld en ook zou er kunnen worden gekozen voor een lagere dosering, waardoor er minder ijzerslib nodig is. Een optimale dosering zou door eenvoudige experimenten kunnen worden vastgesteld.

-



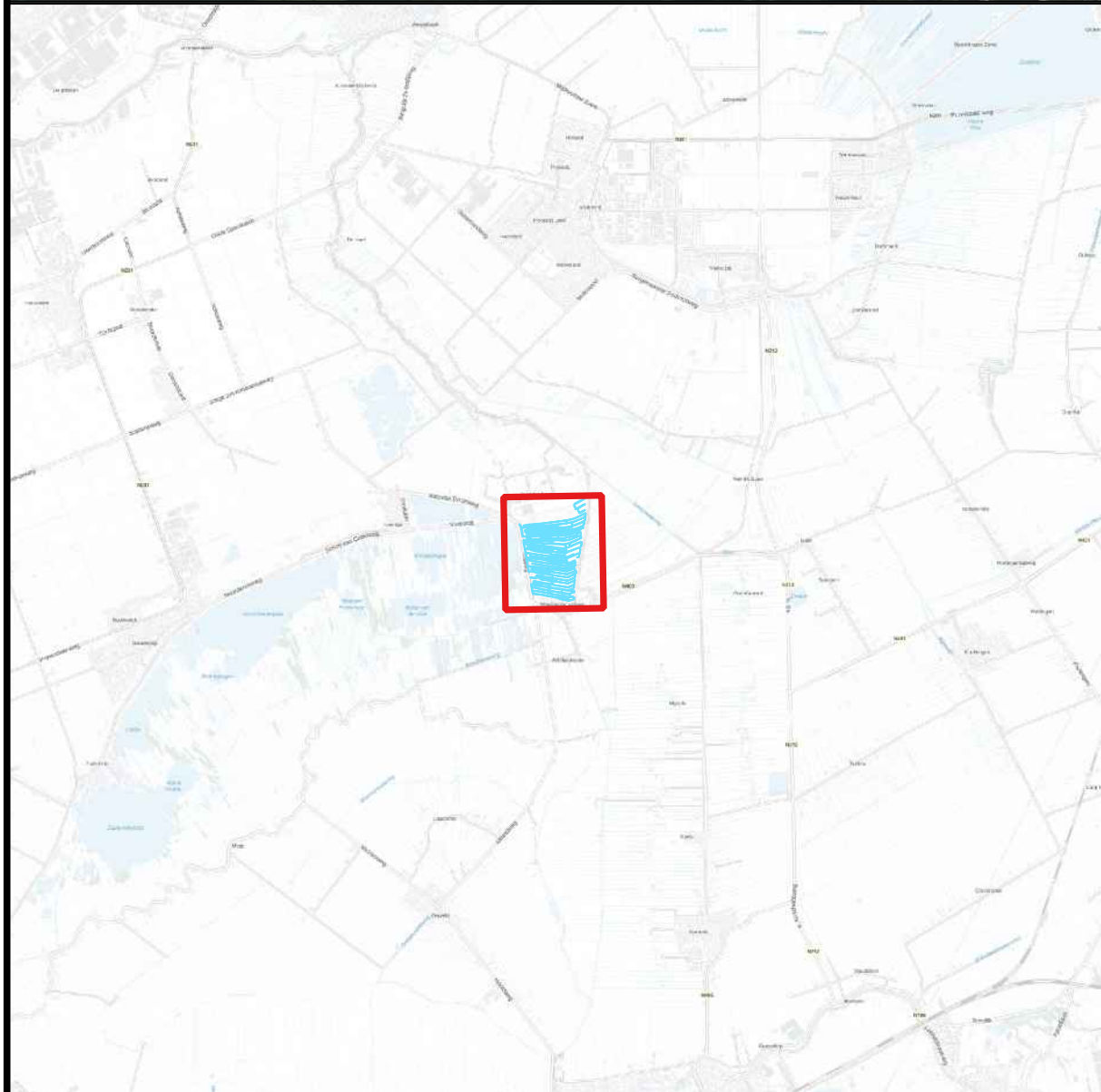
Hieronder: Voorbeeld van proef met additie van ijzerrijk slib. In dit geval werd ijzerrijk slib van Andijk door de bodem (30-50 cm diepte) van de Zanderij gemengd waarna de bodem werd geïnundeerd voor 10 weken.



Poelen M.D.M., Van den Berg L.J.L., Ter Heerdt G, Bakkum R., Smolders A.J.P., Jaarsma N.G., Brederveld R.J. & Lamers L.P.M. 2012. WaterBODEMbeheer in Nederland: Maatregelen Baggeren en Nutriënten (BAGGERNUT) -Metingen Interne Nutriëntenmobilisatie en Decompositie (MIND-BAGGERNUT) Eindrapportage 2012. Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen. Rapport 2012-18.

Van Diggelen J.M.H., Lamers L.P.M., van Dijk G., Schaafsma M.J., Roelofs J.G.M. & Smolders A.J.P. 2014. New insights into phosphorus mobilisation from sulphur-rich sediments - Time-dependent effects of salinisation. PLOS One 9(11): e111106.

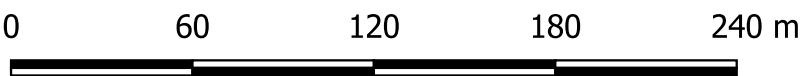
7. Ruimtelijk beeld baggerklassen.



Legenda

Monstervak - Bbk verspreiden

- Nooit verspreidbaar
- Niet verspreidbaar
- Verspreidbaar aangrenzend perceel
- Vrij verspreidbaar



Opdrachtgever: Provincie Zuid-Holland	
Project: Baggerplan Westveen	
Onderdeel: Kwaliteit Bbk verspreiden	
	Tjinhuis Ingenieurs BV Dampden 24 C 1624 NR Hoon tel. 0229 272 000 www.tjinhuisingenieurs.nl
	Tekeningnummer T119294-BP-03 (A) Volgnummer: A Schaaft: 1:2.500 Formaat: M.B. 20-05-2020 Getekend: H.T. Gecontroleerd:

8. Visie op de ontsluiting.

Legenda

ontsluiting Westveen

- voorkeursvariant
- variant B



