



Deelproduct 10 Geohydrologische effecten, Planstudie IJsseldelta-Zuid



Tauw



R006-4828739JLY-kzo-V02-NL, Definitief Rapport

17 augustus 2012

Intern referentienr. 120817_10_Geohydrologische
effecten_Definitief Rapport



Deelproduct 10: Geohydrologische effecten, Planstudie IJsseldelta-Zuid

17 augustus 2012

Verantwoording

Titel	Deelproduct 10: Geohydrologische effecten, Planstudie IJsseldelta-Zuid
Opdrachtgever	Provincie Overijssel
Projectleider	Eric Versteeg
Auteur(s)	Jacob Luijendijk, Michiel de Koning, Marc Steenvoorden
Projectnummer	4828739
Aantal pagina's	96 (exclusief bijlagen)
Datum	17 augustus 2012
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale versie. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

Tauw bv
BU Water
Handelskade 11
Postbus 133
7400 AC Deventer
Telefoon +31 57 06 99 91 1
Fax +31 57 06 99 66 6

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom. De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001.

Inhoud

Verantwoording en colofon	3
1 Inleiding.....	11
1.1 Programma IJsseldelta.....	11
1.2 Masterplan IJsseldelta-Zuid	11
1.3 Gefaseerde uitvoering	12
1.4 Bestuursovereenkomst.....	12
1.5 Verandering projectscope in 2011.....	13
1.6 De onderscheiden projectfasen.....	13
1.7 SNIP 3 procedure	15
1.8 Doel voorliggend SNIP3-product.....	16
1.9 Leeswijzer voorliggend SNIP3 product	17
2 Plan van aanpak	19
2.1 Werkwijze	19
2.2 Uitgangspunten	20
3 Optimalisatie inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid	23
3.1 Update huidige situatie	23
3.1.1 Inleiding	23
3.1.2 Aanpassing grondwatermodel huidige situatie	23
3.1.3 Huidig grondwaterstandsregime en kwel	25
3.1.4 Huidig inundatierisico	26
3.2 Inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid	26
3.3 Mitigerende en compenserende maatregelen.....	29
3.3.1 Mitigerende maatregel kleiafdichting vaargeul	29
3.3.2 Compenserende maatregelen	31
3.4 Effecten op het grondwatersysteem	35
3.4.1 Seizoenseffecten	35
3.4.2 Effecten tijdens extreme gebeurtenissen	37
3.5 Effecten op het regionale oppervlaktewatersysteem.....	44
3.5.1 Effecten op de afvoer	44
3.5.2 Effecten op drooglegging bij halve maatgevende afvoer	44
3.5.3 Effecten op extreme waterstanden.....	45
3.5.4 Effecten op inundaties	49
3.6 Effecten op functies	49

3.6.1	Inleiding	49
3.6.2	Effecten op gewasopbrengst	49
3.6.3	Effecten op agrarische bedrijfsvoering	50
3.6.4	Effecten op bebouwing	57
3.6.5	Effecten op infrastructuur	58
3.6.6	Effecten op natuur	58
3.7	Optimalisatie compenserende maatregelen	58
3.8	Invloed bypass op toekomstige inrichting nieuwe woongebieden	60
3.9	Effecten van IJsseldelta-Zuid en zomerbedverlaging Beneden-IJssel	60
3.10	Consequenties laatste wijzigingen inrichting bypass en woongebied Reeve	62
3.11	Globale kosten compenserende maatregelen	65
3.12	Waterhuishoudingsaanpassingsplan	67
4	Effecten inrichtingsplan op (grond)waterkwaliteit	71
4.1	Inleiding	71
4.2	Huidige situatie Zuiderzeeland	71
4.2.1	Kweldruk	71
4.2.2	Concentraties ijzer in het kwelwater	71
4.2.3	Concentraties ijzer in het oppervlaktewater	72
4.3	Toekomstige situatie Zuiderzeeland	72
4.3.1	Toename kwel	72
4.3.2	Toename concentratie ijzer in het oppervlaktewater	72
4.4	Conclusie waterkwaliteit Zuiderzeeland	73
5	Betrouwbaarheid effecten bypass en risicoanalyse	75
5.1	Inleiding	75
5.2	Betrouwbaarheid berekende omgevingseffecten bypass	75
5.2.1	Gevoeligheidsanalyse voor weerstand buisdrainage	75
5.2.2	Gevoeligheidsanalyse voor weerstand deklaag	77
5.2.3	Conclusies betrouwbaarheid omgevingseffecten	78
5.3	Robuustheid voor toekomstige verhoging buitenwaterpeilen	79
5.4	Effecten tijdens hoogwaterafvoer via de bypass	80
5.4.1	Inleiding	80
5.4.2	Situatie met hoogwaterafvoer via bypass	80
5.4.3	Geohydrologische effecten tijdens hoogwaterafvoer bypass (T=2000)	82
5.5	Invloed verdieping vaargeul Drontermeer op effecten bypass	85
5.6	Risicoanalyse en beheersmaatregelen	86
5.7	Conclusies betrouwbaarheid en risico's effecten bypass	87

Kenmerk R006-4828739JLY-kzo-V02-NL

6	Samenvatting en conclusies	89
6.1	Samenvatting	89
6.2	Conclusies	93
6.3	Aanbevelingen	93
7	Referenties	95

Bijlage(n)

1. Kaarten
2. Referenties
3. Objectenlijst

Kaarten

- 1 Het huidige watersysteem
- 2 GHG huidige situatie
- 3 GLG huidige situatie
- 4 Gemiddelde kwel/wegzijging deklaag huidige situatie
- 5 Berekende inundaties T=10 en T=100 huidige situatie
- 6 Compenserende maatregelen
- 7 Verandering GHG door inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid
- 8 Verandering GLG door inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid
- 9 Verandering kwel/wegzijging deklaag door inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid
- 10 Verandering gemiddelde ontwateringsflux door inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid
- 11 Berekende inundaties T=10 en T=100 bij inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid
- 12 Verandering inundaties T=10 door inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid
- 13 Verandering inundaties T=100 door inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid
- 14 Natschade landbouw huidige situatie
- 15 Droogteschade landbouw huidige situatie
- 16 Doelrealisatie landbouw totaal huidige situatie
- 17 Verandering doelrealisatie landbouw voor natschade
- 18 Verandering doelrealisatie landbouw voor droogteschade
- 19 Verandering doelrealisatie landbouw totaal
- 20a Gebieden met extra overlast voor agrarische bedrijfsvoering; medio april gemiddeld
- 20b Gebieden met extra overlast voor agrarische bedrijfsvoering; medio april in nat voorjaar
- 20c Gebieden met extra overlast voor agrarische bedrijfsvoering; eind april in nat voorjaar
- 21 Overschrijding ontwateringseisen voor stedelijk gebied
- 22 GHG-verhoging ter plaatse van bebouwing buitengebied
- 23 Verandering GHG door inrichtingsplan; gevoeligheidsanalyse weerstand deklaag x 0,7
- 24 Verandering GLG door inrichtingsplan; gevoeligheidsanalyse weerstand deklaag x 0,7
- 25 Verandering GHG door inrichtingsplan; gevoeligheidsanalyse weerstand deklaag x 1,5
- 26 Verandering GLG door inrichtingsplan; gevoeligheidsanalyse weerstand deklaag x 1,5
- 27 Verandering kwel/wegzijging door inrichtingsplan; gevoeligheid weerstand deklaag x 0,7
- 28 Verandering kwel/wegzijging door inrichtingsplan; gevoeligheid weerstand deklaag x 1,5
- 29 Verandering GHG door inrichtingsplan; gevoeligheidsanalyse buitenwaterpeil + 30 cm
- 30 Verandering GLG door inrichtingsplan; gevoeligheidsanalyse buitenwaterpeil + 30 cm
- 31 Maximale verandering grondwaterstand tijdens hoogwaterafvoer bypass (T=2000)
- 32 Verandering kwel/wegzijging tijdens hoogwaterafvoer bypass (T=2000)
- 33 Toekomstige inrichting regionaal watersysteem Kampen

Kenmerk R006-4828739JLY-kzo-V02-NL

Figuren

- 1.1 Projectgebied IJsseldelta-Zuid
- 3.1 Inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid fase 2
- 3.2 Gemodelleerde inrichting woongebied Reeve (concept)
- 3.3 Mitigerende maatregel kleiafdichting vaargeul
- 3.4 Belasting regionaal watersysteem situatie oktober 1998
- 3.5 Belasting regionaal watersysteem situatie maart 2002
- 3.6 Locatie raaien dynamische grondwatereffecten
- 3.7 Grondwatereffecten raai I: 1995-2004
- 3.8 Grondwatereffecten raai II: 1995-2004
- 3.9 Grondwatereffecten raai III: 1995-2004
- 3.10 Grondwatereffecten raai IV: 1995-2004
- 3.11 Grondwatereffecten raai V: 1995-2004
- 3.12 Waterstand in Kampen bij halve maatgevende afvoer
- 3.13 Waterstand Onderdijs oktober 1998 (T100)
- 3.14 Waterstand gemaal Roggebot oktober 1998 (T100)
- 3.15 Waterstand gemaal Kamperveen oktober 1998 (T100)
- 3.16 Waterstand Noordeinde oktober 1998 (T100)
- 3.17 Waterstand Zwolsetocht Zuiderzeeland oktober 1998 (T100)
- 3.18 Grondwaterstandsverloop raai I in 2002
- 3.19 Grondwaterstandsverloop raai II in 2002
- 3.20 Grondwaterstandsverloop raai III in 2002
- 3.21 Grondwaterstandsverloop raai IV in 2002
- 3.22 Grondwaterstandsverloop raai V in 2002
- 3.23 Verandering grondwaterstand door inrichtingsplan; gemiddeld op 14 april
- 3.24 Verandering grondwaterstand door inrichtingsplan; gemiddeld op 28 april
- 3.25 Verandering GHG als gevolg van zomerbedverlaging Beneden IJssel
- 3.26 Verandering GLG als gevolg van zomerbedverlaging Beneden IJssel
- 3.27 Inrichting woongebied en stedelijk watersysteem Reeve
- 5.1 Verandering GHG door concept inrichtingsplan; weerstand buisdrainage MIPWA
- 5.2 Verandering GHG door concept inrichtingsplan; weerstand buisdrainage x 10
- 5.3 Waterstand bypass en verlengd Vossemeer bij hoogwaterafvoer T=2000
- 5.4 Waterstandverloop bypass en verlengd Vossemeer bij hoogwaterafvoer T=2000
- 5.5 Effect bypass op grondwaterstand raai III tijdens hoogwaterafvoer T=2000

1 Inleiding

1.1 Programma IJsseldelta

Het Programma IJsseldelta behelst een integrale gebiedsontwikkeling in het stedelijk netwerk Zwolle - Kampen. Het Programma IJsseldelta bestaat uit twee deelprogramma's IJsseldelta-Noord voor de versterking van het Nationaal Landschap en IJsseldelta-Zuid met als doel de integrale stedelijke ontwikkeling van Kampen in combinatie met hoogwaterbescherming. IJsseldelta-Zuid ligt in het gebied tussen Kampen, de IJssel en het Drontermeer (figuur 1.1).



2000+ is de ontwikkeling van woningbouw ten westen van Kampen tot 2020 beperkt tot een tussen de Hanzelijn en bypass gelegen locatie van 1.300 woningen. Dit wordt een waterrijk woonmilieu, dat gedeeltelijk op een klimaatdijk wordt gebouwd. In de bypass en de daaraan grenzende Onderdijkse Waard wordt ruim 400 hectare nieuwe natuur gerealiseerd. Daardoor ontstaat een ecologische verbinding tussen de IJsseluiterwaarden en de Veluwerandmeren. Ook het verbeteren van de toeristisch-recreatieve infrastructuur is een doel van de gebiedsontwikkeling. Andere projecten in het Programma IJsseldelta-Zuid zijn de inpassing van de Hanzelijn (spoor), de ontwikkeling van de stationslocatie Kampen-Zuid, de verbreding van de N50 en capaciteitsuitbreiding van de N307 en de versterking van de agrarische structuur.

Op 28 januari 2008 heeft de stuurgroep 'Gebiedsontwikkeling IJsseldelta-Zuid' Gedeputeerde Staten van Overijssel en Flevoland geadviseerd als voorkeursalternatief te kiezen voor een bypass die in open verbinding staat met het Vossemeer. Dit voorkeursalternatief wordt gekenmerkt door 'hoog dynamische' natuur met een grote peildynamiek door de invloed van peilfluctuaties in het Vossemeer op de bypass. Op 9 november 2009 heeft de stuurgroep besloten het gekozen voorkeursalternatief voor het SNIP3-besluit verder uit te werken zonder stormkering bij Roggebot.

De bypass Kampen is als concreet omschreven project opgenomen in het Nationaal Waterplan.

1.3 Gefaseerde uitvoering

Medio 2009 heeft de regio aan de staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat voorgesteld de uitvoering van IJsseldelta-Zuid in twee fasen te splitsen en in fase 1 de uitvoering te combineren met het Ruimte voor de Rivierproject Zomerbedverlaging Beneden-IJssel. Dit voorstel is uitgewerkt in een business case op grond waarvan het kabinet op 4 september 2009 heeft besloten EUR 167 miljoen te reserveren voor de gefaseerde uitvoering en EUR 22,4 miljoen uit het Nota Ruimtebudget beschikbaar te stellen voor de gebiedsontwikkeling. Per brief d.d. 5 oktober 2009 heeft de staatssecretaris van V&W gemeld dat, aanvullend op de in de PKB Ruimte voor de Rivier beschikbare €46 miljoen voor de zomerbedverlaging, €167 miljoen wordt gereserveerd voor de aanleg van de hoogwatergeul bij Kampen. De bijdrage uit het Nota Ruimte budget is vastgelegd in een door de minister van VROM d.d. 31 december 2009 afgegeven beschikking. In de gefaseerde uitvoering wordt in de eerste fase de zomerbedverlaging uitgevoerd in combinatie met de inrichting van het bypassgebied. In de periode 2021 – 2025 worden een aantal kunstwerken gebouwd voor het via de bypass vanaf 2025 kunnen afvoeren van hoogwaterpieken op de IJssel.

1.4 Bestuursovereenkomst

Op 15 februari 2010 is als vervolg op het kabinetsbesluit een Bestuursovereenkomst afgesloten tussen het Rijk, de provincies Overijssel en Flevoland, de gemeenten Kampen, Zwolle, Dronten

en Oldenbroek, de waterschappen Groot Salland en Zuiderzeeland, evenals Staatsbosbeheer. In deze overeenkomst zijn onder andere de gereserveerde financiële bijdragen van Rijk, provincie Overijssel en gemeente Kampen vastgelegd. Ook is hierin opgenomen dat de provincie Overijssel ter voorbereiding van de Projectbeslissing (SNIP3-besluit) de adviesnota voor de bypass Kampen laat uitwerken en Rijkswaterstaat die voor de zomerbedverlaging.

1.5 Verandering projectscope in 2011

De Ruimte voor de Rivier maatregel 'Zomerbedverlaging Beneden-IJssel' voorzag in het over 22 kilometer verdiepen van de IJssel met gemiddeld 1,7 meter. Najaar 2011 is geconcludeerd dat heroverweging van dit project nodig is als gevolg van de negatieve effecten op onder andere de drinkwaterwinning bij Zwolle. Op 26 september 2011 is door de Bestuurlijke Begeleidingscommissie Zomerbedverlaging en de Stuurgroep IJsseldelta-Zuid aan de staatssecretaris van I&M geadviseerd om een verkorte zomerbedverlaging (7 in plaats van 22 kilometer) te combineren met een versnelde, gedeeltelijke inzet van de bypass voor het afvoeren van de uiterste hoogwaterpieken ($>15.500 \text{ m}^3/\text{s}$) op de IJssel. Op basis van in het najaar van 2011 uitgevoerde haalbaarheidsonderzoeken is geconcludeerd, dat via het huidige Roggebotsluis complex, met een aantal aanpassingen, bij maatgevende rivierafvoeren en een eenmaal per jaar storm, $220 \text{ m}^3/\text{s}$ kan worden afgevoerd. Op 2 december 2011 zijn de conclusies van de haalbaarheidsonderzoeken door de Bestuurlijke Begeleidingscommissie Zomerbedverlaging en de Stuurgroep IJsseldelta-Zuid vastgesteld en is de staatssecretaris van I&M voorgesteld de plannen voor de verkorte zomerbedverlaging in combinatie met een versnelde, beperkte inzet van de bypass uit te werken voor het SNIP3-besluit. Het voorliggende document is een van de hiervoor opgestelde producten.

1.6 De onderscheiden projectfasen

De uitvoering van de bypass blijft ondanks deze scopewijziging in twee fases gesplitst, met een doorkijk naar een derde fase. Voor de versnelde inzet van de bypass moeten wel een aantal aanvankelijk in fase 2 te bouwen kunstwerken in fase 1 worden gebouwd.

De fasen kenmerken zich na de scopewijzigingen als volgt:

1. Fase 1

Voor fase 1 (operationeel tussen begin 2017 tot en met 2025) start de uitvoering in 2014. In 2017 is de bypass geschikt om te worden ingezet bij extreem hoge rivierafvoeren ($>15.500 \text{ m}^3/\text{s}$). In de uitvoering voor fase 1 vindt al het groot grondverzet plaats. Voorzien is in de aanleg van de totale inrichting en de bypassdijken (exclusief Drontermeerdijk), vervanging van de Nieuwendijk door een viaduct, nieuwe natuur, de toeristisch recreatieve voorzieningen (waaronder de vaargeul en recreatiesluis in de IJsseldijk), het inlaatwerk, een kering met twee keersluizen ten zuiden van het eiland Reeve en beschermingsmaatregelen bij de Roggebotsluis. Door de aanleg van de

recreatiesluis kan de bypass in fase 1 als vaarroute voor recreatievaart worden gebruikt. Uitgangspunt is een robuust en flexibel ontwerp, dat ruimte biedt om in te spelen op toekomstige beleidsontwikkelingen en reeds op een veilige wijze een bijdrage levert aan de korte termijn Ruimte voor de Rivier taakstelling bij Zwolle.

Voor de versnelde inzet van de bypass moeten de aanvankelijk voor fase 2 te bouwen inlaat en een kering ten zuiden van het eiland Reeve al in fase 1 worden gebouwd. Gebruik makend van het huidige Roggebotcomplex kan in fase 1 maximaal circa 220 m³/s worden afgevoerd bij een maatgevende afvoer die samenvalt met een eenmaal per jaar stormsituatie of een verhoogd peil op Vossemeer door neerslag of IJsselafoer (NAP+0,6 m). De afvoer van circa 220 m³/s door de bypass veroorzaakt circa 12,8 cm waterstandsdaling bij Zwolle bij de maatgevende afvoer (16.655 m³/s). Bij een lagere waterstand dan NAP+0,6 m op het Vossemeer kan desgewenst een groter volume via de bypass worden afgevoerd, mits het waterpeil bij Roggebotsluis niet het peil van NAP+1,7 m overschrijdt.

De bypass moet in fase 1 pas als uiterste maatregel worden ingezet (kans 1/1.100 per jaar¹). Voor de afvoer via de huidige Roggebotsluis en de spuikoker in de Roggebotkering worden beschermende voorzieningen aangebracht. Ook zijn voorzieningen nodig om de waterkerende functie te borgen, nadat de sluis is gebruikt om te spuien.

De inlaat is loodrecht op de stroomrichting van het in te laten water gepositioneerd. Dat vergt een verlegging van de IJsseldijk in westelijke richting. Bij een extreme afvoersituatie (>15.500 m³/s) op de IJssel worden twee dynamische schuiven in het inlaatwerk geopend, waarmee de hoeveelheid in te laten water kan worden geregeld. De bypass is in fase 1 nog afgesloten van het IJsselmeer door de kering in de Roggebotsluis, maar staat onder dagelijkse omstandigheden in open verbinding met het Drontermeer. Om bij de afvoer van IJsselwater of bij opstuwing bij storm uitwisseling tussen IJsselwater en het Drontermeer en afvoer via de Veluwerandmeren te blokkeren wordt een kering gebouwd ten zuiden van het eiland Reeve.² In deze kering zijn twee keersluizen opgenomen. Een keersluis ter plaatse van het noordelijk sluishoofd voor de in fase 2 te bouwen nieuwe Roggebotsluis en een keersluis ter plaatse van een in fase 2 te bouwen spuivoorziening. Door de aanleg van twee keersluizen in de Reevedam wordt de belemmering voor de scheepvaart op de route Drontermeer-Vossemeer zoveel mogelijk gereduceerd en een nautisch veilige oplossing nagestreefd.

2. Fase 2

Voor fase 2 (operationeel vanaf 2025 tot en met 2065) is rekening gehouden met een opzet van het winterstreefpeil van het IJsselmeer met 23 cm in 2100. De bypass zal in fase 2 ingezet (kunnen) worden voor de afvoer van maximaal circa 730 m³/s bij een 1/2000 jaar hoogwater op

¹ Zie paragraaf 3.4.7 van de Systeemanalyse

² Deze kering heeft als werktitel de Reevedam

de IJssel. In fase 2 zal deze afvoer via de bypass minimaal 30 cm waterstandsdeling nabij Zwolle veroorzaken bij een maatgevende afvoer (16.655 m³/s). Voor fase 2 is de uitvoering in de periode 2021 tot en met 2024 gepland. Bij de inlaat zijn een aantal kleinere aanpassingen nodig, waaronder de aanleg van een migratiegeul. De bypass staat in fase 2 in open verbinding met het Vossemeer door verwijdering van de kering bij Roggebot. Deze wordt vervangen door een circa 100 meter lang viaduct, met klepbrug en doorvaarhoogte van 7,0 meter. Nu is die hoogte circa 4,5 meter. Ook moet de Drontermeerdijk voor fase 2 over een lengte van 2.700 meter worden versterkt en zijn voorzieningen tegen hoogwater nodig in het recreatiecomplex Roggebot.

Door de open verbinding met het IJsselmeer ontstaat er een grotere peildynamiek met een 'hoog dynamische' natuur. De bypass is gescheiden van het Drontermeer door de in fase 1 gebouwde kering ten zuiden van het eiland Reeve. Hierin zijn de twee keersluizen vervangen door een schutsluis en spuikoker.

3. Fase 3

Naast de bovengenoemde fasen, is er vanwege ontwerpredenen ook nog een fase 3 gedefinieerd (operationeel vanaf 2065). Voor fase 3 is in de ontwerpen van de dijken (ruimtereservering) en de kunstwerken (fundering) rekening gehouden met een opzet van het winterpeil ten opzichte van nu met 1,0 meter. Voor de klimaatdijk in het woongebied wordt al direct een kruinhoogte gerealiseerd die geschikt is voor een toename van het winterpeil van het IJsselmeer na 2065 met 1,5 meter.

In bijlage 3 is een overzicht van de voor fase 1 en fase 2 te realiseren objecten opgenomen.

1.7 SNIP3-procedure

De plannen voor de verkorte Zomerbedverlaging Beneden-IJssel en de versnelde inzet van de bypass zijn in de periode 2010-2012 parallel uitgewerkt tot het zogeheten SNIP 3 beslisniveau. Alle hiervoor opgeleverde producten dienen ter onderbouwing van het SNIP3 besluit, de bestemmingsplannen en de vergunningen. Voor de besluitvorming over fase 1 is het noodzakelijk, dat relevante informatie voor fase 2 ook is uitgewerkt. Ook het ontwerp van fase 2 moet vergunbaar zijn. De fase 1 te bouwen objecten zijn onomkeerbare maatregelen voor fase 2.

Om het verschil tussen fase 1 en fase 2 duidelijk naar voren te laten komen, is in de systeemanalyse onderscheid gemaakt in de beschrijving van de verschillende fasen en de verschillende objecten per fase.

Het eindresultaat van de SNIP3-procedure voor fase 1 omvat de volgende hoofdproducten:

- Projectontwerp (het inrichtingsplan en het technisch ontwerp tezamen. In het technisch ontwerp voor de objecten tot VO-niveau uitgewerkt)
- Conceptvergunningen en projectplannen Waterwet
- Ontwerpbestemmingsplan, Besluit-MER en Passende Beoordeling
- Onderbouwende onderzoeken

Deze hoofdproducten en onderliggende onderzoeken moeten voldoen aan de eisen die gesteld zijn door de Bevoegd Gezagen en de eisen van de Programma Directie Ruimte voor de rivier (het Handboek SNIP). De uitwerking van de meeste producten voor het SNIP3-procedure is gegund aan een Combinatie van Royal Haskoning, Witteveen+Bos en Tauw. De ontwerpbestemmingsplannen worden door de gemeente Kampen voorbereid. De provincie Overijssel levert producten zoals een inkoopplan en de benodigde onroerend goed gegevens.

De partijen die de bestuursovereenkomst in 2010 hebben ondertekend zijn nadien intensief betrokken bij de ontwikkeling en/of toetsing van de voor SNIP3 uitgewerkte producten.

1.8 Doel voorliggend SNIP3-product

In het bovengeschetste SNIP3-traject is met de partners in de regio tot een gedragen uitwerking van het voorkeursalternatief gekomen. Dit heeft geleid tot rapportages met betrekking tot de verschillende aspecten van een SNIP3-procedure.

De voorliggende rapportage 'Geohydrologische effecten Planstudie IJsseldelta-Zuid' is onderdeel van het deelproduct Geohydrologie.

Het doel van het deelproduct Geohydrologie is:

1. Beschrijving van de seizoensgebonden en extreme geohydrologische effecten van het Inrichtingsplan op de grondwaterstand en kwelflux en de gevolgen voor het regionale watersysteem (afvoer, drooglegging en inundatie). Beschrijving van de effecten op de huidige landgebruikfuncties. Dit betreft de doelrealisatie voor landbouw en de bossen in Flevoland en de drooglegging in het stedelijke gebied van Kampen (Onderdijs en de Maten)
2. Vaststellen van de benodigde maatregelen om knelpunten in het regionale watersysteem en overlast/schade voor functies te voorkomen dan wel te compenseren
3. Beschrijving van de effecten op de grondwater- en oppervlaktewaterkwaliteit in het regionale watersysteem door kwel vanuit de bypass. Tevens wordt de waterkwaliteit in het hoofdsysteem (bypass, IJssel en randmeren) beschreven en de benodigde maatregelen om deze in de toekomst te beheersen

Het deelonderzoek Geohydrologie is in twee delen uitgevoerd en gerapporteerd.

In het eerste deel is het benodigde hydrologische modelinstrumentarium (grondwater en oppervlaktewater) ontwikkeld en gevalideerd. Vervolgens zijn met deze modellen de effecten van het concept inrichtingsplan berekend. Hiervoor is het VKA2009 gebruikt. Op basis van deze effecten zijn diverse compenserende maatregelen beoordeeld en afgewogen. De resultaten zijn beschreven in deelproduct 10 'Rapportage geohydrologische ontwerpkeuze_def_vs1' (100811_10, augustus 2010).

In het voorliggende tweede deel is het definitieve inrichtingsvoorstel voor de bypass en de Onderdijkse Waard doorgerekend met een optimalisatie van de benodigde compenserende maatregelen om ongewenste effecten op functies te voorkomen.

In een separaat deelrapport zijn de verwachte effecten van de nieuwe inrichting op de waterkwaliteit (hoofdsysteem en regionaal watersysteem) geanalyseerd en compenserende maatregelen beschreven om de gewenste waterkwaliteit te handhaven (Deelproduct 10: Effecten waterkwaliteit, 17 augustus 2012).

1.9 Leeswijzer voorliggend SNIP3 product

In hoofdstuk 2 worden de werkwijze en de uitgangspunten van de geohydrologische effectenstudie beschreven.

In hoofdstuk 3 vindt een beschrijving plaats van het inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid met de mitigerende en compenserende maatregelen (bron: Inrichtingsvoorstel d.d. 17 augustus 2010). Vervolgens wordt uitgebreid ingegaan op de geohydrologische effecten van het inrichtingsplan, de effecten op het regionale waterstroom en de effecten op functies.

In hoofdstuk 4 wordt apart ingegaan op de effecten van het inrichtingsplan op de grondwaterkwaliteit en de waterkwaliteit in het regionale watersysteem.

In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de betrouwbaarheid van de berekende geohydrologische effecten op de omgeving. De risico's bij onderschatting van deze effecten worden beschreven en de mogelijke beheersmaatregelen om eventuele extra overlast/schade te voorkomen.

In hoofdstuk 6 wordt de geohydrologische effectenstudie afgesloten met een samenvatting van de onderzoeksresultaten en conclusies.

2 Plan van aanpak

2.1 Werkwijze

Voor de geohydrologische effectenstudie is de volgende werkwijze gehanteerd:

Fase 1: Opstellen dynamische hydrologische modellen

Er zijn dynamische hydrologische rekenmodellen opgezet voor zowel het grondwater (MIPWA) als het oppervlaktewater (Sobek) in het regionale watersysteem rond de bypass Kampen. Deze modellen zijn gevalideerd door simulatie van de seizoensfluctuaties en extreme afvoersituaties. De resultaten zijn beschreven in bijlage 2 van het rapport 'Rapportage geohydrologische ontwerpkeuze_def_vs1' (100811_10, augustus 2010).

Fase 2: Effecten- en knelpuntenanalyse concept inrichtingsplan

Met behulp van het modelinstrumentarium is het Actuele Grond- en Oppervlaktewater Regime (AGOR) beschreven. Dit betreft de seizoensdynamiek in het grondwater (GHG/GLG) en de extreme oppervlaktewaterstanden (T10 en T100) met inundaties. Voor het concept inrichtingsplan (dit betreft het VKA 2009 inclusief de mitigerende maatregel van een kleibodem in vaargeul) zijn de hydrologische effecten op de omgeving berekend. De effecten op functies (drooglegging, landbouwschade) geven inzicht in de knelpunten.

Fase 3: Variantenonderzoek compenserende maatregelen

Op basis van de knelpunten in stap 2 zijn er verschillende compenserende maatregelen onderzocht, zoals de verbreding van bestaande watergangen en kunstwerken, het graven van nieuwe watergangen en/of de aanleg van (extra) buisdrainage. In enkele gevallen is een afweging gemaakt omtrent de meest kosteneffectieve maatregel.

Fase 4: Optimalisatie compenserende maatregelen inrichtingsplan

In deze onderzoeksfase is het inrichtingsplan voor de bypass Kampen en de Onderdijkse Waard doorgerekend. Voor de berekeningen is uitgegaan van het concept inrichtingsvoorstel d.d. 17 augustus 2010. De compenserende maatregelen zijn geoptimaliseerd op minimale ongewenste omgevingseffecten.

In deze fase zijn tevens de verwachte effecten van het inrichtingsplan op de waterkwaliteit in het regionale watersysteem en in het hoofdsysteem (bypass+randmeren) beschreven.

De fasen 1 tot en met 3 zijn beschreven in het rapport 'Rapportage geohydrologische ontwerpkeuze_def_vs1' (100811_10, augustus 2010). Fase 4 wordt in het voorliggende rapport beschreven.

2.2 Uitgangspunten

Bij de effectenstudie voor de bypass Kampen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Van 2015 tot 2025 wordt het peil van de bypass bepaald door het Drontermeerpeil (fase 1). Na 2025 staat de bypass onder invloed van het Vossemeer (fase 2). Het waterpeil van het Drontermeer is thans in de zomer en de winter respectievelijk gemiddeld 15 en 10 cm hoger dan het Vossemeerpeil. De peilfluctuaties van het Vossemeer zijn echter belangrijk groter dan van het Drontermeer. Omdat ongewenste omgevingseffecten vooral zullen optreden bij een verhoogde buitenwaterstand (in het winterhalfjaar) is het Vossemeerpeil als maatgevend beschouwd bij de effectenstudie
- Er zijn dynamische hydrologische rekenmodellen opgezet voor zowel het grondwater als het oppervlaktewater in het regionale watersysteem rond de bypass Kampen. Voor het grondwater is gebruik gemaakt van MIPWA (met de nodige aanpassingen). Het oppervlaktewatersysteem van de bemalingsgebieden Roggebot en Kamperveen (waterschap Groot Salland) is gemodelleerd met Sobek-Rural (en gekoppeld aan MIPWA). Voor Oosterwolde (waterschap Veluwe) en Flevoland (waterschap Zuiderzeeland) zijn bestaande oppervlaktewatermodellen in Sobek gebruikt. De effecten van de bypass op de piekafvoeren in deze gebieden zijn gebaseerd op de met MIPWA berekende kwelverandering. De afname van de bodemberging door de (relatief geringe) grondwaterstandsverhoging is daarbij verwaarloosd
- De dynamische kwelbelasting van het regionale watersysteem vanuit het buitenwater is gesimuleerd op basis van de gemeten waterstanden op de randmeren en de IJssel over de periode 1995-2004. Over de gehele lengte van de bypass zijn de gemeten dagwaterstanden van het Vossemeer (Roggebot-noord) opgelegd zonder extra opwaaiing of uitdemping van peilfluctuaties. Bij de modellering is geen rekening gehouden met lokaal afwijkende peilen binnen het bypassgebied door vasthouden van water achter kades ten behoeve van de ontwikkeling van rietvelden. Hierdoor kan de kwel bij een laag bypasspeil lokaal worden onderschat. De maximale kwelbelasting bij een hoog bypasspeil, waarop de compenserende maatregelen zijn afgestemd, wordt hierdoor echter niet onderschat
- In de komende decennia wordt een peilstijging op de randmeren en het IJsselmeer voorzien. In het korte termijn peilbesluit (2013) betreft dit een verhoging van het zomerpeil met maximaal 30 cm. Een formeel besluit hierover is echter nog niet genomen. Begin 2011 ligt nog niet vast hoe groot de peilstijging wordt en op welke wijze deze verhoging zal worden ingevoerd. Ten behoeve van de SNIP3-studie voor IJsseldelta-Zuid is de verwachting in nauw overleg met Rijkswaterstaat IJsselmeergebied nader gekwantificeerd (Royal Haskoning, 2010). Voor deze studie is uitgegaan van een stijging van het zomerpeil met 1 cm per jaar tussen 2015 en 2045 en een stijging van het winterpeil met 0 of 1,5 cm per jaar (verschillende

scenario's) tussen 2035 en 2045. In overleg is besloten om voor de toetsing van de geohydrologische effecten van het inrichtingsplan het begin van fase 2 (situatie 2025) aan te houden. In dat jaar wordt een verhoging van het zomerpeil van 10 cm verwacht.

Omdat de maatgevende omgevingseffecten in het winterjaar zullen optreden is bij de beschrijving van de effecten van de bypass geen rekening gehouden met de voorgenomen aanpassing van het zomerstreefpeil. Op basis van een afzonderlijke gevoeligheidsanalyse zijn de invloed van een verhoogd buitenwaterpeil (situatie 2045) en de robuustheid van de compenserende maatregelen beoordeeld

- Voor de toetsing van hoogwatersituaties in het regionale watersysteem is uitgegaan van de ontwerpbui-methode waarbij zeven extreme gebeurtenissen met veel neerslag, hoge IJsselpeilen en/of veel opwaaiing zijn geanalyseerd (zie tabel 2.1)
- De aanleg van de bypass leidt tot een grondwaterstandverhoging en de korte zomerbedverlaging van de Beneden-IJssel (variant 2012) tot een grondwaterstandverlaging bij Kampen. Door planningtechnische redenen zijn de effecten van de korte zomerbedverlaging niet meegenomen bij de optimalisatieberekeningen voor het inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid. Op basis van de berekende effecten van de korte zomerbedverlaging in het kader van SNIP3-ontwerp (DHV, april 2012) is in dit eindrapport wel een kwalitatieve beschouwing gegeven van de cumulatieve effecten en de mogelijke overschatting van de compenserende maatregelen voor het inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid (zie paragraaf 3.9)
- Het gebied ten zuiden van Kampen en ten oosten van de N50 zal op termijn een stedelijke functie krijgen. Daarbij wordt ondermeer het maaiveld opgehoogd en het streefpeil aangepast. Gezien de verwachte doorlooptijd van deze ontwikkeling moet het watersysteem van dit gebied ook in de tussentijd goed functioneren bij de effecten van de bypass. De effecten bij de huidige inrichting zijn maatgevend voor de te nemen compenserende maatregelen. Verder kan het toekomstige stedelijke watersysteem thans nog niet concreet worden ingevuld. In overleg met de gemeente en het waterschap is besloten om de compenserende maatregelen af te stemmen op de huidige inrichting en agrarische functie. Aanvullend hierop is een indicatie gegeven van de consequenties van de bypass voor de toekomstige inrichting van de nieuwe woonwijk Stationsgebied
- De compenserende maatregelen voor de bypass Kampen zijn met name gericht op de compensatie van de peilstijgingen in het regionale watersysteem die overlast en/of schade veroorzaken (inundatie, te kleine drooglegging, gewasopbrengstderving). Peilstijgingen die geen overlast of schade veroorzaken hoeven niet zondermeer te worden gecompenseerd

Tabel 2.1 Selectie van extreme belastingen regionaal watersysteem Kampen

	Periode		max. peil	max. peil	max. neerslagsom Dronten			herhalingstijd	herhalingstijd	herhalingstijd
	begin	eind	IJssel mNAP	Vossemeer mNAP	1 dag mm	4 dagen mm	10 dagen mm	neerslag jaar	Ijsselp jaar	opwaaiing jaar
1	15/01/1995	15/02/1995	2.15	0.57	26	47	83	2	90	0.4
2	15/02/1998	15/03/1998	0.46	0.33	40	74	97	7	1	0.1
3	01/09/1998	30/09/1998	0.8	0.69	48	77	96	8	3	0.8
4	16/10/1998	15/11/1998	2.01	0.78	52	91	143	100	60	1.3
5	01/09/2001	30/09/2001	0.51	0.47	41	75	107	8	1	0.2
6	15/02/2002	15/03/2002	1.46	1.22	23	43	83	2	12	4.3
7	16/01/2004	15/02/2004	1.28	1.26	27	36	73	1	8	5

3 Optimalisatie inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid

3.1 Update huidige situatie

3.1.1 Inleiding

Voor de effectenanalyse van het inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid zijn de volgende deelgebieden van het regionale watersysteem beschouwd (kaart 1):

- Het bemalingsgebied Roggebot dat afwatert op het Vossemeer bij de Roggebotsluis; binnen dit gebied ligt de bebouwde kom van Kampen en het westelijke deel van de toekomstige bypass (circa 300 ha)
- Het bemalingsgebied Kamperveen dat bij de Molenkolk afwatert op de Buiten Reeve en vervolgens op het Drontermeer; binnen dit gebied valt het oostelijke deel van de toekomstige bypass (170 ha); het gebied Onderdijs (circa 80 ha) zal in de toekomst gaan afwateren naar gemaal Roggebot
- Het bemalingsgebied Oosterwolde dat bij Noordeinde via de Gelderse gracht afwatert op het Drontermeer
- De Hoge Afdeling van Oostelijk Flevoland watert af via de gemalen Colijn (in het noorden), Lovink (in het oosten) en de Blocq van Kuffeler (in het westen)

Na de afronding van onderzoeksfasen 1 tot en met 3, is op basis van nagekomen informatie geconstateerd dat de drainage in het stedelijk gebied van Kampen niet juist in het grondwatermodel is opgenomen. Dit kan invloed hebben op de berekende uitstraling van de geohydrologische effecten door de aanleg van de bypass. Daarom is besloten om voorafgaande aan de effectenanalyse voor het definitieve inrichtingsplan het grondwatermodel te verbeteren.

3.1.2 Aanpassing grondwatermodel huidige situatie

Aanpassing drainage stedelijk gebied Kampen

In MIPWA is uitgegaan van een vrijwel vlakdekkende buisdrainage. Volgens mondelinge mededeling van de gemeente is in werkelijkheid alleen op de volgende locaties drainage aanwezig:

- In het gebied De Maten zijn de cunetten zand-op-zand gemaakt en fungeert het wegcunet als drainage
- In het bedrijvenpark N50 en Onderdijs is een wegdrainage aangelegd
- In de wijk Hagenbroek is een drainerend/infiltrerend regenwaterriool aangelegd in verband met afkoppelen regenwater
- De sportvelden en begraafplaatsen zijn gedraineerd
- In IJsselmuiden ligt drainage in de wijken Oosterholt Noord, Losse Landen en Zendijk. De wijk Zeegraven heeft net als de Maten zand-op-zand cunetten

Op basis van deze gegevens is het grondwatermodel voor de huidige situatie aangepast. In eerste instantie is in alle niet genoemde wijken de drainage volledig uit het model verwijderd. Dit bleek tot een onrealistisch beeld te leiden voor de ontwateringsdiepte in Kampen. De GHG zou op meerdere plekken tot dicht aan maaiveld naderen. Gezien de ondiepe bodemopbouw in Kampen is dat ook te verwachten. Er moeten dus op beperkte schaal toch wel ontwateringsmiddelen in de wijken zonder drainage zijn. Gedacht kan worden aan lekke rioleringsbuizen of aan wegcunetten die afwateren op bijvoorbeeld watergangen. In Kampen staan te weinig peilbuizen om op te kalibreren, dus een goed inzicht in de lokale situatie blijft lastig. Daarom is op basis van deskundigenoordeel van Tauw op wijkniveau de drainageweerstand in MIPWA met een factor 10 vergroot of volledig uit het model verwijderd. Het effect hiervan op de berekende grondwaterstanden in Kampen voldoet aan het verwachte beeld en sluit beter aan bij de (beperkte) metingen.

Aanpassing buisdrainage in landelijk gebied

Bij de validatie van het gebouwde grondwatermodel ('Rapportage geohydrologische ontwerpkeuze_def_vs1', 100811_10, augustus 2010) is tevens de mate van onzekerheid beschreven omtrent de in MIPWA gemodelleerde buisdrainage in het landelijke gebied rond de bypass. In het MIPWA-model van Noord-Nederland is de aanwezigheid van buisdrainage op regionale schaal gemodelleerd op basis van uitgangspunten die zijn gerelateerd aan het bodemtype en de grondwatertrappen. Deze uitgangspunten zijn in het kader van het MIPWA-project alleen steekproefsgewijs in het veld geverifieerd. Voor het regionale watersysteem rond Kampen is in MIPWA een vrijwel gebiedsdekkende buisdrainage toegepast met een drainageweerstand tussen 50 en 150 dagen.

Er zijn aanwijzingen dat in het landelijke gebied ten westen en zuiden van Kampen minder buisdrainage aanwezig is dan in MIPWA is aangenomen. Dit betreft een te laag berekende GHG bij de (beperkt aanwezige) peilbuizen. Verder is het berekende regionale beeld van de GHG 10 tot 30 cm droger dan de grondwatertrappenkaart (Stiboka, 1990) waarop de grondwatertrappen III en V (GHG < 40 cm) overheersen. De meest waarschijnlijke oorzaak voor dit verschil is een te grote invloed van buisdrainage in het model. Hierdoor kunnen de effecten van de bypass op de grondwaterstand mogelijk worden onderschat.

Naar aanleiding hiervan is in overleg besloten om bij de update van de huidige drainagesituatie in Kampen tevens een correctie te doen van de gemodelleerde buisdrainage in het landelijke gebied ten noorden en ten zuiden van de bypass. Op basis van deskundigenoordeel van Tauw is de drainageweerstand in MIPWA met een factor 5 verhoogd (worst-case). Het berekende ruimtelijke beeld van de GHG (zie kaart 2) en de GHG ter plaatse van de (beperkt aanwezige) peilbuizen sluit hierdoor beter aan bij de waarnemingen.

3.1.3 Huidig grondwaterstandsregime en kwel

Na de genoemde aanpassingen van de buisdrainage in MIPWA-model is opnieuw het huidige grondwaterstandsregime gesimuleerd voor de periode 1995-2004. Op basis hiervan zijn de GHG en de GLG berekend (kaarten 2 en 3).

De berekende GHG varieert meest tussen 20 en 60 cm onder maaiveld. De GLG varieert meest tussen 80 en 120 cm onder maaiveld. In grote delen van de bebouwde kom van Kampen varieert de GHG tussen 60 en 100 cm. Afhankelijk van de lokale situatie kan dit tot overlast leiden. Langs de IJssel en in de nieuwere woonwijken van Onderdijs ligt de GHG dieper dan 100 cm onder maaiveld.

Lokaal zeer natte percelen met een GHG < 20 cm onder maaiveld worden berekend:

- Tussen de N50 en de Zwartendijk ten westen van Kampen
- Ten westen van de Buitendijksweg
- In de onderbemaling van Onderdijs ten zuiden van Kampen
- Tussen de N50 en de IJssel rond de diverse kolken
- Op een perceel in Noordeinde
- Zuidelijk van Noordeinde (natuurterrein van Staatsbosbeheer)

Naar verwachting zijn de percelen met een agrarische functie wel (extra) gedraineerd waardoor deze zeer natte situatie (grondwatertrap I) in de praktijk niet op zal treden. In het kader van dit project is geen inventarisatie van de lokale situatie (grondwaterstand en ontwatering) op perceelschaal uitgevoerd om dit te verifiëren.

Door de aanpassing van de gebiedsdrainage in MIPWA sluit het berekende ruimtelijke beeld van de GHG beter aan bij de beschikbare grondwatertrappenkaart (opname 1990), de beperkte peilbuismetingen en de praktijkervaringen uit het gebied. De nauwkeurigheid van de berekende GHG kan zonder aanvullende veldmetingen echter niet nader worden onderbouwd.

Mede door het ontbreken van een actuele grondwatertrappenkaart is er voor gekozen om het verbeterde grondwatermodel van de huidige situatie te gebruiken als referentie voor de effectvoorspelling van de bypass Kampen. Daarbij is uitgegaan van een relatief veilige, worst-case benadering (weinig buisdrainage) zodat de effecten van de bypass en de benodigde compenserende maatregelen niet worden onderschat. Aan de hand van gevoeligheidsanalyses is de onzekerheid in de berekende grondwaterstanden en effecten van de bypass nader gekwantificeerd (zie hoofdstuk 5).

De berekende gemiddelde kwel en wegzijging door de deklaag is weergegeven op kaart 4. Het regionale beeld komt sterk overeen met de eerdere modelresultaten. Door de vermindering van de drainage en de daardoor hogere freatische grondwaterstand in de binnenstad van Kampen wordt hier geen kwelflux meer berekend.

3.1.4 Huidig inundatierisico

Door de vermindering van de gebiedsdrainage reageert het grondwatersysteem meer gedempt tijdens piekbelastingen met extreme neerslag. Er wordt meer regenwater tijdelijk in de bodem geborgen waardoor de maximale grondwaterstanden hoger worden en de piekafvoeren (vanuit de buisdrainage) afnemen. Hierdoor kan ook het inundatierisico vanuit het oppervlaktewater mogelijk kleiner worden.

De extreme waterstanden en inundaties met herhalingstijden T10 en T100 zijn daarom voor het huidige watersysteem opnieuw berekend met Sobek op basis van de in tabel 2.1 beschreven extreme gebeurtenissen met veel neerslag en/of een hoog IJsselpaas en/of sterke opwaaiing van het Vossemeer. Evenals in onderzoeksfase 2 zijn de gebeurtenissen 2 en 4 representatief gesteld voor afvoeren en waterstanden met een herhalingstijd van respectievelijk T=10 en T=100 jaar.

De berekende inundatiegebieden met herhalingstijden T10 en T100 zijn weergegeven op kaart (kaart 5). Binnen het bemalingsgebied Roggebot worden westelijk van de N50 lokaal T10 inundaties berekend ten zuidwesten van de wijk De Maten. Binnen het bemalingsgebied Kamperveen worden T10 inundaties berekend ten zuiden van de Molenkolk. In het bemalingsgebied Oosterwolde zijn alleen zeer lokaal T10 inundaties berekend. Bij de T100 gebeurtenis worden vooral in het bemalingsgebied Kamperveen op grote schaal inundaties berekend. Verder treedt veel inundatie op in het midden van bemalingsgebied Oosterwolde en in de onderbemaling Nieuwe Weide (Roggebot).

Het waterschap Zuiderzeeland gebruikt voor agrarische functies de toetsingsnormen T50 en T80. De effecten van het inrichtingsplan op het inundatierisico bij T100 in Zuiderzeeland worden beschreven in paragraaf 3.5.2.

3.2 Inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid

In het kader van de Planstudie SNIP3 IJsseldelta-Zuid is een inrichtingsplan opgesteld voor de bypass en de Onderdijkse Waard (figuur 3.1). Het inrichtingsplan is op hoofdlijnen gebaseerd op het voorkeursalternatief zoals vastgesteld bij de Besluit-Mer in 2009 (VKA2009). Het VKA2009 is op diverse onderdelen nader uitgewerkt en/of deels aangepast.

De belangrijkste elementen uit het inrichtingsplan zijn:

- Een permanent watervoerende, ondiepe stroomgeul (bodemhoogte -1,4 m NAP) die van oost naar west in breedte toeneemt; binnen deze stroomgeul wordt een diepe vaargeul aangelegd voor de recreatievaart (bodemhoogte -2,7 m NAP)
- Een niet permanent watervoerende zone met slotjes, poelen en rietmoerassen; alleen bij een (sterk) verhoogd peil op het Vossemeer zal het plangebied over de totale breedte onder water lopen

Kenmerk R006-4828739JLY-kzo-V02-NL

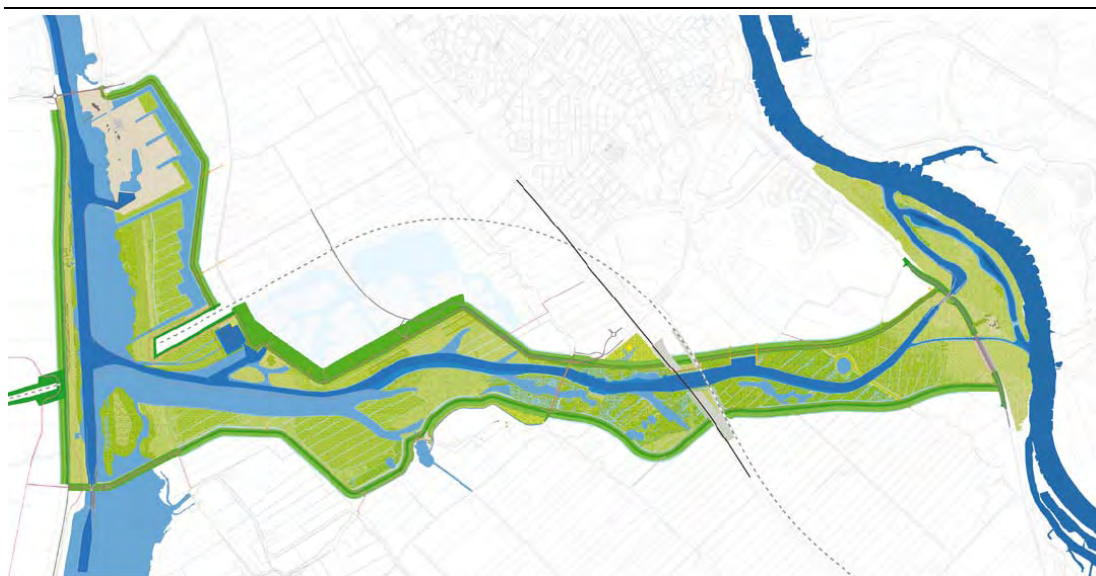
- Binnen de niet permanent watervoerende zone worden op een aantal plaatsen kades aangelegd om het water langer vast te houden voor de ontwikkeling van rietvelden
- De mitigerende maatregel van een kleilaag op de bodem van de vaargeul is een standaard onderdeel van het VKA2009 en van het inrichtingsplan (zie paragraaf 3.3.1)

De belangrijkste aanpassingen ten opzichte van het VKA zijn (bron: Inrichtingsvoorstel d.d. 17 augustus 2010):

- Het bestaande slotenpatroon wordt binnen het plangebied zoveel mogelijk gehandhaafd
- Het inrichtingsplan bevat meer water dan het VKA (vooral bredere stroomgeul)
- De vaargeul krijgt een breedte van minimaal 30 m
- De nevengeul in de Onderdijkse Waard is verbreed ten opzichte van het VKA en bestaat uit diepe delen (huidige plassen) en ondiepe delen (verbinding tussen plassen)
- Het haventje bij de woonwijk Reeve wordt aan de noordzijde van de vaargeul gesitueerd
- De gronden ten noorden van de stroomgeul worden tussen de IJssel en Zwartendijk in tegenstelling tot het VKA niet integraal opgehoogd
- De gebieden met maaiveldverlaging komen veelal overeen met het VKA; de gronden ten noorden van de stroomgeul tussen Zwartendijk en woonwijk Reeve worden in tegenstelling tot het VKA niet verlaagd
- Ten noorden van De Enk wordt de bypassdijk in tegenstelling tot het VKA parallel aan de stroomgeul gelegd

Op basis van deze aanpassingen van het VKA2009 is binnen de lokaal herziene begrenzing van het plangebied een nieuw GIS-model van de toekomstige maaiveldhoogte (inclusief stroomgeul en recreatiegeul) opgezet. Op basis van dit hoogtemodel zijn de resterende dikte en verticale stromingsweerstand van de deklaag binnen het plangebied ruimtelijk vastgesteld.

De in dit rapport beschreven effectberekeningen zijn gebaseerd op het inrichtingsvoorstel van 17 augustus 2010. Het (eindconcept) inrichtingsplan is uitgebracht op 18 november 2010. De consequenties van wijzigingen tussen het inrichtingsvoorstel en het inrichtingsplan worden kwalitatief beschreven in paragraaf 3.10.



Figuur 3.1 Inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid fase 2

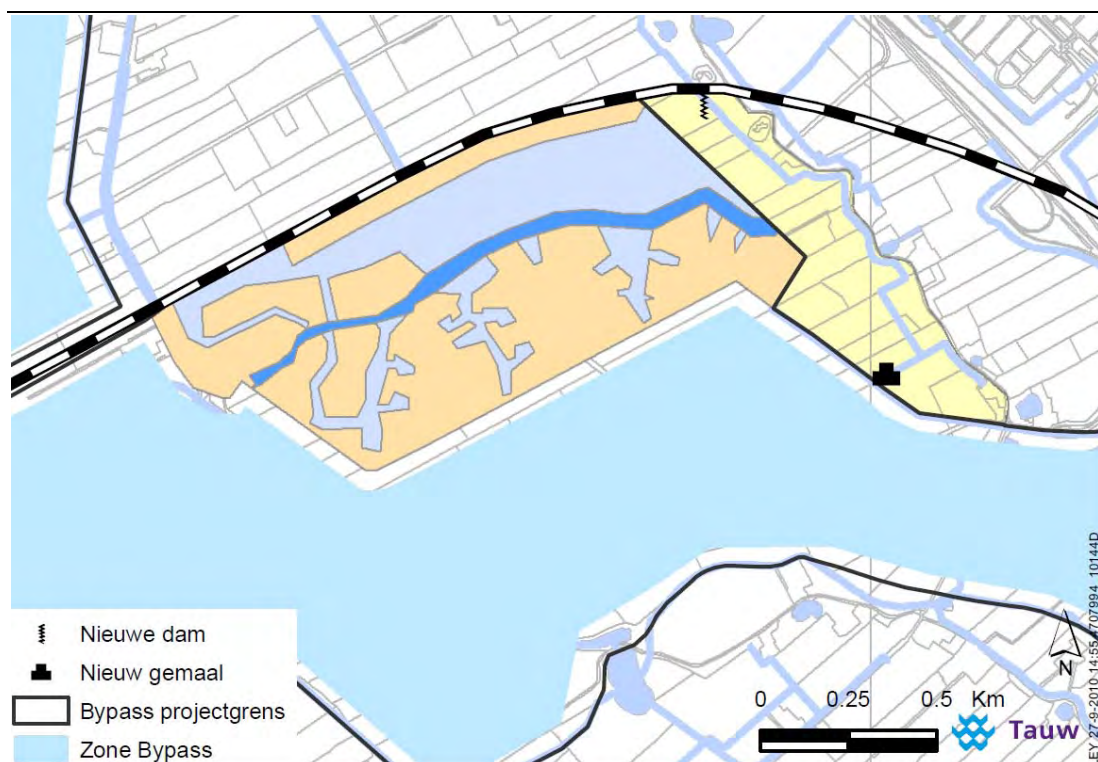
Inrichting woongebied Reeve

Voor het nieuwe woongebied Reeve is op basis van gegevens van de gemeente Kampen een concept inrichting van het watersysteem opgenomen in de modellering (figuur 3.2). De vaargeul direct ten noorden van het woongebied (breedte 20 m) krijgt een bodemhoogte -2,7 m NAP (waterdiepte circa 2 m). Elders krijgt de recreatieplas een waterdiepte van 1,2 tot 1,5 m, aan de noordzijde over een afstand van 30 m afnemend tot nul bij het strand. De afwatering van de recreatieplas en het watersysteem ten westen van de Zwartendijk vindt plaats naar de bypass via een nieuw gemaal met een capaciteit van 0,4 m³/s (neerslag+kwel).

Het streefpeil van het stedelijk water in de woonwijk Reeve is niet hydrologisch geoptimaliseerd. In overleg met de gemeente Kampen is voor de recreatieplas een constant peil van -0,8 m NAP gekozen. Dit is 5 cm boven en winterstreefpeil en 10 cm onder het zomerstreefpeil van bemalingsgebied Roggebot.

In paragraaf 3.10 en figuur 3.27 worden de meest recente wijzigingen in deze inrichting beschreven en de consequenties voor de geohydrologische effecten op de omgeving.

Kenmerk R006-4828739JLY-kzo-V02-NL



Figuur 3.2 Gemodelleerde inrichting woongebied Reeve (concept)

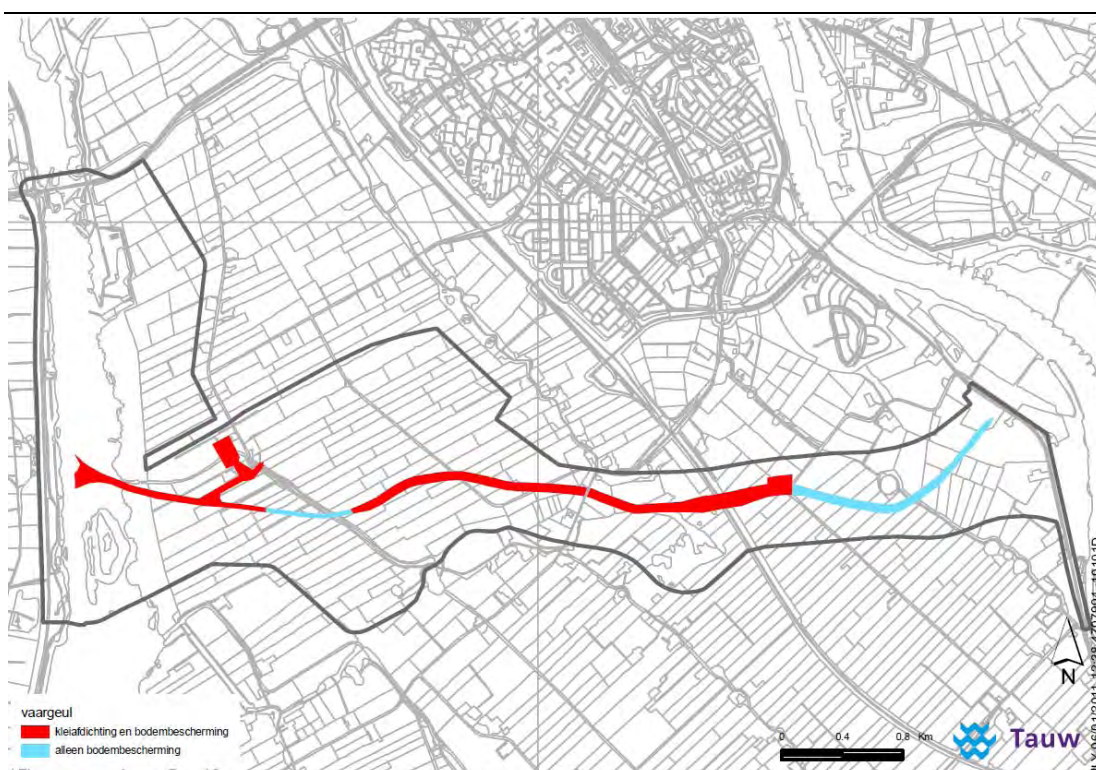
3.3 Mitigerende en compenserende maatregelen

3.3.1 Mitigerende maatregel kleiafdichting vaargeul

Op twee trajecten tussen de IJssel en het Drontermeer doorsnijdt de vaargeul de deklaag en maakt contact met het watervoerende pakket. Dit betreft het traject vanaf 'de knoop' tot aan de Buitendijksweg en het traject ten westen van de Buitendijksweg tot aan het Drontermeer (figuur 3.3). Alleen ter hoogte van de Buitendijksweg is de deklaag dik genoeg zodat nog voldoende klei onder de vaargeul aanwezig blijft. Oostelijk van 'de knoop' is een veenpakket aanwezig onder de vaargeul.

Ter plaatse van de doorsnijding neemt de infiltratie vanuit de bypass aanzienlijk toe waardoor grote omgevingseffecten (kwel en hoge grondwaterstanden) kunnen optreden. Bij de variantenstudie voor het Besluit-Mer (Tauw, 2009) is vastgesteld dat de vaargeul een infiltratieweerstand van minimaal 300 dagen moet hebben om de omgevingseffecten in voldoende mate tegen te gaan.

Op het traject van de doorsnijding (figuur 3.3 rood) kan een infiltratieweerstand van 300 dagen worden gerealiseerd door het aanbrengen van een kleilaag in de vaargeul bestaande uit 0,5 m vette klei (categorie 1/2). Daar bovenop wordt nog 0,3 m zandige klei (categorie 3) aangebracht als bescherming tegen erosie. Op het traject ten oosten van 'de knoop' kan worden volstaan met alleen deze laag van 0,3 m zandige klei (categorie 3) als bescherming tegen erosie van het daar aanwezige veenpakket.



Figuur 3.3 Mitigerende maatregel kleiafdichting vaargeul

Discussie onzekerheid opbouw deklaag en toepassing kleiafdichting

De dikte van de deklaag en daarmee de wenselijkheid van een kleiafdichting op de bodem van de vaargeul zijn gebaseerd op gegevens van boringen en metingen met georadar. De boorgegevens vertonen een sterke ruimtelijke variatie en georadar is ongeschikt om de deklaagdikte goed vast te stellen. De trajecten van de vaargeul waar een kleiafdichting nodig is zijn daarom van te voren niet nauwkeurig vast te stellen.

Aanbevolen wordt om tijdens het graven van de vaargeul de lokale dikte van de deklaag met geofysische apparatuur goed te meten en op basis daarvan de benodigde kleiafdichting te bepalen. De uitkomst hiervan kan zijn dat ten behoeve van voldoende veiligheid en zekerheid op het gehele traject van de vaargeul een kleiafdichting nodig is. Aanvullend hierop dient de

erosiegevoeligheid van de kleiafdichting tijdens hoogwaterafvoer te worden beoordeeld. Omdat de vaargeul op relatief grote afstand van de nieuwe bypassdijken ligt wordt het risico van zand meevoerende kwelstromen (piping) voor de stabiliteit van de dijken relatief klein geacht.

3.3.2 Compenserende maatregelen

In onderzoeksfase 2 zijn aan de hand van de berekende geohydrologische omgevingseffecten bij het VKA2009 kansrijke compenserende maatregelen opgesteld om ongewenste effecten (overlast of schade) te voorkomen (Tauw, 2010).

Samengevat zijn voor het VKA2009 de volgende lokale knelpunten berekend:

- Zuidzijde bebouwde kom Kampen (Stationsgebied): toename inundatie
- Gebied ten zuiden van de Koerskolk: toename natschade
- Lokale peilvakken zuid van Molenkolk: toename inundatie
- Gebied Noordeinde; toename inundatie
- Gebied west van Buitendijkseweg; toename natschade
- Gebied langs Binnen Reeve; toename natschade

Het pakket met meest kansrijke compenserende maatregelen voor het VKA2009 is als basis gebruikt voor het inrichtingsplan. Voor het watersysteem van de gemeente Kampen is daarbij een afweging gemaakt tussen drie alternatieven, respectievelijk verbreding van de bestaande watergang Middenwetering door de bebouwde kom, aantakken van een tweede afwateringsroute voor Onderdijs of realisatie van extra waterberging direct ten zuiden van de bebouwde kom (toekomstig Stationsgebied). Gekozen is voor de meest kosteneffectieve oplossing van een tweede afwateringsroute voor Onderdijs. De verbreding van de Middenwetering en de realisatie van extra waterberging in het Stationsgebied voor compensatie van de effecten van de bypass zijn in dat geval niet nodig.

De compenserende maatregelen zijn verder uitgewerkt en op enkele onderdelen bijgesteld (kaart 6). De verschillen tussen het VKA2009 en het inrichtingsplan zijn beperkt zodat een nieuwe afweging van de compenserende maatregelen achterwege kon blijven.

Omdat het plangebied en het nieuwe woongebied Reeve in de toekomst zullen afwateren op de bypass worden de gemalen Roggebot en Kamperveen, ondanks een extra kwelflux vanuit de bypass, netto minder zwaar belast. Dit geldt ook voor de hoofdwatgangen die afwateren naar beide gemalen. Er zijn daarom geen aanpassingen van de gemaalcapaciteit of grootschalige aanpassing van de hoofdafwatering nodig. Uitzondering hierop is de hoofdwatgang door de bebouwde kom van Kampen, die zwaarder wordt belast vanuit Onderdijs omdat de grens van het bemalingsgebied Roggebot naar het zuiden opschuift.

De volgende compenserende maatregelen zijn uitgewerkt:

1. Aanleg kwelsloten
2. Aanleg tweede afwateringsroute voor Onderdijks
3. Aanleg (extra) buisdrainage in percelen

Maatregel 1: Kwelsloten

Langs de voet van de bypassdijk wordt een kwelsloot aangelegd met als doel om niet alleen de lokale kwel vanuit de dijk maar ook de kwel via het watervoerende pakket zoveel mogelijk af te vangen. Er wordt geen kwelsloot aangelegd op het traject van de Binnen Reeve, langs het woongebied Reeve (Hanzelijn) en op de oeverwal van de IJssel (oostelijk van de Oude IJsselarm).

Kenmerk R006-4828739JLY-kzo-V02-NL

De kwelsloten zorgen behalve voor de afvoer van lokaal kwelwater op een aantal trajecten tevens voor een gewijzigde afwatering van het bovenstroomse regionale watersysteem. Om de huidige streefpeilen in deze gebieden te kunnen handhaven zijn op de betreffende trajecten de benodigde stuwen of gemalen geplaatst in deze kwelsloten.

Trajecten ten zuiden van de bypass (kaart 6):

- De kwelsloot ten westen van de Molenkolk watert via drie stuwen af naar gemaal Kamperveen en dient tevens voor afwatering van het bovenstroomse perceel
- De kwelsloot ten zuiden van De Enk watert via een stuw af naar de Binnen Reeve en/of langs de N50 in zuidelijke richting
- De kwelsloot ten oosten van de Hanzelijn watert af in oostelijke richting naar de Chalmotweg
- De kwelsloot bij de Venedijk-Zuid watert via een stuw af in westelijke richting naar de Chalmotweg en dient tevens voor de afwatering van het gebied rond de Venedijk-Zuid

Trajecten ten noorden van de bypass (kaart 6):

- De kwelsloot langs het plangebied ten westen van de Buitendijkseweg watert af naar de hoofdwatgang langs de Buitendijkseweg
- De kwelsloot bij Zwartendijk watert af naar het nieuwe gemaal Zwartendijk voor het woongebied Reeve en dient tevens voor de afwatering van het perceel direct ten westen van de N50
- De kwelsloot ten oosten van de Hanzelijn watert via een nieuw te plaatsen gemaal (capaciteit 43 l/s) af naar de Oude IJsselarm; op deze wijze kan het huidige streefpeil van dit gebied (wp=-1,05 m NAP, zp=-0,85 m NAP) vooralsnog worden gehandhaafd (bij de nieuwe stedelijke inrichting van het gebied kan dit gemaal waarschijnlijk vervallen)

Bij de effectberekeningen van het inrichtingsplan met compenserende maatregelen, is voor alle trajecten met een nieuwe kwelsloot uitgegaan van een standaard dwarsprofiel met de volgende dimensies:

- Bodembreedte 0,5 m
- Bodemniveau 1 m onder streefpeil
- Taluds 1:3 (dijkzijde) en 1:2 (binnenzijde)
- Waterbreedte bij streefpeil circa 5 m
- Insteekbreedte circa 10 m

Er is in deze studie voor SNIP3 nog geen optimalisatie van het dwarsprofiel per traject uitgevoerd op basis van de lokaal benodigde afvoercapaciteit en afschermende werking.

Maatregel 2: Tweede afwatering voor Onderdijs

Om peilstijgingen aan de zuidkant van Kampen als gevolg van de extra afvoer vanuit Onderdijs te compenseren zou de bestaande afwatering via bestaand stedelijke gebied moeten worden verbreed. Een kansrijk en grotendeels al aanwezig alternatief is een tweede afvoerroute voor Onderdijs langs de westrand van de bebouwde kom.

Door de gemeente Kampen is een doorgaande watergang van circa 3 km lengte ingericht langs de westrand van De Maten (kaart 6). De watergang op dit traject varieert in breedte tussen circa 5 en 25 m. Op dit traject liggen 6 duikers met een diameter van 800 mm, 600 mm of 300 mm. Wanneer de duikers onder de Symfonialaan en ter plaatse van het fietspad worden vergroot tot rond 800 mm kan deze watergang functioneren als tweede afvoerroute voor Onderdijs. De peilstijging als gevolg van de extra afvoer (bij het huidige streefpeil en grondgebruik) wordt hiermee gecompenseerd.

Bij de toekomstige ontwikkeling van het stedelijke gebied ten zuiden van Kampen zal bij de inrichting van het stedelijke watersysteem rekening worden gehouden met het gewijzigde grondgebruik (extra verhard oppervlak) en de daarvoor benodigde waterbergingsruimte. Deze stedelijke inrichting valt buiten het kader van SNIP3 IJsseldelta-Zuid.

Maatregel 3: Buisdrainage

In vier gebieden met een agrarische functie grenzend aan het plangebied kan de berekende grondwaterstandsverhoging (GHG) door kwel vanuit de bypass leiden tot een verminderde gewasopbrengst door natschade. Dit betreft de volgende gebieden:

- Ten westen van de Buitendijksweg
- Ten noorden van De Enk (Zwartendijk)
- Ten zuiden van De Enk
- Ten zuiden van de Koerskolk

De verhoging van de GHG ten opzichte van maaiveld door kwel vanuit de bypass kan op hoofdlijnen op twee manieren worden gecompenseerd:

- Door de aanleg van (extra) buisdrainage in de percelen
- Door ophoging van het maaiveld (maximaal 20 cm)

Zoals beschreven in paragraaf 3.1 is de onzekerheid over de actuele grondwatersituatie en de aanwezigheid van buisdrainage op perceelschaal relatief groot. In de effectberekening is uitgegaan van een relatief ongunstige referentiesituatie met gemiddeld over het gebied weinig buisdrainage. Als compenserende maatregel is voor de effectberekeningen in de betreffende vier gebieden intensieve buisdrainage toegepast met een lage drainageweerstand van 50 dagen. De modelberekeningen met extra buisdrainage geven een goede indicatie over de effectiviteit van deze compenserende maatregel.

Kenmerk R006-4828739JLY-kzo-V02-NL

De noodzaak/meerwaarde van deze maatregel voor de betreffende percelen kan pas goed worden vastgesteld na beoordeling van de lokale situatie in het veld. Dan kan tevens een nadere afweging worden gemaakt tussen (extra) buisdrainage of maaiveldophoging om overlast/schade te voorkomen.

Bij de modeltoepassing van de compenserende maatregel buisdrainage in de vier op kaart 6 aangegeven gebieden is geen rekening gehouden met het huidige eigendom van de betreffende percelen. Diverse (delen van) percelen zijn mogelijk reeds in eigendom van de overheid in verband met de grondaankopen voor het plangebied. Hier zijn compenserende maatregelen mogelijk niet nodig en liggen kansen voor natuurontwikkeling. Een voorbeeld hiervan is de berekende natschade op het natuurperceel tussen de Binnen Reeve en de bypassdijk.

Maatregel 4: Extra waterberging Noordeinde (niet uitgewerkt)

Voor het VKA2009 is vastgesteld dat in het gebied Noordeinde circa 1 ha extra waterberging nodig is om een toename van de extreme waterstanden met inundaties te voorkomen. Deze maatregel is door het waterschap Veluwe nog niet concreet ingevuld binnen IJsseldelta-Zuid en daarom ook niet meegenomen bij de effectberekeningen voor het inrichtingsplan. Uit de berekeningsresultaten blijkt dat deze wateropgave in Noordeinde ook voor het inrichtingsplan nog steeds van toepassing is.

3.4 Effecten op het grondwatersysteem

3.4.1 Seizoenseffecten

Het inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid inclusief de mitigerende en compenserende maatregelen is doorgerekend met het grondwatermodel voor de periode 1995-2004. Daarbij is op de bypass het gemeten waterstandsregime van het Vossemeer (meetpunt Roggebot-noord) opgelegd (Planfase 2). Een situatie met opwaaiing bij de Roggebotsluis werkt zonder demping of versterking door in de gehele bypass. De effecten van de toekomstige peilstijging op de randmeren en de bypass worden in paragraaf 5.4 besproken.

De seizoenseffecten op de GHG en GLG zijn weergegeven op kaarten 7 en 8.

De peilverhoging in het plangebied en de versterkte infiltratie naar het watervoerende pakket stralen uit naar de omgeving. De mate van uitstraling is afhankelijk van de lokale bodemopbouw en ontwaterings situatie. Bij een geringe deklaagweerstand en/of weinig ontwateringsmiddelen zijn de effecten op de grondwaterstand het grootst. In gebieden met veel ontwateringsmiddelen zal het effect op de grondwaterstanden relatief klein zijn en de ontwateringsflux sterker toenemen.

De omgevingseffecten op de GHG laten zowel verhogingen zien door het inrichtingsplan als verlagingen door de compenserende maatregelen. Aan de noordzijde van het plangebied wordt de GHG-verhoging op de meeste plaatsen gecompenseerd door de kwelsloot en/of de gemodelleerde buisdrainage. Lokaal wordt een ruim 20 cm lagere GHG berekend. Ter hoogte van de Zwartendijk is de compensatie nog niet optimaal. Langs de noordrand van het woongebied Reeve wordt nabij het tracé van de Hanzelijn een grondwaterstandsverhoging berekend op het traject van een gedempte poldersloot. Hier is bij de inrichting van het woongebied lokaal maatwerk nodig om eventuele overlast te voorkomen. Aan de zuidzijde van het plangebied worden de effecten op de GHG goed gecompenseerd. Alleen in percelen langs de Binnen Reeve treedt een significante GHG-verhoging op, maar dit is bij de toekomstige natuurfunctie geen knelpunt.

In Oostelijk Flevoland wordt in het bosgebied direct ten westen van de Drontermeerdijk een GHG verhoging van 5 tot 15 cm berekend. In agrarisch gebied zijn de effecten kleiner dan 5 cm. In het stedelijke gebied van Kampen treedt een GHG-verhoging van maximaal 2 cm op. In de Onderdijkse Waard wordt in het perceel tussen de beide plassen als gevolg van de aanleg van de nevengeul lokaal een GHG-verlaging van meer dan 50 cm berekend.

De omgevingseffecten op de GLG zijn groter dan de effecten op de GHG (kaart 8). De verklaring is dat veel ontwateringsmiddelen (buisdrainage) aan het eind van de zomer niet functioneren. Ten noorden en ten zuiden van De Enk treedt lokaal een GLG-verhoging van meer dan 20 cm op. Andere locaties met een GLG-verhoging van meer dan 5 cm zijn:

- Een deel van de woonwijk De Maten
- Een zone aan beide zijden van de Buitendijksweg ten noorden van het plangebied
- De noordpunt van het gebied Noordeinde
- In het perceel tussen beide plassen in de Onderdijkse Waard

Een verhoging van de GLG zal in principe nergens tot overlast of schade leiden.

De gemiddelde kwelverandering door de deklaag is weergegeven op kaart 9. De invloed van de bypass op de gemiddelde ontwateringsflux per afwateringseenheden is weergegeven op kaart 10. De extra kwelflux vanuit het watervoerende pakket is op de meeste trajecten sterk geconcentreerd naar de kwelsloot aan de voet van de dijk. In de slootbodem wordt een kwelflux van meer dan 5 mm/dag berekend. Op het schaalniveau van de afwateringseenheden neemt de ontwateringsflux tot 3 mm/dag toe.

Ter hoogte van Zwartendijk en ten zuiden van De Enk is afschermende effect van de kwelsloot onvoldoende en wordt in een groter gebied een fluxverandering van meer dan 0,5 mm/dag berekend. Ten noorden van het woongebied Reeve is de fluxverandering ten oosten van de Buitendijkseweg in een groot gebied 0,2 tot 0,5 mm/dag. Hier wordt in de huidige situatie een wegzijging van 0,5 tot 1 mm/dag berekend.

Bij de modelberekeningen is in het gehele plangebied hetzelfde bypasspeil opgelegd (meetreeks Roggebot-noord). Er is geen rekening gehouden met lokaal hogere peilen door het vasthouden

Kenmerk R006-4828739JLY-kzo-V02-NL

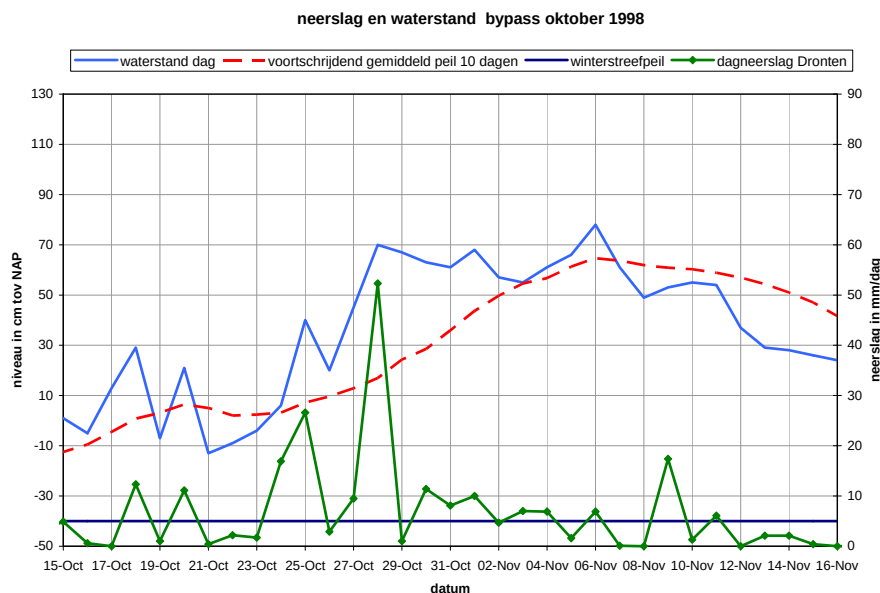
van water achter kades ten behoeve van de ontwikkeling van rietvelden. Ter hoogte van deze rietvelden kan de gemiddelde kwel naar de omgeving enigszins zijn onderschat. De compenserende maatregelen zijn echter afgestemd op de maximale kwelbelasting tijdens een sterk verhoogd buitenwaterpeil waarbij het gehele plangebied overstroomd.

In het bosgebied ten westen van de Drontermeerdijk is de kwelverandering 0,2 tot 0,5 mm/dag. In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de mogelijke gevolgen voor de waterkwaliteit. In het stedelijke gebied van Kampen verandert de grondwaterflux door de deklaag minder dan 0,2 mm/dag.

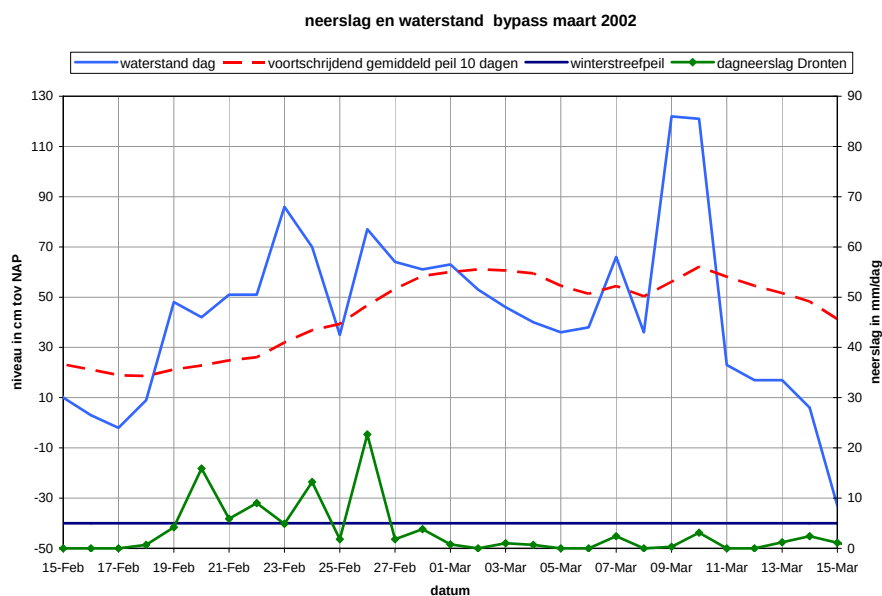
3.4.2 Effecten tijdens extreme gebeurtenissen

Behalve bij gemiddelde seizoensomstandigheden zijn de effecten van de bypass tevens geanalyseerd voor zeven extreme situaties (zie tabel 2.1) zijn geanalyseerd. De effecten bij de belasting van oktober 1998 en maart 2002 worden hier nader toegelicht.

In oktober 1998 was sprake van extreme neerslag met een 24 uursom van 52 mm en een vierdaagse som van 91 mm. Aansluitend hieraan was het peil van het Vossemeer (en in de berekening dus ook van de gehele bypass) gedurende 14 dagen sterk verhoogd met een niveau tussen +0,5 en +0,8 m NAP (figuur 3.4).



Figuur 3.4 Belasting regionaal watersysteem oktober 1998
(waterstand Roggebot-noord geldt voor verlengde Vossemeer en gehele bypass)

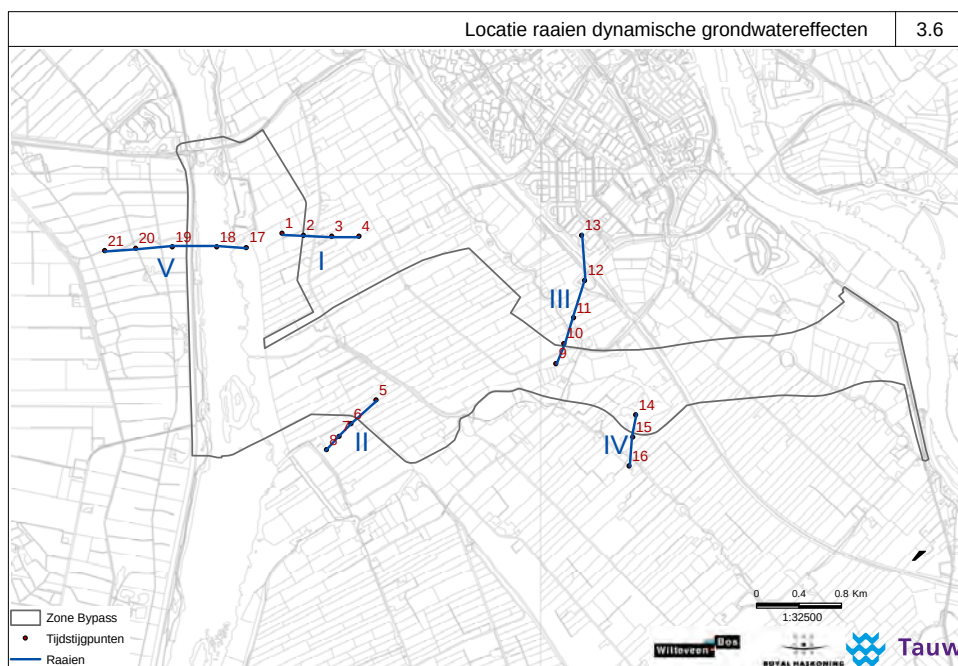


Figuur 3.5 Belasting regionaal watersysteem maart 2002
(waterstand Roggebot-noord geldt voor verlengde Vossemeer en gehele bypass)

In maart 2002 was sprake was de neerslag niet extreem met een vierdaagse som van 43 mm. Ook toen was het peil van het Vossemeer langdurig hoger dan +0,5 m NAP met op 9 maart opwaaiing tot +1,2 m NAP (figuur 3.5).

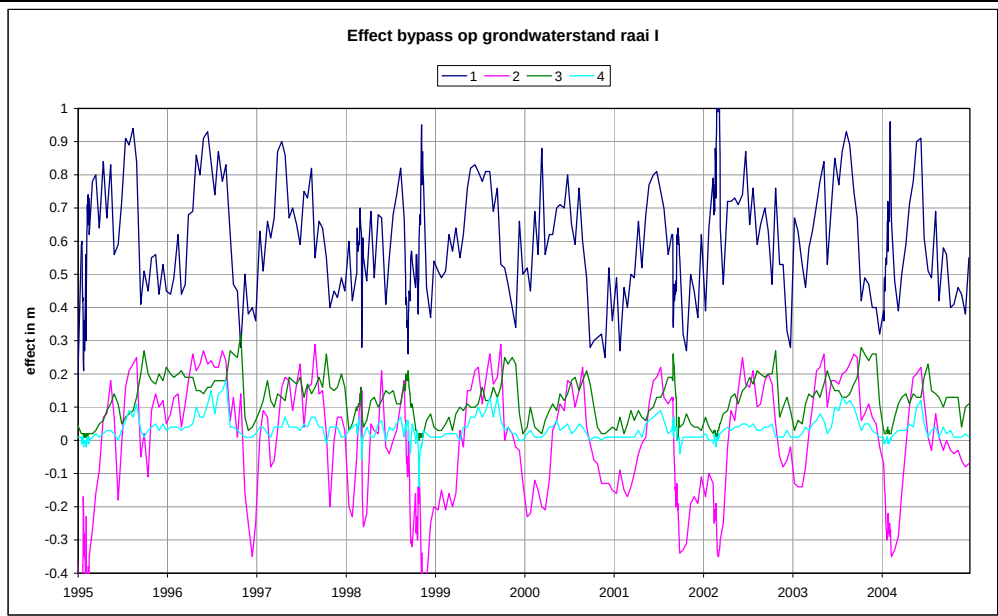
De dynamische effecten op de grondwaterstand zijn geanalyseerd voor in de figuur 3.6 aangegeven raaien. De berekeningsresultaten zijn weergegeven in figuren 3.7 tot en met 3.11. De eerste locatie van elke raai laat de lokale peilstijging binnen het plangebied zien ten opzichte van het huidige polderpeil. De volgende locaties tonen de uitstraling van de peilstijging naar de omgeving.

Kenmerk R006-4828739JLY-kzo-V02-NL



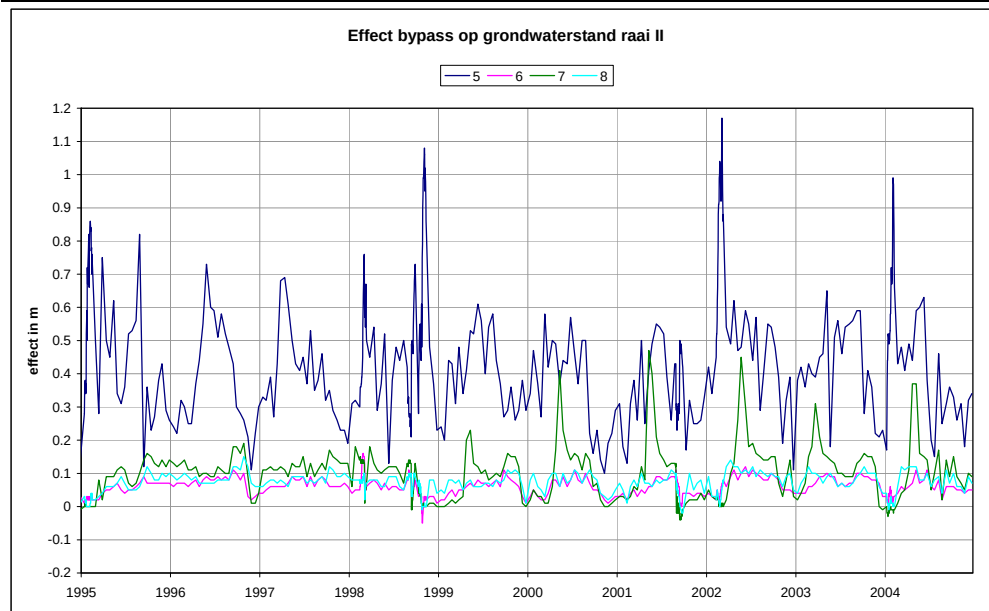
Figuur 3.6 Locatie raaien dynamische grondwatereffecten

In raai I wordt de grondwaterstand binnen het plangebied 40 tot 80 cm hoger (figuur 3.7). De effecten binnen het plangebied zijn het grootst bij een hoog buitenwaterpeil. De effecten buiten het plangebied zijn het grootst bij een lage grondwaterstand zonder drainage. Op locatie 2 ligt extra buisdrainage waardoor het netto effect varieert tussen een verlaging van circa 25 cm in de wintermaanden en een verhoging van 25 cm in de zomer. Op de locaties 3 en 4 varieert de grondwaterstandsverhoging tussen circa 5 cm in de winter en 10 tot 20 cm in de zomermaanden. Een tijdelijk sterk verhoogde buitenwaterstand door opwaaiing (maart 2002), heeft bij raai I geen zichtbare invloed op de grondwaterstand buiten het plangebied.



Figuur 3.7 Grondwatereffecten raai I: 1995-2004

Kenmerk R006-4828739JLY-kzo-V02-NL

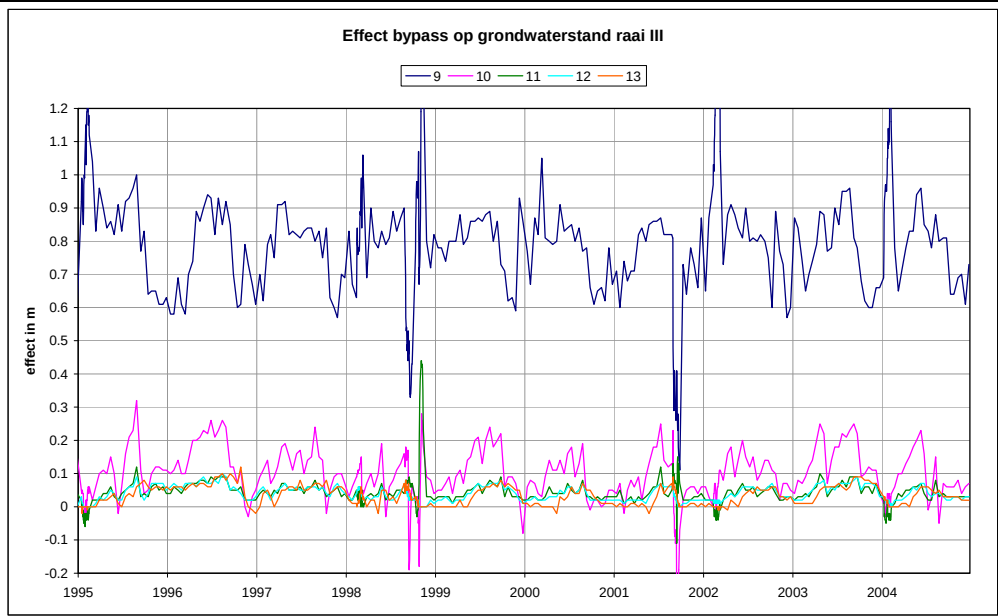


Figuur 3.8 Grondwatereffecten raai II: 1995-2004

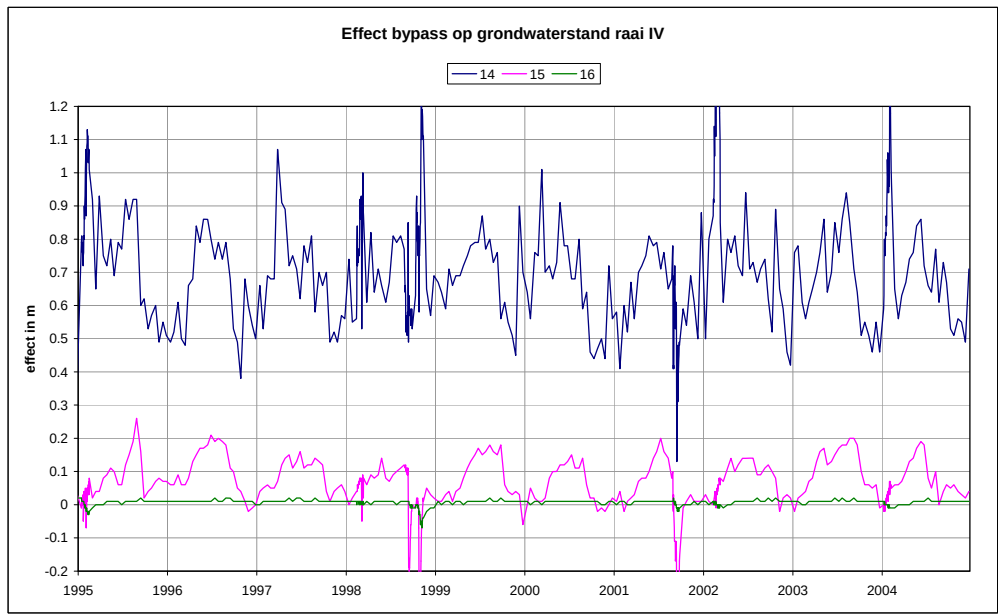
In raai II (Noordeinde) varieert de grondwaterstandsverhoging buiten het plangebied meest tussen 5 en 10 cm (figuur 3.8). In het voorjaar kan het effect op locatie 7 tijdelijk toenemen tot circa 40 cm omdat de grondwaterstand hier minder snel uitzakt dan in de huidige situatie. De mogelijke consequenties hiervan voor de bedrijfsvoering worden nader beschreven in paragraaf 3.6.3. Een tijdelijk sterk verhoogde buitenwaterstand door opwaaiing (maart 2002) heeft bij raai II geen zichtbare invloed op de grondwaterstand buiten het plangebied.

In raai III varieert de grondwaterstandsverhoging buiten het plangebied in de winter tussen 5 en 10 cm (figuur 3.9). In de zomer is de verhoging op locatie 2 circa 20 cm, maar dit geeft naar verwachting geen overlast. In de woonwijk De Maten (locatie 13) varieert de grondwaterstandsverhoging tussen circa 2 cm aan het eind van de winter en maximaal 10 cm aan het einde van een droge zomer.

De grondwaterstandsverhoging buiten het plangebied in raai IV (locatie 15) varieert tussen 5 cm in de winter en maximaal 20 cm in het zomerhalfjaar (figuur 3.10). Een tijdelijk sterk verhoogde buitenwaterstand door opwaaiing (maart 2002) heeft bij raai IV geen zichtbare invloed op de grondwaterstand buiten het plangebied.

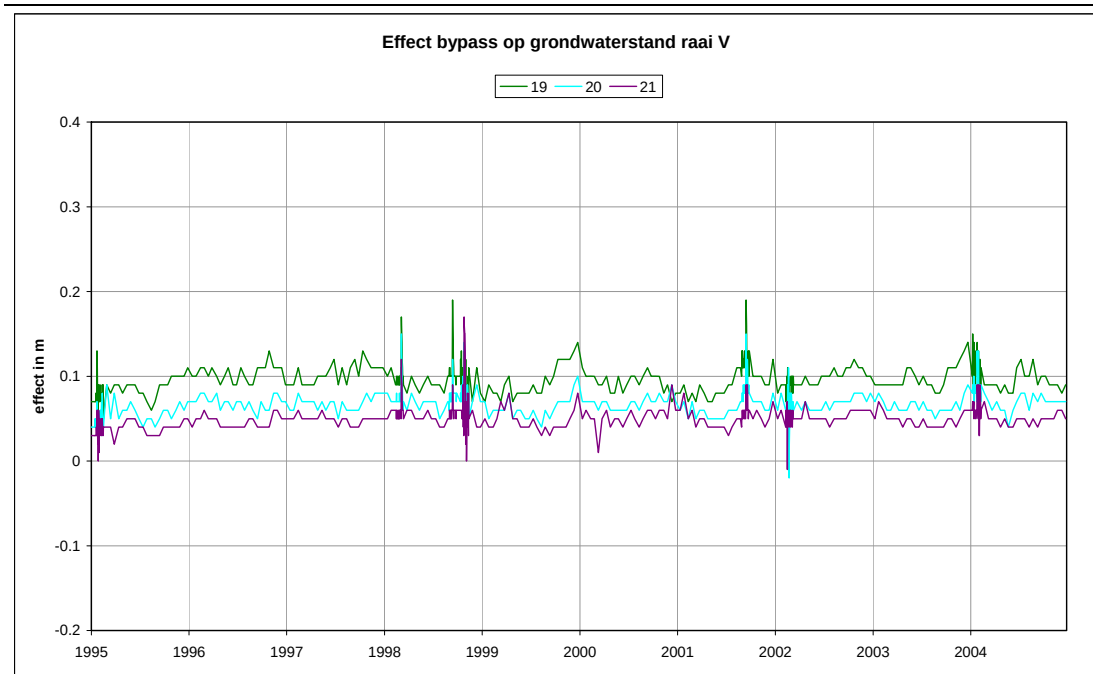


Figuur 3.9 Grondwatereffecten raai III: 1995-2004



Figuur 3.10 Grondwatereffecten raai IV: 1995-2004

Kenmerk R006-4828739JLY-kzo-V02-NL



Figuur 3.11 Grondwatereffecten raai V: 1995-2004

In raai V (Zuiderzeeland) varieert de grondwaterstandsverhoging meest tussen 5 en 10 cm (figuur 3.11). Tijdens perioden van meerdere dagen met een (sterk) verhoogde buitenwaterstand (op het Vossemeer en de bypass) kan als gevolg van extra kwel de grondwaterstandsverhoging toenemen tot circa 18 cm.

Numerieke fluctuaties in MIPWA

Bij de analyse van de grondwatereffecten direct ten westen van de Drontermeerdijk, is geconstateerd dat de uitkomsten van het grondwatermodel MIPWA hier op dagbasis sterke fluctuaties vertonen die hydrologisch niet verklaarbaar zijn. Deze numerieke instabiliteit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de simulatie van de dagelijkse grondwateraanvulling met Capsim. Als gevolg daarvan werden in raai V op dagbasis grondwatereffecten berekend tussen +40 en -20 cm met tegengestelde fluctuaties in naburige modflowcellen. In de berekende ruimtelijke effecten op de GHG en GLG zijn deze fluctuaties uitgemiddeld.

Om toch een plausibel beeld te krijgen van de effecten in de tijd is op de grafieken in figuur 3.11 een extra ruimtelijke bewerking uitgevoerd met middeling van de effecten in naburige modflowcellen. Na deze middeling variëren de grondwatereffecten tussen +18 en -2 cm.

Deze resterende fluctuaties zijn verklaarbaar door variaties in de kwelflux als gevolg van een verhoogd buitenwaterpeil. Het is echter niet uitgesloten dat een deel van de resterende fluctuaties nog steeds afkomstig is van de numerieke fluctuaties in MIPWA.

De numerieke fluctuaties leiden minder betrouwbare effecten op dagbasis. De gemiddelde effecten op de GHG en GLG worden voldoende betrouwbaar geacht.

3.5 Effecten op het regionale oppervlaktewatersysteem

3.5.1 Effecten op de afvoer

De huidige gemaalcapaciteiten zijn gebaseerd op een maatgevende afvoer van 1,5 l/s/ha (13 mm/dag). Door de aanleg van de bypass neemt de kwelflux per afwateringseenheid maximaal 3 mm/dag toe. Op het schaalniveau van de bemalingsgebieden is de gemiddelde kweltoename aanzienlijk kleiner. Omdat het plangebied van de bypass en de nieuwe woonwijk Reeve in de toekomst niet meer afwateren op de huidige gemalen Roggebot en Kamperveen treedt bij maatgevende afvoer netto een afname van de belasting van deze gemalen op.

Op het schaalniveau van bemalingsgebied Oosterwolde is de gemiddelde kweltoename 0,03 mm/dag (0,6 m³/min). Dit is 0,24 % van de huidige gemaalcapaciteit en veroorzaakt geen overlast. Alleen tijdens extreme afvoeren (door neerslag) kan deze extra belasting tot (iets) hogere waterstanden leiden met toename van inundatie (zie paragraaf 3.5.2).

3.5.2 Effecten op drooglegging bij halve maatgevende afvoer

De opstuwing en drooglegging bij halve maatgevende afvoer (overschrijding 10 tot 20 dagen) zijn een veel toegepast criterium voor de dimensionering van het watersysteem op de benodigde afvoercapaciteit. Bij extreme afvoeren wordt het watersysteem vooral beoordeeld op de benodigde bergingscapaciteit (NBW-toetsing).

Alle hoofdwatgangen met uitzondering van de hoofdwatgang vanaf Onderdijs door de bebouwde kom van Kampen zullen in de toekomstige situatie bij halve maatgevende afvoer (circa 7 mm/dag) minder zwaar worden belast. De verkleining van beide bemalingsgebieden (het plangebied en het gebied Reeve zullen afwateren op de bypass) heeft een groter effect op de waterbalans dan de toename van de kwelflux vanuit de bypass.

De extra belasting van de watgang door Kampen wordt gecompenseerd door gebruik te maken van een tweede watgang voor de afvoer uit Onderdijs (figuur 3.12). De halve maatgevende afvoer uit Onderdijs neemt met 15 % toe, van 0,20 naar 0,23 m³/s. Bij aansluiting van de tweede afvoerroute langs de woonwijk De Maten (en vergroting van twee duikers tot 800 mm) komt 70 % van de afvoer uit Onderdijs via deze watgang tot afstroming. De watgang door Kampen

Kenmerk R006-4828739JLY-kzo-V02-NL

wordt hierdoor netto 65 % minder belast. Hierdoor wordt de waterstand aan de zuidzijde van de bebouwde kom bij halve maatgevende afvoer circa 10 cm lager.

De nieuwe kwelsloten zijn zodanig gedimensioneerd dat bij halve maatgevende afvoer en gemiddelde kwel het verval per traject maximaal 1 cm is. De benedenloop van de Binnen Reeve zal in de toekomst eveneens functioneren als kwelsloot. Door de extra kwel neemt de belasting op de benedenloop bij halve maatgevende afvoer met 35 % toe. Het bovenstroomse deel van de Binnen Reeve valt echter in de toekomst binnen de bypass en komt dan niet meer tot afstroming naar gemaal Kamperveen. In totaal is hierdoor sprake van een netto afname van de belasting van de Binnen Reeve met circa 35 %. De drooglegging bij halve maatgevende afvoer zal daarom niet afnemen.



Figuur 3.12 Waterstanden in Kampen bij halve maatgevende afvoer

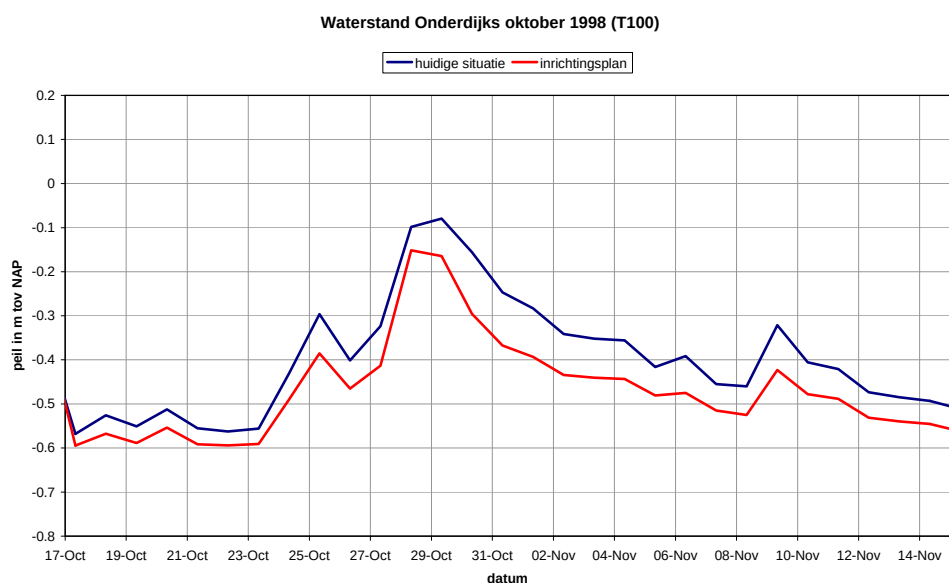
3.5.3 Effecten op extreme waterstanden

De maximale waterstanden in het regionale watersysteem worden zowel beïnvloed door de verkleining van de bemalingsgebieden (het plangebied watert af op de bypass) als door de extra kwel flux vanuit de bypass. De maximale waterstand in oktober 1998 (circa T100) na inrichting van de bypass is voor vijf locaties weergegeven in figuren 3.13 tot en met 3.17.

In Onderdijs wordt de T100-waterstand bij de nieuwe inrichting 7 cm lager. Bij gemaal Roggebot treedt een netto verlaging van 16 cm op omdat het bemalingsgebied kleiner is geworden. Bij gemaal Kamperveen blijft de maximale T100-waterstand vrijwel gelijk. De kleinere omvang van het bemalingsgebied heeft vrijwel hetzelfde effect als de extra kwelbelasting vanuit de bypass. Ook het restant van lokale bemaling Reeve watert nu af naar de Molenkolk.

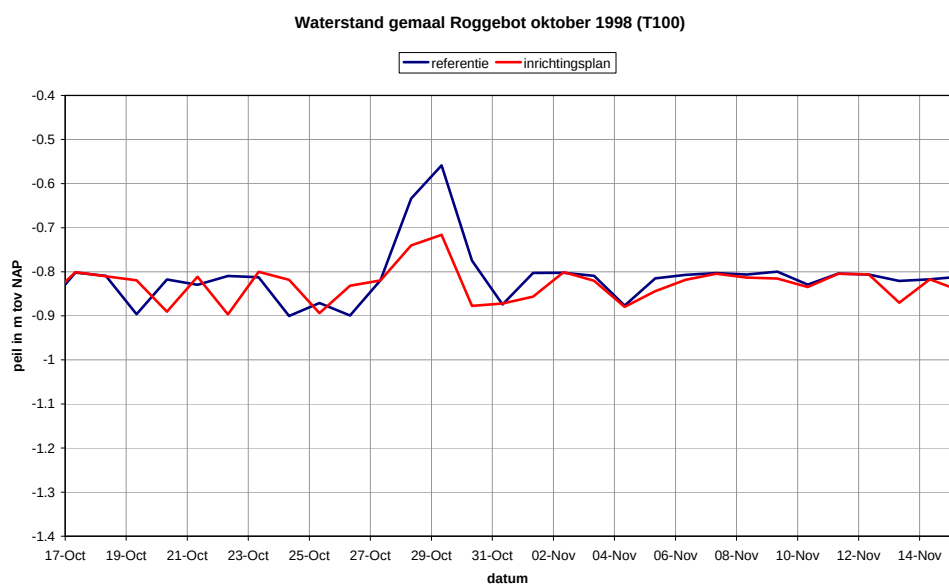
Door extra kwel vanuit de bypass wordt de T100-waterstand in Noordeinde circa 3 cm hoger (figuur 3.16). Door de kwelsloot langs de dijk in het beheersgebied van waterschap Groot Salland, worden de effecten van de bypass dus niet volledig afgeschermd. De extra kwelflux in Zuiderzeeland (0,2 tot 0,5 mm/dag) leidt niet tot een waarneembare stijging van de T100-waterstand op de Zwolsetocht (figuur 3.17).

Het effect van de bypass op de grondwaterstand achter de Drontermeerdijk (maximaal 18 cm) en daarmee op de bodemberging is daarbij verwaarloosd.

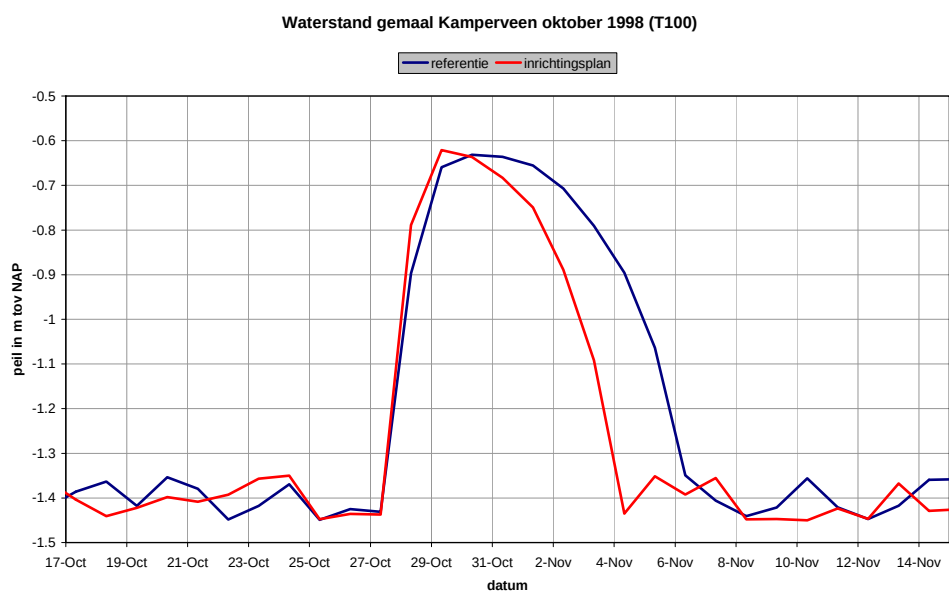


Figuur 3.13 Waterstand Onderdijs oktober 1998 (T100)

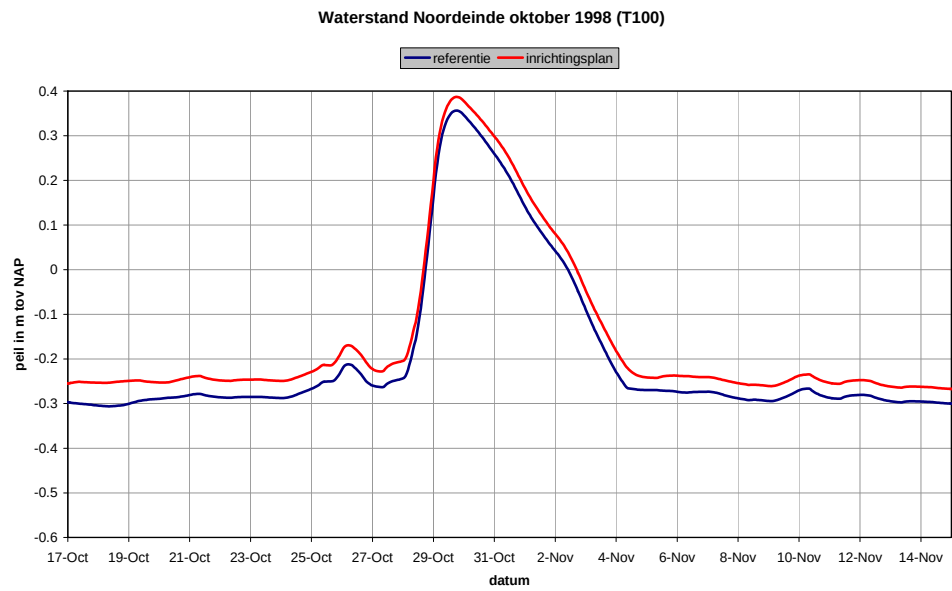
Kenmerk R006-4828739JLY-kzo-V02-NL



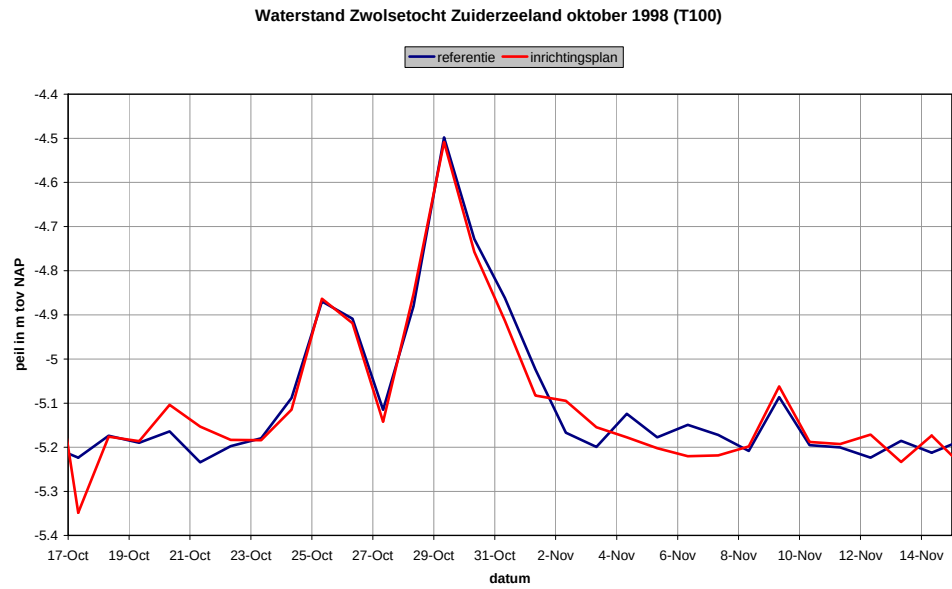
Figuur 3.14 Waterstand gemaal Roggebot oktober 1998 (T100)



Figuur 3.15 Waterstand gemaal Kamperveen oktober 1998 (T100)



Figuur 3.16 Waterstand Noordeinde oktober 1998 (T100)



Figuur 3.17 Waterstand Zwolsetocht Zuiderzeeland oktober 1998 (T100)

3.5.4 Effecten op inundaties

De bij de toekomstige inrichting berekende inundaties T10 en T100 binnen de beheersgebieden van Groot Salland en Veluwe, zijn weergegeven op kaart 11 en de veranderingen ten opzichte van de huidige situatie op kaarten 12 en 13. Voor waterschap Zuiderzeeland zijn geen ruimtelijke inundaties en effecten weergegeven omdat de peilverandering bij een T100 gebeurtenis verwaarloosbaar is. Daarmee zijn ook geen effecten te verwachten bij de toetsingsnormen T50 en T80 van Zuiderzeeland.

In het toekomstige Stationsgebied ten zuiden van Kampen, nemen de inundaties af als gevolg van de extra afvoercapaciteit van de tweede afvoerroute voor Onderdijks. Alleen in de nog aanwezige onderbemaling 't Onland ten zuiden van Kampen en neemt de inundatie toe door de extra kwelbelasting. Deze onderbemaling zal op termijn verdwijnen.

In een groot deel van Kamperveen is sprake van een afname van de inundatie omdat het watersysteem vooral aan de oostkant minder zwaar wordt belast.

De extra kwelbelasting in Noordeinde leidt tot enkele centimeters hogere T100-waterstanden en daarmee verspreid over het gebied tot een geringe toename van het areaal met inundatie.

3.6 Effecten op functies

3.6.1 Inleiding

De berekende verandering van de grondwaterstanden in de omgeving van het plangebied kan van invloed zijn op de aanwezige grondgebruikfuncties. Een verhoging van de grondwaterstand kan voor agrarische functies leiden tot een toename van natschade en/of afname van droogteschade. Voor bebouwd gebied gelden ontwateringsnormen zodat geen overlast of schade ontstaat. Voor natuurdoeltypen zijn grondwaterregimes (GVG, GLG en kwel) vastgesteld waarbij een optimale ontwikkeling (doelrealisatie) mogelijk is.

3.6.2 Effecten op gewasopbrengst

Met het modelinstrumentarium Waternood is op basis van de berekende GHG en GLG voor de huidige en toekomstige situatie de doelrealisatie voor landbouw berekend. In het gehele gebied tussen de IJssel en de randmeren komt overwegend grasland voor. In Flevoland ligt direct achter de Drontermeerdijk een bosgebied en verder westelijk is sprake van hoogwaardige akkerbouw (beschermingsnorm T50) met een droogleggingseis van 120 cm bij halve maatgevende afvoer (6,5 mm/dag). De effecten op de grondwaterstand in dit akkerbouwgebied zijn verwaarloosbaar (kaart 7 en 8).

Een belangrijk deel van het gebied rond de toekomstige bypass is thans optimaal voor agrarische gebruik als grasland met minder dan 10 % natschade en minder dan 10 % droogteschade (kaarten 14 en 15). In een zone langs de Zwartendijk, ten westen van de Buitendijkseweg en in het Kamperveen wordt op diverse plaatsen 10 tot 30 % natschade berekend. Op de hogere

gronden langs de IJssel en de Randmeren is lokaal sprake van meer dan 10 % droogteschade. Hierdoor is de totale doelrealisatie in vrijwel het gehele gebied meer dan 70 % en in grote delen meer dan 90 % (kaart 16).

De verandering van de doelrealisatie voor natschade en droogteschade en de verandering van de totale doelrealisatie door de aanleg van de bypass is weergegeven op kaarten 17 tot en met 19. De toename van de natschade is sterk gerelateerd aan de verhoging van de GHG (kaart 7). Door de toegepaste compenserende maatregelen (kwelsloot en buisdrainage) wordt een toename van de natschade in de percelen langs het plangebied voorkomen. Alleen in percelen langs de Binnen Reeve neemt de natschade lokaal meer dan 3 % toe. Dit is bij de toekomstige natuurfunctie geen knelpunt. Ten westen van de Buitendijkseweg en ten zuiden van de Koerskolk neemt de natschade lokaal af door een verlaging van de GHG als gevolg van de compenserende maatregelen.

Alleen ten westen van de Buitendijkseweg treedt een afname van de droogteschade op tot 3 % (kaart 18). De totale doelrealisatie neemt in de genoemde gebieden tot circa 5 % toe als gevolg een afname van de natschade en een afname van de droogteschade.

Als gevolg van de extra kwel (of afname van de wegzijging) door de deklaag is er minder wateraanvoer naar het regionale watersysteem nodig in de zomermaanden.

In vrij grote delen van het gebied wordt door Waternood 2007 geen schade en doelrealisatie berekend. Dit is niet het gevolg van een onbekend bodemtype of gewastype maar van specifieke combinaties van de berekende GHG en GLG langs de waterlopen. Bij deze combinatie is geen interpolatie binnen de HELP-tabellen mogelijk. Op grond van de ruimtelijke consistentie mag worden verwacht dat de doelrealisatie in deze gebieden vergelijkbaar is met aangrenzende (delen van) percelen waarvoor wel een Waternood berekening is uitgevoerd.

3.6.3 Effecten op agrarische bedrijfsvoering

Een grondwaterstandsverhoging als gevolg van de bypass kan behalve op de gewasopbrengst ook op andere manieren invloed hebben op de agrarische bedrijfsvoering. Dit betreft bijvoorbeeld een latere toegankelijkheid van de percelen in het voorjaar of vertrapping van de graszode door het vee.

Effecten in de tijd in het natte voorjaar van 2002

De grondwaterstandsverhoging in de tijd als gevolg van de bypass is beschreven op basis van het berekende grondwaterstandsverloop voor het jaar 2002 in raaien I tot en met V (zie figuren 3.6 en 3.18 tot en met 3.22).

Voor raai I locatie 2 zagen we al eerder dat in de wintermaanden een grondwaterstandsverlaging werd berekend (door de compenserende maatregelen) en in de zomermaanden een

Kenmerk R006-4828739JLY-kzo-V02-NL

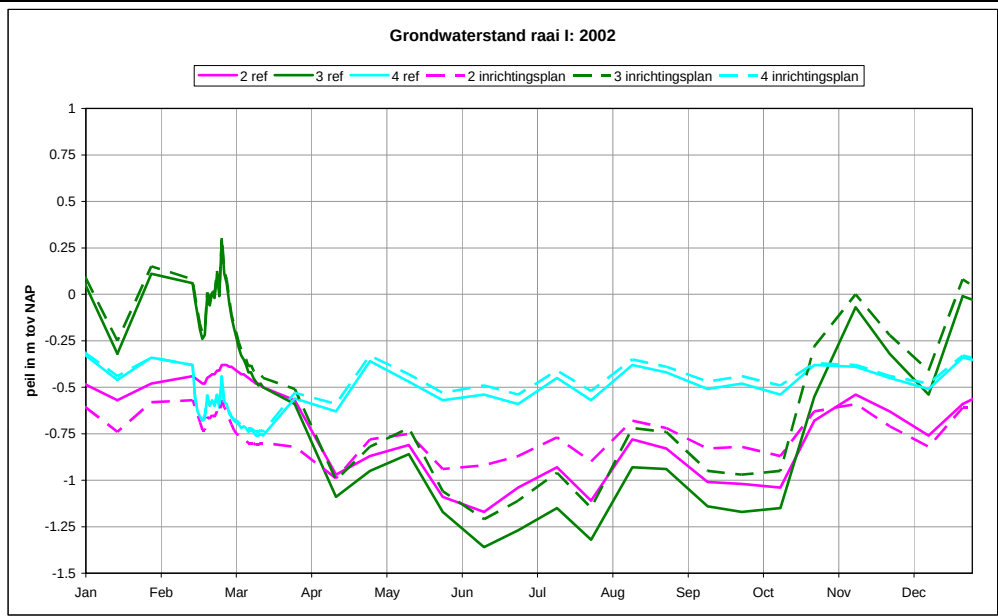
grondwaterstandsverhoging. Uit figuur 3.18 blijkt dat de grondwaterstandsverhoging door de bypass pas in mei meer dan 5 cm bedraagt. De grondwaterstand is dan inmiddels zo ver gedaald dat hierdoor geen overlast voor de bedrijfsvoering zal ontstaan.

Bij raai II locatie 7 is in het voorjaar een sterk vertraagde seizoensdaling van de grondwaterstand te zien waardoor de grondwaterstand eind mei circa 40 cm hoger ligt dan in de huidige situatie (figuur 3.19). In april is het effect 10 tot 15 cm. De maximale grondwaterstand aan het eind van de winter (GHG) wordt niet hogere dan in de huidige situatie.

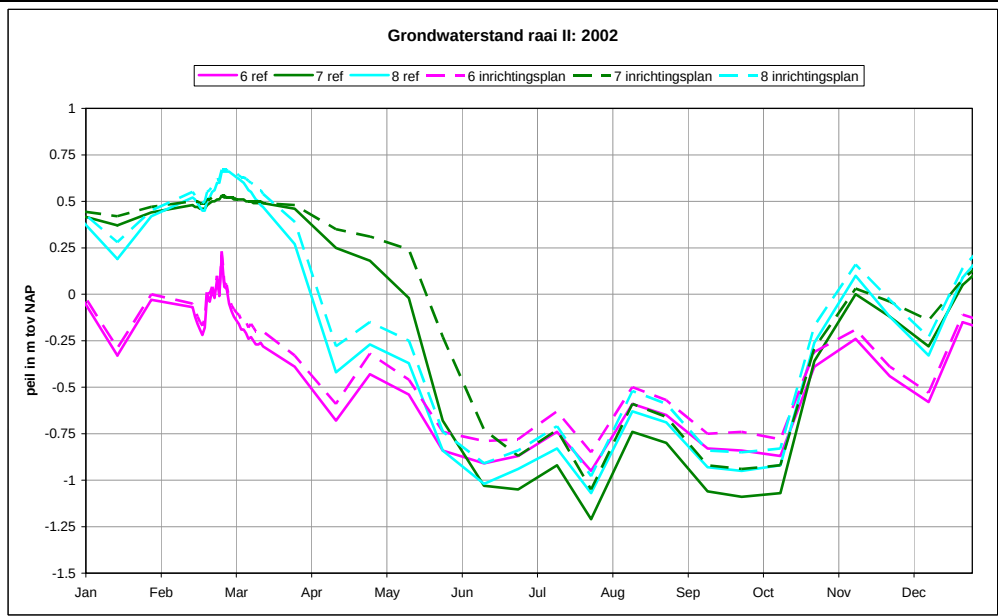
Afhankelijk van de lokale situatie kan de vertraagde seizoensdaling een ongunstig effect (latere toegankelijkheid percelen) of een gunstige effect (betere vochtvoorziening in de voorzomer) hebben op de agrarische bedrijfsvoering. De grondwatertrappenkaart laat in Noordeinde een sterk variabel beeld zien met grondwatertrappen III tot VII. Vooral de nattere percelen in Noordeinde kunnen in een nat voorjaar mogelijk extra overlast ondervinden van dit effect.

Bij raai III locatie 10, wordt de grondwaterstand in april circa 10 cm hoger door de effecten van de bypass. Bij raai IV locatie 15 wordt de grondwaterstand in april 10 tot 15 cm hoger door de effecten van de bypass. De grondwaterstand is dan echter al gedaald ten opzichte van de wintersituatie zodat dit effect in raaien III en IV niet tot overlast voor de bedrijfsvoering hoeft te leiden.

In raai V ten westen van de Drontermeerdijk zijn de effecten van de bypass op het grondwaterregime vrij constant in de tijd (figuur 3.22) en maximaal circa 15 cm. Hierdoor wordt geen overlast verwacht.

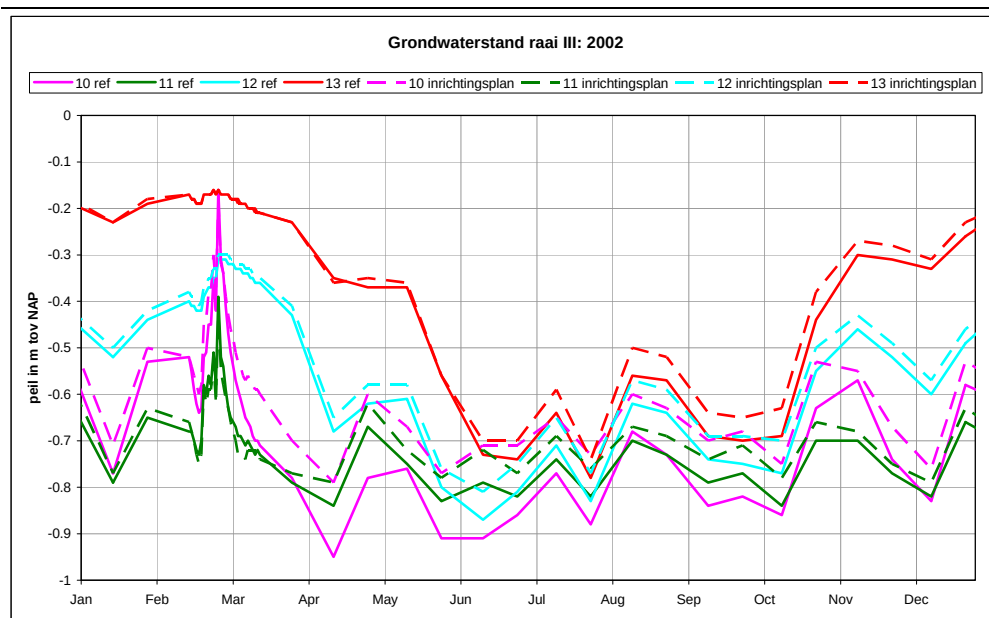


Figuur 3.18 Grondwaterstandsverloop raai I in 2002

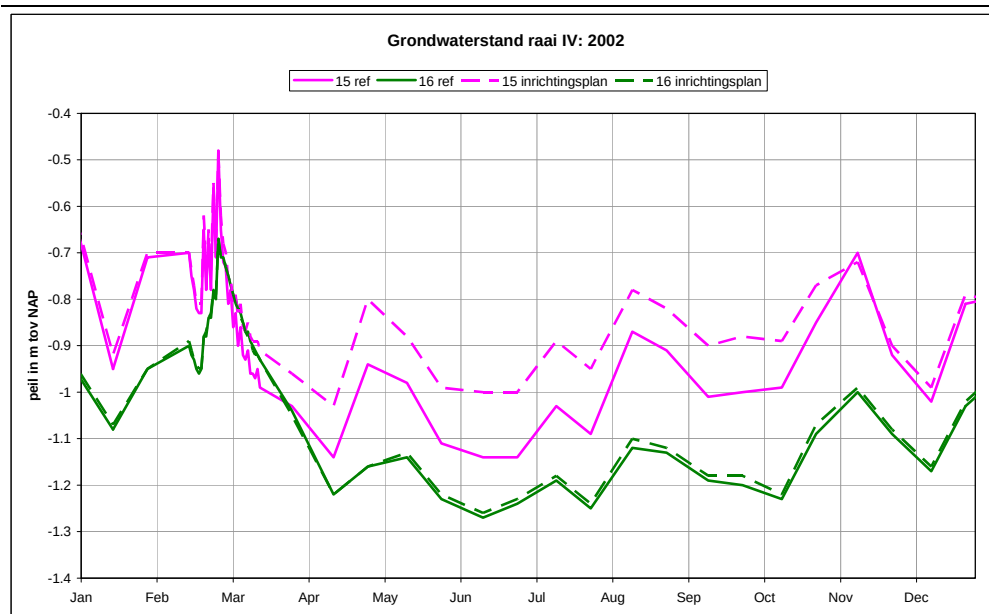


Figuur 3.19 Grondwaterstandsverloop raai II in 2002

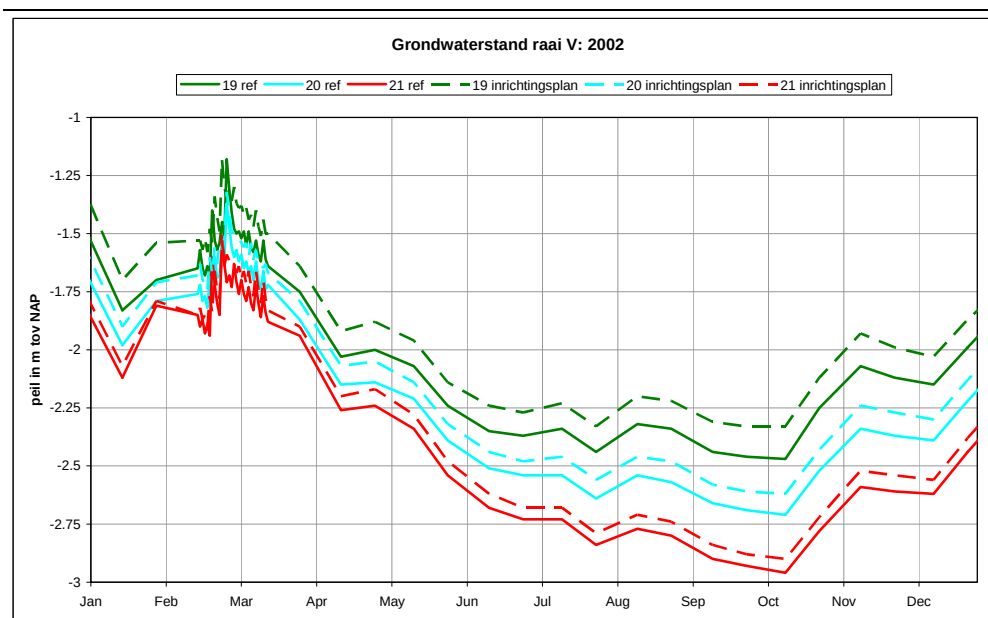
Kenmerk R006-4828739JLY-kzo-V02-NL



Figuur 3.20 Grondwaterstandsverloop raai III in 2002



Figuur 3.21 Grondwaterstandsverloop raai IV in 2002



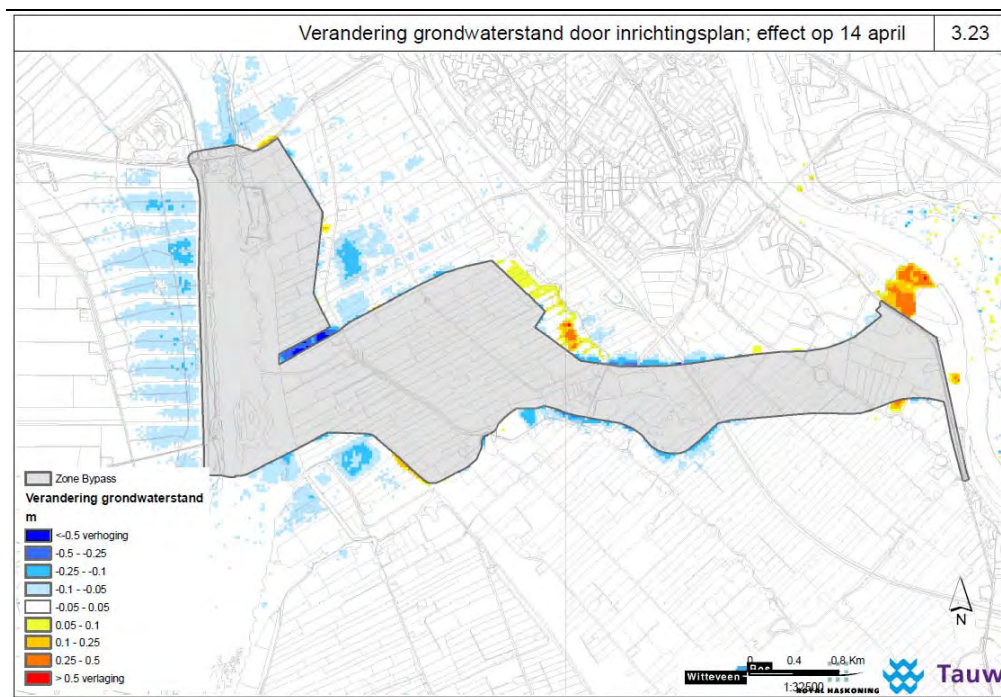
Figuur 3.22 Grondwaterstandsverloop raai V in 2002k

Ruimtelijke effecten in normale en natte voorjaren

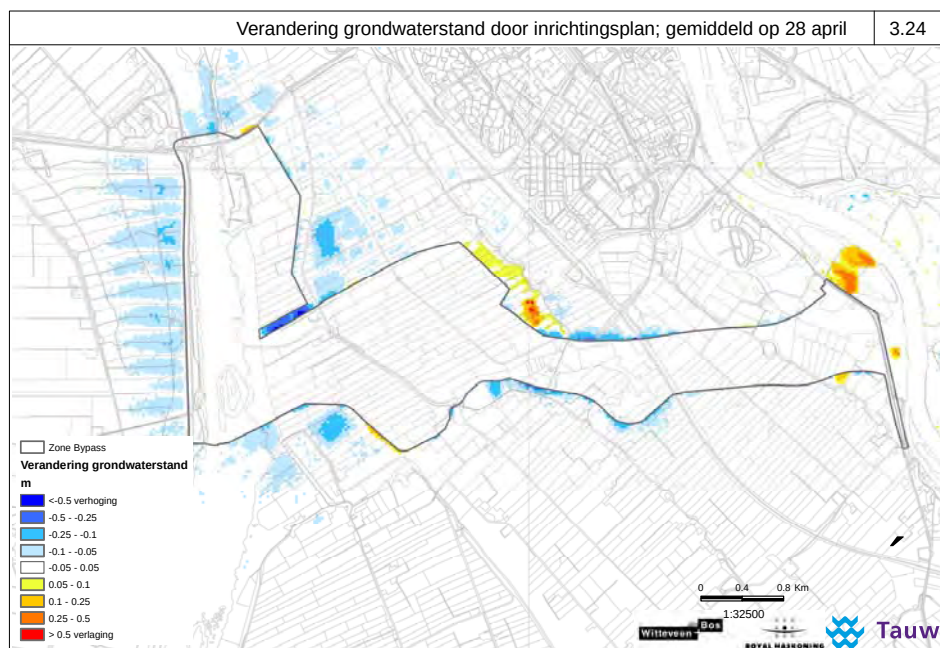
De mate waarin de bypass in het voorjaar invloed kan hebben op de bedrijfsvoering op laag gelegen percelen is zowel afhankelijk van de grondwaterstandsverhoging als van de huidige grondwaterstandsdiepte. De grondwaterstandsverhoging neemt toe naarmate meer drains, greppels en sloten in het voorjaar droog vallen. Vanwege de dan lagere grondwaterstand hoeft deze verhoging echter niet tot overlast of schade te leiden. De voor agrarische bedrijfsvoering (grasland) optimale grondwatertrap IV heeft een GHG > 40 cm en een te natte grondwatertrap III heeft een GHG < 40 cm. Op basis hiervan is het criterium voor grondwateroverlast in het voorjaar ingeschat op een grondwaterstandsdiepte van 50 cm onder maaiveld.

Het gemiddelde effect van het inrichtingsplan op de grondwaterstand op 14 en 28 april (periode 1995-2004) is weergegeven in figuren 3.23 en 3.24. De effecten zijn 5 tot 10 cm groter dan de effecten op de GHG en de compenserende werking van de kwel sloten en buisdrainage is in april sterk afgenomen. In Noordeinde treedt bijvoorbeeld in april een gemiddelde grondwaterstandsverhoging tot 15 cm op.

Kenmerk R006-4828739JLY-kzo-V02-NL



Figuur 3.23 Verandering grondwaterstand door inrichtingsplan; gemiddeld effect op 14 april



Figuur 3.24 Verandering grondwaterstand door inrichtingsplan; gemiddeld effect op 28 april

De percelen die in voorjaar gevoelig zijn voor een grondwaterstandsverhoging door de bypass zijn in eerste instantie indicatief bepaald op basis van een grondwaterstandsdiepte op 14 april van minder 50 cm (gemiddeld voor periode 1995-2004). Op kaart 20a zijn de percelen aangegeven waarbij de huidige en/of de toekomstige grondwaterstand gemiddeld minder dan 50 cm onder maaiveld ligt en het effect van de bypass meer dan 5 cm bedraagt. Het blijkt dat het areaal met ondiepe grondwaterstanden gemiddelde genomen niet toeneemt door de effecten van de bypass. De verwachte effecten van de bypass op de bedrijfsvoering in het voorjaar zijn daarom gemiddeld(!) genomen gering.

Aan het einde van een relatief natte winter (zoals januari-maart 2002) kunnen op laag gelegen en/of slecht ontwaterde percelen echter wel situaties ontstaan waarbij de grondwaterstandsval significant wordt vertraagd met mogelijk nadelige effecten voor de toegankelijkheid en de bedrijfsvoering. Dergelijke nattere situaties treden in circa 50 % van het aantal voorjaren op (1999 tot en met 2002). Voor deze natte voorjaarssituaties zijn de gebieden met mogelijk extra overlast (grondwaterstandsdiepte < 50 cm) op 14 en 28 april weergegeven op kaarten 20b en 20c. Ten opzichte van een gemiddeld voorjaar (kaart 20a) is het areaal met ondiepe grondwaterstanden iets groter, onder andere op een perceel in Noordeinde.

Kenmerk R006-4828739JLY-kzo-V02-NL

De toename van dit areaal door de effecten van de bypass is beperkt tot een aantal percelen, in Noordeinde, langs de Binnen Reeve en ten oosten van de Zwartendijk. Op deze percelen hebben de effecten van de bypass een negatieve invloed op de toegankelijkheid in het voorjaar en daarmee op de bedrijfsvoering.

3.6.4 Effecten op bebouwing

Het stedelijke gebied is getoetst aan ontwateringeisen welke gelden voor de verschillende bodemgebruikfuncties. Voor elke functie in stedelijk gebied bestaat een ontwateringdiepte, welke een maat is voor de maximaal toelaatbare GHG ten opzichte van het maaiveldniveau (tabel 3.1).

Tabel 3.1 Ontwateringseisen stedelijk gebied Kampen

Functie	Oppervlakte [ha]	Ontwateringdiepte [m -mv] o.b.v. GHG
Bebouwing (dakoppervlak)	82,8	1,00
Hoofdweg	1,6	1,00
Regionale weg	7,8	0,70
Lokale weg	6,9	0,70
Fietspad	10,0	0,70
Overige wegen	63,5	1,00
Loofbos	25,1	0,70
Populierenopstand	0,5	0,50
Begraafplaats	2,8	3,30
Wegverkeersterrein (bermen langs wegen)	10,0	0,70
Woonterrein (kavels van woningen)	223,4	0,50
Park en plantsoen	23,4	0,70
Sportterrein	33,2	0,50
Volkstuin	10,2	0,50

Uit kaart 21 blijkt dat met name het centrale deel van de bebouwde kom van Kampen thans op diverse plaatsen niet voldoet aan deze ontwateringseisen. Van de woonwijk De Maten zijn situaties met grondwateroverlast bekend. De relatie tussen onvoldoende ontwateringsdiepte en het optreden van grondwateroverlast in Kampen is in het kader van deze studie niet nader onderzocht.

De toekomstige situatie met invloed van de bypass op de GHG is eveneens getoetst aan de ontwateringseisen. Op basis van het geringe effect (GHG-verhoging maximaal 2 cm) treden slechts minimale veranderingen op in het areaal dat niet voldoet aan de eisen. Alleen door monitoring van de lokale situatie kan worden beoordeeld of extra maatregelen nodig zijn om (extra) grondwateroverlast in de bebouwde van Kampen te voorkomen.

Ook voor de bebouwing in het buitengebied geldt dat een verhoging van de grondwaterstand tot overlast of schade kan leiden. De kritische ontwateringsdiepte is mede afhankelijk van de aanwezigheid van een kelder. De aanwezigheid van kelders is niet geïnventariseerd. Uit kaart 22 blijkt dat bij enkele boerderijen/huizen een GHG-verhoging tot 5 cm optreedt. Dit leidt naar verwachting niet tot een hoger risico op overlast of schade.

3.6.5 Effecten op infrastructuur

Ten noorden van de Reeveplas wordt langs de Hanzelijn en ter plaatse van de toeritten van de spoortunnel onder het Drontermeer een grondwaterstandsverhoging berekend van 20 tot 30 cm (bijlage 1, kaarten 7 en 8). Dit is mede gevolg van het dempen van een lokale polderwatergang. Door de aanleg van de bypass gaat de stijghoogte in het watervoerende pakket onder de deklaag eveneens 20 tot 30 cm omhoog.

Hier dient een geschikte ontwatering en afwatering voor de Hanzelijn te worden aangelegd (maatwerk) om het risico van lokale grondwateroverlast en het opdrijven van de tunneltoeritten te verminderen. Hiermee is in het ontwerp en de effectberekeningen geen rekening gehouden.

3.6.6 Effecten op natuur

Het bosgebied langs de Drontermeerdijk (Reve-Abbert) bestaat uit essen, dennen en populieren. Een GHG-verhoging van 10 cm heeft geen nadelige invloed op de doelrealisatie van deze boomsoorten en kan afhankelijk van de huidige situatie zelfs tot een geringe verbetering leiden.

Inmiddels is een groot transformatieproces op gang gekomen waarbij er meer natuurlijke bosvennen worden opgenomen in het bosgebied. De beherende instantie Staatsbosbeheer verwacht dat een hogere grondwaterstand en een toename van de kwelflux positieve effecten kan hebben op deze natuurontwikkeling. Een mogelijk risico vormt het hoge ijzergehalte van het kwelwater. De hierdoor hogere zuurstofvraag kan tot zuurstofarme condities leiden. Dit probleem treedt thans al op in de diep gelegen polderwatergangen binnen het bosgebied (zie hoofdstuk 4). Nog onduidelijk is of vergelijkbare processen zullen optreden in bosvennen.

3.7 Optimalisatie compenserende maatregelen

Uit de effectenanalyse van het inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid inclusief de voorgestelde mitigerende en compenserende maatregelen blijkt dat op de meeste plaatsen wordt voldaan aan het criterium dat de resterende geohydrologische effecten in de omgeving van het plangebied geen overlast of schade mogen veroorzaken voor de aanwezige functies. Op een aantal punten is de compensatie van de effecten nog niet volledig en is een optimalisatie mogelijk.

Kenmerk R006-4828739JLY-kzo-V02-NL

Opheffen resterende effecten op GHG:

- Aan de noordzijde van het plangebied treedt ter hoogte van de Zwartendijk lokaal een GHG-verhoging van 5 tot 10 cm op. Ter hoogte van de Zwartendijk zijn een kwelsloot en gebiedsdrainage opgenomen ter compensatie van de effecten van de bypass. De kwelsloot valt onder de nieuwe onderbemaling voor het woongebied Reeve (figuur 3.2). Als aanvullende compensatie wordt voorgesteld om het peil van de onderbemaling circa 10 cm te verlagen ten opzichte van het streefpeil van gemaal Roggebot
- Langs de noordzijde van de Reeveplas treedt door het verwijderen van een poldersloot ter hoogte van de Hanzelijn een GHG-verhoging tot meer dan 20 cm op. Hier is lokaal maatwerk nodig bij de inrichting van de strook tussen de Reeveplas en de Hanzelijn
- In het agrarische perceel ten zuiden van de Binnen Reeve treedt een GHG-verhoging van 5 tot 20 cm op. Voor dit perceel zijn (extra) buisdrainage of maaiveldophoging mogelijke oplossingen

Opheffen resterende effecten op inundaties:

- In de onderbemaling 't Onland neemt de inundatie toe door de kwelflux vanuit de bypass. Omdat deze onderbemaling op relatief korte termijn zal vervallen worden geen aanvullende maatregelen voorgesteld
- In het bemalingsgebied Oosterwolde (Noordeinde) nemen de T100-inundatie in geringe mate toe door de kwelflux vanuit de bypass. Als compenserende maatregel is op de grens van de beheersgebieden van Groot Salland en Veluwe alleen een kwelsloot doorgerekend die tevens zorgt voor de afwatering van een resterend perceel aan het Drontermeer naar de Molenkolk. De lokale inrichting rond deze kwelsloot (kavelindeling en afwatering) zal door beide waterschappen binnen het kader van IJsseldelta-Zuid nog nader worden uitgewerkt. Dan zal tevens de behoefte aan extra waterberging in Noordeinde (circa 1 ha) lokaal worden ingevuld

Opheffen ongewenste effecten op de bedrijfsvoering (te hoge grondwaterstand in voorjaar):

- Op een aantal percelen duurt de periode met te hoge grondwaterstanden in natte voorjaren circa 1 maand langer door de effecten van de bypass, waardoor (extra) problemen kunnen optreden voor de bedrijfsvoering. Dit betreft percelen in Noordeinde, langs de Binnen Reeve en ten oosten van de Zwartendijk. De meest kansrijke maatregelen om deze effecten te compenseren zijn extra buisdrainage of maaiveldophoging, om zowel in de winter als in het voorjaar voldoende drooglegging te realiseren. Uit veldwaarnemingen moet blijken op welke percelen deze maatregelen echt nodig zijn

Er worden geen significante effecten op de drooglegging verwacht in de bebouwde kom van Kampen en voor de bebouwing in het buitengebied. Daarom zijn voor deze objecten geen compenserende maatregelen bepaald. Wel wordt geadviseerd om de situatie ter plaatse intensief te monitoren voorafgaande aan, tijdens en na de realisatie van de bypass. Op basis hiervan kan dreigende overlast of schade tijdig worden gesignaleerd en bij voorkeur worden voorkomen.

3.8 Invloed bypass op toekomstige inrichting nieuwe woongebieden

Het gebied ten zuiden van Kampen ten oosten van de N50, zal op relatief korte termijn een stedelijke functie krijgen. Bij de effectenstudie voor SNIP3 is uitgegaan van het huidige watersysteem (watergangen en peilen) en het huidige maaiveldniveau.

De aanleg van de woonwijk Stationsgebied start omstreeks 2011/2012. De maaiveldhoogte van de betreffende percelen varieert tussen -0,15 en -0,30 m NAP en er is een GHG berekend tussen 20 en 40 cm onder maaiveld. Dit is onvoldoende ontwateringsdiepte voor de functie woongebied (ontwateringsdiepte circa 100 cm).

Er zal daarom in het kader van bouw- en woonrijp maken maaiveldophoging moeten worden toegepast. Ook zal het huidige watersysteem worden afgestemd op het toekomstige grondgebruik. Vanwege het grotere areaal verhard oppervlak is extra ruimte voor waterberging nodig om piekbelastingen op te vangen.

De benodigde maaiveldophoging en het areaal voor waterberging worden mede bepaald door de effecten van de bypass op het stedelijke watersysteem. Door extra kwel vanuit de bypass zal de opbolling in de percelen toenemen waardoor de ontwateringsdiepte afneemt. Door een grotere (kwel)belasting van het watersysteem kan het inundatierisico toenemen waardoor extra ruimte voor waterberging nodig is.

Bij de huidige inrichting wordt in de percelen van het toekomstige Stationsgebied een GHG-verhoging van maximaal 5 cm berekend en een gemiddelde kwelverandering van maximaal 0,3 mm/dag. Op basis van deze effecten zal de bypass slechts beperkt invloed hebben op de benodigde inrichting van het Stationsgebied.

De extra maaiveldophoging van het Stationsgebied om de effecten van de bypass te compenseren is bepaald op circa 10 cm (DHV, 2011).

3.9 Effecten van IJsseldelta-Zuid en zomerbedverlaging Beneden-IJssel

De effecten van het inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid en de korte zomerbedverlaging van de Beneden-IJssel (variant 2012) zullen elkaar deels overlappen. De bypass Kampen leidt tot hogere grondwaterstanden in het regionale watersysteem terwijl de zomerbedverlaging een grondwaterstandverlaging zal veroorzaken. De eventuele overlast/schade door vernatting als gevolg van de bypass, wordt mogelijk geneutraliseerd door de effecten van de korte zomerbedverlaging. In dat geval zijn compenserende maatregelen in bepaalde gebieden mogelijk niet nodig.

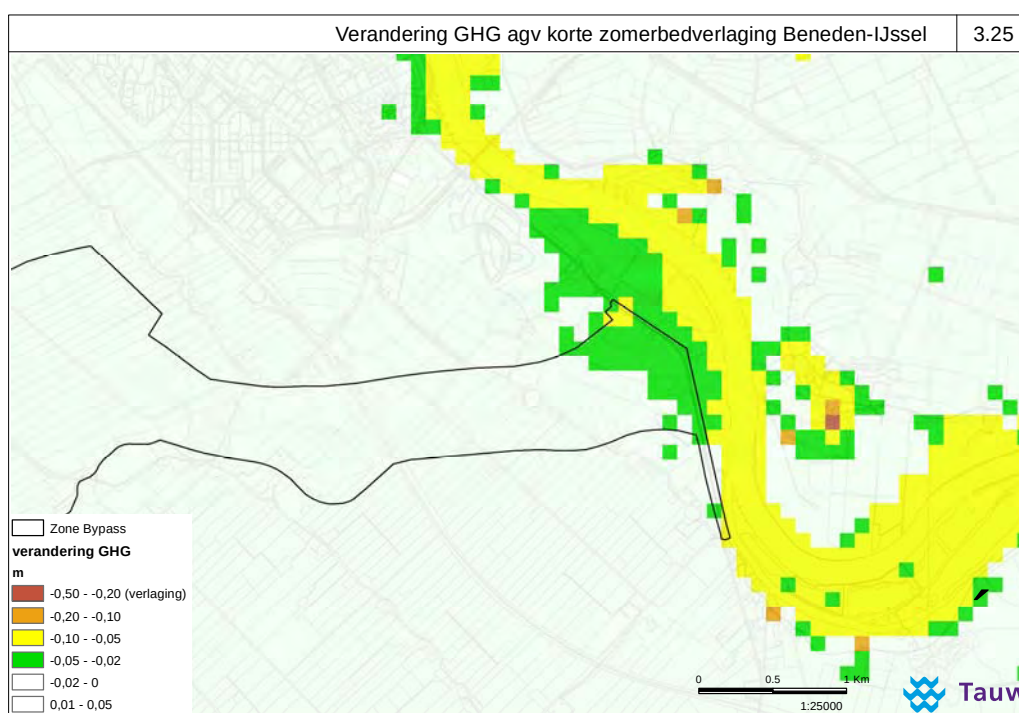
De effecten van de korte zomerbedverlaging (exclusief herinrichting Onderdijkse Waard) op de grondwaterstanden zijn weergegeven in figuren 3.25 en 3.26 (DHV, 2012). De GHG-verlaging in

Kenmerk R006-4828739JLY-kzo-V02-NL

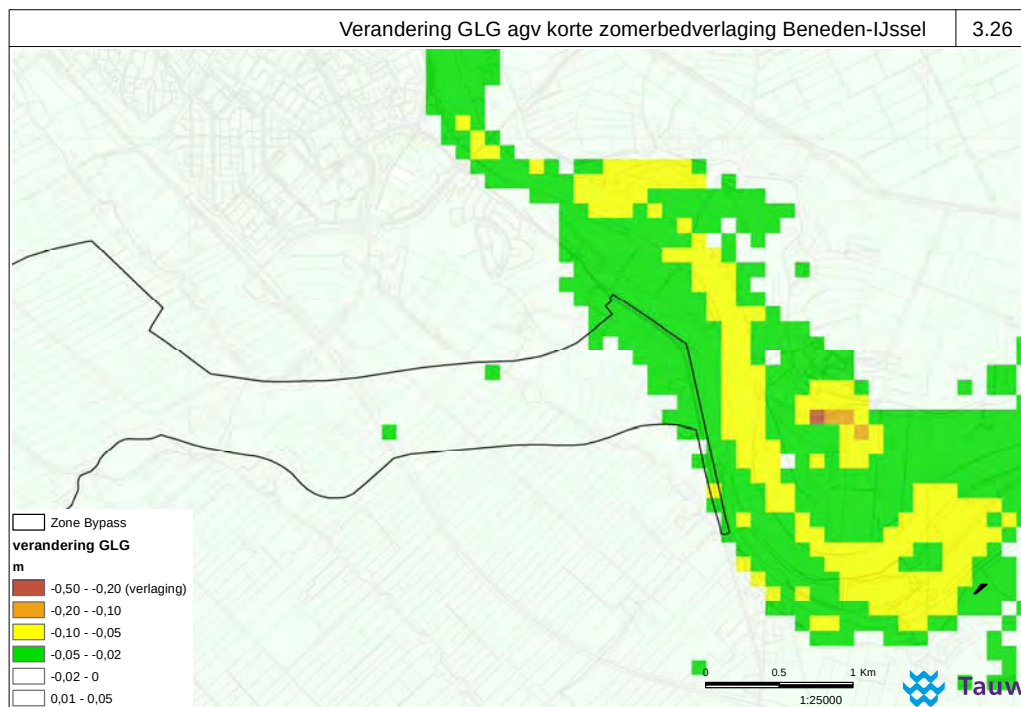
het winterbed van de IJssel varieert ter hoogte van de bypass meest tussen 5 en 10 cm en de GLG-verlaging tussen 2 en 5 cm.

Alleen in de Onderdijkse Waard is sprake van een beperkte overlap tussen de effecten van de korte Zomerbedverlaging en de effecten van IJsseldelta-Zuid (vergelijk met kaarten 7 en 8 in bijlage 1). De GHG verlagingen door beide plannen versterken elkaar. De GLG-verhoging in de Onderdijkse Waard door IJsseldelta-Zuid wordt deel gecompenseerd door een geringe GLG-verlaging als gevolg van de korte zomerbedverlaging.

In het regionale watersysteem zijn zowel de effecten van IJsseldelta-Zuid (grondwaterstands-verhoging) als de effecten van de korte Zomerbedverlaging (grondwaterstandsverlaging) kleiner dan 5 cm. De gecombineerde effecten van IJsseldelta-Zuid en de Zomerbedverlaging, leiden in het binnendijkse gebied nergens tot een neutralisatie van ongewenste effecten. De opgestelde compenserende maatregelen voor IJsseldelta-Zuid, worden daardoor niet overschat en dienen als zodanig te worden uitgevoerd.



Figuur 3.25 Verandering GHG als gevolg van korte zomerbedverlaging Beneden-IJssel (DHV, 2012)



Figuur 3.26 Verandering GLG als gevolg van korte zomerbedverlaging Beneden-IJssel (DHV, 2012)

3.10 Consequenties laatste wijzigingen inrichting bypass en woongebied Reeve

Effecten van wijzigingen in inrichtingsplan bypass

De opgestelde compenserende maatregelen en effectberekeningen zijn gebaseerd op het concept inrichtingsvoorstel van 17 augustus 2010. Het inrichtingsplan van november 2010 kijkt op enkele onderdelen af van dit inrichtingsvoorstel met mogelijk consequenties voor de geohydrologische effecten op de omgeving. De belangrijkste wijziging betreft de ligging en breedte van de vaargeul. De minimale breedte is vergroot van 25 naar 30 m. Deze verbreding kan in principe tot extra infiltratie naar het watervoerend pakket en extra kwel in de omgeving leiden. Omdat als mitigerende maatregel een afdichtende kleilaag is toegepast op de bodem van de vaargeul zijn de effecten van deze verbreding op de infiltratie gering. Er worden dan ook geen extra omgevingseffecten verwacht door deze wijziging van het inrichtingsplan.

Effecten van wijzigingen inrichting woongebied Reeve

Voor de effectberekeningen is uitgegaan van de inrichting zoals weergegeven in figuur 3.2. Daarbij heeft het grootste deel van de plas een waterdiepte van 1,5 m (lichtblauw) en de vaargeul een diepte van 2 m (donkerblauw). Bij deze inrichting wordt onder circa 70 % van de plas de deklaag volledig weggegraven waardoor een zeer goed contact ontstaat tussen de plas en het watervoerende pakket. Alleen onder het meest westelijke deel van de plas behoudt de deklaag nog een stromingsweerstand van 50 tot 150 dagen. Bij gemiddelde omstandigheden treedt in het westelijke deel van de plas wegzijging op omdat de grondwaterstijghoogte in het watervoerende pakket is verlaagd door de grondwaterstroming naar Flevoland.

De inrichting van het watersysteem in het nieuwe woongebied Reeve is na uitvoering van de effectberekeningen voor SNIP3 nog op onderdelen gewijzigd. De meest actuele inrichting van het woongebied Reeve is weergegeven in figuur 3.27. De ruimtelijke ligging van de plas komt sterk overeen met de doorgerekende ligging volgens figuur 3.2. Aan de zuidoostkant richting Zwartendijk is een extra strook open water opgenomen. Binnen de plas worden drie gebieden met een verschillende waterdiepte (en dus bodemniveau) onderscheiden. Ten oosten van de brug is een tweedeling aanwezig met aan de noordzijde (grenzend aan het strandje) een waterdiepte van 1,5 m en aan de zuidzijde (grenzend aan de woningen) een waterdiepte van 2 m. Deze tweedeling komt bij benadering overeen met het doorgerekende plan. Aan de westzijde van de brug is de waterdiepte overal 2,5 m. Dit is tot 1 m dieper dan in de modelberekeningen.



Figuur 3.27 Inrichting woongebied en stedelijk watersysteem Reeve

Het actuele inrichtingsplan voor het stedelijke watersysteem Reeve wijkt daarmee op twee onderdelen af van het doorgerekende plan:

1. De uitbreiding van de plas in zuidoostelijke richting; deze uitbreiding zorgt voor een extra afscherming van de effecten van de bypass in de richting van het gevoelige gebied langs de Zwartendijk waardoor een betere compensatie optreedt; de op dit traject geprojecteerde kwelsloot ten westen van het nieuwe gemaal Zwartendijk (zie kaart 6) kan daardoor vervallen
2. De extra diepte van de plas ten westen van de brug; door de extra diepte (tot 1 m) wordt de deklaag ook in dit deel van de plas volledig weggegraven waardoor een betere interactie ontstaat tussen de plas en het watervoerende pakket; bij gemiddelde omstandigheden leidt dit lokaal tot extra wegzijging en bij extreme belastingen tot extra kwel; de capaciteit van het nieuwe gemaal bij de Zwartendijk behoeft naar verwachting niet te worden vergroot omdat periodieke extreme belastingen kunnen worden opgevangen door het toestaan van fluctuaties in het plaspeil

3.11 Globale kosten compenserende maatregelen

De investeringskosten bestaan uit de werkzaamheden die verricht moeten worden om de gevolgen van de stijgende afvoer en grondwaterstand te kunnen verwerken. Het gaat daarbij om:

- Het graven van nieuwe of verbreden van bestaande watergangen en kunstwerken
- De aanleg van drainage in landelijk gebied

Bij de bepaling van deze kosten is in het vervolg uitgegaan van uitvoeringskosten ('aanneemsom') exclusief BTW. Bovendien is geen rekening gehouden met planvoorbereiding-, toezicht- en directievoeringskosten.

Voor het graven van een nieuwe watergang van 10 m breed in landelijk gebied is een eenheidsprijs van EUR 200,00 per m' gehanteerd (exclusief verwervingskosten). Voor aanleg van (extra) buisdrainage in agrarisch gebied is een eenheidsprijs gehanteerd van EUR 2.100,00/ha. Voor het plaatsen van nieuwe vaste stuwten is een eenheidsprijs van EUR 4.000,00 aangehouden. Voor het plaatsen van een nieuw gemaal (capaciteit 43 l/s) ten zuiden van Kampen is een eenheidsprijs van EUR 50.000,00 aangehouden.

De kosten voor de aankoop en inrichting van gronden voor extra waterberging zijn gebaseerd op een eenheidsprijs van EUR 150.000,00 per hectare.

De kosten van de extra ophoging van 0,10m voor de woonwijk Stationsgebied zijn door DHV berekend en staan vermeld in het Advies waterhuishouding en Bouwrijp maken Stationslocatie d.d. april 2011, registratienummer LW-DE20110129 (DHV, 2011).

De uitvoeringskosten van compenserende maatregelen zijn samengevat in tabel 3.2. De totale kosten komen op circa EUR 2,48 miljoen (exclusief kosten extra inrichtingsmaatregelen van de nieuwe woonwijk Stationsgebied en monitoringsnet voor waterkwantiteit en waterkwaliteit).

Tabel 3.2 Kosten compenserende maatregelen

Locatie	Maatregel	Traject lengte m	Areaal ha	Insteek breedte m	Eenheidsprijs EUR	Kosten EUR
Kampen	Vergroten duikers Symfonielaan en ter plaatse van fietspad	60+16				152.000,00
Zuid van Koerskolk	1. Nieuwe afwatering en kwelsloot	1.600		10	200,00/m	320.000,00
	2. Stuw in kwelsloot				4.000,00	4.000,00
	3. Buisdrainage		12		2.100,00 /ha	25.200,00
Zuid van De Enk	1. Nieuwe kwelsloot	1.400		10	200,00/m	280.000,00
	2. Stuw in kwelsloot				4.000,00	4.000,00
	3. Buisdrainage		20		2.100,00/ha	42.000,00
West van Molenkolk	1. Nieuwe afwatering en kwelsloot	2.000		10	200,00/m	400.000,00
	2. Drie stuwen in kwelsloot				4.000,00	12.000,00
Noord van Koerskolk	1. Nieuwe afwatering en kwelsloot	1.300		10	200,00/m	260.000,00
	2. Gemaal in kwelsloot					50.000,00
Noord van De Enk	1. Nieuwe afwatering en kwelsloot	1.400		10	200,00/m	280.000,00
	2. Buisdrainage		10		2.100,00/ha	21.000,00
West van Buitendijkseweg	1. Nieuwe kwelsloot	2.200		10	200,00/m	440.000,00
	2. Buisdrainage		19		2.100,00/ha	39.900,00
Noordeinde	Waterberging		1		150.000,00/ha	150.000,00

Kenmerk R006-4828739JLY-kzo-V02-NL

Locatie	Maatregel	Traject lengte m	Areaal ha	Insteek breedte m	Eenheidsprijs EUR	Kosten EUR
Nieuwe woonwijk Stationsgebied	Extra inrichtings- maatregelen					Pm*
Plangebied en omgeving	Inrichting/gebruik monitoringnet waterkwantiteit en waterkwaliteit					Pm
Totaal						2.480.100,00

* Extra maaiveldophoging geraamd op EUR 376.000 exclusief BTW en exclusief voorbereiding en toezichtkosten (DHV, 2011)

3.12 Waterhuishoudingsaanpassingsplan

Het pakket compenserende maatregelen voor de effecten van IJsseldelta-Zuid (kaart 6) bestaat uit een combinatie van lokale maatregelen (kwelsloot, buisdrainage) en maatregelen voor het toekomstige functioneren van het regionale watersysteem.

Het plangebied van de bypass doorsnijdt een deel van de huidige bemalingsgebieden Roggebot en Kamperveen (kaart 1). Dit betekent dat voor een aantal percelen een nieuwe afwateringsmogelijkheid moest worden vastgesteld. De toekomstige inrichting van het regionale watersysteem is weergegeven op kaart 33. Deze kaart is in combinatie met onderstaande toelichting het waterhuishoudingsaanpassingsplan voor IJsseldelta-Zuid.

In het kader van het inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid zijn de volgende aanpassingen in het regionale watersysteem nodig:

Bemalingsgebieden:

De grens tussen de bemalingsgebieden Roggebot en Kamperveen wordt gewijzigd. De nieuwe grens valt samen met respectievelijk de noordelijke en zuidelijke dijk langs de bypass. De gemaalcapaciteiten hoeven niet te worden gewijzigd.

Peilgebieden en afwateringsrichting noordzijde bypass:

Van drie (delen van) peilvakken langs de noordgrens van het plangebied ten oosten van de Zwartendijk, wordt de afwateringsrichting gewijzigd. Deze gebieden wateren thans af naar gemaal Kamperveen. In de nieuwe situatie wateren de peilvakken ten oosten van de N50 via een nieuwe kwelsloot af naar de Oude IJsselarm en vervolgens via Kampen naar gemaal Roggebot. Een mogelijke oplossing om de huidige streefpeilen (voorlopig) te handhaven betreft de plaatsing van een nieuw gemaaltje in deze kwelsloot met een capaciteit van 43 l/s. Een definitieve

oplossing voor de afwatering van dit gebied zal in overleg met de gemeente Kampen worden vastgesteld. Bij aanpassing van de streefpeilen in het kader van de nieuwe stedelijk ontwikkeling, kan dit gemaal vervallen.

Het driehoekige peilgebied ten westen van N50 watert via een nieuwe kwelsloot af naar het nieuwe gemaal Zwartendijk.

Het gebied ten westen van de Zwartendijk en ten zuiden van de Hanzelijn watert thans af naar gemaal Roggebot en in de toekomst naar het nieuwe gemaal Zwartendijk (samen met het stedelijk water van het nieuwe woongebied Reeve). In dit nieuwe peilgebied (en het stedelijk water) wordt een constant peil gehandhaafd van -0,8 m NAP. Het gemaal Zwartendijk krijgt een capaciteit van 0,4 m³/s.

Aan de westrand van de bebouwde kom van Kampen, krijgt een al bestaande watergang de functie hoofdwatgang. Om overlast in Kampen te voorkomen zal een deel van de afwatering van Onderdijks (en van de nieuw aangekoppelde peilvakken aan de noordzijde van de bypass), via deze watergang plaatsvinden. Twee kleine duikers op dit traject zullen nog worden vergroot (zie kaart 6).

De nieuwe kwelsloot ten westen van de Buitendijksweg heeft alleen een lokale functie om vernatting van aangrenzende agrarische percelen tegen te gaan.

Peilgebieden en afwateringsrichting zuidzijde bypass:

Tussen het plangebied van de bypass en het gebied Noordeinde (waterschap Veluwe), blijft langs het Drontermeer nog één peilgebied gedeeltelijk behouden (kaart 33; winterpeil -0,6 m NAP). Dit nieuwe peilgebied watert via de nieuwe kwelsloot af naar de Molenkolk en gemaal Kamperveen. Om in de aangrenzende percelen de huidige streefpeilen te handhaven, worden in deze kwelsloot drie stuwen geplaatst.

Op de grens van de beheergebieden van waterschap Groot Salland en Veluwe is beperkt ruimte voor een nieuwe kwelsloot. Deze oplossing zal in het vervolg (SNIP4) daarom nader worden uitgewerkt, waarbij tevens rekening wordt gehouden met de benodigde waterberging (circa 1 ha) om ongewenste effecten van de bypass te compenseren.

Tussen de N50 en de Binnen Reeve wordt een nieuwe kwelsloot aangelegd met afwatering naar de Binnen Reeve. De peilscheiding tussen het oostelijke traject (winterpeil -1,05 m NAP) en het westelijke traject (winterpeil -1,40 m NAP), wordt gerealiseerd door middel van een nieuwe stuw in deze kwelsloot. Twee kleine resterende percelen van het oorspronkelijke peilvak 'De Enk' (winterpeil -1,15 m NAP) krijgen een nieuw peil -1,40 m NAP.

De percelen direct ten oosten van de Hanzelijn, wateren via een nieuwe kwelsloot in oostelijke richting af naar de bestaande hoofdwatgang langs de Chalmotweg.

Kenmerk R006-4828739JLY-kzo-V02-NL

De bestaande hoofdafwatering langs de Venedijk-Zuid, wordt door het plangebied onderbroken. De nieuwe kwelsloot op dit traject zal daarom tevens de functie van hoofdafwatering krijgen voor de bovenstrooms gelegen peilvakken. Benedenstrooms van de Venedijk wordt een nieuwe stuw geplaatst.

4 Effecten inrichtingsplan op (grond)waterkwaliteit

4.1 Inleiding

Het inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid heeft invloed op de verticale grondwaterstroming naar de omgeving en kan daarmee tevens invloed hebben op de oppervlaktewaterkwaliteit in het regionale watersysteem. In de huidige systeem treedt aan de oostkant van het plangebied overwegend een kwel tussen 0,2 en 1 mm/dag op door de deklaag (kaart 4). In de bebouwde kom van Kampen is de verticale grondwaterflux kleiner dan 0,2 mm/dag. In het westen van het plangebied is sprake van een wegzijgingsflux van 0,2 tot 2 mm/dag. In het bosgebied ten westen van de Drontermeerdijk treedt een sterke kwelflux op naar de drainerende watergangen en wegzijging tussen de watergangen.

Als gevolg van het inrichtingsplan treedt vooral in de percelen direct rond het inrichtingsplan en ten westen van de Drontermeerdijk een extra verticale grondwaterflux op door kwel vanuit de bypass (kaart 9). In de bebouwde kom van Kampen wordt de grondwaterflux niet significant beïnvloed door de bypass (< 0,2 mm/dag). Hier zijn dan ook geen gevolgen voor de oppervlaktewaterkwaliteit te verwachten.

Waterschap Zuiderzeeland vreest voor verhoogde ijzerconcentraties in het oppervlaktewater in Noordoost Flevoland wanneer de Bypass bij Kampen is gerealiseerd. In dit hoofdstuk worden de huidige situatie beschreven en de mogelijke toekomstige situatie verkend. Hierbij is gebruik gemaakt van bestaande literatuur en meetgegevens.

4.2 Huidige situatie Zuiderzeeland

De huidige concentraties van stoffen die vooral in het oppervlaktewater aanwezig zijn als gevolg van kwel in Noordoost Flevoland zijn ijzer en sulfaat. Vooral ijzer is voor waterschap Zuiderzeeland een aandachtstof.

4.2.1 Kweldruk

Voor de huidige situatie is er in Oostelijk Flevoland een kwelhoeveelheid berekend van 0 tot 6 mm/dag (kaart 4). De hoogste kwel treedt op langs de dijk en bestaat grotendeels uit water uit de randmeren. Iets verder van de dijk is de kwel op de meeste plekken 0,5 tot 1 mm/dag.

4.2.2 Concentraties ijzer in het kwelwater

Grote delen van Flevoland staan onder invloed van diepe, ijzerrijke kwel. Dit ijzer komt in het grondwater voor in de (gereduceerde) vorm van tweewaardig ijzer (Fe^{2+}) en vormt als het in contact komt met zuurstofrijk oppervlaktewater ijzeroxiden en ijzerhydroxiden. Hierbij wordt tweewaardig ijzer geoxideerd tot driewaardig ijzer (Fe^{3+}). Dit driewaardig ijzer is slecht oplosbaar

en zorgt voor bruinkleuring van het oppervlaktewater. Bij deze omzetting wordt zuurstof verbruikt en deze omzetting werkt ook verzurend.

In noordoost Flevoland liggen de ijzerconcentraties in watervoerend pakket 1 tussen 5 en 10 mg/l (Witteveen+Bos, 2005).

4.2.3 Concentraties ijzer in het oppervlaktewater

De ijzerconcentraties in het oppervlaktewater varieerden tussen 1997 en 2001 tussen 0 en 11 mg/l (Witteveen+Bos, 2005). De 90-percentielwaarde voor Noordoost Flevoland ligt, afhankelijk van de locatie, tussen 7,9 en 9,5 mg/l en dit is hoger dan de concentratie die het waterschap wenst ($\leq 2,5$ mg/l).

Hoewel ijzer niet in toxische waarden in het water voorkomt kan het negatieve effecten op de waterkwaliteit hebben omdat bij de oxidatie van ijzer zuurstof verbruikt wordt en zuur wordt gevormd. Daar staat tegenover dat driewaardig ijzer fosfaat bindt en daardoor eutrofiëring tegengaat. Roodbruinkleuring en vertroebeling van het water hebben een negatief effect doordat er minder licht doordringt in het water.

In noordoost Flevoland zijn problemen met de zuurstofhuishouding (Waterschap Zuiderzeeland, 2003). Dit is ook het geval in zuidoostelijk Flevoland.

De ijzerconcentratie in het oppervlaktewater is in noordoostelijk Flevoland vergelijkbaar met die in het grondwater. Witteveen+Bos (2005) concludeert dat de concentratie van ijzer in het oppervlaktewater onafhankelijk is van de kwelsituatie en dat hoge ijzerconcentraties ook in inzijgingsgebieden worden aangetroffen. Het voorkomen van ijzer in oppervlaktewater is gerelativeerd aan kwel van diep grondwater, maar ook van ijzercomplexen in de bodem van drooggemaakte poldergronden.

4.3 Toekomstige situatie Zuiderzeeland

De toekomstige situatie zal een toename van kwel betekenen. In deze paragraaf verkennen we de invloed van verhoogde kwel op de ijzerconcentraties en de consequenties daarvan op de oppervlaktewaterkwaliteit.

4.3.1 Toename kwel

Uit de modelberekeningen (kaart 9) volgt dat de kwel in de zone tot 500 meter vanaf de dijk zal toenemen. De toename varieert tussen 0,2 tot 0,5 mm/dag. Alleen vlak langs de dijk kan de kwel met maximaal 1 tot 2 mm/dag toenemen. Dit betekent dat de kwel in de zone van 500 meter vanaf de dijk met maximaal 30 % toeneemt. Buiten deze zone neemt de kwel niet toe.

4.3.2 Toename concentratie ijzer in het oppervlaktewater

Hoewel de hoeveelheid kwel met maximaal 30 % toeneemt, is een verhoging van de concentratie ijzer in het oppervlaktewater niet te verwachten, omdat in noordoostelijk Flevoland de

Kenmerk R006-4828739JLY-kzo-V02-NL

concentratie ijzer in het oppervlaktewater vergelijkbaar is met die in het grondwater (eerste watervoerend pakket).

Toename van kwel zal tot gevolg hebben dat de zuurstofhuishouding verslechtert, omdat het kwelwater zuurstofloos is en de vracht van ijzer toeneemt. Het zuurstofverbruik zal daardoor in een bredere zone toenemen. Zuurstof is een primaire levensvoorwaarde voor een groot aantal organismen.

Ook de zone waarin troebeling door ijzer optreedt zal groter worden.

Gemiddeld over de afwateringseenheid van het bosgebied neemt de kwel toe met 0,06 mm/dag. Dit is een toename van 12 %. Ook de ijzerbelasting neemt hierdoor met 12 % toe.

4.4 Conclusie waterkwaliteit Zuiderzeeland

Een toename van de kwel in noordoostelijk Flevoland is alleen te verwachten in de zone binnen 500 m vanaf de dijk. De kwel neemt hier maximaal met 30 % toe. Over de hele afwateringseenheid neemt de kwel gemiddeld met 12 % toe. Omdat de concentratie van ijzer in het grondwater vergelijkbaar is met de concentratie in het oppervlaktewater is niet te verwachten dat de toegenomen kwel leidt tot hogere ijzerconcentraties in het oppervlaktewater.

De zuurstofvraag zal wel hoger worden, omdat kwelwater zuurstofloos is en omdat de vracht van ijzer met 12 % toeneemt. Dit betekent dat al aanwezige problemen met de zuurstofhuishouding lokaal zullen toenemen. De zone met lage zuurstofconcentraties en troebeling door ijzeroxiden breidt zich uit. De aanleg van de bypass leidt hierdoor tot een slechtere waterkwaliteit in Noordoost-Flevoland. De KRW-opgave ten aanzien van de zuurstofhuishouding en doorzicht wordt hiermee vergroot.

Aanbevolen wordt om de lokale waterkwaliteit te monitoren zodat kan worden vastgesteld of een ontoelaatbare verslechtering optreedt. Eventuele compenserende maatregelen zijn in dat geval een verhoging van het streefpeil in het betreffende peilvak (voor reductie van de kwel) of doorspoeling van de watergangen vanuit een aangrenzend peilgebied.

5 Betrouwbaarheid effecten bypass en risicoanalyse

5.1 Inleiding

De geohydrologische effecten van het inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid op de omgeving zijn berekend met gevalideerde hydrologische rekenmodellen. De onzekerheid in de berekende regionale effecten is nader gekwantificeerd (bandbreedte) op basis van gevoeligheidsanalyses voor de meest onzekere modelparameters. Tevens is de robuustheid van de compenserende maatregelen beoordeeld aan de hand van een effectberekening voor in de toekomst hogere buitenwaterstanden.

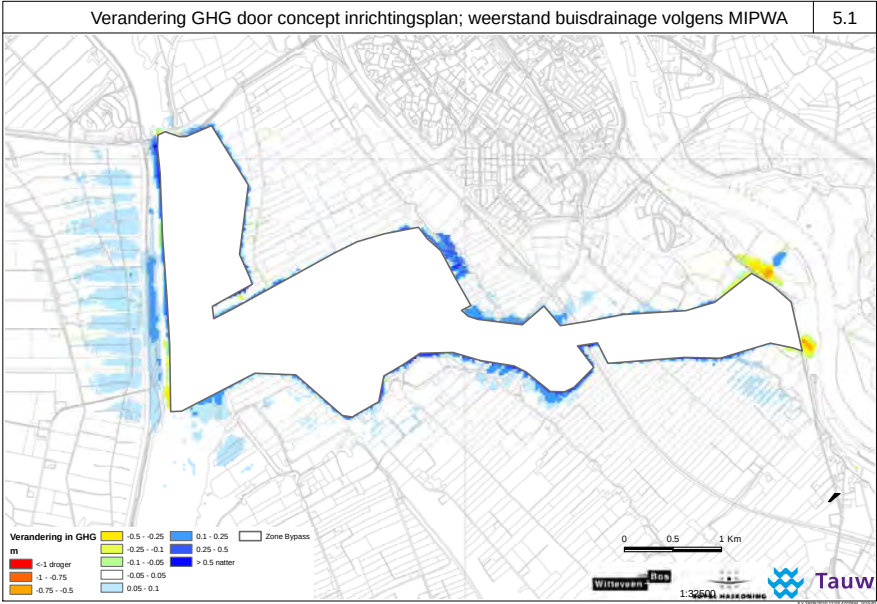
Vanwege de onzekerheid in de modeluitkomsten is er een risico dat in werkelijkheid grotere omgevingseffecten optreden die niet volledig worden gecompenseerd. In dat geval zijn aanvullende beheersmaatregelen nodig om de gewenste situatie te realiseren.

5.2 Betrouwbaarheid berekende omgevingseffecten bypass

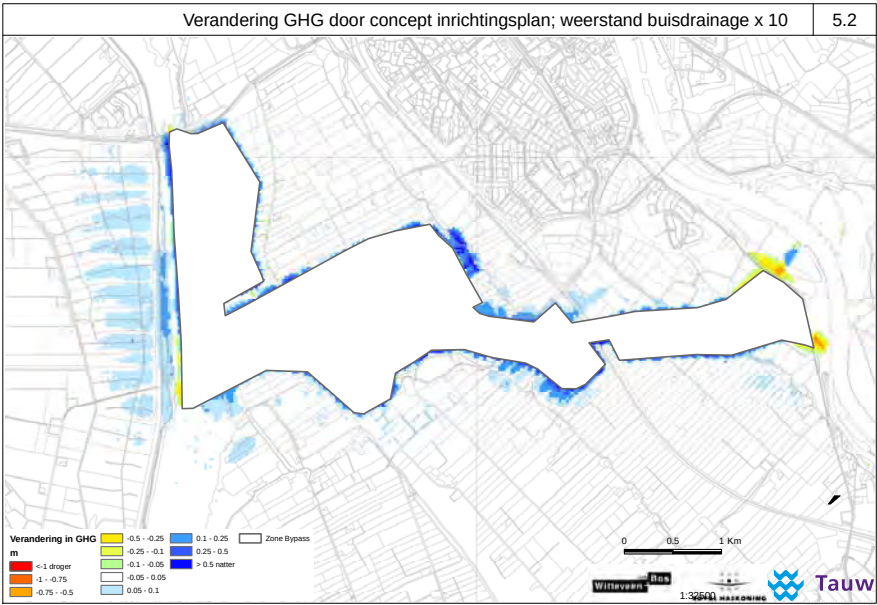
5.2.1 Gevoeligheidsanalyse voor weerstand buisdrainage

De in MIPWA toegepaste weerstand van de buisdrainage is gebaseerd op literatuurgegevens, kalibratieresultaten en regionale steekproeven in het veld. De actuele drainagesituatie rond het plangebied is met name op perceelschaal relatief onzeker. Welke invloed deze onzekerheid heeft op de effecten van de bypass is bepaald aan de hand van een gevoeligheidsanalyse. Daarbij is de in MIPWA gebruikte drainageweerstand met een factor 10 vergroot. In de praktijk betekent dit dat buisdrainage vrijwel ontbreekt.

Uit figuren 5.1 en 5.2 blijkt dat de drainageweerstand alleen in een smalle strook grenzend aan het plangebied invloed heeft op de effecten van de bypass. Wanneer de buisdrainage (vrijwel) ontbreekt is de GHG-verhoging hier 5 tot 10 cm groter dan bij intensief gedraineerde percelen. Mede door de bufferende werking van de relatief talrijke drainerende kavelsloten nemen de effecten van de bypass op afstand slechts enkele centimeters toe.



Figuur 5.1 Verandering GHG door concept inrichtingsplan; weerstand buisdrainage MIPWA



Figuur 5.2 Verandering GHG door concept inrichtingsplan; weerstand buisdrainage x 10

5.2.2 Gevoeligheidsanalyse voor weerstand deklaag

De opbouw en dikte van de deklaag in het plangebied is in het kader van SNIP3 uitgebreid gekarteerd. Deze gedetailleerde ruimtelijke informatie is opgenomen in het grondwatermodel. De verticale doorlatendheid van de verschillende bodemsoorten (klei/zand/veen) is gebaseerd op literatuurgegevens en deels onderbouwd door middel van de uitgevoerde modelvalidatie. De onzekerheid in de doorlatendheid van de aangetroffen bodemsoorten wordt ingeschat op 50 %.

Bij een gevoeligheidsanalyse is de totale deklaagweerstand gevarieerd tussen 70 % en 150 % van de meest waarschijnlijke referentiewaarde. De invloed van de deklaagweerstand op de grondwatereffecten door de bypass is weergegeven op de kaarten 23 tot en met 26.

Bij een 30 % lagere deklaagweerstand is het effect van de bypass op de GHG lokaal enkele centimeters groter dan bij de meest waarschijnlijke deklaagweerstand (kaart 7). Hierdoor wordt de GHG-verhoging juist groter dan 5 cm ter hoogte van de Zwartendijk, ten noorden van het woongebied Reeve en in Noordeinde. De effecten op de GLG nemen 1 tot 3 cm toe (vergelijk kaarten 8 en 24). Bij een 50 % hogere deklaagweerstand is het effect van de bypass op de GHG lokaal enkele centimeters kleiner dan bij de meest waarschijnlijke deklaagweerstand. Ook de effecten op de GLG nemen 1 tot 3 cm af bij een grotere weerstand (vergelijk kaarten 8 en 26).

De weerstand van de deklaag heeft tevens invloed op de verandering van de kwel/wegzijging als gevolg van de bypass (kaarten 27 en 28). Bij een kleinere deklaagweerstand (70 %) neemt het areaal met een opwaartse fluxverandering tussen 0,3 en 0,5 mm/dag aan de noordzijde van het plangebied belangrijk toe. Ten westen van de N50 betreft dit vooral een afname van de huidige wegzijging. In Onderdijks zal de huidige kwel circa 0,3 mm/dag toenemen. Deze extra belasting kan worden verwerkt door het gemaal Roggebot. Aan de zuidkant van het plangebied neemt het areaal met extra kwel slechts weinig toe. De extra kwel naar de sloten in het bosgebied ten westen van de Drontermeerdijk wordt ruim 0,5 mm/dag. Bij een grotere deklaagweerstand (150 %) zijn de gebieden met een fluxverandering van meer 0,3 mm/dag iets kleiner dan gemiddeld (kaart 9). In Flevoland is de kwel kleiner dan 0,5 mm/dag.

Lokale effecten van zandbanen

De berekende regionale geohydrologische effecten op de grondwaterstand en de kwelflux zijn gebaseerd op gedetailleerde informatie over de opbouw van de deklaag op basis van boringen en grondradar. De totale dikte van klei- en veenlagen binnen de deklaag is ruimtelijk gevarieerd in het grondwatermodel. Literatuurgegevens (Cohen, K.M. e.a. 2010) wijzen op het bestaan van zandbanen in de deklaag binnen het plangebied van IJsseldelta-Zuid. Via dergelijke zandbanen

zou bij hoge buitenwaterstanden een preferente grondwaterstroming kunnen optreden met uiteindelijk mogelijk risico voor de stabiliteit van de dijk.

Vanwege het lokale karakter, heeft een versterkte kwelflux via zandbanen geen significant effect op de waterbalans (en de waterstanden) van het binnendijkse watersysteem. De risico's voor de waterkering kunnen worden ondervangen door toepassing van lokale maatregelen in het ontwerp (bijvoorbeeld buitendijkse kleiafdichting van de zandbaan).

De doorsnijding van deklaag ter plaatse van de vaargeul is indicatief bepaald op basis van boringen en georadar en relatief onzeker. Aanbevolen wordt om bij het graven van de vaargeul de lokale opbouw van de deklaag nauwkeurig te bepalen en de mitigerende kleiafdichting op de bodem van de vaargeul hier zo nodig op aan te passen. Een extra kleiafdichting van de vaargeul (taluds) ter plaatse van zandbanen heeft geen meerwaarde vanwege de relatief grote afstand tot de dijken.

5.2.3 Conclusies betrouwbaarheid omgevingseffecten

De onzekerheden in de weerstand van de deklaag en de buisdrainage hebben op regionale schaal slechts beperkt invloed op de grootte van de geohydrologische effecten die worden veroorzaakt door de bypass. De bandbreedte in de berekende GHG-verhoging als gevolg van onzekerheid in de deklaagweerstand bedraagt minder dan 5 cm. De compenserende effecten van buisdrainage zijn alleen lokaal in de percelen direct langs het plangebied gevoelig voor de drainageweerstand. De betrouwbaarheid van de berekende omgevingseffecten is op regionale schaal dan ook groot.

De onzekerheid in de deklaagweerstand heeft een beperkte invloed op de lokale en regionale kwelverandering en leidt niet tot belangrijke extra risico's voor de waterbalans en de waterkwaliteit van het regionale watersysteem.

De effecten op functies worden behalve door de grondwaterstandsverandering tevens bepaald door de uitgangssituatie. In een droge uitgangssituatie heeft een grondwaterstandsverhoging een andere invloed op de omgeving dan in een natte uitgangssituatie:

- De betrouwbaarheid van de berekende uitgangssituatie is op regionale schaal voldoende maar op perceelschaal vrij beperkt (modelvalidatie: afwijking GHG peilbuizen maximaal 25 tot 75 cm). Er is geen actuele gebiedsdekkende grondwatertrappenkaart beschikbaar om als uitgangssituatie te gebruiken
- De doelrealisatie voor landbouw (nat-/droogteschade) is vrij sterk afhankelijk van de grondwaterstand ten opzichte van maaiveld en kan dus op perceelschaal zowel onderschat als overschat worden (afwijking +/-25 %). Mits de afwijkingen in de uitgangssituatie niet te groot zijn is de verandering van de doelrealisatie echter weer wel vrij betrouwbaar (+/-5 %)

5.3 Robuustheid voor toekomstige verhoging buitenwaterpeilen

In het kader van het Nationaal Waterplan (NWP) wordt de komende 90 jaar een verhoging van het streefpeil voorzien in het IJsselmeer en de randmeren. Deze peilverhoging werkt tevens (gedeeltelijk) door op de benedenloop van de IJssel. Door hogere buitenwaterpeilen zullen de geohydrologische omgevingseffecten van de bypass toenemen.

De robuustheid van de compenserende maatregelen voor deze geplande toekomstige verhoging van de buitenwaterpeilen is beoordeeld aan de hand van een effectberekening met het grondwatermodel voor het inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid. De geplande peilverhoging in het jaar 2100 (tot 1,5 m) is nog zeer onzeker en daarom niet gebruikt voor deze toetsing op robuustheid. In overleg met waterschap Groot Salland is de verwachte peilstijging in het jaar 2045 gebruikt voor de toetsing.

Naar inschatting van Rijkswaterstaat IJsselmeergebied zullen de zomerstreefpeilen tussen 2015 en 2045, 30 cm en de winterstreefpeilen tussen 2035 en 2045 maximaal 15 cm stijgen ten opzichte van de huidige situatie (Royal Haskoning, 2010). Voor de robuustheidtoets zijn de gebruikte historische waterstandsreeksen van de randmeren met 30 cm verhoogd. Voor het effect hiervan op het IJsselpeil is een lineair afnemend verloop aangenomen. De mogelijk verlagende effecten van zomerbedverlaging op de Beneden-IJssel zijn hierbij niet in rekening gebracht.

De effecten van de bypass en de toekomstige peilverhoging op de GHG zijn weergegeven op kaart 29. In de percelen grenzend aan het plangebied wordt de GHG circa 2 cm hoger bij het nieuwe buitenwaterpeil (vergelijk met kaart 7). In Zuiderzeeland en in de bebouwde kom van Kampen wordt de GHG 5 tot 15 cm hoger. Deze effecten zijn echter vrijwel volledig het gevolg van de peilstijging op het Vossemeer en de IJssel en worden nauwelijks beïnvloed door de aanleg van de bypass. De effecten in Kampen zullen (deels) teniet worden gedaan door de zomerbedverlaging.

De effecten op de GLG nemen in een groot gebied toe (kaarten 8 en 30) en in het zuiden van Kampen kan overlap optreden tussen de effecten van de bypass en de effecten van een peilstijging op de IJssel. In de woonwijk De Maten wordt de GLG-verhoging hierdoor ruim 10 cm. Een GLG-verhoging zal echter in principe nergens tot overlast of schade leiden.

De voorgestelde compenserende maatregelen zijn daarmee toekomstrobuust. Bij de voorgenomen peilstijging zijn tot 2045 naar verwachting geen aanvullende maatregelen om overlast/schade in het regionale watersysteem van Kampen te voorkomen.

5.4 Effecten tijdens hoogwaterafvoer via de bypass

5.4.1 Inleiding

In hoofdstuk 3 zijn de geohydrologische effecten van de bypass beschouwd voor diverse situaties met gemeten hoge buitenwaterstanden op de IJssel (door een afvoergolf) en het Vossemeer inclusief de bypass (door opwaaiing). Dit betreft historische situaties met herhalingstijden tussen 1 en 100 jaar. Op basis van de effecten is het regionale watersysteem getoetst op het risico van inundatie volgens de NBW-werknormen ($T=10$ tot $T=100$ jaar). Bij deze NBW-toetsing is geen situatie met hoogwaterafvoer via de bypass in beschouwing genomen, omdat voor deze zeldzame gebeurtenissen (groter dan $T=100$ jaar) geen normen en toetsingscriteria bestaan.

Om de robuustheid van het ontwerp en de risico's van extreme effecten te beoordelen zijn de grondwatereffecten beschreven voor een situatie met hoogwaterafvoer via de bypass.

De bypass en het inlaatwerk zijn ontworpen op een hoogwaterafvoer van maximaal $220 \text{ m}^3/\text{s}$ in fase 1 (met aanwezigheid Roggebotsluis) en circa $700 \text{ m}^3/\text{s}$ in fase 2 (zonder aanwezigheid Roggebotsluis). Beide situaties leiden tot nagenoeg dezelfde maximale waterstanden op het verlengde Vossemeer en de bypass. Daarom zijn alleen de effecten op de grondwaterstand voor fase 2 in beeld gebracht. Bij deze effectenanalyse is gebruik gemaakt van de in deelproduct 9: Hydraulica en Veiligheid (Royal Haskoning, 2012) berekende buitenwaterstanden op de bypass en de IJssel.

5.4.2 Situatie met hoogwaterafvoer via bypass

De volgende stationaire afvoersituaties zijn beschouwd met een herhalingstijd $T=2000$ jaar:

- Een extreme hoogwaterafvoer op de IJssel (en de bypass)
- Een extreme windopzet op het IJsselmeer
- Meerdere combinaties van beide invloeden

De situatie met extreme hoogwaterafvoer $T=2000$ leidt op de bypass tot maximale waterstanden tussen 1,5 en 2,5 m +NAP. Door extreme stormopzet kunnen in fase 2 via het verlengde Vossemeer maximale waterstanden tot circa 3,75 m +NAP optreden.

Een extreme hoogwaterperiode ($T=2000$) van de IJssel duurt volgens statistische gegevens naar verwachting in totaal 25 tot 30 dagen, met een relatief smalle top van maximaal vijf dagen. Een extreme opwaaiing ($T=2000$) duurt in de meeste gevallen niet langer dan 24 uur.

De effecten op het grondwater zijn niet alleen afhankelijk van de grootte van de belasting (=peilverhoging) maar ook van de duur van belasting. Vanwege de vertraagde reactie van het grondwater zal bij een kortdurende belasting zoals opwaaiing slechts een deel van de stijging in het buitenwaterpeil doorwerken in het grondwater.

Kenmerk R006-4828739JLY-kzo-V02-NL

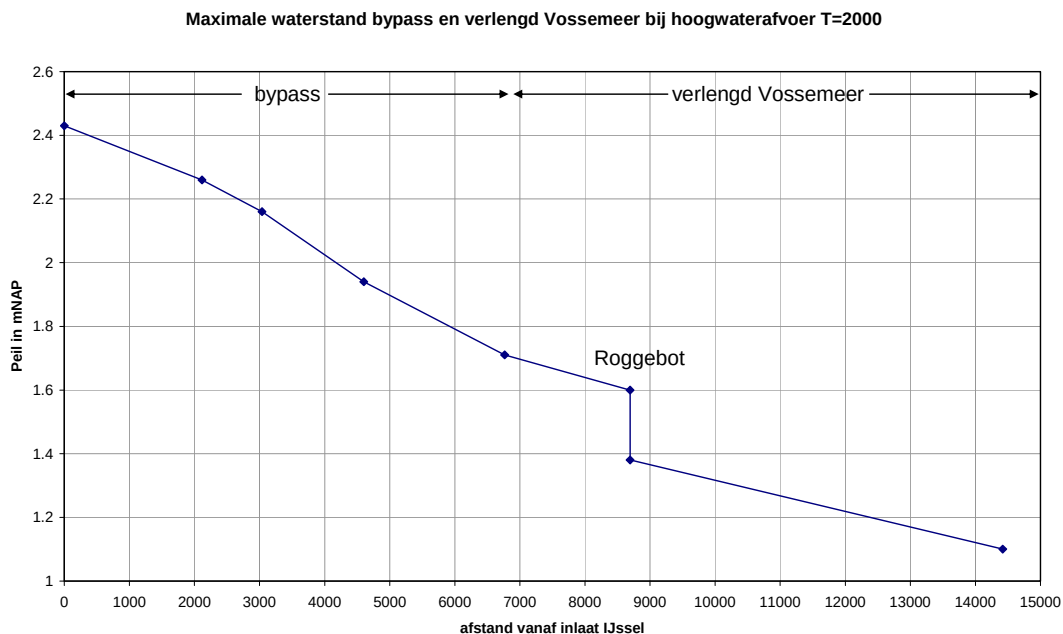
Op grond hiervan is beoordeeld dat een langdurige belasting tijdens hoogwaterafvoer maatgevend zal zijn voor de maximale effecten in het regionale watersysteem.

De beschouwde hoogwatersituatie voor de effectenanalyse heeft de volgende kenmerken:

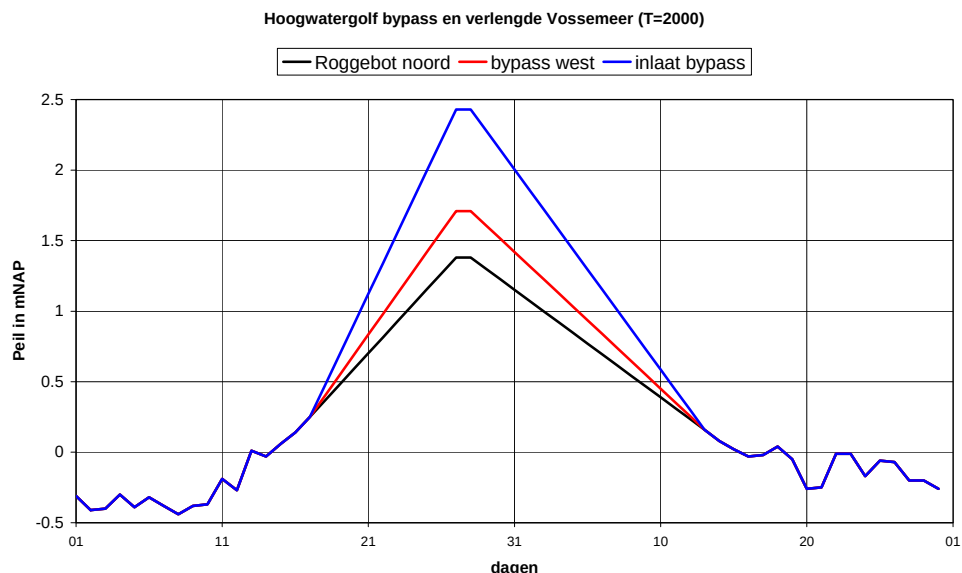
- Een waterstand van 1,0 m +NAP op het Ketelmeer (windopzet T= 1 jaar)
- Maximale IJsselwaterstanden van respectievelijk 4,2, 2,73 en 2,29 m +NAP op de locaties Katerveer, inlaat bypass en Kampen Bovenhaven
- Maximale waterstanden tussen 2,43 en 1,1 m +NAP op het traject vanaf de inlaat bypass via het verlengde Vossemeer tot aan het Ketelmeer (figuur 5.3)
- Een hoogwatergolf met een totale duur van 27 dagen en een smalle top (figuur 5.4)

Bij de effectenstudie op historische waterstanden is de maximale waterstand op de gehele bypass door opwaaiing 1,26 m +NAP (geen aangenomen verhang) en treedt gedurende maximaal twee weken een waterstand van minimaal 0,50 m +NAP op.

Bij de hier beschouwde hoogwaterafvoer op de bypass varieert de maximale waterstand tussen 2,43 m +NAP bij de inlaat en circa 1,5 m +NAP op het verlengde Vossemeer. Vooral op het bovenstroomse traject vanaf de inlaat tot aan de Hanzelijn is de waterstand dus aanzienlijk hoger dan bij de historische gebeurtenissen. Ook de duur van de periode met een waterstand van minimaal 0,50 m +NAP is 50 % langer (circa 3 weken).



Figuur 5.3 Maximale waterstand bypass en verlengd Vossemeer bij hoogwaterafvoer T=2000



Figuur 5.4 Waterstandsverloop bypass en verlengde Vossemeer bij hoogwaterafvoer T=2000

5.4.3 Geohydrologische effecten tijdens hoogwaterafvoer bypass (T=2000)

Grondwaterstanden

De maximale grondwaterstandsverandering tijdens de beschouwde hoogwaterperiode met herhalingsdij T=2000 jaar is weergegeven op kaart 31. Als referentie geldt de situatie zonder bypass maar ook zonder verhoogde waterstanden op de IJssel en het verlengde Vossemeer. Het kaartbeeld toont daarmee niet alleen de effecten door de aanleg van de bypass maar ook de effecten van het zeer hoge IJsselpeil en een verhoogd peil op het Ketelmeer.

Het overall beeld vertoont veel overeenkomst met de effecten op de GHG (kaart 7). Aanzienlijk grotere effecten treden op in Kampen (5 tot 20 cm) en in Onderdijks (5 tot 35 cm). Deze effecten zijn voornamelijk het gevolg van het hoge IJsselpeil en zouden ook in een hoogwatersituatie zonder bypass optreden. De effecten van de bypass op de grondwaterstand in Kampen worden ook tijdens een hoogwaterafvoer effectief afgeschermd door de mitigerende en compenserende maatregelen.

De maximale effecten in de agrarische percelen grenzend aan het plangebied nemen op de meeste plaatsen toe ten opzichte van het gemiddelde effect op de GHG. Langs de Binnen Reeve en ten zuiden van de Enk wordt lokaal een grondwaterstandsverhoging van meer dan 20 cm berekend. In Noordeinde is de grondwaterstandsverhoging lokaal groter dan 10 cm. In het

Kenmerk R006-4828739JLY-kzo-V02-NL

algemeen geldt echter dat de kwel sloten in combinatie met perceeldrainage voor een goede compensatie van de effecten zorgen.

Relatief grote grondwatereffecten worden berekend in het bosgebied ten westen van de Drontermeerdijk. Ter hoogte van het plangebied varieert de maximale grondwaterstandsverhoging tussen 5 en 25 cm. Een deel van deze grondwaterstandsverhoging zou ook in de huidige situatie optreden bij een verhoogd Vossemeerpeil tot 1 m +NAP. In de agrarische percelen ten westen van het bosgebied treden geen significante effecten op.

De dynamische effecten van de bypass op de grondwaterstand in raai III (voor ligging zie figuur 3.6) zijn weergegeven in figuur 5.5. Binnen het plangebied (locatie 9) wordt de grondwaterstand tot 1,5 meter hoger dan in de huidige situatie. In het perceel direct ten noorden van het plangebied (locatie 10) stijgt de grondwaterstand maximaal 20 cm. Het effect dempt vervolgens snel uit en is in Kampen (locatie 13) nog 1 cm.

Kwel/Wegzijging

De verandering van de kwel/wegzijging tijdens de hoogwaterafvoer (T=2000) is weergegeven op kaart 32. Het kaartbeeld vertoont veel overeenkomsten met het gemiddelde effect op de kwel/wegzijging (kaart 9). Evenals bij de grondwaterstanden zijn de getoonde effecten niet alleen het gevolg van de bypass maar ook van de (zeer) hoge waterstanden op de IJssel en het verlengde Vossemeer.

In grote delen van Kampen is de kweltoename 0,5 tot 1 mm/dag en in Onderdijs 1 tot 2 mm/dag. Deze belasting is voornamelijk het gevolg van het hoge IJsselveil en wordt in Onderdijs enigszins versterkt door de bypass. Een extra kwelbelasting van 2 mm/dag kan in normale omstandigheden eenvoudig door het regionale watersysteem worden verwerkt (ontwerpbelasting 13 mm/dag) en zal alleen in combinatie met extreme neerslagafvoer mogelijk tot overlast leiden.

Een relatief grote kwelbelasting van meer dan 1 mm/dag wordt berekend in de binnendijkse percelen ten noorden en ten zuiden van de Enk.

Een groot deel van het stedelijke watersysteem Reeve (Reeveplas) wordt tijdens de hoogwaterafvoer op de bypass belast door een kwelflux van meer dan 5 mm/dag. Hierdoor wordt de (nog vast te stellen) capaciteit van het nieuwe gemaal Zwartendijk in combinatie met extreme neerslag eerder overschreden. Er zal een flexibel plaspeil worden gehanteerd zodat tijdens dergelijke situaties een aanzienlijke hoeveelheid water kan worden geborgen.

De kweltoename ten westen van de Drontermeerdijk is tijdens een hoogwaterafvoer duidelijk groter dan de gemiddelde toename (kaart 9) maar blijft op de meeste plaatsen kleiner dan 0,5 mm/dag.



Figuur 5.5 Effect bypass op grondwaterstand raai III tijdens hoogwaterafvoer T=2000

5.5 Invloed verdieping vaargeul Drontermeer op effecten bypass

In 2010 is door Rijkswaterstaat IJsselmeergebied een Ontgrondingsvergunning afgegeven voor een verdieping in het Drontermeer door middel van zandwinning. Dit betreft de verdieping van de bestaande vaargeul vanaf de Bolsmerksluis tot de tunnel in de Hanzelijn, het beter bereikbaar maken van de jachthaven Roggebotsluis en de aanleg van een kanowedstrijd baan. De zandwinning vindt plaats volgens de methode van onderzuiging. De vaargeul wordt uitgediept van een bodemhoogte -2.7 à -3.0 m NAP naar -5.0 à -6.0 m NAP. Deze vergunning is destijds niet onderbouwd door een geohydrologische effectenstudie op de grondwaterstand en de kwelflux in percelen grenzend aan het Drontermeer.

Bij de in het voorliggende rapport gepresenteerde kaartbeelden van de geohydrologische effecten van het inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid is geen rekening gehouden met de invloed van een verdiepte vaargeul in het Drontermeer.

De interactie tussen het Drontermeerpeil en de grondwaterstijghoogte in het eerste watervoerende pakket onder het meer wordt bepaald door de stromingsweerstand van de meerbodem en door de stromingsweerstand van de deklaag. Vanwege het relatief hoge meerpeil treedt onder het Drontermeer overwegend infiltratie en wegzijging van oppervlaktewater op en in de aangrenzende Flevopolder overwegend kwel en drainage van grondwater.

Door de verdieping van de vaargeul in het Drontermeer zal de huidige bodemweerstand ter plaatse sterk afnemen. Dit is vooral een tijdelijk effect omdat de aanwezige sliblaag op en in de meerbodem zich in relatief korte tijd (naar verwachting binnen enkele jaren) weer zal herstellen. De deklaag wordt in de huidige situatie al doorsneden door de vaargeul. Een extra verdieping heeft daarmee geen invloed op de stromingsweerstand van de deklaag. De tijdelijke afname van de stromingsweerstand tussen het Drontermeer en het watervoerende pakket leidt tot extra infiltratie. Hierdoor zullen de grondwaterstanden in de aangrenzende Flevopolder hoger worden en neemt de kwelflux toe. Deze effecten kunnen op basis van de beschikbare literatuur- en modelgegevens thans niet nader worden gekwantificeerd.

De ingreep in het Drontermeer heeft tevens gevolgen voor de uitstraling van de geohydrologische effecten van de bypass in de richting van Flevoland. Door de versterkte interactie met het Drontermeerpeil zullen de grondwatereffecten als gevolg van de bypass ten westen van de Drontermeerdijk in de periode na de verdieping kleiner zijn. De berekende effecten van de bypass (bijlage 1 kaarten 7 tot en met 9) presenteren in dat opzicht een worst-case situatie bij een maximale infiltratieweerstand van het Drontermeer.

Wanneer beide ingrepen in het watersysteem (verdieping vaargeul en inrichting IJsseldelta-Zuid) gelijktijdig worden uitgevoerd ontstaat in Flevoland mogelijk (tijdelijk) een netto nattere grondwatersituatie met kans op overlast. Om goed onderscheid te kunnen maken tussen de effecten van beide ingrepen wordt aanbevolen omdat deze maatregelen in verschillende perioden uit te voeren en/of de lokale situatie intensief te monitoren.

5.6 Risicoanalyse en beheersmaatregelen

De belangrijkste risico's met betrekking tot de geohydrologische omgevingseffecten van de bypass zijn samengevat in tabel 5.1. Bij de meest waarschijnlijke effecten zijn compenserende maatregelen gedefinieerd zodat ongewenste effecten op functies (toename inundatie, toename natschade, afname drooglegging bebouwing) worden voorkomen (zie hoofdstuk 3).

Vanwege de modelschematisatie (versimpeling van de werkelijkheid) en de onzekerheid in de geohydrologische parameterwaarden is er een risico dat de effecten op functies worden onderschat en daarmee niet voldoende worden gecompenseerd. Belangrijkste oorzaken hiervoor zijn een grotere kwelflux vanuit de bypass dan berekend en/of een overschatting van de werking van de huidige ontwatering (buisdrainage) buiten het plangebied.

Bij een toename van de inundaties door de kwelbelasting vanuit de bypass wordt mogelijk niet meer voldaan aan het NBW-beschermingsniveau. Hierdoor kan mogelijk schade aan oogst en gebouwen ontstaan. Het gevolg is dat extra waterbergingsmaatregelen moeten worden getroffen omdat een afname van het beschermingsniveau te voorkomen.

In situaties met een toename van de natschade of andere nadelige effecten voor de bedrijfsvoering op agrarische percelen kunnen afhankelijk van de lokale omstandigheden verschillende strategieën worden gevolgd. Dit betreft het nemen van extra compenserende maatregelen (buisdrainage of maaiveldophoging), het afkopen van de overlast en/of oogstschade of het aankopen van het betreffende perceel.

Een afname van de drooglegging in stedelijk gebied kan mogelijk tot grondwateroverlast of schade leiden voor bebouwing en woonfuncties. In Kampen wordt in de huidige situatie niet overal voldaan aan de geldende criteria voor drooglegging (kaart 21). Van de woonwijk De Maten is bekend dat deze situatie thans al tot overlast leidt. Een verslechtering van de situatie kan worden voorkomen door middel van lokale drainagemaatregelen.

In het Projectplan van IJsseldelta-Zuid is aangegeven hoe wordt omgegaan met de monitoring van de verschillende hydrologische effecten en de eventueel te treffen (extra) compenserende maatregelen.

Kenmerk R006-4828739JLY-kzo-V02-NL

Tabel 5.1 Risicomatrix hydrologische omgevingseffecten

Risico	Oorzaak	Beheersmaatregel	Kans*	Gevolgklasse
Toename inundaties	Meer kwel vanuit de bypass en/of hogere initiële grondwaterstand	Extra compenserende maatregelen waterberging	1-5 %	EUR 5.000.000,00
Toename natschade agrarische functies	Meer kwel vanuit de bypass/ overschatting effect huidige ontwatering	Extra compenserende maatregelen (buisdrainage/ maaiveldophoging), afkopen schade of aankopen percelen	1-5 %	EUR 10.000.000,00
Toename grondwateroverlast stedelijk gebied	Meer kwel vanuit de bypass	Extra compenserende maatregelen drainage	1-5 %	EUR 5.000.000,00
Niet behalen KRW-doelstellingen Flevoland	Meer kwel vanuit Vossemeer/bypass	Verhoging polderpeil of doorspoelen met water van betere kwaliteit	1-5 %	EUR 1.000.000,00

* Op basis van indicatieve classificatie in het kader van risicoanalyse

5.7 Conclusies betrouwbaarheid en risico's effecten bypass

Op basis van de berekende regionale effecten op kwel, landbouw, afvoer et cetera kan een goede afweging worden gemaakt over het inrichtingsplan en de benodigde compenserende maatregelen. De risico's van extra overlast en/of schade zijn regionaal gezien dan ook klein.

Voor de beoordeling van de effecten en compenserende maatregelen op afzonderlijke percelen grenzend aan het plangebied is meer maatwerk vereist. Daarvoor is zowel een goede beschrijving van de actuele waterhuishouding nodig (grondwaterstand en ontwateringstoestand) als een monitoringnetwerk om de toekomstige veranderingen hierin vast te leggen. Op basis van deze lokale gegevens kan ook een goede afweging worden gemaakt tussen compenserende maatregelen als extra buisdrainage of ophoging van het maaiveld.

6 Samenvatting en conclusies

6.1 Samenvatting

Met het voor dit onderzoek ontwikkelde, hydrologische modelinstrumentarium (koppeling MIPWA-Sobek) zijn de hydrologische effecten van de bypass buiten het plangebied geanalyseerd op seizoensbasis en bij extreme gebeurtenissen met veel neerslag en/of sterk verhoogde buitenwaterstanden. De effectberekeningen zijn gebaseerd op het inrichtingsvoorstel voor de bypass en de Onderdijkse Waard d.d. 17 augustus 2010, inclusief mitigerende en compenserende maatregelen. De laatste wijzigingen in het eindconcept inrichtingsplan d.d. 18 november 2010 hebben geen consequenties voor de hydrologische effecten op de omgeving.

Compenserende maatregelen

Voor het inrichtingsplan zijn de volgende compenserende maatregelen doorgerekend:

1. De aanleg van een brede kwelsloot langs de bypassdijken (trajectlengte circa 10 km), met uitzondering van het woongebied Reeve, de oeverwal van de IJssel en de Binnen Reeve (fungeert zelf als kwelsloot); de kwelsloot heeft een bodembreedte van 0,5 m, een bodemniveau van 1 m onder streefpeil en taluds van 1:2 en 1:3 (waterbreedte circa 5 m, insteekbreedte circa 10 m)
2. De aanleg van een tweede afvoerroute voor het gebied Onderdijs langs de westkant van de bebouwde kom van Kampen; de watergang is al aanwezig, in de praktijk behoeven alleen nog twee duikers te worden vergroot
3. De aanleg van (extra) buisdrainage of als alternatief maaiveldophoging in vier zones grenzend aan het plangebied (totaal areaal circa 60 ha)
4. De aanleg van een nieuwe gemaal Zwartendijk ten oosten van het nieuwe woongebied Reeve die zowel de woonwijk (Reeveplas) als een strook ten westen van de Zwartendijk afwatert op de bypass

Daarnaast is circa 1 ha extra waterberging nodig in het gebied Noordeinde. Deze maatregel is nog niet nader uitgewerkt en niet meegenomen in de effectberekeningen.

De toekomstige inrichting van het regionale watersysteem is weergegeven op kaart 33.

Hydrologische effecten

De effecten van de bypass op de Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) kunnen volledig worden gecompenseerd met de maatregelen kwelsloten en buisdrainage. In percelen langs de Binnen Reeve treedt nog een significante GHG-verhoging op, maar dit is bij de toekomstige natuurfunctie geen knelpunt. In het bosgebied in Oostelijk Flevoland wordt een GHG verhoging van 5 tot 15 cm berekend. In het stedelijke gebied van Kampen treedt een GHG-verhoging van maximaal 2 cm op. In de Onderdijkse Waard wordt lokaal een GHG-verlaging van meer dan 50 cm berekend. De verhoging van de Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG) is groter

dan het effecten op de GHG. Een verhoging van de GLG zal echter in principe nergens tot overlast of schade leiden.

De extra kwelflux vanuit het watervoerende pakket is op de meeste trajecten sterk geconcentreerd naar de kwelsloot aan de voet van de dijk. In de slootbodem wordt een kwelflux van meer dan 5 mm/dag berekend. In het bosgebied ten westen van de Drontermeerdijk is de kwelverandering 0,2 tot 0,5 mm/dag. In het stedelijke gebied van Kampen verandert de kwelflux minder dan 0,2 mm/dag.

Omdat het plangebied een eigen afwatering krijgt op de bypass wordt het afwateringsysteem van de bemalingsgebieden Roggebot en Kamperveen op de meeste trajecten minder zwaar belast dan in de huidige situatie. Alleen de afwatering vanaf Onderdijks door Kampen (Middenwetering) wordt bij halve maatgevende afvoer 15 % zwaarder belast door de gewijzigde afwateringsrichting van het gebied Onderdijks en kwel vanuit de bypass. Door gebruik te maken van een tweede afvoerroute langs de westkant van de bebouwde kom wordt de watergang door Kampen netto 65 % minder belast. Hierdoor wordt de opstuwing bij halve maatgevende afvoer 10 cm en bij een T100-afvoer 7 cm lager dan in de huidige situatie. De T100-inundatie in het gebied ten zuiden van Kampen zullen door deze maatregel afnemen.

Het bemalingsgebied Oosterwolde wordt iets zwaarder belast door de extra kwelflux vanuit de bypass. Hierdoor worden de extreme waterstanden enkele centimeters hoger en treedt verspreid over het gebied een geringe toename op van de T100-inundaties. Deze toename kan worden gecompenseerd door aanleg van circa 1 ha extra waterberging (niet opgenomen in de modelberekeningen). Ten westen van de Drontermeerdijk zijn de effecten op extreme waterstanden en inundaties te verwaarlozen.

Effecten op functies

Door de compenserende maatregelen kwel sloten en buisdrainage (of maaiveldophoging) kan een toename van de natschade in de percelen langs het plangebied worden voorkomen. Op enkele plaatsen neemt de berekende natschade als gevolg van deze maatregelen netto af ten opzichte van de huidige situatie.

Een grondwaterstandsverhoging in de agrarische percelen langs het plangebied kan behalve op de gewasopbrengst (natschade op basis van GHG) tevens invloed hebben op de bedrijfsvoering door een latere toegankelijkheid in het voorjaar. De berekende effecten van de bypass op de grondwaterstanden in het voorjaar (april) worden niet overal gecompenseerd door de kwelsloot en de buisdrainage. Op een aantal percelen resulteert een grondwaterstandsverhoging van 5 tot 15 cm.

Kenmerk R006-4828739JLY-kzo-V02-NL

Er worden echter pas nadelige effecten voor de bedrijfsvoering verwacht wanneer de grondwaterstand hierdoor in april ondieper wordt/blijft dan 50 cm onder maaiveld. Dit is gemiddeld over de jaren 1995 tot en met 2004 niet het geval.

In relatief natte voorjaarssituaties (circa de helft van alle jaren) kan op daarvoor gevoelige percelen de grondwaterstand door de effecten van de bypass wel langer te hoog blijven waardoor de toegankelijkheid tot circa 1 maand moet worden uitgesteld. Op basis van de modelberekeningen treedt dit knelpunt op in percelen in Noordeinde, langs de Binnen Reeve en ten oosten van de Zwartendijk.

Het inrichtingsplan inclusief mitigerende en compenserende maatregelen heeft geen significante effecten op de drooglegging in de bebouwde kom van Kampen (GHG-verhoging 2 cm). Op voorhand worden in Kampen (woonwijk De Maten) daarom geen extra drainagemaatregelen nodig geacht. Ook de drooglegging van bebouwing in het buitengebied wordt op de meeste plaatsen niet significant kleiner (GHG-verhoging tot 5 cm).

Optimalisatie pakket compenserende maatregelen

Op basis van de effecten kan het doorgerekende pakket compenserende maatregelen op de volgende punten nog worden geoptimaliseerd:

- De lokale ontwatering in de strook tussen de Reeveplas en de Hanzelijn en ter plaatse van de tunnelbak moet worden verbeterd (maatwerk)
- De GHG-verhoging in een agrarisch perceel ten zuiden van de Binnen Reeve kan worden gecompenseerd door toepassing van extra buisdrainage of maaiveldophoging
- De geringe toename van T100-waterstanden en inundaties in het bemalingsgebied Oosterwolde kan worden gecompenseerd door de inrichting van circa 1 ha waterbergingsruimte; de waterschappen Groot Salland en Veluwe zullen dit meenemen bij de nadere uitwerking van de lokale inrichting van het watersysteem op de grens van beide beheersgebieden in het kader van IJsseldelta-Zuid
- Nadelige effecten voor de bedrijfsvoering op laag gelegen agrarische percelen kunnen worden gecompenseerd door toepassing van (extra) buisdrainage of maaiveldophoging

Effecten op (grond)waterkwaliteit

De geringe verandering van de kwelflux in Kampen (< 0,2 mm/dag) leidt naar verwachting niet tot significante effecten op de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit.

De toename van de kwelflux in het bosgebied direct ten westen van de Drontermeerdijk (gemiddeld 12 %) leidt tot een extra belasting van het oppervlaktewatersysteem met ijzer. Dit betekent dat de bestaande problemen met de zuurstofhuishouding en doorzicht zullen toenemen. Door monitoring kan worden vastgesteld of inderdaad een ontoelaatbare verslechtering optreedt.

Eventuele compenserende maatregelen zijn in dat geval een verhoging van het streefpeil in het betreffende peilvak (geeft reductie van de kwel) of doorspoeling van de watergangen vanuit een aangrenzend peilgebied.

Betrouwbaarheid en risico's effecten bypass

De onzekerheden in de weerstand van de buisdrainage en de weerstand van de deklaag hebben op regionale schaal slechts beperkt invloed op de grootte van de geohydrologische effecten die worden veroorzaakt door de bypass. De betrouwbaarheid van de effecten is op regionale schaal dan ook groot.

Wanneer in werkelijkheid grotere omgevingseffecten optreden dan berekend kan extra overlast en/of schade aan gewassen en gebouwen optreden door hoge grondwaterstanden of inundaties. In dat geval zijn beheersmaatregelen nodig, zoals extra compenserende maatregelen (waterberging, buisdrainage) of afkoop van oogstschade. De hierbij te volgen procedure zal door de provincie en de waterschappen nader worden uitgewerkt.

Nadere uitwerking compenserende maatregelen

De aanleg van een kwelsloot langs de bypassdijk en het vergroten van de duikers in de omleiding langs Kampen zijn concrete compenserende maatregelen die als zodanig kunnen worden uitgevoerd. De afmetingen van de kwel sloten kunnen eventueel nog per deeltraject worden geoptimaliseerd op basis van de lokale belasting en verschil in functie (alleen afvoer locale kwel of tevens deel van de hoofdafwatering).

Een concrete dimensionering van compenserende maatregelen in de percelen is op basis van alleen de modelberekeningen niet te maken vanwege het beperkte detailniveau. Met de modelberekeningen is aangetoond dat compensatie door middel van buisdrainage (of maaiveldophoging) mogelijk en haalbaar is. De keuze tussen deze twee maatregelen en de nadere dimensionering daarvan zijn afhankelijk van de lokale situatie op perceelschaal. Ook dient bij voorkeur eerst de aard en de mate van overlast te worden gekwantificeerd voordat tot de meest passende maatregelen wordt overgaan. Als vervolg op SNIP3 wordt daarom de volgende aanpak voorgesteld:

1. Monitoring van de grondwaterstanden voor en na de aanleg van de bypass (er wordt momenteel een monitoringsplan voorbereid)
2. Vaststellen van de effecten (en de eventueel optredende overlast) van de bypass aan de hand van deze meetreeksen. Daartoe moet bij voorkeur een meetreeks van minimaal twee jaar beschikbaar zijn van de periode voor en na de aanleg van de bypass
3. Vaststellen/dimensioneren van de meest geschikte maatregelen om lokale overlast op te lossen. Eventueel tijdelijk schade uitkeren
4. Treffen van maatregelen om overlast in de verdere toekomst te voorkomen (buisdrainage en/of maaiveldophoging)

6.2 Conclusies

De hydrologische effecten van het inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid op het regionale watersysteem kunnen door middel van de voorgestelde mitigerende en compenserende maatregelen (doorgerekend pakket plus optimalisatie) voldoende worden gecompenseerd.

De betrouwbaarheid van de berekende regionale effecten is groot. De risico's dat extra beheersmaatregelen moeten worden toegepast om onverwachte effecten te voorkomen/compenseren worden daarom relatief klein geacht.

De voorgestelde compenserende maatregelen zijn een toekomst robuuste oplossing om ook de effecten van de voorgenomen peilverhoging op de randmeren (en dus op de bypass) te compenseren. Bij een peilstijging van 30 cm (tot 2045) treedt in de percelen grenzend aan plangebied geen belangrijke toename van de omgevingseffecten op.

6.3 Aanbevelingen

Op basis van boorgegevens en georadar is het traject waar een mitigerende kleiafdichting op de bodem van de vaargeul nodig is indicatief bepaald. Aanbevolen wordt om bij het graven van de vaargeul de lokale opbouw van de deklaag nauwkeuriger te bepalen en de mitigerende kleiafdichting op de bodem van de vaargeul hier zo nodig op aan te passen.

Op enkele plaatsen wordt bij bebouwing in het buitengebied een GHG-verhoging van meer dan 5 cm berekend. Aanbevolen wordt om de situatie ter plaatse (drooglegging, grondwaterstand, fundering, aanwezigheid kelder) voorafgaande aan de ingreep gedetailleerd in kaart te brengen zodat tijdig compenserende maatregelen kunnen worden getroffen (drainage) om eventuele overlast/schade te voorkomen.

Er worden geen significante effecten op de drooglegging verwacht in de bebouwde kom van Kampen (GHG-verhoging kleiner dan 5 cm). Daarom zijn voor deze objecten geen compenserende maatregelen bepaald. Wel wordt geadviseerd om de situatie ter plaatse intensief te monitoren voorafgaande aan, tijdens en na de realisatie van de bypass. Op basis hiervan kan dreigende overlast of schade tijdig wordenesignaleerd en bij voorkeur worden voorkomen. Deze aanpak is nader aangegeven in het Projectplan IJsseldelta-Zuid.

De toekomstige geohydrologische effecten ten westen van de Drontermeerdijk worden mogelijk zowel bepaald door de inrichting van IJsseldelta-Zuid als door de geplande verdieping van de vaargeul in het Drontermeer. Voor een zuivere effectbeoordeling wordt aanbevolen om beide maatregelen niet gelijktijdig uit te voeren en de lokale situatie voor en tijdens de uitvoering intensief te monitoren.

7 Referenties

Cohen, K.M. en anderen (2010), Provincie Gelderland en Universiteit Utrecht; Zand in Banen, zanddiepte kaarten van het Rivierengebied en het IJsseldal in de provincies Gelderland en Overijssel.

DHV (2008). Zomerbedverlaging Beneden IJssel; ontwerp en effectbepaling. (WG-SE20081038).

DHV (2011). Advies waterhuishoudkundig bouwrijp maken Stationsgebied, dossier BA3671-100-100, registratienummer LW-DE20110129.

DHV (2012). Effecten korte zomerbedverlaging Beneden-IJssel SNIP3 ontwerp (effecten op grondwaterstand in digitale rekengrids).

Royal Haskoning (2010). Dagelijkse waterstanden en streefpeilen project IJsseldelta (interne notitie), 9V4747.A9/N0009/901878/MJANS/Nijm.

Tauw (2009). Hydrologische effecten bypass Kampen (R008-4529426MGS-mfv-V03-NL).

Waterschap Zuiderzeeland (2003). Jaarrapportage watersysteembeheer 2002-2003.

Waterschap Zuiderzeeland (2006). Watersysteembeheer Jaarrapportage 2005.

Witteveen+Bos (2005). Natuurlijke achtergrondgehalten Flevoland. 3^e versie, 2005.

Royal Haskoning, Tauw en Witteveen+Bos. Planstudie IJsseldelta_Zuid, Deelproduct 10 100811_10_Rapportage geohydrologische ontwerpkeuze_def_vs1.

Royal Haskoning, Witteveen+Bos en Tauw, Planstudie IJsseldelta-Zuid, Deelproduct 1, 120529_1_Systeemanalyse_concept.

Royal Haskoning, Witteveen+Bos en Tauw, Planstudie IJsseldelta-Zuid, Deelproduct 4, 120529_4_Inrichtingsplan_concept.

Royal Haskoning, Witteveen+Bos en Tauw, Planstudie IJsseldelta-Zuid, Deelproduct 9, 120529_9_Rapportage Hydraulische Effecten_concept.

Royal Haskoning, Witteveen+Bos en Tauw, Planstudie IJsseldelta-Zuid, Deelproduct 10,
120529_10_Geohydrologische Effecten_concept.

Royal Haskoning, Witteveen+Bos en Tauw, Planstudie IJsseldelta-Zuid, Deelproduct 10,
120529_10_Effecten Waterkwaliteit_concept.

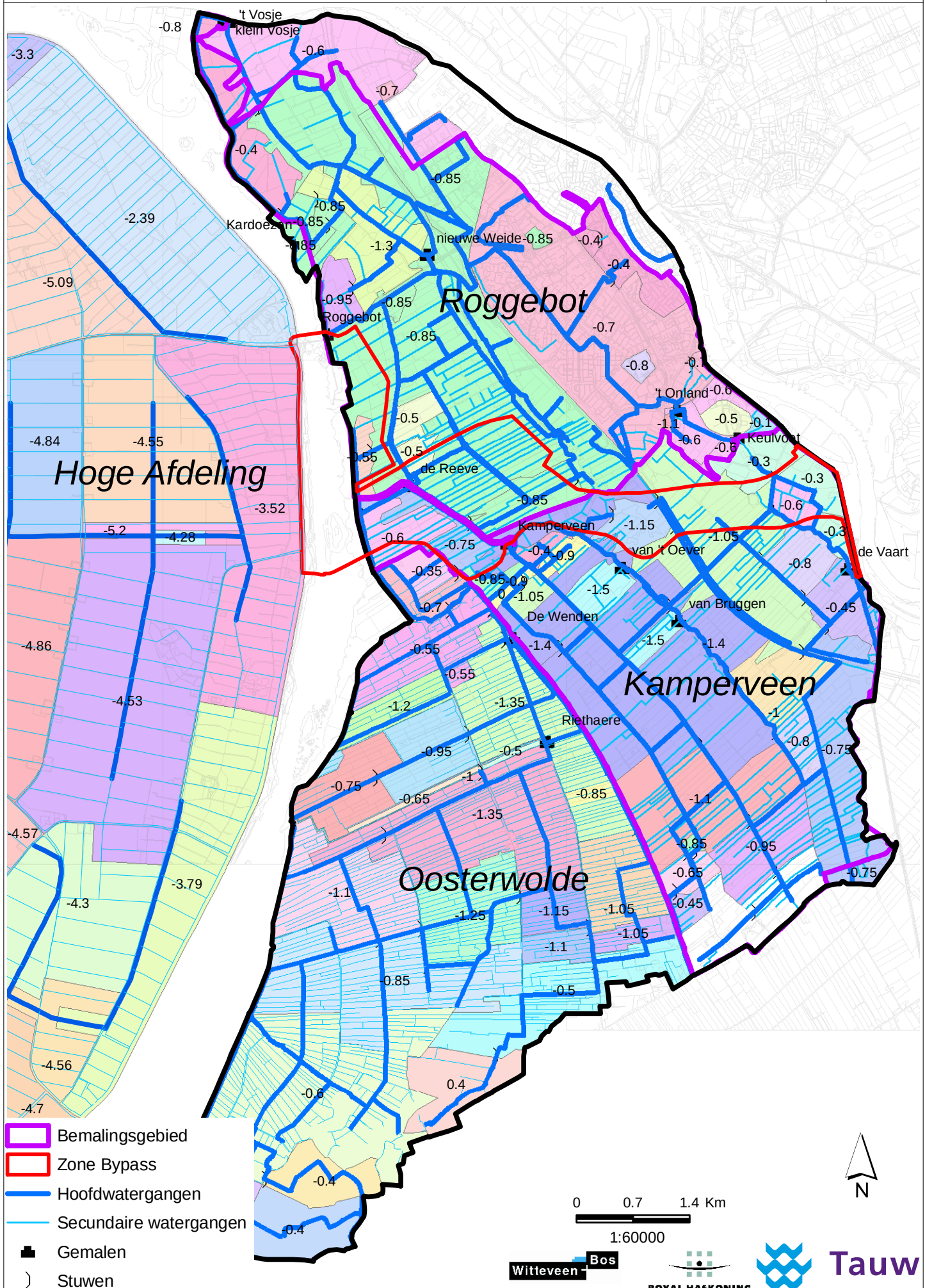
Bijlage

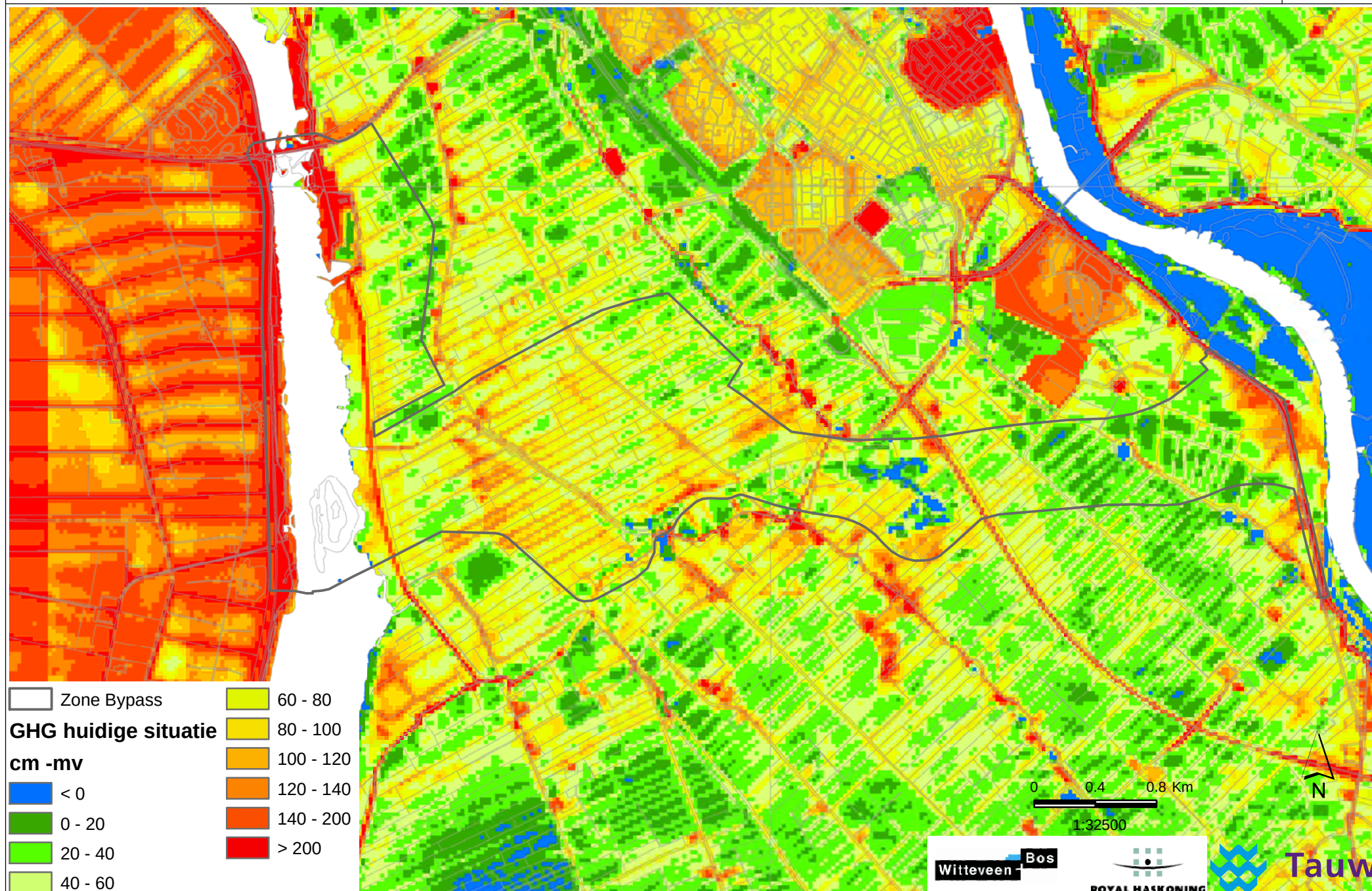
1

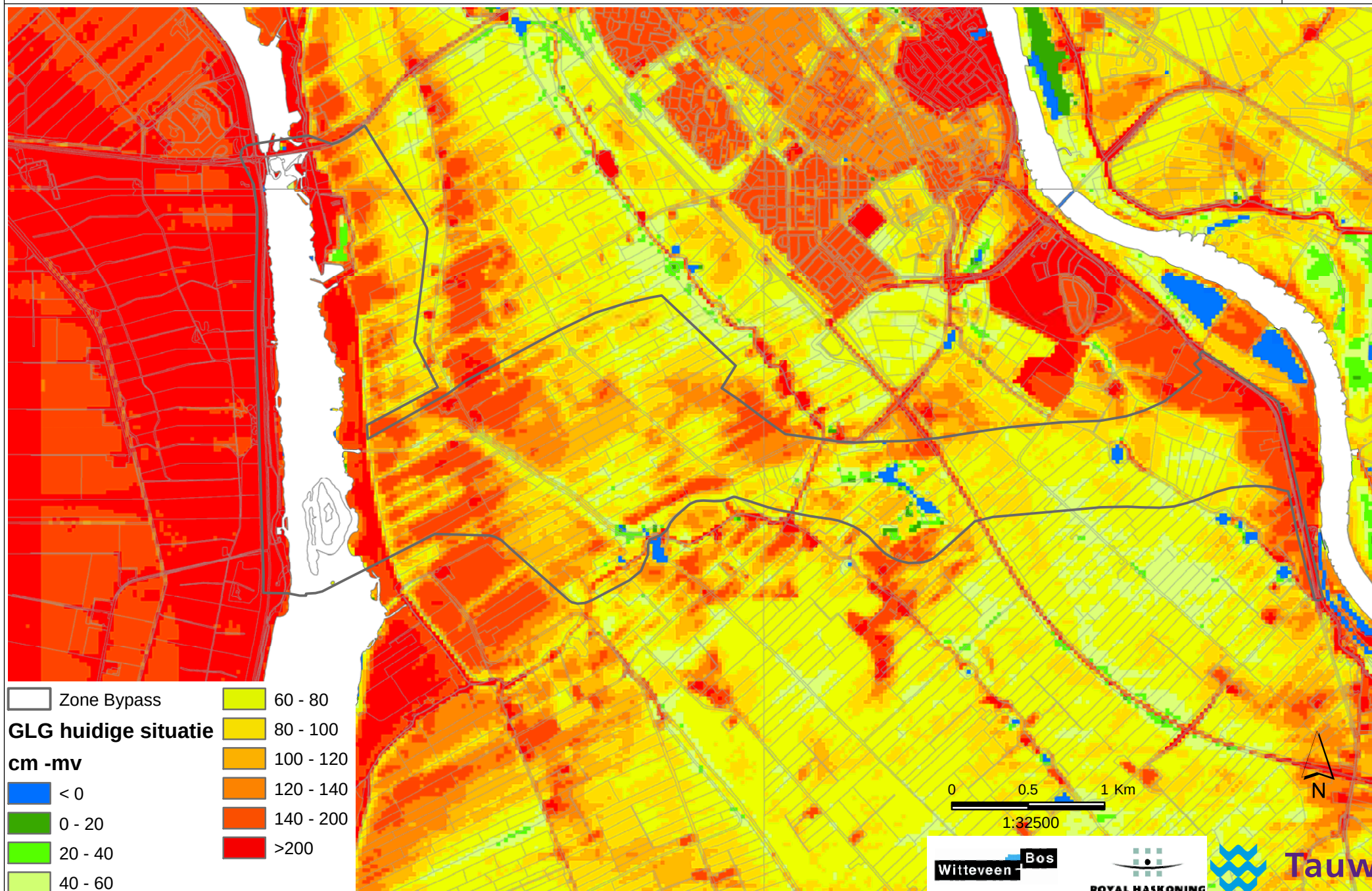
Kaarten

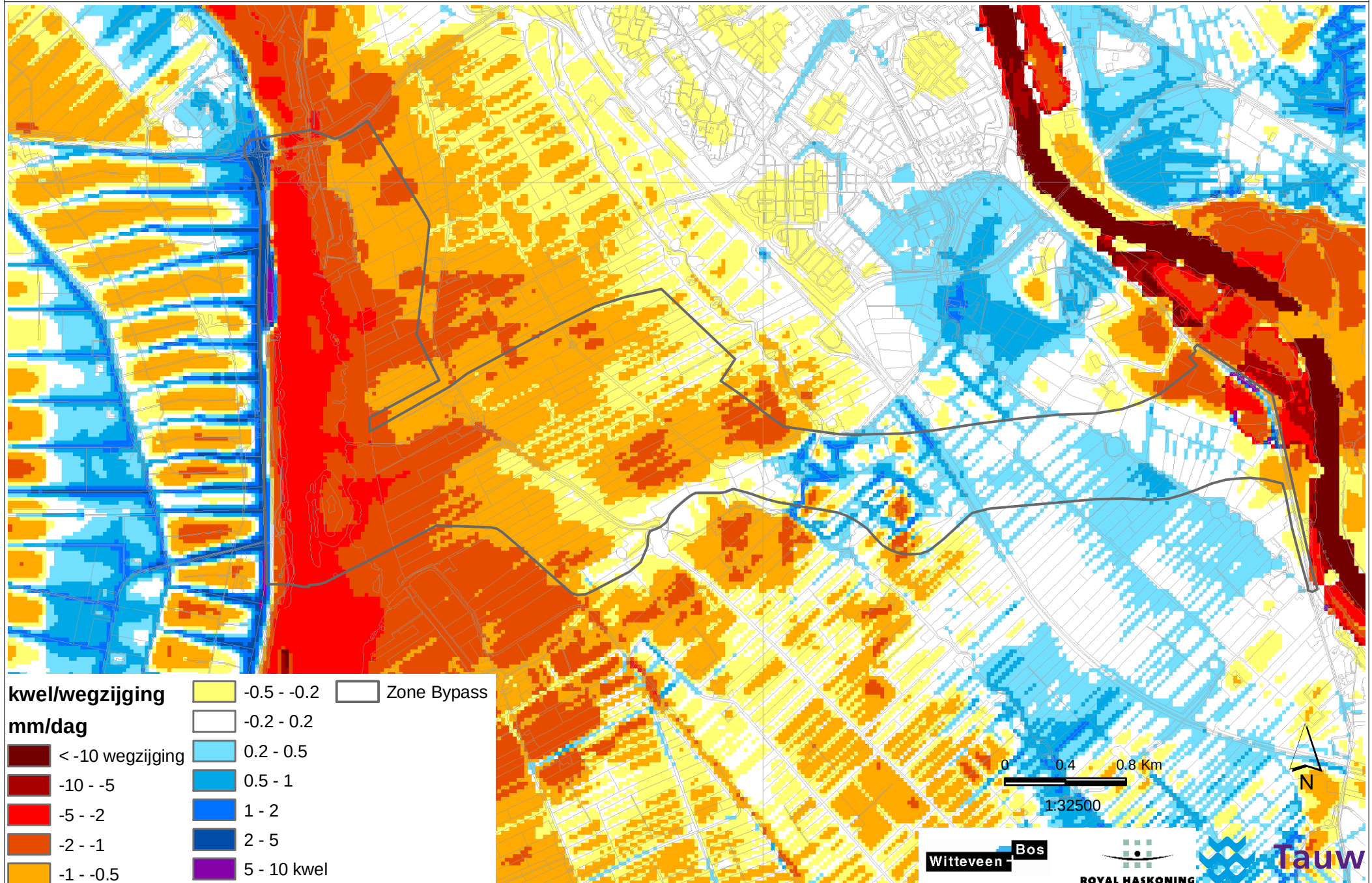
- 1 Het huidige watersysteem
- 2 GHG huidige situatie
- 3 GLG huidige situatie
- 4 Gemiddelde kwel/wegzijging deklaag huidige situatie
- 5 Berekende inundaties T=10 en T=100 huidige situatie
- 6 Compenserende maatregelen
- 7 Verandering GHG door inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid
- 8 Verandering GLG door inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid
- 9 Verandering kwel/wegzijging deklaag door inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid
- 10 Verandering gemiddelde ontwateringsflux door inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid
- 11 Berekende inundaties T=10 en T=100 bij inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid
- 12 Verandering inundaties T=10 door inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid
- 13 Verandering inundaties T=100 door inrichtingsplan IJsseldelta-Zuid
- 14 Natschade landbouw huidige situatie
- 15 Droogteschade landbouw huidige situatie
- 16 Doelrealisatie landbouw totaal huidige situatie
- 17 Verandering doelrealisatie landbouw voor natschade
- 18 Verandering doelrealisatie landbouw voor droogteschade
- 19 Verandering doelrealisatie landbouw totaal
- 20a Gebieden met extra overlast voor agrarische bedrijfsvoering; medio april gemiddeld
- 20b Gebieden met extra overlast voor agrarische bedrijfsvoering; medio april in nat voorjaar
- 20c Gebieden met extra overlast voor agrarische bedrijfsvoering; eind april in nat voorjaar
- 21 Overschrijding ontwateringseisen voor stedelijk gebied
- 22 GHG-verhoging ter plaatse van bebouwing buitengebied
- 23 Verandering GHG door inrichtingsplan; gevoeligheidsanalyse weerstand deklaag x 0,7
- 24 Verandering GLG door inrichtingsplan; gevoeligheidsanalyse weerstand deklaag x 0,7
- 25 Verandering GHG door inrichtingsplan; gevoeligheidsanalyse weerstand deklaag x 1,5
- 26 Verandering GLG door inrichtingsplan; gevoeligheidsanalyse weerstand deklaag x 1,5
- 27 Verandering kwel/wegzijging door inrichtingsplan; gevoeligheid weerstand deklaag x 0,7
- 28 Verandering kwel/wegzijging door inrichtingsplan; gevoeligheid weerstand deklaag x 1,5

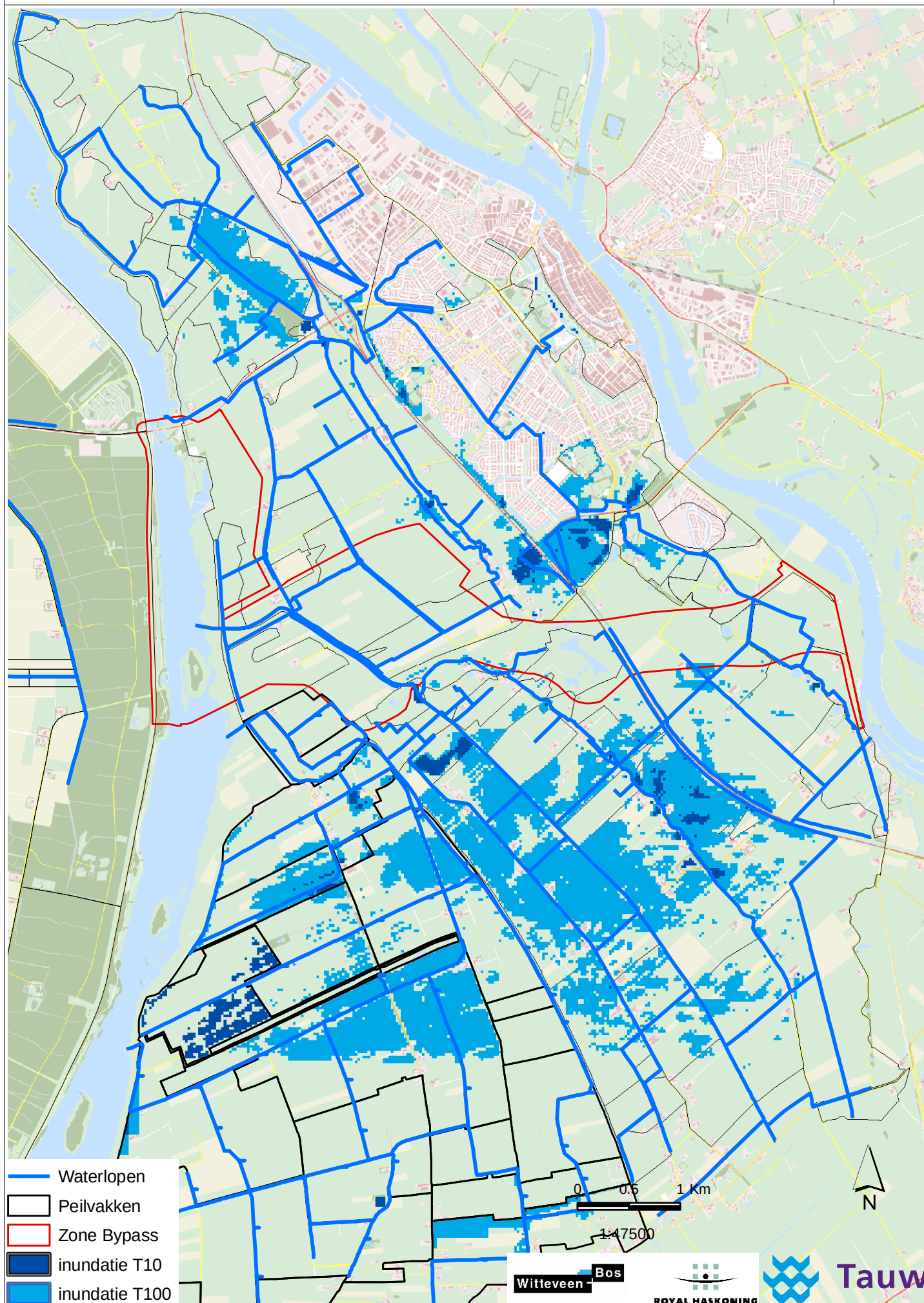
- 29 Verandering GHG door inrichtingsplan; gevoeligheidsanalyse buitenwaterpeil + 30 cm
- 30 Verandering GLG door inrichtingsplan; gevoeligheidsanalyse buitenwaterpeil + 30 cm
- 31 Maximale verandering grondwaterstand tijdens hoogwaterafvoer bypass (T=2000)
- 32 Verandering kwel/wegzijging tijdens hoogwaterafvoer bypass (T=2000)
- 33 Toekomstige inrichting regionaal watersysteem Kampen

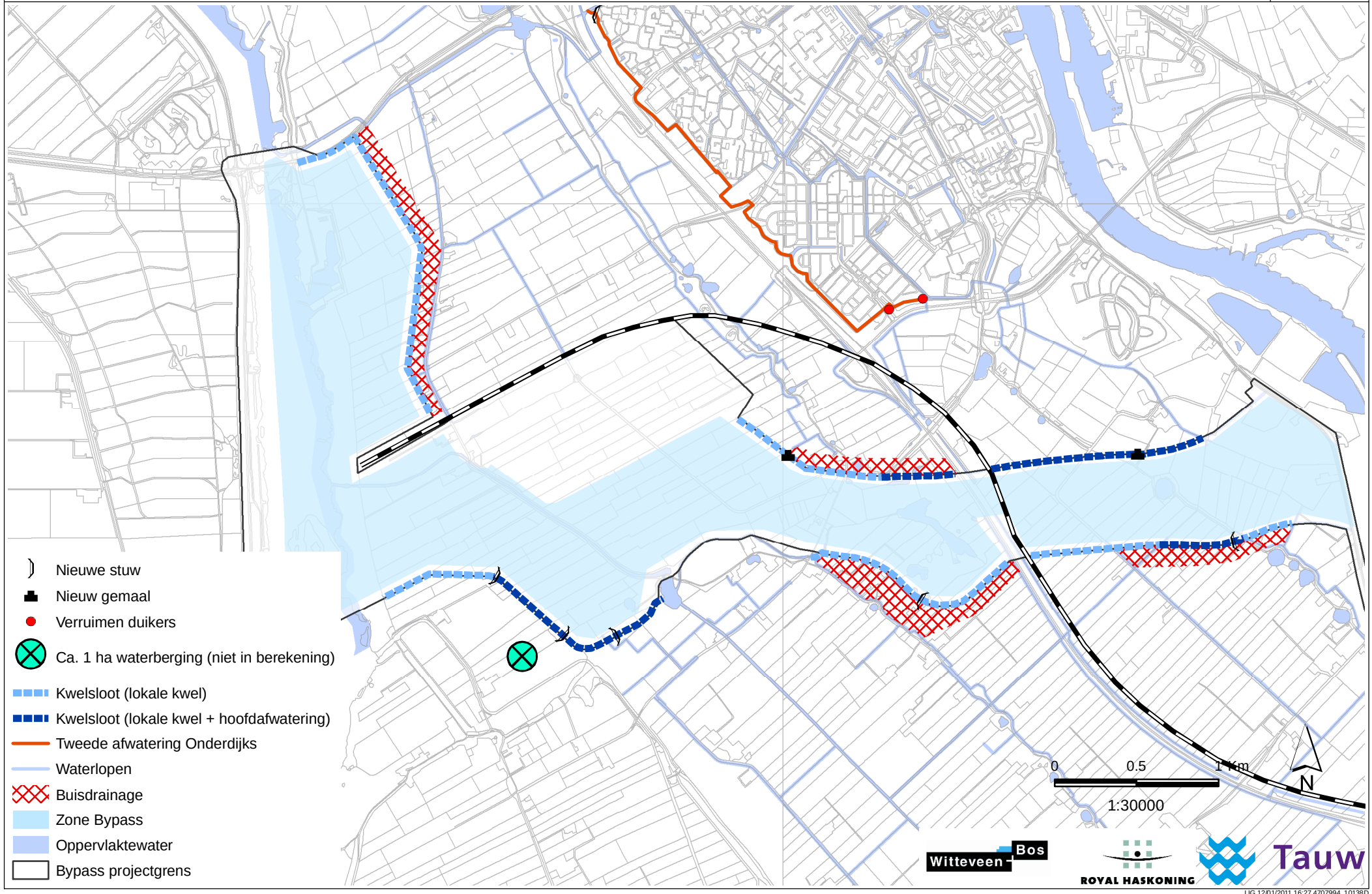


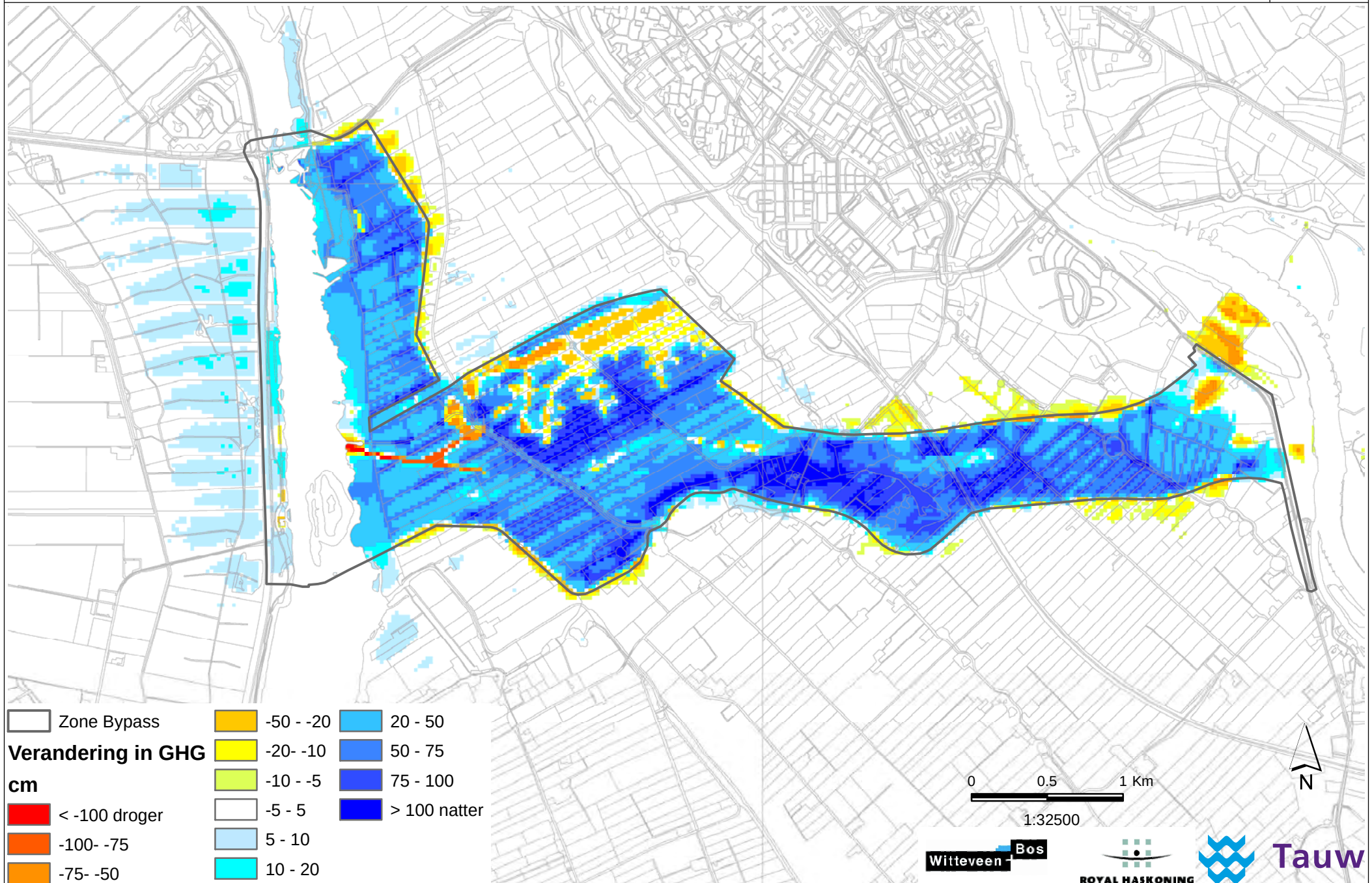


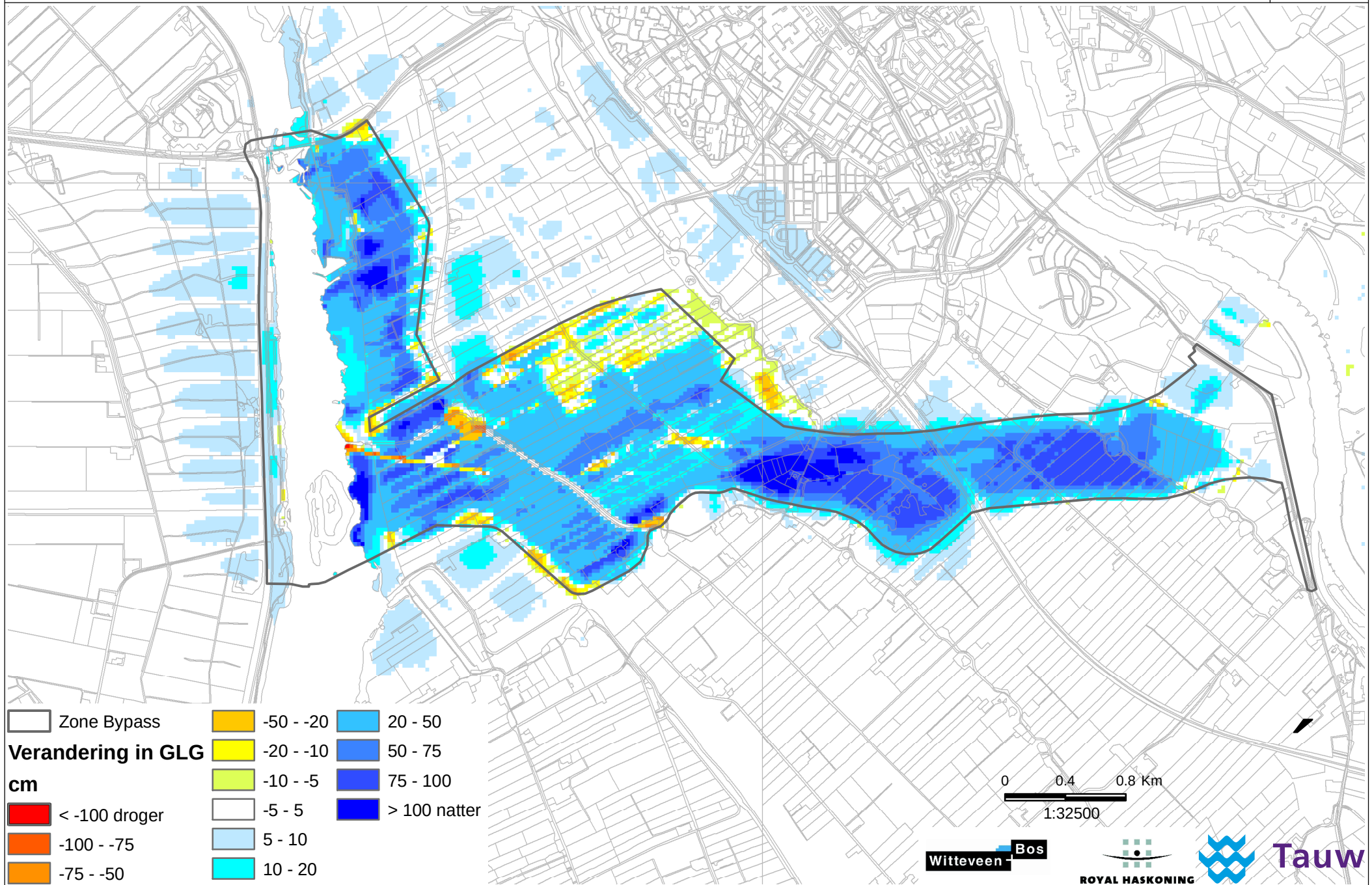


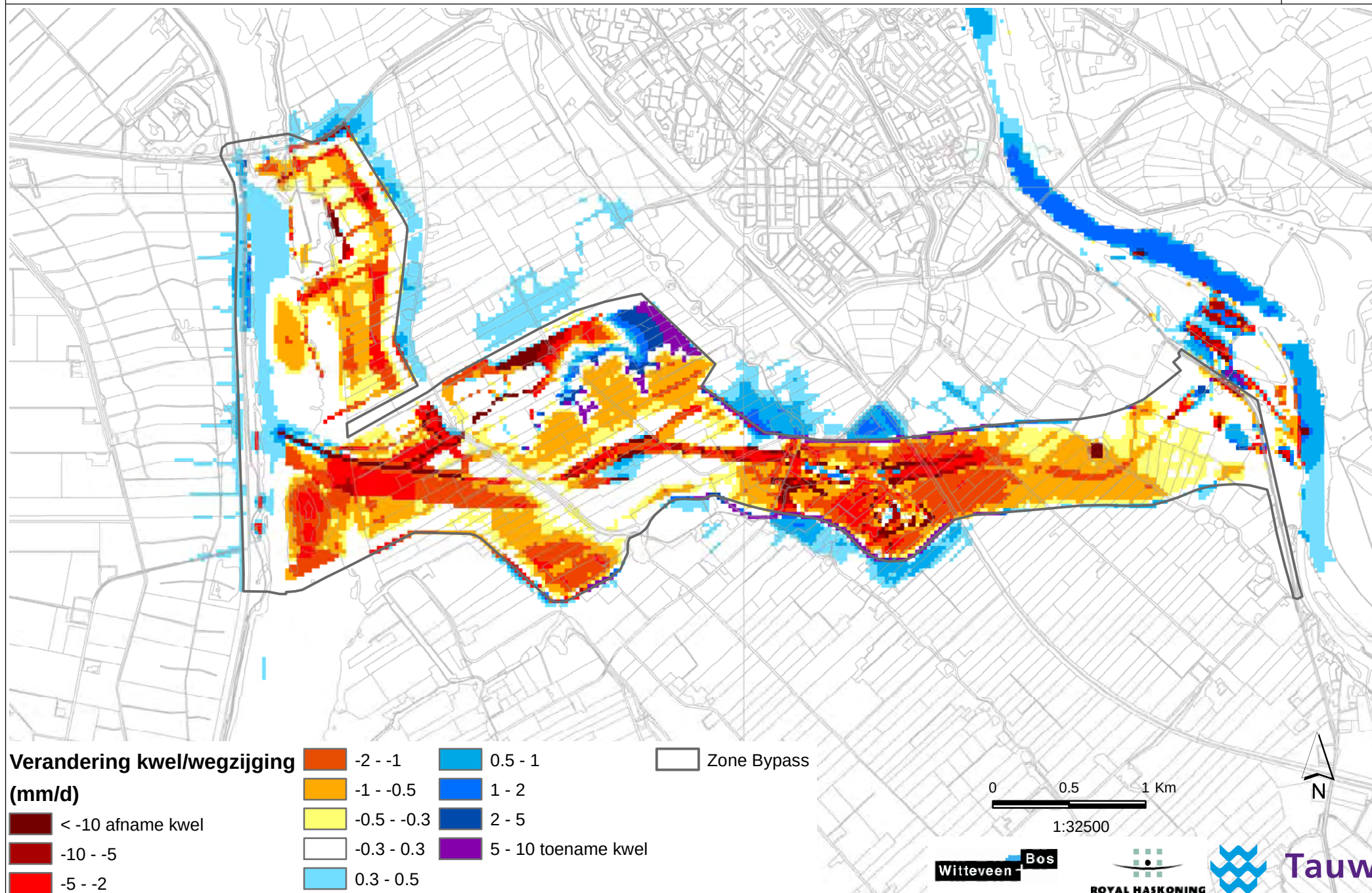


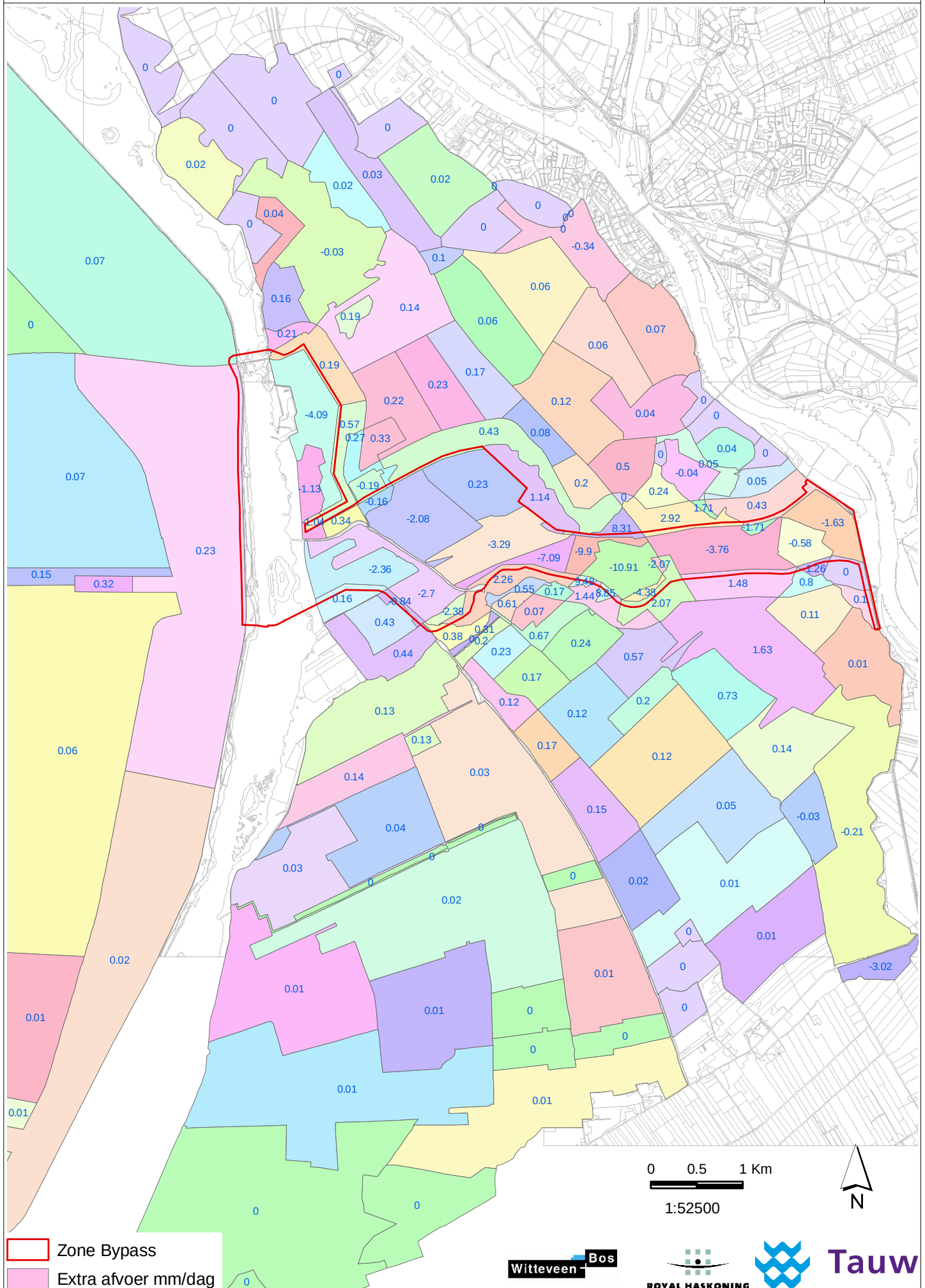


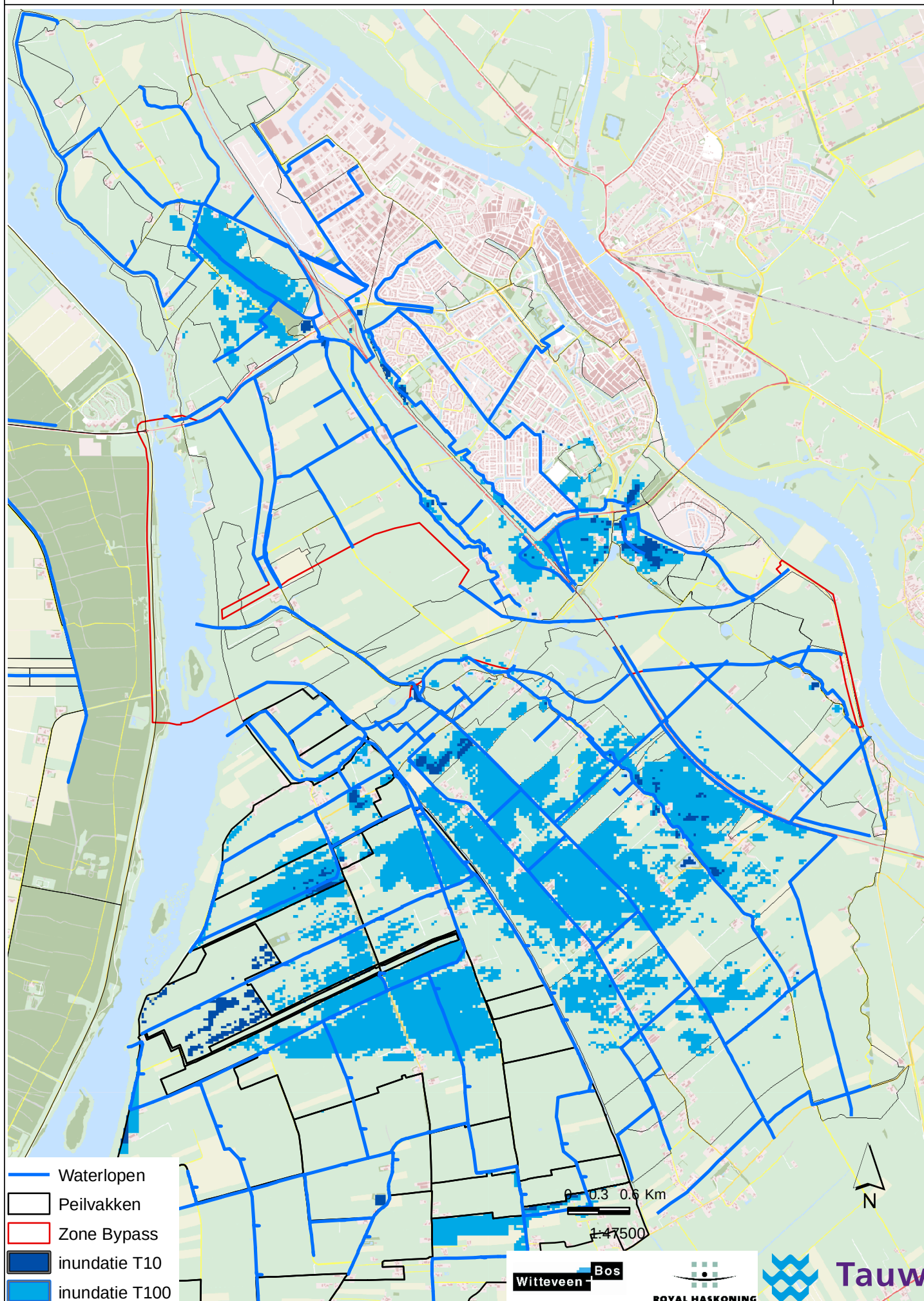


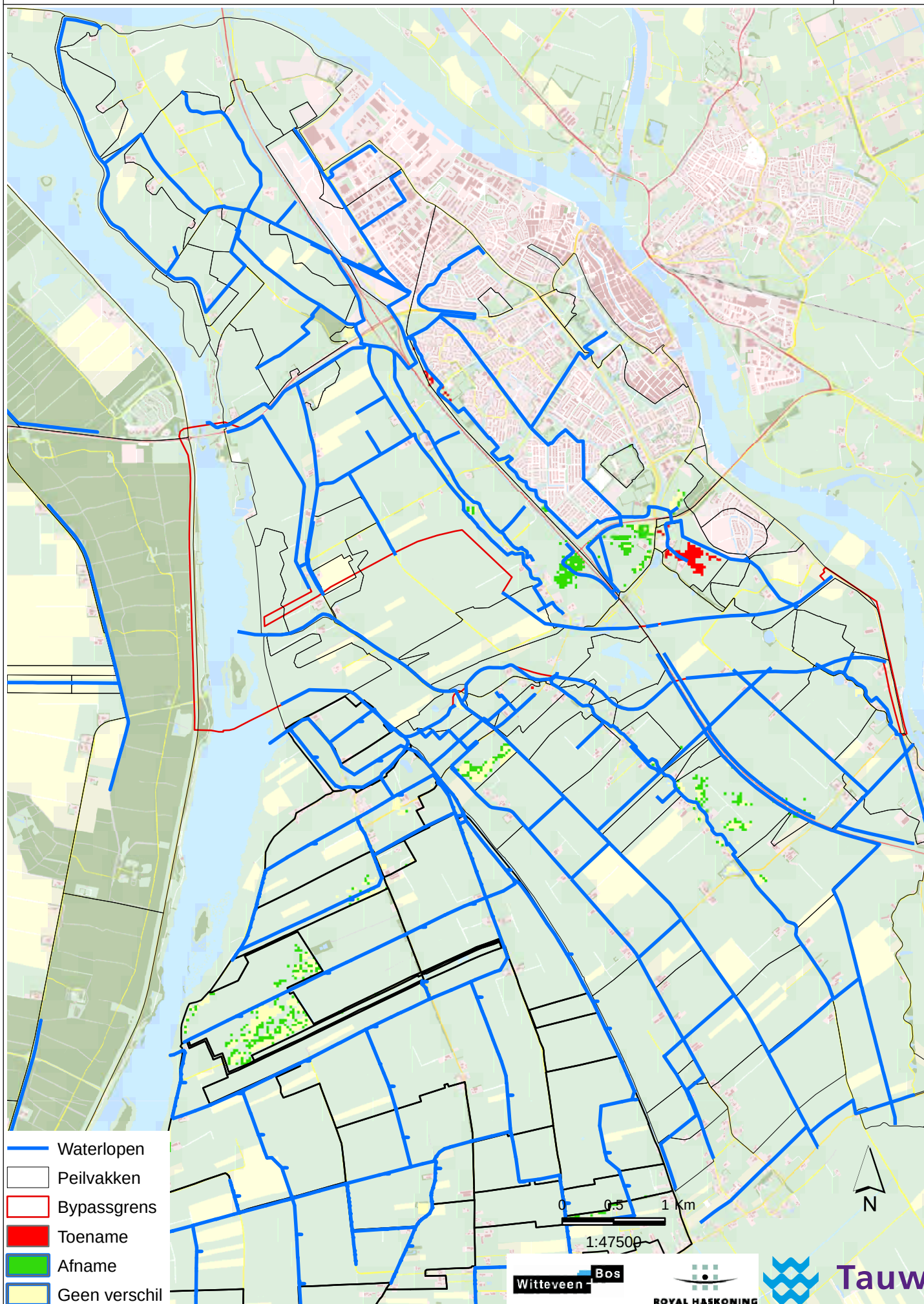


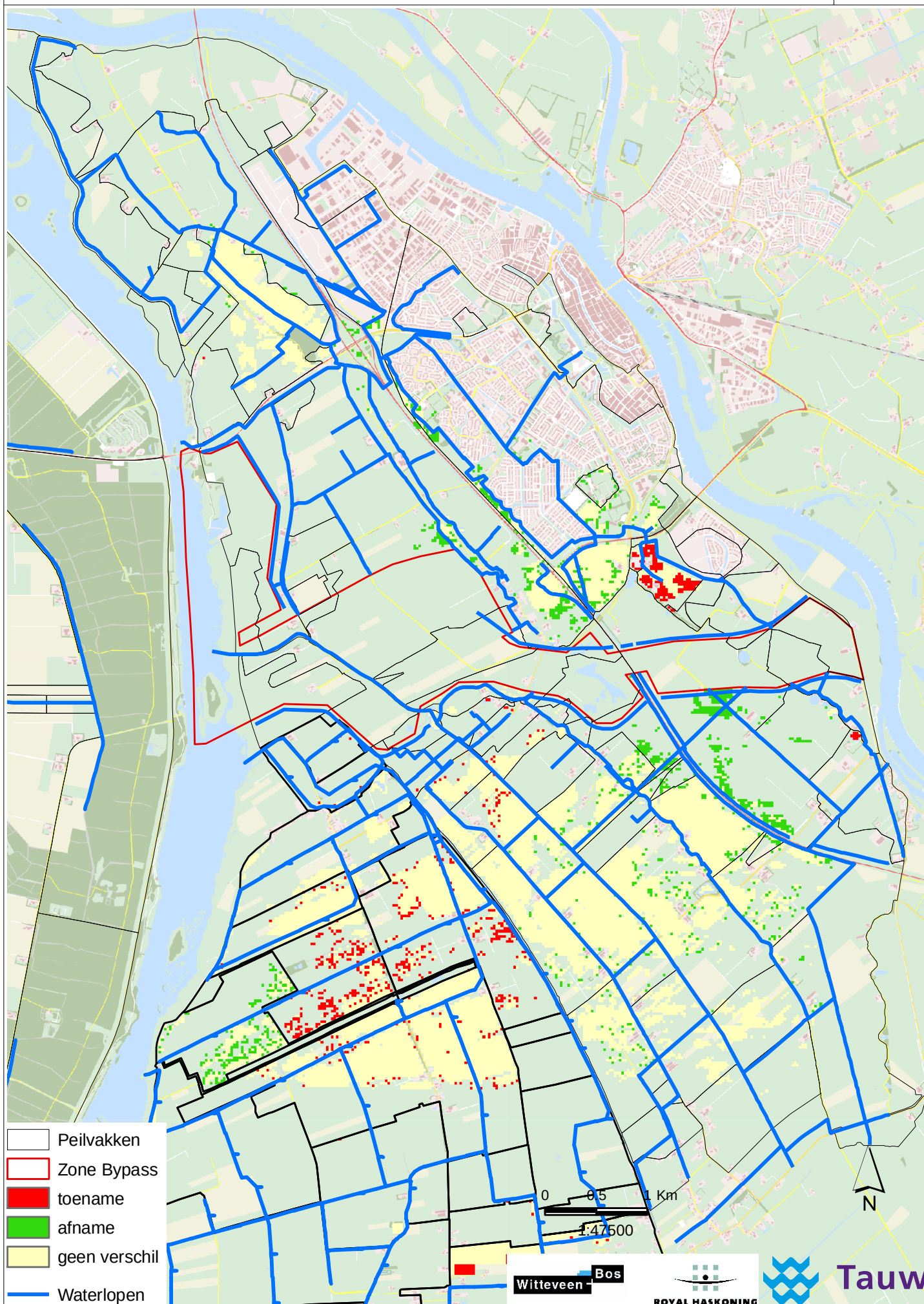


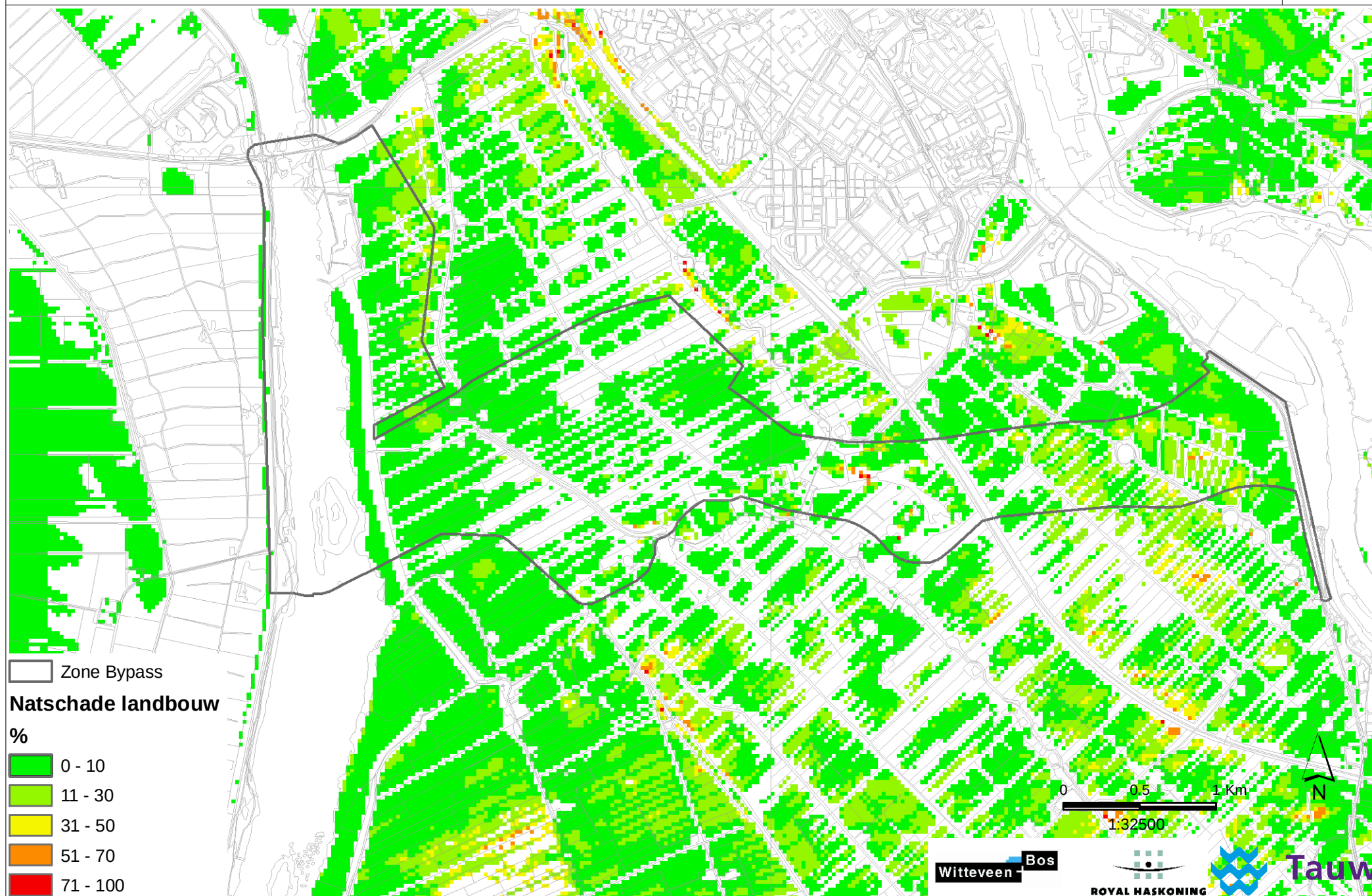


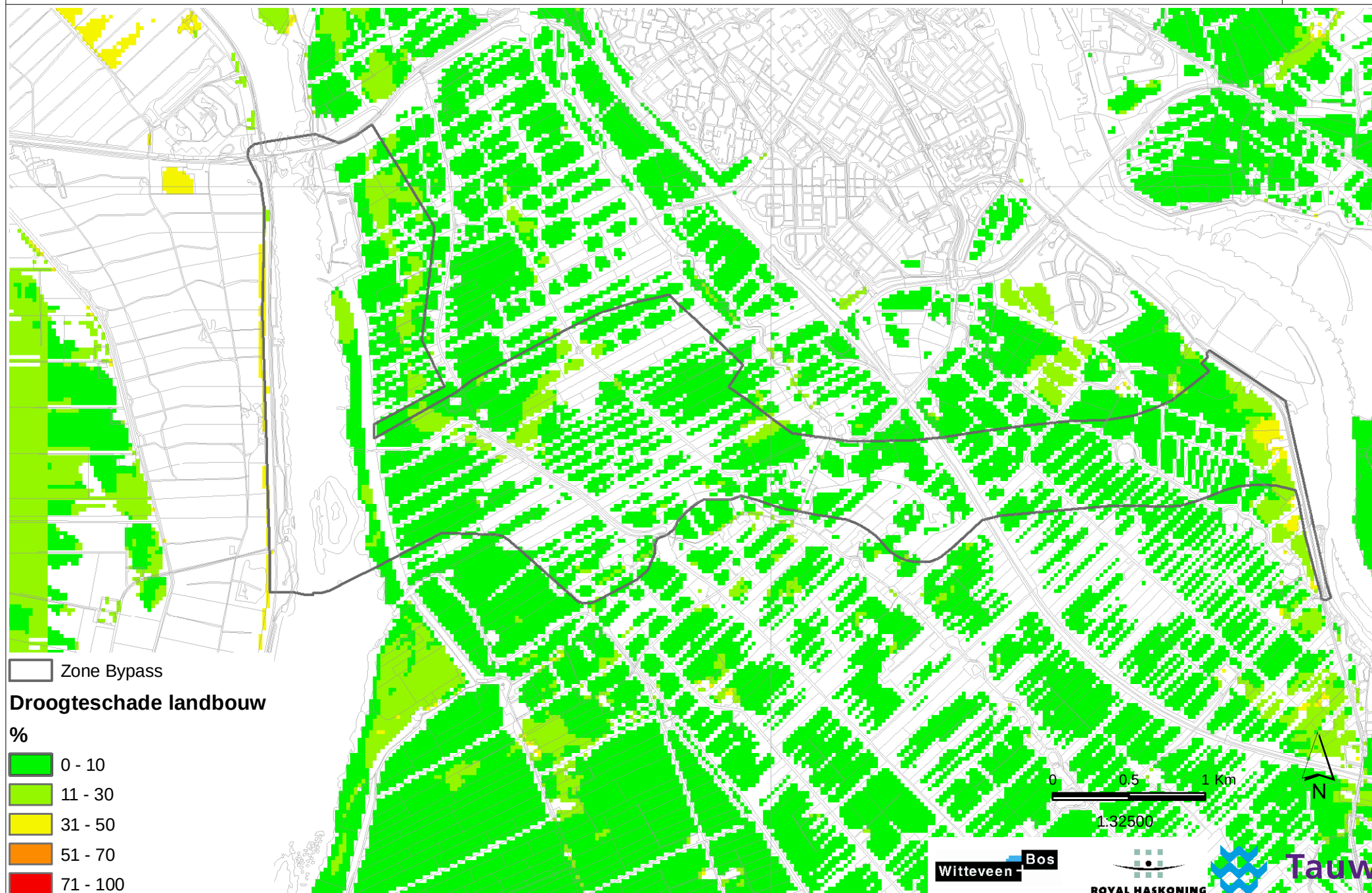


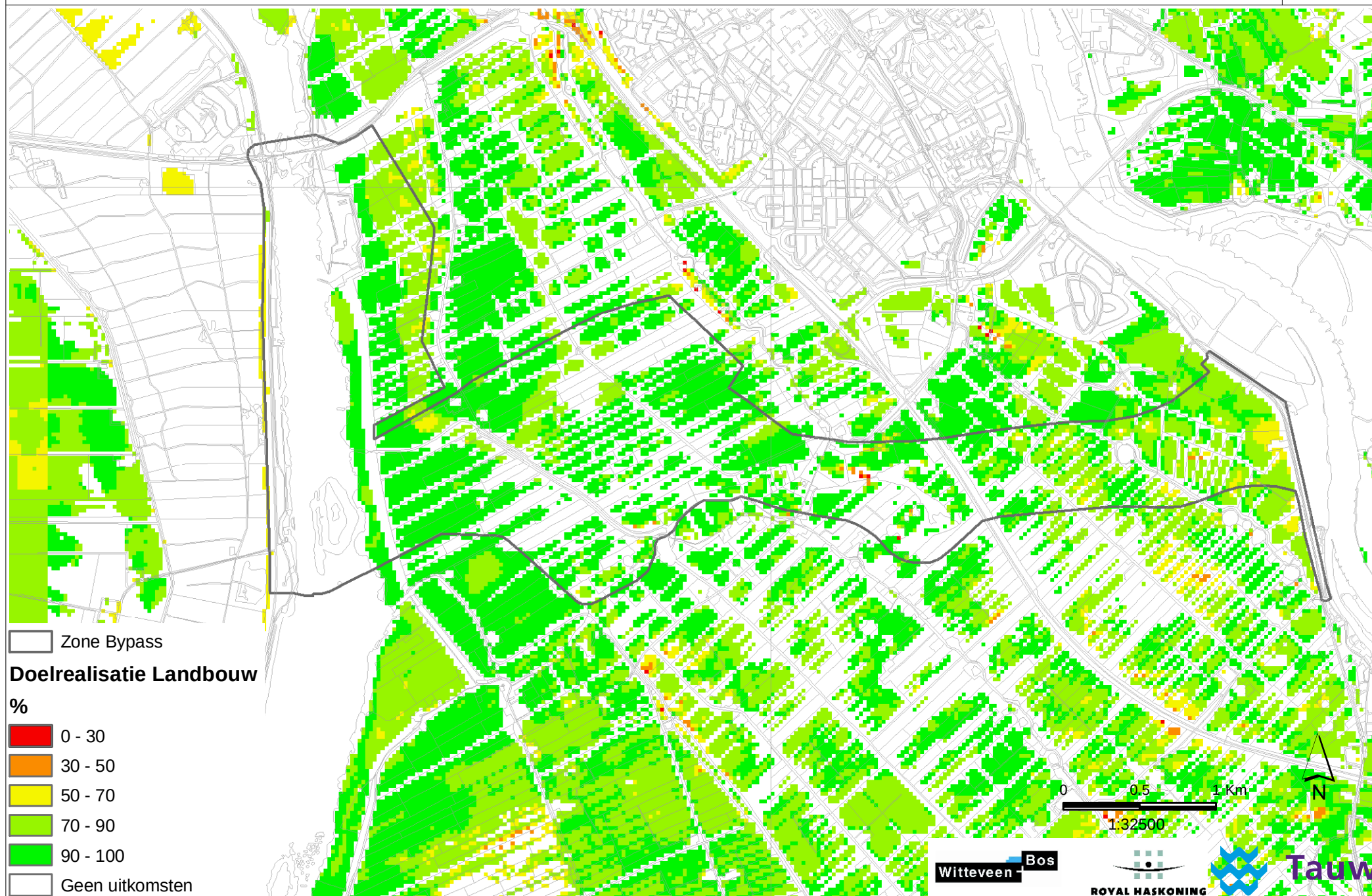


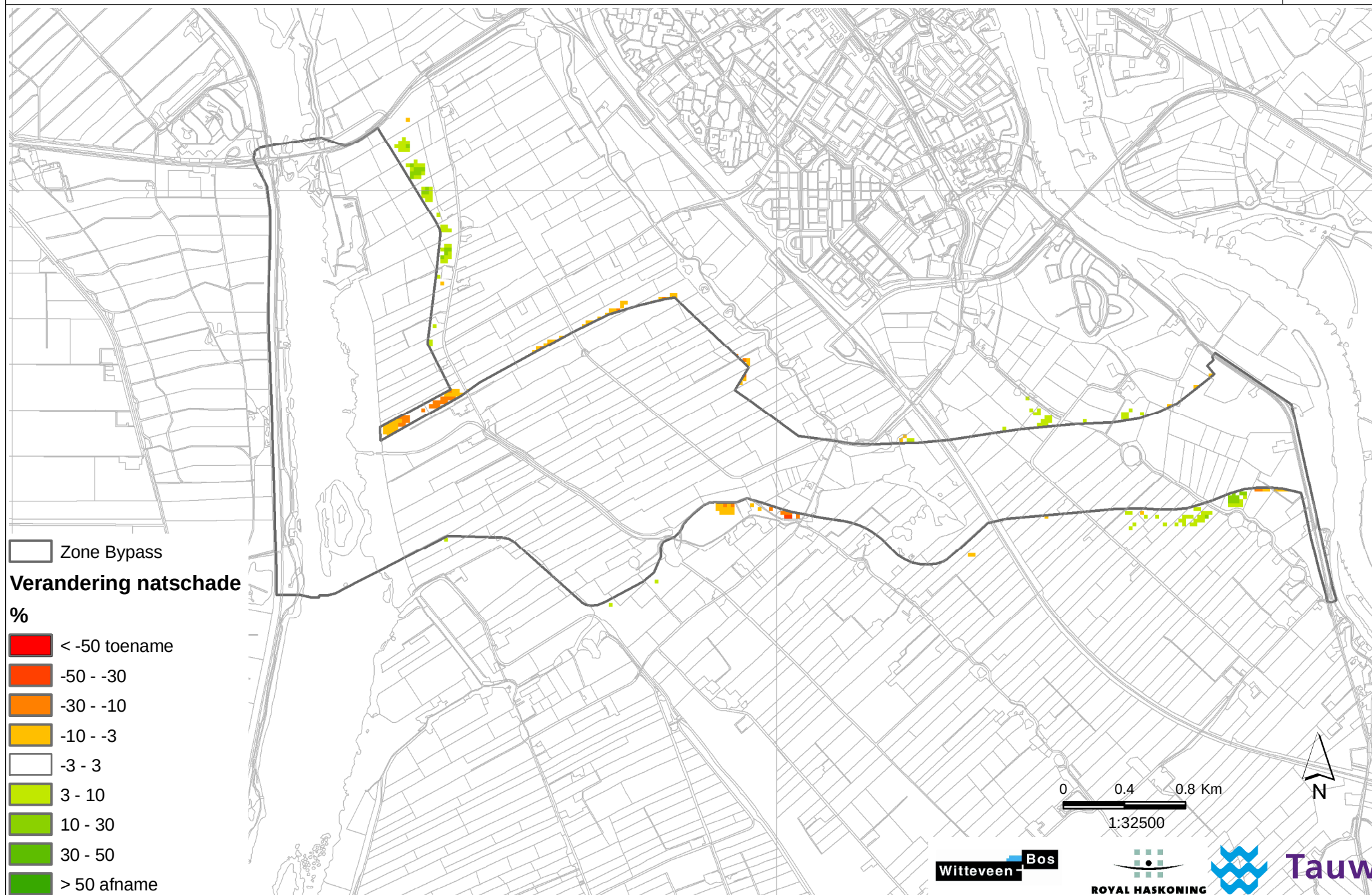


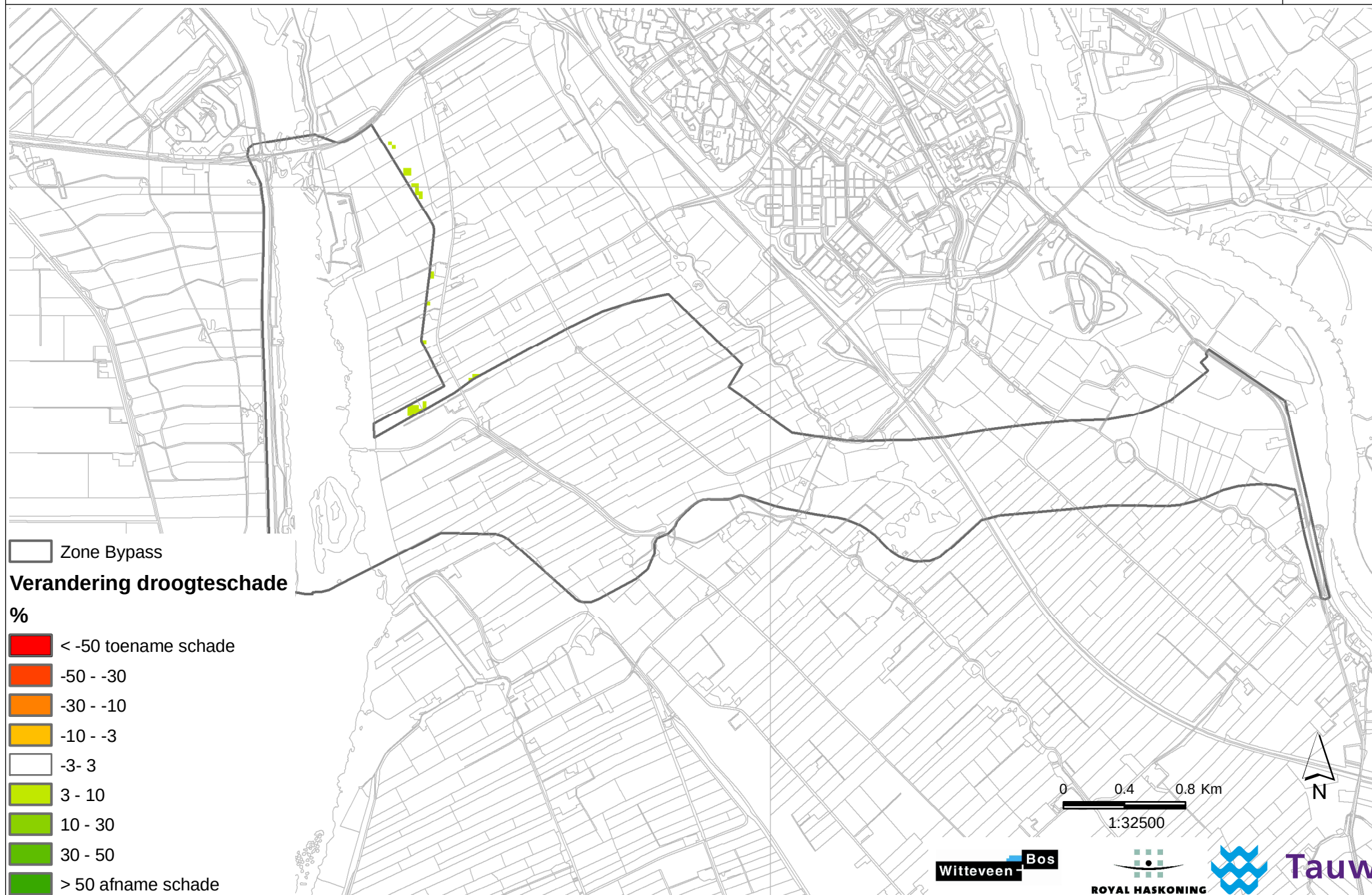


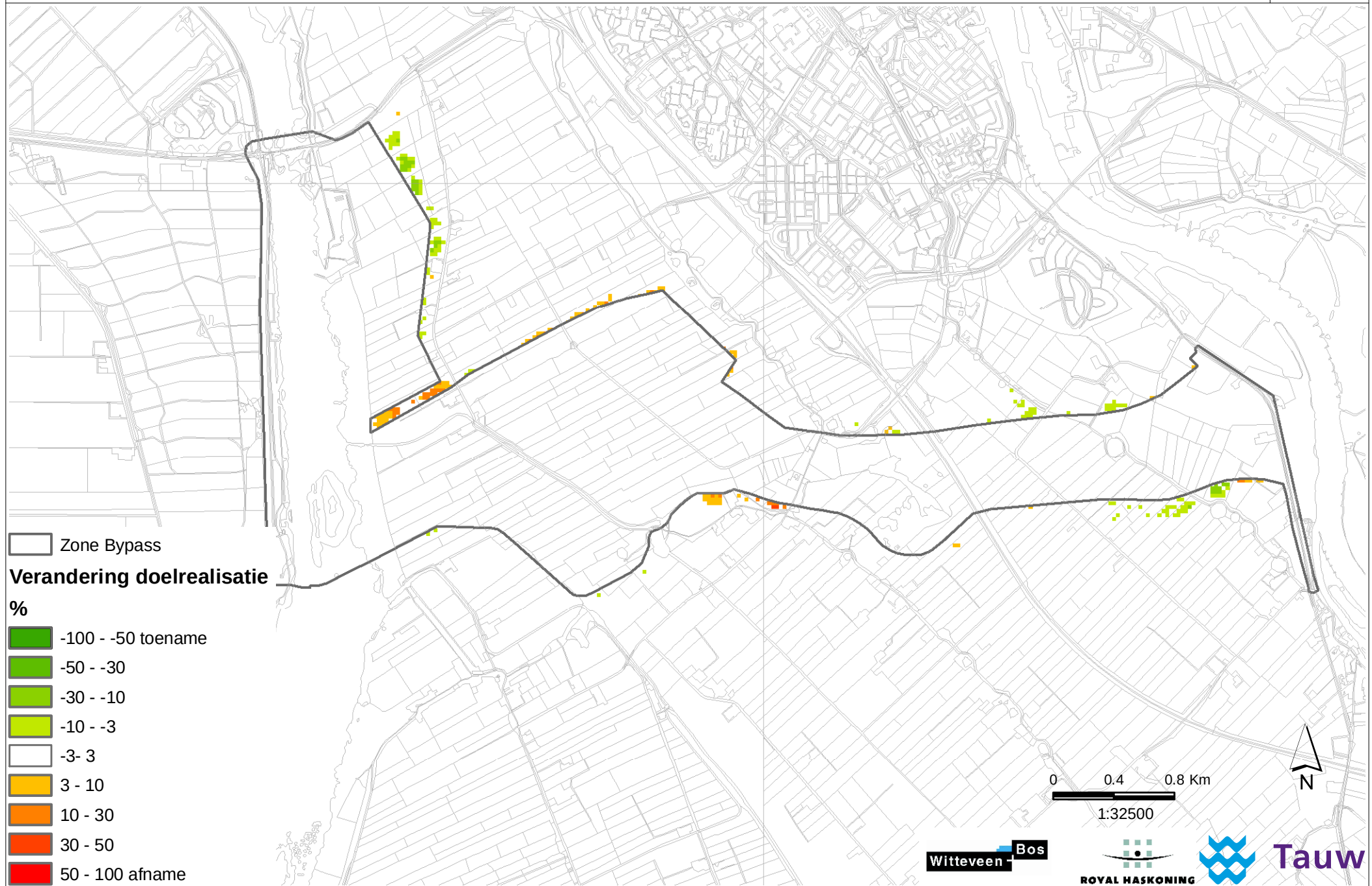


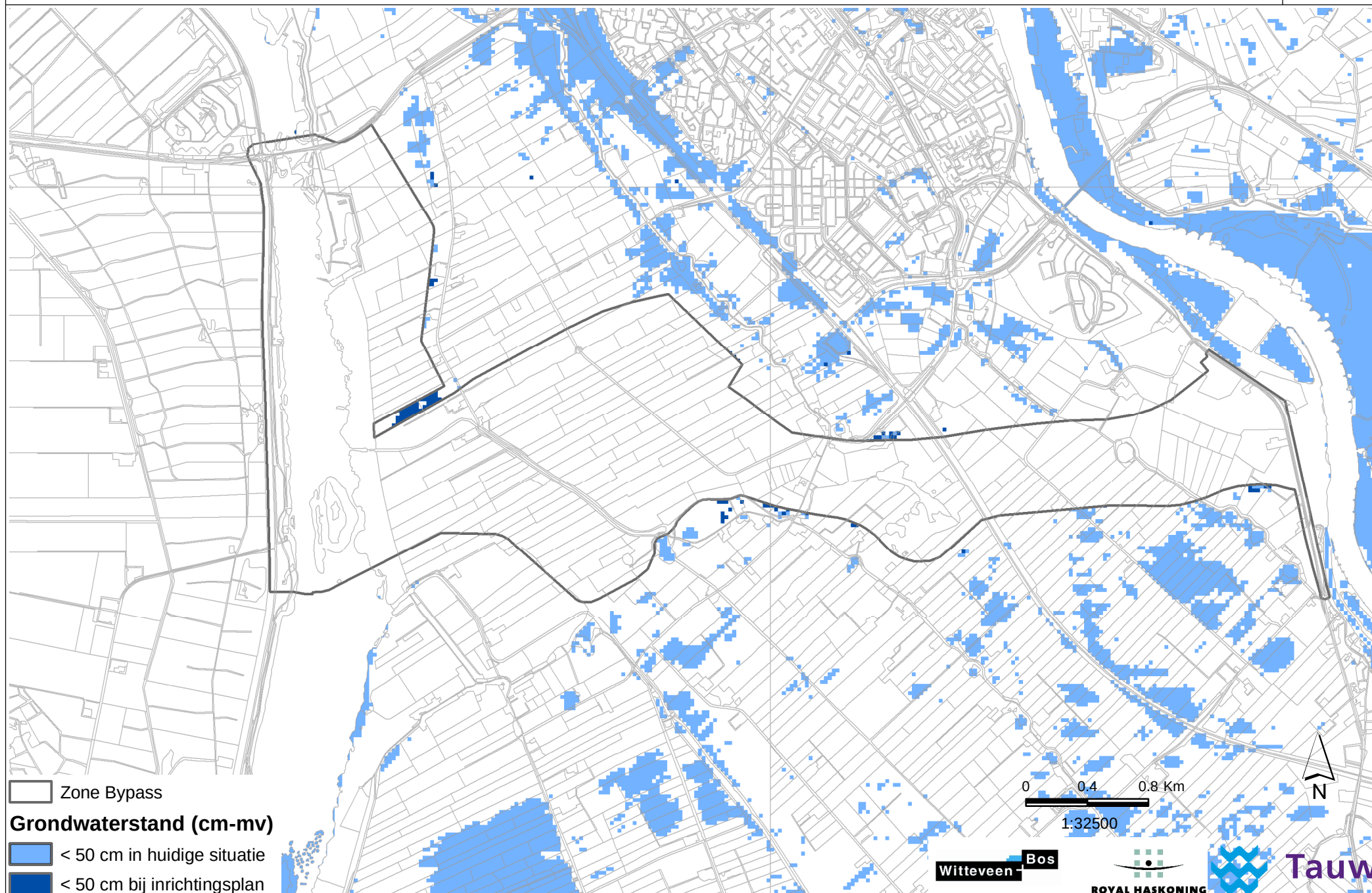


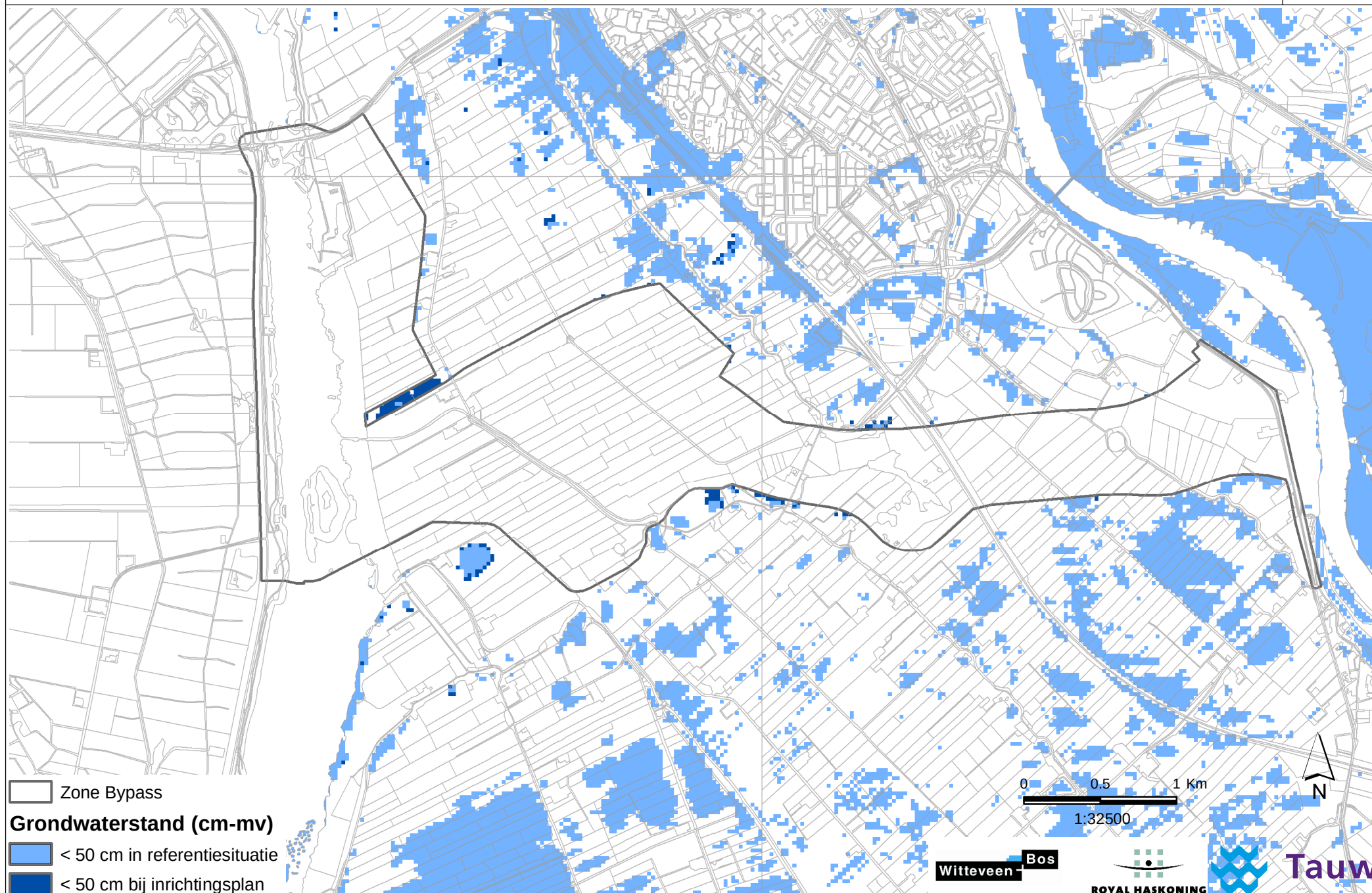


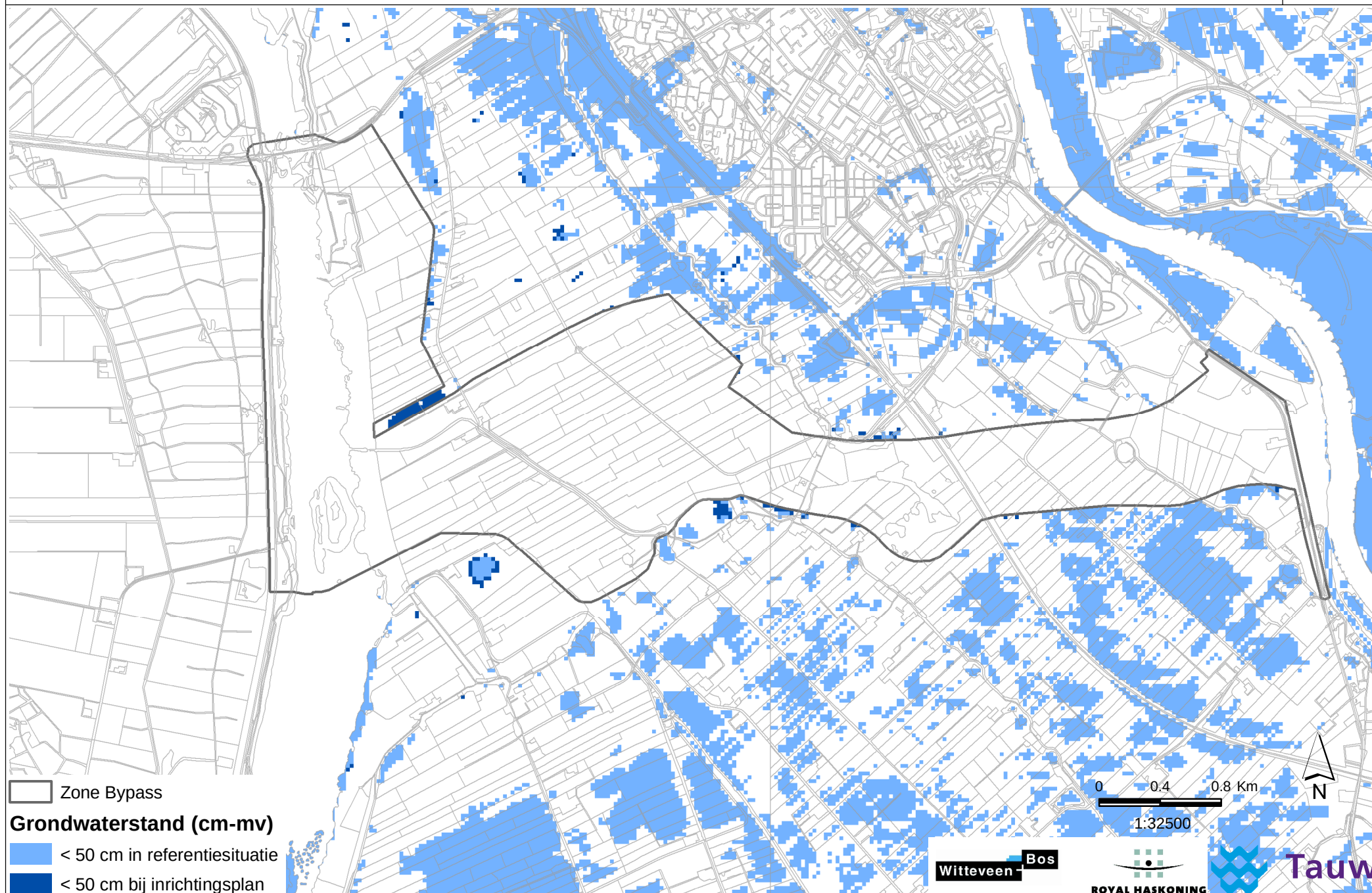


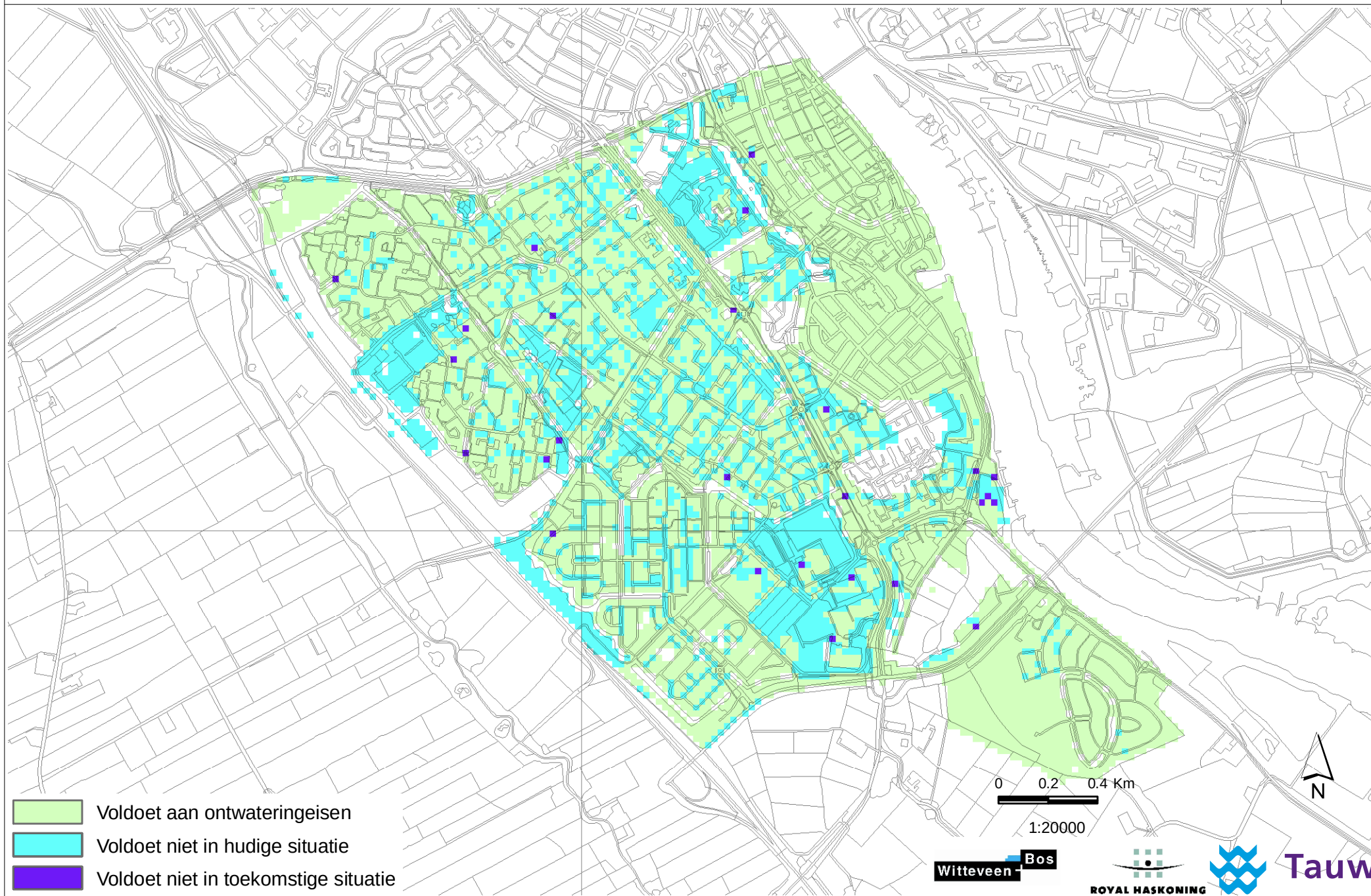


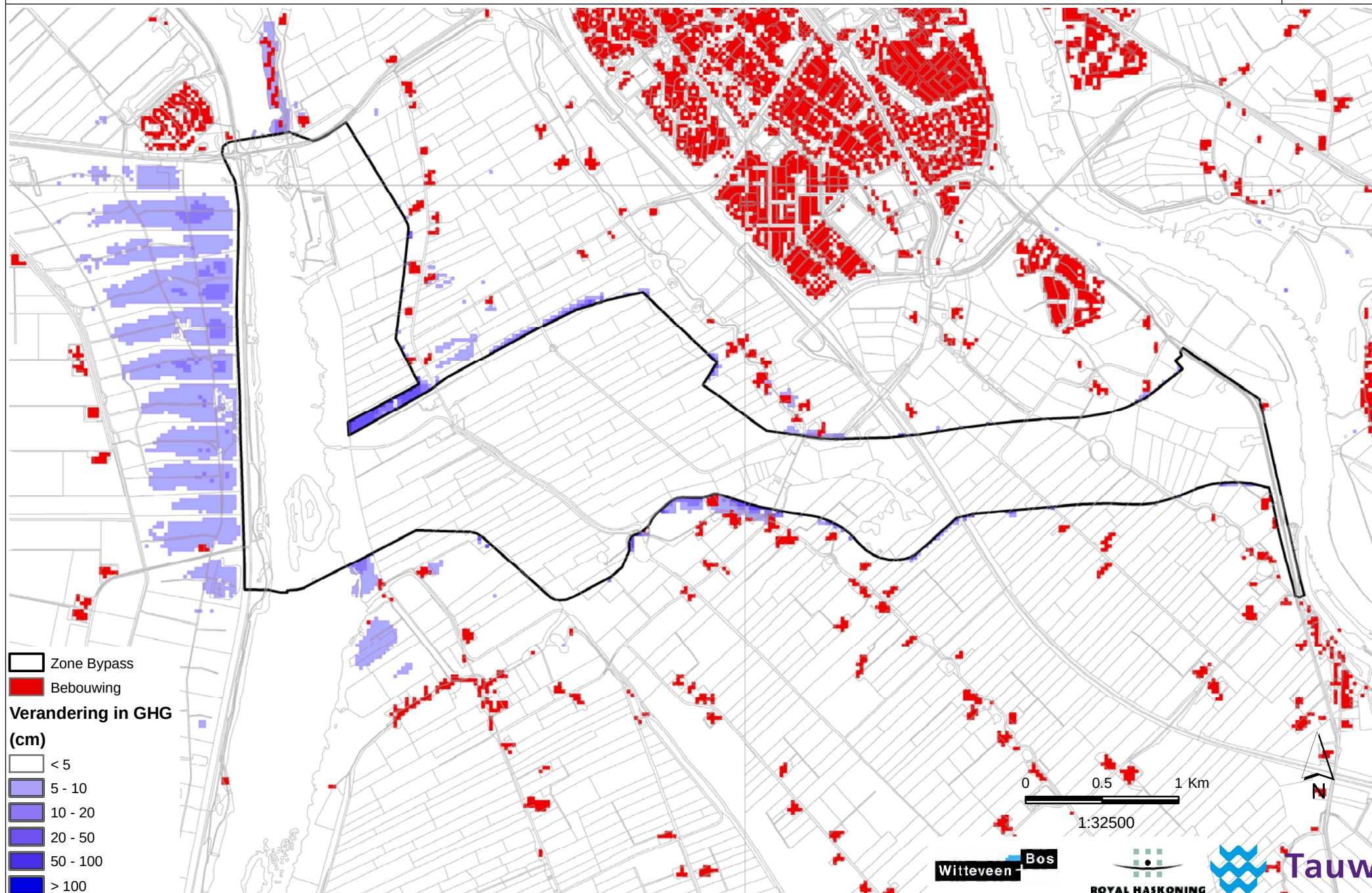


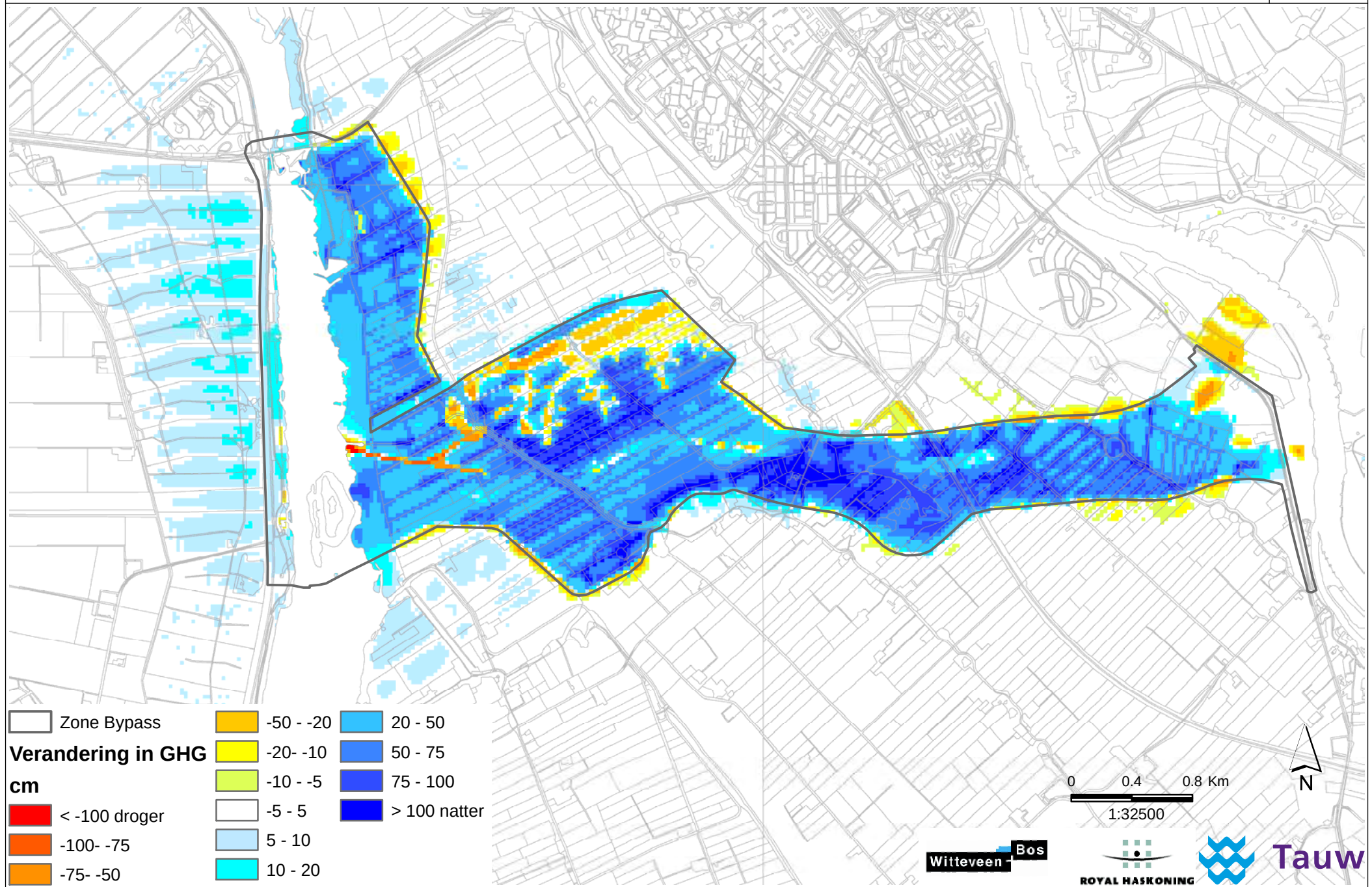


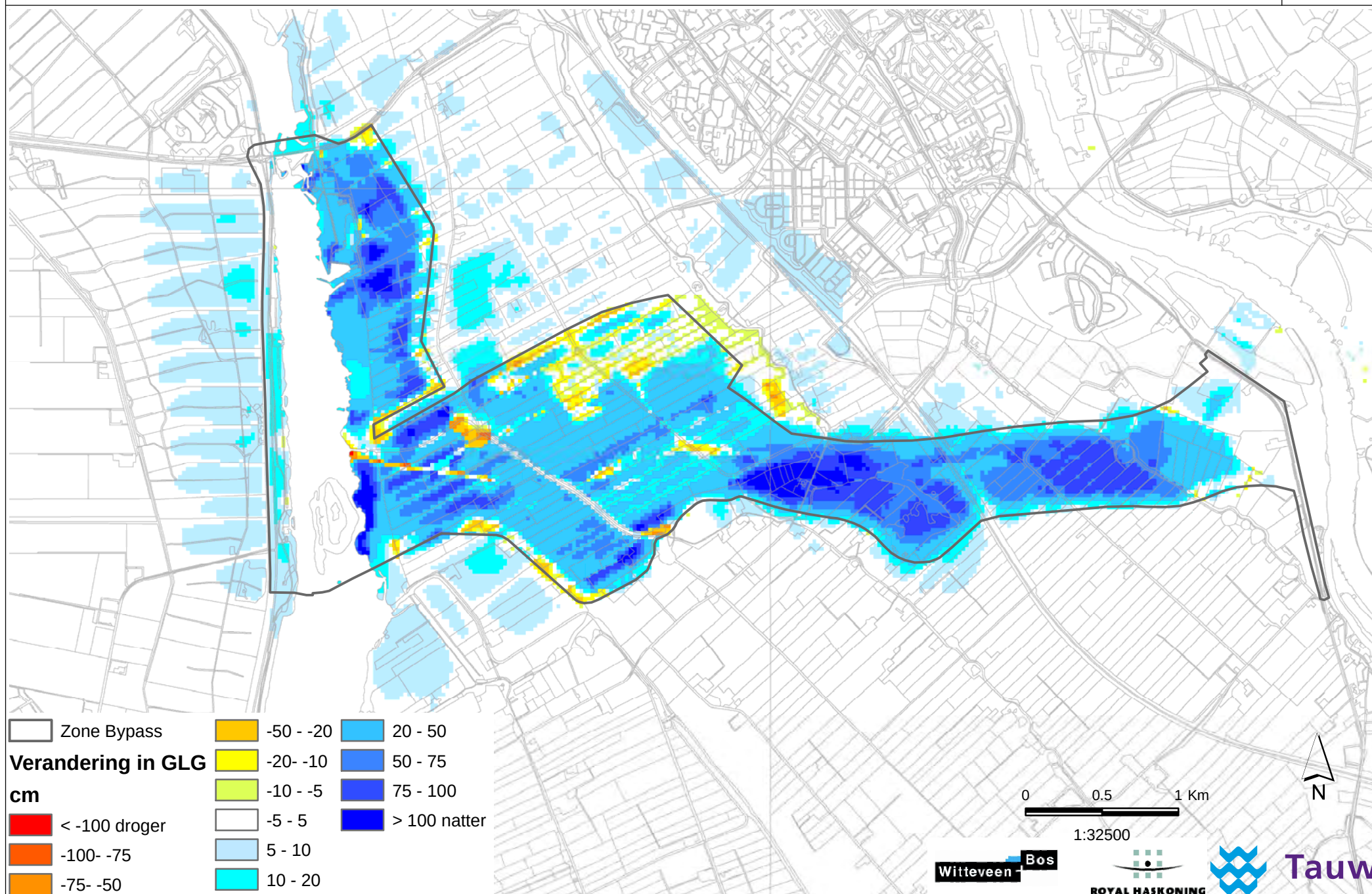


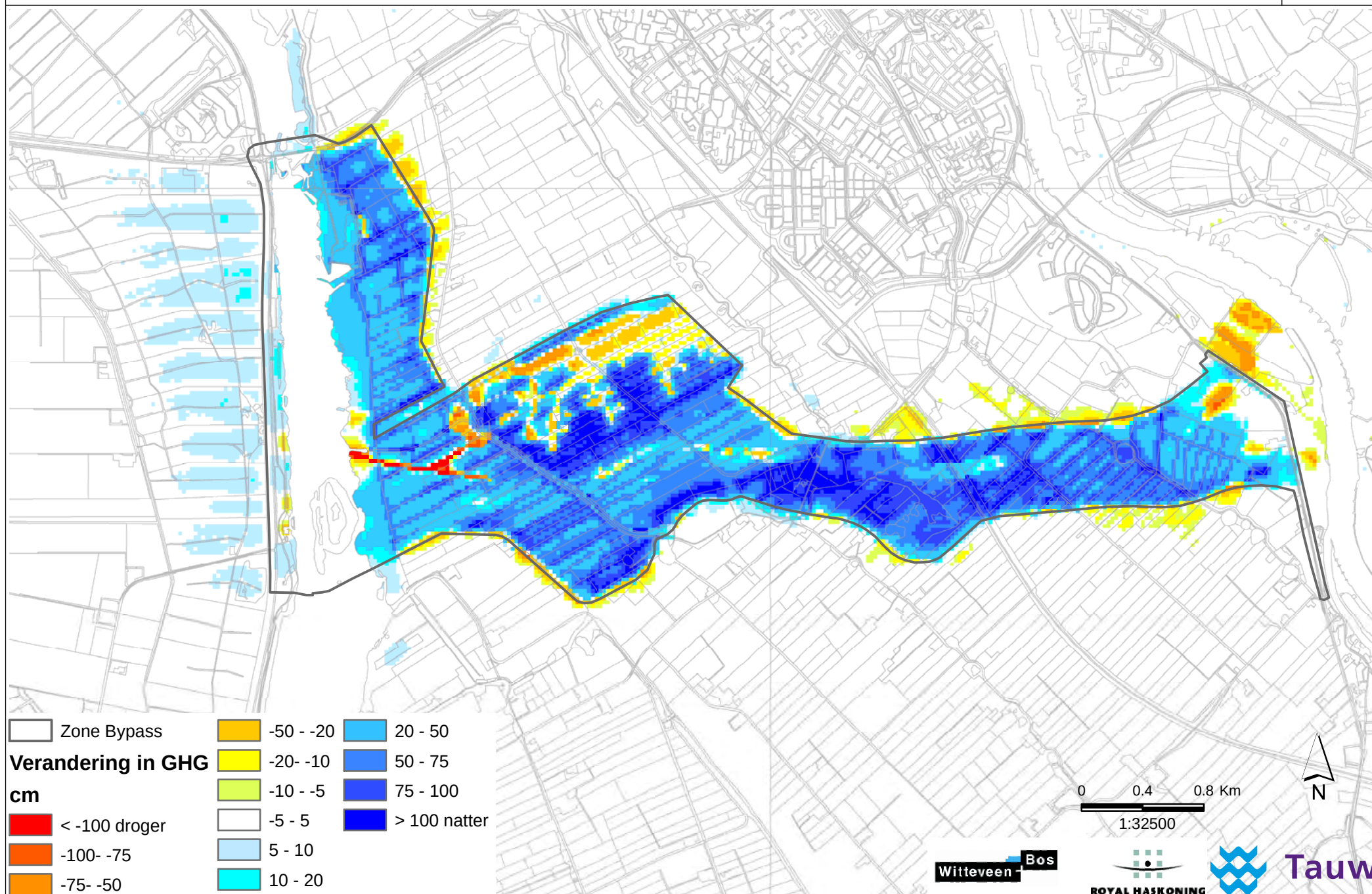


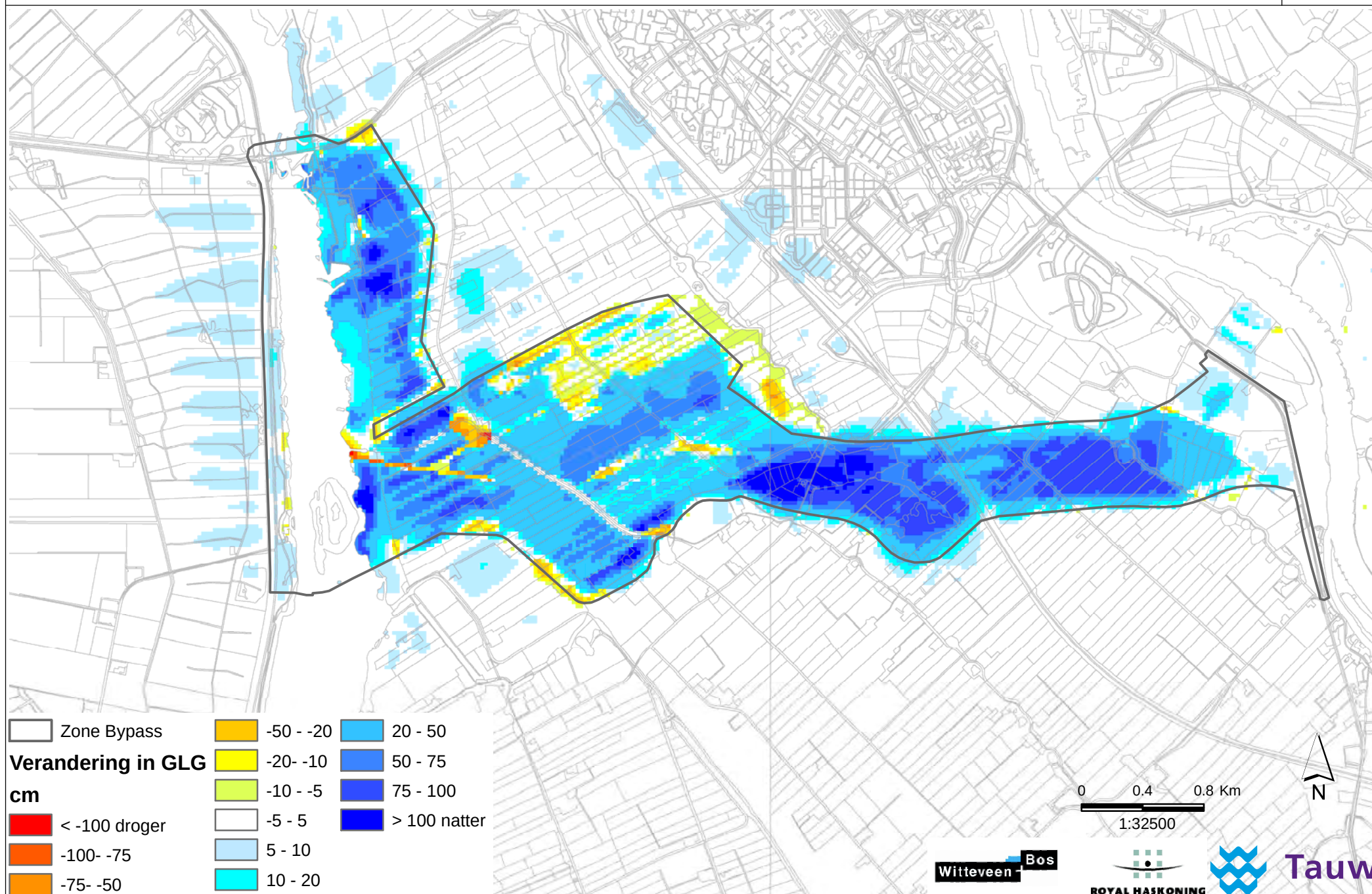


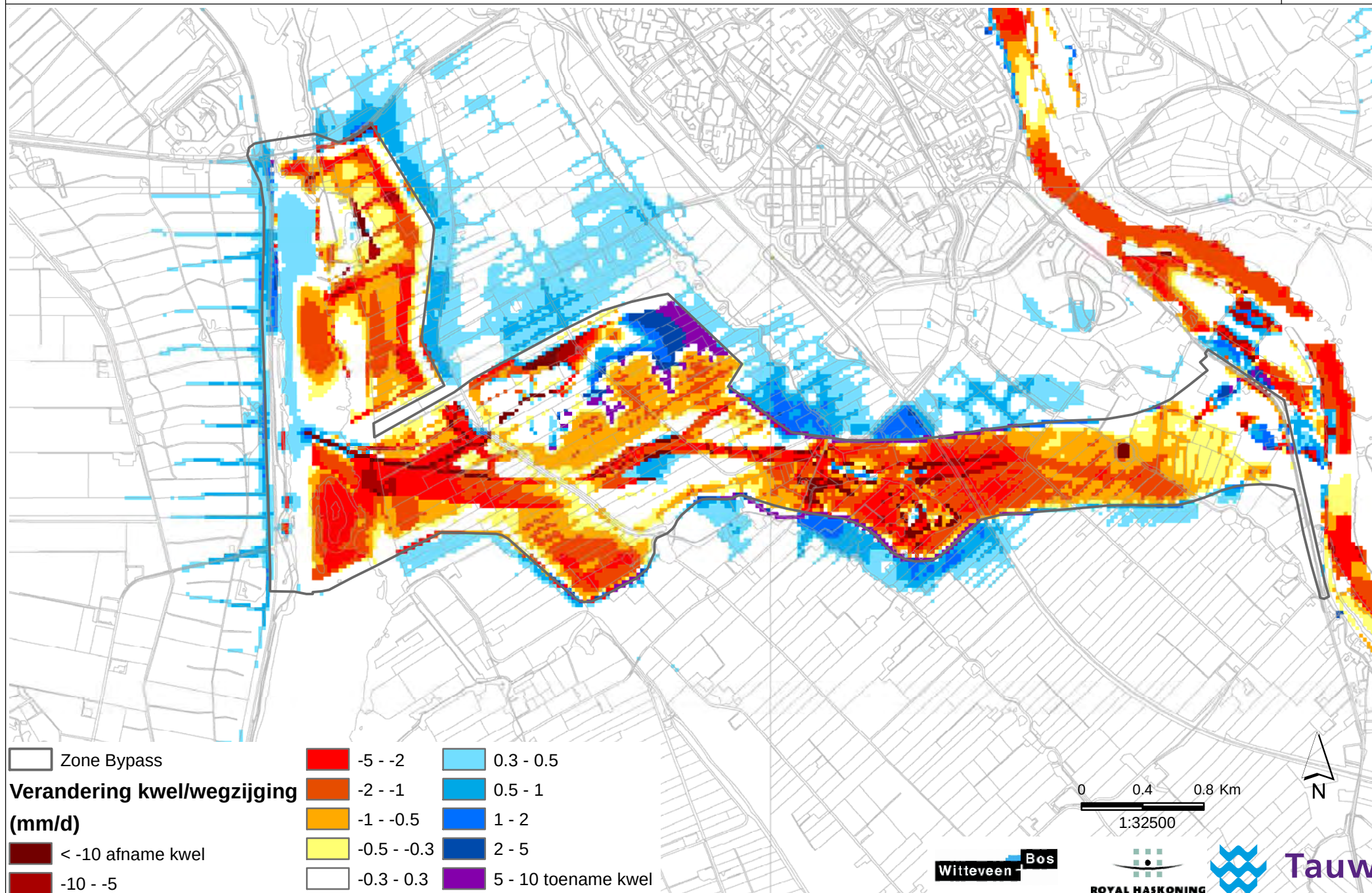


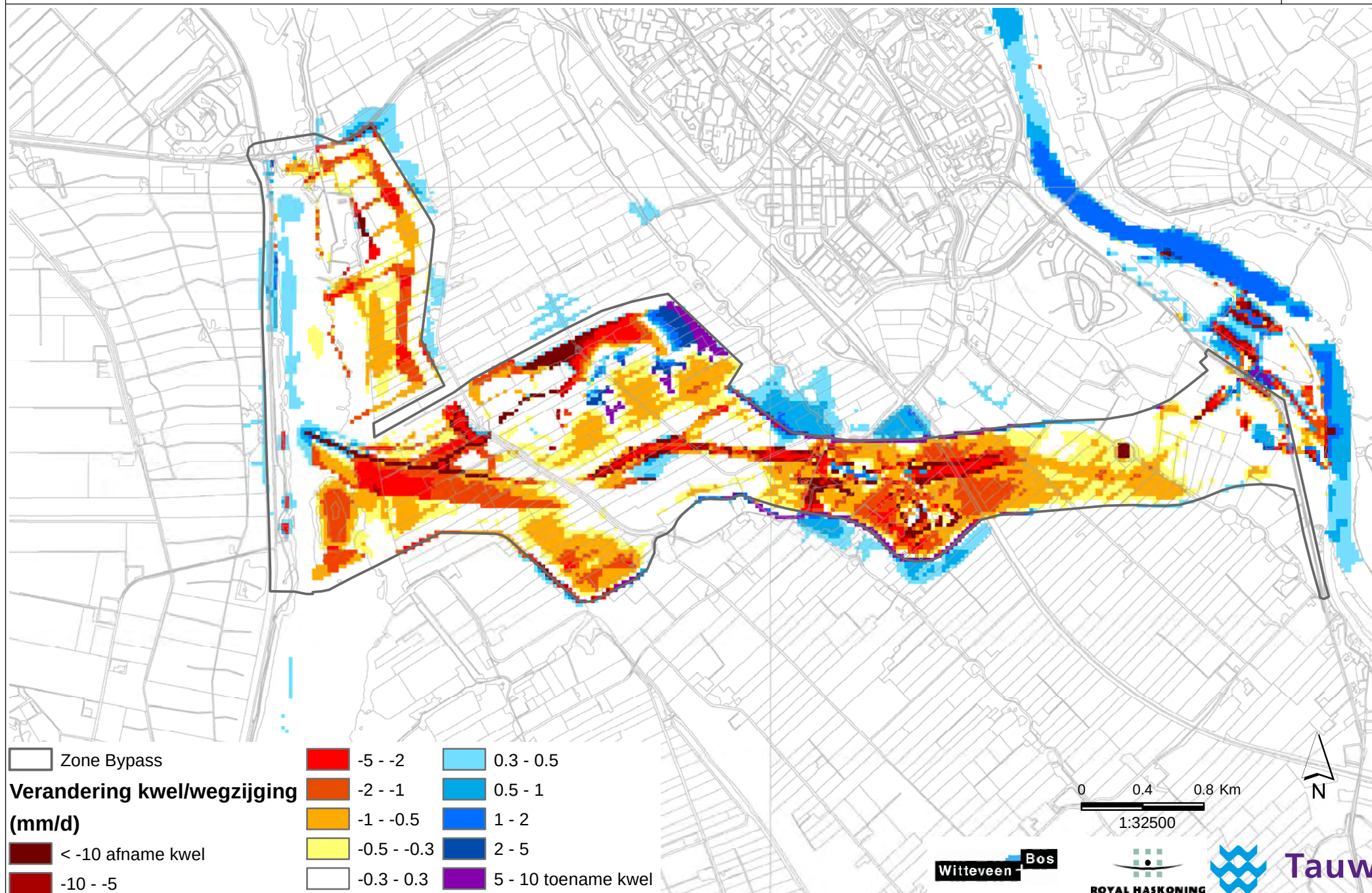


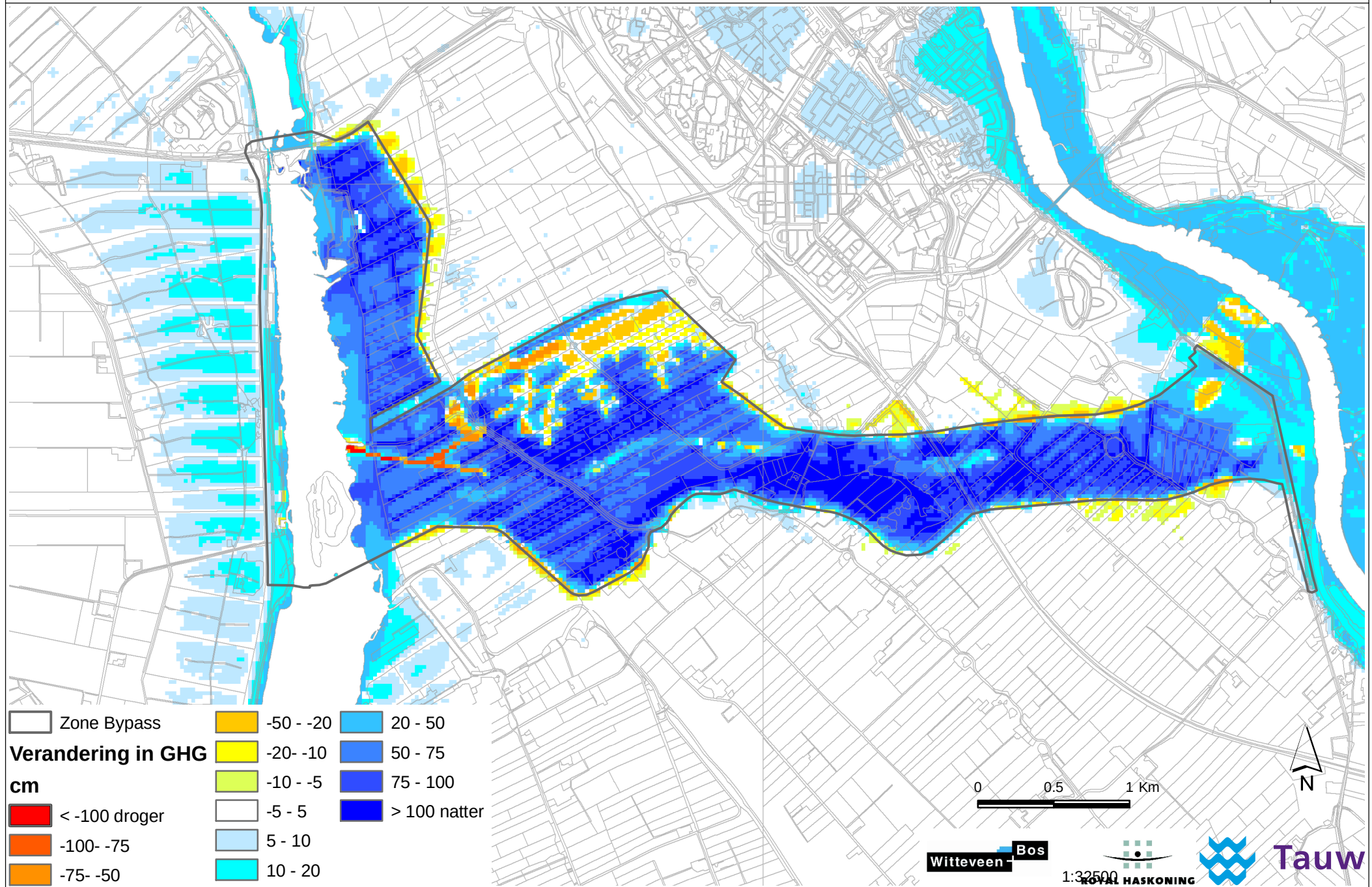


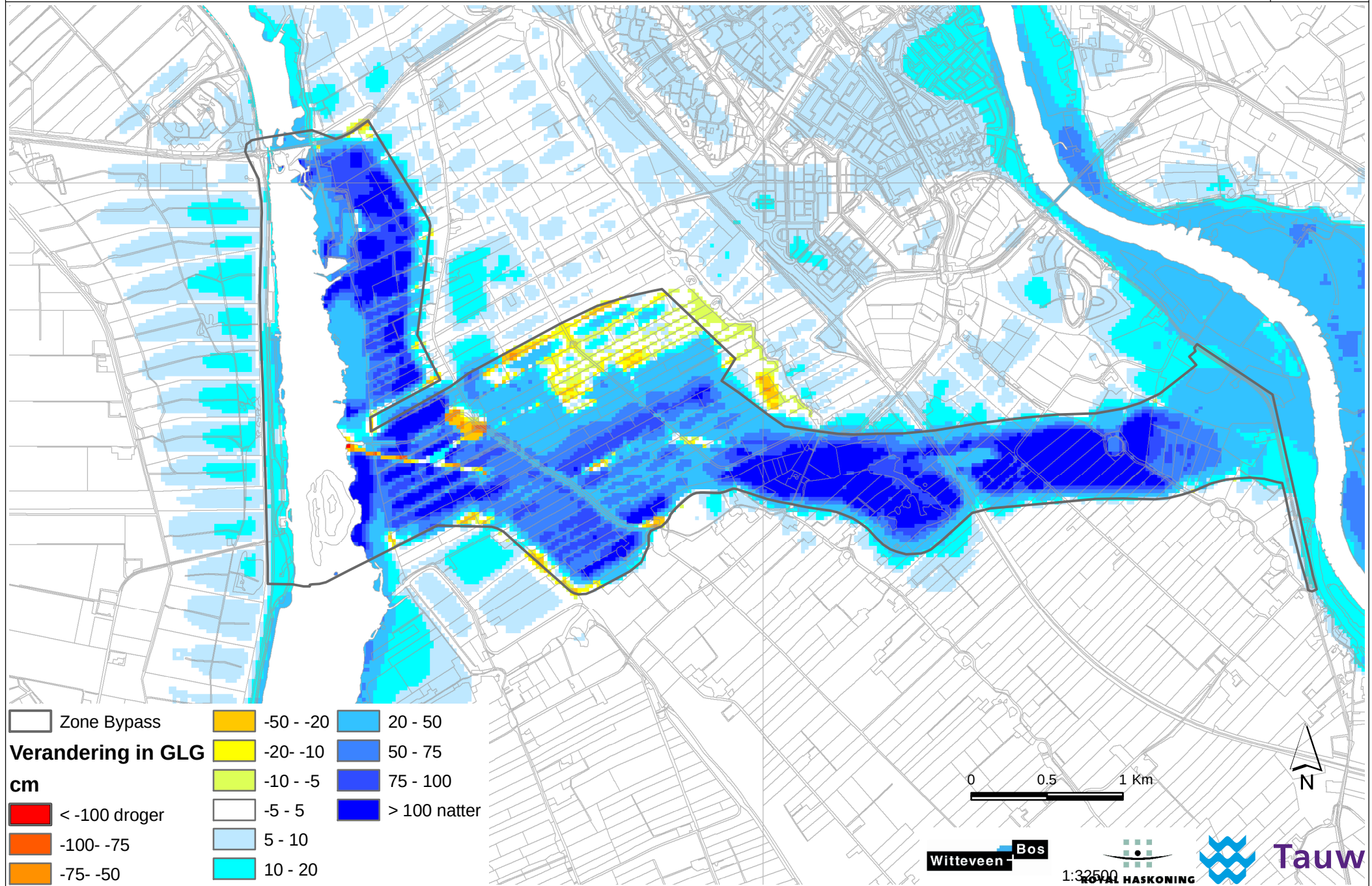


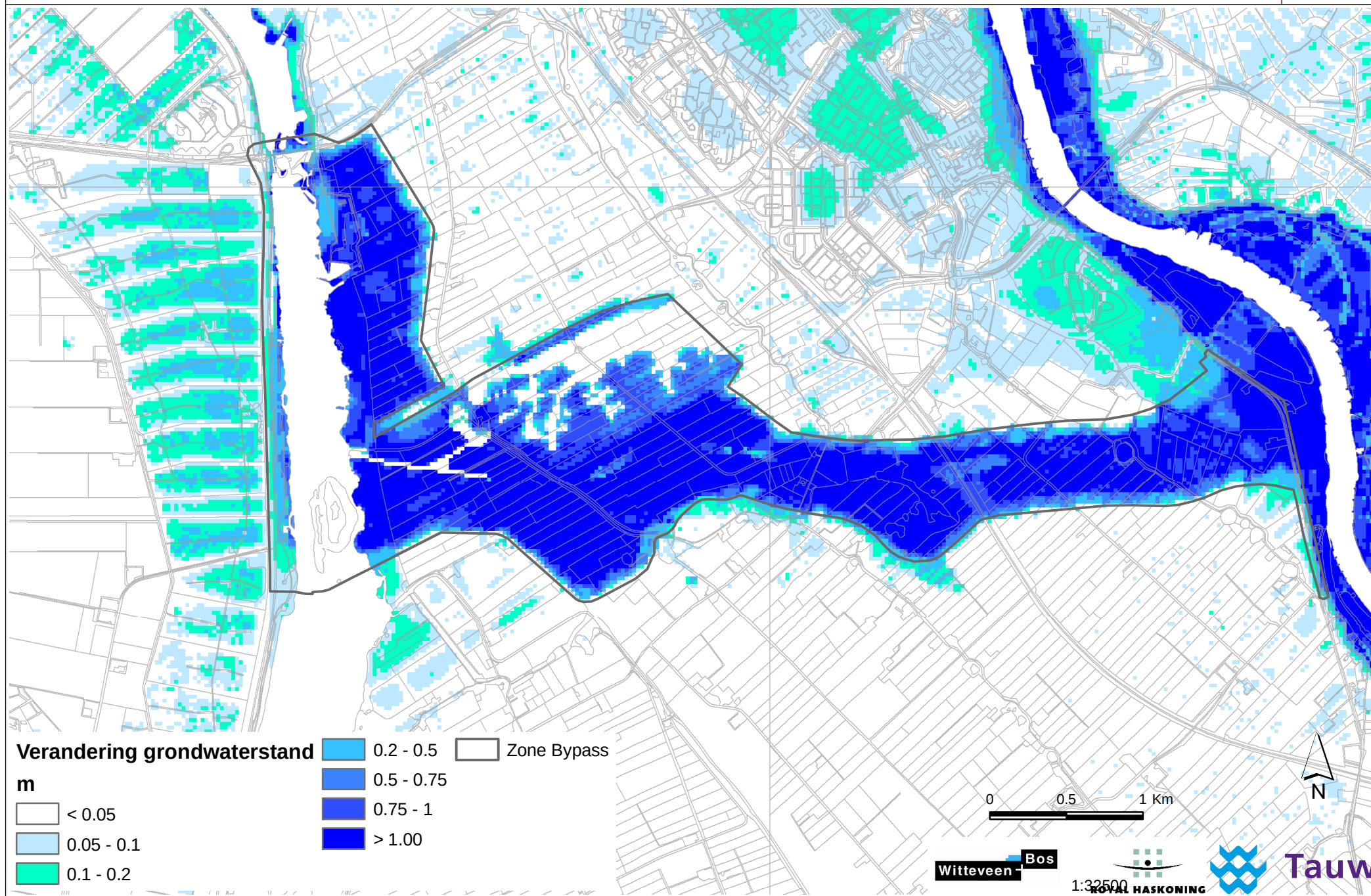


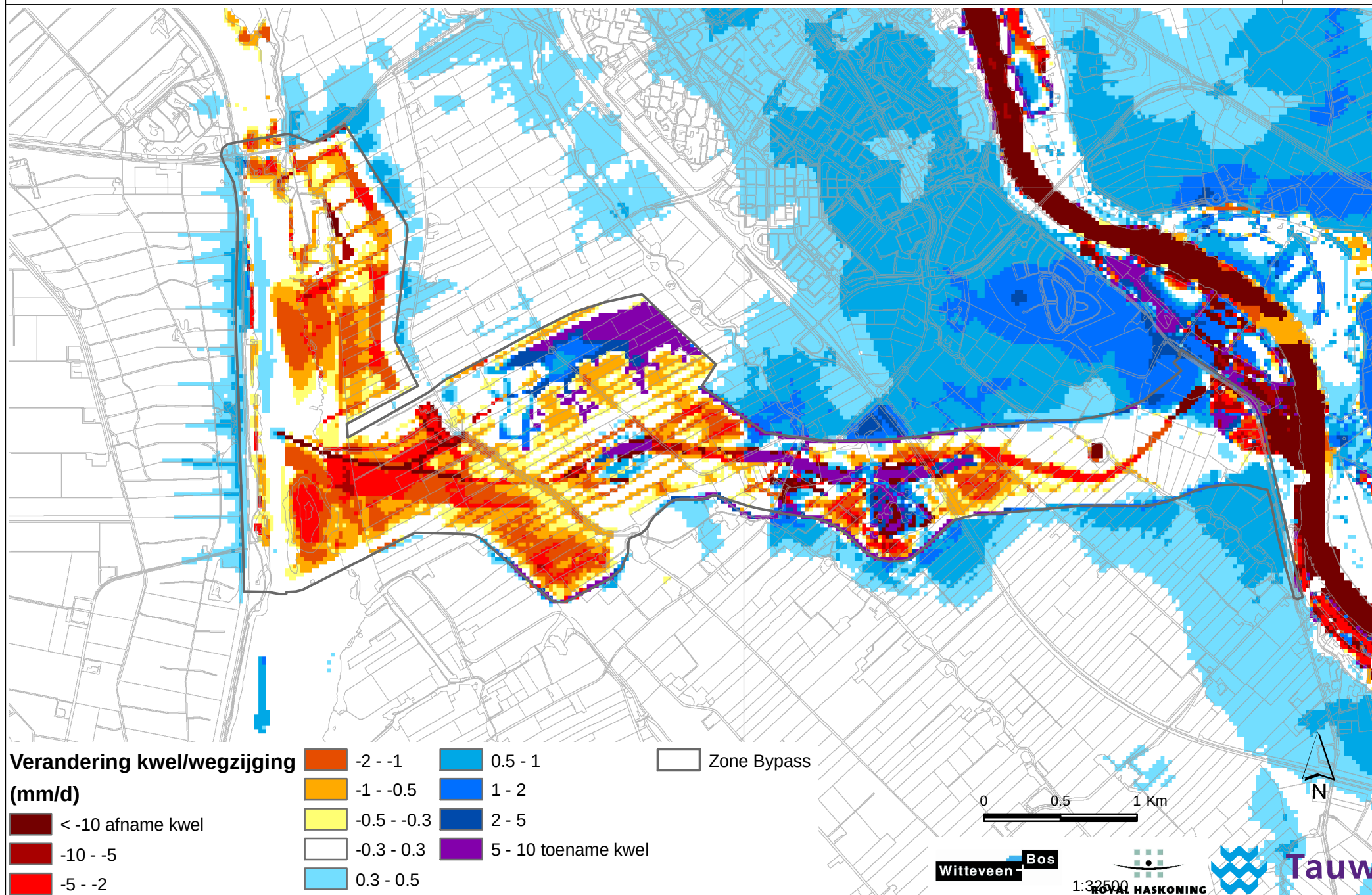












2

Bijlage

Referenties

Deelproduct	Benaming Eindconcept
1	Systeemanalyse
1	Functioneel Programma van Eisen
2	Rapportage Technisch Ontwerp
3	Waterkeringsplan
4	Inrichtingsplan
5	Beheer- en Onderhoudsplan
5	Beheerovereenkomsten
6	Kostenraming
7	Grondstromenplan
8	Uitvoeringsplan
9	Rapportage Hydraulica en veiligheid
10	Rapportage Geohydrologische Effecten
10	Rapportage effecten waterkwaliteit
11	Inventarisatie cultuurhistorische waarden
12	Rapportage Morfologische Effecten
13	Beeldkwaliteitsplan
13	Ruimtelijke Visie
14	Inrichtingsplan natuur
14	Natuurinventarisatie
14	Passende Beoordeling
14	Compensatieplan EHS & weidevogels
14	Activiteitenplan Flora en Fauna wet
15	Verleggingsplan
16	Rapportage Beheer Geo-informatie
17	Adviesnota SNIP3
18	Conceptaanvragen Vergunningen
19	Aanvulling BesluitMER

Bijlage

3

Objectenlijst

In de rapportages wordt verwezen naar objecten in de bypass. In alle rapportages wordt een gelijke benaming voor de objecten gehanteerd. De naamgeving per object is weergegeven in de onderstaande tabellen. De exacte ligging van de objecten zijn geprojecteerd op de inrichtingskaart weergegeven in de Systeemanalyse [1].

Fase 1

Tabel 1: Fase 1 deelsystemen en objecten

Fase 1	Benaming fase 1 Objecten
1A	IJsseldijk en Kamperstraatweg (IJK)
1A1-1	Inlaatwerk of drempel IJsseldijk fase 1 (IW1)
1A11-1	Inlaatwerk laag, vast gedeelte fase 1
1A12-1	Inlaatwerk diep, regelbaar gedeelte fase 1
1A13-1	Inlaatwerk hoog, vast gedeelte fase 1
1A2	Aanpassing Kamperstraatweg (AK)
1A3	Recreatieschutsluis IJsseldijk fase 1 (SI1)
1A5	Maaiveldverlaging uiterwaard naar inlaatwerk / drempel (TI)
1A6	IJsseldijk verbindende waterkering (IJDvw)
1A7	IJsseldijk dijkkring 11b (IJD _b)
1B	Nieuwe dijken langs bypass (DB)
1C	Waterkering Drontermeer - Vossemeer (WD) - <i>Reevedam</i>
1C1	Dijk Drontermeer-Vossemeer (DV)
1C2-1	Keersluis Drontermeer-Vossemeer fase 1 (KR)
1C3-1	Extra keersluis Drontermeer-Vossemeer fase 1 (eKR)
1E	Waterkering Roggebot (WR)
1E1-1	Dijk Roggebot fase 1 (DR1)
1E5	Maatregelen schutsluis Roggebot (SCR)
1E6	Maatregelen bestaande spuisluis Roggebot (SPR)
1G	Wegverbinding Nieuwendijk over bypass (WN)
1H	Inrichting bypass (IB)
1H1	Vaargeul bypass (VB)
1H2	Natuurinrichting bypass incl. zonerende maatregelen (NI)
1H4	Grondwerk bypass (GB)
1H7	Fiets- en wandelverbindingen (FW)
1H8	Migratiegeul bypass (MB)
1H9-1	Voorzieningen recreatiegebied fase 1 (VR1)
1H10	Categorie C-kering (VC)
1H11	Gemaal Kamperveen (GK)
1H12	Klimaatdijk Woongebied (KD)

Figuur b3.2: Fase 1 Deelsystemen geprojecteerd op het inrichtingsplan fase 1

Fase 2

Tabel 2: Fase 2 deelsystemen en objecten

Fase 2	Benaming fase 2 Objecten
1A	IJsseldijk en Kamperstraatweg (IJK)
1A1-2	Inlaatwerk of drempel IJsseldijk fase 2 (IW2)
1A11-2	Inlaatwerk laag, vast gedeelte fase 2
1A12-2	Inlaatwerk diep, regelbaar gedeelte fase 2 – <i>migratie vis</i>
1A13-2	Inlaatwerk hoog, vast gedeelte fase 2 – <i>migratie vee</i>
1C	Waterkering Drontermeer - Vossemeer (WD)
1C2-2	Spuisluis Drontermeer-Vossemeer fase 2 (SD)
1C3-2	Schutsluis Drontermeer-Vossemeer fase 2 (SC)
1C4	Migratievoorziening Drontermeer-Vossemeer (MD)
1D	Bestaande dijken Flevoland binnen projectgrenzen (BD)
1D1	Weg Drontermeerdijk (WDD)
1D2	Drontermeerdijk (DD)
1E	Waterkering Roggebot (WR)
1E1-2	Dijk Roggebot fase 2 (DR2)
1E2	Oeververbinding N307 (OV)
1E4	Erosiemaatregelen dijken (EM)
1H	Inrichting bypass (IB)
1H9-2	Voorzieningen recreatiegebied fase 2 (VR2)
1J	Onderdijkse Waard (IO)
1J3	Ecologische verbindingsgeul naar migratiesluisje (EV)

Toelichting:

1A1-2: het inlaatwerk bestaat uit 3 subobjecten. De subobjecten 1A11-2 (t.b.v. hoogwaterafvoer) en 1A13-2 (t.b.v. hoogwaterafvoer en veepassage) gaan in fase 2 functioneren. De bodembescherming voor deze subobjecten wordt aangebracht. Subobject 1A12-2 wordt ingezet voor de migratie van zaden, vissen en andere waterdieren en hoogwaterafvoer.

1D: dit deelsysteem en onderliggende objecten vallen strikt genomen buiten het project omdat de dijkversterking onderdeel is van het HWBP. Hieraan worden echter wel eisen vanuit IJDZ aan gesteld die gelden voor fase 2

[illegible]