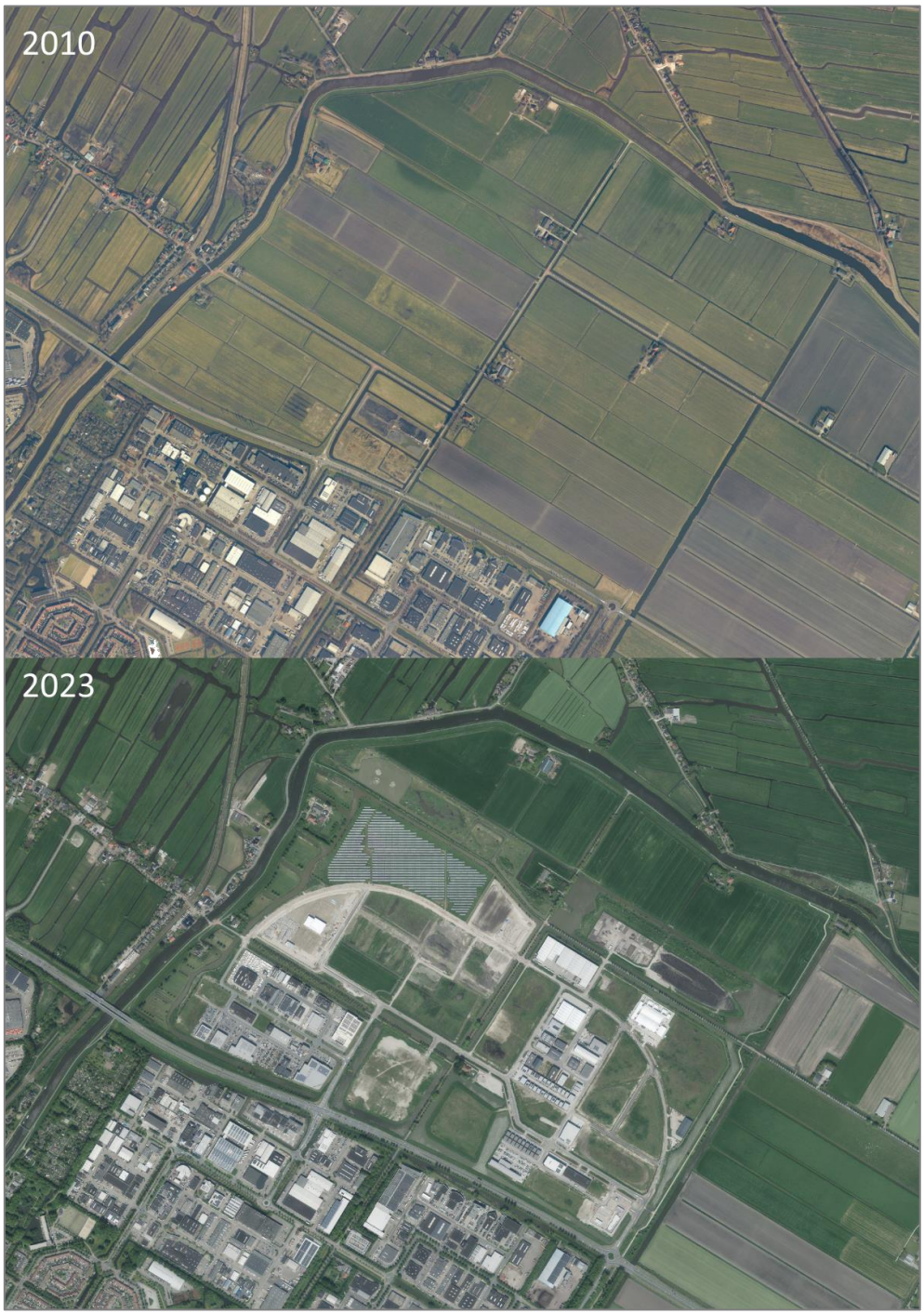
Effectenstudie ophogen in polders



SWECO

Sweco Nederland B.V.	Handelsregister 30129769
Onderwerp	Effectenstudie ophogen in polders
Projectnummer	51032640
Klant	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
Datum	28-01-2026

Managementsamenvatting

Het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) wil een robuust watersysteem handhaven. Door klimaatverandering en voortgaande ruimtelijke ontwikkelingen neemt de druk op dit watersysteem toe. In dit kader introduceert HHNK de maatregel **'ophogen = compenseren'**, met het voornemen deze op te nemen in haar Waterschapsverordening. Ophogingen van het maaiveld in polders leiden tot verlies van 'inundatieruimte': het tijdelijke waterbergend vermogen van een polder bij extreme neerslag. Dit verlies resulteert in een grotere druk op het watersysteem in de directe omgeving. Water verplaatst naar andere laaggelegen delen van de polder. Dit kan op deze locaties leiden tot schade. Het uitgevoerde onderzoek naar het effect van ophogingen op verlies aan inundatieruimte biedt het onderliggende beleidsmatige en inhoudelijke fundament voor de maatregel.

In de periode 2011–2023 zijn in het beheergebied van HHNK circa 11.500 ophogingen geconstateerd, zowel in agrarisch als stedelijk gebied. De totale theoretisch verloren inundatieruimte als gevolg hiervan bedraagt ongeveer 1,2 miljoen m^3. Dit volume is vrijwel gelijk aan de totale capaciteit van de actieve waterbergingsgebieden die HHNK in het kader van Wateropgave 1 heeft gerealiseerd. Voor de toekomst wordt, op basis van bekende woningbouw-ontwikkelingen tot 2050 en zonder compensatie, een additioneel verlies van circa 750.000 m^3 inundatieruimte verwacht. Samen met toekomstige agrarische ophogingen zal dit opnieuw leiden tot een verlies van een vergelijkbare ordegrootte als in de afgelopen periode. Op basis van deze bevindingen wordt geconcludeerd dat het instellen van een maatregel noodzakelijk en doelmatig is om een verdere afname van inundatieruimte te voorkomen en dus de robuustheid van het watersysteem te handhaven (**'stand-still'-principe**).

Uit de analyse blijkt dat de **locatie van een ophoging** bepalender is voor het effect dan de absolute omvang ervan. Ophogingen in gebieden waar inundatie optreedt bij extreme neerslag veroorzaken verlies aan berging; ophogingen elders hebben nauwelijks effect. Hoewel het merendeel (60%) van het totale inundatievermogen zich bevindt in de 10% meest geïnundeerde gebieden, zien we dat hier slechts 1% van het totale verlies van inundatieruimte plaatsvindt. Daarmee wordt het uitsluitend beschermen van deze delen van de polder als niet effectief beoordeeld.

De effecten verschillen per **type polder**. In klei- en zandpolders wordt het grootste deel van het verlies aan inundatieruimte veroorzaakt door stedelijke gebiedsontwikkelingen (circa 70%). In veenpolders speelt daarnaast het ophogen en egaliseren van landbouwgrond (circa 45%) en het op niveau brengen van de openbare ruimte in bestaand stedelijk gebied (herinrichting) een grote rol, voornamelijk als gevolg van bodemdaling. Over alle polders gezamenlijk zijn gebiedsontwikkelingen en agrarische ophogingen verantwoordelijk voor circa 90% van de totale 'theoretische' afname aan inundatieruimte.

De 11.500 geconstateerde ophogingen zijn omgerekend circa 1.000 ophogingen per jaar. Indien al deze activiteiten vergunning- en compensatie-plichtig worden, leidt dit tot een grote administratieve last voor zowel HHNK als initiatiefnemer. Daarom wordt er geadviseerd te werken met een **ondergrens** op basis van het oppervlak en de hoogte van de ophoging. Het HHNK kan hierbij een afweging maken tussen de administratieve last – voor zowel haar organisatie als voor initiatiefnemers – en de effectiviteit van de maatregel.

Er wordt geadviseerd om **beheer en onderhoud** en tijdelijke ophogingen (zoals gronddepots of overhoogtes) uit te zonderen van compensatieplicht.

Omdat de locatie van een ophoging bepalender is dan de absolute omvang van de ophoging wordt aanbevolen om met **maatwerk** de vergunningsaanvragen te behandelen. Hierbij wordt geadviseerd een duidelijke **beslisboom** en transparante handvatten voor initiatiefnemers te creëren, voor een onderbouwde, effectieve en uitvoerbare regeling.

Inhoudsopgave

Managementsamenvatting 3
1 Inleiding 6
1.1 Leeswijzer 7

2 Type ophogingen en factoren van invloed 8
2.1 Begrippen 8
2.1.1 Inundatieruimte 8
2.1.2 Extreme neerslag 8
2.1.3 Ophogingen 8
2.1.4 Inundatieruimte-balans 8
2.1.5 Inundatieruimte afname 8
2.2 Agrarische ophogingen 9
2.3 Stedelijke ophogingen 10
2.4 Factoren van invloed effect ophogingen op omgeving 11
2.4.1 Plasvorming 11
2.4.2 Bodemberging 11
2.4.3 Relatieve inundatieruimte afname 11
2.4.4 Type polder en omgeving 11
2.5 Beheer en onderhoud en tijdelijke ophogingen 11
2.5.1 Beheer en onderhoud 11
2.5.2 Tijdelijkheid ophogingen 12

3 Ophogingen, inundatie en toekomstige ontwikkelingen 13
3.1 Bronnen 13
3.2 Ophogingen uit het recente verleden 13
3.2.1 Methode AHN verschilkaart 15
3.3 Toekomstige ophogingen 15
3.4 Tijdlijn 16

4 Analyse van casussen 18
4.1 Methode en uitgangspunten analyseren ophogingen 19
4.2 Kleipolder 19
4.3 Veenpolder 20
4.4 Zandpolder 20

5 Analyse en afweging scenario’s 22
5.1 Nut en noodzaak instellen maatregel 22
5.2 Locatiegevoeligheid ophoging 22
5.3 Verschillen tussen veen, klei en zand 23
5.4 Ondergrens 24
5.5 Beheer en onderhoud en tijdelijke ophogingen 26

5.6 Conclusie 26

Bijlage 1 – Factoren van invloed op inundatievermogen 28
B1.1 Neerslag en inundatie in polders 28
B1.2 Activiteiten van invloed op watersysteem 28
B1.2.1 Demping van wateroppervlak 29
B1.2.2 Toename van verhard oppervlak 29
B1.2.3 Afname van inundatieruimte 29
B1.3 Factoren verlies inundatieruimte door ophoging 30

Bijlage 2 - Voorbeelden ophogingen 33

B2.1 Ophogen en/of egaliseren van landbouwgrond 33
B2.2 Opzanden ten behoeve van bollenteelt 35
B2.3 Baggerdepots 37
B2.4 Dijkversterkingen 39
B2.5 Gebiedsontwikkelingen 41
B2.6 Infrastructurele werken 47
B2.7 Grondbank 49

Bijlage 3 - Analyse van alle polders binnen beheergebied HHNK 51

B3.1 Uitleg tabel 51
B3.2 Resultaten en interpretatie 52
B3.2.1 DPRA berekening 52
B3.2.2 AHN2-AHN5 52
B3.2.3 DPRA berekening vs. AHN2-AHN5 52
B3.2.4 Ophogingen in 10% gevoeligste delen van de polder 53
B3.2.5 Toekomstige ontwikkelingen 53

Bijlage 4 - Casussen 54

B4.1 Uitleg staafdiagrammen 54
B4.2 Resultaten 54
B4.2.1 Gebiedsontwikkeling 54
B4.2.2 Landbouwgrond 54
B4.2.3 Infrastructurele werken 54
B4.2.4 Herinrichting 54
B4.2.5 Tijdelijk depot 54
B4.2.6 Dijkversterking 54
B4.2.7 Omzanding 55
B4.3 Interpretatie 55

Bijlage 5 - Ondergrens 56

B5.1 Resultaten 56
B5.2 Interpretatie 56

1 Inleiding

Het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) heeft in 2024 de maatregel ‘ophogen=compenseren’ geïntroduceerd en heeft het voornemen dit op te nemen in haar Waterschapsverordening.

In de maatregel ‘ophogen=compenseren’ wordt aangenomen dat de laagste 10% van een polder bij bovennormatieve, extreme regenval op natuurlijke wijze inundeert. Het watersysteem is niet ontworpen op extreme neerslag en heeft onvoldoende bergings- en afvoercapaciteit om een dergelijke bui te verwerken. Het watersysteem bereikt zijn limiet waarbij de laagst gelegen delen van de polder inunderen. De geïnundeerde gebieden houden tijdens deze extreme omstandigheden tijdelijk water vast. Ze fungeren daardoor als tijdelijke waterberging. Door ophoging in deze gebieden neemt de inundatieruimte van een polder af. Dit heeft als gevolg dat dit volume water zich verplaatst naar andere delen van de polder waar het mogelijk schade veroorzaakt.

Door klimaatverandering neemt de kans op een extreme bui toe. HHNK wil ervoor zorgen dat de inundatieruimte in een polder niet verloren gaat door ophoging. Het afnemen van de inundatieruimte, door op te hogen, kan leiden tot het verplaatsen van de inundatie waardoor risico’s op schade toenemen. HHNK wil de maatregel ‘ophogen=compenseren’ zorgvuldig uitwerken. Bij ophogen moet het verplaatsen van inundatie worden voorkomen, of gecompenseerd, zodat het ophogen niet leidt tot een toename van het schaderisico. Om de maatregel zorgvuldig uit te werken wil HHNK meer inzicht in de ophogingen die in hun beheergebied hebben plaatsgevonden. In voorliggende rapportage worden de volgende hoofdvragen beantwoord:

- Welke type ophogingen vinden er plaats in zowel agrarisch als stedelijk gebied?
- Hoeveel ophogingen van deze type ophogingen vinden er plaats?
- Welke factoren hebben invloed op de afname van inunderend vermogen en zijn er verschillen in type bodem?
- Welke van de vijf door HHNK voorgestelde scenario’s om de maatregel op te nemen in de waterschapsverordening kan worden aanbevolen?

Voor het opnemen van de maatregel in de waterschapsverordening heeft HHNK vijf scenario’s opgesteld:

1. Niet instellen maatregel: er komt geen vergunningplicht bij ophoging.
2. Vergunningplicht bij ophoging in 10% van de delen met meeste inundatie per polder, zodat deze behouden blijven voor inundatie. Dit is cf. het voorstel uit 2024, maar in combinatie met uitgebreid consultatieproces met omgeving, verbeterd kaartmateriaal, duidelijke definitie etc.
3. Idem 2 in combinatie met stuk schadeloosstelling voor de 10% meest geïnundeerde percelen wanneer daar een vergunningplicht op komt.
4. Compensatie alleen verplicht wanneer een probleem ontstaat a.g.v. ophoging: procesmatige verplichting voor iedereen in het beheergebied die vanaf bepaalde ondergrens wil ophogen om de impact van die handeling i.s.m. HHNK inzichtelijk te maken. Op basis daarvan bepalen of en welke compensatie nodig is en daar (al dan niet) op handhaven.
5. Compensatie verplicht bij forse impact: invoeren vergunningplicht voor compensatie bij ophoging voor het hele beheergebied in combinatie met hoge ondergrens.

In voorliggende rapportage worden de aanleiding en effecten van ophogingen kwalitatief beschouwd. Vervolgens wordt de invloed van ophogingen gekwantificeerd door te kijken naar ophogingen uit het recente verleden en toekomstige ophogingen. Met behulp van diverse casussen worden verschillende ophogingen uiteengezet en wordt het effect van verschillende typen bodem beschouwd. Hiermee wordt inzicht gegeven in de effecten van ophogingen en wordt advies gegeven over hoe hiermee om te gaan.

1.1 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt kwalitatief omschreven welke type ophogingen wordt onderscheden en welke factoren van invloed zijn op de effecten van een ophoging op de inundatieruimte van een polder.

In hoofdstuk 3 worden ophogingen uit het recente verleden en toekomstige ophogingen in kaart gebracht.

In hoofdstuk 4 wordt aan de hand van diverse casussen van verschillende typen polders de effecten van ophogingen in desbetreffende polders geïllustreerd.

In Hoofdstuk 5 worden de resultaten van de analyse beschreven en wordt advies gegeven over het instellen van een maatregel.

2 Type ophogingen en factoren van invloed

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op een aantal begrippen en type ophogingen. Vervolgens worden de factoren van invloed op de afname van inundatievermogen en de effecten hiervan op de omgeving beknopt beschreven. In Bijlage 1 is een uitgebreidere toelichting hierop beschreven.

2.1 Begrippen

2.1.1 Inundatieruimte

In dit rapport wordt gerefereerd naar het begrip ‘inundatieruimte’. Omdat de term inundatie op meerdere manieren kan worden geïnterpreteerd is voor dit rapport een definitie gegeven aan het begrip. Dit betreft:

Inundatieruimte betreft het volume aan water op een locatie die op het maaiveld staat als gevolg van extreme neerslag.

Inundatieruimte wordt gevormd door twee componenten. De eerste component betreft water op het maaiveld als gevolg van een grotere peilstijging dan de drooglegging, waardoor watergangen buiten hun profielen (oevers) treden. De tweede component betreft water op het maaiveld als gevolg van het niet kunnen afstromen van dit water naar watergangen (of greppels) en het niet kunnen infiltreren van dit water. Dit wordt ook wel plasvorming genoemd. Samen vormen zij de inundatieruimte op een locatie.

Er wordt dus niet gerefereerd naar inundatie als gevolg van overstromingen.

2.1.2 Extreme neerslag

De mate van inundatie op een locatie wordt bepaald aan de hand van een extreme neerslaggebeurtenis. Dit betreft de maatgevende regenbui 70 mm in 2 uur. Dit is een bui conform KNMI-standaarden (DPRA) die ééns in de 100 jaar (T100) voorkomt. Deze maatgevende bui is in analyses naar klimaatadaptatie en stresstesten van de werking van polders en watersystemen standaard gebruikt. HHNK heeft in 2020 berekeningen gemaakt van de effecten van deze bui in haar beheergebied. De resulterende kaart geeft aan waar water op maaiveld staat als gevolg van deze bui (= ‘inundatieruimte’). De resultaten uit deze modellering zijn gebruikt als input voor onze analyse.

2.1.3 Ophogingen

Een ophoging betreft het verhogen van het maaiveld op een locatie, bijvoorbeeld voor het vergroten van de ontwateringsdiepte (o.a. voor betere groeiomstandigheden van gewassen), het vergroten van de drooglegging, het egaliseren van land, of het verbeteren van de draagkracht van de bodem. Er is onderscheid gemaakt in agrarische ophogingen en stedelijke ophogingen, zie paragrafen 2.2 en 2.3.

2.1.4 Inundatieruimte-balans

Een inundatieruimte-balans betreft een vergelijk in inundatieruimte (volume water) van de huidige situatie en de situatie na een ophoging. Op de inundatieruimte-balans zijn diverse factoren van invloed, die zijn beschreven in paragraaf 2.4. De inundatieruimte-balans kan onderdeel zijn van een grotere waterbalans (of waterbergingsbalans) van een locatie bij een activiteit. Hierbij wordt o.a. gekeken naar het gedempte water, het te graven water en de compensatie voor verhardingstoename (in open water of in waterberging).

2.1.5 Inundatieruimte afname

Uit de balans van inundatieruimte voorafgaand en na een ophoging kan sprake zijn van afname aan inundatieruimte, omdat de ophoging de ruimte op het maaiveld waar inundatie zou ontstaan heeft opgesoupeerd. Er is dan sprake van inundatieruimte afname. Het volume aan water voor inundatie neemt hierbij niet af. Dit wordt verplaatst in de polder naar andere delen, veelal in de nabije omgeving van de locatie van de inundatieruimte afname. Het watervolume wordt dus afgewenteld naar de omgeving.

2.2 Agrarische ophogingen

Met agrarische ophogingen worden maaiveldverhogingen bedoeld die landelijk gebied plaatsvinden. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende agrarische ophogingen:

Tabel 2-1: Agrarische ophogingen

Aspecten	**Ophogen/Egaliseren Landbouwgrond**	**Opzanden van Bollenteelt**	**(Tijdelijke) Baggerdepots**	**Dijkversterkingen**
Aanleiding voor ophoging	Verbeterde groeiomstandigheden, drainage / ontwatering, betere gewaskwaliteit	Verbeterde groeiomstandigheden voor bloembollen	Opslag van gebaggerd materiaal, onderhoud van waterwegen	Bescherming tegen overstromingen, verhoogde waterveiligheid
Vormgeving	Toevoegen van extra grond ter verhoging maaiveld, opnieuw leggen drainage/ ontwatering	Aanvoeren van zand, verbetering bodemstructuur, drainagekanalen	Afgegrensde opslaggebieden waar grond gestort wordt, beperkt in omvang en grote hoogteverschillen	Verhogen/verstevigen, langs buiten- of binnenzijde van dijk, lijnvormig.
Verschillen **- Klei(polder)** **- Veen(polder)** **- Zand(polder)**	Verbeterde ontwatering, betere bodemstructuur	Verbeterde ontwatering, verminderde kans op ziekten	Geen verschillen	Geen verschillen
	Verhoogde stabiliteit	Verhoging stabiliteit		
	Vruchtbaar maken	Verbeterde ontwatering		
Bodemmaterialen	Grond, samenstelling afhankelijk van landbouwbehoefte.	Zand als hoofdcomponent	Gebaggerd materiaal, soms organisch, kleiig of zandig	Klei, zand
Eindsituatie	Verbeterde bodemstructuur, geschikt voor gewasgroei	Verbeterde bodem, geschikt voor bloembollen	Tijdelijk gevuld met baggermateriaal, klaar voor verdere ontwikkeling	Verhoogde waterkerende hoogte

Agrarische ophogingen worden vaak uitgevoerd met gebiedseigen grond, zoals klei bij kleigronden en zand bij zandgronden. Deze ophogingen verhogen lokaal het maaiveldniveau van agrarische percelen, vaak langs lage randen of centraal op percelen om natte omstandigheden tegen te gaan. Dit proces omvat geen grootschalig dempen of graven van water, geen toename van verharding en geen toevoeging van nieuwe vormen van waterberging. De compensatie voor inundatieruimte afname kan worden berekend door middel van een kuubs-benadering.

In de grofmazige analyse van de casussen zijn voornamelijk ophogingen van landbouwgronden geconstateerd. Het omzanden van bollenteelt percelen en aanbrengen van tijdelijke baggerdepots zijn (bijna) niet aangetroffen. De activiteiten leiden niet perse tot verhogingen van het maaiveld of zijn in de casussen niet gevonden. Ook zijn er in een paar specifieke gevallen dijkversterkingen geconstateerd.

2.3 Stedelijke ophogingen

Bij stedelijke ontwikkelingen op ‘uitleglocaties’ wordt huidige (agrarische) grond in de polder getransformeerd naar een stedelijke functie. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende stedelijke ophogingen:

Tabel 2-2: Stedelijke ophogingen

Aspecten	Gebieds-ontwikkelingen	Infrastructurele Werken	(tijdelijk) Grondbank/ depot/ ophoging	Herinrichting / B&O bestaand stedelijk gebied
Aanleiding voor ophoging	Realisatie woningbouw, bedrijventerrein, of andere nieuwe (stedelijke) functies. Vergroten drooglegging voor functies.	Verbetering van bereikbaarheid, betrouwbaarheid en veiligheid van transport. Vergroten ontwateringsdiepte.	Opslag van bouwmaterialen in afwachting van gebruik, voorbereiding van bouwprojecten, overhoogte bij ophogingen.	Verzakte infrastructuur en/of maaiveld in bestaand stedelijk gebied herstellen.
Vormgeving	Diverse functies met verschillende maaiveldhoogte en dus ophoging.	Lijnvormige ophoging / tracé door landschap heen.	Egale extra ophoging t.b.v. zettingen; of verschillende massa’s materiaal in afgegrensd gebied.	Bestaande structuren aanvullen en gedeeltelijk ophogen tot oorspronkelijk maaiveld.
Verschillen - Klei(polder)	Stabiele bodem voor woningbouw, ontwatering, drooglegging	Stevige ondergrond voor aanleg van wegen en spoorlijnen	Sterke opslag voor zware materialen, goede waterafvoer	Vindt wél plaats in kleipolders, maar leidt veelal niet tot hoge ophogingen.
- Veen(polder)	Versteviging tegen grote verzakkingen, ontwatering	Extra zorg bij aanleg van zware infrastructuur, mogelijk versteviging met geotextiel	Extra maatregelen tegen verzakking, stabiliserende bodemmaterialen	Vindt veelvuldig plaats in veenpolders, en kan leiden tot relatief hoge ophogingen voor verzakt maaiveld.
- Zand(polder)	Ontwatering, drooglegging, infiltratie	Gemakkelijke aanleg van wegen en spoorlijnen, minimale drainageproblemen	Efficiënte opslag van lichte en zware materialen, goede drainage	Vindt niet of nauwelijks plaats in zandpolders.
Bodemmaterialen	Zand, klei, gebiedseigen grond, puinfundering	Zand, klei, gebiedseigen grond, puinfundering	Grond, andere materialen	Zand, klei, gebiedseigen grond, puinfundering
Eindsituatie	Gebied met hoogteverschillen en water.	Infrastructuur met hogere ligging dan omliggend maaiveld.	Tijdelijke situatie.	Maaiveld teruggebracht naar oorspronkelijk aanlegniveau.

Stedelijke ophogingen in Nederland worden uitgevoerd met gebiedseigen grond gecombineerd met zand. Ophogingen vinden plaats om voldoende drooglegging en ontwateringsdiepte voor de toekomstige functies te creëren. De ophogingen zijn vaak enkele decimeters hoog en daarmee gemiddeld groter dan agrarische ophogingen. Ophogingen kunnen variëren per functie, zoals wegen, tuinen, en groen, waarbij multifunctioneel ruimtegebruik mogelijk is. Ophogingen binnen grotere gebiedsontwikkelingen kunnen gepaard gaan met veranderingen in het streefwaterpeil.

Bij stedelijke activiteiten waar ophogingen plaatsvinden wordt een waterbergingsbalans opgesteld van het dempen en graven van water, het compenseren van verhardingstoename, en het creëren van waterberging in alternatieve bergingen, op maaiveld en in de bodem. De afname aan inundatieruimte moet onderdeel van worden van de integrale berekening van watervolumes. Voor stedelijke ophogingen is dus de waterbergingsbalans complexer, waardoor maatwerk is vereist om een sluitende balans aan te tonen.

2.4 Factoren van invloed effect ophogingen op omgeving

2.4.1 Plasvorming

Plasvorming ontstaat als hemelwater vanaf het maaiveld niet kan afstromen naar omliggende greppels of watergangen en niet snel genoeg kan infiltreren in de bodem. Door het microreliëf van het maaiveld ontstaat plasvorming in kleine geultjes en holtes in het oppervlak van de bodem. Plasvorming kan ook ontstaan door macroreliëf als delen van het maaiveld als een kom lager liggen dan de directe omgeving.

In de modelresultaten van de maatgevende regenbui (DPRA, T100, 70 mm/2 uur) is plasvorming niet te onderscheiden van inundatie als gevolg van peilstijging. In de berekening van de inundatieruimte in de toekomstige situatie kan plasvorming ontstaan op zowel onverhard als verhard gebied (water op straat). De plasvorming leidt tot een vermindering in verlies aan inundatieruimte.

2.4.2 Bodemberging

Als gevolg van een ophoging neemt het maaiveldniveau op een locatie toe. Dit leidt ook tot een toename aan ruimte tussen de grondwaterstand en het maaiveld (onverzadigde zone). Hier kan infiltrerend hemelwater tijdelijk worden geborgen, ook wel bodemberging genoemd. De bodemberging neemt dus toe als gevolg van een ophoging. In de berekening van de bodemberging worden de bergingscoëfficient (ruimte tussen het bodemmateriaal vrij voor water) en de effectieve toename aan ruimte (vergelijk toekomstig maaiveldniveau met toekomstige (hogere) grondwaterstand) meegenomen. De toename aan bodemberging leidt tot een vermindering in verlies aan inundatieruimte.

2.4.3 Relatieve inundatieruimte afname

De totale inundatieruimte van een polder bepaalt het effect van de inundatieruimte afname op de omgeving. Bij een polder met een grote totale inundatieruimte (vaak ook een grote polder) is de afname van inundatieruimte als gevolg van een ophoging kleiner dan bij een polder met een kleine totale inundatieruimte. Het water wat wordt afgewenteld op de omgeving zal in een polder met een kleine totale inundatieruimte leiden tot een grotere toename aan inundatie in de directe omgeving. De effecten zijn in dit geval dus groter.

2.4.4 Type polder en omgeving

Effecten van een ophoging variëren per type polder (klei, veen, zand). In kleipolders (droogmakerijen) hebben agrarische percelen vaak een relatief grote drooglegging. Percelen met een kleine drooglegging kunnen extra belast worden door de verplaatsing van inundatie volume. In veenpolders zijn veelal relatief kleine droogleggingen. Het effect van een extra peilstijging door een ophoging kan hierbij voor relatief veel plekken een gevolg hebben. In zandpolders kunnen de maaiveldhoogtes meer variëren en zijn de effecten per locatie verschillend.

Ook hebben ophogingen een andere invloed op functies zoals stedelijk gebied, landbouw en natuur. Bollenteelt en akkerbouw zijn gevoelig voor inundatie, hier kan schade ontstaan doordat gewassen verdrinken. Voor natuur kunnen de effecten zowel negatief als positief zijn, liggend aan de aanwezige habitat. In stedelijk gebied kan in het ergste geval de extra peilstijging dermate zijn dat water op ongewenste plekken van particulieren komt. Al deze effecten zijn kwalitatief beschreven: de ernst ervan is niet onderzocht.

2.5 Beheer en onderhoud en tijdelijke ophogingen

2.5.1 Beheer en onderhoud

Uit de analyse van de casussen blijkt dat een deel van de stedelijke ophogingen in het veengebied herinrichtingen van bestaand stedelijk gebied betreffen. Dit valt onder beheer en onderhoud van de

bestaande openbare ruimte. Door (grotere) bodemdaling dienen gemeenten of andere partijen de openbare ruimte en infrastructuur periodiek te onderhouden. Veelal gaat dit gepaard met een ophoging van het openbaar gebied waarbij het verzakte maaiveld wordt hersteld naar de oorspronkelijke aanleghoogte.

2.5.2 Tijdelijkheid ophogingen

In stedelijke ophoging kan sprake zijn van een tijdelijke ophoging, zie Tabel 2-2. Na verloop van tijd wordt de ophoging weer verwijderd, waardoor het maaiveldniveau weer wordt verlaagd. Daarmee wordt het effect van de ophoging op de inundatieruimte van de polder teniet gedaan.

3 Ophogingen, inundatie en toekomstige ontwikkelingen

In dit hoofdstuk wordt als eerste gekeken naar de ophogingen uit het recente verleden. Er wordt aangegeven hoe ophogingen zijn geïdentificeerd en met welke uitgangspunten. Vervolgens wordt gekeken naar toekomstige ophogingen, volgens de plannen op de plancapaciteitsmonitor. Tenslotte beschouwen we de tijdlijn van de gebruikte gegevens.

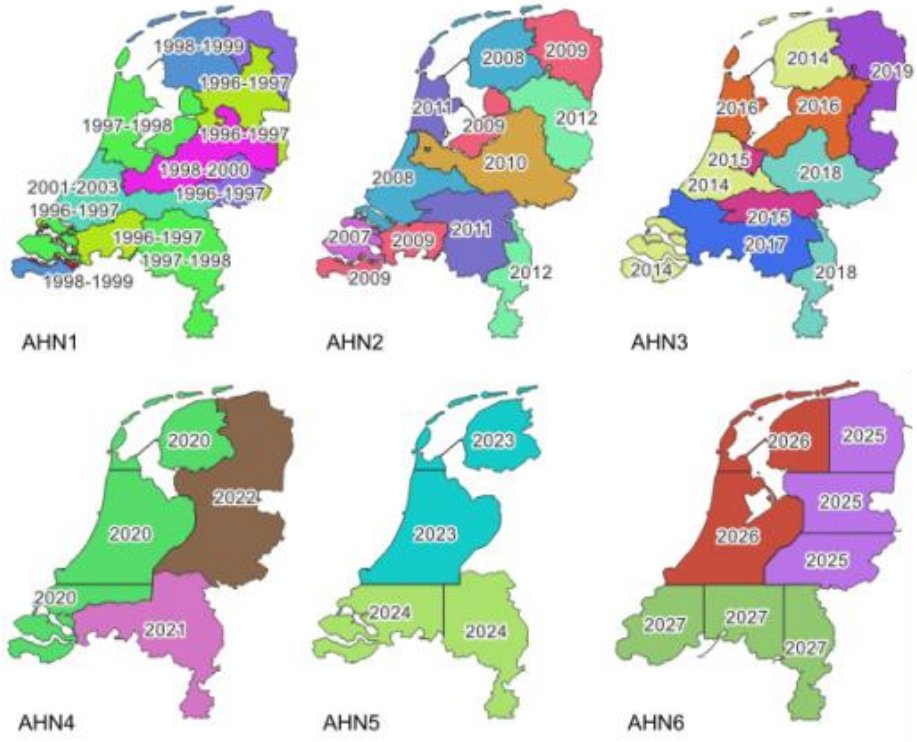
3.1 Bronnen

HHNK heeft in de DPRA berekening met BWN modellen (2020) inundatiekaarten opgesteld voor o.a. een T100 situatie. Deze kaart vormt de basis voor de analyse in voorliggende rapportage. Samen met de geconstateerde ophogingen wordt een inschatting gemaakt van de theoretische afname aan inundatieruimte. Naast de inundatiekaart wordt gebruik gemaakt van de polderkaart van HHNK.

Voor de ophogingen uit het recente verleden wordt gebruik gemaakt van de AHN2 en de AHN5, en voor de toekomstige ophogingen wordt gebruik gemaakt van de plancapaciteitsmonitor.

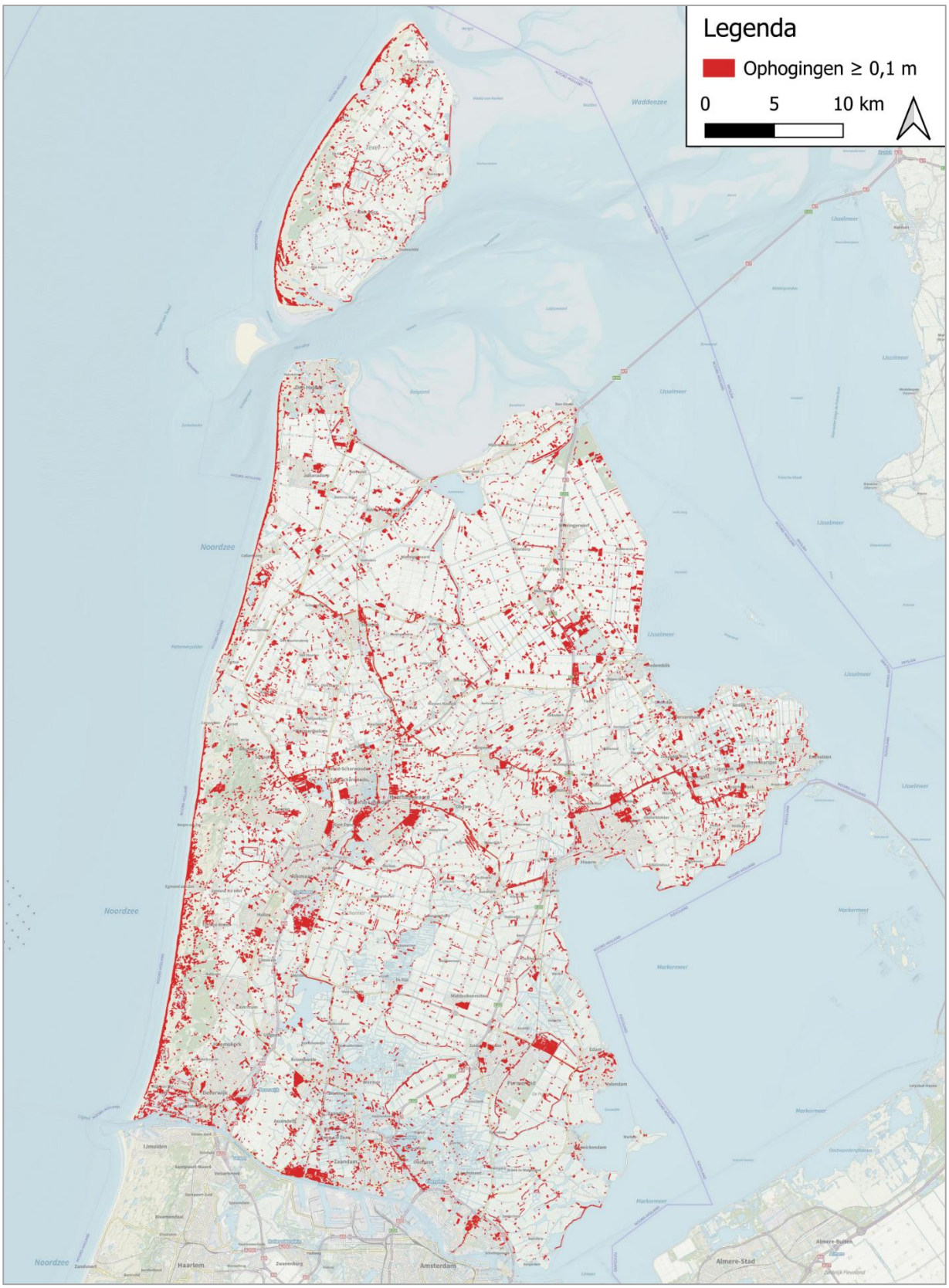
3.2 Ophogingen uit het recente verleden

Om een beeld te verkrijgen van de verandering in maaiveldhoogte in het beheergebied van HHNK is het verschil tussen de AHN5 (2023) en AHN2 (2011) gevisualiseerd. De opnamemomenten van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) zijn in onderstaande figuur opgenomen. Het verschil tussen de AHN5 en de AHN2 beslaat een periode van circa 12 jaar.



Figuur 3-1: Opnamedatum per regio en AHN versie.

In Figuur 3-2 zijn de ophogingen in het beheergebied van HHNK weergegeven. Dit zijn ophogingen waarbij 10 cm of meer is opgehoogd. Grotere (in oppervlak) ophogingen vallen hierdoor op, dit zijn de rode aaneengesloten vlakken.



Figuur 3-2: Kaart van ophogingen in het beheergebied van HHNK, op basis van het verschil in maaiveldhoogte tussen de AHN5 en AHN2, geclusterd volgens §4.1.

3.2.1 Methode AHN verschilkaart

1. Om de verandering in maaiveldhoogte weer te geven worden de AHN2 en AHN5 rasters gebruikt. De pixels van de AHN2 worden van de AHN5 afgetrokken [AHN5-AHN2]. Hierdoor worden ophogingen in de periode tussen de opname datums weergegeven door een positief getal. Dit resulteert in een kaart met alle veranderingen in maaiveldhoogtes in de periode 2011-2023, waaronder zeer beperkte maaiveldverschillen van bijvoorbeeld 1 of 2 cm. Om de hoeveelheid data in de analyse behapbaar te maken is een filter toegepast op ophogingen van tenminste 10 cm [≥10cm]. Lagere maaiveldverschillen vallen tevens in de onzekerheidsmarge van AHN (tweemaal 0,05 m)[1].
2. De verkregen kaart bevat veel enkele cellen verspreid over het beheergebied. Dit zien we als 'ruis'. Om de ruis uit de verschilkaart te halen wordt gefilterd op de hoeveelheid burende cellen. Een cel heeft in theorie maximaal 8 buren. Vervolgens wordt gefilterd op alle cellen met drie of meer buren [≥3 buren]. Hiermee wordt de ruis verwijderd.
3. Vervolgens worden alle aan elkaar grenzende cellen tot één "cluster" gevormd. De clusters krijgen de gemiddelde waarde van de ophoging mee, het aantal cellen en het oppervlak. We beschouwen hierna een cluster als één ophoging. Vervolgens worden kleine clusters uit de dataset gefilterd.
   - Er wordt gekeken naar clusters met een grootte 40 cellen of meer (1000 m^2).
   - Er wordt aangenomen dat elke cluster met een positieve waarde uit de verschilkaart een ophoging betreft.

3.3 Toekomstige ophogingen

De provincie Noord-Holland en de Metropoolregio Amsterdam monitoren gezamenlijk de woningbouwcapaciteit. In de monitor plancapaciteit presenteren ze de actuele capaciteit van bekende woningbouwontwikkelingen. Dit zijn ontwikkelingen die zowel hard (vastgesteld) als zacht (potentiële locatie) zijn. Al deze (potentiële) ontwikkellocaties zijn gebiedsontwikkelingen.



Figuur 3-3: Monitor plancapaciteit.

[1] Zie: Kwaliteitsbeschrijving | AHN

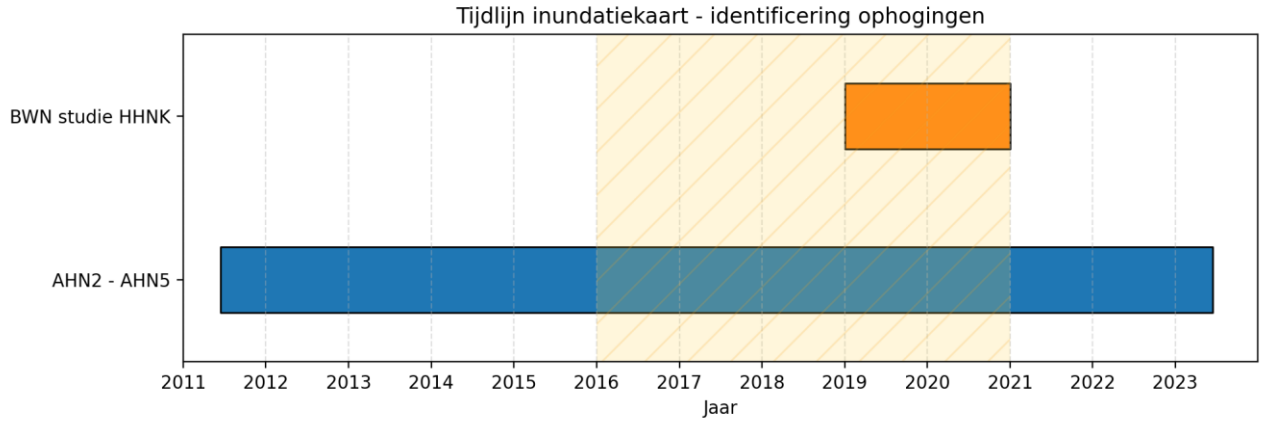
3.4 Tijdlijn

Het is belangrijk om het tijdsverschil tussen de opnamemomenten van de beschouwde gegevens te erkennen. Er is gekeken naar de AHN2-AHN5 om zoveel mogelijk ophogingen in het beheergebied van HHNK te identificeren. Dit betreft de periode van 2011 – 2023, circa 12 jaar. De inundatiekaart van HHNK is het resultaat van een studie 2019-2020. Hiervoor is hoofdzakelijk de AHN4 (2020) gebruikt. De resultaten van de inundatiekaart zijn een momentopname van de gebruikte hoogtekaart. De samenloop van deze tijdsspannen zijn geïllustreerd in onderstaande figuur. Er ontstaan hierdoor drie mogelijkheden:

1. Een geïdentificeerde ophoging heeft plaatsgevonden nadat de inundatiekaart is opgesteld:
   De inundatiewaarden op de locatie van ophogen zijn berekend en bekend. Vervolgens is opgehoogd. Er wordt aangenomen dat bij het ophogen de inundatie volledig verdwijnt, mits de ophoging hoger is dan de inundatiewaarde. De overlap tussen ophoging en inundatiewaarden wordt gebruikt om de afname aan inundatieruimte te bepalen.
2. Een geïdentificeerde ophoging heeft plaatsgevonden voordat de inundatiekaart is opgesteld.
   De inundatiewaarden op de locatie van ophogen zijn berekend, echter is er reeds opgehoogd. De berekende inundatiewaarden zijn de resultaten van de situatie ná ophogen. De overlap tussen ophoging en inundatiewaarden zijn in dit geval de status quo, terwijl de analyse de oppervlakken volumes worden opgenomen alsof deze inundatieruimte alsnog verloren gaat.

   De volumes aan afgenomen inundatieruimte in deze categorie zijn substantieel. Om een accurater oordeel te vellen over de afname aan inundatieruimte door ophogingen wordt aanbevolen om de analyse te maken op basis van het verschil tussen de bron van de DPRA berekening met BWN modellen (voorn. AHN4) en de AHN5.
3. Een geïdentificeerde ophoging heeft plaatsgevonden tijdens het opstellen van de inundatiekaart.
   In dit geval zijn bovenstaande scenario's beide gedeeltelijk waar.

Ter verificatie van de geconstateerde hoeveelheid ophogingen en verlies aan theoretische inundatieruimte wordt aanbevolen om gedurende de maatregel een nieuwe ophogingskaart te maken aan de hand van AHN4/AHN5 en de toekomstige AHN6.



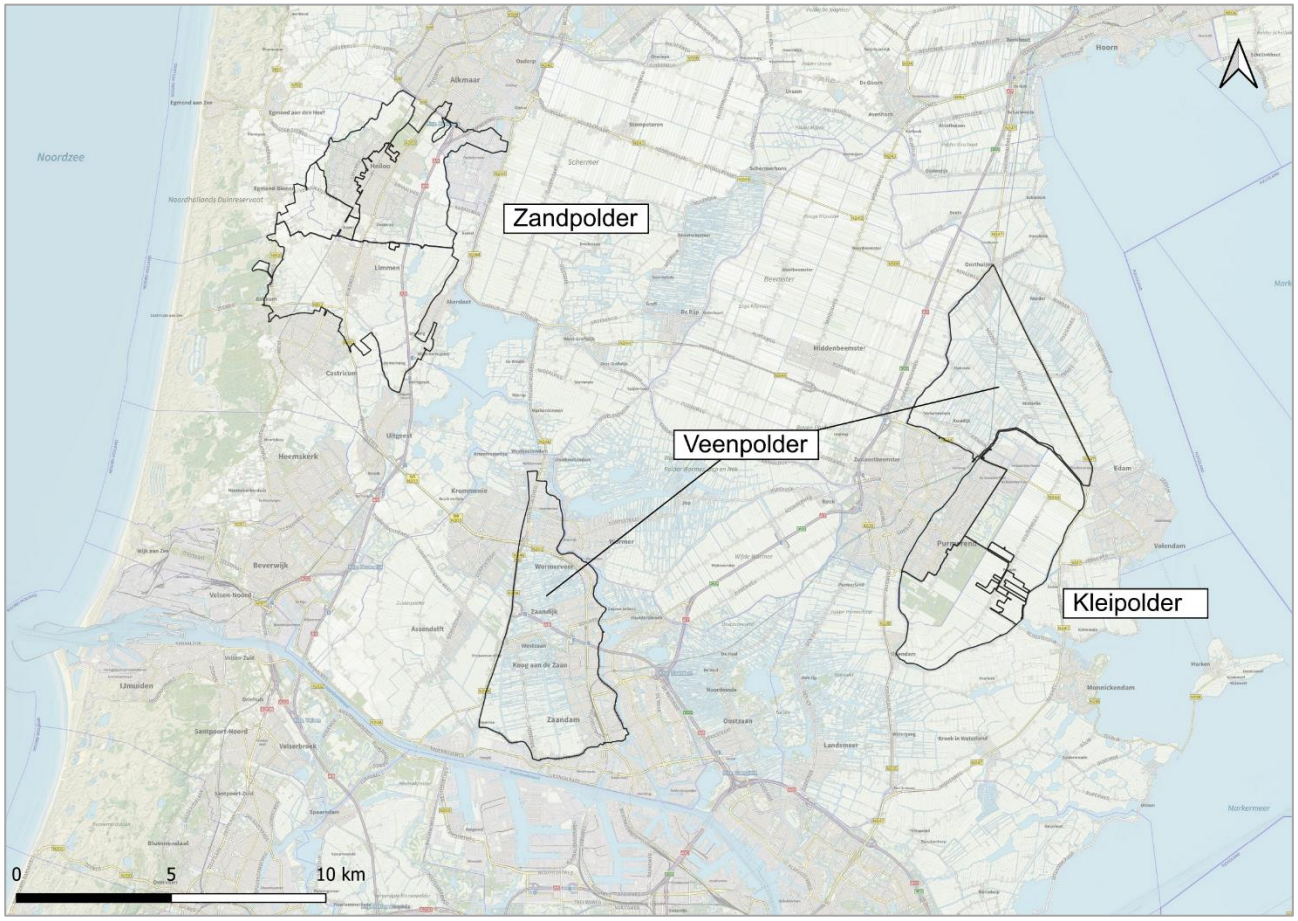
Figuur 3-4: Tijdlijn van de gebruikte bronnen. De oranje balk geeft weer wanneer de DPRA berekening is uitgevoerd. Het achterliggende lichtgele vlak visualiseert de periode waarin de AHN3 en AHN4 zijn opgenomen. De blauwe balk geeft de periode weer waarbinnen de ophogingen gebruikt in deze studie zijn geconstateerd.

4 Analyse van casussen

Het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier wil weten wat de invloed van het afwentelen (c.q. afname) van de inundatieruimte op het watersysteem in een polder is. De vraag is of naast de geconstateerde ophogingen ook het type polder en/of het type ophoging uitmaakt. Er wordt ingezoomd op drie type polders; klei-, veen- en zandpolders[2]. Deze polders zijn in overleg met HHNK geselecteerd als casus. Binnen deze polders zijn het type ophogingen handmatig toegekend.

We bekijken de ophogingen uit het recente verleden en vergelijken deze met de inundatiegegevens van HHNK (DPRA T100 70 mm in 2 uur, 2020). Per ophoging wordt inzichtelijk in welke mate deze overlapt met de inundatiegegevens van HHNK. Op basis van deze gegevens wordt de theoretische afname aan inundatieruimte bepaald en afgewogen wat de deze effecten voor het watersysteem van de polder betekenen. Vervolgens wordt een doorkijk gemaakt naar de toekomst op basis van de plancapaciteitsmonitor. Hierbij wordt gekeken naar de overlap van de woningbouwlocaties en de gegevens van de inundatiekaart.

Per poldertype zijn de type ophogingen uiteengezet volgens de categorieën uit Tabel 2-1 en Tabel 2-2. Onderstaande figuur geeft de polders weer die voor de analyse nader worden beschouwd.



Figuur 4-1: Casussen: klei-, veen- en zandpolder.

[2] De geselecteerde polders bevatten voornamelijk of een significant deel van de benoemde categorieën. Zeker binnen de geselecteerde zandpolders komen ook kleiige en veenachtige delen voor.

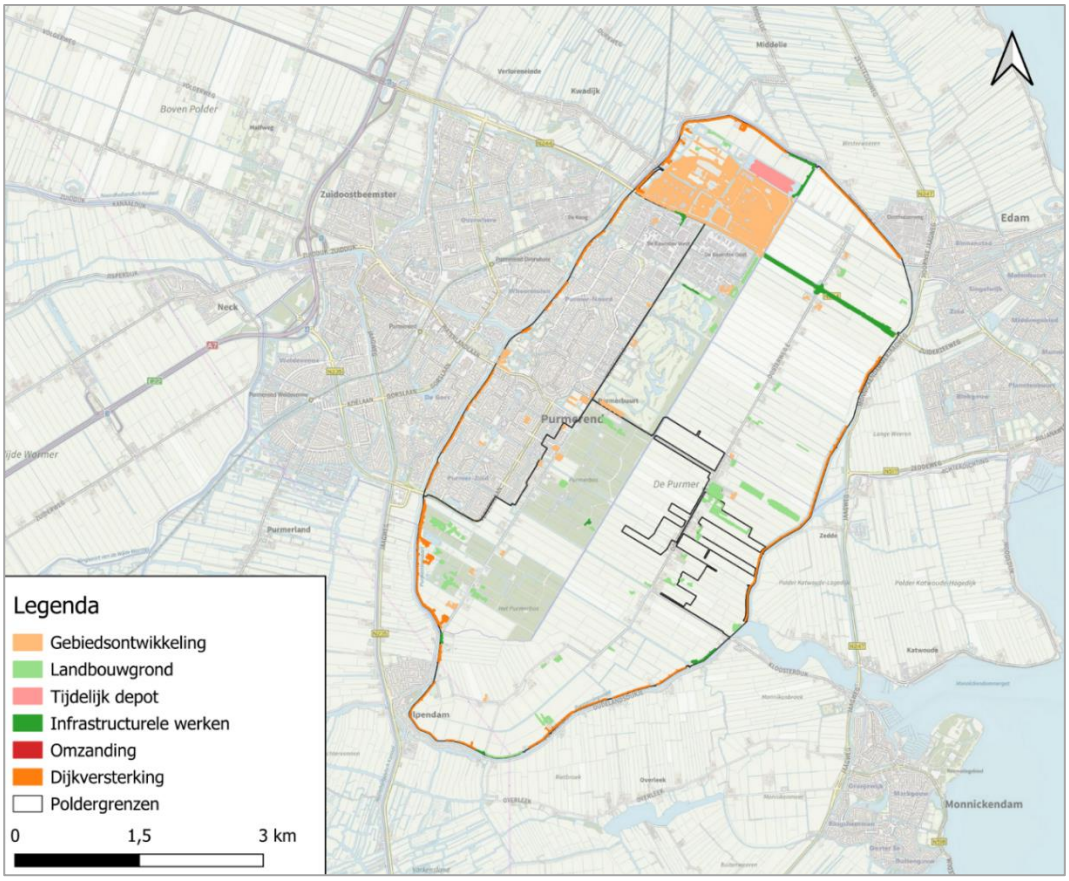
4.1 Methode en uitgangspunten analyseren ophogingen

Om de effecten van ophogingen in een polder te beschouwen voeren we de volgende stappen uit.

1. Allereerst wordt de inundatiekaart van HHNK op de poldergrenzen afgesneden. Het inundatieoppervlak en de inundatieruimte worden bepaald binnen de poldergrenzen [pixeloppervlak x inundatiewaarde]. Dit is de totale inundatieruimte in de polder, op basis van de T100 inundatiekaart van HHNK. Deze inundatiekaart is gebaseerd op de DPRA 70 mm in 2 uur bui.
2. Vervolgens wordt per ophoging (cluster, zie §3.2.1) het overlappend oppervlak met de inundatiekaart bepaald, de gemiddelde en maximale inundatiediepte en de theoretische afname aan inundatieruimte door de ophoging. De theoretische afname aan inundatieruimte berust op een tweetal belangrijke aannames:
   - Er wordt uitgegaan dat de inundatieruimte op de maaiveldhoogte van het AHN2 maaiveld ligt.
   - De afname aan inundatieruimte is het volume aan geïnundeerd oppervlak dat verdwijnt door de ophoging. Een ophoging die hoger is dan de inundatiehoogte, wordt begrensd op de inundatiehoogte. Dit leidt tot een maximaal verlies van 100% van de inundatieruimte. Een ophoging lager dan de inundatiehoogte zorgt voor een afname van inundatieruimte gelijk aan de grootte van de ophoging.

4.2 Kleipolder

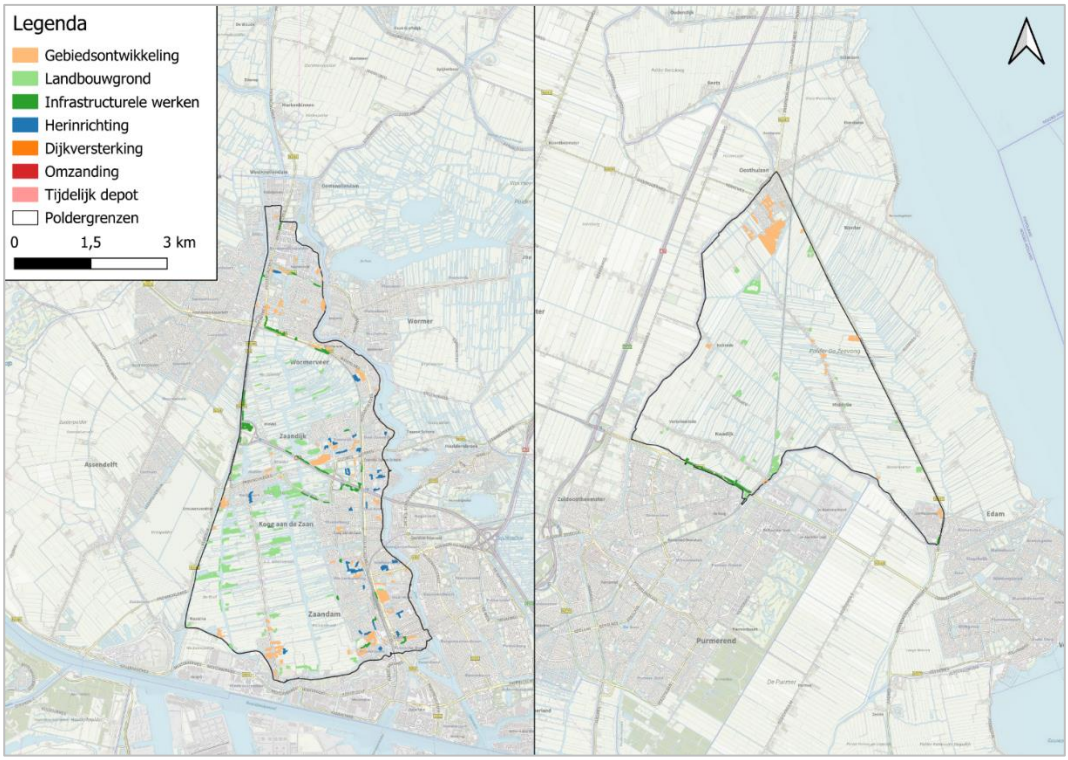
Onderstaande figuur betreft de Purmer. Deze polder bestaat uit drie afzonderlijke gebieden Purmer landelijk zuid- en noord en Purmer stedelijk. Deze casus wordt gebruikt om de effecten van ophogingen in een kleipolder nader te beschouwen. In de figuur zijn de ophogingen die tussen 2011 en 2023 hebben plaatsgevonden gecategoriseerd volgens Tabel 2-1 en Tabel 2-2.



Figuur 4-2: Casus kleipolder, polders Purmer landelijk zuid- en noord- en Purmer stedelijk.

4.3 Veenpolder

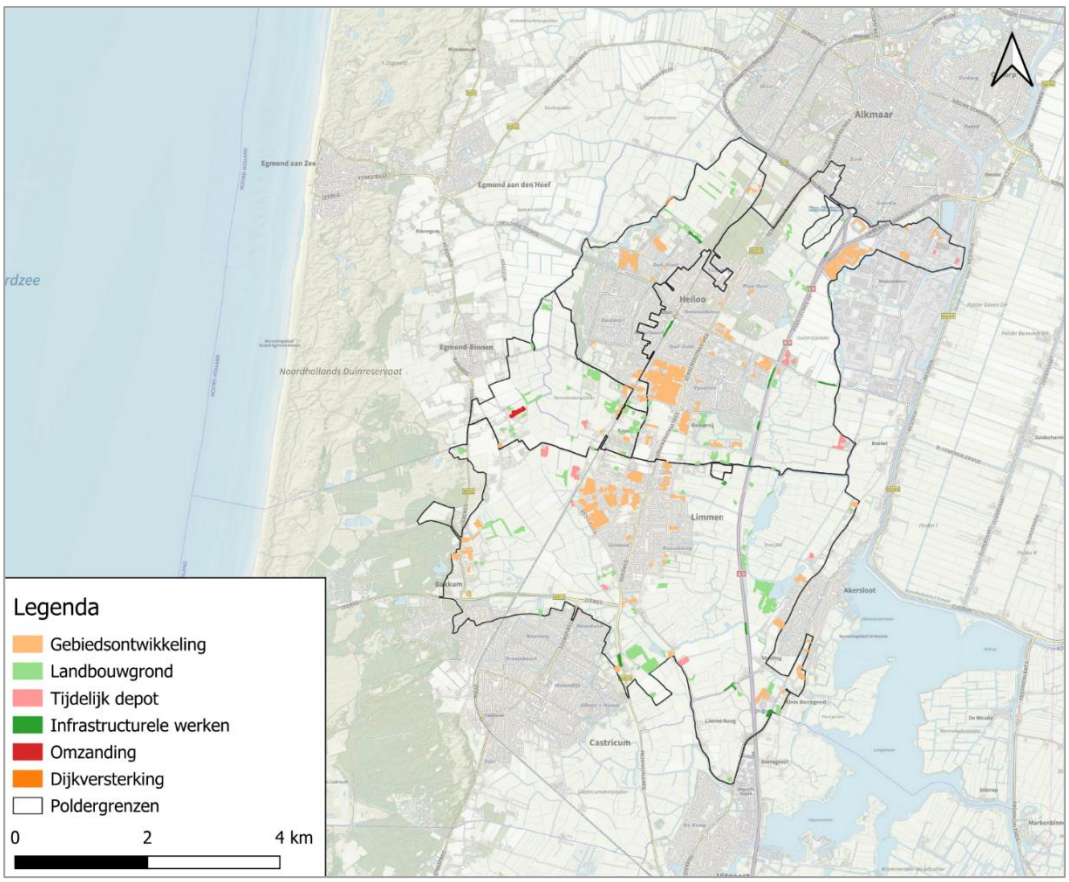
Onderstaande figuur betreft twee veenpolders, Westzaan en Zeevang west. Deze casus wordt gebruikt om de effecten van ophogingen in een veenpolder nader te beschouwen. In de figuur zijn de ophogingen die tussen 2011 en 2023 hebben plaatsgevonden gecategoriseerd volgens Tabel 2-1 en Tabel 2-2.



Figuur 4-3: Casus veenpolder, polders Westzaan (L) en Zeevang west (R).

4.4 Zandpolder

In overleg is ervoor gekozen om voor de zandpolder het gebied ten zuiden van Heiloo te nemen. Hier zijn vier polders te onderscheiden. Dit zijn de Oosterzijpolder, Vennewaterspolder, Groot-Limmerpolder en Baafjespolder. Deze casus wordt gebruikt om de effecten van ophogingen in een zandpolder nader te beschouwen. In de figuur zijn de ophogingen die tussen 2011 en 2023 hebben plaatsgevonden gecategoriseerd volgens Tabel 2-1 en Tabel 2-2.



Figuur 4-4: Casus zandpolder, Polder Westzaan en Zeevang west.

5 Analyse en afweging scenario’s

Er is een analyse gemaakt van de ophogingen uit het recente verleden en de toekomstige ophogingen in het beheergebied. Deze analyse heeft inzicht gegeven in de noodzaak van een compensatie voor ophogingen en in welke aspecten van invloed zijn op de mate van effecten op de omgeving. In bijlagen 3 t/m 5 zijn verschillende analyses opgenomen die de theoretische afname aan inundatieruimte uiteenzetten. In deze paragraaf komen de belangrijkste conclusies naar voren.

In de analyse is gekeken naar de elementen uit de verschillende scenario’s die HHNK heeft opgesteld voor het instellen van de maatregel in de waterschapsverordening:

1. Niet instellen maatregel: er komt geen vergunningplicht bij ophoging.
2. Vergunningplicht bij ophoging in 10% van de delen met meeste inundatie per polder, zodat deze behouden blijven voor inundatie. Dit is cf. het voorstel uit 2024, maar in combinatie met uitgebreid consultatieproces met omgeving, verbeterd kaartmateriaal, duidelijke definitie etc.
3. Idem 2 in combinatie met stuk schadeloosstelling voor de percelen die we willen behouden voor inundatie
4. Compensatie alleen verplicht wanneer een probleem ontstaat a.g.v. ophoging: procesmatige verplichting voor iedereen in het beheergebied die vanaf bepaalde ondergrens wil ophogen om de impact van die handeling i.s.m. HHNK inzichtelijk te maken. Op basis daarvan bepalen of en welke compensatie nodig is en daar (al dan niet) op handhaven.
5. Compensatie verplicht bij forse impact: invoeren vergunningplicht voor compensatie bij ophoging voor het hele beheergebied in combinatie met hoge ondergrens.

5.1 Nut en noodzaak instellen maatregel

Bijlage 3. De analyse van de theoretische afname aan inundatieruimte is gebaseerd op de DPRA berekening met de BWN modellen (2020) en de AHN verschilkaart. Deze analyse resulteert in veel gegevens over de ophogingen in de polders in het beheergebied van HHNK, welke uiteen zijn gezet in de tabel in bijlage 3. De belangrijkste elementen van deze tabel zijn de overlap van de DPRA berekening en de AHN verschilkaart, de gegevens binnen de 10% gevoeligste delen van de polder en de overlap van toekomstige ontwikkelen.

De totale berekende theoretisch verloren inundatieruimte is circa 1.200.000 m3 voor het gehele beheergebied in de periode 2011-2023. Dit is bijna even groot als de volledige capaciteit van de actieve bergingsgebieden van HHNK (capaciteit 1,4 miljoen m3) die zijn gerealiseerd als onderdeel van programma Wateropgave 1.

De verwachte theoretische verloren inundatieruimte voor de komende periode (tot 2050) van alle gebiedsontwikkelingen (monitor plancapaciteit) is circa 750.000 m3. Dit zal samen met agrarische ophogingen oplopen tot eenzelfde ordegrootte als afgelopen periode.

Zowel de geanalyseerde als de verwachte theoretische afname van inundatieruimte kunnen afwijken van de daadwerkelijke afname in inundatieruimte. Er is namelijk niet gekeken naar de specifieke omstandigheden per ophoging, maar enkel naar de overlap tussen inundatieruimte en ophogingen. Bovenstaande resultaten laten desondanks zien dat de bergingsruimte in polders afneemt door de ophogingen die (gaan) plaatsvinden. Het instellen van een maatregel leidt dus tot een ‘stand-still’ effect op de inundatieruimte in een polder. Het instellen van een maatregel is dus doelmatiger dan het niet instellen van een maatregel.

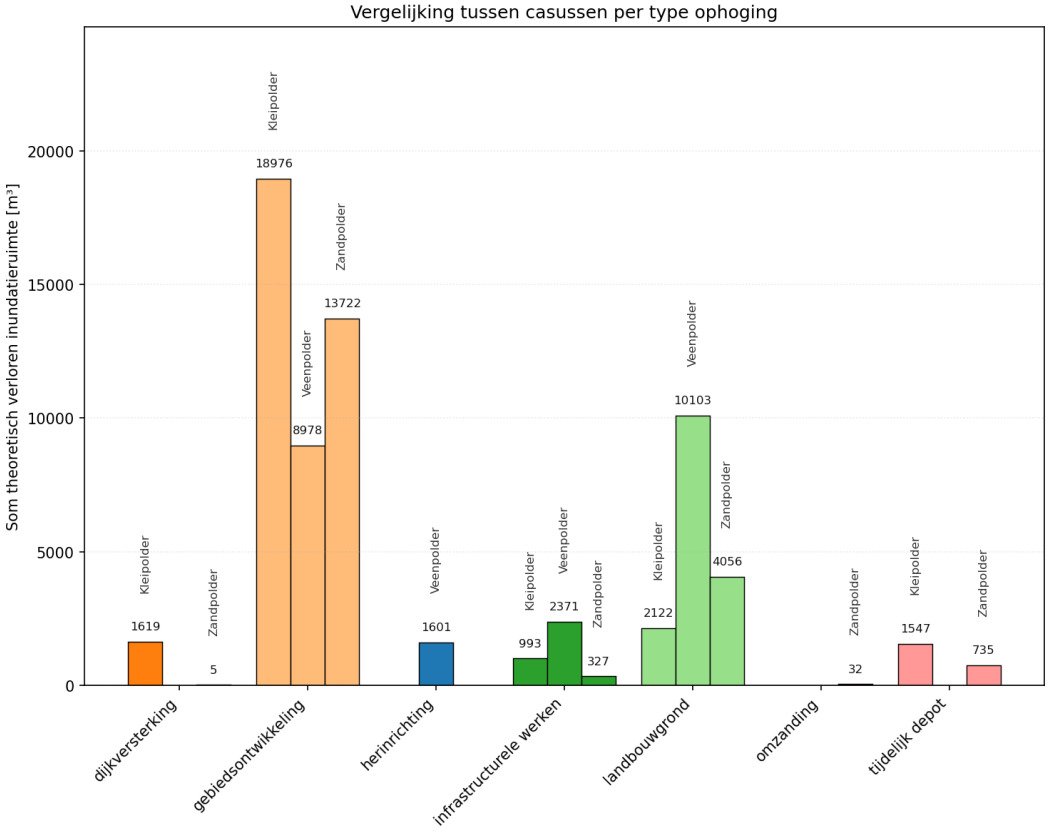
5.2 Locatiegevoeligheid ophoging

Uit de analyse van de ophogingen en inundatieruimte blijkt dat de locatie van de ophoging de belangrijkste graadmeter is voor het effect van een ophoging. De effecten van de ophoging zijn dus locatie-specifiek, en worden voornamelijk gevormd door de hoeveelheid inundatieruimte die op deze locatie aanwezig is en de afname van inundatieruimte als gevolg van de ophoging. De locatie heeft hierbij meer effect op de inundatieruimte afname dan de grootte van de ophoging. Grote ophogingen kunnen namelijk ook plaatsvinden daar waar weinig inundatieruimte aanwezig is, en hierdoor minder effect hebben.

De 10% delen van de polder met de meeste inundatie resulteren in totaal in 0-60% van de totale inundatieruimte (gemiddeld circa 15%) van een polder. Echter, uit de analyse van de effecten van ophogingen uit afgelopen periode blijkt slechts een klein deel (0-10%, gemiddeld 1,5%) van de inundatieruimte afname plaats te hebben gevonden in deze delen van de polders. Het overgrote deel van de afname van inundatieruimte vindt elders plaats. Daarom wordt het niet effectief geacht om alleen focus aan te brengen op deze delen van de polders.

5.3 Verschillen tussen veen, klei en zand

Bijlage 4. In de uiteenzetting van de casussen zijn alle ophogingen gecategoriseerd volgens de categorieën in Tabel 2-1 en Tabel 2-2. Zie ook Figuur 5-1. Dit betreffen in totaal ongeveer 6 polders in het beheergebied. Dit geeft een goed beeld van de verschillen tussen veen, klei en zandpolders, maar kan mogelijk ook niet representatief zijn voor de overige delen van het beheergebied.



Figuur 5-1: Vergelijking van de drie casussen in één staafdiagram per type ophoging.

In zowel de klei- als zandpolders vullen gebiedsontwikkelingen circa 75% in de totale theoretische afname van inundatieruimte. Het overgrote deel van de afname aan inundatieruimte komt dus door stedelijke ophogingen.

De veenpolder wijkt hiervan af. In de veenpolder wordt het grootste aandeel, circa 45%, door het ophogen of egaliseren van landbouwgrond ingevuld. Gebiedsontwikkelingen dragen 39% bij van de totale theoretische afname aan inundatieruimte. Dit verschil is te beargumenteren door de aanwezige bodemdaling. Het ophogen van agrarische percelen is dan logischerwijs noodzakelijk voor het gebruik als landbouwperceel. In samenspraak met HHNK is er voor de casus Veenpolder tevens een categorie toegevoegd, dit is de categorie “herinrichting” van openbaar stedelijk gebied. In de veenpolder dragen infrastructurele werken (10%) en herinrichtingen (7%) een veel groter deel van de theoretische afname aan inundatieruimte dan in de klei- en zandpolder. Het ophogen van wegen en openbare ruimte komt hier door bodemdaling frequenter voor.

Voornamelijk gebiedsontwikkelingen en het ophogen/egaliseren van landbouwgrond leiden tot de grootste theoretische afname van inundatieruimte. In alle polders dragen deze categorieën gezamenlijk circa 83-94% van de totale theoretische afname van inundatieruimte.

5.4 Ondergrens

Bijlage 5. Twee van de scenario's die HHNK overweegt, scenario 4 en scenario 5, is het instellen van de maatregel met een ondergrens. In de geanalyseerde periode van 12 jaar zijn in totaal circa 11.500 ophogingen geïdentificeerd. Dit zou leiden tot circa 1.000 ophogingen per jaar die in aanmerking zouden komen voor de maatregel. Het instellen van een dergelijke ondergrens kan dus de administratieve lasten verminderen van het HHNK en initiatiefnemers. Daarom is een analyse gemaakt van de ondergrens voor de maatregel.

Er is gekeken naar twee soorten ondergrens:

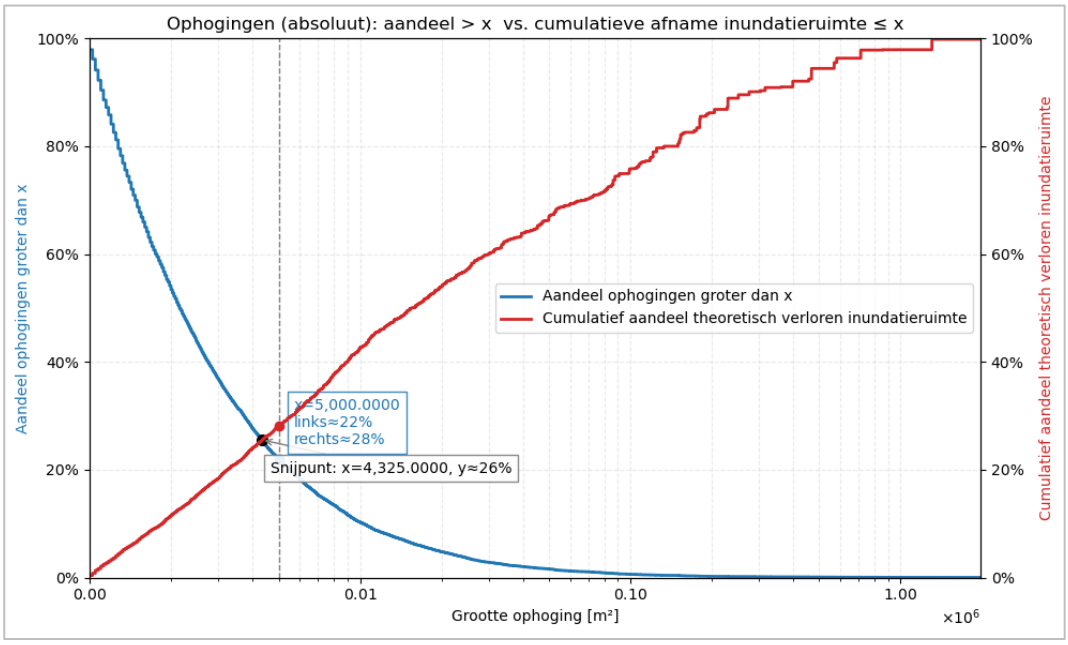
1. Een ondergrens in het oppervlak (m2) aan ophoging;
2. Een ondergrens in de hoogte (m) van de ophoging.

In de analyse is reeds gerekend met een oppervlak van minstens 1.000 m2 en een ophooghoogte van minstens 0,1 m, om de hoeveelheid data in de analyse behapbaar te maken. Echter, om een specifiekere ondergrens te bepalen zijn twee overwegingen voor een ondergrens vergeleken met elkaar. Dit betreffen:

- De hoeveelheid aan ophogingen die groter zijn dan een bepaalde ondergrens (administratieve last HHNK en initiatiefnemers);
- De inundatieruimte die door de ophogingen wordt opgesoupeerd (effectiviteit).

Ondergrens: Grootte van de ophoging

Zie figuur 5-2. Uit de grafiek volgt dat een ondergrens van 4.325 m^2 resulteert in 26% van alle ophogingen. Dit betekent dat bij deze ondergrens kan worden verwacht dat gemiddeld voor circa 200 ophogingen per jaar een vergunning wordt aangevraagd. Met deze 26% van alle ophogingen wordt 74% van de theoretisch verloren inundatieruimte afgevangen.

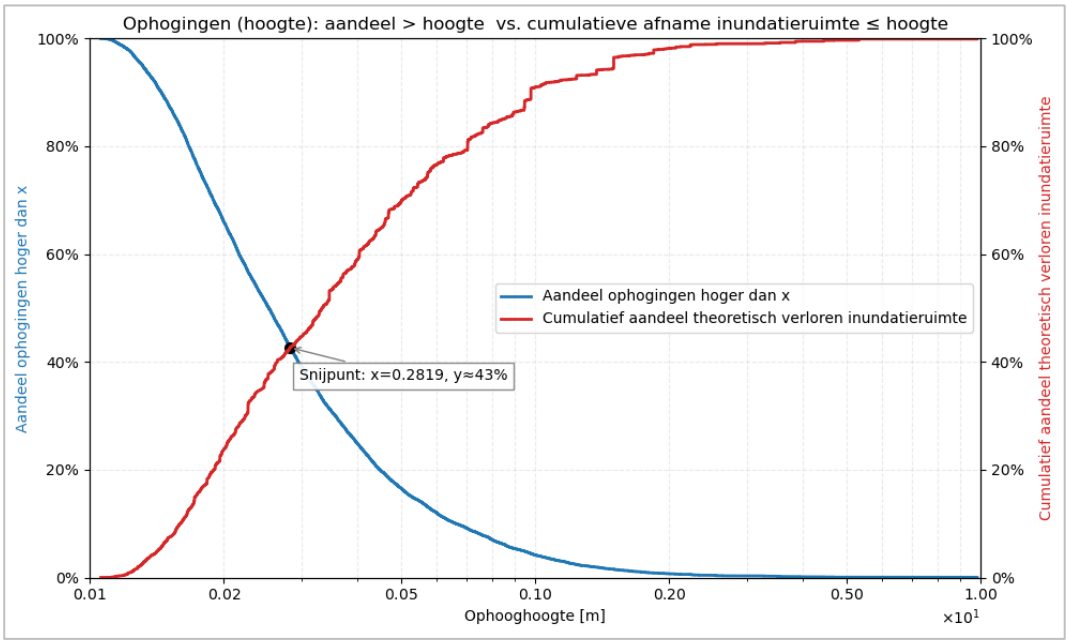


Figuur 5-2: Bepaling ondergrens voor grootte ophoging (m2) aan de hand van hoeveelheid ophogingen en inundatieruimte afname.

Dit betreft een absolute ondergrens (in oppervlak m2). Er is tevens gekeken naar een relatieve ondergrens (vergelijk oppervlak met oppervlak polder, in %). Dit levert een grens op van circa 3% van het polderoppervlak. Om eenduidigheid voor initiatiefnemers te houden wordt echter aanbevolen om een absolute ondergrens te gebruiken. Zo hoeft niet per polder een absolute ondergrens te worden berekend en gedeeld.

Ondergrens: Ophooghoogte

Zie figuur 5-3. Uit de grafiek volgt dat een ondergrens van 28,2 cm resulteert in 43% van alle ophogingen. Dit betekent dat bij deze ondergrens kan worden verwacht dat gemiddeld voor circa 350 ophogingen per jaar een vergunning wordt aangevraagd. Met deze ondergrens wordt 57% van de theoretisch verloren inundatieruimte afgevangen.



Figuur 5-3: Bepaling ondergrens voor ophooghoogte (m) aan de hand van hoeveelheid ophogingen en inundatieruimte afname.

Combinatie van ondergrenzen

De ondergrenzen kunnen ook gecombineerd worden gebruikt. In tabel 5-1 is het aantal aanvragen per jaar en de effectiviteit van de maatregel gegeven voor een combinatie van een ophoging van minstens 4.000 m2 en een variërende ophooghoogte. Dit betreft een combinatie van de grafieken in Figuur 5-2 en Figuur 5-3.

Tabel 5-1: Aantal ophogingen en effectiviteit maatregel bij ophogingen van minstens 4.000 m2, gegevens een bepaalde ondergrens voor ophooghoogte.

Grootte ophoging (m2)	Hoogte ophoging (m)	Ordegrootte aantal aanvragen per jaar (-)	Effectiviteit maatregel (%)
4.000	0,1	250	76,2
4.000	0,15	225	71,9
4.000	0,2	200	63,0
4.000	0,25	150	52,8
4.000	0,3	125	47,5

5.5 Beheer en onderhoud en tijdelijke ophogingen

Uit de analyse blijkt dat er her en der ook sprake is van een ophoging in de categorie ‘herinrichting’. Deze ophogingen zijn ten behoeve van beheer en onderhoud van bijvoorbeeld verzakte straten. Gezien beheer en onderhoud valt binnen de grenzen van eerdere ophogingen, of bijvoorbeeld binnen reeds vergunde situaties, wordt aanbevolen activiteiten ten behoeve van beheer en onderhoud vrij te stellen van compensatie. Bij een activiteit kan HHNK in samenspraak met een initiatiefnemer (en een gemeente) bepalen of er sprake is van beheer en onderhoud.

Uit de analyse blijkt dat er ook sprake kan zijn van tijdelijke ophogingen, die naar verloop van tijd worden weggehaald. Dit zijn bijvoorbeeld overhoogtes die zettingen uitlokken bij gebiedsontwikkelingen, of tijdelijke gronddepots. Er wordt geadviseerd een om ophogingen die tijdelijk zijn vrij te stellen van compensatie. Over het termijn van de tijdelijkheid kan nog geen uitspraak worden gedaan.

5.6 Conclusie

Doel van dit onderzoek is om antwoord te geven op de volgende vragen:

- Welke type ophogingen vinden er plaats in zowel agrarisch als stedelijk gebied?
- Hoeveel ophogingen van deze type ophogingen vinden er plaats?
- Welke factoren hebben invloed op de afname van inunderend vermogen en zijn er verschillen in type bodem?
- Welke van de vijf door HHNK voorgestelde scenario’s om de maatregel op te nemen in de waterschapsverordening kan worden aanbevolen?

Type ophogingen
In de onderzochte casussen van verschillende typen polders (klei, veen, zand) zijn diverse categorieën aan ophogingen geanalyseerd. Stedelijke ophogingen betreffen voornamelijk gebiedsontwikkelingen, in mindere mate infrastructurele werken en weinig gronddepots. Agrarische ophogingen betreffen voornamelijk aanvullingen van landbouwgronden, in mindere mate dijkversterkingen en weinig baggerdepots of omzandingen. De gebiedsontwikkelingen en ophogingen van landbouwgronden hebben ook de grootste invloed op de afname van inundatieruimte. Toekomstig is het aandeel aan potentiële ophogingen als gevolg van woningbouwontwikkelingen ook groot ten opzichte van bijvoorbeeld de huidige capaciteit van actieve waterbergingen van HHNK. Er is niet gekeken naar toekomstige agrarische ophogingen.

Factoren van invloed
Het verlies aan inundatieruimte door een ophoging kan worden berekend aan de hand van een balans. In deze balans wordt de huidige inundatieruimte vergeleken met de inundatieruimte na een ophoging. Factoren van invloed op het berekende volume aan inundatieruimte afname zijn plasvorming en bodemberging. De totale inundatieruimte in een polder bepaalt het effect van de inundatieruimte afname op de omgeving. De type polder en functies in een polder bepalen in hoeverre deze effecten tot schade leiden.

Maatregel
Voor een afweging tussen de voorgestelde scenario’s zijn de volgende conclusies van belang:

- Het instellen van een maatregel wordt effectief en doelmatig geacht, gezien het ‘stand-still’ principe en de hoeveelheid inundatieruimte afname die is berekend over afgelopen periode.
- Het beperken van de maatregel tot enkel gebieden met veel inundatieruimte (zoals de 10% gevoeligste delen van de polder) wordt niet effectief geacht, gezien de ophogingen in deze gebieden in de geanalyseerde periode maar beperkt bijdragen aan het totaal aan inundatieruimte afname.
- Het instellen van een ondergrens wordt doelmatig geacht. Hierbij kan een afweging worden gemaakt in het aantal ophogingen die groter zijn dan de ondergrens en de effectiviteit van de ondergrens voor de totale inundatieruimte afname die hiermee wordt gecompenseerd.
- Beheer en onderhoud kan worden uitgezonderd van de maatregel omdat hiermee binnen de vergunde of oorspronkelijke situatie wordt gehandeld. Ook bij tijdelijke ophogingen kan worden gekeken naar een uitzondering.

- Bovenstaande kan bijvoorbeeld in een beslisboom worden verwerkt zodat het voor initiatiefnemers duidelijk is wanneer hun beoogde ophoging compensatieplichtig is. Er wordt aanbevolen handvatten mee te geven hoe initiatiefnemers de compensatie kunnen berekenen en benodigde informatie hiervoor openbaar of op aanvraag beschikbaar te stellen aan hen.

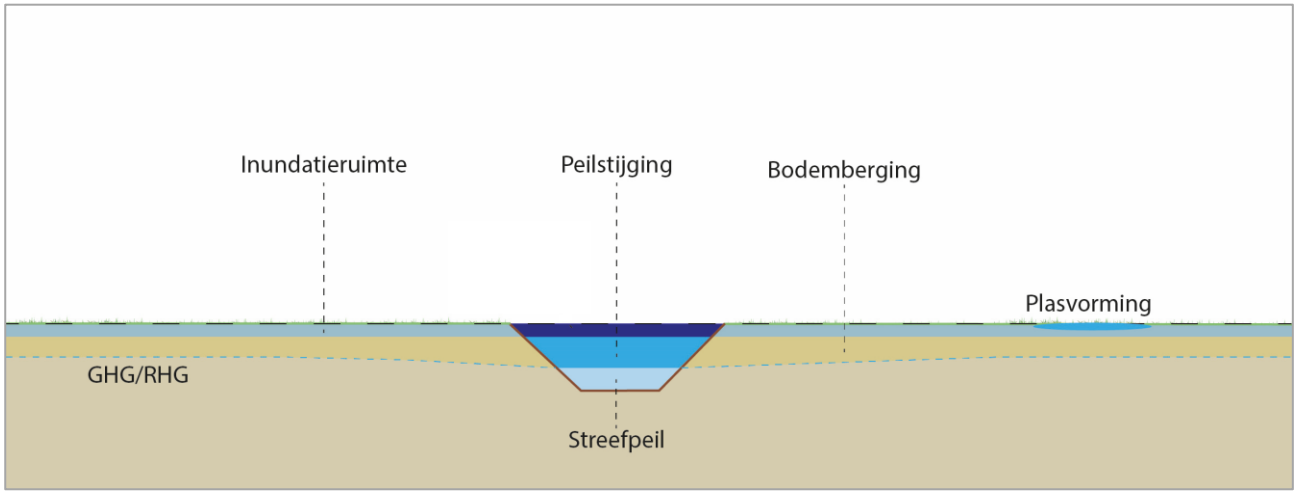
Verificatie studie
Ter verificatie van de geconstateerde hoeveelheid ophogingen en verlies aan theoretische inundatieruimte wordt aanbevolen om gedurende de maatregel een nieuwe ophogingskaart te maken aan de hand van AHN4/AHN5 en de toekomstige AHN6.

Bijlage 1 – Factoren van invloed op inundatievermogen

B1.1 Neerslag en inundatie in polders

Figuur 3-1 betreft een dwarsdoorsnede van een polder met daarin een watergang. Er wordt schematisch weergegeven hoe het watersysteem in de polder functioneert.

1. Onder **normale omstandigheden** heerst het desbetreffende streefpeil in de watergang. De watergang fungeert als afwaterings- en ontwateringsmiddel waarbij de grondwaterstand, afhankelijk van de grondslag, drainage en kwelsituatie sterker of minder sterk opbolt. De ruimte in de bodem tussen de grondwaterstand en het maaiveld kan water bergen, dit noemen we bodemberging. Deze berging kan worden benut door water dat infiltreert en vertraagd wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater (of de grondwaterstand aanvult). Dit is een relatief traag proces.
2. Bij (hevige) **neerslag** kan het oppervlaktewaterpeil zonder direct nadelige gevolgen stijgen. Water wordt afgevoerd volgens de ontwerpcapaciteit van het watersysteem en waar deze ontoereikend is wordt water geborgen binnen het watersysteem. Er kan, afhankelijk van de locatie en neerslagintensiteit (beperkt) plasvorming ontstaan waarbij hemelwater in lokale laagten op het maaiveld verzameld.
3. Bij **extreme neerslag** wordt zowel de ontworpen afvoercapaciteit en de aanwezige waterberging van het watersysteem overschreden. Het waterpeil stijgt verder. Hierbij treedt het oppervlaktewatersysteem buiten haar oevers waarbij sommige delen van de polder inunderen. Tevens ontstaat er grote plasvorming op het maaiveld. De ruimte die dit water (inundatie + plasvorming) inneemt noemen we inundatieruimte.



Figuur 5-4: Dwarsdoorsnede voor ophogen in relatie tot parameters.

B1.2 Activiteiten van invloed op watersysteem

Er zijn globaal drie soorten ontwikkelactiviteiten die van invloed (kunnen) zijn op het watersysteem en daarbij dus de mate van peilstijging en inundatie in polders bij (extreme) neerslag. Dit betreffen:

1. Demping van wateroppervlak
2. Toename van verhard oppervlak
3. Afname van inundatieruimte

In een ontwikkeling of verandering in het landschap kunnen alle drie de activiteiten in een bepaalde mate gezamenlijk plaatsvinden. De activiteiten zijn daardoor met elkaar verbonden. De activiteiten worden hieronder uitgelegd. Voor de eerste twee activiteiten heeft het Hoogheemraadschap regels in de waterschapsverordening opgenomen. Deze activiteiten worden beknopt in paragraaf 2.2 en 2.3 toegelicht. Voor de derde activiteit is nog geen vastgestelde regel in de waterschapsverordening opgenomen. Deze activiteit is onderdeel van onderliggende analyse en wordt nader besproken.

B1.2.1 Demping van wateroppervlak

Het dempen van wateroppervlak betekent dat een stuk water of watergang wordt gevuld met grond, waardoor dit deel van het wateroppervlak niet meer onderdeel is van het watersysteem. Hierdoor wordt de hoeveelheid aan water wat tijdens een (extreme) regenbui valt in het watersysteem verspreid over een kleiner wateroppervlak verdeeld dan eerst. Dit heeft een grotere peilstijging bij eenzelfde regenbui tot gevolg. Het dempen van wateroppervlak heeft dus een negatieve invloed op de mate van peilstijging, wat kan leiden tot grotere negatieve effecten in de omgeving.

Het Hoogheemraadschap heeft in haar Waterschapsverordening opgenomen dat gedempt wateroppervlak één-op-één terug gegraven dient te worden in hetzelfde waterpeilgebied (of een benedenstrooms gebied). Hierdoor neemt het oppervlak water in een polder niet af en zijn de effecten gecompenseerd. In de Waterschapsverordening is opgenomen dat het dempen van oppervlaktewater vergunningplichtig is.

B1.2.2 Toename van verhard oppervlak

Ook bij toenames van verhard oppervlak dient conform de Waterschapsverordening van het Hoogheemraadschap te worden gecompenseerd. Verhard oppervlak zorgt zonder maatregelen voor een snellere afstroming van hemelwater naar het oppervlaktewatersysteem. Hierdoor wordt het watersysteem zwaarder belast. Zonder het vergroten van het watersysteem of het vertragen van de afstroming leidt dit tot een snellere peilstijging dan anders het geval zou zijn geweest. Om dit te voorkomen, wordt de toename aan verharding gecompenseerd door het creëren van extra berging in het watersysteem. Door de extra berging stroomt het water via het verhard oppervlak weliswaar sneller af naar het watersysteem, maar stijgt het waterpeil niet harder dan voorafgaand aan de verhardingstoename. Een alternatief hiervoor is om het water vertraagd te laten afvoeren naar het watersysteem, door bijvoorbeeld het te infiltreren in de bodem of door het via waterbergingen vertraagd af te voeren. Hiervoor is de drietrapsstrategie ‘vasthouden, bergen, afvoeren’ als beleid ontwikkeld, waarin water zoveel mogelijk wordt vastgehouden of geborgen voordat het wordt afgevoerd. Er treedt bij dergelijke maatregelen geen verslechtering op van de capaciteit van het watersysteem.

Het Hoogheemraadschap heeft in haar Waterschapsverordening een voorkeur aangegeven voor het compenseren van de verhardingstoename. Dit betreft (1) infiltratie van water in de bodem; (2) realisatie van extra oppervlaktewater; en (3) water bergen in alternatieve vormen (waterbergingen). Er zijn dus meerdere opties om de verhardingstoename te compenseren. In de Waterschapsverordening is opgenomen dat relatief kleine verhardingstoenames van <2.000 m2 een zorgplicht kennen en dat grotere verhardingstoenames van >2.000 m2 een vergunningplicht hebben.

De mate van compensatie van de verhardingstoename in deze grotere gevallen wordt bepaald aan de hand van onder andere de peilstijging in het waterpeilgebied waar de verharding toeneemt. Hierbij kan de compensatie worden uitgedrukt in toename van oppervlaktewater (in een % van verhardingstoename; regulier circa 15%) of in een bergingscapaciteit (m^3). Het invullen van de gevraagde waterberging kan op verschillende manieren: in de bodem door middel van infiltratie, in wateroppervlak (gegeven een peilstijging) en in alternatieve vormen.

B1.2.3 Afname van inundatieruimte

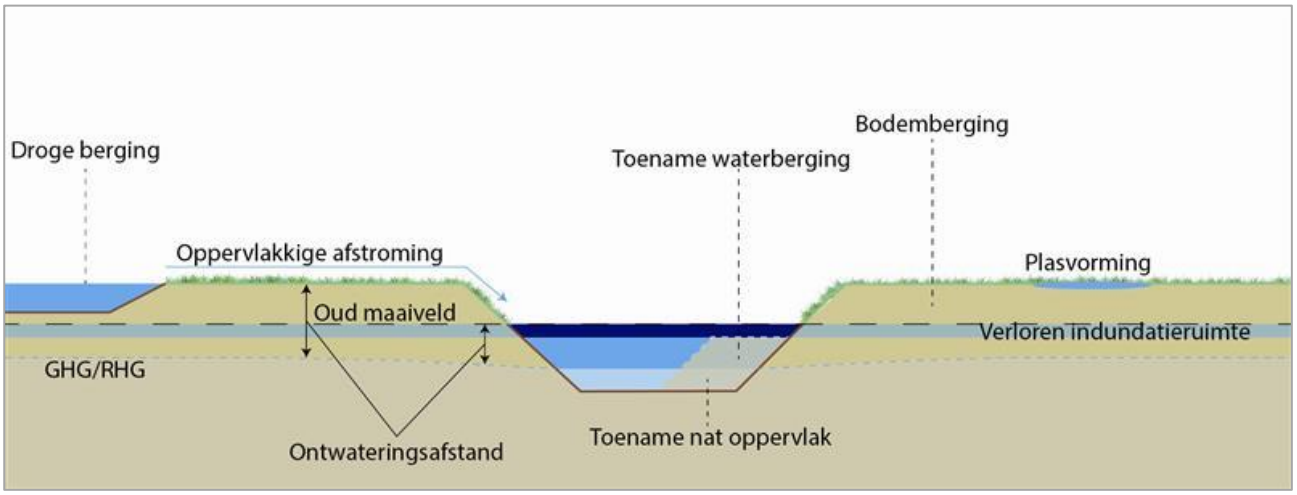
Watersystemen zijn ontworpen op een bepaalde hoeveelheid waterafvoer van maatgevende gebeurtenissen. Tijdens extreme neerslag kunnen delen van een polder inunderen omdat de instroom van hemelwater (voor langere tijd) groter is dan de maximale afvoercapaciteit van (gemalen in) de polder. De

peilstijging van het oppervlaktewater kan dermate groot worden dat deze tot het maaiveld rijkt, waardoor het maaiveld inundeert. Hierbij ontstaat een schijf water op het land. Bij een inundatie gebeurt dit vanuit het oppervlaktewatersysteem. Daarnaast kan plasvorming ontstaan, doordat water in kuilen of lage gedeelten van het land niet kan wegstromen en minder snel infiltreert dan dat er via neerslag op het land valt. Uiteindelijk zal dit water geleidelijk over een langere periode volledig infiltreren (of verdampen). Deze plassen hebben hierdoor een (tijdelijk) bergende functie, omdat deze voorkomen dat het water direct afstroomt naar het watersysteem.

Figuur 2-2 geeft een dwarsdoorsnede van dezelfde watergang na een ophoging weer. De inundatieruimte gaat door de ophoging verloren, waardoor het water dat hier kon staan in andere delen van de polder (veelal directe omgeving) opgevangen dient te worden. Hierdoor wordt de capaciteit van het watersysteem verder onder druk gezet waardoor andere delen van de polder (meer) inunderen. Schaderisico's worden in deze situatie afgewenteld op andere delen van de polder.

Belangrijk in de mate van inundatieruimte afname is of er in de huidige situatie inundatieruimte aanwezig is. Indien een ophoging plaatsvindt daar waar geen inundatie plaatsvindt, is er ook geen effect op de mate van inundatieruimte van een polder. Ook speelt extremiteit van de neerslag een rol:

1. Onder **normale omstandigheden** verandert er weinig aan de werking van het watersysteem. Er ontstaat geen inundatie in deze situatie.
2. Bij (hevige) **neerslag** kan het oppervlaktewaterpeil nog steeds zonder direct nadelige gevolgen stijgen. Plasvorming treedt her en der (beperkt) op. Het hemelwater kan worden geborgen binnen het watersysteem. De ophogingen zijn niet van invloed op de bergingscapaciteit.
3. Bij **extreme neerslag** stijgt het waterpeil verder. Hierbij treedt het oppervlaktewatersysteem buiten haar oevers. Stukken gronden die laag liggen inunderen, wat kan leiden tot schade.
    a. De inundatieruimte voor de ophoging is in het voorbeeld van Figuur 2-2 vervallen. Hierdoor stijgt het oppervlaktewaterpeil iets verder, wat kan leiden tot (meer) inundatie in de directe omgeving of in overige delen van de polder. De waterberging als gevolg van inundatie wordt dus afgewenteld.



Figuur 5-5: Dwarsdoorsnede na ophogen in relatie tot parameters.

B1.3 Factoren verlies inundatieruimte door ophoging

Om te begrijpen wat het effect kan zijn van een ophoging op het verlies van inundatieruimte in een polder, zijn hieronder de globale variabelen van dit proces uiteengezet. Hiervoor wordt verwezen naar Figuur 2-2.

Ophoging

Bij een ophoging wordt verstaan het verhogen van het maaiveld. Globaal bestaat een ophoging uit de volgende variabelen:

- Oppervlak van de ophoging (in m^2);
- De mate van ophoging (in m).

Theoretisch leidt dit tot een volume (in m^3) van ophoging op een bestaand maaiveld. In de praktijk is de berekening van het volume lastiger, door onder andere het microreliëf van het gebied (lokale verschillen in maaiveldhoogte) en doordat een ophoging niet altijd egaal plaats vindt in een gebied (toekomstige verschillen in maaiveldhoogte of het ophogen van specifieke delen van een perceel).

Huidige inundatieruimte

Om de inundatieruimte op een locatie te bepalen zijn de volgende variabelen van belang:

- Oppervlak van de inundatie (in m^2);
- De diepte van inundatie (in m).

Dit leidt tot een volume (in m^3) van inundatie op een bestaand maaiveld.

De mate van inundatieruimte in de huidige situatie wordt in de praktijk bepaald door een simulatie van een maatgevende bui (70 mm/2 uur) in een gebied. De simulatie leidt tot een resultaat van water op het maaiveld in een gebied. Er kan hierin niet of nauwelijks onderscheid worden gemaakt in inundatie door waterpeilstijging en door plasvorming in de huidige situatie omdat niet te herleiden is wat de oorzaak van het water op maaiveld is. Echter, beiden vormen samen het volume aan inundatieruimte.

Toekomstige inundatieruimte

In de benadering van de toekomstige inundatieruimte kunnen beide componenten wél afzonderlijk worden beschouwd:

- **Inundatie als gevolg van peilstijging**
  Na een ophoging kan alsnog sprake zijn van inundatie doordat het toekomstig maaiveldniveau lager is dan de waterhoogte van de inundatie, zij het minder dan eerst. Een voorbeeld: een plek met een huidig maaiveldniveau van NAP -2,0 m en een inundatie waterhoogte van NAP -1,7 m zal bij een maaiveldverhoging van 10 cm (naar NAP -1,9 m) alsnog 20 cm inunderen. De inundatieruimte afname wordt in dit geval bepaald door de maaiveldverhoging en niet door de inundatiediepte. Daarom dient de mate van ophoging vergeleken te worden met de inundatiediepte en dient hier de kleinste uitkomst gekozen te worden. Dit verschilt per locatie door het microreliëf van het maaiveld.
- **Inundatie als gevolg van plasvorming**
  Plasvorming wordt gevormd doordat het microreliëf leidt tot (kleine) plassen op het lagere deel van het maaiveld wat niet in contact staat met het watersysteem; en doordat de regenintensiteit groter is dan de infiltratiecapaciteit van de (toplaag van de) bodem. Water kan hier niet afstromen en infiltreert pas op een later moment dan gedurende de regenbui. Toekomstig kan een locatie (onverhard of verhard) plasvorming hebben. Dit verschilt per locatie door het microreliëf van het maaiveld.

Naast bovenstaande variabelen is ook bodemberging van belang in de berekening van inundatieruimte.

- **Bodemberging**
  Door een ophoging kan de breedte van de onverzadigde zone toenemen. De onverzadigde zone betreft het deel van de toplaag van de bodem tussen de grondwaterstand en het maaiveld. Hier is de grond niet verzadigd (“staat niet geheel onder water”), waardoor tussen de gronddeeltjes (klei, zand, veen, etc.) poriën aanwezig zijn waar water in kan stromen. Dit betekent dat de bodem een bergende capaciteit heeft. Door het ophogen van het maaiveld neemt deze zone toe, al zal de

grondwaterstand ook hoger staan. De effectiviteit van de ophoging op de toename van de onverzadigde zone is dus beperkter dan 100%. Voor de berekening van de capaciteit van de bodem om water te bergen is de bergingscoëfficiënt (in m^3/m^3) van de bodem van belang. Deze twee bepalen hoeveel m^3 volume per m^2 wordt toegevoegd in de onverzadigde zone per m ophoging.
    - Hierbij speelt ook de maximale infiltratiecapaciteit van de bodem een rol, die bepaalt of de potentiële bodemberging volledig benut kan worden. De mate van infiltratie verschilt sterk per bodemsoort. Daarnaast is de periode hoe lang infiltratie kan plaatsvinden van belang (bijvoorbeeld: 1 uur; 2 uur; of 24 uur). Dit wordt mede bepaald door de functie van de bodem (zoals gewassenteelt of grasland).

In deze berekening van de inundatieruimte balans zijn er naast de volumes van ophoging en inundatieruimte nog twee variabelen

Afname van inundatieruimte

De afname van inundatieruimte kan worden berekend door een inundatieruimte balans. Hierbij wordt het volume aan inundatieruimte (gemodelleerd) voorafgaand aan de ophoging vergeleken met het volume na een ophoging. Onderdeel van de beschouwing is inundatie door peilstijging (voor en na ophoging), inundatie door plasvorming (voor en na ophoging), en er wordt tevens gekeken naar de toename in bodemberging.

Effect van inundatieruimte afname

Bovenstaande beschrijving geeft weer hoe de inundatieruimte afname als gevolg van een ophoging kan worden beschouwd. De afname van inundatieruimte hoeft niet direct te leiden tot negatieve effecten in de omgeving of in de polder. Om te bepalen of de effecten van de ophoging negatief zijn voor de omgeving, zijn de volgende variabelen van belang:

- **Relatieve inundatieruimte afname en typen polders**
  Naast de absolute inundatieruimte afname (in m^3) kan ook een vergelijking worden gemaakt van deze afname ten opzichte van de totale inundatieruimte in de polder. Een inundatieruimte afname van 500 m^3 leidt in een kleine polder tot een groot effect omdat hier de totale inundatieruimte beperkt is, terwijl dit in een grote polder tot een klein effect leidt omdat hier veel meer ruimte voor inundatie is. Het is dus van belang om niet alleen naar de absolute inundatieruimte afname te kijken, maar ook om te kijken hoe dit zich relateert tot de totale ruimte in de omgeving. Dit bepaalt globaal wat het relatieve effect van de inundatieruimte afname is op de inunderende percelen in de omgeving. De relatieve inundatieruimte afname kan worden berekend als percentage (m^3/m^3).
    - De totale inundatieruimte van een polder verschilt per type polder. De type polder (klei, veen, zand) bepaalt voornamelijk het functioneren van het watersysteem. Kleipolders worden gekenmerkt door relatief grote drooglegginge (voornamelijk droogmakerijen) maar relatief weinig watergangen, terwijl veenpolders worden gekenmerkt door relatief kleine drooglegginge maar veel watergangen. Bij zandpolders wordt het watersysteem gekenmerkt door het reliëf van het landschap en kunnen zowel drooglegging als de afstand tussen watergangen verschillen. Dit heeft een impact op het totale bergend vermogen en dus ook de relatieve inundatieruimte afname.
- **De functies in een polder**
  De inundatieruimte afname heeft een effect op het bergend vermogen van een polder. De effecten van de afname in bergend vermogen van een polder kunnen verschillen naar gelang de typologie van de omgeving van het watersysteem. Denk bij de functies in een polder aan een verschil in stedelijk gebied, bollenteelt, landbouwgrond, grasland, natuur, etc.

Bijlage 2 - Voorbeelden ophogingen

B2.1 Ophogen en/of egaliseren van landbouwgrond



Figuur B 1: Voorbeeld ophogen van landbouwgrond.



Figuur B 2: Foto uit Street Smart met boven het perceel in 2007 en onder hetzelfde perceel in 2022.

B2.2 Opzanden ten behoeve van bollenteelt

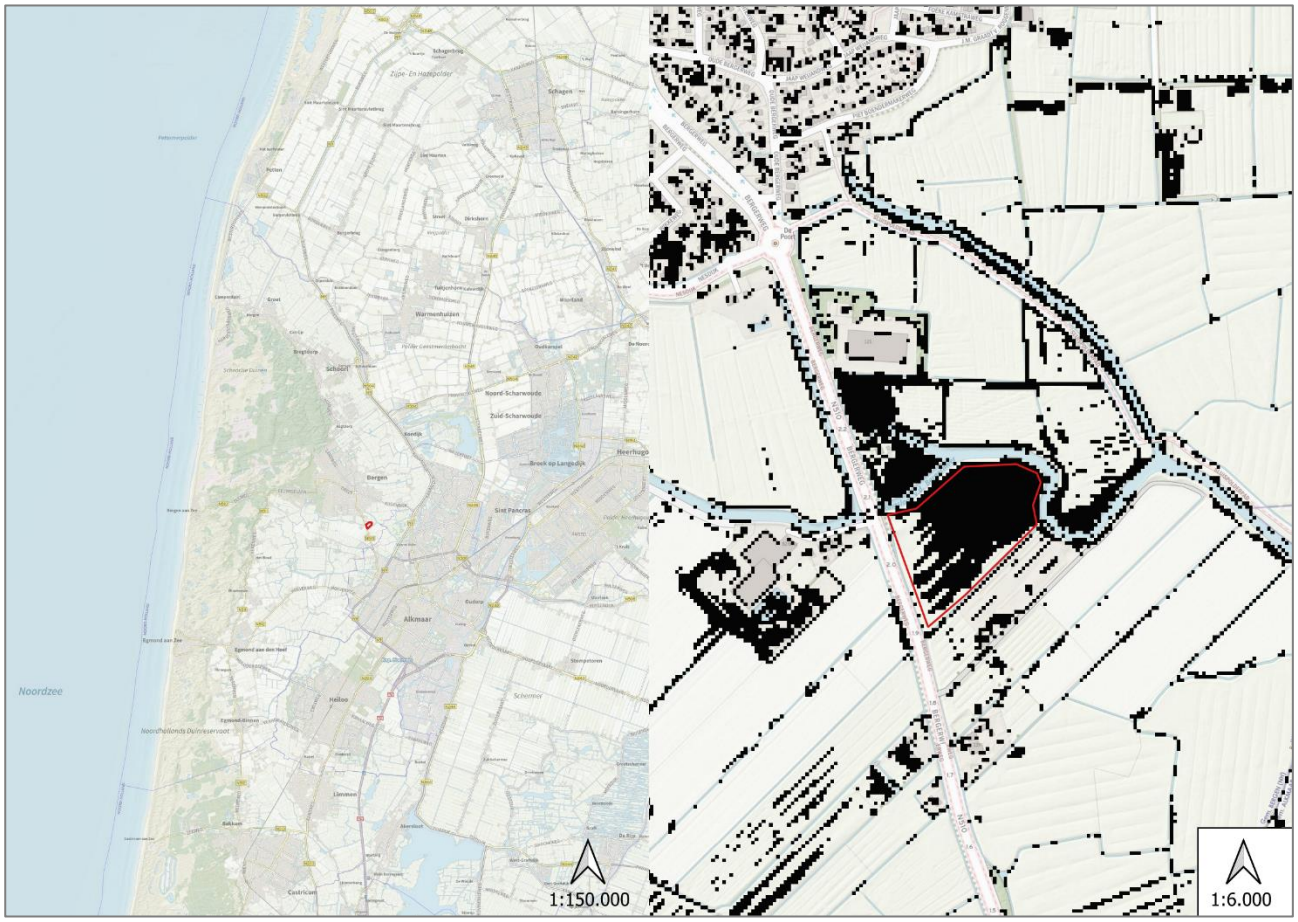


Figuur B 3: Inrichten terrein voor bollenteelt.



Figuur B 4: Inrichten terrein voor bollenteelt.

B2.3 Baggerdepots

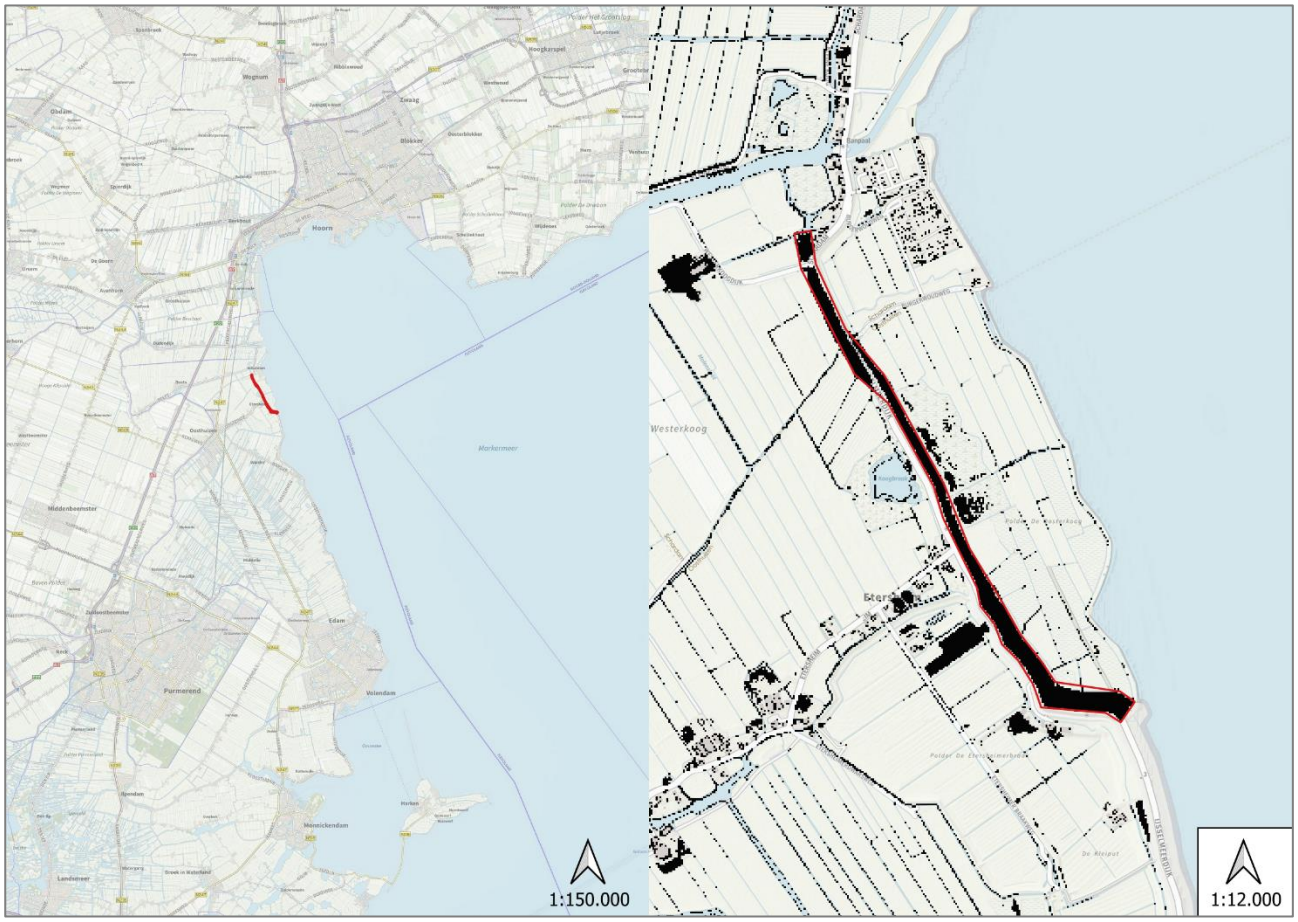


Figuur B 5: Voorbeeld baggerdepot ringvaart Bergermeer.



Figuur B 6: Luchtfoto's baggerdepot.

B2.4 Dijkversterkingen

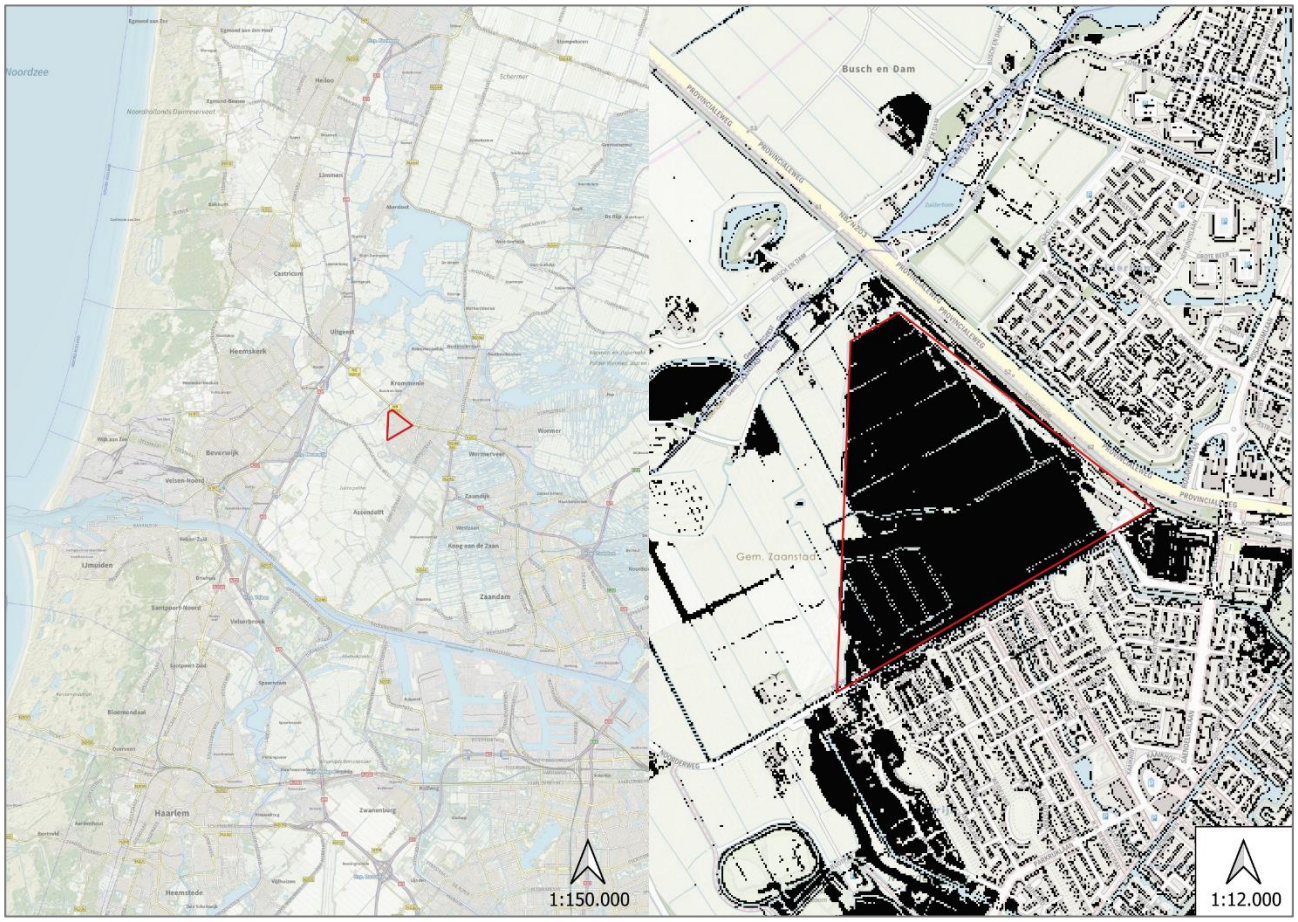


Figuur B 7: Versterking IJsselmeerdijk ter hoogte van Etersheim.



Figuur B 8: Luchtfoto's dijkversterking IJsselmeerdijk ter hoogte van Etersheim.

B2.5 Gebiedsontwikkelingen



Figuur B 9: Ophoging ten behoeve van de woningbouwontwikkeling Kreekrijk.



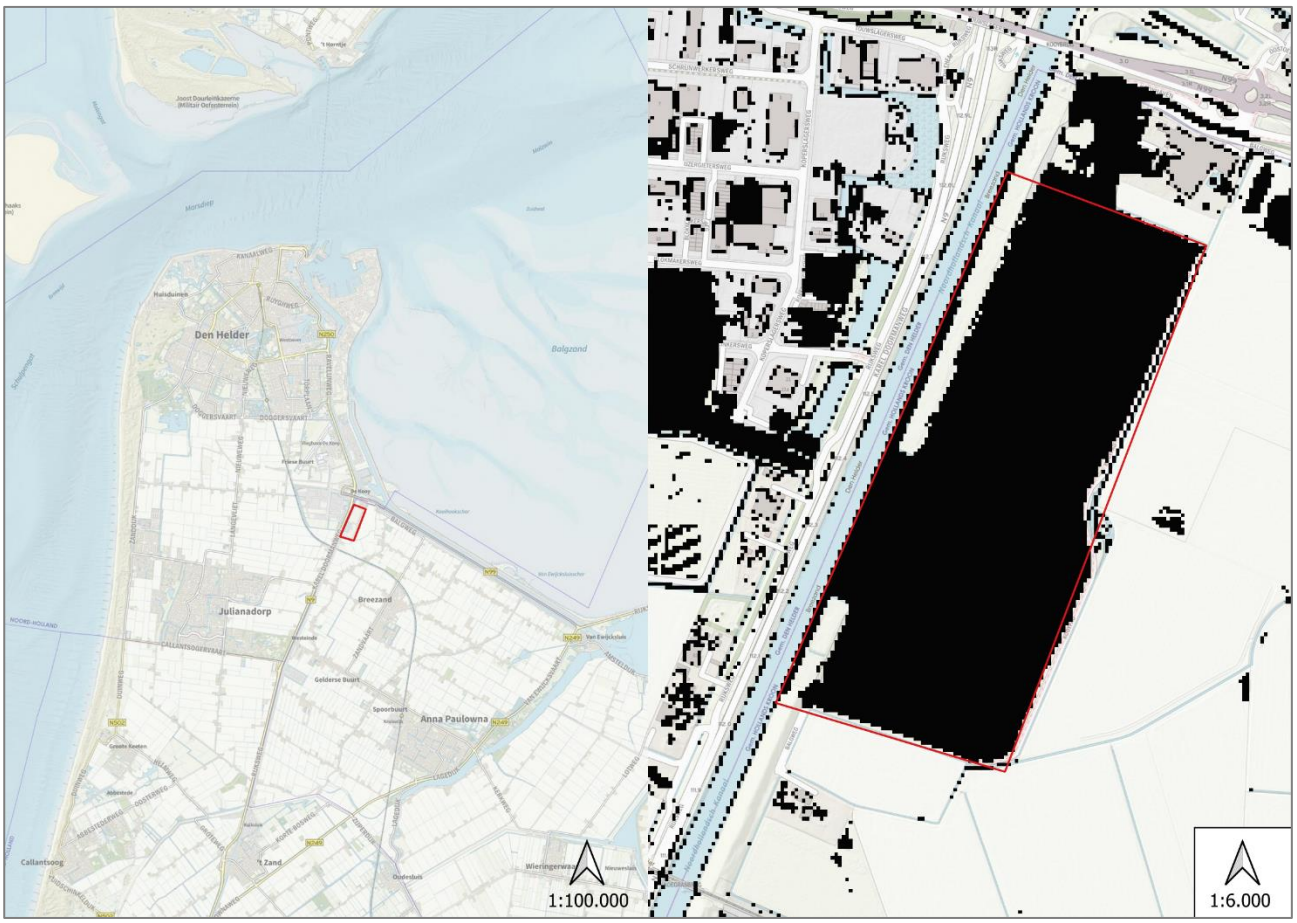
Figuur B 10: Luchtfoto Kreekrijk.



Figuur B 11: Gebiedsontwikkeling ten behoeve van industrieterrein Baanstee Noord.



Figuur B 12: Luchtfoto (topotijdreis) Baanstee Noord.

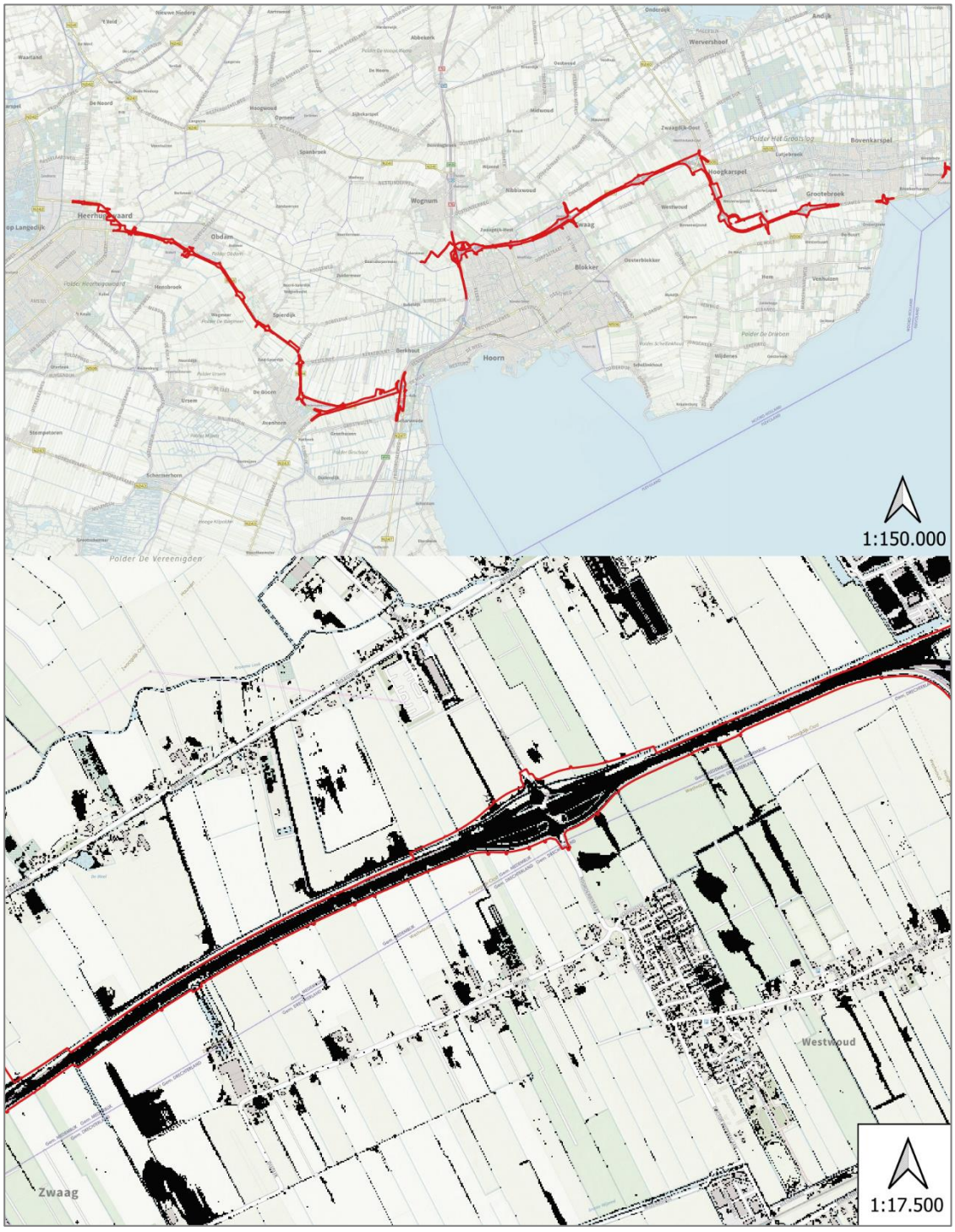


Figuur B 13: Ophoging ten behoeve van realisatie Kooyhaven.

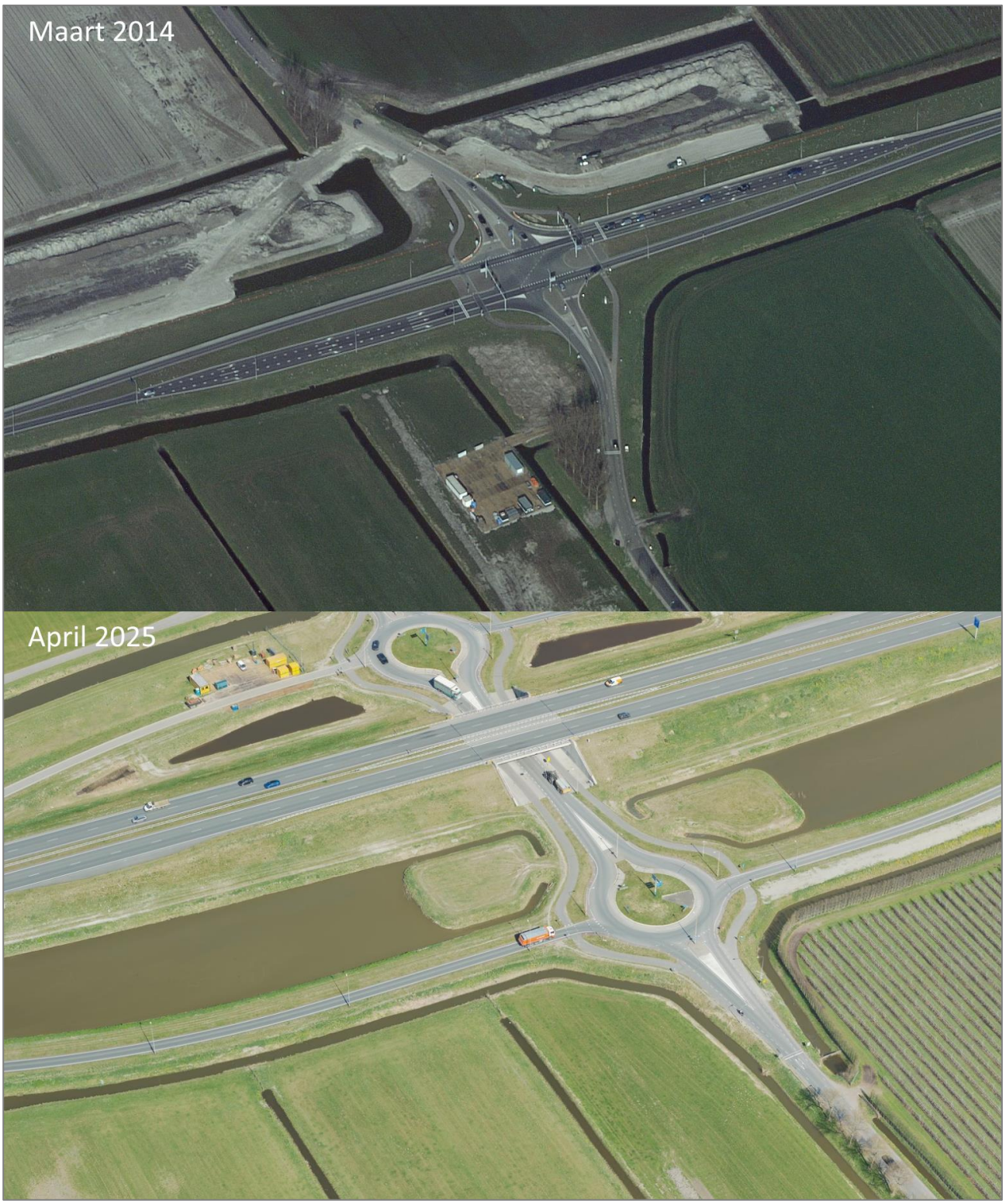


Figuur B 14: Realisatie haven.

B2.6 Infrastructurele werken



Figuur B 15: Boven: contouren Westfrisiaweg uit inpassingsplan. Onder: een gedeelte van de Westfrisiaweg waar duidelijk is dat er is opgehoogd.



Figuur B 16: Uitsnede van de ophoging voor de Westfrisiaweg.

B2.7 Grondbank



Figuur B 17: Grondbank ten noorden van Baanstee Noord.



Figuur B 18: Grondbank ten noorden van Baanstee Noord.

Bijlage 3 - Analyse van alle polders binnen beheergebied HHNK

B3.1 Uitleg tabel

De resultaten van analyse van alle polders in het beheergebied HHNK zijn in tabelvorm uiteengezet. Er zijn in totaal 20 kolommen en 273 rijen. Hieronder worden de kolommen gedefinieerd. Er wordt in deze bijlage verwezen naar de specifieke kolommen met het kolomnummer in onderstaande uiteenzetting.

1. Polder ID
   De Polder ID is een automatisch gegenereerd volgnummer waarin de 273 polders van HHNK aan zijn gekoppeld. Deze nummers worden niet in datasets van HHNK gebruikt en zijn voor voorliggende rapportage aangemaakt.
2. Poldernaam
   De poldernaam volgens de polderkaart van HHNK. Een aantal polders hebben dezelfde naam waardoor het aanmaken van een Polder ID [1] nodig was.
3. Oppervlak polder
   Het oppervlak van de desbetreffende polder in m^2.
4. Totale inundatieruimte
   De totale inundatieruimte in m^3 in de desbetreffende polder op basis van de T100 situatie uit de inundatiekaart van de DPRA berekening met de BWN modellen (2020).
5. Geconstateerde ophogingen
   Het aantal geconstateerde ophogingen, op basis van het verschil tussen de AHN2 (2011) en de AHN5 (2023), welke binnen de desbetreffende polder vallen.
6. Oppervlak ophogingen
   Het oppervlak van de som van alle geconstateerde ophogingen in de desbetreffende polder [5].
7. Oppervlak ophogingen t.o.v. polder
   Het ratio tussen de som van alle geconstateerde ophogingen in de desbetreffende polder [6] en de het totaal oppervlak van de polder [3].
8. Overlappend oppervlak inundatieruimte met ophogingen
   Het overlappend oppervlak in m^2 van de ophogingen in de desbetreffende polder die overlappen met de geïnundeerde gebieden uit de inundatiekaart van de DPRA berekening (2020).
9. Theoretisch verloren inundatieruimte
   Het absolute volume inundatieruimte m^3 uit de DPRA berekening (2020) dat afneemt door de ophoging[3].
10. Relatieve theoretische afname inundatieruimte
    Het ratio tussen de absolute theoretisch verloren inundatieruimte [9] ten opzichte van de totale inundatieruimte [4] in de desbetreffende polder.
11. Ophogen in 10% gevoeligste delen van de polder - Theoretisch verloren inundatieruimte
    Het absolute volume inundatieruimte m^3 uit de DPRA berekening (2020) dat afneemt door de ophoging van alle ophogingen in de desbetreffende polder die in de 10% gevoeligste delen van de polder liggen.

[3] De DPRA berekening (2020) gaat uit van een andere maaiveldhoogte dan de AHN verschilkaart. Hierdoor bevatten deze kolom ook gegevens van ophogingen die hebben plaatsgevonden voordat de DPRA berekening plaatsvond. Zie ook tijdlijn in §3.4.

12. Aandeel theoretische afname inundatieruimte t.o.v. de theoretisch verloren inundatieruimte van alle ophogingen.
    Het ratio tussen de theoretisch verloren inundatieruimte door ophogingen in de 10% gevoeligste delen van de polder [11] ten opzichte van het totale theoretische verlies aan inundatieruimte door alle ophogingen [9].
13. Theoretisch relatieve afname inundatieruimte (t.o.v. totale inundatieruimte polder)
    Hetzelfde als [12] maar dan ten opzichte van de totale inundatieruimte in de polder [4].
14. Inundatieruimte binnen de 10% gevoeligste delen van de polder
    Het inundatievolume in m^3 uit de inundatiekaart dat binnen de grenzen van de 10% gevoeligste delen van de polder ligt.
15. t.ov. totale inundatieruimte
    Het ratio tussen het inundatievolume in de 10% gevoeligste delen van de polder [14] en de totale inundatieruimte [4] in de desbetreffende polder.
16. Inundatieoppervlak overlap met toekomstige ontwikkelingen
    Het overlappend oppervlak in m^2 tussen toekomstige gebiedsontwikkelingen[4] en de geïnundeerde gebieden uit de inundatiekaart van de DPRA berekening (2020).
17. Inundatieruimte binnen toekomstige ontwikkelingen
    Het inundatievolume in m^3 uit de inundatiekaart dat binnen de grenzen van de toekomstige ontwikkelingen liggen.
18. Inundatieruimte toekomstige ontwikkelingen t.o.v. totale inundatieruimte
    De inundatieruimte binnen de toekomstige ontwikkelingen in de desbetreffende polder [18] ten opzichte van de totale inundatieruimte in de desbetreffende polder [4].

Er zijn zes belangrijke blokken deze staan boven de kolomnamen. Dit zijn:

1. DPRA berekening met BWN modellen (2020)
2. AHN2-AHN5 (2011-2023)
3. DPRA berekening vs. AHN2-AHN5
4. Ophogingen in 10% gevoeligste delen van de polder
5. Toekomstige ontwikkelingen (tot 2050).

B3.2 Resultaten en interpretatie

B3.2.1 DPRA berekening

Dit blok bevat gegevens die alleen uit de inundatiekaarten van de DPRA berekening met BWN modellen gehaald zijn. Kolom [4] geeft aan wat de totale inundatieruimte in de polder is. Dit inundatievolume is berekend door het celoppervlak x celwaarde te nemen en te sommeren voor alle inundatiecellen binnen de poldergrenzen.

B3.2.2 AHN2-AHN5

Dit blok bevat gegevens die alleen uit de AHN verschilkaart komen. De geconstateerde ophogingen in kolom [5] zijn alle geconstateerde ophogingen binnen de poldergrenzen met bijbehorend oppervlak [6] en relatief oppervlak [7].

B3.2.3 DPRA berekening vs. AHN2-AHN5

De geconstateerde ophogingen in kolom [5] nemen een deel van de inundatieruimte in. Dit zorgt voor een theoretische afname aan inundatieruimte. Dit volume is in kolom [9] opgenomen. De relatieve theoretische afname van de inundatieruimte staat in kolom [10].

[4] Op basis van de plancapaciteitsmonitor

De relatieve theoretische afname van inundatieruimte laat zien hoeveel inundatieruimte er door de ophogingen in een periode van 12 jaar (2011-2023) percentueel is ingenomen. De meeste polders (151) tonen een theoretische afname aan inundatieruimte van < 1%. De overige polders (122) tonen een theoretische afname aan inundatieruimte van ≥ 1%. Het is bij het opnemen van deze resultaten belangrijk om te blijven letten op kolom [9], het theoretisch verlies aan inundatieruimte in [m^3]. Er zijn polders waar beperkt geïnundeerde gebieden uit de inundatiekaart van de DPRA berekening met BWN modellen (2020) komen. Hierdoor is de totale inundatieruimte [4] klein. De ophoging heeft dan, bij inname van een theoretische kleine inundatieruimte [9] een groot effect op de relatieve theoretische afname aan inundatieruimte [10], terwijl het beargumenteerbare effect op het watersysteem nihil is.

Als alle polders worden beschouwd is de totale theoretische afname aan inundatieruimte 2,21% van de totaal aanwezige inundatieruimte. Als wordt gekeken naar polders met een afname aan inundatieruimte > 25 m^3, gaat er in circa 25% van de polders geen inundatieruimte verloren.

B3.2.4 Ophogingen in 10% gevoeligste delen van de polder

Kolommen [12] en [13] geven het relatieve effect van ophogingen in de gevoeligste 10% van de polder weer. In kolom [12] is dit ten opzichte van het totale theoretische verlies aan inundatieruimte door alle ophogingen [9] en in kolom [13] ten opzichte van de totale inundatieruimte in de polder [4]. Het valt op dat er veel minder ophogingen hebben plaatsgevonden in deze delen van de polder. In (maar) 81 van de 273 polders hebben ophogingen plaatsgevonden die overlapten met de gevoeligste 10%.

De gemiddelde theoretische afname aan inundatieruimte [11] ten opzichte van de totale theoretische afname in de polder [9] is 1,4%. Dat betekent dat van de totale afname aan inundatieruimte in een polder gemiddeld 1,4% wordt veroorzaakt door ophogingen in de 10% gevoeligste delen van de polder. De gemiddelde theoretische afname aan inundatieruimte [11] ten opzichte van de totale inundatieruimte in de polder [4] is 0,3%.

In kolommen [14] en [15] is respectievelijk de totale inundatieruimte binnen de 10% gevoeligste delen van de polder absoluut en relatief ten opzichte van de totale inundatieruimte weergegeven. Gemiddeld bevat deze 10% van de polders circa 16% van de waterberging. Dit loopt echter uiteen tussen 0 en 64%. In circa 1/3^e van de polders zijn de 10% laagste delen goed voor een kwart van de waterberging.

B3.2.5 Toekomstige ontwikkelingen

Kolommen [16], [17] en [18] beschouwen de gebiedsontwikkelingen die bekend zijn via de plancapaciteitsmonitor. Deze ontwikkelingen staan niet allemaal vast. In kolom [16] staat het oppervlak van deze ontwikkelingen die overlappen met het inundatieoppervlak uit de DPRA berekening met DWN modellen (2020). In kolom [17] staat de inundatieruimte uit de DPRA berekening (2020) dat binnen de grenzen van de toekomstige ontwikkelingen valt. Vervolgens staat in kolom [18] hoeveel deze inundatieruimte is ten opzichte van de hele polder. Dit is gemiddeld 6%, maar varieert sterk met veel ontwikkelingen die onder de 1% zitten en een uitschieter naar 98%.

Het grootste deel van deze ontwikkelingen (70 van de 117, 60%) hebben een relatieve inundatieruimte ten opzichte van de polder van ≤ 1%. Dat betekent dat bij een dergelijke ontwikkeling de totale inundatieruimte van de polder voor 1% binnen de gebiedsontwikkeling ligt.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
			BWN 2019-2020	AHN2-AHN5 2011-2023			BWN vs AHN2-AHN5			10% gevoeligste delen van de polder					Toekomstige ontwikkelingen (tot 2050)		
Polder ID	Poldernaam	Oppervlak polder	Totale inundatieruimte	Geconstateerde ophogingen	Oppervlak ophogingen	Oppervlak ophogingen t.o.v. polder	Overlappend oppervlak inundatieruimte met ophogingen	Theoretisch verloren inundatieruimte	Relatieve theoretische afname inundatieruimte	Theoretisch verloren inundatieruimte	Aandeel theoretische afname inundatieruimte t.o.v. de theoretisch verloren inundatieruimte van alle ophogingen	Theoretisch relatieve afname inundatieruimte (t.o.v. totale inundatieruimte polder)	Inundatieruimte binnen de 10% gevoeligste delen van de polder	t.o.v. totale inundatieruimte	Inundatieoppervlak overlap met toekomstige ontwikkelingen	Inundatieruimte binnen toekomstige ontwikkelingen	Inundatieruimte toekomstige ontwikkelingen t.o.v. totale inundatieruimte
[-]	[-]	[m²]	[m³]	[-]	[m²]	[%]	[m²]	[m³]	[%]	[m³]	[%]	[%]	[m³]	[-]	[m²]	[m³]	[-]
63	Noord Scharwoude	342.523	6.035	3	8.750	2,55%	251	34	0,57%				128	2%	51.427	5.925	98%
186	Banne Oost	212.230	4.120	1	3.425	1,61%	206	2	0,05%						24.817	3.737	91%
93	Banne Oost (Buiksloot)	1.390.352	32.665	8	44.325	3,19%	2.676	196	0,60%						300.459	27.986	86%
191	Blokgouw	1.069.699	43.029	4	14.350	1,34%	10.654	2.544	5,91%	1.219	11,4%	2,8%	11.679	27%	277.447	17.787	41%
137	Beverwijk de Buitenlanden	1.474.425	37.289	18	299.375	20,30%	9.130	1.739	4,66%				170	0%	140.356	14.163	38%
25	Vennewaterspolder	3.378.086	147.578	34	115.425	3,42%	33.524	1.637	1,11%				32.618	22%	442.254	38.260	26%
95	Binnengeesterpolder	1.229.606	52.502	11	25.900	2,11%	4.138	313	0,60%				9.717	19%	56.080	12.119	23%
122	De Vurige Staart	1.137.530	50.519	7	16.425	1,44%	3.514	288	0,57%				7.747	15%	57.178	9.259	18%
54	Buikslotermeer	3.464.196	86.621	58	354.525	10,23%	60.202	7.401	8,54%				41	0%	160.302	15.483	18%
82	De Gors	2.514.543	89.139	8	31.975	1,27%	7.732	656	0,74%						86.834	13.687	15%
28	Oosterdel	5.651.831	64.991	53	515.025	9,11%	74.774	5.544	8,53%	479	0,6%	0,7%	627	1%	73.166	7.633	12%
83	De Koog	2.166.252	77.747	19	102.025	4,71%	24.014	2.260	2,91%						75.283	8.369	11%
68	Schagerkogge boezem	505.597	5.898						0,00%				54	1%	2.337	616	10%
24	Oosterzijpolder	11.366.324	357.393	61	430.000	3,78%	85.328	8.105	2,27%				30.612	9%	368.578	35.569	10%
133	Purmer landelijk noord	12.153.459	401.064	49	1.160.975	9,55%	200.035	22.484	5,61%	280	0,1%	0,1%	62.246	16%	249.752	39.276	10%
64	Obdam	9.047.592	197.658	72	553.450	6,12%	78.031	5.591	2,83%	211	0,3%	0,1%	18.719	9%	280.204	19.238	10%
13	Oosterpolder Hoorn	19.215.346	438.408	113	1.220.175	6,35%	279.946	36.769	8,39%	33	0,0%	0,0%	9.362	2%	306.115	31.513	7%
158	Overweere	2.456.274	97.374	20	90.150	3,67%	30.796	3.425	3,52%						60.094	6.480	7%
196	Baafjespolder	4.612.309	152.987	24	98.550	2,14%	16.806	1.572	1,03%	0	0,0%	0,0%	7.392	5%	71.565	10.045	7%
256	Krommenieer Woudpolder	8.502.731	338.828	31	133.475	1,57%	35.494	3.439	1,02%				36.219	11%	126.315	19.718	6%
70	Polder Schagen	9.239.519	193.634	81	425.700	4,61%	51.208	5.136	2,65%	110	0,2%	0,1%	21.706	11%	102.722	10.038	5%
251	Oostzaan	23.634.835	702.211	217	849.150	3,59%	243.545	22.956	3,27%	768	0,3%	0,1%	44.537	6%	290.304	35.065	5%
257	Overdie	2.291.557	101.200	21	34.325	1,50%	7.232	744	0,73%						37.676	5.010	5%
56	Purmer landelijk zuid	10.698.388	419.758	61	225.125	2,10%	25.575	2.240	0,53%				83.611	20%	205.039	18.079	4%
139	Afd. I zuid	685.919	918	4	29.075	4,24%	1.031	123	13,35%				16	2%	481	36	4%
132	Marken	2.446.519	103.932	6	22.225	0,91%	11.582	2.802	2,70%				16.873	16%	25.413	3.887	4%
138	Geestmerambacht	43.026.652	1.091.432	311	2.081.275	4,84%	595.262	56.954	5,22%	21.130	3,5%	1,9%	157.892	14%	335.117	40.112	4%
149	Schermer Noord	28.891.650	835.102	180	614.425	2,13%	104.444	7.569	0,91%	2.615	2,5%	0,3%	164.356	20%	465.233	27.069	3%
27	Vereenigde Raaksmaats- en Niedorperkogge boezem	2.936.805	101	34	128.050	4,36%	22	1	0,73%				0	0%	74	3	3%
199	Polder Heerhugowaard	38.312.546	918.354	363	3.166.525	8,26%	523.234	42.482	4,63%	648	0,1%	0,1%	59.918	7%	264.743	27.258	3%
97	Eendrachtspolder zuid	848.224	30.658	3	13.075	1,54%	3.300	234	0,76%						10.851	898	3%
143	Duingebied Zuid	55.592.556	163.126	466	4.734.300	8,52%	21.322	5.983	3,67%						19.002	4.202	3%
94	Volendammermeer	242.809	76.648	1	2.125	0,88%	1.498	237	0,31%						6.792	1.970	3%
150	Waterland	47.427.456	1.125.294	202	750.825	1,58%	182.981	18.663	1,66%	184	0,1%	0,0%	227.187	20%	202.414	25.416	2%
222	Assendelft (NW)	19.410.150	721.933	106	817.450	4,21%	227.179	20.289	2,81%	233	0,1%	0,0%	213.869	30%	173.452	15.945	2%
107	Afd. W	1.590.012	14.309	9	121.725	7,66%	6.444	315	2,20%				126	1%	5.990	307	2%
136	Uitgeester- en Heemskerkerbroek	27.408.307	1.074.152	148	636.475	2,32%	105.391	12.117	1,13%	414	0,4%	0,0%	230.860	21%	211.856	22.165	2%
223	De Zien	2.095.826	77.933	5	38.900	1,86%	6.712	263	0,34%				6.394	8%	10.090	1.607	2%
224	Meerweiden	1.630.491	60.855	25	107.875	6,62%	14.622	1.991	3,27%						10.360	1.244	2%
67	Koegras	39.537.908	1.245.478	198	1.278.250	3,23%	458.516	31.650	2,54%	101	0,0%	0,0%	212.509	17%	430.087	24.773	2%
246	Schermerboezem (N)	19.496.642	515.849	166	745.225	3,82%	58.788	12.083	2,34%	278	0,5%	0,1%	5.929	1%	94.672	10.174	2%
198	Oudorperpolder	2.750.606	101.712	15	29.125	1,06%	7.494	531	0,52%						15.371	1.901	2%
51	Polder Westzaan	23.865.546	941.394	232	775.325	3,25%	186.372	15.780	1,68%	2.004	1,1%	0,2%	78.224	8%	157.941	16.896	2%
234	Petten	1.168.982	16.547	14	63.550	5,44%	9.352	726	4,39%						1.630	289	2%
183	Zeevang (W)	17.878.752	748.922	52	315.700	1,77%	72.347	7.273	0,97%	6	0,0%	0,0%	143.377	19%	102.610	12.449	2%
225	W.O.L.polder	4.981.333	211.398	18	205.750	4,13%	36.666	2.992	1,42%				50.553	24%	84.598	3.428	2%
73	Afd. NG	2.152.668	2.107	18	84.675	3,93%	989	57	2,71%				2	0%	1.110	33	2%
10	Vrije afwatering duingebied	1.043.063	29.425	2	2.975	0,29%	85	10	0,03%						1.718	413	1%
146	Schermerboezem (Z)	10.969.968	1.591	36	241.650	2,20%	368	25	1,54%				0	0%	66	21	1%
62	Huiswaard I	880.187	32.208	6	18.800	2,14%	4.058	258	0,80%						5.202	417	1%
238	Oningepolderde landen onder Egmond Binnen	5.843.874	138.608	62	212.700	3,64%	41.752	3.306	2,39%	177	0,4%	0,1%	17.139	12%	26.433	1.674	1%
145	Grootslag	88.599.479	2.056.930	592	3.705.275	4,18%	586.479	50.426	2,45%	4.524	0,8%	0,2%	203.804	10%	382.305	24.803	1%
255	Castricummerpolder	10.261.877	420.631	44	136.050	1,33%	28.907	2.719	0,65%	569	2,0%	0,1%	69.231	16%	32.927	4.999	1%
109	Callantsoog	7.394.961	154.559	46	137.150	1,85%	31.732	2.164	1,40%	386	1,2%	0,2%	16.388	11%	27.590	1.810	1%
205	Afd. H-ON	4.980.654	19.753	28	91.675	1,84%	8.184	320	1,62%	55	0,7%	0,3%	5.949	30%	2.137	229	1%
126	Zaandammerpolder	1.859.884	67.823	15	53.875	2,90%	9.316	824	1,22%						9.005	776	1%
15	Beemster	71.113.530	2.098.461	242	1.101.800	1,55%	129.588	12.337	0,59%	236	0,2%	0,0%	443.736	21%	224.994	23.613	1%
245	Drieban	24.506.839	532.142	199	914.300	3,73%	136.698	11.232	2,11%	252	0,2%	0,0%	118.789	22%	52.424	4.773	1%
226	Oosterpolder	7.353.776	226.366	51	207.150	2,82%	30.212	4.500	1,99%	79	0,3%	0,0%	66.932	30%	37.839	1.962	1%
261	Groetpolder-Noord	361.061	11.383	6	13.950	3,86%	3.786	271	2,38%				137	1%	1.272	96	1%
213	Terrein Corus	5.911.939	262.346	126	574.050	9,71%	98.576	13.990	5,33%						8.601	2.183	1%
235	Bergermeer	8.475.137	300.530	87	343.600	4,05%	59.756	5.780	1,92%	354	0,6%	0,1%	73.532	24%	23.310	2.335	1%
115	Vrije afwatering duingebied	4.502.194	173.911	67	324.400	7,21%	72.353	8.457	4,86%						3.557	1.298	1%
194	Groot-Limmerpolder	17.544.167	705.650	101	545.875	3,11%	86.318	7.565	1,07%	9	0,0%	0,0%	112.049	16%	70.482	5.149	1%
39	Gemeenschappelijke polders	47.437.082	1.716.174	247	1.027.725	2,17%	197.826	16.988	0,99%	475	0,2%	0,0%	436.371	25%	95.810	12.093	1%
271	Oosterlanderkoog	4.845.664	158.832	40	153.750	3,17%	31.372	3.915	2,46%	82	0,3%	0,1%	28.392	18%	6.871	1.097	1%
118	Westerkogge	52.256.605	1.362.449	251	1.491.000	2,85%	227.558	21.385	1,57%	2.732	1,2%	0,2%	286.462	21%	104.006	8.617	1%
66	Anna Paulownapolder hoog	14.460.262	266.576	38	164.250	1,14%	22.417	1.715	0,64%				33.007	12%	16.083	1.558	1%
102	Afd. 3	68.904.486	1.254.752	316	2.402.625	3,49%	534.194	38.620	3,08%	631	0,1%	0,1%	149.607	12%	63.060	6.571	1%
220	Hemmeland	384.361	9.534	2	3.200	0,83%	846	132	1,38%						308	45	0%
12	Schellinkhout	2.104.079	77.203	7	42.050	2,00%	8.494	1.588	2,06%				8.878	11%	3.709	343	0%
266	Hooglandspolder	4.264.328	121.029	16	57.200	1,34%	8.782	1.374	1,14%	16	0,2%	0,0%	28.206	23%	3.940	496	0%
86	Wormer, Jisp en Nek	24.114.737	856.109	62	219.400	0,91%	36.691	3.527	0,41%	321	0,9%	0,0%	144.433	17%	38.708	3.453	0%
218	Twiske	6.330.746	85.648	17	55.275	0,87%	6.216	645	0,75%				2.642	3%	3.159	285	0%
157	Purmer stedelijk	4.683.243	108.585	24	67.725	1,45%	4.279	535	0,49%				165	0%	2.336	350	0%
173	Grootdammerpolder	4.613.706	147.945	29	137.025	2,97%	21.660	2.208	1,49%				26.752	18%	5.783	476	0%
270	Verenigde Polders	9.159.718	367.344	92	458.050	5,00%	47.538	5.357	1,46%	9	0,0%	0,0%	80.333	22%	10.868	979	0%
52	Purmerland-Oost	9.205.535	240.977	49	222.825	2,42%	46.689	4.405	1,83%				30.667	13%	2.864	580	0%
119	Vier Noorder Koggen -2,20	74.905.979	1.913.864	532	2.489.800	3,32%	375.597	41.815	2,18%	3.610	1,0%	0,2%	330.768	17%	44.368	4.340	0%

			BWN 2019-2020	AHN2-AHN5 2011-2023			BWN vs AHN2-AHN5			10% gevoeligste delen van de polder					Toekomstige ontwikkelingen (tot 2050)		
Polder ID	Poldernaam	Oppervlak polder	Totale inundatieruimte	Geconstateerde ophogingen	Oppervlak ophogingen	Oppervlak ophogingen t.o.v. polder	Overlappend oppervlak inundatieruimte met ophogingen	Theoretisch verloren inundatieruimte	Relatieve theoretische afname inundatieruimte	Theoretisch verloren inundatieruimte	Aandeel theoretische afname inundatieruimte t.o.v. de theoretisch verloren inundatieruimte van alle ophogingen	Theoretisch relatieve afname inundatieruimte (t.o.v. totale inundatieruimte polder)	Inundatieruimte binnen de 10% gevoeligste delen van de polder	t.ov. totale inundatieruimte	Inundatieoppervlak overlap met toekomstige ontwikkelingen	Inundatieruimte binnen toekomstige ontwikkelingen	Inundatieruimte toekomstige ontwikkelingen t.o.v. totale inundatieruimte
[-]	[-]	[m²]	[m³]	[-]	[m²]	[%]	[m²]	[m³]	[%]	[m³]	[%]	[%]	[m³]	[-]	[m²]	[m³]	[-]
176	Hoelmerkoog	5.680.249	232.602	28	86.325	1,52%	43.600	7.242	3,11%				85.626	37%	6.061	434	0%
38	Westerlanderkoog	1.145.551	27.206	6	16.325	1,43%	1.500	170	0,63%				5.654	21%	442	47	0%
163	Hensbroek	5.664.511	149.023	18	99.875	1,76%	2.126	114	0,08%				24.738	17%	1.703	239	0%
124	Schaalsmeer	785.581	25.228	2	11.200	1,43%	192	31	0,12%				3.055	12%	692	40	0%
260	Slootgaardpolder	5.693.702	244.942	48	124.225	2,18%	26.550	2.503	1,02%				34.284	14%	4.652	351	0%
182	Beetskoog	6.309.332	231.056	20	70.925	1,12%	5.160	602	0,26%	7	0,1%	0,0%	44.425	19%	5.822	324	0%
105	Anna Paulownapolder laag	29.166.608	773.733	151	928.725	3,18%	184.433	18.416	2,38%	1.769	1,0%	0,2%	185.260	24%	17.815	1.030	0%
2	Waal en Burg en het Noorden	29.629.073	845.560	219	1.185.050	4,00%	199.674	22.119	2,62%	1.769	0,9%	0,2%	178.348	21%	9.154	829	0%
162	Ringpolder	14.256.872	365.315	84	419.950	2,95%	94.040	4.092	1,12%	54	0,1%	0,0%	50.450	14%	7.221	350	0%
112	Polder Eijerland	36.012.097	1.291.154	185	976.675	2,71%	378.615	42.090	3,26%	8.469	2,2%	0,7%	245.428	19%	12.872	1.200	0%
134	Mijzenpolder	6.418.715	226.716	22	83.975	1,31%	14.796	1.412	0,62%	1.054	7,1%	0,5%	35.783	16%	2.066	162	0%
269	Groeterpolder	3.010.558	165.203	18	56.825	1,89%	9.242	1.139	0,69%	147	1,6%	0,1%	48.447	29%	1.032	107	0%
190	Overlekergouw	2.076.979	112.636	4	20.825	1,00%	732	70	0,06%				27.804	25%	1.468	68	0%
30	Afd. 2	64.421.280	1.375.153	317	2.356.675	3,66%	308.188	29.346	2,13%	4.948	1,6%	0,4%	193.794	14%	11.483	823	0%
167	Wieringerwaard	25.161.614	866.931	104	430.550	1,71%	136.629	17.100	1,97%	1.389	1,0%	0,2%	153.586	18%	4.147	475	0%
164	Kostverlorenpolder	5.773.571	104.195	29	95.775	1,66%	17.564	890	0,85%	101	0,6%	0,1%	15.649	15%	375	51	0%
36	Slikvenpolder	3.640.187	116.170	32	272.400	7,48%	58.684	4.593	3,95%				19.430	17%	189	40	0%
170	Afd. D	558.270	17.870	7	11.800	2,11%	1.056	68	0,38%				13	0%	168	6	0%
181	Vier Noorder Koggen -3,70	41.507.236	1.502.751	175	969.650	2,34%	158.666	12.685	0,84%	1.775	1,1%	0,1%	462.913	31%	6.338	478	0%
259	Afd. 4	33.617.561	604.278	210	1.651.125	4,91%	218.930	25.732	4,26%	12.020	5,5%	2,0%	174.445	29%	3.642	173	0%
104	Leyenpolder	5.213.737	119.080	23	56.525	1,08%	8.332	460	0,39%	95	1,1%	0,1%	21.731	18%	409	30	0%
35	Weerepolder	3.533.009	158.248	15	55.925	1,58%	11.158	812	0,51%				39.820	25%	527	39	0%
272	Hippolytushoeverkoog	7.363.786	308.951	36	81.625	1,11%	17.388	2.536	0,82%				112.618	36%	1.128	76	0%
168	Afd. KP	3.563.112	41.947	30	121.425	3,41%	7.396	498	1,19%	34	0,5%	0,1%	5.692	14%	353	10	0%
21	Katwoude Hogendijk	5.221.029	189.535	13	42.950	0,82%	4.430	338	0,18%				35.494	19%	542	35	0%
33	Moerbekerpolder	4.402.537	201.636	40	298.625	6,78%	46.156	8.082	4,01%	4.158	9,0%	2,1%	43.203	21%	446	37	0%
121	Zeevang (O)	13.553.409	497.396	33	111.900	0,83%	10.114	840	0,17%				36.757	7%	1.055	74	0%
217	Assendelft (ZO)	8.210.333	374.331	78	275.100	3,35%	54.182	5.087	1,36%	773	1,4%	0,2%	160.213	43%	852	48	0%
254	Zuidpolder	5.952.067	231.238	70	425.825	7,15%	163.122	18.877	8,16%				13.844	6%	574	29	0%
55	Broekermeer	3.232.665	151.153	12	57.075	1,77%	1.760	251	0,17%				30.517	20%	146	16	0%
108	Schrinkkaagpolder	547.758	12.845	3	5.500	1,00%	330	68	0,53%				242	2%	62	1	0%
201	Niedorperpolder	4.217.608	139.570	23	198.750	4,71%	17.599	1.288	0,92%	324	1,8%	0,2%	6.509	5%	29	7	0%
216	Schermer Zuid	18.796.181	640.615	75	361.025	1,92%	51.038	4.786	0,75%	338	0,7%	0,1%	88.921	14%	245	15	0%
48	Eilandspolder	18.281.904	600.782	65	382.400	2,09%	43.744	3.759	0,63%	0	0,0%	0,0%	118.301	20%	137	11	0%
267	Polder Schagerwaard	6.587.719	133.378	26	142.575	2,16%	9.224	438	0,33%	3	0,0%	0,0%	17.077	13%	101	1	0%
58	Wijkermeerpolder	7.732.749	422.047	50	214.800	2,78%	64.353	8.497	2,01%				139.741	33%	95	3	0%
72	Afd. C	3.155.997	45.231	15	95.075	3,01%	4.644	300	0,66%	35	0,8%	0,1%	15.887	35%	2	0	0%
174	Sammerspolder	4.512.954	212.209	26	95.325	2,11%	28.706	3.060	1,44%	221	0,8%	0,1%	63.992	30%	4	0	0%
228	Afd. W - Mosselwiel	120.188	3.193	2	5.675	4,72%	90	4	0,11%				2.058	64%			
264	Afd. I noord	2.016.198	15.347	7	35.950	1,78%	112	13	0,08%	4	3,9%	0,0%	7.355	48%			
189	Belmermeer	1.379.378	71.253	10	63.725	4,62%	3.485	555	0,78%				27.219	38%			
71	Polder Burghorn	3.067.163	90.595	19	58.550	1,91%	4.018	333	0,37%				33.426	37%			
128	Poppendammergouw	1.804.026	71.151	4	14.050	0,78%	2.518	231	0,32%				26.118	37%			
258	De Lage Hoek	3.271.585	87.094	18	37.075	1,13%	3.656	587	0,67%				30.463	35%			
16	Noordmeer	1.302.179	75.512	11	25.000	1,92%	956	110	0,15%				25.194	33%			
172	Hargerpolder	3.610.453	117.508	10	23.925	0,66%	9.890	1.607	1,37%	710	7,2%	0,6%	38.964	33%			
178	Prins Hendrikpolder	7.497.891	317.797	23	123.050	1,64%	14.883	1.237	0,39%				104.522	33%			
125	Engewormer	1.730.142	70.179	14	38.275	2,21%	2.588	219	0,31%				22.586	32%			
221	Katwoude Lagedijk	1.375.448	59.735	2	7.875	0,57%	584	79	0,13%				16.241	27%			
187	Zunderdorp	3.838.039	139.436	18	49.625	1,29%	12.642	1.775	1,27%	177	1,4%	0,1%	36.454	26%			
37	Leipolder	942.433	24.663	5	29.850	3,17%	2.048	137	0,55%				6.411	26%			
17	Monnikenmeer	1.433.961	118.318	4	8.825	0,62%	242	13	0,01%				30.055	25%			
155	Overleek	4.269.638	164.705	5	11.625	0,27%	992	61	0,04%				41.268	25%			
165	Groet en Braakpolder	8.716.153	301.900	45	355.475	4,08%	93.330	8.835	2,93%	4.062	4,4%	1,3%	74.918	25%			
171	Afd. LQ	3.053.432	58.318	8	84.250	2,76%	3.326	369	0,63%				14.179	24%			
127	Purmerland-West	679.978	9.716	2	2.550	0,38%	288	19	0,20%				2.319	24%			
129	Burkmeer	551.249	28.083	5	10.075	1,83%	2.419	232	0,83%				6.639	24%			
85	Kamerhop	985.809	61.489	2	10.400	1,05%	8	1	0,00%	0	0,0%	0,0%	14.525	24%			
34	't Hoekje	3.832.402	160.415	11	173.825	4,54%	80.233	3.784	2,36%				36.851	23%			
89	Wijdewormer	16.345.704	497.500	69	377.100	2,31%	36.498	2.323	0,47%	122	0,3%	0,0%	112.708	23%			
227	Bedijkte Boezem	199.221	9.113						0,00%				2.033	22%			
135	Dorregeesterpolder	1.751.524	80.575	9	27.075	1,55%	1.308	126	0,16%				17.837	22%			
32	Polder Veenhuizen	3.326.339	100.148	29	115.900	3,48%	28.329	3.313	3,31%	220	0,8%	0,2%	22.137	22%			
19	Holysloot	742.159	27.640						0,00%				5.998	22%			
237	Egmondermeer	7.137.680	223.145	57	232.150	3,25%	27.423	2.276	1,02%				48.289	22%			
253	Nieuwe Gouw	1.292.200	56.796	3	8.675	0,67%	979	70	0,12%				12.248	22%			
78	Philisteinsepolder	1.997.579	66.569	15	68.000	3,40%	8.630	589	0,88%				14.235	21%			
207	Aagtdorperpolder	2.842.785	107.857	40	190.825	6,71%	55.718	5.833	5,41%	249	0,4%	0,2%	22.842	21%			
65	Polder de Berkmeer	2.874.829	64.840	16	85.100	2,96%	14.586	440	0,68%	24	0,2%	0,0%	13.675	21%			
202	Huisduinen	1.167.559	19.952	8	38.075	3,26%	7.001	661	3,31%				4.138	21%			
103	Speketerspolder	4.053.648	184.257	26	105.725	2,61%	75.454	8.022	4,35%	5.188	6,9%	2,8%	38.056	21%			
152	Bloemendalergouw	687.756	33.946	1	1.700	0,25%	127	18	0,05%				7.004	21%			
148	Starnmeer	8.620.584	416.495	36	133.800	1,55%	14.268	1.609	0,39%	521	3,7%	0,1%	85.316	20%			
203	Afd. E	5.628.291	161.205	19	108.325	1,92%	5.783	708	0,44%	159	2,8%	0,1%	32.837	20%			
23	Westwouderpolder	2.276.625	92.423	6	9.200	0,40%	622	51	0,05%				18.655	20%			
153	Rijperweg	1.206.096	66.057						0,00%				13.066	20%			
236	Wimmenummerpolder	1.152.299	67.475	7	41.125	3,57%	10.091	1.456	2,16%				13.332	20%			
177	Waard-Nieuwland	4.911.064	190.727	38	323.500	6,59%	62.844	7.522	3,94%	2.331	3,7%	1,2%	37.650	20%			
230	Polder Noorderkaag	4.549.437	146.416	37	320.375	7,04%	122.052	9.555	6,53%				28.705	20%			
53	Van Beekstraat	2.624.195	140.900	2	11.775	0,45%	358	51	0,04%				27.623	20%			
263	Afd. OT-PV	5.860.945	25.345	12	154.525	2,64%	1.688	96	0,38%	17	1,0%	0,1%	4.951	20%			
29	De Kaag	4.092.194	86.719	14	34.700	0,85%	4.296	247	0,28%	114	2,7%	0,1%	16.142	19%			

			BWN 2019-2020	AHN2-AHN5 2011-2023			BWN vs AHN2-AHN5			10% gevoeligste delen van de polder					Toekomstige ontwikkelingen (tot 2050)		
Polder ID	Poldernaam	Oppervlak polder	Totale inundatieruimte	Geconstateerde ophogingen	Oppervlak ophogingen	Oppervlak ophogingen t.o.v. polder	Overlappend oppervlak inundatieruimte met ophogingen	Theoretisch verloren inundatieruimte	Relatieve theoretische afname inundatieruimte	Theoretisch verloren inundatieruimte	Aandeel theoretische afname inundatieruimte t.o.v. de theoretisch verloren inundatieruimte van alle ophogingen	Theoretisch relatieve afname inundatieruimte (t.o.v. totale inundatieruimte polder)	Inundatieruimte binnen de 10% gevoeligste delen van de polder	t.ov. totale inundatieruimte	Inundatieoppervlak overlap met toekomstige ontwikkelingen	Inundatieruimte binnen toekomstige ontwikkelingen	Inundatieruimte toekomstige ontwikkelingen t.o.v. totale inundatieruimte
[-]	[-]	[m²]	[m³]	[-]	[m²]	[%]	[m²]	[m³]	[%]	[m³]	[%]	[%]	[m³]	[-]	[m²]	[m³]	[-]
88	Kalverpolder	1.753.862	68.244	22	84.375	4,81%	17.526	1.199	1,76%				12.038	18%			
140	Afd. AB	5.433.507	169.690	59	302.500	5,57%	110.171	7.567	4,46%	474	0,4%	0,3%	29.202	17%			
99	Diepsmeerpolder	2.489.487	287.718	29	337.750	13,57%	57.753	7.022	2,44%				48.646	17%			
159	Ursem	10.649.461	353.960	45	201.650	1,89%	30.722	2.792	0,79%				59.451	17%			
49	Graftermeer	2.362.717	125.766	8	15.600	0,66%	1.034	83	0,07%				20.889	17%			
130	Aandammergouw	552.990	39.828						0,00%				6.603	17%			
154	Atjehgouw	1.070.656	55.201	5	19.875	1,86%	688	38	0,07%				9.077	16%			
74	Afd. ZG-ZM	3.807.550	33.826	24	114.425	3,01%	8.826	292	0,86%				5.406	16%			
192	Grote Westerkoog	1.999.517	93.366	6	25.700	1,29%	2.657	352	0,38%				14.747	16%			
214	Etersheimerbraak	337.983	3.992	1	10.450	3,09%	87	4	0,10%				617	15%			
91	Woudweeren	833.600	40.632						0,00%				6.240	15%			
31	Afd. 1	31.540.214	559.358	103	638.725	2,03%	63.410	7.422	1,33%	457	0,7%	0,1%	85.662	15%			
169	Polder Valkkoog	5.116.848	114.822	24	104.075	2,03%	23.354	1.878	1,64%	18	0,1%	0,0%	17.442	15%			
20	Galggouw	199.738	8.749						0,00%				1.326	15%			
188	Zuiderwoudergouw	1.694.270	83.177	2	9.250	0,55%	114	11	0,01%				12.212	15%			
151	Durgerdammer Die	307.072	76.114						0,00%				10.802	14%			
92	Mijsenhemmen	300.876	41.336						0,00%				5.750	14%			
57	Kleine Westerkoog	1.067.679	40.990	2	11.025	1,03%	458	35	0,08%				5.565	14%			
90	IJdoorn	697.830	42.341	5	13.800	1,98%	1.316	54	0,13%				5.652	13%			
161	Hempolder	677.933	28.629						0,00%				3.441	12%			
219	Blijkmeer	471.563	476.514	1	9.700	2,06%	0	0	0,00%				56.731	12%			
229	Kaagpolder	3.440.182	88.533	15	65.275	1,90%	12.814	818	0,92%				10.492	12%			
252	Wilmkebreek	282.969	8.469						0,00%				998	12%			
160	Klaas Hoorn en Kijfpolder	626.845	23.406	8	21.550	3,44%	1.188	128	0,55%				2.570	11%			
84	Noordeindermeer	2.148.717	42.064	7	14.950	0,70%	2.938	191	0,45%	1	0,0%	0,0%	4.419	11%			
179	Vrije afwatering duingebied	1.067.056	17.702	5	13.450	1,26%	3.270	494	2,79%				1.821	10%			
200	Zuiderkoog	123.737	7.158	6	27.250	22,02%	4.822	281	3,93%				663	9%			
69	Polder Neskaag	2.652.298	113.978	20	235.300	8,87%	72.196	5.005	4,39%	1.123	1,6%	1,0%	10.408	9%			
22	Burgerwoud	161.921	7.256	1	1.075	0,66%	44	3	0,04%				613	8%			
18	Liergouw	1.751.447	47.880	5	13.525	0,77%	2.637	150	0,31%				3.922	8%			
193	Oosterkoog	435.209	24.737	3	56.675	13,02%	2.750	185	0,75%				1.765	7%			
262	Mosselwiel	1.663.344	7.529	1	3.775	0,23%	1.226	44	0,58%				524	7%			
75	Afd. F	1.376.795	34.202	10	65.550	4,76%	9.405	454	1,33%				2.092	6%			
208	Damlanderpolder	1.933.567	65.555	24	71.725	3,71%	13.293	838	1,28%				3.894	6%			
1	De Kemeling	539.032	712						0,00%				32	4%			
96	Boekelermeer	3.316.696	97.440	47	786.950	23,73%	230.230	17.831	18,30%				4.046	4%			
106	Oostpolder	6.719.666	162.600	19	79.925	1,19%	4.766	766	0,47%				6.468	4%			
268	Hazepolder West	376.891	7.459	7	72.100	19,13%	3.005	330	4,42%				291	4%			
101	Wogmeer	6.910.252	152.928	37	224.975	3,26%	25.327	2.916	1,91%	280	1,1%	0,2%	4.365	3%			
59	Beverwijk stedelijk	7.074.814	316.257	61	303.350	4,29%	84.675	13.229	4,18%	1.319	1,6%	0,4%	6.545	2%			
232	Afd. NMR	6.920.363	20.132	24	141.600	2,05%	461	24	0,12%				392	2%			
250	Westzanerpolder	1.799.165	63.181	24	756.525	42,05%	161.861	13.062	20,67%				762	1%			
233	Sint Maartenszee	672.815	10.393	5	8.475	1,26%	2.214	369	3,55%				64	1%			
231	Afd. NS	2.084.710	1.316	9	20.350	0,98%	1.058	49	3,70%				7	1%			
100	Polder de Woudmeer	3.267.537	142.437	23	137.050	4,19%	38.878	2.990	2,10%				661	0%			
204	Afd. Z	7.908.035	18.643	34	127.550	1,61%	4.888	229	1,23%	1	0,0%	0,0%	56	0%			
147	Heintjesbraak	57.365	24.431	3	8.325	14,51%	3.393	1.010	4,14%				0	0%			
166	Amstelmeerboezem	12.867.045	15.741	57	196.125	1,52%	2.712	319	2,03%				0	0%			
46	Schermerboezem (O)	7.168.766	2.983	40	136.525	1,90%	59	3	0,09%				0	0%			
210	Vrije afwatering duingebied	884.083	1	7	12.700	1,44%	27	4	332,73%								
180	Koopmanspolder	224.409	2.729	8	81.275	36,22%	26.226	1.272	46,59%								
113	Duingebied Noord	11.300.400	235.895	119	1.987.325	17,59%	317.511	57.382	24,33%								
212	Vrije afwatering duingebied	494.338	1.457	6	17.650	3,57%	1.612	223	15,29%								
40	Duingebied Texel	27.509.248	773.053	202	3.185.000	11,58%	369.057	76.396	9,88%								
81	Terrein staalfabriek (Z)	2.432.595	95.742	53	273.300	11,23%	55.737	9.240	9,65%								
14	Immerhorn	426.965	12.029	10	24.425	5,72%	10.086	1.025	8,52%								
50	Verloren Eind	41.740	87	1	3.275	7,85%	107	7	7,48%								
244	Terrein staalfabriek (N)	1.840.990	83.686	34	159.900	8,69%	33.368	5.433	6,49%								
45	Vrije afwatering duingebied	665.846	32.709	13	83.225	12,50%	6.880	1.711	5,23%								
117	Vrije afwatering duingebied	195.009	4.255	1	4.475	2,29%	1.526	118	2,77%								
9	Vrije afwatering duingebied	1.602.262	7.091	7	23.275	1,45%	1.974	162	2,28%								
195	Karnemelkse polder	468.748	11.585	7	20.875	4,45%	2.948	262	2,26%								
248	Nauernasche polder	1.019.309	32.566	5	641.825	62,97%	2.728	668	2,05%								
144	Vrije afwatering duingebied	2.610.814	31.220	8	15.675	0,60%	4.377	623	2,00%								
42	Vrije afwatering duingebied	181.299	9.720	3	8.850	4,88%	981	162	1,67%								
197	Geestmolenpolder	896.837	25.638	7	22.200	2,48%	5.538	313	1,22%								
209	Vrije afwatering duingebied	1.105.729	24.854	14	23.075	2,09%	3.086	290	1,17%								
3	Vrije afwatering duingebied	1.622.343	25.034	5	12.000	0,74%	2.105	290	1,16%								
7	Vrije afwatering duingebied	49.238	5.143	1	1.250	2,54%	347	51	0,99%								
8	Vrije afwatering duingebied	476.406	873	2	3.050	0,64%	56	7	0,81%								
98	Stadskwekerij	40.976	572	2	3.650	8,91%	64	4	0,79%								
47	Kleiput	138.153	22.718	1	2.675	1,94%	1.149	164	0,72%								
114	Vrije afwatering duingebied	351.529	721	5	14.800	4,21%	56	5	0,71%								
26	Eendrachtspolder noord	181.283	7.989	2	7.100	3,92%	952	55	0,69%								
6	Vrije afwatering duingebied	731.245	8.826	8	12.775	1,75%	1.014	57	0,65%								
206	Hempolder	408.339	17.228	1	4.075	1,00%	987	96	0,56%								
184	Zandbraak	122.572	11.241	3	10.075	8,22%	228	51	0,46%								
185	Twiske-Oost	375.305	13.048	3	3.950	1,05%	642	44	0,34%								
156	Hazepolder	76.271	2.423	1	3.250	4,26%	178	7	0,29%								
247	Proefpolder	503.131	6.647	3	7.575	1,51%	114	13	0,20%								
123	Sapmeer	261.975	8.821	2	7.400	2,82%	130	11	0,13%								
76	Vrije afwatering duingebied	94.646	2.882	1	1.075	1,14%	32	3	0,10%								

			BWN 2019-2020	AHN2-AHN5 2011-2023			BWN vs AHN2-AHN5			10% gevoeligste delen van de polder					Toekomstige ontwikkelingen (tot 2050)		
Polder ID	Poldernaam	Oppervlak polder	Totale inundatieruimte	Geconstateerde ophogingen	Oppervlak ophogingen	Oppervlak ophogingen t.o.v. polder	Overlappend oppervlak inundatieruimte met ophogingen	Theoretisch verloren inundatieruimte	Relatieve theoretische afname inundatieruimte	Theoretisch verloren inundatieruimte	Aandeel theoretische afname inundatieruimte t.o.v. de theoretisch verloren inundatieruimte van alle ophogingen	Theoretisch relatieve afname inundatieruimte (t.o.v. totale inundatieruimte polder)	Inundatieruimte binnen de 10% gevoeligste delen van de polder	t.ov. totale inundatieruimte	Inundatieoppervlak overlap met toekomstige ontwikkelingen	Inundatieruimte binnen toekomstige ontwikkelingen	Inundatieruimte toekomstige ontwikkelingen t.o.v. totale inundatieruimte
[-]	[-]	[m²]	[m³]	[-]	[m²]	[%]	[m²]	[m³]	[%]	[m³]	[%]	[%]	[m³]	[-]	[m²]	[m³]	[-]
242	Vrije afwatering duingebied	70.192	593	1	1.900	2,71%	4	1	0,10%								
60	Zwartedijkspolder	615.645	26.588	5	8.600	1,40%	232	14	0,05%								
120	Vier Noorder Koggen -3,70	962.888	24.057	2	2.425	0,25%	198	10	0,04%								
116	Vrije afwatering duingebied	663.008	8.493	2	3.250	0,49%	8	1	0,01%								
110	Vrije afwatering duingebied	485.036	5.248	1	1.925	0,40%	8	0	0,00%								
5	Vrije afwatering duingebied	20.649	99	1	2.950	14,29%	0	0	0,00%								
43	Vrije afwatering duingebied	25.638	2.972	1	1.575	6,14%	0	0	0,00%								
111	Rekerlanden	250.861	9.802	1	5.125	2,04%	0	0	0,00%								
131	De Nes	293.891	13.873	1	13.525	4,60%	0	0	0,00%								
175	Vrije afwatering duingebied	459.815	86	7	29.675	6,45%	0	0	0,00%								
215	Floriskoog	146.744	5.368	1	1.225	0,83%	0	0	0,00%								
4	Vrije afwatering duingebied	5.233	2						0,00%								
11	Duininfiltratiegebied	620.453	0	20	47.400	7,64%	0	0	0,00%								
41	Vrije afwatering duingebied	205.351	10.229						0,00%								
44	Vrije afwatering duingebied	147.179	69						0,00%								
61	Eendrachtspolder midden	89.992	1.931						0,00%								
77	Nollenbrug	54.063	1.266						0,00%								
79	Vrije afwatering duingebied	623.788	8.094						0,00%								
80	Duininfiltratiegebied	1.381.741	0	50	164.075	11,87%	0	0	0,00%								
87	Schermer Vaart	461.952	5.456						0,00%								
141	Vrije afwatering duingebied	241.177	0	6	12.450	5,16%	0	0	0,00%								
142	Vrije afwatering duingebied	276.966	346						0,00%								
211	Tussenwater Zuid	173.720	0	1	3.875	2,23%	0	0	0,00%								
239	Vrije afwatering duingebied	29.368	647						0,00%								
240	Vrije afwatering duingebied	51.304	942						0,00%								
241	Vrije afwatering duingebied	70.555	304						0,00%								
243	Vrije afwatering duingebied	218.590	0	4	11.775	5,39%	0	0	0,00%								
249	Hemeiland	1.375.541	0	20	61.850	4,50%	0	0	0,00%								
265	't Zijper Eiland	127.492	761						0,00%								
273	Tussenwater Noord	403.349	0	3	7.525	1,87%	0	0	0,00%								

Bijlage 4 - Casussen

B4.1 Uitleg staafdiagrammen

In de tabel ‘Absolute theoretische verloren inundatieruimte’ zijn de resultaten van de drie casussen uiteengezet. In de kolommen staan de afzonderlijke casussen: klei-, veen- en zandpolder. In de rijen staan de staafdiagrammen per categorie ‘type_ophoging’. De x-as geeft individuele ophogingen weer en de y-as de absolute theoretische verloren inundatieruimte in m^3. In de figuur wordt de totale absolute afname aan inundatieruimte van de desbetreffende categorie weergegeven, samen met de fractie van de totale theoretische afname aan inundatieruimte. Op de y-as staat het volume van de theoretisch verloren inundatieruimte.

Let op! De y-as heft niet dezelfde schaal over de rijen. Hierdoor zijn de staven tussen de grafieken niet met elkaar te vergelijken maar kan wel worden gekeken naar het verloop van het staafdiagram.

B4.2 Resultaten

B4.2.1 Gebiedsontwikkeling

Gebiedsontwikkelingen komen in alle casussen voor en hebben een aanzienlijk aandeel van de absolute theoretische verloren inundatieruimte. Dit is voor de kleipolder c.a. 75%, voor de veenpolder c.a. 34% en voor de zandpolder c.a. 65%.

B4.2.2 Landbouwgrond

Ophogingen van landbouwgrond waarbij absolute theoretische inundatieruimte verloren gaat komt in alle casussen voor. Dit leidt tevens tot een aanzienlijk aandeel van de theoretisch verloren inundatieruimte. Dit is voor de kleipolder c.a. 8%, voor de veenpolder c.a. 34% en voor de zandpolder c.a. 17%.

B4.2.3 Infrastructurele werken

Ophogingen door infrastructurele werken waarbij absolute theoretische inundatieruimte verloren gaat komt in alle casussen voor. Dit is voor de kleipolder c.a. 4%, voor de veenpolder c.a. 10% en voor de zandpolder c.a. 2%.

B4.2.4 Herinrichting

Herinrichtingen zijn alleen gespecificeerd binnen de Veenpolders omdat dit type werkzaamheden hier opviel. Dit betreft een significant deel van de afname aan absolute theoretische verloren inundatieruimte, c.a. 7%.

B4.2.5 Tijdelijk depot

Tijdelijke depots zijn alleen geïdentificeerd binnen de klei- en zandpolders. Respectievelijk leidt dit tot 6% en 4% absolute theoretische afname van de inundatieruimte.

B4.2.6 Dijkversterking

Dijkversterkingen zijn alleen geïdentificeerd binnen de klei- en zandpolders. Respectievelijk leidt dit tot 6% en 0% absolute theoretische afname van de inundatieruimte.

B4.2.7 Omzanding

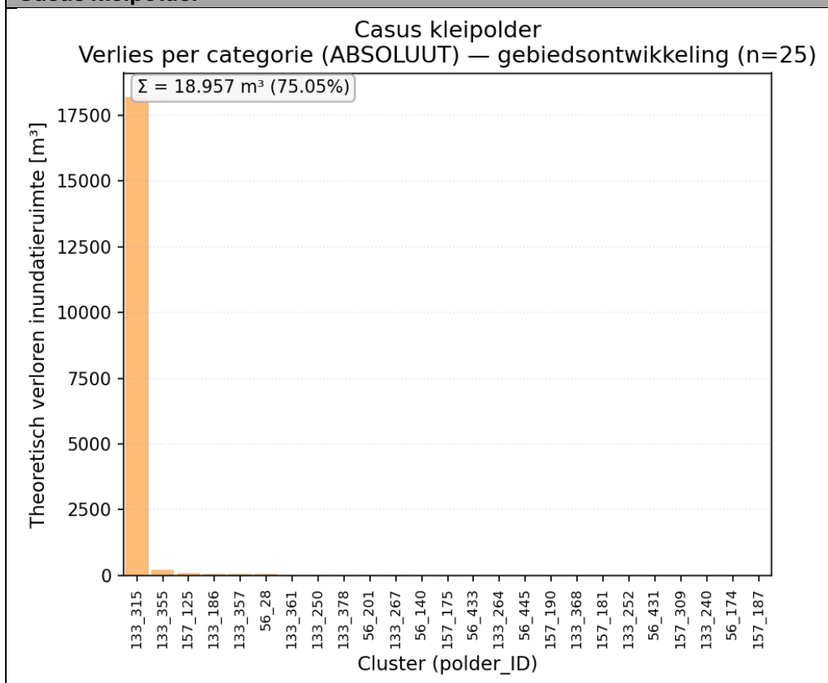
Een omzanding is alleen in de zandpolder geconstateerd. Dit bereft 0% van de absolute theoretisch verloren inundatieruimte.

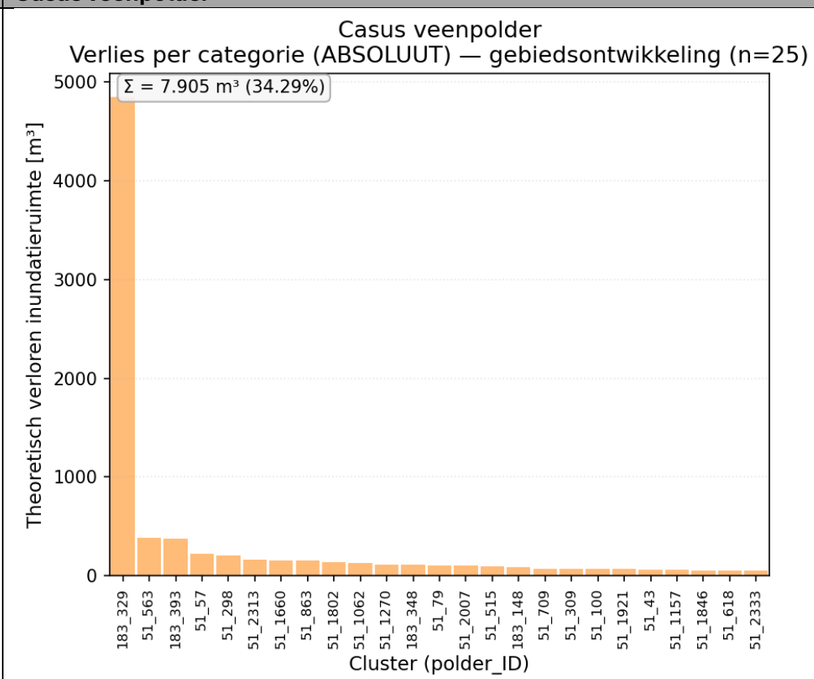
B4.3 Interpretatie

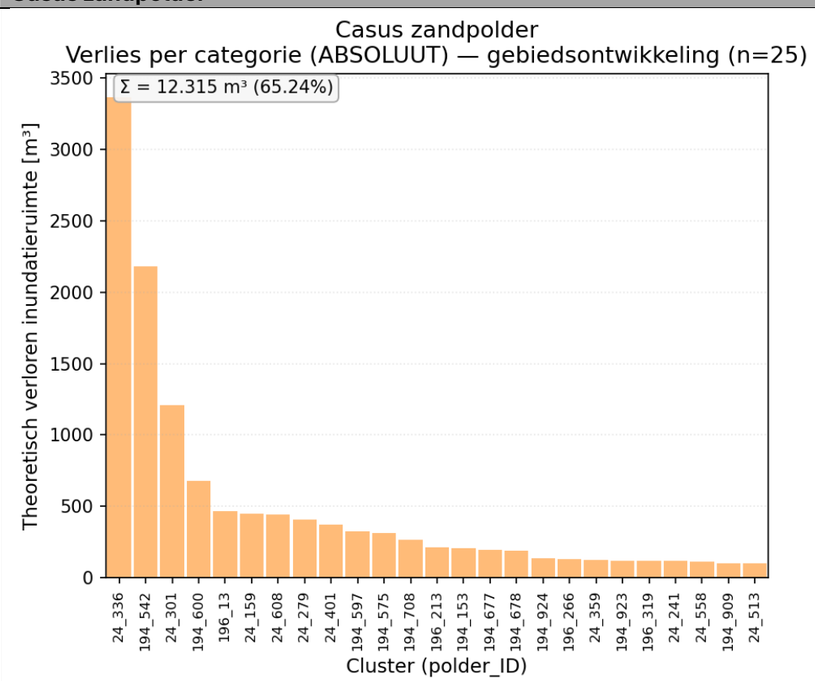
Het valt op dat ophogingen die overlappen met inundatieruimte niet frequent hoeven te zijn. Dijkversterkingen komen voornamelijk in de casus kleipolder voor. Tijdelijke depots en omzanding komen voornamelijk in de zandpolder voor. Infrastructurele werken komen weinig frequent voor in de casus klei- en zandpolder, en veel in de veenpolder. Ophogingen van landbouwgronden komen ook voornamelijk voor in veenpolders waarbij ook grotere volumes aan theoretische afname van inundatieruimte bij zijn gemoeid. Gebiedsontwikkelingen hebben een grote impact op de theoretische afname aan inundatieruimte. Hierbij zorgt in twee casussen (klei- en veenpolder) maar één ontwikkeling voor veruit de grootste theoretische afname aan inundatieruimte.

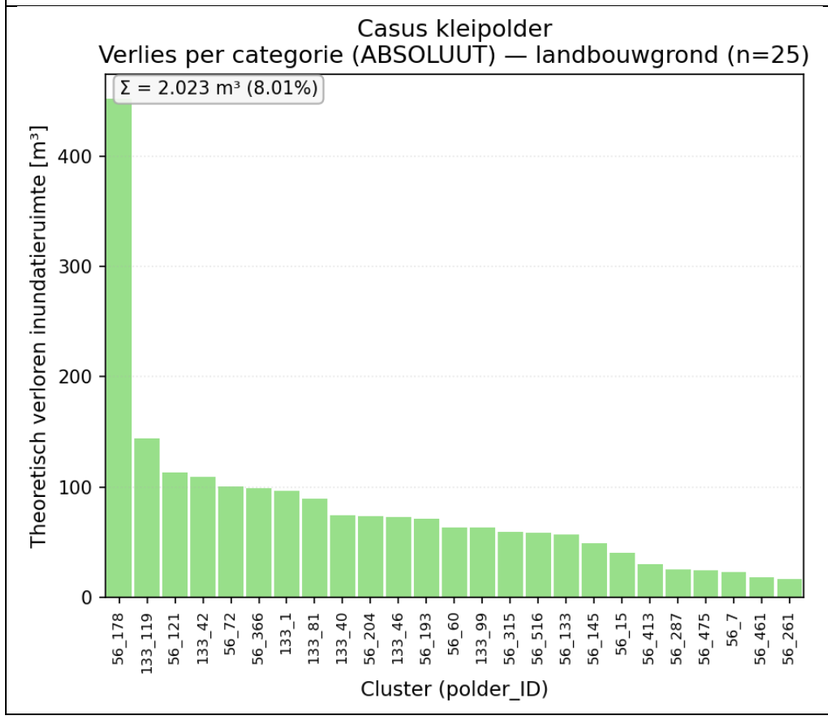
Absolute theoretische verloren inundatieruimte

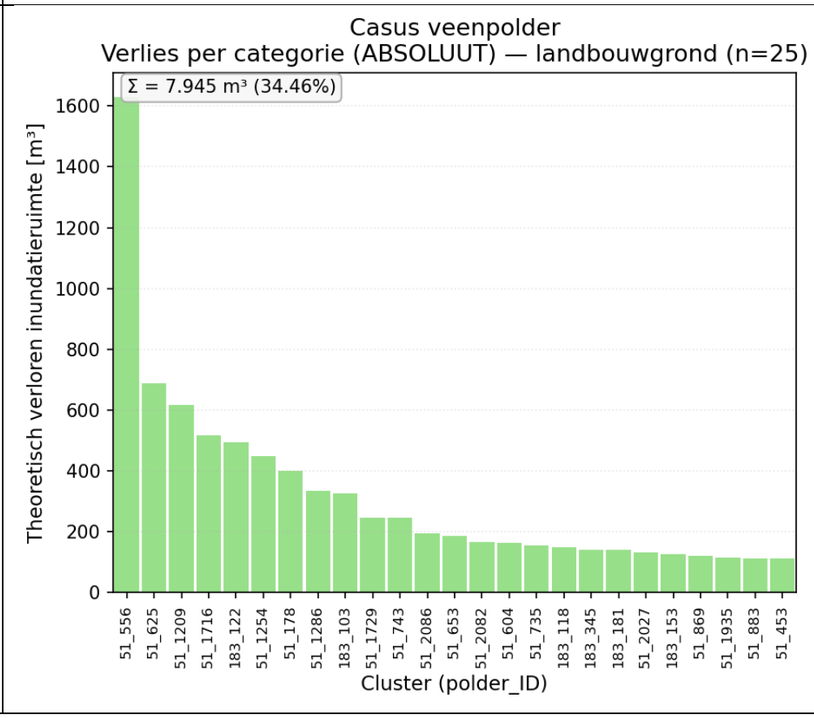
Casus kleipolder	Casus veenpolder	Casus zandpolder

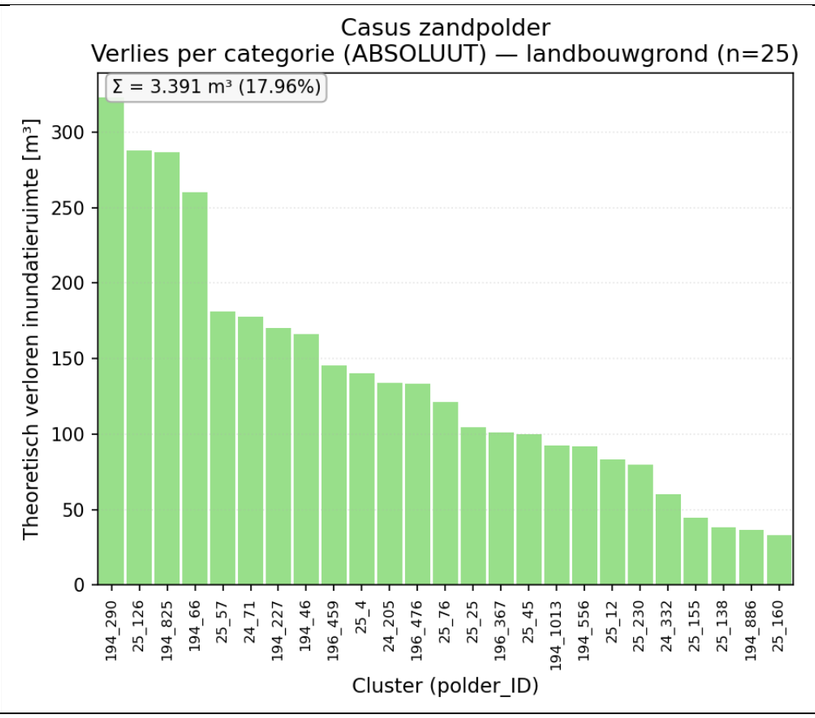


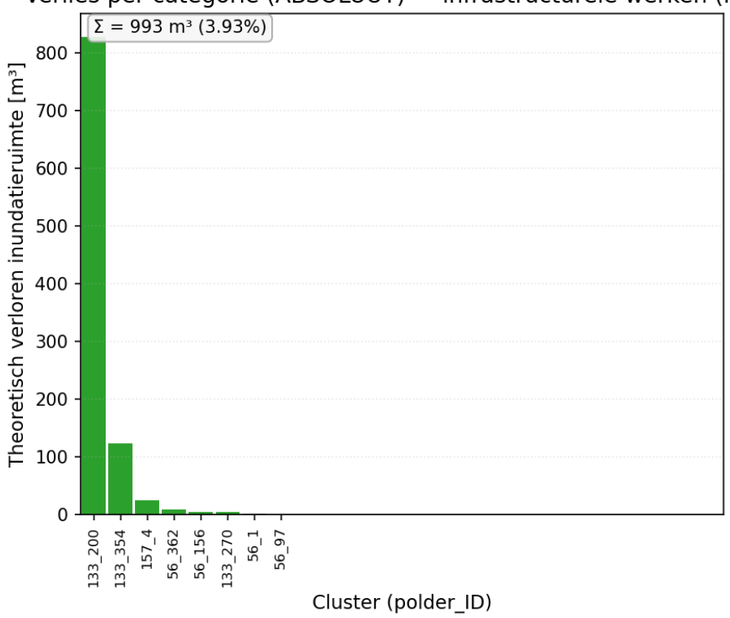
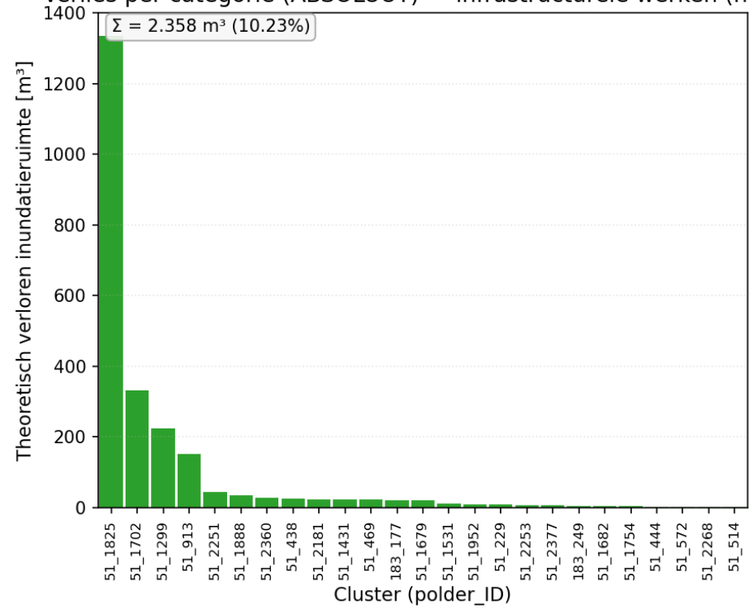
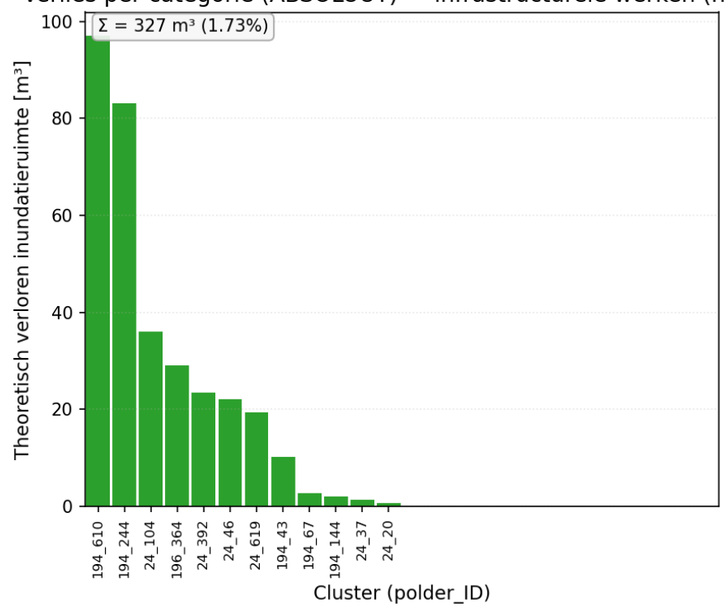
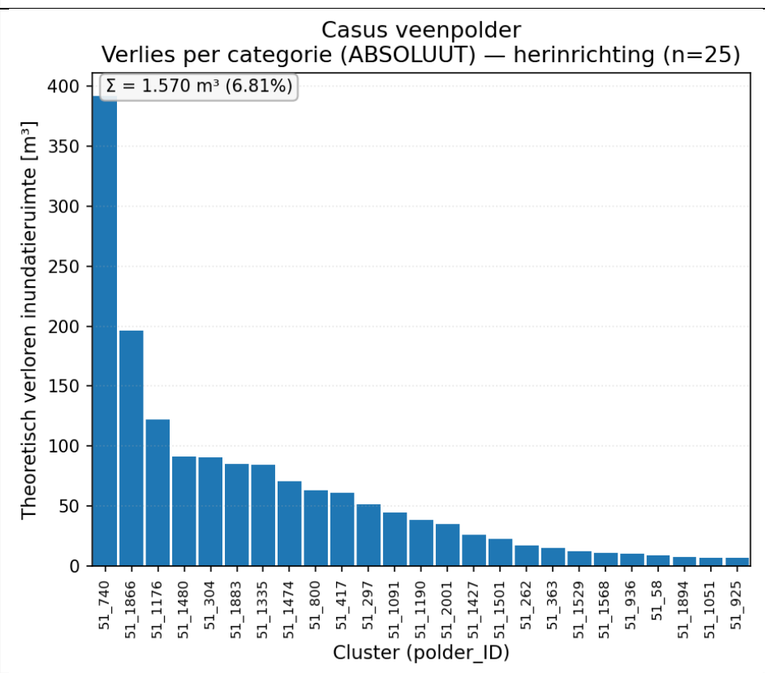


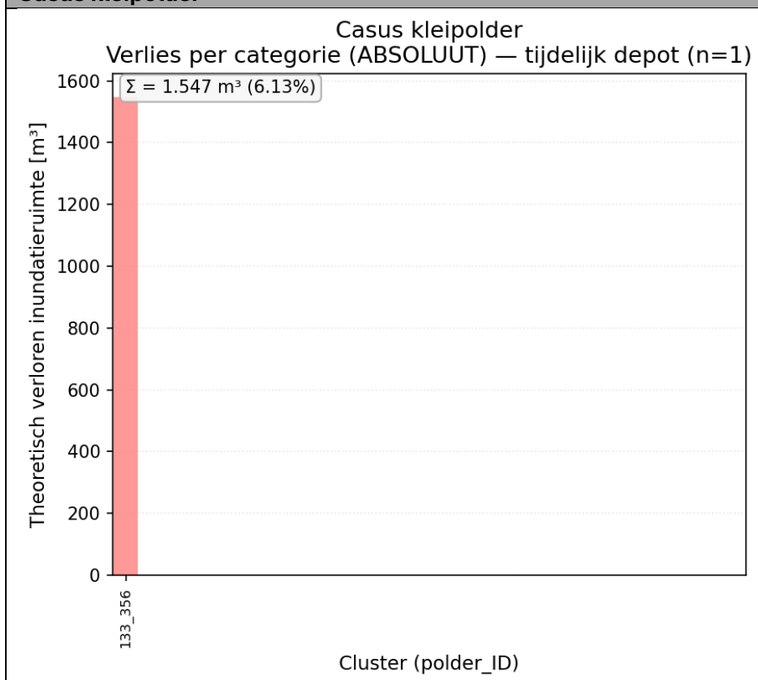
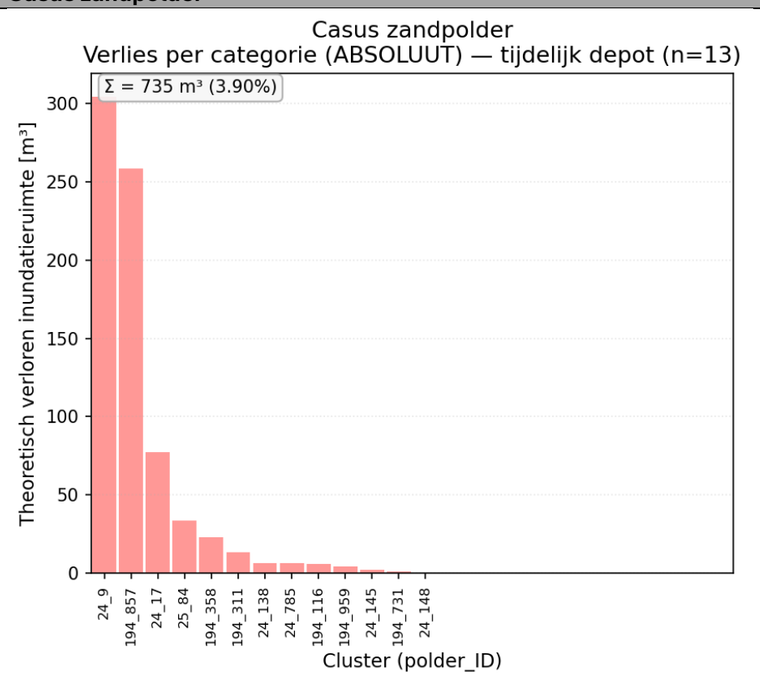
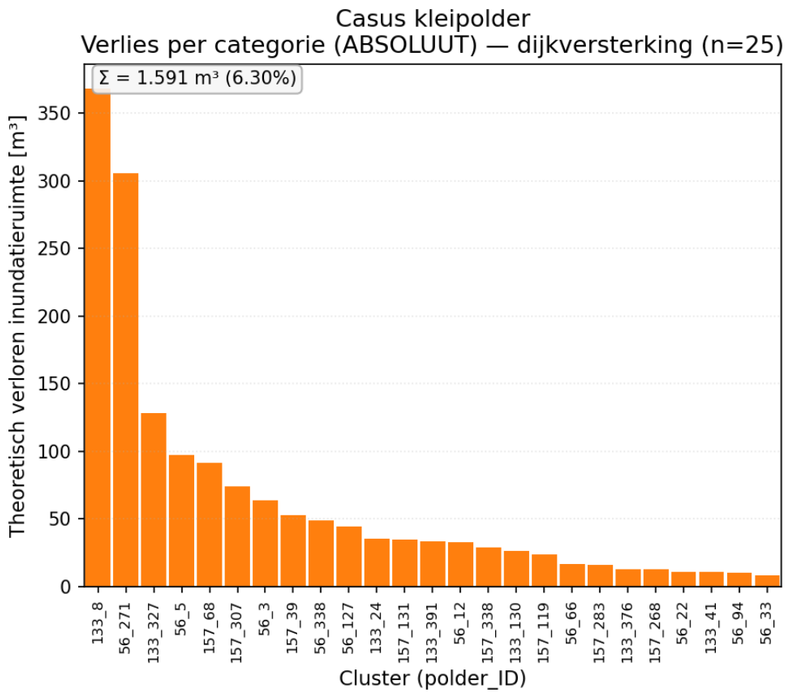
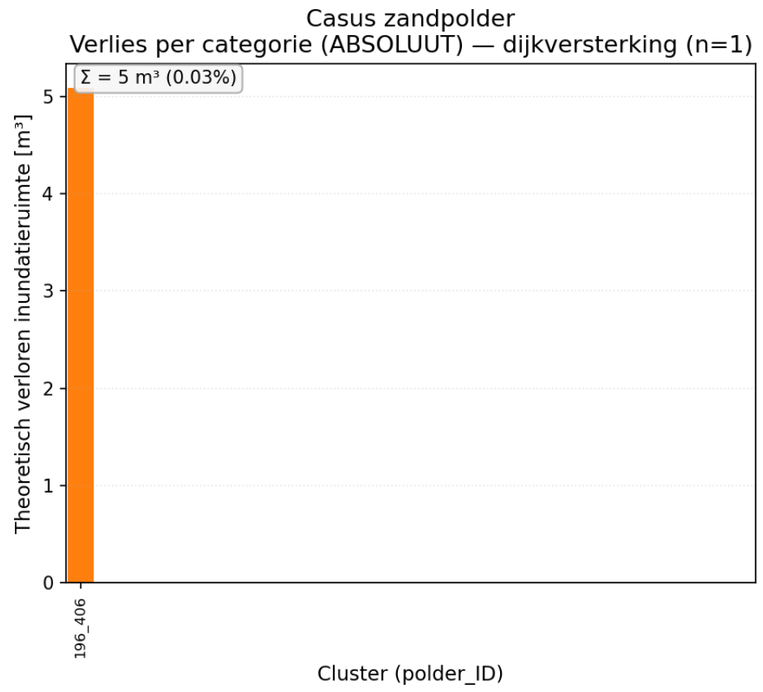


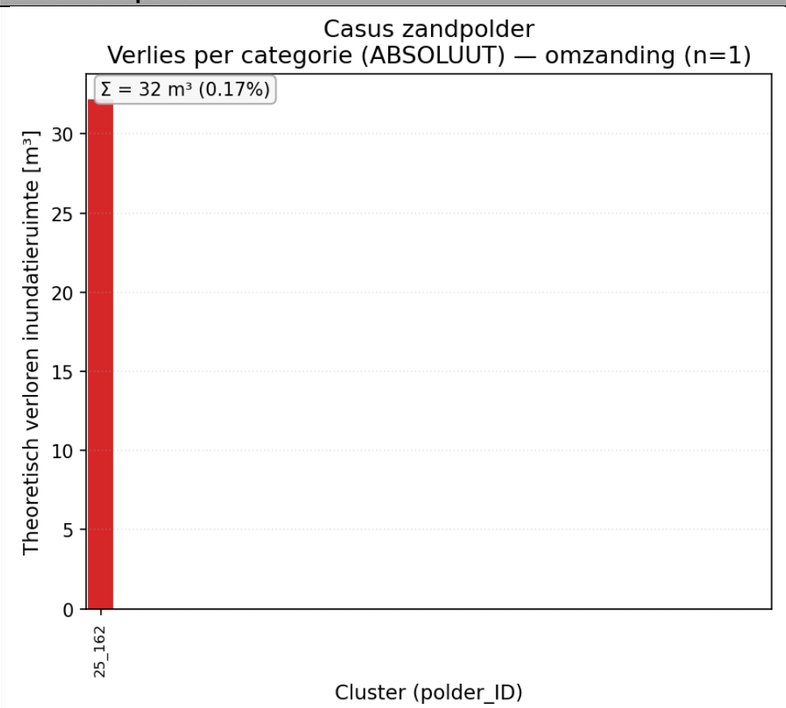
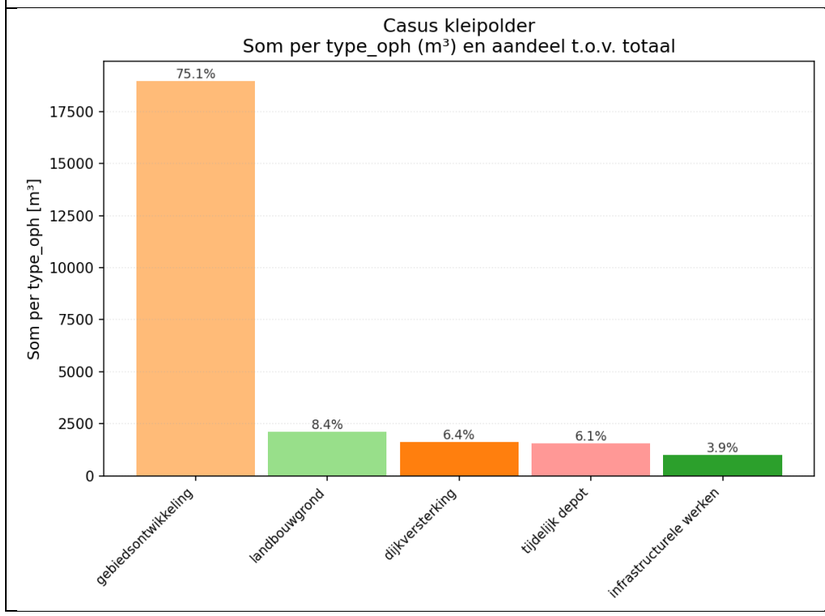
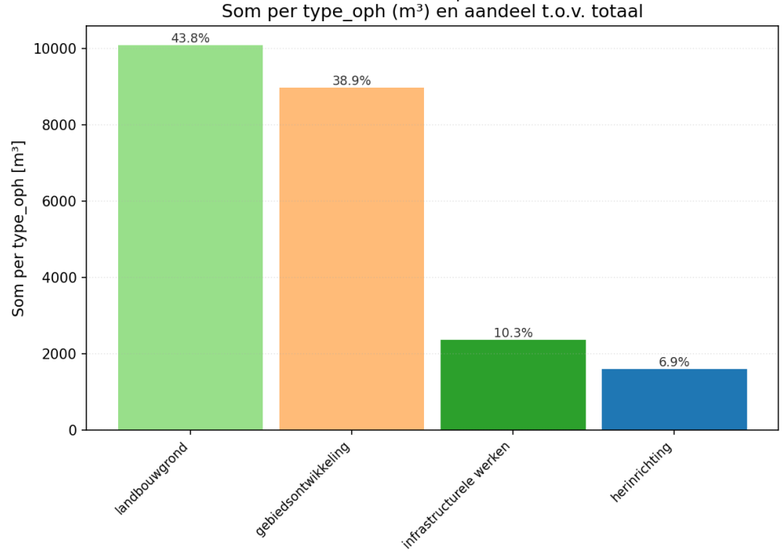
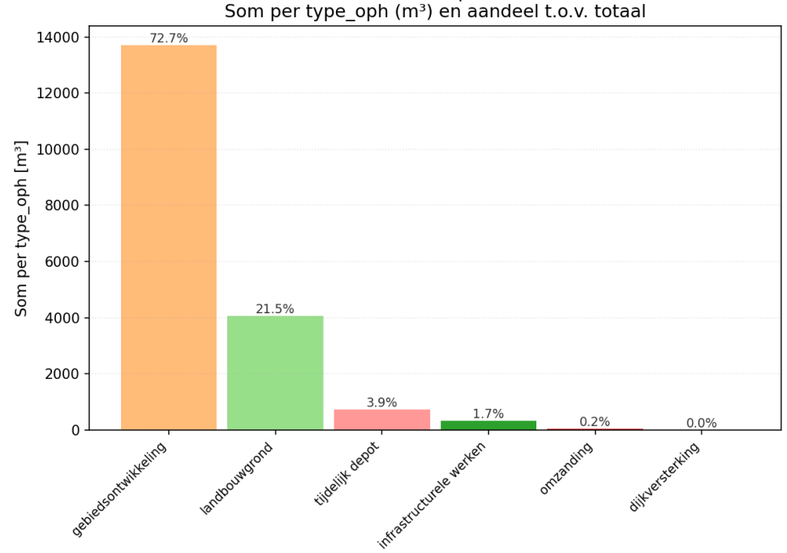






Casus kleipolder	Casus veenpolder	Casus zandpolder
		
		

Casus kleipolder	Casus veenpolder	Casus zandpolder
		
		

Casus kleipolder	Casus veenpolder	Casus zandpolder
		
		

Bijlage 5 - Ondergrens

B5.1 Resultaten

Een ondergrens kan op verschillende manieren worden geïnterpreteerd. Er wordt in deze bijlage een ondergrens bepaald op basis van de grootte van de ophoging en op basis van de ophooghoogte.

Ondergrens: Grootte van de ophoging (absoluut)
Er worden twee parameters beschouwd bij het bepalen van deze ondergrens, de grootte van de ophoging en de theoretisch verloren inundatieruimte. Op de x-as staat de grootte van de ophoging. De y-as bevat een dubbel assenstelsel, één as is 'het aantal ophogingen groter dan x', de andere as is het cumulatief aandeel van de theoretisch verloren inundatieruimte. Beide y-assen zijn relatief en lopen van 0 tot 100%. Er zijn twee variaties van de grafiek gemaakt. De eerste variatie, Figuur B 19, geeft op de x-as de absolute grootte van de ophoging weer en de tweede variatie, Figuur B 20, geeft op de x-as de relatieve grootte ten opzichte van de polder waarin de ophoging ligt weer.

Ondergrens: Grootte van de ophoging (relatief)
Beide grafieken tonen eenzelfde verloop. Het aantal ophogingen groter dan x loopt af van 100% (alle ophogingen zijn groter dan 0 m^2) naar 0%. Het cumulatief aandeel theoretisch verloren inundatieruimte loopt op van 0% naar 100%. Het snijpunt van de lijnen is interessant. Op dit punt is het relatieve aandeel van 'het aantal ophogingen groter dan x' groter dan het cumulatieve aandeel theoretisch verloren inundatieruimte. Dit betekent dat het gros van de ophogingen op dit punt relatief weinig verlies aan inundatieruimte veroorzaken.

Ondergrens: Ophooghoogte
Er worden twee parameters beschouwd bij het bepalen van deze ondergrens, de ophooghoogte en de theoretisch verloren inundatieruimte. Op de x-as staat de gemiddelde hoogte van de ophoging, de x-as is een logaritmische schaal die van 0,01 tot 10 loopt. De y-as bevat een dubbel assenstelsel, één as is 'het aandeel ophogingen hoger dan x', de andere as is het cumulatief aandeel van de theoretisch verloren inundatieruimte. Beide y-assen zijn relatief en lopen van 0 tot 100%. Figuur B 21 geeft de grafiek weer.

Beslisboom: Combinatie van ondergrenzen
Bovenstaande ondergrenzen kunnen ook gecombineerd worden in een beslisboom. Hiermee wordt het aantal ophogingen verder beperkt.

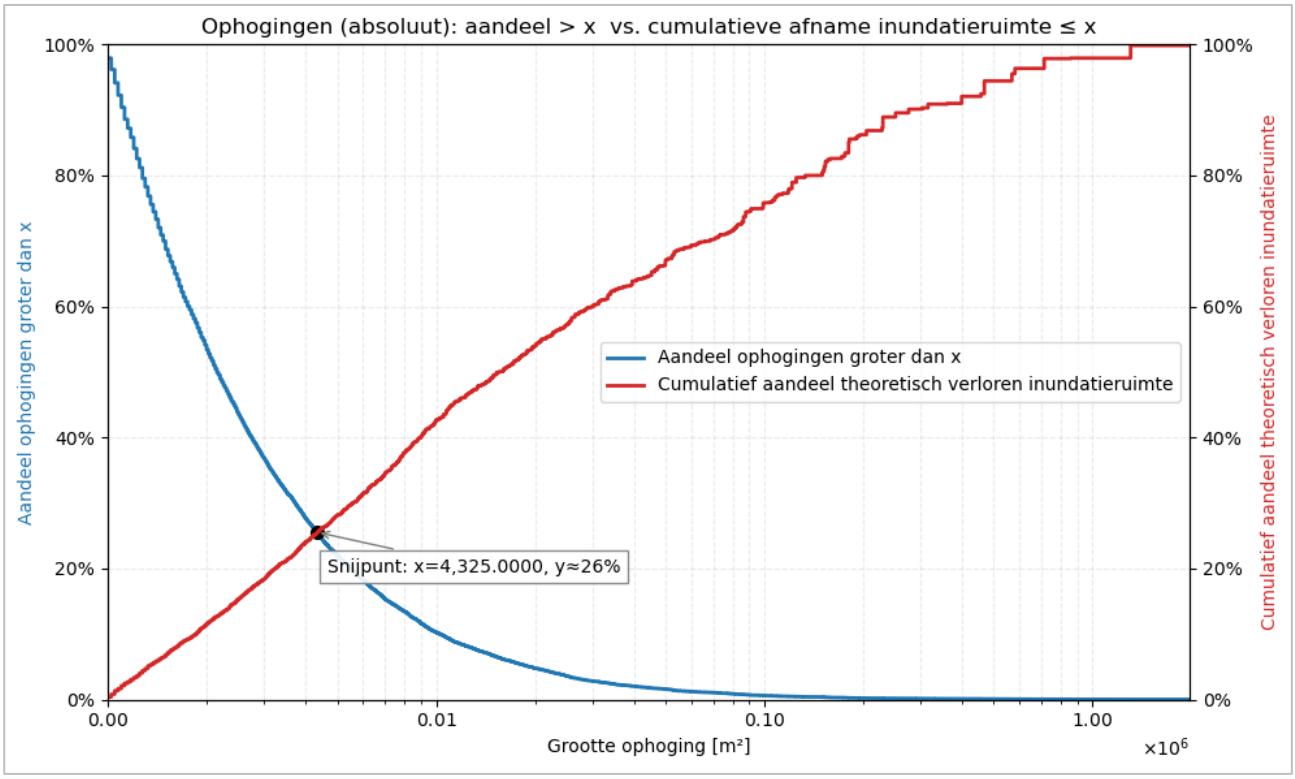
B5.2 Interpretatie

Voor deze grafiek zijn 9.572 ophogingen gebruikt. Het snijpunt ligt op een grens van 4.325 m^2, zie ook Figuur B 19. Met deze ondergrens valt 74% van het aantal ophogingen buiten beschouwing terwijl 74% van de theoretisch verloren inundatieruimte behouden blijft. Met deze ondergrens zijn er naar verwachting circa 207 ophogingen per jaar die nader moeten worden bekeken (26% van 9572 ophogingen over een periode van 12 jaar).

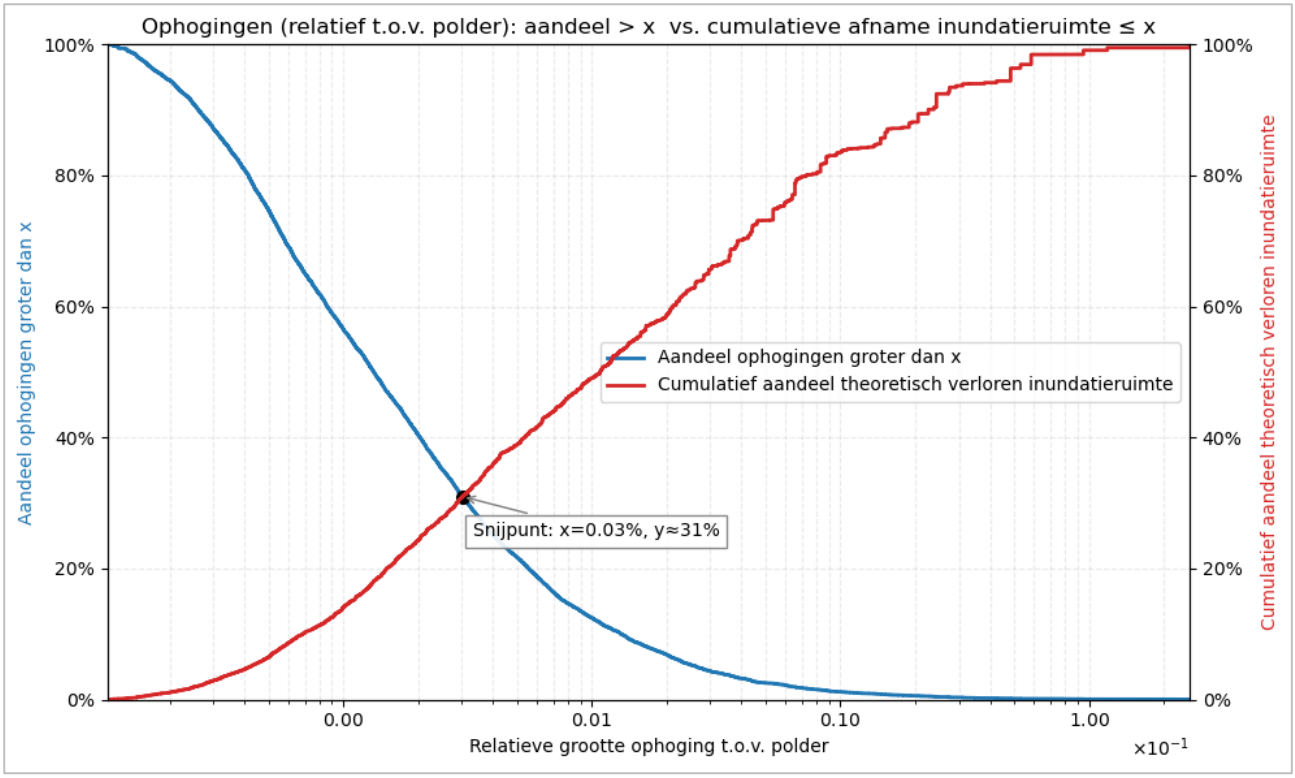
Als er geen absolute grens gewenst is kan de ophoging ook relatief ten opzichte van de poldergrootte worden gehandhaafd (Figuur B 20). In dat geval ligt de grens op circa 0,03% van de poldergrootte. Hierbij valt 69% van het aantal ophogingen onder de grens en 69% van het cumulatief aandeel verloren inundatieruimte boven de grens. Met deze ondergrens zijn er naar verwachting circa 247 ophogingen per jaar die nader moeten worden bekeken (31% van 9572 ophogingen over een periode van 12 jaar).

De ondergrens is ook bepaald voor de ophooghoogte (Figuur B 21), waarbij het snijpunt ligt op 0,28 m hoogte en 57% effectiviteit.

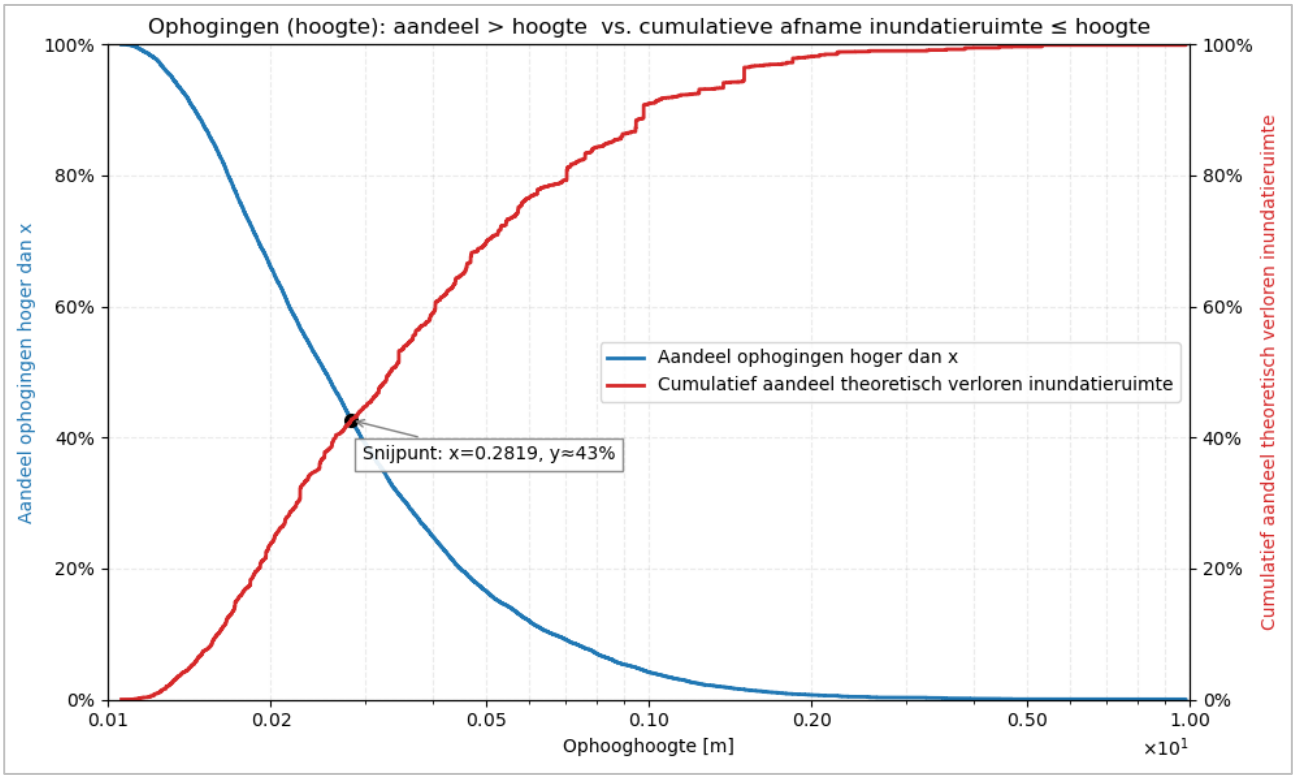
In tabel B 3 is een overzicht geplaatst met hierin de effectiviteit van de maatregel voor een ophoging van minstens 4.000 m2 en verschillende ophooghoogtes. Dit is de combinatie van ondergrenzen.



Figuur B 19



Figuur B 20



Figuur B 21

Tabel B 3 – aantal ophogingen en effectiviteit maatregel bij ophogingen van minstens 4.000 m2, gegevens een bepaalde ondergrens voor ophooghoogte.

Grootte ophoging (m2)	Hoogte ophoging (m)	Ordegrootte aantal aanvragen per jaar (-)	Effectiviteit maatregel (%)
4.000	0,1	250	76,2
4.000	0,15	225	71,9
4.000	0,2	200	63,0
4.000	0,25	150	52,8
4.000	0,3	125	47,5