



Hoogheemraadschap van
Rijnland

**Watergebiedsplan
en toelichting op het ontwerp peilbesluit
Warmonderdam- en Alkemaderpolder**

Duin- en Bollenstreek
Corsanummer: 14.15168

Behoort bij besluit: 14.15169

Ter inzage van 15 mei 2014 t/m 26 juni 2014

Archimedesweg 1
postadres:
postbus 156
2300 AD Leiden
telefoon (071) 3 063 063
telefax (071) 5 123916

Heleen Kiela
Doeke Kampman
Afdeling beleid

februari 2014

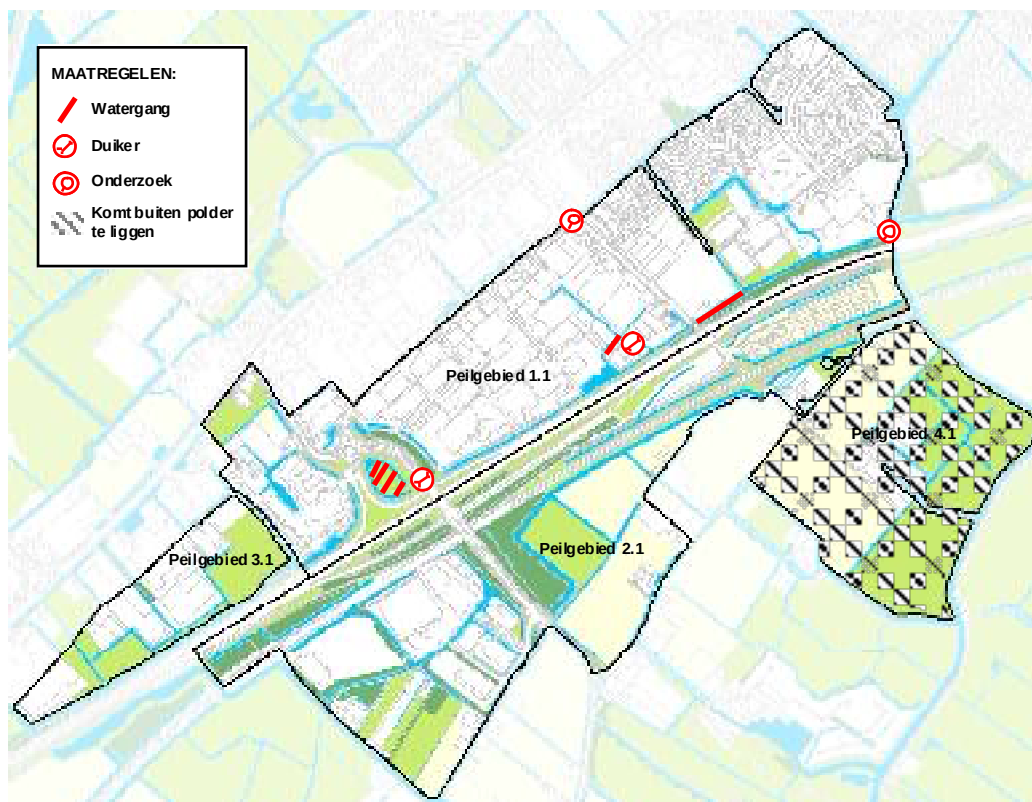
Samenvatting

Het hoogheemraadschap van Rijnland is verantwoordelijk voor het beheer van het oppervlaktewaterpeil in haar beheergebied en is verplicht de peilen vast te leggen in een peilbesluit. Ook heeft het hoogheemraadschap de verplichting om de oppervlaktewatersystemen te toetsen aan de normen voor wateroverlast. Het hoogheemraadschap geeft invulling aan deze verplichtingen met het opstellen en uitvoeren van een watergebiedsplan. Het doel van het watergebiedsplan is het vastleggen van een actueel peilbesluit en een maatregelenpakket om het watersysteem op orde te krijgen.

Dit watergebiedsplan betreft de Warmonderdam- en Alkemaderpolder. Deze polder bestaat grotendeels uit stedelijk gebied en is verdeeld over vier losse bemalingseenheden. In dit watergebiedsplan zijn de vigerende peilen afgewogen en is een nieuw peilvoorstel gedaan (zie onderstaande tabel).

Peilvak	Huidig peil zomer/winter	Voorstel peil zomer/winter	Wijzing peil zomer/winter	Drooglegging peilvoorstel zomer/winter	Reden voorstel peilwijziging
	m NAP	m NAP	m	m	
OR-1.18.1.1	-1.22 / -1.32	-1.32 / -1.32	-0.10 / 0	1.35 / 1.35	Vast peil faciliteert stedelijk gebied beter
OR-1.18.2.1	-1.22 / -1.37	-1.25 / -1.35	-0.03 / +0.02	0.85 / 0.95	Peilverschil 15 cm is niet meer wenselijk gegeven huidige functies
OR-1.18.3.1	-0.97 / -1.07	-1.07 / -1.07	-0.10 / 0	0.85 / 0.85	Vast peil faciliteert stedelijk gebied beter
OR-1.18.4.1	-1.27 / -1.42	vervalt	-	-	Enkelvoudig belang

Daarnaast is het functioneren van de polder geanalyseerd en zijn inrichtingsmaatregelen voorgesteld (zie onderstaande kaart). De voorgestelde maatregelen zorgen er gezamenlijk voor dat het geconstateerde tekort van berging in de peilgebied 1.1 wordt aangepakt.



Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4
1.1	Aanleiding.....	4
1.2	Doel watergebiedsplan.....	5
1.3	Uitgangspunten en randvoorwaarden.....	5
1.4	Leeswijzer	5
2	Gewenste situatie.....	6
2.1	Wettelijk kader en beleidsthema's.....	6
2.2	Normen en richtlijnen	7
2.3	Afwegingscriteria voor peilen en inrichtingsmaatregelen.....	8
3	Huidige situatie.....	9
3.1	Ligging.....	9
3.2	Landgebruik	10
3.2.1	Huidig landgebruik	10
3.2.2	Ontwikkelingen in polder	11
3.3	Bodem en landschapswaarden.....	12
3.3.1	Bodemopbouw	12
3.3.2	Maaiveldhoogte	12
3.3.3	Cultuurhistorie en archeologie.....	13
3.4	Watersysteem.....	14
3.4.1	Peilbeheer en structuur watersysteem.....	14
3.4.2	Grondwater	17
3.4.3	Waterkwaliteit en ecologie	18
4	Analyse watersysteem.....	19
4.1	Potentiële knelpunten.....	19
4.2	Aan- en afvoer hoofdwatersysteem	21
4.2.1	Theorie	21
4.2.2	Praktijk	21
4.2.3	Conclusie.....	22
4.3	Berging	22
4.3.1	Theorie	22
4.3.2	Praktijk.....	23
4.3.3	Conclusie.....	24
4.4	Waterkwaliteit.....	24
4.4.1	Theorie	24
4.4.2	Praktijk.....	24
4.4.3	Conclusie.....	24
4.5	Functie facilitering.....	24

4.5.1	Theorie	24
4.5.2	Praktijk	25
4.5.3	Conclusie	25
4.6	Afweging knelpunten	25
4.7	Hoofdpoging en knelpunten	26
5	Peilen en inrichtingsmaatregelen	28
5.1	Peilafweging	28
5.1.1	Peilvak 1.1	28
5.1.2	Peilvak 2.1	29
5.1.3	Peilvak 3.1	30
5.1.4	Peilvak 4.1	31
5.2	Maatregelen	31
5.2.1	Varianten	32
5.2.2	Overige maatregelen	35
5.2.3	Voorstel maatregelenpakket	35
6	Peilvoorstel en overzicht maatregelen	36
6.1	Peilvoorstel	36
6.2	Bestaansrecht peilafwijkingen	36
6.3	Overzicht maatregelen	37
Bijlage 1 Voormalige polderstructuur		40
Bijlage 2 Toetsing peilafwijkingen		41
Bijlage 3 Hydraulische analyse		43
Bijlage 4 Berging		47
Bijlage 5 Functie facilitering		50
Bijlage 6 Beschrijving maatregelen		51
Bijlage 7 Kaarten		55

1 Inleiding

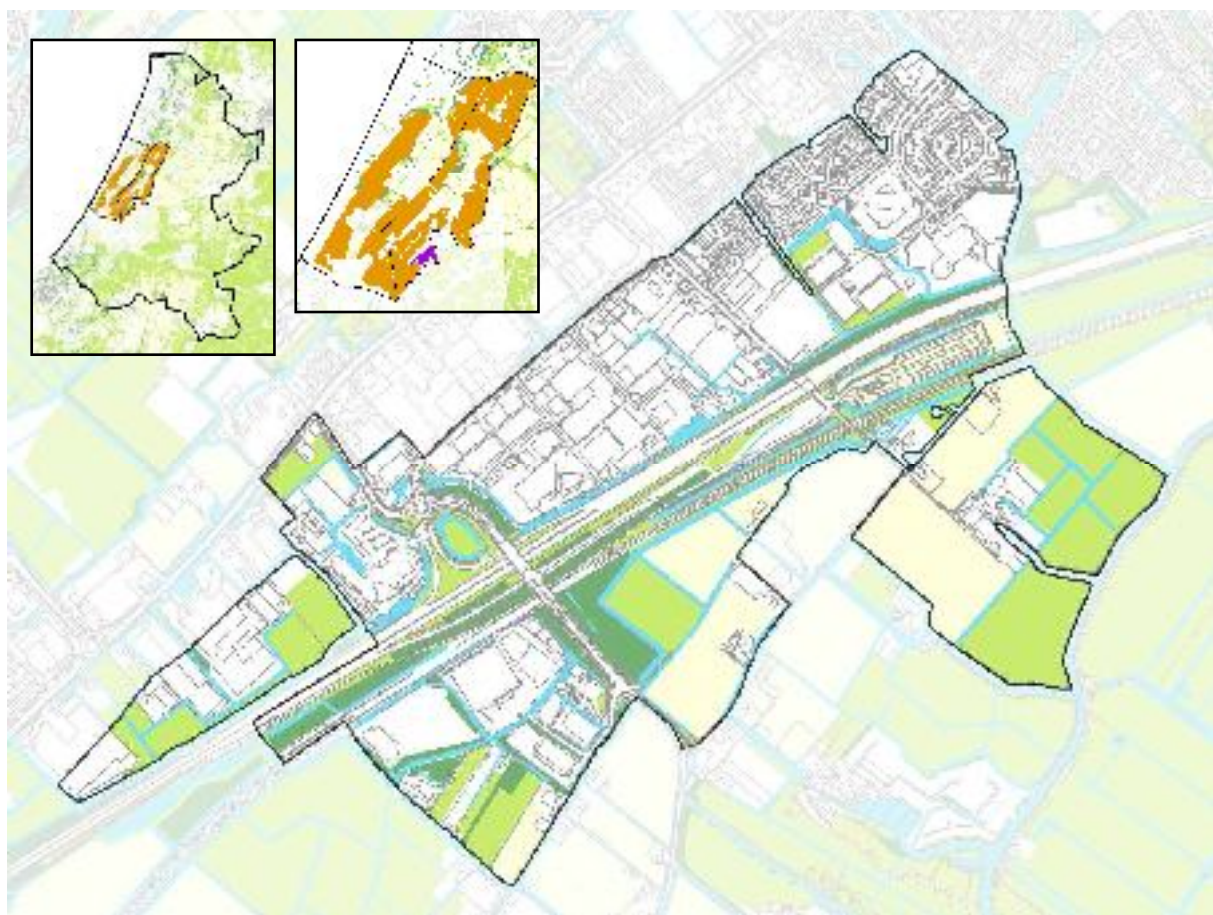
1.1 Aanleiding

Het hoogheemraadschap van Rijnland is verantwoordelijk voor het beheer van het oppervlaktewaterpeil in haar beheergebied en is verplicht de peilen vast te leggen in een peilbesluit. Naast het vaststellen van een peilbesluit, heeft het hoogheemraadschap de verplichting om de oppervlaktewatersystemen te toetsen aan de normen voor wateroverlast.

Het hoogheemraadschap geeft invulling aan deze verplichtingen met het opstellen en uitvoeren van een watergebiedsplan. In het watergebiedsplan wordt het functioneren van het watersysteem in samenspraak met de ingelanden geanalyseerd, getoetst en waar nodig verbeterd met de uitvoering van maatregelen.

Rijnland is in 2011 gestart met het Watergebiedsplan Duin- en Bollenstreek (dit is het oranje gebied in de inzet van Figuur 1.1). Dit overkoepelende plan bestaat uit zeven clusters van polders die achtereenvolgens worden opgepakt. Per polder wordt een watergebiedsplan opgesteld als onderbouwing voor een nieuw peilbesluit en eventuele inrichtingsmaatregelen.

Het proces van het watergebiedsplan is opgedeeld in drie fasen: planfase, ontwerpfase en uitvoering. Deze rapportage beschrijft de planfase voor het watergebiedsplan van de Warmonderdam- en Alkemaderpolder.



Figuur 1.1 De Warmonderdam en Alkemaderpolder, gelegen in het midwesten van Hoogheemraadschap Rijnland, in het zuidoosten van de Duin- en Bollenstreek

1.2 Doel watergebiedsplan

Het doel van het watergebiedsplan valt uiteen in de volgende subdoelen:

- Vastleggen gewenste waterpeilen in aan **actueel peilbesluit**, inclusief een peilafweging en de hiervoor te nemen maatregelen;
- Vaststellen maatregelenpakket om het **watersysteem op orde** te krijgen. Het gaat daarbij om maatregelen met betrekking tot de berging en de aan- en afvoer van het watersysteem;
- Toetsen of de **peilafwijkingen** binnen de grenzen van het watergebiedsplan bestaansrecht hebben.

1.3 Uitgangspunten en randvoorwaarden

In het watergebiedsplan zijn de volgende uitgangspunten en randvoorwaarden gebruikt:

- De analyses naar wateroverlast en de optimale peilen zijn uitgevoerd middels een **integrale benadering** waarin tevens is gekeken naar mogelijke verbeteringen in waterkwaliteit en ecologie, grondwater en belendende beleidsvelden als cultuurhistorie en recreatie.
- De verbetering van de waterkwaliteit is geen doel op zich, maar wordt meegenomen in de kwantitatieve analyses. Alleen als er grote overlast wordt ervaren door ingelanden wordt er naar specifieke maatregelen gezocht.
- Bij de afweging van peilen is gewerkt volgens de GGOR systematiek (Gewenst Grondwater en Oppervlaktewater Regime).
- Voor de analyse van wateroverlast is uitgegaan van het huidige klimaatscenario. In die gevallen dat een knelpunt is geconstateerd is er tevens gekeken naar de toename van het knelpunt bij het klimaatscenario 2050 om waar mogelijk de maatregelen robuuster uit te voeren zodat het watersysteem ook voor de termijn van 2050 op orde is.
- Voor de peilen is een NAP correctie doorgevoerd van 2 cm. Dit vanwege bodemdaling in het hele beheergebied van Rijnland. Dit betekent dat alle peilen administratief in 2008 zijn verlaagd. Dit is meegenomen in het nieuwe peilvoorstel.

1.4 Leeswijzer

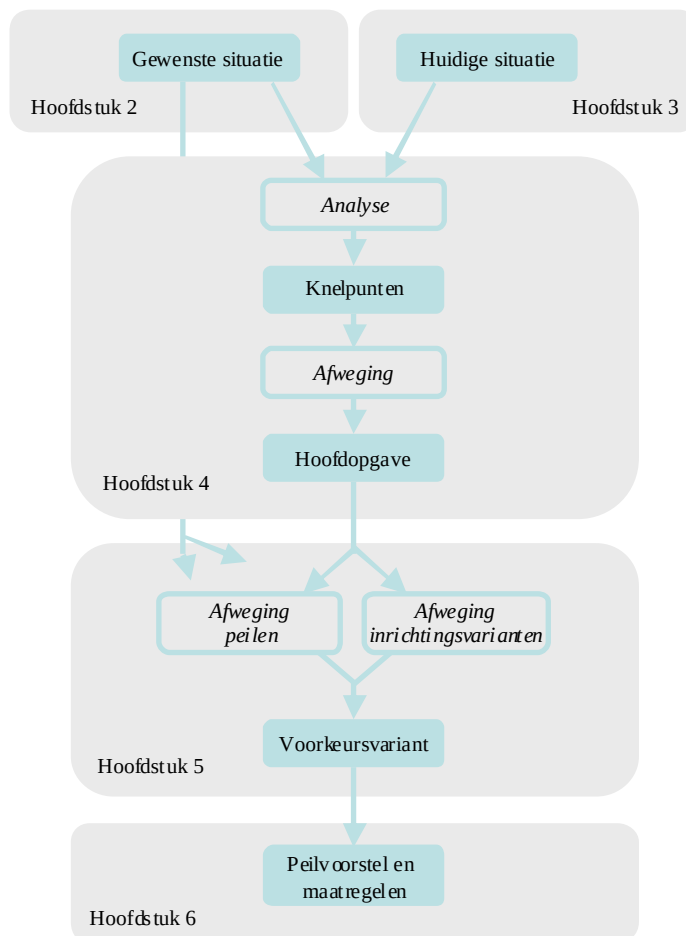
Hoofdstuk 2 beschrijft de gewenste situatie die gevormd wordt de wettelijke kaders, de relevante normen, richtlijnen en beleidsthema's en de afwegingscriteria die gebruikt zijn in deze studie.

Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van de huidige situatie in het gebied en het watersysteem.

Hoofdstuk 4 beschrijft de analyses die uitgevoerd zijn om de knelpunten in het gebied te bepalen. Middels een afweging van de impact van de knelpunten is de hoofdpogave bepaald.

Hoofdstuk 5 beschrijft de analyse van de maatregelen om de knelpunten op te lossen. Dit bestaat uit een afweging van de peilen en de afweging tussen maatregelen en/of inrichtingsvarianten. Dit heeft geleid tot een voorkeursvariant.

Hoofdstuk 6 beschrijft tenslotte het peilvoorstel en de voorgestelde maatregelen. Hierbij zijn de randvoorwaarden voor de implementatie van de maatregelen en het beheer en monitoring van het systeem beschreven.



2 Gewenste situatie

HOOFDSTUK 2

Beschrijving:

Wettelijk kader en beleidsthema's
Normen en richtlijnen
Afwegingscriteria

Gewenste situatie

Dit hoofdstuk heeft als doel om voorafgaand aan de beschrijving en analyse van het watersysteem helder te maken wat de grondslag is van de gestelde doelen en welke criteria gehanteerd worden bij de afweging van peilen en maatregelen.

2.1 Wettelijk kader en beleidsthema's

De waterschappen zijn in de Waterwet aangewezen als beheerders van de regionale watersystemen. Hieraan zijn in de Waterwet de volgende verplichtingen gekoppeld:

- Een beheerder is verplicht voor daartoe aan te wijzen oppervlaktewater- of grondwaterlichamen onder zijn beheer één of meer peilbesluiten vast te stellen.
- In een peilbesluit worden waterstanden of bandbreedten waarbinnen waterstanden kunnen variëren vastgesteld, die gedurende daarbij aangegeven perioden zoveel mogelijk worden gehandhaafd.
- De aanwijzing vindt plaats bij of krachtens algemene maatregel van bestuur dan wel bij of krachtens provinciale verordening voor zover het betreft rijkswateren onderscheidenlijk regionale wateren. Bij de maatregel of de verordening kunnen ten aanzien van rijkswateren onderscheidenlijk regionale wateren nadere regels worden gesteld met betrekking tot het peilbesluit.

In de Waterwet is ook de verplichting opgenomen om bij provinciale verordening normen vast te stellen voor regionale wateroverlast. Dit naar aanleiding van de afspraken die zijn gemaakt in het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) en later in het NBW-actueel.

Naast de verplichtingen uit de Waterwet bestaan de kaders uit het vigerende beleid, van verschillende overheden. Een overzicht van het vigerende beleid is gegeven in Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Overzicht beleid rond watergebiedplannen

	Europa	Rijk	Provincie	Rijnland	Gemeente
Functies en peilbeheer		Structuurvisie	Structuurvisie (ZH, NH)	Nota peilbeheer	Bestemmingsplan
Wateroverlast		Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW)	NBW (normering)	NBW (toetssystematiek)	Basis Rioleringsplan
Droogte/verzilting		De ltaprogramma zoetwater			
Waterkwaliteit	KRW			KRW	
Natuur	Natura2000	EHS, Natura2000			
Overig			Zwemwater-richtlijn	Baggerprogramma Programma gemaairenovaties	

Voor de watergebiedplannen binnen Rijnland zijn het voorkomen van wateroverlast (NBW) en het faciliteren van functies (peilbeheer) leidend. In de herijking van het WBP4 (2011) is besloten dat de plannen weer (meer) integraal moeten worden opgepakt.

2.2 Normen en richtlijnen

De relevante normen en richtlijnen voor de peilafweging en de toetsing op wateroverlast zijn hier nader beschreven.

Als gevolg van de wettelijke taak hebben de provincies de normering voor wateroverlast opgenomen in de Waterverordening Rijnland. De norm is weergegeven in een gemiddelde overstromingskans per jaar in combinatie met een maaiveldcriterium (Tabel 2.2).

Buiten de bebouwde kom wordt getoetst op het overwegende landgebruik. Lokaal grondgebruik met een hoger beschermingsniveau wordt dan niet gehonoreerd. In de verordening is opgenomen dat het gebiedproces kan komen tot een afwijking van de basisnormering. Dit is vooral gericht op situaties waar onevenredige of maatschappelijk onacceptabele inspanningen nodig zijn om aan de normen te voldoen.

Tabel 2.2 Normering wateroverlast (bron: Waterverordening Rijnland)

	Landgebruik	Beschermingsnorm	Maaiveldcriterium
Binnen bebouwde kom	Bebouwing	1/100 jaar	0%
	Glastuinbouw	1/50 jaar	1%
	Overige	1/10 jaar	5%
Buiten bebouwde kom	Hoofdinfrastructuur	1/100 jaar	0%
	Glastuinbouw/hoogwaardige land- en tuinbouw	1/50 jaar	1%
	Akkerbouw	1/25 jaar	1%
	Grasland	1/10 jaar	5%

De hoofddoelstelling van het peilbeheer van Rijnland is het faciliteren van de aanwezige functies met duurzaam waterbeheer. Bij het in beeld brengen van de functiegeschiktheid wordt nadrukkelijk gekeken naar de grondwaterstanden (GGOR systematiek). Als vertrekpunt voor de analyse worden onderstaande richtwaarden voor de drooglegging gebruikt (Tabel 2.3).

Tabel 2.3 Richtwaarden drooglegging [m] (bron: Nota peilbeheer)

Bodemtype	Veen	Klei	Moerige gronden	Zand
Grondgebruik				
Grasland	≤ 0,60	0,80 – 0,95	0,85 – 0,90	0,85 – 0,90
Akkerbouw	-	0,90 – 1,25	0,95 – 1,10	0,90 – 1,05
Glastuinbouw	0,55	0,85	-	0,55 – 0,80
Boomteelt	0,45	0,85	-	-
Bollenteelt	-	-	-	0,60 – 0,80
Agrarisch + natuur	≤ 0,55	-	-	-
Natuur	Afh. van doeltype	Afh. van doeltype	Afh. van doeltype	Afh. van doeltype
Stedelijk	1,20	1,20	1,20	1,20

2.3 Afwegingscriteria voor peilen en inrichtingsmaatregelen

Binnen de genoemde wettelijke kaders, normen en richtlijnen vindt een afweging plaats van de nieuwe peilen en de eventuele inrichtingsmaatregelen.

De basiscriteria voor het afwegen van de maatregelen zijn effectiviteit en efficiëntie; draagt de maatregel bij aan de oplossing van het knelpunt (het behalen van de doelstellingen) en wegen de kosten van de maatregel op tegen de baten van de maatregel? Deze baten kunnen op een aantal punten gekwantificeerd worden in de vorm van schadereductie, maar blijven op andere vlakken kwalitatief van aard; verbetering draagvlak, beleving, waterkwaliteit, etc.). Door de baten kwantitatief en kwalitatief te vergelijken met de kosten kan er een afweging plaatsvinden.

De effectiviteit wordt dus bepaald in de mate waarin de doelstellingen behaald worden. De hoofddoelstellingen zijn:

- **Functie faciliteren:** De mate waarin de functies in het gebied wordt gefaciliteerd met het vastgestelde peil.
- **Wateroverlast beperken:** De mate waarin de maatregel/variant bijdraagt aan het verlagen van het risico op wateroverlast. Een belangrijk ijkpunt hierbij is de NBW normering en de hiermee samenhangende wateropgave.

De overige doelstellingen zijn:

- **Watertekort beperken:** De mate waarin de maatregel/variant bijdraagt aan het verlagen van het risico op watertekort.
- **Verbetering waterkwaliteit en ecologie:** de mate waarin de waterkwaliteit en ecologie door de inrichting en beheer van het watersysteem wordt gefaciliteerd.
- **Draagvlak:** Mate van draagvlak bij de ingelanden voor het peilbeheer en eventuele maatregelen.
- **Duurzaamheid:** De duurzaamheid van de maatregel/variant, waaronder de robuustheid en flexibiliteit van het watersysteem en de mate waarin de maatregel/variant toekomstbestendig is.
- **Beheer en onderhoud:** benodigde inzet voor beheer (vergunningverlening en handhaving) en onderhoud (werkzaamheden om natuurlijke achteruitgang in werking teniet te doen).
- **Uitstralingseffecten:** De mate waarin de maatregel/variant bijdraagt aan de verbetering van het watersysteem of functies buiten het plangebied (externe werking).
- **Overige effecten** op het watersysteem, bijvoorbeeld het functioneren bij calamiteiten, droogte, tegengaan van verzilting, oplossen grondwaterproblemen, effecten op KRW-doelstellingen, ecologie en archeologie, etc.

Naast de effectiviteit is het tweede hoofdcriterium is de efficiëntie van maatregelen. Deze efficiëntie wordt naast de eerder genoemde doelstellingen bepaald door:

- **Kosten:** waarbij in de investeringskosten en de beheer- en onderhoudskosten worden meegenomen.
- **Uitvoeringstermijn:** op basis van impact maatregel/variant en mogelijkheid om in synergie met andere projecten uit te voeren.

De bovenstaande criteria geven de koers van de analyse aan. De focus van het plan ligt op het behalen van de hoofddoelstellingen.

3 Huidige situatie

HOOFDSTUK 3

Beschrijving:

Ligging
Landgebruik
Bodem en landschapswaarden
Watersysteem

Huidige situatie

De beschrijving van de huidige situatie heeft als doel de onderdelen van het gebied en het watersysteem in beeld te brengen die nodig zijn om voor zorgvuldige analyse van het watersysteem en afweging van maatregelen.

Achtereenvolgens wordt de ligging, het landgebruik, de bodem en landschapswaarden en het watersysteem beschreven. Hierbij is vermeld welke informatie input is de analyse van het watersysteem.

3.1 Ligging

De Warmonderdam- en Alkemaderpolder heeft een oppervlak van 101 ha en bestaat uit vier peilvakken (Figuur 3.1 en Tabel 3.1). De polder ligt in zijn geheel in de gemeente Teylingen en ligt ten zuidoosten van de kern Sassenheim. De polder wordt doorkruist door de rijksweg A44 en de spoorlijn tussen Leiden en Schiphol.



Figuur 3.1 De Warmonderdam- en Alkemaderpolder met de vier peilvakken, doorkruist door de snelweg A44.

Tabel 3.1 Oppervlak per peilvak

Peilvak	Oppervlak (ha)
OR-1.19.1.1	42
OR-1.19.2.1	37
OR-1.19.3.1	7
OR-1.19.4.1	15
Totale polder	101

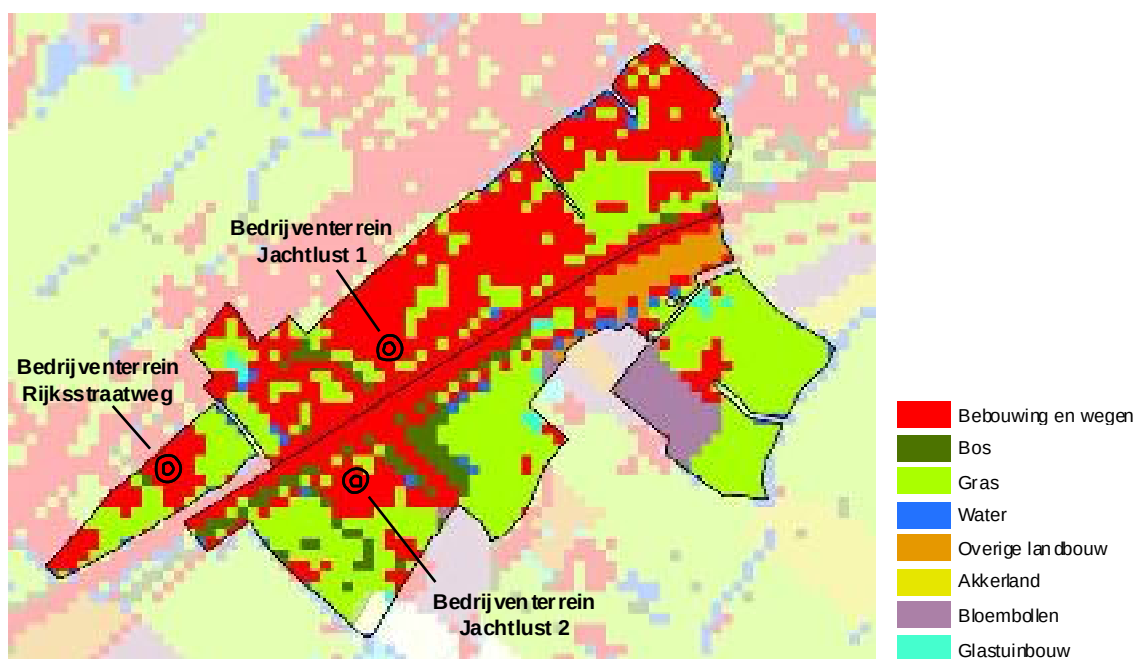
3.2 Landgebruik

3.2.1 Huidig landgebruik

De polder bestaat grotendeels uit bebouwing en voor het overige deel uit grasland. Per peilgebied is het landgebruik gefragmenteerd. Zo bestaan peilgebieden 1.1, 2.1 en 3.1 uit delen van de bedrijventerreinen “Jagtlust 1”, “Jagtlust 2” en “Rijksstraatweg”, een deel van de A44 en een aantal graspercelen ten zuiden van de A44 binnen de poldergrenzen. Peilgebied 4.1 bestaat uit graspercelen en bollenpercelen.

In deze polder liggen geen specifieke natuurgebieden. Wel komt er binnen het plangebied van bedrijventerrein Teylingen mogelijk de kleine modderkruiper en de bittervoorn voor. Of dit ook voor het gebied binnen de poldergrenzen geldt, is niet bekend (Teylingen, 2012). De kleine modderkruiper is een ‘tabel 2 soort’ en de bittervoorn een ‘tabel 3 en rodelijst-soort’. Bij eventuele maatregelen wordt hiermee rekening gehouden.

De huidige functies in het gebied komen overeen met de bestemmingsplannen; Buitengebied Warmond (2000), Landelijk Gebied (2002), Bedrijventerrein Teylingen (2012), Wasbeek (2002), Uitbreiding J.G. van der Mey Group Vleeswarenbedrijven e.o.(2009).



Figuur 3.2 Landgebruik Warmonderdam- en Alkemaderpolder

Tabel 3.2 Verdeling landgebruik per peilvak. De verdeling is afkomstig uit de LGN6. Het overig landgebruik bestaat uit open water en glastuinbouw. Per peilgebied is met groen aangegeven welk landgebruik wordt meegenomen in de peilafweging. Het overige landgebruik geldt als randvoorwaarde bij de peilafweging.

Peilvak	Oppervlak [ha]	Bebouwing & wegen	Gras	Bollenteelt	Akkers	Bos	Overig
1.1	42.1	27,9	11,9	0,0	0,0	1,2	1,1
2.1	36.8	12,6	14,1	0,5	3,8	4,3	1,5
3.1	6.7	3,0	3,4	0,0	0,0	0,1	0,2
4.1	15.2	1,0	9,9	3,7	0,0	0,0	0,6

3.2.2 Ontwikkelingen in polder

In het gebied vindt veel ruimtelijke ontwikkeling plaats. Het betreft hier met name een toename in bebouwing (bedrijventerreinen en woonhuizen) ten koste van onverhard gebied.

Peilvak 1.1

Het terrein in de hoek van de Rijksweg en de Warmonderweg wordt herontwikkeld; er worden enkele kantoorgebouwen gerealiseerd (termijn en details zijn nog onbekend). De huidige sloot waarop het gebied ontwaterd is niet aangesloten op de polder. Bij de ontwikkeling moet vanuit het waterbelang gekozen worden voor realisatie van het nieuwe water:

- Op polderpeil, en afwaterend op de polder, of
- Op hoger gelegen peil, maar dan afwaterend op de boezem.

Een hoger peil afwaterend op de polder kan dus niet worden geaccepteerd. Dit om te voorkomen dat de extra afvoer vanaf het verhard oppervlak het peilvak niet verder belast.

Bij de (her-)ontwikkeling van de woonwijk Wasbeek (HW02) en sportvelden is het peil hoger komen te liggen dan het peil dat voorafgaand aan de ontwikkeling werd gevoerd. Dit is veroorzaakt door een te hoog aangelegde persleiding die de afvoer vervolgens blokkeerde.

Peilvak 2.1

Het bedrijventerrein Jagtlust 2 wordt verder uitgebreid (termijn en details zijn nog onbekend). Deze ontwikkeling is nog niet vertaald in een bestemmingsplan, maar naar het zich laat aanzien gaat dat binnenkort wel gebeuren. Het is hierbij de bedoeling om de laatste agrarische percelen in de zuidelijke hoek van het peilvak te gebruiken voor uitbreiding van het bedrijventerrein.

Bij de aanleg van het station Sassenheim zijn watergangen eromheen verbreed, om de extra verharding te compenseren.

Peilvak 3.1

Er zijn plannen voor ontwikkeling van restende grasland in het peilvak (termijn en details zijn nog onbekend).

Peilvak 4.1

In peilvak 4.1 is een nieuwe jachthaven ontwikkeld langs de oostzijde van het peilvak (Figuur 3.3). De nieuwe haven is aangelegd op boezempeil.



Figuur 3.3 **Ontwikkeling nieuwe jachthaven (gearceerd gebied) en demping water (groen).**

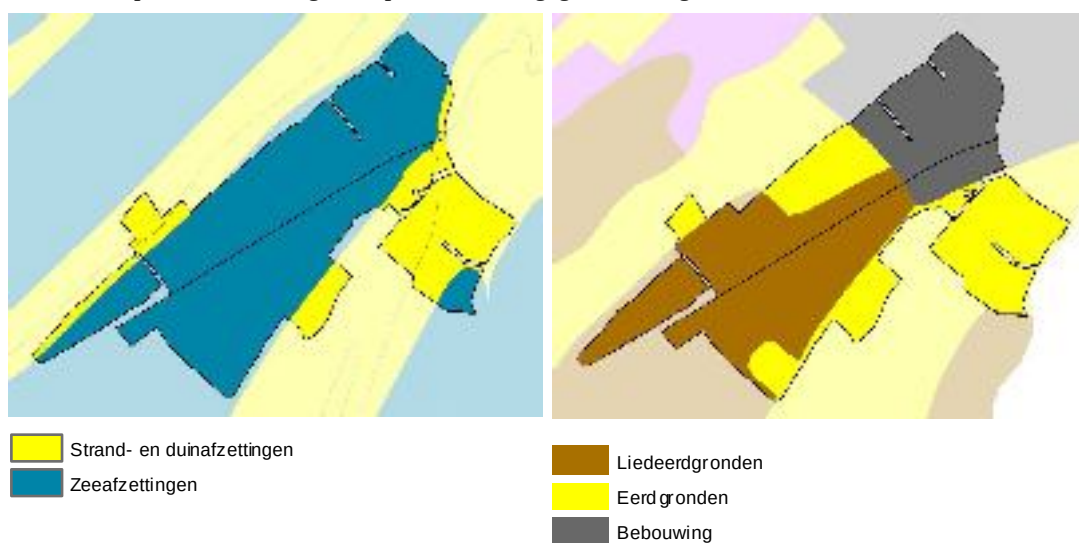
3.3 Bodem en landschapswaarden

3.3.1 Bodemopbouw

Het grootste deel van de polder ligt tussen twee strandwallen en is gevormd onder invloed van de zee. Alleen peilgebied 4.1 ligt grotendeels bovenop de oostelijke strandwal.

Langs de west- en oostgrens van de polder komen dikke eerdgronden met dikke humushoudende minerale bovengrond voor. Het betreft hier de strandwallen en strandvlakten. Het uitgangsmateriaal is zand. Er komen hier verschillende typen enkeerdgronden voor. Tussen de zandafzettingen liggen de Liedeerdgronden, bestaande uit kalkloze klei met een minerale eerdlaag. Deze gronden kennen een moerige ondergrond van rietzeggeveen en hoog zandgehalte in de bovengrond. Op de zandige ondergronden is voor een groot deel sprake van lage grondwaterstanden.

De bodemopbouw in de Elsgreesterpolder is weergegeven in Figuur 3.4 en Tabel 3.3.

**Figuur 3.4** **Bodemopbouw: afzettingen (links) en bodemtypes (rechts).****Tabel 3.3** **Voorkomende bodemsoorten in de Warmonderdam - Alkemaderpolder**

Peilvak	Liedeerdgronden	Eerdgronden
1.1	40%	20%
2.1	100%	0%
3.1	80%	10%
4.1	0%	100%

3.3.2 Maaiveldhoogte

De maaiveldhoogte in deze polder is sterk beïnvloed door de bebouwing. De oorspronkelijke hoogtes door de strandvlaktes in het centrale deel van de polder zijn niet meer terug te zien. Zie Figuur 3.5 en Tabel 3.6.

Met name het bebouwde gedeelte, ten noorden van de A44 is blijkbaar voor ontwikkeling opgehoogd. In dit gebied zijn nog wel enkele lage plekken, onder andere langs de hoofdwatergang en in het klaverblad van de A44; de 'oksel' van de afrit. Het gedeelte direct ten zuiden van de A44 ligt in zijn geheel lager. Ook dit gebied bestaat uit de voormalige strandvlakte. Peilvak 4.1 ligt voor het grootste gedeelte op de strandwal. Enkel het zuidoostelijke

gedeelte van het peilvak ligt op de volgende strandvlakte. Dit is aan de maaiveldhoogte direct terug te zien. De hele westelijke helft van dit peilvak ligt binnen een onderbemaling.



Figuur 3.5 Maaiveldhoogte (m NAP) in de Warmonderdam- Alkemaderpolder.

Tabel 3.4 Statistieken maaiveldhoogte

Peilvak	Oppervlak [ha]	Maaiveldhoogte [mNAP]				Toetswaarde*
		Gemiddeld	Mediaan	Maximum	Minimum	mNAP
1.1	42.1	0.01	0.03	4.92	-0.80	-0.80 (0%l.mv)
2.1	36.8	-0.29	-0.40	6.15	-0.90	-0.72 (5%l.mv)
3.1	6.7	-0.16	-0.20	1.51	-0.85	-0.51 (5%l.mv)
4.1	15.2	-0.49	-0.46	0.45	-0.97	-0.81 (5%l.mv)

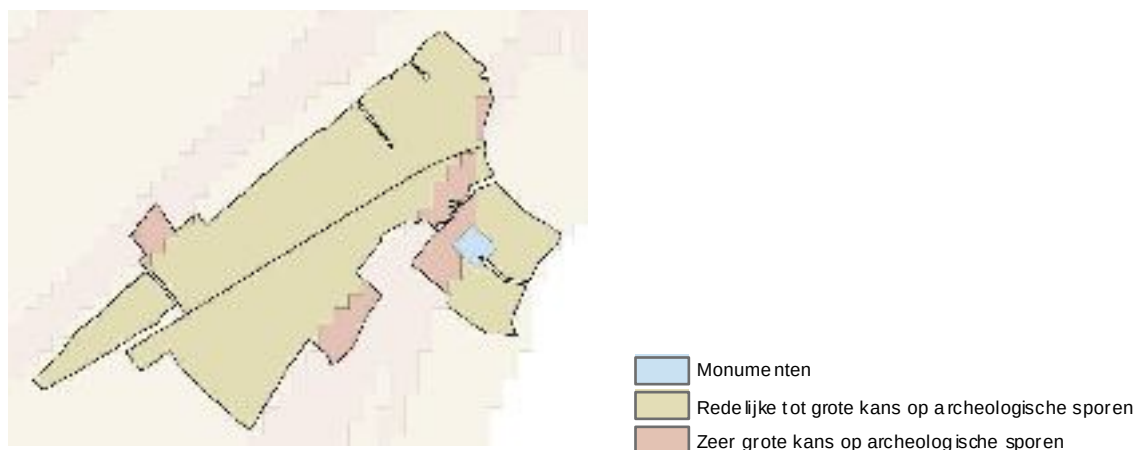
* Per landgebruik in per peilvak is een andere norm (bijv. bebouwing 0% laagste maaiveld, gras 5%). Peilvakken hebben meerdere dominante landgebruik. Peil landgebruik is de toetswaarde bepaald. Per peilvak is de laagste toetswaarde opgenomen.

3.3.3 Cultuurhistorie en archeologie

In de gehele polder is een grote kans op archeologische sporen, zie Figuur 3.6.

Historisch gezien vormden de strandwallen vanwege hun hogere ligging een ideale locatie voor bewoning. Aan de uitlopers van de strandwal van Sassenheim is dan ook een hoge archeologische waarde (zeer grote trefkans) toegekend. Door ontwikkeling (bebouwing) in de westzijde van de polder is deze waarde mogelijk afgenomen. Het lagergelegen gebied dat door de zee is gevormd kent een redelijke tot hoge archeologische trefkans.

Centraal in peilvak 4.1 ligt het archeologisch monument van kasteel Oud Alkemade. Het slot is in 1824 afgebroken. Het koetshuis en de oprijlaan zijn de enige tastbare herinneringen aan het kasteel. Lange tijd zijn de fundamenteën nog aan het oppervlak zichtbaar geweest. Het terrein heeft een hoge waarde door de hoge trefkans op redelijk gave resten en de aanwezigheid van fundamenteën/ondergrondse muurresten van het kasteel (Raap, 2009).

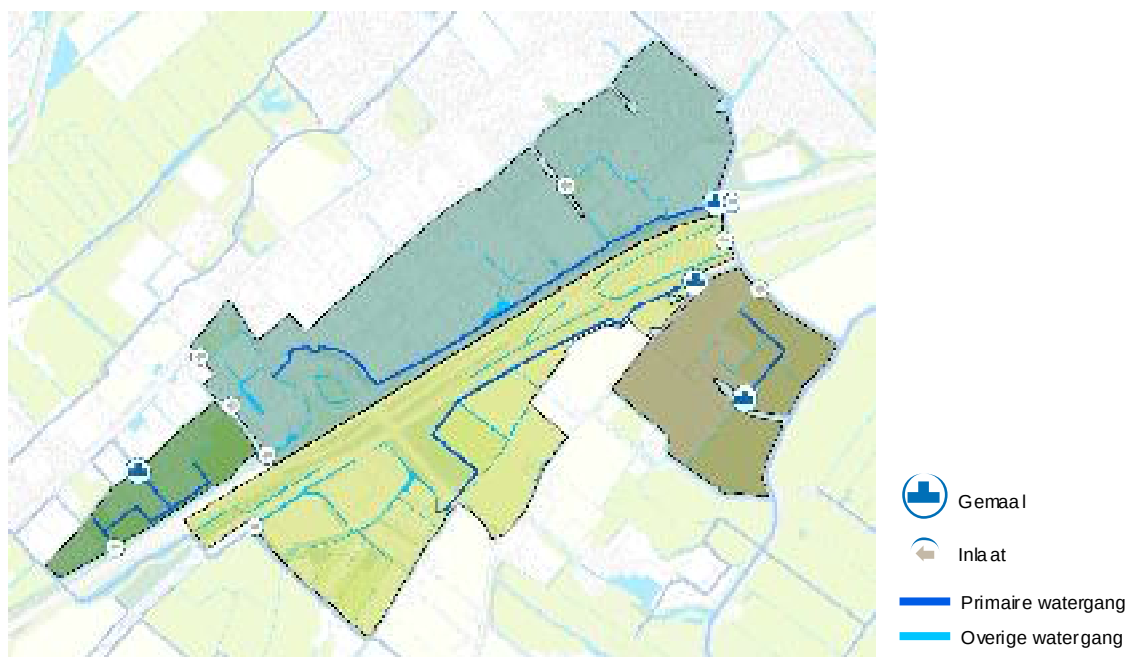


Figuur 3.6 Trefkans op archeologische sporen.

3.4 Watersysteem

3.4.1 Peilbeheer en structuur watersysteem

Peilbeheer is vormgegeven door de peilen, waterlopen en kunstwerken. Het watersysteem van de Warmonderdam- en Alkemaderpolder is weergegeven in Figuur 3.7. Hierin zijn de hoofdwatgangen (primaire water), de overige watgangen en de primaire aan- en afvoerkunswerken weergegeven.



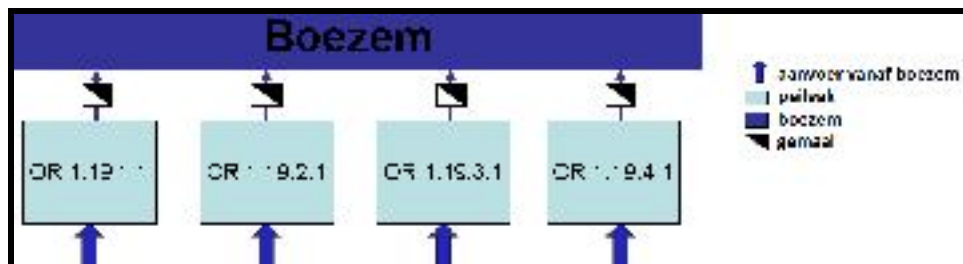
Figuur 3.7 Watersysteem van de Warmonderdam- en Alkemaderpolder.

De Warmonderdam- en Alkemaderpolder bestaat uit vier bemalingseenheden (zie Figuur 3.8). De peilvakken in deze polder wateren allen afzonderlijk af naar de boezem. In Tabel 3.5 zijn de peilen uit het peilbesluit en de gehanteerde praktijkpeilen weergegeven.

Tabel 3.5 Wateroppervlak en peilen per peilvak

Peilvak	Water		Peilbesluit		Praktijkpeil (2010-2012)				
			Zomer	Winter	Zomer '10	Winter '10	Zomer '11	Winter '11	Zomer '12
	ha	%	m NAP	m NAP	m NAP	m NAP	m NAP	m NAP	m NAP
OR-1.19.1.1	1.2	2.9	-1.22	-1.32	-1.23	-1.31	-1.22	-1.30	-1.23
OR-1.19.2.1	2.1	5.8	-1.22	-1.37	-1.27	-1.35	-1.25	-1.36	-1.23
OR-1.19.3.1*	0.2	3.0	-0.97	-1.07	-	-	-	-1.06	-0.96
OR-1.19.4.1*	0.2	1.6	-1.27	-1.42	-1.24	-	-	-1.37	-1.30

* In peilvak 3.1 en 4.1 zijn geen dynamische metingen, wel afgelezen peilschalen

**Figuur 3.8 Afwateringsschema van de Warmonderdam- en Alkemaderpolder.**

De versnippering van deze relatief kleine polder komt voort uit ruimtelijke ontwikkelingen. Hierbij spelen vooral de aanleg van de rijksweg A44 en de spoorlijn tussen Leiden en Schiphol een rol. Hiermee is de voormalige polderstructuur (Bijlage 1) grotendeels verdwenen en zijn er drie losliggende delen ontstaan (peilvak 1.1, 2.1 en 3.1). Peilvak 4.1 is altijd al een losse bemalingseenheid geweest, onder de noemer “Alkemader Polder”.

Peilafwijkingen

De polder heeft vier peilafwijkingen: HW01, HW02, HW04 en OB01 (Figuur 3.9):

- Peilafwijking HW01 pompt water op uit peilvak 1.1 en voert het via een stuw weer af naar peilvak 1.1.
- Peilafwijking HW02 voert water uit de boezem via een inlaat en voert af naar peilvak 1.1. De afvoer vindt plaats via pvc-pijpjes met een draaikop.
- Onderbemaling OB01 heeft een eigen gemaal dat afvoert naar de boezem.
- Peilafwijking HW04 is watervalconstructie naast het bedrijfspand van O'Neill.

**Figuur 3.9 Peilafwijkingen in de Warmonderdam- en Alkemaderpolder.**

Drooglegging

Met de gehanteerde waterpeilen worden droogleggingen gecreëerd om de functies in het gebied te faciliteren. In Figuur 3.10 is de theoretische drooglegging bij zomerpeil weergegeven. De drooglegging is hier bij zomerpeil weergegeven, omdat dit de meest kritieke situatie is met betrekking tot berging in de bodem en het oppervlaktewater. De drooglegging is theoretisch omdat het puur het verschil weergeeft tussen het polderpeil en maaiveld (bij de randen van de bemalingseenheden wordt de drooglegging sterk beïnvloed door het omliggende boezempeil). Duidelijk is dat de drooglegging (net als het maaiveld, zie Figuur 3.5) binnen de peilvakken sterk varieert.



Figuur 3.10 Drooglegging op zomerpeil (in meters).

Tabel 3.6 Huidige gemiddelde drooglegging per functie en per peilvak. De gemiddelde maaiveldhoogte is berekend met AHN2, gefilterd voor watergangen, begroeiing en bebouwing.

Peilvak	Mediaan maaiveldhoogte [mNAP]	Peil volgens peilbesluit [mNAP]		Drooglegging t.o.v. mediaan [m]	
		Zomer	Winter	Zomer	Winter
1.1	0.03	-1.22	-1.32	1.25	1.35
2.1	-0.40	-1.22	-1.37	0.82	0.97
3.1	-0.20	-0.97	-1.07	0.77	0.87
4.1	-0.46	-1.27	-1.42	0.81	0.96

Aanvoercapaciteit

De aanvoercapaciteit op basis van het oppervlak van de peilgebieden is voldoende (Tabel 3.7), en zelfs aan de grote kant door een veelvoud aan inlaten (zie Figuur 3.7). Meerdere inlaten zijn aanwezig vanwege de doorspoeling van enkele doodlopende watergangen en dienen daarom te blijven bestaan. Dat de capaciteit zo hoog oploopt is het gevolg van de minimum stuwbreedte die hier is aangebracht (0.25m per stuw), waarschijnlijk in verband met vuilgevoeligheid.

Tabel 3.7 Aanvoercapaciteit per peilvak in m³/min

Peilvak	Opp. (ha)	Kunstwerken	Tot. breedte/diameter ¹	Capaciteit ²		
				(m ³ /min)	(mm/dag)	% tov ref
1.1	42	4x duiker met schuif (3x bediend door Rijnland)	3 * 0,25 m	4.42	15.2	304%
2.1	37	2x duiker met schuif (2x bediend door Rijnland)	2 * 0,25 m	2.95	11.48	230%
3.1	7	1x duiker met schuif (bediend door Rijnland)	0,25 m	1.47	30.24	606%
4.1	15	1x duiker met schuif (bediend door Particulier)	-	-	-	-

¹ Hier zijn alleen de door Rijnland bediende kunstwerken opgenomen.

² Capaciteit stuwen wordt bepaald door breedte (1 m = 10 m³/min), capaciteit duikers wordt bepaald peilverschil en diameter. De referentie aanvoer is 5 mm/dag.

Afvoercapaciteit

De afvoercapaciteit per peilvak is weergegeven en vergeleken met de referentiewaarde voor afvoercapaciteit van 14,4 mm per dag (Tabel 3.8). In de praktijk blijkt dat peilvak 1.1 gekoppeld is aan een veel groter rioleringgebied via een overstortconstructie. Het extra stedelijk gebied dat op de polder afwatert wordt geschat op 30 ha. Dit extra oppervlak wordt in principe afgevoerd via het rioolgemaal Sassenheim. Maar in het geval van veel neerslag voert het extra oppervlak wel af naar de polder. Dit betekent een extra belasting van het polderwatersysteem, terwijl het systeem niet op de extra afvoer wordt gedimensioneerd.

Tabel 3.8 Afvoercapaciteit per peilvak in m³/min en mm/dag

Peilvak	Opp. (ha)	Kunstwerk(en)	Tot. Breedte (m)	Capaciteit ²		
				(m ³ /min)	(mm/dag)	% tov ref
1.1	42	Gemaal (160-036-00021)	-	6,48	22,2	154%
	70 ¹	+ Rioolgemaal Sassenheim		10,57	21,7	151%
2.1	37	Gemaal(160-036-00022)	-	6,72	26,2	182%
3.1	7	Gemaal (160-036-00023)	-	1,02	21,0	146%
4.1	15	Gemaal (160-036-00024)	-	3,18	57,2	500%

¹ Inclusief een schatting van het via de riolering extra afvoerende aangesloten oppervlak. Dit extra oppervlak heeft de afvoercapaciteit van het rioolgemaal Sassenheim (15/min voor 110 ha aangekoppeld oppervlak).

² Capaciteit stuwen wordt bepaald door breedte (1 m = 10 m³/min), referentie afvoer is 14,4 mm/dag.

De gemalen van de peilvakken 3.1 en 4.1 moeten op korte termijn gerenoveerd worden. Gegeven de hoge basiskosten voor het beheer en onderhoud van een gemaal voor Rijnland, zijn deze gemalen relatief duur in beheer en onderhoud.

3.4.2 Grondwater

De globale grondwaterstroming in deze regio vindt plaats van de duinrand in het westen naar de lage droogmakerijen in het oosten. De Warmonderdam- en Alkemaderpolder ligt hier tussenin. Als gevolg van de afstand tot de duinen en droogmakerij, hoogteligging, relatieve ondiepte van de watergangen en bodemopbouw is de polder kwelneutraal.

Uit het grondwaterinstrument van Rijnland blijkt dat de zavelgronden in de polders van cluster 2 onder reguliere omstandigheden te maken hebben met zo'n 0,1 meter opbolling in de percelen. Deze opbolling is verwerkt in de droogleggingsrichtlijnen per functie in Bijlage 5.

Op lokale schaal wordt de grondwaterstand langs de grenzen van de peilgebieden sterk beïnvloed door het naastgelegen boezempeil.

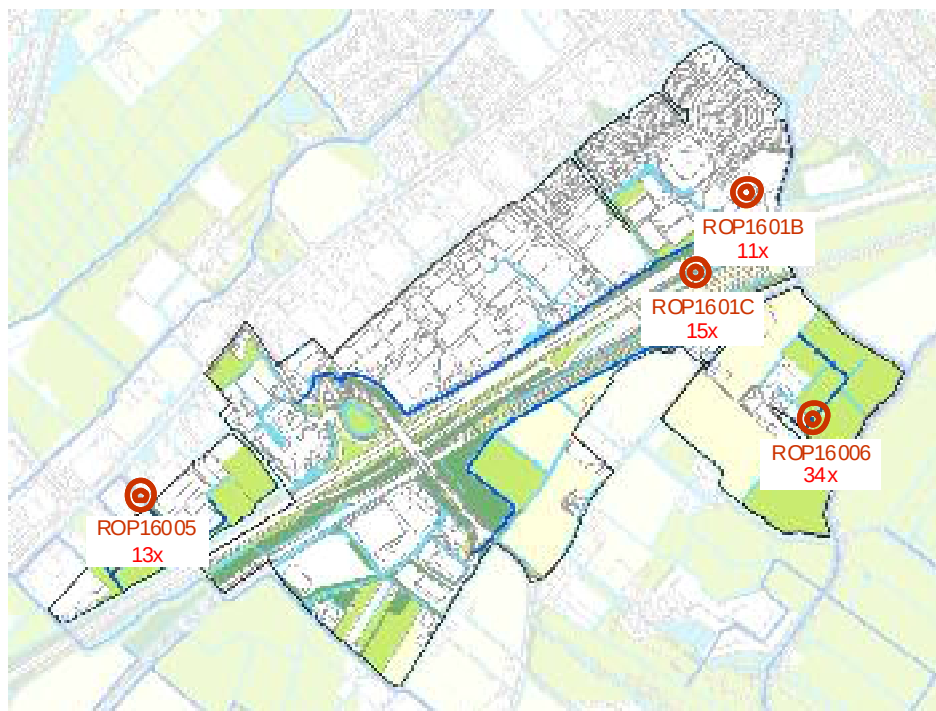
3.4.3 Waterkwaliteit en ecologie

Zolang er in een polder geen bijzondere klachten zijn, geldt de fosfaatconcentratie als indicatie van de waterkwaliteit. De fosfaatconcentraties in de Warmonderdam- en Alkemaderpolder meerdere malen de norm van 0,15 mg/l overstijgen (Figuur 3.11). Hoge concentraties zijn normaliter vaak te verklaren door de directe omgeving van de polder, door aanwezige overstorten of door slecht doorspoelen de secundaire watergangen.

De omgeving van de polder kan inderdaad een verklaring zijn. Op locaties elders in de Duin- en Bollenstreek waar bollenteelt voorkomt, schommelen de gemeten fosfaatwaarden tussen de 10x tot 15x de norm. In de boezemkanalen rondom deze polder, zoals de Haarlemmertrekvaart, komen ook concentraties fosfaat voor die hoger zijn dan de norm.

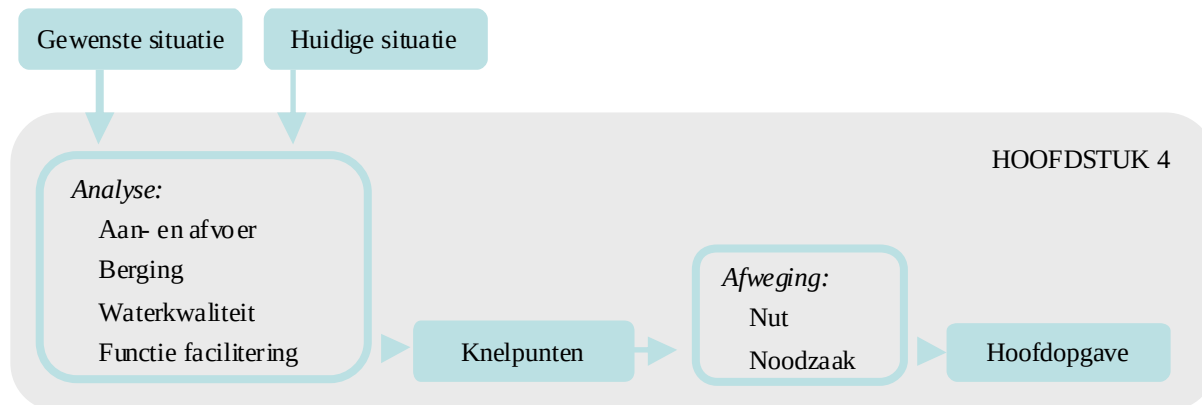
In de polder is één overstort aanwezig. Deze bevindt zich in peilvak 1.1. Met de TEWOR toets is berekend dat de zuurstofconcentraties in de betreffende watergang zich na een overstort te langzaam herstellen. In de praktijk wordt er van eventuele negatieve gevolgen van zuurstofgebrek in de waterkolom weinig gemerkt; er is geen sprake van vissterfte. Mogelijk is dit het gevolg van het feit dat het op de riolering aangesloten gebied een bedrijventerrein betreft, waar de vuillast in vergelijking tot 'gewone' bebouwing lager is.

In de polder zijn meerdere doodlopende watergangen, al lijkt dit in de praktijk niet tot veel problemen te leiden. Meerdere watergangen in de polder hebben slechts een geringe diepte (< 0,5 meter) waardoor het water in de zomer snel opwarmt.



Figuur 3.11 Fosfaatconcentraties per meetpunt (uitgedrukt in overschrijding van de norm van 0,15 mg/l)

4 Analyse watersysteem



De analyse van het watersysteem heeft als doel om knelpunten in beeld te brengen die samen de hoofdpogave vormen. Knelpunten komen in beeld door toetsing van de criteria. De criteria waar een goed watersysteem aan moet voldoen zijn in hoofdstuk 2 genoemd. Middels vier analysestappen worden deze criteria getoetst.

De analyse van het watersysteem bestaat uit de volgende vier aspecten:

1. *De aan- en afvoer van het hoofdwatersysteem (hydraulisch functioneren). Als de aan- of afvoer van het systeem goed functioneert kunnen peilen goed gehandhaafd worden en wordt de beschikbare berging goed benut.*
2. *Berging (wateroverlast bij extreme neerslag). Ten tijde van hevige neerslag moet er voldoende ruimte beschikbaar zijn om het water tijdelijk te kunnen bergen voordat het (langzaam) afgevoerd wordt.*
3. *Waterkwaliteit. Hierbij is gekeken of de matige waterkwaliteit veroorzaakt wordt door het gehanteerde peil en/of de inrichting en beheer van het watersysteem.*
4. *Functie facilitering. Hierbij is gekeken in hoeverre de optimale drooglegging per functie bereikt kan worden door middel van een ander streefpeil gegeven de peilvakgrenzen en randvoorwaarde vanuit de berging.*

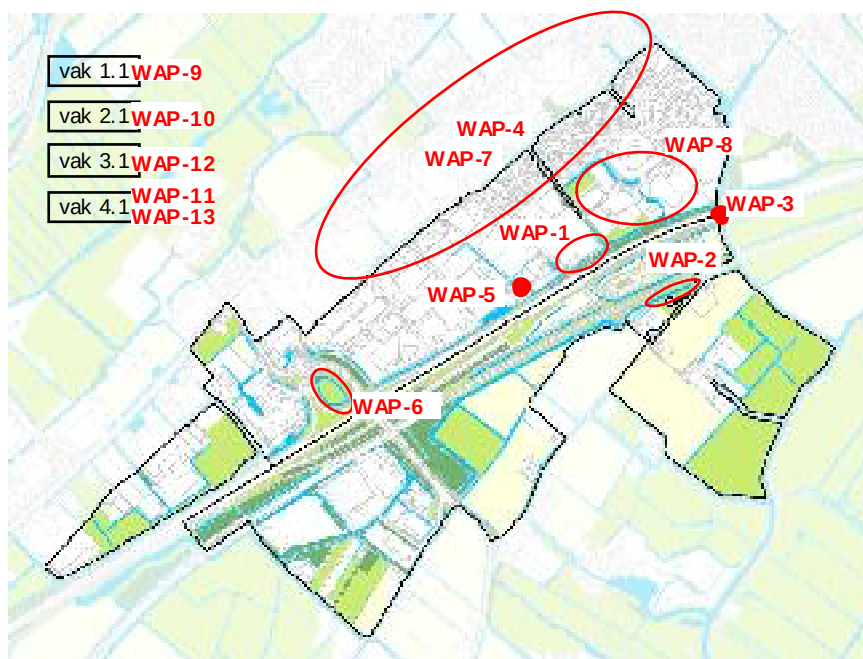
De volgorde van de analyses is van groot belang om de juiste knelpunten in beeld te brengen. Zo kunnen knelpunten in de aan- en afvoer doorwerken in knelpunten in de berging, de waterkwaliteit en de peilhandhaving van een peilvak. Daarnaast kan een knelpunt in de berging weer effect hebben op het gewenste peil.

4.1 Potentiële knelpunten

Voorafgaand aan en tijdens de analyse van het watersysteem zijn veel potentiële knelpunten naar voren gekomen. Deze potentiële knelpunten zijn integraal geanalyseerd om te achterhalen of ze ook daadwerkelijk een probleem vormen of veroorzaken. Een geografisch overzicht en de bijbehorende uitleg van deze potentiële knelpunten zijn weergegeven in Figuur 4.1 en Tabel 4.1.

De potentiële knelpunten komen voornamelijk voor in peilvak 1.1. Het gaat hierbij om wateroverlast, veroorzaakt door de beperkte aan- en afvoer, beperkte berging en het grote aangekoppeld verhard oppervlak.

In onderstaande paragrafen is de analyse per onderdeel toegelicht middels een vergelijking tussen de theorie en de praktijk.



Figuur 4.1 Potentiële knelpunten in de Warmonderdam- en Alkemaderpolder

Tabel 4.1 Potentiële knelpunten met toelichting (WAP staat voor Warmonderdam- en Alkemaderpolder)

Volgnummer	Toelichting	Onderwerp
WAP-1	Ondiepe en smalle watergang vlak voor het gemaal in peilvak 1.1 (160-058-00076 en 160-058-00070), zorgt voor forse opstuwings.	Afvoer
WAP-2	Watergang vlak voor het gemaal in peilvak 2.1 (160-058-00008) met kleine leggerdiepte (0,30 m).	Afvoer
WAP-3	Drempel van gemaal Alkemade in peilvak 1.1 ligt te laag, met mogelijke terugstroming vanuit de boezem tot gevolg.	Afvoer
WAP-4	Er is meer afvoerend oppervlak op peilvak 1.1 aangesloten dan de peilvakgrens doet vermoeden. Hierdoor moet het watersysteem in praktijk meer water verwerken dan de theoretische opgave.	Berging
WAP-5	Slechte aansluiting van overige watergangen aan hoofdwatersysteem, waardoor daar in mindere mate sprake is van waterberging.	Berging
WAP-6	De potentiële berging van peilvak 1.1, in het klaverblad van de A44, ligt achter veel (smalle) duikers.	Berging
WAP-7	Er is veel verhard oppervlak aangesloten op peilvak 1.1, in verhouding tot het onverhard oppervlak en open water oppervlak. Hierdoor krijgt het peilvak een hoge piekbelasting te verduren, waar weinig ruimte voor is.	Berging
WAP-8	Bij de aanleg van het sportpark bij de Van Alkemadelaan is het watersysteem op een te hoog peil aangelegd, waardoor het niet meer voor berging gebruikt kan worden.	Berging
WAP-9	Peil in peilvak 1.1 heeft een zomer- en winterpeil, waar een vast peil logischer lijkt.	Peil
WAP-10	Het peilverschil in peilvak 2.1 tussen zomer en winter is groter dan nodig.	Peil
WAP-11	Het peil is in peilvak 4.1 te hoog voor het grasland.	Peil
WAP-12	Peilvak 3.1 is mogelijk een te kleine bemalingseenheid. De keuze om deze te behouden moet worden onderzocht.	Peil
WAP-13	De begrenzing van peilvak 4.1 moet worden herzien. Mogelijk kan het peilvak aansluiten bij een naastliggend peilvak.	Peil

4.2 Aan- en afvoer hoofdwatersysteem

4.2.1 Theorie

Een goede aan- en afvoer is de basis van een goed functionerende polder. Het zorgt ervoor dat peilen goed te handhaven zijn, de beschikbare waterberging effectief ingezet kan worden en dat er op waterkwaliteit gestuurd kan worden.

Naast de capaciteiten van de in- en uitlaatkunstwerken (stuwen, gemalen, inlaten), wordt de aan- en afvoer in de polder bepaald door de capaciteit van watergangen en kunstwerken in het hoofdwatersysteem. Het water in de onderliggende watersystemen heeft enkel een lokale aan- en afvoerfunctie. De hydraulische analyse is daarom uitgevoerd voor het hoofdwatersysteem van de polder, zie Bijlage 3.

Uit de verhouding tussen het afvoerend oppervlak en het doorstroomprofiel, blijkt dat er enkele watergangen aan de krappe kant zijn, en dat één watergang in peilvak 1.1 ronduit problematisch is.

De volgende potentiële knelpunten zijn geconstateerd:

- In peilvak 1.1 zorgt één ondiepe en smalle hoofdwatergang, onderdeel van de watergangen 160-058-00076 en 160-058-00070, ervoor dat het gemaal in peilvak 1.1 in de dagelijkse praktijk niet optimaal kan afvoeren. De bodem van de watergang is daar slechts 5 cm onder streefpeil, zodat er eerst peilstijging moet optreden wil er enige aanvoer naar het gemaal zijn. Dit wordt bevestigd door het tijdelijke meetpunt bovenstrooms van de watergang ter hoogte van de overstortlocatie.
- De waco in het verlengde van deze watergang verzandt momenteel doordat weinig stroomsnelheid wordt gegenereerd door de naastliggende ondiepte. De afmetingen van de waco zijn zelf geen knelpunt.
- In peilvak 1.1 zijn ook enkele duikers die aandacht behoeven. In het westen van de polder, rond het 'klaverblad' van de A44, ligt een reeks duikers. Deze duikers zijn 400 tot 1000 mm in doorsnee. Voor de afvoer van het bovenstrooms gebied (westelijk deel van het peilvak) zijn deze afmetingen genoeg. Echter, het beperkt wel de mogelijkheid om gebruik te maken van de bergingsruimte in het midden van het klaverblad. Daarvoor zou het water door 7 duikers moeten, waarvan er vier 600 mm of kleiner zijn.
- Ook in peilvak 2.1 zijn de afmetingen van de watergang vlak bij het gemaal niet optimaal. Er is een grote breedte, maar de watergang is hier erg ondiep: In de legger heeft deze watergang een waterdiepte van 0,30 m. Een ondiepe watergang begroeit snel, met een slechte afvoer als gevolg. Bij het opnieuw vaststellen van de legger moet de watergang een minimale diepte van 0,50 meter krijgen.
- De hoofdwatergangen in peilvak 4.1 hebben een geringe diepte. Omdat de watergang hier deels is verlegd in verband met de aanleg van een jachthaven en de watergang zal worden gereconstrueerd volgens de beleidsregels, behoeft dit verder geen aandacht.

4.2.2 Praktijk

Aanvullend op de bovenstaande punten zijn de volgende punten in de praktijk geconstateerd:

- De smalle en ondiepe hoofdwatergang in peilvak 1.1 (160-058-00076 en 160-058-00070) is deels het gevolg van de naastgelegen nieuwbouw met uitgebreide parkeergelegenheid. De versmalling wordt op dit moment teruggebracht naar een breedte van 2,20 m op waterlijn (de watergang is nu op sommige punten nog maar 1,50 m breed) en een diepte van 50 cm bij winterpeil. Vooral de toename in waterdiepte gaat sterk bijdragen aan betere aanvoer naar het poldergemaal.
- Peilvak 1.1 heeft te weinig afvoercapaciteit in verhouding tot het beschikbare waterberging in het peilvak. Waarschijnlijk is veel meer verhard oppervlak via de riolering op het peilvak aangesloten dan de peilvakgrens doet vermoeden. Bij een grote bui komt veel water over de overstort, zodat hoofdwatergangen opstuwen buiten de oevers treden. Er wordt in dit peilvak zo'n 3 á 4 keer per jaar noodbemaling ingezet om (meer) overlast te voorkomen.
- De peilbeheerder geeft aan dat hij vermoedt dat de drempel bij gemaal Alkemade in peilvak 1.1 te laag ligt waardoor water uit de boezem terug zou lopen achter de vijzel langs. Hij geeft aan dat dit mogelijk aan de hand is sinds de renovatie/revisie van het gemaal. Mogelijk is e.e.a. ook het gevolg van het feit dat de vijzel 'te hard' gaat. De peilbeheerder stelt voor een debietmeting te doen.
- Ten behoeve van enerzijds de realisatie van een bustunnel die het bedrijventerrein van peilvak 1.1 verbindt met het nieuw aangelegde Station Sassenheim (peilvak 1.2), zijn de bestaande watergang en duiker een stuk verlegd. Vanwege de beperkte ruimte is hier door de ontwikkelaar gewerkt met meerdere knikken in de watergang, een damwand en lokaal beschoeiing om afkalving te voorkomen. De situatie is niet zo vergund.

Echter, omdat het extra veroorzaakte verval gering is en de bustunnel er ondertussen ligt en niet kan worden verplaatst, wordt deze constructie gedoogd.

- In peilvak 1.1 ligt een aantal overige watergangen dat nauwelijks aansluit op het hoofdwatersysteem. Dit door een verzande watergang in combinatie met een dam waar slechts twee hele kleine pijpjes doorheen liggen. Het aansluiten van deze watergangen aan het hoofdwatersysteem biedt een kans om hen beter mee te laten werken in de waterberging en beter af te voeren. Zie ook Bijlage 3.
- De ondiepe watergang vlak voor het gemaal in peilvak 2.1 lijkt in de praktijk niet tot een beperking in de afvoer. Wellicht is deze watergang in de praktijk dieper dan de leggerdiepte van 30 cm.
- Peilvak 4.1 bestaat voor de helft uit een onderbemaling. De rest van het peilvak wordt nu bemalen door een pompje van Rijnland dat aan vervanging toe is. De capaciteit van het huidige gemaal bedraagt ongeveer 1 m³/min. Met de aanleg van de jachthaven in dit gebied (zuidoostelijke deel van het peilvak) is het oppervlak nog verder afgenomen tot ongeveer 6 ha. Gegeven de lage capaciteit en de relatief hoge basiskosten voor het beheer en onderhoud van een gemaal, is het de vraag of een nieuw poldergemaal maatschappelijk kosteneffectief is. Alternatieven zijn het overdragen van het peilbeheer aan de twee ingelanden of het koppelen van het peilgebied met een ander peilgebied. De enige kans voor een koppeling is via een sifon naar de Floris Schouten Vrouwenpolder. Deze sifon komt echter uit in een hoogwatervoorziening, wat niet wenselijk is.

4.2.3 Conclusie

In peilvak 1.1 is de afvoer een knelpunt. Het watersysteem is met huidige combinatie van afvoercapaciteit en bergingsruimte niet in staat om het gebied goed te bedienen. De volgende knelpunten zijn geconstateerd:

- Via de overstort van de riolering is er meer verhard oppervlak op peilvak 1.1 aangesloten dan de peilvakgrens doet vermoeden. Hierdoor krijgt het watersysteem bij hevige neerslag meer water verwerken dan theoretisch is aangenomen.
- De ondiepe en smalle watergang vlak voor het gemaal in peilvak 1.1 (160-058-00076 en 160-058-00070), zorgt voor forse opstuwing.
- De watergang vlak voor het gemaal in peilvak 2.1 (160-058-00008) heeft een te kleine leggerdiepte (0,30 m). Deze moet in de legger aangepast worden naar 0,5 m bij winterpeil.
- De drempel van het poldergemaal Alkemade in peilvak 1.1 ligt mogelijk te laag, waardoor water vanuit de boezem terug kan lopen in de polder. Als dit klopt dan betekent dit een afname in afvoercapaciteit. Deze controle wordt verder door de afdeling beheer opgepakt.
- De slechte aansluiting van overige watergangen aan hoofdwatersysteem, waardoor deze niet gebruikt worden voor waterberging.

4.3 Berging

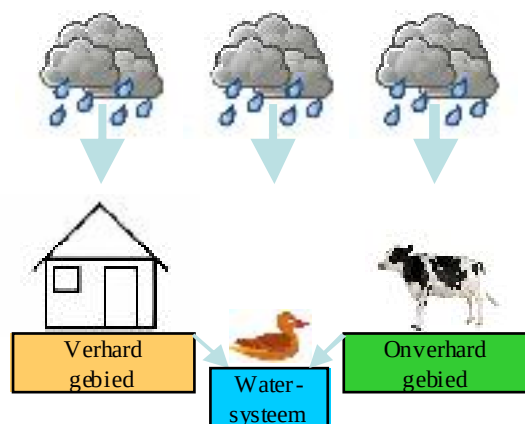
4.3.1 Theorie

Bij extreme neerslag is de afvoer via de aanwezige stuwen en het poldergemaal ontoereikend om de neerslag te verwerken. In die situaties is ruimte nodig om de gevallen neerslag tijdelijk te bergen in het gebied. De neerslag wordt in beginsel opgevangen daar waar het valt. Hierbij onderscheiden we drie typen gebied voor de waterberging: verhard gebied, onverhard gebied en het oppervlaktewater (zie Figuur 4.2). Nadat neerslag is opgevangen wordt het water afgevoerd. De snelheid en omvang van deze afvoer hangt af van het gebiedstype.

Berging in verhard gebied hangt o.a. af van de aanwezigheid van de riolering en plasvorming op straat. Het verhard gebied kent na de berging een snelle afvoer naar het watersysteem.

De beschikbare berging op de onverharde ondergrond hangt af van de beschikbare bodemberging en de plasvorming op het land. De bodemberging is weer afhankelijk van het bodemtype en de drooglegging. Het onverhard gebied kent na berging een relatief trage afvoer naar het watersysteem. Wanneer het net heeft geregend, kan de volgende regenbui dus in beperkte mate worden geborgen.

De berging in het watersysteem wordt bepaald door de verticale ruimte tussen het streefpeil en het maximaal toelaatbare peil. Het maximaal toelaatbare peil is afhankelijk van de maaiveldhoogte van de polder. Het wordt berekend met het maaiveldcriterium, dat zegt of 0%, 1% of 5% van de polder mag inunderen. Het toelaatbare peil is dus gelijk aan de laagste maaiveldhoogte van de polder, het 1% laagste maaiveldniveau of het 5 procent laagste maaiveldniveau.



Figuur 4.2 Drie typen waterberging in de polder

De berging op verhard gebied, onverhard gebied en in het watersysteem is voor ieder peilvak berekend. Bij de analyse is uitgegaan van een bui van 55 mm/dag. Dit is een flinke hoeveelheid neerslag, die ongeveer eens in de 10 jaar voorkomt. Daarbij is uitgegaan van 28 hectare extra afvoerend oppervlak op de riolering van peilvak 1.1. De berekeningen zijn vastgelegd in Bijlage 4.

In Tabel 4.2 is weergegeven hoeveel berging nodig is en hoeveel millimeter berging beschikbaar is. Hierbij is voor peilvak 1.1 uitgegaan van 28 hectare extra neerslag, en 28 hectare extra berging bij verhard oppervlak. Hieruit blijkt dat in peilvak 1.1 niet genoeg berging is. De andere drie peilvakken hebben ruim voldoende berging om een bui van 55 mm/dag op te vangen.

Tabel 4.2 Totale bergingscapaciteit met gelijk verdeelde afvoer, per peilvak (geschaald naar het oppervlak van het peilvak)

Peilvak	Neerslag (mm/dag)	Afvoer (mm/dag)	Benodigde berging (mm/dag)	Berging (mm)				Tekort/overschot %
				Verhard	Onverhard	Water	Totaal	
1.1	55	22	33	7	10	7	25	72
2.1	55	26,3	28,7	3,1	32,8	29,1	65,0	227
3.1	55	21,9	33,1	4,0	27,4	13,7	45,1	137
4.1	55	30,1	24,9	0,6	91,5	7,3	99,5	400

* Aangenomen dat er 28 hectare extra oppervlak via de riolering is aangesloten.

4.3.2 Praktijk

Ook in praktijk is het bergingstekort zichtbaar. In peilvak 1.1 regelmatig sprake van wateroverlast. Het peil stijgt in de watergangen aanzienlijk, zodat met name langs de hoofdwatergang inundatie voorkomt. Om erger te voorkomen wordt zo'n 3 á 4 keer per jaar noodbemaling ingezet van ongeveer 20 m³/min als voorzorgsmaatregel. Ook in augustus 2010 is noodbemaling bijgeplaatst. Ondanks de noodbemaling heeft men op het bedrijventerrein Jagtlust meerdere keren per jaar te maken met "water op straat"; wateroverlast van uit de riolering. De knelpunten worden voor een groot deel veroorzaakt door afvoerknelpunten in de riolering. Daarnaast zorgt het "verdrinken" van de overstort voor een extra belemmering in de afvoer naar het oppervlaktewater.

De bovenstaande ervaringen zijn niet terug te zien in de metingen van de loggers. Dit komt doordat de drukopnemer bij het gemaal geen waarneming meer geeft bij een waterpeil van -1 m NAP en hoger.

Deze problemen ontstaan door meerdere factoren. Wat betreft de afvoer is al bekend dat in peilvak 1.1 de hoofdwatergang niet voldoet, door een zeer ondiepe watergang. Hierdoor is er in praktijk minder afvoer, zodat meer berging nodig is om inundatie te voorkomen. Daarnaast is er mogelijk nog meer afvoerend oppervlak aan de polder gekoppeld via de riolering, zodat er meer water via het watersysteem afgevoerd moet worden, en dus ook meer berging nodig is.

De potentiële extra berging in het klaverblad van de A44 kan dienst doen als berging in het watersysteem. Er liggen al watergangen, die mogelijk extra uitgegraven kunnen worden tot een bergingsvijver, zodat problemen elders in de polder verminderd kunnen worden. Echter, de watergangen te midden van de wegen zijn vanaf de hoofdwatergangen alleen te bereiken via 7 duikers, waarvan drie duikers een diameter van 400 mm hebben. Om deze berging te gebruiken, zou iets aan de aanvoerroute gedaan moeten worden.

Tenslotte is bij het sportpark op de Van Alkemadelaan (Wasbeek) een ontoereikende ontwateringssituatie gerealiseerd. Delen zijn op hoger peil aangelegd dan het peilbesluit, en de nieuwe persleiding die parallel aan de hoofdwatergang loopt, is te hoog aangelegd zodat het gebied nu afwatert via enkele PVC-pijpjes met draaikop. Bij de aanleg is te weinig open water gegraven. Met de gemeente is afgesproken dat elders in de polder open water mag worden gecompenseerd, maar dit is nog niet gebeurd.

4.3.3 Conclusie

Peilvak 1.1 heeft een tekort aan berging. Vanwege het grote aandeel verhard oppervlak en het kleine aandeel oppervlaktewater leidt dit bergingstekort tot peilstijgingen die twee keer zo groot zijn als de toelaatbare peilstijging.

Daarnaast wordt niet alle beschikbare berging optimaal benut door de aanwezige afvoerknelpunten.

4.4 Waterkwaliteit

4.4.1 Theorie

De gemeten fosfaatconcentraties liggen in deze polder ruim boven de norm. Deze concentraties worden bepaald door de hoge fosfaatconcentraties in het inlaatwater, door overstortingen uit de riolering (peilvak 1.1) en de bollenteelt (peilvak 2.1 en 4.1). Kwelwater kan geen oorzaak zijn, aangezien het gebied kwelneutraal is. De bollenteelt in peilvak 4.1 draagt mogelijk een deel bij.

Omdat in het gehele Duin- en Bollengebied hoge fosfaatconcentraties aanwezig zijn, zijn er geen kansen om schoner water in te later.

4.4.2 Praktijk

Er zijn geen klachten bekend over de waterkwaliteit. Ook de ervaring van de watersysteembeheerder is dat er geen knelpunten zijn met betrekking tot waterkwaliteit.

4.4.3 Conclusie

Er zijn geen realistische mogelijkheden om de waterkwaliteit tot onder de norm te krijgen met kwantitatieve maatregelen in de polder. Er moet nou eenmaal water uit het omliggende boezemgebied aangevoerd worden in droge perioden. Daarnaast zijn er geen specifieke waterkwaliteitsdoelstellingen in het gebied en zijn er geen klachten bekend over de waterkwaliteit.

4.5 Functie facilitering

4.5.1 Theorie

De theoretische analyse van de functiefacilitering bestaat uit de vergelijking van actuele peilen met optimale peilen per type landgebruik, per peilvak. De optimale peilen zijn bepaald op basis van de richtlijnen voor de drooglegging per type landgebruik. Alleen voor de meest voorkomende type landgebruik is de vergelijking uitgevoerd. Hoe goed in deze polder de belangrijkste functies in elk peilvak worden gefaciliteerd is inzichtelijk gemaakt in Tabel 4.3. Door middel van de kleuren is het optimale peil (OGOR) weergegeven; door middel van de letters is aangegeven hoe het huidig peil (AGOR) zich daartoe verhoudt.

De drooglegging binnen de polder wijkt lokaal sterk af van de richtlijnen die gelden voor de verschillende functies. Het volgende kan worden geconcludeerd:

- In de peilvakken 1.1 is sprake van zomer- en winterpeil terwijl het peilvak vrijwel volledig is bebouwd. Een vast peil ligt daarom mogelijk meer voor de hand.
- De 0,15 m peilverschil in peilvak 2.1 dient geen functie. Voor grasland is een peilverschil van 0,1 m gangbaar, in stedelijk gebied wordt vaak gekozen voor een vast peil.

- De drooglegging in peilvak 3.1 is voor gras klein. Echter, dit vormt geen probleem omdat het grasland bestaat uit enkele extensief gebruikte percelen, die mogelijk binnenkort worden bebouwd.
- De 0,15 m peilverschil in peilvak 4.1 dient geen functie, omdat de bollenteelt plaatsvindt in een peilafwijking en voor grasland een peilverschil van 0,1 meter gangbaar is. Voor het grasland is het peil hoog, omdat de drooglegging voor deze functie te klein is.

Tabel 4.3 Huidige gemiddelde drooglegging per functie en per peilvak, t.o.v. gewenste drooglegging.

Peilvak	Functie	Opp %	MV (m NAP)	< 50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100-120	120-130	> 130
OR-1.19.1.1	Bebouwing	100	0.03								Z	W
OR-1.19.2.1	Bebouwing	33	-0.42					Z	W			
	Gras	29	-0.40					Z	W			
	Hoofdwegen	38	-0.33					Z		W		
OR-1.19.3.1	Bebouwing	47	-0.20				Z	W				
	Gras	53	-0.40		Z	W						
OR-1.19.4.1	Gras	43	-0.72		Z		W					
	Bollen	57	-0.38						Z		W	

Drooglegging in cm tov maaiveld (mediaan berekend obv AHN, gefilterd voor watergangen, begroeiing en bebouwing in).

Huidige drooglegging: Z = zomerpeil, W= winterpeilen V= vast peil.

Gewenste drooglegging: Groen = wenselijk, Oranje = niet optimaal, Rood = onwenselijk.

4.5.2 Praktijk

Vanuit watersysteembeheer zijn over deze polder geen klachten bekend ten aanzien van de drooglegging en ontwatering. Ook in Rijnlands klachtenregistratiesysteem zijn geen klachten bekend over de drooglegging.

Wel zijn er in praktijk ontwikkelingen die aanleiding zijn voor wijzigingen in de begrenzing van peilvak 4.1. De nieuwe jachthaven in dit peilvak (zie 3.2.2) is aangelegd op boezempeil en de peilafwijking OB01 (zie 3.4.1) is in praktijk een onderbemaling op de boezem. Het peilvak dat overblijft is ongeveer 4 ha groot en heeft twee ingelanden. Een van de twee ingelanden (bollenteler dhr. Van Winsen) hanteert nu al een hoger peil dan het huidige peil (middels een stuw). Gegeven de hoge kosten voor het beheer en onderhoud van het gemaal, is het niet kostenefficiënt om het resterende peilvak als bemalingseenheid in stand te houden.

Ook voor peilvak 3.1 geldt dat het beheer en onderhoud gegeven het oppervlak niet kostenefficiënt is.

4.5.3 Conclusie

De analyse van de peilen levert de volgende knelpunten op:

- Peil in peilvak 1.1 heeft een zomer- en winterpeil, waar een vast peil logischer is.
- Het peilverschil in peilvak 2.1 tussen zomer en winter is groter dan nodig.
- Peilvak 3.1 is een kleine bemalingseenheid.
- Peilvak 4.1 is een zeer kleine bemalingseenheid geworden. De begrenzing van peilvak 4.1 moet worden herzien.

4.6 Afweging knelpunten

In de analyse is één potentieel knelpunt afgefallen als werkelijk knelpunt; WAP-2. De breedte van de watergang is groot genoeg om voldoende water door te kunnen laten, zodat er geen klachten of problemen in het peilvak ontstaan. Aangezien een ondiepe watergang mogelijk problemen kan opleveren voor de waterkwaliteit, is het echter wel een onwenselijke situatie. Op termijn kan dit worden opgelost wanneer bij het vaststellen van de legger een minimale diepte van 50 cm wordt aangehouden voor hoofdwatgangen. Dit is echter een te algemeen punt om mee te nemen in dit voorstel voor specifiek de Warmonder- en Alkemaderpolder.

4.7 Hoofdoggave en knelpunten

De hoofdoggave van de Warmonderdam- en Alkemaderpolder is het op orde brengen van de waterafvoer en de berging in peilvak 1.1. Krappe hoofdwatgangen, een groot aangekoppeld verhard oppervlak, een krappe riolering en relatief weinig berging zorgen samen voor wateroverlast. De grote toevoer van water van af het verhard oppervlak moet beter worden gecontroleerd. Dit kan door het verkleinen van de toevoer vanuit de riolering en/of het vergroten van de bergingscapaciteit van het watersysteem. Daarnaast moet de peilvakbegrenzing van peilvak 4.1 worden herzien, en het peil kan in alle peilvakken worden aangescherpt om de inliggende functies goed te laten functioneren.

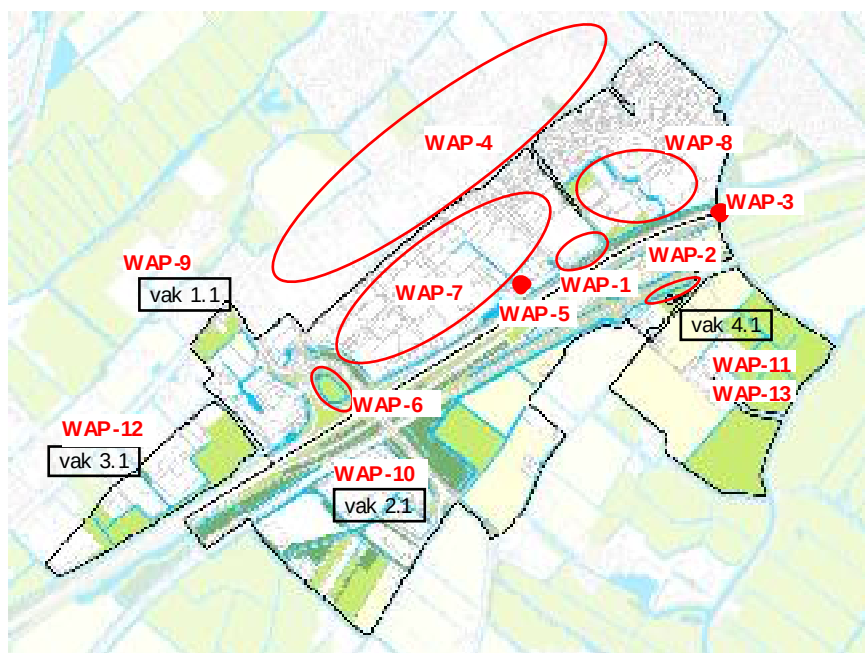
De knelpunten zijn samengevat in Tabel 4.4 en Figuur 4.3.

Tabel 4.4 Knelpunten binnen de hoofdoggave van de Warmonderdam- en Alkemaderpolder

Onderwerp	Knelpunten	Omschrijving
Afvoer	WAP-1, WAP-3	Te kleine watgangen in peilvak 1.1.
Aanvoer	-	
Berging	WAP-4 t/m WAP-8	Groot aangekoppeld verhard oppervlak, met maar weinig berging in het peilvak.
Waterkwaliteit	-	
Peil	WAP-9 t/m WAP-13	Peilen faciliteren de functies niet optimaal.

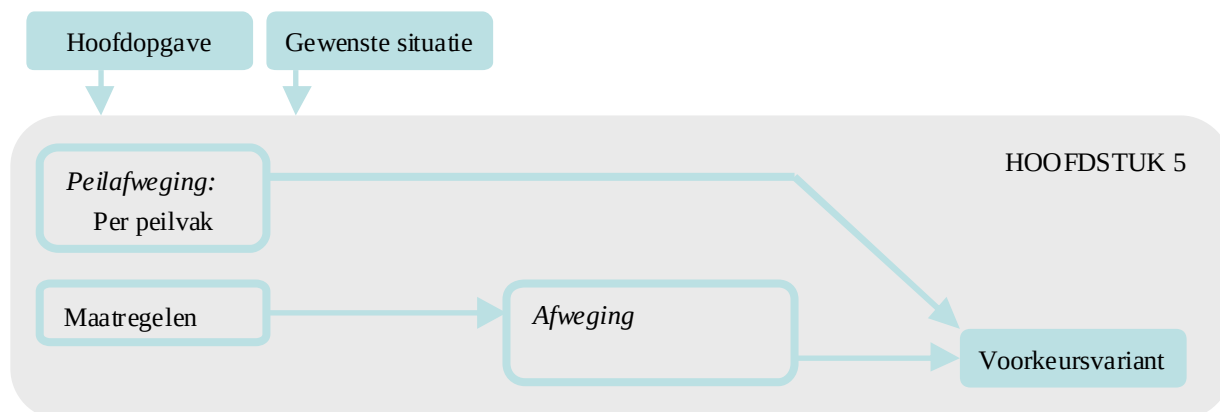
Tabel 4.5 Knelpunten in de Warmonderdam- en Alkemaderpolder

Volgnummer	Toelichting
WAP-1	Ondiepe en smalle watgang vlak voor het gemaal in peilvak 1.1 (160-058-00076 en 160-058-00070), zorgt voor forse opstuwings.
WAP-3	Drempel van gemaal Alkemade in peilvak 1.1 ligt te laag, met mogelijke terugstroming vanuit de boezem tot gevolg.
WAP-4	Er is meer afvoerend oppervlak via de riolering op peilvak 1.1 aangesloten dan de peilvakgrens doet vermoeden. Hierdoor moet het watersysteem in praktijk meer water afkomstig uit de riolering verwerken dan de theoretische opgave.
WAP-5	Slechte aansluiting van overige watgangen aan hoofdwatersysteem, waardoor daar in mindere mate sprake is van waterberging.
WAP-6	De potentiële berging van peilvak 1.1, in het klaverblad van de A44, ligt achter veel (smalle) duikers.
WAP-7	Er is relatief veel verhard oppervlak aanwezig in peilvak 1.1, in verhouding tot het onverhard oppervlak en open water oppervlak. Hierdoor krijgt het peilvak een hoge piekbelasting vanuit de riolering te verduren, waar weinig ruimte voor is.
WAP-8	Bij de aanleg van het sportpark bij de Van Alkemadelaan is het watersysteem op een te hoog peil aangelegd, waardoor het niet meer voor berging gebruikt kan worden.
WAP-9	Peil in peilvak 1.1 heeft een zomer- en winterpeil, waar een vast peil logischer lijkt.
WAP-10	Het peilverschil in peilvak 2.1 tussen zomer en winter is groter dan nodig.
WAP-11	Het peil is in peilvak 4.1 te hoog voor het grasland.
WAP-12	Peilvak 3.1 is mogelijk een te kleine bemalingseenheid. De keuze om deze te behouden moet worden onderzocht.
WAP-13	De begrenzing van peilvak 4.1 moet worden herzien. Mogelijk kan het peilvak aansluiten bij een naastliggend peilvak.



Figuur 4.3 Knelpunten in de Warmonderdam- en Alkemaderpolder

5 Peilen en inrichtingsmaatregelen



In hoofdstuk 4 is de hoofdoopgave voor de polder geconstateerd. Vervolgens is de vraag welke maatregelen genomen kunnen worden en of zij de hoofdoopgave op een doelmatige wijze oplossen. De doelmatigheid wordt bepaald door “de baten” van een maatregel uit te zetten tegen “de kosten”. Het gaat hierbij niet alleen om geld. Zo kan het creëren van draagvlak bij de baten horen en het wegnemen van draagvlak bij de kosten.

In dit hoofdstuk zijn de afwegingen voor de peilen en inrichtingsvarianten beschreven. De inrichtingsvarianten zijn ontwikkeld op basis van zinvolle oplossingsrichtingen, gebaseerd op de knelpunten en kansen. De varianten en peilen zijn afgewogen aan de hand van de criteria uit paragraaf 2.3. De variant die als beste naar voren is gekomen uit de afweging is als voorkeursvariant benoemd.

5.1 Peilafweging

Per peilvak resulteert een peilafweging in een peilvoorstel. De peilafweging is gedaan op basis van de in het gebied voorkomende functies en op basis van de uitgangspunten zoals opgenomen in Hoofdstuk 2. In onderstaande secties zijn de peilvoorstellen toegelicht per peilvak. Het voorstel is samengevat in Tabel 5.1.

In de polder bestaan 4 peilafwijkingen, die op bestaansrecht zijn getoetst. Het resultaat van de toetsing is opgenomen in Bijlage 2.

Tabel 5.1 Vigerende peilen, voorgestelde peilen en drooglegging bij peilvoorstel

Peilvak	Peil huidig peilbesluit [mNAP]		Peil voorstel [mNAP]		Drooglegging t.o.v. mediaan bij peilvoorstel [m]	
	Zomer	Winter	Zomer	Winter	Zomer	Winter
OR-1.19.1.1	-1,22	-1,32	-1,32	-1,32	1,35	1,35
OR-1.19.2.1	-1,22	-1,37	-1,25	-1,35	0,85	0,95
OR-1.19.3.1	-0,97	-1,07	-1,07	-1,07	0,85	0,85
OR-1.19.4.1	-1,27	-1,42	Vervalt als peilvak			

5.1.1 Peilvak 1.1

Peilvak 1.1 heeft in het vigerend peilbesluit een zomerpeil van -1,22 mNAP en een winterpeil van -1,32 mNAP.

Tabel 5.2 Huidig peilbesluit en gemiddeld praktijkpeil peilvak 1.1, in mNAP.

Peilvak	Peilbesluit		Praktijkpeil (2010-2012)				
	Zomer	Winter	Zomer '10	Winter '10	Zomer '11	Winter '11	Zomer '12
OR-1.19.1.1	-1,22	-1,32	-1,23	-1,33	-1,23	-1,33	-1,25

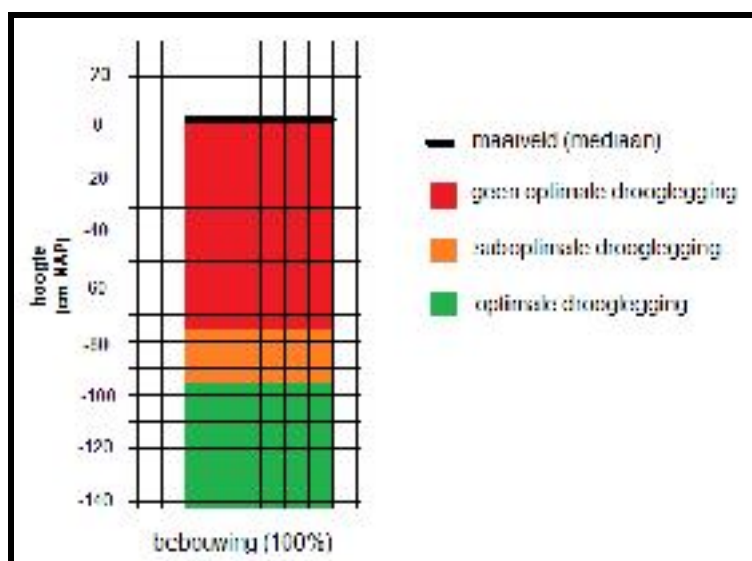
Uit de analyse van de functiefacilitering blijkt een onnodig peilverschil tussen zomer- en winterpeil (knelpunt WAP-9). Het gebied kent een stedelijke functie, waarvoor een peilverschil geen meerwaarde biedt. In Figuur 5.1 is de reikwijdte voor de optimale drooglegging in stedelijk gebied weergegeven, gebaseerd op de gegevens van sectie 4.5.1.

Wat een wenselijk peil is binnen de marge voor stedelijk gebied, wordt hier hoofdzakelijk bepaald door het tekort aan berging en de krappe afvoer van het watersysteem. Voor deze twee aspecten geldt dat het peil niet te veel omhoog mag om berging te behouden, en niet te veel omlaag mag om genoeg afvoer te behouden.

Om deze redenen wordt voorgesteld om het oorspronkelijke winterpeil als vast peil te gaan hanteren. Het peilverschil tussen zomer- en winterpeil kan dus worden opgeheven. Het voorgestelde peil is -1,32 m NAP.

Tabel 5.3 Peilvoorstel voor peilvak 1.1.

Peilvak	Voorstel vast peil
OR-1.19.1.1	-1,32 mNAP



Figuur 5.1 Optimale drooglegging voor de toetsfunctie in peilvak 1.1

5.1.2 Peilvak 2.1

Peilvak 2.1 heeft in het vigerend peilbesluit een zomerpeil van -1,22 mNAP en een winterpeil van -1,37 mNAP.

Tabel 5.4 Huidig peilbesluit en praktijkpeil peilvak 2.1, in mNAP.

Peilvak	Peilbesluit		Praktijkpeil (2010-2012)				
	Zomer	Winter	Zomer '10	Winter '10	Zomer '11	Winter '11	Zomer '12
OR-1.19.2.1	-1,22	-1,37	-1,23	-1,37	-1,22	-1,37	-1,23

In dit peilvak komen bebouwing en grasland voor. Het waterpeil moet deze functies faciliteren. Daarnaast bestaat een aanzienlijk deel van dit peilvak uit hoofdwegen (snelweg A44 en spoorlijn). Voor dit landgebruik is geen specifieke richtlijn voor drooglegging. Wel dient voorzichtig om te worden gegaan met een eventuele peilverlaging: de inrichting van de hoofdwegen sluit zeer waarschijnlijk aan op het vigerende peil.

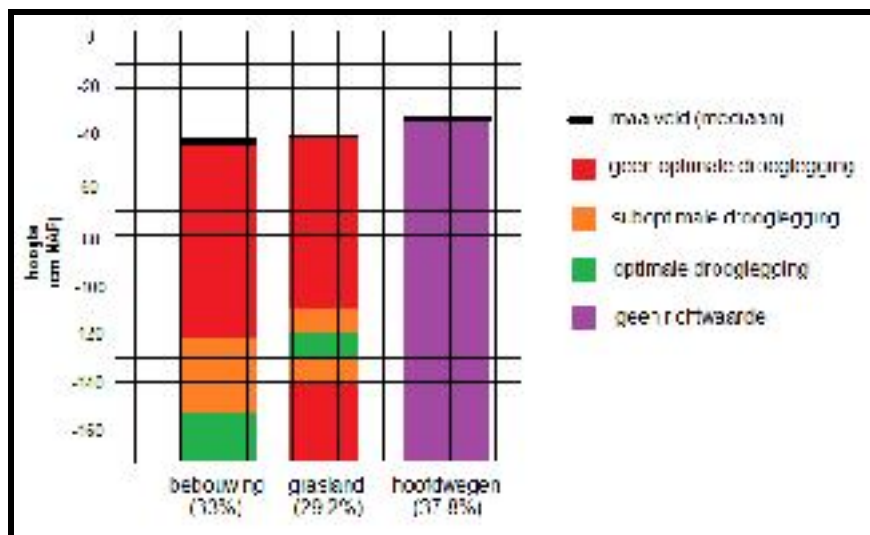
Uit de analyse van de functiefacilitering blijkt dat het peilverschil tussen zomer- en winterpeil in dit peilvak voor de aanwezige functies onnodig groot is (knelpunt WAP-10). Het huidige peilverschil is 0,15 m, terwijl voor grasland is een peilverschil van 0,10 m tussen zomer- en winterpeil genoeg is, en voor bebouwing zelfs een vast peil preferabel is.

De optimaal geachte reikwijdte voor drooglegging ten opzichte van het grasland en de bebouwing liggen niet op dezelfde hoogte (zie Figuur 5.2). Echter, de suboptimale drooglegging voor bebouwing valt wel binnen de optimale drooglegging voor grasland. In de praktijk bevindt het peil zich ook al in deze marge, en het merendeel van de bebouwing bestaat uit industrieterrein, waar waarschijnlijk geen kruipruimtes zijn. Om deze reden is het optimale peil voor grasland het uitgangspunt.

Op basis hiervan is het voorstel voor zomerpeil -1,25 m NAP en voor winterpeil -1,35 m NAP.

Tabel 5.5 Peilvoorstel voor peilvak 2.1.

Peilvak	Voorstel zomerpeil	Voorstel winterpeil
OR-1.19.2.1	-1,25 m NAP	-1,35 m NAP



Figuur 5.2 Optimale drooglegging voor de toetsfuncties in peilvak 2.1.

5.1.3 Peilvak 3.1

Peilvak 3.1 heeft in het vigerend peilbesluit een zomerpeil van -0,97 mNAP en een winterpeil van -1,07 mNAP.

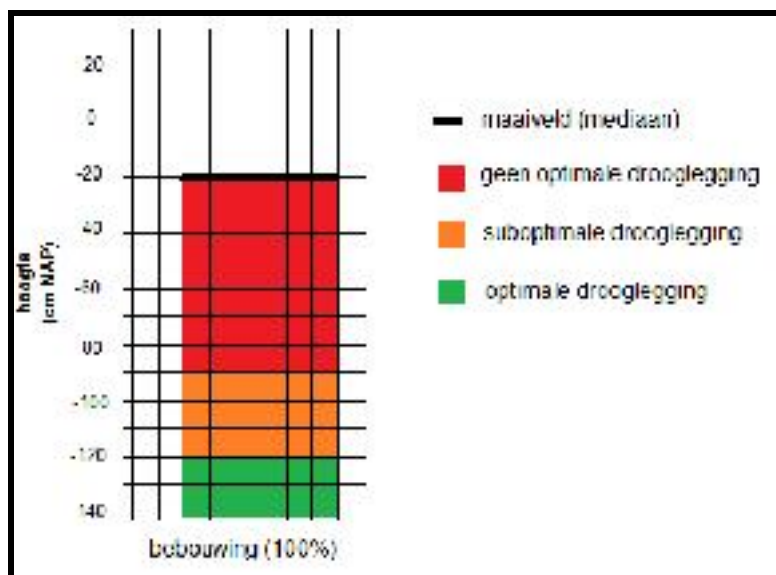
Tabel 5.6 Huidig peilbesluit en praktijkpeil peilvak 3.1, in mNAP.

Peilvak	Peilbesluit		Praktijkpeil (2010-2012)				
	Zomer	Winter	Zomer '10	Winter '10	Zomer '11	Winter '11	Zomer '12
OR-1.19.2.1	-0,97	-1,07	onbepaald	onbepaald	onbepaald	-1,06	-0,97

Peilvak 3.1 bestaat hoofdzakelijk uit bebouwing. Er zijn enkele percelen grasland, maar omdat die waarschijnlijk binnenkort worden bebouwd, wordt voor dit peilvak voornamelijk gelet op het optimale peil voor bebouwing. Uit Figuur 5.3 blijkt dat het huidige winterpeil reeds binnen de suboptimale drooglegging ligt. Omdat er verder geen klachten bekend zijn over het huidige peil, wordt dit peil zoveel mogelijk aangehouden. Op basis hiervan is het voorstel een vast peil op -1,07 m NAP.

Tabel 5.7 Peilvoorstel voor peilvak 3.1.

Peilvak	Voorstel vast peil
OR-1.19.3.1	-1,07 m NAP



Figuur 5.3 Optimal drooglegging voor de toetsfuncties in peilvak 2.1

5.1.4 Peilvak 4.1

Peilvak 4.1 heeft volgens het vigerend peilbesluit een zomerpeil van -1,27 mNAP en een winterpeil van -1,42 mNAP.

Tabel 5.8 Huidig peilbesluit en praktijkpeil peilvak 4.1, in mNAP.

Peilvak	Peilbesluit		Praktijkpeil (2010-2012)				
	Zomer	Winter	Zomer '10	Winter '10	Zomer '11	Winter '11	Zomer '12
OR-1.19.4.1	-1,27	-1,42	Onbemeten				

Dit peilvak bestaat voor de helft uit een peilafwijking (OB01). Daarnaast is er recentelijk een jachthaven aangelegd, waarvan het terrein op boezempeil wordt ingericht. Dan blijft er nog een klein gebied over van ongeveer 4 hectare. Dit is te klein voor een aparte bemalingseenheid, in verband met de relatief hoge kosten van een boezemgemaal voor zo'n lage capaciteit. Het gebied dat dan wordt afgewaterd, is bovendien van slechts één eigenaar. Samen is dit vertegenwoordigd in knelpunt WAP-13. De beste oplossing is om het gehele peilvak wordt om te zetten in peilafwijkingen op de boezem, zodat het daarmee buiten de polder valt.

Het is daarmee niet nodig om een peil vast te stellen voor het peilvak OR-1.19.4.1, zodat het knelpunt WAP-11 vervalt.

Tabel 5.9 Peilvoorstel voor peilvak 4.1.

Peilvak	Voorstel vast peil
OR-1.19.4.1	Vervalt

5.2 Maatregelen

Om de vastgestelde knelpunten op te lossen zijn maatregelen nodig. Er zijn vooral maatregelen nodig om het tekort aan berging in peilvak 1.1 aan te pakken. Het tekort aan berging kan op verschillende manieren aangepakt worden; minder aanvoer (vanuit de riolering), meer berging en/of meer afvoer. Binnen deze oplossingsrichtingen zijn diverse combinaties van maatregelen mogelijk (zie Tabel 5.10). Hoe meer van deze maatregelen worden uitgevoerd, hoe effectiever het bergingsprobleem wordt aangepakt.

Tabel 5.10 Algemene oplossingsrichtingen voor bergingstekort

Knelpunt	Oplossingsrichting	Voorbeeld maatregelen
Bergingstekort	Aanvoer verkleinen	Afvoerend oppervlak verkleinen door afkoppelen riolering
		Afvoerpiek vanuit de riolering verkleinen door aanleg extra overstort boezem
	Berging vergroten	Horizontaal: Meer water oppervlak
		Verticaal: Grotere drooglegging (peil omlaag, ophogen grond)
	Afvoer vergroten	Verbeteren hydraulica afvoerroute
		Grotere gemaalcapaciteit

Voor een overzichtelijke afweging zijn de bovenstaande oplossingsrichtingen en maatregelen verwerkt in een drietal varianten. Het verschil tussen de varianten zit in de mate waarin het knelpunt opgelost wordt. De overige maatregelen worden na de varianten behandeld.

5.2.1 Varianten

Variant 1: Essentiële maatregelen

De eerste variant bestaat hoofdzakelijk uit het beperken van de overstort van water uit de riolering. Op dit moment voert een groot stuk boezemland het overtollige water via de riolering af naar de polder. Door deze afvoer te begrenzen en te beperken ontstaat er relatief veel ruimte in het watersysteem van de polder. Pas als deze scheve verdeling tussen riolering en polder aangepakt wordt is het zinvol om naar het effect van extra open water te kijken. Wordt deze scheve verdeling niet aangepakt dan is het nemen van maatregelen in het watersysteem “dweilen met de kraan open”.

Het waterschap heeft de conclusie van de scheve verdeling tussen riolering en polder met de gemeente Teylingen kortgesloten. Dit heeft geleid tot een gezamenlijk meetplan om het functioneren van de riolering en de polder beter in beeld te brengen om vervolgens gezamenlijk naar een optimale oplossing te komen. Dit meetplan is nu in uitvoering.

Parallel aan het opstellen van het meetplan is gezamenlijk gekeken de contouren van de maatregelen in de riolering. Deze contouren bestaan uit het isoleren van de riolering rond de Jaglustkade in combinatie met een extra overstort op de boezem. Deze maatregelen worden in het vervolgtraject van dit plan verder uitgewerkt met de gemeente Teylingen.

In de eerste variant is tevens de maatregel opgenomen om de hoofdwaterloop naar het gemaal te verdiepen en verbreden. De diepte van de watergang moet minimaal 0,5 m zijn en de breedte minimaal 2 m.

De maatregelen van variant 1 lossen 80% van het bergingstekort op. Hierin is tevens de voorgestelde verlaging van het zomerpeil in meegenomen.

Variant 2: Effectieve en efficiënte maatregelen

Voor de aanpak van het resterende tekort is eerst gekeken naar de mogelijkheden voor het vergroten van het wateroppervlak binnen het peilvak; percelen die relatief eenvoudig en goedkoop als waterberging ingericht kunnen worden.

Extra berging binnen het peilgebied is allereerst te realiseren in het “oksel” van de afrit van de A44. Hiermee wordt 0,25 ha extra water gerealiseerd. Om dit extra oppervlak goed te benutten is een nieuwe duikerverbinding nodig onder de afrit door. Verder is er overige watergang die verland is en relatief eenvoudig te reconstrueren is waarmee een klein oppervlak water weer beter benut kan worden voor waterberging en afvoer.

Maatregelen van variant 2 lossen 100% van het bergingstekort op.

Variant 3: Effectieve maar niet efficiënte maatregelen

In de derde variant zijn de overige opties voor de realisatie van extra wateroppervlak binnen en buiten het peilgebied meegenomen.

Extra berging binnen het peilgebied is nog te vinden door Wasbeek terug te brengen op polderpeil. Het gaat hierbij echter maar om een klein wateroppervlak en dus een kleine toename in bergingsruimte. Op lange termijn is het zaak dat er meer water tussen de bedrijven wordt aangelegd. Hiermee wordt niet alleen het bergingsoppervlak vergroot maar wordt de bodem ook beter ontwatert.

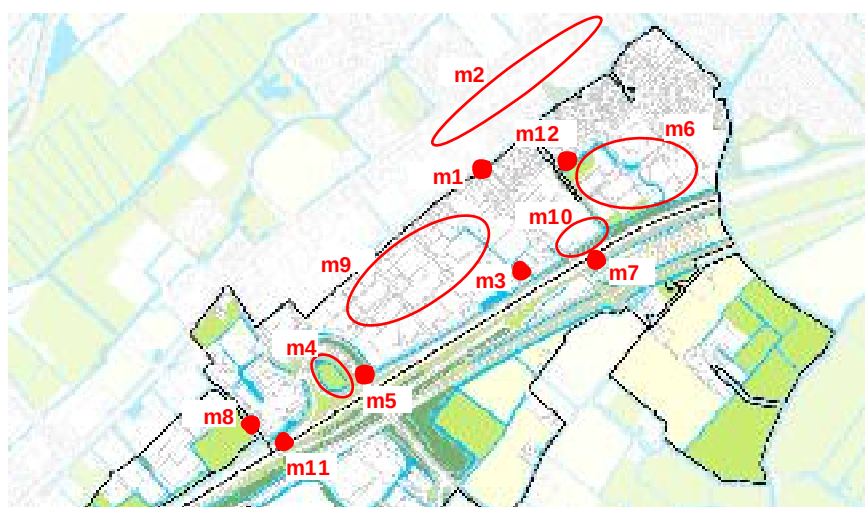
Extra berging buiten het peilgebied is mogelijk door het peilvak met nabijgelegen peilvakken te koppelen. Hiermee wordt de bestaande berging van andere peilgebieden beter benut, ontstaat er meer opties voor de aanleg van waterberging en wordt het systeem bovenal robuuster..

De mogelijkheden voor het vergroten van de afvoer zit enerzijds in een grotere capaciteit van het gemaal. Een groter gemaal is kostbaar en brengt weer nieuwe hydraulische knelpunten met zich mee in de afvoerroute. Er is daarom gekeken naar het verplaatsen van de locatie van het noodgemaal en het aanleggen van een nooduitlaat naar de boezem. Het verplaatsen van het noodgemaal betekent dat de huidige afvoerroute niet extra belast wordt. Een logische plek voor een nieuwe locatie is aan de westpunt van het peilvak. Het grote nadeel hierbij is dat er in deze route weer vele krappe duikers liggen die voor opstuwung zorgen en dat er geen goed locatie voor opstelplaats aanwezig is. Een uitlaat naar de boezem betekent dat het peil in de het peilvak niet hoger komt dan ongeveer -0,50 m NAP (mits het boezempeil niet stijgt). Dit is echter al een overschrijding van de toelaatbare peilstijging en is daarmee een maatregel die pas in zeer extreme situaties een bijdrage levert aan het beperken van wateroverlast.

De drie varianten met bijbehorende maatregelen zijn beschreven in Tabel 5.11. Een uitgebreide beschrijving van deze maatregelen is beschreven in Bijlage 6. Alle maatregelen zijn weergegeven in Figuur 5.4.

Tabel 5.11 Maatregelen en varianten aanpak bergingstekort in peilvak 1.1

Oplossings-richting	Maatregel nr.	Omschrijving	Variant 1	Variant 2	Variant 3
Minder aanvoer	WAP-m1	Overstort bij de boezem	X	X	X
	WAP-m2	Rioleringsgebied begrenzen	X	X	X
Meer berging	WAP-m3	Reconstrueren overige watergang		X	X
	WAP-m4	Retentievijver in klaverblad		X	X
	WAP-m5	Duiker naar retentievijver		X	X
	WAP-m6	Wasbeek terug op peilvakpeil			X
	WAP-m7	Koppeling 1.1 en 1.2			X
	WAP-m8	Koppeling 1.1 en 1.3			X
	WAP-m9	Meer water gangen tussen bedrijven			X
Meer afvoer	WAP-m10	Hoofdwaterloop naar gemaal vergroten	X	X	X
	WAP-m11	Noodgemaal andere kant peilgebied			X
	WAP-m12	Nooduitlaat bij Wasbeek			X
Oplossing knelpunt bergingstekort			80%	100 %	150%



Figuur 5.4 Alle mogelijke maatregelen voor aanpak van het knelpunt bergingstekort in peilvak 1.1

Afweging varianten

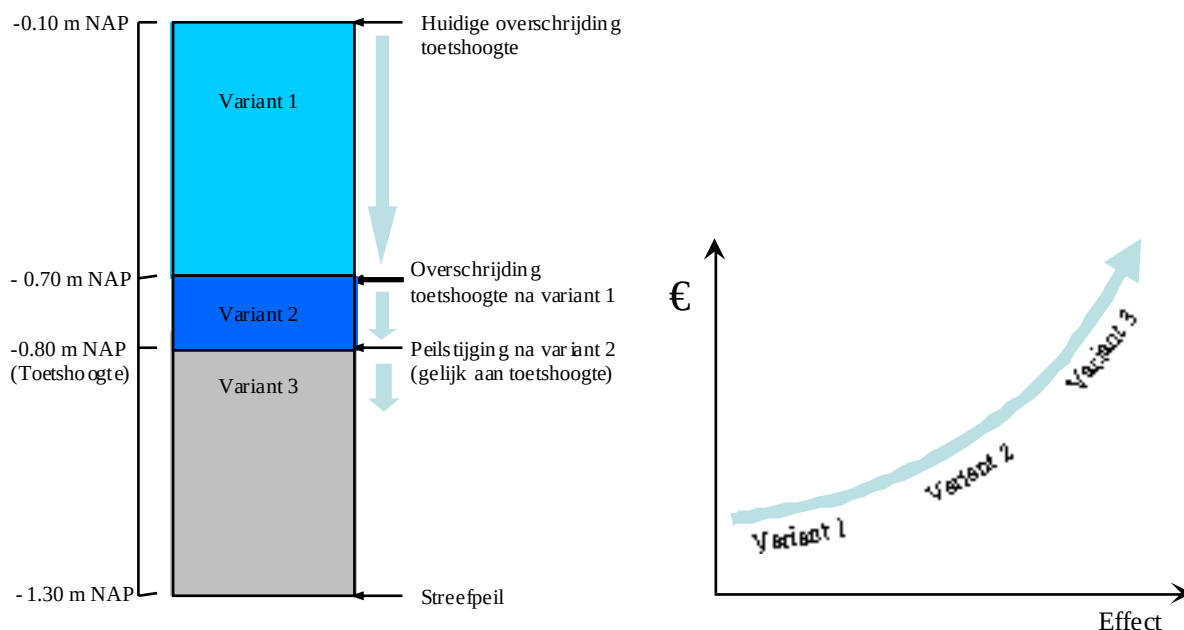
Er zijn drie varianten gedefinieerd op basis van de mogelijkheden om het bergingsprobleem aan te pakken. De varianten lopen op in aantal maatregelen, in hun kosten en in het effect dat zij teweeg brengen, zie Tabel 5.11.

Variant 1 is de variant waarin drie essentiële maatregelen worden uitgevoerd. Deze maatregelen zijn zeer effectief en lossen 80% van het probleem op. De kosten voor de maatregelen in het watersysteem zijn orde van grootte €25.000,-. De maatregelen in de riolering worden zo veel mogelijk gecombineerd met de bestaande gemeentelijke plannen voor rioleringsmaatregelen rond de Jagtlustkade.

Variant 2 betreft een aanvulling op variant 1 met alle maatregelen die Rijnland doelmatig (effectief en efficiënt) kan uitvoeren in het watersysteem om het bergingsprobleem aan te pakken. Het effect van deze maatregelen is voldoende om het knelpunt voor 100% op te lossen. Gegeven de onzekerheid rond het functioneren van de riolering en het klimaatscenario voor 2050, is het de vraag of dit op lange termijn voldoende is om het systeem robuust te houden. De kosten voor de aanvullende maatregelen in het watersysteem in variant 2 bedragen bij elkaar orde van grootte €100.000,-.

Variant 3 betreft de maatregelen die getroffen kunnen worden om het systeem ook voor de toekomst robuust te houden. Op dit moment geldt voor alle maatregelen dat de baten niet opwegen tegen de kosten (zie Figuur 5.5). De kosten voor de aanvullende maatregelen in het watersysteem in variant 3 bedragen bij elkaar orde van grootte €1.000.000,-. Het is dus zaak om deze kansen vooral te grijpen wanneer de situatie zich voordoet: het waterschap zal kansen moeten pakken door aansluiting te zoeken met partijen die van plan zijn om ontwikkelingen te realiseren. Bijvoorbeeld is het koppelen van de verschillende peilgebieden (1.1, 2.1 en 3.1) een kostbare zaak, en enkel efficiënt uit te voeren door mee te liften met ruimtelijke ontwikkelingen van anderen.

Met de uitvoer van de kansen in variant 3 wordt het watersysteem robuust en toekomstbestendig.



Figuur 5.5 Schematische weergave van het effect van de varianten en maatregelen, ten opzichte van hun kosten. Maatregelen worden relatief steeds duurder, doordat steeds grotere (duurdere) maatregelen nodig zijn om een kleiner stukje peilstijging te voorkomen.

Alle varianten richten zich op de aanpak van het bergingstekort, met maatregelen in de aanvoer, de berging en de afvoer. De varianten lopen op in het aantal maatregelen en de bijbehorende kosten, waarbij geldt dat het steeds kleinere peilverlaging wordt behaald naarmate er al meer peilverlaging is gerealiseerd.

Op basis van de kosten en baten van de maatregelen is variant 2 als voorkeursvariant voorgesteld. Hiermee wordt (op basis van het huidige inzicht in het functioneren van de riolering) aan de normen voor wateroverlast voldaan. De extra maatregelen om het watersysteem robuuster en meer toekomstbestendiger te maken zijn op dit moment niet doelmatig; de kosten zijn vele malen hoger dan de baten. In plaats daarvan is een meetplan opgesteld waarin het inzicht in de riolering verder aangescherpt wordt.

5.2.2 Overige maatregelen

Voor de overige knelpunten worden de volgende maatregelen voorgesteld:

WAP-m13 *Onderzoek & aanpak drempelhoogte onder de vijzel*

Ten behoeve van knelpunt WAP-3. Het boezemgemaal in peilvak 1.1 heeft een te lage drempel onder de vijzel. Hierdoor stroomt mogelijk water uit de boezem de polder in.

WAP-m14 *Begrenzing peilvak 3.1 voorlopig handhaven*

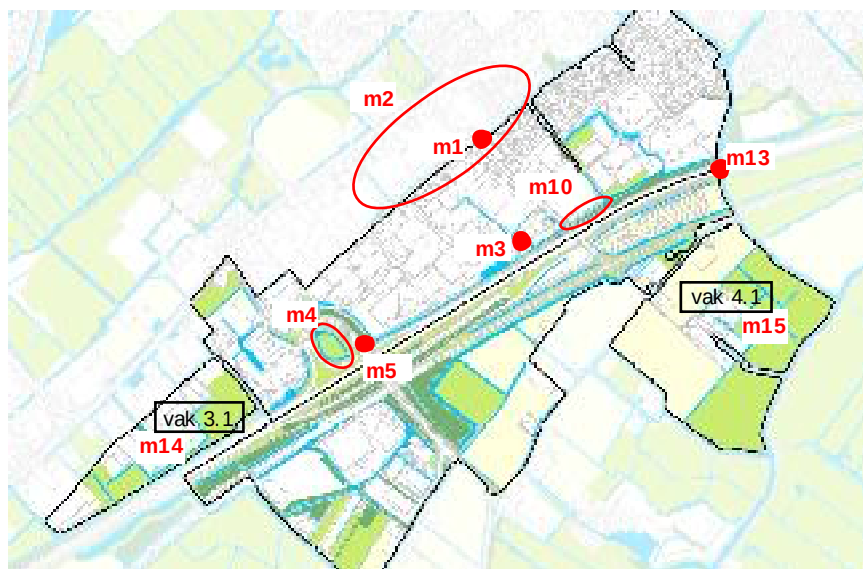
Ten behoeve van knelpunt WAP-12. Voorlopig blijft de begrenzing zoals hij is. Dit wordt heroverwogen wanneer een kans zich aanbiedt waarbij het watersysteem tussen peilvakken 1.1 en 3.1 wordt gewijzigd door lokale ontwikkelingen. In dat geval gaat de voorkeur uit naar een verbinding van peilvak 3.1 aan peilvak 1.1, zodat peilvak 3.1 als losse bemalingseenheid kan worden opgeheven.

WAP-m15 *Peilvak 4.1 opheffen, in overleg met eigenaren*

Ten behoeve van knelpunt WAP-13. Dit peilvak heeft relatief hoge onderhoudskosten om als bemalingseenheid in stand te houden. Daarnaast is geen geschikte mogelijkheid om het peilvak aan een ander peilvak te koppelen. Het nu resterende peilvak heeft twee eigenaren. Beide eigenaren hebben een voorkeur voor particulier beheer. Daarom is afgesproken om het peilvak op te heffen. Dit resulteert vervolgens in drie peilafwijking op de boezem.

5.2.3 Voorstel maatregelenpakket

Het voorgestelde maatregelenpakket is weergegeven in Figuur 5.6 en in Tabel 5.12.



Figuur 5.6 **Voorgestelde maatregelen**

Tabel 5.12 **Overzicht voorgestelde maatregelen**

Oorsprong	Maatregel	Maatregelenr.	Knelpunt
NBW	Overstort naar de boezem*	WAP-m1	WAP-4 t/m 8
NBW	Rioleringsgebied begrenzen*	WAP-m2	WAP-4 t/m 8
NBW	Reconstrueren overige watergang	WAP-m3	WAP-4 t/m 8
NBW	Retentievijver in klaverblad	WAP-m4	WAP-4 t/m 8
NBW	Duiker naar retentievijver	WAP-m5	WAP-4 t/m 8
NBW	Hoofdwaterloop richting gemaal vergroten	WAP-m10	WAP-1, 4 t/m 8
NBW	Onderzoek & aanpak drempelhoogte onder de vijzel	WAP-m13	WAP-3
Peilvoorstel	Begrenzing peilvak 3.1 voorlopig handhaven	WAP-m14	WAP-12
Peilvoorstel	Peilvak 4.1 wordt overgedragen naar ingelanden	WAP-m15	WAP-13

* Wordt opgepakt in een vervoltraject van dit watergebiedsplan met de gemeente Teylingen

6 Peilvoorstel en overzicht maatregelen

6.1 Peilvoorstel

Het peilvoorstel is weergegeven in Tabel 6.1.

- Het winterpeil wordt in de gehele polder ingesteld in de maanden September/Okttober;
- Het zomerpeil wordt in de gehele polder ingesteld in de maanden April/Mei;
- Het moment waarop de overgang van peilen plaatsvindt, is afhankelijk van de vochttoestand van de percelen en de weersomstandigheden
- De overgang van zomer- naar winterpeil vindt in deze polder geleidelijk plaats om inzakken van de zandige oevers als gevolg van snelle ontwatering te voorkomen.

Tabel 6.1 Peilvoorstel Warmonderdam- en Alkemaderpolder

Peilvak	Huidig peil zomer/winter	Voorstel peil zomer/winter	Wijzing peil zomer/winter	Drooglegging bij zomer-/winterpeil (bij peilvoorstel)
	m NAP	m NAP	m	m
OR-1.18.1.1	-1.22 / -1.32	-1.32 / -1.32	-0.10 / 0	1.35 / 1.35
OR-1.18.2.1	-1.22 / -1.37	-1.25 / -1.35	-0.03 / +0.02	0.85 / 0.95
OR-1.18.3.1	-0.97 / -1.07	-1.07 / -1.07	-0.10 / 0	0.85 / 0.85
OR-1.18.4.1	-1.27 / -1.42	vervalt	-	-

Voor inwerkingtreding van het nieuwe peilbesluit dienen de volgende maatregelen te zijn uitgevoerd:

- aanpassingen aan- en afslagpeilen poldergemalen van peilvakken 1.1, 2.1 en 3.1
- aanleg particuliere inlaten en gemalen en een scheidende damwand in de onderbemalingen van het voormalige peilvak 4.1

6.2 Bestaansrecht peilafwijkingen



Figuur 6.1 Peilafwijkingen in de Warmonderdam- en Alkemaderpolder

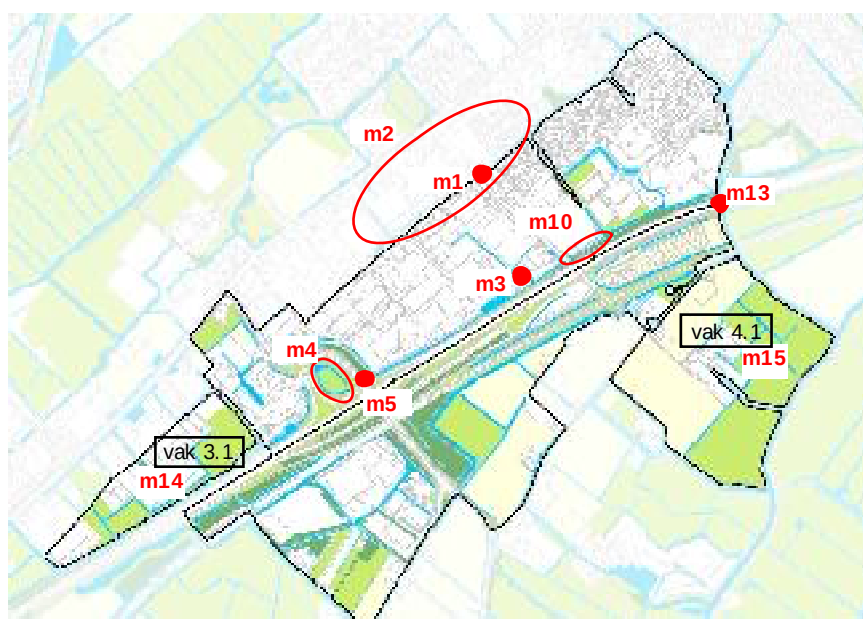
Tabel 6.2 Uitkomst voorlopige toetsing bestaansrecht peilafwijkingen

Peilafwijking	Grondgebruik	Grondsoort	Mediaan maaiveldhoogte	Bestaansrecht
HW01	Bebouwing	liedeergronden	0.17m NAP	ja
HW02	Bebouwing/sportvelden	antropogeen	0.11m NAP	ja
HW04	Bebouwing/cascade	nvt	0.46m NAP	nee
OB01	Grasland	enkeergronden	-0.37m NAP	Peilafwijking op boezem

6.3 Overzicht maatregelen

Naar verwachting kost uitvoering van de maatregelen ongeveer € 245.000,- inclusief BTW, voorbereidingskosten en reservering kosten onvoorzien.

Een overzicht van de maatregelen is weergegeven in Figuur 6.2 en **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..**


Figuur 6.2 Voorgestelde maatregelen
Tabel 6.3 Overzicht voorgestelde maatregelen

Oorsprong	Maatregel	Maatregelnr.	Knelpunt
NBW	Overstort naar de boezem*	WAP-m1	WAP-4 t/m 8
NBW	Rioleringsgebied begrenzen*	WAP-m2	WAP-4 t/m 8
NBW	Reconstrueren overige watergang	WAP-m3	WAP-4 t/m 8
NBW	Retentievijver in klaverblad	WAP-m4	WAP-4 t/m 8
NBW	Duiker naar retentievijver	WAP-m5	WAP-4 t/m 8
NBW	Hoofdwaterloop richting gemaal vergroten	WAP-m10	WAP-1, 4 t/m 8
NBW	Onderzoek & aanpak drempelhoogte onder de vijzel	WAP-m13	WAP-3
Peilvoorstel	Begrenzing peilvak 3.1 voorlopig handhaven	WAP-m14	WAP-12
Peilvoorstel	Peilvak 4.1 wordt overgedragen naar ingelanden	WAP-m15	WAP-13

* Wordt opgepakt in een vervolgtraject van dit watergebiedsplan met de gemeente Teylingen

Literatuuroverzicht

- Berendsen, De vorming van het land, 2004, ISBN: 9023240758
- Centrum voor Geo-informatie, Wageningen-Universiteit en Research centrum, Landelijk Grondgebruik Nederland, 2000
- DLO-Staring Centrum, Bodemkaart van Nederland, 1982
- Gemeente Teylingen, Bestemmingsplan Bedrijventerreinen Teylingen, 2012
- Gemeente Teylingen, Bestemmingsplan Buitengebied Warmond, 2000
- Gemeente Teylingen Bestemmingsplan Landelijk Gebied, 2002
- Gemeente Teylingen, Bestemmingsplan Wasbeek, 2002
- Gemeente Teylingen, Bestemmingsplan Uitbreiding J.G. van der Mey Group Vlees warenbedrijven e.o., 2009
- Hoogheemraadschap van Rijnland, Beleidsregel Peilafwijkingen, 2006
- Hoogheemraadschap van Rijnland, Nota Peilbeheer, 2008
- Hoogheemraadschap van Rijnland, Waterbeheerplan 2010-2015, Hoofdrapport, 2009
- Provincie Zuid-Holland, Visie op Zuid-Holland, 2010
- RAAP archeologisch adviesbureau, Gemeente Teylingen - Een archeologesche verwachtings- en beleidsadvieskaart (rapport bij nota 'onder de grond - Beleid voor archeologie in Teylingen' 2009.
- TNO, Dinoloket, www.dinoloket.nl, 2011
- Topografische Dienst Kadaster, Emmen, Topografische kaart, 2010

7 Bijlagen

Bijlage 1 Voormalige polderstructuur



Figuur 7.1 Huidige peilgebieden en watergangen met als achtergrond de polderstructuur in 1861 (Bron: nationaal archief).

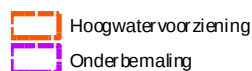
Bijlage 2 Toetsing peilafwijkingen

Bij de toetsing op bestaansrecht wordt de situatie binnen de peilafwijking vergeleken met de situatie in de rest van het peilvak waar sprake is van dezelfde grondsoort. Er wordt dan getoetst of een afwijkende maaiveldhoogte, dan wel een afwijkend grondgebruik aanleiding geeft tot een afwijkend peil (behoefte aan andere drooglegging en ontwateringsdiepte). Bovendien kan nog sprake zijn van een zwaarwegend argument om de peilafwijking wel al dan niet te vergunnen.

Uit de analyse blijkt dat niet alle getoetste peilafwijkingen bestaansrecht hebben.



Figuur 7.2 Peilafwijkingen



Tabel 7.1 Analyse peilafwijkingen

Peilafwijking	Mediaan maaiveldhoogte peilafwijking	Mediaan maaiveldhoogte peilvak excl. peilafwijkingen	Hoogteverschil	Landgebruik peilafwijking	Landgebruik peilvak	Bestaansrecht
HW01	0.17m NAP	-0.12m NAP	0.29m	Bebouwing	Bebouwing	Ja
HW02	0.11m NAP	-0.12m NAP	0.22m	Bebouwing	Bebouwing	Ja
HW04	-0.46m NAP	-0.46m NAP	0m	Cascade	Bebouwing & Grasland	Nee
OB01	-0.37m NAP	Niet van toepassing	Niet van toepassing	Bollenteelt & grasland	Niet van toepassing	Peilafwijking op boezem

Peilafwijking HW01 betreft een hogergelegen sloot tussen bedrijfsbebouwing en een weg. De functie is hiermee niet afwijkend van de rest van het peilvak. Het maaiveld is hier aanzienlijk hoger dan in de rest van het peilvak en zonder hoger peil valt de watergang droog. Het verschil in maaiveldhoogte bedraagt 0.29m (mediaan). De peilafwijking heeft daarom bestaansrecht op basis van een afwijkende maaiveldhoogte.

Peilafwijking HW02 bestaat uit een hoek met hoger peil in de woonwijk Wasbeek (zie foto's hieronder). Hier is sprake van bebouwing en sportvelden. De functie is hiermee niet afwijkend van de rest van het peilvak. Het maaiveld is hoger dan de rest van het peilvak, het verschil in maaiveldhoogte bedraagt 0.23m (mediaan). De peilafwijking heeft daarom bestaansrecht op basis van een afwijkende maaiveldhoogte. Het gebied rondom de watergang en de watergang zelf zijn enkele jaren geleden heringericht. Daarbij is alles op een hoger peil dan het peilvak aangelegd, vanwege de persleiding die de watergang aan benedenstroomse zijde, op vrijwel gelijke hoogte kruist. Wanneer het peil zou worden teruggebracht naar het peil van het peilvak liggen duikers en beschoeiing te hoog, vallen delen vrijwel droog en is de taludinrichting niet overal te handhaven (instabiel vanwege grote drooglegging).



Figuur 7.3 Foto's peilafwijking Wasbeek

Peilafwijking HW04 beslaat een klein gedeelte watergang in vak 2.1. Het betreft een gedeelte waar vanuit ethisch oogpunt door de grondeigenaar een cascade in de watergang is gemaakt. Het maaiveld is niet hoger dan de rest van het peilvak, het verschil in maaiveldhoogte bedraagt 0m (mediaan). Bovendien vormt de cascade een obstructie van de watergang en stroomt deze tegengesteld aan de eigenlijke afvoerrichting. De peilafwijking heeft hierom geen bestaansrecht.

Peilafwijking OB01 betreft een gedeelte bollenteelt (ten noorden van de watergang) en een gedeelte weiland (ten zuiden van de watergang). De peilafwijking wordt hier niet verder getoetst omdat het een peilafwijking op de boezem betreft (zie ook paragraaf 5.1.4).

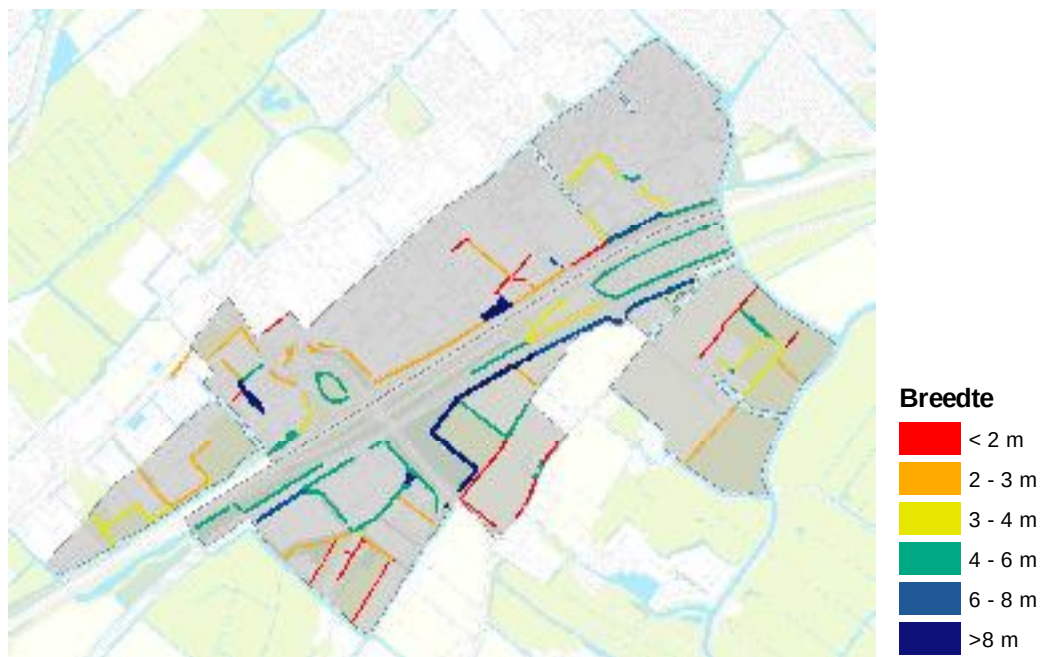
Bijlage 3 Hydraulische analyse

Inleiding

Gezien de kleine hoogteverschillen en geringe lengte binnen de bemalingsgebieden, is voor deze polder de hydraulische analyse hoofdzakelijk uitgevoerd aan de hand van de dimensies van de watergangen en kunstwerken. Er is dus specifiek bekeken of de watergangen breed en diep genoeg zijn om de polder goed te laten functioneren/wateroverlast te voorkomen.

Analyse

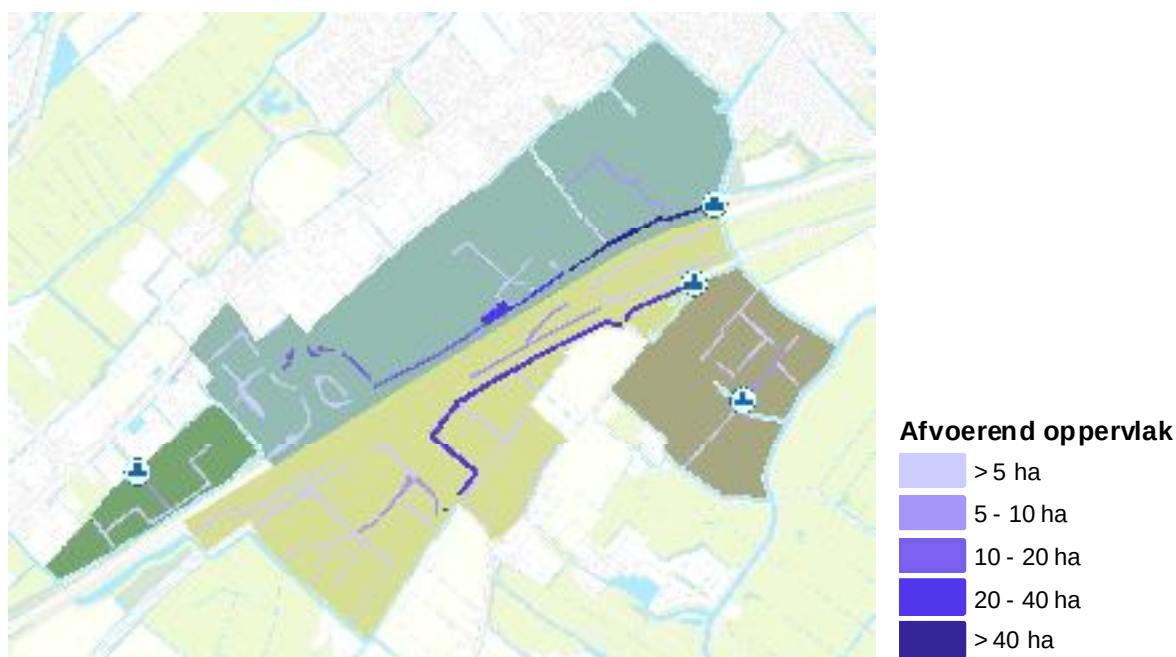
De breedtes en dieptes zijn weergegeven in respectievelijk Figuur 7.4 en Figuur 7.5. Het afvoerend oppervlak in de daaropvolgende figuur. Door deze waarden met elkaar te vergelijken, ontstaat inzicht of de verhouding tussen afvoer en het profiel voldoet.



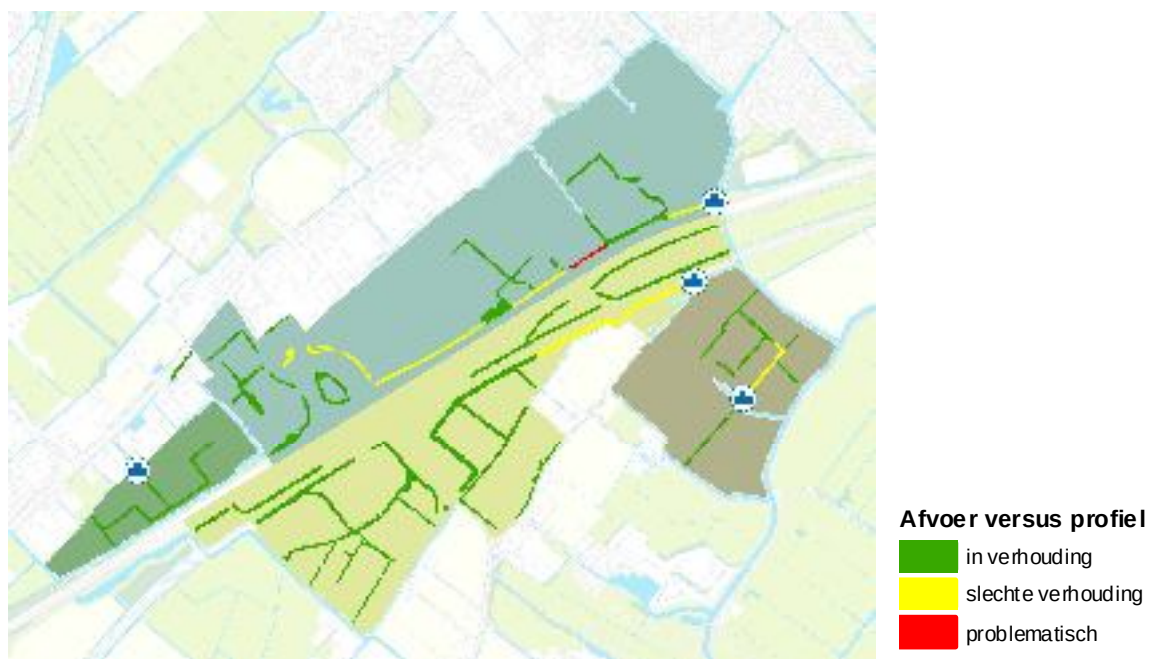
Figuur 7.4 Breedte van de hoofdwatgangen op water peil.



Figuur 7.5 Diepte van de hoofdwatgangen op winterpeil.



Figuur 7.6 Afvoerend oppervlak aangesloten op de hoofdwatgangen. Bij peilvak 1.1 is extra oppervlak vanuit het stedelijk gebied opgeteld.

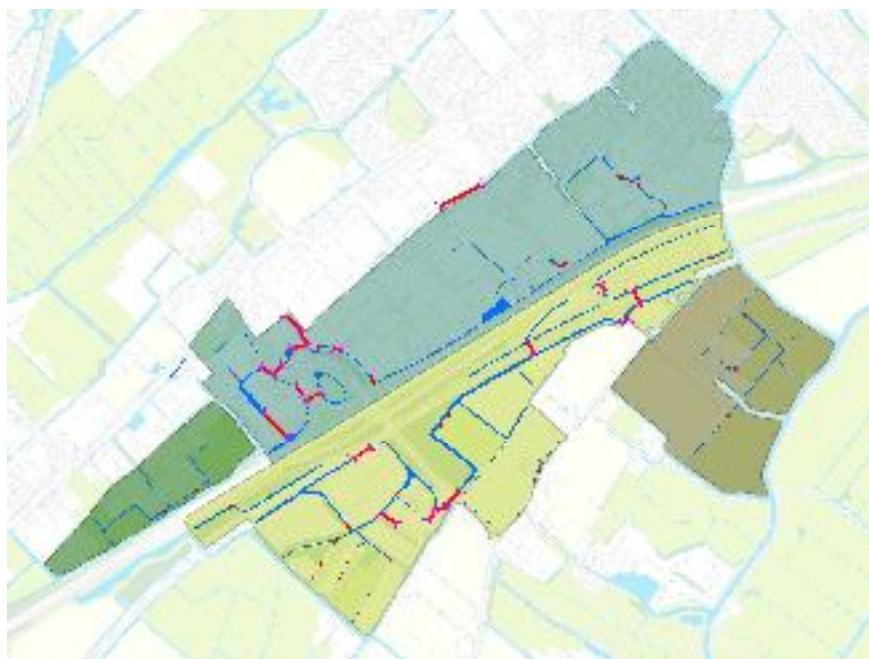


Figuur 7.7 Verhouding tussen het afvoerend oppervlak en het doorstroomprofiel.

De watergangen dichtbij een boezemgemaal en de watergangen met een centrale af- en aanvoerfunctie hebben een groot afvoerend oppervlak. Zij moeten daarom een behoorlijke breedte en diepte hebben om het watersysteem in het peilvak onder controle te kunnen houden. Dus daar waar veel afvoer doorheen moet, moet voldoende ruimte zijn.

Uit de verhouding tussen het afvoerend oppervlak en het doorstroomprofiel (op basis van diepte & breedte), blijkt dat er enkele watergangen aan de krappe kant zijn, en dat één watergang ronduit problematisch is. De problematische watergang is onderdeel van de watergangen 160-058-00076 en 160-058-00070.

De duikers in de polder (zie onderstaande figuren) geven geen directe aanleiding tot afvoerproblemen. De waco vlak bij de besproken ondiepe watergang (160-058-00076 en 160-058-00070) is groot genoeg, maar verzandt momenteel doordat weinig stroomsnelheid wordt gegenereerd door de naastliggende ondiepte. De waco is dus zelf geen oorzaak voor problemen. De duikers in het westen van peilvak 1.1, rondom het 'klaverblad' van de A44, zijn niet allemaal even groot. Enkelen zijn 400 mm breed, waar anderen 1000 mm zijn. De 400 mm lijkt



Figuur 7.9 Duikers in het westen van peilvak 1.1, met hun diameter.

Bijlage 4 Berging

De theoretische berging wordt bepaald aan de hand van kentallen. Het bestaat uit de onderdelen: berging op/in de verharde grond, berging op/in de onverharde grond en berging op wateroppervlak. De berging wordt vervolgens vergeleken met de benodigde berging, die afhankelijk is van de wateraanvoer en beschikbare waterafvoer.

Analyse

In onderstaand tabel is weergegeven welk percentage van elk peilvak uit verhard oppervlak bestaat en hoeveel millimeter berging beschikbaar is. Het bodemtype waarop de verharding met name is gelokaliseerd is in de tabel ook opgenomen, omdat dit percentage dan van het oppervlak van het betreffende bodemtype wordt afgetrokken om het oppervlak onverhard op dat bodemtype te verkrijgen.

In verhard gebied zijn de mogelijkheden voor afstroming goed en is de berging op straat slechts 2 mm. Als er gemengde riolering is 7mm, verbeterd gescheiden 4mm en gescheiden (of drukriolering) 0 mm.

Tabel 7.2 Berging op/in de verharde ondergrond

Peilvak	Verhard oppervlak ¹ (ha)	Verharding op bodemtype	Beschikbare berging
1.1	56 ²	Zand/klei op veen	7 mm riolering + 2 mm op straat
2.1	12,6	Klei op veen	7 mm riolering + 2 mm op straat
3.1	3,0	Klein op veen / zand	7 mm riolering + 2 mm op straat
4.1	1,0	Zand	7 mm riolering + 2 mm op straat

¹ percentage verhard is verkregen door het oppervlak bebouwing + hoofdwegen + glastuinbouw op te tellen (bron LGN).

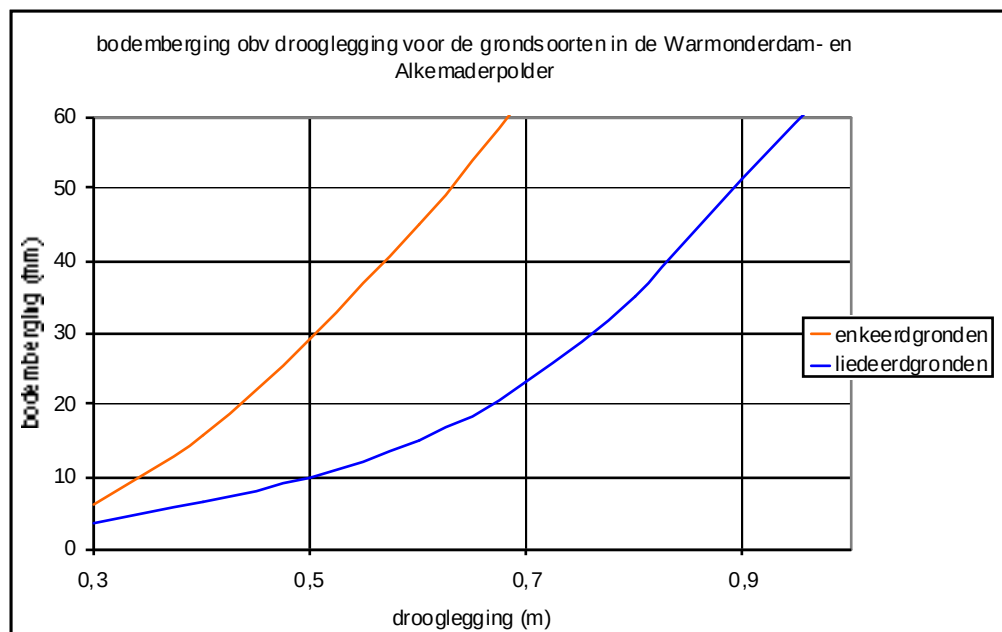
² Aangenomen dat er 28 hectare extra oppervlak via de riolering is aangesloten.

De berging in de bodem is bepaald door het percentage onverhard gebied per peilvak te combineren met de verticale ruimte in de bodem. De verticale ruimte is bepaald aan de hand van de drooglegging en de bergingscapaciteit van de verschillende bodemtypes. De uiteindelijke berging is in onderstaande figuren uitgedrukt in mm's voor het gehele oppervlak onverhard van het betreffende peilvak.

De berging op het maaiveld vindt plaats in de vorm van plasvorming. Deze plassen ontstaan niet door inundatie van uit het watersysteem, maar door beperkingen in afstromingsmogelijkheden. In onverhard gebied hangen de mogelijkheden voor afstroming af het landgebruik. De aanname is dat op bollengrond en overig teeltland 5 mm geborgen wordt en op grasland 15 mm. Dit komt door het reliëf in het maaiveld en de afstand tot het watersysteem. Dit hangt vaak samen met de schade (en de acceptatie) van plasvorming per type grondgebruik.

Tabel 7.3 Berging in de onverharde ondergrond

Peilvak	Drooglegging (m bij zomerpeil)	Onverhard opp. per bodemtype (ha)	Bodemtype	Berging per bodemtype bij drooglegging tov zomerpeil (mm)	Bodemberging onverhard gemiddeld per peilvak (mm)
1.1	1,25	7,0	Liedeerdgrond	80	71
		6,1	Eerdgrond	60	
2.1	0,82	22,7	Liedeerdgrond	40	40
3.1	0,77	3,0	Liedeerdgrond	30	37
		0,5	Eerdgrond	80	
4.1	0,81	13,6	Eerdgrond	90	90



Figuur 7.11 Bodemberg o.b.v. drooglegging

Tabel 7.4 Berging op de onverharde grond

Peilvak	Oppervlak peilvak (ha)	% onverhard: akkerland en bollenteelt	Beschikbare berging (mm)	% onverhard: gras en bos	Beschikbare berging (mm)	Berging op maaiveld (onverhard) gemiddeld per peilvak
1.1	70 ¹	0	5	31	15	15
2.1	37	12	5	50	15	13
3.1	7	0	5	53	15	15
4.1	15	24	5	65	15	12

¹ Aangenomen dat er 28 hectare extra oppervlak via de riolering is aangesloten.

De berging in het watersysteem is bepaald door het percentage wateroppervlak per peilvak te combineren met de verticale ruimte in dit watersysteem. De verticale ruimte is bepaald door de meest kritieke NBW toetshoogte. De uiteindelijke berging is uitgedrukt in mm's voor het gehele oppervlak van het betreffende peilvak.

Tabel 7.5 Berging open water

peilvak	Oppervlak open water		Primair water	Overig water	Zomerpeil	Toetshoogte	Verticale ruimte ²
	ha	%	%	%	m NAP	m NAP	m
1.1	1,2	1,8 ¹	46	54	-1,22	-0,80 (0%l.mv)	0,42
2.1	2,1	5,8	32	68	-1,22	-0,72 (5%l.mv)	0,50
3.1	0,2	3,0	91	9	-0,97	-0,51 (5%l.mv)	0,46
4.1	0,2	1,6	43	57	-1,27	-0,81 (5%l.mv)	0,46
totaal	3,8	3,0					

² Verticale ruimte = Peilstijging tot toetshoogte, berekend vanaf zomerpeil

Tabel 7.6 Totale berging (mm)

	Verhard			Onverhard			Oppervlaktewater	
Peilvak	Oppervlak	Berging op straat	Berging in riool	Oppervlak	Berging op maaiveld	Berging in de bodem	Oppervlak	Berging
	%	mm	mm	%	mm	mm	%	mm
1.1	79,8 ¹	2	7	18,6	15	71	1,8	420
2.1	34,2	2	7	61,8	13	40	5,8	500
3.1	44,8	2	7	52,6	15	37	3,0	460
4.1	6,8	2	7	89,5	12	90	1,6	460

¹ Aangenomen dat er 28 hectare extra oppervlak via de riolering is aangesloten.

Tabel 7.7 Totale berging (m3)

	Verhard		Onverhard		Oppervlaktewater		Totaal per peilvak
peilvak	Berging		Berging		Berging		
	mm	m ³	mm	m ³	mm	m ³	mm
1.1	9	5040 ¹	86	11231	420	5166	51
2.1	9	1139	53	12119	500	10730	65
3.1	9	282	52	1915	460	966	47
4.1	9	92	102	13694	460	1104	98

¹ Aangenomen dat er 28 hectare extra oppervlak via de riolering is aangesloten.

¹ Alleen binnen het peilvak.

Tabel 7.8 Benodigde berging

Peilvak	Oppervlak (ha)	Maatgevend	Neerslag (mm)	Te verwerken water (m3)
1.1	70 ¹	1/10 jaar	55	38500
2.1	37	1/10 jaar	55	20350
3.1	7	1/10 jaar	55	3850
4.1	15	1/10 jaar	55	8250

¹ Aangenomen dat er 28 hectare extra oppervlak via de riolering is aangesloten.

Tabel 7.9 Toetsing totale berging

peilvak	Neerslag totaal (m3)	Beschikbare berging totaal (m ³)	Tekort aan berging voor opvangen neerslag (m ³)	Beschikbare afvoercapaciteit (m3/dag)	Voldoet aan de normen water overlast?
1.1	38500	21432	17143	9331	Nee
2.1	20350	23988	-	9677	Ja
3.1	3850	3163	687	1469	Ja
4.1	8250	14889	-	4579	Ja

Bijlage 5 Functie facilitering

Toelichting keuze aangegeven range optimale drooglegging per functie per peilgebied

Peilvak 1.1

Bebouwing → De weergegeven range is gebaseerd op het feit dat bij de meeste bebouwing wateroverlast aan kruipruimtes etc. voorkomen wordt met een drooglegging van ten minste 1.00m. Gezien het type bebouwing (bedrijventerrein) is een iets kleinere drooglegging waarschijnlijk niet direct problematisch.

Peilvak 2.1

Bebouwing → De weergegeven optimale range vindt zijn oorsprong in het feit dat voor de meeste bebouwing wateroverlast aan kruipruimtes etc. voorkomen wordt met een drooglegging van ten minste 1.00m. Gezien het type bebouwing (bedrijventerrein) is een iets kleinere drooglegging waarschijnlijk niet direct problematisch.

Gras → De optimale range voor gras vindt zijn oorsprong in de droogleggingsrichtlijn. In de ondergrond komt veen voor, echter is dit naar het zich laat aanzien pas vanaf een dergelijke diepte dat het geen aanleiding is om de drooglegging te beperken.

Hoofdwegen → Hoofdwegen is geen functie waar de drooglegging aan dient te worden getoetst. Omdat het gedeelte echter zo'n groot gedeelte van het peilvak beslaat is dit oppervlak wel van de overige functies afgetrokken.

Peilvak 3.1

Bebouwing → Een drooglegging groter dan 1m is meestal voldoende voor bestaande bouw met kruipruimtes. Bovendien betreft het bebouwd gebied hier een bedrijventerrein en hoeft een kleinere drooglegging – door het ontbreken van kruipruimtes – mogelijk geen probleem te vormen. Lage delen in dit peilvak betreffen onbebouwde percelen (grasland?). Om deze reden is een kleinere drooglegging geen probleem.

Peilvak 4.1

Gras →

De optimale range voor gras vindt zijn oorsprong in de droogleggingsrichtlijn. Een aanzienlijk deel van dit peilvak is ontwikkeld tot jachthaven.

Bollen → Voor de bollenteelt in dit peilvak geldt een optimale range gelijk aan de droogleggingsrichtlijn.

Bijlage 6 Beschrijving maatregelen

Om de bergingsproblemen aan te pakken zijn maatregelen mogelijk binnen aanvoer, berging en afvoer. Zij zijn hieronder beschreven. Een locatieaanduiding van alle maatregelen is weergegeven op de kaart in Figuur 5.4

Minder aanvoer

De eerste stap om het bergingstekort op te lossen is om maatregelen te nemen in de aanvoer. Uitvoeren van maatregelen anders dan deze, is als het waren dweilen met de kraan open, omdat dan de symptomen worden aangepakt in plaats van de oorzaak.

WAP-m1 Overstort bij de boezem

Een eerste goede maatregel is om een extra overstort van het rioolstelsel te maken op de boezem. Op deze manier wordt de overstort binnen peilvak 1.1 ontlast, en hoeft een kleiner deel van het overstortwater via de polder naar de boezem verpompt te worden. Een aanzienlijk deel van de wateroverlast zal al door deze ingreep voorkomen kunnen worden.

De dichtstbijzijnde mogelijkheid om in de boezem over te storten is weergegeven in Figuur 7.12. Andere (doodlopende) boezemsloten hebben al een slechte waterkwaliteit, of liggen te ver weg om het rioolstelsel effectief te ontlasten.



Figuur 7.12 Locatie huidige overstort (paars) en extra overstort (blauwpaars).

WAP-m2 Rioleringsgebied begrenzen

Het is niet mogelijk om de huidige overstort te verwijderen, omdat het laagliggende gedeelte van de riolering, in peilvak 1.1, dan geen overstortmogelijkheid meer zou hebben. Wel is het mogelijk om controle te krijgen over het deel van de riolering dat afwatert over de huidige overstort. Met interne drempels in de riolering is kan de druk in de leidingen worden gestuurd, zodat water eerder/meer zal overstorten op de boezem dan in de polder.

Voor deze sturing zal meer helderheid moten komen in de aanvoer vanuit de riolering. Om deze helderheid te krijgen moet de gemeente samen met het waterschap dynamische meetinformatie van de riolering hebben. Daarna moeten beide overheden samen bepalen op welke wijze de aanvoer vanuit de riolering het beste beperkt kan worden.

Op termijn kan ook het aangesloten oppervlak op de riolering worden verkleind. Wanneer dit oppervlak direct afwatert op de boezem, verminderd dit de druk op de polder.

Meer berging

Extra berging binnen peilgebied 1.1 is te vinden in extra watergangen. Voor meer oppervlak wordt er eerst gekeken naar gebied dat relatief eenvoudig en goedkoop als waterberging ingericht kan worden. Extra berging door het ophogen van de kritische percelen is duur en moeilijk uitvoerbaar vanwege de bebouwing, en geen duurzame maatregel.

Extra berging buiten het peilgebied is mogelijk door peilgebieden te koppelen. Bestaande berging van andere peilgebieden wordt dan beter benut, en daar liggen meer mogelijkheden om waterberging aan te leggen.

Tenslotte is peilverlaging een manier om meer (verticale) berging te creëren. Echter, dit betekent voor peilgebied 1.1 dat de watergangen verdiept moeten worden. Gezien de geringe breedte van de meeste waterlopen dient deze verdieping in de meeste gevallen gepaard te gaan met de aanleg van beschoeiing, wat een kostbare maatregel is.

Uitgangspunt voor polder Warmonderdam- en Alkemaderpolder

Uit de analyse van de polder (Hoofdstuk 4), blijkt dat de polder relatief versnipperd is vanwege de vier kleine bemalingsgebieden. In de loop van de tijd zijn wegen aangelegd die de oorspronkelijke polder hebben gesplitst. Versnippering is niet gewenst, omdat de polder daarmee niet overzichtelijk en robuust is: veel inlaten en gemalen, en in dit geval is er een onduidelijke interactie met de riolering. Het is belangrijk om in ogenschouw te nemen of in de toekomst de polder helemaal wordt opgesplitst en ingedeeld bij andere polders, of dat getracht moet worden om door middel van hydraulische verbindingen de polder in tact te laten. Deze stip op de horizon moet duidelijk zijn om richting te kunnen geven aan de maatregelen om actuele problemen op te lossen.

Uitgangspunt vanuit het waterschap is om de polder in stand te houden, gezien de lage ligging van de percelen langs de A44. Bij dit uitgangspunt is versnippering alleen te voorkomen door de bemalingsgebieden op lange termijn samen te voegen. Samenvoeging van bemalingsgebieden biedt in het kader van de bergingsproblemen in peilvak 1.1 een kans, omdat in dat geval relatief meer berging beschikbaar wordt.

WAP-m3

Reconstrueren overige watergang

In peilvak 1.1 heeft een aantal overige watergangen nauwelijks aansluiting op het hoofdwatersysteem, door een verzandde watergang in combinatie met een dam waar slechts twee hele kleine pijpjes doorheen liggen. Het aansluiten van deze watergangen (bij watergang 160-058-00078) aan het hoofdwatersysteem biedt een kans om hen mee te laten werken in de waterberging.

WAP-m4

Retentievijver in klaverblad

In het klaverblad van de A44 ligt ongebruikte ruimte waar veel water geborgen zou kunnen worden. Momenteel ligt er een smalle watergang, maar wanneer dit tot een vijver zou worden gegraven, ontstaat een retentievijver die veel water zou kunnen bergen. Zie Figuur 7.13.

Deze maatregel is extra van nut wanneer hij wordt gecombineerd met de onderstaande maatregel (duiker onder de rotonde)

WAP-m5

Duiker naar retentievijver

De eventuele retentievijver is nog meer van nut wanneer hij ook goed bereikbaar is voor het water vanaf het bebouwd gebied (vanaf het noordoosten). Momenteel moet dat water via een zestal duikers in serie, waarvan de kleinste 500 mm is. Dit zou kunnen door de duikers allemaal te vergroten, maar ook door één extra duiker aan te leggen onder de opgang naar de brug door. De laatste optie heeft sterk de voorkeur omdat het hydraulisch een betere oplossing is en waarschijnlijk ook goedkoper. Zie Figuur 7.13.

Deze maatregel is ook van nut wanneer het noodgemaal aan de andere zijde van peilvak 1.1 wordt geplaatst (maatregel WAP-4m11).



Figuur 7.13 Locatie retentievijver in klaverblad van de A44 en extra duiker ernaartoe.

WAP-m6 *Wasbeek terugbrengen op peilvakpeil*

De woonwijk en de sportvelden 'Wasbeek' zijn niet op peilvakpeil aangelegd, maar een stuk hoger. Hierdoor is daar maar weinig ruimte voor overtollig water, voordat het afwatert op de rest van het peilvak. Er kan dus extra berging worden gecreëerd wanneer dit gebied wordt teruggebracht op het peilvakpeil.

WAP-m7 *Koppeling 1.1 en 1.2*

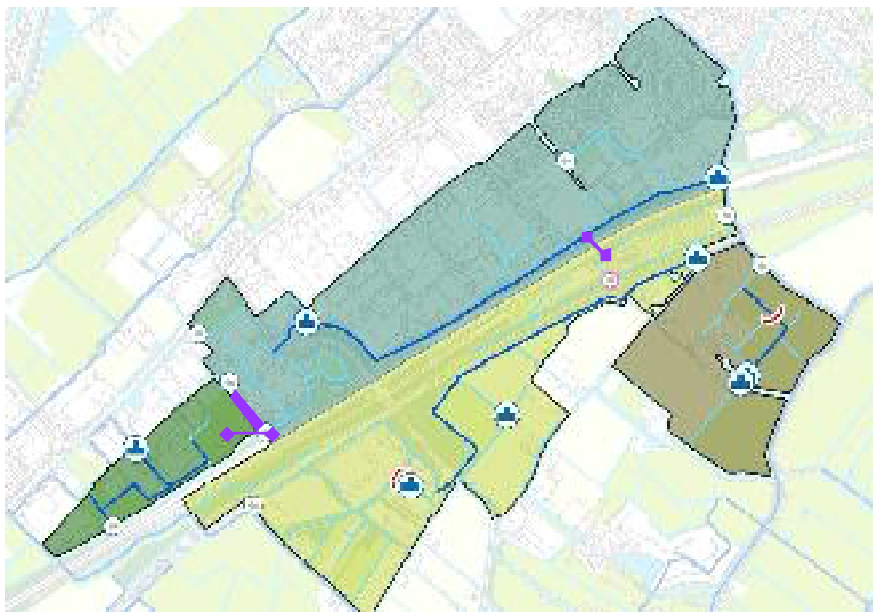
De extra berging die beschikbaar is in peilvak 1.2 kan worden gebruikt voor water dat op peilvak 1.1 terechtkomt, wanneer de twee peilvakken gekoppeld worden. De koppeling is mogelijk door een duiker aan te leggen onder de A44 door. Zie Figuur 7.14.

Mogelijk kan op termijn ook het afvoersysteem worden gewijzigd, zodat slechts éénemaal nodig is voor beide peilvakken.

WAP-m8 *Koppeling 1.1 en 1.3*

De extra berging die beschikbaar is in peilvak 1.3 kan worden gebruikt voor water dat op peilvak 1.1 terechtkomt, wanneer de twee peilvakken gekoppeld worden. De koppeling is mogelijk door een duiker aan te leggen onder de boezem door, of het stuk boezem tussen de peilvakken meteen te betrekken bij de twee peilvakken. Zie Figuur 7.14.

Mogelijk kan op termijn ook het afvoersysteem worden gewijzigd, zodat slechts éénemaal nodig is voor beide peilvakken.



Figuur 7.14 Locatie koppelingen peilvak 1.1 met 2.1 en met 3.1, in het paars.

WAP-m9 *Meer watergangen tussen bedrijven*

Peilvak 1.1 heeft relatief veel aanvoer van water via de riolering, maar heeft ook relatief veel verhard oppervlak terwijl maar weinig open water zich bij dit oppervlak bevindt. Het zou goed zijn voor het watersysteem om meer (overige) watergangen in het systeem te hebben, zodat meer water kan worden geborgen. Echter, omdat het veelal gaat om bedrijventerreinen, is het lastig en duur om watergangen te graven, terwijl kleine watergangen relatief weinig opleveren.

Het is daarom zaak om watergangen aan te leggen wanneer reeds plannen bestaan voor ontwikkeling. Wanneer wordt aangehaakt bij ontwikkelingen in het gebied kan goedkoop en eenvoudig het watersysteem robuuster worden gemaakt.

Meer afvoer

Net zoals het van essentieel belang is om de aanvoer te beperken, is het van essentieel belang om de afvoercapaciteit bij het boezemgemaal van peilvak 1.1 te garanderen. Vervolgens kunnen andere maatregelen in de afvoer worden gezocht, met name bij calamiteitsituaties.

WAP-m10 *Hoofdwaterloop bij gemaal vergroten*

De hoofdwatergang vlak voor het gemaal, onderdeel van watergangen 160-058-00076 en 160-058-00070, is zeer ondiep en zeer smal. Dit is een bottleneck voor het gehele peilvak, en moet als allereerst worden verbreedt en verdiept. Een aanzienlijk deel van de wateroverlast zal al door deze ingreep voorkomen kunnen worden.

WAP-m11 *Noodgemaal aan andere kant peilgebied*

Momenteel wordt het noodgemaal bij calamiteiten geplaatst naast het boezemgemaal van peilvak 1.1. Dit heeft zin zolang de watergangen er naartoe voldoende aanvoercapaciteit hebben. Dit is momenteel niet het geval. Na het vergroten van de hoofdwaterloop bij het gemaal (maatregel WAP-4m10) zal dit een stuk beter zijn.

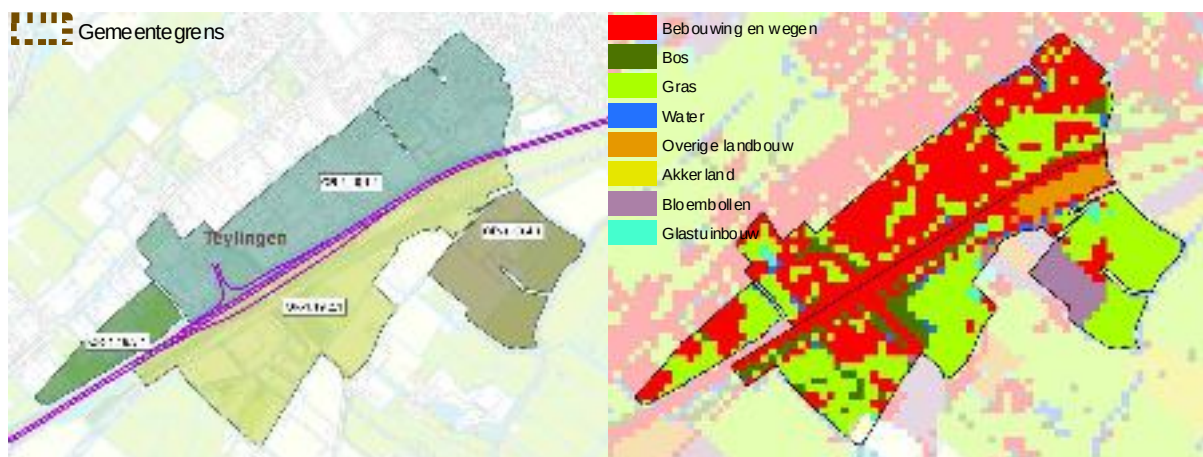
Kans is echter dat de watergangen bij het gemaal nog steeds te krap zijn voor de capaciteit van het boezemgemaal en het noodgemaal samen. Dan zal het noodgemaal meer nut hebben wanneer het aan de andere kant van het peilvak wordt geplaatst. Op deze manier wordt optimaal van de afvoercapaciteit gebruik gemaakt.

Voorwaarde hierbij is dat de watergangen in de zuidwest hoek voldoende afvoercapaciteit hebben. Wanneer de duiker naar de retentievijver wordt aangelegd (maatregel WAP-4m5) zal dit hoogstwaarschijnlijk het geval zijn.

WAP-m12 *Nooduitlaat bij Wasbeek*

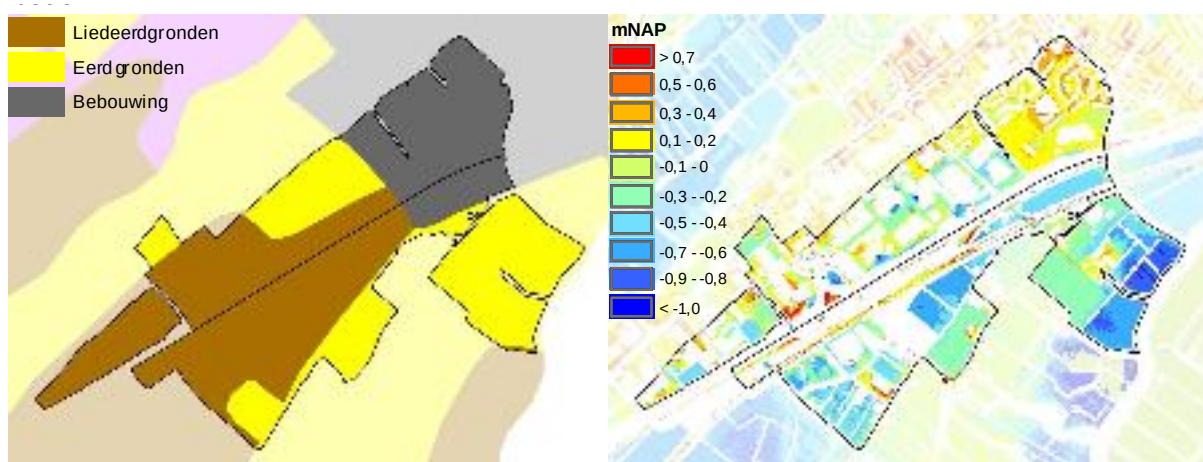
Bij de wijk en de sportvelden 'Wasbeek' zal een nooduitlaat richting de boezem de afvoercapaciteit van het peilvak vergroten. De nooduitlaat heeft pas effect wanneer het peil in de polder boven boezempeil staat. Dus pas bij extreme calamiteiten biedt de nooduitlaat ruimte. Dan zal er echter al wateroverlast plaatsvinden.

Bijlage 7 Kaarten



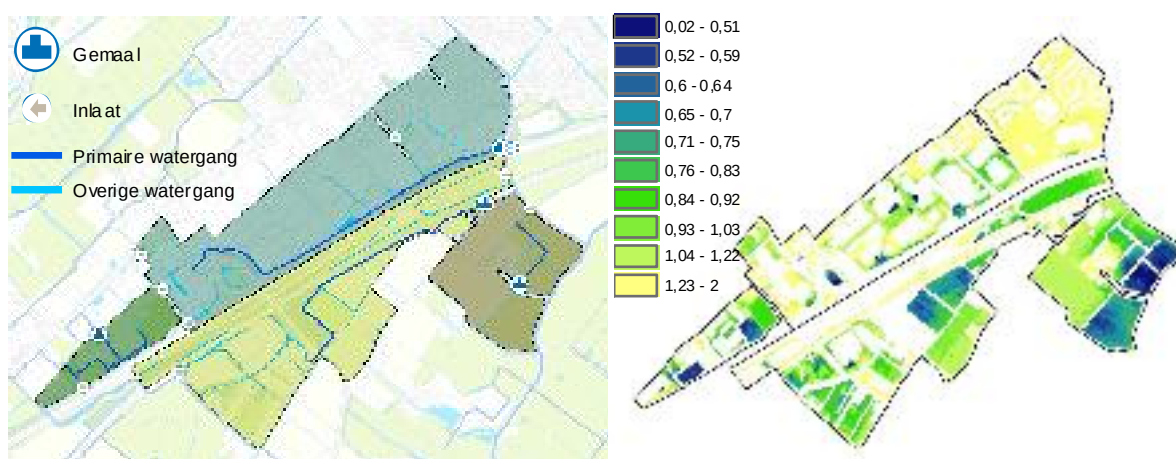
Ligging

Landgebruik



Bodemtype

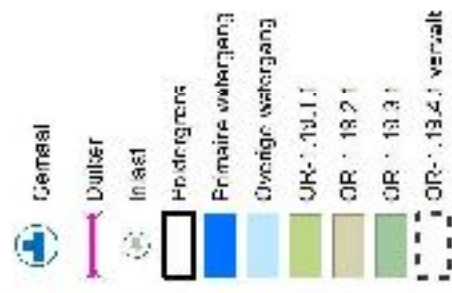
Hoogte



Huidig watersysteem

Huidige drooglegging (tov zomerpeil)

**Toekomstige
waterhuishoudkundige situatie**



De collectie bestaat uit een reeks van 100 afbeeldingen van het leger van de Verenigde Staten in de Tweede Wereldoorlog.

www.pearsoned.com

५६

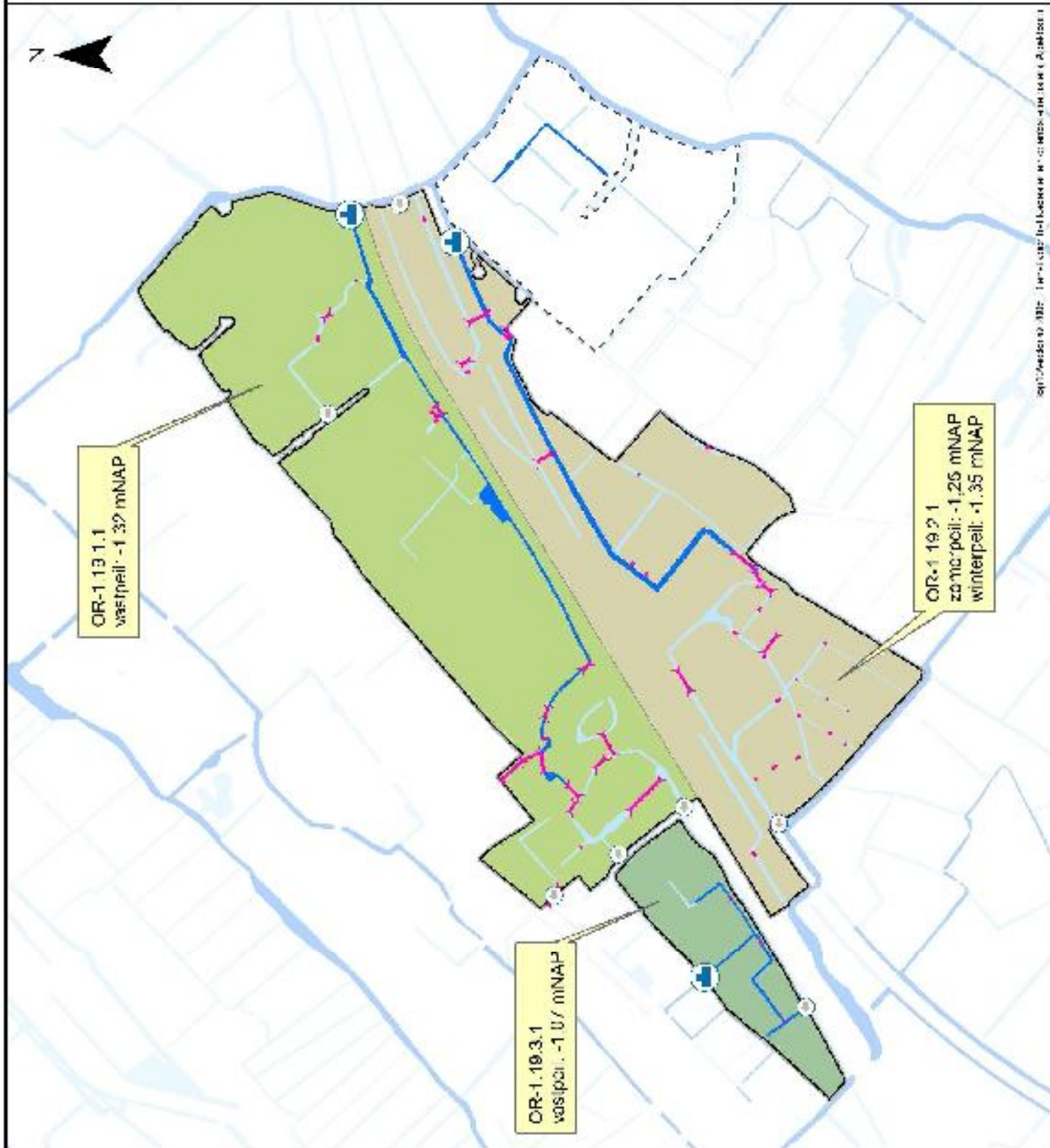
Peilbeestuit
Wanmonderdam-Alkemaderpolder

Datum: 15 februari 2014

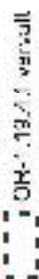
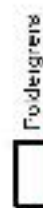
Schaal: 1:8.378



Hoogheemradschap van
Rijnland

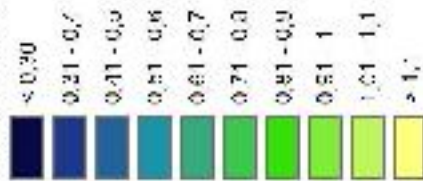


Toekomstige waterhuishoudkundige situatie



Droeglegging peilbesluit

meter low winterpell

Peilbestuit
Wanmonderdam-Alkemaderpolder

Datum: 15 februari 2014

Schaal 1:0.328



Recht verordening van

Riinland

