



Hoogheemraadschap van
Rijnland

Ontwerp Nota bemalingsbeleid Rijnland

Juni 2020



Archimedesweg 1
postadres:
postbus 156
2300 AD Leiden
telefoon (071) 3 063 063
telefax (071) 5 123 916

CORSA
nummer: **20.043819**
versie: versie
auteur: NaamInformeel
datum: datum
projectnummer: PROSA
dossier: DOSSIERCODE

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1 Inleiding	5
1.1 Doel en inhoud van de nota	5
1.2 Bemaling.....	5
1.3 Berging.....	5
1.4 Wettelijke kaders	5
2 Bemalingscapaciteit van de polders	6
2.1 Bemalingsrichtlijnen	6
2.2 Normering wateroverlast: beleidslijn 'vasthouden, bergen, afvoeren'	6
2.3 Huidige over- en ondercapaciteit in poldergemalen	7
2.4 Evenwicht tussen polder- en boezembemaling	7
2.5 Overige ontwerpcriteria.....	8
2.6 Maatwerk	8
2.7 Stuwcapaciteit peilvakken en hooggelegen polders	9
3 Noodbemaling	10
3.1 Capaciteit en wijze van noodbemaling.....	10
3.2 Inzet noodbemaling	10
3.2.1 Afweging.....	10
3.2.2 Inzetcriteria.....	11
Bijlage 1. Normen wateroverlast	13
Bijlage 2. Onderbouwing noodbemalingscapaciteit.....	14
Bijlage 3. Onderbouwing maatwerk bij capaciteitsbepaling poldergemalen.....	15
Bijlage 3.A: Effect van gemaalcapaciteit op de piekwaterstanden.....	19
Bijlage 3.B: Effect van klimaatverandering op de duur van peilstijgingen.	21
Bijlage 3.C: Kosten en baten van noodbemaling versus verhoging gemaalcapaciteit	23
Bijlage 3.D Kosten-baten hogere bemalingscapaciteit versus schade	28
Bijlage 3.E: Gemaalcapaciteit i.r.t. energieverbruik.....	30
Bijlage 3.F: Meerkosten tweepompsgemalen	32

Samenvatting

In deze nota worden de beleidskaders ten aanzien van de bemalingscapaciteit van de Rijnlandse polders vastgelegd. Onderwerpen die behandeld worden zijn:

- capaciteit polderbemaling
- capaciteit tijdelijke pompinstallaties en inzetcriteria

Bij de uitwerking is rekening gehouden met de afvoercapaciteit van de boezem, de wettelijke eisen omtrent wateroverlast zoals opgenomen in de provinciale omgevingsverordening, de principes van assetmanagement en de ervaring met de voorgaande nota. Dit leidt tot de volgende richtlijnen voor de capaciteiten van poldergemalen:

Bemalingsrichtlijnen

Bij het ontwerp van de polderbemalingscapaciteit gelden in principe de volgende uitgangspunten:

- 10 m³/min/100ha voor onbebouwd agrarisch gebied,
- 15 m³/min/100 ha voor bebouwd gebied en hoogwaardige teelten,
- 8 m³/min/100 ha voor de plassengebieden (in poldergebieden).
- Bij verandering van grondgebruik van onbebouwd agrarisch naar bebouwd of naar hoogwaardige teelt, blijft de capaciteit 10 m³/min/100ha. Door het nemen van waterneutrale maatregelen (vertragen van de afstroming of vergroten van de bergingscapaciteit) wordt ervoor gezorgd dat het watersysteem voldoende robuust blijft.
- Bij uit productie nemen van hoogwaardige teelt of bij natuurgebieden maximaal 10 m³/min/100ha.
- In geval in een gebied sprake is van substantiële kwel (meer dan 1mm/dag) de bovenstaande bemalingscapaciteiten per mm kwel te vergroten met 0,7 m³/min/100ha.

Normering wateroverlast: Beleidslijn 'vasthouden, bergen, afvoeren'

De polders moeten voldoen aan de beschermingsniveaus voor wateroverlast, zoals opgenomen in de provinciale omgevingsverordeningen. Als uit de toetsing een wateroverlastknelpunt blijkt, dan wordt in eerste instantie gezocht naar mogelijkheden om meer water vast te houden of te bergen, percelen op te hogen of schade te accepteren. Indien deze opties niet mogelijk zijn of te duur, dan kan het een optie zijn om de gemaalcapaciteit te vergroten. Over het algemeen geldt dat het vergroten van de gemaalcapaciteit niet doelmatig is om wateroverlast te voorkomen. Wel kan de duur van een peilstijging hier effectief mee worden beperkt. Voor de duur van wateroverlast zijn geen wettelijke normen opgesteld; wel is er een inspanningsverplichting om wateroverlast zoveel mogelijk te beperken.

Huidige over- en ondercapaciteit in poldergemalen

In sommige polders is capaciteit boven de norm en in anderen onder de norm beschikbaar. Bij een toekomstige aanpassing de volgende uitgangspunten te hanteren:

- *Bij overcapaciteit:* aanpassing van de bemalingscapaciteit aan de uitgangspunten als er sprake is van veranderde omstandigheden of onvoldoende grond waarop overcapaciteit te motiveren. In andere gevallen handhaving van de overcapaciteit.
- *In geval van ondercapaciteit:* aanpassing van de bemalingscapaciteit aan de uitgangspunten alleen indien uitbreiding bergingscapaciteit of schadeacceptatie in een afweging een ongunstiger alternatief is.

Overige ontwerpcriteria

Bij de uiteindelijke pompkeuze spelen naast de gewenste capaciteit en de opvoerhoogte ook energie en redundantie een rol: Het is een wens om het waterbeheer zo energiezuinig mogelijk uit te voeren. Met redundantie wordt bedoeld dat een gemaal kan

worden uitgevoerd met twee pompen in plaats van één pomp. De afweging is polderspecifiek en wordt vanuit assetmanagement gemaakt.

Ruimte voor maatwerk

In specifieke situaties is er ruimte voor maatwerk om bij de nieuwbouw van gemalen een hogere gemaalcapaciteit te installeren dan volgens de richtlijn noodzakelijk is. Kosten-effectiviteit is hierbij een voorwaarde. Hierbij is een gedegen onderbouwing noodzakelijk vanuit praktijkervaring en theoretische kennis. Overcapaciteit kan alleen worden ingezet indien de boezem niet overbelast dreigt te raken op dat moment. Aansturing die rekening houdt met de beschikbare boezemcapaciteit wordt daarbij een belangrijke randvoorwaarde.

Capaciteit tijdelijke pompinstallaties (TPI's)

Voor bijzondere omstandigheden is flexibel inzetbare *capaciteit* beschikbaar in de vorm van:

- Verdeeld over drie regio's een totaal aan 1000 m³/min mobiele tijdelijke pompinstallaties (TPI's).
- Bij grotere poldergemalen te overwegen noodcapaciteit (deels) in de vorm van extra vaste capaciteit op te stellen. Deze extra capaciteit ook als strategische reserve voor toekomstige ontwikkelingen te beschouwen. Daarbij vormt aansturing die rekening houdt met de beschikbare boezemcapaciteit een belangrijke randvoorwaarde.

Afwegingskader inzet TPI's

Bij de inzet van tijdelijke pompinstallaties worden de kosten en baten van inzet en te vermijden schade meegenomen in de afweging. Voor de inzetcriteria is er daarom onderscheid tussen laagwaardige (grasland) en hoogwaardige gebieden (stedelijk, landbouw en tuinbouw). Omdat bij hoogwaardige teelten reeds ontwateringsschade kan optreden voordat sprake is van inundatie en ook de duur van een eventuele inundatie gevolgen kan hebben voor de schade is de inzet van tijdelijke pompinstallaties daar eerder kosteneffectief.

Indien onvoldoende TPI capaciteit beschikbaar is en/of de inzet gelimiteerd is (bijvoorbeeld doordat slechts een bepaalde capaciteit richting boezem geloosd kan worden) dan geldt dat de grootte van de verwachte schade de prioriteit van inzet van de noodbemaling bepaalt. In de regel zal dan de volgende prioriteit gevolgd worden.

1. Bebouwd gebied en infrastructuur: alleen indien sprake van werkelijk (dreigend) onderlopen of indien hoge peilen de infrastructuur onbruikbaar maakt
2. glastuinbouw; alleen als sprake van werkelijk (dreigend) onderlopen
3. boomteelt; voor pot en containerteelt alleen als sprake van werkelijk (dreigend) onderlopen
4. Bloembollen; kan schade ontstaan bij hoge waterpeilen voor er inundatie optreedt
5. akkerbouw: kan schade ontstaan bij hoge waterpeilen voor er inundatie optreedt
6. Grasland, veenweide en natuur: weinig gevoelig voor tijdelijke hoge waterpeilen

1 Inleiding

1.1 Doel en inhoud van de nota

In deze nota wordt het beleid ten aanzien van de benodigde bemalingscapaciteiten van de Rijnlandse polders vastgelegd. De nota biedt daarmee uitgangspunten voor verdere uitwerking van plannen en werken in geval van ontwerp, aanleg of renovatie van bemalingsinstallaties.

Onderwerpen die behandeld worden zijn:

- capaciteit polderbemaling
- capaciteit tijdelijke pompinstallaties en inzetcriteria

Bij de uitwerking is rekening gehouden met de afvoercapaciteit van de boezem, de wettelijke eisen omtrent wateroverlast zoals opgenomen in de provinciale omgevingsverordening, de principes van assetmanagement en de ervaring met de voorgaande nota.

1.2 Bemaling

Waterbeheersing in het gebied van Rijnland kan niet plaatsvinden zonder bemaling. In het Nederlandse klimaat valt gemiddeld meer regen dan dat de eenmaal gevallen neerslag weer verdampt. Dit water moet vroeg of laat worden afgevoerd naar zee. Naast de afvoer van overtollige neerslag wordt het watersysteem ook belast door kwellend grondwater. In veel diepgelegen polders (droogmakerijen) is dit grondwater verzilt. Om reden van de waterkwaliteit wordt dit verzilte water door middel van doorspoelen en bemaling afgevoerd. Tevens wordt het watersysteem van Rijnland belast met de afvoer van huishoudelijk en industrieel afvalwater, wat door middel van bemaling moet worden afgevoerd.

In het Rijnlandse systeem wordt het water getrapt afgevoerd. Vrijwel alle polders lozen het overtollig water via bemaling op de hoger gelegen boezem. Het peil van de boezem zelf ligt gemiddeld 0,62 m onder NAP, zodat ook hier het water via bemaling richting zee moet worden afgevoerd. Naast de polders is er nog het boezemland (ca. 15% van het beheersgebied) dat onder vrij verval afstroomt op de boezem.

1.3 Berging

De bemalingscapaciteit is zodanig ontworpen dat hiermee in de meeste polders tussen 14 en 22 mm neerslag per dag kan worden afgevoerd. Bij zware buien zal er altijd eerst een deel van de neerslag geborgen worden op het land voordat het tot afstroming komt. Afhankelijk van het soort polder en het landgebruik zal in de regel een neerslaghoeveelheid van 40 - 70 mm kunnen worden verwerkt zonder dat wateroverlast optreedt. Bij dergelijke hoeveelheden neerslag zal wel altijd onvermijdelijk een peilstijging (berging) ontstaan. Ook in het ontwerp van de boezem is rekening gehouden met een peilstijging die toelaatbaar is zonder dat wateroverlast of schade aan waterkeringen optreedt. De provinciale omgevingsverordening schrijft een functiespecifiek beschermingsniveau tegen wateroverlast voor.

1.4 Wettelijke kaders

Waterwet art 2.8: Bij provinciale verordening worden, met het oog op de bergings- en afvoercapaciteit waarop regionale wateren moeten zijn ingericht, normen gesteld met betrekking tot de gemiddelde kans per jaar op overstroming van daarbij aan te wijzen gebieden. De waterbeheerder heeft de zorgplicht waar doelmatig maatregelen te nemen om aan deze normen te voldoen en als niet voldaan wordt kan dat reden zijn voor aansprakelijkheid. Boven deze normen geldt een inspanningsplicht om waar redelijkerwijs mogelijk overlast te beperken.

2 Bemalingscapaciteit van de polders

2.1 Bemalingsrichtlijnen

De polderbemaling is afgestemd op de bemalingsrichtlijnen die in het waterbeheer al vele jaren de basis vormen van het ontwerp van gemalen:

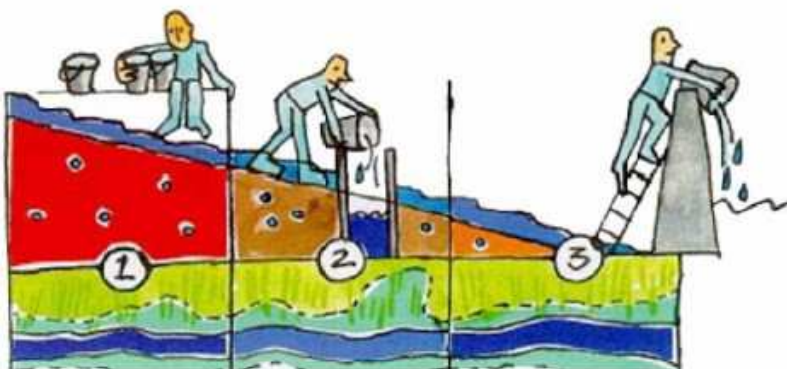
- 10 m³/min/100ha voor onbebouwd agrarisch gebied,
- 15 m³/min/100 ha voor bebouwd gebied en hoogwaardige teelten,
- 8 m³/min/100 ha voor de plassengebieden (in poldergebieden).
- Bij verandering van grondgebruik van onbebouwd agrarisch naar bebouwd of naar hoogwaardige teelt, blijft de capaciteit 10 m³/min/100ha. Door het nemen van waterneutrale maatregelen (vertragen van de afstroming of vergroten van de bergingscapaciteit) wordt ervoor gezorgd dat het watersysteem voldoende robuust blijft.
- Bij uit productie nemen van hoogwaardige teelt of bij natuurgebieden maximaal 10 m³/min/100ha
- In geval in een gebied sprake is van substantiële kwel (meer dan 1mm/dag) de bovenstaande bemalingscapaciteiten per mm kwel te vergroten met 0,7 m³/min/100ha.

De bemalingsrichtlijnen zijn gebaseerd op het ontwerp van kavelpatronen, de gemiddelde neerslag en berging in de ondergrond (Cultuurtechnisch Vademecum, 1988).

2.2 Normering wateroverlast: beleidslijn 'vasthouden, bergen, afvoeren'

Een waterbeheerder heeft de zorgplicht om te voldoen aan de beschermingsniveaus voor wateroverlast. De normen voor wateroverlast zijn vastgelegd in de provinciale omgevingsverordeningen. Deze normen zijn grondgebruik gerelateerd en leggen een relatie tussen (een begin van) inundatie *vanuit de watergang* als gevolg van overvloedige regenval en de kans daarop. De normen zoals opgenomen in de meest recente provinciale omgevingsverordening (2019) zijn opgenomen in Bijlage 1.

Periodiek wordt getoetst of een polder aan de normen voor wateroverlast voldoet. Indien er een wateroverlastknelpunt is ontstaan, dan volgen er maatregelen om het watersysteem te verbeteren. Bij de afweging van maatregelen is de beleidslijn om op zoek te gaan naar mogelijkheden om meer water vast te houden of te bergen (beleidslijn "vasthouden-bergen-afvoeren", Figuur 1). Andere opties zijn het accepteren van schade of het ophogen van percelen. Indien deze opties niet mogelijk zijn of te duur, dan kan het een optie zijn om de gemaalcapaciteit te vergroten.



Figuur 1 Infographic: 'vasthouden, bergen en afvoeren'

Over het algemeen geldt dat alleen het vergroten van de gemaalcapaciteit niet doelmatig is om wateroverlast te voorkomen (zie Bijlage 3.A). Wel kan de duur van een peilstijging hier effectief mee worden beperkt. Voor de duur van wateroverlast zijn geen wettelijke normen opgesteld; wel geldt er een inspanningsverplichting om wateroverlast zoveel mogelijk te beperken. Rijnland heeft TPI's ter beschikking om (de duur van) wateroverlast te beperken, maar een overcapaciteit in een gemaal kan hier ook aan bijdragen.

Bij de toetsing op wateroverlast wordt uitgegaan van de richtlijncapaciteit of in geval van ondercapaciteit van de aanwezige gemaalcapaciteit. In sommige gevallen hebben pompen een overcapaciteit die alleen kan worden ingezet als geen afwenteling naar de boezem optreedt. Indien er in deze polders een wateroverlastknelpunt bestaat en de overcapaciteit het knelpunt (deels) kan oplossen, dan kan dit onder voorwaarde worden opgevoerd als maatregel: het moet wel aannemelijk worden gemaakt dat de boezem deze overcapaciteit aankan.

2.3 Huidige over- en ondercapaciteit in poldergemalen

In een aantal polders is in het verleden afgeweken van bovengenoemde polderbemalingsrichtlijnen. Hierdoor is er in sommige polders meer (over)capaciteit en in andere minder (onder)capaciteit geïnstalleerd dan de richtlijn voorschrijft. Bij een toekomstige aanpassing van het gemaal gelden de volgende uitgangspunten:

- *In geval van overcapaciteit:* aanpassing van de bemalingscapaciteit aan de uitgangspunten (bemalingsrichtlijn) indien er sprake is van veranderde omstandigheden (grondgebruik), wijzigingen in het watersysteem of onvoldoende grond waarop overcapaciteit te motiveren is. In andere gevallen handhaving van de overcapaciteit.
- *In geval van ondercapaciteit:* aanpassing van de bemalingscapaciteit aan de uitgangspunten alleen indien uitbreiding bergingscapaciteit of schadeacceptatie in een afweging een ongunstiger alternatief is.

2.4 Evenwicht tussen polder- en boezembemaling

Het uitmalen van water uit de polders zorgt logischerwijs voor een belasting van het boezemsysteem. Het boezemsysteem is zodanig ingericht dat bij een afvoer vanuit de polders volgens de bemalingsrichtlijnen (140 m³/s) de boezemwaterstand binnen de normen kan worden beheerst. In 2020 bedraagt het totaal van de Rijnlandse polderbemalingscapaciteit ca. 146 m³/s en daarnaast is er een capaciteit van ca. 17 m³/s aan mobiele pompinstallaties (TPI's) beschikbaar. De overcapaciteit in een gemaal en TPI's kunnen alleen worden ingezet indien er voldoende ruimte is op de boezem. Bij veel situaties van waterbezwaar is deze ruimte aanwezig. Zware buien vallen immers vaak in een klein gebied, waardoor het boezemsysteem niet maximaal wordt belast. Vaak is deze ruimte wel beschikbaar bij zware clusterbuien die in een relatief klein gebied vallen. Bij langdurige neerslag in het gehele beheergebied van Rijnland kan de boezem wel te zwaar belast worden. De overcapaciteit van gemalen en TPI's kunnen dan niet worden ingezet.

Om het evenwicht tussen polderbemaling en boezembemaling te behouden is het van belang om de sturingsmogelijkheden in het peilbeheer zo goed mogelijk te benutten. Via Bosbo is het mogelijk om de sturen met een regelbare gemaalcapaciteit. Zo kan er worden teruggeschakeld naar richtlijncapaciteit indien nodig.

2.5 Overige ontwerpcriteria

Bij de uiteindelijke pompkeuze spelen naast de gewenste capaciteit en de opvoerhoogte ook energie en beschikbaarheid een rol. Deze afweging is uniek per polder en wordt vanuit assetmanagement gemaakt, waarbij zowel praktijkervaring als theoretische kennis wordt benut.

Energie

Het is de wens dat een gemaal zo efficiënt mogelijk pompt. De meeste pompen zijn regelbaar, waarbij geschakeld kan worden tussen een nominale capaciteit en een ontwerpcapaciteit (=maximale capaciteit). De nominale capaciteit (gemiddeld ca 70% van de maximale capaciteit) is de capaciteit waarop het gemaal start en de meeste draaiuren zal maken (>90% van de tijd dat hij draait). Het voordeel van deze lagere capaciteit is dat het gemaal minder pendelt en dat er een kleiner verhang ontstaat in een watersysteem. Het is de wens om een pomp te kiezen die het hoogste rendement levert bij nominale capaciteit. Het is echter geen harde eis, omdat de energiewinst die hiermee behaald kan worden soms beperkt is (zie Bijlage 3.E).

Beschikbaarheid

Vanuit onderhoud en bedrijfszekerheid kan het wenselijk zijn om een gemaal redundant te ontwerpen met twee pompen in plaats van één enkele pomp: Het verhoogt de beschikbaarheid van een gemaal en levert een robuuster watersysteem, omdat er kleinere gevolgen zijn in geval van storing. Het onderhoud is makkelijker uit te voeren en heeft minder effect op de bedrijfszekerheid. De kosten van een tweepompsgemaal zijn wel hoger en de baten zijn soms lastig te kwantificeren (verkleinen van de faalkans). In de analyse moet daarom de kans worden meegewogen dat een pomp faalt gelijktijdig met waterbezwaar, evenals de gevolgen van een falende pomp en of dit met TPI's goed kan worden opgevangen. Grote polders met een hoge economische waarde komen bijvoorbeeld eerder in aanmerking voor een tweepompsgemaal.

2.6 Maatwerk

Bij renovatie of nieuwbouw van een gemaal zijn de bemalingsrichtlijnen het uitgangspunt. In specifieke situaties is er echter ruimte voor maatwerk om een lichte overcapaciteit aan te leggen. Hierbij is het belangrijk te realiseren dat een hogere gemaalcapaciteit vaak een zeer beperkt effect heeft op de maximale peilstijging. Er is een groter effect op de duur van de peilstijging (de polder kan sneller weer op peil worden gebracht). De onderbouwing hierbij is opgenomen in Bijlage 3.

Aanleiding waarom maatwerk gerechtvaardigd kan zijn bij renovatie of nieuwbouw van een gemaal:

- Voor akkerbouw- of tuinbouwpolders kan de duur van hoge waterstanden een significant effect hebben op de schade bij wateroverlast. Voor deze polders kan het kosten-effectief zijn om tegen geringe meerkosten een overcapaciteit aan te leggen in het gemaal om ervoor te zorgen dat een polder sneller op peil is.
- Er is in een polder geen geschikte locatie voor TPI's.
- Een polder voldoet weliswaar aan de normen, maar niet in ruimte mate. Een grotere capaciteit kan mogelijk voorkomen dat in de nabije toekomst maatregelen genomen moeten worden om aan de normen te blijven voldoen (investeringen in berging, vasthouden). Er bestaat een aanzienlijke onzekerheid in de ontwikkeling van klimaatverandering binnen de levensduur van een poldergemaal (ca 60 jaar).
- Een gebied is gewend geraakt aan bestaande overcapaciteit en de polder zou serieus aan robuustheid inleveren.

Bij het aanleggen van overcapaciteit gelden de volgende voorwaarden:

1. er kan worden teruggeschakeld naar richtlijncapaciteit om de boezem of bij vakbemaling de polder waarop wordt uitgeslagen, niet te zwaar te belasten;
2. de hydraulische capaciteit van de polder is voldoende;
3. een hogere capaciteit is kosten-effectief (zowel vanuit waterbeheer en onderhoud als reductie overlastschade).
4. In specifieke gevallen waarbij de oplossing niet kosten-effectief is, onderzoeken of maatwerk gerechtvaardigd is en dit per geval bestuurlijk voorleggen ter besluitvorming.
5. er is een duidelijke aanleiding om grotere capaciteit te installeren, zoals bovenstaande voorbeelden

2.7 Stuwcapaciteit peilvakken en hooggelegen polders

In een polder bevindt zich in de regel een aantal peilvakken waarbij de afwatering naar het poldergemaal in veel gevallen via een stuw plaatsvindt. Uitgangspunten bij het ontwerp van de capaciteit van deze stuwen is in principe gelijk met die van de pompcapaciteit.

De uitgangspunten gelden zowel voor een aantal langs de duinrand gelegen gebieden (polders) die door een hogere ligging via stuwen afwateren naar de boezem, evenals voor gestuwde gebieden binnen een poldersysteem.



3 Noodbemaling

Dit hoofdstuk beschrijft de benodigde flexibele inzetbare bemalingscapaciteit bij calamiteiten voor de polders en de boezem. Vervolgens bevat dit hoofdstuk richtlijnen voor de inzet van tijdelijke pompinstallaties tijdens hoogwatersituaties. Noodbemaling kan voorkomen in de vorm van mobiele bemalingseenheden oftewel tijdelijke pompinstallaties (TPI's) of in de vorm van vaste noodcapaciteit in het gemaal.

3.1 Capaciteit en wijze van noodbemaling

Het inrichten van een watersysteem volgens een norm is geen garantie dat wateroverlast niet meer voorkomt. Er kan meer neerslag vallen dan waarvoor de norm is gesteld ('bovennormatieve situaties'). Ook is er een kans op een technische storing of elektriciteitsuitval, samenvallend met waterbezwaar. Een waterbeheerder heeft in dat geval een 'inspanningsverplichting' om wateroverlast te beperken waar dat redelijkerwijs kan. Wateroverlast kan ontstaan bij het onderlopen van land vanuit het oppervlaktewater. Er kan ook sprake zijn van wateroverlast wanneer de afwatering van een gebied langdurig wordt belemmerd door hoge waterstanden, wat kan leiden tot grondwaterschade. In zeer incidentele gevallen worden TPI's ook ingezet voor inlaat bij droogte.

Voor deze noodsituaties heeft Rijnland mobiele bemalingseenheden beschikbaar in de vorm van TPI's met een capaciteit van in totaal 1000 m³/s. De onderbouwing hiervan is in deze nota opgenomen in Bijlage 2. In reguliere situaties kunnen er ook TPI's worden ingezet als tijdelijke vervanging van een gemaal dat (geheel of gedeeltelijk) buiten bedrijf is vanwege een storing of onderhoud. Er moet echter altijd een capaciteit van in totaal 1000 m³/s aan TPI's gereserveerd blijven voor wateroverlastsituaties. De mobiele eenheden werken onafhankelijk van het elektriciteitsnet, zodat deze ook ingezet kunnen worden bij elektriciteitsstoringen. Doelstelling is om bij overlast zo snel mogelijk weer streefpeil te bereiken. De inzet van TPI's heeft ook een belangrijke signaalwerking naar het gebied.

Daarnaast zijn er poldergemalen waar een vaste overcapaciteit is geïnstalleerd in het gemaal. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn in polders waar geen geschikte plek is voor TPI's of in grote polders waar TPI's niet voldoende capaciteit zouden kunnen leveren.

Bij de inzet van noodbemaling is het van belang om een overbelasting van de boezem te voorkomen. Bij Rijnland wordt het peilbeheer van de polders en de boezem in een centraal overzicht afgestemd waardoor dit gevaar kan worden beheerst en beperkt. Het inzetten van noodbemaling zorgt niet per definitie voor een te hoge belasting van de boezem. Extreme neerslag valt vaak (maar niet altijd) in een klein gebied, waardoor slechts in een aantal polders een beroep gedaan hoeft te worden op TPI's danwel overcapaciteit. Daarnaast kunnen de TPI's door de hydraulische beperkingen van het watersysteem lang niet altijd het ontwerpdebiet leveren.

Voor de boezem geldt dat de af te voeren hoeveelheden water zo groot zijn dat het technisch niet haalbaar is om hiervoor TPI's in te zetten. Het is daarom voor de boezemgemalen bij het ontwerp raadzaam om daarmee rekening te houden.

3.2 Inzet noodbemaling

3.2.1 Afweging

Bij de afweging voor de inzet van noodbemaling wordt gewerkt volgens het principe: 'Liever weloverwogen proactief te vroeg, dan reactief te laat', omdat het in de praktijk vaak lastig is om in te schatten hoe een polder reageert op de verwachte neerslag en of er sprake is van een bovennormatieve situatie. Er is vaak onvoldoende inzicht in de

beschikbare berging in de bodem (voorgeschiedenis), de lokale waterstandsverschillen in de polder, de weersvoorspellingen, de economische gevolgen en het handelingsperspectief in de gebieden.

Bij de afweging om noodbemaling in te zetten is het van belang om een inschatting te maken van de kosten en baten. Bijlage 3.C geeft een indicatie van de kosten van de inzet van een TPI en de economische baten. De inzet van noodbemaling heeft een zeer beperkt effect op de piekwaterstand. De economische baten zitten vooral in het reduceren van de inundatieduur. Voor grasland is de duur van minder belang dan voor akkerbouw of hoogwaardige teelt. Daarom is het voor grasland vaak niet kosten-effectief om noodbemaling in te zetten.

3.2.2 Inzetcriteria

Voor de inzetcriteria voor TPI's bij wateroverlast wordt onderscheid gemaakt in functie van het te beschermen gebied:

Inzetcriteria laagwaardige functies (grasland, veenweide)

Hierbij gelden de volgende criteria:

- Alleen inzet indien de TPI's niet in hoogwaardige gebieden noodzakelijk zijn en sprake is van een bovennormatieve inundatie
- er is geen sprake van onevenredig benedenstrooms afwentelen bijvoorbeeld naar de boezem.
- inzet van mobiele bemaling draagt substantieel bij aan het versneld reduceren van de peiloverschrijding (in sommige situaties is het bijplaatsen van extra pompcapaciteit nauwelijks effectief omdat naar de locatie waar de pomp kan worden opgesteld onvoldoende water kan worden toegevoerd) en de schadereductie. Buiten het groeiseizoen is het schaderisico bijvoorbeeld beperkt.
- De economische baten van noodbemaling (schadereductie) dienen in verhouding te staan tot de kosten van inzet.

Richtwaarde voor peilstijging en tijdsduur waarbij mobiele bemaling wordt ingezet:

- Overschrijding van de peilstijging die leidt tot onderlopen van percelen in de polder boven het inundatiepeil (2% laagste maaiveldhoogte) en de verwachting is dat de peilstijging doorzet.
- De verwachting is dat de overschrijding langer duurt dan 24 uur.

Inzetcriteria hoogwaardige functies (akkerbouw, glastuinbouw, bollen- en boomteelt en bebouwd gebied of infrastructuur):

Hiervoor gelden dezelfde criteria als bij grasland, met aangevuld:

- verwachte peilstijging is zodanig groot en afwijkend van peil en naar verwachting langdurig dat daardoor de ontwatering van percelen substantieel wordt belemmerd.
- de belemmerde ontwatering zal leiden tot (gewas)schade en of structuurbederf van de bodem voor akkerbouw en hoogwaardige teelt of grondwateroverlast in bebouwd gebied.

Richtwaarde voor peilstijging en tijdsduur waarbij mobiele bemaling wordt ingezet:

- Overschrijding of verwachte overschrijding van $\frac{3}{4}$ van het toetspeil (1% laagste maaiveldhoogte)
- De verwachting is dat de overschrijding langer duurt dan 12 uur.

Prioritering

Indien onvoldoende noodcapaciteit beschikbaar is en/of de inzet gelimiteerd is (bijvoorbeeld doordat slechts een bepaalde capaciteit richting boezem geloosd kan worden) dan geldt dat de grootte van de verwachte schade de prioriteit van inzet van de

noodbemaling bepaalt. In de regel zal dan de volgende prioriteit gevolgd worden.

1. Bebouwd gebied en infrastructuur: alleen indien sprake van werkelijk (dreigend) onderlopen of indien hoge peilen de infrastructuur onbruikbaar maakt
2. glastuinbouw; alleen als sprake van werkelijk (dreigend) onderlopen
3. boomteelt; voor pot en containerteelt alleen als sprake van werkelijk (dreigend) onderlopen
4. Bloembollen; kan schade ontstaan bij hoge waterpeilen voor er inundatie optreedt
5. akkerbouw: kan schade ontstaan bij hoge waterpeilen voor er inundatie optreedt
6. Grasland, veenweide en natuur: weinig gevoelig voor tijdelijke hoge waterpeilen

Bijlage 1. Normen wateroverlast

De normen voor wateroverlast, zoals vastgelegd in de meest recente provinciale omgevingsverordening (2019) zijn samengevat in onderstaande tabel.

Norm gerelateerd aan vorm van landgebruik		Norm	Maaiveldcriterium
Binnen bebouwde kom	Bebouwd gebied	1/100 jaar	0%
	Glastuinbouw	1/50 jaar	1%
	Overig gebied	1/10 jaar	5%
Buiten bebouwde kom	Hoofdinfrastructuur en spoorwegen	1/100 jaar	0%
	Glastuinbouw en hoogwaardige land- en tuinbouw	1/50 jaar	1%
	Akkerbouw	1/25 jaar	1%
	Grasland (groeiseizoen 1 maart – 1 oktober)	1/10 jaar	10%

Het maaiveldcriterium geeft het percentage weer van het gebied dat buiten beschouwing kan worden gelaten. In algemene zin is het namelijk niet kosteneffectief om maatregelen te treffen voor de lage delen van het grasland, zoals sloten, indien het overige gebied aan de norm voldoet.

Daarnaast biedt de verordening de mogelijkheid tot een gebiedsnorm als maatwerkoplossing in uitzonderlijke situaties. De door het waterschap aangedragen gebiedsnormen (bijvoorbeeld een minimale maaiveldhoogte waarbij de norm geldig is) kunnen door provinciale staten worden opgenomen in de verordening.

Bijlage 2. Onderbouwing noodbemalingscapaciteit

Ten aanzien van de benodigde noodcapaciteit voor een polder geldt dat deze alleen zinvol is als die minimaal 50% bedraagt van de opgestelde normcapaciteit. Met een dergelijke capaciteit kan redelijkerwijs binnen een kritieke periode van 24 uur de waterstand genormaliseerd worden. Er is gekozen om hoofdzakelijk voor mobiele noodvoorzieningen te kiezen, die onafhankelijk van het elektriciteitsnet kunnen werken, omdat:

- Bij vaste opstelling zouden alle poldergemalen voorzien moeten worden van een installatie van anderhalf tot twee keer de nominale capaciteit, dit leidt tot aanzienlijke investeringen en beheerkosten.
- In veel gevallen is er sprake van lokale of regionale wateroverlast. Een groot deel van de vast opgestelde noodcapaciteit blijft in dat geval dan onbenut. In geval van grote wateroverlast (> 20.000 ha) is gelijktijdige inzet van noodbemaling veelal niet eens meer mogelijk in verband met de beperkte beschikbare opvangcapaciteit op de boezem.
- Vaak is het gewenst de extra bemaling op andere plaatsen dan het gemaal op te stellen.
- Inzet van mobiele bemaling is door zijn mogelijkheid tot flexibele inzet een kostenefficiënter middel dan extra vaste bemaling.
- Uitzondering geldt voor grotere polders (Haarlemmermeer, Noordplas, Nieuwkoop), want naar mate de getroffen polder in grootte toeneemt is tijdige inzet van voldoende mobiele capaciteit logistiek en technisch complexer. In dat geval is inzet van meerdere grote mobiele eenheden van bijvoorbeeld 30 m³/min gewenst (de maximaal gangbare mobiele capaciteit bedraagt 60 m³/min tot 120 m³/min). Naarmate de gewenste capaciteit en/of de opvoerhoogte toeneemt kan de mobilisatietijd oplopen tot 24 uur. Het is daarom voor dergelijke bemalingsgebieden te overwegen om (bij renovatie) in geval van geringe meerkosten extra vaste capaciteit op te stellen (bijvoorbeeld d.m.v. regelbare (over)capaciteit).

De totale noodzakelijke noodbemalingscapaciteit is als volgt berekend:

- Er moet noodbemaling beschikbaar zijn voor 20% (is 20.000 ha) van het gebied.
- De Rijnlandse bemalingsnorm voor gemiddeld 10 m³/min/100 ha komt uit op 2000 m³/min per 20.000 ha.
- Aangegeven is dat voor een polder minimaal 50% van de nominale capaciteit beschikbaar moet zijn om de waterstand in extreme omstandigheden te kunnen normaliseren.
- Concreet betekent dit dat er een totale noodbemalingscapaciteit van minimaal 1000 m³/min (50% van 2000 m³/min) beschikbaar moet zijn om in 20% van het gebied noodbemaling effectief in te kunnen zetten.
- De noodvoorzieningen moeten binnen vier uur operationeel zijn.

Bijlage 3. Onderbouwing maatwerk bij capaciteitsbepaling poldergemalen

Bij nieuwbouw of renovatie van een poldergemaal gelden de bemalingsrichtlijnen als uitgangspunt voor het ontwerp van de gemaalcapaciteit. Er kan echter aanleiding zijn om via maatwerk licht af te wijken van de richtlijn. De wens voor een maatwerkoplossing kan ontstaan vanuit een risicobenadering, onzekerheid in de ontwikkeling van het klimaat en praktijkervaring:

- De toetsing en inrichting van het watersysteem gebeurt conform de (inundatie-) beschermingsniveaus uit de provinciale omgevingsverordening waarbij geen rekening wordt gehouden met de duur van hoge waterstanden en de gevolgschade van inundatie onder bovenmaatgevende omstandigheden. Het huidige uitgangspunt is namelijk dat door inzet van TPI's de duur van hoge waterstanden zoveel mogelijk wordt beperkt.
- Ook wordt geen rekening gehouden met hoe robuust een polder aan de normen voldoet, terwijl er een aanzienlijke onzekerheid bestaat in de ontwikkeling van klimaatverandering binnen de levensduur van een poldergemaal (ca 60 jaar). Het is nu geen afwegingscriterium of een groter gemaal kan voorkomen dat in de nabije toekomst maatregelen genomen moeten worden om aan de normen te blijven voldoen (investeringen in berging, vasthouden). De visie op klimaatverandering die is opgenomen in het coalitieakkoord moet daar op ingaan.
- Voor kwetsbare polders kan het doelmatig zijn om tegen geringe meerkosten de duur van hoge waterstanden te beperken, door het vergroten van de gemaalcapaciteit.

Feitelijke onderbouwing

- *Klimaatverandering zorgt voor hogere belasting polders*
De nieuwe inzichten in klimaatverandering wijzen op een toename in de frequentie en hevigheid van buien, waardoor de polders steeds zwaarder worden belast. De neerslaghoeveelheid van buien met een herhalingstijd van eens in 10 of 100 jaar is in de periode 2014-2019 met 50% toegenomen, zo blijkt uit de toegenomen kennis rond de neerslagstatistiek (zie bijlage B). Daarnaast is er in veel polders een intensivering gaande van het ruimtegebruik, waardoor de economische waarde toeneemt en de mogelijkheden voor vasthouden en bergen van water steeds verder worden beperkt. Aangezien de bemalingscapaciteit conform de richtlijn constant blijft, wordt de klimaatopgave in principe in de polders opgelost. De belasting op de boezem blijft daardoor gelijk, terwijl er bij lokale buien vaak wel ruimte is op de boezem. De afgelopen jaren is meer dan € 150 miljoen geïnvesteerd aan maatregelen om de boezem robuuster te maken (aankoop boezemgemalen, aanleg piekbergingen, dijkversterkingen).
- *Toename van extreme buien heeft beperkt effect op de piekwaterstand, wel effect op de duur van de peilstijging*
Een 50% grotere bemalingscapaciteit heeft in een polder met veel open water en snelle afstroming (Veender en Lijkerpolder Buiten de Bedijking, Gouwepolder) een beperkt effect van 1-2 cm op de maximale peilstijging. In een polder met weinig open water en een langzame afstroming (landbouwpolders) kan dit effect groter zijn (3-5 cm). (zie bijlage A).
De vergrote bemalingscapaciteit kan wel zorgen dat de duur van de verhoogde peilen en overlast beperkt wordt. De provinciale verordening legt geen normen voor de duur van een peilstijging op. Bij gelijkblijvende bemalingsrichtlijnen betekent dit dat de duur van peilstijgingen steeds verder toeneemt. Dit valt dus niet onder de zorgplicht maar daarnaast is er ook een minder scherp omschreven inspanningsverplichting om (bovennormatieve) overlast waar redelijkerwijs mogelijk te voorkomen;
- *Bij een beperkte capaciteitsvergroting (10-20%) zijn de meerkosten nihil. Bij een grotere capaciteitstoename zijn de meerkosten significant.*

Voor de bouwkosten van een gemaal is een bepalende factor in de kosten of er één of twee pompen worden geïnstalleerd. Bij een éénpompsgemaal zijn de meerkosten van een 10-20% hogere capaciteit nihil. Bij een flinke capaciteitsvergroting (>20%) is het in de regel noodzakelijk om over te stappen naar 2 pompen. Bij 1 pomp zou anders namelijk de range tussen nominale¹ en maximale capaciteit te groot worden. Dit betekent dat het watersysteem in reguliere situaties te zwaar belast kan worden. Een tweede pomp betekent 30-50% hogere directe bouwkosten voor middelgrote en grote gemalen. Voor kleine gemaaltjes zijn de meerkosten beperkt (ca 10%). Ter indicatie: de directe bouwkosten van een éénpomps gemaal van 20 m³/min bedragen ca €300k en zouden bij een 2-pomps gemaal uitkomen op ca €400k. Analooq hieraan zou voor een gemaal van 60 m³/min de bouwkosten toenemen van €600k naar € 900k. (Zie bijlage C). Een tweede pomp biedt ook voordelen ten aanzien van onderhoud, redundantie en levensduur (de pompen worden minder zwaar belast). NB: De bovenstaande getallen zijn indicatief en kunnen per ontwerp sterk verschillen.

- *Inzet TPI's is over het algemeen kosteneffectiever dan noodcapaciteit opnemen in de reguliere gemaalcapaciteit.*
Een kosten-baten analyse voor een polder waar regelmatig noodbemaling wordt ingezet, laat zien dat de inzet van TPI's kosten-effectiever is dan de noodcapaciteit verwerken in het gemaal (Zie bijlage C). Alleen voor kleine gemalen kan het mogelijk wel kosteneffectief zijn om extra capaciteit in het gemaal te verwerken ter vervanging van noodbemaling. Dit komt doordat de meerkosten van extra capaciteit bij kleine gemalen gering is.
- *Inzet van TPI's legt een flinke belasting op de organisatie zeker omdat dat ook gebeurt in situaties dat nog geen sprake is van bovennormatieve gebeurtenissen.*
Hoewel de inzet van TPI's kosten-effectiever is dan het vergroten van de gemaalcapaciteit, is het wel belangrijk te realiseren dat inzet van TPI's een belasting legt op de interne organisatie, die tijdens een calamiteit toch al zwaar is belast. Vanuit de organisatie komen geluiden dat er sprake is van een personeelstekort. Aangezien er bewust is gekozen voor inzet van mobiele bemaling is het belangrijk dat er voldoende collega's inzetbaar zijn tijdens calamiteiten.
- *Het installeren van tweepompsgemalen heeft ook moeilijk kwantificeerbare voordelen ten aanzien van onderhoud en robuustheid.*
Hoewel niet kosteneffectief, biedt een tweepompsgemaal ook voordelen vanuit onderhoud en bedrijfszekerheid: Het levert een robuuster watersysteem, omdat er kleinere gevolgen zijn in geval van storing. Het onderhoud is makkelijker uit te voeren en het heeft geen effect op de bedrijfszekerheid. De baten zijn echter lastig te kwantificeren. Hierbij is namelijk een faalkansanalyse nodig en dit is complex en per geval heel specifiek.
Stel dat alle éénpompsgemalen in niet-graslandpolders in de toekomst worden uitgevoerd als tweepompsgemaal, nemen de directe bouwkosten toe met ca 33%, wat neerkomt op meerkosten van 34 miljoen euro (Zie Bijlage H). Bij het ontwerp van een gemaal is het wel van belang zowel de robuustheid als de effectiviteit voor voorkomen wateroverlast mee te nemen in de afweging.
- *De boezem kan hogere belasting aan, mits effectieve sturing naar een terugvaloptie geborgd is.*
Hevige piekbuien kunnen lokaal voor overlast zorgen, terwijl de boezem dit vaak goed aankan. Langdurige buien daarentegen vallen vaak in een groter gebied en dan kan het voorkomen dat de boezem zwaar wordt belast. In zo'n geval is het

¹ De gemalen draaien 90% van de tijd op nominale capaciteit (50% à 70% van de ontwerpcapaciteit). Bij nominale capaciteit wordt het water relatief rustig weggemaal en dit is positief voor stroomsnelheid en verhang in de polder, beperkt het pendelen van het gemaal en beperkt de aanzuiging van kroos, waterplanten en ander vuil wat kan leiden tot storing in een gemaal. De range tussen nominale capaciteit en ontwerpcapaciteit kan niet te groot worden. De inschatting is dat bij een capaciteitstoename van meer dan 20% een tweede pomp nodig zal zijn, om onder reguliere omstandigheden een goed waterbeheer te waarborgen.

belangrijk dat er een evenwicht is tussen de polderbemaling en de capaciteit van de boezem. Door het toestaan van maatwerk in de capaciteitsbepaling van poldergemalen kan de belasting op de boezem toenemen.

Stel dat de meest kwetsbare polders met akkerbouw of hoogwaardige teelt (oppervlak ingeschat op 9000 ha, zie bijlage E) een capaciteitsvergroting krijgen van 20%, dan zou de totale polderbemalingscapaciteit toenemen met 4 m³/s. Dit is 2% van de huidige boezemcapaciteit. Stel dat in een worst case scenario in alle polders 10-20% extra komt te staan, is dat een toename van 15-25 m³/s.

Door slimme sturing kan er echter voor worden gezorgd dat de extra capaciteit alleen wordt bijgeschakeld waar relevant en als de boezem dit aankan. Zo blijft het evenwicht tussen polder- en boezembemaling in stand.

- *Bij vakbemalingen is een hogere capaciteit minder vaak inzetbaar, vanwege overbelasting van de polder.*

Voor vakbemalingen geldt dat de polder waarop het water wordt uitgeslagen vaak ook onder druk staat, omdat deze ook te kampen heeft met zware buien. Dit is een verschil met de poldergemalen, omdat er op de boezem vaak wel ruimte beschikbaar is. Een vakbemaling kan in principe wel in aanmerking komen voor extra capaciteit als daar goede reden voor is, maar deze extra capaciteit mag alleen worden ingezet als de polder dat aankan. Dit vergt dus een bredere afweging.

- *Bij kleine capaciteitstoename zijn de baten ook klein*

Bij een beperkte capaciteitstoename van 10-20% zijn de meerkosten weliswaar beperkt, maar de baten zijn ook minimaal. Het effect op de peilstijging zal gering zijn (veelal niet meer dan 1 cm). Het effect op de duur is ook beperkt (de peilstijging duurt 10-20% korter). De baten zijn het grootst in polders waar de duur van peilstijgingen effect heeft op de schade (akkerbouw en hoogwaardige teelt).

- *Het effect van een capaciteitstoename op het energieverbruik is vaak gering, maar afhankelijk van de situatie.*

Het uitgangspunt bij de keuze van een pomp is dat er een zo hoog mogelijk rendement wordt gehaald bij nominale capaciteit. Het rendement dat een pomp kan leveren is afhankelijk van de eigenschappen van de polder en pomp (type pomp, opvoerhoogte en afvoer). Een 20% verhoging van het debiet heeft vaak een beperkt effect op het rendement (enkele procenten). Dit kan voor grote gemalen wel een significant verschil betekenen, voor kleine gemalen is dit minder van belang. Optimaal energieverbruik kan bij de bepaling van de gemaalcapaciteit worden meegewogen.

- *Grotere gemaalcapaciteit is een bovennormatieve maatregel (niet bij wet verplicht)*

De norm voor akkerbouw en hoogwaardige teelt schrijft voor dat deze gebieden niet vaker dan eens in 25 jaar mogen inunderen. Vanuit de normering is het dus niet nodig om de gemaalcapaciteit te vergroten, omdat die geen betrekking heeft op de duur van de inundatie noch op bovennormatieve omstandigheden. Voor die gevallen heeft Rijnland een inspanningsverplichting om waar redelijkerwijs mogelijk de gevolgen te beperken en daarom is er mobiele noodbemaling beschikbaar.

- *Een grotere gemaalcapaciteit kan leiden tot een zwaardere hydraulische belasting van de polder*

Er zijn polders waar de hydraulische capaciteit beperkt is door aanwezigheid van stuwende kunstwerken of krappe watergangen. Hier is het niet mogelijk om gemaalcapaciteit te vergroten zonder grootschalige maatregelen aan het watersysteem. Dit dient te worden meegenomen in de afweging voor de gemaalcapaciteit. Daarnaast kan een grotere gemaalcapaciteit effect hebben op het waterbeheer in reguliere situaties: De nominale capaciteit kan hoger worden, wat effect kan hebben op beschoeiingen (stroomsnelheid) of verhanglijn in de polder. Daarnaast is er bij hogere capaciteit een grotere aanzuiging van kroos,

waterplanten etc. en dit kan leiden tot storing. Bij een eventuele maatwerk afweging moet rekening worden gehouden met de hydraulische capaciteit van het watersysteem.

Bijlage 3.A: Effect van gemaalcapaciteit op de piekwaterstanden

Voor drie polders is onderzocht wat het effect is van een hogere gemaalcapaciteit op de piekwaterstand:

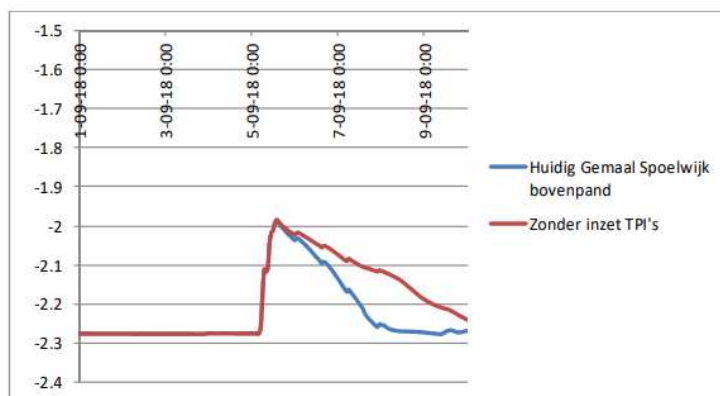
Veender en Lijkerpolder buiten de bedijking

In deze polder staat momenteel een gemaalcapaciteit van 53 m³/min opgesteld, maar wordt in praktijk regelmatig noodbemaling opgesteld (3 keer in 10 jaar). Onderzocht is of een capaciteit van 75 m³/min voldoende is om de regelmatige inzet van noodbemaling te voorkomen. Dit betekent een capaciteitsvergroting van ca 50%. Het effect op de maximale waterstand is slechts 1-2 cm, zowel in vaak voorkomende situaties (T1) als in de meer extreme situaties (T100).

Gouwepolder

In de Gouwepolder staat momenteel een capaciteit van 250 m³/min bij gemaal Th. Brans. In september 2018 is in de Gouwepolder extreem veel neerslag gevallen (lokaal 170 mm in 8 uur), wat heeft geleid tot inundatie. Er is totaal 200 m³/min noodbemaling geplaatst tijdens en na de bui. In de evaluatie van de wateroverlast van 5 september 2018 is aangetoond dat het plaatsen van de noodbemaling nauwelijks effect heeft gehad op de piekwaterstanden. Ook als de 130 m³/min noodbemaling die is geplaatst bij Rijnveld direct beschikbaar was geweest bij het begin van de bui (dit staat gelijk aan het verhogen van de huidige gemaalcapaciteit met 50%), is het effect verwaarloosbaar (ca 1 cm).

Er is ook een berekening gemaakt met een minder extreme bui (bui die eens in 100 jaar voorkomt). In die specifieke situatie had het installeren van extra capaciteit een groter effect (ca 3 cm).



Figuur 3.8 Berekende peilstijging Gouwepolder (bij gemaal Spoelwijk) met (blauwe lijn) én zonder (rode lijn) inzet van tijdelijke pompinstallaties (TPI's)

Polder Oudendijk

De gemaalcapaciteit van Polder Oudendijk is 48 m³/min. In vergelijking met bovenstaande voorbeelden (VLBB en Gouwepolder) heeft deze polder een relatief laag percentage open water, een grotere drooglegging en minder snelle afstroming. De maximale peilstijging bij het gemaal in een T10 situatie is ca 40 cm. Met een 25% hogere gemaalcapaciteit is de maximale peilstijging 37 cm, dus een verschil van 3 cm. Een verhoging van 25% is gezien als maximum, omdat anders het watersysteem hydraulisch niet meer goed functioneert.

Conclusie

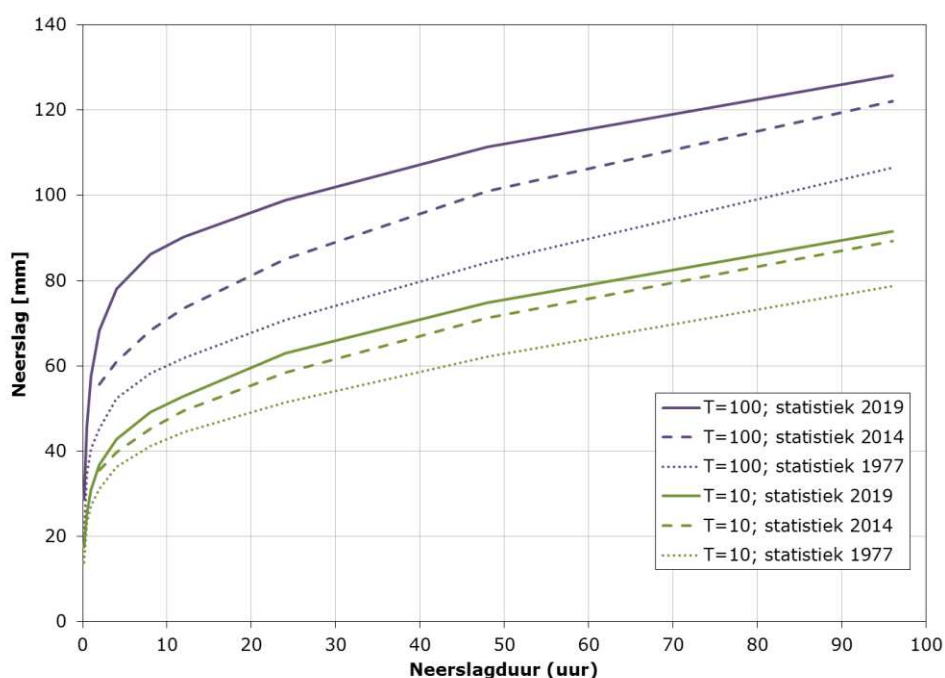
In veen- en kleipolders is het effect van een grotere gemaalcapaciteit op de piekwaterstand beperkt (orde 1-5 cm). Het verhogen van de gemaalcapaciteit heeft voor VLBB en de Gouwepolder een klein effect op de maximale waterstand (orde 1-3 cm) en voor Polder Oudendijk een wat groter effect (orde 3-5 cm). Het verschil kan worden verklaard door de kenmerken van het watersysteem. In polders met een snelle neerslag-afvoerreactie en/of een groot oppervlak open water heeft het vergroten van gemaalcapaciteit een kleiner effect op de waterstand dan in traag reagerende polders met weinig open water.

Voor zandpolders geldt dat de gemaalcapaciteit een groter effect heeft op de piekwaterstand. Daar kan een grotere capaciteit zorgen voor het beperken van de maximale waterstand.

Bijlage 3.B: Effect van klimaatverandering op de duur van peilstijgingen.

De gemaalcapaciteit heeft een groter effect op de duur van een peilstijging. Aangezien de bemalingsrichtlijn al vele jaren gelijk is, terwijl door klimaatverandering de kans op veel neerslag toeneemt, betekent dat dat de duur van peilstijgingen toeneemt door klimaatverandering. Dit hoofdstuk geeft weer wat het effect is van klimaatverandering op de duur van peilstijgingen.

De huidige bemalingsrichtlijn voor landelijk gebied (14,4 mm/dag) is afkomstig uit het Cultuur Technisch Vademecum (1988). Het is onduidelijk hoe deze richtlijn capaciteit exact tot stand is gekomen, maar hij is gebaseerd op gemiddelde neerslagcijfers en de berging in de ondergrond. Voor drainage behoeftige gronden (polders) is deze bepaald op maximaal 14,4 mm/d. Voor stedelijk gebied en gebieden met hoogwaardige teelt wordt een 50% hogere richtlijn aangehouden (21,6 mm/d) omdat de schade bij inundatie groter is. Door klimaatverandering zijn de afgelopen decennia de buien in hevigheid toegenomen. Figuur 2 geeft weer hoe de neerslagstatistiek is veranderd tussen 1977 en 2019. De T=100 neerslag met een duur van 10 uur is bijvoorbeeld toegenomen van 58 mm naar 86 mm, een toename van 50%. Het is belangrijk te realiseren dat de kortdurende buien vaak een veel meer lokaal karakter hebben dan de langdurige buien.



Figuur 2 Verandering van neerslagstatistiek

Aangezien de afvoerrichtlijn al die tijd gelijk is gebleven, betekent dit dat de duur van peilstijgingen is toegenomen. Dit wordt toegelicht in onderstaand voorbeeld. De afvoerduur van een T=10 jaar neerslaghoeveelheid bij een relatief hoge richtlijn capaciteit is toegenomen van 2 naar 3 dagen. Het afvoeren van een T=100 bui is toegenomen van 3 naar 4,5 dag.

	Klimaat 1977	Klimaat 2019	Capaciteit	Duur afvoer in klimaat 1977	Duur afvoer In klimaat 2019
T10 – 8 uur bui	41mm	49mm	20 mm/dag	2 dagen	3 dagen
T100 – 8 uur bui	58	86	20 mm/dag	3 dagen	4.5 dagen

Conclusie

De duur van de peilstijging is door klimaatverandering de afgelopen 50 jaar met ca 50% toegenomen. De inundatieduur bij bovenmaatgevende gebeurtenissen is hierdoor ook ca 50% toegenomen.

Bijlage 3.C: Kosten en baten van noodbemaling versus verhoging gemaalcapaciteit

Rijnland heeft een mobiele noodbemalingscapaciteit van 1000 m³/min. De noodbemaling kan flexibel worden ingezet waar en wanneer dat nodig is. Het verhogen van de gemaalcapaciteit zou de inzet van noodbemaling in een polder kunnen beperken. Dit hoofdstuk behandelt de kosteneffectiviteit van een capaciteitsuitbreiding van een gemaal ten opzichte van het gebruik van mobiele noodbemaling.

Kosten verhoging gemaalcapaciteit

Bij vervanging van een gemaal is bijna altijd sprake van complete nieuwbouw. De kosten voor een gemaal bestaan uit directe bouwkosten, voorbereidingskosten (70% van de bouwkosten) en levensduurkosten.

Om de gemaalcapaciteit te vergroten zijn er twee opties:

1) pomp met grotere capaciteit (maximaal 20% capaciteitstoename)

Een pomp heeft een maximale capaciteit (ontwerpcapaciteit), maar kan ook op lager toerental draaien. Rijnlands gemalen draaien voor 90% van de tijd op nominale capaciteit, wat gelijk is aan ongeveer 70% van de ontwerpcapaciteit. Hiermee kan energiezuiniger worden gemalen en voor het watersysteem is het beter om rustig te malen (lagere stroomsnelheden, kleiner verhang en minder pendelen). Als wordt gekozen voor een grotere pomp heeft dit effect op de nominale capaciteit. Als de lagere nominale capaciteit behouden dient te blijven, kan een pomp maximaal 20% groter worden uitgevoerd, anders wordt de range tussen ontwerpcapaciteit en nominale capaciteit te groot.

Een pomp kan dus maar beperkt worden vergroot zonder dat dit effect heeft op het regulier waterbeheer. De kosten voor een grotere pomp zijn verwaarloosbaar.

2) tweede pomp bijplaatsen (20-100 % capaciteitstoename)

Door het bijplaatsen van een tweede pomp kan de capaciteit significant worden vergroot, zonder dat dit effect heeft op het reguliere waterbeheer. Een tweede pomp zorgt echter wel voor significant hogere directe bouwkosten (extra pomp, grotere fundering en betonnen constructie, langere damwand, extra uitstroomleiding, zwaardere elektra-aansluiting). Het effect op de bouwkosten is afhankelijk van de grootte van het gemaal:

Type gemaal	Capaciteit (m ³ /min)	Directe bouwkosten 1-pompsgemaal(€)	Toename directe bouwkosten bij 2-pompsgemaal met 50% grotere capaciteit (€)	Toename directe bouwkosten (%)
Klein	4	€181.000	18.000	10%
Middelgroot	16	€275.000	82.000	30%
Groot	60	€620.000	310.000	50%

Uit de indicatieve berekeningen blijkt dat bij de lage capaciteiten de kostenstijging veel lager is dan bij de middelgrote en grotere capaciteiten. Het plaatsen van een tweede pomp is dus – afhankelijk van de gemaalgrootte en lokale bijzonderheden – ca 20.000 euro duurder voor kleine gemaaltjes, ca 1 ton duurder voor middelgrote gemalen en ca 3 ton duurder voor grote gemalen.

Frequentie inzet TPI's

In de afgelopen 15 jaar zijn er 13 calamiteiten geweest met wateroverlast t.g.v. neerslag, waarbij noodbemaling is ingezet. Op basis van informatie uit het LCMS is voor iedere calamiteit onderzocht in welke polders TPI's heeft gestaan. Tabel 1 bevat een lijst met het aantal calamiteiten waarbij in de betreffende polder minimaal 1 TPI heeft gestaan. Dit kan een TPI betreffen in het hoofdvak, of in een vakbemaling.

Onderbemalingen – waar incidenteel ook noodpompen worden geplaatst - zijn niet meegenomen in dit overzicht. De wateroverlastcalamiteiten in de periode 2005-2019 zijn:

Tabel 1 Calamiteiten periode 2005-2019

augustus 2005
november 2005
juni 2007
juli 2007
augustus 2010
oktober 2013
Juli 2014
juni 2016
september 2017
december 2017
september 2018

Tabel 2 Calamiteiten met TPI's per polder (inclusief inzet TPI bij vakbemalingen)

	Aantal calamiteiten waarbij TPI is geplaatst in de polder
Polder Nieuwkoop	9
Verenigde Bloklandse- en Korteraarsepolder	8
Geer- en Buurtpolder	5
Gogerpolder	5
Polder de Noordplas	5
Polder Reeuwijk en Sluipwijk	5
Vosse- en Weerlanerpolder	5
Gouwepolder	4
Hogenwaardsepolder	4
Polder Middelburg en Tempelpolder	4
Polder Vierambacht	4
Starrenburgerpolder	4
Wassenaarschepolder	4
Zwet- en Grote Blankaartpolder	4
Binnenpolder (Bodegraven)	3
Drooggemaakte Polder aan de westzijde te Aarlanderveen	3
Noordeind- en Geerpolder	3
Polder Laag Boskoop	3
Uiteindsche- en Middelpolder	3
Veender en Lijkerpolder Buiten de Bedijking	3
Zoetermeerse Meerpolder	3

Kosten inzet TPI's

De kosten bestaan uit de kosten voor de waakvlamovereenkomst en de operationele kosten voor de inzet van de TPI's. De kosten voor de waakvlamovereenkomst zijn constant en worden hier verder buiten beschouwing gelaten.

Bij een calamiteit is de geïnstalleerde noodbemalingscapaciteit over het algemeen 50-100 % van de gemaalcapaciteit. De operationele kosten bestaan uit ca 2000 € vaste kosten voor het opzetten en afbreken + 1320 € per dag

<i>kosten voor 1 tractorpomp (25 m³/min), 1 dagen;</i>			
Opbouwen	uren	€/uur	
Manuren	6	45	270
hydraulische kraan	2	75	150
Verreiker	2	75	150
Aanhangwagen	2	65	130
Vrachtwagen	2	75	150
			0
Afbreken			0
Manuren	6	45	270
hydraulische kraan	2	75	150
Verreiker	2	75	150
Aanhangwagen	2	65	130
Vrachtwagen	2	75	150
			0
Draaien			0
Tractor	24	55	1320
Brandstof			300
<i>Totaal</i>			<i>3320€</i>

Inzet TPI's in vergelijking met noodcapaciteit inbouwen in poldergemaal

De verhouding tussen de kosten van een TPI en de kosten van hogere gemaalcapaciteit is bij wijze van voorbeeld uitgewerkt voor een middelgroot en een klein gemaal.

Middelgroot gemaal: de Gogerpolder. Hier wordt gemiddeld eens per 3 jaar een noodpomp geplaatst. Het gemaal heeft een capaciteit van 47 m³/min. De aanname is dat er bij een calamiteit 1 tractorpomp wordt geplaatst van 25 m³/min (50% van de gemaalcapaciteit) en dat deze noodpomp 2 dagen in bedrijf is. De kosten zijn dan ca 4640 € per calamiteit. De jaarlijkse verwachte kosten zijn gelijk aan 4640/3jaar = 1550 €/jaar.

Indien deze 50% extra capaciteit wordt ondergebracht in het gemaal is de extra investering omdat er een tweede pomp nodig is naar schatting 150.000 €. De jaarlijks verwachte schade wordt uitgedrukt in contante waarde om de kosten-baten analyse over een zekere tijdshorizon (levensduur van een gemaal) uit te kunnen voeren:

$$CW = C \cdot \left(1 - \frac{1}{(1+r)^n}\right) \cdot \left(\frac{1}{r}\right)$$

Waarin

C = jaarlijks verwachte schade (1550 €/jaar)

r = disconteringsvoet (4%)

n = aantal jaar (levensduur gemaal = 50 jaar)

De contante waarde van de jaarlijks verwachte kosten voor inzet van TPI's is 33.000 €. De investeringskosten om deze extra capaciteit in het gemaal te verwerken zijn 150.000 €. De conclusie is dat het plaatsen van TPI's kosten-effectiever is.

Klein gemaal: Vakgemaal Koetsveld, Gouwepolder

Hier wordt gemiddeld eens per 5 jaar een noodpomp geplaatst. Het gemaal heeft een capaciteit van 10 m³/min. De aanname is dat er bij een calamiteit 1 standaard tractorpomp wordt geplaatst van 25 m³/min. Gegeven de relatief hoge capaciteit zal deze over het algemeen niet langer dan 1 dag worden ingezet. De kosten zijn ca 3000 € per calamiteit. De jaarlijkse verwachte kosten zijn gelijk aan 600 €/jaar. De contante waarde van de jaarlijks verwachte kosten voor inzet van noodbemaling is 13.000 €.

Indien het gemaal met 50% wordt uitgebreid door het plaatsen van twee pompen, is de extra investering ca 20.000 €. De conclusie is dat de kosten voor het plaatsen van noodpompen dezelfde orde-grootte is als het aanleggen van extra capaciteit. Al moet hierbij worden vermeld dat het in deze kleine polders met noodbemaling mogelijk is om in een zeer kort tijdsbestek het overtollige water weg te malen, omdat de capaciteit van de TPI veel hoger is dan van het reguliere gemaal. Bij het verwerken van overcapaciteit in het kleine gemaal zal dit langer duren om het water weg te malen en wellicht is alsnog een noodpomp wenselijk.

Conclusie

Voor middelgrote gemalen is het niet kosten-effectief om extra capaciteit aan te leggen ter vervanging van noodbemaling. Voor kleine gemaaltjes kan het wel kosten-effectief zijn, als het een polder is waar regelmatig noodbemaling nodig is.

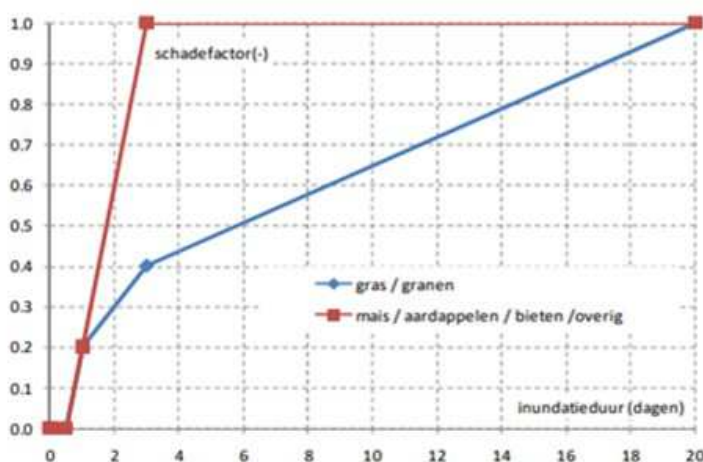
Bijlage 3.D Kosten-baten hogere bemalingscapaciteit versus schade

In Bijlage A is geconcludeerd dat door een veranderend klimaat en een gelijkblijvende gemaalcapaciteit, het 50% langer duurt voordat de polder op peil is t.o.v. 50 jaar geleden. De inschatting is dat bij bovenmaatgevende neerslag waarbij inundatie optreedt, de inundatieduur ook met 50% is toegenomen. Dit hoofdstuk geeft een inschatting van de gevolgen hiervan.

De relatie tussen duur van peilstijgingen/inundatie en schade is afhankelijk van het landgebruik:

Grasland

Voor grasland is de maximale schade door inundatie beperkt en bovendien niet sterk afhankelijk van de duur (ter indicatie: na 3 dagen is de schade 40% van het maximumbedrag, na 7 dagen is de schade 70% van het maximumbedrag). De schade voor grasland is ca 1000 €/ha (bron: waterschadeschatter, STOWA)..



Figuur 4-10 Relatie schadefactor en inundatieduur voor gewassen

Figuur 3 Relatie schadefactor en inundatieduur voor gewassen (bron: HIS-SSM)

Akkerbouw en hoogwaardige teelt

Voor akkerbouw en hoogwaardige teelt heeft de duur van inundatie een aanzienlijk effect op de schade. Er zijn teelten waarbij de schade na 1 dag inundatie 30% is van het maximale bedrag en na 3 dagen 100% (o.a. bij sierteelt, aardappelen, suikerbieten). Bij andere gewassen (o.a. verschillende soorten groente) is de schade na 1 dag 20% en na 3 dagen 40% van het maximale bedrag. Ter indicatie: Het schadebedrag bij langdurige inundatie is voor aardappelen ca 6500 €/ha, voor bieten ca 4000 €/ha en voor boomkwekerijen ca 55000 €/ha (bron: Waterschadeschatter, STOWA).

Daarnaast geldt voor akkerbouw en hoogwaardige teelt, dat langdurige hoge waterstanden – hoewel toelaatbaar binnen de normen – ook kunnen leiden tot inundatieschade doordat de afwatering van de percelen wordt beperkt. Het is echter niet met zekerheid te zeggen dat de hoge waterstanden de enige oorzaak zijn van de plasvorming. Een beperkte infiltratiecapaciteit van de bodem kan hier ook aan bijdragen

en de agrariër heeft hier een eigen verantwoordelijkheid. Er bestaan geen normen voor de duur van hoogwater.

Plassengebieden

Plassengebieden (o.a. Nieuwkoopse Plassen, Reeuwijkse Plassen) hebben nu een lage bemalingsrichtlijn ($8 \text{ m}^3/\text{min}/100\text{ha}$), waardoor het relatief lang duurt voordat een plas weer op peil is. Als dit samenvalt met windopzet kan dit leiden tot lokaal hoge waterstanden en hoge belasting van kades en wateroverlast door golfoverslag.

Kosten baten hogere gemaalcapaciteit

Of de baten van een hogere gemaalcapaciteit opwegen tegen de kosten, hangt af van het oppervlak dat is ondergelopen en de schade die daardoor ontstaat.

Stel dat in een polder door inzet van een eenheid noodbemaling gedurende 1 dag de duur van inundatie wordt teruggebracht van 2 dagen naar 1 dag. Op basis van bovenstaande kentallen kan de schadereductie worden berekend t.g.v. inzet noodbemaling.

Geïnundeerd oppervlak	Grasland	Akkerbouw (aardappelen)	Boomteelt
1 ha	100 €	2000 €	16.500 €
10 ha	1000 €	20.000 €	33.000 €
50 ha	5000 €	100.000 €	165.000 €

De conclusie is dat het bij akkerbouw of boomteelt rendabel is om noodbemaling in te zetten om inundatieduur te beperken. Echter voor grasland is het pas bij aanzienlijke oppervlakken (vanaf ca 30 ha) rendabel.

Bijlage 3.E: Gemaalcapaciteit i.r.t. energieverbruik

Bij het ontwerp van een gemaal speelt het energieverbruik een rol. Het energieverbruik van een gemaal is afhankelijk van de draaiuren, de opvoerhoogte, het debiet en het rendement. Het rendement is afhankelijk van de opvoerhoogte, debiet en toerental. De wens is om bij nominale capaciteit het hoogste rendement te behalen, omdat bij deze capaciteit de meeste draaiuren worden gemaakt. Als vervolgens de pomp wordt 'opgetoerd' om met een hoger debiet af te voeren, geeft de pompcurve weer wat het effect hiervan is op het rendement.

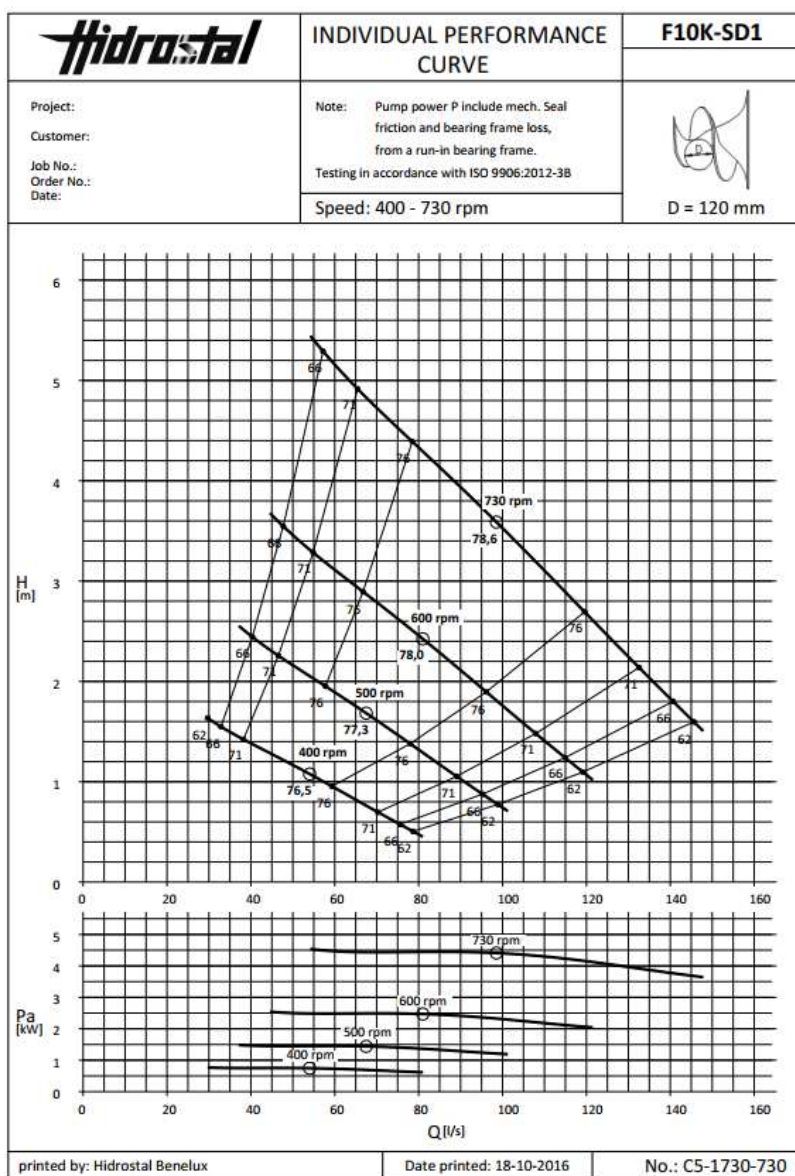
Vraag: Wat is het effect op het rendement bij een toename van het pompdebiet?

Figuur 4 geeft de pompcurve weer van een pomp met een opvoerhoogte van 0 tot 6 meter en een debiet van 3 tot 7 m³/min. Stel een gemaal heeft een vaste opvoerhoogte van 2,5 m. Het hoogste rendement (78%) wordt dan behaald bij een debiet van 80 l/s (4,8 m³/min). Bij een 25% hoger debiet van 100 l/s is het rendement 77%. In dit specifieke geval is het effect van harder pompen op het rendement zeer beperkt. Er zijn ook combinaties waarbij het effect van 20% harder pompen groter is. Bijvoorbeeld bij een opvoerhoogte van 1 m en een debiet van 80 l/s is het rendement ca 72%; bij een 25% hoger debiet van 100 l/s is het rendement 66%.

Het type pomp uit het voorbeeld heeft een opvallend hoog rendement van 66 tot 76%. Met name bij kleinere pompen (bijvoorbeeld de VOPO MG-219-A) in de range van 2-5 m³/min kan het rendement lager zijn (40 tot 50%).

Bij het ontwerp van een gemaal wordt een pomp gekozen die het beste past bij de opvoerhoogte en het gewenste debiet. Het rendement is niet per definitie maximaal bij deze combinatie. Een aanpassing van het debiet kan een positief of negatief effect hebben op het rendement.

De conclusie is dat het effect van een hoger maaldebiet op het rendement voor elke situatie anders is. In veel gevallen heeft een 20% hogere capaciteit een beperkt effect van 1-2% op het rendement. Voor kleine pompen met weinig draaiuren heeft enkele procenten rendementsverschil een beperkt effect op het energieverbruik. Voor grote gemalen kan een procent verschil wel een significante energiebesparing opleveren.

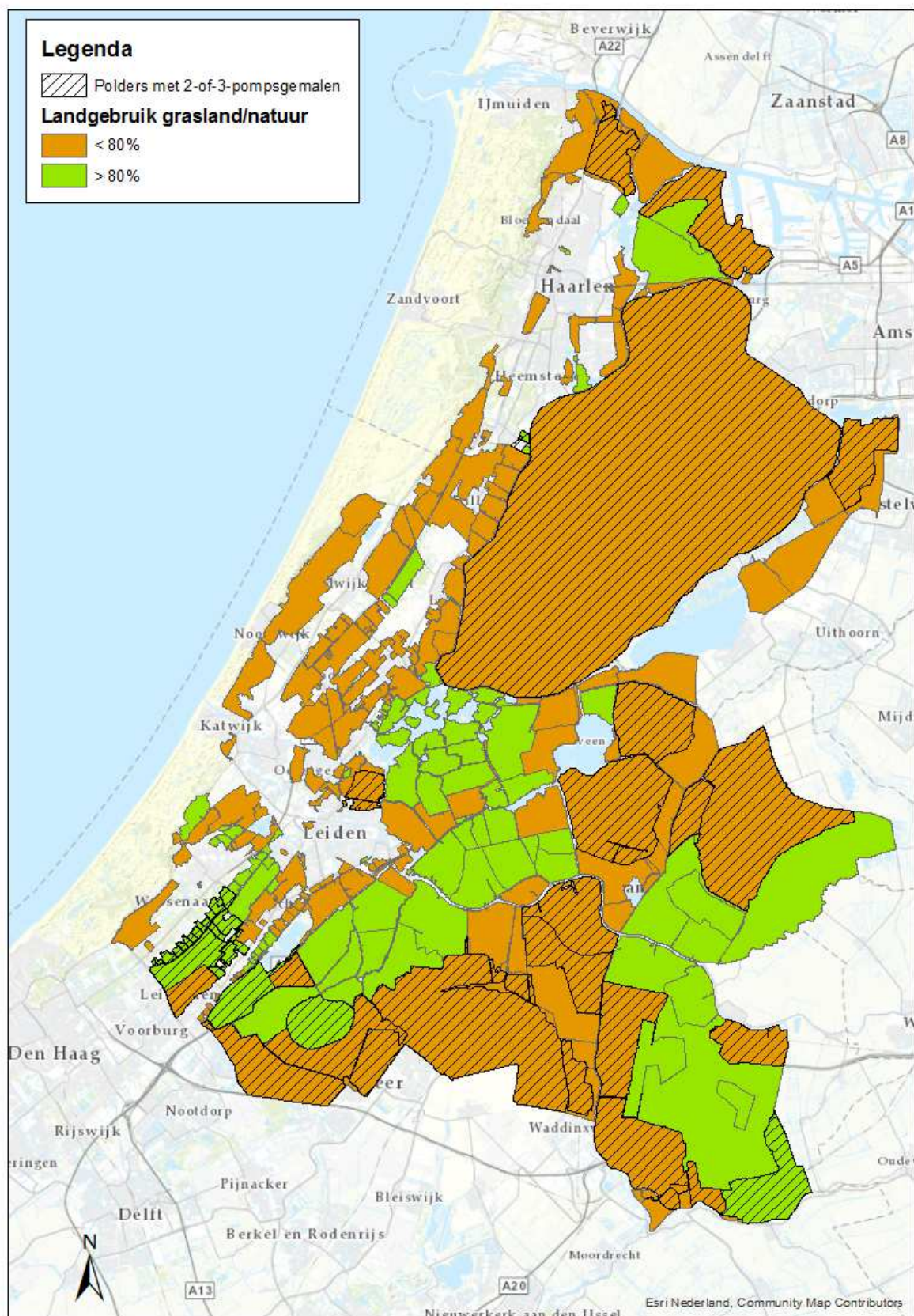


Figuur 4 Pompcurve van een pomp met capaciteit van 3-7 m³/min

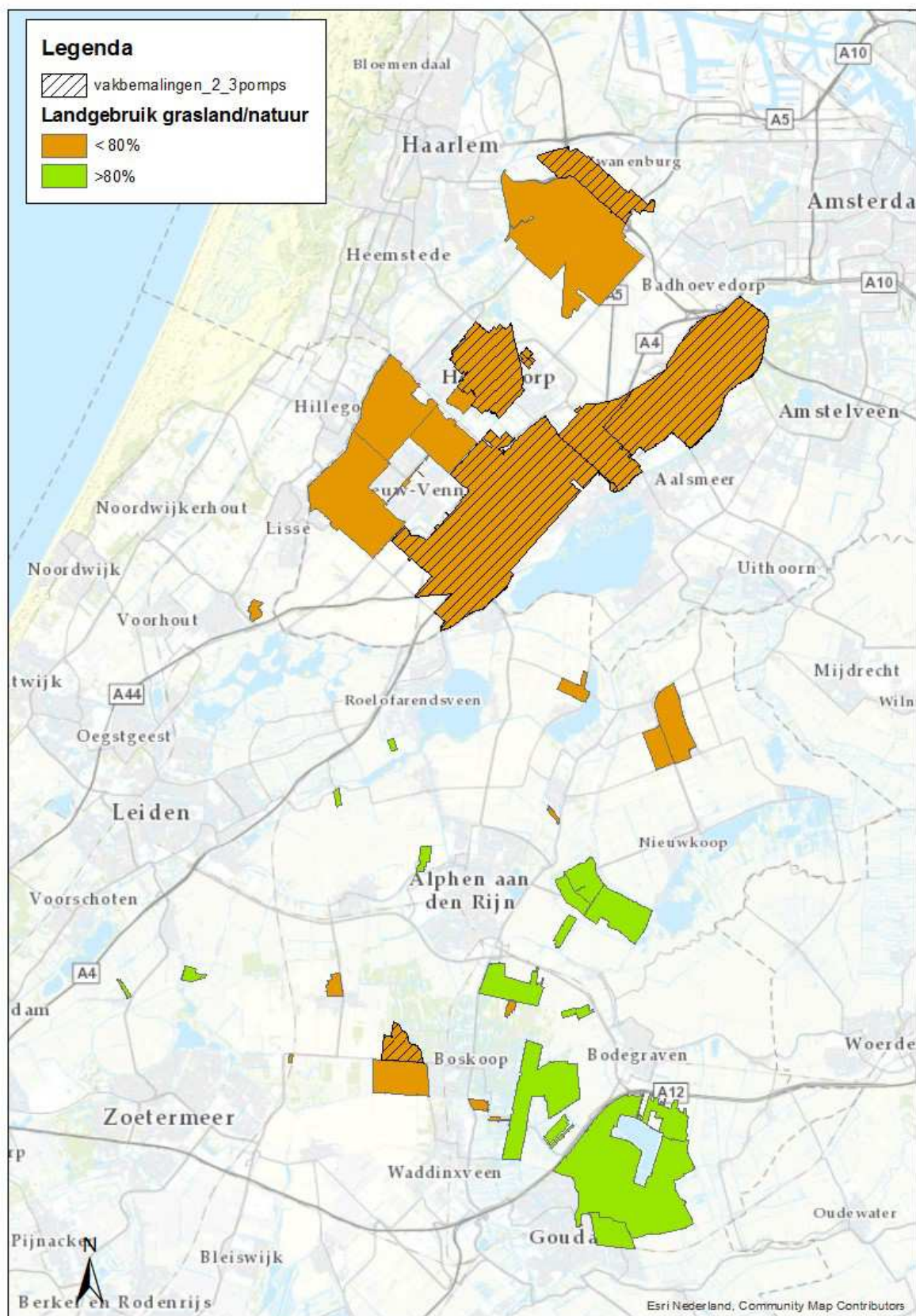
Bijlage 3.F: Meerkosten tweepompsgemalen

Eerder is geconcludeerd dat het meestal niet rendabel is om flinke overcapaciteit in het gemaal te installeren vanwege de meerkosten van het bouwen van een 2-pompsgemaal t.o.v. 1-pompsgemaal. Echter, 2-pompsgemalen scoren ook op moeilijk kwantificeerbare effecten zoals bedrijfszekerheid en betere onderhoudbaarheid.

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de totale kosten indien alle 1-pompsgemalen in niet-graslandpolders bij vervanging/renovatie worden uitgevoerd als 2-pompsgemaal.



Figuur 5 Polders met 1- of meerpompsgemalen



Figuur 6 Vakbemalingsgebieden met 1- of meerpompsgemalen

Onderstaande tabel geeft een aantal kentallen weer van de meerkosten indien een 1-pompsgemaal wordt uitgevoerd als 2-pompsgemaal met 50% overcapaciteit.

Type gemaal	Capaciteit (m ³ /min)	Directe bouwkosten 1-pompsgemaal(€)	Toename directe bouwkosten bij 2-pompsgemaal met 50% grotere capaciteit (€)	Toename directe bouwkosten (%)
Klein	4	€181.000	18.000	10%
Middelgroot	16	€275.000	82.000	30%
Groot	60	€620.000	310.000	50%

Onderstaande tabel geeft een classificatie van 1-pompsgemalen in niet grasland-polders en in de laatste kolom de meerkosten als deze gemalen 2-pomps worden uitgevoerd met 50% overcapaciteit. De totale kosten voor vervanging van alle 1-pompsgemalen in niet-graslandpolders bedragen 102 miljoen euro. Indien deze worden vervangen door 2-pompsgemalen bedragen de kosten 136 miljoen euro. De meerkosten bedragen dus 34 miljoen euro (33%).

Debietklasse (m ³ /min)	aantal 1pomps afvoergemalen in niet graslandpolders ²	Bouwkosten (miljoen €)	Meerkosten 2-pomps (miljoen €)
<5	60	11	1
5 tot 20	69	17	5
20 tot 50	33	15	5
50 tot 100	19	13	7
>100	4	4	2
Totale Directe bouwkosten		60	20
Totale bouwkosten (incl voorbereidingskosten)		102	34

² Niet-graslandpolders zijn gedefinieerd als polder met minder dan 80% grasland