

Wat als het gemaal stopt?

Het opstellen van een calamiteitenplan voor gemaaluitval



Voorverslag

Opdrachtgever: Waterschap Noorderzijlvest

Auteur: K. Vos

Datum: 16 februari 2015

WAT ALS HET GEMAAL STOPT?

Het opstellen van een calamiteitenplan voor gemaaluitval

Koen Vos

s1089390

Groningen, 16 februari 2014

Begeleiding Universiteit Twente:

Dr. M.S. Krol (Associate Professor, Water Engineering and Management)

Faculty of Engineering Technology

Begeleiding Waterschap Noorderzijlvest:

M.S. van der Meer (Teamleider Watersysteembeheer/Waterveiligheid)

R.J. Beukema (Teamleider Watersysteembeheer/Waterveiligheid)

Afbeelding voorpagina: Plaatsen van tijdelijke pompopstelling bij gemaal De Verbetering (Vos, 2014)

Voorwoord

Voor u ligt het rapport van mijn onderzoek naar het opstellen van een calamiteitenplan voor gemaaluitval. Het betreft een bachelor eindopdracht ter afronding van mijn Bachelor Civiele Techniek aan de Universiteit Twente. Hiervoor heb ik met veel plezier stage gelopen bij Waterschap Noorderzijlvest.

Initieel was het de bedoeling om voor een aantal gemalen aantal noodopstellingen te ontwerpen die in geval van een calamiteit ingezet konden worden. Dit is langzaam verschoven naar het ontwikkelen van een proces en plan dat een aantal bestrijdingsopties aandraagt voor het bestrijden van een calamiteit zonder daarbij vast te zitten aan vooraf geselecteerd materieel of leveranciers.

Voor hun hulp bij de totstandkoming van deze opdracht wil ik dan ook een aantal mensen bedanken. Ten eerste gaat mijn dank uit naar Maarten Krol van de Universiteit Twente, die me heeft geholpen bij het vormgeven van dit onderzoek en dit rapport en mij heeft voorzien van feedback op mijn bevindingen. Menno van der Meer en Roelf Beukema wil ik graag bedanken voor hun uitstekende begeleiding. Ten slotte ben ik dank verschuldigd aan Floris Knot, Kor Tillema, Michiel van der Meer en Fré Buurman voor hun hulp en inzichten.

Samenvatting

Vanuit het waterschap is de behoefte geuit om beter voorbereid te zijn op het uitvallen van een groot gemaal. Dit vereist het hebben van een plan voor het geval zich een zodanige situatie voordoet. Om te onderzoeken wat er in zo'n calamiteitenplan moet worden opgenomen is overleg met het waterschap gekomen tot de volgende doelstelling: Het vaststellen van de benodigde inhoud van een calamiteitenplan dat binnen de bestaande calamiteitenorganisatie van waarde is.

In eerste instantie zou dit vooral gaan om het ontwerpen van verschillende pompopstellingen, na overleg met de begeleiding is echter gekomen tot de volgende onderwerpen:

- De mogelijke manieren waarop een gemaal kan uitvallen en de gevolgen daarvan
- Wanneer het uitvallen van een gemaal een calamiteit wordt en maatregelen genomen moeten worden
- Wat er in een calamiteitenplan moet worden opgenomen om een calamiteit effectief te bestrijden

Er is gebleken dat er zeer veel verschillende gemaaluitvallen mogelijk zijn, met ieder weer zeer verschillende gevolgen afhankelijk van de intensiteit. Daarom zijn een zestal scenario's opgesteld die de verschillende mogelijke gemaaluitvallen vertegenwoordigen, deze zijn voor alle gemalen hetzelfde. Deze scenario's zijn beoordeeld aan de hand van twee criteria, de tijdsduur dat het gemaal buiten bedrijf is en de bruikbaarheid van de locatie voor het realiseren van een noodoplossing. In deze scenario's varieert de tijdsduur van één week of minder tot langer dan een maand. De locatie kan wel of niet bruikbaar zijn. Deze kunnen in het bestrijdingsproces gebruikt worden om verschillende belangen te wegen.

Om vast te stellen of een calamiteit bestreden moet worden is een proces ontworpen dat de besluitvormingsprocedure ondersteunt. Hierbij is zoveel mogelijk rekening gehouden met hoe de storingsdienst functioneert en hoe de calamiteitenorganisatie is ingericht. In dit proces wordt op systematische wijze bekeken of het uitvallen van een gemaal leidt tot een calamiteit. Indien er sprake is van een calamiteit worden de opties voor oplossingen bekeken en zal hieruit een keuze gemaakt worden.

Het effectief bestrijden van een calamiteit vereist op de situatie toegespitste oplossingen. Er is een raamwerk voor een calamiteitenplan opgesteld dat gestructureerd mogelijke oplossingen beschikbaar stelt zonder hierbij een star en inflexibel plan wordt gemaakt, dit is gedaan door mogelijke oplossingen te bekijken en hun geschiktheid te documenteren. Voor gemaal De Drie Delfzijlen is met behulp van dit raamwerk een calamiteitenplan opgesteld om te illustreren hoe dit raamwerk kan worden toegepast.

Inhoudsopgave

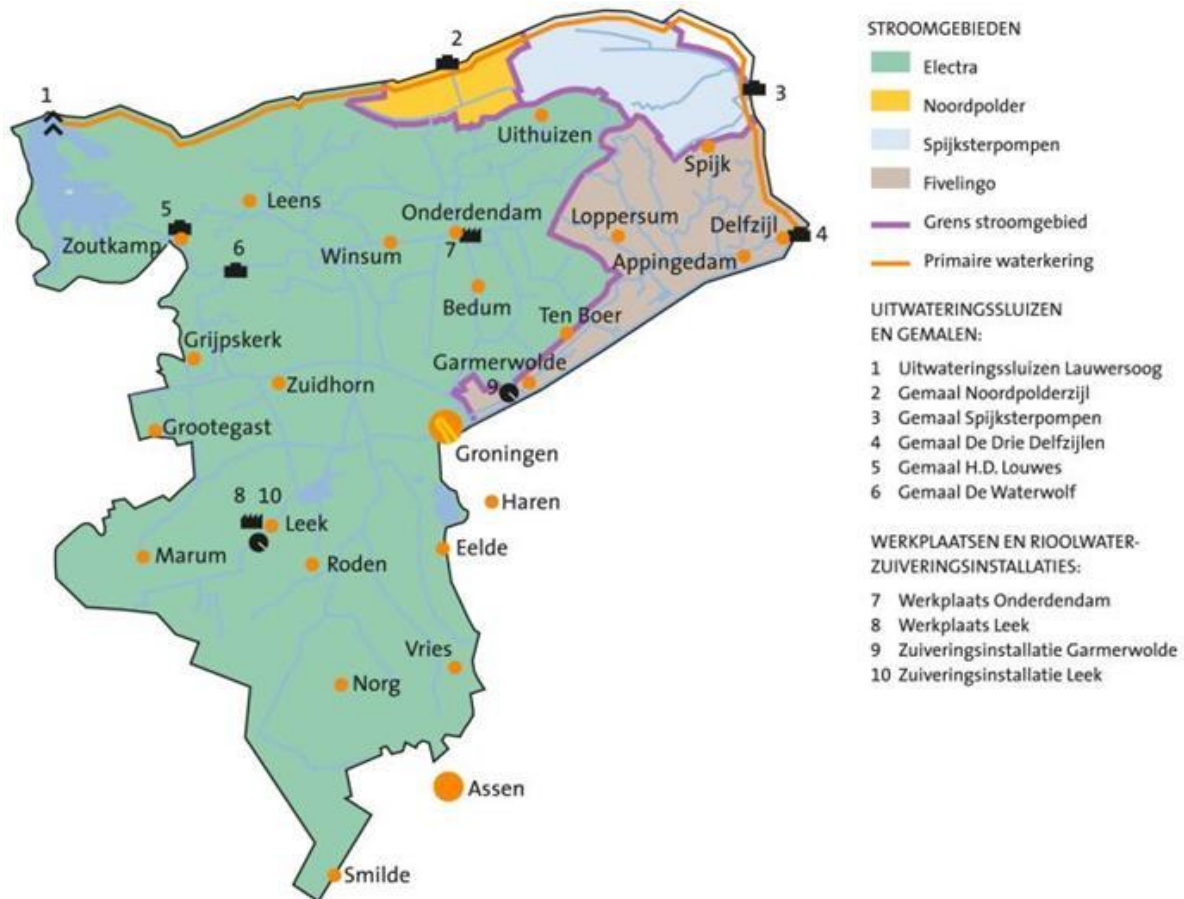
Voorwoord	3
Samenvatting.....	4
Inhoudsopgave	5
1. Inleiding	7
1.1. Waterschap Noorderzijlvest	7
1.2. Calamiteitenorganisatie	8
1.3. Probleemstelling.....	8
1.4. Doelstelling.....	9
1.5. Onderzoeksvragen.....	9
1.6. Methoden.....	10
1.7. Beschrijving van de case.....	12
2. Calamiteiten	13
2.1. Mogelijke oorzaken uitval gemaal.....	13
2.2. Directe gevolgen per uitvaltype	14
2.3. Scenario's gemaaluitval.....	18
2.4. Conclusies	19
3. Proces Inwerkstelling calamiteitenplan	20
3.1. Actoren	20
3.2. Wensinventarisatie.....	20
3.3. Proces	22
4. Opzet Calamiteitenplan.....	25
4.1. Wensinventarisatie.....	25
4.2. Beschouwing technische opties	26
4.3. Ondersteunende Inhoud	28
4.4. Invloed Scenario's.....	29
4.5. Vaststellen raamwerk calamiteitenplan.....	30
5. Case: De Drie Delfzijlen	31
5.1. Stroomgebied	31
5.2. Indicatie Benodigde Capaciteit.....	33
5.3. Motivatie keuzes	34
5.4. Opties omleiden water.....	35
5.5. Inzetten Noodcapaciteit.....	35
6. Discussie, conclusie, aanbevelingen en vervolgonderzoek.....	40

6.1. Discussie	40
6.2. Conclusie	40
6.3. Aanbevelingen.....	41
6.4. Mogelijkheden voor vervolgonderzoek.....	42
Bibliografie	43
Bijlage A – Lijst gemalen(50 m ³ /min of meer).....	46
Bijlage B – Calamiteitenplan Gemaal De Drie Delfzijlen (KGM - 046)	48
Stroomgebied	50
Indicatie Benodigde Capaciteit.....	52
Motivatie keuzes	53
Opties omleiden water	54
Inzetten Noodcapaciteit	54
Bijlage C – Gesprekken Waterschappers.....	59
Uitkomst gesprekken.....	59
Vragenlijst.....	60

1. Inleiding

1.1. Waterschap Noorderzijlvest

Waterschap Noorderzijlvest verzorgt het waterbeheer in het noordwesten van Drenthe, het noorden en westen van Groningen en het Lauwersmeergebied, alles bij elkaar zo'n 144.000 hectare (Waterschap Noorderzijlvest, 2014). Het beheersgebied bestaat uit 4 stroomgebieden zoals weergegeven in figuur 1.



Figuur 1 - Beheersgebied Noorderzijlvest

Elk van deze stroomgebieden heeft een eigen voorziening om overtollig water op zee te lozen. Deze bestaan uit een combinatie van spuisluizen en gemalen om overtollig water uit het gebied af te voeren, en kleinere gemalen voor onderbemaling, om overtollig water naar de hoofdgemalen te leiden. Het goed functioneren van deze gemalen is voor het uitvoeren van de taken van het waterschap essentieel. Uitval van een van de gemalen kan leiden tot een calamiteit.

Het gebied telt 179 gemalen, 45 hiervan hebben een capaciteit van meer dan 50 m³/min, met als absoluut hoogtepunt gemaal De Waterwolf, met een capaciteit van 4500 m³/min (Loonstra, 2013), het grootste gemaal van Noorderzijlvest. Bij uitval van kleinere gemalen (capaciteit tot 50 m³/min) verzorgt het waterschap met eigen materieel de calamiteitenbestrijding. Hiervoor heeft het 2 geluidsarme pompen met een capaciteit van 6 m³/min en 2 tractorpompen met een capaciteit van 15 m³/min tot zijn beschikking (Meer, 2014). Voor de grote gemalen (capaciteit boven 50 m³/min) is

bestrijding van de calamiteit met eigen materieel niet meer mogelijk. Dit rapport richt zich op calamiteiten door uitval van deze grotere gemalen en de bestrijding van deze calamiteiten.

Noordpolder

Stroomgebied Noordpolder bevat de Noordpolder en een deel van de Oostpolder. Het stroomgebied watert onder vrij verval af richting gemaal Noordpolderzijl. . Gemaal Noordpolderzijl wordt gebruikt om overtollig water af te voeren, dit gemaal loost direct op de Waddenzee.

Spijksterpompen

Stroomgebied Spijksterpompen ligt opgesloten tussen de Waddenzee aan de noord en oostkant, Noordpolder in het westen, Electra in het zuidwesten en Fivelingo in het zuiden. Gemaal Spijksterpompen bemaalt dit gebied, lozing vindt plaats op de Waddenzee. Het stroomgebied bevat nog enkele kleine gemalen die, onder andere in de Eemshaven, de onderbemaling verzorgen in het gebied.

Fivelingo

Het Fivelingo stroomgebied wordt bemalen door Gemaal De Drie Delfzijlen, dat overtollig water via de haven van Delfzijl op de monding van de Eems loost. Stroomgebied Fivelingo bevat de laaggelegen polders tussen het Damsterdiep en het Eemskanaal, dat tevens de zuidgrens van het stroomgebied vormt. Ook de wat hoger gelegen gebieden ten westen en noorden van Delfzijl vallen binnen het stroomgebied, deze wateren onder vrij verval af richting De Drie Delfzijlen

Electra

Electra is verreweg het grootste stroomgebied van Noorderzijlvest. In het zuidoosten grenst het aan het beheersgebied van Waterschap Hunze en Aa's, in het zuiden aan dat van Waterschap Weest en Rieden en in het westen aan dat van Wetterskip Fryslân. De Electraboezem wordt bemalen door gemalen De Waterwolf en H.D.Louwes, waarna er bij Lauwersoog vanuit het Lauwersmeer wordt gespuid op de Waddenzee. In verband met de bodemdaling is het gebied onderverdeeld in drie delen. Het water wordt hierdoor in stappen afgevoerd richting het Lauwersmeer, vanuit waar het op de Waddenzee wordt gespuid.

1.2. Calamiteitenorganisatie

Het waterschap is een calamiteitenorganisatie. Dit houdt in dat zij personeel beschikbaar heeft om te reageren op calamiteiten die zich in het gebied voordoen. Voor het waterschap zijn dit calamiteiten op het gebied van de primaire waterkeringen, waterhuishouding en vaarwegen. (Waterschap Noorderzijlvest, 2011). De organisatie bestaat uit een aantal Waterschap Actieteam, die in het veld maatregelen uitvoeren, met daarboven zo nodig een coördinerend Waterschap Operationeel Team. Daarboven is indien nodig nog het Waterschap Beleids team, dat voorziet in strategie en bestuurlijke coördinatie.

1.3. Probleemstelling

Voor de gemalen bekeken in deze opdracht ($>50 \text{ m}^3/\text{min}$) heeft het waterschap geen eigen noodcapaciteit en is dus externe capaciteit nodig. Hoeveel externe capaciteit er nodig is en waar,

wanneer en hoe dit wordt ingezet wordt op dit moment gepland zodra er zich een situatie voordoet waarin het waterbeheer daarom vraagt. Zoals eerder beschreven heeft het waterschap voor het bestrijden van een calamiteit mensen en een organisatiestructuur beschikbaar. Wat voor maatregelen er in geval van een calamiteit genomen moeten worden is echter niet vastgelegd. Het waterschap heeft behoefte geuit aan het voor handen hebben van een voorbereid calamiteitenplan voor het geval dit bij één van de grotere gemalen nodig is. Om dit te kunnen doen dient nagedacht te worden over waar zo'n calamiteitenplan aan moet voldoen en wat er in opgenomen dient te worden.

1.4. Doelstelling

De doelstelling van het onderzoek is: Het vaststellen van de benodigde inhoud van een calamiteitenplan dat binnen de bestaande calamiteitenorganisatie van waarde is.

Om verwarring te voorkomen volgt hieronder een toelichting voor een aantal termen uit de doelstelling.

Calamiteit:

Het begrip calamiteit kan binnen het kader van dit rapport op twee manieren gebruikt worden. Ten eerste kan een omstandigheid waardoor een gemaal zijn taak niet kan uitvoeren gezien worden als een calamiteit, hierbij is de calamiteit de oorzaak voor het niet functioneren van het gemaal.

De tweede mogelijkheid is dat de calamiteit betrekking heeft op het watersysteem, hierbij leidt het niet functioneren van het systeem tot een calamiteit, bijvoorbeeld een overstroming, hierbij is het niet functioneren van het gemaal de oorzaak van de calamiteit. In dit verslag ligt de focus op het voorkomen/bestrijden van calamiteiten uit deze tweede categorie. Dit zal dan ook de definitie van calamiteit zijn die verder in het verslag gebruikt wordt.

Calamiteitenplan: Plan voor het handelen in het geval dat een calamiteit zich voordoet.

Calamiteitenorganisatie: Organisatie van Waterschap Noorderzijlvest gericht op calamiteitenbestrijding.

1.5. Onderzoeksvragen

Om de doelstelling te bereiken worden er drie onderzoeksvragen opgesteld.

- In welke calamiteiten dient een noodplan voor een gemaal te voorzien?
 - Op wat voor manieren kan een gemaal uitvallen?
 - Wat zijn de directe gevolgen van de verschillende soorten gemaaluitval?
- Hoe wordt het calamiteitenplan in werking gesteld?
 - Welke personen zijn bij de uitvoer van het calamiteitenplan betrokken?
 - Hoe wordt besloten over te gaan tot het inwerkingstellen van het calamiteitenplan?

- Wat dient er in een calamiteitenplan opgenomen te worden?
 - Wat wil het waterschap graag zien in een calamiteitenplan?
 - Wat is nuttig om in het calamiteitenplan op te nemen?
 - Hoe is de diversiteit aan calamiteiten van invloed op het calamiteitenplan?
 - Hoe kan een calamiteitenplan worden uitgewerkt voor een gemaal?

1.6. Methodes

Per onderzoeksvraag wordt hier beschreven welke methode gebruikt wordt om antwoord te geven op de onderzoeksvraag.

1. In welke calamiteiten dient een noodplan voor een gemaal te voorzien?

1.1. Op wat voor manieren kan een gemaal uitvallen?

Om effectief te kunnen plannen voor calamiteiten is het nodig om te weten wat voor soort calamiteiten kunnen optreden waardoor een gemaal niet kan functioneren. Omdat het verleden de beste leermeester is zal er gezocht worden naar de oorzaken waardoor gemalen in het verleden zijn uitgevallen. Hiervoor zal gesproken worden met de managers van districten Noord-Oost en Noord-West waarin de behandelde gemalen liggen. Tevens zal gezocht worden naar incidenten elders in Nederland. Hierbij zal ook gekeken worden naar omstandigheden waaronder het gemaal niet kan functioneren, maar die niet tot een calamiteit leiden.

1.2. Wat zijn de directe gevolgen van de verschillende soorten gemaaluitval?

Kenmerken van de verschillende soorten uitval zullen in kaart worden gebracht. Om te kijken in hoeverre deze van invloed zijn zullen de gevolgen per geval bekeken moeten worden. Hiervoor zullen bronnen van binnen en buiten het waterschap gebruikt worden, afhankelijk van waar zich de calamiteit heeft voorgedaan. Tenslotte zullen de calamiteiten ingedeeld worden in categorieën met vergelijkbare gevolgen.

Beschikbaar na afronden deelvraag: Aantal mogelijke calamiteiten met bijbehorende gevolgen.

Calamiteiten met gelijksoortige gevolgen bij elkaar ingedeeld in categorieën. Scenario's opgesteld die de mogelijke soorten uitval weergeven.

2. Hoe wordt het calamiteitenplan in werking gesteld?

Omdat concrete calamiteitenplannen voor gemaaluitval nog niet gebruikt worden bij Waterschap Noorderzijlvest moet een proces ontwikkeld worden waarbinnen het calamiteitenplan functioneert.

2.1. Welke personen zijn bij de uitvoer van het calamiteitenplan betrokken?

Om een proces te ontwerpen is het nodig te weten wie hierbij betrokken is. Hierbij zal gekeken worden wie betrokken zijn bij het oplossen van storingen, aangezien een calamiteitsituatie veel lijkt op een storingssituatie.

2.2. Hoe wordt besloten over te gaan tot het inwerkingstellen van het calamiteitenplan?

De wensen van de betrokken partijen gevonden in vraag 2.1 zullen in kaart gebracht worden. Op basis hiervan zal een proces worden ontworpen dat vaststelt of het uitvallen van een gemaal tot een calamiteit leidt, en als dat het geval is wat er dan voor maatregelen genomen dienen te worden.

Beschikbaar na afronden deelvraag: Proces ontworpen voor het inwerkingstellen van het calamiteitenplan.

3. Wat dient er in een calamiteitenplan opgenomen te worden?

Voordat een calamiteitenplan kan worden opgesteld moet vastgesteld worden wat in dat plan moet komen te staan.

3.1. Wat wil het waterschap graag zien in een calamiteitenplan?

Om achter de wensen van het waterschap te komen zal in overleg met de begeleiders een lijst worden opgesteld van onderwerpen die van belang kunnen zijn. Dit zal vervolgens overlegd worden met de partijen die dit plan uit moeten voeren.

3.2. Wat is nuttig om in het calamiteitenplan op te nemen?

Nu bekend is wat het waterschap wil terugzien in het plan is het zaak te kijken hoe op een toekomstbestendige manier invulling gegeven kan worden aan de wensen van het waterschap. De gemaakte ontwerpkeuzes zullen hier gemotiveerd worden.

3.3. Hoe zijn de opgestelde scenario's van invloed op het calamiteitenplan?

Hier zal beschouwd worden hoe de scenario's uit onderzoeksvraag 1 van invloed zijn op het invulling geven aan het calamiteitenplan.

3.4. Hoe kan een calamiteitenplan worden uitgewerkt voor een gemaal?

Wat in de voorgaande deelvragen is besproken zal voor de testcase worden uitgewerkt tot een gemaalspecifiek calamiteitenplan.

Beschikbaar na afronden deelvraag: Calamiteitenplan testcase, raamwerk voor het maken van een calamiteitenplan, (calamiteitenplannen andere gemalen als de tijd dat toestaat)

1.7. Beschrijving van de case

Door dit verslag heen zullen de verschillende stappen met behulp van een testcase worden geïllustreerd. Hiervoor is het gemaal De Drie Delfzijen gekozen. Dit boezemgemaal ligt midden in Delfzijl, net ten zuiden van het centrum, en zal als zodanig zal het uiteindelijke calamiteitenplan veel van de aspecten bevatten die in dit verslag behandeld worden. Gezien de complexe omgeving is het voor Waterschap Noorderzijlvest ook waardevol om hiervoor een plan te hebben liggen.

Gemaal De Drie Delfzijen:

Totale capaciteit: 1500 m³/min

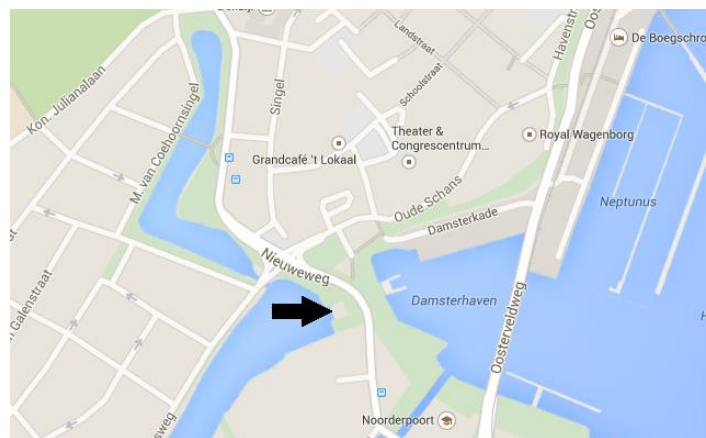
Opvoerhoogte: 3,5 m

Aanwezige installatie:	Diesel schroefcentrifugaalpomp in betonnen slakkenhoofd	650 m ³ /min
	Diesel schroefcentrifugaalpomp in betonnen slakkenhoofd	650 m ³ /min
	Elektrische schroefpomp in betonnen pomphuis	200 m ³ /min

Het gemaal is in 1972 gesticht door Waterschap Fivelingo. Het is vernoemd naar het oude waterschap, Generale Zijlvest van de Drie Delfzijen, dat vroeger de 3 spuisluizen (zijen) van het stroomgebied Fivelingo beheerde. Oorspronkelijk beschikte het gemaal over de 2 dieselpompen en een spuiwerker, omwille van de bodemdaling is later de elektrische pomp in de spuiwerker toegevoegd. Indien het waterniveau op de Eems laag genoeg is wordt via de spuiwerker gespuid op de haven van Delfzijl (De Nederlandse Gemalen Stichting, 2014).



Figuur 3 - Gemaal De Drie Delfzijen (Damsterdiepzijde) (De Nederlandse Gemalen Stichting, 2014)



Figuur 2 - Locatie De Drie Delfzijen (Google Maps, 2014), de zwarte pijl geeft aan waar het gemaal zich bevindt.

2. Calamiteiten

In dit hoofdstuk worden de omstandigheden beschreven die uitval van een gemaal kunnen veroorzaken. Vervolgens worden hiervan de gevolgen in kaart gebracht. Daarna worden de uitvaltypes in categorieën van gelijke gevolgen onderverdeeld, dit resulteert in een aantal scenario's waarin uitval zich voor kan doen. In dit hoofdstuk worden oorzaken voor gemaaluitval in zijn algemeenheid behandeld, het zal van het individuele gemaal afhangen welke zich ook daadwerkelijk kunnen voordoen. Er wordt afgesloten met een korte conclusie.

2.1. Mogelijke oorzaken uitval gemaal

Twee verschillende soorten gemaaluitval kunnen worden onderscheiden. Ten eerste is er gemaaluitval waaraan geen directe externe gebeurtenis aan voorafgaat.

Met behulp van zijn de volgende interne uitvallen gevonden:

- Onderhoud
- Storing
- Vervanging

Bovenstaande uitvallen zijn een direct resultaat van normale bedrijfsvoering, en hoewel deze zich op ongelegen momenten kunnen voordoen is het te verwachten dat deze zich voordoen. Wanneer onderhoud en vervanging zich voordoen is natuurlijk ook te sturen. Onder storing wordt hier verstaan dat het gemaal uitvalt onder normale bedrijfsvoering, bijvoorbeeld doordat een computer vastloopt of een motor kapotgaat.

De andere omstandigheden waaronder een gemaal kan uitvallen betreft het een uitval met externe oorzaak. Hierbij is er een gebeurtenis die niets te maken heeft met de normale bedrijfsvoering de oorzaak van het uitvallen van het gemaal. Mogelijkheden hiervoor, afhankelijk van de locatie, zijn:

- Brand
- Blikseminslag
- Stroomuitval
- Stormschade
- Aanrijding
- Aanvaring
- Aardbeving
- Menselijk falen

Bij de meeste van deze is het vrij duidelijk wat er is voorgevallen, aardbeving en menselijk falen zijn misschien wat minder duidelijk. De gaswinning in de provincie Groningen veroorzaakt bodemdaling en aardbevingen, aangezien een groot deel van dit gebied bij Waterschap Noorderzijlvest in beheer is zijn aardbevingen een potentieel risico. Waterschap Noorderzijlvest heeft hiervoor eerder al de verkennende studie Malen na Beven laten uitvoeren. Met Menselijk falen wordt bedoeld dat het doen of laten van een persoon uiteindelijk leidt tot het uitvallen van een gemaal, dit kan zowel per ongeluk als expres(terrorisme, sabotage) gebeuren.

Buiten beschouwing gelaten oorzaken van uitval

- Overloop van het kunstwerk

De niveauverschillen in het gebied met de grote gemalen zijn relatief klein (ong. van -2m langs het Eemskanaal tot +2m NAP langs de waddenzeekust). Zowel de Fivelingo- als de Electraboezem hebben een peil van onder de -1 m NAP. Wil een gemaal onderlopen moet het water daarvoor van buiten het gebied komen. Dit duidt op een dijkdoorbraak of het falen van een ander kunstwerk die beiden het falen van het gemaal irrelevant maken.

- Peilverschillen boven de capaciteit van het kunstwerk

Een situatie waarbij de peilverschillen te groot zijn voor het gemaal om nog te functioneren kunnen zich voordoen bij de boezemgemalen, aangezien deze beïnvloed worden door het tij op zee. Hierbij kan gedacht worden aan opstuwing in het Lauwersmeer of een verhoogd hoogtij, bijvoorbeeld door storm. Omdat dit echter een zeer kort verschijnsel is is dit niet meegenomen. Bovendien heeft het waterschap hiervoor een calamiteitenplan beschikbaar.

- IJsvorming

Uit overleg met Michiel van der Meer, nu gemaalbeheerder maar vroeger gemaalmonteur, blijkt dat ijs weliswaar het bij het starten van een gemaal wat problemen kan geven, maar dat dat snel te verhelpen is en geen blijvende schade veroorzaakt.

2.2. Directe gevolgen per uitvaltype

Hieronder worden de directe gevolgen per uitvaltype in kaart gebracht. In ieder geval wordt gekeken naar de tijd totdat het gemaal weer kan draaien en de invloed op de bruikbaarheid van de locatie van het gemaal. Per type zal kort beschreven worden wat er kan gebeuren en waarmee rekening gehouden dient te worden. Het gaat hierbij om de gevolgen voor het kunstwerk, op de gevolgen voor het watersysteem zal later worden ingegaan. Dit wordt samengevat in een tabel. Voor de tijdsduur van de uitval zullen daar de volgende tijdsvakken worden gebruikt: minder dan 24 uur, één tot zeven dagen, een week tot een maand en langer dan een maand. De toegankelijkheid van de directe omgeving van het gemaal is hierbij ook van belang. Een eventuele noodoplossing moet herstelwerkzaamheden zo min mogelijk in de weg zitten.

Onderhoud

Afhankelijk van de aard van de werkzaamheden die verricht moeten worden zal het onderhoud korter of langer duren. Bij gemalen met meerdere pompen kan geprobeerd worden om de verschillende pompen een voor een te doen om het verlies aan capaciteit te beperken. Het voordeel van onderhoud (en vervanging) ten opzichte van andere soorten uitval is dat het gepland kan worden. Afhankelijk van de werkzaamheden zal de locatie wel of niet beschikbaar zijn.

Storing

Zoals al eerder gesteld wordt onder storing verstaan dat het gemaal uitvalt onder normale bedrijfsvoering. Afhankelijk van het soort storing kan dit binnen een paar uur opgelost zijn, het kan echter ook zo zijn dat er onderdelen besteld moeten worden, wat langer kan duren.

Vervanging

Bij vervanging betreft het hier de bouw van een nieuw gemaal op de locatie van het nu bestaande gemaal. Als een vervangend gemaal op een andere locatie zou worden gebouwd zou dit immers geen invloed hebben op het bestaande gemaal.

Brand

Bij woningbranden blijkt naast roekeloosheid van de bewoners kortsluiting de grootste oorzaak van brand (ANP, 2001). Als gekeken wordt naar branden die in gemalen hebben plaatsgevonden lijkt dat falen van de elektrische installatie ook hier een van de hoofdoorzaken is, bijvoorbeeld in Hoogezand in 2011 (112 Hoogezand, 2011) of in Heerjansdam in 2014 (ZHZ Actueel, 2014). Verder moet er ook rekening gehouden worden met aangestoken branden. In 2011 werd door een aangestoken brand de schakelkast van een gemaal in Scheemda vernield, met uitval van het gemaal en grote financiële schade als gevolg (RTV Noord, 2011). De precieze impact die de brand heeft op een gemaal is moeilijk te voorspellen omdat een brand kan variëren van het uitbranden van iets kleins tot het tot de grond toe afbranden van het gehele gemaal. Aangenomen kan worden dat als het gemaal maar korte tijd uit de running is dat er gebruik gemaakt kan worden van de locatie, waarbij de locatie minder bruikbaar wordt naarmate de brand in grootte en intensiteit toeneemt.

Blikseminslag

Blikseminslag kan, naast dat het vaak brand veroorzaakt, ook ernstige schade toebrengen aan elektrische apparatuur. Bij een directe inslag kan een stroom veroorzaakt worden van maximaal zo'n 60.000 ampère (Aegon, 2013), wat vooral voor fijnere elektronica zoals printplaten een verwoestend effect heeft (RTV Rijnmond, 2013). Een indirecte inslag kan overspanning in de stroomvoorziening veroorzaken, wat vooral voor computers zeer schadelijk is (Aegon, 2013). Hoelang het duurt om eventuele bliksemschade te herstellen is lastig te zeggen, maar als een deel van de elektra in het gemaal moet worden vervangen is het niet waarschijnlijk dat dit binnen een dag voor elkaar is.

Stroomuitval

Een deel van de gemalen van Waterschap Noorderzijlvest maakt gebruik van elektrische pompen. Bij alle gemalen wordt gebruik gemaakt van elektriciteit voor aansturing en verlichting. Bij het uitvallen van de elektriciteitsvoorziening kan het zijn dat deze gemalen stilvallen. Het uitvallen van elektriciteit duurt meestal niet langer dan een week. De stroomlevering, die was uitgevallen als gevolg van de Apache gevechtshelikopter die een hoogspanningsmast raakte, was 2 dagen later weer hersteld (Scholtens, et al., 2008), bij de brand in een transformatorstation in Enschede, op 5 januari 2013, duurde dit drie dagen (RTV Oost, 2013). De brand in Enschede was in een station vergelijkbaar met stations die de eindlevering in Groningen verzorgen (Tennet, 2011).

Voorgaande situaties komen bijzonder zelden voor, echter zo'n 35.000 maal per jaar ontstaat er schade aan kabels en leidingen door graafwerkzaamheden (Rijksoverheid, 2014), de meeste van dit soort storingen zijn binnen een dag opgelost (Rendo Netwerken, 2014). Het uitvallen van de stroom heeft voor de bruikbaarheid van de locatie waar het gemaal zich bevindt geen gevolgen.

Stormschade

Bij stormschade wordt meteen gedacht aan omgewaaide bomen, deze zijn ook voor een gemaal een risico. Ten eerste is er natuurlijk de voor de hand liggende mogelijkheid dat de boom op het gemaal valt en daardoor het gemaal onklaar maakt. Het andere gevaar is dat de boom voor de waterinlaat

terecht komt en daar dan vervolgens ingezogen wordt. Het zal afhangen van de constructie van het gemaal en de aanwezigheid van bomen in de buurt of dit mogelijk is.

Bomen zijn natuurlijk niet het enige gevaar in een storm, een andere grote bedreiging zijn de stormwinden zelf. Het afwaaien van dakpannen of sneuvelen van ruiten kan de ingewanden van het gemaal blootstellen aan de regen die in Nederland meestal met stormen gepaard gaat. Vooral elektrische installaties kunnen hierdoor schade oplopen. Gezien de variatie in mogelijke omvang is niet met zekerheid te zeggen hoelang dit zal duren.

Aanrijding

Afhankelijk van de ligging van het gemaal kan dit gevoelig zijn voor een aanrijding. Dit zal vooral het geval zijn bij gemalen die aan een meer doorgaande weg liggen. Een aanrijding door een personenauto zal zeer waarschijnlijk leiden tot beperkte schade, maar een aanrijding door een vrachtauto kan een ravage veroorzaken (Dassanayake, 2014). De grootste schade door een aanrijding zal waarschijnlijk ontstaan aan de muren van het gebouw, het bezwijken van de schil van het gebouw kan het functioneren van het gemaal echter wel volledig stilleggen. Afhankelijk van de schade kan het gemaal bijna ongehinderd doordraaien of helemaal vervangen moeten worden.

Aanvaring

Net als bij de aanrijding zal de schade bij een aanvaring afhankelijk zijn van waarmee tegen het gemaal aangevaren wordt. Er zijn geen gevallen bekend waarbij een aanvaring daadwerkelijk tot schade heeft geleid. Omdat een aantal van de bekeken gemalen aan vaarwegen liggen is dit echter wel een mogelijkheid en is daarom hier vermeld.

Aardbeving

Schade door aardbevingen kan vooral optreden in het noordoosten van het beheersgebied van het waterschap. Het eerder al genoemde rapport Malen na Beven geeft mogelijke schades ten gevolge van een aardbeving. Schades kunnen minimaal zijn als een paar gescheurde voegen, maar het kan bijvoorbeeld ook zijn dat door ontzetting van de behuizing een vijzel vastloopt wat de pompcapaciteit compleet uitschakelt.

Menselijk falen

De gevolgen van menselijk falen zijn moeilijk in te schatten. Sommige van de grootste rampen uit de moderne tijd hebben kunnen gebeuren door nalatigheid, denk aan Exxon Valdez (Taylor, 2014) of Tsjernobyl (International Nuclear Safety Advisory Group, 1992). Het is dan ook niet ondenkbaar dat menselijk falen kan leiden tot het onklaar raken van een gemaal. Gezien het grote aantal mogelijkheden zijn de precieze gevolgen niet te voorspellen.

Overzicht directe gevolgen gemaaluitval

Tabel 1 - Overzicht directe gevolgen gemaaluitval. Per uitvaltype is met een X aangegeven hoelang het gemaal buiten gebruik kan zijn, tevens is aangegeven of de locatie bruikbaar is voor een eventuele noodoplossing.

	Potentiële duur stilstand				Locatie Bruikbaar?
	<24 uur	1-7 dagen	1 wk-1mnd.	> 1 maand	
Onderhoud	x	x	x		Ja
Storing	x				Ja
Vervanging				x	Nee
Brand		x	x	x	Misschien
Blikseminslag		x	x	x	Ja
Stroomuitval	x	x			Ja
Stormschade		x	x	x	Misschien
Aanrijding		x	x	x	Misschien
Aanvaring		x	x	x	Misschien
Aardbeving			x	x	Misschien
Menselijk falen	x	x	x	x	Misschien

2.3. Scenario's gemaaluitval

Zoals in de vorige paragrafen is beschreven verschillen de uitvaltypes onderling behoorlijk in tijdsduur en intensiteit. Er is onderscheid gemaakt tussen uitvallen met een korte, middelmatige en lange tijdsduur. Dit zijn scenario's voor de verschillende mogelijke vormen van uitval. Omdat de gemalen in deze opdracht er allemaal op gericht zijn om water het gebied uit te krijgen is er geen onderscheid aangebracht voor hoog en laagwatersituaties, omdat een laagwatersituatie niet tot problemen leidt.

Korte Uitval(maximaal 1 week)

Een uitval met een tijdsduur minder dan 24 uur zal maar heel zelden een probleem vormen, meestal kan dit worden opgevangen door het peil iets op te laten lopen, maar als hiervoor een noodoplossing nodig is moet dit zeer voortvarend worden geregeld. Omdat deze zeer korte uitvallen eigenlijk allemaal overlopen in de 1 tot 7 dagen categorie(tabel 1) zullen deze voor de scenario's bij elkaar worden gevoegd. Dit ook omdat voor een tijdsbestek van slechts één week ook een snelle reactie vanuit het waterschap gewenst is. De korte uitval levert twee scenario's op, één waar de directe omgeving van het gemaal bruikbaar is en één waar dit niet het geval is.

Scenario K1:

- Gemaal geheel of gedeeltelijk buiten werking voor maximaal 1 week
- Directe omgeving gemaal bruikbaar, rekening houdend met de aard van de benodigde herstelwerkzaamheden aan gemaal.

Scenario K2:

- Gemaal geheel of gedeeltelijk buiten werking voor maximaal 1 week
- Directe omgeving gemaal onbruikbaar

Middelmatige Uitval(1 week tot 1 maand)

Hieronder vallen alle stilstanden die niet direct verholpen kunnen worden, maar waarbij het gemaal wel relatief snel weer draaiende gekregen kan worden. Bijna alle uitvaltypes kunnen zich in deze categorie voordoen. Ook voor de middelmatige uitval zijn twee scenario's, één waar de directe omgeving van het gemaal bruikbaar is en één waar dit niet het geval is.

Scenario M1:

- Gemaal geheel of gedeeltelijk buiten werking voor 1 week tot 1 maand
- Directe omgeving gemaal bruikbaar, rekening houdend met de aard van de benodigde herstelwerkzaamheden aan gemaal.

Scenario M2:

- Gemaal geheel of gedeeltelijk buiten werking voor 1 week tot 1 maand
- Directe omgeving gemaal onbruikbaar

Langdurige Uitval(langer dan 1 maand)

Als een uitval langer dan 1 maand voortduurt is er sprake aanzienlijke schade aan het gemaal waardoor gecompliceerde reparaties nodig zijn of het gemaal zelfs geheel of gedeeltelijk vervangen moet worden. Omdat het werk aan het gemaal bij zo'n lange tijdsduur waarschijnlijk zeer uitgebreid is is het wel noodzakelijk om bij de planning rekening te houden met deze werkzaamheden.

Dit geeft de volgende parameters voor het ontwerpen van een geschikte noodoplossing:

Scenario L1:

- Gehele gemaal minimaal 1 maand buiten werking
- Directe omgeving gemaal bruikbaar voor eventuele noodoplossing, rekening houdend met de aard van de benodigde herstelwerkzaamheden aan gemaal.

Scenario L2:

- Gehele gemaal minimaal 1 maand buiten werking
- Directe omgeving gemaal niet bruikbaar voor eventuele noodoplossing

2.4. Conclusies

Er zijn veel verschillende soorten uitval die op kunnen treden bij een gemaal. Deze verschillen onderling enorm in intensiteit, van een paar uur buiten bedrijf tot maandenlang herstelwerk. Ook zitten er grote verschillen binnen categorieën, zo kan bij een aardbeving de schade beperkt blijven tot een paar gescheurde voegen, maar kan het ook zijn dat de pomp zichzelf kapot draait. Daarom is er gekozen om over te gaan tot het gebruik van scenario's, zes in totaal, waarmee alle mogelijke uitvallen afgedekt worden. Deze zijn hieronder schematisch weergegeven in Tabel 2:

Tabel 2 - Overzicht scenario's uitval

	Locatie bruikbaar	Locatie onbruikbaar
Korte Uitval (tot 7 dagen)	Scenario K1	Scenario K2
Middelmatige Uitval (1 wk tot 1 mnd)	Scenario M1	Scenario M2
Langdurige Uitval (> 1 maand)	Scenario L1	Scenario L2

3. Proces Inwerkstelling calamiteitenplan

Voordat een calamiteitenplan in werking word gesteld moet worden vastgesteld of dit noodzakelijk is. Bij het handelen in calamiteitsituaties is tijd cruciaal. Om ervoor te zorgen dat er snel kan worden beslist en gehandeld moet het voor alle betrokkenen duidelijk zijn welke beslissingen genomen moeten worden. Hiervoor is een besluitvormingsproces ontworpen waarin duidelijk wordt weergegeven wie wat moet doen. Hiervoor is de direct betrokken partijen gevraagd wat zij hiervan verwachten (bijlage D). Het ontworpen proces is schematisch weergegeven (figuur 4) en de totstandkoming hiervan wordt in dit hoofdstuk toegelicht. Ten eerste zullen kort de verschillende actoren in het proces worden beschreven, waarna de uitkomst van de wensinventarisatie wordt toegelicht. Ten slotte zal het proces stap voor stap worden doorlopen, waarbij per stap een korte toelichting zal worden gegeven.

Binnen het proces moet antwoord gevonden worden op de volgende twee vragen:

- Het gemaal is uitgevallen, moeten daarom maatregelen genomen worden?
- Zo ja, wat voor maatregelen?

3.1. Actoren

Beheerder gemaal

In geval van een calamiteit is het de beheerder die het eerste ter plaatse is. De beheerder is ook degene die de storingsmeldingen ontvangt. Als er een storingsmelding is ontvangen zal de beheerder kijken wat er nodig is om het gemaal te repareren, hiervoor kan hij beroep doen op monteurs, indien nodig.

Manager

De manager is de besluitende entiteit in dit schema. De manager wint bij de andere actoren informatie in en neemt dan een beslissing. Bij Waterschap Noorderzijlvest is de WAT voorzitter van dienst verantwoordelijk voor het bestrijden van calamiteiten. In het geval van grotere calamiteiten kan opgeschaald worden en kan de voorzitter van het WOT (Waterschap Operationeel Team) deze verantwoordelijkheid overnemen.

Peilbeheer

De afdeling Peilbeheer verzorgt het dagelijks beheer van het watersysteem. Hiervoor sturen zij de in het gebied aanwezige stuwen en gemalen aan. Ook heeft Peilbeheer beschikking over instrumenten om te voorspellen hoe het weer van invloed is op het watersysteem. Hierbij kan gedacht worden aan opstuwing van water langs de zeekust of de effecten van regenval.

3.2. Wensinventarisatie

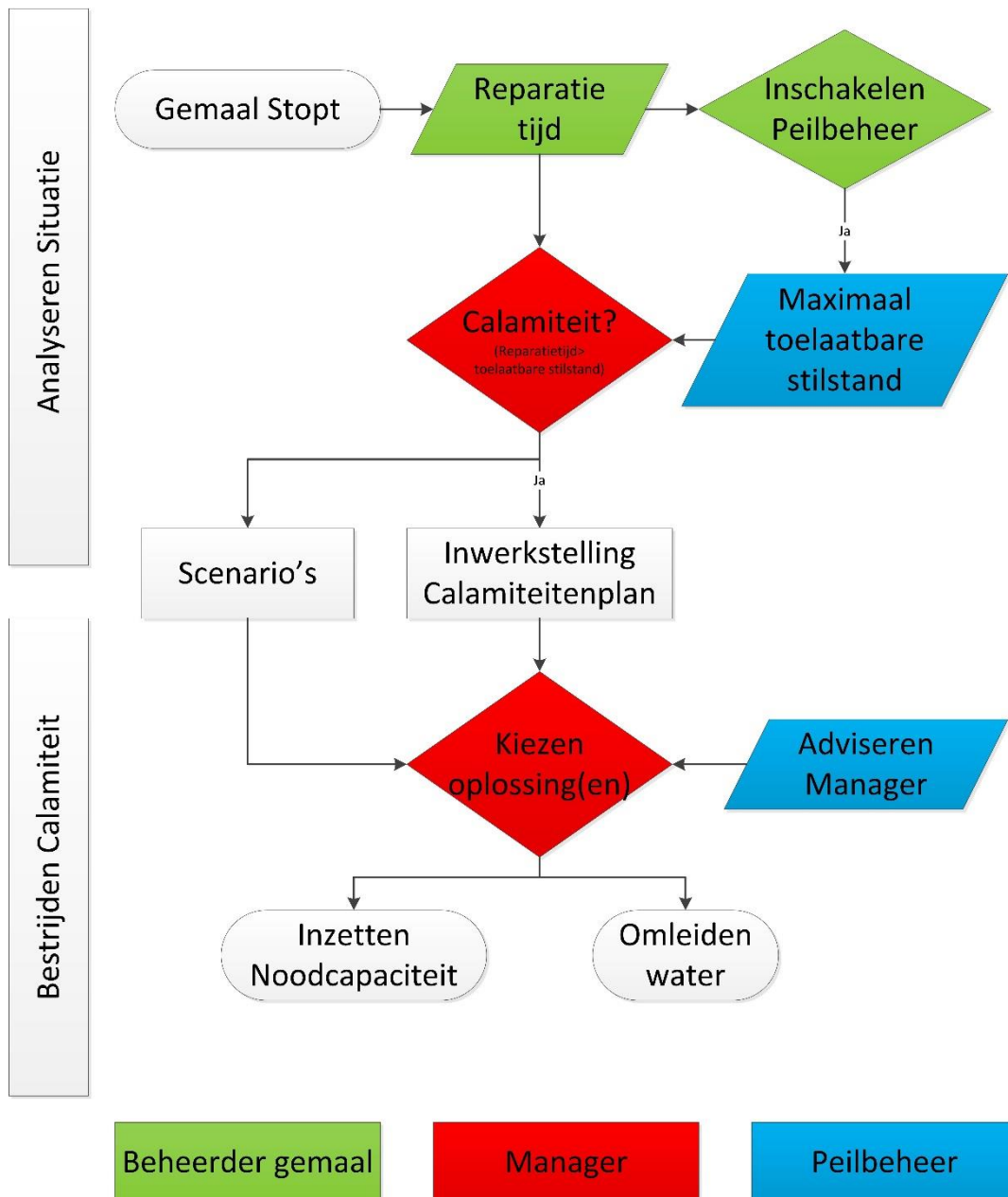
Om een bruikbaar proces te kunnen ontwerpen zijn de wensen van de verschillende actoren in kaart gebracht. In dit hoofdstuk zal dit beperkt worden tot wensen met betrekking tot het proces zelf. Met de betrokkenen is gesproken aan de hand van een lijst met vragen en een eerste versie van het processchema, een beschrijving van de bevindingen is te vinden in bijlage C.

- Het proces moet vaststellen of er sprake is van een calamiteit. Er moet worden vastgesteld of het uitvallen van het gemaal ook daadwerkelijk een probleem oplevert.
- Het proces moet zinloos werk en onnodige kosten voorkomen.

- Proces moet zijn gespecificeerd op functie of werkzaamheden. Het proces moet toekomstbestendig zijn. Om te zorgen dat het blijft functioneren is het noodzakelijk om het proces vorm te geven zonder daarbij individuen te benoemen.
- Omdat het proces onder zeer grote tijdsdruk uitgevoerd kan moeten worden dient het proces simpel en efficiënt te zijn, het aantal betrokkenen en handelingen dient daarom zo beperkt mogelijk worden gehouden.
- Aangezien de beheerder diegene is die reageert op een storingsmelding en de reparatie regelt wil deze optreden als aanspreekpunt wat de reparatie betreft.

3.3. Proces

Hieronder is schematisch het proces weergegeven dat ontworpen is om het calamiteitenplan in werking te stellen (figuur 6). De verschillende stappen van het proces worden hierna toegelicht.



Figuur 4 - Schematische weergave besluitvormingsproces, hierin wordt een beslissing weergegeven met een ruit, informatie met een trapezium en een overige gebeurtenis met een (afgeronde)rechthoek

Analyseren Situatie

Als een gemaal uitvalt hoeft dit niet noodzakelijk erg te zijn. Het kan immers zo zijn dat het gemaal niet in bedrijf hoeft te zijn, of dat een stilstand van beperkte duur geen problemen oplevert. Dit wordt bekeken in het eerste deel van het proces. Hieronder is stap voor stap het proces uiteen gezet:

- Het gemaal stopt: Hierop wordt er een storingsmelding verstuurd naar de beheerder.
- Vaststellen reparatietijd: De beheerder stelt vast wat er met het gemaal aan de hand is en schat in hoelang het duurt om dit te repareren. Dit wordt gecommuniceerd naar de manager.
- Inschakelen Peilbeheer: Om te achterhalen hoelang de stilstand maximaal mag duren kan peilbeheer worden ingeschakeld. Omdat een deel van de storingen zeer snel zullen worden opgelost, denk bijvoorbeeld aan gesprongen zekering of iets dergelijks, is er een tussenstap opgenomen waarbij bepaald wordt of het noodzakelijk is peilbeheer in te schakelen. Hiermee wordt hopelijk voorkomen dat peilbeheer wordt ingeschakeld als dit niet nodig is.
- Maximaal toelaatbare stilstand: Om vast te stellen of er maatregelen genomen dienen te worden is het noodzakelijk om te weten hoelang het gemaal maximaal buiten bedrijf kan zijn zonder dat hiervan schadelijke gevolgen worden ondervonden.
- Vaststellen of er sprake is van een calamiteit. Dit is het geval als het repareren van het gemaal langer duurt dan acceptabel zonder extra maatregelen. Als wordt vastgesteld dat er sprake is van een calamiteit wordt het calamiteitenplan van het gemaal in werking gesteld.
- Scenario's: Hier zal worden gekeken welk van de scenario's opgesteld bij onderzoeksvraag 1 van toepassing is. Bij het plannen van de werkzaamheden kan hier dan rekening mee gehouden worden.

Maatregelen Bestrijding Calamiteit

Als eenmaal is vastgesteld dat er sprake is van een calamiteit moet worden bepaald wat voor maatregelen genomen moeten worden om deze te bestrijden. Hieronder zal stap voor stap door de verschillende stappen uit het tweede deel van het schema worden gelopen.

- Adviseren manager: Peilbeheer adviseert de manager met betrekking tot de mogelijke oplossingen. Afhankelijk van de situatie kan hierbij gedacht worden aan de benodigde vervangende capaciteit, de weersituatie en of het mogelijk is water om te leiden.
- Kiezen oplossingen: Hier kiest de manager welke oplossing of combinatie van oplossingen uitgevoerd zullen worden.
- Omleiden water: Hierbij wordt met de bestaande infrastructuur het water (gedeeltelijk) afgevoerd. Het omleiden verdient de voorkeur boven het plaatsen van extra capaciteit omdat dit geen extra investering vergt en zeer snel te regelen is.
- Noodcapaciteit inzetten: Indien het niet mogelijk is om (al) het water om te leiden moet overgegaan worden tot het plaatsen van extra pompcapaciteit.

Evalueren situatie

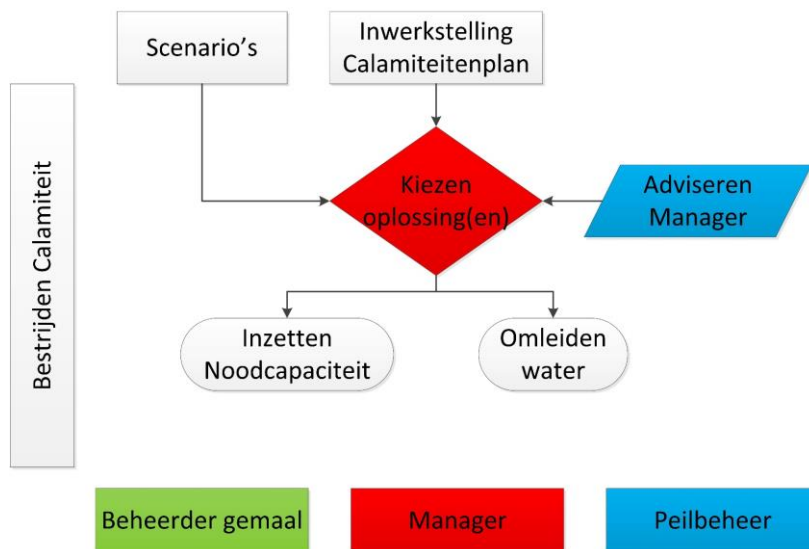
Een situatie met een uitgevallen gemaal is natuurlijk niet statisch, zowel de tijd die het kost om het gemaal te repareren als de omstandigheden in de omgeving kunnen veranderen terwijl de uitval plaats heeft. Het is daarom noodzakelijk om als er een verandering optreedt in de situatie dat door de betrokken partijen bekeken wordt of de eerdere beslissingen nog wel geldig zijn. Dit is vooral

noodzakelijk als het uitvallen van het gemaal in eerste instantie niet als calamiteit is gekwalificeerd, omdat er dan nog geen verdere actie is ondernomen en er dus geen capaciteit direct beschikbaar is. Het uitlopen van reparatiewerkzaamheden of het naderen van een regengebied kan dan grote gevolgen hebben, omdat er geen capaciteit beschikbaar is.

Zijn er wel maatregelen genomen dan dient uiteraard gemonitord te worden of deze afdoende of inmiddels overbodig zijn. Maar hoewel het huren van pompen terwijl deze niet meer nodig zijn financieel kostbaar is zal dit niet tot gevaarlijke situaties in het gebied leiden. Als er besloten is om over te gaan tot het plaatsen van extra capaciteit is het ook verstandig deze niet weg te halen voordat zeker is dat het gemaal weer naar behoren functioneert, zoals dit ook nu bij onderhoudswerkzaamheden gebeurt.

4. Opzet Calamiteitenplan

Als is vastgesteld dat er sprake is van een calamiteit wordt het calamiteitenplan in werking gesteld. Dit deel van het proces uit hoofdstuk 3 is afgebeeld in figuur 5. Omdat het plan is bedoeld om tijd en moeite te besparen op het moment dat een calamiteit zich voordoet is het belangrijk om te bekijken over wat er wel en wat er niet in wordt opgenomen. Ten eerste is geïnventariseerd wat het waterschap graag wil zien. Daarna zal bekeken worden hoe er op een nuttige en toekomstbestendige wijze inhoud kan worden gegeven aan deze wensen. Hierbij zal ook bekeken worden hoe de verschillende scenario's van invloed zijn. Dit zal dan in hoofdstuk 5 worden uitgewerkt voor de case.



Figuur 5 - Deelproces Bestrijden Calamiteit

4.1. Wensinventarisatie

Om te zorgen dat het ontworpen calamiteitenplan ook daadwerkelijk bruikbaar is voor het waterschap is in kaart gebracht wat er door het waterschap verwacht wordt van een calamiteitenplan. Hiervoor is de direct betrokkenen gevraagd wat zij graag in het plan zouden zien.

Initieel kwam vanuit het waterschap de wens om vervangende opstellingen te ontwerpen zoals in de calamiteitenplannen van Wetterskip Fryslân worden aangetroffen. Deze plannen bevatten enkel ontwerpen voor een volledige vervanging van de capaciteit van het gemaal op de locatie waar het gemaal staat. Het plaatsen van een zodanig vormgegeven installatie is natuurlijk een mogelijke oplossing voor een calamiteit, maar niet de enige oplossing. Als gekeken wordt naar de scenario's voor mogelijke calamiteiten blijkt dat de gemaallocatie niet altijd bruikbaar is, waarbij een dergelijke oplossing niet mogelijk is. Ook kan het natuurlijk zijn dat het niet nodig is om de volledige capaciteit te vervangen of überhaupt extra pompcapaciteit te plaatsen, maar kan gebruik gemaakt worden van bestaande infrastructuur. Deze overwegingen zijn ook in het in hoofdstuk 3 ontworpen proces verwerkt. Hieronder zijn de verschillende vereisten om dit te bewerkstelligen op een rij gezet.

- Het calamiteitenplan moet voor de verschillende scenario's een oplossing bieden.
- Het plan dient onnodige kosten te vermijden.
- De geboden oplossingen, of tenminste een aantal hiervan, dienen snel realiseerbaar te zijn.

Deze inzichten volgen uit de eerder ontworpen scenario's en het proces ontworpen in hoofdstuk 3. Vanuit het veld zijn de volgende verdere wensen naar voren gekomen.

- Communicatie tussen de mensen op kantoor en de mensen in het veld verloopt niet altijd optimaal. Om dit in geval van een calamiteit te voorkomen is het wenselijk om bij het opstellen van een calamiteitenplan hiermee rekening te houden.
- In het geval dat verschillende aannemers worden ingeschakeld om materieel te leveren voor de calamiteitenbestrijding heeft het de voorkeur deze waar mogelijk gescheiden te houden.
- Er bestaat een voorkeur voor het gebruik van elektrische pompsets. Dit zijn pompsets waarbij een elektrisch aangedreven pomp wordt ingezet. Deze kan van stroom worden voorzien met behulp van dieselgeneratoren of netspanning. Deze pompsets zijn lichter en kleiner dan pompsets van vergelijkbare capaciteit waarin de dieselmotor geïntegreerd is, dit maakt het mogelijk de pomp te installeren met een kleinere kraan.

4.2. Beschouwing technische opties

Om te komen tot een tijdsbestendige en nuttige inhoud van het calamiteitenplan is het noodzakelijk af te wegen wat in het plan wordt opgenomen. In hoofdstuk 1 is een calamiteitenplan gedefinieerd als een 'plan voor het handelen in het geval dat een calamiteit zich voordoet'. In hoofdstuk 3 is hiermee een begin gemaakt door een proces te ontwerpen dat bepaald of er sprake is van een calamiteit en welke besluiten genomen moet worden. Zijn deze besluiten genomen dan kan uitgekomen zijn bij een van de twee(of beide) oplossingsstrategieën die zijn onderscheiden. Bij voorkeur zal het overtollige water met behulp van de bestaande infrastructuur worden weggewerkt. Blijkt dit niet (geheel)mogelijk dan wordt overgegaan tot het inschakelen van noodcapaciteit. Om deze twee strategieën effectief toe te kunnen passen in geval van een calamiteit dienen deze verder uitgewerkt te worden. Hierbij is het detailniveau van groot belang, hierbij moeten de maatregelen specifiek genoeg gemaakt worden dat het calamiteitenplan toegevoegde waarde heeft, maar niet zo specifiek dat het plan star en inflexibel wordt.

Omleiden water

Onder het omleiden van water wordt verstaan dat het water wordt afgevoerd waarbij gebruik gemaakt wordt van de reeds aanwezige infrastructuur. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van bestaande stuwen, sluizen en gemalen.

Om deze maatregel überhaupt toe te kunnen passen dient vastgesteld te worden of er in het bemaalde gebied infrastructuur is die mogelijkheden biedt tot het omleiden van water. Als dit niet het geval is valt dit uiteraard af als oplossingsstrategie.

Omleiden van water kan in hoofdzaak op twee manieren gebeuren. De eerste mogelijkheid is om het water te leiden naar een ander gemaal in hetzelfde peilgebied. Dit kan beschouwd worden als passief omleiden, omdat geen interventie is in het systeem plaatsvindt. Dit is bijvoorbeeld mogelijk in polders met twee of meer poldergemalen. Zo'n polder zal in een droge periode naar alle waarschijnlijkheid wel met een gemaal minder toekunnen. Deze vorm van omleiding zal dan ook vooral plaatsvinden voordat er sprake is van een calamiteit.

De tweede mogelijkheid is om het water om te leiden door iets te veranderen aan hoe het systeem functioneert, actief omleiden dus. Hierbij zijn twee soorten maatregelen mogelijk: de stroomrichting kan veranderd worden, of het waterpeil kan worden aangepast. Gedacht kan worden aan het

verhogen van het peil waardoor het water uit kan stromen over een stuw, of aan het openzetten van een schutsluis waardoor water van het ene peil- of stroomgebied naar het andere kan stromen. In gevallen waarbij ook het verpompen van water niet mogelijk is zou er zelfs voor gekozen kunnen worden om een gebied onder water te zetten, om op deze manier het water beheersbaar te houden.

Of het omleiden van water mogelijk is hangt af van de omstandigheden aan zowel de laagwaterzijde als de hoogwaterzijde van het gemaal dat niet operationeel is. Omdat er veel verschillende scenario's mogelijk zijn is het precies bepalen hoe het water omgeleid kan worden in een calamiteit zeer lastig en tijdrovend. Wat makkelijker gedaan kan worden is het in kaart brengen van de aanwezige infrastructuur en mogelijke alternatieve afvoerroutes. In geval van een calamiteit is er dan meteen overzicht over de mogelijke maatregelen en kunnen die maatregelen genomen worden die zijn toegespitst op de specifieke situatie. Hiermee wordt voorkomen dat er wordt vastgehouden aan een plan dat niet geschikt is voor gebruik in de situatie die zich voordoet, terwijl er wel snel gereageerd kan worden.

Inzetten noodcapaciteit

Onder het inzetten van noodcapaciteit wordt hier verstaan dat met behulp van mobiel materieel de capaciteit op het benodigde niveau wordt gebracht, dit is op twee manieren mogelijk. Ten eerste kan een gemaal met elektrische aandrijving van stroom worden voorzien met behulp van een aggregaat. Ten tweede is het mogelijk om een tijdelijke installatie op te bouwen om het gemaal te vervangen.

Aggregaat

Om een gemaal van elektriciteit te voorzien als de netstroom wegvalt kan een aggregaat gebruikt worden. Hiermee is bij de bouw van de gemalen ook rekening gehouden door hiervoor aansluitmogelijkheden te bieden, meestal in de schakelkast. Het opnemen van de aansluitmogelijkheden en het benodigde vermogen in het calamiteitenplan zorgt ervoor dat er snel een concrete vraag kan uitgaan naar bedrijven die een aggregaat kunnen leveren, zonder dat tunnelvisie gecreëerd wordt. Dit maakt het ook mogelijk voor bedrijven om mee te denken, voor het waterschap is het doel immers het gemaal weer in bedrijf stellen, en met wat voor materieel de leverancier hiervoor de elektriciteit daarvoor levert is van secundair belang. Bij een calamiteit in een woongebied is het wel belangrijk om te zorgen dat de geluidsproductie laag wordt gehouden, zeker als het gemaal ook 's nachts moet draaien.

Tijdelijke Installatie

Het opbouwen van een tijdelijke installatie is het laatste redmiddel bij de gemalen waar in dit onderzoek aandacht aan besteed is. Omdat het waterschap zelf geen pompen heeft die in staat zijn om de capaciteit van gemalen van deze grootte te vervangen moeten deze door derden geleverd worden. Rijkswaterstaat heeft noodpompen die eventueel gebruikt kunnen worden, maar ook marktpartijen zoals Buitenkamp en Van Heck zijn in staat om op zeer korte termijn pompen met grote capaciteit te leveren. Pompen van Rijkswaterstaat mogen echter alleen ingezet worden in noodgevallen, dit om commerciële pompleveranciers niet te benadelen. Aangezien Van Heck en Buitenkamp beiden net buiten het beheersgebied gevestigd zijn (resp. Noordwolde(fr.) en Zuidbroek) en zich ook toegelegd hebben op het leveren van pompen bij calamiteiten zal Rijkswaterstaat meestal niet ingeschakeld kunnen worden. Dit betekent dat de pompen gehuurd moeten worden, wat geen goedkope aangelegenheid is.

Omdat bij de verschillende pompleveranciers vele verschillende pomptypes in gebruik zijn en deze niet allemaal staan te wachten tot er een gemaal stukgaat bij het waterschap is het van belang te zorgen dat het plan kan functioneren onafhankelijk van het pomptype. Een bijkomend voordeel hiervan is dat het plan ook losstaat van de pompleverancier.

Er is per gemaal uiteraard maar een beperkt aantal plekken beschikbaar waar de opbouw van een tijdelijke installatie mogelijk is, dit zal zijn aan de grenzen van het peilgebied, op die plekken waar het water van het ene peilgebied dicht bij het water uit het andere peilgebied ligt. Per locatie kunnen de mogelijkheden voor een installatie worden bekeken, zonder het te gebruiken materieel te specificeren. Hierbij kan gedacht worden aan het vaststellen van locaties waar pompen opgesteld kunnen worden, waar leidingwerk gelegd kan worden, hoe de aan en afvoer van materieel verloopt en dergelijke. Op deze manier kan de leverancier een snel overzicht krijgen van wat de mogelijkheden van de locatie zijn en naar eigen inzicht invulling geven aan de vraag, hij is immers de expert.

4.3. Ondersteunende Inhoud

Naast het plannen van de oplossingen heeft het calamiteitenplan een aantal andere zaken nodig die behandeld moeten worden. Deze zijn erop gericht om de uitvoering van het calamiteitenplan soepel te laten verlopen.

Overzicht gemaal

Omdat de manager die in het proces de besluiten neemt niet per se bekend hoeft te zijn met het gemaal in kwestie is het gewenst om een beknopt overzicht te geven over het gemaal. Hiermee worden misverstanden voorkomen. Minimaal zal in dit overzicht informatie moeten bevatten over capaciteit, opvoerhoogte en de locatie.

Analyse stroomgebied

Om snel inzicht te verschaffen in de functie van het gemaal in het gehele waterbeheerssysteem kan een korte analyse van het systeem worden opgenomen in het calamiteitenplan.

Motivatie gemaakte keuzes

Bij het vaststellen van de verschillende opties voor oplossingen zijn bepaalde overwegingen gemaakt. Door deze toe te lichten krijgt de gebruiker inzicht in de visie die achter het plan zit. Dit maakt het tevens mogelijk voor de gebruiker om mee te denken, het kan immers zijn dat een mogelijke optie over het hoofd is gezien, of sinds het opstellen van het noodplan mogelijk is geworden. Na verloop van tijd zal het plan immers ook geactualiseerd moeten worden.

Communicatie

Er kan onderscheid gemaakt worden tussen interne en externe communicatie. Externe communicatie omvat voor het calamiteitenplan het communiceren van de genomen maatregelen naar de ingelanden. Hiervoor zal een scala aan verschillende middelen gebruikt moeten worden, iemand die een noodopstelling naast zijn huis krijgt zal immers anders benaderd moeten worden dan iemand die geen enkel gevolg ondervindt. Hiervoor beschikt het waterschap ook over een crisiscommunicatieplan.

Interne communicatie is in het geval van een calamiteit uiterst belangrijk. Mensen zullen bereid zijn om matige communicatie naar hun toe wel te vergeven, als echter hun huis onder water loopt omdat

de communicatie tussen personeelsleden van het waterschap niet op orde is en er langs elkaar heen gewerkt wordt zal het land te klein zijn. Niet alleen levert moeilijke interne communicatie problemen op met de ingelanden, ook zorgt het voor onnodige stress en conflicten.

Om dit zoveel mogelijk te voorkomen is in het proces het aantal betrokken personen zo klein mogelijk gehouden. In principe kunnen peilbeheer en de manager het samen af zodra bekend is hoelang het gemaal buiten bedrijf is. Dit wil echter niet zeggen dat dit de enige mensen zijn die op de hoogte moeten zijn wat er speelt. Het opnemen van een lijst met betrokken personeel(gespecificeerd op functie) die op de hoogte moeten zijn in het calamiteitenplan maakt het gemakkelijk voor de manager om deze op de hoogte te houden. Als de namen en contactgegevens van de verschillende functionarissen ook worden gedocumenteerd zorgt dit voor meer toegankelijkheid. Door dit gescheiden van de calamiteitenplannen te doen wordt voorkomen dat alle calamiteitenplannen steeds herzien moeten worden als iemand van functie veranderd.

Inventaris beschikbaar materieel

Het waterschap beschikt over materieel om calamiteiten bij kleine gemalen zelf op te kunnen vangen. Tevens zijn er zaken als verrijdbare lichtmasten en wegafzettingen. Aangezien een calamiteit zich niet altijd overdag voordoet en het kan zijn dat er een pijpleiding over de weg moet is het van belang te weten wat beschikbaar is en waar dat zich bevindt. Net als de contactgegevens is het aan te bevelen dit gescheiden te houden van de calamiteitenplannen, zodat veranderingen eenvoudig kunnen worden doorgevoerd.

4.4. Invloed Scenario's

In hoofdstuk 2 is in een aantal verschillende scenario's geformuleerd hoe een calamiteit zich voor kan doen. Deze zijn gebaseerd op de twee, voor het calamiteitenplan, belangrijkste factoren: de tijd dat het gemaal buiten werking is en de bruikbaarheid van de locatie. Met deze factoren moet dus rekening gehouden worden bij het opstellen van het calamiteitenplan. Met de bruikbaarheid van de locatie kan rekening gehouden worden door alternatieve locaties (het liefst meer dan één) voor te bereiden waar een opstelling geplaatst kan worden. Wat de tijdsduur betreft zal dit meer bij de uitvoering of verdere specificering van het calamiteitenplan moeten gebeuren. Dit betreft vooral de interactie van de opstelling met de omgeving, in het bijzonder de omwonenden. Een weg afsluiten voor een paar dagen omdat er leidingen over de weg liggen kan nog acceptabel zijn, maar als dit een maand duurt is dit onwenselijk. De overlast die maatregelen opleveren dient af te nemen naarmate deze maatregelen langer van toepassing zijn. Zodra wordt besloten over te gaan op het inwerkingstellen van het calamiteitenplan wordt gekeken welk scenario van toepassing is. Vervolgens kan dit als uitgangspunt gebruikt worden voor het plannen van de maatregelen. De opgetreden calamiteit is op dat moment niet meer van belang.

4.5. Vaststellen raamwerk calamiteitenplan

Met de overwegingen uit de vorige paragrafen kan worden vastgesteld wat de wenselijke inhoud voor het calamiteitenplan is. De inhoud van het calamiteitenplan kan worden ingedeeld in twee delen, een algemeen deel en een gemaal specifiek deel. Het gemaalspecifieke deel wordt in hoofdstuk 5 voor de case uitgewerkt. Omwille van de tijd is het algemene deel niet verder uitgewerkt, dit mede omdat het proces al uitgebreid is toegelicht in hoofdstuk 3. Hieronder is dit in een kort overzicht weergegeven, voor elk gemaal zal natuurlijk bekeken moeten worden welke gemaal specifieke onderdelen wenselijk zijn.

Algemeen
• Beschrijving, weergave en motivatie van het proces • Contactgegevens betrokken personeel • Inventaris beschikbaar materiaal/materieel t.b.v. calamiteitenbestrijding • Suggesties interne communicatie
Gemaalspecifiek
• Overzicht gemaal • Analyse stroomgebied • Indicatie Benodigde Capaciteit • Motivatie gemaakte keuzes • Opties omleiden water • Inzetten noodcapaciteit: Aansluitmogelijkheden aggregaat & opties voor tijdelijke installaties

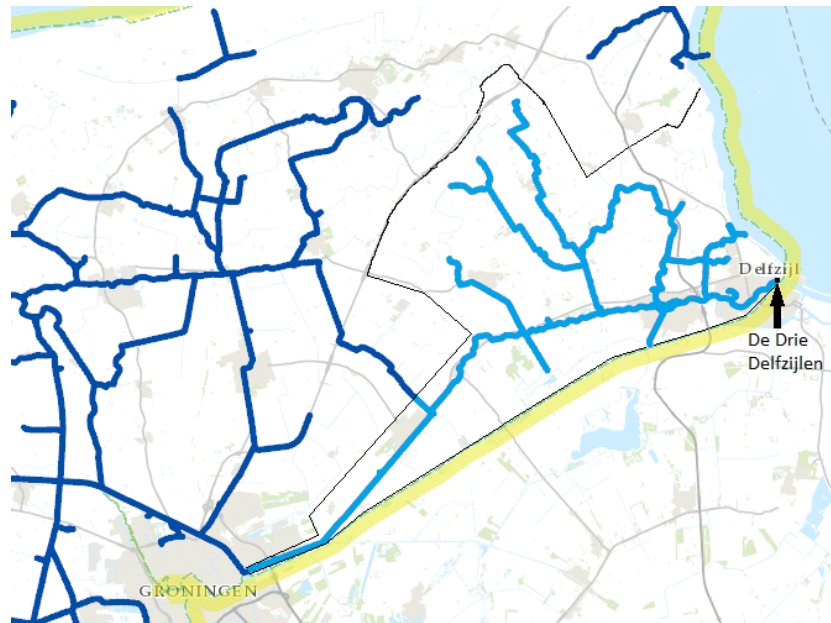
Tabel 3 - Overzicht inhoud calamiteitenplan

5. Case: De Drie Delfzijlen

Zoals in de inleiding al gesteld wordt De Drie Delfzijlen als voorbeeld gebruikt om een calamiteitenplan uit te werken. Aangezien een kort overzicht van het gemaal al is opgenomen in de inleiding zal dat hier worden overgeslagen. Het plan zal in zijn geheel worden opgenomen in bijlage B.

5.1. Stroomgebied

De Drie Delfzijlen bemaalt de Fivelingoboezem. De Fivelingoboezem bestaat in hoofdzaak uit het Damsterdiep (van Groningen naar Delfzijl), met een aantal zijtakken die hierop afwateren. Dit is te zien in figuur 6. Het stroomgebied heeft grenzen met Spijksterpompen in het noorden van het gebied en van het zuidwesten tot noorden met Electra. Aan de zuidzijde wordt het begrensd door het Eemskanaal, dat valt in het peilgebied van Waterschap Hunze en Aa's. Er zijn een viertal sluizen voor de pleziervaart om het hoogteverschil tussen het hoger gelegen Eemskanaal en het Damsterdiep te overbruggen en één sluis om stroomgebied Electra binnen te gaan.



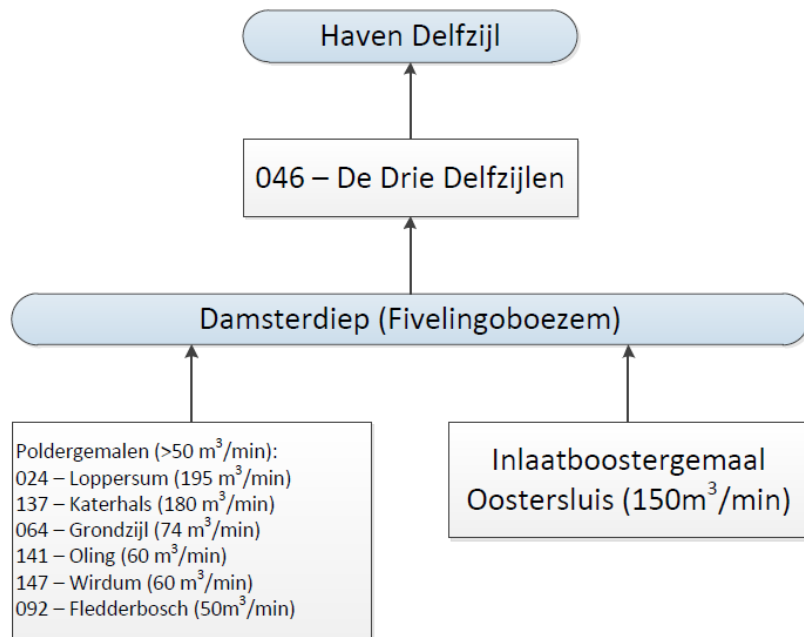
Figuur 6 - Stroomgebied Fivelingo (ingekaderd in zwart, belangrijkste waterwegen in lichtblauw)

Belangrijke kernen in het gebied zijn Appingedam en Delfzijl. Ook Loppersum en Ten Boer liggen, net als nog enkele kleinere kernen, in het gebied.

Om een indicatie te krijgen van het inwoneraantal in het gebied te krijgen kan gekeken worden naar de bevolking in de gemeentes Appingedam, Delfzijl, Loppersum en Ten Boer. De gemeente Delfzijl ligt voor een deel buiten het stroomgebied, dit is echter hoofdzakelijk haven en industriegebied. Deze vier gemeentes hebben in 2014 ongeveer 55.000 inwoners (CBS, 2014).

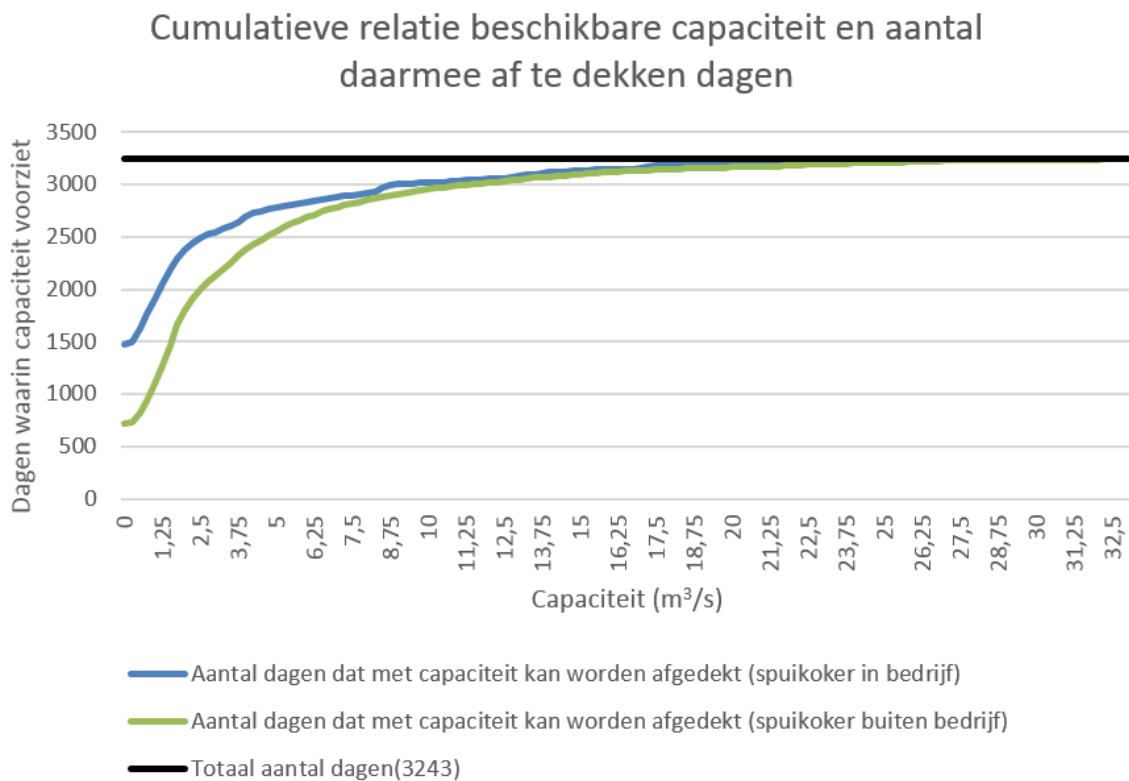
De kernen in het gebied liggen allemaal op of net boven zeeniveau (0 m NZP tot +1 m NAP) liggen. Met het normale peil in het Damsterdiep tussen de -1,4 m NAP en -1,2 m NAP lopen deze kernen niet

direct gevaar. Tussen het Damsterdiep en het Eemskanaal, de zuidgrens van het stroomgebied, liggen echter lager gelegen polders, met maaiveldhoogtes van rond de 0 m NAP tot onder -2 m NAP. Dit is dan ook het gebied dat het grootste risico loopt. Bij een te hoge waterstand in de boezem kunnen deze polders niet meer bemalen worden. Het functioneren van het stroomgebied is schematisch weergegeven in figuur 7.



Figuur 7 - Schematische weergave stroomgebied Fiveringo

5.2. Indicatie Benodigde Capaciteit



Figuur 8 - Cumulatieve weergave relatie beschikbare capaciteit en daarmee af te dekken dagen (15-02-2005 t/m 31-12-2013)

In figuur 8 is voor gemaal De Drie Delfzijlen weergegeven op hoeveel dagen de afvoer verzorgd kan worden bij capaciteit x, met behulp van deze grafiek kunnen twee belangrijke conclusies worden getrokken. Het is meteen duidelijk dat het in bedrijf zijn van de spuikoker een grote besparing in benodigde pompcapaciteit oplevert. Als de spuikoker buiten bedrijf raakt door de calamiteit dient hier bij de planning van de noodoplossing rekening mee gehouden te worden. Zoals te zien is kan in veel gevallen volstaan worden met een capaciteit van zo'n 10 a 15 m^3/s , terwijl soms wel 40 tot 50 m^3/s vereist kan zijn. Om hierop goed te kunnen anticiperen is het noodzakelijk om constant met peilbeheer te communiceren over de situatie

5.3. Motivatie keuzes

Gezien de grenzen van het stroomgebied en de mogelijkheden die de watergangen bieden zijn er drie mogelijkheden om het water uit de Fivelingoboezem te krijgen als het gemaal niet functioneert. Ten eerste kan een tijdelijke installatie worden opgebouwd op het terrein van gemaal De Drie Delfzijlen. Ten tweede kan het water naar stroomgebied Electra worden gebracht en tot slot kan water op het Eemskanaal worden afgezet. Water uit de boezem overbrengen naar stroomgebied Spijksterpompen is niet goed mogelijk omdat op de grens van beide stroomgebieden geen locatie is waar waterlopen uit beide boezems bij elkaar komen.

Voor het omleiden van water door middel van natuurlijke afstroming het water in de Fivelingoboezem hoger staan dan in het doelgebied. Het peil op de Fivelingoboezem ligt onder normale omstandigheden tussen de -1,4 m NAP en -1,2 m NAP. Het peil op het Eemskanaal is zo'n twee meter hoger met het streefpeil rond +0.5 m NAP (Garama, 2012), het maximum peil op het Eemskanaal is met +1.5 m NAP nog hoger. Het Eemskanaal is dus geen mogelijkheid voor het omleiden van water. De Electraboezem(1^e schil) aan de noordzijde biedt echter wel mogelijkheden, met een het peil rond de -1,1 m NAP. Bij een enigszins verhoogd peil op de Fivelingoboezem staan deze op gelijke hoogte.

Een tijdelijke installatie kan in het geval van De Drie Delfzijlen op twee manieren functioneren. Ten eerste kan de installatie direct de functie van het gemaal overnemen. Dat wil zeggen dat het water vanuit het Damsterdiep over de dijk op de haven van Delfzijl of op de Eems geloosd wordt. Dit kan op het terrein van het gemaal zelf. De tweede methode is om het water het Eemskanaal op te pompen, waarna het op de haven van Delfzijl gespuid kan worden.

5.4. Opties omleiden water

Water kan omgeleid worden richting stroomgebied Electra. De enige mogelijkheid hiervoor is de Westerwijdwerdermaar. Hierin ligt de sluis Oosterdijkshorn, op de grens van de stroomgebieden. Door beide sluisdeuren te openen worden de Fivelingoboezem en de 1^e schil van de Electraboezem aan elkaar gekoppeld. Hiermee is echter niet de gehele capaciteit van De Drie Delfzijlen te ondervangen, aangezien de schilgemalen en boezemgemalen dit water weg moeten pompen. Hierbij zijn de schilgemalen van de 1^e schilmaatgevend voor het maximum met een gecombineerde capaciteit van 688 m³/min (Den Deel 638 m³/min en Helwerd 50 m³/min). Op het moment dat het omleiden wenselijk is zal door peilbeheer bekeken moeten worden hoeveel van die capaciteit er beschikbaar is.

Locatie:

Sluis Oosterdijkshorn

Wolddijk 7

Ten Boer (Lellens)



Figuur 9 - Sluis Oosterdijkshorn (Huisman, 2006)

5.5. Inzetten Noodcapaciteit

Gemaal De Drie Delfzijlen draait hoofdzakelijk op diesel. Tevens is er voor verlichting en aansturing van de pompen een diesellaggregaat in het gebouw aanwezig. Ook draait de onderbemaling volledig op elektriciteit

De Drie Delfzijlen (KGM 046)

Nieuweweg 1

Delfzijl

In het kort

Lastige toegang vanaf de weg en beperkte ruimte op locatie maken het lastig om snel een installatie op te bouwen. De ligging in een bebouwde omgeving en het moeten overbruggen of afsluiten van een weg maken het niet makkelijker. Voordeel is wel dat het water direct op zee geloosd kan worden, waardoor andere watergangen niet extra belast worden.

Als een snelle opbouw vereist is zijn de andere locaties beter geschikt.

Terrein

Het terrein aan de zuidzijde van De Drie Delfzijlen kan gebruikt worden. Dit terrein is geheel verhard, maar niet echt vlak, het deel aan de dijkzijde van de krooshekreiniger loopt vrij stijl op richting de Nieuweweg. Het deel aan de Damsterdiepzijde van de krooshekreiniger is vlakker en biedt de enige mogelijkheid een kraan op te stellen.

Kraan

Het deel dat geschikt is voor het plaatsen van een kraan bevindt zich aan de Damsterdiepzijde van de krooshekreiniger. Ook hier is het niet totaal vlak maar kunnen de stempels zo vlak mogelijk worden neergezet. Er moet dan wel een kraan geselecteerd worden die de draai kan maken.

Pompen

Omdat het opstellen van een kraan alleen mogelijk is aan de waterzijde kunnen geen pompen aan de waterzijde gezet worden die om een kraan vragen. Dit geeft twee mogelijke opties: het plaatsen van pompen in het water, of het plaatsen van pompen waar geen losse kraan bij nodig is. Van Heck heeft elektrische pompen tot 138 m³/min die in het water gezet kunnen worden (natte opstelling). Zowel Buitenkamp als Van Heck leveren pompsets voor droge opstelling, zowel diesel als elektrisch. Bij een droge opstelling hebben elektrische pompsets de voorkeur. Deze halen met minder gewicht dezelfde capaciteit en kunnen zonder kraan op de plaats gezet worden.

Aggregaten om de pompen van stroom te voorzien kunnen aan de Dijkzijde van de krooshekreiniger worden gezet. Op die manier is het ook makkelijker ze te voorzien van brandstof.

Hevel

Ter vervanging van de spuikoker kan gedacht worden aan het plaatsen van een hevelinstallatie. Deze kan bij een vrij verval tegen lage kosten water verplaatsen, dit omdat er geen pomp hoeft te draaien (Van Heck, 2015). Op dit moment is Van Heck de enige aanbieder van deze techniek in de regio.

Leidingwerk

Leidingwerk moet omhoog naar straatniveau, over de weg en over de dijk. Dit kan langs de zuidzijde van het gemaal. Aangezien het leidingwerk vrijwel zeker een deel van de rijweg voor de kraan in neemt is het zaak eerst met de kraan de zware elementen (pompen en aggregaten) op hun plaats te zetten, waarna de grote kraan weg kan. Met een kleinere machine, bijvoorbeeld een vrachtwagenlaadkraan of graafmachine, kan dan het leidingwerk op het terrein zelf gelegd worden. De grote kraan kan dan gebruikt worden om het leidingwerk over de dijk aan te leggen.

De afstand van het Damsterdiep naar de haven bedraagt hemelsbreed zo'n 80 meter. Met het stijgen en dalen van de leiding en het aansluiten op de pomp zal de totale afstand die het leidingwerk moet overbruggen meer dan 100 meter bedragen.

Toegangswegen/afzettingen

Het gemaal is te bereiken via de Nieuweweg. Deze loopt over de uitstroomkokers van het gemaal. Aangezien het leidingwerk over de weg heen moet zal deze, tenminste tijdens het op en afbouwen van de opstelling, afgesloten moeten worden voor verkeer. Dit kan bij de kruising met de Rijksweg ten noordwesten van het gemaal en bij de kruising met de Eemskanaal Noordzijde aan de zuidzijde. Bij het afsluiten dient een uitgaande rijbaan open gehouden te worden, zodat omwonenden nog naar huis kunnen, en materieel naar binnen kan worden gebracht. Verder van het gemaal af kan worden aangegeven dat de doorgaande route is afgesloten.

Groevesluis-Noord(KSL 022)

Adres

Eemskanaal Noordzijde 9
Appingedam

In het kort

De Groevesluis-Noord is een sluis voor de pleziervaart. Ongeveer 2 meter hoogteverschil tussen het Damsterdiep en Eemskanaal worden hier overbrugd. Locatie is zeer geschikt voor opstellen van pompen. Lastig is wel dat het niet mogelijk is om grote voertuigen te keren op locatie. Ook het feit dat de beschikbare ruimte een doodlopende weg is moet worden ingecalculeerd, vooral bij het opbouwen.

Terrein

Langs de sluis ligt een 4 meter brede betonnen plaatweg. Deze is van de sluis gescheiden met een grasstrook van 1,5 meter breed en langs de sluis ligt een pad van 1,20m. (de locatie is goed te bekijken met Google Streetview). Tussen de sluis en de weg staat een afrastering(h.o.h. 3,0 m, minstens 2,80m vrije ruimte). De berm aan de zijde van de sluis af is ongeveer één meter breed.

Kraan

De enige beperking voor de kraan is de beschikbare breedte. Als de stempels aan de ene zijde op de sluiswand en aan de andere zijde op de rand van de betonweg worden gezet is er een breedte beschikbaar van 7,80 m. Tevens moet de kraan in staat zijn om ook achteruit afstand af te leggen, aangezien keren op locatie niet mogelijk is.

Pompen

Pompen kunnen op twee manieren opgesteld worden. Een natte opstelling kan gemaakt worden in de kolk. Hiervoor heeft Van Heck pompen tot 138 m³/min. Aggregaten en brandstoftanks kunnen dan op de sluiswand worden opgesteld. Dit houdt de betonweg grotendeels vrij, wat het hervullen van de brandstoftanks vergemakkelijkt. Een voorbeeld van zo'n opstelling is te zien in figuur 10. De aggregaten zouden ook op het parkeerplaatsje geplaatst kunnen worden, om de toegankelijkheid te vergroten.



Figuur 10 - Pomp Van Heck in natte opstelling (Van Heck, 2013)

Bij een droge opstelling kunnen de pompen op de sluiswand opgesteld worden. Er moet hierbij wel rekening gehouden worden met de aanzuighoogte, aangezien het water zo'n 3,5 meter onder de kade staat. Hierbij is het wel zaak te zorgen dat de brandstoftanks bereikbaar blijven voor bijvullen. Met een elektrische pompopstelling dit gemakkelijker, de generatoren zouden dan op het parkeerplaatsje gezet kunnen worden.

Leidingwerk

Bij een natte opstelling kan het leidingwerk kan vanuit de kolk direct over de sluisdeur. Hierbij zal de brug naar de overzijde van de sluis waarschijnlijk niet begaanbaar blijven. De inwoners aan de overzijde, die anders zijn afgesloten van de rest van de wereld, zal hierbij een oplossing geboden moeten worden (bijvoorbeeld een tijdelijke brug over de kolk heen).

Voor een droge opstelling kan het leidingwerk over de betonnen weg worden gelegd, langs de aansturingskast en voor de brug langs. De leidingen voor het uitstromen kunnen dan op het remwerk gelegd worden. De ruimte die dit inneemt maakt het onmogelijk om nog met een vrachtwagen op de betonplaatweg te komen wat lastig kan zijn als daar wel brandstoftanks staan. Voordeel is wel dat mensen aan de westzijde van de sluis nog steeds naar hun huis kunnen, zij het niet meer met de auto.

Toegangswegen

De sluis is enkel toegankelijk via de Eemskanaal-Noordzijde. Er hoeven geen omleiding ingesteld te worden voor het verkeer. Enige mensen die overlast ondervinden van het plaatsen van de installatie zijn direct omwonenden. Het is zaak mensen aan de westzijde van de sluis te informeren voordat de oversteek hinder gaat ondervinden, opdat zij hun auto nog aan de oostzijde van de sluis kunnen zetten.

Driewegsluis (KSL 025)

Adres

Regattaweg 15

Groningen

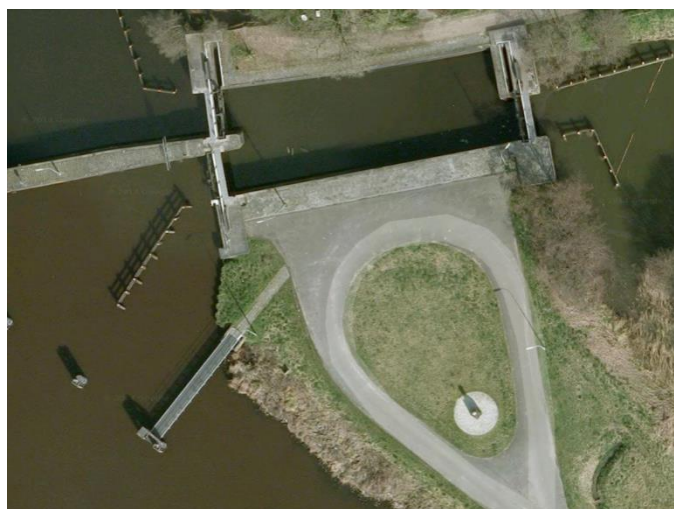
(Aan het einde van de Regattaweg rechtsaf en het kanaal volgen, Driewegsluis is aan het einde van de weg)

In het kort

De Driewegsluis is qua opbouw mogelijkheden een ideale locatie. Toegangsweg heeft een lus op locatie zodat vrachtwagens makkelijk kunnen keren. Een hijskraan kan goed worden opgesteld en er hoeft maar een korte afstand overbrugt te worden met leidingwerk.

Terrein

Het gehele terrein langs de zuidzijde van de sluis is verhard. Op 3 meter van de sluiswand staat een hekwerk. Hier gaat ook de bestrating over in asfalt. Afhankelijk van de pompkeuze zal een deel van dit hekwerk verwijderd moeten worden, niet alleen de tussendelen maar ook de palen.



Figuur 11 - De Driewegsluis van boven, de overgang van bestrating naar asfalt is hier ook duidelijk te zien.

Kraan

Een kraan van gewenste grootte kan opgesteld worden op het gras, binnen in de lus. De lus kan vervolgens gebruikt worden voor het aan of afvoeren van materieel. In een natte periode zijn rijplaten daarbij aan te bevelen.

Pompen

De Driewegsluis is geschikt voor zowel een natte als een droge opstelling. Gezien de relatief grote ruimte beschikbaar op de kant is een droge oplossing hier zeer goed haalbaar. De pompen kunnen daarvoor langs de sluiswand worden opgesteld. Er is hier ruimte voor een grote kraan en er is genoeg ruimte, kortste afstand van het gras in de lus tot aan de sluiswand is 11 meter, zodat ook dieselpompsets goed toepasbaar zijn. Voor een natte opstelling kunnen elektrische pompen in de kolk worden gezet.

Leidingwerk

Het leidingwerk voor zowel een natte als droge opstelling kan via het gras aan de zuidwest kant van de kolk op het remwerk gelegd worden.

Toegangswegen

Het terrein is enkel toegankelijk door vanaf de Regattaweg de Eemskanaaldijk op te rijden in westelijke richting. Aangezien de toegangsweg alleen naar de Driewegsluis leidt kan deze ter beveiliging worden afgesloten.

Slimsluis

Om te kunnen pompen vanuit de Driewegsluis zal de Slimsluis of bijbehorende stuw moeten worden opengezet

6. Discussie, conclusie, aanbevelingen en vervolgonderzoek

6.1. Discussie

Onzekerheden in het onderzoek

Representativiteit geïnterviewden

Voor het onderzoek is met een aantal medewerkers overlegd over hoe een calamiteitenplan zou moeten werken en over wat daarin opgenomen zou moeten worden. Omdat het gezien de tijdsduur niet haalbaar was om met alle mogelijk betrokken personen te praten is in overleg met de begeleiding een selectie gemaakt. Er is bij het onderzoek aangenomen dat deze waterschappers representatief zijn voor hun afdelingen.

Dit komt vooral terug in het procesontwerp, waarin de bevindingen van de geïnterviewden een grote rol hebben gespeeld bij het vormgeven van het proces. Het feit dat de verschillende afdelingen het niet oneens waren met de door andere afdelingen aangedragen veranderingen aan het proces geeft echter wel krediet aan hun inbreng hierop.

Ook voor het vormgeven van de inhoudelijke elementen is gebruik gemaakt van deze input. De meeste van de punten die hier gemaakt worden zijn echter zeer begrijpelijk en logisch en worden daarom als minder subjectief ingeschat. Bij het identificeren van de mogelijke gemaaluitvallen gaat het om gebeurtenissen uit het verleden, hierbij zal de subjectiviteit minimaal zijn.

Functioneren in de praktijk

Of het calamiteitenplan ook in de praktijk werkt zal moeten blijken op het moment dat zich een calamiteit voordoet. Door goed te luisteren naar geluiden van de organisatie en dicht bij de kernwaarden van de calamiteitenorganisatie en storingsafhandeling te blijven is echter gepoogd de bruikbaarheid van het plan zo groot mogelijk te maken

Bijdrage voor het Waterschap

Met dit onderzoek is er een begin gemaakt met het ontwikkelen van calamiteitenplannen binnen het waterschap. Voor het waterschap kan dit als basis dienen voor verdere ontwikkeling. Het opgestelde plan kan door het waterschap gebruikt worden als hulpmiddel bij het bestrijden van een calamiteit bij het gemaal uit de testcase.

6.2. Conclusie

In Hoofdstuk 1 is de volgende doelstelling geformuleerd:

‘Het vaststellen van de benodigde inhoud van een calamiteitenplan dat binnen de bestaande calamiteitenorganisatie van waarde is.’

Hiervoor zijn drie onderzoeksvragen opgesteld. In de eerste onderzoeksvraag kwam naar voren dat er veel verschillende soorten uitval mogelijk zijn en dat de gevolgen per gemaal behoorlijk verschillen. Hierop zijn er een aantal scenario's opgesteld, teneinde het aantal situaties waarop gepland moet worden terug te dringen. Deze scenario's zijn beoordeeld aan de hand van twee

criteria, de tijdsduur dat het gemaal buiten bedrijf is en de bruikbaarheid van de locatie voor het realiseren van een noodoplossing. In deze scenario's varieert de tijdsduur van één week of minder tot langer dan een maand. De locatie kan wel of niet bruikbaar zijn. Dit resulteert in een totaal van 6 scenario's voor gemaaluitval.

De tweede onderzoeksvraag richtte zich op het proces dat het calamiteitenplan in werking moet stellen. Omdat calamiteitenplannen voor gemalen bij Waterschap Noorderzijlvest nog niet in gebruik zijn was zo'n proces niet beschikbaar. In het proces wordt een antwoord gevonden op de vraag of er sprake is van een calamiteit, en zo ja, wat hier dan aan gedaan dient te worden. Het, in overleg met de betrokkenen, ontworpen proces biedt een duidelijke structuur en volgorde in de te verrichtten handelingen, terwijl het tegelijk de ruimte laat voor een flexibele bestrijding van de calamiteit. Dit is gedaan om aan te sluiten bij de grondslagen van de calamiteitenorganisatie.

In de derde onderzoeksvraag is bekeken wat in een calamiteitenplan opgenomen kan worden. Hier zijn, na overleg met de in het ontworpen proces betrokken medewerkers, elementen vastgesteld en toegelicht die in het calamiteitenplan kunnen worden opgenomen (indien relevant). Hiervoor is het calamiteitenplan gesplitst in twee delen. Het algemene deel is gericht op het proces. Hierin opgenomen zijn het ontworpen proces met toelichting, contactgegevens medewerkers, een inventaris van het materieel waar het waterschap over bezit en suggesties voor (interne)communicatie. Het gemaalspecifieke deel bevat een korte beschrijving van het gemaal en het stroomgebied, een indicatie van de benodigde capaciteit en een motivatie voor de gemaakte keuzes. Vervolgens worden in het gemaalspecifieke deel de verschillende mogelijke oplossingen behandeld. Ook is kort beschouwd hoe de verschillende scenario's die zich voor kunnen doen invloed hebben op het vormgeven van het calamiteitenplan. Voor gemaal De Drie Delfzijlen is hier vervolgens een uitwerking van gemaakt.

6.3. Aanbevelingen

Documenteren voorspellend vermogen peilbeheer

Het vaststellen of er al dan niet sprake is van een calamiteit zal in grote mate afhangen van het advies dat peilbeheer geeft. Dit geldt ook voor het vaststellen van de capaciteit van een noodopstelling. Het vaststellen van de nauwkeurigheid waarmee peilbeheer hier iets over kan zeggen kan veel geld besparen in het geval van een (mogelijke) calamiteit. Om de calamiteit niet tot een ramp te laten escaleren zal in het geval dat de informatie niet nauwkeurig is immers gekozen worden de oplossing over te dimensioneren, of een calamiteitenplan in werking te stellen als dat niet nodig is.

Inventarisatie beschikbaar materieel voor calamiteitenbestrijding

Het materiaal dat beschikbaar is voor calamiteitenbestrijding bij het waterschap zelf is op grote lijnen wel bekend. Een overzicht van wat beschikbaar is is echter niet gedocumenteerd. Het inventariseren en documenteren van het beschikbare materieel kan bij een calamiteit met een klein gemaal veel tijd schelen. Het voorkomt dat moet worden teruggedreden naar het magazijn omdat de verkeerde slangen zijn meegenomen of het koppelstuk is vergeten. Ook zouden pompen en slangen/buizen van een kleurcodering voorzien kunnen worden, dit maakt het mogelijk in een oogopslag te zien welke bij elkaar horen.

6.4. Mogelijkheden voor vervolgonderzoek

Na aanleiding van het uitgevoerde onderzoek zijn een aantal mogelijkheden opgesteld voor mogelijk vervolgonderzoek.

Communicatie

Communicatie is zeer belangrijk tijdens het bestrijden van een calamiteit en ook in de dagelijkse werkzaamheden. Aangezien er wordt aangegeven dat de communicatie en begrip tussen het kantoor en het veld als knelpunt wordt ervaren kan het nuttig zijn te onderzoeken hoe dit komt en wat er aan gedaan kan worden. Een van de uitkomsten van zo'n onderzoek zou een strategie kunnen zijn voor interne communicatie in geval van een calamiteit, dit zou waarde toevoegen aan het calamiteitenplan.

Noodoverloopgebieden

Er is in dit onderzoek uitwerking gegeven aan twee soorten bestrijdingsmaatregelen: het omleiden van water en het verpompen van water. Het bergen van water in een noodoverloopgebied kan echter ook een maatregel zijn. Er zou gekeken kunnen worden of in het beheersgebied locaties zijn die zich hiervoor lenen, en wat voor aanpassingen er nodig zijn om deze locaties in gebruik te nemen.

Risicominimalisatie

Omdat het bestrijden van een calamiteit zeer duur kan zijn is het zaak te voorkomen dat bestrijdingsmaatregelen nodig zijn. Er zou hiervoor bijvoorbeeld gekeken kunnen worden naar het aanleggen van een strategische voorraad reservedelen, het bevorderen van uniformiteit van de installaties die in bedrijf zijn of het uitspreiden van infrastructuur.

Opstellen calamiteitenplannen overige gemalen

Waterschap Noorderzijlvest heeft 48 gemalen waarvoor externe capaciteit nodig kan zijn in geval van een calamiteit. Voor deze gemalen kan een calamiteitenplan worden opgesteld zoals dat in deze opdracht is gebeurd. Als er een calamiteit voordoet kan het calamiteiten plan getest en geoptimaliseerd worden.

Voorspellend vermogen peilbeheer

Onderzocht kan worden hoe nauwkeurig peilbeheer kan adviseren in een calamiteitsituatie. Hierdoor kunnen te plaatsen opstellingen beter worden afgestemd op de situatie.

Bibliografie

- 112 Hoogezand. (2011, Maart 20). *Schakelkast van gemaal Kalkoven in brand*. Opgehaald van 112 Hoogezand:
http://www.112hoogezand.nl/index.php?subaction=showfull&id=1300657315&archive=&start_from=&ucat=12&
- Aegon. (2013). *Bliksem en Overspanning*. Aegon.
- ANP. (2001, Maart 28). *Roekeloosheid en kortsluiting grootste oorzaak woningbranden*. Opgehaald van Nationaal Brandweer Documentatie Centrum:
<http://www.nbdc.nl/cms/show/id=509308/contentid=5373>
- CBS. (2014, April 18). *Bevolking; geslacht, leeftijd, burgerlijke staat en regio, 1 januari*. Opgehaald van Centraal Bureau voor de Statistiek:
<http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=03759ned&D1=0,3,6,9,12&D2=129-132&D3=135,198,242,500&D4=25-26&VW=C>
- Dassanayake, D. (2014, Maart 20). *Man says lie in saved his life after 7.5 tonne Royal Mail lorry crashes into his house*. Opgehaald van Express:
<http://www.express.co.uk/news/uk/465968/Man-says-lie-in-saved-his-life-after-7-5-tonne-Royal-Mail-lorry-crashes-into-his-house>
- De Nederlandse Gemalen Stichting. (2014). *De Drie Delfzijlen*. Opgehaald van De Nederlandse Gemalen Stichting: http://gemalen.nl/gemaal_detail.asp?gem_id=394
- Garama, A.-J. (2012, Januari 7). *Wateroverlast update: Veiligheid weer gegarandeerd*. Opgehaald van Roder Journaal: <http://www.roderjournaal.nl/nieuws/3018/wateroverlast-update-veiligheid-weer-gegarandeerd/>
- Google Maps. (2014). *Google Maps*. Opgehaald van maps.google.nl
- Huisman, F. (2006, September 24). *Oosterdijkshorn*. Opgehaald van RTV Noord:
<http://www.rtvnoord.nl/groningeninbeeld/index.asp?actie=foto&id=2126>
- International Nuclear Safety Advisory Group. (1992). *INSAG-7, The Chernobyl Accident: Updating of INSAG-1*. Wenen: International Atomic Energy Agency. Opgehaald van http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub913e_web.pdf
- Loonstra, P. H. (2013, September 10). *Gemaal De Waterwolf*. Waterschap Noorderzijlvest.
- Meer, M. v. (2014, Oktober 28). (K. Vos, Interviewer)
- Nexstar Broadcasting, Inc. (2014, Mei 21). *Century Old Building Collapses After Truck Rams Corner*. Opgehaald van Tristate Homepage:
<http://www.tristatehomepage.com/story/d/story/century-old-building-collapses-after-truck-rams-co/22926/533sUkYxZ0ayCG6hjPTRQ>
- Rendo Netwerken. (2014). *Storingsoverzicht*. Opgehaald van Rendo Netwerken:
<http://www.rendonetwerken.nl/storingen/overzicht-storingscijfers>

- Rijksoverheid. (2014). *Graafschade aan ondergrondse leidingen en kabels*. Opgehaald van Rijksoverheid.nl: <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/ondergrondse-kabels-en-leidingen/graafschade-voorkomen>
- RTV Noord. (2011, September 26). *Brand in gemaal Scheemda vermoedelijk aangestoken*. Opgehaald van RTV Noord: <http://www.rtvnoord.nl/?v=16370>
- RTV Oost. (2013, Januari 8). *Netspanning Enschede Hersteld*. Opgehaald van RTV Oost Nieuws: <http://www.rtvooost.nl/nieuws/default.aspx?cat=1&nid=156303>
- RTV Rijnmond. (2013, Oktober 18). *Sommelsdijk kampt met gevolgen blikseminslag*. Opgehaald van RTV Rijnmond: <http://www.rijnmond.nl/nieuws/18-10-2013/sommelsdijk-kampt-met-gevolgen-blikseminslag>
- Scholtens, A., Helsloot, I., Hagen, R., Beerens, R., Martens, S., & Stalenhoef-Willemsen, E. (2008). *Stroomuitval in de Bommeler- en Tielerwaard in december 2007*. Arnhem: Nederlands Instituut Fysieke Veiligheid Nibra, Politieacademie, Vrije Universiteit Amsterdam.
- Schutte, N. (2009). *gemaal De Waterwolf*.
- Taylor, A. (2014, March 24). *The Exxon Valdez Oil Spill: 25 Years Ago Today*. Opgehaald van The Atlantic: <http://www.theatlantic.com/infocus/2014/03/the-exxon-valdez-oil-spill-25-years-ago-today/100703/>
- Tennet. (2011, Januari). *Nederlands Transportnetwerk*. Opgehaald van Hoogspanningsnet: <http://www.hoogspanningsnet.com/netkaarten/actuele-netkaarten/tennet/>
- Van Heck. (2013, Oktober 21). *Van Heck helpt Waternet uit de brand*. Opgehaald van Van Heck: <http://www.vanheckgroup.nl/1471/>
- Van Heck. (2015, Januari 29). *Samenwerking Van Heck en Newton succesvol*. Opgehaald van Van Heck: <http://www.vanheckgroup.nl/project/samenwerking-van-heck-en-newton-succesvol/>
- Waterschap Noorderzijlvest. (2014). *Over ons*. Opgeroepen op Oktober 28, 2014, van Waterschap Noorderzijlvest: <https://www.noorderzijlvest.nl/organisatie/over-ons/>
- ZHZ Actueel. (2014, April 28). *Explosie generator van gemaal Heerjansdam veroorzaakt brand*. Opgehaald van Zuid Holland Zuid Actueel: <http://www.zhzactueel.nl/2014/04/28/explosie-generator-van-gemaal-heerjansdam-veroorzaakt-brand/>

Bijlage A – Lijst gemalen(50 m³/min of meer)

KGM	Naam	Adres	Postcode	Plaats	Capaciteit (m ³ /min)
Boezemgemalen:					
001	De Waterwolf	Teenstraweg 2	9885 TA	Lauwerzijl	4500
002	H.D. Louwes	Beatrixstraat 21 C	9974 RW	Zoutkamp	1000
015	Spijksterpompen	Vierhuizerweg 18	9909 TM	Spijk	670
046	De Drie Delfzijlen	Nieuweweg 1	9934 RA	Delfzijl	1500
Poldergemalen					
009	Leek	Boveneind nabij nr 19	9351 AP	Leek	70
010	Diepswal	Roomsterweg nabij nr 9	9351 TC	Leek	60
016	Nieuwe Robbengat	Marneweg		Lauwersoog	260
017	De Slokkert	Van Lierswijk nabij nr 9	9421 TH	Bovensmilde	92
020	Peizer-Eeldermaden	Hamersweg nabij nr3	9321 TK	Peize	180
021	De Verbetering	Van Heemskerckstraat	9726 GJ	Groningen	150
026	De Helden	Hoendiep nabij nr 177aa	9745 EB	Groningen	55
028	Leutingewolde	Meerweg nabij nr 15	9312 TC	Nietap	70
029	Matsloot	Matsloot 5	9749 TJ	Roderwolde	120
033	Lettelbert	Lettelberterdijk nabij nr 3	9827 TA	Lettelbert	60
034	Vredewold	Hoendiep ZZ nabij nr 32	9828 TC	Oostwold	50
035	Lagemeeden	Hoendiep nabij nr 55	9811 TD	Enumatil	65
037	Sebaldeburen	Woldweg 7	9862 TK	Sebaldeburen	70
040	Zuiderland	Mensumaweg	9921 PE	Oldekerk	140
043	Noorderland	Niekerkerdiep nabij nr 4	9822 AH	Niekerk	50
047	Hemert	Maljehornsterweg	9794 PD	Lellens	85
048	Krangeweer	Crangeweesterweg 6a	9921 TJ	Stedum	75
049	Beijum	Boterdiep oz nabij nr 40	9785 AC	Zuidwolde	53
052	De Wolden	Boterdiep wz nabij nr 2	9785 AJ	Zuidwolde	85
053	Casper Hommes	Boterdiep oz	9781 TS	Zuidwolde	310
056	Alma	Industrieweg nabij nr 14a	9781 AC	Bedum	53
057	Oudezijl	Ter Laan nabij nr 14	9781 TL	Bedum	85

058	Haandijk	Bedumerweg nabij nr 72	9959 PH	Onderdendam	88
KGM	Naam	Adres	Postcode	Plaats	Capaciteit (m ³ /min)
059	De Delthe	Stitswerderweg nabij nr 36	9999 XJ	Stitswerd	185
060	Sichterman	Onderdendamsterweg nabij nr 53	9951 TD	Winsum	115
063	Oldenoord	Oldenoordweg nabij nr 1	9994 NC	Toornwerd	100
064	Grondzijk	Rijksweg 100	9731 AG	Groningen	74
092	Fledderbosch	Huizengalaan	9791 AE	Ten Boer	50
118	Oudendijk	Oudedijk nabij nr 41	9989 EN	Warffum	60
137	Katerhals	Hoekmeesterweg 8	9918 TA	Garrelswear	180
141	Oling	De Groeve wz nabij nr 6	9903 BA	Appingedam	60
Bodemdalingsgemalen					
003	Stad en Lande	Groningerweg 45-1	9738 AB	Groningen	660
007	Den Deel	Onderdendamsterweg nabij nr 8	9991 TB	Middelstum	638
008	Helwerd	J. Tilbusscherweg nabij nr 14	9998 XB	Rottum	50
014	Noordpolderzijk	Noorderdijk nabij nr 3	9988 TE	Usquert	220
076	Tilburg	Winsumerstraatweg nabij nr 8	9951 TK	Winsum	90
147	Wirdum	Wirdumerweg nabij nr 83	9917 PA	Wirdum	60
024	Loppersum	Stedumerweg nabij nr 1	9919 TE	Loppersum	195
155	Schaphalsterzijk	Schaphalsterzijk nabij nr 4	9951 TW	Winsum	705
156	Abel Stok	Mernaweg nabij nr 104	9964 AV	Wehe den Hoorn	600
Inlaatboostergemaal:					
148	Oostersluis	Oostersluisweg		Groningen	150

Bijlage B – Calamiteitenplan Gemaal De Drie Delfzijlen (KGM - 046)

Algemeen

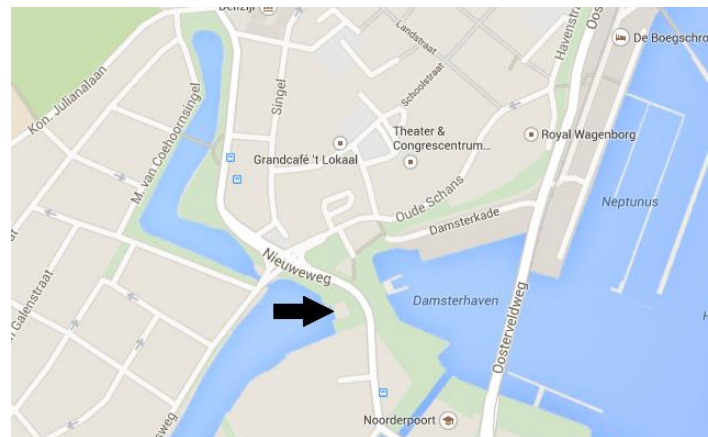
Het gemaal is in 1972 door Waterschap Fivelingo. Het is vernoemd naar het oude waterschap, Generale Zijlvest van de Drie Delfzijlen, dat vroeger de 3 spuisluizen (zijlen) van het stroomgebied Fivelingo beheerde, op de locatie waar het gemaal nu staat. Oorspronkelijk beschikte het gemaal over de 2 dieselpompen en een spuiwerker, omwille van de bodemdaling is later de elektrische pomp in de spuiwerker toegevoegd. Indien het waterniveau op de Eems laag genoeg is wordt via de spuiwerker gespuid op de haven van Delfzijl (De Nederlandse Gemalen Stichting, 2014).

Locatie en omgeving

Het gemaal ligt net ten zuiden van het centrum van Delfzijl aan de Nieuweweg, deze loopt over de uitstroomkokers van het gemaal heen. Ongeveer 150 meter verder zuidwaarts langs de dijk bevindt zich de spuisluis van het Eemskanaal.



Figuur 12 - Gemaal De Drie Delfzijlen (Damsterdiepzijde) (De Nederlandse Gemalen Stichting, 2014)



Figuur 13 (boven)- Locatie De Drie Delfzijlen (Google Maps, 2014), met rechts de haven van Delfzijl en bovenin het centrum. De zwarte pijl geeft de locatie van het gemaal aan.

Figuur 14 (onder)- Directe omgeving gemaal De Drie Delfzijlen



Gemaal

Pompinstallatie

Gemaal De Drie Delfzijlen beschikt over 3 pompen, de opvoerhoogte is 3,5 meter:

Diesel schroefcentrifugaalpomp in betonnen slakkenhoofd	650 m ³ /min
Diesel schroefcentrifugaalpomp in betonnen slakkenhoofd	650 m ³ /min
Elektrische schroefpomp in betonnen pomphuis	200 m ³ /min

Spuikoker

De middelste koker, waarin later elektrische pomp is gemonteerd, kan gebuikt worden als spuikoker, waarmee vanuit het Damsterdiep op de Damsterhaven kan worden gespuid. Het gemaal wordt op dit moment visvriendelijk gemaakt, hiervoor zijn een lokstroompomp en een extra schuif in de middelste koker aangebracht.

Afsluiters

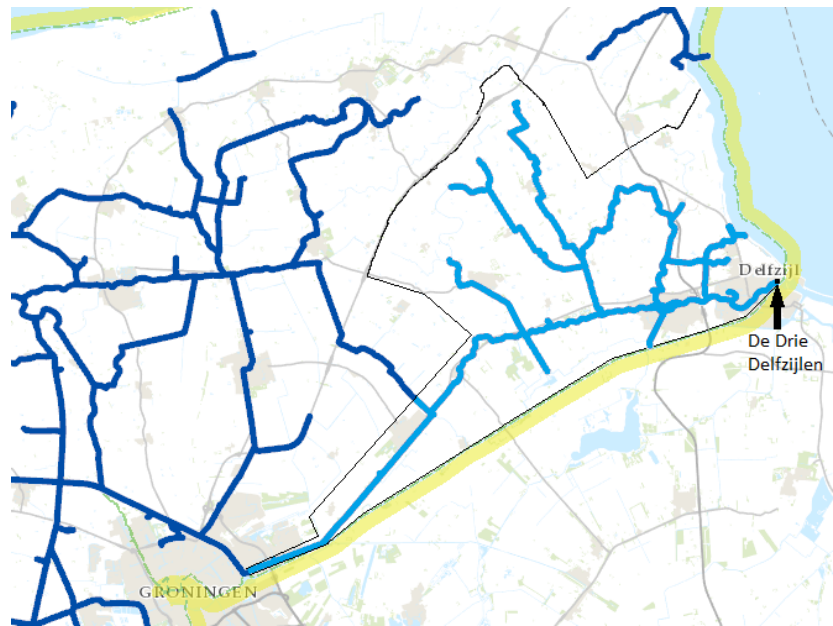
Elk van de drie kokers is voorzien van een afsluiter, in het pompgebouw, een noodafsluiter en een terugslagklep, beide aan het einde van de uitstroomkokers.

Overige installaties

Het gemaal beschikt over een dieselgenerator, die bij stroomuitval automatisch wordt ingeschakeld. Verder is aan de Damsterdiepzijde een automatische krooshekreiniger geïnstalleerd, die automatisch verontreinigingen voor de instroomopeningen weghaalt. Op het dak van het gemaal is een bliksemafleider gemonteerd.

Stroomgebied

De Drie Delfzijlen bemaalt de Fivelingoboezem. De Fivelingoboezem bestaat in hoofdzaak uit het Damsterdiep (van Groningen naar Delfzijl), met een aantal zijtakken die hierop afwateren. Dit is te zien in figuur 15. Het stroomgebied heeft grenzen met Spijksterpompen in het noorden van het gebied en van het zuidwesten tot noorden met Electra. Aan de zuidzijde wordt het begrensd door het Eemskanaal, dat valt in het peilgebied van Waterschap Hunze en Aa's. Er



Figuur 15 - Stroomgebied Fivelingo (ingekaderd in zwart, belangrijkste waterwegen in lichtblauw)

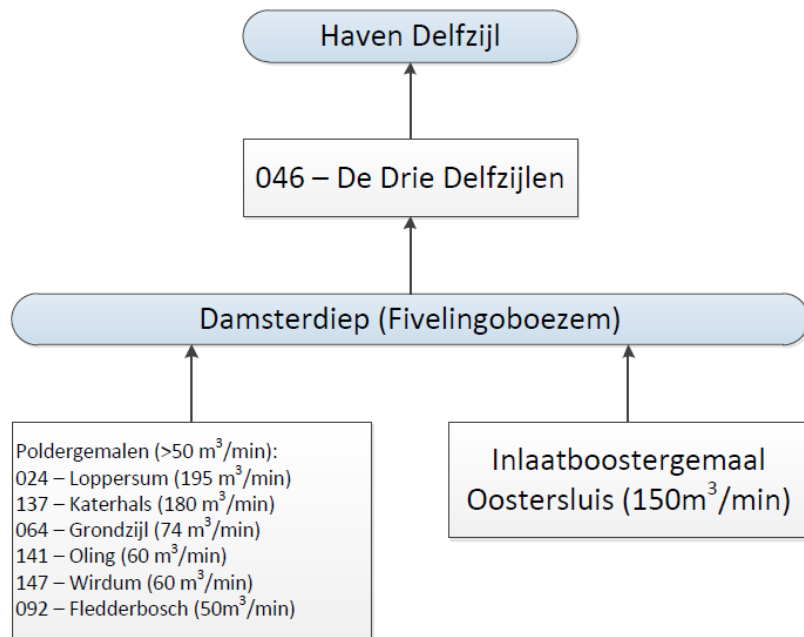
zijn een viertal sluizen voor de pleziervaart om het hoogteverschil tussen het hoger gelegen Eemskanaal en het Damsterdiep te overbruggen en één sluis om stroomgebied Electra binnen te gaan.

Belangrijke kernen in het gebied zijn Appingedam en Delfzijl. Ook Loppersum en Ten Boer liggen, net als nog enkele kleinere kernen, in het gebied.

Om een indicatie te krijgen van het inwoneraantal in het gebied te krijgen kan gekeken worden naar de bevolking in de gemeentes Appingedam, Delfzijl, Loppersum en Ten Boer. De gemeente Delfzijl ligt voor een deel buiten het stroomgebied, dit is echter hoofdzakelijk haven en industriegebied. Deze vier gemeentes hebben in 2014 ongeveer 55.000 inwoners (CBS, 2014).

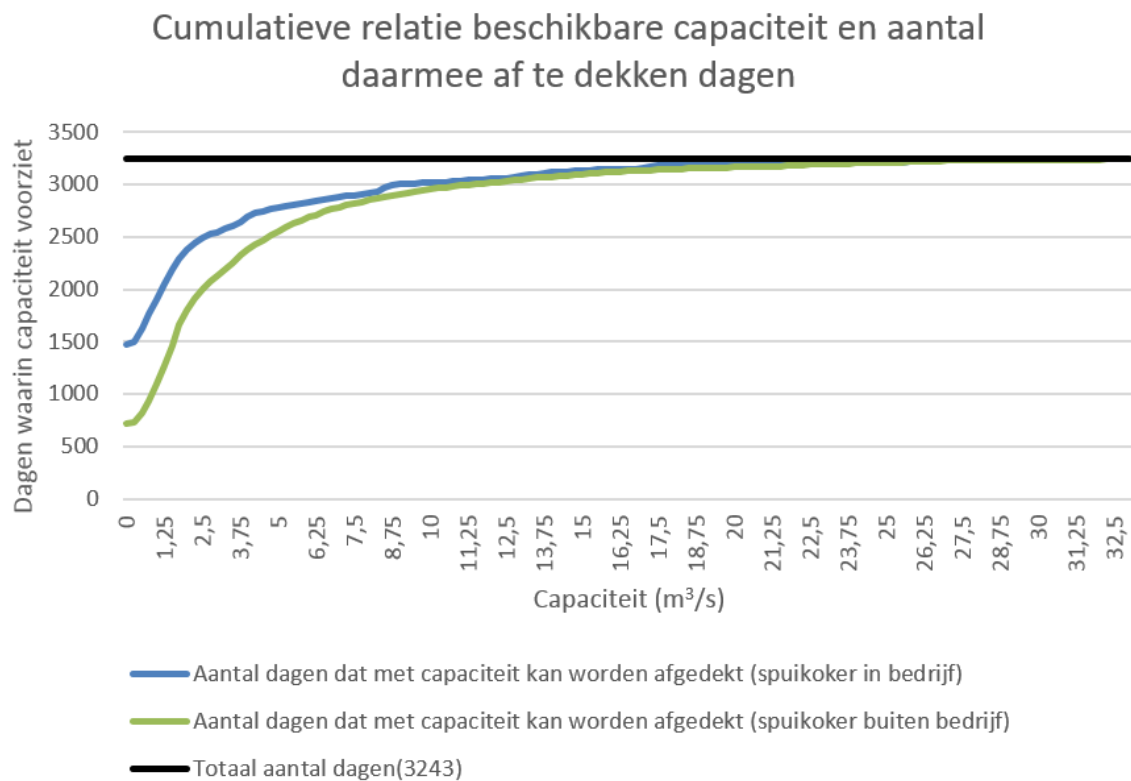
De kernen in het gebied liggen allemaal op of net boven zeeniveau (0 m NZP tot +1 m NAP) liggen. Met het normale peil in het Damsterdiep tussen de -1,4 m NAP en -1,2 m NAP lopen deze kernen niet

direct gevaar. Tussen het Damsterdiep en het Eemskanaal, de zuidgrens van het stroomgebied, liggen echter lager gelegen polders, met maaiveldhoogtes van rond de 0 m NAP tot onder -2 m NAP. Dit is dan ook het gebied dat het grootste risico loopt. Bij een te hoge waterstand in de boezem kunnen deze polders niet meer bemalen worden. Het functioneren van het stroomgebied is schematisch weergegeven in figuur 16.



Figuur 16 - Schematische weergave stroomgebied Fiveringoo

Indicatie Benodigde Capaciteit



Figuur 17 - Cumulatieve weergave relatie beschikbare capaciteit en daarmee af te dekken dagen (15-02-2005 t/m 31-12-2013)

In figuur 17 is voor gemaal De Drie Delfzijlen weergegeven op hoeveel dagen de afvoer verzorgd kan worden bij capaciteit x, met behulp van deze grafiek kunnen twee belangrijke conclusies worden getrokken. Het is meteen duidelijk dat het in bedrijf zijn van de spuikoker een grote besparing in benodigde pompcapaciteit oplevert. Als de spuikoker buiten bedrijf raakt door de calamiteit dient hier bij de planning van de noodoplossing rekening mee gehouden te worden. Zoals te zien is kan in veel gevallen volstaan worden met een capaciteit van zo'n 10 a 15 m^3/s , terwijl soms wel 40 tot 50 m^3/s vereist kan zijn. Om hierop goed te kunnen anticiperen is het noodzakelijk om constant met peilbeheer te communiceren over de situatie

Motivatatie keuzes

Gezien de grenzen van het stroomgebied en de mogelijkheden die de watergangen bieden zijn er drie mogelijkheden om het water uit de Fivelingoboezem te krijgen als het gemaal niet functioneert. Ten eerste kan een tijdelijke installatie worden opgebouwd op het terrein van gemaal De Drie Delfzijlen. Ten tweede kan het water naar stroomgebied Electra worden gebracht en tot slot kan water op het Eemskanaal worden afgezet. Water uit de boezem overbrengen naar stroomgebied Spijksterpompen is niet goed mogelijk omdat op de grens van beide stroomgebieden geen locatie is waar waterlopen uit beide boezems bij elkaar komen.

Voor het omleiden van water door middel van natuurlijke afstroming het water in de Fivelingoboezem hoger staan dan in het doelgebied. Het peil op de Fivelingoboezem ligt onder normale omstandigheden tussen de -1,4 m NAP en -1,2 m NAP. Het peil op het Eemskanaal is zo'n twee meter hoger met het streefpeil rond +0.5 m NAP (Garama, 2012), het maximum peil op het Eemskanaal is met +1.5 m NAP nog hoger. Het Eemskanaal is dus geen mogelijkheid voor het omleiden van water. De Electraboezem(1^e schil) aan de noordzijde biedt echter wel mogelijkheden, met een het peil rond de -1,1 m NAP. Bij een enigszins verhoogd peil op de Fivelingoboezem staan deze op gelijke hoogte.

Een tijdelijke installatie kan in het geval van De Drie Delfzijlen op twee manieren functioneren. Ten eerste kan de installatie direct de functie van het gemaal overnemen. Dat wil zeggen dat het water vanuit het Damsterdiep over de dijk op de haven van Delfzijl of op de Eems geloosd wordt. Dit kan op het terrein van het gemaal zelf. De tweede methode is om het water het Eemskanaal op te pompen, waarna het op de haven van Delfzijl gespuid kan worden.

Opties omleiden water

Water kan omgeleid worden richting stroomgebied Electra. De enige mogelijkheid hiervoor is de Westerwijdwerdermaar. Hierin ligt de sluis Oosterdijkshorn, op de grens van de stroomgebieden. Door beide sluisdeuren te openen worden de Fivelingoboezem en de 1^e schil van de Electraboezem aan elkaar gekoppeld. Hiermee is echter niet de gehele capaciteit van De Drie Delfzijlen te ondervangen, aangezien de schilgemalen en boezemgemalen dit water weg moeten pompen. Hierbij zijn de schilgemalen van de 1^e schilmaatgevend voor het maximum met een gecombineerde capaciteit van 688 m³/min (Den Deel 638 m³/min en Helwerd 50 m³/min). Op het moment dat het omleiden wenselijk is zal door peilbeheer bekeken moeten worden hoeveel van die capaciteit er beschikbaar is.

Locatie:

Sluis Oosterdijkshorn

Wolddijk 7

Ten Boer (Lellens)



Figuur 18 - Sluis Oosterdijkshorn (Huisman, 2006)

Inzetten Noodcapaciteit

Gemaal De Drie Delfzijlen draait hoofdzakelijk op diesel. Tevens is er voor verlichting en aansturing van de pompen een diesellaggregaat in het gebouw aanwezig. Ook draait de onderbemaling volledig op elektriciteit

De Drie Delfzijlen (KGM 046)

Nieuweweg 1

Delfzijl

In het kort

Lastige toegang vanaf de weg en beperkte ruimte op locatie maken het lastig om snel een installatie op te bouwen. De ligging in een bebouwde omgeving en het moeten overbruggen of afsluiten van een weg maken het niet makkelijker. Voordeel is wel dat het water direct op zee geloosd kan worden, waardoor andere watergangen niet extra belast worden.

Als een snelle opbouw vereist is zijn de andere locaties beter geschikt.

Terrein

Het terrein aan de zuidzijde van De Drie Delfzijlen kan gebruikt worden. Dit terrein is geheel verhard, maar niet echt vlak, het deel aan de dijkzijde van de krooshekreiniger loopt vrij stijl op richting de Nieuweweg. Het deel aan de Damsterdiepzijde van de krooshekreiniger is vlakker en biedt de enige mogelijkheid een kraan op te stellen.

Kraan

Het deel dat geschikt is voor het plaatsen van een kraan bevindt zich aan de Damsterdiepzijde van de krooshekreiniger. Ook hier is het niet totaal vlak maar kunnen de stempels zo vlak mogelijk worden neergezet. Er moet dan wel een kraan geselecteerd worden die de draai kan maken.

Pompen

Omdat het opstellen van een kraan alleen mogelijk is aan de waterzijde kunnen geen pompen aan de waterzijde gezet worden die om een kraan vragen. Dit geeft twee mogelijke opties: het plaatsen van pompen in het water, of het plaatsen van pompen waar geen losse kraan bij nodig is. Van Heck heeft elektrische pompen tot 138 m³/min die in het water gezet kunnen worden (natte opstelling). Zowel Buitenkamp als Van Heck leveren pompsets voor droge opstelling, zowel diesel als elektrisch. Bij een droge opstelling hebben elektrische pompsets de voorkeur. Deze halen met minder gewicht dezelfde capaciteit en kunnen zonder kraan op de plaats gezet worden.

Aggregaten om de pompen van stroom te voorzien kunnen aan de Dijkzijde van de krooshekreiniger worden gezet. Op die manier is het ook makkelijker ze te voorzien van brandstof.

Hevel

Ter vervanging van de spuikoker kan gedacht worden aan het plaatsen van een hevelinstallatie. Deze kan bij een vrij verval tegen lage kosten water verplaatsen, dit omdat er geen pomp hoeft te draaien (Van Heck, 2015). Op dit moment is Van Heck de enige aanbieder van deze techniek in de regio.

Leidingwerk

Leidingwerk moet omhoog naar straatniveau, over de weg en over de dijk. Dit kan langs de zuidzijde van het gemaal. Aangezien het leidingwerk vrijwel zeker een deel van de rijweg voor de kraan in neemt is het zaak eerst met de kraan de zware elementen (pompen en aggregaten) op hun plaats te zetten, waarna de grote kraan weg kan. Met een kleinere machine, bijvoorbeeld een vrachtwagenlaadkraan of graafmachine, kan dan het leidingwerk op het terrein zelf gelegd worden. De grote kraan kan dan gebruikt worden om het leidingwerk over de dijk aan te leggen.

De afstand van het Damsterdiep naar de haven bedraagt hemelsbreed zo'n 80 meter. Met het stijgen en dalen van de leiding en het aansluiten op de pomp zal de totale afstand die het leidingwerk moet overbruggen meer dan 100 meter bedragen.

Toegangswegen/afzettingen

Het gemaal is te bereiken via de Nieuweweg. Deze loopt over de uitstroomkokers van het gemaal. Aangezien het leidingwerk over de weg heen moet zal deze, tenminste tijdens het op en afbouwen van de opstelling, afgesloten moeten worden voor verkeer. Dit kan bij de kruising met de Rijksweg ten noordwesten van het gemaal en bij de kruising met de Eemskanaal Noordzijde aan de zuidzijde. Bij het afsluiten dient een uitgaande rijbaan open gehouden te worden, zodat omwonenden nog naar huis kunnen, en materieel naar binnen kan worden gebracht. Verder van het gemaal af kan worden aangegeven dat de doorgaande route is afgesloten.

Groevesluis-Noord(KSL 022)

Adres

Eemskanaal Noordzijde 9
Appingedam

In het kort

De Groevesluis-Noord is een sluis voor de pleziervaart. Ongeveer 2 meter hoogteverschil tussen het Damsterdiep en Eemskanaal worden hier overbrugd. Locatie is zeer geschikt voor opstellen van pompen. Lastig is wel dat het niet mogelijk is om grote voertuigen te keren op locatie. Ook het feit dat de beschikbare ruimte een doodlopende weg is moet worden ingecalculeerd, vooral bij het opbouwen.

Terrein

Langs de sluis ligt een 4 meter brede betonnen plaatweg. Deze is van de sluis gescheiden met een grasstrook van 1,5 meter breed en langs de sluis ligt een pad van 1,20m. (de locatie is goed te bekijken met Google Streetview). Tussen de sluis en de weg staat een afrastering(h.o.h. 3,0 m, minstens 2,80m vrije ruimte). De berm aan de zijde van de sluis af is ongeveer één meter breed.

Kraan

De enige beperking voor de kraan is de beschikbare breedte. Als de stempels aan de ene zijde op de sluiswand en aan de andere zijde op de rand van de betonweg worden gezet is er een breedte beschikbaar van 7,80 m. Tevens moet de kraan in staat zijn om ook achteruit afstand af te leggen, aangezien keren op locatie niet mogelijk is.

Pompen

Pompen kunnen op twee manieren opgesteld worden. Een natte opstelling kan gemaakt worden in de kolk. Hiervoor heeft Van Heck pompen tot 138 m³/min. Aggregaten en brandstoftanks kunnen dan op de sluiswand worden opgesteld. Dit houdt de betonweg grotendeels vrij, wat het hervullen van de brandstoftanks vergemakkelijkt. Een voorbeeld van zo'n opstelling is te zien in figuur 19. De aggregaten zouden ook op het parkeerplaatsje geplaatst kunnen worden, om de toegankelijkheid te vergroten.



Figuur 19 - Pomp Van Heck in natte opstelling (Van Heck, 2013)

Bij een droge opstelling kunnen de pompen op de sluiswand opgesteld worden. Er moet hierbij wel rekening gehouden worden met de aanzuighoogte, aangezien het water zo'n 3,5 meter onder de kade staat. Hierbij is het wel zaak te zorgen dat de brandstoftanks bereikbaar blijven voor bijvullen. Met een elektrische pompopstelling dit gemakkelijker, de generatoren zouden dan op het parkeerplaatsje gezet kunnen worden.

Leidingwerk

Bij een natte opstelling kan het leidingwerk kan vanuit de kolk direct over de sluisdeur. Hierbij zal de brug naar de overzijde van de sluis waarschijnlijk niet begaanbaar blijven. De inwoners aan de overzijde, die anders zijn afgesloten van de rest van de wereld, zal hierbij een oplossing geboden moeten worden (bijvoorbeeld een tijdelijke brug over de kolk heen).

Voor een droge opstelling kan het leidingwerk over de betonnen weg worden gelegd, langs de aansturingskast en voor de brug langs. De leidingen voor het uitstromen kunnen dan op het remwerk gelegd worden. De ruimte die dit inneemt maakt het onmogelijk om nog met een vrachtwagen op de betonplaatweg te komen wat lastig kan zijn als daar wel brandstoftanks staan. Voordeel is wel dat mensen aan de westzijde van de sluis nog steeds naar hun huis kunnen, zij het niet meer met de auto.

Toegangswegen

De sluis is enkel toegankelijk via de Eemskanaal-Noordzijde. Er hoeven geen omleiding ingesteld te worden voor het verkeer. Enige mensen die overlast ondervinden van het plaatsen van de installatie zijn direct omwonenden. Het is zaak mensen aan de westzijde van de sluis te informeren voordat de oversteek hinder gaat ondervinden, opdat zij hun auto nog aan de oostzijde van de sluis kunnen zetten.

Driewegsluis (KSL 025)

Adres

Regattaweg 15

Groningen

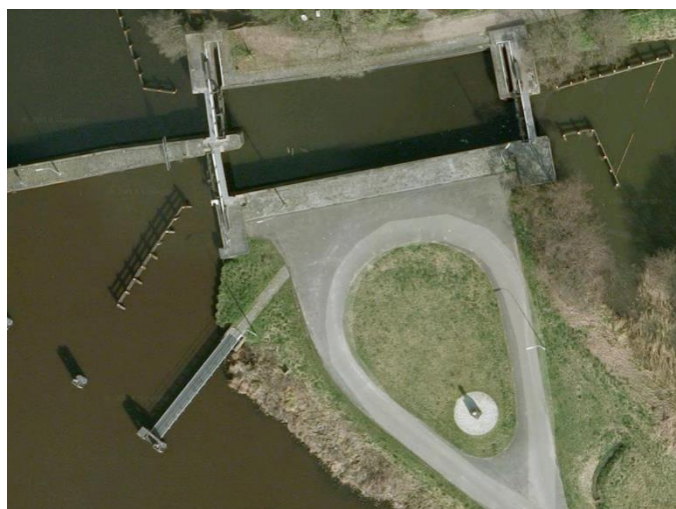
(Aan het einde van de Regattaweg rechtsaf en het kanaal volgen, Driewegsluis is aan het einde van de weg)

In het kort

De Driewegsluis is qua opbouw mogelijkheden een ideale locatie. Toegangsweg heeft een lus op locatie zodat vrachtwagens makkelijk kunnen keren. Een hijskraan kan goed worden opgesteld en er hoeft maar een korte afstand overbrugt te worden met leidingwerk.

Terrein

Het gehele terrein langs de zuidzijde van de sluis is verhard. Op 3 meter van de sluiswand staat een hekwerk. Hier gaat ook de bestrating over in asfalt. Afhankelijk van de pompkeuze zal een deel van dit hekwerk verwijderd moeten worden, niet alleen de tussendelen maar ook de palen.



Figuur 20 - De Driewegsluis van boven, de overgang van bestrating naar asfalt is hier ook duidelijk te zien.

Kraan

Een kraan van gewenste grootte kan opgesteld worden op het gras, binnen in de lus. De lus kan vervolgens gebruikt worden voor het aan of afvoeren van materieel. In een natte periode zijn rijplaten daarbij aan te bevelen.

Pompen

De Driewegsluis is geschikt voor zowel een natte als een droge opstelling. Gezien de relatief grote ruimte beschikbaar op de kant is een droge oplossing hier zeer goed haalbaar. De pompen kunnen daarvoor langs de sluiswand worden opgesteld. Er is hier ruimte voor een grote kraan en er is genoeg ruimte, kortste afstand van het gras in de lus tot aan de sluiswand is 11 meter, zodat ook dieselpompsets goed toepasbaar zijn. Voor een natte opstelling kunnen elektrische pompen in de kolk worden gezet.

Leidingwerk

Het leidingwerk voor zowel een natte als droge opstelling kan via het gras aan de zuidwest kant van de kolk op het remwerk gelegd worden.

Toegangswegen

Het terrein is enkel toegankelijk door vanaf de Regattaweg de Eemskanaaldijk op te rijden in westelijke richting. Aangezien de toegangsweg alleen naar de Driewegsluis leidt kan deze ter beveiliging worden afgesloten.

Slimsluis

Om te kunnen pompen vanuit de Driewegsluis zal de Slimsluis of bijbehorende stuw moeten worden opengezet

Bijlage C – Gesprekken Waterschappers

Er is met verschillende waterschappers overlegd over de invulling van zowel het proces als de inhoudelijke elementen. Dit is gedaan in een informele setting, waarbij een vragenlijst gebruikt is als rode draad. Tevens is een eerste versie van het proces doorgesproken. Dit is gedaan met:

Michiel van der Meer (gemaalbeheerder)

Kor Tillema (gemaalbeheerder)

Floris Knot (peilbeheer)

Roelf Beukema (Teamleider Watersysteembeheer/Waterveiligheid)

Menno van der Meer (Teamleider Watersysteembeheer/Waterveiligheid)

Hieronder is de uitkomst van deze gesprekken weergegeven. Daarna zijn de vragenlijst en het eerste processchema opgenomen.

Uitkomst gesprekken

- Het proces moet vaststellen of er sprake is van een calamiteit. Er moet worden vastgesteld of het uitvallen van het gemaal ook daadwerkelijk een probleem oplevert.
- Het proces moet zinloos werk en onnodige kosten voorkomen.
- Proces moet zijn gespecificeerd op functie of werkzaamheden. Het proces moet toekomstbestendig zijn. Om te zorgen dat het blijft functioneren is het noodzakelijk om het proces vorm te geven zonder daarbij individuen te benoemen.
- Omdat het proces onder zeer grote tijdsdruk uitgevoerd kan moeten worden dient het proces simpel en efficiënt te zijn, het aantal betrokkenen en handelingen dient daarom zo beperkt mogelijk worden gehouden.
- Het is waardevol om een lijst te hebben met contactgegevens van mensen die beschikbaar zijn in geval van calamiteit.
- Aangezien de beheerder diegene is die reageert op een storingsmelding en de reparatie regelt wil deze optreden als aanspreekpunt wat de reparatie betreft.
- Het wordt erg gewaardeerd als er eten geregeld wordt voor mensen die in het veld aan het werk zijn bij nacht en ontij.
- Communicatie tussen de mensen op kantoor en de mensen in het veld verloopt niet altijd optimaal. Om dit in geval van een calamiteit te voorkomen is het wenselijk om bij het opstellen van een calamiteitenplan hiermee rekening te houden.
- In het geval dat verschillende aannemers worden ingeschakeld om materieel te leveren voor de calamiteitenbestrijding heeft het de voorkeur deze waar mogelijk gescheiden te houden.
- Er bestaat een voorkeur voor het gebruik van elektrische pompsets. Dit zijn pompsets waarbij een elektrisch aangedreven pomp wordt ingezet. Deze kan van stroom worden voorzien met behulp van dieselgeneratoren of netspanning. Deze pompsets zijn lichter en kleiner dan pompsets van vergelijkbare capaciteit waarin de dieselmotor geïntegreerd is, dit maakt het mogelijk de pomp te installeren met een kleinere kraan.
- Het waterschap beschikt over verschillende slangen bij de eigen pompen, het zou nuttig zijn als een inventaris voorhanden was waar beschreven stond wat waarop past.
- Het is belangrijk om genoeg mensen in het veld te hebben om de klus te klaren

- Het is voor peilbeheer moeilijk te zeggen hoe nauwkeurig en snel zij een analyse van de situatie kunnen maken.
- Peilbeheer is een adviserende afdeling en neemt geen beslissingen.

Vragenlijst

Algemeen

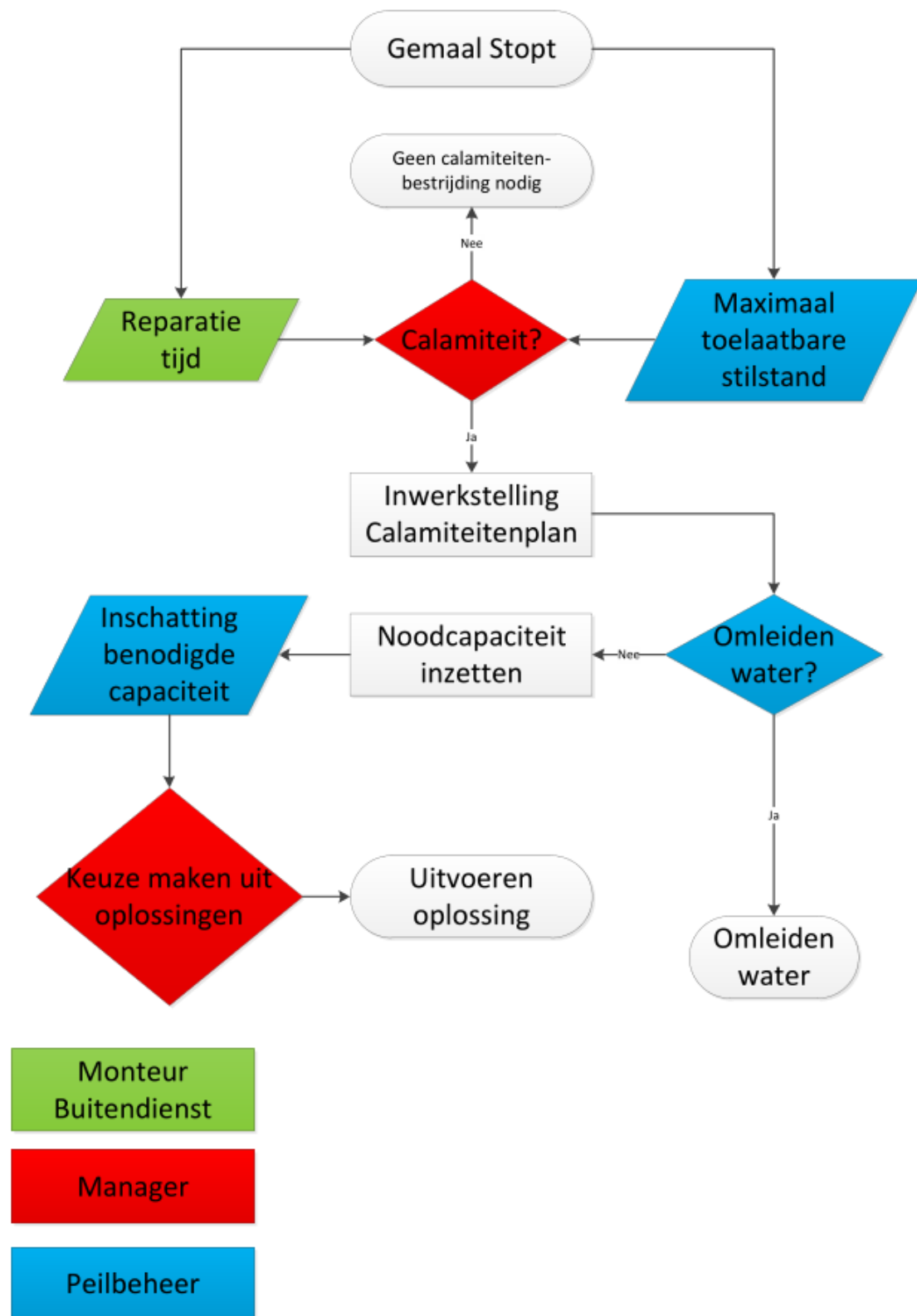
- Wat verwacht u van een calamiteitenplan?
 - Debietgegevens?
 - Bouw- en locatietekeningen gemaal?
 - Flowchart ter ondersteuning besluitvorming?
 - Beveiliging noodoplossing? (Vandalisme, diefstal etc)
 - Dimensionering oplossing?
- Hoe lang mag het duren van besluit tot in bedrijfstelling oplossing?
- Bestaat er een voorkeur voor Dieselpompen of Elektrische pompen i.c.m. een diesel aggregaat?
- Waarmee moeten de pompen/aggregaten van brandstof voorzien kunnen worden?(denk aan vaste vrachtwagen, truck/trailercombinatie, tankboot etc)
- Bied een getrapte oplossing meerwaarde?(Mogelijkheid tot opschaling om van kleine vervangende capaciteit mee te groeien naar grote vervangende capaciteit)
- Wat verwacht u van de werkomgeving waarin de oplossing moet worden gerealiseerd? (Verlichting, hekwerk, evt schaftkeet afhankelijk van locatie)
- Heeft u het plaatsen van noodcapaciteit eerder meegemaakt? Kunt u iets vertellen over de problemen die toen gespeeld hebben?

Extra vragen objectbeheerders:

- Hoe snel kan vastgesteld worden hoe lang het duurt om een gemaal te repareren?
- Problemen ijsvorming?

Peilbeheer

- Hoe ver vooruit kan voorspeld worden hoeveel water verpompt moet worden?
- Hoe nauwkeurig is deze voorspelling?
- Beschikbaarheid in geval van calamiteit?



Figuur 21 - eerste versie besluitvormingsproces, hierin wordt een beslissing weergegeven met een ruit, informatie met een trapezium en een overige gebeurtenis met een (afgeronde)rechthoek