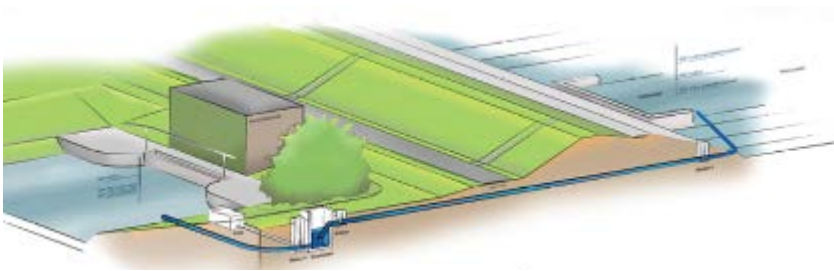


# Gebruik vispassage gemaal Maelstede door schieraal: DIDSON meting

O.A. van Keeken & A.B. Griffioen  
Rapport C025/13



## IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Oprichtgever:

Waterschap Scheldestromen  
Postbus 1000  
4300 ZW Middelburg

Publicatiedatum:

11 februari 2013

**IMARES is:**

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert die noodzakelijk is voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een instituut dat de benodigde kennis levert voor een geïntegreerde duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

P.O. Box 68 1970 AB IJmuiden Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 26 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 77 4400 AB Yerseke Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 59 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 57 1780 AB Den Helder Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)223 63 06 87 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 167 1790 AD Den Burg Texel Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 62 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl
--	--	---	--

© 2013 IMARES Wageningen UR

IMARES, onderdeel van Stichting DLO.  
KvK nr. 09098104,  
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.  
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U  
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A\_4\_3\_1-V13

## Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	3
Samenvatting.....	4
1 Inleiding.....	5
2 Kennisvraag.....	5
3 Methoden .....	6
3.1 Gemaalcomplex Maelstede .....	6
3.2 Vispassage Maelstede.....	7
3.3 Aaluitzet.....	8
3.4 DIDSON observaties en meetopstelling .....	9
4 Resultaten .....	11
4.1 Werking gemaal Maelstede.....	11
4.2 Werking vispassage Maelstede.....	12
4.3 DIDSON waarnemingen .....	13
4.4 Netvangsten .....	16
5 Discussie .....	17
5.1 Kennisvragen .....	17
5.2 Evaluatie huidig proefopzet .....	20
5.3 Conclusies en aanbevelingen .....	21
Kwaliteitsborging .....	22
Referenties .....	23
Verantwoording .....	24
Bijlage: werking van de vispassage Maelstede.....	25

## Samenvatting

Door Waterschap Scheldestromen is bij gemaal Maelstede nabij 's Gravenpolder in de provincie Zeeland een nieuwe vispassage aangelegd ter bevordering van de vismigratie voor zowel de intrek als uittrek van migrerende vissen. Dit rapport beschrijft een project, waarbij de werking van deze vispassage is getest door waarneming te doen met een DIDSON hoge resolutie sonar aan alen bij de ingang van de vispassage op 18-19 december 2012. Tevens zijn netvangsten gedaan achter de vispassage en het gemaal.

Het gemaalcomplex Maelstede werkt met twee schroefcentrifugaalpomp en tevens met twee kleinere schroefpompen om vlak bij het gemaal geloosd effluentwater weg te pompen. Voor de instroomopeningen van deze pompsystemen zit een viswering bestaande uit stroboscooplampen.

De vispassage ligt naast gemaalcomplex Maelstede en bestaat uit een buizensysteem, waarbij vissen vanuit de polder tegen een waterstroom in via een buis een opvangbak inzwemmen. Elke twee uur sluit een afsluiter aan de polderzijde en wordt het water in de opvangbak naar de Westerschelde gepompt, zodat vissen met de stroom mee kunnen zwemmen naar de Westerschelde.

De twee testdagen hebben geen aanwijzingen gegeven dat aal uit de polder naar zee trekt door de vispassage, terwijl alen wel aanwezig waren voor de vispassage. Op beide avonden is niet gezien dat alen de vispassage inzwommen en zijn geen alen door de vispassage heen gegaan en gevangen achter de vispassage. Bij vijf van in totaal 70 alen is gezien dat deze reageerden op de vispassage. Daarnaast zijn ook alen waargenomen die 'weggespoeld' werden door de kracht van waterstraal afkomstig uit de vispassage.

De twee testdagen hebben wel aanwijzingen gegeven dat aal uit de polder naar de Westerschelde trekt door effluentpompen: enkele dode en verhakselde alen zijn aangetroffen achter de effluentpompen. Geen alen zijn gevonden waarvan met zekerheid gezegd kan worden dat deze door de gemaalpompen zijn gegaan.

Op basis van deze resultaten concluderen wij dat geen aanwijzingen zijn gevonden dat de vispassage werkt zoals bedoeld is. Alternatieven voor een verbeterde vispassage bij gemaal Maelstede kunnen zijn:

1. Goed geteste visvriendelijke pompen in het gemaal, die leiden tot minder vissterfte aan migrerende vis, wat uiteindelijk een vispassage voor uittrekkende vis overbodig kan maken.
2. Een zuigstroom in de vispassage, waarmee water vanuit de polder naar de opvangbak of de Westerschelde gepompt wordt.
3. Een beter visweringssysteem voor het gemaalcomplex

Wij bevelen aan om alternatief 2 experimenteel en kleinschalig te testen in een pilot. Aanpassing 1 is duur en vraagt ingrijpende veranderingen, terwijl voor aanpassing 3 weinig andere goed werkende alternatieven voorhanden zijn.

## 1 Inleiding

Voor de migratie van schieraal naar zee is het van belang dat schieralen kunstwerken, zoals gemalen en sluizen, kunnen passeren. De passeerbaarheid van locaties met kunstwerken hangt af van het type kunstwerk, de richting waarlangs trekvisseren naderen (stroomopwaarts of stroomafwaarts), lokale omstandigheden zoals waterafvoer en watertemperatuur en het gevoerde waterbeheer. Het zoekgedrag van de vis en de passeerbaarheid van een kunstwerk verschillen tussen vissoorten en dikwijls hangen ze ook af van het levensstadium van de vis (Winter, 2009).

Het belang van deze passeerbaarheid wordt onderstreept door onderzoek dat liet zien dat naar schatting 91 ton per jaar aan visschade optreedt in Nederland, waarvan ongeveer één-derde deel bestaat uit aal en twee-derde uit schubvis (Bierman et al., 2012 Kunst et al., 2008). De verschillende vormen van schade die samen gaan met het passeren van het gemaal worden veroorzaakt door botsing met de schoepen of andere bewegende of stilstaande delen, snelle drukverschillen, turbulentie en stroomsnelheid.

Om dit soort schade te voorkomen en de passeerbaarheid te bevorderen heeft het Waterschap Scheldestromen bij gemaal Maelstede nabij 's Gravenpolder in de provincie Zeeland een nieuwe vispassage aangelegd ter bevordering van de vismigratie (beschrijving in Bijlage A). De werking van deze installatie is in 2012 onderzocht om:

- de aantrekkingskracht en functionaliteit van de uittrekkingscyclus van de vispassage te testen,
- aan te tonen welk deel van de schieraal de passage kiest en welk deel door het gemaal gaat als dat aan staat

Deze rapportage beschrijft de resultaten dit onderzoek. Metingen zijn uitgevoerd met een DIDSON akoestische camera en netten bij de vispassage en het gemaalcomplex tijdens twee dagen in december 2012.

## 2 Kennisvraag

Is de vispassage bij gemaal Maelstede functioneel voor uittrekkende schieraal?

- a. Trekt de polderingang van de vispassage schieraal aan (oriëntatie op zoutgehalte)?
- b. Passeren schieralen de ingang van de vispassage waarbij de schieraal tegen de stroming in passeren langs een zoet-zout gradiënt (naar zouter water die vanuit de vispassage stroomt)?
- c. Hoe kan het beheer van de vispassage worden geoptimaliseerd ten opzichte van het passeergedrag van schieraal?
- d. Wat zijn de verblijftijden van succesvolle vispassage (hoe lang blijven de schieralen in het vispassage systeem)?
- d. Zijn er aanwijzingen dat alen knelpunten ondervinden in de vispassage zelf? Bijvoorbeeld terugkeergedrag in de vispassage en welke tijden zitten tussen inzwemmen, terugkeren en weer uitzwemmen?
- e) Bestaat verschil in bovengenoemde deelvragen wanneer het gemaal wel of niet in bedrijf is ?

### 3 Methoden

#### 3.1 Gemaalcomplex Maelstede

Gemaalcomplex Maelstede nabij 's Gravenpolder (Figuur 1) werkt met twee schroefcentrifugaalpomp­en met een waai­erdiameter van 172 cm, met een capaciteit van 266 m<sup>3</sup>/min bij een statische opvoer­hoogte van 2,75 mwk. Tevens gebruikt het gemaal twee kleinere schroefpompen met een waai­erdiameter van 42 cm om vlak bij het gemaal geloosd effluentwater weg te pompen, met een capaciteit van 41,5 m<sup>3</sup>/min. Voor deze gemaal- en effluentpompen is een viswerings­stelsel aangelegd in de vorm van FIS-stroboscoop­lampen. Deze lampen zijn actief wanneer de pompen in het gemaal aanstaan.

Op 18 december is gemeten met de gemaalpompen uit en op 19 december met de linker gemaal­pomp aan. Door aanwezig effluentwater stonden op 18 december tijdens de meetperiode de effluentpompen aan, maar deze waren uitgeschakeld op 19 december. De effluentpompen hebben gedurende de nacht van 18 op 19 december ook actief effluentwater weggepompt, omdat veel water afgevoerd moest worden omdat in de polder anders te snel te hoog water zou hebben gestaan.

Op 19 december is een net geplaatst achter het gemaal die vissen opvangt die door het gemaal zijn gezwommen. Achter de effluent pompen is om praktische redenen geen net gehangen.

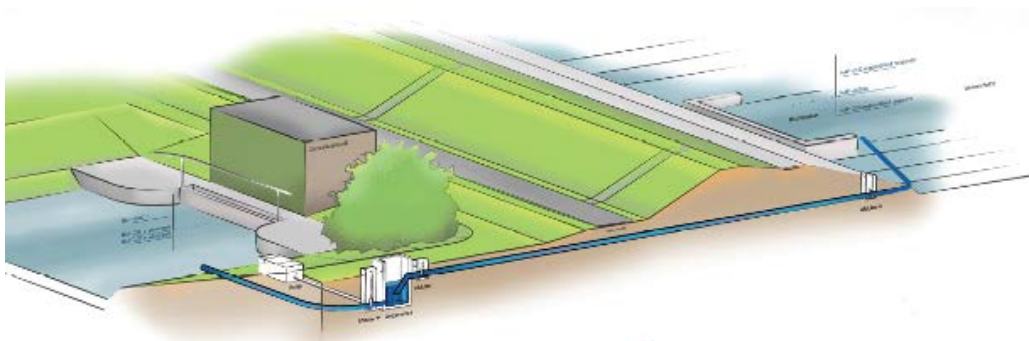


Figuur 1. Foto's van gemaal Maelstede en de lokale omgeving.

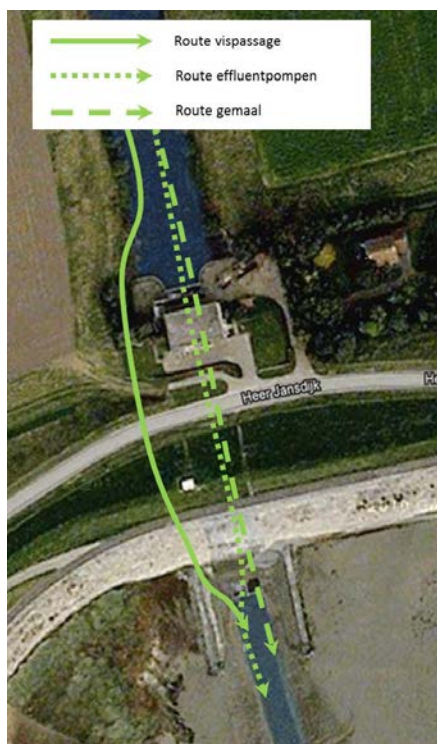
### 3.2 Vispassage Maelstede

Naast het gemaal is in 2011 een vispassage aangelegd (Figuur 2, Bijlage A). Deze vispassage vormt een alternatieve route om het gemaalcomplex te passeren (Figuur 3), zonder dat schade optreedt door pompschroeven. Water uit de Westerschelde stroomt door een pijpleiding de polder in en vissen uit de polder moeten actief tegen de stroom inzwemmen om richting de Westerschelde te gaan. Gedurende beide testdagen werd de snelheid van het instromende water gecontroleerd door de afsluiterstand bij de instroom van de vispassage aan de Westerschelde kant.

Op beide dagen was een net geplaatst achter de vispassage ter controle van het gebruik van de passage door vis. Dit extra net achter de passage geldt als controle voor de DIDSON observaties, mocht vis zijn gepasseerd die gemist is tijdens de observaties. Daarnaast was de passage ook actief en toegankelijk gedurende de nacht tussen meetdag één en twee.



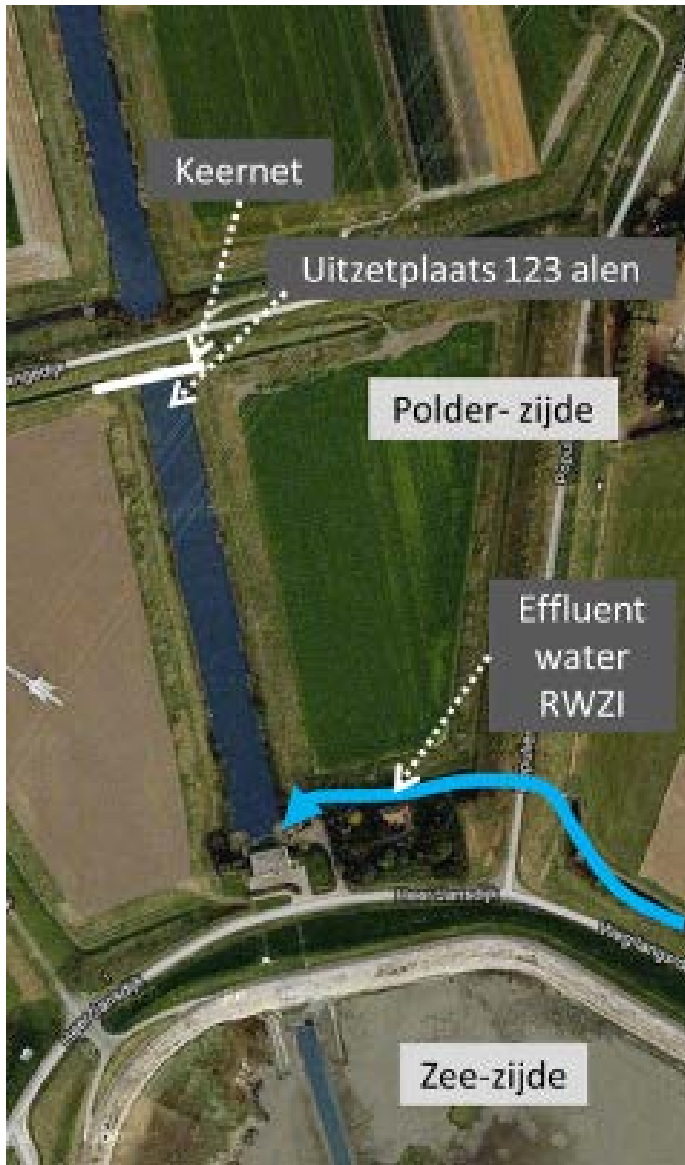
Figuur 2. Een overzicht van de vispassage naast gemaal Maelstede (afbeelding Waterschap Scheldestromen).



Figuur 3. De route langs de vispassage, de effluentpompen en de gemaalpomp waar migrerende vis gebruik van konden maken voor de voortzetting van de migratie vanuit de polder richting Westerschelde.

### 3.3 Aaluitzet

Om te zorgen voor een voldoende aantal schieralen in het gebied, zijn op 18 december in de ochtend (05:30 uur) 123 alen in het gebied uitgezet. Van tevoren zijn de alen op uiterlijke kenmerken geclassificeerd als schieraal door een beroepsvisser. Om ontsnapping uit het gebied aan polderzijde te voorkomen is voor de uitzetting van de aal een keernet geplaatst op ongeveer 250 meter van het gemaal (Figuur 4).



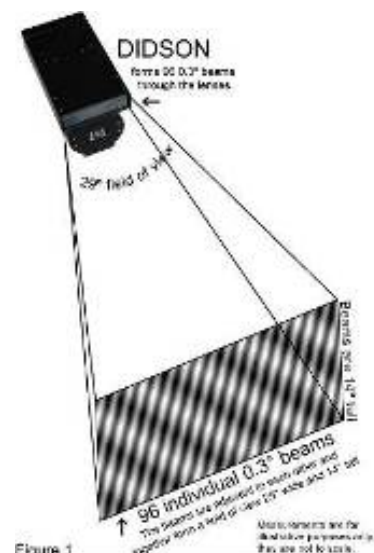
Figuur 4. De plaatsing van het keernet en de locatie van de uitzetting van alen. Rechtsonder is de effluent stroom te zien afkomstig van een rioolwater zuiveringsinstallatie.



### 3.4 DIDSON observaties en meetopstelling

Op 18 december 2012 zijn gedurende 15:00-22:00 uur en op 19 december 2012 gedurende 15:00-21:00 uur opnames gemaakt met een DIDSON (Figuur 5, links) voor de inlaat van de vispassage bij gemaal Maelstede. DIDSON staat voor "Dual frequency IDentification SONar" en is een hoge resolutie sonar dat hoogfrequent geluid gebruikt om akoestische beelden mee te maken met veel meer detail dan de conventionele sonars. Met de DIDSON bestaat de mogelijkheid beelden te maken van visgedrag nabij bijvoorbeeld sluizen, turbines of visnetten in troebel water of zelf 's nachts (Van Keeken & Griffioen, 2011; Van Keeken et al., 2011a, 2011b). Mogelijkheden bestaan om individuele lengtes van de vissen te meten en vissen, mits deze groot genoeg (>25 cm) zijn, op soort te brengen. In veel gevallen zitten aan het op soort brengen van vissen wel beperkingen. De DIDSON wordt met een kabel aangesloten op een computer. Beide apparaten worden aangesloten op het elektriciteitsnet, zodat over langere periode opnames gemaakt worden. Met deze computer kunnen instellingen van de DIDSON zoals bereik, aan en uitzetten van opnames etc. gestuurd worden. Analyse van de beelden wordt gedaan met speciaal voor de DIDSON ontwikkelde software.

De DIDSON heeft een kegelvormige beeldprojectie (Figuur 5, rechts) onder een beeldhoek van 29 graden breed en 14 graden hoog. De DIDSON heeft bij de meetlocatie tijdens de reguliere metingen gemeten met 96 geluidsbundels op 1.6 MHz in 8 uitzend-ontvangst cycli per frame (hoge frequentie). Omdat de beeldprojectie kegelvormig is, zal het volume water dat afgedekt wordt onevenredig groter worden met het vergroten van de beeldafstand. Bij metingen op grotere afstand neemt echter het aantal pixels af waarmee een object wordt afgebeeld, waardoor objecten in het DIDSON beeld met een grotere beeldafstand kleiner in het beeld worden afgebeeld dan wanneer de DIDSON een kortere beeldafstand heeft. Om de opname te maken bij de vispassage, welke vlak bij de oever ligt in ondiep water, is de DIDSON op de testdagen onder een hoek rond de drie graden gezet (horizontaal gericht) met een beeldafstand van 10 meter. Door het beperkte veld van de DIDSON is het lastig, zo niet onmogelijk, om vast te stellen of de zwembewegingen afkomstig zijn van meerdere alen, of van één of enkele alen die meerdere malen door het DIDSON beeld heen zwemmen.

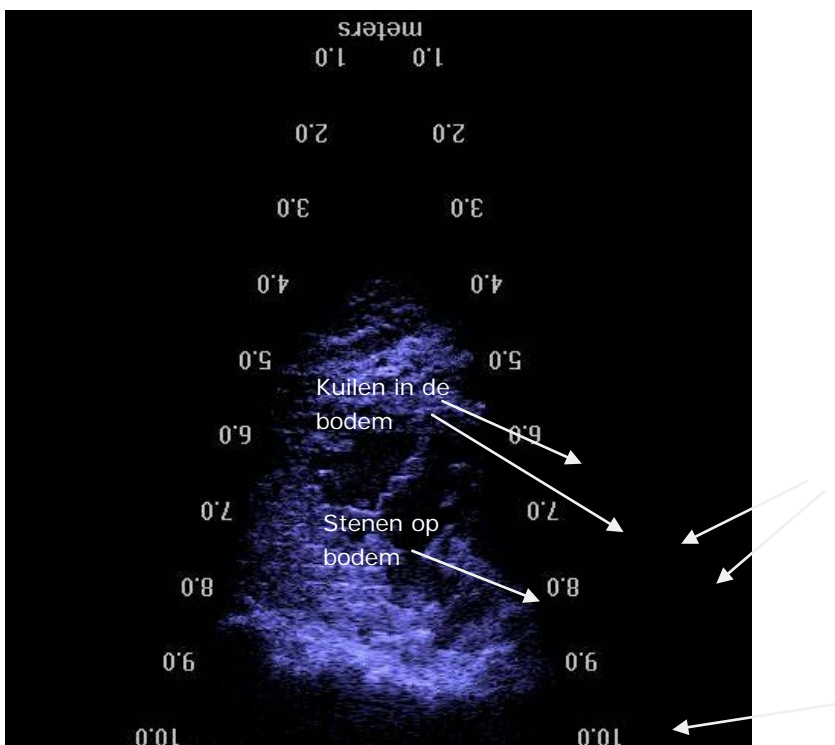


Figuur 5. De DIDSON (L 43 cm x B 20 cm x H 17 cm) (links) en de beeldhoek van de DIDSON (rechts).

De DIDSON is voor deze meting in een drijvend frame geplaatst (Figuur 6) en de geluidsbundel van de DIDSON werd gericht op de ingang van de vispassage. De DIDSON genereerde een beeld met bovenaanzicht, waarbij vissen van bovenaf waargenomen worden (Figuur 7). Het gedrag van de schieralen rond de inlaat is ingedeeld in exemplaren die door het beeld heen zwommen zonder duidelijke reactie op de inlaat, exemplaren die op water uit de inlaat reageerden door een zwemmende beweging naar de inlaat te maken en alen die door water uit de inlaat weggespoeld werden.



Figuur 6. Opstelling van de DIDSON (hangend in een drijvend frame). De bundel van de DIDSON is gericht op de ingang van de passage voor uittrekkende vis.

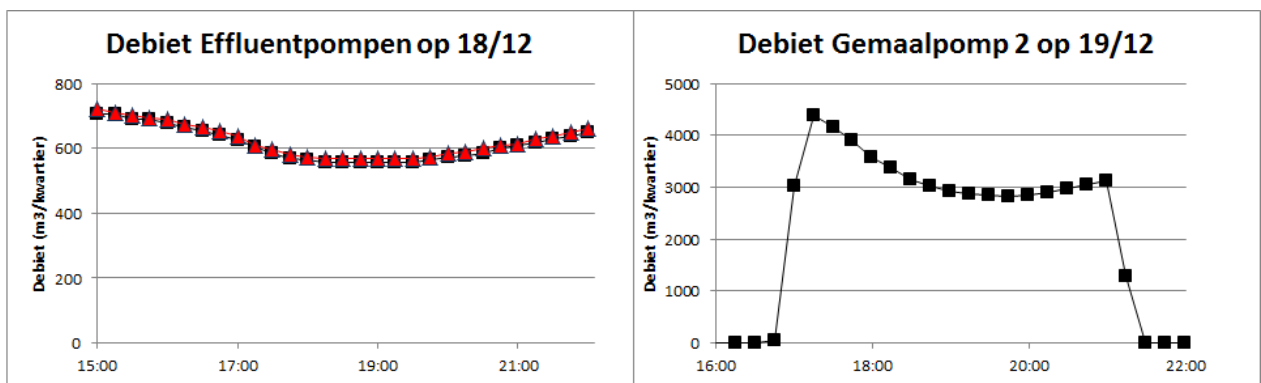


Figuur 7. Weergave van het DIDSON beeld, met de inlaat van de vispassage rechtsonder in beeld.

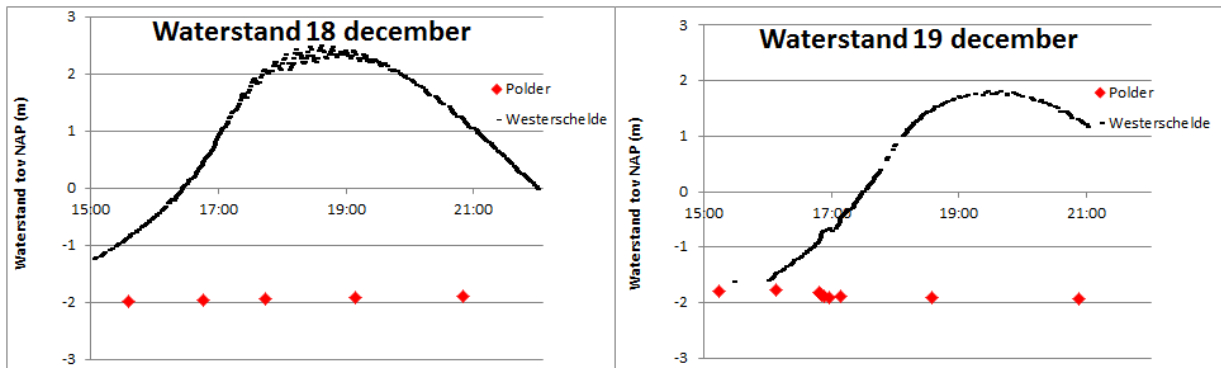
## 4 Resultaten

### 4.1 Werking gemaal Maelstede

Op de eerste meetdag op 18 december zijn metingen gedaan, waarbij het gemaal uitstond. Wegens groot aanbod van effluentwater hebben de kleinere effluentpompen aangestaan tijdens de metingen (Figuur 8, links). Op de tweede meetdag op 19 december heeft de linker gemaalpomp aangestaan tussen 16:45 en 21:15 uur (Figuur 8, rechts). Tijdens beide meetdagen werd begonnen met meten met opkomend water in de Westerschelde (Figuur 9).



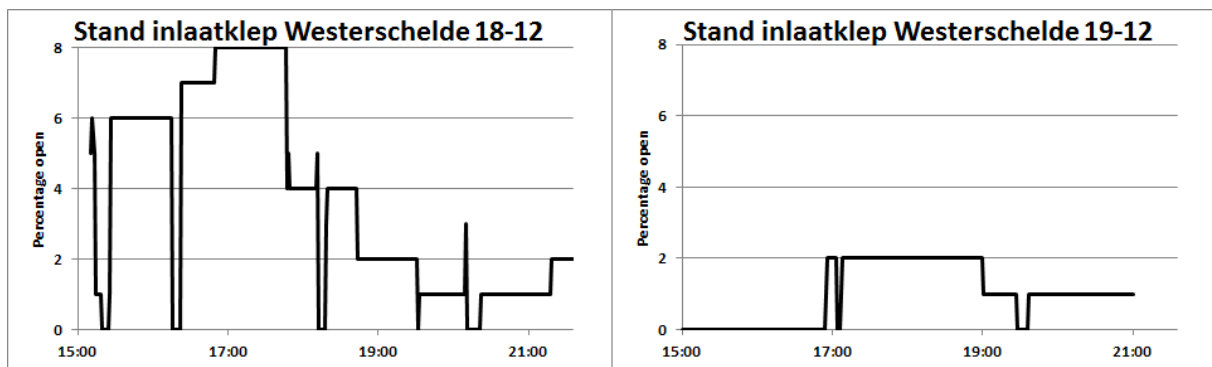
Figuur 8. Debiet van beide effluentpompen (rode driehoek en zwart vierkant) per kwartier op 18 december (links) en debiet van de linker gemaalpomp op 19 december (rechts) gedurende de meetperiode.



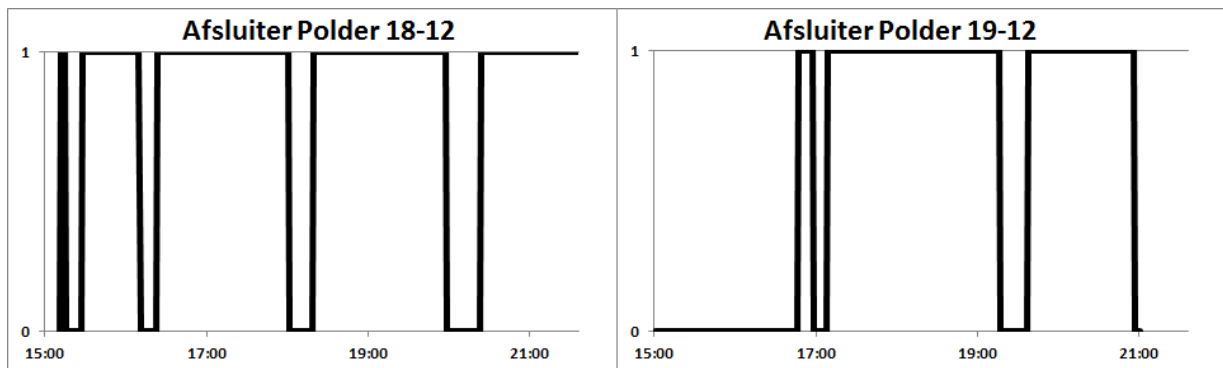
Figuur 9. Waterstand in de Westerschelde (zwart) en de polder in meter ten opzichte van NAP voor 18 december (links) en 19 december (rechts).

## 4.2 Werking vispassage Maelstede

De eerste dag heeft de inlaatklep van de vispassage aan de Westerscheldekant opengestaan met een percentage van 6-8%, welke wegens een hoge uitstroomsnelheid van het water uit de vispassage is teruggebracht tot 2% gedurende de eerste meetdag. Ook tijdens de tweede dag heeft de klep 2% open gestaan (Figuur 10). De afsluiter aan de polderzijde heeft het grootste deel van de tijd tijdens het meten opengestaan en is enkel gesloten om de vispassage te kunnen legen (Figuur 11).



Figuur 101. Klepstand van de klep aan de Westerschelde die het water inlaat in de vispassage. Hoger percentage open betekent water dat met hogere snelheid door de vispassage heen gaat. Momenten dat de klep grotendeels of geheel open gezet is (percentage open richting 100%) ten tijde dat de afsluiter naar de polder dicht stond wordt niet getoond en de waarden zijn hiervoor op 0 gezet, omdat anders de waarden tussen 2-8% ten tijde dat de vispassage open stond slecht af te lezen zijn.



Figuur 11. Periode dat de afsluiter in de vispassage aan de polderkant open stond (1) en dat aal de vispassage in kon (gebruik van de ingang van de passage) maar dat de afsluiter van de vispassage aan de polderkant gesloten was (0) voor 18 december (links) en 19 december (rechts).

### 4.3 DIDSON waarnemingen

In totaal zijn 70 zwembewegingen van aal vastgesteld en bij vijf alen is gezien dat ze reageerden op de vispassage (Tabel 1). Bij vier van deze alen, twee op 18 december en twee op 19 december, is gezien dat deze tegen de waterstraal uit de vispassage in zijn gaan zwemmen. De alen op de eerste dag zijn tegen de stroming in gaan zwemmen met relatief hoge stroomsnelheid uit de vispassage. De vijfde aal draaide op 19 december vlak naast de vispassage om terwijl deze aan stond en water uit de inlaat kwam. Op 18 december heeft een aal dit gedrag ook laten zien, echter toen stond de passage uit en kwam geen water uit de inlaat. Van geen aal is gezien dat deze de vispassage in zijn gezwommen of weer uit zijn gezwommen.

Op 18 december zijn in totaal 58 zwembewegingen (Figuur 12) van alen vastgelegd (Tabel 1), waarvan 52 waarnemingen hebben plaatsgevonden tussen 18:00–21:00 uur. Bij 45 zwembewegingen was de passage toegankelijk (57%, Tabel 3).

Op 19 december zijn 12 zwembewegingen van alen vastgelegd, allemaal tussen 17:00–21:00 uur. Bij 11 zwembewegingen was de passage toegankelijk (88%, Tabel 3).

Doordat de alen in en uit het beeld van de DIDSON zwommen, is het niet vast te stellen of het daadwerkelijk ook de zwembewegingen van 70 individuele alen betrof of minder alen die meerdere malen het beeld door zwommen. Van de 70 zwembewegingen over twee dagen waren 48 bewegingen geheel door het beeld heen zonder duidelijke reactie van de aal op de vispassage. Van deze 48 waarnemingen betrof het 21 alen die van het gemaal af richting polder zwommen en 10 die van de polder richting gemaal zwommen (Tabel 2).

Vier alen zijn waargenomen op 18 december die door de waterstraal, afkomstig uit de vispassage, direct 'weggespoeld' werden uit het beeld van de DIDSON (Tabel 1). Deze alen zijn waargenomen tussen 19.05 uur en 19.50 uur. Tevens zijn op 18 december acht alen waargenomen die uit het beeld van de DIDSON verdwenen op het moment dat deze alen in de waterstraal uit de vispassage zwommen. Zes alen deden dit tussen 18.45 en 19.10 uur, één aal rond 17.00 uur en één aal rond 19.50 uur. Rond die periode kwam water met een relatief hoge stroomsnelheid uit de vispassage. Het is echter onbekend wat de stroomsnelheden zijn geweest. Dit werd veroorzaakt door een samenspel van de stand van de afsluiter van de vispassage aan Westerschelde zijde (Figuur 10) en het verschil in waterstand tussen Westerschelde en de polder (Figuur 9).

De hoge stroomsnelheid (welke niet gemeten is) veroorzaakte turbulentie van het water uit de vispassage. Deze turbulentie veroorzaakte verstoring van het DIDSON beeld, waardoor alen die zich in het uitstroomwater van de vispassage bevonden niet meer duidelijk in beeld kwamen. De stroomsnelheid is gedurende de avond van 18 december geleidelijk verlaagd door het verlagen van de stand van de afsluitplek aan Westerschelde zijde. Later op de avond zijn geen waarnemingen gedaan dit verschijnsel met turbulentie.

Tabel 1. Zwembewegingen van de alen op 18 en 19 december, beschreven per type zwembeweging.

Datum	18-12		19-12		Totaal
	Ja	Nee	Ja	Nee	
<b>Vispassage passeerbaar</b>					
<b>Geen duidelijke reactie op vispassage</b>					
Voorlangs, zonder duidelijke reactie	28	12	8	0	48
Voorlangs en door straal weggespoten <sup>1</sup>	4	0	0	0	4
Voorlangs en verdwijnt in straal <sup>2</sup>	8	0	0	0	8
Voorlangs en verdwijnt in kuil <sup>3</sup>	1	0	0	1	2
Zwemmend uit kuil, niet in kuil gezien	1	0	0	0	1
Zwemmend kuil in en uit	1	0	0	0	1
Omdraai voor buis zonder straal	0	1	0	0	1
<b>Duidelijke reactie op vispassage</b>					
Tegen stroom in, door straal weggespoten	1	0	0	0	1
Tegen stroom, verdwijnt in straal	1	0	1	0	2
Tegen stroom, verdwijnt richting gemaal	0	0	1	0	1
Omdraai vlak naast buis	0	0	1	0	1
In de passage gezwommen	0	0 <sup>4</sup>	0	0 <sup>4</sup>	0
Uit de passage gezwommen	0	0	0	0	0
<b>Totaal</b>	<b>45</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>70</b>

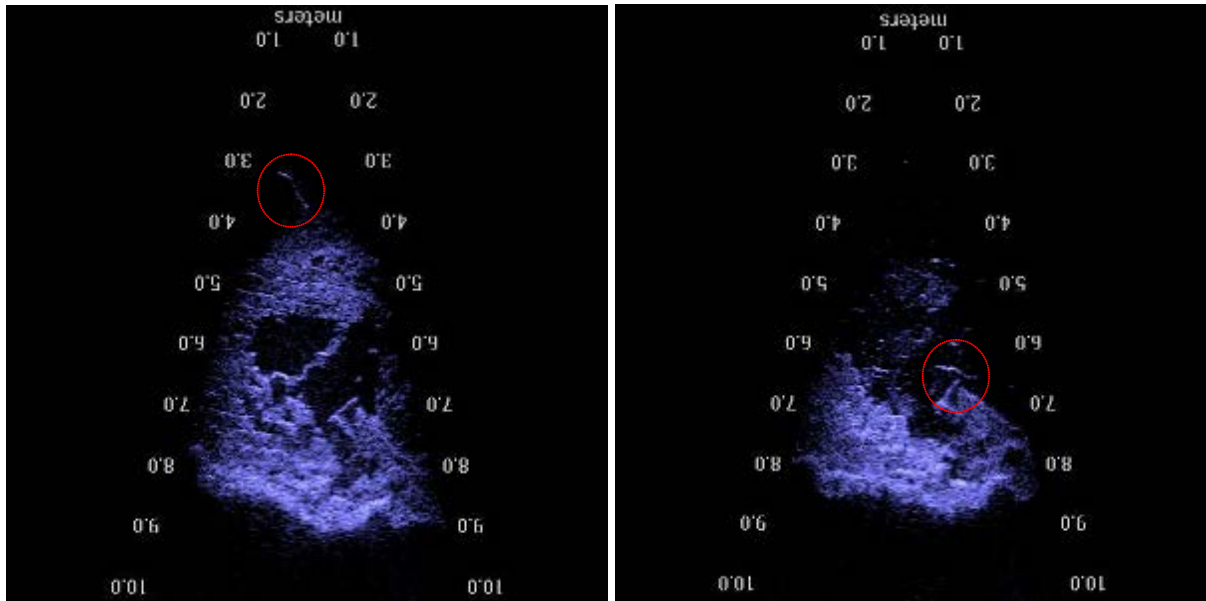
1. Aal werd door de waterstraal uit de vispassage uit het beeld van de DIDSON gespoten
2. Aal verdwijnt in de waterstraal uit de vispassage en is vervolgens niet meer zichtbaar
3. Aal verdwijnt in één van de twee kuilen in de bodem en is vervolgens niet meer zichtbaar
4. Alen kunnen de ingang van de passage wel gebruiken, ook als de passage niet toegankelijk is

Tabel 2. Zwembewegingen van de alen op 18 en 19 december die voorlangs de vispassage zwommen zonder duidelijk reactie op de vispassage, beschreven per zwemrichting.

Datum	18-12		19-12		Totaal
	Ja	Nee	Ja	Nee	
Van gemaal af naar polder	11	4	6	0	21
Van polder af naar gemaal	6	3	1	0	10
Van gemaal af, keert en zwemt terug naar gemaal	2	3	1	0	6
Van polder af, keert en zwemt terug naar polder	1	1	0	0	2
Van gemaal af en verdwijnt midden uit beeld	2	1	0	0	3
Van polder af en verdwijnt midden uit beeld	1	0	0	0	1
Verschijnt midden in beeld, zwemt richting gemaal	3	0	0	0	3
Verschijnt midden in beeld, zwemt richting polder	2	0	0	0	2
<b>Totaal</b>	<b>28</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>48</b>

Tabel 3. Percentage waargenomen zwembewegingen van de alen op 18 en 19 december, die gezien zijn bij de passage ten tijde dat deze open was. De percentages zijn gecorrigeerd voor het aantal minuten dat de passage open en dicht was.

	18-12 (n = 58)	19-12 (n = 12)	Totaal (n = 70)
Passeerbaar	57%	88%	61%
Niet passeerbaar	43%	12%	39%



*Figuur 2. Schieraal die door het beeld heen zwemt op 18 december (links) en aal die voor de buis langs zwemt en tegen de waterstroom uit de inlaat gaat zwemmen op 19 december (rechts).*

#### 4.4 Netvangsten

Op beide avonden zijn geen alen door de vispassage heen gegaan en gevangen in het net achter de vispassage. De vangst in het net achter het gemaal, welke enkel op 19 december gedraaid heeft, heeft één dode in drie stukken gesneden aal opgeleverd (Figuur 13). Daarnaast zijn ook stekelbaars, spiering en blankvoorn gevangen in het net achter het gemaal op 19 december (Tabel 4).

Op 19 december zijn daarnaast aan het begin van de middag bij laag water achter het gemaal aan de Westerschelde zijde stukken van drie alen gevonden, die waarschijnlijk door de effluentpompen gegaan zijn op 18 december of 19 december in de nacht/ochtend.

*Tabel 4. Fuikevangsten achter de linker gemaalpomp voor 19 december. De gemaalpomp heeft aangestaan tussen circa 16:45 tot 21:15 uur.*

<b>Soort</b>	<b>Totaal</b>	<b>Onbeschadigd</b>	<b>Beschadigd</b>
Aal	1	0	1 (dood)
Blankvoorn	1	0	1
Spiering	4	3	1
Stekelbaars	30	30	0



*Figuur 13. Drie stukken aal gevangen in het net achter het gemaal op 19 december.*



## 5 Discussie

### 5.1 Kennisvragen

#### **Passeren schieralen de ingang van de vispassage waarbij de schieraal tegen de stroming in passeren langs een zoet-zout gradiënt (naar zouter water die vanuit de vispassage stroomt)?**

Uit deze twee testdagen is naar voren gekomen dat schieraal geen gebruik maakten van de vispassage gedurende de metingen. Het lijkt erop dat de vispassage voor schieraal geen aantrekkelijke route is om het gemaalcomplex te passeren. Achter de vispassage zijn geen schieralen gevangen gedurende de twee testdagen en is ook niet waargenomen dat schieraal de vispassage in- of uitzwommen. De meeste zwembewegingen (65 van de 70 bewegingen) tijdens de twee testavonden gaven geen zichtbare aanwijzing van reacties op de ingang van vispassage en het water uit de passage. Tijdens vijf van de 70 zwembewegingen, die met de DIDSON zijn waargenomen, is waargenomen dat schieraal een zichtbare reactie vertoonde op de aanwezigheid van de vispassage of de uitstroom van het water. Hierbij zijn enkele alen tegen de waterstroom uit de vispassage in gaan zwemmen. Deze alen verdwenen soms tijdelijk uit beeld van de DIDSON door de verstoring door turbulentie. Veelal bleven deze alen stationair hangend in de waterstroom op dezelfde locatie. Geen van deze alen is zwemmend tot aan de ingang van de vispassage gezien.

Het is onduidelijk of alen worden aangetrokken door een zoute lokstroom. Verspreid over de twee dagen zijn meer alen waargenomen toen de vispassage passeerbaar was en een lokstroom aanwezig was ten opzichte van de periode dat de vispassage afgesloten was. Echter was de periode dat de vispassage afgesloten was korter dan de periode dat deze open was en kunnen toevalligheden doorwerken in de resultaten hiervan. Het is mogelijk dat alen op grotere afstand worden gelokt door het zoute / brakke water. Het feit dat alen wel vlak voor de passage worden waargenomen en ook actief tegen de stroom in zwemmen kan erop duiden dat ze worden getriggerd door de zoute lokstroom, maar het kan ook zijn dat ze reageren op de waterstraal uit de vispassage. Het is daarnaast ook onbekend of relatief meer alen voor de ingang van de passage aanwezig waren in vergelijking met het resterende gebied rond het gemaal.

#### **Hoe kan het beheer van de vispassage worden geoptimaliseerd ten opzichte van het passeergedrag van schieraal?**

Het feit dat schieralen wel door de effluentpompen trokken en niet door de vispassage zou erop kunnen wijzen dat een groot deel van de alen tijdens migratie liever met de stroom mee worden vervoerd dan dat ze tegen de stroom in willen zwemmen. Mogelijk zou een aanpassing, waarbij alen met de stroom mee door de vispassage kunnen zwemmen, kunnen resulteren in een betere werking. Echter is de hoeveelheid water die door de vispassage gaat in vergelijking tot de effluentpompen en gemaalpompen aanzienlijk minder. Een aanpassing van de schroeven in het gemaal naar meer visvriendelijke schroeven is een andere stap, wat bij goede werking de vispassage voor uittrekkende vis overbodig maakt. Wel blijft de blokkade voor intrekkende vis (bijvoorbeeld glasaal en driedoornige stekelbaars) aanwezig.

De werking van een lokstroom, gebaseerd op een aantrekkingskracht van zout water, zal minder zijn bij hoge afvoer van effluentwater. Bij een lage waterstand in de Westerschelde is het een reële aanname dat de vispassage effluentwater, wat weggepompt is uit de polder door de effluentpompen, weer via de vispassage de polder inpompt. Een volledig zoute lokstroom zou hierdoor verstoord zijn. Op 18 december, toen meer activiteit van vis is gemeten ten opzichte van de tweede meetdag, waren voor het gemaal diverse waterstromen aanwezig. Enerzijds een hoge afvoer van effluentwater door de

effluentpompen, wat deels mogelijk met een keerstroom terug de polder in stroomde en anderzijds de uitstroom van 'Westerschelde water' via de vispassage. De meeste activiteit van aal is waargenomen tussen 18:00 – 21:00, toen de waterstand van de Westerschelde 1–2 m boven NAP was. Mogelijk heeft het water door de hoge afvoer van door de effluentpompen deels uit effluentwater bestaan.

### **Wat zijn de verblijftijden van succesvolle vispassage (hoe lang blijven de schieralen in het vispassage systeem)?**

Geen succesvolle passage heeft plaatsgevonden, waardoor geen verblijftijd kan worden bepaald.

### **Zijn er aanwijzingen dat alen knelpunten ondervinden in de vispassage zelf? Bijvoorbeeld terugkeergedrag in de vispassage en welke tijden zitten tussen inzwemmen, terugkeren en weer uitzwemmen?**

Schieralen hebben geen gebruik gemaakt van de ingang van de vispassage. Het is goed mogelijk dat de ingang en of de uitstroom van water een knelpunt zijn van de vispassage. Enkele alen zijn waargenomen die door het water uit de inlaat van de vispassage weggespoeld werden. Ten tijde van deze waarnemingen kwam het water met aanzienlijke snelheid uit de passage stromen. De aanwezige stroomsnelheid van de inlaat houdt in dat schieralen een afstand met hoge zwemsnelheid moeten gaan overbruggen voor de inlaat om deze in te komen en ook in de vispassage zelf. Energetisch gezien is het voor uittrekkende schieraal minder efficiënt om tegen de stroom in te zwemmen in vergelijking tot het laten meevoeren of zwemmen met de stroom mee. Mogelijk geeft deze overweging voor uittrekkende schieraal de doorslag om geen gebruik te maken van de passage.

### **Bestaat verschil in bovengenoemde deelvragen wanneer het gemaal wel of niet in bedrijf is?**

Op beide avonden zijn geen schieralen door de vispassage getrokken, ook niet toen het gemaal uit stond en de vispassage een mogelijk alternatief bood. Op dag twee, toen het gemaal ingeschakeld was, werd verwacht dat een relatief groot aandeel van de uitgezette alen door het gemaal zouden migreren. Het gemaal biedt als migratieroute door de hoeveelheid water dat door het gemaal gaat een relatief grotere mogelijkheid voor uittrekkende schieraal ten opzichte van de relatief kleine effluentpompen en de vispassage. Onduidelijk is waarom de schieralen niet door de gemaalpomp zijn getrokken, maar hoogstwaarschijnlijk wel door de effluentpompen. Enkele mogelijke oorzaken dat minder alen zijn weggetrokken door het gemaal dan verwacht kunnen worden aangegeven.

- De meeste alen kunnen eventueel al zijn weggetrokken door de effluentpompen. Bij de inlaat van de vispassage zijn op de tweede dag toen de linker gemaalpomp aan stond minder alen waargenomen dan op de eerste dag toen de kleine effluentpompen aanstonden. Enerzijds kan dit zijn doordat alen meer worden aangetrokken door het gemaal en anderzijds kan het aanbod van aal aanzienlijk zijn verminderd. Op 19 december kan het aanbod van aal aanzienlijk zijn verminderd doordat veel alen door de effluentpompen zijn gezwommen op 18 december. Deze aanname is echter niet te herleiden, omdat geen netvangsten achter de effluentpompen hebben plaatsgevonden. Het feit dat op 19 december meerdere stukken aal zijn gevonden bij laag water achter het gemaal, kan wijzen dat de migratie door de effluentpompen heeft plaatsgevonden. De meeste dode alen zouden kunnen zijn weggespoeld of weggehaald door vogels in de uren na migratie. Een laag aanbod aan schieraal voor het gemaal op 19 december kan verminderde netvangsten achter het gemaal opleveren. Op 19 december zijn wel zwembewegingen van aal waargenomen met de DIDSON, waarvan zeven zwembewegingen van het gemaal af waren

(Tabel 3). Dit zou betekenen dat wel degelijk aanbod voor het gemaal is geweest, maar dat de afwezigheid van migratie door het gemaal in andere redenen gevonden moet worden.

- De alen die in het poldergebied aanwezig waren zouden de tweede dag verminderde migratiedrang kunnen vertonen dan de eerste dag. Het gedrag van de uitgezette schieralen zou verstoord kunnen zijn door de overplaatsing naar de polder. Op 19 december zijn beduidend minder zwembewegingen waargenomen dan op 18 december. Dit kan enerzijds liggen aan het feit dat alen op 18 december zogenaamd 'settlings-gedrag' (verhoogde activiteit) vertoonden na de uitzetting en op de tweede dag minder drang ervoeren om te migreren. Echter de tijden van de waargenomen activiteit op 18 december komen overeen met de verwachting van natuurlijk migratiegedrag. Meer activiteit vindt plaats vlak na zonsondergang en enkele uren daarna (Winter *et al.*, 2006). In de middag en op de latere uren na zonsondergang is weinig tot geen activiteit waargenomen. Het lijkt daarom dat het gedrag niet erg verstoord is geweest, wat zich heeft kunnen uiten in eventueel 'settlings-gedrag'. Het is echter wel mogelijk dat de alen die in het poldergebied over zijn gebleven op 19 december, nadat een onbekend maar mogelijk aanzienlijk deel door de effluent pompen is getrokken, een verminderde migratiedrang hebben gehad. Dit zou een verklaring kunnen zijn dat alen niet door het gemaal wilde trekken. De overgebleven groep alen van het beginaantal van 123 alen bestond op 19 december uit alen die dan verminderde migratiedrang hadden.
- Het gemaal maakt een behoorlijk geluid wat schieralen zou kunnen afschrikken in de voortzetting van hun migratie. Daarnaast zitten voor het gemaal stroboscooplampen die migrerende vissen moeten afschrikken om door het gemaal te zwemmen. Vanuit andere onderzoeken is bekend dat alen door gemalen migreren, ondanks het geluid hiervan (Winter 2011). De effluentpompen produceren ook geluid wat net als het geluid van de gemaalpompen zou kunnen afschrikken. Zowel bij migratie door de effluentpompen als de gemaalpompen ondervinden alen ook de stroboscooplampen. Toch was de migratiedrang om de route door de effluentpompen te nemen mogelijk groot en schrikte het een onbekend aantal alen niet af om deze route te nemen. Het is mogelijk dat van de uitgezette alen een groep geweest is die van nature minder snel door een gemaal willen trekken en eerder worden afgeschrikt door geluid of andere verstoringen. Echter op basis van de gegevens is het niet mogelijk deze aanname te onderbouwen.

## 5.2 Evaluatie huidig proefopzet

### Passagecyclus 'omdraaien' voor uittrekkende vis

Omdat alen waarschijnlijk wel door de kleine effluentpompen zijn getrokken, met alle barrières ervoor (stroboscooplampen, krooshek en geluid), is het goed mogelijk dat een vispassage met een waterstroom vanuit de polder naar de Westerschelde wel zou werken. De vispassage neemt dan zoet water in en zal geen zoute lokstroom meer creëren. Wanneer aan de achterkant (Westerschelde kant) van de vispassage een net wordt opgehangen, kan beoordeeld worden of uittrekkende vis de passage gebruikt.

### Gedragsonderzoek

Wanneer in de vispassage zoet water vanuit de polder naar de Westerschelde wordt gepompt en uittrekkende vissen met het polderwater mee gevoerd kunnen worden, maar uit netvangsten niet blijkt dat vissen door de vispassage gegaan zijn, kan het zijn dat vissen de ingang van de vispassage niet kunnen vinden of dat elders in de vispassage knelpunten optreden. Een gedragsonderzoek met de DIDSON kan uitsluiten of de vispassage dan mogelijk bepaalde knelpunten heeft. De knelpunten kunnen bijvoorbeeld zijn: de ingang is onvindbaar of de ingang is onaantrekkelijk (donkere buis). Ook kan gezien worden of vissen de vispassage uitzwemmen en het knelpunt mogelijk verderop in de passage zit.

### Zoutgehalte lokstroom

Op 18 december van dit onderzoek was het onzeker of de water uitstroom van de passage genoeg zout was om van een zoute lokstroom te kunnen spreken. Een aanvulling voor het huidige onderzoek zou zijn om te onderzoeken wat het zoutgehalte is van het water bij de uitstroom van de vispassage. Dit moet gedaan worden bij diverse afvoer van hoeveelheid effluent water.

### Uitzetten van schieralen

Het uitzetten van schieralen, zoals gedaan is bij het huidige onderzoek, is succesvol gebleken. Idealiter is het wenselijk om het gedrag van het aanwezige natuurlijke visbestand te observeren, maar als deze niet of beperkt aanwezig is, kan het uitzetten van alen een oplossing zijn. Het is onbekend hoeveel natuurlijk aanwezige schieralen zich bevonden in de polder, maar door de grote hoeveelheid waargenomen zwembewegingen over het relatief kleine afgezette poldergebied is het aannemelijk dat van de waargenomen zwembewegingen het grotendeels, zo niet alle, ging om de uitgezette alen. Daarnaast is de proef relatief laat in het migratieseizoen uitgevoerd, waardoor de kans dat natuurlijk aanwezige schieralen in het poldergebied bevonden mogelijk zeer klein was. Er zijn veel zwembewegingen waargenomen die hebben laten zien dat de passage ingang niet gebruikt werd, terwijl andere ongunstige routes, zoals de effluentpompen, wel werden gebruikt. Het gedrag van alen rondom knelpunten kan per individu verschillen en het is daarom wenselijk dat genoeg alen in het systeem aanwezig zijn om de diversiteit te vergroten. Met het uitzetten van alen die elders zijn gevangen wordt altijd een extra factor in de proef ingebracht die van invloed kunnen zijn op de resultaten. Alen kunnen mogelijk een verhoogde activiteit laten zien door "settlingsgedrag". Het is onbekend of de alen ander gedrag hadden vertoont indien ze langer in het systeem zouden hebben gezeten voor de start van het onderzoek.

### 5.3 Conclusies en aanbevelingen

Op basis van deze resultaten concluderen wij dat geen aanwijzingen zijn gevonden dat de vispassage werkt zoals bedoeld is. Alternatieven voor een verbeterde vispassage bij gemaal Maelstede kunnen zijn:

1. Goed geteste visvriendelijke pompen in het gemaal, die leiden tot minder vissterfte aan migrerende vis, wat uiteindelijk een vispassage voor uittrekkende vis overbodig kan maken.
2. Een zuigstroom in de vispassage, waarmee water vanuit de polder naar de opvangbak of de Westerschelde gepompt wordt.
3. Een beter visweringssysteem voor het gemaalcomplex

Wij bevelen aan om alternatief 2 experimenteel en kleinschalig te testen in een pilot. Aanpassing 1 is duur en vraagt ingrijpende veranderingen, terwijl voor aanpassing 3 weinig andere goed werkende alternatieven voorhanden zijn.

## **Kwaliteitsborging**

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Vis over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 27 maart 2013 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

## Referenties

- Bierman, S.M., N. Tien, K.E. van de Wolfshaar, H.V. Winter and M. de Graaf. 2012. Evaluation of the Dutch Eel Management Plan 2009-2011. IMARES Rapport number C067/12
- Kunst, J.M., B. Spaargaren, T. Vriese, M. Kroes, C. Rutjes, E. van der Pouw Kraan & R.R. Jonker. 2008. Gemalen of vermalen worden, onderzoek naar visvriendelijkheid van gemalen. Grontmij & Visadvies rapport. 70 pp.
- Van Keeken, O.A. & A.B. Griffioen. 2011. Vispassage waterkrachtcentrale Linne. DIDSON metingen. IMARES rapport C138/11.
- Van Keeken, O.A., D. Burggraaf & H.V. Winter. 2011. Gedrag van schieraal rond een viswering met stroboscooplampen bij gemaal IJmuiden. DIDSON metingen. IMARES rapport C072/11.
- Van Keeken, O.A., D. Burggraaf, H.V. Winter & E.M. Foekema. 2011. DIDSON observaties van gedrag van vis rond lozingspluimen. IMARES rapport C079/11.
- Winter, H. V., H. M. Jansen, and M. C. M. Bruijs. 2006. Assessing the impact of hydropower and fisheries on downstream migrating silver eel, *Anguilla anguilla*, by telemetry in the River Meuse. *Ecology of Freshwater Fish* 15:221-228.
- Winter, H.V. 2009. Voorkomen en gedrag van trekvisen nabij kunstwerken en consequenties voor de vangkans met vistuigen. IMARES rapport C076/09. 57 pp.
- Winter, H.V. 2011. Effecten van Gemaal IJmuiden op de uittrek van schieraal: integratie van de onderzoeken tijdens de periode 2007-2011. IMARES rapport C153/11

## Verantwoording

Rapportnummer : C025/13

Projectnummer : 4302102201

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: Dr. Martin de Graaf  
onderzoeker

Handtekening:

Datum: 11 februari 2013

Akkoord: Dr. Ir. T.P. Bult  
Hoofd Afdeling Visserij

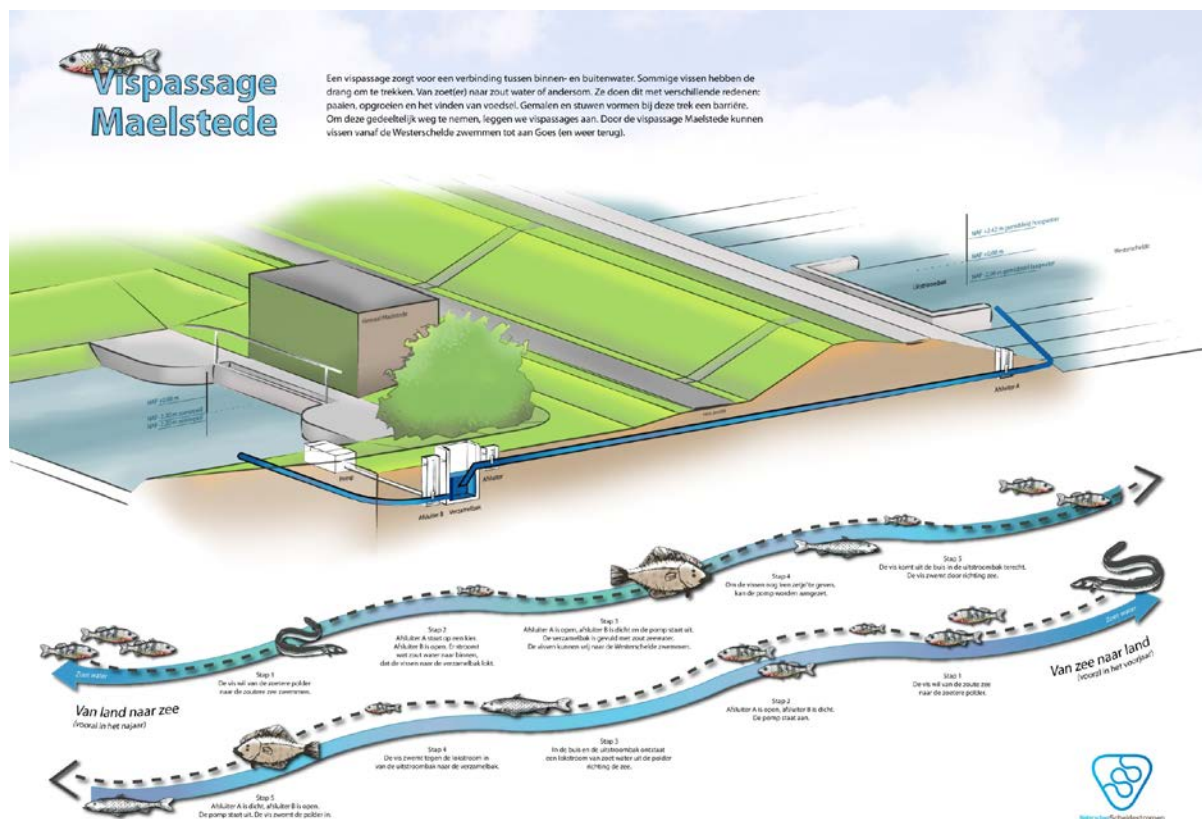
Handtekening:

Datum: 11 februari 2013



## Bijlage: werking van de vispassage Maelstede

De vispassage bij Maelstede biedt de mogelijkheid om in het voorjaar intrekkende vis van de Westerschelde de polder in te laten trekken en in het najaar om uittrekkende vis van de polder naar de Westerschelde te laten trekken. Hiervoor werkt de passage met twee verschillende cycli. Hieronder staan de voorjaars- en de najaarscyclus beschreven. Ter illustratie is op de afbeelding een schematische weergave van de passage en daarbij een beknopte beschrijving van de processen weergegeven.



### Voorjaarscyclus

In het voorjaar dient zich aan de uitstroomzijde van het gemaal een grote hoeveelheid trekvis aan die naar het zoete polderwater wil. Dit zijn o.a. dieldoornige stekelbaars, glasaal, brakwatergrondel, bot en spiering. Deze soorten zijn de doelsoorten voor de passage en zijn gelokt, door de zgn. 'grote lokstroom' van het gemaal. Het polderwater van het uitlaande gemaal heeft een aantrekkelijke werking die verder op de Westerschelde door de trekvissen wordt opgemerkt.

Om de vis voor het gemaal de passage in te lokken, wordt gebruikt gemaakt van de 'kleine lokstroom' van de vispassage. Dit is langzaam stromend zoet water dat uit de ingang van de vispassage stroomt. De stroomsnelheid is zo laag (0,10 m/s) dat de vis hier gemakkelijk tegen in kan zwemmen.

Allereerst wordt de verzamelbak aan de binnendijkse zijde gevuld tot het gelijk is aan het heersende waterpeil van de Westerschelde. Beide afsluiters aan de zeezijde en polderzijde zijn op dat moment gesloten (op de tekening, resp. afsluiters A en B). Als de verzamelbak tot op het juiste niveau gevuld is, wordt de afsluiter aan de zeezijde volledig geopend. Vervolgens gaat de pomp op een laag debiet water bij de verzamelbak pompen, waardoor de lokstroom richting de Westerschelde op gang komt. Nu zwemt

de vis, tegen de lokstroom in, de verzamelbak in. Na 2 uur sluit de ingang aan de zeezijde (afsluiter A, zie tekening) en wordt de afsluiter aan de polderzijde geopend (afsluiter B). De verzamelbak met daarin de vis stroomt dan leeg de polder in. Als de bak leeg is, sluit de afsluiter aan de polderzijde en vult de pomp de bak tot op het niveau van de Westerschelde. De cyclus begint nu weer van vooraf aan.

### **Najaarscyclus**

In het najaar trekken bovengenoemde doelsoorten vanuit de polder naar zee. De uittrekkende vis die zich voor het gemaal aandient wordt bij de instroom van het gemaal weg gehouden door stroboscooplampen. De instroom van de vispassage (wat in het voorjaar de uitgang is) bevindt zich ong. 10 meter voor het gemaal en maakt gebruik van een zoute lokstroom om de vis de passage in te laten zwemmen.

De afsluiter aan de polderzijde staat volledig open, waardoor de vis de passage in kan. Door de afsluiter aan de zeezijde op een kleine kier te zetten, stroomt er een kleine hoeveelheid zeewater door de passage de polder in (alle buizen zijn volledig gevuld). De stand van de afsluiter aan de zeezijde reguleert de snelheid van de lokstroom aan de polderzijde. Bij laagwater staat de afsluiter op ong. 4% open en loopt tot aan hoogwater steeds verder dicht tot 1%, zodat de stroomsnelheid van de lokstroom gelijk blijft. Door de lokstroom zwemt de vis vanuit de polder de verzamelbak in. Na 2 uur sluit de afsluiter aan de polderzijde. Vervolgens gaat de pomp de verzamelbak vullen tot het niveau gelijk is aan de buitenwaterstand. Dan gaat de klep aan de zeezijde volledig open. Nu kan de vis naar buiten zwemmen. De pomp blijft daarbij draaien, zodat er een stroom richting zee is. Na verloop van tijd stopt de pomp en gaat de klep aan de buitenkant weer op een kier staan. De cyclus begint weer opnieuw.