

23-8-2014

WETTERSKIP
FRYSLÂN

VISMONITORINGSRAPPORT ZWARTE HAAN & ROPTAZIJL

Rapportage over het visaanbod en efficiëntie van de vispassage bij de gemalen Zwarte Haan en Roptazijl in 2014

Hoofdrapport



Auteurs: Nico Kalt
Izaak de Vries

Versie: Definitief
Augustus 2014

VISMONITORINGSRAPPORT ZWARTE HAAN & ROPTAZIJL

Visaanbod onderzoek bij het gemaal te Zwarte Haan en bepaling van de efficiëntie van de vispassage bij het gemaal Roptazijl in 2014.

COLOFON

Auteurs:

Nico Kalt

nico.kalt@wur.nl

(stud.nr.) 930406001

Izaak de Vries

izaak.devries@wur.nl

(stud.nr.) 890714002

Datum:

Augustus 2014

Status:

Definitief

In opdracht van:

Wetterskip Fryslân

Postbus 36

8900 AA Leeuwarden

Opleiding:

HBO Milieukunde

Hogeschool Van Hall Larenstein

Agora 1

8934 CJ Leeuwarden

Begeleiding vanuit de opdrachtgevers:

Theo Claassen (Wetterskip Fryslân)

Allix Brenninkmeijer (Altenburg & Wymenga)

Jeroen Huisman (Van Hall Larenstein)

Begeleiding vanuit Van Hall Larenstein:

Geert Truijen

Astrid Valent

Afbeelding voorblad:

Controle van de larvennetten, Zwarte Haan.

Foto Tania Timmer

Voorwoord

Voor u ligt het eindrapport omtrent onze afstudeeropdracht. Deze is gebaseerd op een, in het voorjaar van 2014, uitgevoerd vismonitoringsonderzoek. Het onderzoek is uitgevoerd in het kader van een afstudeeronderzoek voor de HBO Milieukunde opleiding Van Hall Larenstein te Leeuwarden. Het betreft een onderzoek naar visaanbod bij de gemalen van Zwarte Haan en Roptazijl; tevens is bij Roptazijl de efficiëntie van de vispassage beoordeeld. Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Wetterskip Fryslân en Jeroen Huisman (VHL) en is onderdeel van het Waddenfondsproject 'Ruim baan voor vissen'

Gedurende het voorjaar van 2014 (5-3-2014 t/m 7-5-2014) hebben wij op de locaties Zwarte Haan en Roptazijl, een vismonitoring uitgevoerd. Vervolgens hebben wij bij Wetterskip Fryslân te Leeuwarden de verzamelde gegevens verwerkt tot het hier voorliggende eindproduct en het bijgevoegde bijlagendocument.

Hierbij willen wij de volgende personen bedanken:

Opdrachtgevers

- | | |
|------------------|---------------------|
| - Theo Claassen | Wetterskip Fryslân |
| - Jeroen Huisman | Van Hall Larenstein |

Instructies

- | | |
|------------------------|---|
| - Siebold Krol | Wetterskip Fryslân |
| - Allix Brenninkmeijer | Altenburg & Wymenga |
| - Pier Schaper | Wetterskip Fryslân |
| - Klaas Kuiken | Vrijwilliger (Voorheen Wetterkip Fryslân) |
| - George Wintermans | Wintermans Ecologenbureau |

Begeleiding vanuit school

- | | |
|-----------------|---------------------|
| - Astrid Valent | Van Hall Larenstein |
| - Geert Trujien | Van Hall Larenstein |

Tot slot wensen wij de lezer veel leesplezier, hopelijk zal dit rapport bijdragen aan een beter inzicht in het migratiegedrag van vissen in de zout-zoet overgang van de Waddenzee naar het Friese binnenwater. Hierbij draagt dit onderzoek bij aan het oplossen van de daar aanwezige migratieproblematiek.

Nico Kalt en Izaak de Vries
Leeuwarden, augustus 2014

Samenvatting

De migratieroutes van diadrome vissen zijn hedendaags verstoord bij zoet-zout overgangen, de migratieroutes worden verstoord door kunstmatige barrières zoals zeedijken en gemalen. Voorbeelden van diadrome vissoorten zijn de paling en de driedoornige stekelbaars, deze soorten hebben vrije migratieroutes tussen zout- en zoetwater nodig om hun levenscyclus te volbrengen. De driedoornige stekelbaars komt vanuit zee om te paaïen in het (zoete) binnenwater. De paling wordt geboren in de Sargassozee, en gaat richting binnenwater om hier op te groeien. Een ander ecologisch belang van vrije migratieroutes is dat de genoemde vissoorten als voedselbron dienen voor verschillende vogelsoorten.

Om langs de randen van de Waddenzee vissen een vrije doorgang te bieden zijn de vier noordelijke waterschappen een samenwerkingsproject gestart. Dit project wordt 'Ruim baan voor Vissen' genoemd. Samen hebben de vier waterschappen in kaart gebracht waar de vismigratieknelpunten in hun gebieden liggen. Door ervoor te zorgen dat eerst de belangrijkste knelpunten worden opgelost door maatregelen te treffen zoals een vispassage, is het doel de vissen weer vrije migratiemogelijkheden te bieden. Twee van deze migratieknelpunten zijn de gemalen bij Roptazijl en Zwarte Haan. Beide gemalen liggen aan de waddenkust van Friesland. Het gemaal van Roptazijl is in 2001 voorzien van een vispassage zodat de vissen landinwaarts een vrije migratiedoorgang zouden moeten hebben. Bij Zwarte Haan is er een projectplan opgesteld om ervoor te zorgen dat in de nabije toekomst er een visvriendelijke doorgang aanwezig is.

Het doel van dit onderzoek is om door middel van een monitoringsonderzoek, een inventarisatie te maken van de verschillende soorten en de hoeveelheden aan vissen bij de genoemde locaties. Verder wordt de efficiëntie van de vispassage bij Roptazijl bepaald waarmee advies kan worden gegeven over het gebruik en inrichten van (toekomstige) vispassages. Tijdens het onderzoek zijn de hoofdsoorten: de glasaal en de driedoornige stekelbaars.

In het voorjaar van 2014 (maart, april en mei) is er op beide locaties met behulp van verschillende vismethoden, een monitoring gedaan om antwoord te krijgen op het genoemd doel. De bemonsteringsdagen begonnen zes uren voor hoogwater tot aan hoogwater (6 uren lang). Bij Zwarte Haan ging de monitoring uitsluitend om de vissen die normaal gesproken gebruik zouden willen maken van de doorgang om te migreren. Met behulp van een kruisnet en een tweetal larvennetten is onderzocht hoeveel vissen er van elke soort zich aanbieden, hierin zijn de aanbod dieptes en vangsttijden meegenomen. Bij Roptazijl is hetzelfde gedaan maar hier is ook met een fuik achter de vispassage gevist. Dit is gedaan om de soorten en hoeveelheden vis die gebruik maken van de vispassage te onderzoeken, om hiermee inzicht te verkrijgen in de effectiviteit van de vispassage. De resultaten van de gevangen vis zijn voor beide locaties tevens gecombineerd met de fysisch-chemische eigenschappen van het water en de milieufactoren van de omgeving, op dat moment. Fysisch-chemische eigenschappen van het water die meegenomen zijn: turbiditeit, zuurstof, geleidbaarheid en watertemperatuur. Onder de milieufactoren vallen in dit geval: luchttemperatuur, wolken percentage, neerslag en windkracht.

De resultaten van de verschillende monitoringsdagen zijn geanalyseerd, hiermee zijn antwoorden gekregen op de volgende punten:

- Totaal aanbod vis (op beide locaties)
- Verloop in aanbod gedurende de voorjaarestrek
- Verloop in lengte en gewicht van de driedoornige stekelbaars gedurende de voorjaarestrek.
- Op welke diepte de vissen gedurende de dag, het seizoen en onder welke omstandigheden zich aanbieden.
- De relaties tussen het visaanbod en de fysisch-chemische eigenschappen van het water.
- De relaties tussen het visaanbod en de milieufactoren op dat moment.
- De effectiviteit van de vispassage te Roptazijl.

Voor de meeste van deze punten zijn grafieken en tabellen in het rapport weergegeven en beschreven. Met deze gegevens is per onderzoeksvraag inzicht verkregen in het visaanbod en het migratiegedrag. Met behulp van het programma SPSS is tenslotte statistische onderbouwd in hoeverre de verschillende relaties en verbanden daadwerkelijk voorkomen.

Op beide locaties wordt veel vis gevangen. Bij Zwarte Haan zijn er gedurende het onderzoek 60.000 vissen gevangen, bij Roptazijl zijn dit er 26.000. Dit alleen geeft al het belang van de aanleg van een vispassage bij Zwarte Haan weer. Het overgrote deel aan gevangen vis bestond uit de beide hoofdsoorten maar er zijn ook bijvangsten zoals spiering, puitaal of kleine zeenaald gevangen. Ook zijn er zoetwatervissen als bijvangst genoteerd, voorbeelden hiervan zijn kolblei, blankvoorn en snoekbaars. Uit het onderzoek wat het effect van de fysisch-chemische eigenschappen en de milieufactoren op het migratiegedrag van de hoofdsoorten heeft blijkt dat, beide soorten aantrekken bij een stijgende watertemperatuur. De turbiditeit blijkt een kleine invloed te hebben op de vangsten van driedoornige stekelbaarzen voor de glasaal lijkt dit effect minder te zijn. Verder lijken vooral de glasalen het midden van de dag te ontwijken om te migreren. Het liefst komen ze of aan het begin van de dag of tegen de avond binnen. Voor driedoornige stekelbaarzen is de vangst verdeling over de dag meer verspreid.

De effectiviteit van de vispassage kon met behulp van de gehanteerde methode niet worden vastgesteld. In dit geval ging het om een eerste onderzoeksopzet waarmee de komende jaren verdere monitoring uitgevoerd zal worden. Tijdens het onderzoek bleek niet elke van te voren bedacht methode even effectief te zijn. Daarom worden er verschillende aanbevelingen gedaan om de efficiëntie van het onderzoek in de toekomst te kunnen verbeteren.

Wel kon er met het onderzoek geconcludeerd worden dat de vishevel bij Roptazijl erin slaagt om de diadrome vissoorten weer te laten migreren tussen zout en zoet water.

Summary

In the Netherlands there are fish species that are called diadromous fishes. These diadromous fishes are able to survive in both salt water and fresh water, and require a free connection between the two to complete their life cycle. Examples of diadromous fishes (in the Netherlands) are the European eel and the three-spined stickleback. The life cycle of the European eel begins in the Sargasso sea, which lies in the Atlantic Ocean. From there the larvae of the eels drift towards the European shores with help of the Gulf Stream. When the larvae reach the coasts of Europe they metamorphose into glass eel, the transparent larval stage of the European eel, and start migrating upstream to grow to adulthood. The tree-spined stickleback spawns in freshwater and migrates toward salt water to mature. When the sticklebacks reach adulthood they migrate towards shallow fresh water to spawn, then the cycle begins anew. The migratory routes of the diadromous fishes from salt to freshwater are interrupted by barriers such as pumping stations, dykes and sluices. Due to these barriers diadromous fishes are unable to complete their life cycles and are therefore unable to sustain their respective populations. The degradation of the diadromous fish species impacts the local bird populations because the eel and the sticklebacks are a food source for many bird species.

In an effort to restore the migratory routes of the diadromous fishes along the coasts of the Wadden sea, the water authorities started a partnership called 'Ruim baan voor Vissen'. The aim of the partnership is to solve the migration problems within the management areas of the involved water authorities, in order to restore the migratory routes of the diadromous fishes. The first step in restoring the migratory routes was to make an inventory of all the migration problems within these areas. The following step is to solve the migration problems, this is achieved by placing fish passages, using fish friendly pumps, adjusted use of sluices to make fish migration possible, etc.

This research has been conducted at two locations where fish migration (has) experienced problems, those locations were the pumping stations Zwarte Haan and Roptazijl. The pumping stations are located along the Frisian coasts, and are property of the water authority Wetterskip Fryslân. Pumping station Roptazijl is a location where the migration problems are solved with the use of a fish passage, this fish passage is operational since 2001 and enables diadromous fishes to migrate from salt to fresh water. At pumping station Zwarte Haan there is currently no means for fishes to migrate, but there is a project running that will enable fish migration in the near future with the use of a fish passage. The research species were the transparent larval stage of the European eel, the glass eel, and the three-spined stickleback.

This research had two research goals, the first was to make an inventory of the different species, and the quantities of these species at the seaside of the pumping stations Zwarte Haan and Roptazijl. The second goal was to determine the efficiency of the fish passage at Roptazijl. By achieving these goals, recommendations could be made towards the use and design of (future) fish passages and gain insight in the behavior of the species at barriers.

The field research was conducted in the autumn of 2014 and started on the 5th of March and ran until the 7th of May. During this period the field research was conducted with the help of several fishing methods, which involved the use of fish traps and a portable lifting net at the sea side and a fish trap at the fresh water side. Every field day started six hours before flood and lasted till the flood was at its highest point.

Once per hour there would be a sampling of fishes at the seaside with the use of the fish traps and the portable lifting net. By sampling every hour, it was possible to gain insight into the moments the fishes would arrive at the pumping stations. At pumping station Roptazijl, where the fish passage was active, there was once per field day a sampling of the fish passage with the use of a special fish trap. This fish trap would catch every fish that went through the fish passage. By examining the amount of fish that was present in front of the passage and the amount that went through the passage, it was possible to determine the efficiency of the fish passage. Because the arrival of the fishes could depend on weather conditions and/or the water properties, several properties of the water and weather conditions were monitored during the field days. The (physico-chemical) properties of the water that were monitored, were: the water temperature, the oxygen saturation, turbidity and the conductivity of the water. The weather conditions that were monitored, were: the air temperature, the cloud cover, the wind speed and the rainfall.

The results of the field research were analyzed and interpreted with the use of Microsoft Excel, to support these interpretations the program SPSS was used. This program searches for correlations in the data, and provides a statistic supported interpretation of results.

There were 60.000 fishes caught at the seaside of the pumping station Zwarte Haan, at the seaside of Roptazijl there were 'only' 26.000 fishes caught. The difference between the two pumping stations is explained by the amount of fish that went through the fish passage; the total amount of fish that went through the fish passage was over 38.000. Because the fishes could migrate at Roptazijl the amount which was caught at the seaside was lower than at Zwarte Haan. At Zwarte Haan there was an accumulation of fishes before the pumping station, because the fishes couldn't pass the barrier. This alone gives an indication of the importance of the construction of a fish passage at Zwarte Haan. In total there were more than 124.000 fishes caught during the field research period and 17 different species. Of the seventeen different species, the catches consisted mainly of the two research species; the three-spined stickleback and the glass eel. During the analysis of the results there was a positive correlation found between the catches and water temperature. This means that when the water temperature rises, the amount of fish caught also rose. There was a slightly positive correlation between the catches and the turbidity. This correlation between the catches and the turbidity was only found for the species three-spined stickleback, the glass eel didn't seem affected by the turbidity of the water.

It wasn't possible to determine the efficiency of the fish passage at Roptazijl with the method that was used during this research. The efficiency couldn't be determined, because the portable lifting net was not accurate enough to compare with the special fish trap of the fish passage. This was because the special fish trap caught every fish that went through the fish passage and the lifting net only caught the fishes which were above the net at the moment of collecting the gear. Due to this, there was an average efficiency of almost 600%, which would result in the production of five new fishes for every fish that entered the fish passage. Therefore it's recommended to apply a more accurate fishing method in the future to determine the efficiency of the fish passage. Nevertheless the fish passage has let more than 38.000 fishes migrate from salt water to fresh water, and can be concluded that the fish passage at Roptazijl has succeeded in letting diadromous fishes migrate again.

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	2
Summary	4
1. Inleiding	8
1.1 Probleembeschrijving.....	8
1.2 Aanleiding.....	9
1.3 Onderzoekskader	10
1.4 Opdrachtgevers	11
1.5 Doelstelling.....	12
2. Beschrijving locaties	14
2.1 Gemaal Zwarte Haan	14
2.2 Gemaal Roptazijl.....	17
3. Biologische achtergrond bemonsterde vissoorten	20
3.1 Europese paling / glasaal.....	20
3.2 Driedoornige stekelbaars	21
4. Materiaal en methodiek.....	22
4.1 Vooronderzoek.....	22
4.2 Veldwerk.....	23
4.3 Verwerkingsmethodiek	25
5. Vangst resultaten plus analyse.....	27
5.1 Totaal werkelijke vangsten.....	28
5.2 Boven of onderste net (diepte onderzoek)	31
5.3 Verloop in seizoen aanbod	33
5.4 Fysisch-chemische eigenschappen en milieufactoren tegenover vangsten.	38
5.4.1 Vangsten tegenover fysisch-chemische eigenschappen	39
5.4.2 Vangsten tegenover milieufactoren.....	40
5.4.3 Getijdencyclus en de hoeveelheden gevangen hoofdsoorten.....	40
5.5 Lengtes en gewicht driedoornige stekelbaars.....	41
5.6 Effectiviteitsberekening vispassage Roptazijl.....	46
5.7 Statistische toetsen	47
5.7.1 Driedoornige Stekelbaars	47
5.7.2 Glasaal	49
5.7.3 Diepteverdeling	50
6. Discussie	51

7.	Conclusie	54
7.1	Beantwoording van de deelvragen	54
7.2	Beantwoording van de hoofdvragen.....	58
8.	Aanbevelingen.....	59
8.1	Aanbevelingen omtrent de inrichting van vispassages	59
8.2	Aanbevelingen omtrent vervolgonderzoek.....	59
	Literatuurlijst	61

Inhoudsopgave bijlagedocument

Bijlage 1	Specificaties gemalen.....	3
Bijlage 2	Overige gevangen soorten	4
	Zoutwatervissen.....	4
	Zoetwatervissen.....	5
	Overige soorten	5
Bijlage 3	Bemonsteringsschema 2014.....	6
Bijlage 4	Buitendijkse bemonsteringen.....	7
Bijlage 5	Binnendijkse bemonsteringen.....	9
Bijlage 6	Methodiek voor de lengte- en gewichtsbepaling.....	10
Bijlage 7	Overige dataverzameling.....	11
Bijlage 8	Materiaal.....	12
Bijlage 9	Bemonsteringsformulier.....	13
Bijlage 10	Statistiek.....	14
	10.1 Linear regression driedoornige stekelbaars (Kruisnet).....	14
	10.2 Linear regression driedoornige stekelbaars vangsten (Larvennet).....	16
	10.3 Linear regression glasaal (Kruisnet).....	20
	10.4 Linear regression glasaal (Larvennetten).....	22
	10.5 T-testen driedoornige stekelbaars	26
	10.6 T-testen glasaal	27
Bijlage 11	Fysisch-chemische eigenschappen tegenover de vangsten (Zwarte Haan).....	28
Bijlage 12	Fysisch-chemische eigenschappen tegenover de vangsten (Roptazijl).....	43
Bijlage 13	Milieufactoren tegenover de vangsten (Zwarte Haan).....	56
Bijlage 14	Milieufactoren tegenover de vangsten (Roptazijl)	60

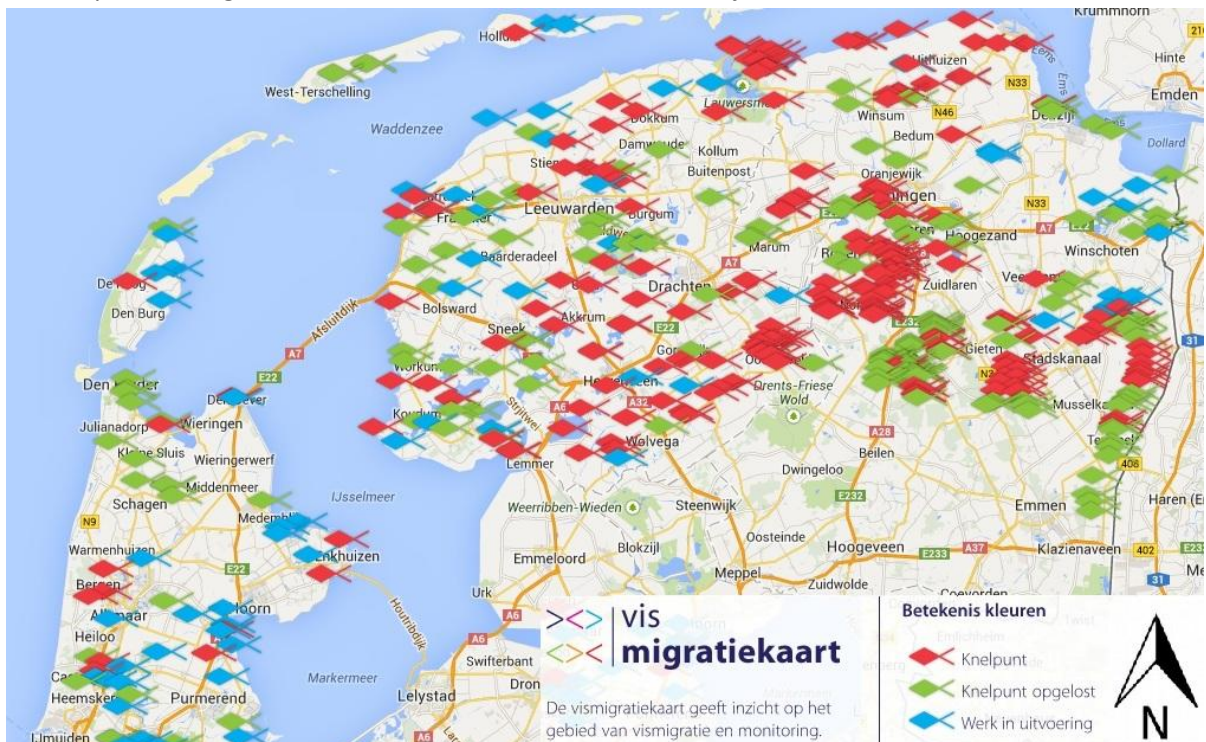
1. Inleiding

1.1 Probleembeschrijving

In Nederland komen vissoorten voor die zowel in zout als in zoetwater voorkomen, deze vissoorten worden ook wel diadroom genoemd. Vissen die onder de groep diadroom vallen, zijn onderverdeeld in de groepen katadroom, anadroom en amfidroom (VLIZ, 2014). Anadrome vissoorten planten zich voort in het zoete binnenwater (van Nederland) en groeien vervolgens op in zee. Voorbeelden van deze vissoorten zijn de driedoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*), de spiering (*Osmerus eperlanus*) en de rivierprik (*Lampetra fluviatilis*) (Fish base, 2014; VLIZ, 2014). Katadrome vissoorten zijn het tegenovergestelde van de anadrome soorten. De katadrome soorten groeien op in zoet water en gaan vervolgens naar zee om zich voort te planten. Een voorbeeld van een katadrome vissoort, is de Europese paling (*Anguilla anguilla*) (Fish base, 2014; VLIZ, 2014). Amfidrome vissoorten zijn vissen die een deel van hun levenscyclus tussen zoet- en zoutwater migreren (VLIZ, 2014). Voor de bouw van menselijke barrières konden (diadrome) vissen via de uitmondingen van rivieren of waterstelsels naar het binnenwater toe, en vice versa naar buiten. Er was een vrije, passeerbare overgang tussen het zoute en zoete water. Hierdoor konden de vissen gemakkelijk en probleemloos migreren. Echter, door de inpoldering van de kuststrook van Nederland, de aanleg van waterkeringen en het bouwen van gemalen op plekken van de vroegere sluizen, zijn barrières gecreëerd voor de migrerende vissen in de vorm van dijken, sluizen, gemalen, stuwen en dammen. Door deze barrières kunnen diadrome vissoorten zeer moeizaam, tot niet, migreren tussen zout en zoet water en omgekeerd. De diadrome vissoorten die voornamelijk afhankelijk zijn van de migratie tussen zoet en zout water zijn de driedoornige stekelbaars, de paling, spiering en de rivierprik. Deze soorten hebben een vrije migratieroute nodig tussen zoet- en zoutwater om hun levenscyclus te voltooien en hiermee het in stand houden van de populatie (Ruim baan voor Vissen, 2012a). Doordat de migratieroutes nu zijn verstoord door kunstmatige barrières, kunnen de diadrome soorten hun levenscyclus niet volbrengen en de populatie in stand houden. De effecten hiervan zijn zichtbaar bij de diadrome vissoorten, een voorbeeld van dergelijke effecten is zichtbaar bij de paling. Doordat de larven van de paling amper tot niet in het binnenwater kunnen komen om op te groeien en de volwassen palingen moeizaam tot niet meer naar zee kunnen trekken om voort te planten, wordt het bestaan van de paling bedreigd. Tevens vormt overbevissing in de binnenwateren een bedreiging voor de paling. De uittrek van de paling naar zee wordt verstoord door (zee)gemalen. Deze gemalen zorgen voor grote sterfte onder de volwassen paling die willen uittrekken naar zee (Buijse, Beld, Brevé, & Wanningen, 2009). Mede door de migratieproblemen die de paling ervaart, is de soort in 2013 opgenomen in de rode lijst van de International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), als een ernstig bedreigde diersoort (Fish base, 2014; IUCN, 2013). Andere diadrome vissoorten zijn van een ecologisch belang voor andere diersoorten, een voorbeeld hiervan is de driedoornige stekelbaars. De driedoornige stekelbaars vormt de voedselbron voor verschillende vogelsoorten, zoals de lepelaar, roerdomp, fuut, aalscholver, reiger, brilduiker, zaagbek en stern. De lepelaars foerageren binnendijs hoofdzakelijk op de driedoornige stekelbaarsen. Als de driedoornige stekelbaars door migratieproblemen zichzelf niet in stand kan houden, zal dit een effect hebben op de vogelsoorten die op de vissoort voeden (Hollander, Visser, & Kooijman, 2010; “Lepelaar,” n.d.).

1.2 Aanleiding

Zoals genoemd in de probleembeschrijving bevinden zich in de migratieroutes van diadrome vissoorten knelpunten. Om deze knelpunten op te lossen zijn de vier noordelijke waterschappen een samenwerkingsproject begonnen, die de vissen weer in staat moet stellen om probleemloos te migreren. Dit samenwerkingsproject wordt 'Ruim baan voor Vissen' genoemd, en richt zich op de verbetering van vismigratie in beheersgebieden van Wetterskip Fryslân, Waterschap Noorderzijlvest, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en Waterschap Hunze en Aa (Ruim baan voor Vissen, 2012b). Onderdeel van 'Ruim baan voor Vissen' was het in kaart brengen van (ernstige) vismigratieknelpunten binnen de beheergebieden van de noordelijke waterschappen, deze kaart staat weergegeven in figuur 1. De inventarisatie van de knelpunten stelt de waterschappen in staat om de knelpunten weg te werken, mede om aan de Kader Richtlijn Water te voldoen.



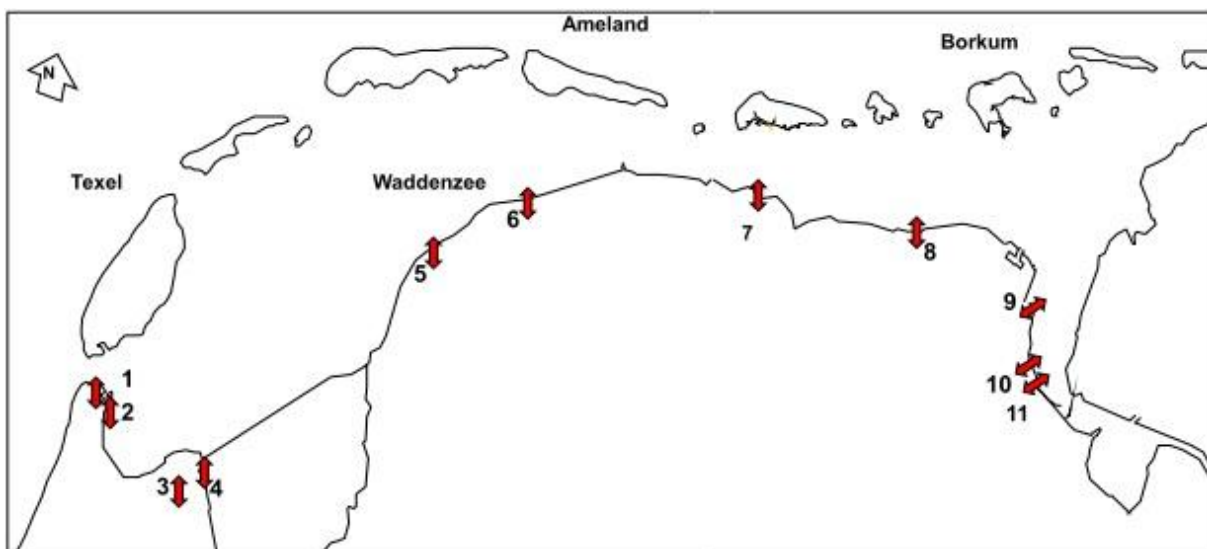
Figuur 1 Knelpuntenkaart Noord Nederland

Bron: (Ruim baan voor vissen, 2014; bewerkt door Auteurs)

De waterschappen zijn verplicht om de door het Europese parlement gegeven regelgeving en richtlijnen op te volgen. Eén van deze richtlijnen is de Kader Richtlijn Water (KRW), de KRW is een wet die sinds eind 2000 van kracht is, en ervoor moet zorgen dat de waterbeherende instantie van alle Europese landen gelijke en goede chemische en biologische aspecten van het oppervlakte- en grondwater krijgen. Door deze regelgeving kunnen bovenstroomse landen hun verontreinigingen niet afwentelen naar de landen benedenstrooms. De KRW werkt in verschillende periodes waarvoor specifieke doelen zijn op gesteld. In de periode 2000-2015 moeten alle wateren binnen de Europese Unie de waterkwaliteit "Goed" hebben behaald. Via derogatie (= de toestemming om van een EU norm af te mogen wijken) kunnen de waterschappen tot aan 2027 uitstel krijgen om te voldoen aan de KRW. Een onderdeel van de biologische aspecten is het beschermen van de aquatische watersystemen, en behouden van verdere achteruitgang en de verbetering van deze systemen (Europees parlement, 2008; Ministerie van I&M, 2012). Hieronder valt de vismigratie van diadrome vissoorten vanuit zee naar het binnenwater.

1.3 Onderzoekskader

In een poging om de knelpunten en de problematiek rond vismigratie op te lossen en aan de KRW te voldoen, zijn en worden er bij verschillende gemalen vispassages aangelegd en/of worden ze visvriendelijk gemaakt. Met behulp van deze maatregelen hoopt men de barrières op te heffen en de migratieroute van diadrome vissoorten te herstellen. Ook bij sluizen vindt meer en meer visvriendelijk schutbeheer plaats. De sluizen worden op het moment dat het zee en het boezempeil gelijk is, langer opgelaten zodat vissen vrij kunnen migreren tussen zoet en zout water (Rijkswaterstaat, 2014). Bij de nieuwbouw van gemalen en andere waterwerken wordt nu al standaard op de visvriendelijkheid gelet. Terwijl er veel wordt gedaan om de barrières op te heffen en vismigratie weer mogelijk te maken, is er tot op heden weinig kennis over de oorzaken en de gevolgen die effectiviteit van een vispassage bepalen. (Huisman, 2013). Daarnaast is er weinig kennis over de hoeveelheden en soorten vissen voor barrières, en de hoeveelheden en soorten die daadwerkelijk gebruik maken van de aangelegde vispassages. Om meer informatie te vergaren over de effectiviteit en het gebruik van vispassages langs de Nederlandse Waddenkust, is Jeroen Huisman van het Van Hall Larenstein een (promotie)onderzoek gestart naar de werking van zout-zoet vispassages in de Waddenzee-regio. Hierbij is het onderzoek gericht op zout-zoet vispassages die operationeel zijn bij bepaalde waterniveaus, en dat tijdens deze momenten vismigratie mogelijk is (Huisman, 2013). Met het onderzoek van Jeroen Huisman hoopt men een wetenschappelijke basis te creëren, waarmee toekomstige vispassages effectief kunnen worden ingericht en bestaande vispassages kunnen worden verbeterd. Voor het opstellen van deze wetenschappelijke basis zijn gegevens benodigd over de werking, het gebruik en de effectiviteit van huidige vispassages. Deze gegevens worden verzameld door middel van veldwerk, wat uitgevoerd wordt door studenten van het Van Hall Larenstein. De studenten worden ondergebracht bij één van de meewerkende waterschappen langs de Waddenkust, en werken in het kader van Ruim baan voor vissen. De resultaten van het veldwerk bieden de waterschappen en Van Hall Larenstein inzicht in de hoeveelheden aan vis voor de barrières, en welke vissen gebruik maken van de vispassages. In totaal zijn er 11 locaties geselecteerd langs de Waddenkust, waarbij een vispassage is of wordt aangelegd (Huisman, 2013).



Figuur 2 Onderzoek locaties Jeroen Huisman (nr. 5 Roptazijl en 6 Zwarte Haan)

Bron: (Huisman, 2014)

1.4 Opdrachtgevers

Wetterskip Fryslân

Wetterskip Fryslân is één van de noordelijke waterschappen die deelneemt in het project 'Ruim baan voor vissen'. Het Wetterskip wil inzicht verkrijgen in de hoeveelheden aan (diadrome) vissen die zich voor de onderzoekslocaties bevinden. Tevens het verkrijgen van inzicht in hoeveelheden vis die gebruik maken van de vispassage. Met behulp van deze inzichten is het doel om het belang van de vispassages aantoonbaar te maken en toekomstige vispassages eventueel te verbeteren en deze optimaler te laten functioneren.

Van Hall Larenstein

Binnen het project 'Ruim baan voor Vissen' vindt het promotieonderzoek van Jeroen Huisman plaats. Dit project is gericht op de werking van zoet-zout vispassages in de Waddenzee-regio, waarbij vismigratie mogelijk wordt gemaakt door het gebruik van tijdvensters. Met tijdvenster wordt bedoeld dat bij bepaalde waterniveaus de vispassages opereren, en dat tijdens deze momenten vismigratie mogelijk is. Het onderzoeksgebied voor de studie is de Nederlandse kust langs de Waddenzee, voor het onderzoek zijn 11 locaties geselecteerd waarbij er vispassages zijn aangelegd of nog moeten worden aangelegd. Deze locaties zullen in het kader van het promotieonderzoek worden geëvalueerd. Tijdens de monitoring zal er worden gekeken naar de diadrome soorten: driedoornige stekelbaars en glasaal, deze vissen migreren in het voorjaar vanuit zee naar de Nederlandse binnenwateren. Het promotieonderzoek is gestart op 1 april 2013 en zal lopen tot 1 april 2017 (Huisman, 2013).



Figuur 3 Cuvet met gevangen glasaal, Roptazijl

Bron: (Auteurs)

1.5 Doelstelling

Vanuit de opdrachtgever is de opdracht verkregen om bij de zeegemalen Zwarte Haan en Roptazijl een vismonitoringonderzoek en een effectiviteitsonderzoek uit te voeren. Dit onderzoek zal zich richten op de intrek van de driedoornige stekelbaars en glasaal op beide locaties en op de effectiviteit van de vispassage te Roptazijl. De volgende doelen zijn voor het onderzoek opgesteld:

- 1) Duidelijkheid verkrijgen in de hoeveelheden aan driedoornige stekelbaars en glasaal aan de zeezijde bij de zeegemalen Zwarte Haan en Roptazijl, om zo een beter inzicht te verkrijgen in het aanbod en het (migratie)gedrag van deze soorten bij vismigratieknelpunten.
- 2) De effectiviteit te bepalen van de vispassage te Roptazijl, om zo eventuele aanbevelingen te doen naar het beheer en opereren van vispassage(s) en om toekomstige vispassages beter in te richten.

Onderzoeksvragen

Om de doelstelling te vervullen zijn er onderzoeksvragen opgesteld in de vorm van hoofdvragen en hierbij passende deelvragen die de hoofdvragen zullen beantwoorden. Om beide doelstellingen te vervullen zijn er twee hoofdvragen en totaal acht deelvragen opgesteld.

Hoofdvragen:

- 1) *Wat zijn de hoeveelheden aan driedoornige stekelbaars en glasaal aan de zeezijde van de vismigratieknelpunten: de zeegemalen Zwarte Haan en Roptazijl. En welke verbanden en relaties zijn aanwezig tussen het aanbod aan vis buitendijks en de fysisch-chemische eigenschappen van het water en de milieufactoren?*
- 2) *Wat is de effectiviteit van de vispassage te Roptazijl?*

Deelvragen voor hoofdvraag 1:

- 1.1 Welke soorten, in welke hoeveelheden, en op welke diepte bevinden deze soorten zich in de 'waterkolom' aan de zeezijde van de gemalen Zwarte Haan en Roptazijl?
- 1.2 Is er een verband tussen het tijdstip van de dag en de hoeveelheden gevangen driedoornige stekelbaarsen en glasaal?
- 1.3 Is er een verband tussen de getijdencyclus en de hoeveelheden gevangen driedoornige stekelbaarsen en glasaal?
- 1.4 Is er een verband tussen de fysisch-chemische eigenschappen (watertemperatuur, geleidbaarheid, turbiditeit en zuurstof) van het water en de hoeveelheden gevangen driedoornige stekelbaarsen en glasaal?
- 1.5 Is er een verband tussen de milieufactoren (luchttemperatuur, windkracht, bewolkingsgraad en neerslag) en de hoeveelheden gevangen driedoornige stekelbaarsen en glasaal?
- 1.6 Is er een verband tussen de dag en de lengte en gewicht van driedoornige stekelbaarsen?

Deelvragen voor hoofdvraag 2:

- 2.1 Welke soorten, en in welke hoeveelheden maken gebruik van de vispassage bij Roptazijl?
- 2.2 Is er sprake van een ophoping (buitendijks) aan vissen voor het afwateringscomplex bij de gemalen?

Afbakening

Aanbod:

Met aanbod worden alle driedoornige stekelbaarzen en glasalen die gevangen zijn tijdens dit onderzoek bedoeld. Andere soorten worden niet meegenomen in het aanbod, en worden beschouwd als bijvangst.

Waterkolom:

Bij Zwarte Haan wordt met de waterkolom, de directe omgeving voor het uitstroomcomplex bedoeld (tot drie meter de zee in, maximaal één meter in de breedte en de gehele diepte).

Bij Roptazijl wordt met de waterkolom de directe omgeving voor de vispassage bedoeld (tot drie meter de zee in, maximaal één meter in de breedte en de gehele diepte). (Zie bijlage 4 en 5 voor de precieze bemonsteringslocaties).

Barrière:

Een ondoordringbare structuur voor vissen. Dit is bij Zwarte Haan het uitstroomcomplex, en bij Roptazijl is dit de stalen damwand die voor het uitstroomcomplex zit.

Fysisch-chemische eigenschappen:

De eigenschappen van het water die gemeten worden met de multimeter (zie paragraaf 6.4).

Eigenschappen waar samenhang en relaties tussen het visaanbod worden gelegd zijn: watertemperatuur, turbiditeit, zuurstof, en geleidbaarheid.

Watertemperatuur De temperatuur van het water wordt weergegeven in graden Celsius.

Turbiditeit De turbiditeit is de mate van troebelheid van het water. Het is de mate waarin kleine deeltjes in die vloeistof het licht dat erdoor valt verstrooien, zodat die vloeistof minder doorzichtig wordt. De turbiditeit wordt in dit geval gemeten in FNU.

Zuurstofverzadiging Het percentage aan zuurstofverzadiging van het water wordt weergegeven in procenten.

Geleidbaarheid De geleidbaarheid geeft een indicatie van het zoutgehalte van het water. Deze wordt in dit geval gemeten in mS/cm.

Milieufactoren:

Tijdens de monitoring worden de weersomstandigheden bijgehouden. Onder de milieufactoren vallen in dit geval windkracht, neerslag, luchttemperatuur, en wolkenpercentage.

Effectiviteit:

Met de effectiviteit van de vispassage wordt in dit geval bedoeld het percentage vis dat zich voor het gemaal aanbied, en vervolgens door de vispassage overgeheveld wordt.

2. Beschrijving locaties

Dit hoofdstuk geeft als eerste een beschrijving weer van de beide locaties waar gevist wordt. Ook wordt ingezoomd op de werking, capaciteit en de specificaties per gemaal.



Figuur 4 Kaart Noord Nederland met de locaties

Bron: (Google, 2013; Tania Timmer, 2014; bewerkt door auteurs)

2.1 Gemaal Zwarte Haan

Zwarte Haan is een buurtschap in de gemeente Het Bildt. De dijk waarop het buurtschap is ontstaan, is aangelegd in 1715 als grens tussen Waddenzee en het Friese land. In de Friese volksmond wordt het Swarte Haen genoemd. De benaming "Zwarte" komt voort uit het donkere slib dat hier ooit aangetroffen werd. Zwarte Haan ligt even ten noorden van Nij Altoenae op de Nieuwe Bildtdijk en valt onder het dorp Sint-Jacobiparochie. Het gemaal H.G. Miedema is gelegen achter de zeedijk te Zwarte Haan, en is vernoemd naar de vroegere voorzitter van het waterschap Noardlik Westergoa. Het gemaal voert overtollig water vanuit de polder af op de Waddenzee. Hierbij wordt het water aangevoerd door twee watergangen, de Kouwe Faart en It Kanaal en watert het af door middel van een mude aan de zeezijde (mude = afwateringskanaal). De Kouwe Faart is een watergang van ongeveer 25 meter breed en loopt van Sint Annaparochie tot aan het gemaal. It Kanaal is een dijsloot van ongeveer 12 meter breed en loopt langs de zeedijk tot aan de Westhoek. De mude aan de zeezijde wordt aan weerszijde begrensd door middel van kwelders en wordt aan de zuidzijde begrensd door middel van de zeedijk. De mude heeft een breedte van ongeveer 4 meter en is ongeveer 100 meter lang, bij het afwateringscomplex is de mude 3,90 cm diep. Zodra het de kwelders voorbij is, gaat de mude over tot een geul in de Waddenzee. Deze geul is ongeveer 16 meter breed en ongeveer 1,2 km lang (Google, 2013).

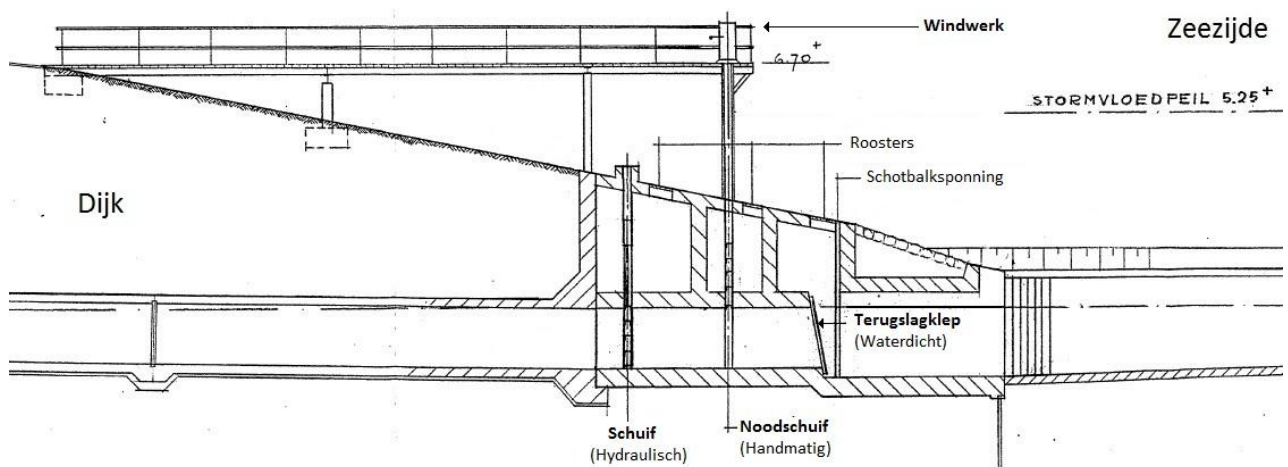


Figuur 5 Bovenaanzicht Zwarte Haan

Bron: (Wetterskip Fryslân, 2013; bewerkt door de auteurs)

Gemaal specificaties

De zeedijk bij Zwarte Haan was van oorsprong 5,35 meter boven N.A.P., en is met de Deltawerken opgehoogd naar 8,15 meter boven N.A.P. Tijdens de bouw van het gemaal is rekening gehouden met de ophoging van de dijk. Het gebied wordt bemalen door middel van twee grote (pomp 1 & 2) en één kleine (pomp 3) gesloten schroefpompen, tezamen hebben de pompen een capaciteit van ca. 700 m³/min (Wetterskip Fryslân, 2012b, 2012c). Aan de zeezijde van het gemaal bevindt zich het uitstroomcomplex van het gemaal. Dit is een complex met drie afsluitvoorzieningen, deze afsluitvoorzieningen zijn te bedienen vanuit het gemaal of op het windwerk aan de zeezijde. In het uitstroomcomplex bevindt zich een terugslagklep, een noodschuif die handmatig vanaf het windwerk kan worden bediend en een hydraulische schuif. Het windwerk heeft een hoogte van 6,70 meter boven N.A.P. Dit is gedaan zodat bij een storm de noodschuif kan worden bediend, zelfs als de kwelders ondergestroomd zijn (Provinciale Waterstaat van Friesland, 1969).



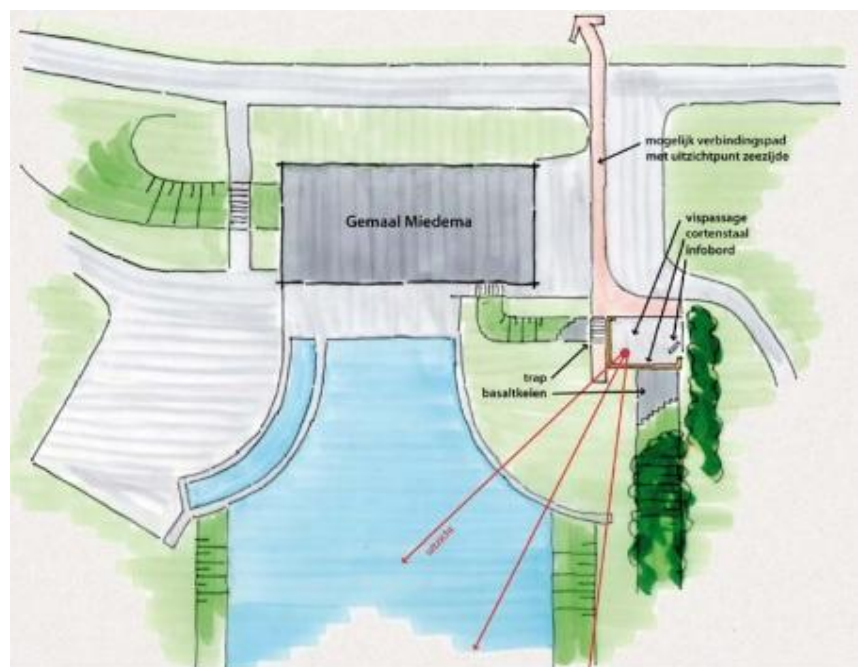
Figuur 6 Sluizencomplex van het gemaal H.G. Miedema

Bron: (Provinciale Waterstaat van Friesland, 1969; bewerkt door auteurs)

Ontwerp vispassage

Op dit moment is de vispassage bij het H.G. Miedema gemaal te Zwarte Haan nog niet gerealiseerd. In 2012 is een compleet projectplan opgeleverd waarin een uitgebreide omschrijving voor de aanleg van de passage is gemaakt (Wetterskip Fryslân, 2012b). In het projectplan stond de realisatie van de vispassage gepland voor de zomer van 2013. Er is vertraging ontstaan met de aanleg van de vispassage, doordat de aanleg van de passage gepaard zou moeten gaan met het aanleggen van een natuurvriendelijke oever richting het binnenland. Voor de aanleg van de natuurvriendelijke oevers moet er grond worden aangekocht van omliggende agrariërs. Doordat de agrariërs grond zullen verliezen bij de aanleg van de natuurvriendelijke oevers, hebben de agrariërs protest tegen de aanleg van de natuurvriendelijke oevers. Verwacht wordt nu dat de passage in 2015 wordt gerealiseerd en mogelijk al in het najaar 2015 operationeel is (Wetterskip Fryslân, 2012a).

Het ontwerp voor de vispassage bij Zwarte Haan, is een tweezijdig vispasseerbare passage tussen de Waddenzee en de Kouwe Faart. De hoofdsoorten voor de passage zijn de driedoornige stekelbaars, glasaal en schieraal (Wetterskip Fryslân, 2012b). Kort en beknopt is de werking van de (toekomstige) vispassage als volgt: bij het gemaal komt buitendijks een opvangbak met een capaciteit van ongeveer 100 m³, de bak wordt verbonden met de Waddenzee door middel van een aan- en afvoerbuis aan de bestaande perskoker die onder de zeedijk loopt. Tussen de bak van de vispassage en het binnenwater komen twee verbindingsbuizen, en met kleppen en schuiven wordt de binnenkomende vis vervolgens in de Kouwe Faart gezet. In de opvangbak wordt door middel van een pomp, een zoetwater lokstroom richting de Waddenzee gegenereerd. Een lokstroom is een stroom van zoetwater, die uitkomt in het zoute water aan de zeezijde van het zeegemaal. De lokstroom geeft een indicatie aan (diadrome) vissoorten waar een migratiemogelijkheid is. De (diadrome) vissen kunnen de perskokers inzwemmen waarna zij (kort) verblijven in de opvang bak, deze bak wordt vervolgens onder vrij verval geleegd aan de binnenzijde van de dijk. De uittrek van de vis wordt gerealiseerd door de uittrekkende vis met de lokstroom te verpompen naar de zeezijde. De lokstroompomp krijgt een meedraaiende conus, die er voor moet zorgen dat de vissen niet beschadigen bij de uittrek en het verpompen. Verder worden er bij Zwarte Haan natuurvriendelijke oevers aangelegd, die bescherming moet bieden voor de glasaal en paaigebied voor de driedoornige stekelbaars. Verder kunnen deze oevers functioneren als foerageergebied voor lepelaars (Wetterskip Fryslân, 2012a, 2012b, 2012c).

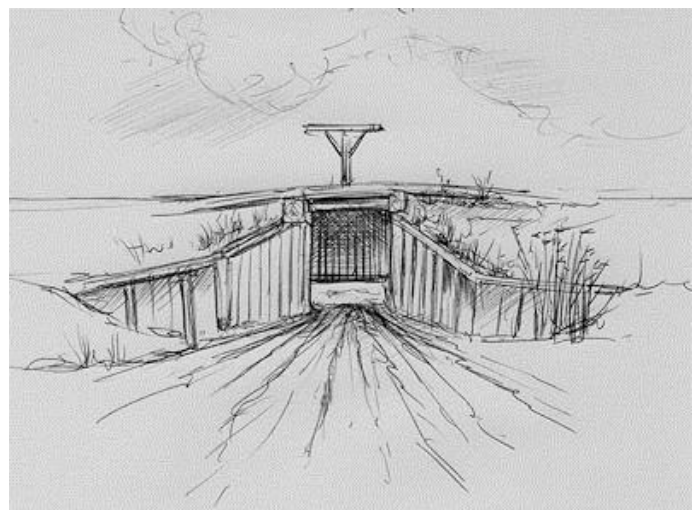


Figuur 7 Voorontwerp vispassage Zwarte Haan

Bron: (Wetterskip Fryslân, 2012c)

2.2 Gemaal Roptazijl

Het gemaal Roptazijl is gelegen aan de Waddenzee en staat achter de zeedijk in de buurtgemeenschap Roptazijl, ten noorden van Harlingen en ten noordwesten van Wijnaldum in de gemeente Franekeradeel. Roptazijl is ontstaan rond 1350 als een afwateringssluys voor de slenk Ried, en werd onderhouden door de gemeente Franekerdeel (Informatiepagina Woudagemaal, 2013). In 1574 werd de sluis gerenoveerd en vernieuwd in opdracht van Caspar de Robles, die gelijktijdig de dijken ophoogde in de regio. Het beheer van de sluis werd 1601 overgenomen door de stad Harlingen, en de houten sluis werd vervolgens in 1725 vervangen door een stenen sluis met stormdeuren en een stormschuil. De reden hiervoor was de verwaarlozing van de houten sluis door de stad Harlingen. In 1884 werd het beheer van Roptazijl overgenomen van de stad Harlingen door de Provinciale Waterstaat. Roptazijl werd in 1901 gemoderniseerd in opdracht van de commissaris van de koningin, Baron van Harinxma thoe Slooten. Bij deze modernisering werden de drie houten hoofden van Roptazijl, die bescherming boden voor de sluis en boten tegen de hoge golven en stormen, vervangen door twee basaltstenen hoofden. Dit was een van de vier belangrijke waterstaatwerken die zijn uitgevoerd in opdracht van Baron van Harinxma thoe Slooten. Toen in 1968 de dijk werd opgehoogd tot deltahoogte, werd hierbij de woningen rondom Roptazijl gesloopt en de sluis zelf gesloopt. De sluis is in 1970 vervangen door een gemaal door de Provinciale Waterstaat (Provinciale Waterstaat van Friesland, 1970; Wetterskip Fryslân, n.d.).



Figuur 8 Impressie houten zijl
Bron: (Informatiepagina Woudagemaal, 2013)

Het gemaal is sindsdien in beheer geweest van verschillende instanties, tot het in 1997 bij het Wetterskip de Waadkant in beheer kwam. Door het Wetterskip de Waadkant werd er in 2001 een vishevel aangelegd bij het gemaal, dit heeft ervoor gezorgd dat diadrome vissoorten vanuit zee naar het binnenwater kunnen migreren. In 2004 is vervolgens het Wetterskip de Waadkant gefuseerd met vijf andere waterschappen tot Wetterskip Fryslân, dit is gedaan in opdracht van de Staten van Fryslân. Het beheer van het gemaal is bij de fusie overgenomen door Wetterskip Fryslân, tegenwoordig valt het beheer van het gemaal nog steeds onder het beheer van dit waterschap (Wetterskip Fryslân, 2014). Het gemaal is een zeegemaal, dit betekent dat het gemaal het water uit de achterliggende polders afvoert naar de (Wadden)zee. Het water wordt aangevoerd door twee watergangen, de Roptafeart en de Dyksfeart vanuit de polder, en wordt afgevoerd door een mude aan de zeezijde van de dijk. De Roptafeart is een watergang van ongeveer 14 meter breed en loopt van het gemaal tot aan de Slachtedyk. De Dyksfeart loopt vanaf het gemaal langs de dijk tot in de Westhoek en is ongeveer 19 meter breed. De mude bij Roptazijl wordt aan de noord- en zuidzijde begrensd door basaltstenen hoofden en aan de oostkant door de zeedijk. De mude is ongeveer 26 meter breed en ongeveer 140 meter lang, hierna gaat de mude over tot de Waddenzee (Google, 2005; Wetterskip Fryslân, 2013).



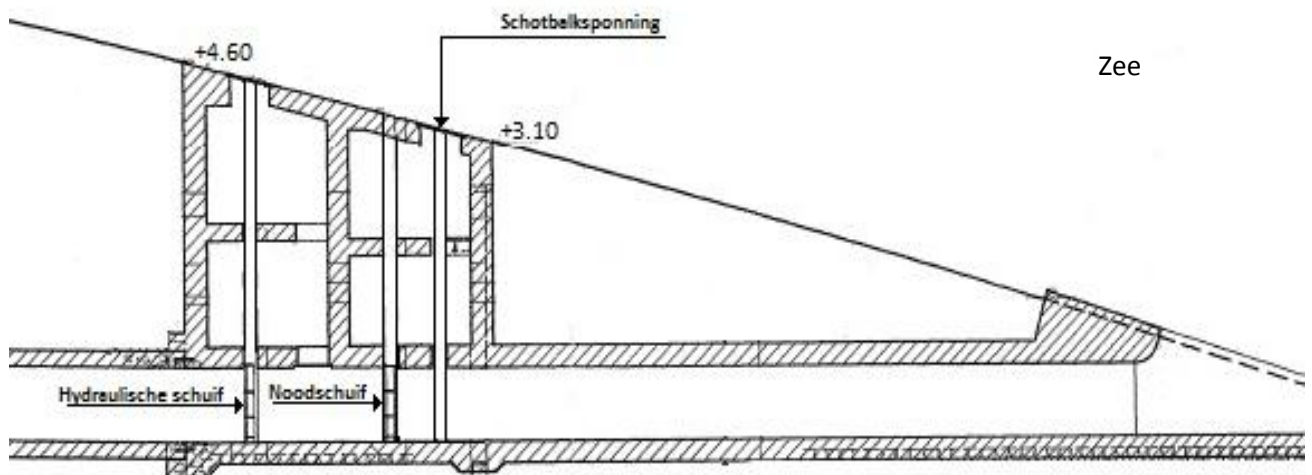
Figuur 9 Bovenaanzicht Roptazijl

Bron: (Wetterskip Fryslan, 2013; bewerkt door de auteurs)

Gemaal specificaties

De zeedijk bij Roptazijl is tijdens de Deltawerken opgehoogd naar 9,80 meter boven N.A.P. en is ingeklinkt naar 8,70 meter boven N.A.P. Het gebied wordt bemalen door middel van twee grote (pomp 1 & 2) en één kleine (pomp 3) gesloten schroefpompen, tezamen hebben de pompen een capaciteit van ca. 460 m³/min.

Aan de zeezijde van het gemaal bevindt zich het uitstroomcomplex van het gemaal. Dit is een complex met twee afsluitvoorzieningen aan de zeezijde en één afsluitvoorziening aan de gemaalzijde. De afsluitvoorzieningen zijn te bedienen vanuit het gemaal, en de afsluitvoorzieningen aan de zeezijde zijn ook op het windwerk te bedienen. In het uitstroomcomplex bevindt zich een noodschuif die handmatig vanaf het windwerk kan worden bediend en een hydraulische schuif. Aan de gemaalzijde bevindt zich een terugslagklep. (Provinciale Waterstaat van Friesland, 1970)

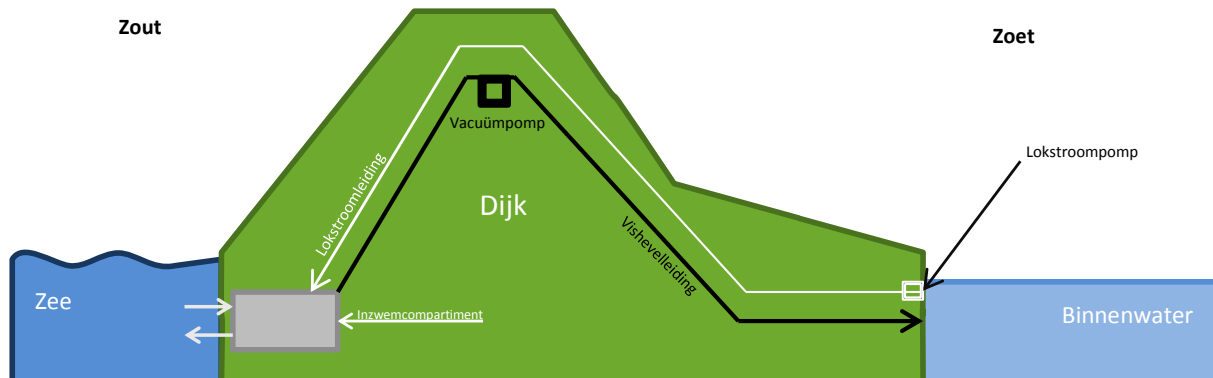


Figuur 10 Sluizencomplex van het gemaal Roptazijl

Bron: (Provinciale Waterstaat van Friesland, 1970; bewerkt door de Auteurs)

Ontwerp vispassage

Bij Roptazijl is in 2001 een vispassage gerealiseerd door Wetterskip de Waadkant die enkel van zout naar zoet werkt, en hiermee de vis vanuit zee naar het binnenwater hevelt (Ruim baan voor Vissen & Wetterskip Fryslân, n.d.). Dit wordt gedaan door middel van een vishevel die in de dijk bij Roptazijl is aangelegd. Een schematische tekening van de vishevel staat weergegeven in figuur 11.



Figuur 41 Schematische tekening van de vishevel

Bron: (Auteurs)

De vishevel werkt als volgt: De vissen aan de zeezijde worden twee uren lang naar de ingang van de vispassage gelokt, met behulp van een zoetwater lokstroom. De vissen kunnen vervolgens door twee openingen in de stalen damwand naar binnen zwemmen. De vissen komen vervolgens in een compartimentbak waar de vissen zich verzamelen. Dit compartiment wordt nadat er twee uren is gelokt door de lokstroom, afgesloten met een schuif en vervolgens gelegegd door middel van een vacuümpomp, die het water en de vissen naar de andere kant van de dijk pompt. Hier komen de vissen in de Dyksfeart terecht, en kunnen vanuit daar verder de polder en uiteindelijk de boezem inzwemmen. Op deze manier worden de vissen van zout naar zoet getransporteerd. De vispassage bij Roptazijl werkt met tijdvensters, dit houdt in dat het alleen werkt binnen bepaalde tijdsperiodes. De lokstroom pomp begint automatisch te werken bij een waterstand van -0,25 m. N.A.P. bij opkomend tij tot -0,25 m. N.A.P. bij afnemend tij. Bij deze waterstanden zitten de gaten in de damwand onderwater en kunnen de vissen naar het inzwemcompartiment. Als het zeewater hoger komt dan +1,35 m. N.A.P., wordt de vispassage uit veiligheidsmaatregelen uitgeschakeld om te voorkomen dat er zeewater door de dijk komt.

3. Biologische achtergrond bemonsterde vissoorten

In deze paragraaf wordt de ecologische achtergrond van de hoofdsoorten (driedoornige stekelbaars en glasaal) weergegeven. Verder wordt in bijlage 2 een korte beschrijving en voorkomen weergegeven van de overige gevangen soorten.

3.1 Europese paling / glasaal

De glasaal is de uitgegroeide larve van de Europese paling (*Anguilla anguilla*), en is een korte periode van de levenscyclus van de paling. In deze paragraaf zal de levenscyclus van de Europese paling worden toegelicht.

De palingen die in het binnenwater van Friesland gevonden worden zijn Europese palingen (*Anguilla anguilla*), en zijn ook wel bekend onder de naam schieraal. De paling is een (katadrome), diadrome vissoort. Dit betekent dat de vis een migratiesoort is en in zowel zout als zoet water kan overleven. De schieralen zijn de volwassen exemplaren van de Europese palingen en zijn gemiddeld 30 – 60 cm lang. Ze komen vrijwel in alle binnenwateren in Nederland voor. De schieraal trekt na gemiddeld 10 tot 12 jaar naar zee toe om zich voort te planten aan de andere kant van de Atlantische oceaan, naar de Sargassozee voor de golf van Mexico. Over de paaigronden van de paling is nog enige speculatie, omdat nog nooit is bewezen dat de paling daadwerkelijk paait in de Sargassozee. In deze zee zijn de kleinste exemplaren van de larve van de paling gevonden en daarom zal de paling in de nabijheid van, of in de Sargassozee paaien. Verder wordt er vanuit gegaan dat de Europese paling een semelpare soort is. Dit houdt in dat de palingen sterven nadat ze zich voortgeplant hebben.

Uit de bevruchte eieren van de paling komen vislarven (Leptocephali). Deze larven zijn zeer plat, doorzichtig en lijken op een blad zodat ze niet opvallen in de waterkolom. De larven gaan vanuit de Sargassozee met de Golfstroom mee naar de Europese kust. Het duurt hierdoor meestal twee jaar voordat de larven in Europa komen. Zodra de larven bij de Europese kust komen, wordt de vorm van het lichaam ronder en krimpt het lichaam enigszins in. Vanaf dit moment zijn de larven veranderd in glasaal. Eenmaal bij de kustregio's van Europa, probeert de glasaal naar het zoete binnenwater te trekken door het gebruik van de getijden. De glasaal moet gebruik maken van de getijden, omdat het van zichzelf een erg zwakke zwemmer is en zal dus met het hoogtij mee zwemmen naar de binnenwateren. Zodra de glasalen in het zoete water zijn aangekomen, raken deze snel hun doorzichtigheid kwijt doordat er pigment wordt aangemaakt. In het zoete water begint de glasaal zich te voeden met kleine levende prooien, zoals wormen, watervlooien, kreeftjes, insecten etc.

In het eerste jaar dat de paling zich in zoet water bevindt, wordt het een pootaal genoemd. De paling behoudt deze naam tot dat het 15 cm in lengte is. Vanaf 15 cm wordt de paling een rode aal genoemd, dit is het stadium van de vis die men (her)kent als paling in de binnenwateren van Nederland. De rode aal is echter het

opgroei stadium van de paling (juveniel), de juveniele aal groeien op in de binnenwateren. Dit duurt voor de mannetjes tussen de 6 en 12 jaar en voor de vrouwtjes 10 tot 20 jaar. Zodra de paling het juveniele stadium verlaat, wordt het de geslachtsrijpe schieraal en migreert deze naar de Saragossazee (Breteler, 2005; DUPAN, 2010; Limburg, n.d.; WUR Wageningen, n.d.).



Figuur 52 Glasaal
Bron: (Auteurs)

3.2 Driedoornige stekelbaars

De driedoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*) is een anadrome vissoort, wat inhoudt dat hij van zee landinwaarts trekt om hier te paaïen. In de Benelux is het een inheemse vissoort. Hij is niet verwant aan de baars, meer aan de zeenaald en het zeepaardje.



Figuur 63 Driedoornige stekelbaars
Bron: (Auteurs)

De driedoornige stekelbaars lijkt op de gewone baars en heeft zoals zijn naam al zegt vaak drie losse stekels op de rug. Wel zijn er uitzonderingen met één stekel meer of minder. Op de zijkant van de vis zitten zogenaamde beenplaten. Door deze platen lijkt het een goed gepantserde vis. Het aantal beenplaten kan iets vertellen over hoe de vis leeft. Er zijn namelijk soorten, die alleen in zoet water leven, alleen in zee, of de anadrome versie. Ook de lengte is afhankelijk van de levenswijze van de driedoorn. De gemiddelde lengte ligt tussen de 4 en 6 cm, maximaal kan hij een lengte van 11 cm bereiken. De leeftijd ligt maximaal op 3 jaar, meestal halen ze dit niet (Hollander et al., 2010). De driedoornige stekelbaars is een vleeseter en jaagt op zicht, het is dus een roofvis. Het voedsel bestaat uit watervlooien, visbroed en larven van bijvoorbeeld garnalen of muggen. Buiten het broedseizoen leven de vissen in scholen. Richting het broedseizoen zwemmen ze het zoete water van de sloten, kanalen, vijvers, meren en beken binnen. In het broedgebied zoekt hij een plekje tussen waterplanten waar het niet te hard stroomt. Buiten de paartijd zijn de vissen vrijwel volledig zilverkleurig. In de paartijd krijgt het mannetje een opvallend rode buik, deze kleur loopt door tot aan zijn kop. Het vrouwtje krijgt een opgezwollen buik waarna ze een stuk makkelijker uit elkaar te houden zijn. Het mannetje maakt op de bodem een nest waar hij veel werk van heeft. Het wordt vaak een prachtig bolletje, wat hij beschermt tegen andere mannetjes. Wanneer het mannetje een vrouwtje heeft gevonden ontstaat het baltsritueel waar de driedoornige stekelbaars bekend om staat. Er zijn verschillende studies en boeken geschreven over dit ritueel. Het mannetje lokt het vrouwtje zijn nest in waarna ze hier haar eitjes in legt, het mannetje bevrucht dan de eitjes. Ook heeft het mannetje de taak om de eitjes te bewaken. Hij voorziet de eieren van vers zuurstof door met zijn borstvinnen water toe te stromen.

Een driedoornige stekelbaars die in zee is opgegroeid is een keer zolang en vijf keer zo zwaar als een driedoorn die altijd in zoetwater heeft geleefd. Grote vissen leggen meer eieren en zijn hierdoor efficiënter voedsel voor vogelsoorten als de lepelaar (Staatbosbeheer Texel, 2013).

Interessant is nog dat in geïsoleerde wateren de driedoornige stekelbaars tot problemen kan leiden. Hij kan deze wateren namelijk overnemen, zodat zeldzamere soorten minder kans krijgen zich voort te planten. Er moet dus vooraf goed nagedacht worden waar de driedoornige stekelbaars uitgezet wordt (Dronkers, 1978; Sportvisserij Nederland, 2006).



Figuur 74 Nest van een driedoornige stekelbaars
Bron: (Natuurmonumenten, 2013)

4. Materiaal en methodiek

Het onderzoek is opgedeeld in drie fasen, hierbij was de eerste fase een vooronderzoek. Met behulp van het vooronderzoek is er inzicht verkregen over het probleem, zijn de bemonsteringen gepland en is de achtergrond van de hoofdsoorten onderzocht. De tweede fase van het onderzoek bestond uit veldwerk op de beide locaties, hiermee zijn gegevens en data verkregen over de situatie bij de onderzoekslocaties. De methodieken die hierbij zijn toegepast, zijn uitgevoerd volgens het bemonsteringsprotocol van Jeroen Huisman. De derde en laatste fase was het verwerken en analyseren van de verkregen gegevens en data uit het veld. Hiermee konden verbanden worden gelegd en zijn de onderzoeksvragen beantwoord. Een uitgebreidere toelichting over de verschillende fasen en de bijbehorende methodieken wordt in de volgende paragrafen gegeven.

4.1 Vooronderzoek

Het vooronderzoek bestond uit een literatuurstudie en de voorbereiding op het veldwerk. De literatuurstudie bestond uit het vergaren van informatie over de volgende onderwerpen:

- De problematiek rondom diadrome vismigratie
- De ligging, historie en specificaties van de onderzoekslocaties
- De achtergrond van de hoofdsoorten

De literatuurstudie werd uitgevoerd door (digitale) archieven te raadplegen. Hierbij werd er gebruik gemaakt van zoekmachines op het internet (Google), de mediatheek van het Van Hall Larenstein en het archief van Wetterskip Fryslân.

De voorbereiding op het veldwerk bestond uit de volgende zaken:

- **Opzoeken van hoogwatertijden**

Met behulp van de hoogwatertijden konden de bemonsteringen worden gepland. De bemonsteringen moesten zes uren voor hoogwater begonnen zijn. Door vervolgens tot aan hoogwater te bemonsteren kon het effect van de getijdencyclus op de hoofdsoorten worden waargenomen. Het bemonsteringsschema met de hoogwatertijden en de begintijden van de bemonsteringsdag staan in bijlage 3 weergegeven.

- **De toegepaste bemonsteringsmethodieken**

Voorafgaand aan het veldwerk, is er onderzoek gedaan naar de bemonsteringsmethodieken afkomstig uit het protocol van Jeroen Huisman. Tijdens dit onderzoek is er gekeken hoe de methodieken konden worden toegepast op de onderzoekslocaties. Om de methodieken toepasbaar te maken zijn er enkele aanpassingen uitgevoerd, deze aanpassingen worden toegelicht in paragraaf 4.2. Voor het toepasbaar maken van de methodieken op iedere locatie, is er op beide locaties één dag gebruikt om alle vistuigen te testen.

- **Instructiedag**

Op 20 februari 2014 is er een instructiedag georganiseerd voor de studenten die monitoringonderzoek gaan doen voor het project 'Ruim baan voor Vissen'. De instructiedag had als doel om de studenten die betrokken zijn bij het project, wegwijs te maken met het gebruik van het vistuig en om de gevangen vissen te kunnen determineren. De dag werd begeleid door George Wintermans en Jeroen Huisman.

4.2 Veldwerk

Het veldwerk was gestart op 5 maart en liep tot 7 mei 2014. Gedurende deze periode zijn er 15 bemonsteringsdagen geweest bij Zwarte Haan en zijn er 13 bemonsteringsdagen bij Roptazijl uitgevoerd. Een bemonsteringsdag begon zes uren voor hoogwater, om het opkomende tij te bemonsteren. Gedurende een bemonsteringsdag werd er ieder uur een bemonsteringsronde uitgevoerd. Tijdens een bemonsteringsronde werden er meerdere methodieken toegepast om gegevens te verzamelen waarmee de deelvragen konden worden beantwoord. Deze methodieken zullen uitgebreider worden toegelicht in de bijlagen, per deelvraag zal de gebruikte methode worden toegelicht gedurende deze paragraaf. De gemiddelde bemonsteringsdag zag er als volgt uit:

Tabel 1 Gemiddelde bemonsteringsdag

		Uur/ronde					
		1e	2e	3e	4e	5e	6e
Aantal bemonsteringen	Kruisnetbemonsteringen	3x	3x	3x	3x	3x	3x
	Larvenetbemonsteringen	3x ¹	3x ¹	3x ¹	3x ¹	3x ¹	3x ¹
	Plaatsen/leggen binnendijkse fuik ²	Inz.					Uit.
	Inzetten/uithalen multimeter	Inz.					Uit.
	Organoleptische waarnemingen						1x

¹ Bij Roptazijl is er ieder uur slecht één keer bemonsterd met het larvennet.

² Exclusief bij Roptazijl uitgevoerd i.v.m. het ontbreken van een vispassage bij Zwarte Haan.

Voor de beantwoording van de deelvragen is er gedurende het veldwerk gebruik gemaakt van meerdere methodieken om gegevens te verzamelen. Omdat niet iedere deelvraag met dezelfde methodiek kon worden beantwoord, zijn de methodieken gesplitst naar de wijze waarop de methodieken zijn toegepast. De methodieken die zijn toegepast, zijn als volgt opgesplitst:

- Buitendijkse bemonsteringen
- Binnendijkse bemonsteringen
- Methodiek voor de lengte- en gewichtsbepaling
- Overige dataverzameling

Deze methodieken staan beschreven in de bijlagen 4 t/m 7, de gebruikte materialen staan weergegeven in bijlage 8. Voor de registratie van de resultaten die zijn verkregen, is er gebruik gemaakt van het bemonsteringsformulier uit bijlage 9. Voor iedere bemonstering, zoals een kruisnet bemonstering, is er een nieuw blanco formulier gebruikt. Op de formulieren werden de vangsten, tijd van het plaatsen van de netten, bemonsteringsmethode, milieufactoren, fysisch chemische eigenschappen, lengte en gewicht van 10 individuele driedoornige stekelbaarzen, gewicht en inhoud van een gewogen litermaat, waterstand, locatie en datum bijgehouden. Hierbij zijn ook de bemonsteringen opgeschreven waarbij er geen vangsten waren. De gegevens die zijn verzameld op de formulieren, zijn aan het einde van de bemonsteringsdag verwerkt in Microsoft Excel.



Figuur 85 Kruisnet
Bron: (Auteurs. 2014)

Methode per deelvraag:

- **Welke soorten, in welke hoeveelheden, en op welke diepte bevinden deze soorten zich in de ‘waterkolom’ aan de zeezijde van de gemalen Zwarte Haan en Roptazijl?**

Voor de inventarisatie van de verschillende soorten, de hoeveelheden, en op welke diepte deze vissen zich voor het gemaal bevonden, is er gebruik gemaakt van de methodiek voor de buitendijkse bemonsteringen (bijlage 4). Met behulp van de kruisnet bemonsteringen is er een beeld verkregen van de hoeveelheden en de soorten vis, voor de gemalen. Met de larvennetbemonsteringen is bepaald op welke diepte de vissen aankwamen bij het gemaal.

- **Is er een verband tussen het tijdstip van de dag en de hoeveelheden gevangen driedoornige stekelbaarzen en glasaal?**

Met behulp van de verwerking en de analyse van de resultaten van de buitendijkse vangsten (bijlage 4), kan deze vraag worden beantwoord.

- **Is er een verband tussen de getijdencyclus en de hoeveelheden gevangen driedoornige stekelbaarzen en glasaal?**

Uit de bevindingen van de verwerking en de analyse van de resultaten, kan deze vraag worden beantwoord.

- **Is er een verband tussen de fysisch-chemische eigenschappen (watertemperatuur, geleidbaarheid, turbiditeit en zuurstof) van het water en de hoeveelheden gevangen driedoornige stekelbaarzen en glasaal?**

Voor de vergaring van de resultaten van fysisch chemische eigenschappen van het water, is er gebruik gemaakt van de methodiek “Multimeter” die staat beschreven in bijlage 7.

- **Is er een verband tussen de milieufactoren (luchttemperatuur, windkracht, bewolgingsgraad en neerslag) en de hoeveelheden gevangen driedoornige stekelbaarzen en glasaal?**

De milieufactoren zijn verkregen door middel van het gebruik van de methodiek “Milieufactoren”, die staat beschreven in bijlage 7.

- **Is er een verband tussen de dag en de lengte en gewicht van driedoornige stekelbaarzen?**

Voor de inventarisatie van de lengtes en de gewichten van de driedoornige stekelbaarzen gedurende het onderzoek, is er gebruik gemaakt van de methodiek voor lengte en gewichtsbepaling die staat beschreven in bijlage 6.

- **Welke soorten, en in welke hoeveelheden maken gebruik van de vispassage bij Roptazijl?**

De inventarisatie van de soorten en de hoeveelheden vissen die de vispassage gebruiken, is gedaan volgens de methodiek voor binnendijkse bemonsteringen (bijlage 5).

- **Is er sprake van een ophoping aan vissen voor het afwateringscomplex bij de gemalen?**

Uit de bevindingen van de verwerking en de analyse van de resultaten, kan deze vraag worden beantwoord.

4.3 Verwerkingsmethodiek

Na het veldwerk zijn alle bemonsteringsformulieren verwerkt in Microsoft Excel. Er is per dag een tabel opgesteld met hierin al de meetgegevens. Dit leverde een dataset op van alle vangsten die zijn gedaan per locatie en per vangstmiddel. Vervolgens is deze tabel gecombineerd met de milieufactoren en de fysisch-chemische gegevens. Met deze tabel zijn de verschillende grafieken en tabellen opgesteld waarmee de onderzoeksvragen kunnen worden beantwoord zoals die in paragraaf 4.2 behandeld is. Voor de statistische onderbouwing van de gegevens is er gebruik gemaakt van het programma SPSS. Hierbij is er gebruik gemaakt van Linear Regression en T-testen.

Excel

Met de gegevens uit de dataset in Excel zijn verscheidende tabellen en grafieken gemaakt, de tabellen en grafieken zijn gemaakt met behulp van draaitabellen. De tabellen dienen ervoor om de gegevens inzichtelijk te maken en uit de data verband of relatie te constateren. Met de grafieken zijn de tabellen visueel gemaakt, en is getracht om verbanden en relaties te herkennen tussen de visvangsten en de andere factoren. Er zijn grafieken gemaakt voor de volgende zaken:

- **Verloop van buitendijkse vangsten gedurende het onderzoek:** Om vast te stellen wanneer de vissen voornamelijk aan het migreren zijn, zijn er grafieken opgesteld waarin weergegeven wordt wanneer en hoeveel vissen er zijn gevangen tijdens het onderzoek (driedoornige stekelbaars, glasaal en bijvangsten). Er is hierbij gekozen om de vangsten in een kolomgrafiek te weergeven. Per locatie en hoofdsoort is een aparte grafiek gemaakt.
- **Visvangsten ten opzichte van de fysisch-chemische eigenschappen:** Voor iedere bemonsteringsdag zijn vier grafieken opgesteld, die de visvangsten tegenover de fysisch-chemische eigenschappen zetten. Met deze grafieken is geprobeerd om verbanden en relaties tussen de vangsten (beide hoofdsoorten) en de eigenschappen van het water vast te stellen. De grafieken zijn een combinatie van kolom- en lijngrafieken. De gegevens van fysisch-chemische eigenschappen zijn afkomstig van de multimeter en tonen het verloop van de eigenschappen gedurende de bemonsteringsdag.
- **Visvangsten ten opzichte van de milieufactoren:** Per bemonsteringsdag is er één grafiek opgesteld waarin de vangsten worden vergeleken met de milieufactoren van die dag. Met deze grafieken is geprobeerd om verbanden en relaties tussen de vangsten (beide hoofdsoorten) en de milieufactoren vast te stellen. De grafieken zijn een combinatie van kolom- en lijngrafieken.
- **Verloop van de lengtes en gewicht van individuele stekelbaarzen:** Er zijn grafieken gemaakt voor het verloop aan gewicht en lengte van de driedoornige stekelbaarzen op beide locaties. In deze grafieken zijn de maximale, minimale en gemiddelde lengtes en -gewichten weergegeven in een lijn grafieken.
- **Verloop van de inhoud van getelde litermaten:** Om een beeld te krijgen van de hoeveelheden aan driedoornige stekelbaarzen die in een litermaat passen, is er één grafiek opgesteld waarin het verloop van de inhoud per locatie is weergegeven. Hierbij is er gekozen voor een lijngrafiek om het verloop te weergegeven.
- **Verloop van binnendijkse vangsten gedurende het onderzoek:** Om een beeld te krijgen van hoe de vispassage bij Roptazijl heeft gefunctioneerd, is er een grafiek opgesteld met daarin weergegeven wat de vangsten (beide hoofdsoorten) binnendijs waren. Er is hierbij gekozen om de vangsten in een kolomgrafiek te weergegeven. Per hoofdsoort is een aparte grafiek gemaakt. Omdat de fysisch-chemische eigenschappen binnendijs geen invloed hebben op de visvangsten zijn ze hierin niet meegenomen.

SPSS

Voor de onderbouwing van gevonden verbanden en relaties uit de grafieken, is er gebruik gemaakt van statistiek. Hierbij is het programma SPSS gebruikt van International Business Machines Corporation (IBM). Met behulp van statistische toetsen is er geprobeerd om significante verbanden aan te tonen tussen de buitendijkse visvangsten en de watertemperatuur, luchttemperatuur, geleidbaarheid, zuurstof, turbiditeit, datum en het waterniveau. Om deze verbanden aan te tonen is er gebruik gemaakt van de statistische toets: Linear Regression. Bij deze toets werd de functie Backwards gebruikt. Deze functie zorgde ervoor dat factoren die geen significante invloed hadden op de toets, buiten beschouwing werden gelaten. Hierdoor start de toets met alle factoren en eindigt de toets met de factoren die een significante invloed hebben op de vangsten. Doordat de vangsten logaritmisch waren verdeeld, zijn de resultaten met de functie Log bewerkt om een normale verdeling te verkrijgen.

Voor de statistische onderbouwing van de verdeling van de vangsten tussen de larvennetten is er gebruik gemaakt van de statistische toets: T-test.

Effectiviteitsberekening

Voor de bepaling van de effectiviteit van de vispassage bij Roptazijl, is er gebruik gemaakt van een effectiviteitsberekening. De effectiviteit wordt uitgedrukt in een percentage, het percentage staat voor het deel van de vissen die van zout naar zoet zijn overgeheveld. De effectiviteit van de vispassage is berekend door de buitendijkse dagvangsten bij Roptazijl tegenover de binnendijkse dagvangsten te zetten. De effectiviteit is bepaald door middel van het gebruik van de volgende formule:

$$Effectiviteit = \frac{Vangsten\ voor}{Vangsten\ na} * 100\%$$

Hierin is:

Effectiviteit: De effectiviteit van de vispassage in %

Vangsten voor: De buitendijkse dagvangsten

Vangsten na: De binnendijkse dagvangsten



Figuur 96 Roptazijl buitendijks, gaten lokstroom en ingang vispassage
Bron: (Auteurs)

5. Vangst resultaten plus analyse

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de vangstresultaten die zijn verkregen met de monitoringsdagen. Op basis van de vangstresultaten in combinatie met de fysisch-chemische eigenschappen van het water en de milieufactoren worden verschillende grafieken en tabellen weergegeven. De resultaten van de getoonde tabellen en grafieken worden in dit hoofdstuk beschreven. Er worden nog geen conclusies getrokken. In de tabellen is een alinea weergegeven met 'bemonsteringen', dit geeft het aantal bemonsteringen weer. In tabel 2 staat bijvoorbeeld onder de kruisnetten bij bemonsteringen een aantal van 312. Dit betekent in dit geval dat er bij Zwarte Haan 312 keer met het kruisnet is bemonsterd.



Figuur 107 Record vangst driedoornige stekelbaars in kruisnet. 3 maart 6:15 Zwarte Haan

Bron: Auteurs, 2014

5.1 Totaal werkelijke vangsten

In tabel 2 zijn de werkelijke totaalvangsten van beide locaties opgenomen, hierbij zijn zowel de hoofdsoorten als de bijvangsten meegenomen. In de tabel wordt onderscheid gemaakt tussen de drie verschillende vistuigen, namelijk: het kruisnet, larvennet en de fuik achter de vispassage. Met behulp van de werkelijke totaal vangsten, wordt inzicht gegeven op de volgende deelvragen:

- Welke soorten, in welke hoeveelheden, (en op welke diepte) bevinden deze soorten zich in de 'waterkolom' aan de zeezijde van de gemalen Zwarte Haan en Roptazijl?
- Welke soorten en in welke hoeveelheden maken gebruik van de vispassage bij Roptazijl?

Tabel 2 Werkelijke totaal vangsten (periode 5 mrt- 7 mei 2014)

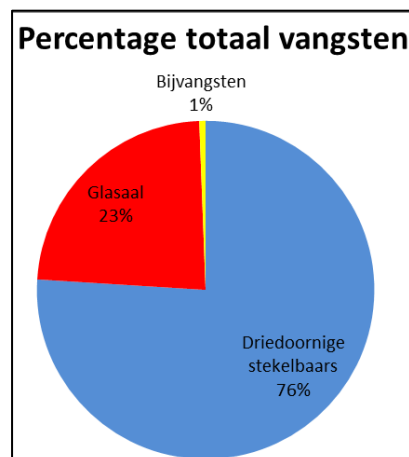
Bron: (Auteurs)

Vissoorten	Zwarte Haan		Roptazijl		
	Kruisnet	Larvenetten	Kruisnet	Larvenetten	Vispassage
	Buitendijks		Buitendijks		Binnendijks
Bemonsteringen	312 x	241 x	218 x	23 x	11 x
Hoofdsoorten					
Driedoornige stekelbaars	46917	10586	20389	301	16044
Glasaal	2305	86	4260	157	22219
Bijvangsten					
Zoutwatervissen					
Spiering	22	0	20	0	0
Brakwatergrondel	0	1	7	2	0
Sprot	30	0	85	0	0
Haring	10	0	68	0	0
Puitaal	0	0	4	2	0
Kleine Zeenaald	2	0	16	0	0
Zoetwatervissen					
Kolblei	83	5	3	0	0
Blankvoorn	2	0	2	0	2
Baars	4	3	0	0	0
Snoekbaars	2	0	0	0	0
Tiendoorlige stekelbaars	7	2	6	5	0
Overig					
Krab	0	0	132	26	4
Garnaal	1	1	184	5	0
Geelgerande waterkever	1	0	0	0	0
Subtotaal	49386	10684	25176	498	38269
Totaal per locatie	60070		25674		38269
Totaal	124013				

In **totaal** zijn tijdens het onderzoek 17 soorten gevangen, hiervan de twee hoofdsoorten (driedoornige stekelbaars en glasaal). Verder zijn er 15 soorten als bijvangst genoteerd. De vangsten worden hieronder in aantallen en percentages weergegeven.

- Driedoornige stekelbaars:	94.237	(76,0 %)
- Glasaal:	28.998	(23,4 %)
- Bijvangst:	749	(0,6 %)

Dit is een totaalbeeld dat is verkregen van beide locaties van zowel binnen- als buitendijks.

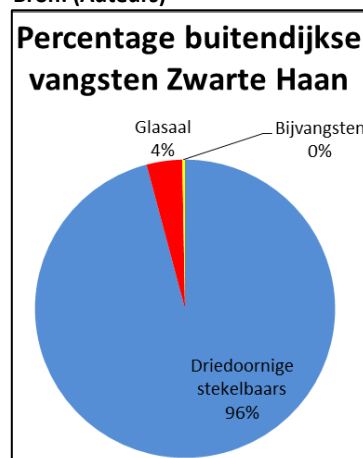


Grafiek 1 Percentage totaal vangsten
Bron: (Auteurs)

Bij **Zwarte Haan** zijn in totaal 59.974 vissen gevangen gedurende het onderzoek met behulp van het kruisnet en de larvennetten. Er zijn bij Zwarte Haan naast de twee hoofdsoorten 11 verschillende soorten als bijvangst genoteerd.

- Driedoornige stekelbaars:	57.503	(95,7 %)
- Glasaal:	2295	(4,00 %)
- Bijvangst:	176	(0,30 %)

Het aantal aan zoetwatervissen bij Zwarte Haan was groter dan bij Roptazijl. Er zijn drie bemonsteringsdagen meer gedaan bij Zwarte Haan dan bij Roptazijl.



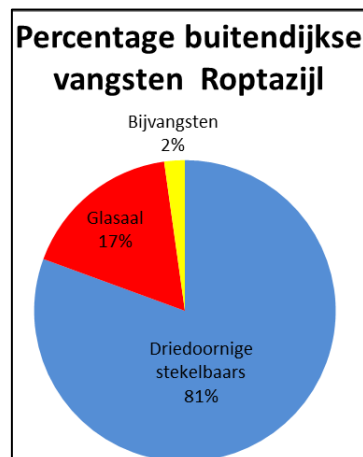
Grafiek 2 Percentage buitendijkse vangsten te Zwarte Haan
Bron: (Auteurs)

Voor **Roptazijl** zijn er zowel binnen- als buitendijkse gegevens verkregen, doordat er op deze locatie ook bemonsterd is op de werking van de vispassage (binnendijks). De binnendijkse en de buitendijkse gegevens worden apart beschreven (om dubbeltellingen te voorkomen). Het totaal aantal gevangen vis bij Roptazijl, zowel binnen als buiten, was 63.943 vissen.

Buitendijks zijn er in totaal 25.667 vissen gevangen en naast de hoofdsoorten zijn er 12 soorten als bijvangst gevangen. Dit is gedaan met behulp van het kruisnet en de larvennetten. De verdeling buitendijks was als volgt:

- Driedoornige stekelbaars:	20.690	(80,6 %)
- Glasaal:	4404	(17,2 %)
- Bijvangst:	573	(2,2 %)

Bij Roptazijl zijn er meer verschillende soorten gevangen ten opzichte van Zwarte Haan. Bij Roptazijl zijn er 36.813 minder driedoornige stekelbaarzen buitendijks gevangen dan bij Zwarte Haan.

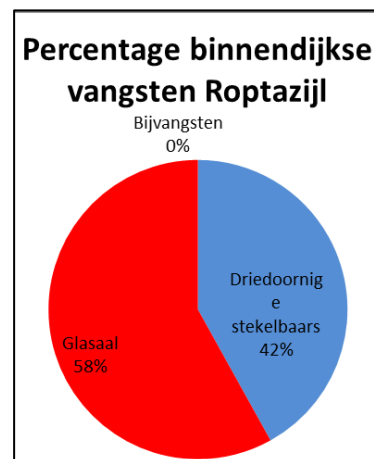


Grafiek 3 Percentage buitendijkse vangsten te Roptazijl
Bron: (Auteurs)

Binnendijks zijn er in totaal 38.263 vissen gevangen, met twee soorten als bijvangst. De binnendijkse vangsten zijn alleen gedaan met de fuik achter de vispassage. De verdeling van de vangsten was als volgt:

- Driedoornige stekelbaars: 16.044 (41,9 %)
- Glasaal: 22.213 (58,1 %)
- Bijvangst: 6 (<0,1 %)

Binnendijks ligt de verdeling tussen driedoornige stekelbaars en glasaal dichter bij elkaar (41,9 - 58,1 %) dan buitendijks (80,6 – 17,2 %)



Grafiek 4 percentage binnendijkse vangsten Roptazijl
Bron: (Auteurs)



Figuur 118 Kruisnetvangst driedoornige stekelbaars
Bron: (Auteurs)

5.2 Boven of onderste net (diepte onderzoek)

In tabel 3 valt voor beide locaties af te lezen wat de percentages aan driedoornige stekelbaars en glasaal zijn die in het onderste of in het bovenste net zijn gezwommen (buitendijks). Met behulp van deze gegevens wordt inzicht gegeven op de volgende deelvraag:

- Welke soorten, in welke hoeveelheden en op welke diepte bevinden deze soorten zich in de 'waterkolom' aan de zeezijde van de gemalen Zwarte Haan en Roptazijl?

Zwarte Haan

In tabel 3 valt te zien dat de eerste weken (tot 8 april) de vissen hoofdzakelijk in de bovenste netten worden gevangen. Het percentage wat in deze periode in de onderste netten zwemt zit gemiddeld rond de 25%. Het gaat hierbij hoofdzakelijk om de driedoornige stekelbaars,. Het glasaalaanbod was tot 8 april minimaal. Opmerkelijk is dat de diepte van aanbod de periode hierna omslaat, vanaf 8 april ligt het percentage wat in de onderste netten zwemt hoger. Ook wordt er vanaf dit moment meer glasaal in de larvennetten gevangen. Het percentage aan driedoornige stekelbaarzen wat na 8 april aangeboden wordt in het bovenste net is gemiddeld 33,8 %. Vanaf 8 april stijgt het aanbod in glasaal. Het verschil in hoeveelheden die in het bovenste of onderste net worden gevangen is bij de glasaal kleiner, namelijk 47% in het bovenste en 53% in het onderste net.

Tabel 3 Gevangen percentage vis boven en onder (zie bijlage 4) Zwarte Haan

Bron: Auteurs, 2014

Zwarte Haan								
	Larvennet boven		Larvennet onder		Percentage Driedoorn		Percentage Glasaal	
Bemonsteringen	241x		241x					
	Driedoornige	Glasaal	Driedoornige	Glasaal	Boven	Onder	Boven	Onder
Week10								
5 maart	787		468		63%	37%		
Week11								
10 maart	951		309		75%	25%		
13 maart	404		52		89%	11%		
Week12								
19 maart	614		143		81%	19%		
Week13								
24 maart	85		54		61%	39%		
28 maart	28	1	12	1	70%	30%	50%	50%
Week14								
31 maart	1098	2	156		88%	12%	100%	0%
2 april	181		66		73%	27%		
4 april	1083		123		90%	10%		
Week15								
8 april	469	1	726	3	39%	61%	25%	75%
10 april	110	1	76		59%	41%	100%	0%
Week16								
14 april	1		6		14%	86%		
16 april		2	11	2	0%	100%	50%	50%
17 april	1524	10	613	23	71%	29%	30%	70%
Week17								
23 april	167	8	200	17	46%	54%	32%	68%
Week19								
5 mei	5		64	15	7%	93%	0%	100%
Gemiddelde					58%	42%	48%	52%
Totaal	7507	25	3079	61				

Roptazijl

In tabel 4 zijn de vangstpercentages weergegeven voor het diepte aanbod bij Roptazijl. In deze tabel valt (in tegen stelling tot bij Zwarte Haan) te zien dat de glasalen al in het begin van het seizoen (maart) aanwezig waren. In tabel 4 is het onderscheid van het percentage wat gedurende het seizoen in het bovenste of onderste net zwemt minder goed zichtbaar dan bij Zwarte Haan. Er is een vage grens te zien tussen de driedoornige stekelbaarzen die in het begin meer voor het bovenste net kiezen en richting einde meer voor het onderste net. Maar zoals de gemiddelden laten zien in de tabel licht het verschil in driedoornige stekelbaarzen die gedurende het seizoen in het bovenste of onderste net zwemt op slechts 1,4%.

Voor de glasalen lijkt de grens in aantallen tussen het bovenste of onderste net per keer kleiner. Dit verschil is bij de driedoornige stekelbaarzen regelmatig nog 0/100%. Zodoende verdelen de glasalen de netten per keer duidelijker. In de gemiddelde verschillen zit wel meer ruimte als bij de driedoornige stekelbaarzen, namelijk 6,2%.

Zwak zichtbaar is een verband tussen de driedoornige stekelbaarzen en glasalen onderling. Namelijk wanneer de driedoornige stekelbaarzen boven in zwemmen is het percentage glasalen in het onderste net hoger en dit is andersom ook zo. Bij Zwarte Haan is dit niet waarneembaar.

Tabel 4 Gevangen percentage vis boven en onder (zie bijlage 4) Roptazijl Bron: Auteurs, 2014

Roptazijl								
	Larvennet boven		Larvennet onder		Percentage Driedoorn		Percentage Glasaal	
Bemonsteringen	23x		23x					
	Driedoornige	Glasaal	Driedoornige	Glasaal	Boven	Onder	Boven	Onder
Week 10								
7 maart	106		49	7	68%	32%	0%	100%
Week 11								
11 maart	10	34	31	24	24%	76	59%	41%
Week 12								
20 maart	4	1			100%	0%	100%	0%
Week 13								
26 maart								
Week 14								
1 april	6	2	26	1	19%	81%	67%	33%
3 april	52	2	3		95%	5%	100%	0%
Week 15								
9 april	2	4	2	25	50%	50%	14%	86%
Week 16								
15 april								
Week 17								
21 april		5		2			71%	29%
22 april		3	3	2	0%	100%	60%	40%
25 april		14	3	16	0%	100%	47%	53%
Week 19								
1 mei		2	2	1	0%	100%	67%	33%
7 mei	2			12	100%	0%	0%	100%
Gemiddelde					46%	54%	53%	47%
Totaal	182	67	119	90				

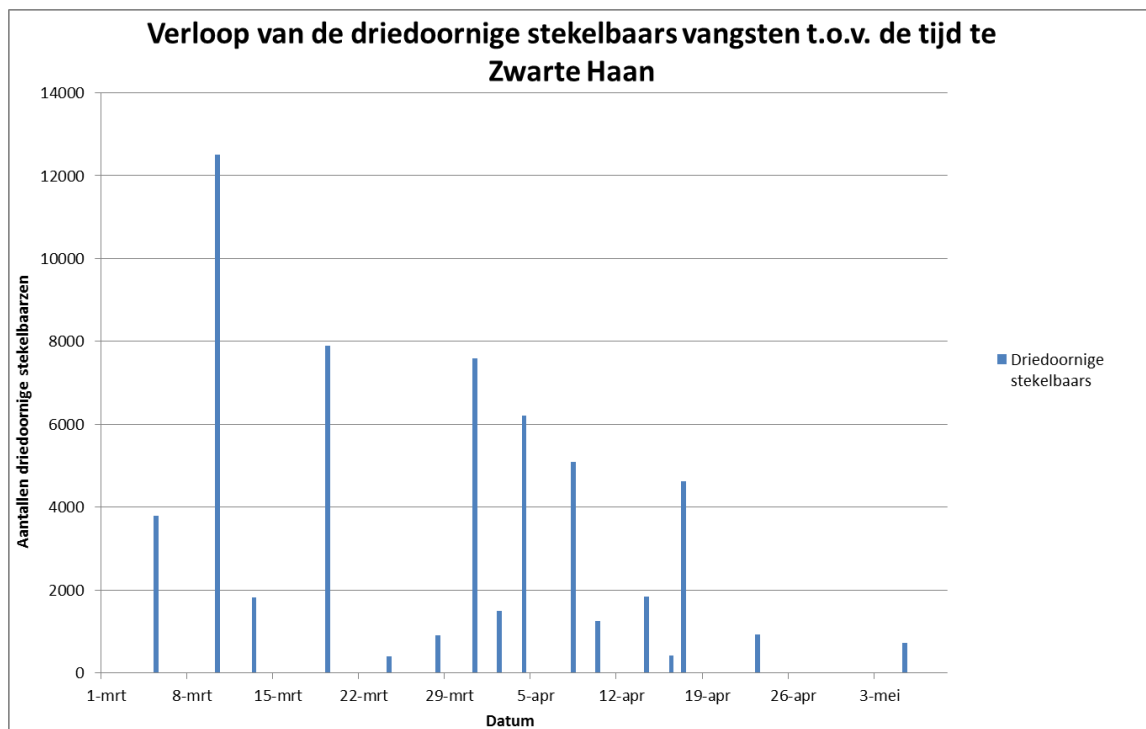
5.3 Verloop in seizoen aanbod

Deze paragraaf geeft een beeld over het aanbod van de driedoornige stekelbaarzen en de glasalen bij Zwarte Haan en Roptazijl gedurende de onderzoeksperiode. De gegevens uit deze paragraaf zeggen alleen iets over de aantallen aanbod tegenover de tijdsperiode. Met behulp van deze gegevens wordt inzicht gegeven op de volgende deelvraag:

- Is er sprake van een ophoping aan vissen voor het afwateringscomplex bij de gemalen?

Aanbod Zwarte Haan

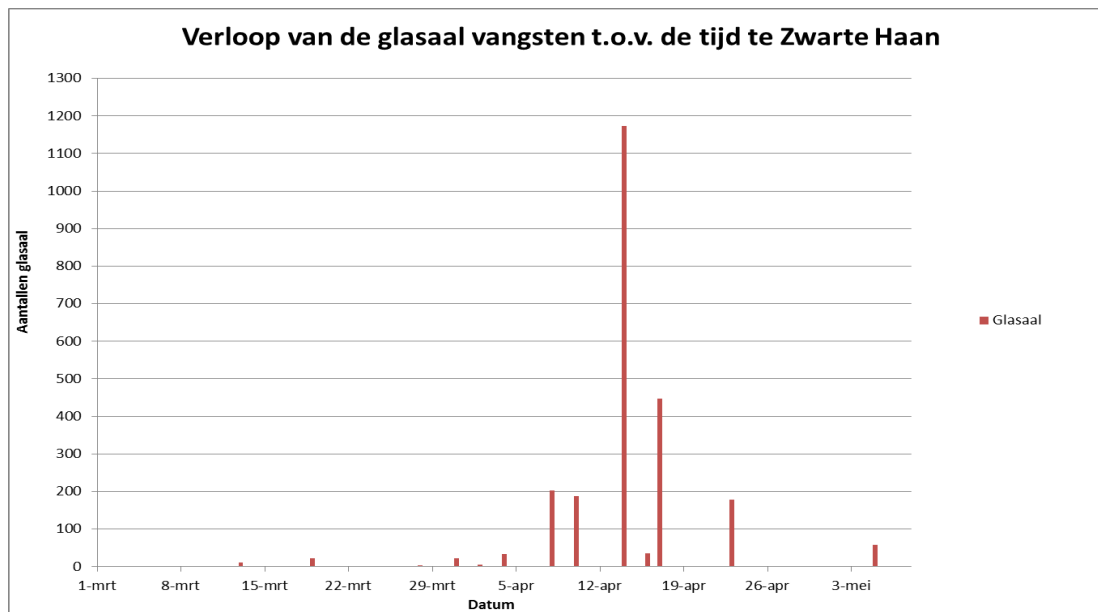
De grafieken 5 en 6 geven het vangstverloop (y-as) in relatie met de datum (x-as) bij Zwarte Haan weer. Hierbij betreft het alleen de beide hoofdsoorten van de buitendijkse vangsten.



Grafiek 5 Verloop driedoornige stekelbaars vangsten te Zwarte Haan (16 bemonsteringen)

Bron: (Auteurs)

In de grootte aan de vangsten van de driedoornige stekelbaars is gedurende het seizoen een afname te zien. Bij Zwarte Haan zijn in het begin van de bemonsteringen grote hoeveelheden aan driedoornige stekelbaarzen gevangen. De grootste vangst bedroeg 12.516 driedoornige stekelbaarzen op 10 maart. De vangsten nemen vervolgens gedurende het onderzoek af van duizenden naar enkele honderden (727) op 5 mei. Zodoende lijkt de voorjaarsstrek van de driedoornige stekelbaars voorbij te zijn aan het einde van april / begin mei.



Grafiek 6 Verloop glasaal vangsten te Zwarte Haan

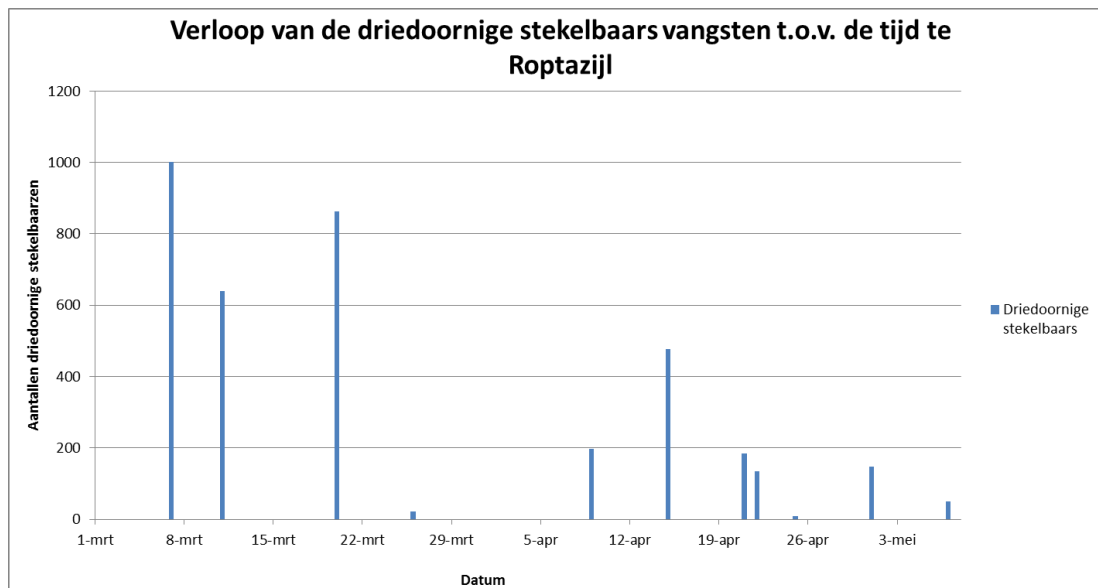
Bron: Auteurs

Begin maart zijn de eerste glasalen aangetroffen tijdens de bemonsteringen bij Zwarte Haan, hierbij ging het om enkele exemplaren. Deze aantallen namen vervolgens toe tot enkele tientallen halverwege maart. In april is er een piek waargenomen in de glasaal vangsten, deze piek is begonnen in het begin van april en bereikte zijn hoogste punt op 14 april. Op het hoogste punt zijn er 1173 glasalen gevangen. De vangsten nemen vervolgens weer af tot enkele tientallen (58) op 5 mei.

Bij Zwarte Haan komt het regelmatig voor dat bij de eerste bemonsteringen van de dag hoge aantallen driedoornige stekelbaarzen worden gevangen. In de grafieken is voor 8 van de 15 dagen een duidelijke piekvangst in de ochtend waarneembaar.

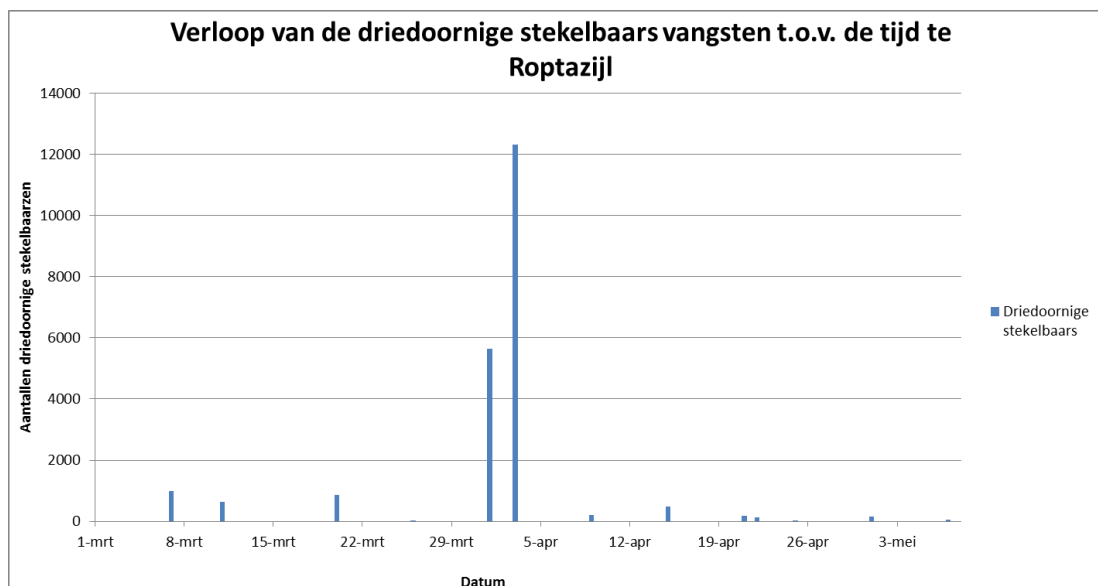
Aanbod Roptazijl

In de grafieken 7, 8 en 9 wordt het verloop van de buitendijkse vangsten in relatie tot de tijd bij Roptazijl weergegeven, hierbij betreft het alleen de hoofdsoorten. Tijdens de periode van bemonstering is de vispassage enige tijd inoperationeel geweest (van 25 maart tot 4 april). Tijdens deze periode is de buitendijkse vangst van de driedoornige stekelbaars erg hoog geweest. Om te voorkomen dat de aanbodsgrafiek (driedoornige stekelbaars) van Roptazijl niet meer leesbaar is door de extreme piekvangsten tussen 25 maart en 4 april zijn er voor deze soort twee grafieken opgesteld, één zonder de vangsten tijdens defect en één met (figuren 7 en 8).



Grafiek 7 Verloop driedoornige stekelbaars vangsten te Roptazijl

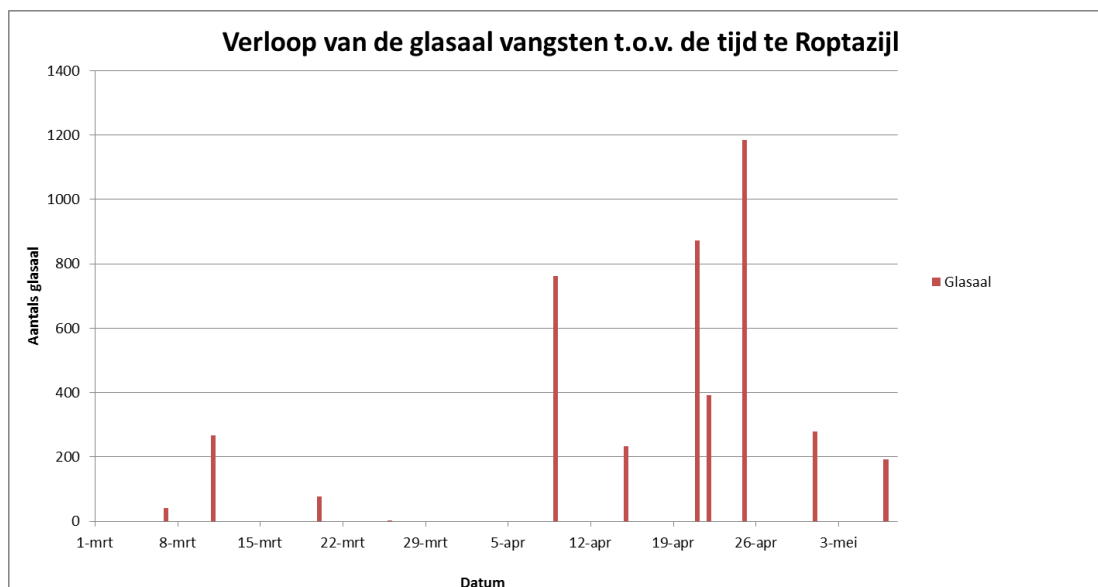
Bron: Auteurs



Grafiek 8 Verloop driedoornige stekelbaars vangsten te Roptazijl + gegevens 25-3 tot 4-4-2014

Bron: Auteurs

Bij Roptazijl is er een afname te zien (grafiek 7) in aantallen driedoornige stekelbaarzen die gedurende de bemonsteringsperiode buitendijks worden gevangen. Aan het begin van de bemonsteringen bij Roptazijl zijn de grootste hoeveelheden aan driedoornige stekelbaarzen gevangen. Hierbij was de grootste vangst 1001 driedoornige stekelbaarzen op 7 maart. Er is vervolgens een afname zichtbaar in de hoeveelheden gedurende het onderzoek van honderden naar enkele tientallen (50) driedoornige stekelbaarzen op 7 mei.



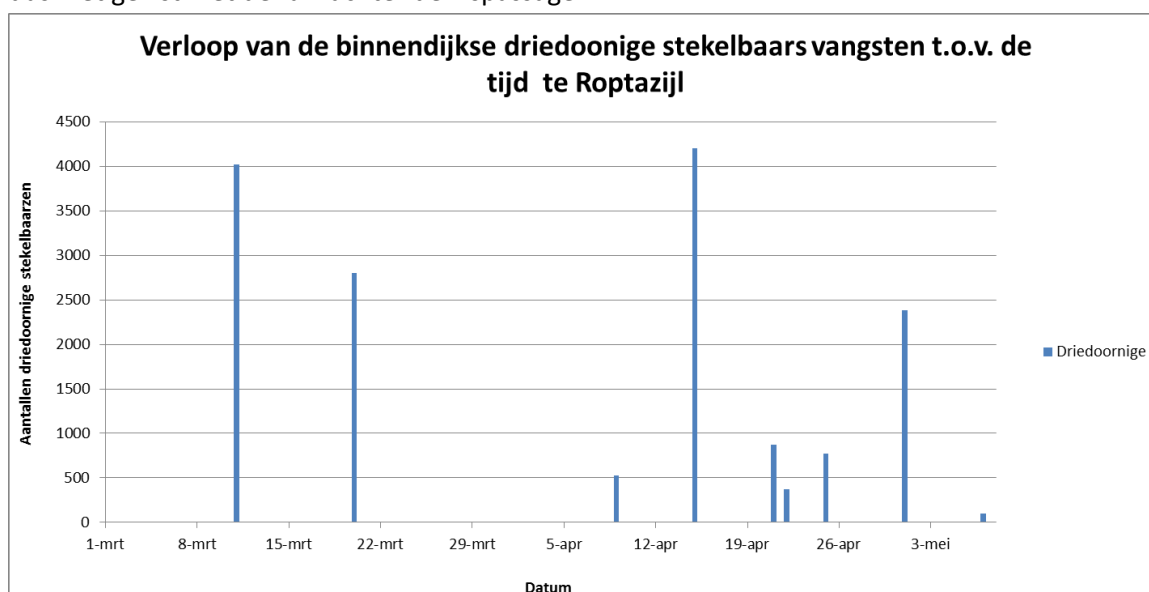
Grafiek 9 Verloop glasaal vangsten te Roptazijl

Bron: Auteurs

Evenals bij Zwarte Haan, zijn de eerste glasalen in het begin van maart aangetroffen. Bij Roptazijl zijn er meer glasalen aangetroffen in de bemonsteringen van maart. De aantallen liepen op van enkele tientallen naar honderdtallen (267) op 11 maart. Deze aantallen namen vervolgens weer af naar enkele glasalen aan het einde van maart. In het begin van april was vervolgens een piek aan glasalen waargenomen, de aantallen liepen van honderdtallen op tot in de duizend glasalen. De grootste vangst aan glasaal was op 25 april, op deze datum zijn er 1184 glasalen gevangen. De vangsten nemen na 25 april weer af tot honderdtallen (193) op 7 mei.

Verloop binnendijkse vangsten (vispassage) te Roptazijl

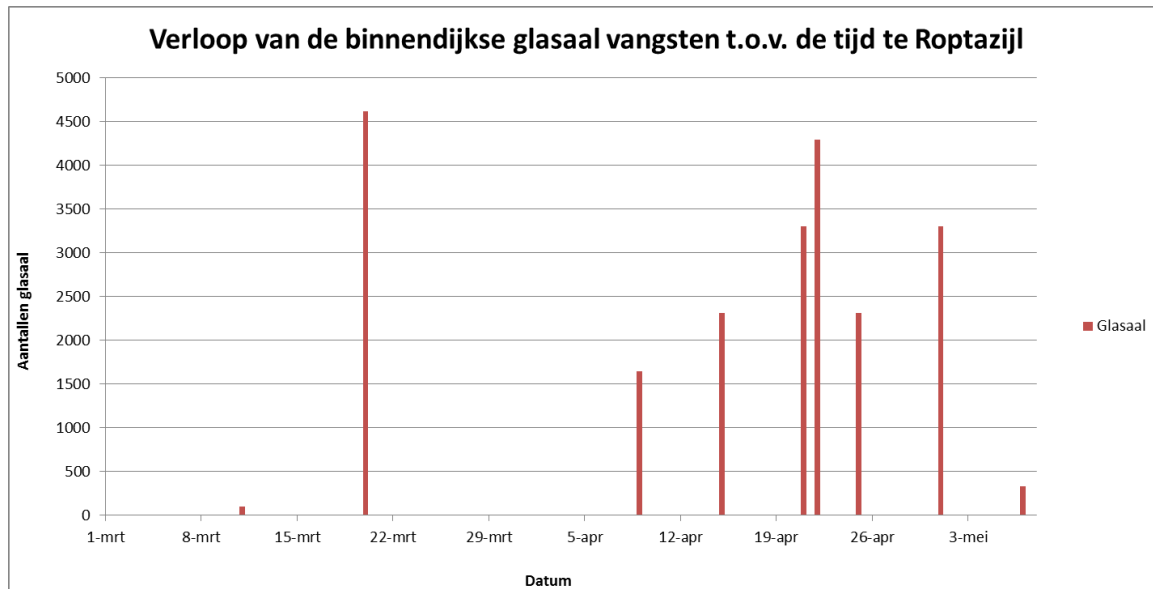
De grafieken 10 & 11 zijn de vispassagevangsten en het verloop in relatie tot de tijd weergegeven bij Roptazijl. Hierbij betreft het alleen de hoofdsoorten en de binnendijkse vangsten. Zoals genoemd is de vispassage tijdens het onderzoek enige tijd niet operationeel geweest. Tijdens deze periode is er dus niet gevestigd met de fuik achter de vispassage.



Grafiek 10 Verloop binnendijkse driedoornige stekelbaars vangsten

Bron: Auteurs, 2014

De vangsten van de vispassage (binnendijks) laten zien dat er grote hoeveelheden (tot 4.500 per dag) aan driedoornige stekelbaarzen zijn overgeheveld. Er valt (op twee uitschieters na) een afname te zien in de hoeveelheid aan driedoornige stekelbaarzen gedurende het seizoen. Hierbij zijn de hoeveelheden van duizenden in maart naar honderden toe gedaald in april en mei. De afname aan driedoornige stekelbaarzen gedurende het seizoen is in deze grafiek minder duidelijk waarneembaar als bij het verloop van de buitendijkse vangsten te Roptazijl (Grafiek 7).



Grafiek 11 Verloop binnendijkse glasaal vangsten

Bron: Auteurs, 2014

In het verloop van de binnendijkse glasaalvangsten is een toename aan glasaal waarneembaar, deze toename begint op 9 april. De toename aan glasaal heeft op 22 april zijn hoogste punt bereikt, op deze datum zijn er 4290 glasalen gevangen met de vispassage. Vervolgens neemt de hoeveelheid aan glasaal af tot 100 exemplaren op 7 mei. De toename aan glasaal is ook waargenomen in de buitendijkse monitoring, ook de afname is waargenomen. Tevens is in maart één piekvangst geweest die niet overeen komt met het buitendijkse aanbod van glasaal.

5.4 Fysisch-chemische eigenschappen en milieufactoren tegenover vangsten.

Van de bemonsteringsdagen zijn per locatie en per dag grafieken gemaakt. Deze zijn onder te verdelen in twee categorieën namelijk de fysisch-chemische eigenschappen en de milieufactoren. De grafieken van de **fysisch-chemische eigenschappen** zijn verdeeld in watertemperatuur, turbiditeit, zuurstof en geleidbaarheid. Van elk van deze eigenschappen is per dag een verloop in grafiekvorm weergegeven, tegenover de visvangsten (hoofdsoorten). Op deze manier is er van elke bemonsteringsdag een viertal grafieken weergegeven met de fysisch-chemische eigenschappen tegenover de visvangsten. Deze staan in bijlage 11 en 12 weergegeven.

Tevens zijn de **milieufactoren** (weersomstandigheden) regen, windkracht, wolkenpercentage en luchttemperatuur per bemonsteringsdag in grafiekvorm tegenover de vangsten weergegeven.

Met behulp van deze gegevens wordt inzicht gegeven op de volgende deelvragen:

- **Is er een verband tussen de fysisch-chemische eigenschappen(watertemperatuur, geleidbaarheid, turbiditeit en zuurstof) van het water en de hoeveelheden gevangen driedoornige stekelbaarzen en glasaal?**
- **Is er een verband tussen de milieufactoren (luchttemperatuur, windkracht, bewolkingsgraad en neerslag) en de hoeveelheden gevangen driedoornige stekelbaarzen en glasaal?**
- **Is er een verband tussen de getijdencyclus en de hoeveelheden gevangen driedoornige stekelbaarzen en glasaal?**

5.4.1 Vangsten tegenover fysisch-chemische eigenschappen

Roptazijl

Watertemperatuur

Bij het analyseren van de fysisch-chemische grafieken t.o.v. vangsten is voor de watertemperatuur het volgende af te lezen. Van de 13 representatieve bemonsteringsdagen valt er acht keer een verband te zien tussen stijgende watertemperaturen en een stijgend aantal aan visvangsten.

In de grafieken is verder te zien dat er vier keer sprake is van een constant verlopende visvangst bij een constante watertemperatuur. Bij een afnemende temperatuur is er drie van de 13 keer een afname te zien in de vangsten. Deze aantallen zijn niet zo sterk als de acht keer verband tussen de temperatuurstijging. Maar toch kan op basis van deze gegevens gezegd worden dat de watertemperatuur per bemonsteringsdag invloed heeft op het aanbod aan vis bij Roptazijl. Namelijk, vangsten dalen als de temperatuur daalt. Vangsten gaan omhoog bij een stijgende temperatuur. Vangsten blijven constant bij een constante watertemperatuur.

Geleidbaarheid

Met behulp van de grafieken van Roptazijl valt te concluderen dat bij een toename van de geleidbaarheid de visvangsten ook toenemen (acht van de 13 keer). Verder komt het zes keer voor dat bij een constante geleidbaarheid de visvangsten ook constant blijven.

Turbiditeit

In de meeste gevallen (zeven) valt er uit de gegevens van Roptazijl geen verband te zien tussen turbiditeit en de visvangst. Verder wordt er vijf keer waargenomen, dat bij een stijging van turbiditeit de vangsten stijgen. Tevens wordt er drie keer weergegeven dat er bij dalende vangsten een stijgende turbiditeit waarneembaar is.

Zuurstof

Uit de fysisch-chemische grafieken is in de meeste gevallen geen verband of relatie waarneembaar tussen het zuurstofpercentage en de visvangsten te Roptazijl. Wel is er voor een enkele keer af te lezen dat er bij een hoog percentage aan zuurstof een hoog aantal vis is gevangen.

Zwarte Haan

Voor de fysisch-chemische eigenschappen bij Zwarte Haan zijn weinig tot geen verbanden af te lezen ten opzichte van de vangsten.

5.4.2 Vangsten tegenover milieufactoren

Roptazijl

Uit bijlage 14 “Milieufactoren tegenover de vangsten (Roptazijl)” blijkt dat de relaties tussen oplopende, dalende en constante windkracht weinig tot geen invloed heeft op de vangsten. Ditzelfde is ook gedaan voor de temperatuur. Hieruit blijkt dat een oplopende (dag)temperatuur invloed heeft op een grotere visvangst.

Met behulp van de grafieken is er geen verband af te lezen tussen het gemiddelde wolkenpercentage en regen.

Zwarte Haan

Trends en verbanden omtrent de milieufactoren liggen bij Zwarte Haan lager als bij Roptazijl. Er is bij Zwarte Haan weinig verband te zien tussen temperatuurstijging of daling in het visaanbod. Dit geldt hier ook voor de wind, regen en bewolking.

Verder is er één bemonsteringsdag geweest met windkracht 6/7 (noord/westen). Hierdoor was het hoogwater hoger dan normaal. Deze dag liepen de aantallen glasalen richting hoogwater op tot 1.173 exemplaren. Of dit een trend of een incidentele waarneming in de milieufactoren is kan helaas niet gezegd worden, omdat het maar één keer is voorgekomen.

5.4.3 Getijdencyclus en de hoeveelheden gevangen hoofdsoorten

Roptazijl

Bij Roptazijl is er vaak een tweedeling waarneembaar in de bemonsteringsdag waarop de vissen worden gevangen. Het is namelijk zo, dat de vissen hier vaak of het eerste dagdeel binnen komen of het tweede. Een geleidelijk verspreid verloop over de dag van de vangsten komt bij deze locatie zelden voor.

Uit de grafieken valt af te leiden dat de vissen 5 keer de laatste helft van de bemonsteringsdag gevangen worden en dit ook 5 keer de eerste helft gebeurt. Verschil hierin is dat wanneer de bemonsteringsdag in de ochtend start (voor 07:30 u.) de meeste vangsten ook in de ochtend worden gedaan. Wanneer de bemonsteringsdag later begint en hoogwater ook later op de dag is, migreren de vissen hoofdzakelijk de tweede helft van de bemonsteringsdag (drie keer valt hierin uit de grafieken geen onderscheid te halen).

Zwarte Haan

Voornamelijk tegen de avond en bij hoogwater loopt de glasaalvangst op. Dit zelfde geldt voor de ochtenden wanneer er vroeg gevist wordt. Midden op de dag worden er weinig glasalen gevangen bij Zwarte Haan. Deze trend is voor de driedoornige stekelbaarzen minder te zien. Deze worden ook midden op de dag gevangen met af en toe onverklaarbare uitschieters.

5.5 Lengtes en gewicht driedoornige stekelbaars

Deze paragraaf bevat de tabellen en grafieken met hierin de weeg en meet gegevens omtrent driedoornige stekelbaarzen (buitendijks). Vanaf (kalender)week 10 tot en met (kalender)week 19 zijn er op de verschillende locaties vissen gewogen en gemeten. Met deze gegevens kan iets gezegd worden over het lengte en gewicht verloop gedurende de onderzoeksperiode. Niet voor elke dag zijn de lengte en gewichten van de driedoornige stekelbaarzen opgenomen. Dit is afhankelijk of de hoeveelheden vangst dit toelaat. Voor het meten waren 10 vissen per meetbeurt nodig en voor het wegen van een litermaat waren er ca. 350 vissen nodig. Met behulp van deze gegevens wordt inzicht gegeven op de volgende deelvragen:

- Is er een verband tussen de dag en de lengte en gewicht van driedoornige stekelbaarzen?

Lengte in cm

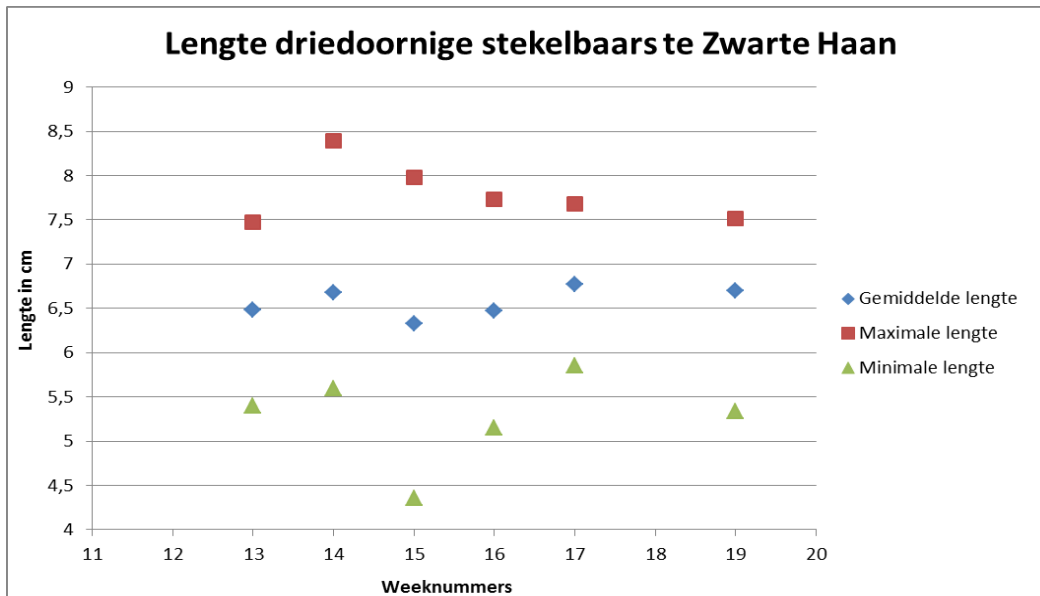
In tabel 5 zijn de minimale, maximale en gemiddelde lengtes (in cm) van de gevangen driedoornige stekelbaarzen weergegeven voor de beide locaties. In de grafieken 12 en 13 is voor deze locaties het verloop van de lengte van de driedoornige stekelbaars te zien. Hierbij is gewerkt met gemiddelden per week.

Tabel 5 Lengte verloop driedoornige stekelbaars

Bron: (Auteurs)

Bemonsteringen	Zwarte Haan			Roptazijl		
	121 x			91 x		
	Min. Lengte in cm	Max. Lengte in cm	Gemiddelde lengte in cm	Min. lengte in cm	Max. lengte in cm	Gemiddelde lengte in cm
Maart						
Week 10 (3 – 9 maart)	-	-	-	-	-	-
Week 11 (10 – 16 maart)	-	-	-	-	-	-
Week 12 (17 – 23 maart)	-	-	-	5,24	7,20	6,37
Week 13 (24 – 30 maart)	5,40	7,47	6,48	5,80	7,48	6,51
April						
Week 14 (31 maart – 6 april)	5,60	8,39	6,68	5,80	7,34	6,43
Week 15 (7 – 13 april)	4,36	7,98	6,33	5,80	7,56	6,90
Week 16 (14 – 20 april)	5,15	7,73	6,47	6,20	7,59	6,90
Week 17 (21 – 27 april)	5,85	7,68	6,77	5,51	7,74	6,63
Mei						
Week 18 (28 april – 4 mei)	-	-	-	5,83	7,90	6,81
Week 19 (5 – 11 mei)	5,34	7,52	6,70	-	-	-
Gemiddeld totaal	5,28	7,80	6,57	5,74	7,54	6,62

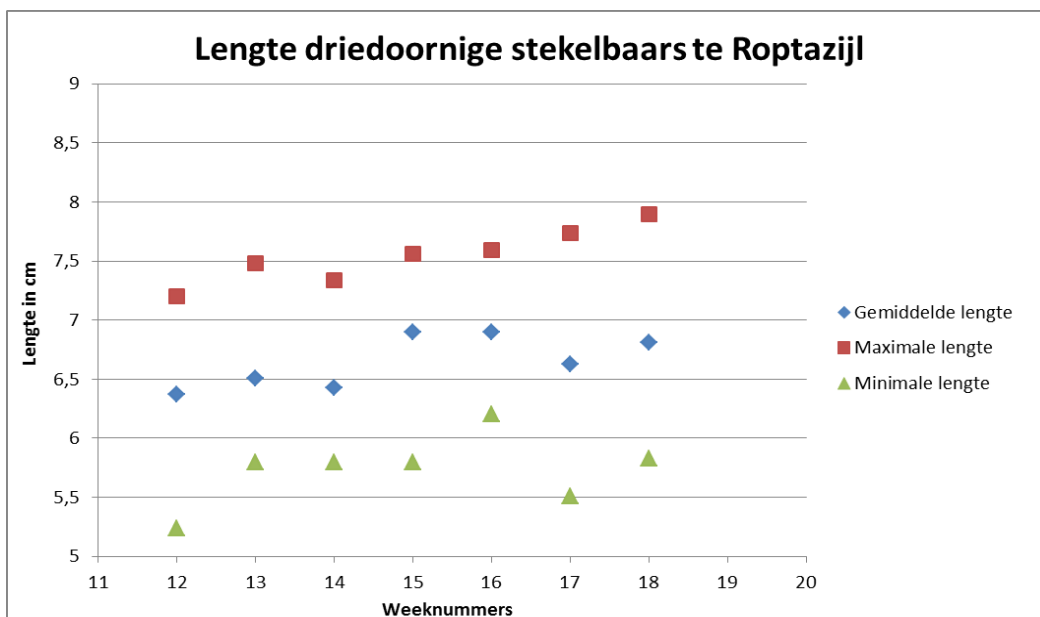
Als er naar de gemiddelde lengtes van de driedoornige stekelbaarzen bij **Zwarte Haan** wordt gekeken, valt te zien dat bij de eerste metingen in week 13 (24-30 maart) de gemiddelde lengte 6,48 cm is. De week hierop lopen de lengtes iets op. Vervolgens neemt de gemiddelde lengte af tot 6,51 cm in week 15. De volgende weken stijgt de gemiddelde lengte van de driedoornige stekelbaars bij Zwarte Haan naar 6,70 cm in week 19. De langste driedoornige stekelbaars die tijdens dit onderzoek gevangen is was 8,39 cm en is gevangen bij Zwarte Haan.



Grafiek 12 Lengte verloop driedoornige stekelbaars te Zwarte Haan

Bron: Auteurs, 2014

Bij **Roptazijl** is het verschil in lengte van de driedoornige stekelbaarzen gemiddeld groter dan bij Zwarte Haan. Bij de eerste meting in week 12 (17-23 maart) ligt de gemiddelde lengte van de driedoornige stekelbaars op 6,37 cm. Bij Zwarte Haan is de afname in lengte in week 15 te zien. Bij Roptazijl is deze afname een week eerder te zien. Vervolgens stijgt de gemiddelde lengte bij Roptazijl naar 6,90 cm. Dit blijft twee weken stabiel waarna het weer afneemt richting de 6,60 cm. Vanaf week 17 (21-27 april) lopen de lengtes van de binnengekomen driedoornige stekelbaarzen weer op.



Grafiek 13 Lengte verloop driedoornige stekelbaars te Roptazijl

Bron: Auteurs, 2014

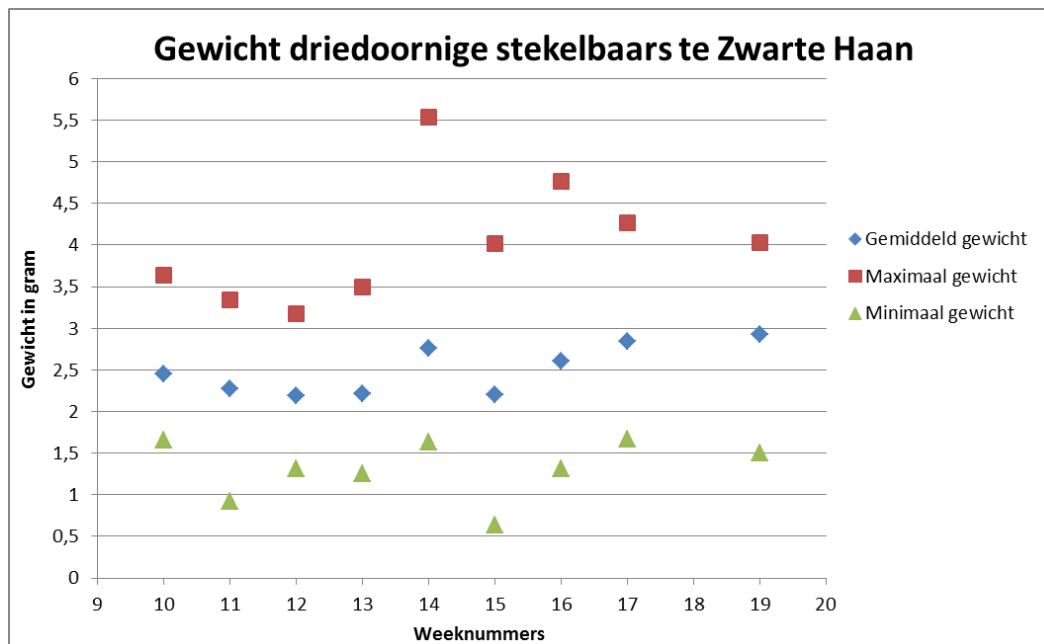
Gewicht in grammen

In tabel 6 is het minimale, maximale en gemiddelde gewicht (in gr.) van de gevangen driedoornige stekelbaarzen weergegeven voor de beide locaties. In de grafieken 14 en 15 is voor deze locaties het verloop van het gewicht van de stekelbaarzen per week weergegeven.

Tabel 6 Verloop gewicht (gr.) driedoornige stekelbaars Bron: Auteurs, 2014

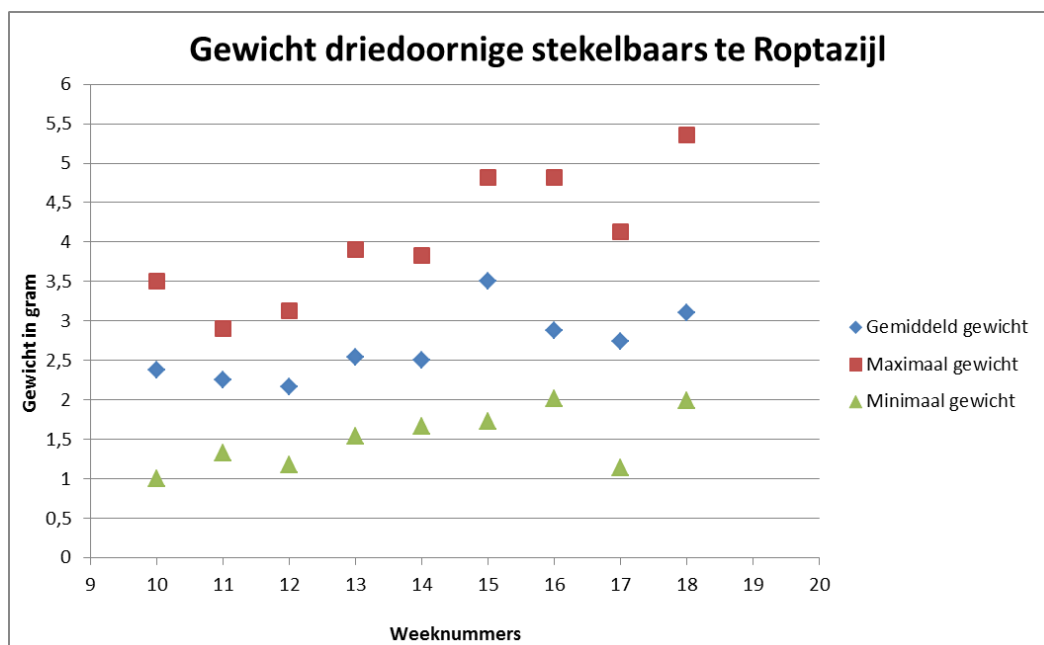
Bemonsteringen	Zwarte Haan			Roptazijl		
	191 x			131 x		
	Min. gewicht (g)	Max. Gewicht (g)	Gemiddelde gewicht (g)	Min. Gewicht (g)	Max. gewicht (g)	Gemiddelde gewicht (g)
Maart						
Week 10 (3 – 9 maart)	1,66	3,64	2,46	1,00	3,51	2,38
Week 11 (10 – 16 maart)	0,92	3,34	2,27	1,33	2,91	2,26
Week 12 (17 – 23 maart)	1,31	3,18	2,19	1,18	3,13	2,16
Week 13 (24 – 30 maart)	1,25	3,50	2,22	1,54	3,91	2,54
April						
Week 14 (31 maart – 6 april)	1,63	5,54	2,76	1,67	3,83	2,51
Week 15 (7 – 13 april)	0,64	4,02	2,21	1,73	4,82	3,51
Week 16 (14 – 20 april)	1,31	4,77	2,60	2,01	4,82	2,89
Week 17 (21 – 27 april)	1,67	4,27	2,84	1,14	4,13	2,74
Mei						
Week 18 (28 april – 4 mei)	-	-	-	1,99	5,36	3,10
Week 19 (5 – 11 mei)	1,50	4,03	2,93	-	-	-
Gemiddeld totaal	1,32	4,03	2,50	1,51	4,05	2,61

Uit grafiek 14 is af te lezen dat bij **Zwarte Haan**, de eerste weken een lichte daling zit in het gewicht van de driedoornige stekelbaarzen. Het gemiddelde gewicht is de eerste meting (week 10) 2,5 gram en daalt licht tot 2,2 gram in week 13. De week hierop stijgt het gewicht richting de 2,8 gram na deze week daalt het gemiddelde gewicht weer richting de 2,2 gram. De hierop volgende weken stijgt het gemiddelde gewicht bij Zwarte Haan tot tegen de gram in week 19. De grootste driedoornige stekelbaars die bij Zwarte Haan is gevangen, woog 5,54 gram en werd in week 14 gevangen.



Grafiek 14 Verloop in gewicht driedoornige stekelbaars te Zwarte Haan **Bron:** Auteurs, 2014

Het gemiddelde gewichtsverloop van de driedoornige stekelbaars Zwarte Haan (zie grafiek 14) komt overeen met die van Roptazijl (grafiek 15). Alleen is de piek bij Zwarte Haan in week 14 waarneembaar, bij Roptazijl is deze een week later. Vervolgens is de zelfde curve waarneembaar als bij Zwarte Haan. Na de piek is er een daling waarneembaar waarna het gemiddelde gewicht weer oploopt.



Grafiek 15 Verloop in gewicht driedoornige stekelbaars te Roptazijl **Bron:** Auteurs, 2014

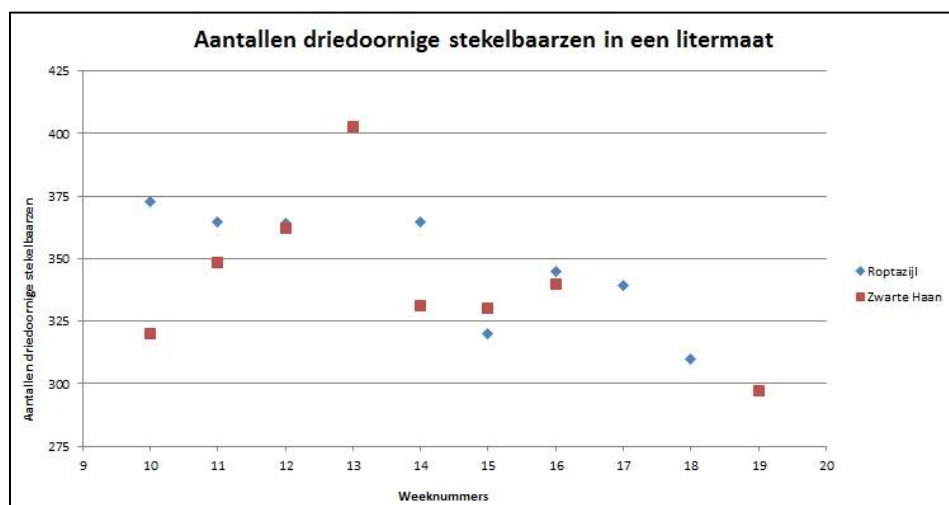
Hoeveelheden en gewicht driedoornige stekelbaars per liter

Tijdens het onderzoek zijn litermaten met driedoornige stekelbaarzen gewogen en geteld. De aantallen en het gewicht van de driedoornige stekelbaarzen in de litermaat staan in tabel 7 weergegeven per locatie. Uit grafiek 16 valt te zien dat er op beide locaties steeds minder driedoornige stekelbaarzen in een litermaat kunnen. Tijdens de bemonsteringen zijn er in totaal 24 litermaten driedoornige stekelbaarzen geteld en 24 gewogen voor beide locaties.

Tabel 7 Aantallen en totaal gewicht (gr) driedoornige stekelbaars in een liter

Bron: Auteurs, 2014

Zwarte Haan			Roptazijl		
	Hoeveelheid driedoorn in een litermaat	Gewicht (g/l)		Hoeveelheid driedoorn in een litermaat	Gewicht (g/l)
Bemonsteringen	11x	13x	Bemonsteringen	15x	14x
Week 10			Week 10		
5 maart	320	663	7 maart	361	692,8
Week 11			7 maart	368	-
10 maart	368	692,1	7 maart	389	-
10 maart	-	698,9	Week 11		
10 maart	-	694,7	11 maart	365	801,5
Week 12			11 maart	364	826,5
19 maart	362	749,7	Week 12		
Week 13			20 maart	348	764,1
28 maart	403	776,3	20 maart	380	772,5
Week 14			Week 14		
31 maart	300	736,9	1 april	381	837,4
4 april	362	792,9	3 april	356	849,5
Week 15			3 april	357	829,7
8 april	330	769,9			
Week 16			Week 15		
17 april	340	776,9	9 april	320	793,6
Week 19			Week 16		
5 mei	297	771	15 april	345	848,2
Gemiddelde	342	734,1	Week 17		
Totaal gemiddelden			21 april	350	792,5
Hoeveelheid driedoorn in een litermaat	349		22 april	329	782,1
Gewicht	771,6		Week 18		
			1 mei	310	809,7
			Gemiddelde	355	800,0



Grafiek 16 Verloop driedoornige stekelbaars in een litermaat

Bron: Auteurs, 2014

5.6 Effectiviteitsberekening vispassage Roptazijl

Voor de effectiviteitsberekening zijn de buitendijkse dagvangsten tegenover de binnendijkse dagvangsten gezet, om de effectiviteit te kunnen berekenen. De effectiviteitsberekening staat weergegeven in tabel 8.

Tabel 8 Effectiviteitsberekening voor de vispassage te Roptazijl

	Driedoornige stekelbaars			Glasaal		
	Vangsten Voor	Vangsten Na	Effectiviteit	Vangsten Voor	Vangsten Na	Effectiviteit
11-3-2014	639	4025	630%	267	100	37%
20-3-2014	863	2800	324%	78	4620	5923%
9-4-2014	198	525	265%	762	1650	217%
15-4-2014	477	4200	881%	233	2310	991%
21-4-2014	184	875	476%	871	3300	379%
22-4-2014	134	369	275%	392	4290	1094%
25-4-2014	10	770	7700%	1184	2310	195%
1-5-2014	147	2380	1619%	280	3300	1179%
7-5-2014	50	100	200%	193	330	171%
Gemiddeld	300	1783	594%	473	2468	521%

In tabel 8 staan percentages weergegeven boven de 100%. Dit betekent dat er meer vissen door de vispassage zijn gegaan, dan dat er buitendijks zijn gevangen. De effectiviteit van de vispassage is gemiddeld 558%, dit betekent dat er gemiddeld ongeveer vijf keer meer vissen zijn gevangen binnendijks dan buitendijks. De betrouwbaarheid en de oorzaak van de verschillen in percentages zal worden besproken in hoofdstuk 7.

5.7 Statistische toetsen

Met behulp van statistische toetsen zijn er verbanden gelegd tussen de buitendijkse visvangsten en de watertemperatuur, luchttemperatuur, geleidbaarheid, zuurstof, turbiditeit, datum en het waterniveau. Hiermee geeft de statistiek een antwoord op de volgende deelvragen:

- Is er een verband tussen de getijdencyclus en de hoeveelheden gevangen driedoornige stekelbaarzen en glasaal?
- Is er een verband tussen de fysisch-chemische eigenschappen (watertemperatuur, geleidbaarheid, turbiditeit en zuurstof) van het water en de hoeveelheden gevangen driedoornige stekelbaarzen en glasaal?
- Is er een verband tussen de milieufactoren (luchttemperatuur, windkracht, bewolgingsgraad en neerslag) en de hoeveelheden gevangen driedoornige stekelbaarzen en glasaal?

Met behulp van het Linear Regression model is per vangstmethode, per locatie een statistische toets gedaan. De resultaten van de statistische toetsen staan in bijlagen 10.1 t/m 10.6.

Uit de statistische toetsen blijkt dat er significante verbanden aanwezig zijn tussen de vangsten en de onderzochte factoren.

5.7.1 Driedoornige Stekelbaars

Kruisnet

In tabel 9 staan de factoren die een significant effect hadden op de vangsten. In de tabel staan de factoren, met het effect dat de factor had op de vangsten en de locatie waar het verband is aangetroffen.

Met een positief en negatief effect wordt bedoeld:

- Er worden **meer** vissen gevangen bij een **positief** verband.
- Er worden **minder** vissen gevangen bij een **negatief** verband.

Tabel 9 Statistische verbanden kruisnetvangsten aan driedoornige stekelbaarzen

Locatie	Factor	Effect	Toe/afname per waarde
Zwarte Haan	Watertemperatuur	Positief	+1,27 per °C
Zwarte Haan	Turbiditeit	Positief	+1,01 per FNU
Roptazijl	Datum	Negatief	-1,04 per dag
Roptazijl	Geleidbaarheid	Negatief	-1,04 per mS/cm
Roptazijl	Turbiditeit	Positief	+1,01 per FNU
Roptazijl	Waterniveau	Negatief	-1,00 per m N.A.P.

Er zijn in totaal vijf verbanden gevonden tussen de visvangsten en de onderzochte factoren. Hiervan hadden twee verbanden een positief effect op de visvangsten en hadden de overige drie verbanden een negatief effect op de vangsten. Voor turbiditeit is tweemaal een positief significant verband aangetoond.

Larvennetten

De statistische toetsen voor de larvennetten zijn verdeeld in de vangsten op diepte van het net, en de factoren die invloed hadden op de vangsten op de dieptes. De dieptes waarop getoetst is, is op $\frac{1}{4}$ van de diepte en op $\frac{3}{4}$ van de diepte. De resultaten van de statistische toetsen staan weergegeven in tabel 10 en 11.

Tabel 10 Larvennet op $\frac{1}{4}$ diepte

Locatie	Factor	Effect	Toe/afname per waarde
Zwarte Haan	Watertemperatuur	Positief	+1,45 per °C
Zwarte Haan	Datum	Negatief	-1,07 per dag
Roptazijl	Watertemperatuur	Negatief	-1,23 per °C
Roptazijl	Luchttemperatuur	Positief	+1,25 per °C
Roptazijl	Turbiditeit	Positief	+1,01 per FNU

Voor het larvennet dat zich op $\frac{1}{4}$ van de diepte bevond zijn twee positieve verbanden gevonden en twee negatieve verbanden, hierbij is het positieve verband watertemperatuur tweemaal aangetroffen.

Tabel 11 Larvennet op $\frac{3}{4}$ diepte

Locatie	Factor	Effect	Toe/afname per waarde
Zwarte Haan	Watertemperatuur	Positief	+1,30 per °C
Zwarte Haan	Datum	Negatief	-1,07 per dag
Roptazijl	Luchttemperatuur	Positief	+1,16 per °C
Roptazijl	Turbiditeit	Positief	+1,01 per FNU
Roptazijl	Waterniveau	Negatief	-1,01 per m N.A.P.

Voor het larvennet dat zich op $\frac{3}{4}$ van de diepte bevond zijn drie positieve verbanden gevonden en twee negatieve verbanden.

Samengevat

Voor de vangsten aan driedoornige stekelbaarzen zijn de volgende positieve verbanden aangetoond uit zes toetsen:

- Driemaal een positief verband tussen de vangsten en de watertemperatuur.
- Driemaal een positief verband tussen de vangsten en de turbiditeit.
- Tweemaal een positief verband tussen de vangsten en de luchttemperatuur.

Voor de vangsten aan driedoornige stekelbaarzen zijn de volgende negatieve verbanden aangetoond uit zes toetsen:

- Driemaal een negatief verband tussen de vangsten en de datum.
- Tweemaal een negatief verband tussen de vangsten en het waterniveau.
- Eenmaal een negatief verband tussen de vangsten en de geleidbaarheid.
- Eenmaal een negatief verband tussen de vangsten en de watertemperatuur

5.7.2 Glasaal

Kruisnet

In tabel 12 staan de factoren die een significant effect hadden op de vangsten. In de tabel staan de factoren, met het effect dat de factor had op de vangsten en de locatie waar het verband is aangetroffen.

Tabel 12 Statistische verbanden kruisnetvangsten aan glasaal

Locatie	Factor	Effect	Toe/afname per waarde
Zwarte Haan	Datum	Positief	+1,03 per dag
Zwarte Haan	Waterniveau	Positief	+11,09 per m N.A.P
Roptazijl	Turbiditeit	Positief	+1,01 per FNU
Roptazijl	Watertemperatuur	Positief	+1,38 per °C

Er zijn in totaal vier verbanden gevonden tussen de glasaal visvangsten en de onderzochte factoren. Hiervan hadden alle verbanden een positief effect op de visvangsten.

Larvennetten

Evenals bij de statistische toetsen voor de larvennetten van de driedoornige stekelbaarzen, zijn de toetsen verdeeld in de vangsten op diepte van het net, en de factoren die invloed hadden op de vangsten op de dieptes. De resultaten van de statistische toetsen staan weergegeven in tabel 13 en 14.

Tabel 13 Larvennet op ¼ diepte

Locatie	Factor	Effect	Toe/afname per waarde
Zwarte Haan	Watertemperatuur	Positief	+1,02 per °C
Zwarte Haan	Zuurstof	Positief	+1,00 per %
Roptazijl	Watertemperatuur	Positief	+1,50 per °C
Roptazijl	Datum	Negatief	-1,08 per dag

Er zijn in totaal drie verbanden gevonden tussen de glasaal visvangsten en de onderzochte factoren. Hiervan hadden er twee een positief effect op de vangsten en één verband een negatief effect. De factor watertemperatuur is tweemaal aangetoond.

Tabel 14 Larvennet op ½ diepte

Locatie	Factor	Effect	Toe/afname per waarde
Zwarte Haan	Datum	Positief	+1,01 per dag
Roptazijl	Luchttemperatuur	Positief	+1,27 per °C

Er zijn in totaal twee verbanden gevonden tussen de glasaal visvangsten en de onderzochte factoren. Hiervan hadden alle verbanden een positief effect op de visvangsten.

Samengevat

Voor de vangsten aan glasaal zijn de volgende positieve verbanden aangetoond uit zes toetsen:

- Driemaal een positief verband tussen de vangsten en de watertemperatuur.
- Tweemaal een positief verband tussen de vangsten en de datum.
- Eenmaal een positief verband tussen de vangsten en de luchttemperatuur.
- Eenmaal een positief verband tussen de vangsten en de zuurstofconcentratie.
- Eenmaal een positief verband tussen de vangsten en de turbiditeit.
- Eenmaal een positief verband tussen de vangsten en het waterniveau.

Voor de vangsten aan glasaal zijn de volgende negatieve verbanden aangetoond uit zes toetsen:

- Eenmaal een negatief verband tussen de vangsten en de datum.

5.7.3 Diepteverdeling

Met de statistiek is ook gekeken of er een significant verschil aanwezig was in de verdeling van de hoofdsoorten in de waterkolom. Dit werd gedaan door middel van het gebruik van de statistische toets: T-test. Hiermee geven de statistische toetsen antwoord op de deelvraag:

Welke soorten, in welke hoeveelheden en op welke diepte bevinden deze soorten zich in de 'waterkolom' aan de zeezijde van de gemalen Zwarte Haan en Roptazijl?

De resultaten van deze statistische toetsen staan in bijlage 10.4. Uit de resultaten bleek dat er wel een significant verschil aanwezig was tussen de verdeling van de vangsten met de larvennetten bij Zwarte Haan en Roptazijl. Bij Zwarte Haan werden de driedoornige stekelbaarzen en de glasalen voornamelijk in het onderste net aangetroffen. Bij Roptazijl werden de driedoornige stekelbaarzen voornamelijk in het onderste net gevangen, de glasalen werden voornamelijk in het bovenste net gevangen.



Figuur 19 Tellen van de vangst, Zwarte Haan

Bron: (Auteurs)

6. Discussie

Dit hoofdstuk is een reflectie van het uitgevoerde onderzoek. Per onderdeel wordt vermeld wat in het vervolgonderzoek anders gedaan zou kunnen worden.

Larvennetten

- Aan de effectiviteit van de vangsten met de larvennetten wordt door ons getwijfeld. In verhouding is het rendement van het kruisnet groter. Het zou kunnen zijn dat de vissen de netten onderwater zien hangen en hierdoor de netten mijden. Zodoende bestaat het vermoeden dat de vissen ontwijkgedrag vertonen bij de larvennetten.
- Er wordt wel vis met de larvennetten gevangen maar meestal blijven deze in het voorste gedeelte van het net zitten. Het percentage dat echter achterin dus voorbij de keel van het net zit ligt veel lager. Deze keel is ook iets dichtgeknepen waardoor het voor de vissen misschien lastig is naar binnen te zwemmen. Het zou daarom mogelijk zijn dat een percentage van de vissen in de drie minuten dat het net in het water hangt eerder weer naar buiten zwemmen dan dat ze door de keel zwemmen.
- Bij de start van het onderzoek waren de larvennetten nog helder wit. In de loop van het onderzoek en zeker tegen het eind zijn de netten verkleurd, tegen het eind zijn de netten erg bruin geworden. Dit zou van invloed kunnen zijn op de vangsten, of de vissen de netten door de bruine kleur beter of minder goed kunnen zien is niet bekend. Wellicht heeft het verkleuren van de netten invloed gehad op het (ontwijk) gedrag van de vissen.



Figuur 20 voorbeeld verkleuring larvennetten. Foto 1 begin maart foto 2 eind april.
Bron: (Auteurs en Tania Timmer 2014)

- Het vermoeden bestaat dat vooral driedoornige stekelbaarzen langs randen zwemmen. De larvennetten worden ongeveer in het midden van de watergang geplaatst waardoor het de vraag is of er een representatieve vangst gedaan wordt om iets over het aanbod te kunnen zeggen. Helaas is er geen literatuur beschikbaar die, bevestigt dat de driedoornige stekelbaarzen voornamelijk langs randen zwemmen.
- Bij het legen van de netten worden de netten naar boven getrokken. Hierdoor bestaat de kans dat, op dat moment, er nog vissen in of uit de netten zwemmen. Dit kan een vertekend beeld opleveren van op welke diepte de vissen worden aangeboden. Het naar boven trekken van de netten duurt slechts enkele seconden. Hierdoor wordt er ervanuit gegaan dat het percentage dat dan nog naar binnen zwemt verwaarloosbaar is.

Kruisnet

- Verschil in netten; Bij Zwarte Haan is er met een kruisnet met een maaswijdte van 2 mm gevist, bij Roptazijl heeft het kruisnet een maaswijdte van 1 mm. Of dit invloed heeft gehad op de visvangsten is niet bekend.

Binnenkomst glasaal

- Vanaf 13 maart worden de eerste glasalen gevangen bij Zwarte Haan. Dit is ook de eerste dag dat er tot in de avond gevist wordt (hoogwater 19:50). Het zelfde geldt voor 28 maart. De dagen hiervoor en erna worden er geen glasalen gevangen, maar hier wordt ook niet in de avond gevist. Wanneer er op deze momenten ook in de avond zou worden gevist zouden de grafieken met aanbod glasaalverloop er waarschijnlijk anders uit hebben gezien.

Methode

- Door de getijden varieert de diepte van de lokstroom bij Roptazijl t.o.v. de waterspiegel. Zodoende is de lokstroom niet altijd op dezelfde hoogte in de waterkolom. Hierdoor komen de vissen op variërende dieptes binnen.

Algemeen

- Er is enkele meters van de lokstroom af gevist bij Roptazijl, dit kwam doordat het gebied voor de lokstroom ontoegankelijk was om het net te gebruiken. Hierdoor zijn de vissen die zich rondom de ingang van de vispassage en de lokstroom bevonden, wellicht gemist.
- Doordat de vissen werden vrijgelaten na een bemonsteringscyclus, is het mogelijk dat vissen twee of meerdere keren zijn gevangen en zijn geteld.
- Bij Zwarte Haan kunnen de vissen niet verder, ze stuiten hier op een barrière. Bij Roptazijl kunnen de vissen gebruik maken van de vispassage. Hierdoor zou er per locatie verschil kunnen zitten in het gedrag van de vissen.
- Bemonsteringsdagen: Om een beter beeld te krijgen van de vangst verlopen is het beter om één locatie te bemonsteren per team. Op de huidige manier zitten er soms een paar dagen tussen de bemonsteringen per locaties waardoor er bepaalde verbanden en trends gemist kunnen worden.
- Door de verschillen in locaties is het in sommige gevallen lastig de meetgegevens te vergelijken. Zo heeft volgens ons de lokstroom bij Roptazijl invloed op de hoogte waarop de vissen binnen zwemmen. De lokstroom staat op een standaard hoogte, het waterpeil gaat omhoog. Dit heeft invloed op het percentage vissen wat gedurende het getij in het bovenste of onderste net zwemt.
- De stroomsnelheid van de lokstroom. Uit organoleptische waarnemingen is gebleken dat de lokstroom bij Roptazijl misschien te hard stroomt voor de vissen, om er effectief tegenop te zwemmen. Er is waargenomen dat zowel de glasaal als de driedoornige stekelbaarzen moeite

hadden om tegen de stroom in te zwemmen. Op ten duur werden sommige vissen terug geslagen.

- Buitendijks werd alleen de vis gevangen die op het moment van het binnenhalen van het net, zich boven de netten bevond. Hierbij was het voor de vissen mogelijk om de netten te ontwijken, of om uit het net te zwemmen. Hierdoor kunnen (grote) hoeveelheden aan vissen zijn gemist, en dus niet zijn gevangen.
- De bemonsteringsperiode is van de periode maart tot mei geweest, over deze periode zijn uitspraken gedaan omtrent het migratiegedrag van de hoofdsoorten in het voorjaar. De vraag is of deze periode voldoende is geweest om de gehele voorjaars trek mee te kunnen nemen. Misschien was de daadwerkelijke trek langer dan de periode waarin bemonsterd is.
- Zijn de vier fysisch-chemische eigenschappen die wij tijdens het onderzoek meegenomen hebben, de vier meest relevante abiotische eigenschappen. Of zijn er meer fysisch-chemische eigenschappen die van invloed kunnen zijn op migratiegedrag van vissen?



Figuur 21 Bijvangst, snoekbaars Zwarte Haan

Bron: (Auteurs)

7. Conclusie

In dit hoofdstuk wordt eerst een antwoord gegeven op de deelvragen. Dit antwoord wordt gegeven aan de hand van de informatie uit hoofdstuk 5. In dit hoofdstuk wordt buiten de waargenomen informatie ook de statistische onderbouwing meegenomen. Op basis van deze informatie is er een conclusie getrokken. Vervolgens worden aan het eind van dit hoofdstuk de antwoorden op de hoofdvragen weergegeven.

7.1 Beantwoording van de deelvragen

- **Welke soorten, in welke hoeveelheden en op welke diepte bevinden de vissen zich in de 'waterkolom' voor de gemalen Zwarte Haan en Roptazijl?**

In totaal zijn tijdens het onderzoek 17 soorten gevangen, hiervan de twee hoofdsoorten (driedoornige stekelbaars en glasaal). Verder zijn er 15 soorten als bijvangst genoteerd (zie bijlage 2). De vangsten worden hieronder in aantallen en percentages weergegeven.

- Driedoornige stekelbaars: 94.237 (76,0 %)
- Glasaal: 28.998 (23,4 %)
- Bijvangsten: 749 (0,6 %)

Dit is een totaalbeeld dat is verkregen van beide locaties en zowel binnen- als buitendijks.

Bij **Zwarte Haan** zijn in totaal 60.070 vissen gevangen gedurende het onderzoek. Er zijn bij Zwarte Haan naast de twee hoofdsoorten 11 verschillende soorten als bijvangst genoteerd.

- Driedoornige stekelbaars: 57.503 (95,7 %)
- Glasaal: 2295 (4,00 %)
- Bijvangsten: 176 (0,30 %)

Bij **Roptazijl** (buitendijks) zijn er in totaal 25.674 vissen gevangen, en naast de hoofdsoorten zijn er 12 soorten als bijvangst gevangen.

- Driedoornige stekelbaars: 20.690 (80,6 %)
- Glasaal: 4404 (17,2 %)
- Bijvangsten: 573 (2,2 %)

Binnendijks zijn er in totaal 38.269 vissen gevangen, met twee soorten als bijvangst.

- Driedoornige stekelbaars: 16.044 (41,9 %)
- Glasaal: 22.213 (58,1 %)
- Bijvangsten: 6 (<0,1 %)



Figuur 22 Bijvangst, spiering

Bron: (Auteurs)

Diepte aanbod

Bij **Zwarte Haan** is er een duidelijk verschil waarneembaar waarop de vissen zich bevinden in de waterkolom. Namelijk het eerste deel van de onderzoeksperiode (tot 8 april) zwemmen de vissen hoofdzakelijk in het bovenste net. Het gaat de eerste periode voornamelijk om driedoornige stekelbaarzen omdat de glasaal trek hier nog niet op gang is. Het tweede deel van de onderzoeksperiode slaat deze trend om en komt het grootste percentage aan vis in de onderste netten binnen.

Statistische onderbouwing

Met behulp van de T-test, is er bij Zwarte Haan aangetoond dat het grootste gedeelte aan driedoornige stekelbaars en glasaal (gemiddeld gedurende de bemonsteringsperiode) in het onderste net zwemt.

Bij **Roptazijl** is de trend minder goed waarneembaar tussen aanbod in het bovenste of onderste net. Voor de glasalen lijkt de grens in aantallen tussen het bovenste of onderste net per keer kleiner. Dit verschil is bij de driedoornige stekelbaarzen regelmatig nog 0/100%. Zodoende lijken de glasalen de netten per keer beter te verdelen.

Verder lijkt er verband te zitten tussen de driedoornige stekelbaarzen en glasalen onderling. Namelijk als de driedoornige stekelbaarzen in het bovenste net zwemmen is het percentage glasalen in het onderste net hoger en dit is andersom ook zo. Bij Zwarte Haan is dit niet waarneembaar.

Statistische onderbouwing

Middels de T-test is er bij Roptazijl significant bewezen dat het grootste gedeelte aan driedoornige stekelbaars (gemiddeld gedurende de bemonsteringsperiode) in het onderste net zwemt. Middels deze toets is tevens significant gemaakt dat glasaal iets de voorkeur geeft aan het bovenste net.

- **Welke soorten, en in welke hoeveelheden maken gebruik van de vispassage bij Roptazijl?**

Totaal zijn er 54.086 vissen gevangen in de fuik achter de vispassage, vier soorten.

Het vangstpercentage ziet er als volgt uit:

- Driedoornige stekelbaars:	31.602	(58,4 %)
- Glasaal:	22.472	(41,5 %)
- Bijvangst: (krab en blankvoorn)	12	(>0,1 %)



Figuur 23 Mude, Zwarte Haan

Bron: (Auteurs)

- **Is er verband tussen het tijdstip van de dag en de hoeveelheden gevangen driedoornige stekelbaarzen en glasaal?**

In totaal zijn er 28 bemonsteringen (beide locaties opgeteld) gedaan. Hieruit blijkt dat het grootste percentage aan glasaal of aan het begin van de dag of tegen de avond wordt gedaan. Dit is afhankelijk van het tijdstip waarop de bemonsteringsdag start (voor 07:30 u. worden de vangsten voornamelijk in de ochtend gedaan).

Vangst percentage verdeling:

Roptazijl	vijf	x ochtend
	vijf	x avond
	drie	x geen verband
Zwarte Haan	acht	x ochtend
	drie	x avond
	vier	x geen verband

Voor de glasalen vermijden het liefst het midden van de dag om te trekken. Driedoornige stekelbaarzen worden iets meer verdeeld over de dag gevangen.

- **Is er een verband tussen de getijdencyclus en de hoeveelheden gevangen driedoornige stekelbaarzen en glasaal?**

Eén uur voor hoogwater levert op beide locaties de meeste visvangsten op. Dit geldt zowel voor de driedoornige stekelbaarzen als de glasalen.

- **Is er een verband tussen de fysisch-chemische eigenschappen (watertemperatuur, geleidbaarheid, turbiditeit en zuurstof) van het water en de hoeveelheden gevangen driedoornige stekelbaarzen en glasaal?**

De fysisch-chemische eigenschap watertemperatuur lijkt de meeste invloed te hebben op de visvangsten. Zowel voor de glasaal als de driedoornige stekelbaars blijkt, dat bij een toenemende temperatuur de visvangsten stijgen.

De turbiditeit blijkt ook een kleine invloed te hebben op de vangst van de driedoornige stekelbaarzen.

Voor glasaal hebben de verdere fysisch-chemische eigenschappen in dit onderzoek geen tot weinig invloed gehad op de visvangsten.

- **Is er een verband tussen de milieufactoren (luchttemperatuur, windkracht, bewolgingsgraad en neerslag) en de hoeveelheden gevangen driedoornige stekelbaarzen en glasaal?**

Alleen de (lucht)temperatuur blijkt invloed te hebben op de visvangsten. Namelijk een oplopende luchttemperatuur levert oplopende aantallen vis op. Deze waarneming is bij Roptazijl duidelijker zichtbaar als bij Zwarte Haan. Bij Zwarte Haan valt nauwelijks verband tussen de vangsten en de milieufactoren waar te nemen.

- **Is er een verband tussen de dag en de lengte en gewicht van de driedoornige stekelbaarzen?**

Het gemiddelde gewicht is aan het eind van de bemonsteringsperiode bij Roptazijl gestegen met 0,72 gram. Het lengteverloop is bij Roptazijl toegenomen met 0,44 cm.

Bij Zwarte Haan is aan het eind van de bemonsteringsperiode het gewicht met 0,47 gram gestegen en de lengte is met 0,22 cm toegenomen.

Dit verklaart ook dat er gedurende het onderzoek steeds minder driedoornige stekelbaarzen in een litermaat pasten.

- **Is er sprake van een ophoping aan vissen voor het afwateringscomplex bij de gemalen?**

De hoge piek die tussen 25 maart en 4 april gevangen werd tijdens het aanbodonderzoek bij Roptazijl heeft als oorzaak dat de vispassage deze periode niet werkzaam is geweest. De piek tijdens het defect van de vispassage betekent dat er een ophoping van driedoornige stekelbaarzen plaatsvindt.

Bij Zwarte Haan komt het regelmatig voor dat bij de eerste bemonsteringen van de dag hoge aantallen driedoornige stekelbaarzen worden gevangen. Ook dit bevestigt dat de driedoornige stekelbaarzen zich ophopen, wanneer ze niet overgeheveld worden en op een dergelijke barrière stuiten.

Meestal duurt deze piek niet lang, het volgende uur als er gevist wordt is de piek over. Blijkbaar zwemmen ze weer terug om een andere locatie te zoeken waar ze richting binnenland kunnen migreren.

Zowel de ophoping van driedoornige stekelbaars tijdens het effect van de vispassage bij Roptazijl als de ochtend ophoping van driedoornige stekelbaars bij Zwarte Haan is bij de glasalen niet waargenomen.



Figuur 24 Kunstwerk vispassage Roptazijl

Bron: (Auteurs)

7.2 Beantwoording van de hoofdvragen

In deze paragraaf wordt antwoord gegeven op de hoofdvragen.

- ***Wat zijn de hoeveelheden aan driedoornige stekelbaars en glasaal bij de vismigratieknelpunten: de zee gemalen Zwarte Haan en Roptazijl en welke verbanden en relaties zijn aanwezig tussen het aanbod aan vis buitendijks en de fysisch-chemische eigenschappen van het water en overige milieufactoren?***

Bovenstaande hoofdvraag is opgedeeld in een zestal deelvragen. Deze deelvragen zijn beantwoord in paragraaf 7.1. Doormiddel van het uitvoeren van de bemonsteringen volgens het protocol van Jeroen Huisman, is er inzicht verkregen in de hoeveelheden aan driedoornige stekelbaars en glasaal wat zich aanbiedt bij de gemalen. Deze gegevens zijn verzameld tijdens de voorjaars trek 2014 bij de gemalen Zwarte Haan en Roptazijl. Ook zijn hierbij de invloeden van de milieufactoren en de fysisch-chemische factoren op de vangsten meegenomen. In paragraaf 7.1 is een overzicht weergegeven van de gevangen hoeveelheden aan driedoornige stekelbaars en glasaal bij de gemalen Zwarte Haan en Roptazijl. Tevens is statistisch onderbouwd wat de invloeden van de milieufactoren en de fysisch-chemische factoren op de vangsten zijn.

- ***Wat is de effectiviteit van de vispassage te Roptazijl?***

De effectiviteit van de vispassage is bepaald door het gebruik van de formule in hoofdstuk 4, paragraaf 4. Uit de resultaten is gebleken dat de vispassage gemiddeld (driedoornige stekelbaars plus glasaal) een effectiviteitspercentage heeft van 558%. Dit zal betekenen dat er vijf keer meer vissen door de vispassage zijn gegaan, dan dat er zijn gevangen aan de zeezijde. Voor de verklaring van de resultaten zijn meerdere redenen, echter alles wijst erop dat de gehanteerde methode voor de buitendijkse vangsten niet vergelijkbaar is met de methode voor de binnendijkse vangsten. Hierdoor zijn er percentages verkregen, die niet de effectiviteit van de vispassage weergeven. Voor een accurate effectiviteitsbepaling had er buitendijks een andere methodiek moeten worden toegepast. De toegepaste methodiek was voldoende voor een inventarisatie van de hoeveelheden en de soorten voor het gemaal, maar was niet van toepassing om te vergelijken met de binnendijkse vangsten. Dit kwam doordat bij de binnendijkse vangsten alle overgezette vis werd opgevangen in de fuik, buitendijks was dit niet van toepassing. Buitendijks werd alleen de vis gevangen die op het moment van het binnenhalen van het net, zich boven de netten bevond. Hierbij was het voor de vissen mogelijk om de netten te ontwijken, of om uit het net te zwemmen. Hierdoor kunnen grote hoeveelheden aan vissen zijn gemist en dus niet zijn gevangen. Uiteindelijk valt te stellen dat de effectiviteit van de vispassage **niet** kon worden vastgesteld met behulp van de gehanteerde methode voor buitendijkse vangsten. In hoofdstuk 8 Aanbevelingen zullen aanbevelingen worden gedaan waarmee toekomstige onderzoeken de effectiviteit van de vispassage alsnog kunnen bepalen. Wel kan hiermee geconcludeerd worden dat de vispassage prima werkt en er veel vis overgezet wordt.

8. Aanbevelingen

Dit hoofdstuk zal aanbevelingen weergeven waarmee toekomstige vispassages beter kunnen worden ingericht, en (vervolg)onderzoek(en) beter kunnen worden uitgevoerd. Eerst zullen er aanbevelingen worden gedaan richting de verbetering van huidige en toekomstige vispassages, vervolgens zullen er aanbevelingen worden gedaan voor vervolgonderzoeken.

8.1 Aanbevelingen omtrent de inrichting van vispassages

Met de aanbevelingen die in deze paragraaf worden gedaan, kunnen huidige vispassages en vispassages in de toekomst beter en efficiënter worden ingericht.

1. Openingen op verschillende aanzwemhoogtes

Doordat in het begin van het seizoen de vissen zich voornamelijk op $\frac{1}{4}$ van de diepte t.o.v. de bodem bevinden, en later in het seizoen op $\frac{3}{4}$ van de diepte t.o.v. de bodem bevinden. Zijn meerdere inzwemdieptes gewenst. Hierdoor kunnen de vissen gemakkelijker de vispassage inzwemmen.

2. Lokstroom

Het gebruik van een lokstroom is aan te raden. Er is uit het onderzoek gebleken dat de vissen daadwerkelijk worden aangetrokken door de lokstroom.

8.2 Aanbevelingen omtrent vervolgonderzoek

Met de aanbevelingen die in deze paragraaf zullen worden gemaakt, kunnen vervolgonderzoeken in de toekomst beter en efficiënter worden uitgevoerd.

1. Effectiviteitsbepaling

Met de huidige vangstmethode is het niet mogelijk een berekening te maken, waarmee de (representatieve) efficiëntie van de vispassage beoordeeld wordt. De aanbevelingen hiervoor zijn als volgt:

- 1.1 Een correctie uitvoeren op de buitendijkse resultaten tijdens de berekening
- 1.2 Een accuratere buitendijkse vangstmethode

2. Verschillende locaties

Het verschil in locaties levert verschillende bemonsteringsmethoden op. Voor een geconcentreerdere bemonsteringsmethode per locatie zou het makkelijker zijn een individueel onderzoeksprotocol per onderzoekslocatie op te stellen.

Voor de intensiviteit van de bemonstering zou het ook positief zijn één onderzoeksteam per locatie in te delen. Op deze manier kan er elke bemonsteringsdag op dezelfde locatie gevist worden. Er zijn dan gedurende de onderzoeksperiode meer gegevens per dag beschikbaar en de conclusies van het onderzoek zijn representatiever. Dat er bij de ene locatie wel een vispassage werkzaam is en bij de andere niet zorgt er tevens voor dat de meetgegevens niet vergelijkbaar zijn. De vissen zouden op beide locaties hierdoor totaal verschillend gedrag kunnen vertonen. Tevens is er op de locatie met vispassage een lokstroom die vissen aantrekt. Deze is op de andere locatie niet aanwezig. Ook hierdoor is het verschil in locatie te groot voor één onderzoek. Hierdoor zou een apart onderzoek voor elke locatie uitgevoerd moeten worden.

3. Scheidingsnet

Een net met een maaswijdte van ca. 4 mm om de driedoornige stekelbaarzen van de glasalen te scheiden. Dit leidt tot een effectievere en snellere manier om de beide soorten te tellen.



Figuur 25 voorbeeld scheidingsnet grotere vissen blijven in het net glasaal valt in de emmer Bron: Rijkswaterstaat

4. De Fysisch-chemische gegevens meten in de gehele diepte

Tijdens dit onderzoek zijn de fysisch-chemische gegevens bepaald op een diepte van 1 meter. Hierdoor zijn de fysisch-chemische eigenschappen op andere dieptes niet meegenomen, dit kan als gevolg hebben dat enkele verbanden niet zijn waargenomen. Om dit uit te sluiten zal tijdens een vervolgonderzoek de fysisch-chemische eigenschappen over de gehele diepte enkele keren bepaald moeten worden.

5. Maaswijdte van 2 mm voor de kruisnetten

Door te vissen met een maaswijdte van 1 mm kan het net snel verstopt raken met bijv. algen. Hierdoor is het net lastig op te halen waardoor de vissen uit het net kunnen zwemmen. Dit probleem deed zich niet voor met een maaswijdte van 2 mm, zoals bij Zwarte Haan. Met deze maaswijdte blijven de glasalen nog steeds in het net, en raakt het net niet verstopt.

6. Een beter larvennet

Het huidige larvennet had een te nauwe keel, hierdoor bleven de vissen in het voorste gedeelte van het net. Dit had als gevolg dat de vissen nog steeds de mogelijkheid hadden om het net uit te zwemmen. Om dit te voorkomen zal er met een net met een ruimere keel moeten worden gevist.

Literatuurlijst

- Breteler, J. G. P. K. (2005). Kennisdocument Europese aal of paling, 78.
- Buijse, T., Beld, T. van den, Brevé, N., & Wanningen, H. (2009). *Migratiemogelijkheden voor aal door Nederland* (p. 23).
- Dronkers, M. (1978). De stekelbaars, (2008), 111.
- DUPAN. (2010). Visfeiten: Paling, (september), 1–6.
- Europees parlement. (2008). *Kader Richtlijn Water (KRW)* (p. 88).
- Fish base. (2014). FishBase. Retrieved March 16, 2014, from <http://www.fishbase.org/search.php>
- Google. (2005). Google Earth.
- Google. (2013). Google Earth.
- Hollander, N. den, Visser, A. M. de, & Kooijman, M. (2010). Driedoornige Stekelbaars. *Kust & Zee*. Retrieved from http://www.kustgids.nl/driedoornige_stekelbaars/index.html
- Huisman, J. (2013). PhD Proposal, 1–24.
- Huisman, J. (2014). Factsheet Monitoring Zwarte Haan, 22.
- Informatiepagina Woudagemaal. (2013). Zijl. Retrieved March 16, 2014, from <http://wiki.woudagemaal.nl/w/index.php/Zijl>
- IUCN. (2013). *Anguilla anguilla* (European eel). *IUCN Red List of Threatened Species*. Retrieved June 03, 2014, from <http://www.iucnredlist.org/details/summary/60344/0>
- Lepelaar. (n.d.). Retrieved May 30, 2014, from http://www.allevogels.nl/index/index.php?option=com_content&view=article&id=1047&Itemid=1134
- Limburg, K. (n.d.). Life history variations : tradeoffs and constraints, 1–8.
- Ministerie van I&M. (2012). *Werkprogramma Stroomgebiedbeheerplannen 2015*.
- Natuurmonumenten. (2013). Voorjaar in de aquaria in Bezoekerscentrum Nieuwkoopse Plassen.
- Provinciale Waterstaat van Friesland. (1969). *Ontwerp H.G. Miedema* (p. 1).
- Provinciale Waterstaat van Friesland. (1970). *Ontwerp Roptazijl* (p. 1).
- Rijkswaterstaat. (2014, April 5). Vissen zwemmen makkelijker door visvriendelijk sluisbeheer. Retrieved from http://www.rijkswaterstaat.nl/water/plannen_en_projecten/vaarwegen/ijsselmeer/project_afs

luitdijk/nieuw/nieuwsbrief/april2013/vissen_zwemmen_makkelijker_door_visvriendelijk_sluisbeheer.aspx

Ruim baan voor Vissen. (2012a). Ruim Baan Voor Vissen. Retrieved March 16, 2014, from <http://www.ruimbaanvoorvissen.nl/page.aspx?id=12>

Ruim baan voor Vissen. (2012b). Ruim Baan Voor Vissen. Retrieved March 16, 2014, from <http://www.ruimbaanvoorvissen.nl/page.aspx?id=15>

Ruim baan voor Vissen. (2014). Vismigratiekaart. Retrieved May 31, 2014, from <http://www.ruimbaanvoorvissen.nl/map.aspx>

Ruim baan voor Vissen, & Wetterskip Fryslân. (n.d.). Folder vishevel roptazijl.

Sportvisserij Nederland. (2006). Soortprofiel Driedoornige stekelbaars, 1.

Staatbosbeheer Texel. (2013). Heel veel driedoornige stekelbaarsen namen vistrap in Moksloot op Texel. Retrieved March 16, 2014, from <http://staatsbosbeheertexel.wordpress.com/2013/04/18/heel-veel-driedoornige-stekelbaarsen-namen-vistrap-in-moksloot-op-texel/>

VLIZ. (2014). Begrippenlijst. *Vlaams instituut voor de Zee*. Retrieved June 03, 2014, from <http://www.vliz.be/vmdcdata/faq/keywords.php>

Wetterskip Fryslân. Historie Roptazijl.

Wetterskip Fryslân. (2012a). Kennisgeving ontwerp-projectplan Vispassage Zwarte Haan. Retrieved March 16, 2014, from <http://www.wetterskipfryslan.nl/sjablonen/1/infotype/announcement/item/view.asp?objectID=5819>

Wetterskip Fryslân. (2012b). Projectplan Vispassage Zwarte Haan.

Wetterskip Fryslân. (2012c). *Voorontwerp Vispassage gemaal Miedema te Zwarte Haan* (pp. 0–12).

Wetterskip Fryslân. (2013). Geoweb.

Wetterskip Fryslân. (2014). Wetterskip Fryslân van nul tot nu. Retrieved March 16, 2014, from <http://www.wetterskipfryslan.nl/sjablonen/1/infotype/webpage/view.asp?objectID=146>

WUR Wageningen. (n.d.). Aal - Paling - Wageningen UR. Retrieved March 16, 2014, from <http://www.wageningenur.nl/nl/Expertises-Dienstverlening/Wettelijke-Onderzoekstaken/Centrum-voor-Visserijonderzoek-1/Onderzoek/Binnenwateren/Aal-Paling.htm>