



Afstudeer- rapport

Hogeschool Van Hall Larenstein
i.s.m. Altenburg & Wymenga
ecologisch onderzoek B.V.



Coastal Zone
Management

"Onderzoek naar de in- en doortrek van Driedoornige stekelbaars en Glasaal, en het foerageergedrag van Lepelaars in polders Roptazijl en Zwarte Haan"

HBO Coastal Zone
Management

AFSTUDEERRAPPORT

ONDERZOEK NAAR DE IN- EN DOORTREK VAN DRIEDOORNIGE STEKELBAARS EN GLASAAL EN
HET FOERAGEERGEDRAG VAN LEPELAARS BIJ ROPTAZIJL EN ZWARTE HAAN

Auteurs

T.J.K. van Booma
L. Bouwmans

Afstudeeronderzoek

HBO bachelor Coastal Zone Management
Van Hall Larenstein, University of Applied Sciences
Agora 1, 8934 CJ Leeuwarden

Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek B.V.
Sûderwei 2, 9269 TZ Veenwouden



Opdrachtgevers

ir. J.B.J. Huisman (Van Hall Larenstein)
drs. A. Brenninkmeijer (Altenburg & Wymenga)

Begeleiders

drs. P. Hofman (Van Hall Larenstein)
drs. G. Karssenberg (Van Hall Larenstein)

Trefwoorden

Vismigratie, Driedoornige stekelbaars, Glasaal, migratievoorzieningen, Friesland

Versie

definitief / 11-2013

Afbeelding voorpagina

“Tienduizenden Driedoornige stekelbaarzen trekken binnen via vishevel Roptazijl” foto: Thomas van Booma

VOORWOORD

In het kader van het afstudeertraject Integrated Coastal Zone Management (Kust- en Zeemanagement) aan hogeschool Van Hall Larenstein te Leeuwarden is dit rapport tot stand gekomen. Gedurende de periode april tot en met november 2013 hebben wij aan dit afstudeerproject gewerkt. Het rapport dat nu voor u ligt is het eindproduct van ons afstuderen.

Bij deze willen wij graag Jeroen Huisman en Allix Brenninkmeijer hartelijk bedanken voor het aanbieden van deze opdracht, voor de hulp gedurende het onderzoek, en de feedback op ons rapport. Daarnaast bedanken wij Peter Hofman en Gerrit Karssenberg voor de begeleiding en constructieve feedback vanuit de opleiding.

Verdere dank gaat uit naar de volgende personen en instanties:

- › David Goldsborough (Van Hall Larenstein)
- › Ans Schoorlemmer (Van Hall Larenstein)
- › Yde van der Heide (Altenburg & Wymenga)
- › Reinder Wisman (Altenburg & Wymenga)
- › Mark Koopmans (Altenburg & Wymenga)
- › Siebold Krol (Wetterskip Fryslân)
- › Richard Feenstra (Wetterskip Fryslân)
- › Klaas Kuiken (ex-Wetterskip Fryslân)
- › George Wintermans (Wintermans Ecologenbureau)

- › Hogeschool Van Hall Larenstein
- › Altenburg & Wymenga BV
- › Wetterskip Fryslân
- › It Fryske Gea
- › Staatsbosbeheer district Fryslân

Tenslotte hopen wij dat ons rapport zal bijdragen aan het oplossen van de migratieproblematiek en de planvorming omtrent het oplossen van deze problematiek in Noord-West Fryslân.

Thomas van Booma en Lisa Bouwmans
Leeuwarden, november 2013

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord

Executive summary

Samenvatting

Definities en afkortingen

1.	Inleiding.....	12
1.1	Probleembeschrijving.....	12
1.2	Doelstelling.....	14
1.3	Onderzoeksvragen	14
	Deel I: Driedoornige stekelbaars + (glas-)aal	14
	Deel II: Lepelaar.....	14
1.4	Ecologische achtergrond soorten.....	15
1.4.1	Driedoornige stekelbaars	15
1.4.2	Glasaal (Paling)	16
1.4.3	Lepelaar	17
1.5	Leeswijzer	18
2.	Gebiedsbeschrijving	19
2.1	Polder Roptazijl	19
2.2	Polder Zwarte Haan.....	19
3.	Beleidskader	20
4.	Werkwijze.....	21
4.1	Literatuuronderzoek	21
4.2	Slootbemonstering.....	21
4.3	Vispassagebemonstering	23
4.4	Lepelaarprotocol	23
5.	Resultaten & analyse.....	25
5.1	Vangstresultaten	25
5.2	Driedoornige stekelbaars	27
5.2.1	Algemene resultaten	27

5.2.2 Aanbod Driedoornige stekelbaars.....	29
5.2.3 Verspreiding	30
5.2.4 Verschil residente en anadrome populatie tussen polders Ropta en Zwarte Haan.....	32
5.3 Glasaal	34
5.3.1 Algemene resultaten	34
5.3.2 Aanbod Glasaal.....	35
5.4 Vispassages	36
5.4.1 Functioneren vispassages	36
5.4.2 Vergelijking resultaten 2002 – 2004	38
5.5 Abiotiek	40
5.5.1 Algemeen	40
5.5.2 Resultaten	40
5.5.2 Correlatie met Driedoornige stekelbaars.....	42
5.6 Lepelaar.....	44
5.6.1 Algemene resultaten	44
5.6.2 Analyse resultaten.....	45
5.6.3 Visstand en voorkomen Lepelaar	45
5.6.4 Herkomst waargenomen Lepelaars	46
6. Discussie.....	47
6.1 Schepnetbemonstering	47
6.2 Vispassagebemonstering	47
6.3 Abiotiek	47
6.4 Lepelaaronderzoek.....	48
7. Conclusies.....	49
8. Aanbevelingen.....	50
Referenties	51
Appendices.....	53
Appendix 1: Onderzoeksgebied	53
Appendix 2: Tabel abiotische factoren.....	54

Appendix 3: Dagwaarden gemiddelde luchttemperatuur	55
Appendix 4: Kwelkaart	56
Appendix 5: Watertemperatuur vs. Lengte monsterlocaties.....	57
Appendix 6: Verspreiding Driedoornige Stekelbaars per locatie per week (origineel)	67
Appendix 7: SPSS tabellen	68
Appendix 8: Resultaten 2002-2004 / 2013	75

EXECUTIVE SUMMARY

Water quality is an important factor within the Dutch province of Friesland. The European Water Framework Directive (WFD) states several ecological goals that have to be achieved by all European member states, including the Netherlands. One of these goals is achieving and maintaining healthy fish stocks, since fish stocks give a good indication of the water quality. Some fish species are considered bio-indicators within the WFD. An example of such a bio-indicator is the Three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus*). This fish migrates from the sea to fresh water systems to reproduce. The migration of this fish, as well as other migratory fish species has become increasingly difficult over the past decennia due to the presence of water works like pumping stations and dykes. There are some places on the Dutch coast where migration is possible between sea and inland waters. An example of such a location is the fish passage near the pumping station of Roptazijl. The dispersion of these fish that enter the inland water systems is partly unknown.

This research was focused on both the Three-spined stickleback and the Glass eel (*Anguilla anguilla*). These are the most important species for salt- to freshwater migration and vice versa within the region of North West Friesland. Research on the dispersion of these two species was conducted within the polder systems of Roptazijl and Zwarte Haan. Next to that, some research was done considering the presence and feeding habits of the Common Spoonbill (*Platalea leucorodia*) in this area.

Before actual field work was done, several sampling locations were picked within the two polder systems. A total of 20 sampling locations was picked, and eventually sampled twice a week for a period of 8 weeks, using a scoop net. Next to that, a total of 3 fish passages (Griene Dyk, Tzummarum and Dyksput) in the polders were sampled using special pots. These were also sampled twice a week for a period of 24 hours during 8 weeks in total.

In the fish passage of Tzummarum a total of 104 fish was caught, of which 99 were Glass eels. The passage of Griene dyk was sampled in both the downstream and upstream direction. All other passages were sampled only in the upstream direction. At Griene Dyk, a total of 468 fish were caught downstream, of which 296 Three-spined sticklebacks. Upstream, a total of 75 fish were caught, of which 48 Three-spined sticklebacks. In the passage of Dyksput a total of 40 fish were caught, of which 29 Three-spined sticklebacks.

During the scoop net sampling a total of 785 fish were caught, of which 339 Three-spined sticklebacks. Next to these Three-spined sticklebacks, a lot of Nine-spined sticklebacks and Roaches were caught. Based on the data coming from these sampling efforts, a change could be distinguished in the locations where the Three-spined sticklebacks were encountered, although there was no distinguishable dispersion visible from West to East (being from salt-freshwater passage to the next polder system). Both in the polder Ropta and the polder Zwarte Haan the amount of caught Three-spined sticklebacks seems to increase with time, even though the polder of Zwarte Haan seems to have a peak earlier in time than polder Ropta. In the last 2 or 3 weeks there was a noticeable decrease of Three-spined sticklebacks around the fish passage of Roptazijl. During this period, the concentration seems to have shifted to the east of polder Ropta, which shows a certain amount of dispersion.

Of all the Three-spined sticklebacks in polder Roptazijl 91% was anadromous (length >5cm) and 9% residential (length 1-5cm). For polder Zwarte Haan these percentages were 46% anadromous and 54% residential. This difference was tested statistically and found to be significant.

During the field work, Glass eel could only be caught in the fish passage of Tzummarum, where a specially designed pot was used. After several empty catches, Glass eel was caught from the 2nd of May. The velocity of the water within the fish passage was too high, and Glass eel was only able to pass the passage when the pot was used, as this would decrease the velocity of the water. This was known from the start.

Several abiotic factors were also collected from both the polder sampling locations as well as the fish passages. Examples of these factors were the water temperature, salinity, pH, depth, etc. This data was used to try and discover statistical correlations between these factors and the presence and length of Three-spined sticklebacks. This resulted in a significant positive correlation between salinity and the maximum size of caught Three-spined sticklebacks ($r=0,708$; the higher the salinity the larger the maximum length of Three-spined sticklebacks). Another significant positive correlation was discovered between salinity and the average size of Three-spined sticklebacks ($r=0,578$; the higher the salinity, the larger the average size of Three-spined sticklebacks).

A total of 31 Spoonbills were sighted during the field work. During 16 of these sightings the Spoonbills were foraging. The locations where Spoonbills were sighted have been sampled, but no fish were caught. Not a single sighted Spoonbill was in the possession of color rings, so their origin couldn't be determined. An explanation for these missing color rings could be the fact that the Netherlands has become an increasingly well location for the Spoonbills to breed. Because of this, it could be possible that more and more Spoonbills come to the Netherlands to breed.

SAMENVATTING

Waterkwaliteit is een belangrijk onderwerp binnen de provincie Friesland. Vanuit de KRW wetgeving moeten verschillende ecologische doelstellingen behaald worden. Eén van deze doelstellingen is het zorgen voor een gezonde visstand in de Friese wateren. Visstand geeft een indicatie van de waterkwaliteit. Een aantal vissoorten worden als bio-indicator gebruikt voor de KRW. Een voorbeeld van een dergelijke bioindicator is de Driedoornige stekelbaars. Deze vis migreert van zee naar de binnenwateren om te paaien. De migratie van deze vis, en andere vissen, wordt bemoeilijkt door aanwezige barrières zoals dijken aan de Nederlandse kust. Er zijn echter wel (kunstmatige) plekken in Nederland waar vissen kunnen migreren van zout naar zoet. Een voorbeeld hiervan is de vishevel bij het zeegemaal bij Roptazijl. Er is niet precies bekend wat er met de binnengekomen vis gebeurt als deze het gemaal gepasseerd hebben.

De focus in dit onderzoek lag op de Driedoornige Stekelbaars en de Glasaal. Deze 2 soorten zijn het belangrijkste wat betreft de zoet-zout migratie in Noord-west Friesland. Het onderzoek is uitgevoerd in de polder van Roptazijl en de polder van Zwarte Haan. Er is onderzoek gedaan naar de in- en doortrek van de Driedoornige stekelbaars en de Glasaal. Ook is er onderzoek gedaan naar het voorkomen van de Lepelaar in dit gebied. Lepelaars voeden zich met Driedoornige stekelbaars. Het onderzoek heeft zich ook gericht op het gebruik van het sloten in het achterland door de Lepelaars.

Alvorens het onderzoek begon zijn er monsterlocaties vastgesteld in de polder van Roptazijl en Zwarte Haan. In totaal zijn er 20 monsterlocaties vastgesteld. Dat wil zeggen dat er 20 sloten iedere week 2 keer zijn bemonsterd met een schepnet voor een periode van 8 weken. Naast de sloten zijn er ook vispassages bemonsterd. In totaal zijn er 3 vispassages bemonsterd; de vispassage bij Dyksput, de vispassage bij Griene Dyk en de vispassage bij Tzummarum. Deze passages werden gedurende een periode van 8 weken iedere week 2 keer bemonsterd.

In de passage van Tzummarum zijn in totaal 104 vissen gevangen, waarvan 99 Glasalen. In de passage van Griene Dyk stroomafwaarts zijn in totaal 468 vissen gevangen, waarvan 296 Driedoornige stekelbaarzen. In de passage van Griene Dyk stroomopwaarts zijn in totaal 75 vissen gevangen, waarvan 48 Driedoornige stekelbaarzen. In de passage van Dyksput zijn in totaal 40 vissen gevangen, waarvan 29 Driedoornige stekelbaarzen.

Tijdens de schepnetbemonstering zijn in totaal 785 vissen gevangen, waarvan 339 Driedoornige stekelbaarzen. Naast de Driedoornige stekelbaars zijn er ook veel Tiendoornige stekelbaarzen en Blankvoorns aangetroffen. Aan de hand van de schepnet data kon geconstateerd worden dat er gedurende de tijd van het onderzoek een enig verschil optrad in de plaatsen waar de Driedoornige stekelbaars gevangen werd. Er lijkt geen duidelijke dispersiebeweging van West naar Oost (vishevel naar polder Zwarte Haan) naar voren te komen uit de gegevens. Zowel voor polder Ropta als polder Zwarte Haan lijken de gevangen Driedoornige stekelbaarzen met de tijd toe te nemen, al lijkt de grootste piek in polder Zwarte Haan eerder te liggen dan in polder Ropta. Wel is te zien dat in de laatste 2 à 3 weken van het onderzoek er weinig Driedoornige stekelbaarzen gevangen zijn op de locaties rond de vishevel, waar dat eerder in het onderzoek wel het geval was. In deze periode lijkt de concentratie wat verder oostelijk in de polder te liggen (diverse 'nulvangsten' op locaties waar in de eerdere weken Driedoornige stekelbaars werd aangetroffen, en vice versa). Er was dus wel enige mate van dispersie te ontdekken.

Van de gevangen Driedoornige stekelbaars in de polder Roptazijl was 91% anadroom (lengte >5 cm) en 9% resident (lengte 1-5 cm). Van de gevangen Driedoornige stekelbaars in de polder Zwarte Haan was 46% anadroom en 54% resident. Dit verschil is ook statistisch onderzocht en significant bevonden.

Glasaal kon alleen gevangen worden met een speciale fijnmazige Glasaalfuik die alleen geplaatst kon worden in de vispassage bij Tzummarum. Vandaar dat er maar op 1 locatie onderzoek gedaan kon worden naar Glasaal.

Na enkele nultangsten werden er vanaf 2 mei Glasalen en Pootalen gevangen. Vooraf was bekend dat de passage een te hoge stroomsnelheid had, en Glasaal alleen zou kunnen passeren door middel van de fuik.

Daarnaast zijn tijdens dit onderzoek diverse abiotische factoren van de monsterlocaties opgenomen, waaronder watertemperatuur, saliniteit, pH, doorzicht, diepte, enzovoorts. Deze waarden zijn gebruikt om in SPSS een verband te onderzoeken tussen het voorkomen van- en de lengte van de Driedoornige stekelbaars op de locaties. Hieruit bleek dat er een significant positief verband bestaat tussen saliniteit en maximum lengte van Driedoornige stekelbaars, en daaruit voortvloeiend een significant positief verband tussen de hoogte van de saliniteit en de gemiddelde lengte van Driedoornige stekelbaars ($r=0,708$; des te hoger de saliniteit des te hoger de maximale lengte van aangetroffen stekelbaarzen; $r=0,578$; des te hoger de saliniteit des te groter de gemiddelde lengte van stekelbaarzen).

In totaal zijn er 31 Lepelaars waargenomen tijdens dit onderzoek. Tijdens 16 van deze waarnemingen waren de Lepelaars aan het foerageren. De plekken waar de Lepelaars voorkwamen zijn bemonsterd, maar zonder resultaat. Geen enkele Lepelaar was in het bezit van kleurringen. Uit dit onderzoek is de herkomst van de waargenomen Lepelaars niet te herleiden. Een verklaring voor de aanwezigheid van deze ongeringde exemplaren zou kunnen zijn dat Nederland een steeds betere locatie wordt voor de Lepelaar om te broeden. Het zou mogelijk kunnen zijn dat steeds meer Lepelaars ervoor kiezen om in Nederland te broeden.

DEFINITIES EN AFKORTINGEN

A&W	Altenburg & Wymenga BV
Achterland	zie <i>peilvak</i>
(Friese) Boezem	Centraal watersysteem voor peilregulatie en water af- en aanvoer. Een aaneengesloten stelsel van vaarten, kanalen en meren, loopt van het zuidwesten tot noordoosten van Friesland.
DeWit passage	Vispassage bestaande uit een rechthoekige goot met schotten waarin afwisselend links en rechts op de bodem poortjes zitten waar vis door kan zwemmen om een zeker verval te overbruggen (Hydrion, 2013)
Dispersie	Verspreiding
DP	Dykspuit
GD	Griene Dyk
KRW	Kaderrichtlijn Water (Water Framework Directive)
Mw.	Maaswijdte
Migratie	Trek
Peilvak	Bemalen of gestuwd poldergebied met een gereguleerd peil
Polder	Bedijkt stuk land waarin de waterstand kunstmatig gereguleerd wordt, bestaande uit één of meerdere peilvak(ken)
Stroomopwaarts	Tegen de stroomrichting in (bv. polder → boezem)
Stroomafwaarts	Met de stroomrichting mee (bv. boezem → polder)
TZ	Tzummarum
VHL	Hogeschool Van Hall Larenstein
WF	Wetterskip Fryslân
ZH	Zwarte Haan

1. INLEIDING

Oppervlaktewater heeft een belangrijke functie in Fryslân. Niet alleen spelen bekende factoren als recreatie en toerisme een grote rol, ook veiligheid en infrastructurele toepassingen vormen een belangrijk onderdeel in de Friese wateren. Veel van deze gebruiksfuncties staan of vallen bij een goede waterkwaliteit. De waterkwaliteit (en daarmee ook de ecologische doelstellingen vanuit bijvoorbeeld KRW wetgeving) wordt in zekere mate beïnvloed door de aanwezige visstand in het systeem (Leeraar, 2007). Vissen vormen dus een belangrijk onderdeel van het aquatisch leefsysteem in de vele wateren binnen het beheergebied van Wetterskip Fryslân, en gelden daarnaast ook als bio-indicator voor de KRW. Voor het duurzaam in stand houden van de vispopulaties is het van belang dat de vissen vrij baan hebben om te migreren en dat hun leefgebieden goed bereikbaar zijn om zo hun levenscyclus te kunnen volbrengen. Deze migratiebeweging vindt plaats van zoet naar zout water en vice versa, alsmede tussen zoetwatersystemen onderling. Voorbeelden van migrerende (diadrome) soorten zijn Winde (*Leuciscus idus*), Driedoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*), en Spiering (*Osmerus eperlanus*). Sommige van de migrerende vissoorten steken hele oceanen over in hun migratieproces; voorbeelden hiervan zijn Paling (*Anguilla anguilla*), en Zalm (*Salmo salar*).

Door menselijke invloeden ondervinden de migrerende vissen veel hinder op hun migratieroutes. Vele zoetwatergebieden zijn lastig bereikbaar geworden door aanleg van dijken en de plaatsing van kunstwerken als stuwen, dammen en gemalen in diverse belangrijke routes.

1.1 PROBLEEMBESCHRIJVING

Het verbeteren van de waterkwaliteit vanuit de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) is een belangrijke drijfveer voor instanties om bijvoorbeeld migratieroutes voor vissen te herstellen. Dit omdat deze vissen binnen de KRW een functie als bio-indicator voor waterkwaliteit hebben, en een goede visstand dus ten goede kan komen aan een goede beoordeling van de waterkwaliteit.

Als overkoepelende doelstelling voor de diverse onderzoeken binnen het Friese kustgebied kan het beter begrijpen van- en kennis vergaren over het algehele ecosysteem genoemd worden. Deze kennisvergaring dient als ondersteuning van diverse vormen van beleid, zoals de hieronder beschreven plannen voor de passage bij Zwarte Haan door Wetterskip Fryslân, maar ook bijvoorbeeld bij het toewijzen van nieuwe 'natte' rust- en broedgebieden door It Fryske Gea en/of Staatsbosbeheer (Brenninkmeijer, 2013b).

Bovengenoemde kennis is bijvoorbeeld van belang voor de locatie Zwarte Haan (gemaal H.G. Miedema). Voor deze locatie bestaat bij Wetterskip Fryslân het plan om hier een tweezijdige passage te realiseren om zo de in- en uittrek van vissen te realiseren, ook met het oog op de Lepelaar (van Booma, 2013). Omdat het hier om een zelfde situatie als bij Roptazijl gaat is kennis over de doortrek van de migrerende vissen ook voor dit plan van belang. Een beeld van de huidige situatie in de poldersloten van polder Zwarte Haan (een zogenaamde 'nulsituatie', geen intrek mogelijk) kan van belang zijn bij de planvorming voor de te realiseren voorziening bij het gemaal.

Bij dergelijke plannen waar vissen een belangrijke rol in spelen is het niet alleen van belang óf een soort in een gebied aanwezig is maar ook bijvoorbeeld welke omstandigheden deze soort prefereert. Daarom is kennis over de relatie van een soort met de biotiek en abiotiek van aanwezige wateren, en de interactie tussen soorten onderling van grote waarde.

In het gebied Noord-West Fryslân zijn de Driedoornige stekelbaars en de Glasaal de belangrijkste soorten voor de zoet ↔ zout migratie (Brenninkmeijer *et al.*, 2005).

De focus binnen dit onderzoek ligt dus op de Driedoornige stekelbaars en Glasaal. Twee grote polders in Noord-West Fryslân, polder Ropta en polder Zwarte Haan, vormen het onderzoeksgebied. Zie figuur 1 voor de ligging van de polders Ropta en Zwarte Haan en figuur 2 voor de precieze omvang en begrenzing van deze polders.



Figuur 1: Ligging gemalen Ropta en Zwarte Haan (Google Maps)

De juveniele Glasaal trekt vanaf de zee naar de binnenwateren om op te groeien tot het adulte stadium. Wanneer de Paling gereed is om te paaieren trekt deze (meestal na ongeveer 5 jaar) weer als ‘schieraal’ richting de zee, om naar de Sargassozee bij Cuba te trekken en daar te paaieren (de Nie, 1996).

De Driedoornige stekelbaars is een flexibele vissoort die in zoet water, brak water en zout water kan voortplanten. Dit betekent dat de Driedoornige stekelbaars zowel resident als anadroom voorkomt. De huidige verdeling over de verschillende strategieën is onbekend, maar door de beperkte intrekmogelijkheden voor de vis wordt aangenomen dat de anadrome variant (veel) minder talrijk is geworden (Tulp *et al.*, 2009). Het hoofdzakelijke in het veld waarneembare verschil tussen de verschillende populatiesoorten is de lengte. Een residente Driedoornige stekelbaars kan volgens literatuur tot 8 cm lang worden, terwijl de trekkende Driedoornige stekelbaars een lengte van 11 cm kan bereiken (Muus & Nielsen, 1999). Op basis van voorgaande vergelijkbare onderzoeken in dit gebied is uitgegaan van een lengte tot 4 cm voor residente exemplaren, en boven de 4 cm voor trekkende anadrome exemplaren (o.a. Kemper, 1995; Wintermans & Kemper, 1999; Brenninkmeijer *et al.*, 2003).

De anadrome (trekkende) Driedoornige stekelbaars trekt vanaf de zee naar de binnenwateren om te paaieren. Deze paaiperiode loopt van ongeveer maart – mei (in) en april – november (uit) (Brouwer *et al.*, 2008). De vis paait in kleine polderslootjes, waar deze in het voorjaar een belangrijke voedingsbron voor de lepelaar vormt.

Nadat deze vissen de binnenwateren binnenkomen bij onder andere de vishevel van Ropta ontbreekt de kennis over het dispersiegedrag van de vissen in de polders en of/hoe deze mogelijk verder weten te trekken naar de Friese boezem. Daarnaast is uit gegevens van de SOVON gebleken dat sinds 2002 het aantal broedende Lepelaars op de Waddeneilanden sterk is toegenomen. Hierdoor is het mogelijk dat tegenwoordig ook grotere aantallen Lepelaars gebruik maken van de sloten in het achterland van Ropta (Brenninkmeijer, 2013a).

1.2 DOELSTELLING

De doelstelling voor dit afstudeeronderzoek was het verkrijgen van een duidelijk beeld van het migratie- en dispersiegedrag van de Driedoornige stekelbaars en Glasaal door de polders Ropta en Zwarte Haan, en naar de Friese boezem nadat deze van zout naar zoet binnengekomen zijn. Voor polder Zwarte Haan gaf dit onderzoek een beeld van de huidige 'nulsituatie' in de sloten. Daarnaast is de relatie en interactie met de foeragerende Lepelaar langs de poldersloten onderzocht.

1.3 ONDERZOEKSVRAGEN

De voor dit onderzoek geformuleerde onderzoeksvragen zijn hieronder weergegeven. Hier is onderscheid gemaakt tussen hoofd- en deelvragen. Om onderscheid te maken tussen het deel dat betrekking heeft op de Driedoornige stekelbaars en Glasaal, en dat van de Lepelaar, zijn de onderzoeksvragen en subvragen opgedeeld in twee verschillende delen. Hieronder volgen de onderzoeksvragen per hoofdvraag met corresponderende deelvragen.

DEEL I: DRIEDOORNIGE STEKELBAARS + (GLAS-)AAL

De hoofdvraag voor dit onderzoeksonderdeel luidt als volgt.

Wat is het migratie- en dispersiegedrag van Driedoornige stekelbaars en Glasaal in de polders Ropta en Zwarte Haan, en hoe functioneren de hier aanwezige vispassages?

Bij deze hoofdvraag horen de volgende deelvragen:

- › 1. Wat is de intrek van Driedoornige stekelbaars en Glasaal via Ropta van zee naar polder?
- › 2. Wat is de verspreiding van Driedoornige stekelbaars en Glasaal in het achterland?
 - › 2.1 Hoe zijn de vissen verspreid tijdens de voorjaarestrek?
 - › 2.2 Welke verschillen m.b.t. aanwezige residente populatie en trekkende populatie Driedoornige stekelbaars zijn er te vinden tussen polder Ropta (wél intrek) en Zwarte Haan (géén intrek)?
- › 3. Wat is de relatie tussen de dispersie van de Driedoornige stekelbaars en Glasaal en de abiotiek tijdens de voorjaarestrek in polders Ropta en Zwarte Haan?
 - › 3.1 Wat zijn de slootfactoren (abiotisch) van de bemonsterde sloten?
 - › 3.2 Welke verbanden zijn er te vinden tussen abiotische slootfactoren en de aanwezigheid/dispersie?
- › 4. Wat is de doortrek van polder Ropta naar polder Zwarte Haan of Friese boezem?
 - › 4.1 Hoeveel vis passeert de bestaande passages bij Griene Dyk, Dyksput en Tzummarum tijdens de voorjaarestrek?
 - › 4.2 Hoe staan deze gegevens in verband met de resultaten uit 2002-2004?
 - › 4.3 Hoe functioneren de aanwezige vispassages in het achterland?

DEEL II: LEPELAAR

De hoofdvraag voor dit onderzoeksonderdeel luidt als volgt.

Wat is het gebruik van de sloten en plassen in polders Ropta en Zwarte Haan door Lepelaars, welke relatie is er met de Driedoornige stekelbaars, en wat is de herkomst van de Lepelaars?

Bij deze hoofdvraag horen de volgende deelvragen:

- › 5. In welke sloten zijn foeragerende Lepelaars aangetroffen?
 - › 5.1 Zijn de Lepelaars aan het foerageren, rusten of poetsen?
- › 6. Welke verschillen zijn er te ontdekken tussen sloten waar wel en niet gefoerageerd wordt door de Lepelaar? (vegetatie, slootfactoren, visstand)
- › 7. Welke relatie is er tussen (de samenstelling van) de visstand en de aanwezigheid van Lepelaars bij sloten?
- › 8. Welke kleurring hebben de Lepelaars?
 - › 8.1 Wat is de herkomst van de aangetroffen Lepelaar(s)?

1.4 ECOLOGISCHE ACHTERGROND SOORTEN

1.4.1 DRIEDOORNIGE STEKELBAARS

De Driedoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*) behoort tot een speciale orde, namelijk *Gasterosteiformes*. Deze orde staat dicht bij de zeepaardjes. De familie der stekelbaarzen kent in Nederland drie soorten, de Driedoornige stekelbaars, de Tiendoornige stekelbaars en Zeestekelbaars. Het lichaam van de Driedoornige stekelbaars is zijdelings afgeplat en de bek is relatief klein en licht bovenstandig. De rug is iets verhoogd met drie karakteristieke stekels. De derde stekel is meestal iets kleiner. Naast drie rugstekels heeft de Driedoornige stekelbaars twee buikstekels en één vrije stekel aan de voorzijde van de anaalvin. Bij dreigend gevaar worden de stekels opgezet. Buiten de paaitijd is de Driedoornige stekelbaars egaal zilverkleurig, met een donker gekleurde rug en donkere banden op de flanken. Zeer opvallend is ook de blauwe iris. De kleuren kunnen snel veranderen, afhankelijk van de omstandigheden en gedragingen van het mannetje. Stekelbaarzen hebben geen schubben, wel hebben de dieren beenplaatjes op de flanken (Brouwer *et al.*, 2008).

LEEFGEBIED EN LEEFWIJZE

De Driedoornige stekelbaars is van oorsprong een zoutwatersoort die op een gegeven moment de zoete binnenwateren is gaan bevolken. Er worden op basis van het aantal beenplaatjes op het lichaam, drie ondersoorten onderscheiden die elke hun specifiek leefgebied hebben.

- Dieren waarvan de flanken geheel bedekt zijn met beenplaatjes (*Gasterosteus aculeatus trachurus*). Deze soort leeft permanent in zout water.
- Dieren waarvan de flanken half bedekt zijn met beenplaatjes (*Gasterosteus aculeatus semiarmatus*). Dit is een anadrome vorm, waarvan de volwassen vorm in zee leeft, maar voor de voortplanting naar het zoete water trekt.
- Dieren met op de flanken slechts enkele beenplaatjes (*Gasterosteus aculeatus leiurus*). Deze vorm leeft permanent in het zoete water.

De Driedoornige stekelbaars is een oogjager die overdag foerageert en zich voedt met kleine dierlijke organismen, zoals watervlooien, roeipootkreeftjes en muggenlarven (Brouwer *et al.*, 2008).

VERSPREIDING

Voor de inpoldering van de Zuiderzee en de uitvoering van het Deltaplan was Nederland zeer geschikt voor de naar zee trekkende vorm van de Driedoornige stekelbaars. Hoewel het nog steeds een zeer algemene vissoort

in Nederland is, zijn anadrome populaties afgenomen doordat er steeds meer barrières ontstonden tussen de Noordzee en zoete binnenwateren. Ook in veel vennen is de soort door verzuring, achteruitgegaan. Driedoornige stekelbaars is echter nog steeds een van de meest algemene vissoorten in Nederland, die in de meeste provincies in tal van kleine wateren en watergangen kan worden aangetroffen (Brouwer *et al.*, 2008).

1.4.2 GLASAAL (PALING)

De Paling (*Anguilla anguilla*) is vanwege het slangachtige uiterlijk in combinatie met de zeer lange rugvin, die ononderbroken overgaat in de staart en de anaalvin nauwelijks met andere soorten te verwarren. Paling bezit geen buikvinnen. De soort kent vier levensstadia waarin het dier duidelijk van uiterlijk verandert. De larven zijn doorzichtig en hebben de vorm van een wilgenblad. Dit stadium werd vroeger beschreven met de naam *Leptocephalus brevirostris*. Pas later bleken dit jonge palingen te zijn. Het volgende stadium, de Glasaal, heeft al wel het uiterlijk van een paling, maar het dier is nog grotendeels doorzichtig.

Wanneer de dieren Nederland vanuit de zee binnenzwemmen hebben ze al twee tot drie jaar in het zoute water doorgebracht. In Nederland ligt de piek van de intrek in het voorjaar. De minimale watertemperatuur om actief de binnenwateren in te zwemmen is 10-12 graden Celsius. In het vroege voorjaar, wanneer het binnenwater nog kouder is dan 10-12 graden Celsius ontstaat op deze manier een natuurlijke concentratie van glasaal op plaatsen waar de vloedstroom wordt tegengehouden door uitwaterende kunstwerken als een sluis of een dam. In het zoete water verkleurt de Glasaal tot een grijsbruine tot groenbruine vis met vuilgele buik. Deze opgroeiende paling wordt in het eerste jaar ook wel Pootaal (lengte tot 15 cm) genoemd en daarna rode aal (>15 cm) (Brenninkmeijer *et al.*, 2005). Schieraal is de naam voor Paling die weer terugreist naar de Sargassozee om te paaien. Als schieraal eet Paling nagenoeg niets meer. In de periode van augustus tot oktober trekken de schieralen naar zee. Waarschijnlijk een half jaar later bereiken ze hun geboortewateren. De lange reis en het afpaaien vergt zoveel van de schieralen, dat ze hun inspanning vermoedelijk met de dood moeten bekopen. Het 'schier' worden gaat gepaard met grote veranderingen. Het meest duidelijk is het krijgen van een zwarte rug, zilverwite flanken en buik en grote ogen. Vrouwtjes bereiken een leeftijd van zeven tot vijftien jaar, mannetjes worden niet ouder dan zes tot twaalf jaar. De maximale lengte is afhankelijk van het geslacht. Vrouwtjes worden maximaal 120 cm lang en mannetjes in de regel niet meer dan 50 cm. Afgezien van de lengte kunnen de geslachten op uiterlijke kenmerken niet worden onderscheiden. Palingen bezitten schubben, maar deze zijn zo klein en liggen zo diep in de huid verzonken dat ze nauwelijks zichtbaar zijn. (Brouwer *et al.*, 2008).

LEEFGEBIED EN LEEFWIJZE

Paling wordt in allerlei watertypen aangetroffen, van smalle, stilstaande sloten tot snelstromende beken en rivieren. De voorkeur gaat uit naar wateren met goede schuilgelegenheden, zoals een doorgraafbare bodem (modder, grind, veen), waterplanten, grote stenen (basaltblokken) en boomwortels. Paling mijdt diepe plaatsen in stilstaande meren en plassen waarvan de onderste lagen zuurstofloos zijn. Doordat paling in staat is door de huid adem te halen, kan de soort zich over land verplaatsen, mits daarbij de huid vochtig blijft. Op het menu van paling staan insecten, kreeftjes en visjes. Grote palingen weten ook raad met grote slakken, mosselen en grotere vissen. Vers voedsel heeft de voorkeur van deze vis. Paling wordt geholpen door zijn goede reukvermogen, vergelijkbaar met dat van een hond. Paling wijst dan ook aas af dat met smerige handen is aangeraakt. Als het water te koud wordt (beneden 12 graden Celcius) trekt de Paling zich terug en eet niet meer (Brouwer *et al.*, 2008).

VERSPREIDING

Paling komt vrijwel in heel Nederland in allerlei watertypen voor. Omdat de intrekmogelijkheden sterk zijn beperkt, is intrekende glasaal lange tijd in het kustgebied en riviermondingen gevangen en op allerlei plaatsen

in Nederland uitgezet. Dit gebeurt al minstens 80 jaar. Dichte bezettingen met paling vindt men tegenwoordig nog in de grote meren, zoals het IJsselmeer en in de grote rivieren. Het aantal waarnemingen uit kleinere wateren zoals vaarten en sloten is beduidend lager. Dit kan mede worden veroorzaakt doordat inventarisaties in kleinere wateren veelal met een schepnet worden uitgevoerd, een voor Paling minder geschikte vangstmethode (Brouwer *et al.*, 2008).

1.4.3 LEPELAAR

De Lepelaar (*Platalea leucorodia*) is een grote witte waadvogel met een karakteristieke platte snavel die aan het eind verbreed is. De kleur van de snavel is zwart, met een oranje-gele vlek aan de punt. De vogel is zo'n 70 tot 95 centimeter lang en heeft een vleugelwijdte van 115 centimeter. Zijn gewicht ligt tussen de 1130 en 1960 gram. Mannetjes zijn meestal groter dan vrouwtjes en hebben een langere snavel. Het verenkleed van volwassen vogels in het broedseizoen is geheel wit, met uitzondering van een gele vlek op de hals. In de broedperiode hebben adulten een opvallende kuif van enkele lange slanke veren. De poten zijn zwart. In het winterkleed ontbreken de kuif en de gele halsvlek (Schutte & den Boer, 1999).

LEEFGEBIED EN LEEFWIJZE

Lepelaars komen voor in het kustgebied van Nederland. Ze komen het meest voor in het Deltagebied en het Waddengebied omdat daar de meeste broedkolonies zijn. Lepelaars prefereren gebieden waar ze met rust worden gelaten. Daarnaast prefereren ze gebieden waar ondiep water is, zoals getijdengebieden en gebieden met ondiepe sloten.

De belangrijkste prooidieren van de Lepelaar bestaan in zoet water uit Driedoornige en Tiendoornige stekelbaars, jonge witvis, amfibieën en grote waterinsecten. In de polders worden vooral stekelbaarzen gegeten. In brak en zout water zoals in de Waddenzee en het Deltagebied bestaan de prooien vooral uit gewone garnalen, steurgarnalen, grondels, krabben en jonge platvissen. In getijdenwateren wordt vooral bij laagwater gefoerageerd. De binnenkant van zijn snavel zit vol groeven met tastzinnuitgen zodat hij ook 's nachts en in troebel water prooi kan vangen. Het is een trekvogel die vanaf half februari in Nederland aankomt om te broeden en half september ons land weer verlaat om te overwinteren in West-Afrika. Broeden doet deze vogel in kolonies, vaak samen met en te midden van andere soorten zoals Zilvermeeuwen, Aalscholvers en Reigers. De Lepelaar is een flexibele vogel; als hij verstoord wordt door bijvoorbeeld mensen of vossen, gaat hij op zoek naar een andere broedplaats. Zo'n uitwijkingsmogelijkheid moet dan wel aanwezig zijn. De Lepelaar stelt dus bepaalde eisen aan een broedgebied. De Lepelaar broedt in Europa, Azië en Afrika (Schutte & den Boer, 1999).

VERSPREIDING

De Lepelaars die in West-Europa broeden, overwinteren vooral langs de West-Afrikaanse kust, zoals in het tropische waddengebied Banc d'Arguin voor de kust van Mauritanië. Een klein deel blijft in Europa en overwintert langs de kusten van Frankrijk, Spanje en Portugal. Soms worden er in Nederland overwinterende Lepelaars gezien.

De trekkende Lepelaars rusten onderweg op verschillende plekken om weer op krachten te komen. Die rustplekken zijn van levensbelang voor trekvogels. Hoe langer de reis, hoe langer de Lepelaars nodig hebben om tussendoor op krachten te komen. In totaal kan de hele trektocht twee maanden duren. In Nederland zijn verschillende plekken waar de Lepelaar broedt. De vogels broeden onder andere op de Waddeneilanden, het Deltagebied en in Flevoland. Ze broeden en foerageren het liefst in ondiep water in getijdengebieden, meren, moerassen en poldergebieden. Grotere broedkolonies zijn te vinden op Texel en in de Oostvaardersplassen (Ecomare, 2013).

1.5 LEESWIJZER

Het rapport begint met in hoofdstuk 2 de gebiedsbeschrijving. Hierin worden de 2 polders beschreven die in dit onderzoek aan bod komen, namelijk de polder Ropta en de polder Zwarte Haan.

In hoofdstuk 3 wordt het beleidskader besproken omtrent dit project in de vismigratieproblematiek.

Vervolgens komen in hoofdstuk 4 de methoden en technieken aan bod. Dit betreft de werkwijze gedurende het literatuuronderzoek, de slootbemonstering, de vispassagebemonstering en het Lepelaarprotocol.

In hoofdstuk 5 komen de resultaten en analyse aan bod. De resultaten en analyse zijn opgedeeld in de volgende onderdelen; Driedoornige Stekelbaars, Glasaal, abiotiek en Lepelaar.

Vervolgens wordt in hoofdstuk 6 de discussie besproken. Hierin wordt kritisch gekeken naar de vispassagebemonstering, de slootbemonstering, de abiotiek en de Lepelaartelling.

In hoofdstuk 7 en 8 worden de conclusie en aanbevelingen behandeld.

Ten slotte volgen de referenties en appendices.

2. GEBIEDSBESCHRIJVING

2.1 POLDER ROPTA

Deze locatie betreft een zeegemaal met polder waar in het verleden onderzoek heeft plaatsgevonden naar de vistrek en het gebruik van poldersloten door Lepelaars (zie ook figuur 2). Onderzoeksgebieden waren o.a. de Blikvaart, waar de vispassage in uitmondt, en de poldersloten verder in het achterland. Daarnaast bevinden zich enkele vispassages in de polder om de doortrek naar de Friese boezem en de naastgelegen polder te bevorderen (Tzummarum & Griene Dyk), en een passage bij vogelreservaat Dyksput. Ook bij deze passages is de doortrek onderzocht. Voor gemaal Ropta bestaan concrete plannen om de huidige eenzijdige voorziening aan te vullen met een migratievoorziening om migratie van zoet naar zout en daarmee uittrek van de Driedoornige stekelbaars en Glasaal mogelijk te maken (Brenninkmeijer, 2013a; van Booma, 2013). Huidige uittrek vindt in enige mate plaats via de zeegemalen (kleine vissen), en verder via sluizen bij bijvoorbeeld Harlingen (West) en Ezumazijl (Oost).

2.2 POLDER ZWARTE HAAN

Net als bij Roptazijl is bij Zwarte Haan buitendijks een groot aanbod aan Driedoornige stekelbaars en Glasaal aanwezig dat naar binnen wil trekken (Brenninkmeijer & Van Dulleman, 2007). Deze locatie betreft ook een zeegemaal (H.G. Miedemagemaal te Zwarte Haan) met polder, zie figuur 2. Momenteel is hier nog geen in- of uittrek mogelijkheid aanwezig voor de vis. Voor deze locatie bestaat het plan om een tweezijdige passage te realiseren om zo de in- en uittrek van vissen te realiseren, ook met het oog op de Lepelaar (van Booma, 2013). Hier heeft het onderzoek gezorgd voor een beeld van de huidige 'nulsituatie' in de poldersloten, een situatie zonder intrekmogelijkheid langs de kust. Deze polder is middels een DeWit vispassage bij Griene Dyk verbonden met de polder Ropta. Hier is doortrek van polder Zwarte Haan naar polder Ropta dus mogelijk.



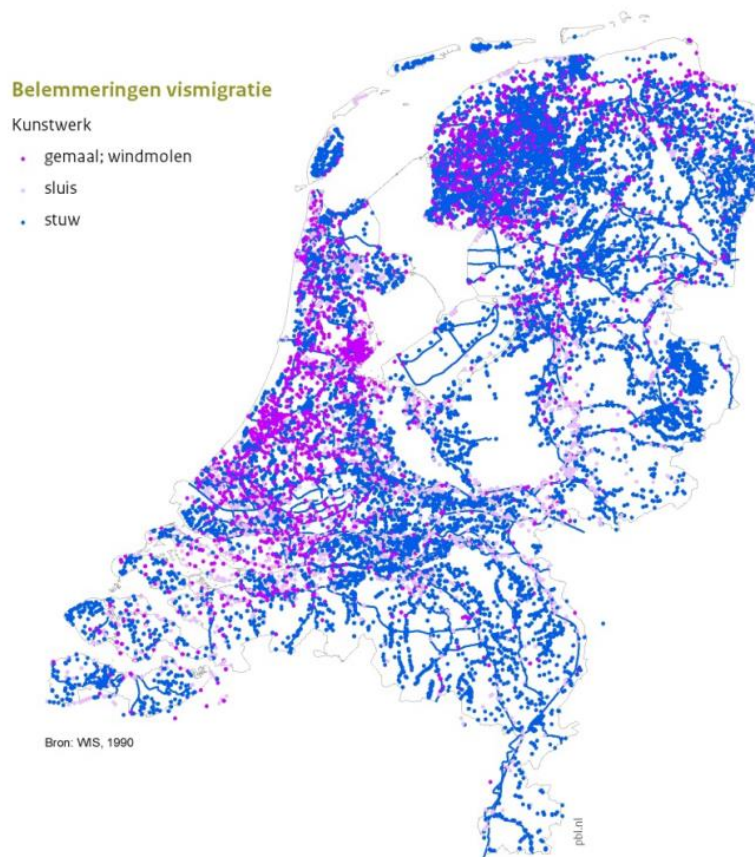
Figuur 2: Weergave ligging locaties Ropta en Zwarte Haan, en grenzen polders (ondergrond: Google Maps).

Rood: grens polders Ropta en Zwarte Haan

Groen: onderzoekslocaties

Sleutel: vispassage

3. BELEIDSKADER



Figuur 3: Migratiebarrières voor vissen in Nederland rond 1990 (Wanningen *et al.*, 2012)

opgestelde doelen. Binnen de KRW is connectiviteit een belangrijk thema, en dit thema wordt expliciet vermeld voor de stromende wateren. In KRW art. 5 rapportages zijn deze knelpunten voor diverse stroomgebieden in Nederland globaal in beeld gebracht. Hieruit is gebleken dat er duizenden knelpunten binnen Nederland zijn. In de figuur 3 zijn alle destijds in Nederland aanwezige barrières voor migrerende vissen weergegeven, ongeveer 13.000 stuks (Ministerie van LNV, 2011) (sluizen niet meegerekend i.v.m. maar ten dele een barrièrewerking (Kroes & Monden, 2005)).

De aanpak en opheffing van al deze knelpunten is op korte termijn niet reëel in verband met kosten en tijd die hieraan verbonden zijn. Voor een meer realistisch beeld dient elke waterbeheerder dus een prioritering op te stellen en aan te houden met betrekking tot het oplossen van vismigratieknelpunten, om zo een goede visstand c.q. de KRW doelstelling te behalen.

Wetterskip Fryslân heeft zich in 2009 in het 'Waterbeheerplan Fryslân 2010 – 2015' als doel gesteld om tot en met 2015 ten minste 43 van de belangrijkste 97 knelpunten voor vismigratie opgelost te hebben, dit ook in het kader van de KRW doelstellingen. Deze prioritaire locaties waren niet bij naam genoemd, alleen de kwantiteit van (minimaal) 43 op te lossen knelpunten, ongeacht locatie. Momenteel zijn hier nog ongeveer 29 locaties van over die in de komende drie jaar zullen moeten worden opgelost (Wanningen & Van Herk, 2011).

De Europese Kaderrichtlijn Water of KRW is in december 2000 vastgesteld door het Europese Parlement en de Europese Raad. Deze richtlijn houdt in dat alle lidstaten van de EU de waterkwaliteit van het water in de desbetreffende lidstaat in een goede toestand dienen te brengen en het in die toestand dienen te houden. Het hoofddoel van de KRW is om eind 2015 een goede ecologische toestand van deze wateren te bereiken (Reeze *et al.*, 2005).

In de Kaderrichtlijn Water wordt de visstand als kwaliteitskenmerk voor een goede waterkwaliteit genoemd waarbij waterbeheerders doelen op dienen te stellen met betrekking tot de visstand. Daarnaast dienen ze te zorgen dat die betreffende doelen ook daadwerkelijk behaald worden. Vismigratie speelt hier een belangrijke rol in, en een gebrek aan vismigratie is een obstakel in het bereiken van deze

4. WERKWIJZE

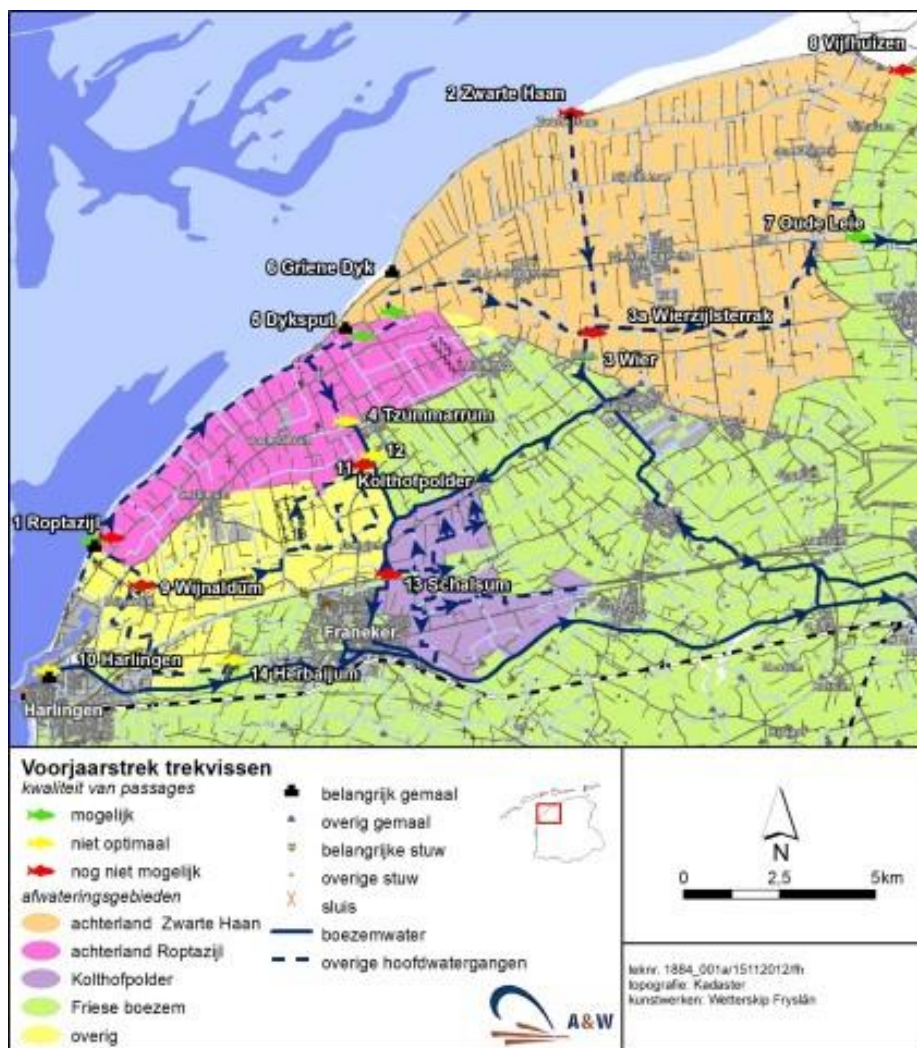
In dit hoofdstuk staat de gebruikte werkwijze gedurende diverse onderdelen van dit onderzoek beschreven per onderdeel.

4.1 LITERATUURONDERZOEK

Voor aanvang is achtergrondkennis opgedaan door middel van literatuuronderzoek. Hiervoor is gebruik gemaakt van de diverse publicaties en onderzoeken die op dit gebied gepubliceerd zijn. Voor deze locaties bestaan diverse rapporten van voorgaande en huidige onderzoeken naar relevante onderwerpen. Deze literatuur is afkomstig van onderzoeksbureaus zoals Altenburg & Wymenga, Wintermans Ecologenbureau, en IMARES.

4.2 SLOOTBEMONSTERING

Om de verspreiding van de vissen in de poldersloten te onderzoeken dienden deze bemonsterd te worden op aanwezige vis. De sloten waren gekozen op basis van ligging nabij de te verwachten trekroutes via de hoofdwatgangen (zie figuur 4), alsmede een aantal sloten dat in de periode 2002 – 2004 is bemonsterd. betreft de locaties 8a, 8b, 11, 15a en 15b (Brenninkmeijer *et al.*, 2005).



Figuur 4: Verwachte trekroutes vis in voorjaar (uit: Brenninkmeijer, 2013a)

Er waren verschillende soorten sloten gekozen, variërend in lengte en breedte, alsmede in aanwezigheid (sloot-) vegetatie. Daarnaast dienden de sloten bereikbaar te zijn voor de Driedoornige steekels en Glasaal. Dat wil zeggen dat deze middels een duiker, sifon of aftakking in verbinding dienden te staan met de hoofdwatgang (zie figuur 4). In totaal zijn er 19 monsterlocaties bemonsterd (zie appendix 1).

De sloten zijn bemonsterd middels een gestandaardiseerde monstermethode (Brenninkmeijer *et al.*, 2005). Om de 10 meter werd de sloot bemonsterd met een schepnet van 50x50 centimeter (mw. 0,5 x 0,5 cm). Dit schepnet werd met een snelle beweging in één keer door het water gehaald, waarbij de bodem net getouchéerd werd. Tijdens deze beweging is het net vanuit het midden of de overkant van de sloot (afhankelijk van slootbreedte) naar de oever getrokken en vervolgens bij de kant omhoog getrokken. Het was van belang om de kant goed mee te nemen, omdat de kans op vissen daar het grootst is (Vonk & van der Burg, 2003). Deze methode was gekozen omdat deze ook tijdens het onderzoek 2002 – 2004 is gebruikt (Brenninkmeijer *et al.*, 2005), en de resultaten van dit onderzoek zo wellicht met die van dat onderzoek vergeleken konden worden.

Tijdens de bemonstering zijn de slootkenmerken genoteerd, waarbij gekeken werd naar de volgende punten:

- › **Watertype**
- › **Doorzicht in cm**
Gemeten d.m.v. Secchi schijf
- › **Min. / max. diepte traject in cm**
Geschat d.m.v. een meetstok, om de 10cm gemarkeerd; gemeten aan begin, midden en eind van traject
- › **Breedte traject in m**
Waar mogelijk gemeten met een rolmaat, anders berekend in Google Maps
- › **Lengte traject in m**
Berekend in Google Maps
- › **Talud in ° graden**
Observatie / schatting
0-22° / 23-45° / 46-67° / 68-90°
- › **Beschoeiing**
Geen / hout / steen / stortsteen / staal
- › **Breedte oever in cm**
Gemeten vanaf waterrand tot maaiveld
- › **Bodemtype**
Klei / veen / zand / keileem / steen / onbekend; a.d.h.v. bodemkaart of observatie
- › **Dikte modderlaag in cm**
Geschat d.m.v. meetstok aan begin, midden en eind van traject
- › **Watertemperatuur in °C**
Elke bemonstering gemeten d.m.v. geijkte thermometer aan het begin van een traject, waar mogelijk in- of nabij het midden van de sloot

Daarnaast is door middel van een multimeter (WTW Multi 340i) de saliniteit en pH waarde bepaald van de diverse sloten. Saliniteit is 1 keer per week opgenomen, de pH waarde éénmalig aan het begin van het onderzoek, en gedurende het onderzoek af en toe gecontroleerd.

De bemonsteringen vonden gedurende 8 weken plaats tijdens de voorjaarsrek, beginnende in week 16 (16 april 2013), waarbij elk monsterpunt tot 2 keer per week op bovenstaande manier aan bod is gekomen.

Op vier locaties zijn ook nabijgelegen duikers of bruggen in de trekroute met een kruisnet bevestigd. Hiervoor was gekozen omdat een kruisnet een goed beeld kan geven van de massaliteit van een migratie/dispersiebeweging

bij vissen. Tegelijkertijd is deze methode niet erg effectief bij kleinere hoeveelheden vis, sterke stroming en brede watergangen (Wintermans, 2012).

Dit kruisnet (1 x 1 x 0,75 m, maaswijdte 0,5 cm) werd op kansrijke locaties in het water geplaatst. Na exact 5 minuten werd het net in één beweging omhoog getrokken. Dit gebeurde 2 keer per locatie, met een interval van 5 minuten tussen de metingen. Door tegenvallende vangstresultaten (er werd vrijwel geen vis gevangen met het kruisnet) is na overleg besloten de kruisnetbemonstering tijdens het onderzoek te staken. De trekroutes binnen het onderzoeksgebied lopen hoofdzakelijk via de hoofdwatergangen. Deze watergangen zijn te breed en stromen dusdanig snel dat bemonstering met een 1 bij 1 kruisnet niet efficiënt is.

4.3 VISPASSAGEBEMONSTERING

De bemonsteringsmethode voor de vispassages bij Griene Dyk en Dyksput was gelijk aan de methode gebruikt in 2002 – 2004 (Brenninkmeijer *et al.*, 2005). Er werd een speciaal op maat gemaakte hokfuik (mw. 0,5 x 0,5 cm) geplaatst in het één na laatste compartiment van de passage. Deze fuik werd 24 uur na plaatsing geleegd, waarna de soorten en lengtes van de exemplaren werden genoteerd. De passages zijn net als de slootmonsterpunten gedurende 8 weken elke week tot tweemaal bemonsterd, startende in week 16 (16/04/2013).

Voor de passage bij Tzummarum was bekend dat deze nog steeds een te hoge stroomsnelheid heeft (Brenninkmeijer, 2013a). Tijdens eerdere onderzoeken is deze passage bemonsterd met een op maat gemaakte stalen glasaalfuik. Door de uiterst fijne maaswijdte (0,5x0,5mm) werd de stroomsnelheid in de passage dusdanig verlaagd dat enige doortrek van Glasaal plaatsvond. Deze zelfde fuik werd ook dit keer gebruikt om de Tzummarumer passage te bemonsteren.

De vispassage bij Dyksput is net als de rest van de passages gedurende 24 uur bemonsterd. Tijdens normale werking staat de passage echter alleen 's nachts open, gedurende ± 12 van de 24 uur. Hiertoe is besloten omdat de passage een dusdanig hoog debiet heeft dat de plas langzaam leegstroomt. Het gemaal aan de noordzijde van de vogelplas is van onvoldoende capaciteit om het langzaam leeglopen van de plas via de vispassage te voorkomen.

Bij de bemonstering van de vispassages zijn dode exemplaren in de fuik meegeteld als vangst, er vanuit gaande dat deze exemplaren levend de fuik ingezwommen zijn.

De watertemperatuur van de passages Griene Dyk en Dyksput is opgenomen in het compartiment van de passage waar ook de fuik geplaatst werd. De watertemperatuur van de passage bij Tzummarum is opgenomen bij de instroomopening (uitzwemopening) van de passage. Deze metingen zijn gedaan met de zelfde geijkte thermometer als bij de schepnetbemonstering.

4.4 LEPELAARPROTOCOL

In het bemonsteringsschema was de tijd wat ruim genomen om rekening te houden met mogelijke waarnemingen van de Lepelaar. In het geval een Lepelaar werd waargenomen in het onderzoeksgebied, werd deze gedurende maximaal 15 minuten geobserveerd (Brenninkmeijer & Huisman, 2013). Voor de locatie waar de Lepelaar zich bevond is na vertrek van de vogel (of anders zo goed mogelijk) de volgende informatie verzameld:

- › Locatie (monsterpunt)
- › Coördinaten

- › Sloomkenmerken
Vegetatie (kenmerkende soorten), breedte, talud, type beschoeiing, watertemperatuur, bodemtype, pH waarde, saliniteit, doorzicht
- › Aantal individuen

Tijdens de observatie van de lepelaar(s) werd gebruik gemaakt van een telescoop (Kowa TSN773 met oculair 20/40/60 mm) op Manfrotto statief (70-170cm), en twee verrekijkers (Bushnell type H20 8x, 42mm en Stern VBN 8x, 42mm). Hierbij werd gelet op de volgende zaken:

- › Observeren gedrag
Foerageren, rusten, poetsen
- › Noteren foerageersuccessen (indien mogelijk)
Hieronder werd verstaan: het maken van een slikbeweging door de Lepelaar na succesvol een prooi uit het water gevangen te hebben. Daarnaast slikfrequentie (aantal slikbewegingen / minuut).
- › Aflezen van kleurring (indien aanwezig)
Met deze informatie kon eventueel achterhaald worden of een zelfde individu op meerdere plaatsen aangetroffen werd. Daarnaast kon hiermee de afkomst van de vogel herleid worden. Als de lepelaar niet voorzien was van kleurringen diende dit ook genoteerd te worden.

Na vertrek van de Lepelaar (max. 15 minuten wachten en observeren) werd de sloot indien mogelijk bemonsterd met een schepnet (50x50cm, m.w. 0,5x0,5cm).

Indien de Lepelaar na 15 minuten nog niet vertrokken was werden de 'gewone' werkzaamheden vervolgd, en werd de sloot op een later tijdstip alsnog bemonsterd.

Dit protocol was omgezet in een veldformulier voor gebruik in het veld.

5. RESULTATEN & ANALYSE

In dit hoofdstuk worden de resultaten van dit onderzoek besproken, geanalyseerd en geïnterpreteerd. Net als het onderzoek zelf is ook dit hoofdstuk opgedeeld in een aantal delen, waarin de verschillende onderwerpen uit dit onderzoek aan bod komen.

5.1 VANGSTRESULTATEN

In dit onderzoek zijn gedurende 8 weken (25 monsterdagen) bemonsteringen uitgevoerd bij 3 vispassages en 19 sloten. Deze bemonsteringen vonden plaats tussen 16-04-2013 en 04-06-2013 (week 16 t/m 23). Tijdens deze bemonstering zijn in totaal 1472 vissen gevangen, waarvan 687 in de drie vispassages, en 785 tijdens de schepnetbemonsteringen. Daarnaast zijn er 31 Lepelaars, verdeeld over 6 losse waarnemingen, waargenomen tijdens het onderzoek.

De vissen waren verdeeld over 15 verschillende soorten in de passages, en 8 verschillende soorten in de sloten. In totaal zijn er 16 verschillende vissoorten gevangen gedurende het onderzoek.

De schepnetbemonstering van de poldersloten bestond uit 150 bemonsteringen. Onder bemonstering wordt verstaan het bemonsteren van één locatie, hierboven wordt dus niet bedoeld: 150 steken met het schepnet. Tijdens deze schepnetbemonsteringen zijn in totaal 785 vissen gevangen. Ongeveer 79% van deze vangst bestond uit Driedoornige stekelbaars of Tiendoornige stekelbaars (351 exemplaren Driedoornige en 279 exemplaren Tiendoornige).

De fuikvangst van de 3 vispassages is te verdelen in vier onderdelen, te weten:

- › passage Tzummarum stroomopwaarts (↑)
- › passage Griene Dyk stroomafwaarts (↓)
- › passage Griene Dyk stroomopwaarts (↑)
- › passage Dyksput stroomopwaarts (↑)

In de passage bij Tzummarum zijn in totaal 104 vissen gevangen, waarvan 99 Glasalen en 3 Pootalen. Deze vangsten zijn verdeeld over 10 bemonsteringen van 24 uur.

De passage te Griene Dyk is in eerste instantie stroomafwaarts bemonsterd, later zowel stroomopwaarts als stroomafwaarts, beide richtingen 1 maal per week (zie paragraaf 4.3).

Stroomafwaarts hebben 10 bemonsteringen van 24 uur plaatsgevonden, waarbij in totaal 468 vissen zijn gevangen.

Stroomopwaarts hebben 3 bemonsteringen van 24 uur plaatsgevonden. Hier zijn in totaal 75 vissen gevangen.

Ten slotte is de passage te Dyksput in totaal 6 keer gedurende 24 uur bemonsterd. Hier bestond de totaalvangst uit 40 vissen.

In tabel 1 staan de vangsten in geheel samengevat.

Tabel 1: Soortsamenstelling van de vangsten in de poldersloten en DeWit passages in het achterland van Roptazijl tussen 16 april en 30 mei 2013. Dykspuit: 6x hokfuik; Griene Dyk stroomopwaarts (↑): 3x hokfuik; Griene Dyk stroomafwaarts (↓): 10x hokfuik; Tzummarum: 13x RVS glasaalfuik.

Vissoorten per ecologisch gilde	Schepnet	Fuikvangst			
	Poldersloten	Tzummarum	Griene Dyk ↓	Griene Dyk ↑	Dykspuit
Bemonsteringen	150x	10x	10x	3x	6x
Zoet-zout rheofiele vissen					
Driedoornige stekelbaars (<i>Gasterosteus aculeatus</i>)	351	0	296	48	29
Glasaal (<i>Anguilla anguilla</i>)	0	99	0	0	0
Pootaal <15cm (<i>Anguilla anguilla</i>)	0	3	0	0	0
Paling >15cm (<i>Anguilla anguilla</i>)	0	0	0	3	0
Spiering (<i>Osmerus eperlanusi</i>)	0	0	3	0	0
Partieel rheofiele zoetwatervissen					
Riviergrondel (<i>Gobio gobio</i>)	3	0	6	15	1
Limnofiele zoetwatervissen					
Tiendornige stekelbaars (<i>Pungitius pungitius</i>)	279	0	21	0	0
Ruisvoorn (<i>Rutilus erythrophthalmus</i>)	3	0	8	0	0
Bittervoorn (<i>Rhodeus sericeus</i>)	0	0	2	0	0
Zeelt (<i>Tinca tinca</i>)	0	0	2	0	0
Eurytope zoetwatervissen					
Blankvoorn (<i>Rutilus rutilus</i>)	146	2	125	8	6
Baars (<i>Perca fluviatilis</i>)	1	0	3	0	0
Kolblei (<i>Blicca bjoerkna</i>)	0	0	1	0	0
Brasem (<i>Abramis brama</i>)	1	0	0	1	4
Snoek (<i>Esox lucius</i>)	1	0	0	0	0
Overig					
Brakwatersteurgarnaal (<i>Palaemonetes varians</i>)	0	0	1	0	0
Subtotaal	785	104	468	75	40
Totaal	1472				

Naast de gevangen Driedoornige stekelbaars, Glasaal en Pootaal (die in 5.2 en 5.3 worden behandeld) zijn er vooral Tiendornige stekelbaarzen (300 ex.) en Blankvoorns (287 ex.) gevangen tijdens het onderzoek.

Tijdens de schepnetbemonstering van de poldersloten zijn 279 Tiendornige stekelbaarzen gevangen. Gezien het zeer algemene voorkomen en de weidse verspreiding in kleine vegetatierijke sloten (zoals de in dit onderzoek bemonsterde sloten) is dit een weinig opmerkelijke vangst (RAVON, 2013).

Daarnaast zijn er in de poldersloten 146 Blankvoorns gevangen, met lengtes variërend van juveniele Blankvoorns (en andere juveniele witvis) van 1 centimeter tot lengtes van 7 centimeter.

Bij de stroomafwaartse bemonstering van de passage te Griene Dyk zijn 125 Blankvoorns aangetroffen. Hier liepen de lengtes uiteen van 1 centimeter tot 19 centimeter.

Van andere soorten zoals Riviergrondel, Ruisvoorn of Baars is te zien dat vrij sporadisch een exemplaar is aangetroffen tijdens het onderzoek, zeker vergeleken met de aantallen Driedoornige stekelbaars en Tiendornige stekelbaars. Hierbij dient wel vermeld te worden dat de vangstmethode invloed heeft gehad op

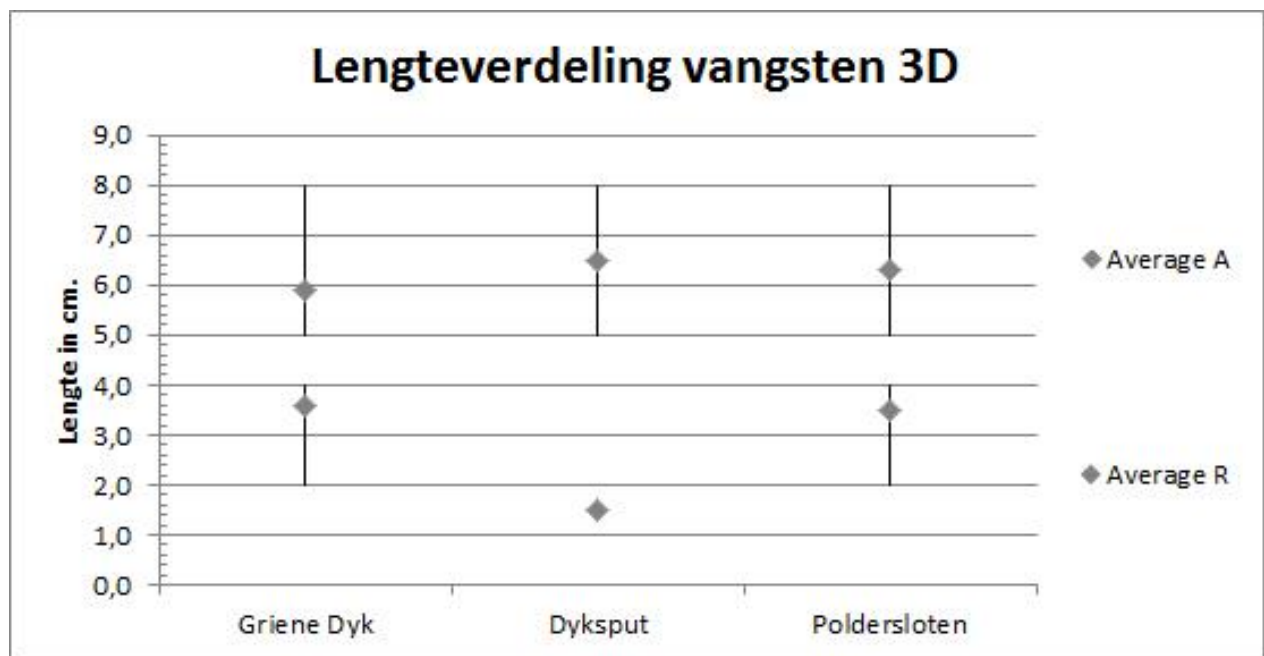
deze vangstresultaten. Er is gevestigd met het materiaal en het doel om hoofdzakelijk Driedoornige stekelbaarzen te vangen. Het is het dus logisch dat Driedoornige stekelbaars in de resultaten overheerst, en er bijvoorbeeld geen grote Snoek of Zeelt is aangetroffen tijdens de bemonsteringen.

5.2 DRIEDOORNIGE STEKELBAARS

5.2.1 ALGEMENE RESULTATEN

De Driedoornige stekelbaars is in zowel de vispassages (totaal 373 exemplaren, 54% van totale vangst) als in de sloten (351 exemplaren, 45% van totale vangst) aangetroffen.

De lengteverdeling van de gevangen Driedoornige stekelbaarzen is te zien in onderstaande figuur 7. In deze figuur is onderscheid gemaakt tussen de passages bij Griene Dyk en Dyksput, en de in de poldersloten aangetroffen Driedoornige stekelbaarzen. Daarnaast is onderscheid gemaakt tussen de residente populatie R en anadrome populatie A.

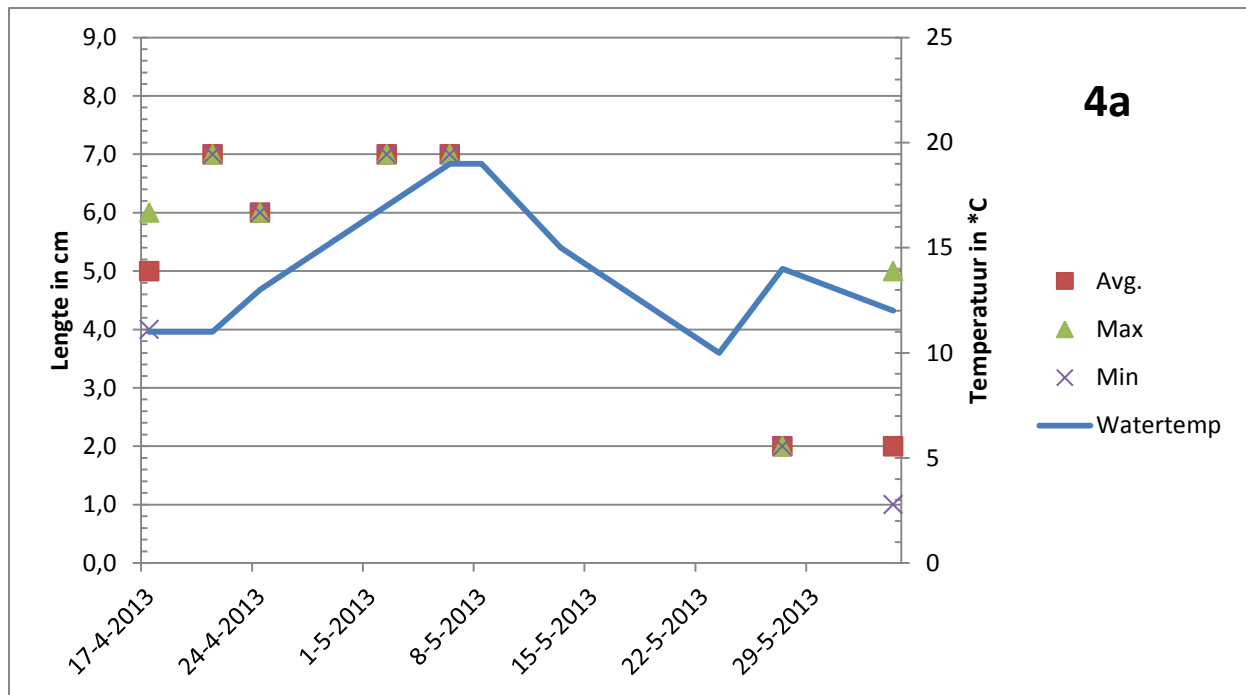


Figuur 5: Lengteverdeling gevangen Driedoornige stekelbaarzen, waarin A = Anadroom, R = Resident

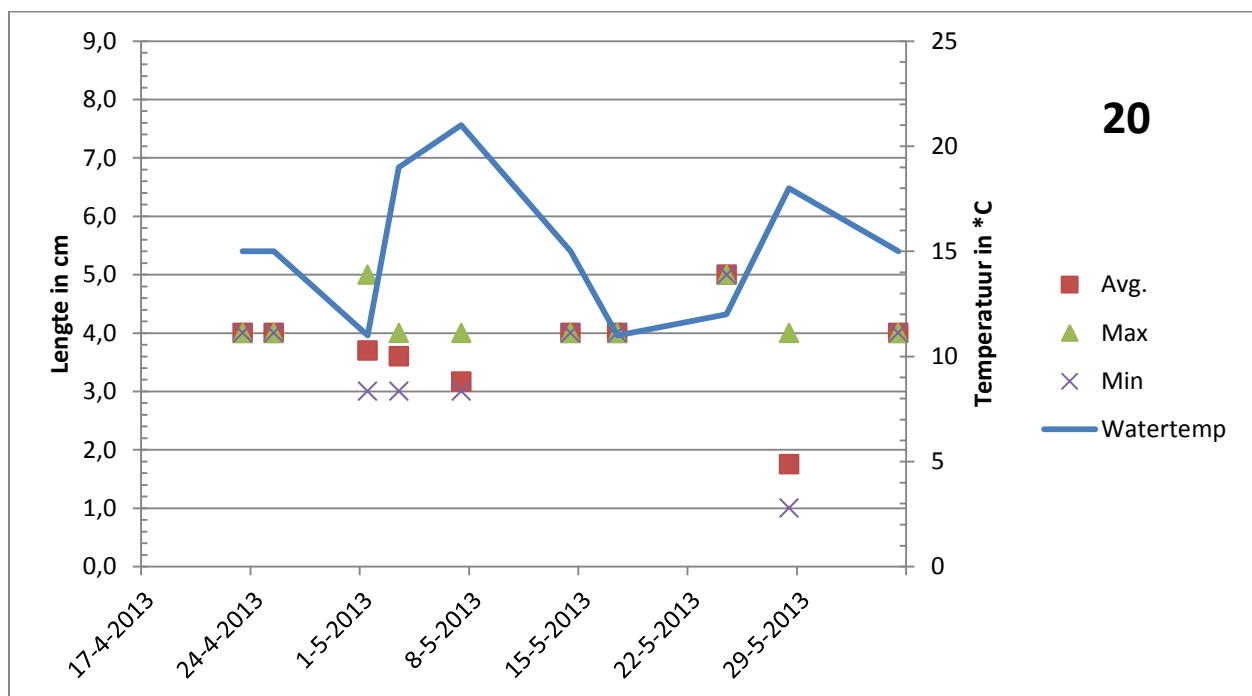
Per locatie zijn de watertemperatuur en aangetroffen lengtes gedurende het onderzoek uitgezet in grafieken. Deze zijn te vinden in appendix 5.

Twee van deze grafieken zijn hieronder weergegeven, zie figuur 8 en 9.

De keuze voor deze twee grafieken is gemaakt omdat er op sommige locaties (zoals figuur 8, locatie 4a) een verband lijkt te zijn tussen de watertemperatuur en het aantreffen (of niet-aantreffen) van de Driedoornige stekelbaars. Dit terwijl op sommige andere locaties (zoals figuur 9, locatie 20), de vangsten eigenlijk gedurende de gehele periode en watertemperatuur consistent waren.



Figuur 6: Verloop watertemperatuur en lengte Driedoornige stekelbaars; locatie 4a



Figuur 7: Verloop watertemperatuur en lengte Driedoornige stekelbaars; locatie 20

In bovenstaande figuren staat de blauwe lijn voor het verloop van de watertemperatuur zoals gemeten tijdens de bemonsteringen. De temperatuur verloopt nogal grof, aangezien de bemonstering per locatie (en dus het meten van de temperatuur) 1 à 2 maal per week plaatsvond.

Wanneer de figuren van alle locaties naast elkaar bekeken worden (appendix 5) lijkt er op 5 locaties een verband te zijn tussen temperatuur en lengte van de Driedoornige stekelbaars. Dit gaat om de locaties 3, 4a, 4b, 7 en 10. Op de overige 14 locaties lijkt dit niet het geval te zijn. Opvallend punt is wel dat deze 5 locaties waar een verband lijkt te bestaan, zich allen in polder Ropta bevinden. In deze polder zijn veel anadrome

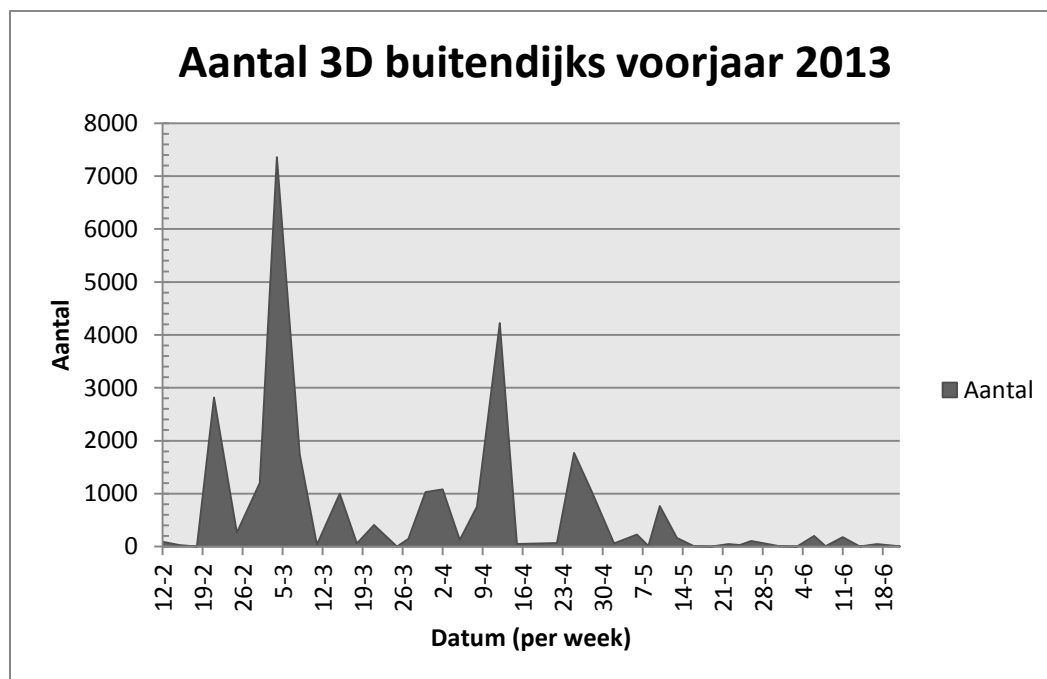
stekelbaarzen gevangen, waarbij een verband tussen temperatuur en aanwezigheid (en indirect dus lengte) verwacht zou kunnen worden (Lucas & Baras, 2001).

5.2.2 AANBOD DRIEDOORNIGE STEKELBAARS

Om het buitendijkse aanbod anadrome Driedoornige stekelbaars in kaart te brengen zijn vangstgegevens uit een ander lopend onderzoek gebruikt. In dit onderzoek vanuit Wintermans Ecologen bureau (in opdracht van Wetterskip Fryslân) werden 3 maal per week buitendijkse bemonsteringen uitgevoerd bij de vishevel van Roptazijl.

Deze bemonstering werd uitgevoerd met behulp van een kruisnet of totebel van 1 bij 1 bij 0,75m, en een maaswijdte van ongeveer 1mm (in verband met Glasaal). Met dit kruisnet werd ongeveer 2 keer per week bemonsterd in de laatste twee uur van de vloed, afwisselend overdag of 's avonds. Een dergelijke bemonstering bestaat uit 3 tot 5 trekken met het kruisnet (Wintermans, 2012).

De volgende figuur geeft het aantal buitendijks gevangen Driedoornige stekelbaarzen weer tijdens de bemonsteringsweken van het onderzoek.



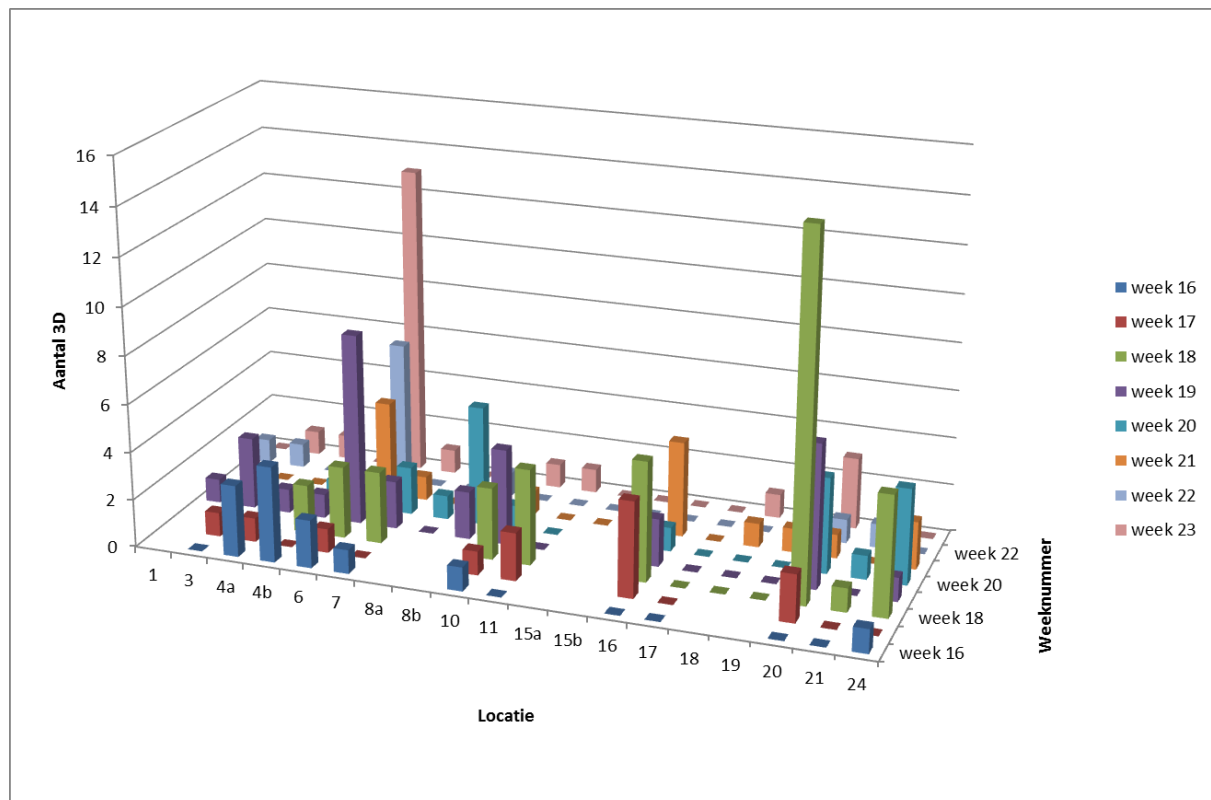
Figuur 8: Aantal buitendijks gevangen exemplaren Driedoornige stekelbaars

Hieruit valt op te maken dat de piek in het aanbod van Driedoornige stekelbaarzen buitendijks dit jaar al begin maart lijkt te zijn geweest. Rond deze periode daalde de (water-)temperatuur ook weer, deze leefde vervolgens begin april weer wat op (zie appendix 3). Dit is terug te zien in het aantal Driedoornige stekelbaarzen dat voor de vishevel werd gevangen. De pieken in schepnetvangsten vertonen geen verband met pieken in buitendijks aanbod.

Van deze bemonsteringen is geen lengte-informatie bekend.

5.2.3 VERSPREIDING

Na binnenkomst verspreiden de driedoornige stekelbaarzen zich door het achterland. Deze migratiebeweging was zowel in het veld als uit de data op te maken. In onderstaande figuur 11 zijn de aantallen gevangen Driedoornige stekelbaars in de poldersloten weergegeven per locatie in de tijd.

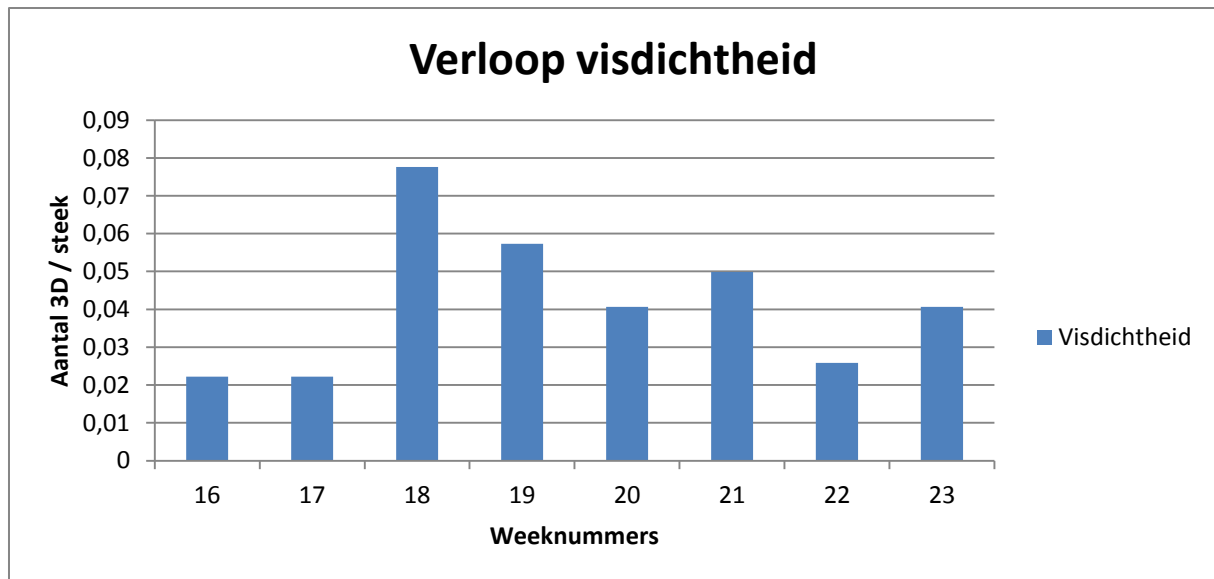


Figuur 9: Aantallen gevangen Driedoornige stekelbaars in poldersloten per locatie per week. De grote aantallen juveniele Driedoornige stekelbaarzen (0 tot 2cm) die in de laatste 1 á 2 weken werden gevangen zijn uit deze figuur weggelaten omdat deze vangsten niet relevant waren voor dit onderzoek in verband met het juveniel zijn, en daarbij zouden deze grote aantallen de figuur te veel beïnvloeden. Een niet-aangepaste figuur met alle originele waarnemingen, inclusief juvenielen, is weergegeven in appendix 6. (Polder Ropta: locatie 1 t/m 10, polder Zwarte Haan: locatie 11 t/m 24)

In deze figuur staat elke gekleurde rij voor de gevangen Driedoornige stekelbaarzen per locatie in één week. Op enkele locaties zijn lege vlakken weergegeven die niet door een nulvangst komen, maar omdat deze locaties door vergunningtechnische redenen pas later in het onderzoek zijn bemonsterd. Dit betreft de locaties 1, 8a en 8b (bemonsterd vanaf week 19) locaties 15a en 15b (bemonsterd vanaf week 21) en locaties 18 en 19 (bemonsterd vanaf week 18).

Te concluderen is dat er geen duidelijke dispersiebeweging van West naar Oost (vishevel naar polder Zwarte Haan) naar voren komt uit de gegevens. Zowel voor polder Ropta als polder Zwarte Haan lijken de gevangen Driedoornige stekelbaarzen met de tijd toe te nemen, al lijkt de grootste piek in polder Zwarte Haan eerder te liggen dan in polder Ropta. Wel is te zien dat in de laatste 2 à 3 weken van het onderzoek er weinig Driedoornige stekelbaarzen gevangen zijn op de locaties rond de vishevel, waar dat eerder in het onderzoek wel het geval was. In deze periode lijkt de concentratie wat verder oostelijk in de polder te liggen (diverse 'nulvangsten' op locaties waar in de eerdere weken Driedoornige stekelbaars werd aangetroffen, en vice versa). Er is dus wel enige mate van dispersie te ontdekken.

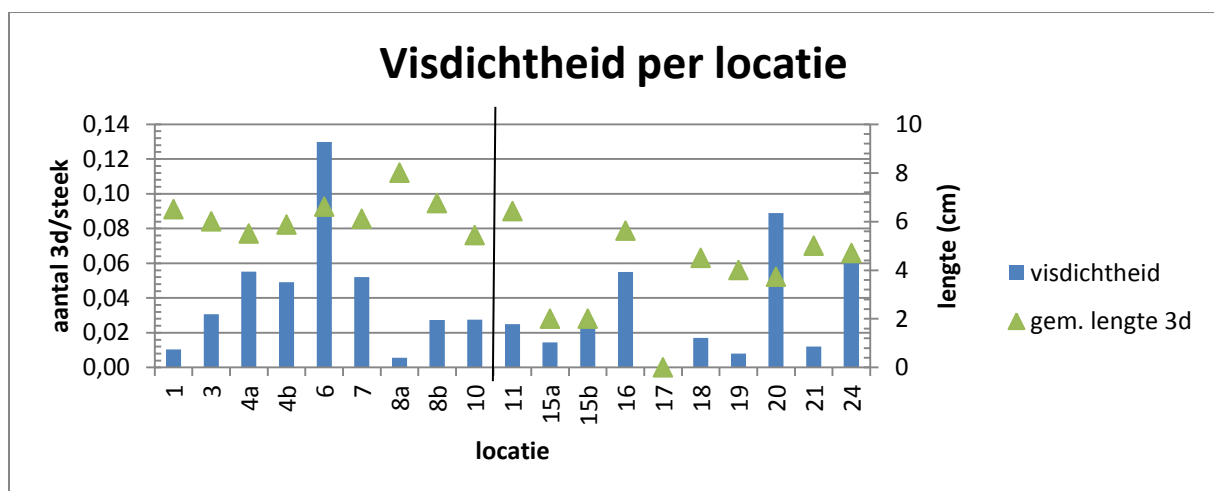
Daarnaast zijn de waarnemingen omgerekend naar aantal gevangen driedoorns per steek met het schepnet. In onderstaande figuren 12 en 13 is dit te zien.



Figuur 10: Verloop van het aantal Driedoornige stekelbaars per steek door de weken heen

In bovenstaande figuur is de visdichtheid per onderzoekswEEK weergegeven voor alle bemonsterde poldersloten gecombineerd. Dit is weergegeven in aantal gevangen exemplaren Driedoornige stekelbaars per steek met het schepnet.

In de eerste twee weken van het onderzoek zijn weinig Driedoornige stekelbaarzen aangetroffen. De piek in de visdichtheid bevond zich in week 18, de derde week van dit onderzoek.



Figuur 11: Visdichtheid en gemiddelde lengte van Driedoornige stekelbaars per monsterlocatie (Polder Ropta: locatie 1 t/m 10; polder Zwarte Haan: locatie 11 t/m 24. Zwarte lijn = grens).

In bovenstaande figuur 13 is de visdichtheid per locatie weergegeven over de gehele onderzoeksperiode. Daarnaast is op de secundaire y-as de gemiddelde lengte van de gevangen Driedoornige stekelbaarzen weergegeven.

Te zien is dat binnen polder Ropta de visdichtheid Driedoornige stekelbaarzen per locatie over het algemeen hoger lag dan in polder Zwarte Haan. Daarnaast is de gemiddelde lengte van de gevangen Driedoornige stekelbaarzen binnen polder Ropta groter dan binnen polder Zwarte Haan, wat lijkt te duiden op een verschil in residente en anadrome populatie. Hier wordt verder op ingegaan in paragraaf 5.2.4.

5.2.4 VERSCHIL RESIDENTE EN ANADROME POPULATIE TUSSEN POLDERS ROPTA EN ZWARTE HAAN

Zoals eerder beschreven kan de Driedoornige stekelbaars zich in zoet water, brak water en zout water voortplanten. Dit betekent dat de stekelbaars zowel resident als anadroom voorkomt. De huidige verdeling over de verschillende strategieën is onbekend, maar door de beperkte intrekmogelijkheden voor de vis wordt aangenomen dat de anadrome variant (veel) minder talrijk is geworden (Tulp *et al.*, 2009). Het hoofdzakelijke in het veld waarneembare verschil tussen de verschillende populatiesoorten is de lengte. Verwacht werd dat er verschil zou moeten zijn tussen de polders, gezien het feit dat intrek in polder Ropta mogelijk is via de vishevel, en in polder Zwarte Haan niet.

In de literatuur is geen duidelijke, eenduidige uitleg te vinden over de lengte van anadrome of residente exemplaren. Er worden vaak verschillende lengtes aangehouden. Op basis van eerdere vergelijkbare onderzoeken in deze regio (o.a. Kemper, 1995; Wintermans & Kemper, 1999; Brenninkmeijer *et al.*, 2003) is de keuze gemaakt voor een volgende verdeling:

- › Anadroom: lengte Driedoornige stekelbaars ≥ 5 cm (*Gasterosteus aculeatus semiarmatus*)
- › Resident: lengte Driedoornige stekelbaars 1 - 4 cm (*Gasterosteus aculeatus leiurus*)

Op basis van deze aannamen zijn de lengtegegevens van de vangsten per polder vergeleken (Ropta vs. Zwarte Haan). Hieruit kwamen de volgende tabellen 2 en 3 voort.

Tabel 2: Percentage anadroom/resident per locatie en totale polder (polder Ropta)

	1	3	4a	4b	6	7	8a	8b	10	Totale polder
Anadroom	100%	86%	75%	75%	100%	90%	100%	100%	79%	91%
Resident	0%	14%	25%	25%	0%	10%	0%	0%	21%	9%

Tabel 3: Percentage anadroom/resident per locatie en totale polder (polder Zwarte Haan)

	11	15a	15b	16	18	19	20	21	24	Totale polder
Anadroom	100%	0%	0%	88%	50%	0%	6%	67%	69%	46%
Resident	0%	100%	100%	13%	50%	100%	94%	33%	31%	54%

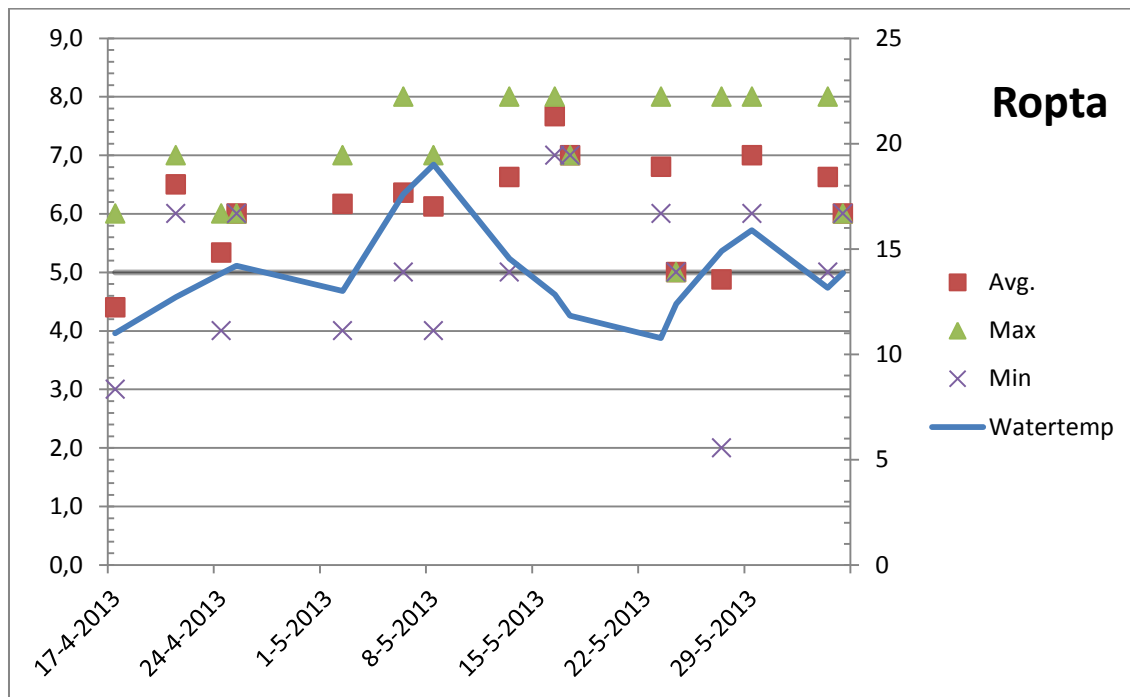
Hieruit blijkt dat van alle gevangen Driedoornige stekelbaarzen in het achterland van Ropta 9% resident is, en 91% anadroom. In polder Zwarte Haan betreft dit 54% resident en 46% anadroom.

Locaties waar voornamelijk de anadrome Driedoornige stekelbaarzen zijn aangetroffen in polder Zwarte Haan zijn de locaties 11, 16, 18, 21 en 24. Locaties 11 en 16 bevinden zich hemelsbreed het dichtst in de buurt van de vispassage tussen de twee poldergebieden (passage Griene Dyk, zie appendix 1). Locatie 24 ligt dicht bij de vishevel passage bij Alde Leije, hier zijn mogelijk anadrome Driedoornige stekelbaarzen via de boezem de polder binnengekomen. Locatie 18 ligt in de buurt van een hoofdwatgang waarvan verwacht wordt dat trekvis deze gebruikt om van de passage bij Griene Dyk naar de passage bij Alde Leie te trekken (figuur 4, paragraaf 4.2). Locatie 21 ligt in het noorden van de polder, nabij het zeegemaal Zwarte Haan. Aanwezigheid van anadrome Driedoornige stekelbaarzen is hier niet goed te verklaren.

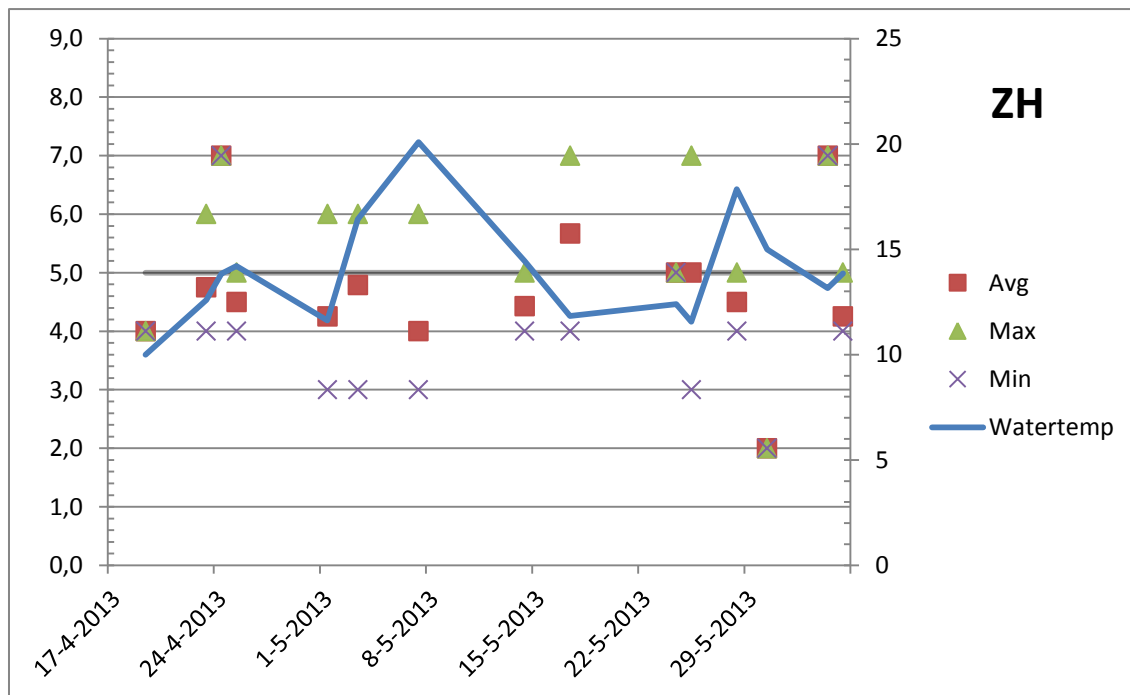
Voor polder Ropta zijn op elke locatie anadrome Driedoornige stekelbaarzen aangetroffen, variërend van 75% tot 100% van de op locatie gevangen vangst.

De vangsten zijn met Min/Max/Avg verdeling per polder weergegeven in onderstaande figuren 14 en 15. De zwarte lijn in de figuren staat voor de grens tussen anadroom en residente stekelbaars (lengte 5cm). Te zien is dat binnen polder Ropta de gemiddelde lengte van de gevangen Driedoornige stekelbaarzen in de meeste

gevallen boven de 5 cm grens ligt. Binnen polder Zwarte Haan is dit slechts 3 keer. Ook hieruit lijkt op te maken dat er een duidelijk verschil is tussen de samenstelling van de populaties in de polders.



Figuur 12: Vangst Driedoornige stekelbaarzen polder Ropta



Figuur 13: : Vangst Driedoornige stekelbaarzen polder Zwarte Haan

Dit schijnbare verschil in lengtesamenstelling tussen de twee polders is ter statistische verifiëring in SPSS getoetst.

De lengtegegevens zijn getest op waarden voor Skewness en Kurtosis, om de verdeling van de gegevens vast te stellen (appendix 7.1). Hieruit blijkt dat de waarden voor Skewness en Kurtosis zich tussen de -1 en 1 bevinden

(respectievelijk -0,313 en -0,583), en kan worden geconcludeerd dat de gegevens bij benadering normaal verdeeld zijn. Dit is getest middels een histogram, waar ook een redelijk normale verdeling naar voren komt (appendix 7.2).

Omdat de afhankelijke variabele (lengte in cm) ratio verdeeld is dient een verschilvraag getoetst te worden middels een Independent –Samples T Test. Omdat deze toets naast een normale verdeling ook homogeniteit vereist, dienen de lengtegegevens ook hierop getoetst te worden. Dit is gebeurt middels de toets van Levene. Hieruit blijkt dat het acceptabel is de t-toets met gelijke varianties te gebruiken ($\text{sig.} = 0,367 > 0,05$). Vervolgens dient bij de t-toets de H_0 verworpen te worden ($\text{sig.} = 0,00 < 0,05$), waardoor kan worden geconcludeerd dat er een significant verschil aanwezig is in lengtesamenstelling tussen de twee polders (appendix 7.3).

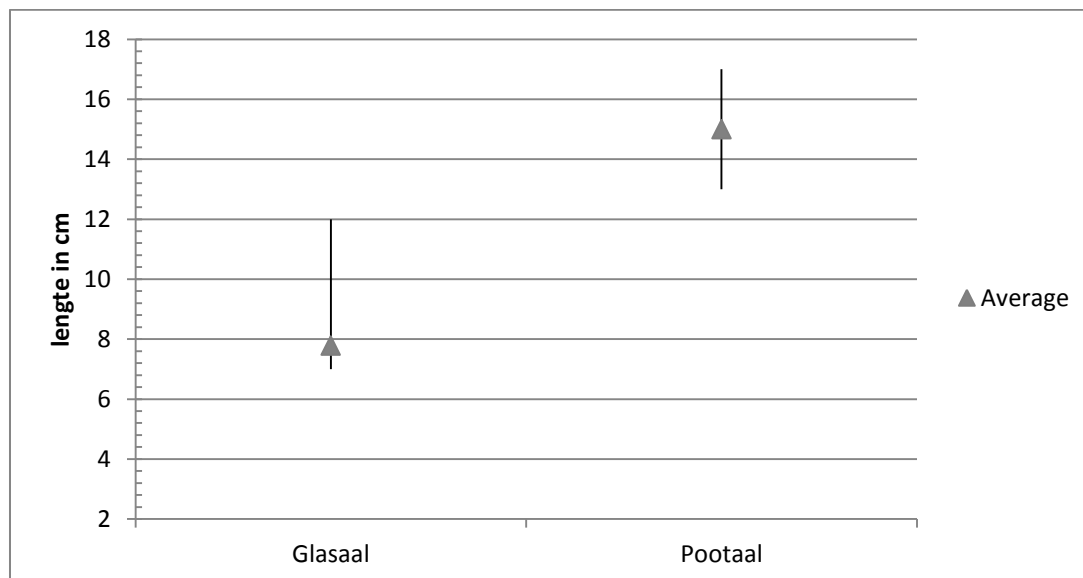
5.3 GLASAAL

5.3.1 ALGEMENE RESULTATEN

Zoals uit tabel 1 al blijkt zijn er tijdens 13 bemonsteringen bij de DeWit passage van Tzummarum in totaal 104 vissen gevangen. De hoeveelheid Glasaal van deze totaalvangst bedroeg 99 exemplaren.

Uit eerder onderzoek is bekend dat de passage bij Tzummarum een te hoge stroomsnelheid heeft, waardoor het voor vissen niet mogelijk is deze passage in een normale situatie te passeren (o.a. Brenninkmeijer *et al.*, 2005). De RVS glasaalfuik die tijdens de bemonstering voor de uitzwemopening werd geplaatst zorgt door het fijnmazige ontwerp voor een daling van de stroomsnelheid in de passage.

De lengteverdeling van de bij Tzummarum gevangen Glasalen (en Pootalen) is weergegeven in onderstaande figuur 16.

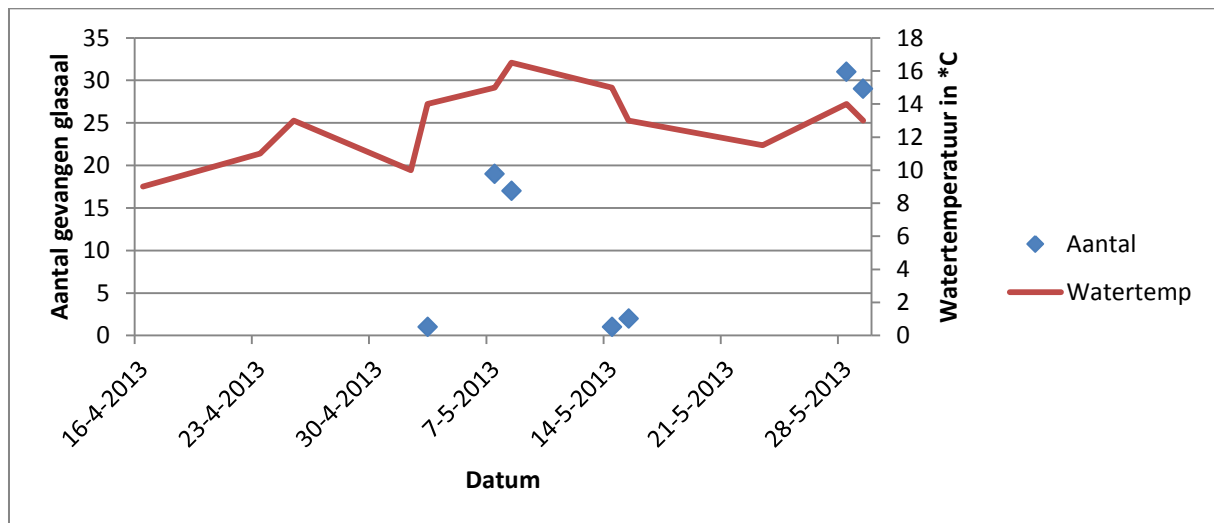


Figuur 14: Lengteverdeling Glasaal en Pootaal in passage Tzummarum

Hieruit valt op te maken dat de gevangen Glasalen een lengte hadden tussen de 7 en 12 cm. De gemiddelde lengte bedroeg 7,8 cm.

De Pootalen hadden een lengte tussen de 13 en 17 cm, met een gemiddelde van 15 cm.

Voor de Glasaal zijn de gevangen aantallen en watertemperatuur tijdens bemonsteringen in een grafiek weergegeven, zie figuur 17.



Figuur 15: Verloop watertemperatuur en aantal gevangen Glasaal in passage Tzummarum

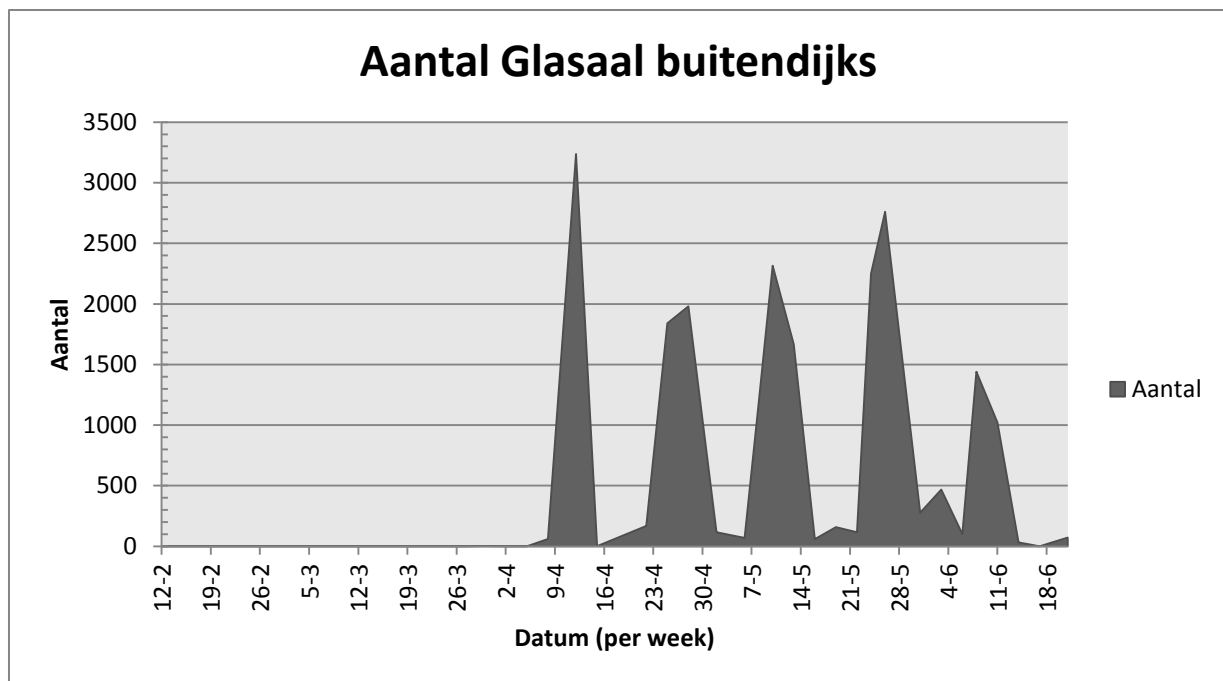
Omdat de lengte bij Glasaal een minder grote rol speelt dan bij Driedoornige stekelbaars (vanwege vraagstuk resident vs. anadroom bij Driedoorn) is in bovenstaande grafiek gekozen voor aantallen Glasaal per vangstdag in plaats van een lengteverdeling van de vangst. Daarnaast zijn de nullen uit deze grafiek weggelaten.

Te zien is dat de eerste Glasaal tijdens dit onderzoek werd gevangen op 3 mei, toen de watertemperatuur rond de passage voor het eerst tijdens dit onderzoek de 14 graden behaalde. Vervolgens is er Glasaal gevangen op 7 mei (19 ex.), 8 mei (17 ex.), 14 mei (1 ex.), 15 mei (2 ex.), 28 mei (31 ex.) en 29 mei (29 ex.). Tussen 15 mei en 28 mei is wel bemonsterd, maar zijn er geen Glasalen gevangen. In deze periode was de watertemperatuur teruggelopen naar waarden tussen de 11,5 en 13 graden.

5.3.2 AANBOD GLASAAL

Om het buitendijkse aanbod Glasaal in kaart te brengen zijn vangstgegevens uit een ander lopend onderzoek gebruikt. In dit onderzoek vanuit Wintermans Ecologen bureau (in opdracht van Wetterskip Fryslân) werden 3 maal per week buitendijkse bemonsteringen uitgevoerd bij de vishevel van Roptazijl. Dit betreft hetzelfde onderzoek en dezelfde bemonsteringsmomenten/-methoden als dat naar het aanbod van de Driedoornige stekelbaars

De volgende figuur geeft het aantal buitendijks gevangen Glasaal weer tijdens de bemonsteringsweken van het onderzoek.



Figuur 16: Aantal buitendijks gevangen Glasalen; er is gemeten vanaf 12-2, de eerste Glasalen zijn gevangen in de week van 2-4.

In deze figuur is geen overduidelijke enkele piek aanwezig in het buitendijkse aanbod, zoals bij de Driedoornige stekelbaars wel het geval was (paragraaf 5.2.2). De grootste piek vindt plaats op 12 april, met een vangst van 3237 Glasalen. Het moment van deze piek komt overeen met dat van de tweede piek in de gegevens van de Driedoornige stekelbaars, waar op 12 april 4222 exemplaren van werden gevangen.

De aantallen met het kruisnet gevangen Glasalen fluctueren echter veel meer, met additionele pieken tussen de 1500 en 2750 exemplaren op 2 mei, 10 mei, 24 mei en 8 juni. De pieken in de vangst van Glasaal in de passage van Tzummarum lijken verder ook niet in verband te staan met de pieken in aanbod in figuur 18.

5.4 VISPASSAGES

5.4.1 FUNCTIONEREN VISPASSAGES

In deze paragraaf is verder ingegaan op het functioneren van de bemonsterde vispassages bij Tzummarum, Dyksput en Griene Dyk.

TZUMMARUM

De passage bij Tzummarum functioneert nog niet naar behoren. De stroomsnelheid in de passage was tijdens eerdere onderzoeken al te hoog, namelijk 0,50 tot 0,83 m/s waar een maximumsnelheid van 0,30 tot 0,50 m/s noodzakelijk zou zijn voor bijvoorbeeld Glasaal of Driedoornige stekelbaars (Brenninkmeijer *et al.*, 2005).

Ondanks aanbevelingen uit het rapport 'Monitoring vispassages Roptazijl en Terschelling 2002 – 2004' en verbeteringen die op de passage zijn toegepast is de snelheid nog niet dusdanig omlaag gebracht dat vissen de passage kunnen passeren. Dit bleek ook tijdens dit onderzoek, de fijnmazige RVS Glasaalfuik die voor de uitzwemopening van de passage werd geplaatst bracht de stroomsnelheid enigszins omlaag, hierdoor zouden Glasalen door de passage kunnen trekken. Deze doortrek kwam ook daadwerkelijk op gang na enkele bemonsteringen. Pas toen de waterstand stroomopwaarts met 20 centimeter was gezakt en de stroomsnelheid in de passage daarmee wellicht nog wat verder was gedaald, werd er een andere vissoort naast Glasaal in de

fuik gevangen. Dit betrof twee Blankvoorns. Zeer opmerkelijk is ook dat er dit voorjaar geen Driedoornige stekelbaarzen zijn gevangen in de vispassage, terwijl deze passage wel bedoeld is om naast Glasaal ook voor de Driedoornige stekelbaars doortrek naar de Friese boezem te faciliteren.

Deze passage functioneert dus nog onvoldoende voor elke vissoort, en daarmee ook voor de doelsoorten waarvoor deze passage is aangelegd.

DYKSPUT

De passage bij Dykspuit lijkt goed te functioneren, al zijn er in 6 monsterpogingen slechts 40 vissen gevangen, tegenover 543 vissen in 13 monsterpogingen in de passage van Griene Dyk. Nu vormt de passage van Griene Dyk een verbinding tussen twee poldergebieden, en is de passage van Dykspuit 'slechts' bedoeld om vissen in de plas bij het beschermde vogelgebied Dykspuit te krijgen, om zo de rustende vogels van voldoende voedsel te voorzien. Uit dit onderzoek kan worden geconstateerd dat er inderdaad vissen naar de plas trekken.

De passage staat slechts ongeveer 12 van de 24 uur op een dag open, terwijl deze tijdens een fuikbemonstering gedurende de volle 24 uur open stond. Dit heeft wellicht invloed gehad op het beeld van de doortrek. Wat er daadwerkelijk in 24 uur doortrekt zou dus minder kunnen zijn. Het zou beter zijn de passage 24 uur lang open te stellen, ook vanwege de lokstroom. Dit is (op het moment) echter niet mogelijk vanwege het hoge debiet van de passage. Het gemaal aan de andere zijde van de plas dat het peil moet reguleren kan een daling en uiteindelijk leegloop van de plas niet voorkomen als de passage 24 uur per dag open zou staan.

De passage functioneert dus voldoende, maar er is ruimte voor verbetering.

GRIENE DYK

De passage bij Griene Dyk functioneert goed. Er zijn 543 vissen gevangen in 13 bemonsteringen, waaronder een groot aandeel Driedoornige stekelbaars (344 ex.). Via deze passage kan de Driedoornige stekelbaars (en mogelijk ook de Glasaal) verder trekken naar een poldergebied dat niet direct in verbinding staat met zout water. Op deze manier kunnen deze anadrome vissen zich dus verspreiden door een afgesloten poldergebied, en eventueel doortrek vinden naar de Friese boezem middels de vishevel bij Alde Leie.

De passage is door een fout de eerste weken stroomafwaarts bemonsterd, wat dus betekent dat de gevangen vissen niet van polder Ropta naar Zwarte Haan maar vice versa trokken. Dit betrof 468 van de 543 gevangen vissen, waaronder 296 Driedoornige stekelbaarzen. Het is bekend dat de DeWit vispassage als tweezijdige passage kan fungeren (van Booma, 2013), maar een dergelijk groot aandeel 'verkeerd' migrerende Driedoornige stekelbaarzen was niet verwacht.

Wanneer gekeken wordt naar het aanbod buitendijks aanwezige Driedoornige stekelbaarzen bij de vishevel van Ropta (paragraaf 6.1.1) is te zien dat de Driedoornige stekelbaars al vanaf medio februari in vrij grote getalen aanwezig was, en vrij zeker ook binnengetrokken is via de vishevel. Een mogelijke verklaring voor deze 'verkeerd' migrerende stekelbaarzen zou dus kunnen zijn dat deze al vrij vroeg in het voorjaar binnengetrokken zijn, en de vispassage gepasseerd zijn richting polder Zwarte Haan. Ten tijde van dit onderzoek zouden deze stekelbaarzen misschien weer terugtrekken vanuit polder Zwarte Haan terug naar polder Ropta, omdat paaigebieden in polder Zwarte Haan al bezet zijn.

Tijdens de stroomopwaartse bemonstering van de vispassage zijn in 3 bemonsteringen nog 48 Driedoornige stekelbaarzen gevangen die de 'goede' kant op migreerden (de kant op waarvan aangenomen wordt dat zij migreren) namelijk van polder Ropta naar polder Zwarte Haan. De stroomopwaartse bemonstering werd pas in gang gezet toen de (in-)trek elders al flink had afgenomen, zo bleek uit gegevens van de aanbodbemonstering

(paragraaf 5.2.2). Hierdoor geven de gegevens van de stroomopwaartse bemonsteringen uit dit onderzoek wellicht geen goed beeld van de mate waarin de passage voor deze migratierichting gebruikt wordt.

Naast de Driedoornige stekelbaars zijn er nog 11 andere vissoorten aangetroffen die van de passage gebruik maakten. Dit komt de soortenrijkdom in de polders ten goede, en is dus ook een resultaat van het goede functioneren van de vispassage.

5.4.2 VERGELIJKING RESULTATEN 2002 – 2004

In deze paragraaf zullen de gegevens uit het onderzoek van 2004 worden vergeleken met de gegevens uit dit onderzoek, begin 2013. In onderstaande tabel 4 staan de vangsten uit de vangstperiode 16-3 – 25-4 van het jaar 2004 weergegeven.

Tabel 4: Soortnamenstelling van de vangsten in de DeWit passages in het achterland van Roptazijl tussen 16 maart en 25 mei 2004. Dyksput: 9x hokfuijk, 1x glasaalfuijk, 1x zegen; Griene Dyk: 10x hokfuijk stroomopwaarts (↑), 1x glasaalfuijk; Tzummarum: 4x hokfuijk, 1x RVS glasaalfuijk (Brenninkmeijer *et al.*, 2005).

Vissoorten per ecologisch gilde	Tzummarum	Griene Dyk ↑	Dyksput
Zoet-zout rheofiele vissen			
Driedoornige stekelbaars (<i>Gasterosteus aculeatus</i>)	0	31	51
Glasaal (<i>Anguilla anguilla</i>)	0	0	1
Pootaal <15cm (<i>Anguilla anguilla</i>)	0	0	46
Paling >15cm (<i>Anguilla anguilla</i>)	0	3	9
Spiering (<i>Osmerus eperlanusi</i>)	0		0
Partieel rheofiele zoetwatervissen			
Riviergrondel (<i>Gobio gobio</i>)	0	7	1
Winde (<i>Leuciscus idus</i>)	0	68	32
Limnofiele zoetwatervissen			
Tienddoornige stekelbaars (<i>Pungitius pungitius</i>)	0	1	7
Ruisvoorn (<i>Rutilus erythrophthalmus</i>)	0	17	11
Snoek (<i>Esox lucius</i>)	0	2	1
Eurytope zoetwatervissen			
Blankvoorn (<i>Rutilus rutilus</i>)	0	66	60
Pos (<i>Gymnocephalus cernuus</i>)	0	1	0
Baars (<i>Perca fluviatilis</i>)	0	16	4
Kolblei (<i>Blicca bjoerkna</i>)	1	34	4
Totaal	1 *	246	227

* De lage vangst wordt verklaard door het feit dat de stroomsnelheid in de passage te hoog is. Er is slechts éénmaal met een fijnmazige RVS glasaalfuijk gevist, die in staat is de snelheid van de passage te verlagen. In 2002 is met een fuijk Glasaal en veel Pootaal vlak voor- en in de passage bij Tzummarum gevangen, in combinatie met de er achter geplaatste RVS glasaalfuijk die de stroomsnelheid verlaagde. Dit toonde aan dat Glasaal en Pootaal wel door wil trekken naar de Friese boezem via deze locatie (Brenninkmeijer *et al.*, 2005).

GRIENE DYK

In 2004 is de passage te Griene Dyk enkel stroomopwaarts bemonsterd, en zijn in 11 bemonsteringen 246 vissen gevangen, waarvan 11 verschillende soorten. De precieze verdeling van deze vangsten is in appendix 8.1 te zien.

Tijdens het onderzoek dit voorjaar is de passage, zoals al eerder beschreven, zowel stroomopwaarts als stroomafwaarts bemonsterd, waarvan stroomopwaarts slechts 3 maal. Dit staat in contrast met de 11 bemonsteringen in 2004, en daardoor is hier een vergelijking tussen de resultaten wat lastiger te maken.

Tijdens de 3 bemonsteringen in voorjaar 2013 zijn in totaal 5 verschillende vissoorten aangetroffen. De verdeling van deze vangsten is in appendix 8.2 weergegeven.

Opvallend verschil tussen 2004 en 2013 is het aandeel Driedoornige stekelbaars. Ondanks een verschil van 8 bemonsteringen zijn er in het voorjaar van 2013 48 Driedoornige stekelbaarzen gevangen in de passage te Griene Dyk, vergeleken met 31 in 2004. Uit appendices 8.1 en 8.2 is dit ook te zien, het aandeel Driedoornige stekelbaars was in 2013 maar liefst 64%, tegen 12,6% in 2004.

DYKSPUT

In 2004 is de passage bij Dykspuit in totaal 11 keer bemonsterd, waarvan 1 maal met een zegen. Tijdens deze bemonsteringen zijn in totaal 227 vissen gevangen. De samenstelling van deze vangst is in appendix 8.3 weergegeven.

Tijdens het onderzoek in voorjaar 2013 is de passage bij Dykspuit 6 maal bemonsterd. Tijdens deze bemonstering zijn in totaal 4 vissoorten aangetroffen. De verdeling van deze vangsten is in appendix 8.4 weergegeven.

In 2013 was het aantal gevangen soorten aanzienlijk lager dan in 2004, met respectievelijk 4 en 12 verschillende soorten. Het aandeel Driedoornige stekelbaars lijkt in 2013 ook groter te zijn dan in 2004 (met 29 en 51 gevangen vissen).

TZUMMARUM

In 2004 is de passage bij Tzummarum in totaal 5x bemonsterd, waarvan 4 keer met een hokfuik en één maal met een fijnmazige RVS Glasaalfuik. Hier is slechts 1 vis gevangen, namelijk een Kolblei. Er is in 2004 géén Glasaal gevangen. Dit heeft te maken met het feit dat de passage te snel stroomt, en alleen de fijnmazige RVS Glasaalfuik in staat is deze snelheid omlaag te brengen. Hier is slechts 1 keer mee gevist (Brenninkmeijer *et al.*, 2005).

In 2013 is in totaal 10 keer bemonsterd, waarvan alle keren met de fijnmazige fuik. Hierbij zijn 99 Glasalen en 3 Pootalen gevangen.

ACHTERLAND ROPTA

Tijdens de onderzoeken van 2002 en 2004 zijn 4 vissoorten gevangen tijdens de schepnetbemonstering. Gedurende dit onderzoek in voorjaar 2013 zijn 8 verschillende vissoorten gevangen met de schepnetbemonstering, en 16 verschillende soorten in totaal. Hieruit lijkt de soortenrijkdom in de sloten van de polder te zijn toegenomen. Kanttekening hier is wel dat de inspanning wellicht groter is geweest dan in de periode 2002 – 2004.

Tijdens een onderzoek in 2000 zijn 15 vissoorten waargenomen tijdens bemonstering met schepnet, zegen en elektrovisserij (Brenninkmeijer *et al.*, 2003). Dit getal ligt vlak bij het aantal soorten dat in 2013 gevangen is.

5.5 ABIOTIEK

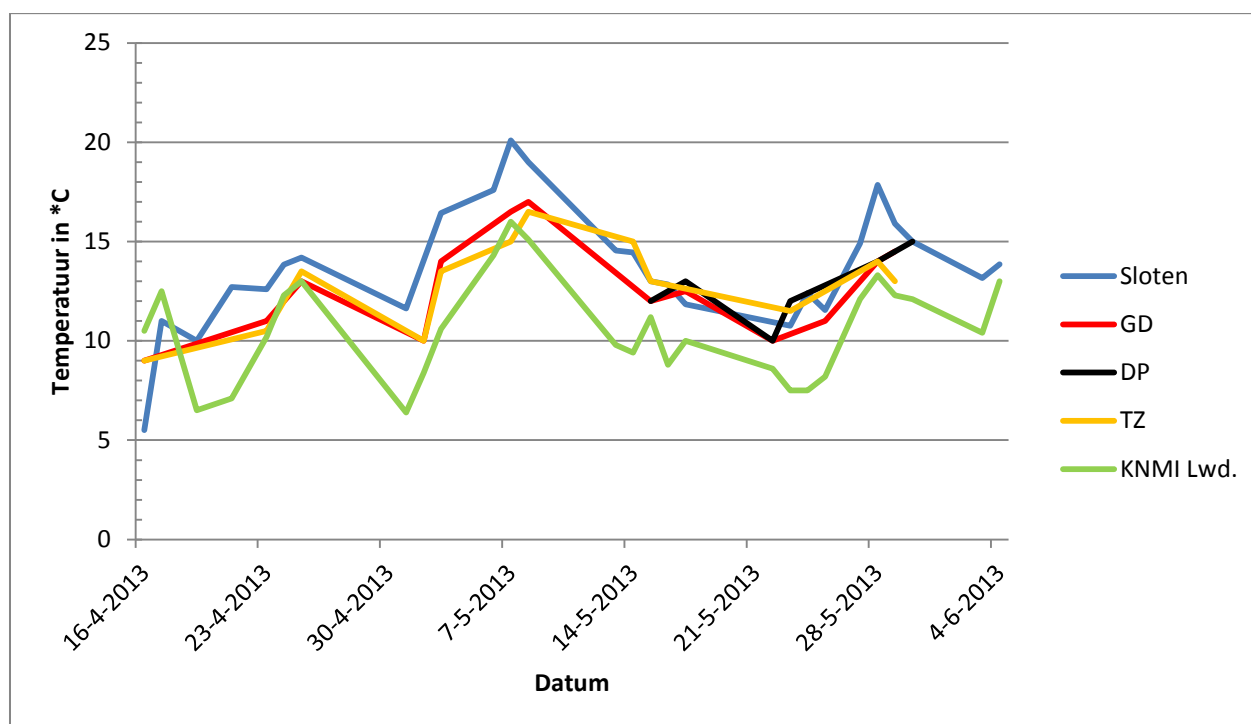
5.5.1 ALGEMEEN

Tijdens dit onderzoek zijn bij de schepnetbemonstering van de poldersloten ook diverse abiotische factoren geobserveerd en gemeten (zie 4.2 en appendix 2).

Voor de locaties 15a, 15b, 18 en 19 missen enkele gegevens. Dit omdat ten tijde van het bemonsteren van deze locaties enkele materialen zoals de multimeter alweer geretourneerd waren naar de opleiding Kust-en Zeemanagement vanwege geplande veldweken.

5.5.2 RESULTATEN

Het verloop van de lucht- en watertemperatuur op verschillende locaties gedurende de bemonsteringsperiode is in onderstaande figuur 17 uitgezet.



Figuur 17: Verloop watertemperatuur gedurende bemonsteringsperiode. Sloten = gemiddelde temperatuur per dag over alle monsterlocaties; GD = passage Griene Dyk; DP = passage Dykspuit; TZ = passage Tzummarum; KNMI Lwd. = gemiddelde luchttemperatuur per monsterdag gemeten bij weerstation Leeuwarden.

De blauwe lijn in bovenstaande figuur geeft het verloop van de gemiddelde watertemperatuur van alle bemonsterde sloten weer.

Te zien is dat de watertemperatuur zich in het begin van het onderzoek tussen ~5 °C en ~11 °C bevond. Daarnaast is te zien dat na een opleving begin mei de temperatuur weer tot 12 °C zakte. Deze schommelingen lijken de lijn met gemeten gegevens van het KNMI te volgen (groene lijn, dit betreft luchttemperatuur gegevens van weerstation Leeuwarden; zie ook appendix 3) gedurende de onderzoeksperiode.

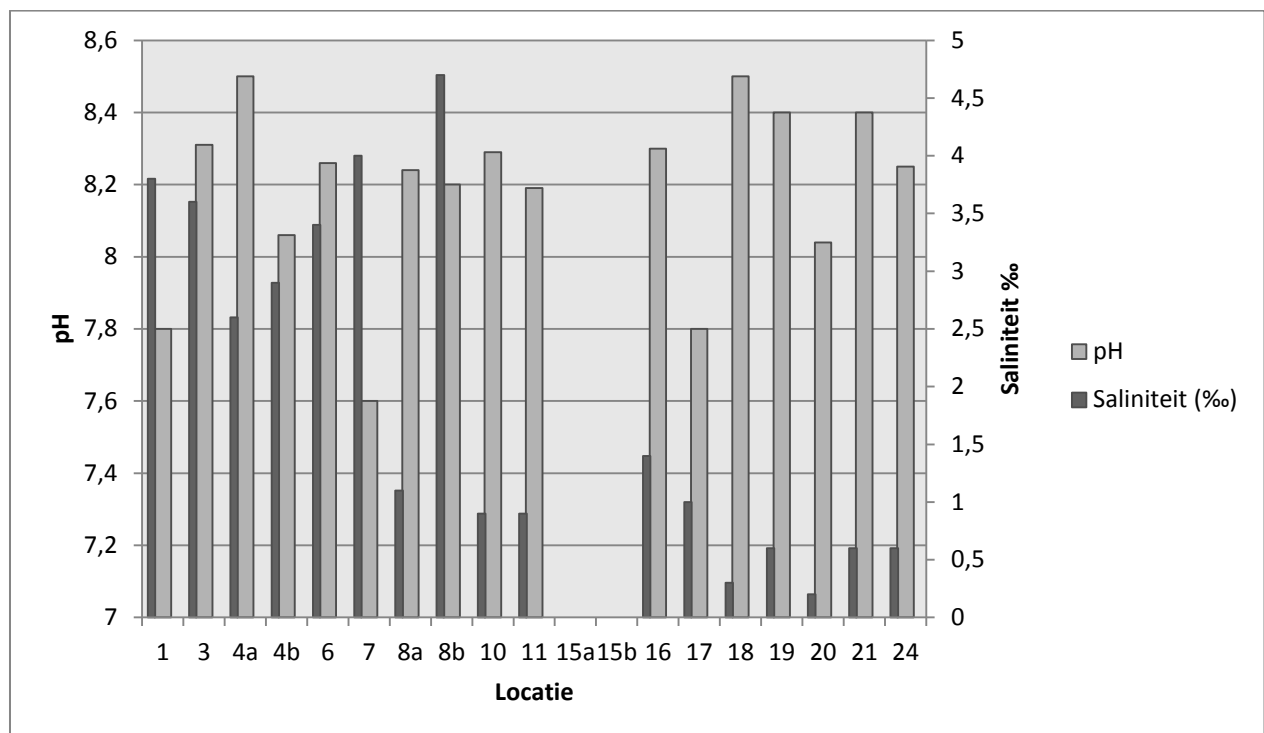
De rode lijn in figuur 17 staat voor de gemeten watertemperatuur in de vispassage te Griene Dyk (GD). Omdat het bemonsteren (en dus het meten) slechts 1 tot 2 keer per week gebeurde is dit verloop grover dan dat van

de sloottemperatuur. Het water rond de passage was breder en dieper dan de met het schepnet bemonsterde sloten. Hierdoor wijkt het temperatuurverloop van de passages af van dat van de sloten.

De oranje lijn geeft de watertemperatuur in de vispassage te Tzummarum (TZ) weer. Omdat door de ligging in een duiker een meting in de passage zelf niet mogelijk was, is de watertemperatuur hier bij de uitzwemopening van de passage gemeten. Dit vond bij elke bemonstering plaats (2 keer per week). Ook hier was het omringende water breder en dieper dan de poldersloten, en wijkt het temperatuurverloop dus af van dat van die sloten (zie figuur 17).

De zwarte lijn geeft de watertemperatuur in de vispassage te Dykspuit (DP) weer. Deze begint pas halverwege mei, omdat door vergunningstechnische redenen de bemonstering van deze passage pas rond dit tijdstip van start ging. Ook hier is de temperatuur gemeten in het een na laatste compartiment van de passage, waar ook de fuik geplaatst werd.

Daarnaast zijn tijdens de slootbemonsteringen de pH waarde en saliniteit van elke sloot middels een digitale multimeter gemeten. Resultaten hiervan staan in figuur 18 weergegeven.



Figuur 18: pH en saliniteit per monsterlocatie (Polder Ropta: locatie 1 t/m 10; polder Zwarte Haan: locatie 11 t/m 24).

De volgorde van locaties in bovenstaande figuur is weergegeven van West naar Oost, vanaf de vishevel bij Roptazijl (nabij locatie 1) tot ver in het oosten van polder Zwarte Haan, nabij de vishevel van Alde Leije (locatie 24). Zie hiervoor ook figuur 2 in paragraaf 2.2, en appendix 1. Deze volgorde is terug te zien in de waarden voor saliniteit. Het water was duidelijk brakker in polder Ropta (locatie 1 t/m 10) met waarden tussen de 1 en ± 4,7 promille, dan in polder Zwarte Haan (locatie 11 t/m 24) met 0,2 tot 1,25 promille. Deze waarden zijn te verklaren middels een kwelkaart. De kwelinvloed rond de monsterlocaties in polder Ropta is sterker dan rond de monsterlocaties in polder Zwarte Haan (Provinsje Fryslân, 2013). Zie hiervoor appendix 4.

De saliniteit is een keer per week opgenomen, maar voor figuur 18 is een gemiddelde van de gemeten waarden genomen. Deze waarden varieerden van een volledig zoete 0,2 promille bij locatie 20 tot een licht brakke 4,7 promille bij locatie 8b.

De pH is eenmalig gemeten aan het begin van het onderzoek, en is tijdens daarop volgende weken nog 2 à 3 keer gecontroleerd. De schommelingen in de gemeten waarden waren vrijwel nihil, vandaar dat de waarden van de eerste meting in deze figuur zijn gebruikt. De pH waarden van het water in het onderzoeksgebied varieerden van een redelijk neutrale 7,60 bij locatie 7 tot een licht basische 8,50 bij locaties 4a en 18.

De locaties 15a en 15b zijn pas later in het onderzoek bemonsterd (gebied Staatsbosbeheer, Wierzijlsterak). Op dit moment was de multimeter elders in gebruik voor een veldwerkperiode van de opleiding, Kust- en Zeemanagement en is het dus helaas niet mogelijk geweest de pH en saliniteit voor deze twee locaties te meten.

5.5.2 CORRELATIE MET DRIEDOORNIGE STEKELBAARS

Middels SPSS is de correlatie tussen verschillende abiotische factoren, de hoeveelheden aangetroffen Driedoornige stekelbaars en de lengte getoetst. Hiervoor is in alle gevallen gebruik gemaakt van de correlatiecoëfficiënt r volgens Pearson, omdat het allemaal interval of ratio geschaalde variabelen betrof.

Hieronder staan de getoetste variabelen weergegeven, alsmede het resultaat van deze toetsing.

- › **Aantal 3D * pH**
Correlatiecoëfficiënt $r = -0,110$ en $\text{sig.} = 0,685$ dus een zeer geringe negatieve correlatie die niet significant van nul verschilt (appendix 7.4).
- › **Gem. lengte * pH**
Correlatiecoëfficiënt $r = -0,269$ en $\text{sig.} = 0,314$ dus een zeer geringe negatieve correlatie die niet significant van nul verschilt (appendix 7.5).
- › **Aantal 3D * saliniteit**
Correlatiecoëfficiënt $r = 0,030$ en $\text{sig.} = 0,911$ dus een zeer geringe negatieve correlatie die niet significant van nul verschilt (appendix 7.6).
- › **Gem. lengte * saliniteit**
Correlatiecoëfficiënt $r = 0,578$ en $\text{sig.} = 0,019$ dus een significante positieve correlatie tussen gemiddelde lengte en saliniteit (appendix 7.7).
- › **Max. lengte * saliniteit**
Correlatiecoëfficiënt $r = 0,708$ en $\text{sig.} = 0,002$ dus een significante sterk positieve correlatie tussen maximale lengte en saliniteit (appendix 7.8).
- › **Aantal 3D * doorzicht**
Correlatiecoëfficiënt $r = 0,384$ en $\text{sig.} = 0,158$ dus een geringe positieve correlatie die niet significant van nul verschilt (appendix 7.9).
- › **Gem. lengte * doorzicht**
Correlatiecoëfficiënt $r = -0,043$ en $\text{sig.} = 0,878$ dus geen correlatie (appendix 7.10).
- › **Aantal 3D * diepte**
Correlatiecoëfficiënt $r = -0,311$ en $\text{sig.} = 0,259$ dus een zeer geringe negatieve correlatie die niet significant van nul verschilt (appendix 7.11).
- › **Aantal 3D * modderlaag**
Correlatiecoëfficiënt $r = -0,046$ en $\text{sig.} = 0,875$ dus geen correlatie (appendix 7.12).
- › **Gem. lengte * modderlaag**
Correlatiecoëfficiënt $r = 0,171$ en $\text{sig.} = 0,560$ dus een zeer geringe negatieve correlatie die niet significant van nul verschilt (appendix 7.13).

Hieruit kan dus worden geconcludeerd dat er een significant positief verschil bestaat tussen de saliniteit en de gemiddelde lengte van de aangetroffen Driedoornige stekelbaarzen ($r=0,578$; des te hoger de saliniteit des te

groter de gemiddelde lengte van stekelbaarzen), alsmede tussen de saliniteit en de maximale lengte van de aangetroffen Driedoornige stekelbaarzen ($r=0,708$; des te hoger de saliniteit des te hoger de maximale lengte van aangetroffen stekelbaarzen).

Dit was vooraf al verwacht, gezien het feit dat de saliniteit op de monsterlocaties van polder Ropta een stuk hoger lag dan op de monsterlocaties in polder Zwarte Haan (zie paragraaf 5.1), en er al eerder een significant verschil was aangetoond tussen de lengtesamenstelling van de gevangen Driedoornige stekelbaarzen in de twee polders (zie paragraaf 6.1.3).

5.6 LEPELAAR

5.6.1 ALGEMENE RESULTATEN

Zoals eerder vermeld zijn er in totaal 31 Lepelaars waargenomen gedurende dit onderzoek, verdeeld over 6 losse waarnemingen. Deze zijn hieronder weergegeven.

Tabel 5: Waarnemingen Lepelaars

Datum	Tijd	X	Y	Aantal	Kleurringen	Gedrag
23-4	12:25	169420	586364	1	Nee	Foerageren
10-5	16:40	165304	585790	3	Nee	Foerageren
13-5	14:10	164948	585738	1	Nee	Poetsen
28-5	11:05	165304	585790	12	Nee	Foerageren
29-5	14:18	160823	582783	4	Nee	Rusten
29-5	15:10	165304	585790	10	Nee	Rusten

In totaal zijn er dus 16 foeragerende Lepelaars waargenomen. Door onvoldoende zicht of voortijdig vluchten van de Lepelaars kon er slechts bij 1 waarneming een foerageerprotocol voltooid worden. Dit was tijdens de waarneming van 23-4-2013, locatie 169420, 586364 RD (schepnetlocatie 17). Tijdens dit foerageerprotocol van 15 minuten is 1 slikbeweging geconstateerd.

Deze sloot betrof een locatie uit de schepnetbemonstering, en is dus wekelijks bemonsterd op aanwezige vis. Tijdens deze bemonsteringen zijn géén Driedoornige stekelbaarzen gevangen.

Gezien het voedingspatroon van de Lepelaar (zie paragraaf 1.4.3) is het mogelijk dat deze slikbeweging niet per sé een Driedoornige stekelbaars is geweest.

De waarnemingen zijn verder samengevat in onderstaande figuur 19.



Figuur 19: Locaties waargenomen Lepelaars, met polder Ropta rood weergegeven.

Hieruit valt op te maken dat op de waarneming van 23 april na, alle Lepelaars zijn waargenomen binnen de polder Ropta (rood weergegeven in figuur 19). 25 van de 31 waargenomen Lepelaars zijn waargenomen in- of rond het rustgebied Dykspuit (It Fryske Gea).

Daarnaast was geen enkele waargenomen Lepelaar in bezit van kleurringen. In de analyse wordt verder gekeken naar de mogelijke afkomst van deze niet-geringde Lepelaars.

5.6.2 ANALYSE RESULTATEN

De monsterpunten 1 en 3 lagen vlakbij vogelplassen in de polder van Roptazijl. Deze sloten staan in verbinding met deze plassen. In de vogelplas bij monsterlocatie 1 zijn geen lepelaars aangetroffen. Wel is er een sloot bemonsterd die vlakbij deze plas ligt, namelijk locatie 1. Tijdens deze bemonsteringen was de driedoornige stekelbaars de overheersende soort.

In de vogelplas bij monsterlocatie 3 zijn lepelaars aangetroffen. De sloot die ernaast ligt is bemonsterd. Tijdens de gehele bemonsterperiode is er Driedoornige- en Tiendoornige stekelbaars gevangen. De vogelplas zelf is niet bemonsterd, omdat er geen vispassage of iets dergelijks aanwezig was. Het is waarschijnlijk dat Drie- en Tiendoornige stekelbaarzen zich ook in de vogelplas bevinden.

Ook de vispassage bij Dykspuit in de polder van Roptazijl is bemonsterd. Tijdens deze bemonsteringen is er voor het grootste deel Driedoornige stekelbaars aangetroffen (29 ex.). Ze bevinden zich zowel in de vogelplas als de omringende sloten. Dit verklaart wellicht het feit dat de Lepelaar vaak in dit gebied aanwezig was (25 van de 31 waarnemingen). Driedoornige stekelbaarzen en andere vissen kunnen migreren van de omringende sloten naar de vogelplas van Dykspuit. De vispassage werkt echter niet altijd. Alleen 's nachts kunnen de vissen gebruik maken van de passage. In een enkel geval is er een sloot bemonsterd vlakbij de vogelplas, omdat er een Lepelaar in was gesignaleerd. Tijdens deze bemonsteringen is geen vis gevangen. De vogelplas bij Dykspuit is een beschermd en afgesloten gebied. Dit zou een reden kunnen zijn voor de aanwezigheid van Lepelaars in deze vogelplas.

In de polder van Zwarte Haan is 1 foeragerende Lepelaar gezien tijdens de veldwerkperiode van dit onderzoek. Deze Lepelaar is gezien in een sloot die al bemonsterd werd als monsterlocatie 17. Deze locatie is gedurende het gehele onderzoek bemonsterd en in totaal zijn er 5 Tiendoornige stekelbaarzen gevangen. Het zou zo kunnen zijn dat de Lepelaar toevallig deze sloot heeft uitgekozen om te foerageren, maar niets vond.

Alle Lepelaars die gezien zijn in dit onderzoek hadden geen kleurring om. Dit betekent dat ze niet uit kolonies in Nederland vandaan komen. In de winter verblijven de Lepelaars vooral in Afrika. Mauritanië, Senegal en Marokko zijn belangrijke landen wat betreft overwinterplekken voor Lepelaars (Schutte & den Boer, 1999). Er wordt gezegd dat het plafond wat Nederland aan kan bijna bereikt is. Dat wil zeggen dat er niet genoeg plek is voor meer Lepelaars in Nederland. De jaarlijkse overleving van volwassen Lepelaars neemt af naarmate de populatie groeit (Lok *et al.*, 2009). Het zou zo kunnen zijn dat er wel een nieuwe aanwas blijft komen vanuit andere landen zoals Spanje, Mauritanië en Senegal, maar dat Nederland niet genoeg ruimte te bieden heeft voor deze nieuwe Lepelaars om effectief te broeden. Dat zou de ongeringde exemplaren in dit onderzoek kunnen verklaren.

5.6.3 VISSTAND EN VOORKOMEN LEPELAAR

Ten eerste liggen de monsterlocaties 1 en 3 vlakbij de vogelplassen in Roptazijl. Bij de vogelplas bij locatie 1 zijn geen lepelaars aangetroffen in het onderzoek. Wel is de locatie bemonsterd en daaruit bleek dat er vis in deze specifieke sloot aanwezig was. In totaal zijn er 263 vissen gevangen, waarvan 257 driedoornige stekelbaars. De overige vissen waren tiendoornige stekelbaarzen. In de vogelplas bij deze locatie waren wel andere watervogels aanwezig, zoals Bergeenden, maar geen Lepelaars. Het zou kunnen dat de Lepelaars zich daar niet

veilig voelden in verband met een weg zowel voor als achter de plas. Ook lag deze plas dichtbij boerderijen. De plas zelf is niet bemonsterd, maar de sloot (locatie 1) stond wel in verbinding met de plas, dus er zou voldoende voedsel aanwezig moeten zijn.

Locatie 3 ligt vlakbij de tweede vogelplas in het Roptazijl gebied. Deze sloot is bemonsterd tijdens het gehele onderzoek. Ook hier kon de vogelplas zelf niet bemonsterd worden, omdat er geen passage aanwezig was en omdat er veel vogels rond de plas zaten. De desbetreffende sloot ligt naast de vogelplas en staat in verbinding hiermee. Over het hele onderzoek zijn hier 18 vissen gevangen, waarvan 8 Driedoornige stekelbaarzen. De overige vissen waren Tiendoornige stekelbaarzen. In tegenstelling tot locatie 1 bevat deze sloot minder vis. Er zijn echter wel Lepelaars aangetroffen in de vogelplas bij locatie 3. Deze Lepelaars waren aan het rusten. Het zou zo kunnen zijn dat ze deze plek prefereren boven de vogelplas bij locatie 1, omdat deze plek iets meer afgelegen is. De sloot (locatie 3) bij deze vogelplas bevat minder vis dan de vorige locatie.

Naast deze locaties werd het grootste deel van de Lepelaars gezien in of bij de vogelplas van Dyksput. Deze plas heeft een vispassage en deze is bemonsterd tijdens het onderzoek. Daarnaast zijn de sloten vlakbij de vogelplas bemonsterd, namelijk locatie 8a en 8b. Deze bemonsteringen vonden later in het onderzoek plaats in verband met het later verkrijgen van gebiedsvergunningen. In totaal zijn er bij de vispassage van Dyksput 40 vissen gevangen, waarvan 29 Driedoornige stekelbaarzen. Daarnaast is er Brasem, Riviergrondel en Blankvoorn aangetroffen in de fuik. In de sloten 8a en 8b zijn in totaal 14 vissen gevangen, 9 exemplaren hiervan waren Driedoornige stekelbaarzen. De overige vangst bestond uit Tiendoornige stekelbaars en Blankvoorn. Wat opvallend is, is dat alle Driedoornige stekelbaarzen 6 cm of groter zijn. In totaal zijn er minder vissen gevangen dan in andere sloten, maar dit komt doordat er pas halverwege mei begonnen is met de bemonsteringen in en rond Dyksput. Daarnaast staat de vispassage bij Dyksput alleen 's nachts open en kan de vis die de plas binnen wil alleen maar 's nachts migreren. Er kan vis naar binnen via de sloten naar de vogelplas. Dit blijkt ook uit een aantal foeragerende Lepelaars dat is gezien.

Naast deze locaties is er nog een locatie waar een Lepelaar gezien is, die bemonsterd is. Dit betreft locatie 17. Deze locatie ligt naast een provinciale weg. In het begin van het onderzoek is hier een Lepelaar gespot die foerageerde. Tijdens het gehele onderzoek zijn er 5 Tiendoornige stekelbaarzen gevangen. De sloot was ondiep, modderig en stond regelmatig droog.

Het is lastig te zeggen welke relatie er is tussen de vissamenstelling en de aanwezigheid van lepelaars. De Lepelaars lijken de plekken te prefereren waar de minste vis is gevangen tijdens dit onderzoek. Wel is te zien dat er bijvoorbeeld bij Dyksput vooral grote (>6 cm) Driedoornige stekelbaars wordt gevangen. Het zou kunnen zijn dat de Lepelaars al jaren bij Dyksput komen om te foerageren en rusten en dat ze weten dat hier grote Driedoornige stekelbaars zit.

5.6.4 HERKOMST WAARGENOMEN LEPELAARS

De Lepelaars die gevonden zijn hadden geen kleurring om. De herkomst van deze Lepelaars is dus niet vast te stellen. Wel kan gekeken worden naar de normale afkomst van de Lepelaars. Lepelaars komen naar Nederland om te broeden. Nederland is de noordelijkste plek in Europa waar lepelaars broeden. Als het winter wordt vliegen ze richting het zuiden om te overwinteren. Er zijn enkele plekken die bekend staan vanwege het overwinteren van Lepelaars. Dit zijn bijvoorbeeld Spanje, Marokko, Mauritanië en Senegal. Sommige Lepelaars vliegen zelfs naar de Kaapverdische eilanden of naar Mali om te overwinteren. Lepelaars zijn territoriaal wat broedgebieden betreft en laten niet snel soortgenoten toe. Hierdoor raken de huidige broedgebieden vol en moeten andere Lepelaars op zoek naar andere locaties. Lepelaars zijn echter stressgevoelig en in veel gebieden in Nederland zijn vossen te vinden (Schutte & den Boer, 1999). Vandaar dat het lastig is om een goede broedlocatie te vinden. Het zou kunnen dat er wel een nieuwe aanwas van Lepelaars uit het zuiden komt, maar dat er niet genoeg plek in Nederland is om ze allemaal te kunnen laten broeden.

6. DISCUSSIE

In dit hoofdstuk wordt gereflecteerd op de uitvoering van het onderzoek, en welke punten in een eventueel vervolgonderzoek beter of anders zouden kunnen.

6.1 SCHEPNETBEMONSTERING

- › De gebruikte vangstmethode, een schepnet, is niet de meest efficiënte vangstmethode om een sloot te bemonsteren op aanwezige vis. Er is een grote kans dat vissen wel aanwezig zijn maar niet gevangen worden met het schepnet. Elektrovisserij is mogelijk een meer efficiënte methode, maar was in dit onderzoek niet mogelijk in verband met het ontbreken van een passende vergunning en ontbrekende ervaring met deze vangstmethode.

Het was met het schepnet niet mogelijk om Glasaal te vangen, en daarmee de aan- of afwezigheid van Glasaal aan te tonen. De maaswijdte van het schepnet was niet fijn genoeg om deze soort te vangen.

- › De kruisnetbemonstering heeft niet de gewenste resultaten opgeleverd, en is vroegtijdig stopgezet. Mogelijk zijn te brede watergangen bemonsterd, of was de massaliteit in aanbod en trek op deze locaties al voorbij. Eventueel zou een groter kruisnet een grotere kans van slagen kunnen bieden, maar dit brengt ook logistieke problemen met zich mee.
- › Er is te laat in het voorjaar gestart met bemonsteren om een daadwerkelijke dispersiebeweging in de gegevens terug te kunnen zien.
- › Er bestaat onduidelijkheid over de precieze lengteklasseverdeling van de ondersoorten *Gasterosteus aculeatus trachurus*, *g.a. leiurus* en *g.a. semiarmatus*. Literatuur geeft hier geen eenduidig antwoord op. Op basis van vergelijkbare onderzoeken binnen dit gebied is een bepaalde lengteverdeling aangehouden (resident tot 5 cm, anadroom vanaf 5 cm) om onderscheid te maken tussen een residente of anadrome stekelbaars.

6.2 VISPASSAGEBEMONSTERING

- › Alleen de passage bij Tzummarum is bemonsterd met een fuik waarmee ook Glasaal gevangen kon worden. Idealiter hadden de andere twee passages ook met een dergelijke fuik bemonsterd moeten worden omdat het aannemelijk is dat Glasaal ook van die passages gebruik maakt. Dit zou in een vervolgonderzoek eventueel al haalbaar zijn door de huidige fuiken te omwikkelen met een zeer fijnmazig vitragenet, zoals in eerdere onderzoeken is geprobeerd.
- › In de passage van Griene Dyk is veel kleine juveniele witvis gevangen, die in scholen de passage ingezommen of gestroomd was. Deze zijn genoteerd als zijnde Blankvoorns, maar waren eigenlijk niet goed te determineren vanwege hun geringe grootte.

6.3 ABIOTIEK

- › Door gebrek aan beschikbaar materiaal zijn een aantal van de gebruikte attributen zelf gefabriceerd (sechhi schijf, meetstok). Ondanks het feit dat deze materialen met redelijke nauwkeurigheid zijn nagemaakt, komt dit de nauwkeurigheid van het onderzoek niet ten goede.

- › Daarnaast was de gebruikte multimeter een vrij oud exemplaar dat al vele jaren in gebruik is geweest bij veldweken van het Van Hall. Deze meter vertoonde vaak problemen gedurende dit project, en was wellicht niet zo betrouwbaar als gewenst tijdens een onderzoek.

6.4 LEPELAARONDERZOEK

- › Tijdens dit onderzoek was de geleende telescoop niet altijd beschikbaar en dus mee in het veld. Dit maakte het erg lastig om foeragerende Lepelaars te observeren en zodoende een foerageerprotocol voor de waarneming in te vullen.

7. CONCLUSIES

In dit hoofdstuk worden de conclusies uit dit onderzoek weergegeven en herhaald.

- › Te concluderen is dat er geen duidelijke dispersiebeweging van West naar Oost (vishevel naar polder Zwarte Haan) naar voren komt uit de gegevens. Zowel voor polder Ropta als polder Zwarte Haan lijken de gevangen Driedoornige stekelbaarzen met de tijd toe te nemen, al lijkt de grootste piek in polder Zwarte Haan eerder te liggen dan in polder Ropta. Wel bleek dat in de laatste 2 à 3 weken van het onderzoek er weinig Driedoornige stekelbaarzen gevangen zijn op de locaties rond de vishevel, waar dat eerder in het onderzoek wel het geval was. In deze periode lijkt de concentratie wat verder oostelijk in de polder te liggen. Er is dus wel enige mate van dispersie te ontdekken.
- › Er is een significant verschil aanwezig in de lengtesamenstelling (en daarmee de aanwezige anadrome en residente populaties) van Driedoornige stekelbaarzen tussen de twee polders.
- › Er is een significante positieve correlatie tussen gemiddelde lengte van gevangen Driedoornige stekelbaarzen en saliniteit, alsmede een significante sterk positieve correlatie tussen maximale lengte van gevangen Driedoornige stekelbaarzen en saliniteit. Dit komt overeen met het significante verschil in lengtesamenstelling tussen de twee polders, aangezien de saliniteit op de locaties in polder Ropta hoger was dan op de locaties in polder Zwarte Haan, en in polder Ropta meer anadrome stekelbaarzen (dus grotere lichaamslengte) zijn aangetroffen.
- › De passages bij Dyksput en Griene Dyk lijken goed te functioneren. De passage bij Tzummarum is door de hoge stroomsnelheid echter alleen te passeren wanneer de stroomsnelheid in de passage werd teruggebracht door middel van de gebruikte fuik. In een normale situatie kunnen vissen de passage waarschijnlijk niet passeren. Zowel Glasaal als Driedoornige stekelbaars blijken goed in staat om de verbindingen met Friese boezem of een volgende polder te bereiken nadat ze zijn binnengetrokken bij de vishevel van Ropta.
- › Via de passage van Griene Dyk vindt opvallend veel trek plaats van polder Zwarte Haan naar polder Ropta in plaats van vice versa. Ook (anadrome) Driedoornige stekelbaars maakt veelvuldig gebruik van de passage om van Zwarte Haan naar Ropta te komen (296 exemplaren). Er wordt dus ook op een grootschalige manier gebruik van de passage gemaakt in een richting die voorheen niet bekend was.
- › Er kunnen geen uitspraken gedaan worden over het verschil tussen de sloten en de visstand in sloten waar wel en geen Lepelaars zijn waargenomen. Slechts 2 locaties waar Lepelaars zijn waargenomen konden daadwerkelijk bemonsterd worden op aanwezige visstand. Hierdoor was een statistische analyse ook niet mogelijk.
- › Géén van de waargenomen Lepelaars was in het bezit van kleurringen. Deze Lepelaars zijn dus niet afkomstig van de broedkolonies op de eilanden. Mogelijk zelfs van buiten Nederland.

8. AANBEVELINGEN

Hieronder volgen enkele aanbevelingen die tijdens dit onderzoek naar voren zijn gekomen.

- › Het verdient de aanbeveling om dit onderzoek voort te zetten, en in een volgend onderzoek mogelijk ook de najaarstrek te monitoren. Dit onderzoek kan een volgende keer intensiever en langer uitgevoerd worden. Dit was dit voorjaar niet mogelijk wegens onvoldoende voorbereidingstijd. Ook dient de passage bij Griene Dyk intensiever bemonsterd te worden in de stroomopwaartse migratierichting, iets wat in dit onderzoek door een fout niet is gebeurd.
- › Er zou structureel onderzoek gedaan moeten worden naar de lengtes van de anadrome en residente Driedoornige stekelbaarzen binnen dit gebied. De kennis uit literatuur is onvoldoende om met zekerheid vast te stellen wanneer er (binnen dit gebied) sprake is van *Gasterosteus aculeatus semiarmatus* of *Gasterosteus aculeatus leiurus*.
- › De vispassage bij Tzummarum vereist aanvullende maatregelen om de stroomsnelheid in de passage verder terug te dringen. De passage functioneert momenteel onvoldoende om doortrek naar de Friese boezem te bewerkstelligen. Vooral voor de Glasaal en Driedoornige stekelbaars is deze passage van groot belang.
- › Het zou interessant kunnen zijn om ook andere passages bewust te onderzoeken op het stroomafwaartse gebruik door vissen, in het bijzonder door Driedoornige stekelbaarzen en Glasalen.

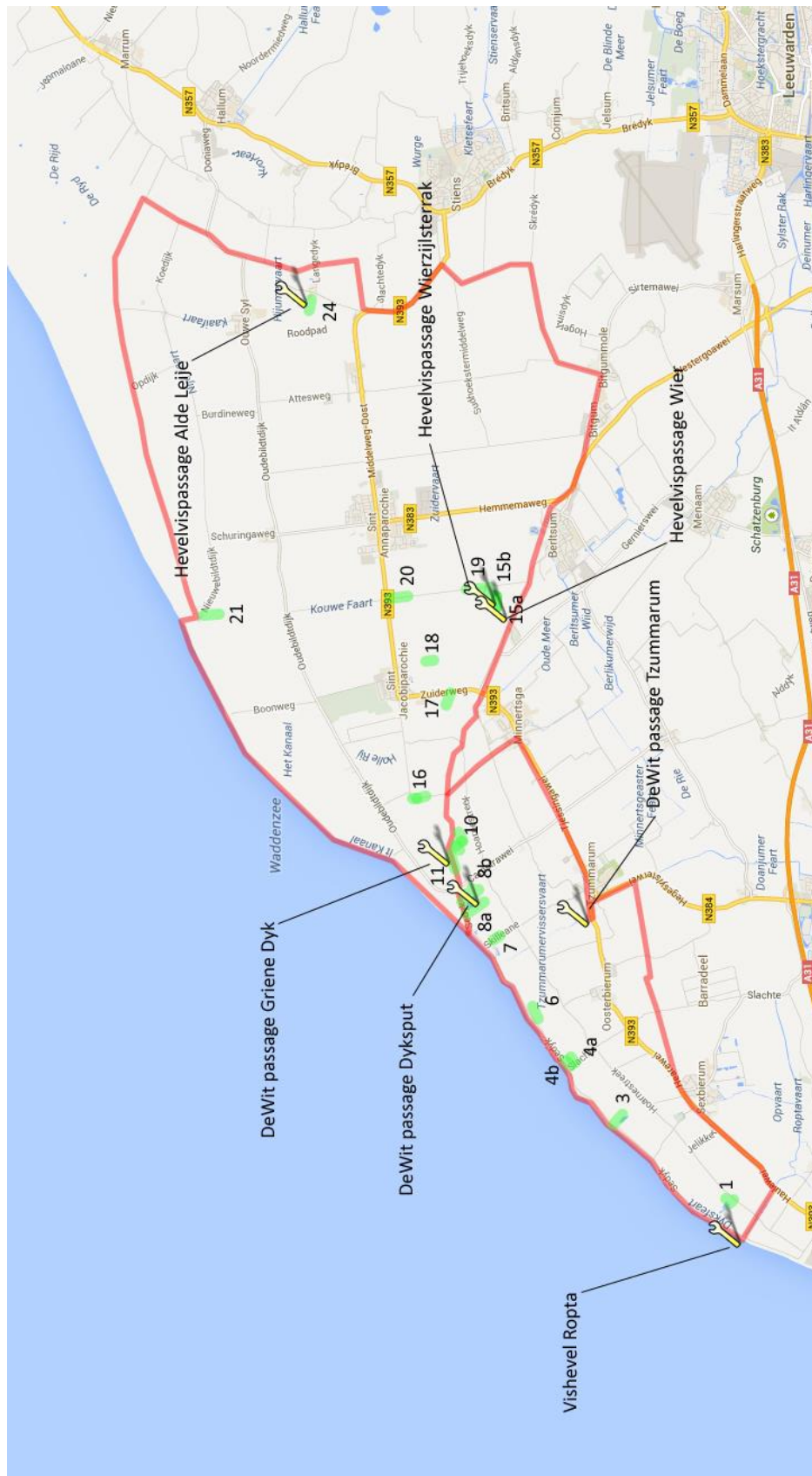
REFERENTIES

- Booma, T.J.K. van (2013). Vismigratie in Fryslân – opzet voor een gestructureerde datavoorziening van migratieknelpunten bij Wetterskip Fryslân. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.
- Brenninkmeijer, A., Y. van der Heide & D. van Dulleman m.m.v. H. Horn & K. Kuiken (2003). Monitoring vispassages Roptazijl en Terschelling in 2002. A&W-rapport 333, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek BV, Veenwouden
- Brenninkmeijer, A., E. Wymenga & D. van Dulleman m.m.v. K. Kuiken & H. Horn (2005). Monitoring vispassages Roptazijl en Terschelling 2002 – 2004. A&W-rapport 553, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek BV, Veenwouden.
- Brenninkmeijer, A. & D. van Dulleman (2007). Glasaalaanbod bij gemaal Zwarte Haan in 2007. A&W-rapport 966, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek BV, Veenwouden.
- Brenninkmeijer, A. (2013a). Vismigratie in Noordwest Fryslân. Intern memo cluster plannen, Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.
- Brenninkmeijer, A. (2013b). Mondelinge mededeling.
- Brenninkmeijer, A. & J. Huisman (2013). Mondelinge mededeling.
- Brouwer, T., B. Crombaghs, A. Dijkstra, A.J. Scheper & P.P. Schollemma (2008). Vissenatlas Groningen-Drenthe. Uitgeverij Profiel, Bedum.
- Ecomare (2013). Soortbeschrijving Lepelaar, www.ecomare.nl/index.php?id=5511; geraadpleegd 20-08-2013
- Hydrion (2013). Factsheet Hydrion Vistrap, www.hydrion.nl; geraadpleegd 08-04-2013
- Kemper, J.H. (1995). Role of the three-spined stickleback *Gasterosteus aculeatus* in the food ecology of the spoonbill *Platalea leucorodia*. Organization for the improvement of inland fisheries (OVb), Nieuwegein.
- Kroes, M.J. & S. Monden (2005). Vismigratie: een handboek voor herstel in Vlaanderen en Nederland. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, AMINAL, afdeling Water, Brussel.
- Leeraar, R. (2007). Van kust tot koningsdiep: afstudeerrapport in opdracht van Wetterskip Fryslân. Wetterskip Fryslân / Hogeschool Van Hall Larenstein, Leeuwarden.
- Lok, T., O. Overdijk, H. Horn & T. Piersma (2009). *De lepelaarpopulatie van de Wadden: komt het einde van de groei in zicht?*. In: Limosa nr. 82 (2009). pp. 149-157.
- Lucas, M.C. & E. Baras (2001). Migration of Freshwater Fishes. Blackwell Science Ltd., Oxford UK.
- Ministerie van LNV (2011). The Netherlands Eel management plan – July 2009; revised April 2011. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- Muus, B.J. & J.G. Nielsen (1999). Sea fish. Scandinavian Fishing Year Book, Hedehusene, Denemarken
- Nie, H.W. de (1996). Atlas van de Nederlandse Zoetwatervissen. Media Publishing, Doetinchem
- Provinsje Fryslân (2013). BodemAtlas Fryslân. www.fryslan.nl/kaarten/kaart.html?t=BodemAtlas ; geraadpleegd 29-09-2013

- Ravon (2013). Soortbeschrijving Tiendoornige Stekelbaars.
www.ravon.nl/Soorten/Vissen/Tiendoorngestekelbaars/tabid/193/Default.aspx; geraadpleegd 02-10-2013
- Reeze, A.J.G., A.D. Buijse & W.M. Liefveld (2005). Weet wat er leeft langs Rijn en Maas, Ecologische toestand van de grote rivieren in Europees perspectief. Rijkswaterstaat, Lelystad.
- Schutte, H. & T. den Boer (1999). Lang leve de Lepelaar: vijf jaar samenwerken aan soortbescherming. Vogelbescherming Nederland, Zeist.
- Spikmans, F. & J. Kranenbarg (2010). Herkenning zoetwatervissen. 2^e herziene druk, met nieuwe exoten. Stichting RAVON, Nijmegen.
- Tulp, I., I. de Boois, J. van Willigen & H.J. Westerink (2009). Diadrome vissen in de Waddenzee: Monitoring bij Kornwerderzand 2000-2008. Rapport C128/09, IMARES Wageningen UR i.o.v. Ministerie van LNV.
- Vonk, J. & Y. van der Burg (2003). Stekelbaars (Gasterosteidae) en Lepelaars (Platalea leucorodia) op Terschelling: een onderzoek naar de intrek van stekelbaarzen en het foerageersucces van de lepelaar op Terschelling. Afstudeeronderzoek, projectnummer 334305, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek BV, Veenwouden.
- Wanningen, H. & J. van Herk (2011). Fryslân aan de slag met vismigratie: actieprogramma voor een gestructureerde aanpak vismigratie bij Wetterskip Fryslân. Wanningen Water Consult & LINKit Consult.
- Wintermans, G.J.M. & J.H. Kemper (1999). *De hevel-passage op Texel*. In: H. Schutte & T. den Boer (eds.) Lang leve de Lepelaar. Vogelbescherming Nederland, Zeist; pp. 76-78.
- Wintermans, G.J.M. (2012). Trekvisaanbod langs de Waddenzeekust; Gegevensverslag monitoring voorjaar 2012. WEB-rapport 12-02, Wintermans Ecologenbureau, Finsterwolde.

APPENDICES

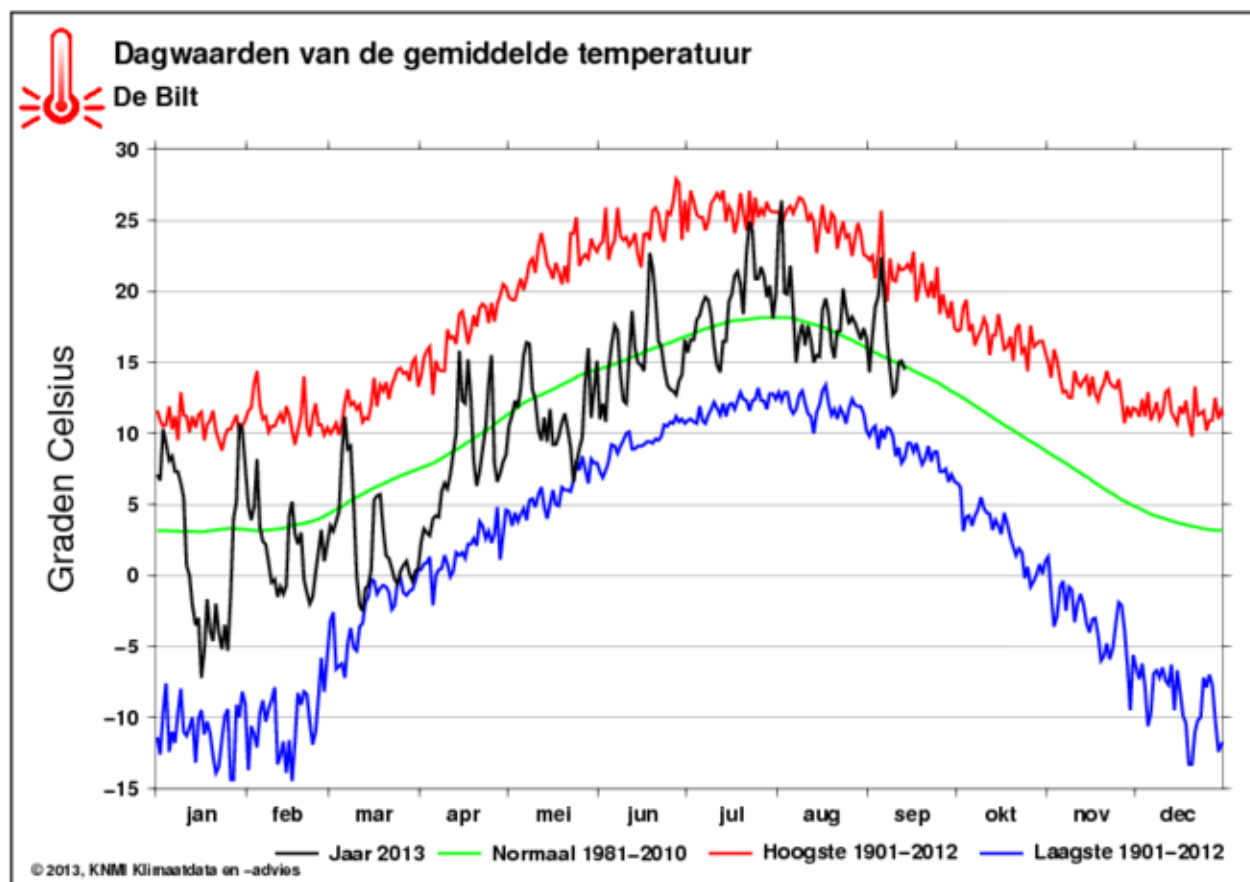
APPENDIX 1: ONDERZOEKSGBIED



APPENDIX 2: TABEL ABIOTISCHE FACTOREN

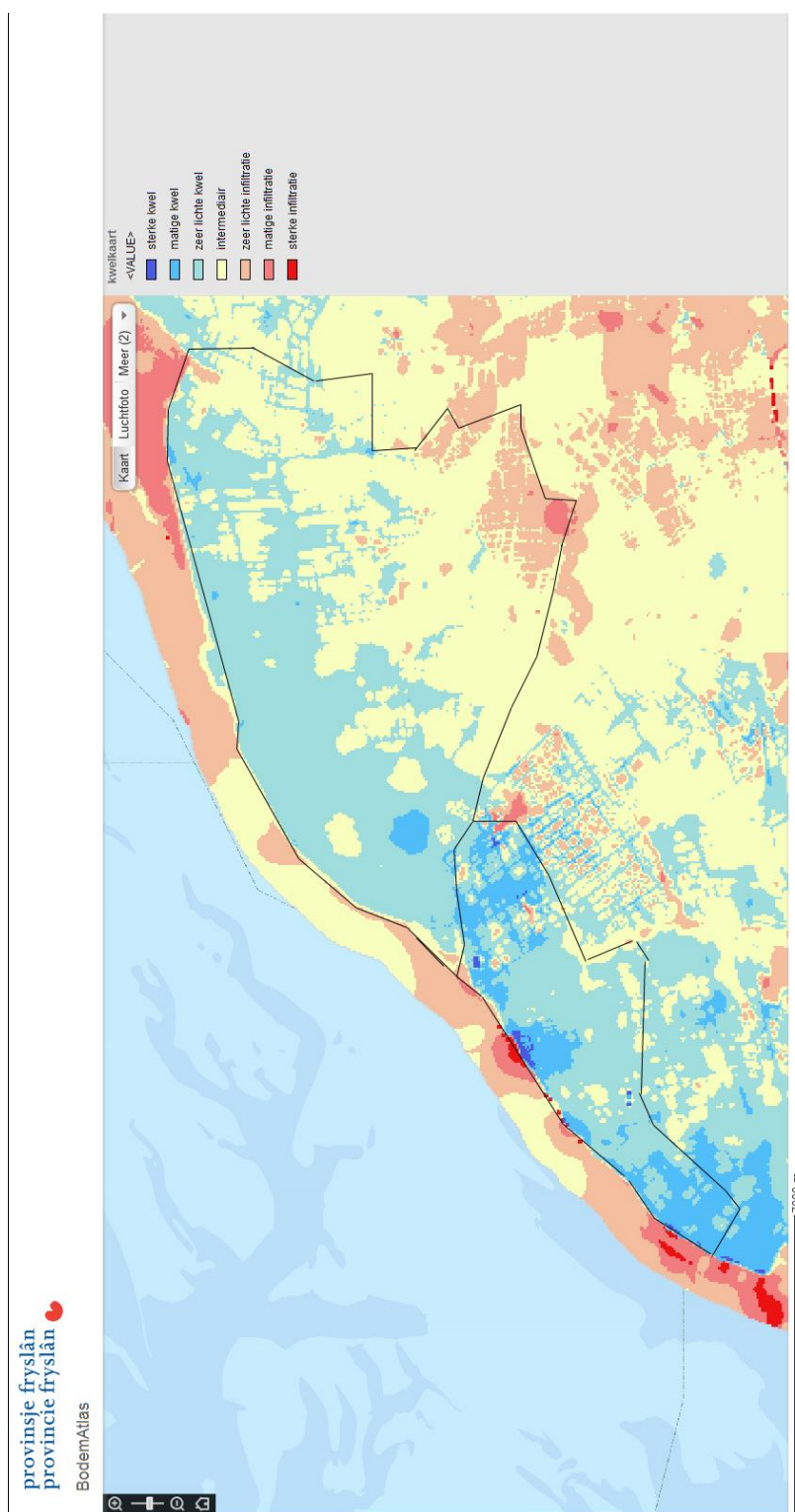
Locatie	Parameter Eenheid Methode	Water				Traject		Oever		Bodem	
		Watertyp	Doorzicht	Max. diep	Min. diep	Breedte tra	Lengte tra	Talud oev	Type besch	Breedte oe	Bodemtyf
		n.v.t.	cm	cm	cm	m	m	°	n.v.t.	cm	n.v.t.
		n.v.t.	Secchi	Meetstok	Meetstok	Rolmaat/Ma	Google Ma	Schatting	Observatie	Rolmaat	Observati
											Meetstok
1	159207, 580533	3	45	80	55	2,5	240	46-67	Geen	250	Klei
3	160856, 582877	3	40	70	60	2,3	253	23-45	Geen	200	Klei
4a	161949, 583866	3	20	30	20	1,3	145	46-67	Geen	100	Klei
4b	162029, 583782	3	35	50	40	2,2	163	46-67	Geen	250	Klei
6	162956, 584541	3	25	60	50	1,4	266	68-90	Geen	190	Klei
7	164523, 585382	3	30	50	40	1,8	160	23-45	Geen	200	Klei
8a	165069, 585911	3	20	35	20	1,3	444	23-45	Geen	140	Klei
8b	165423, 585868	3	30	80	30	2,5	584	46-67	Geen	140	Klei
10	166457, 586134	3	20	70	60	1,8	463	46-67	Geen	100	Klei
11	166156, 586284	3	20	30	20	2,0	312	46-67	Geen	250	Klei
15a	171391, 585382	3				4,0	231	23-45	Geen	250	Klei
15b	171604, 585531	3				2,4	190	46-67	Geen	150	Klei
16	167389, 587016	3	40	45	30	2,0	291	23-45	Geen	150	Klei
17	169420, 586364	3	30	45	10	2,5	290	46-67	Geen	110	Klei
18	170187, 586786	3			60	2,5	168	46-67	Geen	120	Klei
19	171649, 585920	3	40	90	40	2,5	313	23-45	Geen	160	Klei
20	171464, 587434	3	15	20	10	1,2	360	46-67	Geen	75	Klei
21	171104, 591302	3	30	60	50	3,0	310	46-67	Geen	150	Klei
24	177427, 589196	3	35	50	30	2,5	230	46-67	Geen	130	Klei

APPENDIX 3: DAGWAARDEN GEMIDDELTE LUCHTTEMPERATUUR



Bron: <http://www.knmi.nl/klimatologie/grafieken/jaar/index.cgi>

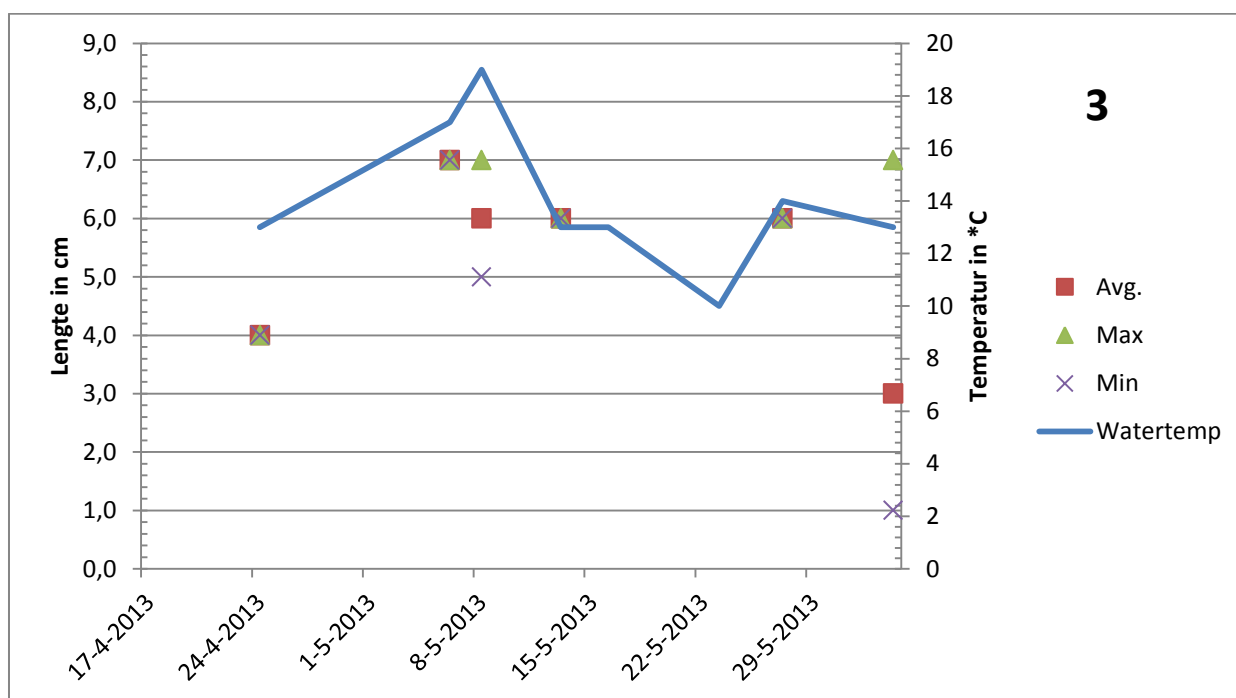
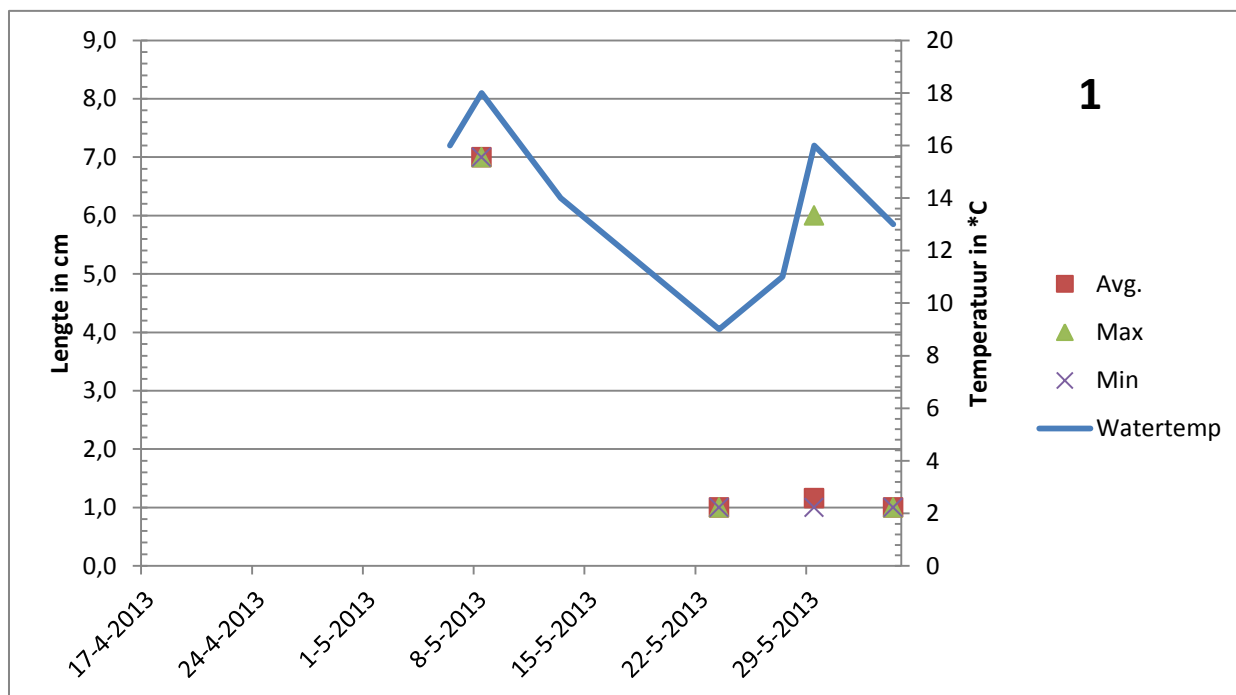
APPENDIX 4: KWELKAART

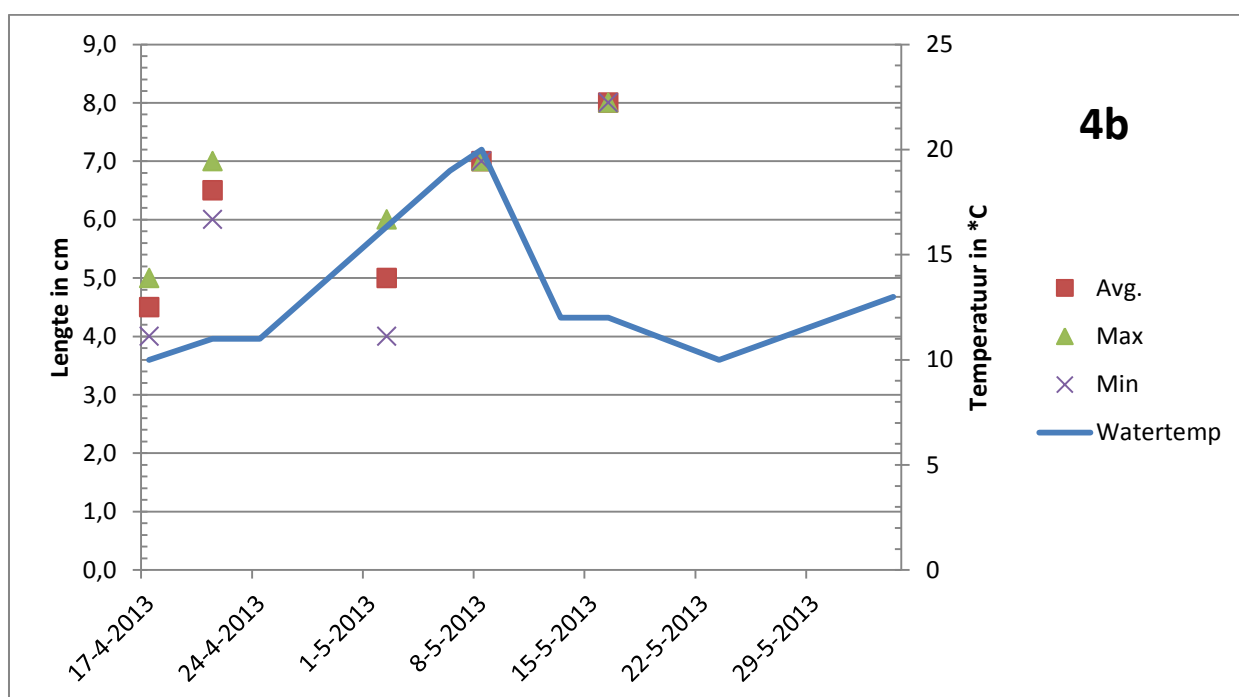
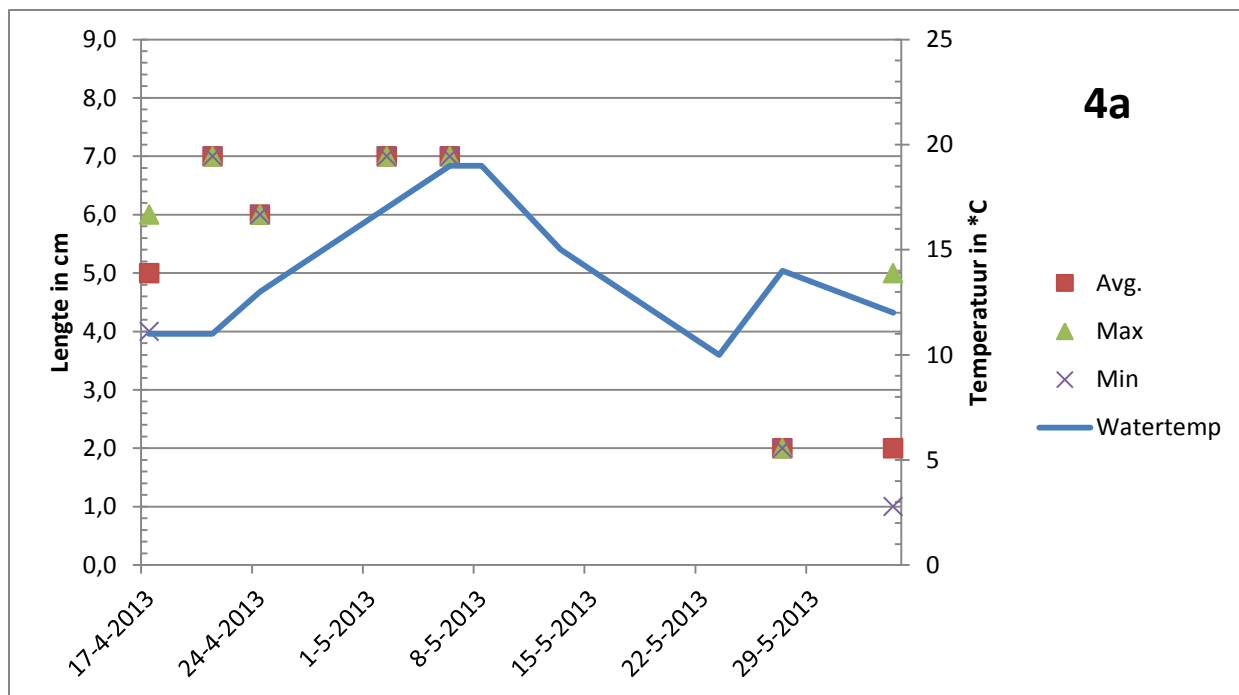


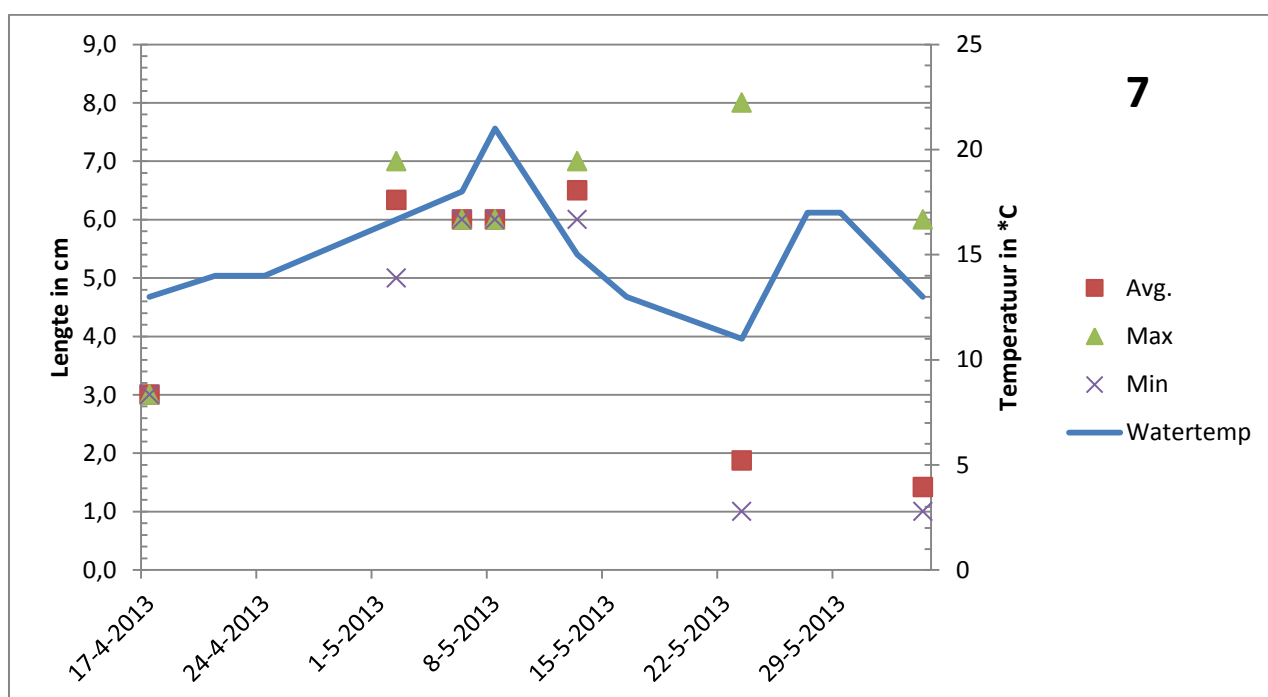
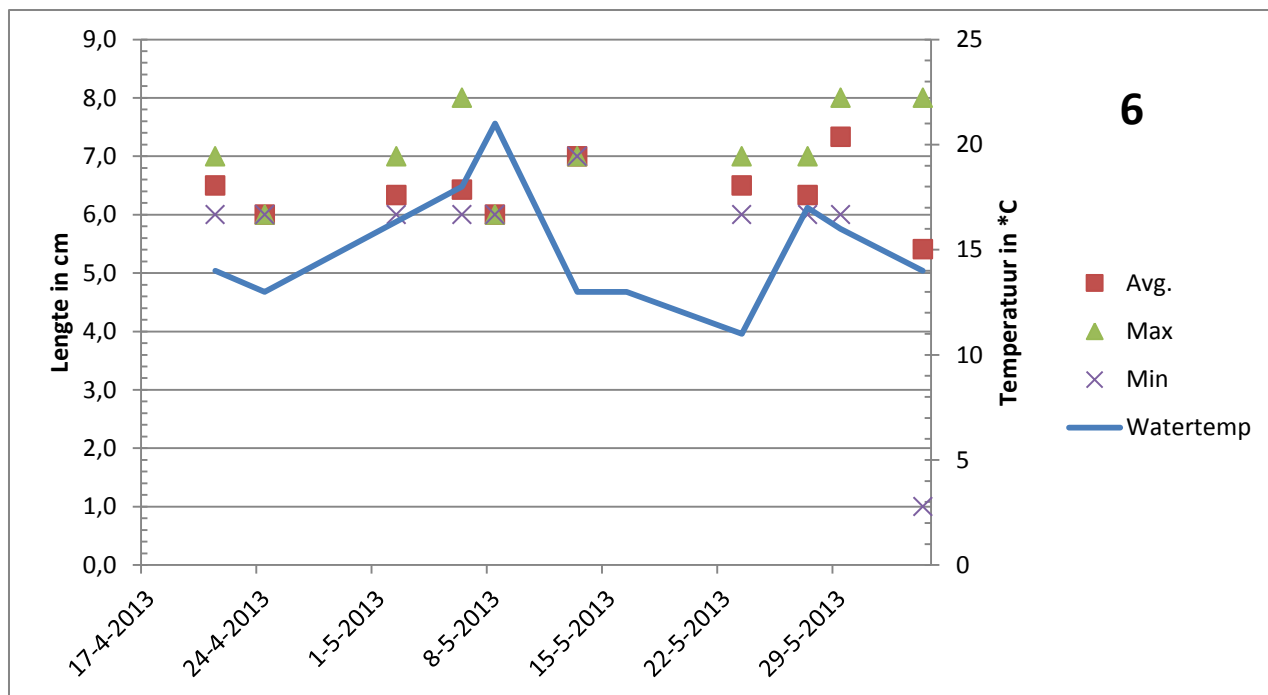
Kwelkaart met schets locatie polders Ropta en Zwarte Haan

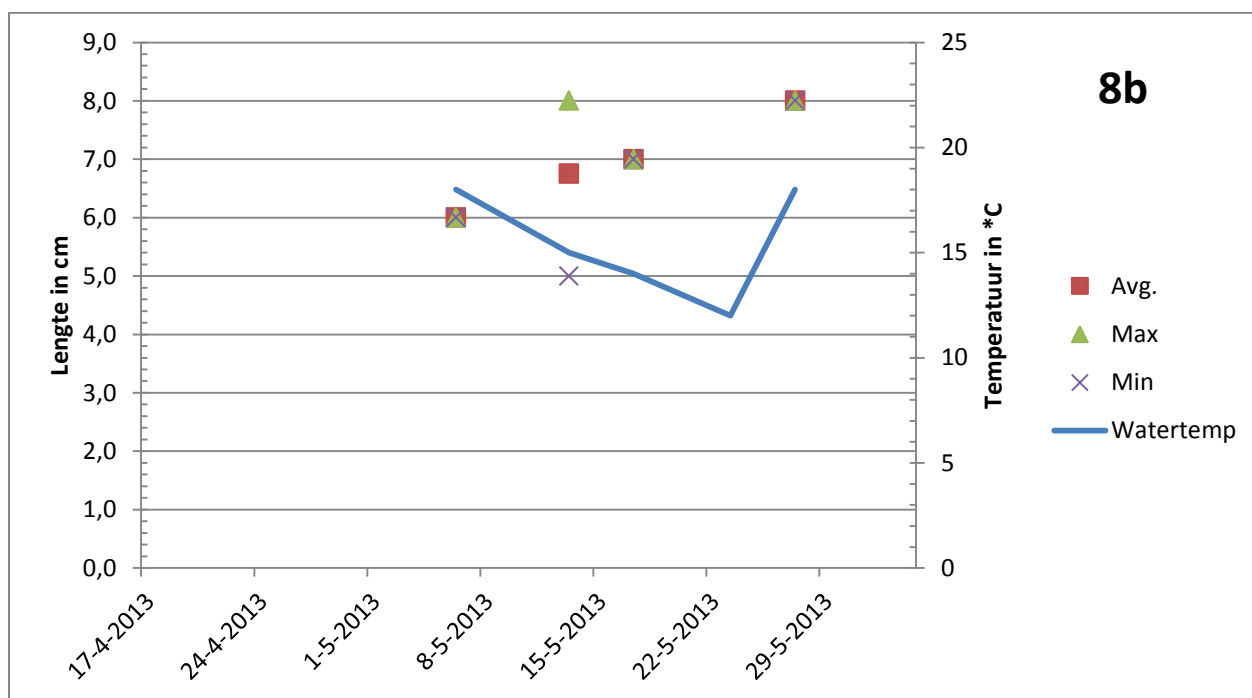
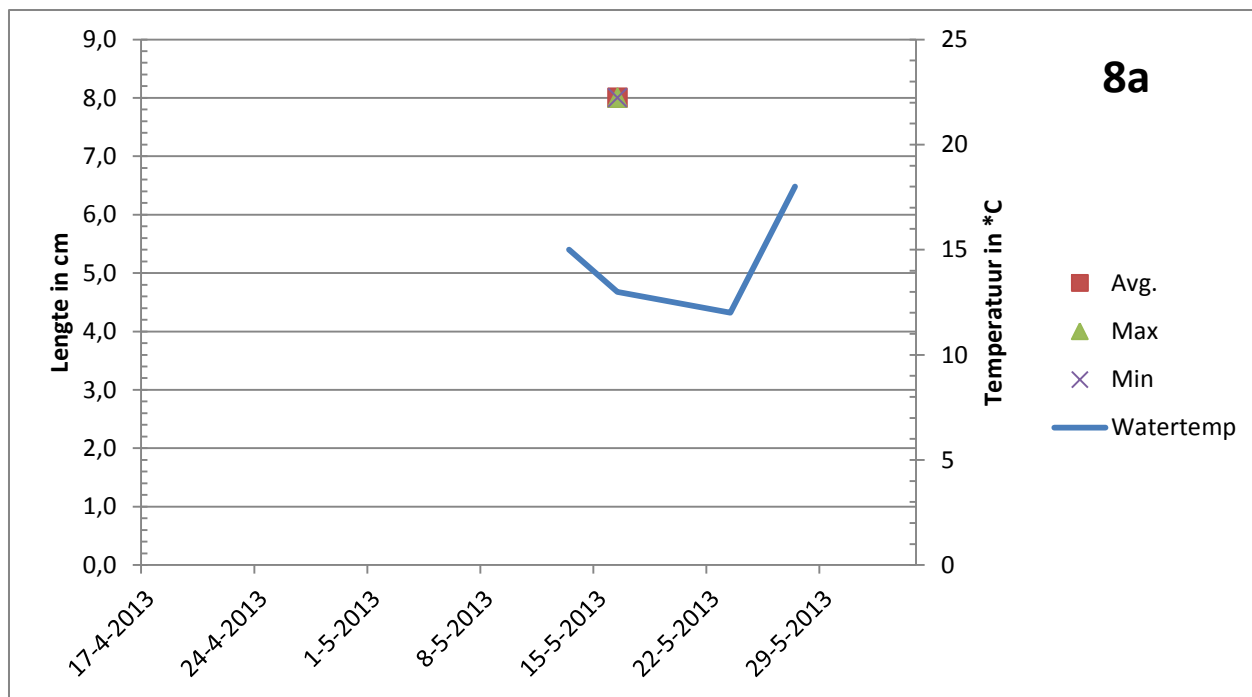
Ondergrond: BodemAtlas provincie Fryslân; www.fryslan.nl/kaarten/kaart.html?t=BodemAtlas

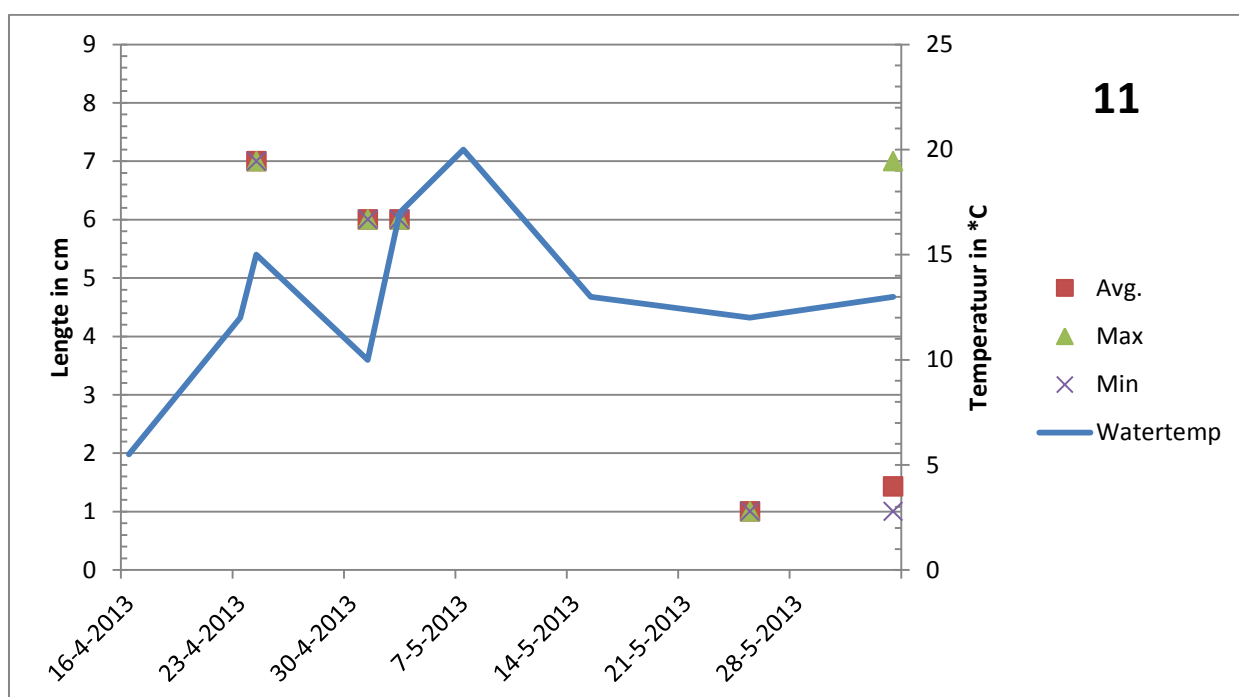
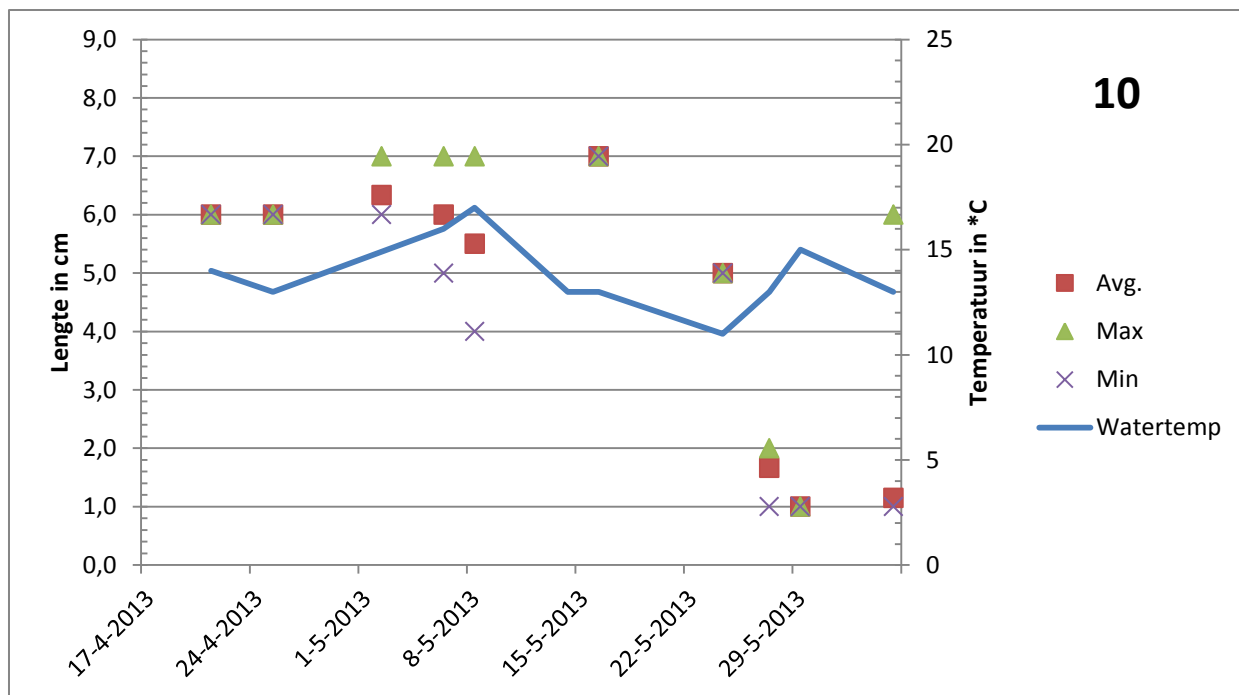
APPENDIX 5: WATERTEMPERATUUR VS. LENGTE MONSTERLOCATIES

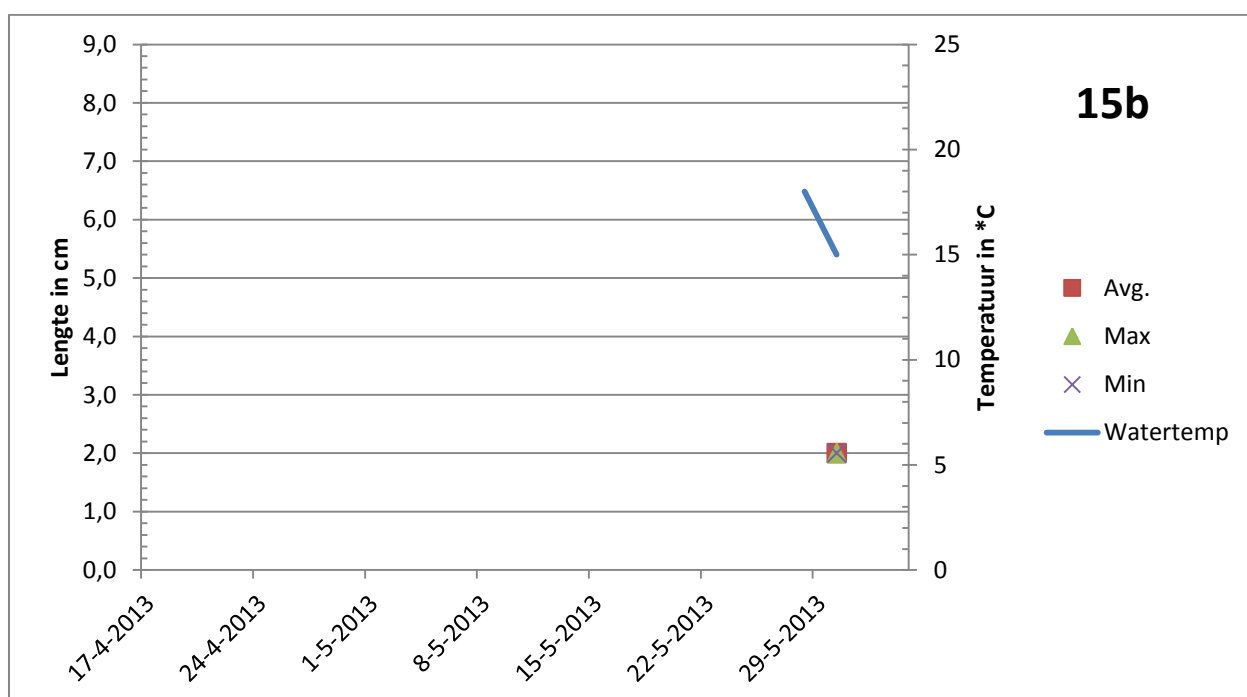
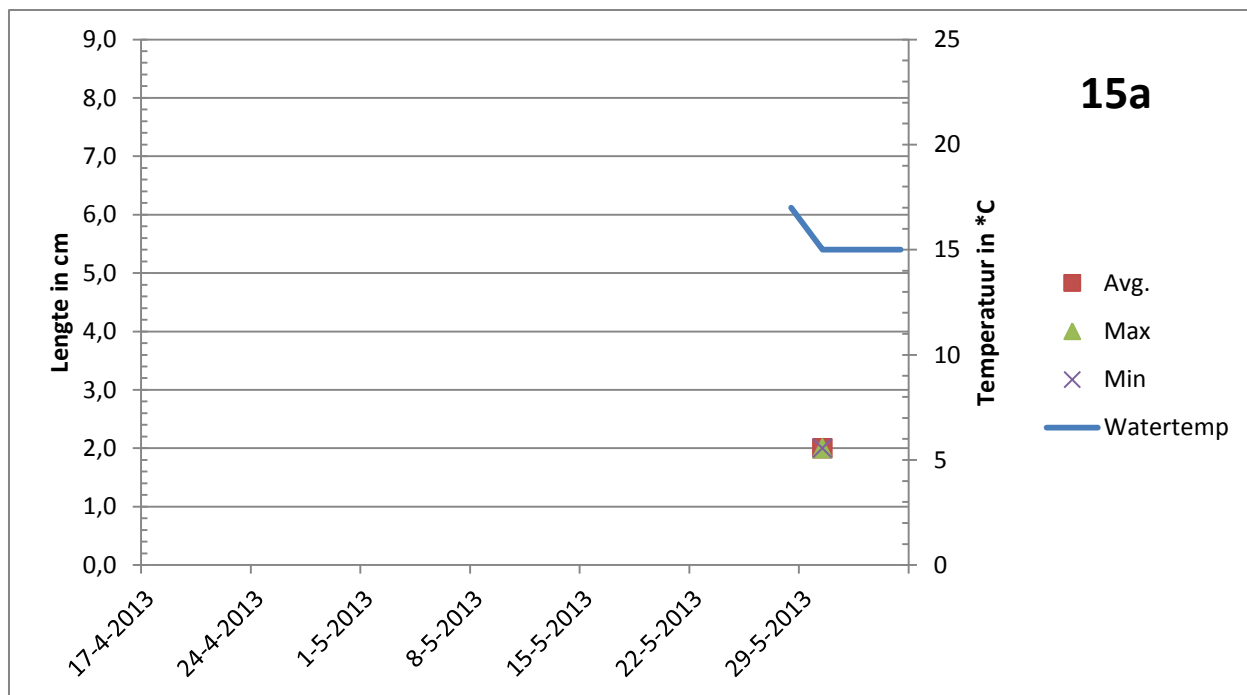


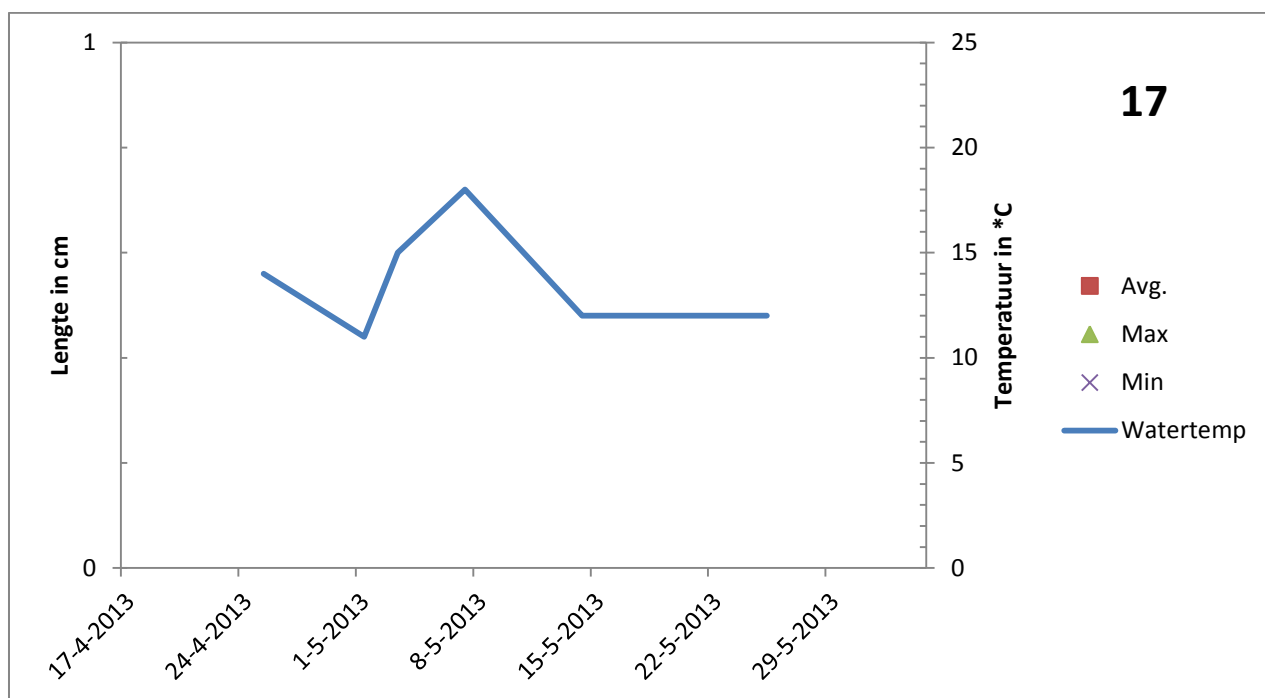
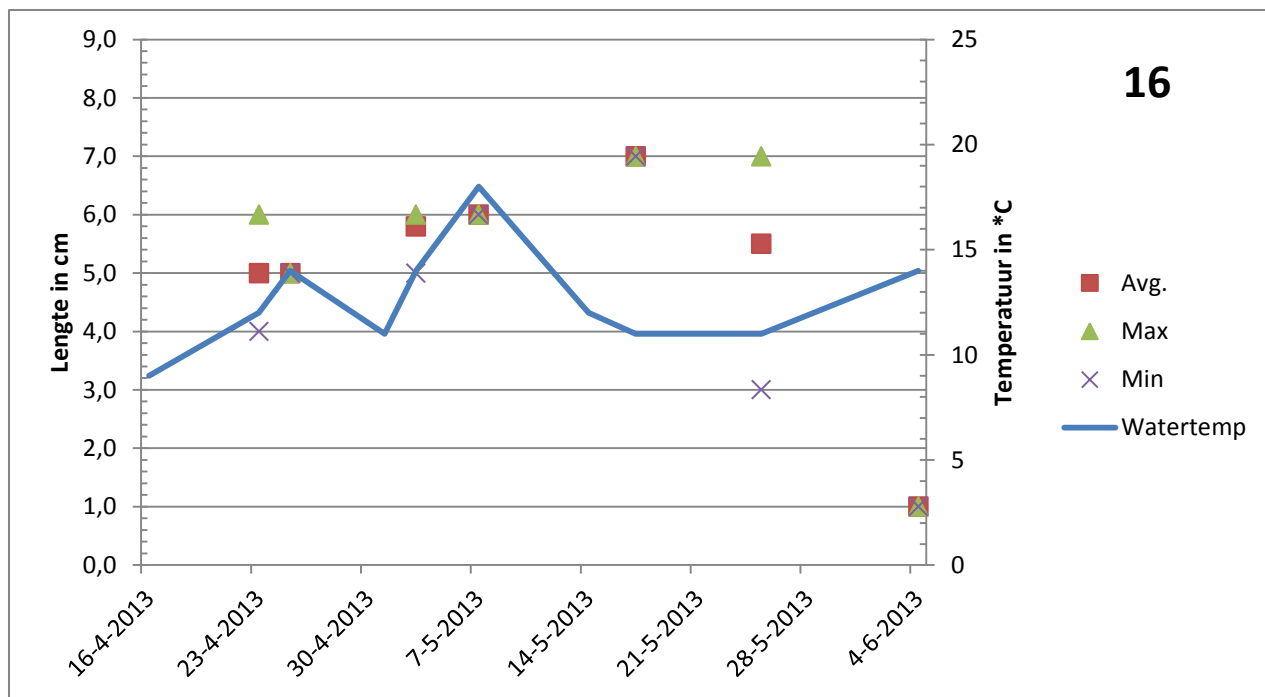


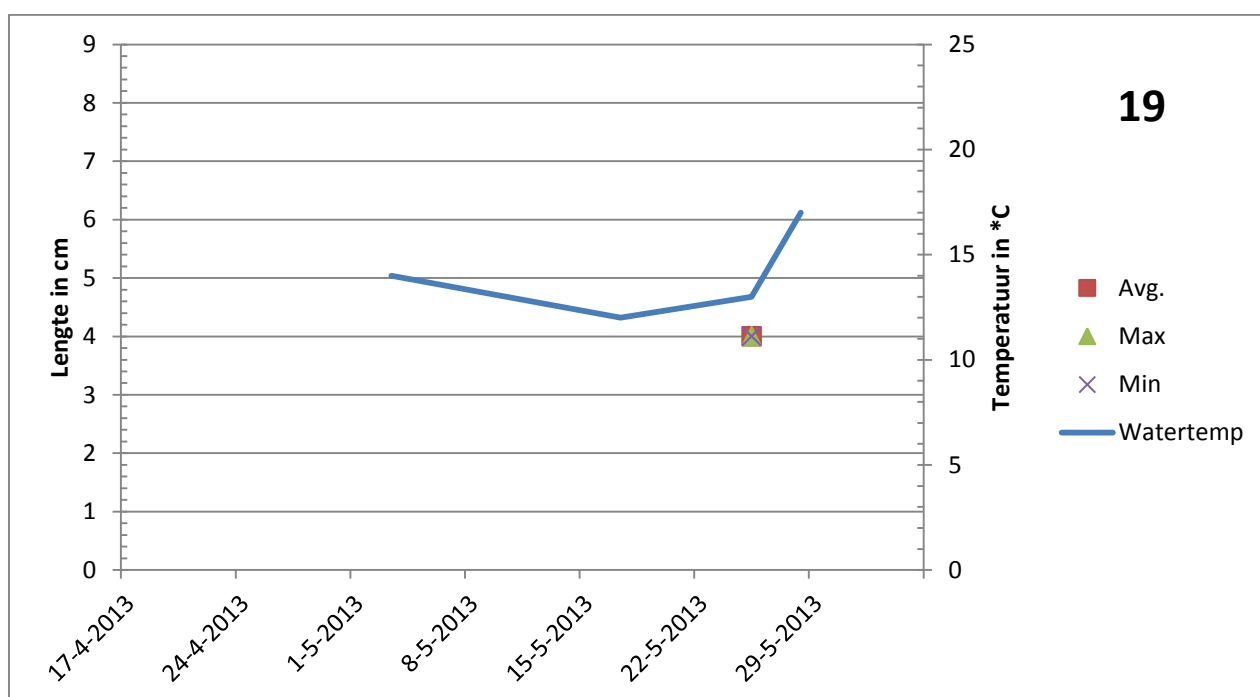
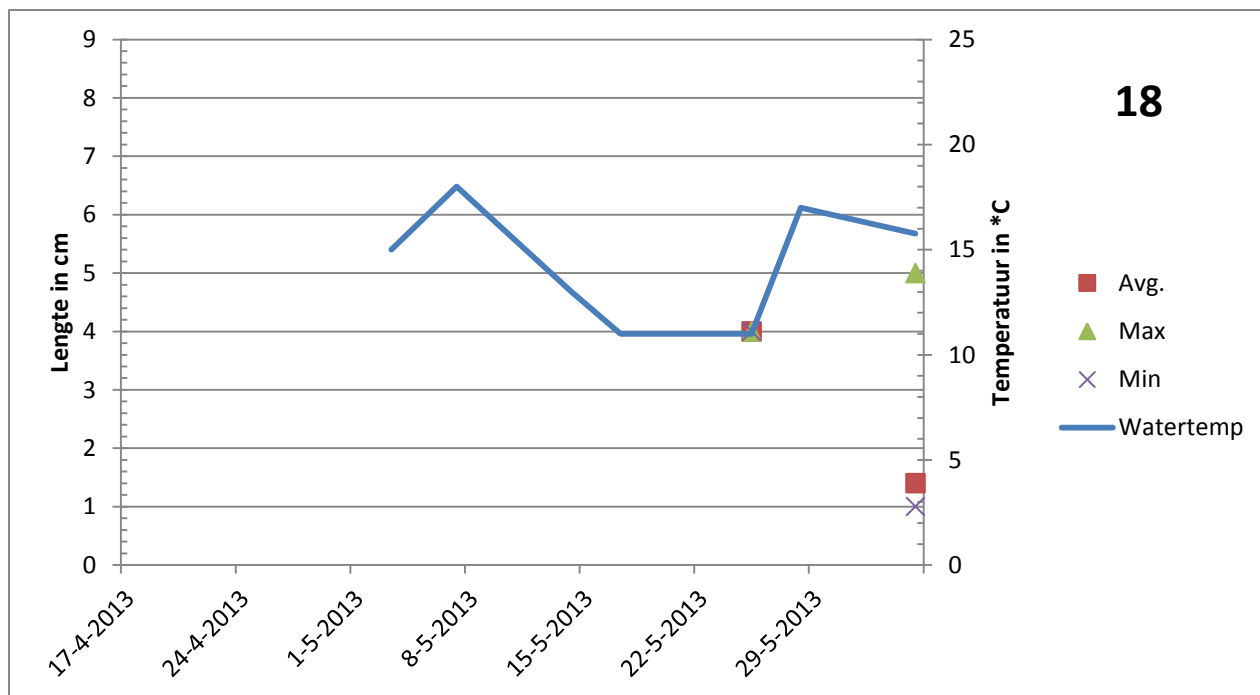


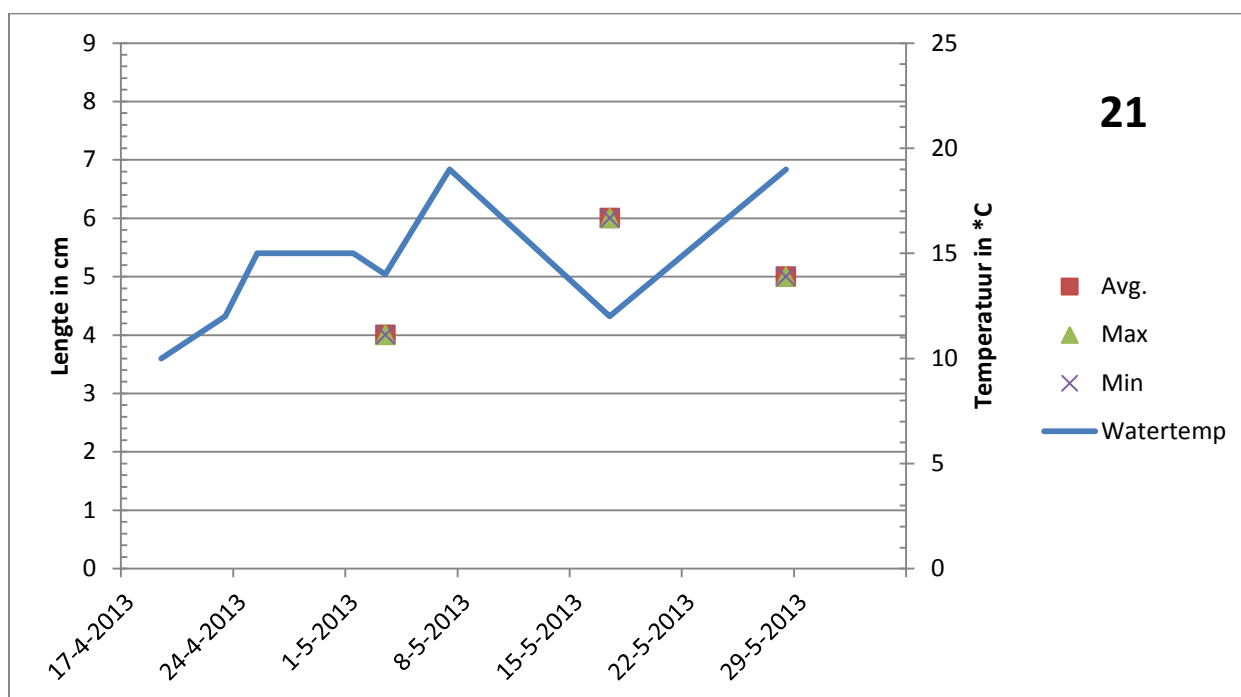
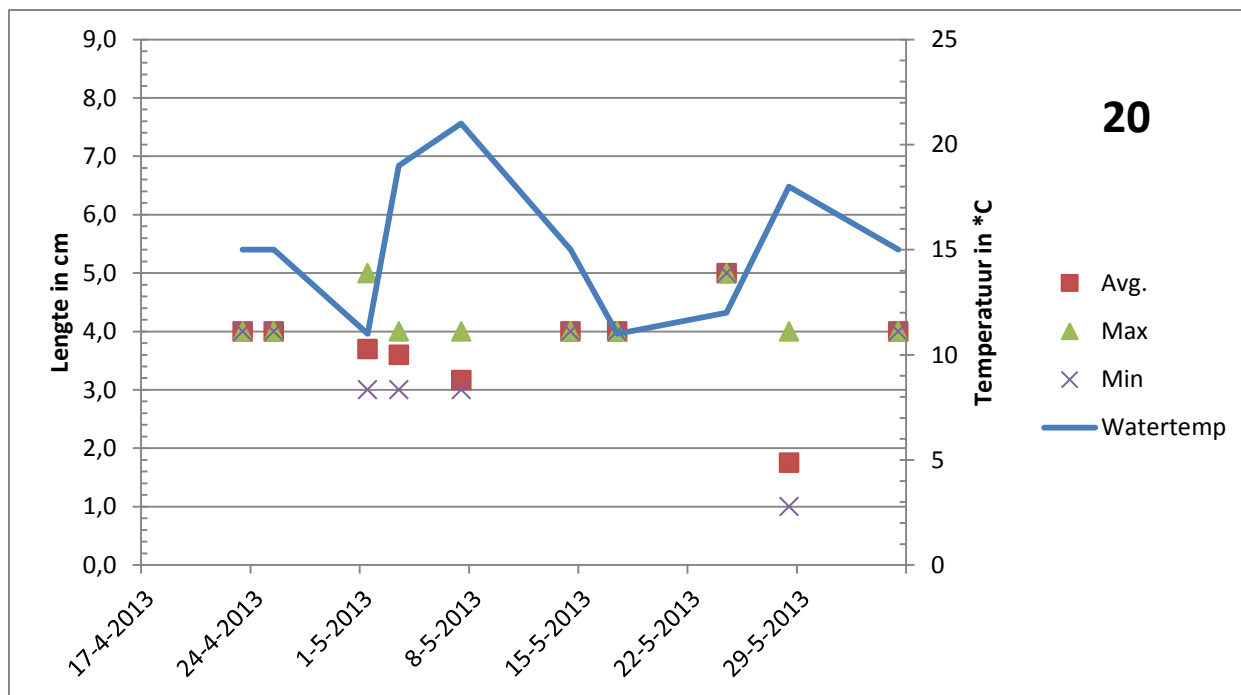


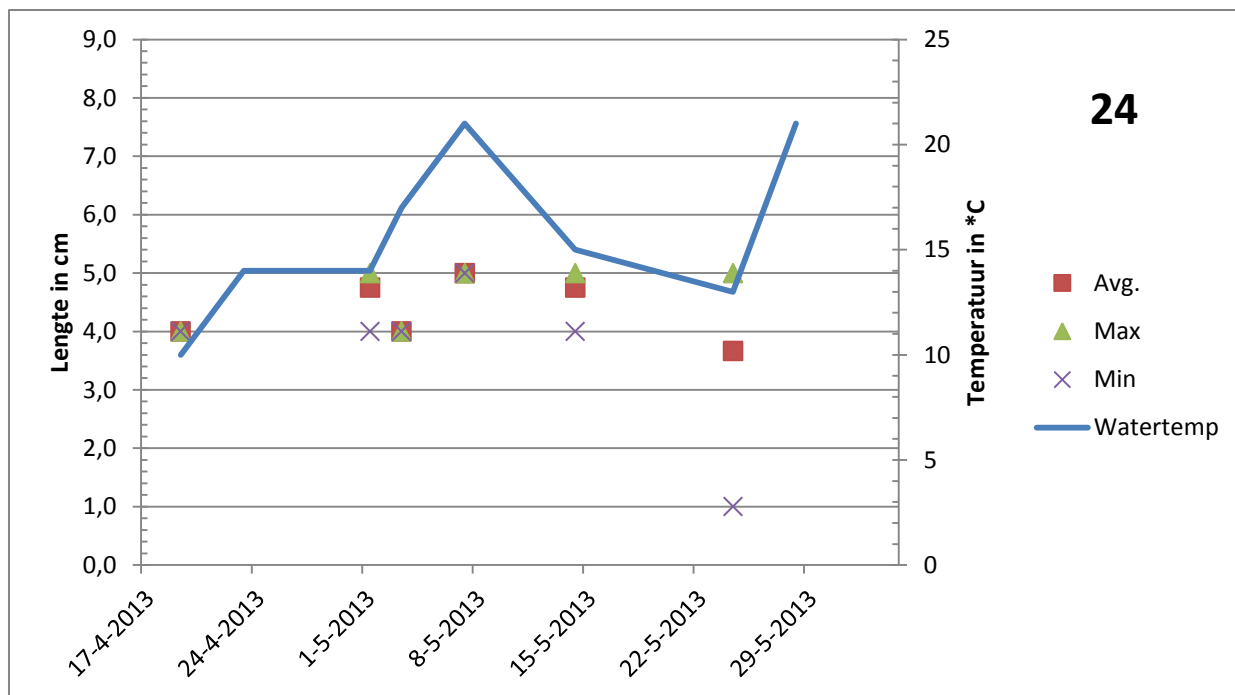




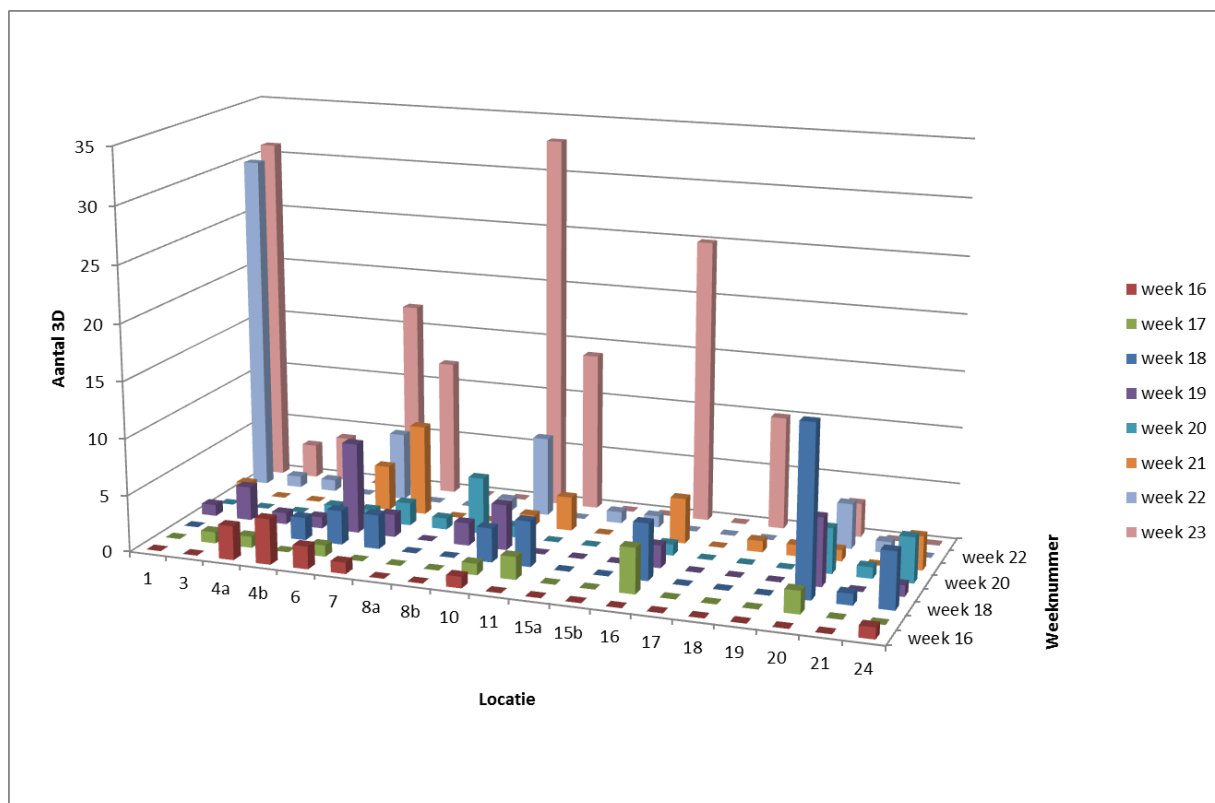








APPENDIX 6: VERSPREIDING DRIEDOORNIGE STEKELBAARS PER LOCATIE PER WEEK (ORIGINEEL)



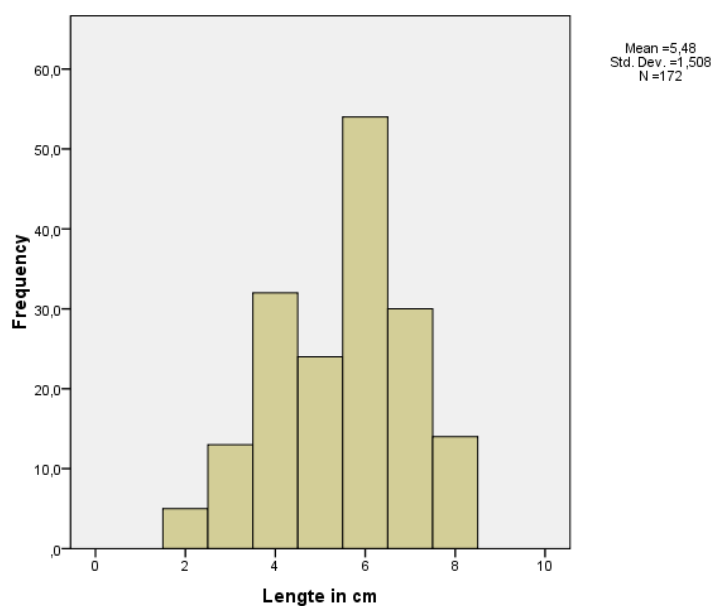
APPENDIX 7: SPSS TABELLEN

APPENDIX 7.1

Descriptives

		Statistic	Std. Error
Lengte in cm	Mean	5,48	,115
	95% Confidence Interval for Mean		
	Lower Bound	5,26	
	Upper Bound	5,71	
	5% Trimmed Mean	5,51	
	Median	6,00	
	Variance	2,275	
	Std. Deviation	1,508	
	Minimum	2	
	Maximum	8	
	Range	6	
	Interquartile Range	3	
	Skewness	-,313	,185
	Kurtosis	-,583	,368

APPENDIX 7.2



APPENDIX 7.3

Independent Samples Test

		Lengte in cm	
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F	,819	
	Sig.	,367	
t-test for Equality of Means	t	8,419	8,466
	df	170	164,208
	Sig. (2-tailed)	,000	,000
	Mean Difference	1,643	1,643
	Std. Error Difference	,195	,194
	95% Confidence Interval of Lower the Difference	1,257	1,259
	Upper	2,028	2,026

APPENDIX 7.4

Correlations

		Hoeveelheid 3D	pH
Hoeveelheid 3D	Pearson Correlation	1	-,110
	Sig. (2-tailed)		,685
	N	18	16
pH	Pearson Correlation	-,110	1
	Sig. (2-tailed)	,685	
	N	16	17

APPENDIX 7.5

Correlations

		pH	Avg. lengte
pH	Pearson Correlation	1	-,269
	Sig. (2-tailed)		,314
	N	17	16
Avg. lengte	Pearson Correlation	-,269	1
	Sig. (2-tailed)	,314	
	N	16	18

APPENDIX 7.6

Correlations

		Saliniteit	Hoeveelheid 3D
Saliniteit	Pearson Correlation	1	,030
	Sig. (2-tailed)		,911
	N	17	16
Hoeveelheid 3D	Pearson Correlation	,030	1
	Sig. (2-tailed)	,911	
	N	16	18

APPENDIX 7.7

Correlations

		Saliniteit	Avg. lengte
Saliniteit	Pearson Correlation	1	,578 [*]
	Sig. (2-tailed)		,019
	N	17	16
Avg. lengte	Pearson Correlation	,578 [*]	1
	Sig. (2-tailed)	,019	
	N	16	18

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

APPENDIX 7.8

Correlations

		Saliniteit	Max. lengte
Saliniteit	Pearson Correlation	1	,708 ^{**}
	Sig. (2-tailed)		,002
	N	17	16
Max. lengte	Pearson Correlation	,708 ^{**}	1
	Sig. (2-tailed)	,002	
	N	16	18

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

APPENDIX 7.9

Correlations

		Hoeveelheid 3D	Doorzicht
Hoeveelheid 3D	Pearson Correlation	1	-,384
	Sig. (2-tailed)		,158
	N	18	15
Doorzicht	Pearson Correlation	-,384	1
	Sig. (2-tailed)	,158	
	N	15	16

APPENDIX 7.10

Correlations

		Doorzicht	Avg. lengte
Doorzicht	Pearson Correlation	1	-,043
	Sig. (2-tailed)		,879
	N	16	15
Avg. lengte	Pearson Correlation	-,043	1
	Sig. (2-tailed)	,879	
	N	15	18

APPENDIX 7.11

Correlations

		Diepte	Hoeveelheid 3D
Diepte	Pearson Correlation	1	-,311
	Sig. (2-tailed)		,259
	N	16	15
Hoeveelheid 3D	Pearson Correlation	-,311	1
	Sig. (2-tailed)	,259	
	N	15	18

APPENDIX 7.12

Correlations

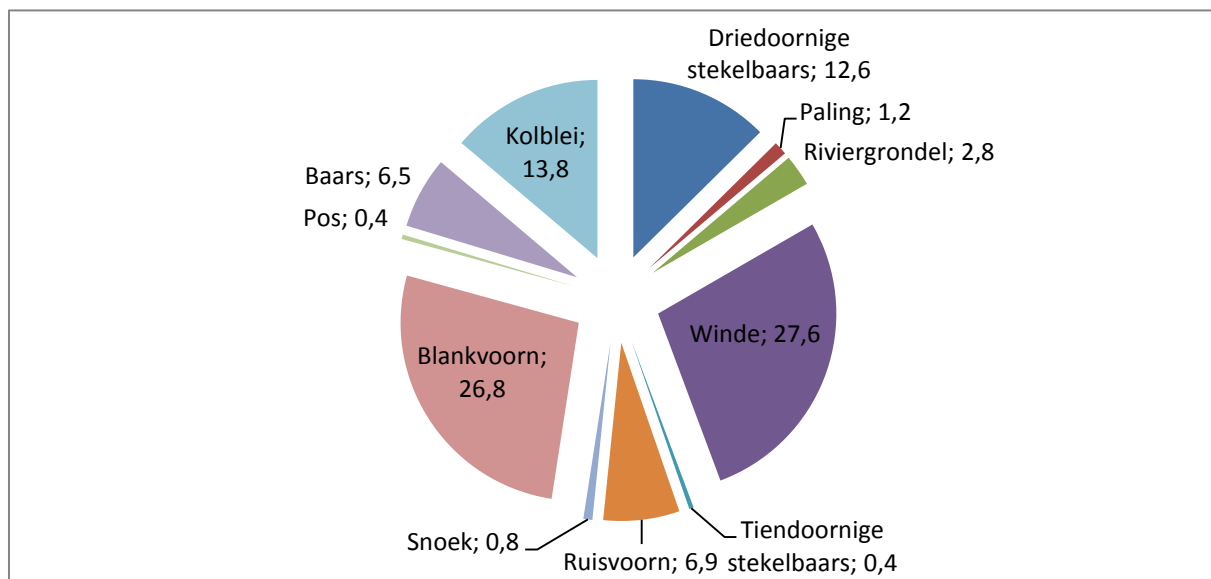
		Modderlaag	Hoeveelheid 3D
Modderlaag	Pearson Correlation	1	-,046
	Sig. (2-tailed)		,875
	N	15	14
Hoeveelheid 3D	Pearson Correlation	-,046	1
	Sig. (2-tailed)	,875	
	N	14	18

Correlations

		Modderlaag	Avg. lengte
Modderlaag	Pearson Correlation	1	,171
	Sig. (2-tailed)		,560
	N	15	14
Avg. lengte	Pearson Correlation	,171	1
	Sig. (2-tailed)	,560	
	N	14	18

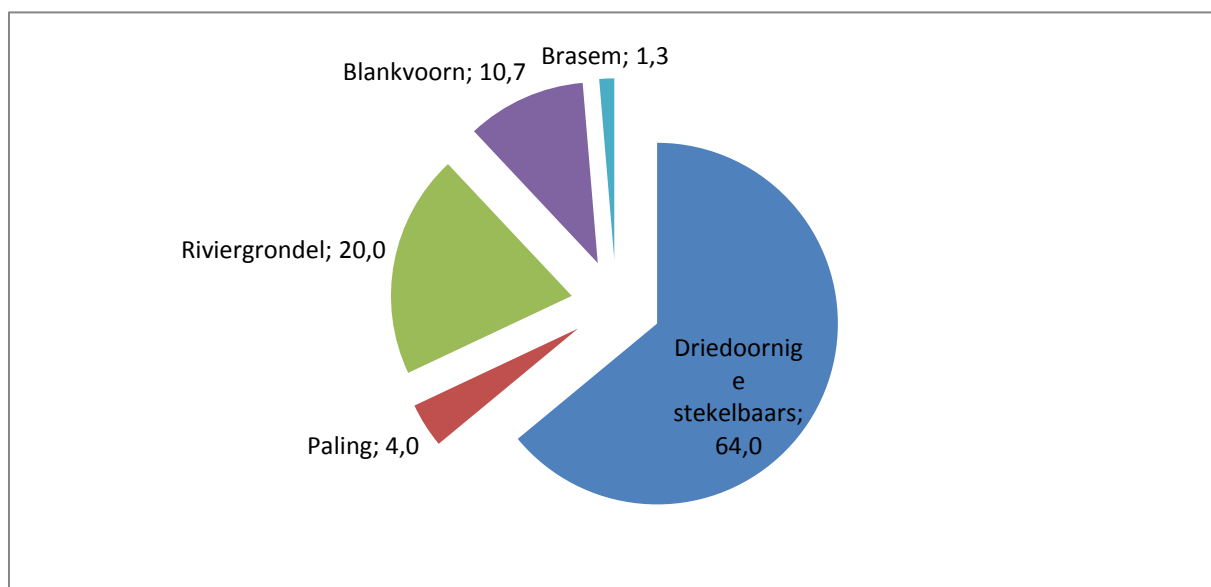
APPENDIX 8: RESULTATEN 2002-2004 / 2013

APPENDIX 8.1



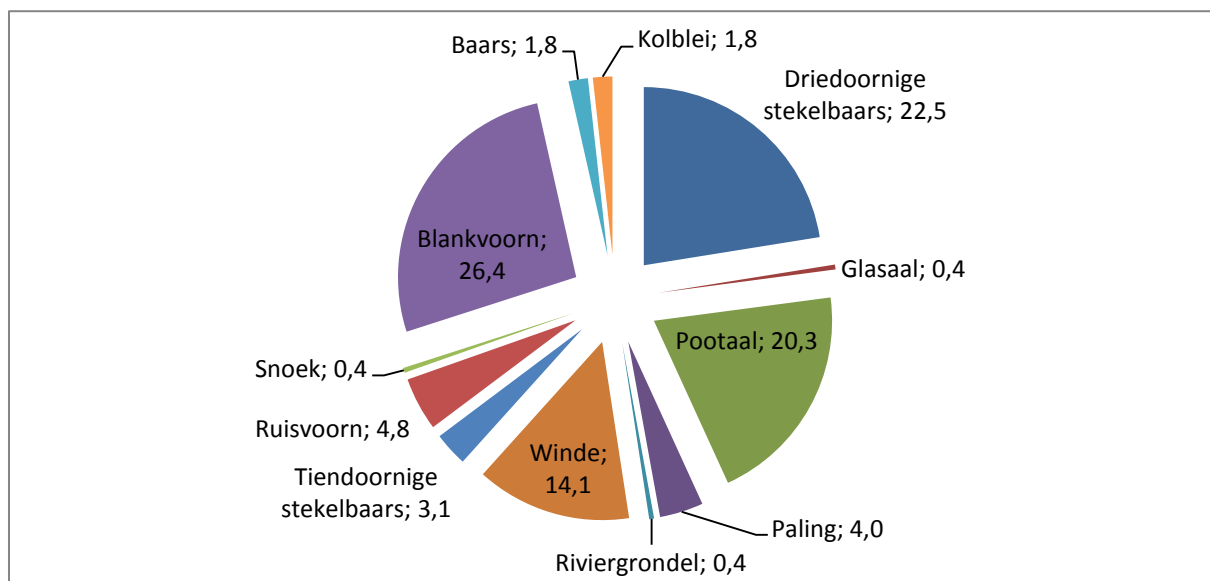
Samenstelling van de vangsten bij Griene Dyk in 2004

APPENDIX 8.2



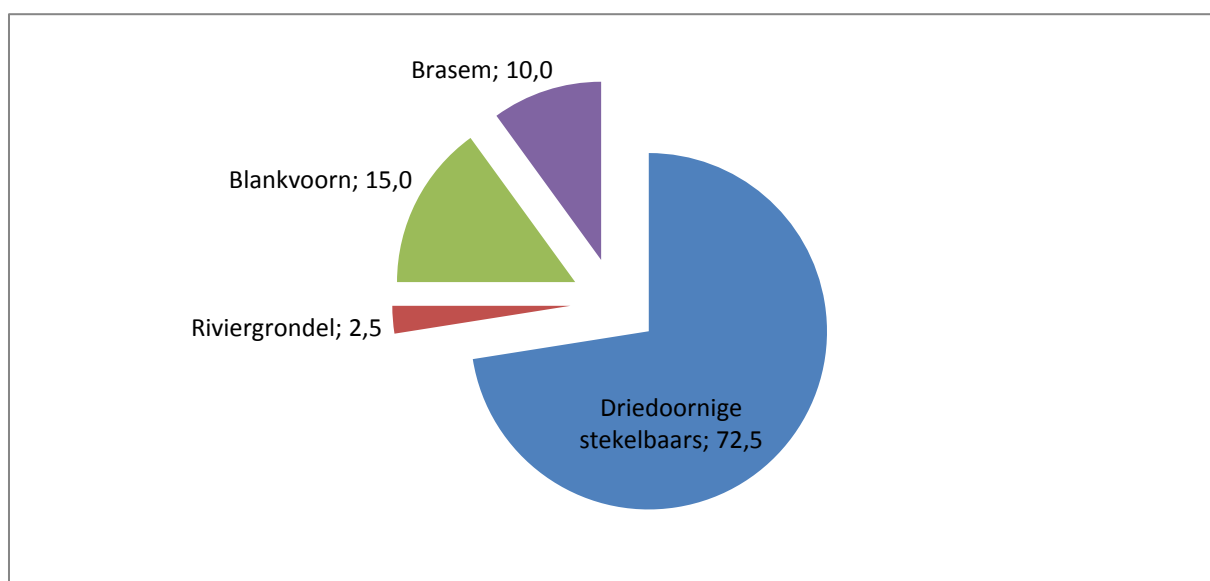
Samenstelling van de vangsten bij Griene Dyk in 2013

APPENDIX 8.3



Samenstelling van de vangsten bij Dykspuit in 2004

APPENDIX 8.4



Samenstelling van de vangsten bij Dykspuit in 2013