



WAT ZIJN DE EFFECTEN VAN DE WARMTE IN 2018 OP DE VISSTAND?

Scriptie: Een onderzoek naar de effecten van de warmte in
2018 op zeven doelsoorten in Nederland

Auteur:	K. Simons
Studentnummer:	3022949
Opleiding:	Toegepaste Biologie
Onderwijsinstelling:	Aeres Hogeschool Almere
Datum:	11 juni 2019
Afstudeerdocent:	W. Sewnandan
Stagebegeleider:	M. Koole

DISCLAIMER
Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.

WAT ZIJN DE EFFECTEN VAN DE WARMTE IN 2018 OP DE VISSTAND?

‘SCRIPTIE: EEN ONDERZOEK NAAR DE EFFECTEN VAN DE WARMTE IN 2018 OP ZEVEN DOELSOORTEN
IN NEDERLAND’



Auteur:

K. Simons

3022949

Aeres Hogeschool Almere

Stadhuisstraat 18

1315 HC, Almere

Afstudeerdocent: W. Sewnandan

Waardenburg, 11 juni 2019

Begeleider stagebedrijf:

M. Koole

Project- en stagebegeleider ATKB

Ecologisch adviesbureau ATKB

Koeweistraat 7

8141 CD, Waardenburg

Voorwoord

Voor u ligt de scriptie 'Wat zijn de effecten van de warmte in 2018 op de visstand?'. Het onderzoek naar de effecten van de warmte in 2018 op de visstand is uitgevoerd bij ecologisch adviesbureau ATKB. Deze scriptie is geschreven in het kader van mijn afstuderen voor de opleiding Toegepaste Biologie aan Aeres Hogeschool te Almere. Gedurende de periode van februari tot en met juni 2019 ben ik bezig geweest met het onderzoek en het schrijven van de scriptie.

Via deze weg wil ik in het bijzonder stagebegeleider Matthijs Koole van ATKB bedanken voor de uitstekende begeleiding tijdens het uitvoeren van de scriptie. Ook Bart Niemeijer, Jouke Kampen, Johan van Giels, Tim Vriese en Jochem Hop van ATKB wil ik bedanken voor de goede feedback, het meedenken en de begeleiding tijdens mijn scriptie.

Daarnaast wil ik mijn afstudeerdocent van school, Wilfred Sewnandan, bedanken voor de goede feedback en begeleiding vanuit school. Tot slot wil ik de respondenten van de waterschappen, Rijkswaterstaat en Sportvisserij (Oost) Nederland hartelijk bedanken voor de tijd en moeite die zij hebben genomen voor het sturen van de (a)biotische gegevens en het beantwoorden van de vragen van de interviews.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Koen Simons

Waardenburg, 11 juni 2019

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	5
Abstract	6
1. Inleiding	7
2. Materiaal en methode.....	13
3. Resultaten.....	20
3.1 Meteorologische gegevens	20
3.2 Paaimomenten doelsoorten.....	22
3.3 Totaal LF-grafieken doelsoorten	27
3.4 (A)biotische gegevens	38
3.5 Visbiomassa doelsoorten	43
3.6 Relatie voedselrijkdom versus visbiomassa	44
3.7 Verschuiving soortensamenstelling	46
3.8 Kritieke- en optimum waarden doelsoorten	47
3.9 Samenvatting antwoorden interviews	49
4. Discussie	52
5. Conclusie	57
6. Aanbevelingen	60
7. Literatuurlijst	62
Bijlagen	66
Bijlage A: Lijst 39 waterlichamen	66
Bijlage B: Vragen interviews	67
Bijlage C: Lijst geïnterviewde personen	69
Bijlage D: Voorbeeld overzicht paaimomenten doelsoorten	70
Bijlage E: Meteorologische gegevens vier warmste jaren.....	71
Bijlage F: Spreidingsgrafieken paaimomenten doelsoorten	73
Bijlage G: LF-verdeling doelsoorten per maand	76
Bijlage H: Spreidingsgrafieken lengte 0+ klasse doelsoorten.....	92
Bijlage I: Verdeling 0+ klasse snoekbaars planktivoren/piscivoren.....	95
Bijlage J: Spreidingsgrafieken (a)biotische parameters.....	96
Bijlage K: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa per waterlichaam	99
Bijlage L: Aantal samenstelling vs. watertemperatuur per soort.....	127
Bijlage M: Kritieke- en optimum waarden doelsoorten	130
Bijlage N: Antwoorden interviews experts.....	132

Samenvatting

Aanleiding en doel

De extreme warmte die in 2018 optrad is aanleiding geweest om onderzoek uit te voeren naar de effecten van de warmte op de visstand in Nederland en meer specifiek op de effecten bij zeven doelsoorten. Deze doelsoorten zijn: baars, blankvoorn, brasem, karper, snoek, snoekbaars en winde. Om antwoord te geven op de hoofdvraag is visdata van 2018 vergeleken met visdata uit de referentieperiode (2005-2017). Er zijn acht deelvragen geformuleerd:

1. Hebben de doelsoorten in 2018 eerder gepaaid dan in de referentieperiode?
2. Is de gemiddelde lengte van de 0+ klasse van de doelsoorten in 2018 groter dan in de referentieperiode?
3. Welke effecten heeft de warmte gehad op de watertemperatuur, totaal fosfaat, totaal stikstof, doorzicht en chlorofyl-A concentratie?
4. Is de visbiomassa in 2018 hoger dan in de referentieperiode?
5. Is er een relatie tussen de voedselrijkdom en de visbiomassa?
6. Is er in 2018 een verandering in soortenrijkdom opgetreden en gaat dit ten koste van inheemse vissoorten?
7. Is er in 2018 sprake geweest van vissterfte en welke oorza(a)k(en) had deze sterfte?
8. Zijn de kritieke- en optimumwaarden van de doelsoorten in 2018 overschreden?

Methode

Om de deelvragen te beantwoorden is gebruik gemaakt van meerdere databronnen. Van deze databronnen zijn de meteorologische gegevens, paaimomenten van de doelsoorten, lengtefrequentie verdeling van de 0+ klasse van de doelsoorten, gemiddelde lengte van de 0+ klasse van de doelsoorten, abiotische gegevens, visbiomassa in kg/ha, relatie voedselrijkdom versus visbiomassa, mate van vissterfte en verschuiving in soortenrijkdom in beeld gebracht. Voor de visdata is gebruik gemaakt van gegevens uit de database van ATKb. Voor het onderzoek zijn gegevens van 39 waterlichamen verspreid over Nederland gebruikt.

Resultaten

De paai van de doelsoorten heeft relatief vroeg plaatsgevonden in 2018. Hierdoor is het groeiseizoen voor de 0+ klasse langer geweest dan normaal. Daarnaast is de gemiddelde en maximale lengte van de 0+ klasse van de meeste doelsoorten toegenomen. De voedselrijkdom en het doorzicht zijn vergelijkbaar met de referentieperiode. De gemiddelde watertemperatuur is nog niet eerder zo hoog geweest. Daarnaast is de visbiomassa niet toegenomen in 2018 en is er geen relatie gevonden tussen de totaal-P gehalte (zomergemiddelde) en de visbiomassa in kg/ha. Ook is er geen verschuiving in de soortenrijkdom aangetoond. In sommige delen van Nederland is meer vissterfte opgetreden.

Aanbevelingen

Tot slot worden er enkele aanbevelingen aangeboden om vergelijkende onderzoeken nog beter uit te voeren. Voorbeelden hiervan zijn vervolg onderzoek en aanpassen van onderzoeksmethoden.

Abstract

Cause and goal

The extreme warmth of 2018 has been the cause to investigate the effects of the warmth on the fish stock in the Netherlands and more precisely on seven goal species. These goal species are: perch, roach, bream, carp, pike, pikeperch and convolvulus. Fish data of 2018 has been compared with fish data of the reference period (2005-2017). Eight sub questions are made to answer the main question:

1. Did the target species spawn earlier in 2018 than in the reference period?
2. Has the average length of the 0+ year class strength increased in 2018 compared to the reference years?
3. Which effects did the warmth have on the water temperature, total phosphate, total nitrogen, transparency, and chlorophyll-A concentration?
4. Has the fish biomass increased in 2018 compared to the reference years?
5. Is there a relation between food richness and the fish biomass?
6. Has there been a change in the species richness and has this a negative effect on the native fish species?
7. Has fish been dying in 2018 and what was the origin of these fish dying?
8. Were the critical and optimum values of the target species exceeded in 2018?

Method

Multiple data sources have been used to answer the sub questions. These data sources have been used to investigate the spawning moments, the length frequency distribution of the 0+ class year strength, (a)biotic data, fish biomass in kg/ha, relation food richness versus fish biomass, the degree of dying fish and the change in species richness.

Results

The spawning moments occurred early in 2018 which resulted in a long growing season for the 0+ year strength. Also the average and maximum length of most of the 0+ year class strength has increased in 2018. The food richness has been the same as in the reference years, while the average water temperature has never been so high between 2005 and 2018. Also the transparency has been more or less the same in 2018. The fish biomass/ha hasn't increased in 2018 and there isn't a correlation between the total-P concentration and the biomass/ha. Also there hasn't been a shift in species richness. However, in some areas of the Netherlands more fish died than normally, especially in city waters and in brook systems.

Recommendations

Some recommendations are made based on the results. These recommendations supply examples for further research and adjustments of the research methods.

1. Inleiding

Het jaar 2018 was klimatologisch gezien een bijzonder jaar in Nederland. Na 2014 (11,7 °C landelijk gemiddelde) was 2018 (11,3 °C landelijk gemiddelde) het warmste jaar ooit gemeten. Naast de extreme warmte was 2018 ook een zeer zonnig (2090 zonuren ten opzichte van 1633 zonuren normaal) en zeer droog jaar (607 mm neerslag ten opzichte van 847 mm normaal) (Huiskamp, 2019). Het voorjaar van 2018 was zacht, waarbij vooral april en in het bijzonder mei zeer warm waren. De zomer van 2018 was de warmste sinds 1901. Bovendien was de zomer zeer zonnig en droog. Ook de herfst was zacht, zonnig en droog (Huiskamp, 2019). Doordat de luchttemperatuur in 2018 zo hoog was heeft dit zich ook door vertaald naar de watertemperatuur. Dit onderzoek zal voornamelijk aandacht besteden aan de effecten van de warme watertemperatuur op de visstand.

De verwachting is dat dit soort hete zomers steeds vaker voor zullen komen en dat de gemiddelde watertemperatuur aan het einde van deze eeuw toe zal nemen met een range tussen 1,5 tot 9 °C (Kriaučiūnienė et al., 2019; O’Gorman et al., 2016). Door de aanhoudende hoge temperaturen en geringe hoeveelheid neerslag, zakte het waterpeil steeds verder in veel oppervlaktewateren.

Door de geringe hoeveelheid neerslag, in combinatie met de hoge temperaturen, neemt de watertoevoer af en daalt het grondwaterpeil. Deze afname van het watervolume, in combinatie met de toename in lucht en (grond)watertemperatuur, zorgt ervoor dat het water sneller opwarmt (Ficke, Myrick & Hansen, 2007; Kriaučiūnienė et al., 2019; Lennox, Crook, Moyle, Struthers & Cooke, 2019; Niinemets et al., 2017). Zo is de watertemperatuur bij Lobith bijvoorbeeld tussen 1908 en 2010 met een gemiddelde van 4 °C gestegen (Leuven et al., 2011).

Ook het vaker optreden van extreem weer (heftigere buien en extreem droge zomers bijvoorbeeld) kan in de toekomst veranderingen teweegbrengen in de hydrologie (Baptista, Martinho, Nyitrai, Pardal & Dolbeth, 2015; Ficke et al., 2007). Deze hydrologische veranderingen kunnen zorgen voor veranderingen in de leefomgeving van de vis (van Emmerik, 2015; Golovanov & Smirnov, 2007; Pandit, S., Maitland, Pandit, L., Poesch & Enders, 2017; Réalis-Doyelle, Pasquet, Fontaine & Teletchea, 2018).

Lagere waterstanden, in combinatie met een hogere watertemperatuur en vermindering van het zuurstofgehalte, hebben een grote invloed op de visstand (van Emmerik, 2015; Ficke et al., 2007; Golovanov, 2012; Lennox et al., 2019; Paalvast & Noordhuis, 2012; Pandit et al., 2017; Wedderburn, Barnes & Hillyard, 2014). Zo kan een verlaagde waterstand onder andere zorgen voor vermindering in paai- en opgroeigebieden, een (tijdelijke) opsluiting van vis in plassen en poelen (met mogelijk vissterfte als gevolg omdat de vis niet kan ontsnappen) en meer predatiedruk door bijvoorbeeld vogels of roofvissen (Chessman, 2013; van Emmerik, 2015; Golovanov, 2012; Lennox et al., 2019; Pandit et al., 2017; Wedderburn et al., 2014). Hierbij zijn grotere waterlichamen vaak beter bestand tegen warmte en droogte dan kleine waterlichamen, omdat deze een grotere buffercapaciteit hebben door een groot watervolume (Lennox et al., 2019; Pandit et al., 2017).

Zuurstoftekort wordt veroorzaakt door snellere afbraakprocessen als gevolg van de toename van de watertemperatuur en doordat water bij een hogere watertemperatuur minder opgelost zuurstof kan bevatten (van Emmerik, 2015). Vissen die het beste lage zuurstofconcentraties en hoge temperaturen aankunnen, hebben vaak de volgende eigenschappen: groot lichaam, hoge vruchtbaarheid en reproductie en de eigenschap om van en naar een gebied te migreren (Lennox et al., 2019). Soorten die minder goed tegen warmte kunnen hebben vaak de volgende eigenschappen: klein lichaam, gelimiteerde verspreidingsmogelijkheden en gespecialiseerde niches (Pandit et al., 2017). In het

algemeen worden factoren zoals thermische- en trofische condities gezien als cruciale factoren die een rol spelen in de groei, biomassa accumulatie en productiviteit van vispopulaties in zoete wateren (Ficke et al., 2007; Golovanov, 2006; Golovanov & Smirnov, 2007).

In een natuurlijke omgeving is vis goed aangepast aan zijn omgeving. Ze kunnen hun temperatuur reguleren via het balanceren van biochemie en fysiologische- en moleculaire activiteiten. Als het warmer of kouder wordt dan de range die zij aankunnen, kunnen deze vissen zich niet meer aanpassen, omdat de bovenstaande processen dan geremd worden. Stijging van de watertemperatuur heeft effect op de vis zoals verslechtering van het metabolisme, bloedcel apoptose, oxidatieve stress, verzwakken van niet specifieke afweersystemen, verandering in hoeveelheden glucose en vetzuren, toename van risico op ziekten en veranderingen in distributie en hoeveelheid vis. Ook heeft de temperatuur invloed op de aantallen, groei en voortplanting, verschil in timing van de migratie, hybridisatie, interactie met inheemse vissoorten, voedselbeschikbaarheid, geslachtsbepaling, structuur van de organen en cellen, hoeveelheid cellen per orgaan, hoeveelheid en activiteit van enzymen en verandering in distributie van soorten (Ficke et al., 2007; Jeppesen et al., 2010; Kinne, 1964; Lu et al., 2016; Paalvast & Noordhuis, 2012; Vigliano, Rechencq, Fernández, Lippolt & Macchi, 2018).

Daarnaast is de verwachting dat de levensverwachting afneemt bij het toenemen van de watertemperatuur, dat de reproductie eerder in het jaar plaatsvindt en dat de reproductie minder synchroon zal verlopen. Omdat de reproductie eerder in het jaar plaatsvindt heeft de 0+ klasse (éénzomerige vis) een langere groeiperiode waardoor de overleving in de winter hoger zal zijn voor sommige vissoorten (Jeppesen et al., 2010). Dit fenomeen zal door de temperatuurgradiënt toenemen van Zuid- naar Noord-Europa (Jeppesen et al., 2010). Tot slot verwacht O’Gorman et al. (2016) dat de warmte onevenredige effecten heeft op de hogere trofische niveaus. Daarbij geven zij aan dat het metabolisme sneller stijgt dan de voedselinname in warme omgevingen wat kan leiden tot inefficiëntie en uithongering van predatoren. Veranderingen in top-down mechanismen hebben grote effecten op de structuur van de gemeenschap (O’Gorman et al., 2016). Hierdoor nemen O’Gorman et al. (2016) aan dat de indirecte effecten van het opwarmen groter zijn in het voedselweb dan in fysiologische effecten.

Door fysiologische, biochemische, moleculaire en gedragsmatige reacties kunnen vissen zich aanpassen aan toekomstige condities (Golovanov, 2012; Moyson et al., 2015). Deze reacties kunnen zijn: meer zuurstofopname door morfologische veranderingen van de kieuwen en het aanpassen van respiratiepatronen (Moyson et al., 2015). Ook zijn factoren zoals acclimatisatie, thermoregulatie en verlamming (slaaptoestand) vormen van temperatuuradaptatie (Golovanov, 2012). De timing van migratie van vissen naar een andere plaats wordt bepaald door een serie van stressvolle condities en fysieke tolerantie (Lennox et al., 2019). Het is dus belangrijk om te begrijpen hoe vissen zich kunnen aanpassen aan een toename van de watertemperatuur in de toekomst (Ficke et al., 2007; Lu et al., 2016). Vissen kunnen na een bepaalde impact binnen een paar uur hun metabolisme al aanpassen (Golovanov, 2006). Dit is echter wel afhankelijk van de genetische achtergrond (Kinne, 1964).

Alle zoetwatervissoorten zijn exotherm. Dit wil zeggen dat zij hun lichaamstemperatuur niet kunnen reguleren (koudbloedig). Hierdoor is de lichaamstemperatuur identiek aan de watertemperatuur (Ficke et al., 2007; Jeppesen et al., 2010; Leuven et al., 2011; Verdonschot, R.C.M., de Lange, Verdonschot, P.F.M. & Besse, 2007). Vissen reageren met een natuurlijke reactie op de toenemende watertemperatuur door te migreren naar koelere, meer geschikte gebieden (Ficke et al., 2007; Golovanov, 2006; Golovanov & Smirnov, 2007; O’Gorman et al., 2016; Pandit et al., 2017). Thermische toevluchtsoorten zijn belangrijk voor het overleven van inheemse vissoorten onder extreme zomer-

of wintertemperaturen (Leuven et al., 2011). Echter, deze migratie kan door verschillende oorzaken zoals vertakte riviersystemen soms niet snel genoeg verlopen. Als gevolg daarvan kunnen vissen zich niet snel genoeg verplaatsen en/of aanpassen aan het veranderende klimaat (Pandit et al., 2017). Dat heeft tot gevolg dat vissen vaak sterven aan hypoxie, temperatuurstress, predatie of ziekte en vaak is het toevluchtoord te klein om de gehele populatie daar te houden. Daarnaast zal de competitie om bronnen toenemen. Vissen die achter blijven in het originele water/de originele plaats verspreiden zich niet random, maar zoeken een specifieke plek op waar op dat moment de meest gunstige omstandigheden heersen (Lennox et al., 2019). Daarnaast is de connectiviteit vaak gelimiteerd door zowel natuurlijke als antropogene factoren zoals stuwen en gemalen (Ficke et al., 2007; Pandit et al., 2017) en het droogvallen van vispassages.

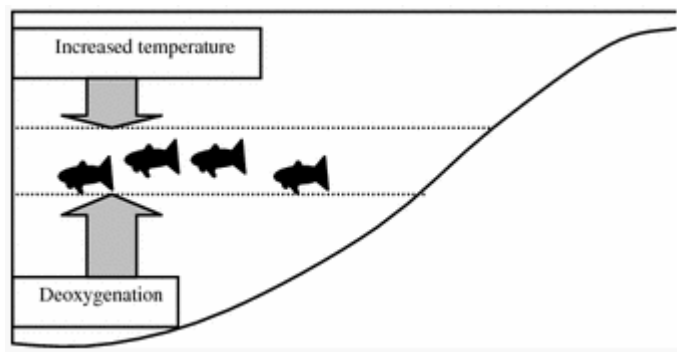
De distributie van veel zoetwatervissoorten die in gematigde gebieden leven wordt bepaald door temperatuurafhankelijkheid van de hoogte en de breedtegraad op de betreffende plek. Vissen zijn gelimiteerd door de hoogte en breedtegraad die de acceptabele watertemperatuur voor die vissoort bepalen (Ficke et al., 2007). Dit heeft vooral invloed op de juveniele exemplaren van de vissoorten omdat deze (bij een te lage watertemperatuur) niet groot genoeg kunnen groeien om de eerste winter door te komen (Ficke et al., 2007). Ook voor hoge watertemperaturen gelden dezelfde limiterende factoren (Ficke et al., 2007). Door klimaatverandering en toename van de watertemperatuur wordt er aangenomen dat vissen die leven in warmere gebieden (thermofiele vissoorten) verder richting het noorden zullen migreren en dat psychrofiele (koudeminnende) vissoorten die in het noorden leven niet kunnen migreren en dus af gaan nemen in aantallen (Ficke et al., 2007).

Volgens Jeppesen et al. (2010) veranderen vispopulaties in Zuid-Europa als gevolg van de opwarming van de watertemperatuur. Het zou namelijk zo zijn dat deze vissen kleiner blijven, sneller groeien, eerder volwassen zijn en een kortere levensperiode hebben en minder energie toekennen aan reproductie. Ook blijkt dat de paaiperiode voor soorten zoals blankvoorn, baars en snoekbaars eerder plaatsvindt bij de populaties die dichterbij Zuid-Europa leven (Jeppesen et al., 2010). Ook de duur van de paaiperiode neemt toe bij een afname in breedtegraden. Een voorbeeld: in Finland paaient de blankvoorns gedurende een periode van 3 tot 6 dagen. In Zuid-Europa paaient de blankvoorns gedurende 14 tot 60 dagen (Jeppesen et al., 2010). Waarschijnlijk is de kortere reproductietijd een respons op de kortere groeiperiode in de hogere breedtegraden. Doordat de paaiperiode kort is, is de kans het grootst dat juveniele exemplaren voldoende gegroeid zijn om de winter in te gaan om daarmee een zo hoog mogelijke overleving te realiseren (Jeppesen et al., 2010).

Over het algemeen worden de watertemperatuur en fysieke structuur van een waterlichaam gezien als belangrijkste factoren die een visgemeenschap creëren, waarbij temperatuur de meest dominante factor is (Kriaučiūnienė et al., 2019; Leuven et al., 2011). De kwetsbaardere soorten (voornamelijk deze die aan de rand van het tolerante verspreidingsgebied leven) zijn het meest gevoelig voor warmte en kunnen aan het einde van deze eeuw in aantallen sterk afgenomen zijn (Kriaučiūnienė et al., 2019). Waar het habitat voor psychrofiele soorten steeds verder zal afnemen zal het habitat voor thermofiele soorten, exoten en soorten met een grotere tolerantierange steeds meer toenemen in de toekomst (Chessman, 2013; van Emmerik, 2015; Jeppesen et al., 2010; Réalis-Doyelle et al., 2018; Vigliano et al., 2018; Wedderburn, Barnes & Hillyard, 2014). Soorten zoals ruisvoorn, blankvoorn, snoekbaars, elft en karper hebben baadt bij het opwarmen van het water (Chessman, 2013; Jeppesen et al., 2010; Réalis-Doyelle et al., 2018). Volgens Golovanov & Smirnov (2007) is karper één van de meest thermofiele soorten, niet alleen van de cyprinidae, maar ook van andere families.

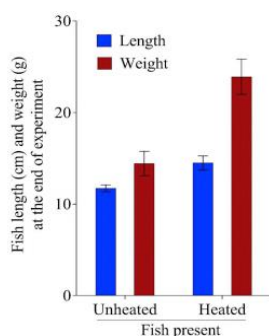
De toename van de watertemperatuur in voedselrijke gebieden kan leiden tot eutrofiëring (Ficke et al., 2007; He et al., 2018; Jeppesen et al., 2010; Moyson et al., 2015; Napiórkowska-Krzebietke, 2017; Niinemets, 2017; Paalvast & Noordhuis, 2012; Réalis-Doyelle et al., 2018). Dit kan zowel veroorzaakt worden door een top-down mechanisme (vermindering van herbivoren) als via een bottom-up mechanisme (vrijkomen van nutriënten uit het substraat). Daarnaast hebben cyanobacteriën (blauwalgen) voordeel van de warmte omdat deze een relatief hoog temperatuuroptimum hebben en daardoor een significant competitievoordeel hebben ten opzichte van andere soorten fytoplankton (He et al., 2018). De toename van verschillende soorten vis (omnivoor/herbivoor) heeft een duidelijk effect op het soort plankton dat voorkomt in een waterlichaam (He et al., 2018). Ficke et al., (2007) verwacht bij een toename van de gemiddelde watertemperatuur tussen de 2 tot 3 °C een toename van 300% tot 500% van brede waterpest (*Elodea canadensis*).

Deze waterplant kan het nutriënt fosfaat opnemen met als gevolg dat er minder fosfaat beschikbaar is voor algen. Eutrofiëring zal in deze wateren dus in mindere mate optreden. Het nadeel hiervan is wel dat stikstof en fosfaat weer vrijkomen in de waterkolom als de waterplanten sterven en verteerd worden. Hierbij wordt ook zuurstof verbruikt wat bij kan dragen aan zuurstoftekort voor vissen.



Daarnaast is de fluctuatie van de zuurstofconcentratie over 24 uur ook erg groot in wateren met veel waterpest. In diepere wateren kan dit leiden tot een vermindering van beschikbaar leefgebied voor vis (zie figuur 1). Vooral psychrofiële soorten die leven in het koelere hypolimnion zullen hiervan nadelige effecten ondervinden (Ficke et al., 2007).

Uit onderzoek van Napiórkowska-Krzebietke (2017) blijkt dat er een relatie bestaat tussen een toename van watertemperatuur en de predatie van vis op fytoplankton en zoöplankton. Fytoplankton dient als primaire voedselbron voor vele vissoorten (Napiórkowska-Krzebietke, 2017). In een mesocosmos onderzoek van He et al. (2018) kwam naar voren dat de biomassa van vis en fytoplankton toeneemt bij een hogere watertemperatuur (zie figuur 2), terwijl de biomassa van (grote) *Daphnia* en ander zoöplankton afneemt. Door deze verandering wordt ook de zoöplankton/fytoplankton-ratio kleiner. Daarnaast neemt de ratio van chlorofyl-A versus totaal fosfaat toe door een vermindering van graasdruk van zoöplankton op fytoplankton. Hierdoor heeft fytoplankton meer kans om zich te ontwikkelen waardoor de hoeveelheid chlorofyl-A toe neemt (He et al., 2018).



Figuur 2: Toename lengte bij hogere watertemperatuur (He et al., 2018)

Daarnaast ondervinden vissen met een invertivoor dieet meer hinder van warmte/droogte dan vissen met een omnivoor dieet, omdat de hoeveelheid invertebraten af zullen nemen bij een toename van de watertemperatuur (Chessman, 2013). Het is dan ook te verwachten dat het dieet van veel vissoorten zal verschuiven naar een omnivoor dieet, omdat deze vissen een meer divers dieet hebben en daardoor makkelijker van voedselbron kunnen veranderen (Jeppesen et al., 2010).

Ziekteverwekkers prefereren warmer water. Het ligt dan ook in de lijn der verwachting dat er meer ziektes op zullen treden bij een toename van de watertemperatuur (Chessman, 2013; van Emmerik,

2015; Ficke et al., 2007; Lennox et al., 2019). Doordat vissen bij hogere temperaturen meer stress hebben en dichter bij elkaar leven, kunnen er ook makkelijker ziektes uitbreken. Ziektes zoals *Uvulifer ambloplitis* (zwarte stip), *Diplostomum spathaceum* (wormstaar) en *Posthodiplostomum minimum* (larven van een leverbot op de kieuwen van de vis) kunnen dan optreden en resulteren in zwarte vlekken op het lichaam, kieuwaandoeningen en blindheid van de vis (Lennox et al., 2019). Door een toename van de watertemperatuur zullen thermofiele exoten zich makkelijker kunnen vestigen en kunnen hierdoor mogelijk (nieuwe) ziektes introduceren. Daarom wordt er ook van uitgegaan dat de competitie met exoten bijdraagt aan de toename van ziektes (Lennox et al., 2019). Deze effecten op de visstand zijn seizoensgebonden. In het voorjaar en/of de zomer zullen de effecten groter zijn omdat de vislarven dan net uit het ei zijn gekomen en erg kwetsbaar zijn voor hun directe omgeving (van Emmerik, 2015). Of de genoemde ziektes de winter overleven is sterk afhankelijk van de watertemperatuur in de winter (Ficke et al., 2007).

Gedurende 2018 heeft ecologisch adviesbureau ATKB visstandonderzoeken uitgevoerd door heel Nederland. Medewerkers van ATKB hebben tijdens de visstandbemonsteringen waarnemingen gedaan en zaken opgemerkt waarvan de gevolgen vermoedelijk ten grondslag liggen aan de extreem hoge (water)temperaturen in 2018. Denk hierbij aan een toename in aantallen en de grootte van vissen in hun eerste levensjaar (0+ klasse) bij bepaalde vissoorten. Daarnaast hebben meerdere waterschappen en Sportvisserij (Oost) Nederland ook te maken gehad met de effecten van de warmte. In sommige waterlichamen kregen vissen te maken met zuurstoftekort, veelal door een combinatie van warmte en droogte en het (bijna) droogvallen van bepaalde waterlichamen. Hierdoor konden vissen niet vluchten naar koelere, diepere plekken en werden ze als gevolg daarvan opgesloten in de ondiepe poelen. Sportvisserij (Oost) Nederland heeft vaak geholpen om vissen te verplaatsen en/of het water te voorzien van zuurstof door middel van beluchters. Soms kwam deze hulp te laat en was er al sprake van vissterfte.

Naar aanleiding van de bovenstaande factoren heeft ecologisch adviesbureau ATKB behoefte aan een onderzoek die de effecten van de warmte in 2018 op de visstand inzichtelijk maakt. Niet alleen voor ATKB is dit onderzoek van belang, maar ook voor waterbeherende instanties zoals de waterschappen, Rijkswaterstaat en Sportvisserij (Oost) Nederland omdat de effecten van de warmte ook merkbaar zijn in waterlichamen die zij beheren. Daarnaast kan dit onderzoek er mogelijk aan bijdragen eventuele negatieve effecten van de warmte op de visstand zo veel mogelijk te beperken of te voorkomen in de toekomst.

Omdat de visstand een vrij algemeen begrip is, is er gekozen om de effecten van de warmte te onderzoeken op zeven doelsoorten. Op basis van veldwaarnemingen van ATKB zijn de volgende doelsoorten gekozen: baars, blankvoorn, brasem, karper, snoek, snoekbaars en winde.

Er zijn al onderzoeken uitgevoerd naar de effecten van een toename in watertemperatuur op de 0+ klasse van bovenstaande doelsoorten, maar al deze onderzoeken betreffen labonderzoeken. Het is dus nog onbekend welke effecten de warmte van 2018 heeft gehad op 'natuurlijke' visbestanden (met name de zeven doelsoorten) in Nederlandse wateren. Daarnaast is het ook niet bekend of de warmte leidt tot een vroegere paai, langere groeiperiode, competitie tussen de doelsoorten en een toe- of afname van exoten en psychrofiele soorten. Ook is het niet bekend wat de effecten zijn van al deze factoren gecombineerd. Als deze effecten onderzocht zijn is het mogelijk om maatregelen te nemen die mogelijk de negatieve effecten van de warmte beperken.

Voorafgaand aan het onderzoek is de verwachting dat de zeven doelsoorten in 2018 eerder gepaaid hebben als gevolg van het warme voorjaar. Als de paai inderdaad eerder heeft plaatsgevonden is in theorie de groeiperiode voor de 0+ klasse ook langer. Als het betreffende waterlichaam ook voedselrijk is zal de gemiddelde maximale lengte van de 0+ klasse aan het eind van het groeiseizoen groter zijn dan in andere jaren en zijn de aantallen van deze 0+ klasse ook groter.

Ook zal naar verwachting de watertemperatuur en concentratie van de abiotische parameters (watertemperatuur, totaal fosfaat, totaal stikstof en chlorofyl-A) toegenomen zijn in 2018 en dat het doorzicht als gevolg hiervan afgenomen is. Daarnaast is de hypothese opgesteld dat de visbiomassa toegenomen is in 2018 in vergelijking met de referentie jaren. Ook is de verwachting dat er een relatie zal zijn tussen de voedselrijkdom en de visbiomassa en dat de gemeten zomergemiddelden van de abiotische parameters binnen de kritieke grenzen liggen van de doelsoorten en buiten de optimale grenzen van de doelsoorten. Tot slot is de laatste hypothese dat de aantallen van exoten en thermofiele vissoorten toe nemen en dat psychrofiele vissoorten en vissoorten die aan de rand van het tolerante verspreidingsgebied leven in aantallen afnemen. Hierdoor is de verwachting dat de soortensamenstelling veranderd en dat de diversiteit aan inheemse vissoorten op termijn afneemt.

Dit onderzoek zal proberen antwoorden te geven op de hoofdvraag: **‘Welke effecten had de extreme warmte in 2018 op de zeven doelsoorten in Nederland?’**. Om de hoofdvraag te beantwoorden zijn er acht deelvragen opgesteld. Door de antwoorden op deze deelvragen met elkaar te combineren kan er één algemeen antwoord gegeven worden op de hoofdvraag.

Deze deelvragen zijn:

1. Hebben de doelsoorten in 2018 eerder gepaaid dan in de referentieperiode?
2. Is de gemiddelde lengte van de 0+ klasse van de doelsoorten in 2018 groter dan in de referentieperiode?
3. Welke effecten heeft de warmte gehad op de watertemperatuur, totaal fosfaat, totaal stikstof, doorzicht en chlorofyl-A concentratie?
4. Is de visbiomassa in 2018 hoger dan in de referentieperiode?
5. Is er een relatie tussen de voedselrijkdom en de visbiomassa?
6. Is er in 2018 een verandering in soortenrijkdom opgetreden en gaat dit ten koste van inheemse vissoorten?
7. Is er in 2018 sprake geweest van vissterfte en welke oorza(a)k(en) had deze sterfte?
8. Zijn de kritieke- en optimumwaarden van de doelsoorten in 2018 overschreden?

Achtereenvolgens zal in hoofdstuk 2: ‘Materiaal en methode’, de gehanteerde onderzoeksmethoden, databronnen en verwerking van de data behandeld worden, gevolgd door hoofdstuk 3: ‘Resultaten’. In dit hoofdstuk worden de resultaten op het gebied van meteorologische gegevens, paaimomenten van de doelsoorten, totaal LF-grafieken van de doelsoorten, abiotische gegevens, visbiomassa van de doelsoorten, relatie voedselrijkdom versus visbiomassa, verschuiving van de soortensamenstelling, kritieke- en optimum waarden van de doelsoorten en een samenvatting van de antwoorden op de interviews behandeld. Met behulp van de resultaten in dit hoofdstuk worden alle acht deelvragen beantwoord. Deze resultaten van deze acht deelvragen worden bediscussieerd in hoofdstuk 4: ‘Discussie’ om vervolgens per deelvraag een definitieve conclusie te trekken en een antwoord te geven op de hoofdvraag in hoofdstuk 5: ‘Conclusie’. Tot slot worden in hoofdstuk 6: ‘Aanbevelingen’ enkele aanbevelingen gegeven ter verbetering van het onderzoeksproces naar de effecten van de warmte op de visstand en is in hoofdstuk 7: ‘Literatuurlijst’ de gebruikte literatuur tijdens dit onderzoek te vinden.

2. Materiaal en methode

Gedurende dit onderzoek is er allereerst een literatuuronderzoek uitgevoerd. Vervolgens zijn meteorologische gegevens en visdata verzameld en geanalyseerd. Ook zijn er (a)biotische gegevens opgevraagd bij enkele waterschappen en zijn er interviews gehouden met medewerkers van ATKB, waterschappen, Rijkswaterstaat en Sportvisserij (Oost) Nederland. In de volgende paragrafen worden deze onderwerpen verder toegelicht.

Vaststellen waterlichamen en doelsoorten

Voor dit project zijn 39 waterlichamen geselecteerd, verspreid door geheel Nederland, om een zo goed mogelijk beeld te krijgen van de effecten van de warmte. In de dataset zijn waterlichamen aanwezig uit 14 verschillende Kader Richtlijn Water (KRW) typen. Deze watertypen zijn: R4, R5, R6 en R8, M3, M6a, M6b, M7b, M8, M10, M14, M20, M27 en M30. De eis voor het kiezen van een waterlichaam is dat de visstand zowel in 2018 is bemonsterd als in minimaal nog één ander jaar (het liefst meerdere jaren) en dat het visstandonderzoek heeft plaatsgevonden volgens de KRW-richtlijnen. Het vaststellen van de waterlichamen is in overleg met Matthijs Koole (projectleider ATKB) en Bart Niemeijer (projectadviseur ATKB) tot stand gekomen. Matthijs en Bart voeren zowel veldwerk uit (visstandbemonsteringen) als kantoorwerk (verwerken vangstgegevens en opstellen rapportages). Hierdoor hebben beide heren een goed beeld welke waterlichamen interessant zijn voor dit onderzoek. Voorafgaand aan dit onderzoek waren er 40 waterlichamen geselecteerd. Na verwerking van de vangstgegevens is er één waterlichaam afgefallen omdat er geen goede vergelijking gemaakt kon worden met eerdere bemonsteringsjaren. Uiteindelijk zijn er dus 39 waterlichamen overgebleven en gebruikt in dit onderzoek (zie Bijlage A voor de lijst van waterlichamen).



Afbeelding 1: Uitvoering visstandbemonstering

De bemonsteringsjaren 2005 tot en met 2017 dienen als referentieperiode. Deze periode is gekozen omdat hiervoor eenvoudig data beschikbaar was in een centrale database. Voor ieder van de waterlichamen is vangstdata verzameld van de zeven doelsoorten. Nadat deze vangstdata verzameld is, is de 0+ klasse vastgesteld. Zo is het mogelijk om verschuivingen in minimale, maximale en gemiddelde lengte en aantallen van de 0+ klasse in beeld te brengen. Elk waterlichaam kent een andere bemonsteringscyclus. Hierdoor is het bijvoorbeeld mogelijk dat waterlichaam A in 2005, 2011 en 2018 bemonsterd is en waterlichaam B in 2008, 2015 en 2018, et cetera.



Afbeelding 2: Juveniele karper

In overleg met Matthijs Koole, Bart Niemeijer en Johan van Giels (teamleider ATKB) zijn de zeven doelsoorten vastgesteld voor dit onderzoek. Deze doelsoorten zijn algemeen voorkomende vissoorten en daardoor zijn de effecten van de warmte in 2018 goed in beeld te brengen. Daarom is gekozen voor de volgende zeven doelsoorten: baars (*Perca fluviatilis*), blankvoorn (*Rutilus rutilus*), brasem (*Abramis brama*), karper (*Cyprinus carpio*), snoek (*Esox lucius*), snoekbaars (*Sander lucioperca*) en winde (*Leuciscus idus*).

Karper is selecteert omdat deze soort zich meestal slecht voortplant in Nederland, maar het is wel bekend dat deze soort bij hogere watertemperaturen wel eens een succesvolle voortplanting heeft. De keuze voor baars, brasem en blankvoorn valt te verklaren omdat dit de meer algemeen voorkomende vissoorten zijn met vaak de hoogste abundantie. Snoek, snoekbaars en in mindere mate baars zijn gekozen omdat dit roofvissen zijn (piscivoor) en dus de effecten van de warmte ook interessant kunnen zijn op de roofvissen door bijvoorbeeld een toe- of afname van prooivis. De winde is gekozen omdat dit een algemeen voorkomende rheofiele vissoort is (stroomminnend).

Literatuuronderzoek

Voorafgaand aan het opstellen van dit rapport is er tijdens de bedrijfsopdracht een literatuuronderzoek uitgevoerd. Doel van dit literatuuronderzoek was om relevante informatie te verzamelen om de onderzoeksvragen van deze scriptie te beantwoorden. Ook kan hierdoor onderzocht worden hoe de resultaten van de visdata zich verhouden tot de resultaten uit het literatuuronderzoek.

Voor het zoeken naar literatuurbronnen is gebruik gemaakt van zoekmachines zoals Google en Google Scholar. Daarnaast zijn ook wetenschappelijke sites gebruikt zoals Green-I, ScienceDirect, Springer, Springerlink en Wiley. Ook zijn de catalogus Adlib van Sportvisserij Nederland en de database Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts (ASFA) op de site ProQuest gebruikt. Daarnaast is er ook gebruik gemaakt van de bibliotheek van Sportvisserij Nederland waarbij de boeken fysiek ingekeken konden worden. Voor dit literatuuronderzoek bij Sportvisserij Nederland is er één dag een bezoek gebracht aan Sportvisserij Nederland te Bilthoven waarbij de (digitale) bibliotheek is gebruikt. Vooraf zijn er zoektermen geselecteerd om zo effectief mogelijk te zoeken binnen de verschillende databases.

Allereerst zijn Engelstalige bronnen opgezocht via de bovenstaande programma's. Hierbij is in eerste instantie een vrij brede term gebruikt zoals: 'temperature fish' zodat er een zo breed mogelijk aanbod van artikelen was op het gebied van temperatuur en vis. Vervolgens is de zoekterm specifieker gemaakt en luidde als volgt: 'effect water temperature fish'. Voor nog specifiekere resultaten zijn de zoektermen daarna nog specifieker gemaakt: 'effect increasing water temperature fish', 'effect global warming fish', 'effect climate change fish', 'effect water temperature growth fish' en 'effect water temperature metabolism fish'.

Met de bovenstaande zoektermen is algemene informatie over de effecten van warmte op de visstand gevonden. Om ook soort specifieke informatie te achterhalen zijn aangepaste zoektermen gebruikt zoals: 'effect water temperature growth pike', 'effect water temperature growth *Esox lucius*'. Vergelijkbare zoektermen zijn ook gebruikt voor de overige doelsoorten.

Naast Engelstalige literatuur is er ook gezocht naar Nederlandstalige bronnen. Voor deze Nederlandstalige bronnen zijn dezelfde zoektermen gebruikt, maar dan vertaald naar het Nederlands. Als voorbeeld: de zoekterm 'effect increasing water temperature fish' werd dan 'effect toenemende watertemperatuur vis'. Dit is toegepast op alle bovenstaande zoektermen.

Iedere bruikbare bron is verwerkt in een bronnenmatrix. In deze bronnenmatrix zijn de APA-notatie van de bron, de samenvatting (al vertaald naar het Nederlands) en de onderwerpen van de bron genoteerd. Zo is een handig overzicht ontstaan, dat optimaal gebruikt is voor het opstellen van het rapport.

Ook zijn de optimum en kritieke waarden van parameters van de doelsoorten onderzocht door middel van een literatuurstudie. Deze waarden zijn opgezocht zodat de limiterende factor bepaald kan worden in combinatie met de abiotische gegevens. Deze waarden zijn opgezocht voor ieder levensstadium (ei, larve, juveniel en adult) van de doelsoorten. Voor de volgende parameters zijn de optimum en kritieke waarden opgezocht: watertemperatuur minimaal, watertemperatuur maximaal, zuurstofgehalte, pH range, doorzicht, saliniteit ‰, stroomsnelheid en maximale waterdiepte. Met deze gegevens kan de groei van de 0+ vissen van paai tot bemonstering worden bepaald.

Interviews

Naast literatuuronderzoek zijn er ook interviews gehouden met experts binnen het vakgebied van aquatische ecologie. Tijdens deze interviews is gevraagd naar de ervaringen van experts op het gebied van de algemene effecten van de warmte in 2018 op de visstand. Het houden van deze interviews had meerdere doelen. Eén van deze doelen was om een breder beeld te verkrijgen van de effecten van de warmte in verschillende watertypen verdeelt over Nederland. Denk hierbij aan het vaststellen van eventuele andere doelsoorten dan de vooraf vastgestelde doelsoorten voor dit project. Daarnaast was het doel om inzicht te verkrijgen of bepaalde vissoorten eerder hadden gepaaid in 2018 of dat bepaalde vissoorten meer of minder last hadden van de warmte. Een ander doel was dat veldsituaties de resultaten van het literatuuronderzoek konden onderbouwen. Tot slot is het laatste doel dat met de antwoorden van de interviews enkele onderzoeksvragen beantwoord konden worden, zoals: 'Hebben de doelsoorten in 2018 eerder gepaaid dan in de referentieperiode?' en 'Is er sprake geweest van vissterfte in 2018 en welke oorza(a)k(en) had deze vissterfte?'. In Bijlage B zijn de gehanteerde vragen van de interviews weergegeven.

De benaderde personen zijn geselecteerd uit een combinatie van netwerken van Matthijs Koole (projectleider en stagebegeleider ATKb), Johan van Giels (teamleider aquatische ecologie ATKb) en Koen Simons (stagiair ATKb). In Bijlage C zijn de namen en organisatie van de geïnterviewde personen weergegeven.

De geïnterviewde personen zijn werkzaam bij ATKb, Rijkswaterstaat, Sportvisserij (Oost) Nederland, Recreatieschap Drenthe en verschillende waterschappen (Vechtstromen, Brabantse Delta, Aa en Maas, Hollands Noorderkwartier, Waternet, Rivierenland, Rijn en IJssel, Hunze en Aa's, Limburg, Drents Overijsselse Delta, De Stichtse Rijnlanden, Schieland en Krimpenerwaard, Hollandse Delta, Noorderzijlvest, Friesland, Scheldestromen, Vallei en Veluwe, Delfland, Rijnland en de Dommel).

De interviews zijn bij voorkeur telefonisch uitgevoerd. Hierbij zijn de antwoorden opgeschreven en vervolgens gedigitaliseerd. Personen die niet telefonisch wilden/konden reageren zijn per e-mail in de gelegenheid gesteld om de vragenlijst in te vullen.

Het overgrote deel van de Nederlandse oppervlaktewateren (met uitzondering van Rijkswateren) worden beheerd door waterschappen. Deze oppervlaktewateren kunnen verschillende KRW-watertypen zijn. Omdat het onduidelijk was welke waterlichamen in Nederland het meeste last van de warmte hebben gehad zijn de bovenstaande waterschappen benaderd. De beheergebieden van de bovenstaande waterschappen dekken het grootste deel van de oppervlaktewateren van Nederland. Ook is Rijkswaterstaat benaderd omdat dit de beheerder is van de Rijkswateren in Nederland. Dit zijn vaak grote wateren zoals bijvoorbeeld het IJsselmeer.

Verzamelen gegevens

Voor het verkrijgen van de data voor dit project zijn er meerdere databronnen gebruikt. Hieronder worden de databronnen beschreven en aangegeven welke data verzameld is. Daarna wordt de verwerking van de gegevens gepresenteerd bij de paragraaf: 'verwerken gegevens'.

Meteorologische gegevens

Om te onderzoeken of 2018 inderdaad een erg warm jaar was zijn de meteorologische gegevens geraadpleegd van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI). Van de periode tussen 2005 en 2018 zijn neerslag, zonuren en de gemiddelde luchttemperatuur per maand genoteerd. Deze gegevens zijn verwerkt in grafieken en later vergeleken met de groei van de 0+ klassen van de zeven doelsoorten.

Visdata ATKB

Voor het verzamelen van ruwe visdata (werkelijke vangst) is gebruikt gemaakt van de interne database Piscaria bij ATKB. ATKB verzamelt sinds 2005 alle visdata in de database Piscaria. Van Piscaria is een uitvoer gemaakt van alle visdata (periode 2005-2017). Hiervan is vervolgens de data van de 39 waterlichamen geselecteerd. Deze data zijn aangevuld met visdata van 2018. Deze zijn namelijk niet in Piscaria aanwezig.

Naast ruwe data zijn ook bestandschattingen geraadpleegd om een beeld te krijgen van de totale visbiomassa per bemonsteringsjaar. Bestandschattingen worden opgesteld in zowel biomassa per hectare als in aantallen per hectare voor de verschillende lengteklassen per vissoort (0+ klasse, >0+-15 cm klasse, 16-25 cm klasse, 26-40 cm klasse en ≥ 41 cm klasse). Voor snoek geldt een afwijkende lengteverdeling : 0-15 cm (0+ klasse), 15-35 cm, 36-44 cm, 45-54 cm en ≥ 54 cm. Per lengteklasse wordt zowel de biomassa als het aantal per hectare van alle gevangen vissoorten bij elkaar opgeteld. Hieruit is op te maken welke lengteklasse dominant is en hoe groot het aandeel van de bepaalde vissoort is ten opzichte van het totaal. Vervolgens worden alle totalen van de verschillende lengteklassen bij elkaar opgesteld om tot een eindtotaal te komen. Dit eindtotaal geeft het totaal aantal kg/ha of aantal/ha van het betreffende waterlichaam weer (zie figuur 3 voor een voorbeeld van een bestandschatting).



Afbeelding 3: Vangstverwerking visstandbemonstering

Ook zijn per waterlichaam de datums genoteerd van de bemonsteringsmomenten omdat dit van invloed kan zijn op de grootte van de 0+ klassen (bijvoorbeeld een juveniele brasem kan eind augustus groter zijn dan begin augustus).

Biomassa in kg/ha							
Gilde	Vissoort	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>=41
Eurytoop	Aal/Paling	2,3	-	-	-	-	2,3
	Alver	0,0	-	0,0	-	-	-
	Baars	10,2	8,1	0,9	1,2	-	-
	Blankvoorn	6,1	1,2	3,7	1,2	-	-
	Brasem	6,0	0,9	0,6	0,2	-	4,4
	Driedoornige stekelbaars	0,0	0,0	0,0	-	-	-
	Karper	19,8	-	-	-	-	19,8
	Kleine modderkruiper	0,1	-	0,1	-	-	-
	Kolblei	0,0	-	0,0	-	-	-
	Pos	0,0	0,0	0,0	-	-	-
	Bittervoorn	0,1	0,0	0,1	-	-	-
	Grote modderkruiper	0,2	-	0,0	0,2	-	-
	Rietvoorn/Ruisvoorn	0,5	0,0	0,4	0,2	-	-
	Tienddoornige stekelbaars	0,0	0,0	-	-	-	-
Limnofiel	Vetje	0,0	0,0	0,0	-	-	-
	Zeelt	15,4	0,0	1,6	2,6	1,8	9,4
	Bermpje	0,0	0,0	0,0	-	-	-
	Riviergrondel	0,0	-	0,0	-	-	-
Rheofiel	Winde	0,3	0,3	-	-	-	-
	Marmmergrondel	0,0	0,0	0,0	-	-	-
Subtotaal		61,0	10,5	7,4	5,6	1,8	35,9
ecologische indeling voor snoek							
Totaal		61,0	10,5	7,4	5,6	1,8	35,9
Eurytoop		7,7	0,2	2,5	0,5	0,4	4,1
Totaal		68,7					

0,0 = <0,05 kg/ha; - = niet aangetroffen

Figuur 3: Voorbeeld bestandschatting (visbiomassa in kg/ha)

(A)biotische gegevens waterlichamen

Voor het verkrijgen van de (a)biotische gegevens zijn bij waterschappen Brabantse Delta, Delfland, Friesland, Rivierenland, Schieland en Krimpenerwaard, de Stichtse Rijnlanden, Vallei en Veluwe en Waternet gegevens opgevraagd van de geselecteerde waterlichamen binnen dit project. De volgende gegevens zijn opgevraagd: chlorofyl-A, totaal stikstof, totaal fosfor, watertemperatuur, doorzicht, geleiding bij 25 °C, zuurstofgehalte en zuurgraad. Veelal betroffen de aangeleverde data reeksen van één à twee meting(en) per maand.

Op basis van de abiotische gegevens is voor ieder waterlichaam voor ieder bemonsteringsjaar de gemiddelde watertemperatuur per week en per maand berekend. Op basis van de (theoretische) paaitemperaturen van de doelsoorten (Zoetemeyer & Lucas, 2007) is een inschatting gemaakt wanneer de doelsoorten gepaaid hebben. Deze paaimomenten zijn verwerkt in weeknummers (zie Bijlage D voor een voorbeeld van dit overzicht).

Verwerken gegevens

Na het verzamelen van data bij de databronnen is deze data verwerkt in bruikbare informatie voor dit project. In de volgende paragrafen wordt er uitgelegd hoe de data verwerkt is.

Meteorologische gegevens

De meteorologische gegevens (gemiddelde temperatuur per maand, gemiddeld aantal zonuren per maand en gemiddelde hoeveelheid neerslag per maand) van 2018 zijn weggezet tegen de “normale” waarden (langjarig gemiddelde van de periode 1981-2010). Daarnaast zijn voor de vier warmste jaren sinds het begin van de metingen (2006, 2007, 2014 en 2018) de zojuist genoemde gemiddelde waarden tegen elkaar weggezet in grafieken om te bekijken wat de onderlinge verschillen zijn van de meteorologische gegevens tussen deze vier jaren.

Visdata ATKB

Na het verzamelen van de vangstgegevens is per waterlichaam voor ieder bemonsteringsjaar de 0+ grens (individueel tussen de 0 en 1 jaar oud) vastgesteld per doelsoort (minimale en maximale lengte in cm). Na het vaststellen van de 0+ grenzen is voor ieder waterlichaam per bemonsteringsjaar de gemiddelde lengte van de 0+ klasse berekend per doelsoort. Snoekbaars schakelt al relatief vroeg in zijn eerste levensjaar over van een planktivoor- naar een piscivoor dieet. Bij snoekbaars is er naast de complete 0+ klasse, indien mogelijk, ook onderscheid gemaakt in het aandeel planktivoren en piscivoren binnen de 0+ klasse. Indien het niet mogelijk was om duidelijk onderscheid te maken is deze vergelijking voor het betreffende waterlichaam niet meegenomen.

Met de visgegevens van de 0+ klassen zijn er lengtefrequentie grafieken (LF-grafieken) gemaakt. In deze LF-grafieken is de spreiding in lengte van 0+ klassen uitgezet tegen de aantallen. De LF-grafieken zijn zowel opgesteld op basis van de totaalvangst van de 0+ klasse van de zeven doelsoorten als per doelsoort individueel. Deze LF-grafieken zijn ingedeeld in totaalvangst en vangst per maand (juli tot en met oktober) om de groei per maand vast te kunnen stellen binnen de referentieperiode en 2018. Voor de referentieperiode zijn de vangsten van de zeven doelsoorten van alle bemonsterde KRW-waterlichamen uit de gehele dataset tussen 2005 en 2017 gebruikt. Dit is vergeleken met de vangsten van de zeven doelsoorten in 2018 in de 39 waterlichamen van dit project.



Afbeelding 4: Vangen van vissen (elektrovisserij)

Om de voedselrijkdom versus visbiomassa-relatie te berekenen is het belangrijk om alleen de waterlichamen te gebruiken die geen kleibodem hebben in verband met het vangen en vrijlaten van fosfaten in de waterkolom. Dit kan de relatie van voedselrijkdom en visbiomassa beïnvloeden (Hanson & Leggett, 1982). Door deze totale visbiomassa in kg/ha, in combinatie met het totaal fosfaat (totaal-P) gehalte (zomergemiddelde) te gebruiken, kan de relatie tussen totaal-P en visbiomassa berekend worden. Ter vergelijking is de relatie visbiomassa versus totaal-P formule van Hanson & Leggett (1982) gebruikt.



Afbeelding 5: Meten van de gevangen vissen

Ook is er gekeken naar mogelijke verschuivingen in aantallen tussen vissoorten (soortenrijkdom) in een waterlichaam. Ook voor deze verschuiving in aantallen zijn bestandschattingen geraadpleegd. In dit geval betrof het alleen de bestandschattingen met aantal/ha en is er alleen gekeken naar de 0+ en de 0-15 cm klasse per vissoort. De keuze voor de 0+ en de 0-15 cm klasse is gebaseerd op het feit dat éénzomerige snoek meteen in de 0-15 cm klasse valt (snoek heeft een andere lengteverdeling omdat deze vissoort al relatief snel als juveniele vis overschakelt naar een piscivoor dieet).

Van beide klassen zijn de aantallen bij elkaar opgeteld. Vervolgens zijn deze aantallen omgerekend naar een percentage ten opzichte van het eindtotaal van beide lengteklassen zodat de spreiding in de figuren beter te zien is. In dit geval is er gekeken naar de dominantere soorten brasem, blankvoorn, baars, karper, pos en overige soorten. De percentages van de verschillende soorten zijn

vergeleken met de zomergemiddelde temperatuur en totaal-P om te kijken of één van deze twee variabelen de verklarende factor zou kunnen zijn in toe- of afnames van de aantallen van een vissoort.

Analyse resultaten

Door het gebruik van de statistische two-sample Golmogorov-Smirnov toets is er gekeken of er een significant verschil is in de lengte van de 0+ klasse van de doelsoorten tussen 2018 en de referentieperiode. Deze toets is gebruikt omdat de data niet normaal verdeelt is. De Golmogorov-Smirnov toets is minder streng op niet normaal verdeelde data.

Hierbij is er zowel gekeken naar de verschillende lengtes van de 0+ klasse van de doelsoorten individueel als van de totale populatie waarbij de zeven doelsoorten gecombineerd zijn. Hierbij is de referentiesituatie (2005-2017) vergeleken met 2018. Zo is er niet alleen een beeld verkregen van een eventuele verschuiving van de gemiddelde lengte per doelsoort, maar ook een beeld van een eventuele verschuiving van de gemiddelde lengte van alle doelsoorten bij elkaar.

Ook is er gebruik gemaakt van de student t-toets om een significant verschil in paaimomenten, gemiddelde lengte van de doelsoorten en abiotische gegevens te vinden. Tijdens het gebruik van deze student t-toets zijn de zojuist genoemde onderwerpen vergeleken tussen een koud jaar (2010) en 2018 en een warm jaar (2014) en 2018. Zo was het mogelijk bijvoorbeeld om te kijken of er een significant verschil aanwezig is tussen de gemiddelde lengte van een doelsoort in een koud en een warm jaar. Ook was het hierdoor mogelijk om te onderzoeken of de gemiddelde lengte van een doelsoort significant verschilt tussen twee warme jaren. Daarnaast is deze t-toets ook gebruikt om het verschil tussen de gemiddelde waarden van de referentie jaren en 2018 te toetsen op het gebied van paaimomenten, (a)biotische gegevens en gemiddelde lengte van de 0+ klasse per doelsoort.

3. Resultaten

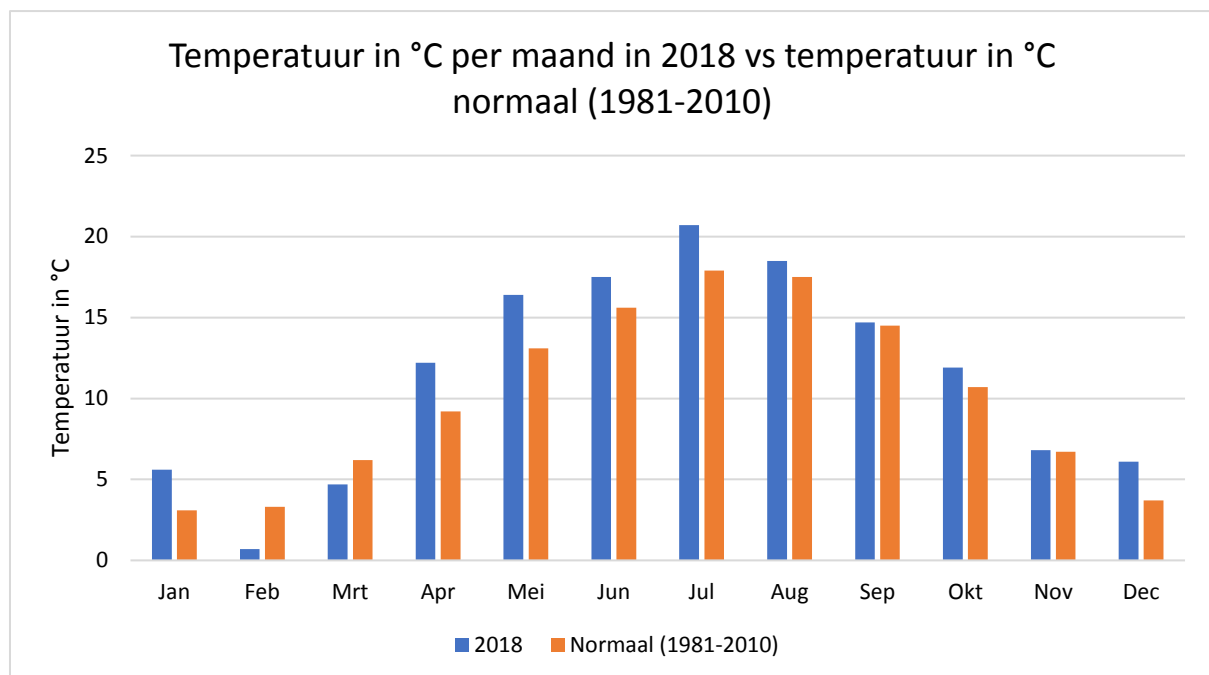
In de volgende paragrafen worden de resultaten op basis van meteorologische gegevens, literatuur onderzoek, interviews, (a)biotische gegevens en vangstdata van ATKB besproken.

3.1 Meteorologische gegevens

In deze paragraaf worden de meteorologische gegevens besproken. In de volgende onderdelen wordt er veel gesproken over temperaturen, hoeveelheid neerslag en hoeveelheid zonuren. In alle gevallen worden er over de landelijk gemiddelde waarden gesproken. Met normale waarden wordt in dit geval het langjarig gemiddelde bedoeld (1981-2010).

Temperatuur

Het jaar 2018 (landelijk gemiddelde 11,3 °C) was na 2014 (landelijk gemiddelde 11,7 °C) het warmste jaar sinds de start van de metingen in 1901. De langjarig gemiddelde jaartemperatuur bedraagt 10,1 °C (Huiskamp, 2019). In figuur 4 zijn de gemiddelde maandtemperaturen van 2018 weergegeven. Deze gemiddelde maandtemperaturen zijn gebaseerd op metingen van alle weerstations in Nederland. Vooral in de maanden april tot en met augustus lagen de gemiddelde temperaturen ver boven de normale waarden. In april was de gemiddelde temperatuur 12,2 °C (normaal 9,2 °C), in mei was de gemiddelde temperatuur 16,4 °C (normaal 13,1 °C), in juni was de gemiddelde temperatuur 17,5 °C (normaal 15,6 °C), in juli was de gemiddelde temperatuur 20,7 °C (normaal 17,9 °C) en in augustus was de gemiddelde temperatuur 18,5 °C, terwijl de normale temperatuur in deze maand 17,5 °C is (Huiskamp, 2019). In deze maanden vindt ook de snelste groei in lengte van de 0+ klasse van de doelsoorten plaats en is daarom belangrijk om mee te nemen in dit onderzoek.



Figuur 4: Meteorologische gegevens (temperatuur) 2018 vs. normaal

Zoals reeds aangegeven was 2018 een uitzonderlijk warm jaar. Echter, in de jaren 2006, 2007 en 2014 was de gemiddelde temperatuur ook uitzonderlijk hoog, namelijk 11,2 °C, 11,2 °C en 11,7 °C (Homan, 2015; Sluijter, 2007; Sluijter, 2008). Het jaar 2014 is hiermee het warmste jaar ooit gemeten. Het jaar 2018 staat op de tweede plek gevolgd door de jaren 2006 en 2007. Alleen in deze vier jaartallen lag de gemiddelde jaartemperatuur boven de 11 °C (Homan, 2015; Huiskamp, 2019; Sluijter, 2007; Sluijter,

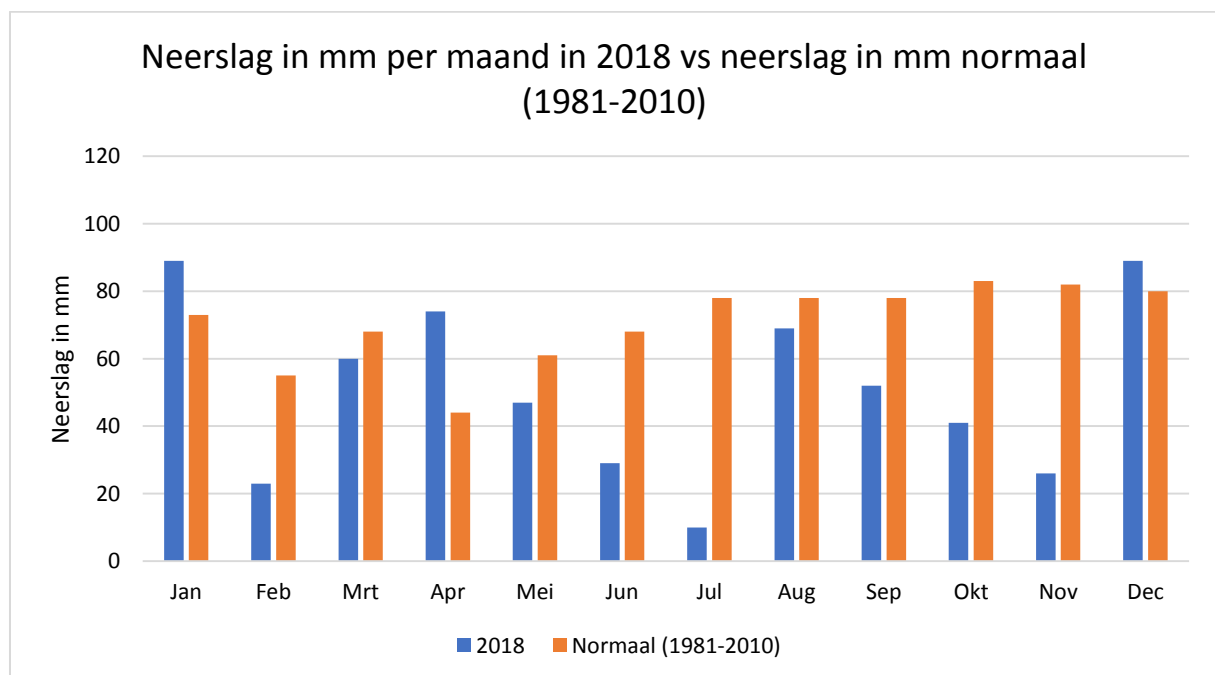
2008). Om een vergelijking te maken tussen de meteorologische omstandigheden is er voor gekozen om deze vier jaren met elkaar te vergelijken en te onderzoeken waarom de effecten van de warmte op de visstanden in 2018 zo groot was (volgens ATKB, de waterschappen, Rijkswaterstaat en Sportvisserij (Oost) Nederland). In 2018 was de gemiddelde zomertemperatuur (april tot en met september) 16,7 °C (Huiskamp, 2019). In 2014 was deze gemiddelde zomertemperatuur 15,6 °C (Homan, 2015), terwijl in 2007 de gemiddelde zomertemperatuur 15,4 °C bedroeg (Sluijter, 2008). Tot slot was in 2006 de gemiddelde zomertemperatuur 16,1 °C (Sluijter, 2007).

In Bijlage E is de landelijk gemiddelde temperatuur per maand voor deze vier jaartallen weergegeven en weggezet op het normale landelijk gemiddelde temperatuur.

Neerslag

Het jaar 2018 heeft het record behaald van droogste jaar sinds de metingen in 1901. Met een jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid neerslag van 607 mm ten opzichte van een normale landelijk gemiddelde van 847 mm was 2018 een extreem droog jaar (Huiskamp, 2019). In figuur 5 is de gemiddelde neerslag van 2018 weergegeven. Deze gemiddelde neerslag is gebaseerd op metingen van alle weerstations in Nederland. Vooral de maanden februari, juni, juli, september, oktober en november waren extreem droog (Huiskamp, 2019). In februari was de gemiddelde hoeveelheid neerslag 23 mm (normaal 55 mm), juni had een gemiddelde neerslag van 29 mm (normaal 68 mm), gevolgd door juli met een gemiddelde neerslag van 10 mm, terwijl dit normaal 78 mm is (Huiskamp, 2019). In september was de gemiddelde neerslag 52 mm (normaal 78 mm) en in oktober was de gemiddelde neerslag 41 mm (normaal 83 mm). Tot slot was de gemiddelde neerslag in november 26 mm. Normaal is dit 82 mm (Huiskamp, 2019).

In Bijlage E is de landelijk gemiddelde hoeveelheid neerslag per maand voor de vier warmste jaartallen weergegeven en weggezet op de normale landelijke hoeveelheid neerslag.

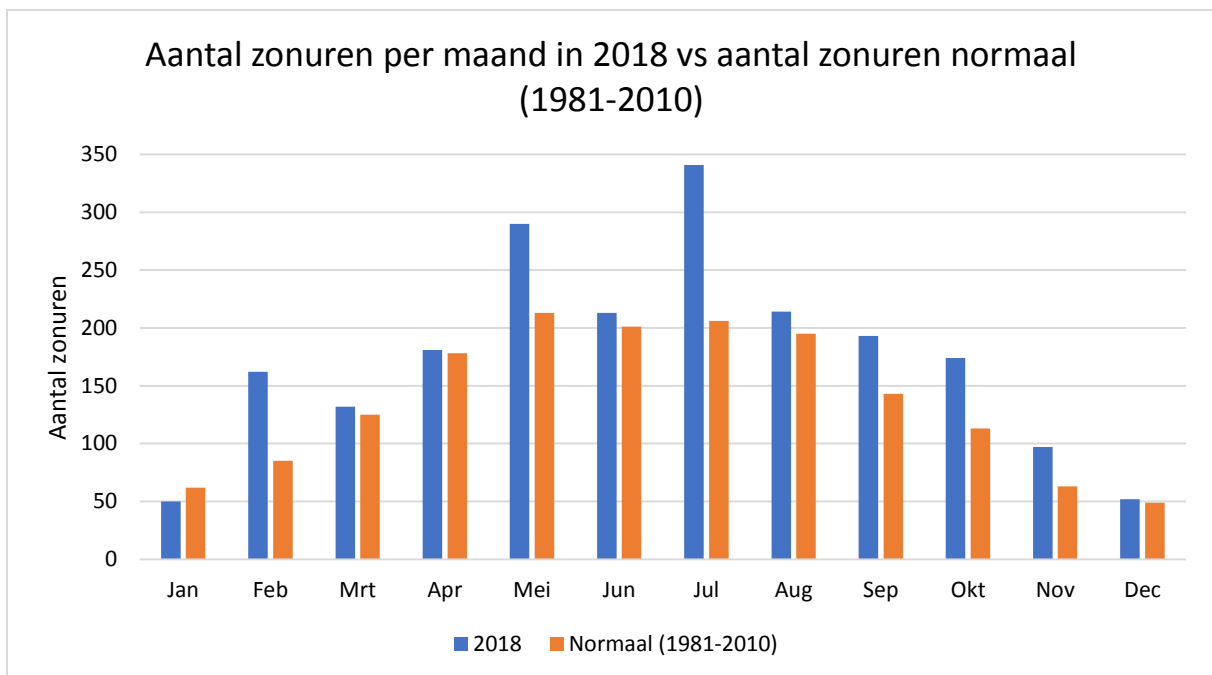


Figuur 5: Meteorologische gegevens (neerslag) 2018 vs. normaal

Zonuren

Ook het landelijk gemiddelde aantal zonuren heeft in 2018 een nieuw record behaald. Met een landelijk gemiddelde van maar liefst 2090 zonuren tegenover een normaal landelijk gemiddelde van 1633 zonuren was 2018 een extreem zonnig jaar (Huiskamp, 2019). In figuur 6 zijn de gemiddelde hoeveelheid zonuren van 2018 weergegeven. Deze gemiddelde hoeveelheid zonuren zijn gebaseerd op metingen van alle weerstations in Nederland. Vooral in februari (162 zonuren, normaal 85 zonuren), mei (290 zonuren, normaal 213 zonuren) en juli (341 zonuren, normaal 206 zonuren) scheen de zon veel meer dan gemiddeld (Huiskamp, 2019).

In Bijlage E is de landelijk gemiddelde hoeveelheid zonuren per maand voor de vier warmste jaartallen weergegeven en weggezet op de normale landelijke hoeveelheid zonuren.



Figuur 6: Meteorologische gegevens (zonuren) 2018 vs. normaal

3.2 Paaimomenten doelsoorten

In deze paragraaf worden de paaimomenten per doelsoort besproken. Om een beeld te verkrijgen of de paai in 2018 vroeger heeft plaatsgevonden is er een vergelijking gemaakt tussen 2018 en de jaren in de referentieperiode (2005-2017). De paaimomenten zijn gebaseerd op de watertemperatuur gegevens van de 39 waterlichamen van dit project.

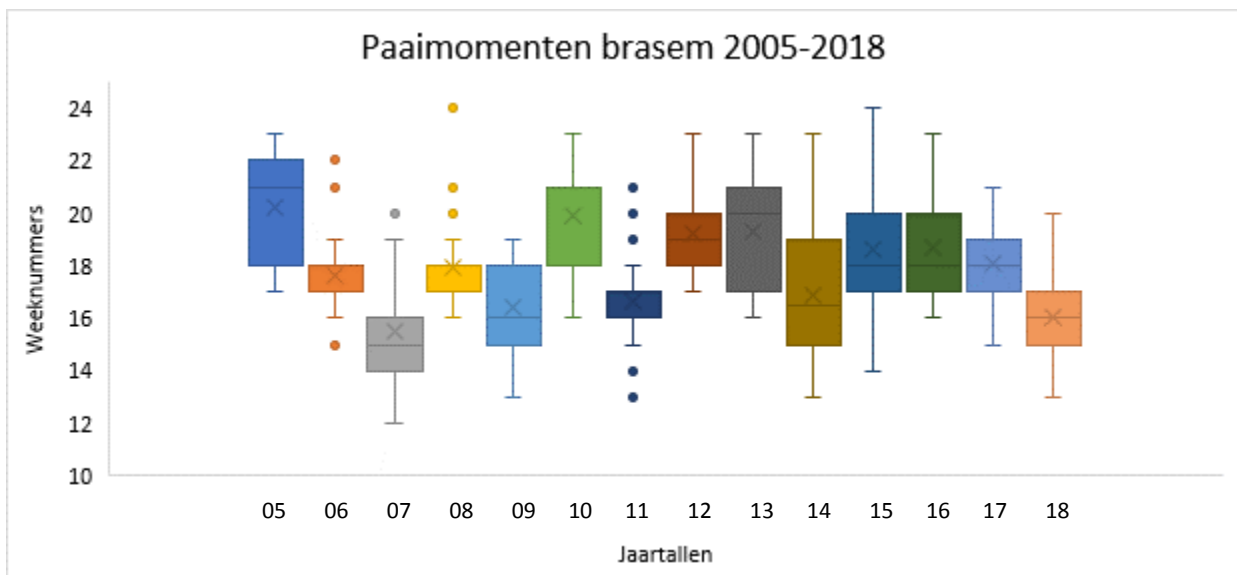
In de onderstaande paragrafen wordt er gesproken over gemiddelde paaimomenten. Deze paaimomenten worden per doelsoort per jaar weergegeven. Door de watertemperatuurgegevens te combineren met het moment van de meting (per waterlichaam) konden de paaimomenten vastgesteld worden per week, per waterlichaam in de bemonsteringsjaren. Hierdoor is er een range ontstaan van weeknummers waarin de paai plaats heeft gevonden.

Omdat dit per jaar per waterlichaam is onderzocht is er ieder jaar een spreiding aanwezig (in waterlichaam A kan een soort eerder gepaaid hebben dan in waterlichaam B door een snellere toename in watertemperatuur). In de onderstaande boxplots wordt er vooral gekeken naar de gemiddelde paaimomenten per jaar (aangegeven met een X in de boxplot). In Bijlage F zijn de gemiddelde paaimomenten in spreidingsgrafieken weergegeven.

Paaimomenten brasem

In figuur 7 zijn de mogelijke paaimomenten van brasem weergegeven in de periode van 2005 tot en met 2018. Gedurende de referentieperioden was het gemiddelde paaimoment van brasem in week 17. In 2018 was het gemiddelde paaimoment in week 16. Uit figuur 7 blijkt dat brasem in 2007 (ook een warm jaar) vroeg heeft gepaaid met week 15 als gemiddelde paaimoment. In het warme jaar 2014 heeft de brasem gemiddeld in week 17 gepaaid, terwijl het gemiddelde paaimoment in 2005 en 2010 (koud jaar) in week 20 was.

Uit de T-toets voor onafhankelijke steekproeven bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in paaimomenten tussen 2010 en 2018 significant is ($p = 0,013$, $n = 35$). Ditzelfde is ook uitgevoerd voor de paaimomenten in 2014 en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil ook significant is ($p = 0,0081$, $n = 36$). Daarnaast is er met behulp van de student T-toets voor onafhankelijke steekproeven ook onderzocht of er een significant verschil is tussen de paaimomenten van brasem in de referentieperiode en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in paaimomenten tussen de referentieperiode en 2018 significant is ($p = 0,003$, $n = 472$). Als de uitkomst van de t-toets significant is wil dat in dit geval zeggen dat de paai in 2018 eerder plaats geeft gevonden.



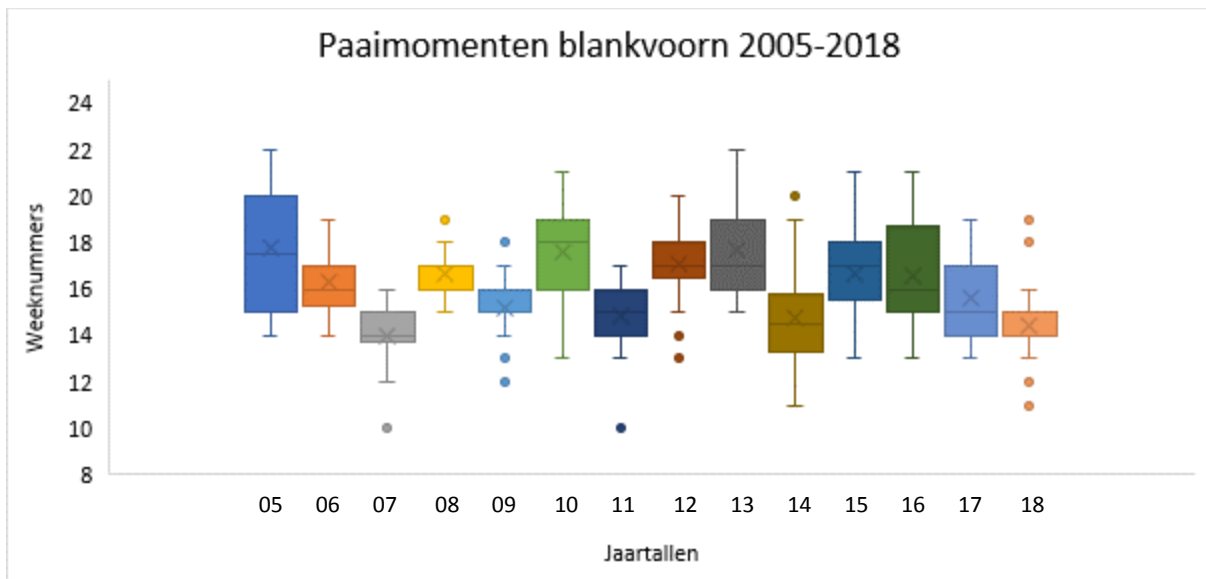
Figuur 7: Gemiddelde paaimomenten brasem 2018 vs. referentieperioden

Paaimomenten blankvoorn

In figuur 8 zijn de mogelijke paaimomenten van blankvoorn weergegeven in de periode van 2005 tot en met 2018. Gedurende de referentieperioden was het gemiddelde paaimoment van blankvoorn in week 15. In 2018 was het gemiddelde paaimoment in week 14. In 2007 en 2014 heeft, net zoals in 2018, de paai van blankvoorn in week 14 plaatsgevonden. In 2010 heeft het gemiddelde paaimoment plaatsgevonden in week 17. Ook in 2005 en 2013 heeft het gemiddelde paaimoment plaatsgevonden in week 17.

Uit de T-toets voor onafhankelijke steekproeven bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in paaimomenten tussen 2010 en 2018 significant is ($p = 0,0016$, $n = 35$). Ditzelfde is ook uitgevoerd voor de paaimomenten in 2014 en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil niet significant is ($p = 0,4897$, $n = 36$). Daarnaast is er met behulp van de student T-toets voor onafhankelijke steekproeven ook onderzocht of er een significant verschil is tussen de paaimomenten van blankvoorn in de referentieperiode en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in paaimomenten

tussen de referentieperiode en 2018 significant is ($p = 0,004$, $n = 472$). Als de uitkomst van de t-toets significant is wil dat in dit geval zeggen dat de paai in 2018 eerder plaats geeft gevonden.

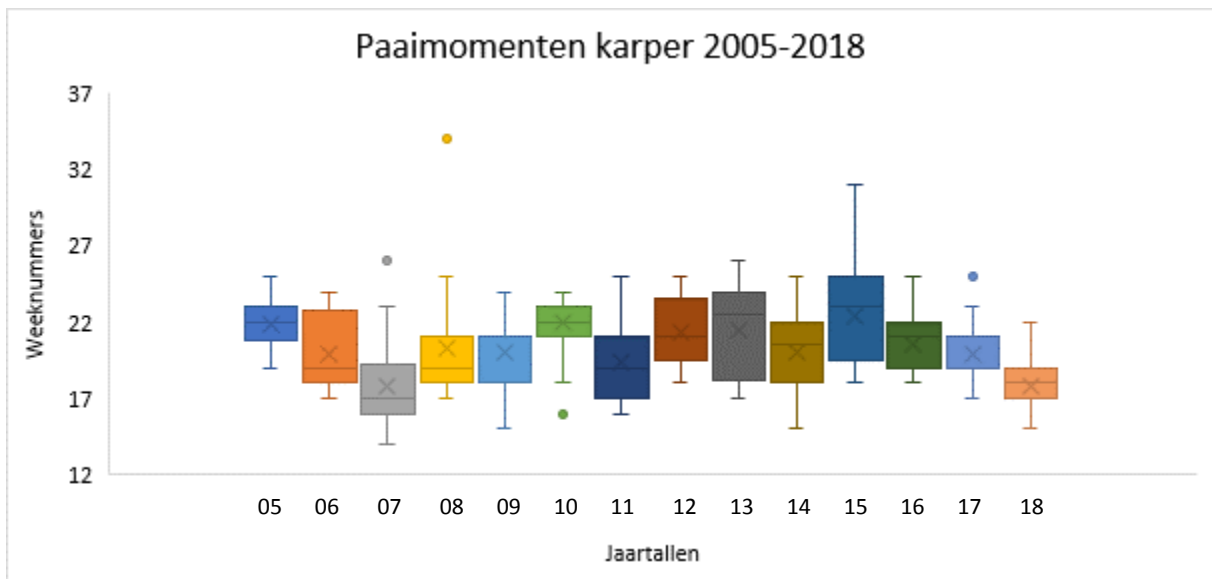


Figuur 8: Gemiddelde paaimomenten blankvoorn 2018 vs. referentiejaar

Paaimomenten karper

In figuur 9 zijn de mogelijke paaimomenten van karper weergegeven in de periode van 2005 tot en met 2018. Gedurende de referentiejaar was het gemiddelde paaimoment van karper in week 19. In 2018 was het gemiddelde paaimoment in week 17. In 2007 was het gemiddelde paaimoment in week 18, terwijl het gemiddelde paaimoment in 2014 in week 20 was. In 2005, 2010 en 2015 heeft het gemiddelde paaimoment plaatsgevonden in week 22.

Uit de T-toets voor onafhankelijke steekproeven bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in paaimomenten tussen 2010 en 2018 significant is ($p = 0,0035$, $n = 35$). Ditzelfde is ook uitgevoerd voor de paaimomenten in 2014 en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in paaimomenten tussen 2014 en 2018 ook significant is ($p = 0,0089$, $n = 36$). Daarnaast is er met behulp van de student T-toets voor onafhankelijke steekproeven ook onderzocht of er een significant verschil is tussen de paaimomenten van karper in de referentieperiode en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in paaimomenten tussen de referentieperiode en 2018 significant is ($p = 0,001$, $n = 472$). Als de uitkomst van de t-toets significant is wil dat in dit geval zeggen dat de paai in 2018 eerder plaats geeft gevonden.

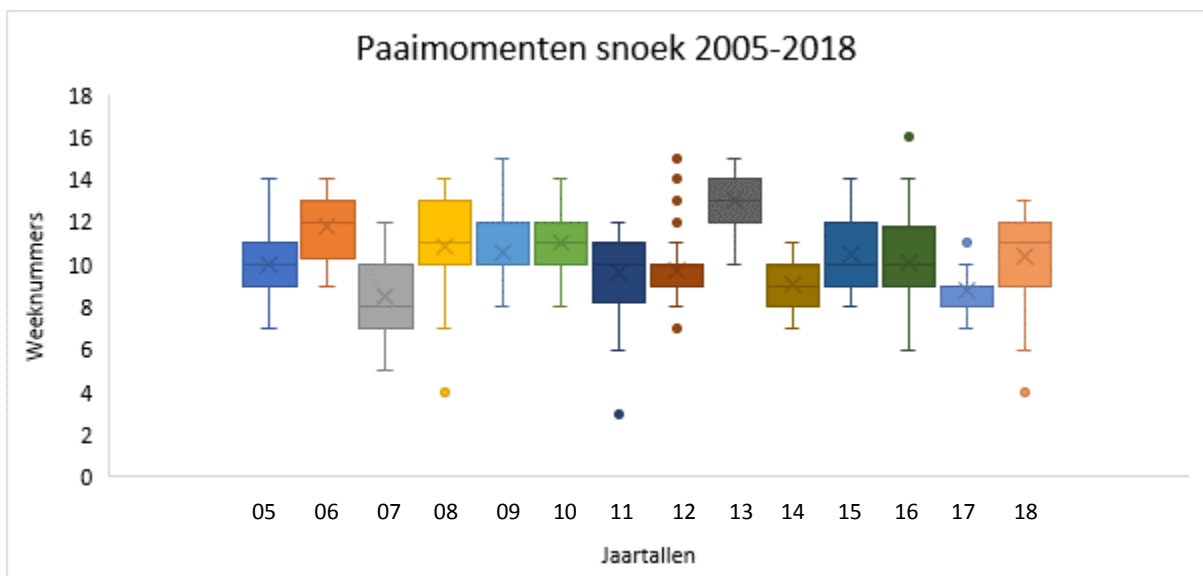


Figuur 9: Gemiddelde paaimomenten karper 2018 vs. referentiejaar

Paaimomenten snoek

In figuur 10 zijn de mogelijke paaimomenten van snoek weergegeven in de periode van 2005 tot en met 2018. Gedurende de referentiejaar was het gemiddelde paaimoment van snoek in week 9. In 2018 was het gemiddelde paaimoment in week 10. In 2007 en 2014 heeft het gemiddelde paaimoment plaatsgevonden in week 9. In 2010 was het gemiddelde paaimoment in week 10. In 2013 heeft het gemiddelde paaimoment als laatste plaatsgevonden, namelijk in week 13.

Uit de T-toets voor onafhankelijke steekproeven bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in paaimomenten tussen 2010 en 2018 niet significant is ($p = 0,073$, $n = 35$). Ditzelfde is ook uitgevoerd voor de paaimomenten in 2014 en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil significant is ($p = 0,0039$, $n = 36$). Daarnaast is er met behulp van de student T-toets voor onafhankelijke steekproeven ook onderzocht of er een significant verschil is tussen de paaimomenten van snoek in de referentieperiode en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in paaimomenten tussen de referentieperiode en 2018 niet significant is ($p = 0,3783$, $n = 472$). Als de uitkomst van de t-toets significant is wil dat in dit geval zeggen dat de paai in 2018 eerder plaats geeft gevonden.

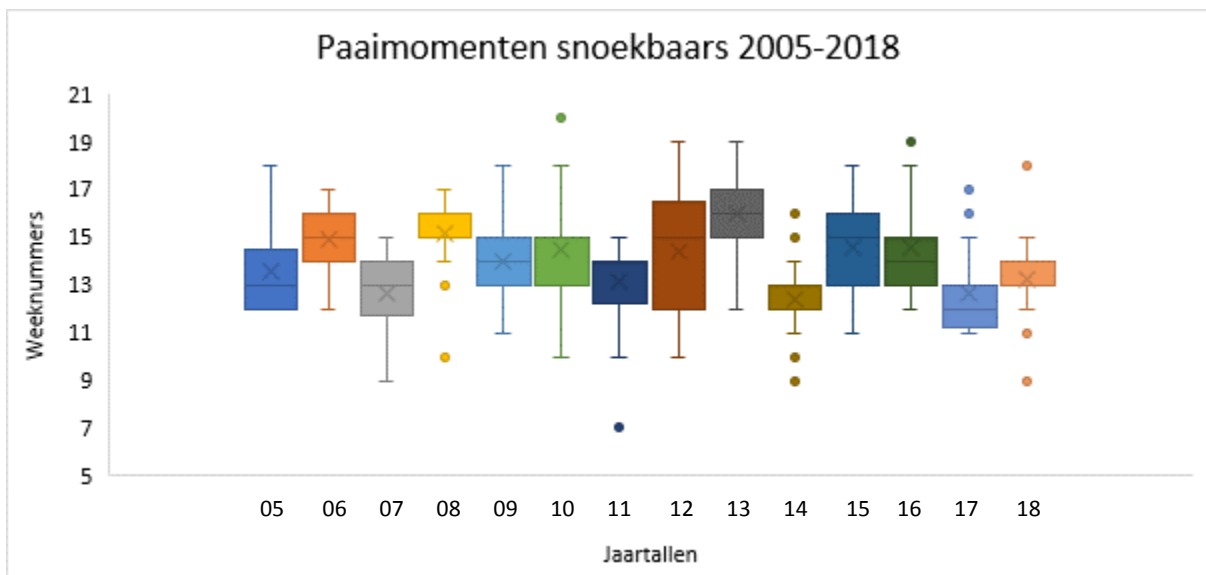


Figuur 10: Gemiddelde paaimomenten snoek 2018 vs. referentiejaar

Paaimomenten snoekbaars

In figuur 11 zijn de mogelijke paaimomenten van snoekbaars weergegeven in de periode van 2005 tot en met 2018. Gedurende de referentieperioden was het gemiddelde paaimoment van snoekbaars in week 13. Ook in 2018 was het gemiddelde paaimoment in week 13. In 2007 en in 2014 was het gemiddelde paaimoment in week 12, terwijl het gemiddelde paaimoment in 2010 in week 14 was. In 2016 heeft snoekbaars gemiddeld het laatste gepaaid, namelijk in week 16.

Uit de T-toets voor onafhankelijke steekproeven bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in paaimomenten tussen 2010 en 2018 significant is ($p = 0,0042$, $n = 35$). Ditzelfde is ook uitgevoerd voor de paaimomenten in 2014 en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in paaimomenten tussen 2014 en 2018 ook significant is ($p = 0,047$, $n = 36$). Daarnaast is er met behulp van de student T-toets voor onafhankelijke steekproeven ook onderzocht of er een significant verschil is tussen de paaimomenten van snoekbaars in de referentieperiode en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in paaimomenten tussen de referentieperiode en 2018 significant is ($p = 0,007$, $n = 472$). Als de uitkomst van de t-toets significant is wil dat in dit geval zeggen dat de paai in 2018 eerder plaats geeft gevonden.



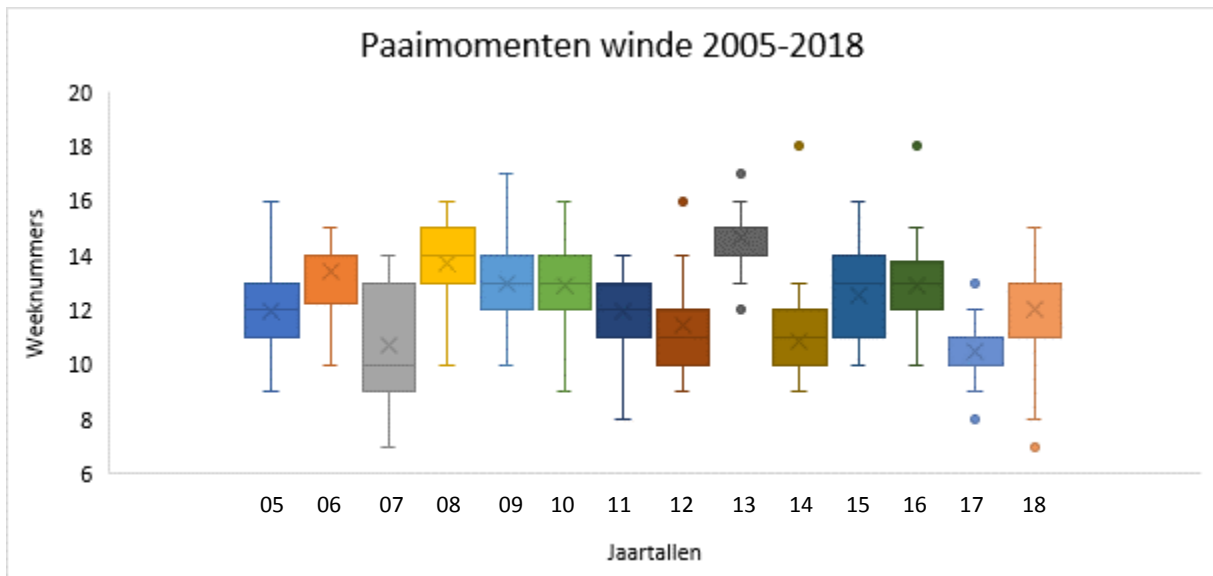
Figuur 11: Gemiddelde paaimomenten snoekbaars 2018 vs. referentieperioden

Paaimomenten winde

In figuur 12 zijn de mogelijke paaimomenten van winde weergegeven in de periode van 2005 tot en met 2018. Gedurende de referentieperioden was het gemiddelde paaimoment van winde in week 11. In 2018 was het gemiddelde paaimoment in week 12. Ook in 2007 en in 2014 heeft winde relatief vroeg gepaaid (week 11 gemiddeld). In 2017 heeft het gemiddelde paaimoment van winde echter nog eerder plaats gevonden, namelijk in week 10. In 2010 was het gemiddelde paaimoment in week 13. Tot slot heeft in 2013 gemiddeld de laatste paai van winde plaatsgevonden, namelijk in week 15.

Uit de T-toets voor onafhankelijke steekproeven bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in paaimomenten tussen 2010 en 2018 significant is ($p = 0,017$, $n = 35$). Ditzelfde is ook uitgevoerd voor de paaimomenten in 2014 en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in paaimomenten tussen 2014 en 2018 ook significant is ($p = 0,014$, $n = 36$). Daarnaast is er met behulp van de student T-toets voor onafhankelijke steekproeven ook onderzocht of er een significant verschil is tussen de paaimomenten van winde in de referentieperiode en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa

van 0,05 het verschil in paaimomenten tussen de referentieperiode en 2018 niet significant is ($p=0,1790$, $n=472$). Als de uitkomst van de t-toets significant is wil dat in dit geval zeggen dat de paai in 2018 eerder plaats geeft gevonden.



Figuur 12: Gemiddelde paaimomenten winde 2018 vs. referentiejaar

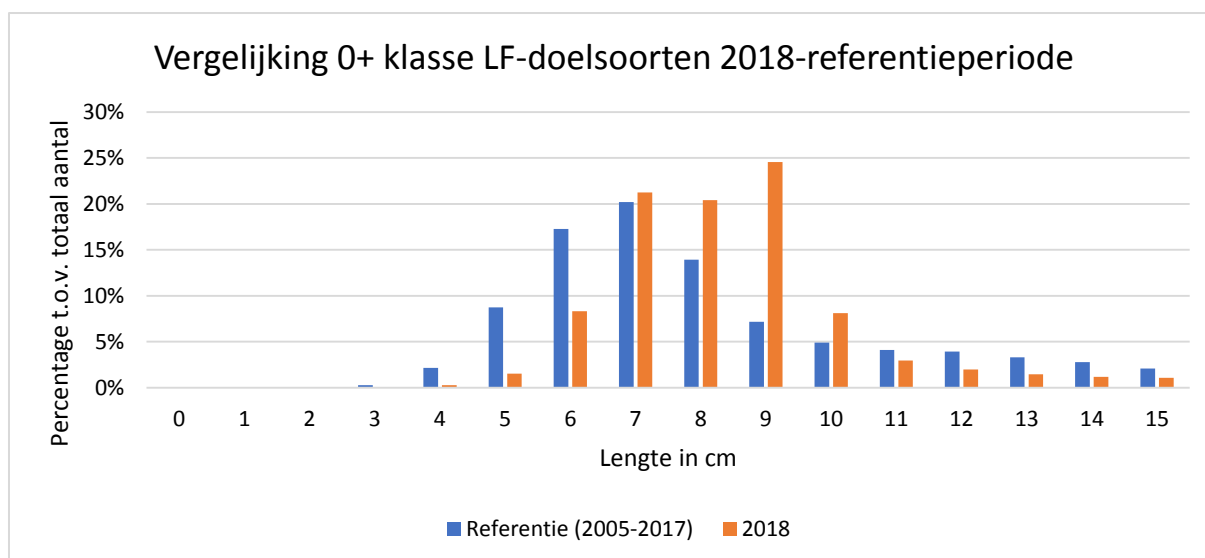
3.3 Totaal LF-grafieken doelsoorten

In deze paragrafen worden de resultaten besproken over de vergelijkingen tussen de 0+ klassen van de individuele doelsoorten en de doelsoorten gecombineerd. Hierbij is de LF-verdeling van 2018 vergeleken met de LF-verdeling van de referentieperiode. De vangstaantallen zijn weergegeven in percentages ten opzichte van totaal aantal (totaal aantal van referentie en totaal aantal van 2018), omdat de vangstaantallen tussen de referentie situatie en 2018 heel erg verschillen.

In de onderstaande figuren is er telkens sprake van totaalvangsten in de periode juli tot en met oktober in de jaren 2005 tot en met 2018. Er zijn ook figuren opgesteld met totaalvangsten per individuele maand zodat het groeiverloop van de 0+ klassen van zowel het totaal als per individuele doelsoort per maand in beeld gebracht kon worden. Zie Bijlage G voor deze figuren. In de onderstaande paragrafen zijn boxplots die de gemiddelde lengte van een doelsoort per jaar weergeven. Hier zijn ook spreidingsgrafieken van beschikbaar. Zie Bijlage H voor deze spreidingsgrafieken per doelsoort.

Vergelijking lengte totaalvangst 0+ klasse doelsoorten

In de onderstaande figuur, figuur 13, is de lengtefrequentieverdeling (LF-verdeling) weergegeven van de totaalvangst van de zeven doelsoorten (baars, blankvoorn, brasem, karper, snoek, snoekbaars en winde). De maximale lengte van de 0+ klasse is in dit geval op 15 cm gezet, omdat de grootste verschillen waarneembaar zijn tussen de 0 en 15 cm.

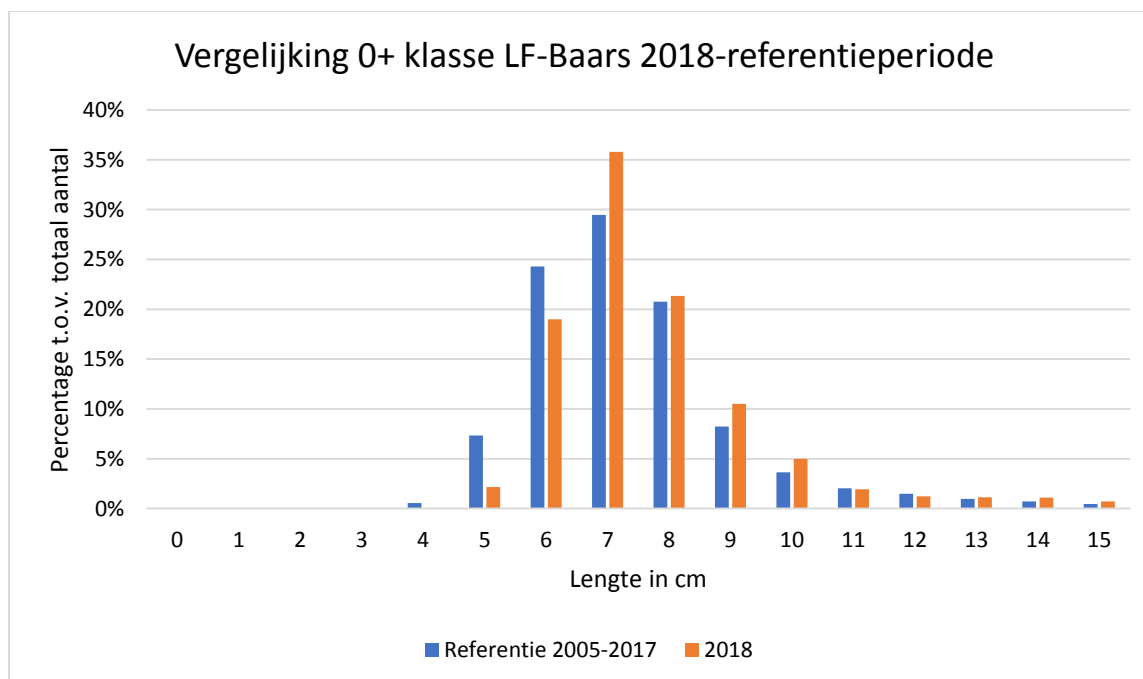


Figuur 13: LF-verdeling combinatie 0+ klasse doelsoorten 2018 vs. referentieperiode

In de figuur is te zien dat er een verschuiving heeft opgetreden in gemiddelde lengte. Zo is de meest dominante lengte in de 0+ klasse van de referentieperiode 7 cm, terwijl 9 cm de meest dominante lengte van de 0+ klasse in 2018 is. De referentiesituatie heeft een gemiddelde 0+ lengte van 8,0 cm. De gemiddelde 0+ lengte in 2018 is 8,4 cm. Deze gemiddelden zijn berekend over dezelfde periode (juli tot en met oktober). Uit de Two-sample Kolmogorov-Smirnov toets blijkt dat de $D\text{-stat} = 0,1699 > 0,0007 = D\text{-crit}$. Dit geeft aan dat er voor de LF-verdeling van de combinatie van de doelsoorten een significant verschil is in lengte tussen 2018 en de referentieperiode. Dit wil zeggen dat de lengte in 2018 significant groter is.

Vergelijking lengte 0+ klasse baars

In de onderstaande figuur, figuur 14, is de LF-grafiek van de totaalvangst van de baars weergegeven.

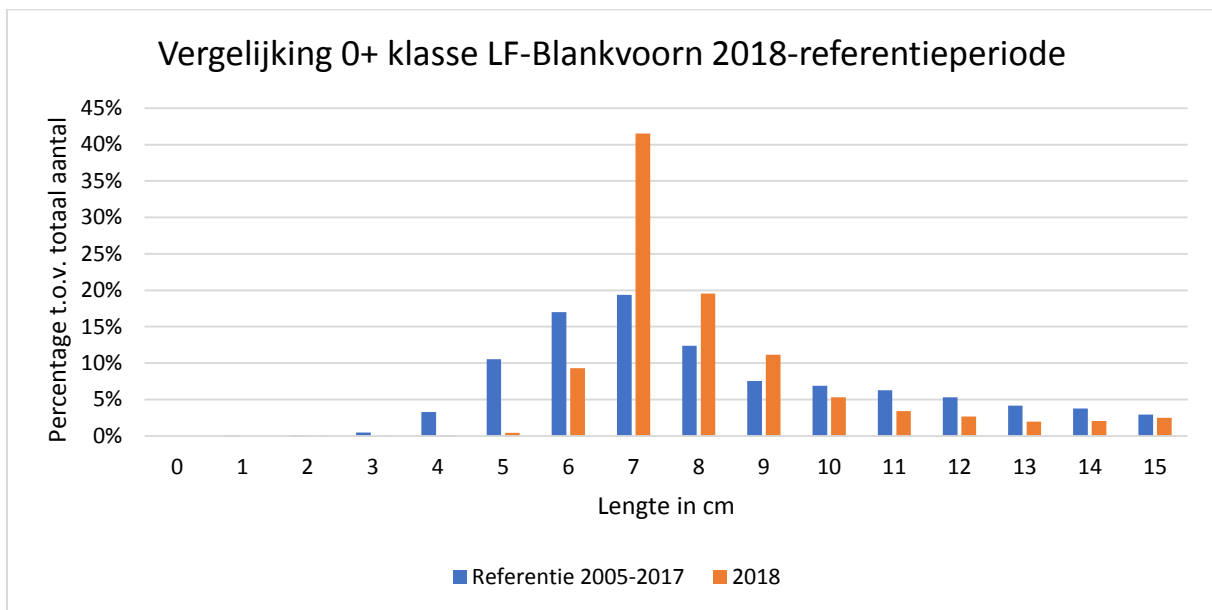


Figuur 14: LF-verdeling 0+ klasse baars 2018 vs. referentieperiode

In deze figuur is te zien dat de meest dominante lengte in beide situaties 7 cm is. Wel is de gemiddelde lengte van de 0+ klasse baars in 2018 groter is dan in de referentieperiode. In de referentieperiode is de gemiddelde lengte van 0+ baars 7,1 cm. De gemiddelde lengte in 2018 is 7,4 cm. De maximale lengte van de 0+ klasse is in beide situaties op 11 cm gezet. Uit de Two-sample Kolmogorov-Smirnov toets blijkt dat de $D\text{-stat} = 0,0877 > 0,0016 = D\text{-crit}$. Dit geeft aan dat er voor de LF-verdeling van baars een significant verschil is in lengte tussen 2018 en de referentieperiode. Dit wil zeggen dat de lengte in 2018 significant groter is dan in de referentie situatie.

Vergelijking lengte 0+ klasse blankvoorn

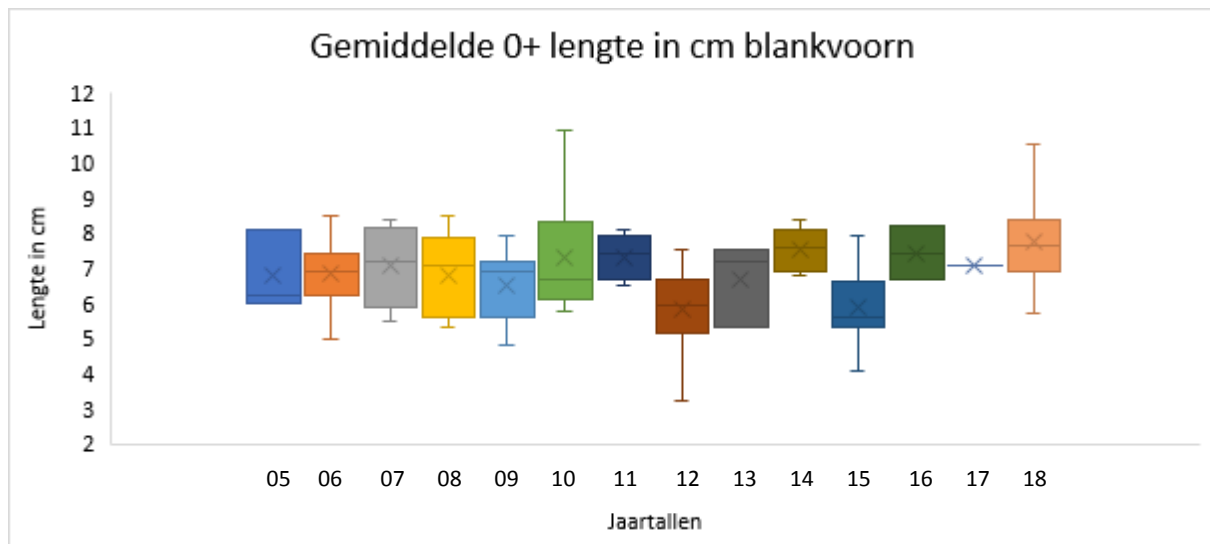
In de onderstaande figuur, figuur 15, is LF-grafiek van de totaalvangst van de blankvoorn weergegeven.



Figuur 15: LF-verdeling 0+ klasse blankvoorn 2018 vs. referentieperiode

In de figuur is te zien dat er ook voor blankvoorn een verschuiving in gemiddelde lengte plaats heeft gevonden. In zowel de referentiesituatie als in 2018 was de meest dominante lengte 7 cm, maar in de referentieperiode zijn er meer kleinere exemplaren gevangen (3 t/m 7 cm). De gemiddelde lengte van de 0+ klasse is in de referentieperiode 6,7 cm, terwijl in 2018 de gemiddelde lengte van de 0+ klasse 7,8 cm bedraagt. De maximale lengte van de 0+ klasse is in de referentiesituatie op 9 cm gezet. In 2018 was de maximale lengte van de 0+ klasse 11 cm.

Uit de Two-sample Kolmogorov-Smirnov toets blijkt dat de $D\text{-stat} = 0,1668 > 0,0016 = D\text{-crit}$. Dit geeft aan dat er voor de LF-verdeling van blankvoorn een significant verschil is in lengte tussen 2018 en de referentieperiode. Dit wil zeggen dat de lengte in 2018 significant groter is dan in de referentie situatie.



Figuur 16: Gemiddelde lengte 0+ klasse blankvoorn 2018 vs. referentie jaren

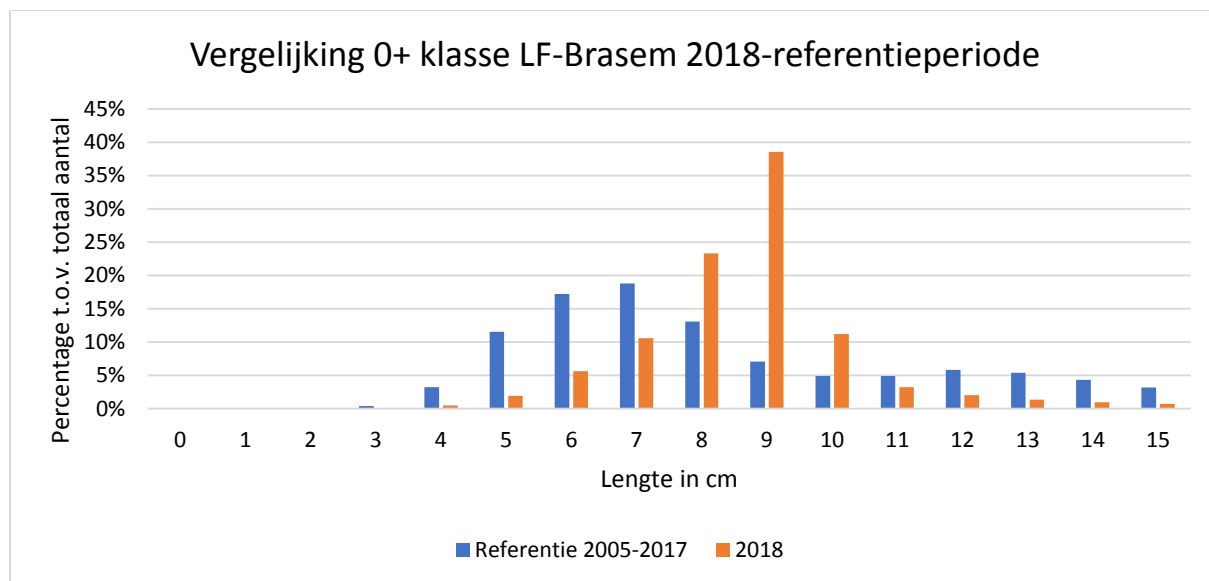
Zoals reeds aangegeven was de gemiddelde lengte van de 0+ klasse van blankvoorn groter (7,8 cm) dan in de referentie situatie (6,7 cm). In figuur 16 zijn boxplots weergegeven, gebaseerd op de gemiddelde lengtes die de 0+ klasse blankvoorn in individuele waterlichamen bereiken tijdens het eerste groeiseizoen. Het gemiddelde van deze waarnemingen (gemiddelde lengte 0+ blankvoorn) is met een X weergegeven in de boxplot.

Uit figuur 16 blijkt dat de gemiddelde lengte van de 0+ klasse blankvoorn (aangegeven met X in de boxplot) in 2018 ongeveer gelijk is aan 2014 (7,5 cm) en 2016 (7,4 cm). De kleinste gemiddelde lengte van de 0+ klasse blankvoorn is aangetroffen in 2012 (5,8 cm) en 2015 (5,4 cm). Omdat 2010 het koudste jaar was en 2014 het warmste jaar zijn de gemiddelde lengtes van de 0+ klasse blankvoorn van deze jaren vergeleken met de gemiddelde lengte van 0+ blankvoorn in 2018.

Uit de T-toets voor onafhankelijke steekproeven bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in gemiddelde lengte van blankvoorn tussen 2010 en 2018 niet significant is ($p = 0,1683$, $n = 18$). Ditzelfde is ook uitgevoerd voor de gemiddelde lengte in 2014 en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil ook niet significant is ($p = 0,3046$, $n = 10$).

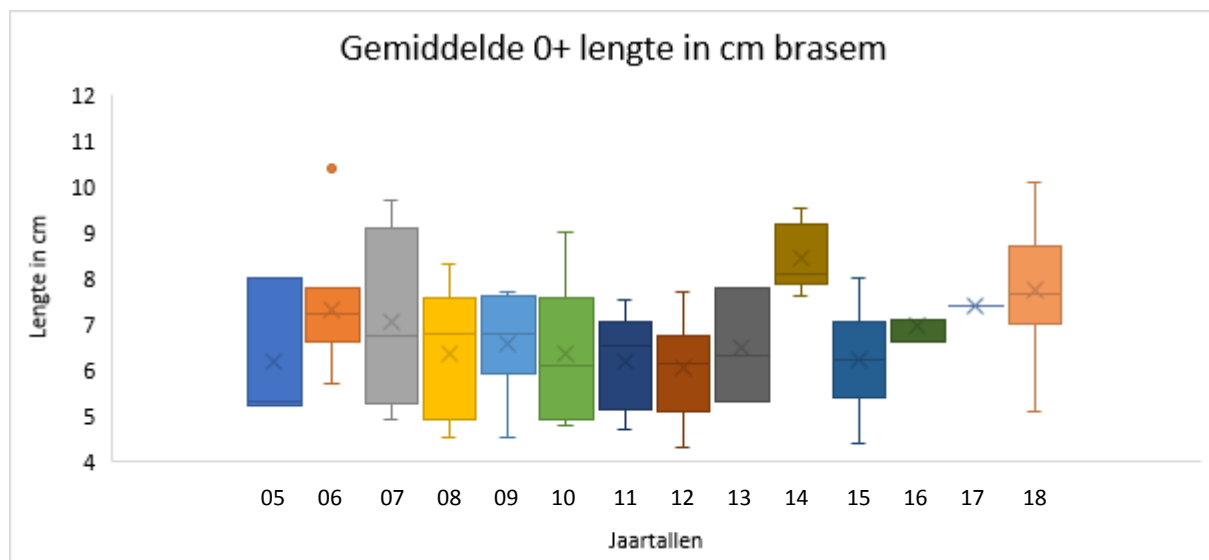
Vergelijking lengte 0+ klasse brasem

In de onderstaande figuur, figuur 17, is de LF-grafiek van de totaalvangst van de brasem weergegeven.



Figuur 17: LF-verdeling 0+ klasse brasem 2018 vs. referentieperiode

In deze figuur is te zien dat 7 cm de meest dominante lengte van brasem in de referentieperiode is, terwijl 9 cm de meest dominante lengte van brasem in 2018 is. De gemiddelde lengte van de 0+ klasse is in de referentieperiode 6,9 cm, terwijl in 2018 de gemiddelde lengte 7,7 cm bedraagt. De maximale lengte van de 0+ klasse is in de referentiesituatie op 10 cm gezet. In 2018 was de maximale lengte van de 0+ klasse 11 cm. Uit de Two-sample Kolmogorov-Smirnov toets blijkt dat de $D\text{-stat} = 0,2479 > 0,0009 = D\text{-crit}$. Dit geeft aan dat er voor de LF-verdeling van brasem een significant verschil is in lengte tussen 2018 en de referentieperiode. Dit wil zeggen dat de lengte in 2018 significant groter is.



Figuur 18: Gemiddelde lengte 0+ klasse brasem 2018 vs. referentiejaar

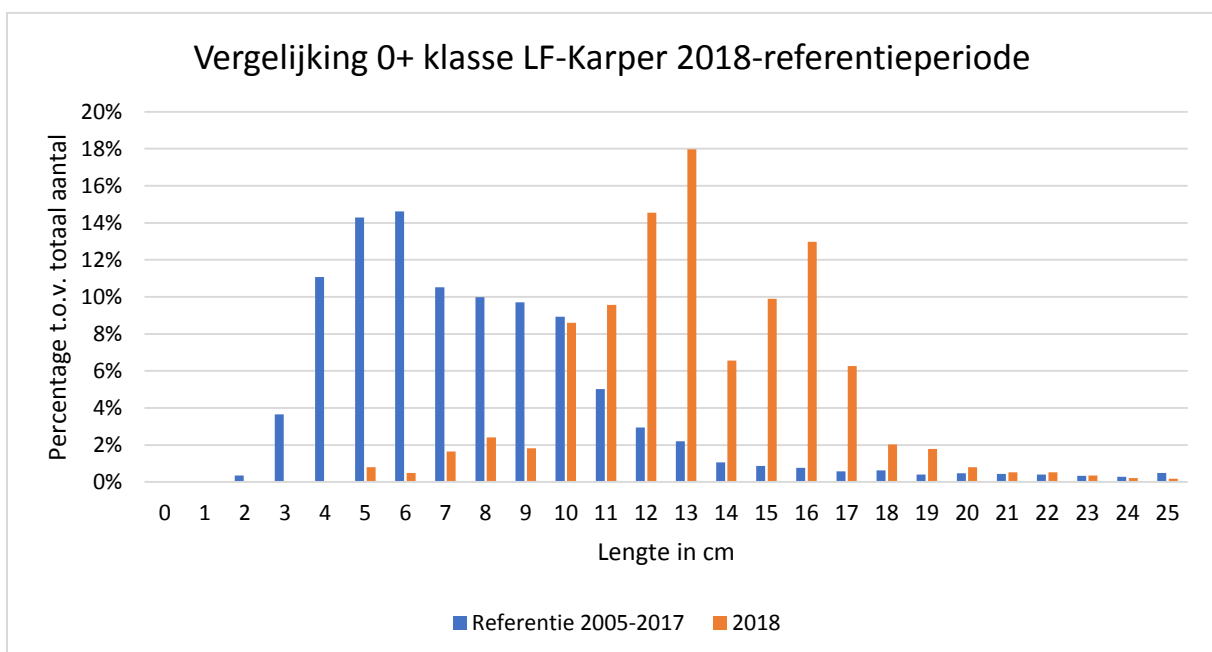
Zoals reeds aangegeven was de gemiddelde lengte van de 0+ klasse van brasem groter (7,7 cm) dan in de referentie situatie (6,9 cm). Uit figuur 18 blijkt dat de gemiddelde lengte van de 0+ klasse brasem (aangegeven met X in de boxplot) in 2014 (8,4 cm) groter is dan in 2018. In 2005 en 2012 had de 0+ klasse brasem de kleinste gemiddelde lengte (6,2 cm en 6 cm). Omdat 2010 het koudste jaar was en

2014 het warmste jaar zijn de gemiddelde lengtes van de 0+ klasse blankvoorn van deze jaren vergeleken met de gemiddelde lengte van 0+ blankvoorn in 2018.

Uit de T-toets voor onafhankelijke steekproeven bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in gemiddelde lengte van brasem tussen 2010 en 2018 significant is ($p = 0,033$, $n = 18$). Ditzelfde is ook uitgevoerd voor de gemiddelde lengte in 2014 en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil niet significant is ($p = 0,8662$, $n = 10$).

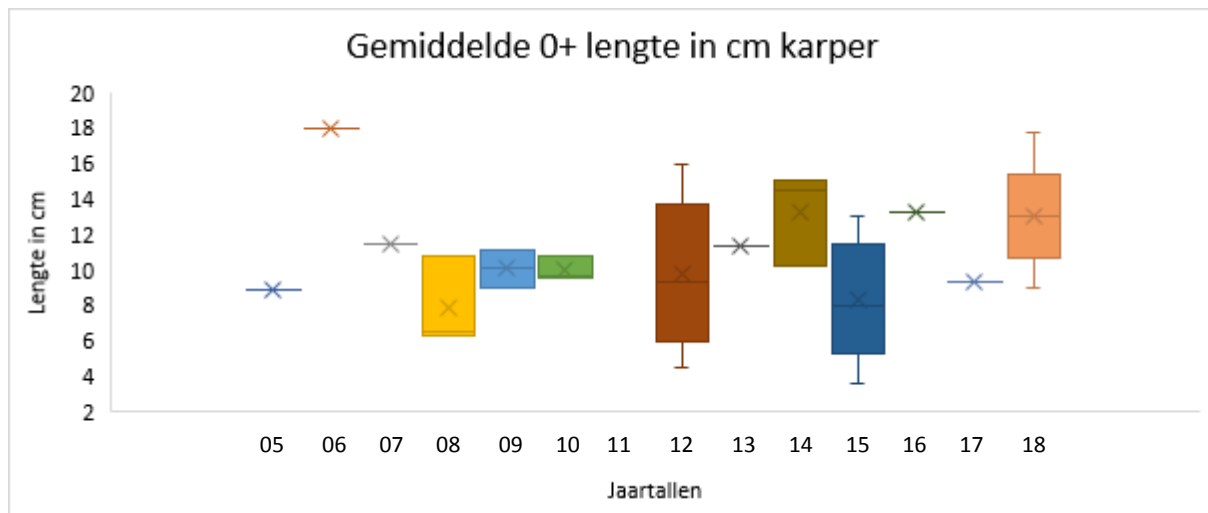
Vergelijking lengte 0+ klasse karper

In de onderstaande figuur, figuur 19, is de LF-grafiek van de totaalvangst van de karper weergegeven. De maximale lengte van de 0+ klasse van karper is op 25 cm gezet. Deze grens is wat groter gehouden, omdat de 0+ klasse van karper in 2018 zo rond de 20 à 22 cm kon groeien (volgens vangstdata van ATKB en antwoorden op de interviews). Bij de grens van 25 cm worden zeker alle 0+ karpers meegenomen.



Figuur 19: LF-verdeling 0+ klasse karper 2018 vs. referentieperiode

In deze figuur is wederom een verschuiving te zien in de dominante lengtes van de gevangen karpers tussen de referentieperiode en 2018. Het is duidelijk te zien dat de lengtes van de 0+ klasse van de referentiesituatie kleiner zijn dan de lengtes van de 0+ klasse van 2018. De gemiddelde lengte van de 0+ klasse karper is in de referentieperiode 7,2 cm, terwijl in 2018 de gemiddelde lengte 13,2 cm bedraagt. De maximale lengte van de 0+ klasse is in de referentiesituatie op 14 cm gezet. In 2018 was de maximale lengte van de 0+ klasse 20 cm. Uit de Two-sample Kolmogorov-Smirnov toets blijkt dat de $D\text{-stat} = 0,5874 > 0,0083 = D\text{-crit}$. Dit geeft aan dat er voor de LF-verdeling van karper een significant verschil is in lengte tussen 2018 en de referentieperiode. Dit wil zeggen dat de lengte in 2018 significant groter is.



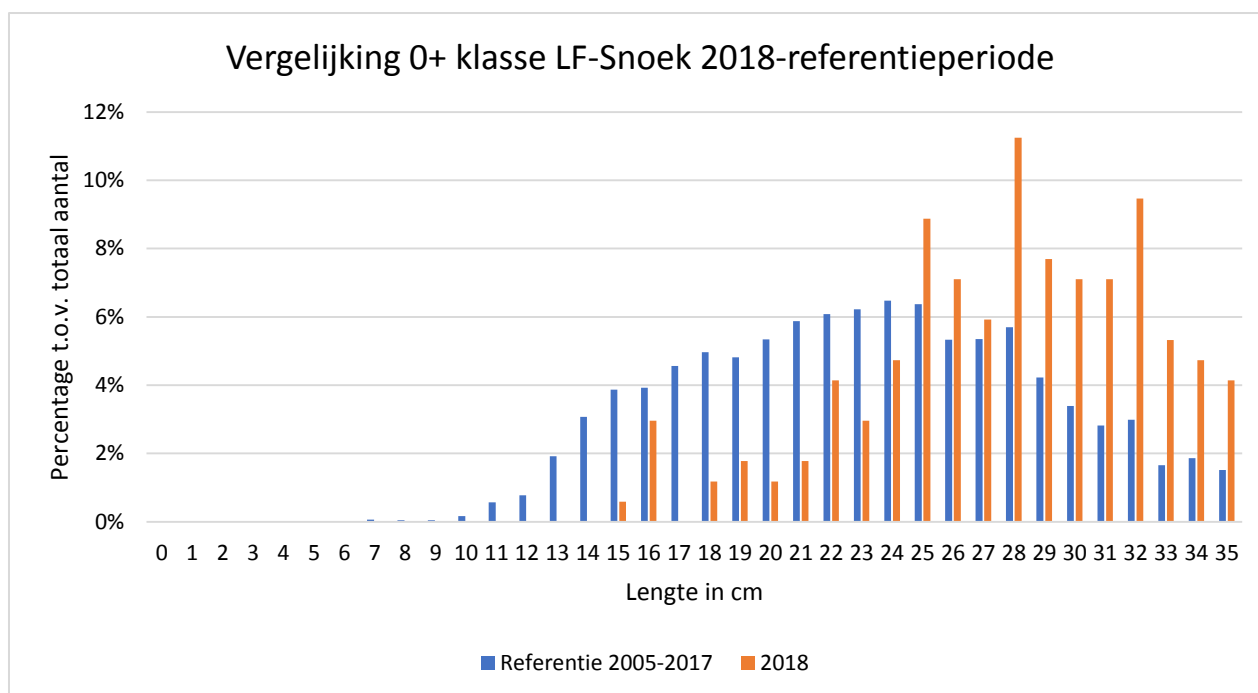
Figuur 20: Gemiddelde lengte 0+ klasse karper 2018 vs. referentiejaren

Zoals reeds aangegeven was de gemiddelde lengte van de 0+ klasse van karper groter (13,2 cm) dan in de referentie situatie (7,2 cm). Uit figuur 20 blijkt dat de gemiddelde lengte van de 0+ klasse karper (aangegeven met X in de boxplot) in 2014 net zo groot is als in 2018 (13,2 cm in beide jaren). In 2008 en 2015 had de 0+ klasse karper de kleinste gemiddelde lengte (7,9 cm en 8,3 cm). Omdat 2010 het koudste jaar was en 2014 het warmste jaar zijn de gemiddelde lengtes van de 0+ klasse karper van deze jaren vergeleken met de gemiddelde lengte van 0+ karper in 2018. Daarnaast is in 2011 geen enkel individu aangetroffen in de 0+ klasse van karper.

Uit de T-toets voor onafhankelijke steekproeven bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in gemiddelde lengte van karper tussen 2010 en 2018 significant is ($p = 0,0067$, $n = 6$). Ditzelfde is ook uitgevoerd voor de gemiddelde lengte in 2014 en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil niet significant is ($p = 0,2274$, $n = 4$).

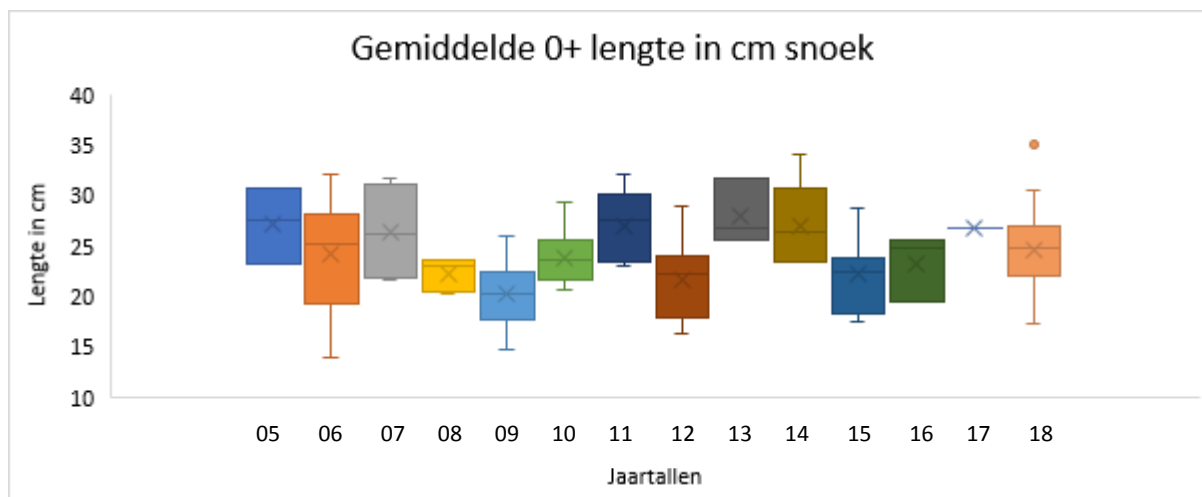
Vergelijking lengte 0+ klasse snoek

In de onderstaande figuur, figuur 21, is de LF-grafiek van de totaalvangst van de snoek weergegeven. De maximale lengte van de 0+ klasse van snoek is op 35 cm gezet. Deze grens is wat groter gehouden, omdat de 0+ klasse van snoek in 2018 zo rond de 35 cm kon groeien. Bij de grens van 35 cm worden zeker alle 0+ snoeken meegenomen.



Figuur 21: LF-verdeling 0+ klasse snoek 2018 vs. referentieperiode

De figuur laat zien dat er in 2018 meer snoeken zijn gevangen van een groter formaat in vergelijking met de vangsten van de referentieperiode. De gemiddelde lengte van de 0+ klasse snoek is in de referentieperiode 22 cm, terwijl in 2018 de gemiddelde lengte 22,4 cm bedraagt. Bij beide situaties is de maximale lengte op 35 cm gezet. Uit de Two-sample Kolmogorov-Smirnov toets blijkt dat de $D\text{-stat} = 0,0397 > 0,0076 = D\text{-crit}$. Dit geeft aan dat er voor de LF-verdeling van snoek een significant verschil is in lengte tussen 2018 en de referentiesituatie. Dit wil zeggen dat de lengte in 2018 significant groter is.



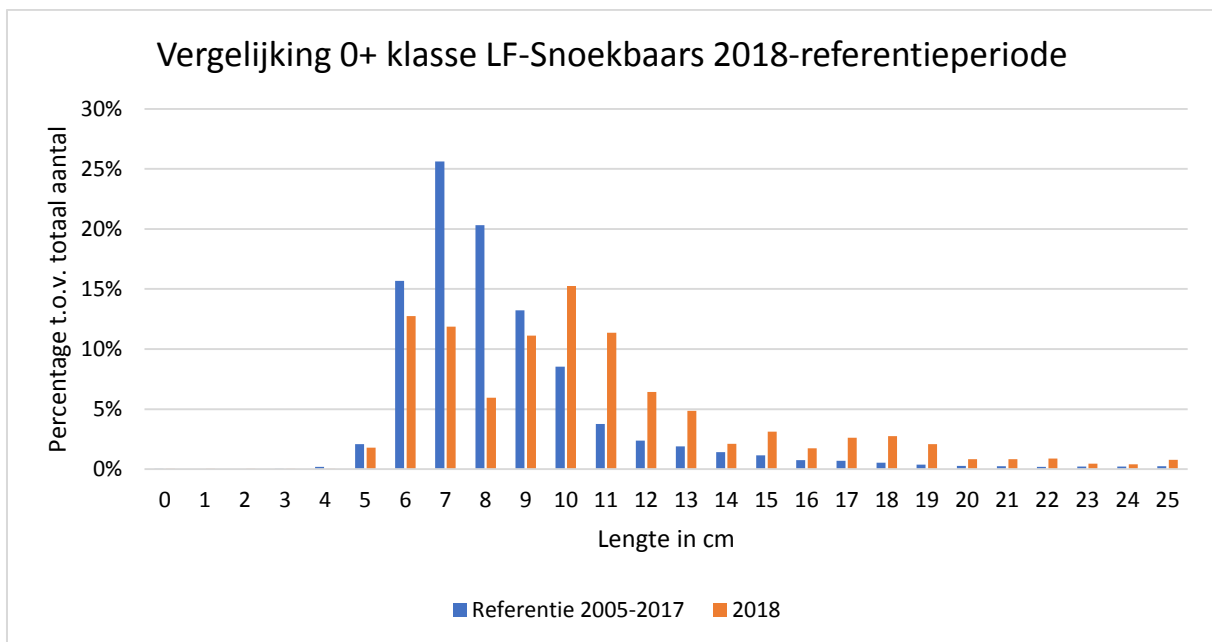
Figuur 22: Gemiddelde lengte 0+ klasse snoek 2018 vs. referentiejaaren

Zoals reeds aangegeven was de gemiddelde lengte van de 0+ klasse van snoek een klein beetje groter (22,4 cm) dan in de referentie situatie (22 cm). Uit figuur 22 blijkt dat de gemiddelde lengte van de 0+ klasse snoek (aangegeven met X in de boxplot) in 2013 het grootst was (28 cm). In 2009 was de gemiddelde lengte van 0+ snoek het kleinst (20,2 cm). Omdat 2010 het koudste jaar was en 2014 het warmste jaar zijn de gemiddelde lengtes van de 0+ klasse snoek van deze jaren vergeleken met de gemiddelde lengte van 0+ snoek in 2018.

Uit de T-toets voor onafhankelijke steekproeven bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in gemiddelde lengte van snoek tussen 2010 en 2018 niet significant is ($p = 0,4133$, $n = 18$). Ditzelfde is ook uitgevoerd voor de gemiddelde lengte in 2014 en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil ook niet significant is ($p = 0,7724$, $n = 10$).

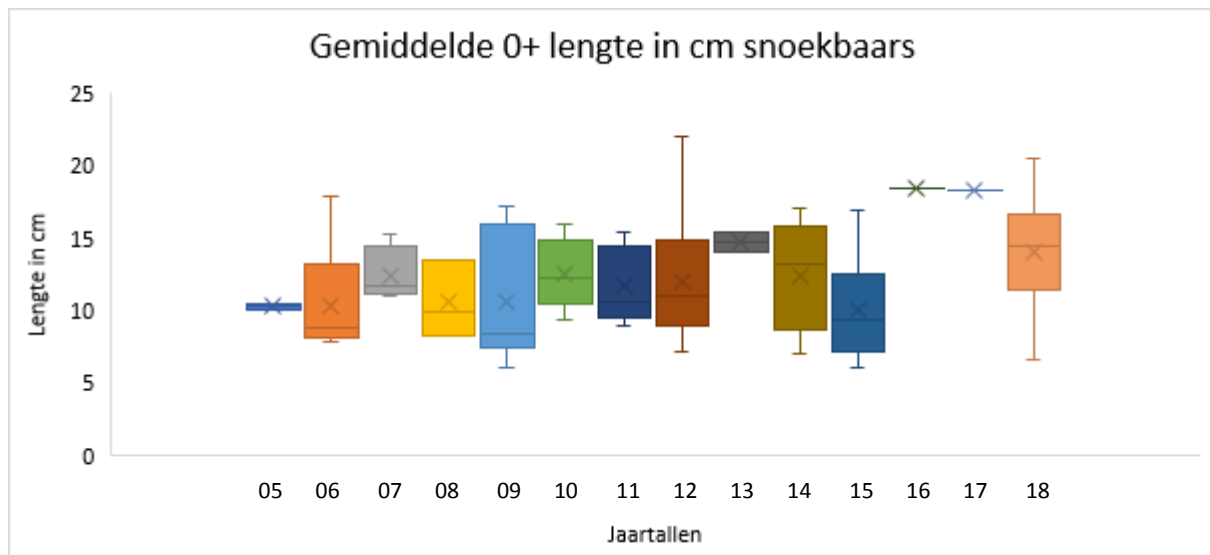
Vergelijking lengte 0+ klasse snoekbaars

In de onderstaande figuur, figuur 23, is de LF-grafiek van de totaalvangst van de snoekbaars weergegeven. De maximale lengte van de 0+ klasse van snoekbaars is op 25 cm gezet. Deze grens is wat groter gehouden, omdat de 0+ klasse van snoekbaars in 2018 zo rond de 25 cm kon groeien. Bij de grens van 25 cm worden zeker alle 0+ snoekbaars meegenomen.



Figuur 23: LF-verdeling 0+ klasse snoekbaars 2018 vs. referentieperiode

In de figuur is te zien dat de 0+ klasse van snoekbaars in 2018 breder uit een loopt dan in de referentiesituatie. In 2018 is ook duidelijk een verschil te zien in de planktivore- en piscivore snoekbaars. Dit is te zien aan de twee pieken in de grafiek. De planktivore snoekbaars had in dit geval een lengte tussen 5 en 8 cm, terwijl de lengte van de piscivore snoekbaars tussen de 9 en 14 cm ligt. De gemiddelde lengte van de 0+ klasse snoekbaars is in de referentieperiode 7,9 cm, terwijl dit in 2018 9,2 cm bedraagt. De maximale lengte van de 0+ klasse is in de referentiesituatie op 13 cm gezet. In 2018 was de maximale lengte van de 0+ klasse 14 cm. Uit de Two-sample Kolmogorov-Smirnov toets blijkt dat de $D\text{-stat} = 0,3658 > 0,0052 = D\text{-crit}$. Dit geeft aan dat er voor de LF-verdeling van snoekbaars een significant verschil is in lengte tussen 2018 en de referentieperiode situatie. Dit wil zeggen dat de lengte in 2018 significant groter is.



Figuur 24: Gemiddelde lengte 0+ klasse snoekbaars 2018 vs. referentiejaren

Zoals reeds aangegeven was de gemiddelde lengte van de 0+ klasse van snoekbaars groter (9,2 cm) dan in de referentie situatie (7,9 cm). Uit figuur 24 blijkt dat de gemiddelde lengte van de 0+ klasse snoekbaars (aangegeven met X in de boxplot) in 2013 groter was (14,7 cm) dan in 2018 (14 cm). In 2015 was de gemiddelde lengte van 0+ snoekbaars het kleinst (10 cm). Omdat 2010 het koudste jaar was en 2014 het warmste jaar zijn de gemiddelde lengtes van de 0+ klasse snoek van deze jaren vergeleken met de gemiddelde lengte van 0+ snoek in 2018.

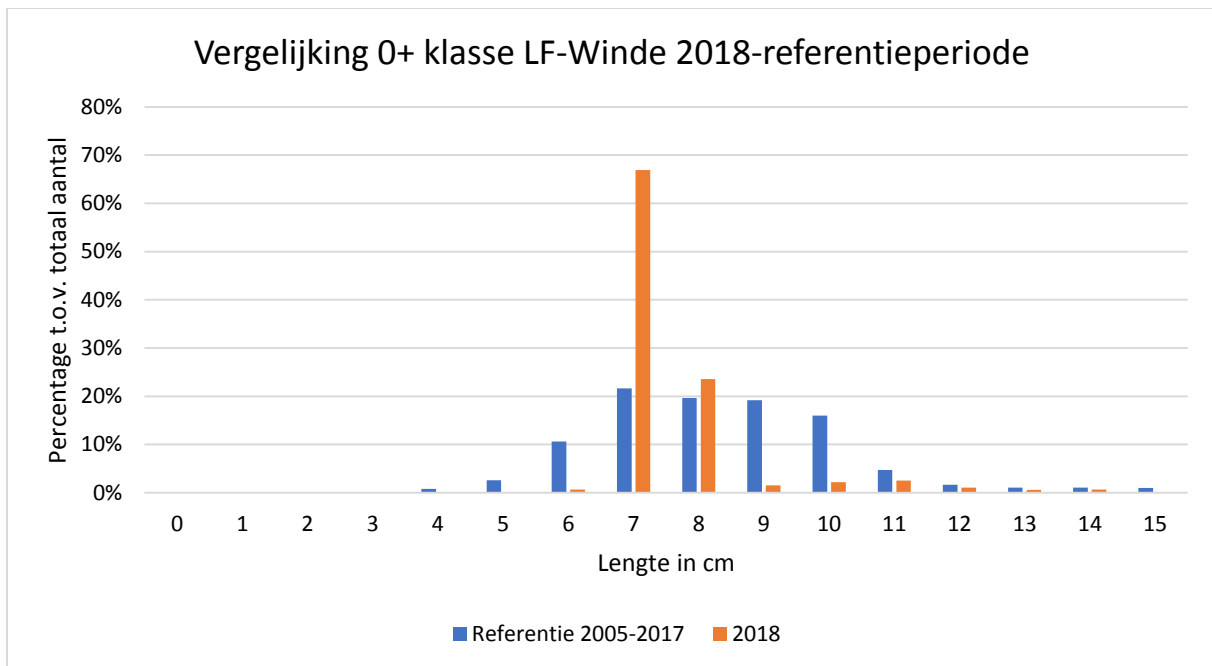
Uit de T-toets voor onafhankelijke steekproeven bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in gemiddelde lengte van snoekbaars tussen 2010 en 2018 niet significant is ($p = 0,1084$, $n = 14$). Ditzelfde is ook uitgevoerd voor de gemiddelde lengte in 2014 en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil ook niet significant is ($p = 0,0956$, $n = 10$).

Vooral in de Friese meren (Bergumermeer, Fluessen-Heegermeer, Groote Wielen, Sneekermeer en Terkaplester Poelen) is er een sterke verdeling aangetroffen tussen planktivore en piscivore snoekbaars. Deze verdeling is weergegeven in Bijlage I. De koppen in de tabel betekenen het volgende: SB gem = gemiddelde lengte van 0+ snoekbaars per dieet per bemonsteringsjaar, min cm = minimale lengte van de 0+ klasse snoekbaars per dieet per bemonsteringsjaar, max cm = maximale lengte van de 0+ snoekbaars per dieet per bemonsteringsjaar, aantal = het aantal individuen in de 0+ klasse per dieet per bemonsteringsjaar en % t.o.v. tot = percentage van de 0+ klasse per dieet ten opzichte van het totaal (planktivor en piscivor samen) per bemonsteringsjaar.

Op basis van de gegevens in deze tabel bleek dat de gemiddelde lengte van planktivore snoekbaars in 2018 groter was dan in de voorgaande bemonsteringsjaren. De gemiddelde lengte van piscivore snoekbaars was in 2018 min of meer gelijk aan de voorgaande bemonsteringsjaren in de eerder benoemde waterlichamen. Ook blijkt dat de verhouding tussen planktivore- en piscivore snoekbaars in enkele bemonsteringsjaren erg verschillen in enkele Friese meren.

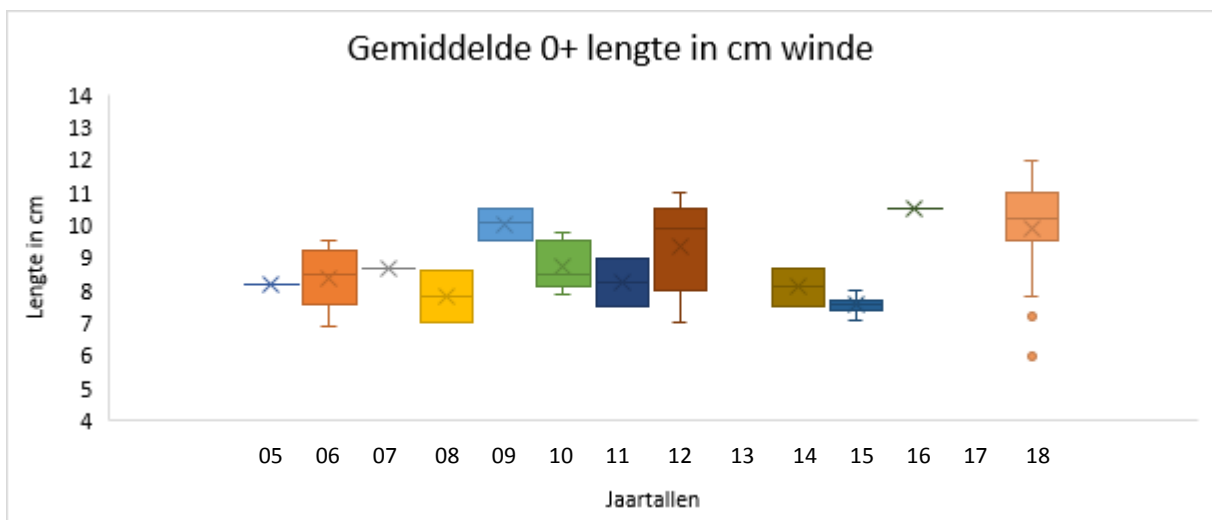
Vergelijking lengte 0+ klasse winde

In de onderstaande figuur, figuur 25, is de LF-grafiek van de totaalvangst van winde weergegeven.



Figuur 25: LF-verdeling 0+ klasse winde 2018 vs. referentieperiode

De gemiddelde lengte van de 0+ klasse is in de referentieperiode 8,2 cm, terwijl in 2018 de gemiddelde lengte 7,3 cm bedraagt. De maximale lengte van de 0+ klasse is in de referentiesituatie op 11 cm gezet. In 2018 was de maximale lengte van de 0+ klasse 12 cm. Uit de Two-sample Kolmogorov-Smirnov toets blijkt dat de $D\text{-stat} = 0,4083 > 0,0058 = D\text{-crit}$. Dit geeft aan dat er voor de LF-verdeling van winde een significant verschil is in lengte tussen 2018 en de referentieperiode. Echter, in dit geval is de lengte in 2018 significant kleiner in vergelijking met de referentieperiode.



Figuur 26: Gemiddelde lengte 0+ klasse winde 2018 vs. referentiejaar

Zoals reeds aangegeven was de gemiddelde lengte van de 0+ klasse van winde kleiner (7,3 cm) dan in de referentie situatie (8,2 cm). Uit figuur 26 blijkt dat de gemiddelde lengte van de 0+ klasse winde (aangegeven met X in de boxplot) in 2009 groter was (10 cm) dan in 2018 (9,9 cm). In 2008 en 2015 was de gemiddelde lengte van 0+ winde het kleinst (7,8 cm en 7,6 cm). Omdat 2010 het koudste jaar

was en 2014 het warmste jaar zijn de gemiddelde lengtes van de 0+ klasse winde van deze jaren vergeleken met de gemiddelde lengte van 0+ winde in 2018. Daarnaast is er in 2013 en 2017 geen enkele individu in de 0+ klasse van winde aangetroffen.

Uit de T-toets voor onafhankelijke steekproeven bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in gemiddelde lengte van winde tussen 2010 en 2018 niet significant is ($p = 0,1157$, $n = 8$). Er kon geen statistische analyse gemaakt worden van de gemiddelde lengte van winde tussen 2014 en 2018, omdat er maar één waterlichaam te vergelijken was.

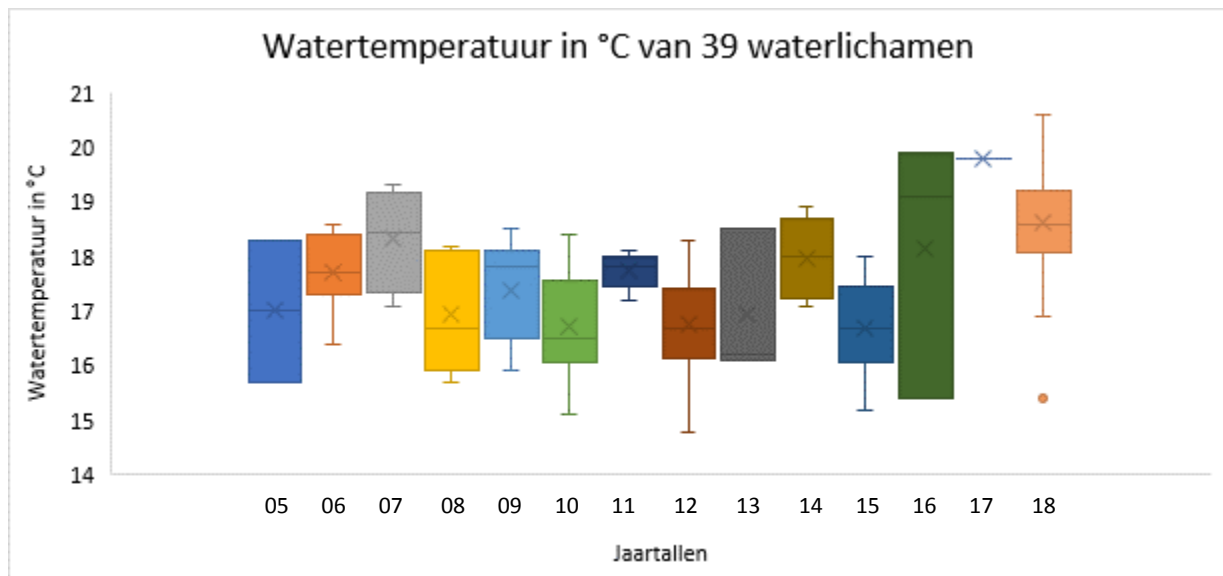
3.4 (A)biotische gegevens

In deze paragraaf worden de (a)biotische gegevens besproken. Deze (a)biotische gegevens zijn gekozen omdat deze een effect kunnen hebben op de groei van de 0+ klasse van vis (Ficke et al., 2007; He et al., 2018; Jeppesen et al., 2010; Moyson et al., 2015; Napiórkowska-Krzebietke, 2017; Niinemets, 2017; Paalvast & Noordhuis, 2012; Réalis-Doyelle et al., 2018). Van ieder waterlichaam zijn voor alle abiotische gegevens de zomergemiddelden (april tot en met september) gebruikt omdat dit de opgroeiperiode is van juveniele vis. In de onderstaande paragrafen worden er boxplots weergegeven die de gemiddelde waarden van de (a)biotische factoren per jaar laten zien. Hier zijn ook spreidingsgrafieken van beschikbaar en zijn te vinden in Bijlage J.

Watertemperatuur

In figuur 27 is de watertemperatuur weergegeven in de periode tussen 2005 en 2018. De zomergemiddelde watertemperatuur van de referentieperiode 2005 tot en met 2017 bedraagt 17,5 °C. Uit figuur 27 valt op te maken dat 2018 gemiddeld de hoogste watertemperatuur had (18,6 °C). In 2017 was de gemiddelde watertemperatuur nog hoger (19,8 °C), maar dit is gebaseerd op één waterlichaam en daarom niet representatief. Daarnaast was de gemiddelde watertemperatuur in de warme jaren 2007 en 2014 ook hoog (18,3 °C en 18 °C). De gemiddeld laagste watertemperatuur is terug te vinden in de koudere jaren 2010, 2012 en 2015. In deze jaren was de gemiddelde watertemperatuur 16,7 °C, 16,8 °C en 16,7 °C. Omdat 2010 het koudste jaar was en 2014 het warmste jaar (meteorologisch) zijn de gemiddelde watertemperaturen van deze jaren vergeleken met de gemiddelde watertemperatuur van 2018.

Uit de T-toets voor onafhankelijke steekproeven bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in watertemperatuur tussen 2010 en 2018 significant is ($p = 0,0002$, $n = 18$). Ditzelfde is ook uitgevoerd voor de gemiddelde watertemperatuur in 2014 en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil ook significant is ($p = 0,0206$, $n = 10$). Daarnaast is er met behulp van de student T-toets voor onafhankelijke steekproeven ook onderzocht of er een significant verschil is tussen de gemiddelde watertemperatuur in de referentieperiode en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in watertemperatuur tussen de referentieperiode en 2018 significant is ($p = 0,0001$, $n = 132$).

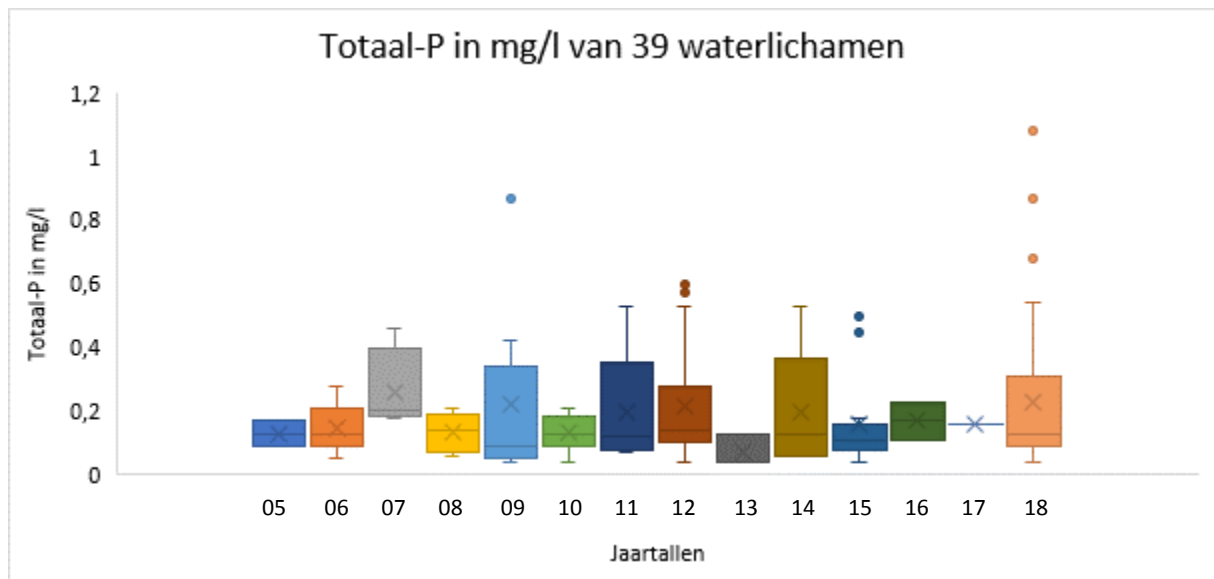


Figuur 27: Gemiddelde watertemperatuur 2018 vs. referentiejaar

Totaal fosfaat

In figuur 28 zijn de gemiddelde waarden weergegeven van totaal fosfaat (totaal-P) gedurende de periode tussen 2005 en 2018. De gemiddelde totaal-P concentratie in de referentieperiode bedraagt 0,17 mg/l. In 2018 was de gemiddelde totaal-P concentratie 0,23 mg/l. Uit figuur 28 is op te maken dat de gemiddelde totaal-P concentratie het hoogst was in het warme jaar 2007 (0,26 mg/l). Ook in het warme jaar 2014 was de totaal-P concentratie redelijk hoog (0,20 mg/l). In 2008 en 2013 was de gemiddelde totaal-P concentratie het laagst (0,13 mg/l en 0,07 mg/l). In het koude jaar 2010 was de gemiddelde totaal-P concentratie 0,13 mg/l.

Uit de T-toets voor onafhankelijke steekproeven bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in totaal-P tussen 2010 en 2018 niet significant is ($p = 0,1601$, $n = 18$). Ditzelfde is ook uitgevoerd voor de totaal-P in 2014 en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil ook niet significant is ($p = 0,5034$, $n = 10$). Daarnaast is er met behulp van de student T-toets voor onafhankelijke steekproeven ook onderzocht of er een significant verschil is tussen de totaal-P concentratie in de referentieperiode en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in totaal-P concentratie tussen de referentieperiode en 2018 niet significant is ($p = 0,1490$, $n = 131$).

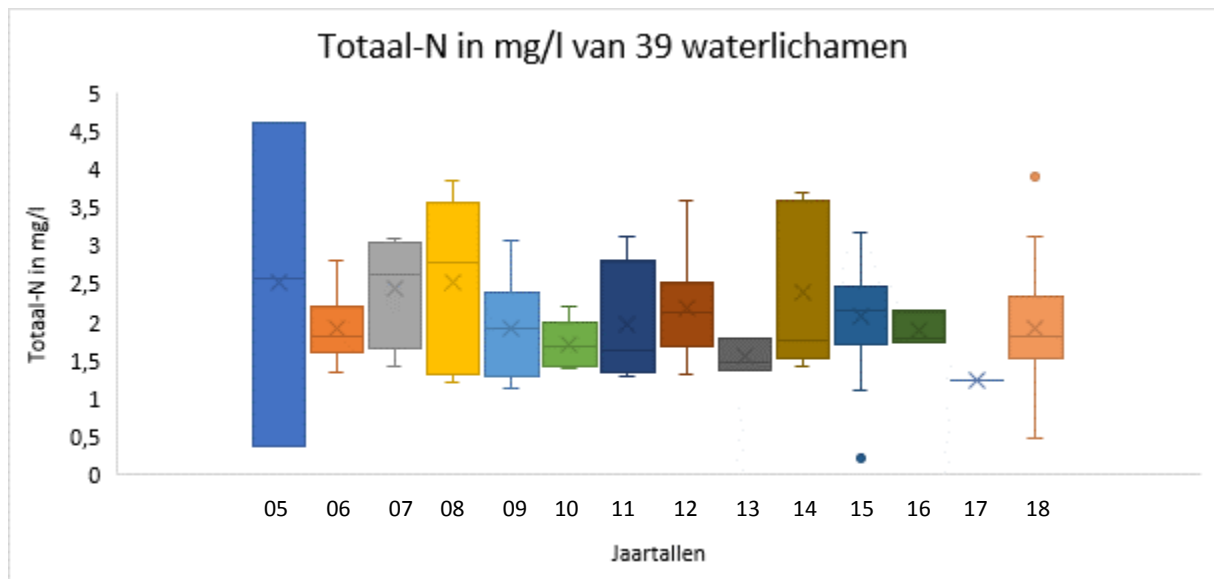


Figuur 28: Gemiddelde totaal-P concentratie 2018 vs. referentiejaar

Totaal stikstof

In figuur 29 zijn de gemiddelde waarden weergegeven van totaal stikstof (totaal-N) gedurende de periode tussen 2005 en 2018. De gemiddelde totaal-N concentratie in de referentieperiode bedraagt 2,02 mg/l. In 2018 was de gemiddelde totaal-N concentratie 1,93 mg/l. Uit figuur 29 is op te maken dat de gemiddelde totaal-N concentratie het hoogst was in 2008 (2,51 mg/l). In de warme jaren 2007 en 2014 was de gemiddelde totaal-N concentratie 2,43 mg/l en 2,4 mg/l. De laagste gemiddelde totaal-N concentratie is gemeten in 2013 (1,54 mg/l). Ook in 2017 is er een lage gemiddelde totaal-N concentratie gemeten (1,24 mg/l). Dit is gebaseerd op één waterlichaam en daarom niet representatief. In het koude jaar 2010 is er een totaal-N concentratie gemeten van 1,7 mg/l.

Uit de T-toets voor onafhankelijke steekproeven bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in totaal-N tussen 2010 en 2018 niet significant is ($p = 0,6485$, $n = 14$). Ditzelfde is ook uitgevoerd voor de totaal-N in 2014 en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil ook niet significant is ($p = 0,3800$, $n = 10$). Daarnaast is er met behulp van de student T-toets voor onafhankelijke steekproeven ook onderzocht of er een significant verschil is tussen de totaal-N concentratie in de referentieperiode en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in totaal-N concentratie tussen de referentieperiode en 2018 niet significant is ($p = 0,3032$, $n = 128$).

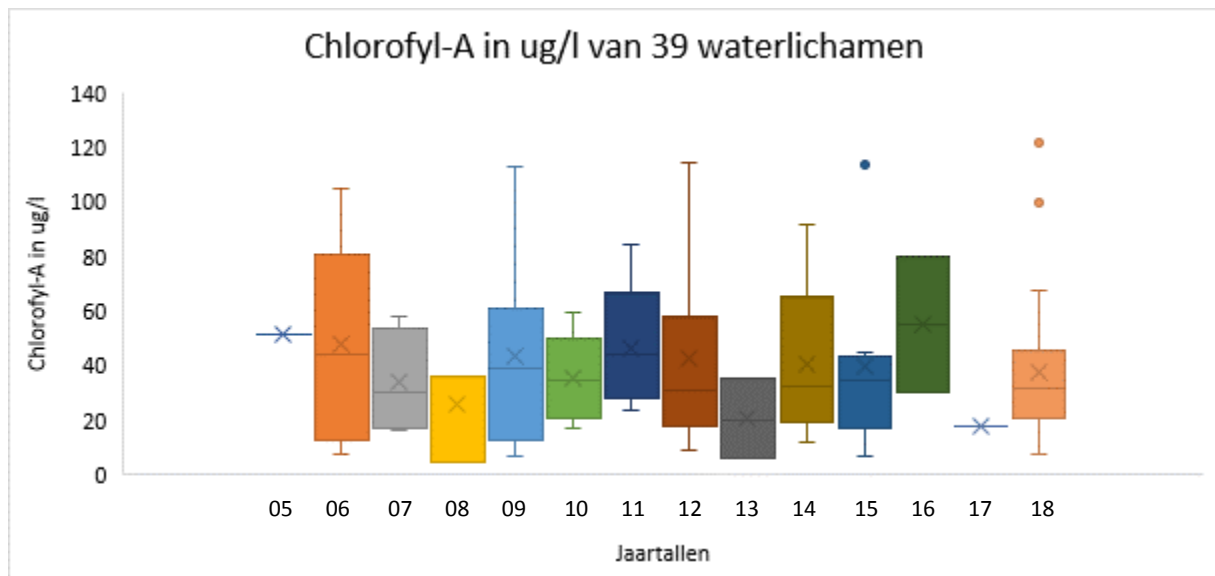


Figuur 29: Gemiddelde totaal-N concentratie 2018 vs. referentiejaar

Chlorofyl-A

In figuur 30 zijn de gemiddelde gemeten waarden van chlorofyl-A concentraties weergegeven. De gemiddelde chlorofyl-A concentratie in de referentieperiode bedraagt 38,5 ug/l. In 2018 was de gemiddelde chlorofyl-A concentratie 37,5 ug/l. In 2016 was de gemiddelde chlorofyl-A concentratie het hoogst (55,2 ug/l). In 2013 was de gemiddelde concentratie het laagst (20,5 ug/l). In 2017 was de chlorofyl-A concentratie nog lager, maar dit gemiddelde is gebaseerd op één waterlichaam en daardoor niet representatief. In de warme jaren 2007 en 2014 was de chlorofyl-A concentratie 33,6 ug/l en 40,5 ug/l. In het koude jaar 2010 was de chlorofyl-A concentratie 35,5 ug/l.

Uit de T-toets voor onafhankelijke steekproeven bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in chlorofyl-A tussen 2010 en 2018 niet significant is ($p = 0,6109$, $n = 18$). Ditzelfde is ook uitgevoerd voor chlorofyl-A in 2014 en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil ook niet significant is ($p = 0,8223$, $n = 10$). Daarnaast is er met behulp van de student T-toets voor onafhankelijke steekproeven ook onderzocht of er een significant verschil is tussen de chlorofyl-A concentratie in de referentieperiode en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in chlorofyl-A concentratie tussen de referentieperiode en 2018 niet significant is ($p = 0,5908$, $n = 108$).

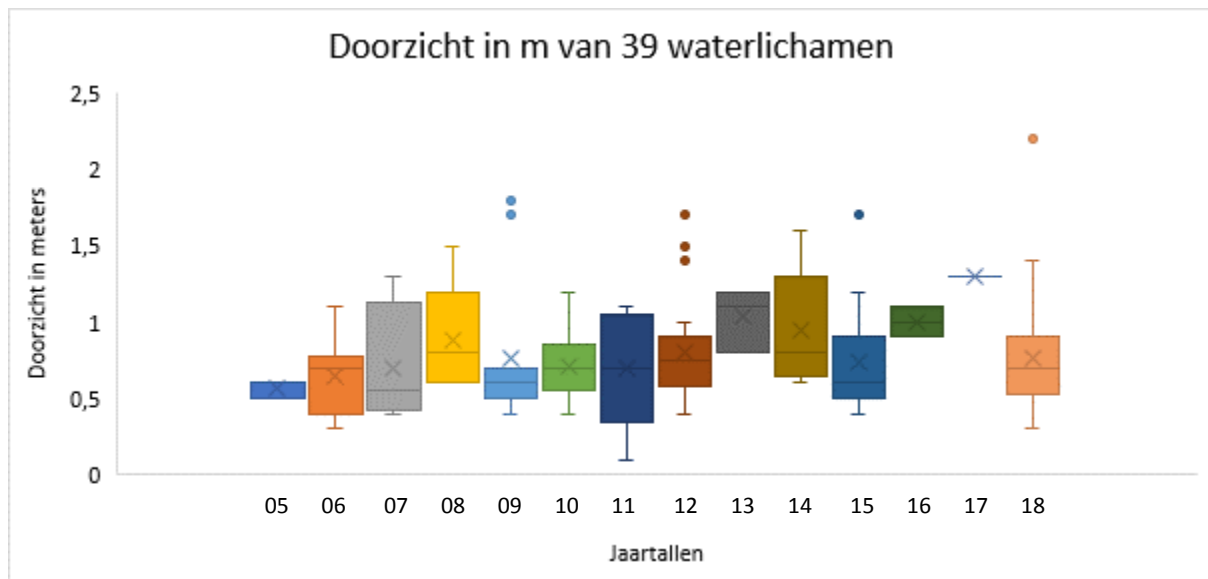


Figuur 30: Gemiddelde chlorofyl-A concentratie 2018 vs. referentiejaar

Doorzicht

In de onderstaande figuur, figuur 31, is de gemiddelde doorzicht van de bemonsterde waterlichamen weergegeven. Het gemiddelde doorzicht in de referentieperiode bedraagt 0,8 meter. Ook in 2018 was het gemiddelde doorzicht 0,8 m. Het gemiddelde doorzicht was het grootst in 2013 en 2016. In beide jaren was het gemiddelde doorzicht 1 m. Het kleinste gemiddelde doorzicht is terug te vinden in 2005 (0,6 m). In de warme jaren 2007 en 2014 was het gemiddelde doorzicht 0,7 m en 0,9 m. In het koude jaar 2010 was het gemiddelde doorzicht 0,7 m.

Uit de T-toets voor onafhankelijke steekproeven bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in doorzicht tussen 2010 en 2018 niet significant is ($p = 0,3654$, $n = 18$). Ditzelfde is ook uitgevoerd voor het doorzicht in 2014 en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil ook niet significant is ($p = 0,6257$, $n = 10$). Daarnaast is er met behulp van de student T-toets voor onafhankelijke steekproeven ook onderzocht of er een significant verschil is tussen het doorzicht in de referentieperiode en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in doorzicht tussen de referentieperiode en 2018 niet significant is ($p = 0,8150$, $n = 136$).

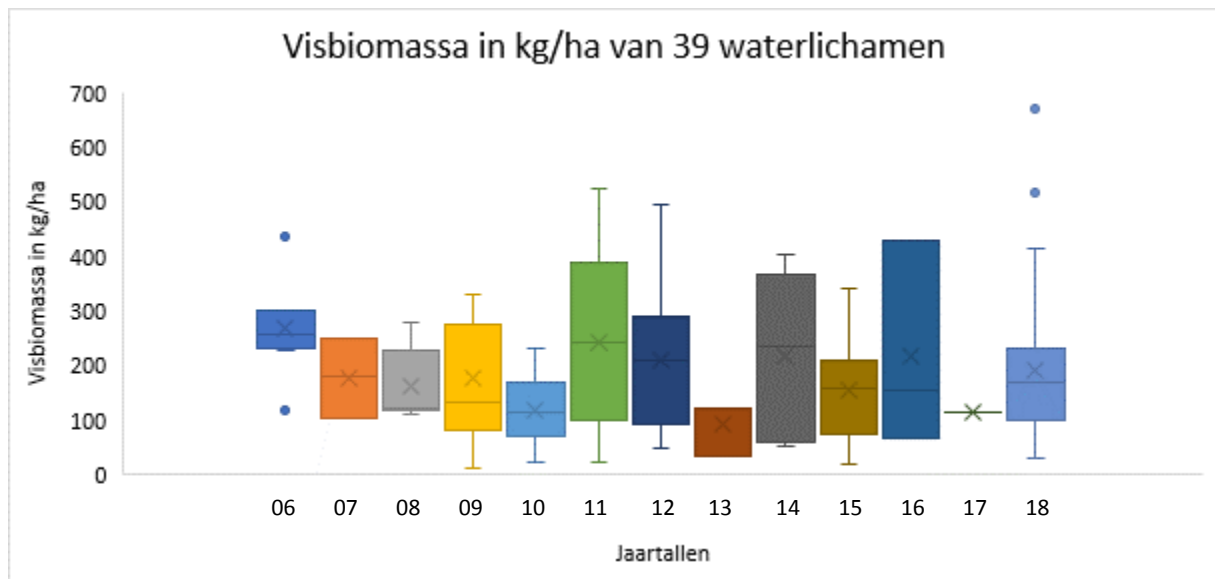


Figuur 31: Gemiddelde doorzicht 2018 vs. referentie jaren

3.5 Visbiomassa doelsoorten

In figuur 32 is de visbiomassa per hectare weergegeven. Van 2005 waren er geen bestandschattingen beschikbaar, vandaar dat de referentieperiode in dit geval 2006 tot en met 2017 bedraagt. De gemiddelde visbiomassa in de referentieperiode bedraagt 187,9 kg/ha. In 2018 was de gemiddelde visbiomassa 192,8 kg/ha. De hoogste visbiomassa/ha is aangetroffen in 2006 en 2011 (268,8 kg/ha en 244,5 kg/ha). De laagste visbiomassa is aangetroffen in 2013 (92,1 kg/ha). In de warme jaren 2007 en 2014 was de gemiddelde visbiomassa/ha 177,9 kg/ha en 218,4 kg/ha. In het koude jaar 2010 was de gemiddelde visbiomassa/ha 119,8 kg/ha.

Uit de T-toets voor onafhankelijke steekproeven bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in visbiomassa/ha tussen 2010 en 2018 niet significant is ($p = 0,1131$, $n = 9$). Ditzelfde is ook uitgevoerd voor de visbiomassa/ha in 2014 en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil ook niet significant is ($p = 0,5586$, $n = 5$). Daarnaast is er met behulp van de student T-toets voor onafhankelijke steekproeven ook onderzocht of er een significant verschil is tussen de visbiomassa/ha in de referentieperiode en 2018. Hieruit bleek dat met een alfa van 0,05 het verschil in visbiomassa/ha tussen de referentieperiode en 2018 niet significant is ($p = 0,8400$, $n = 160$).



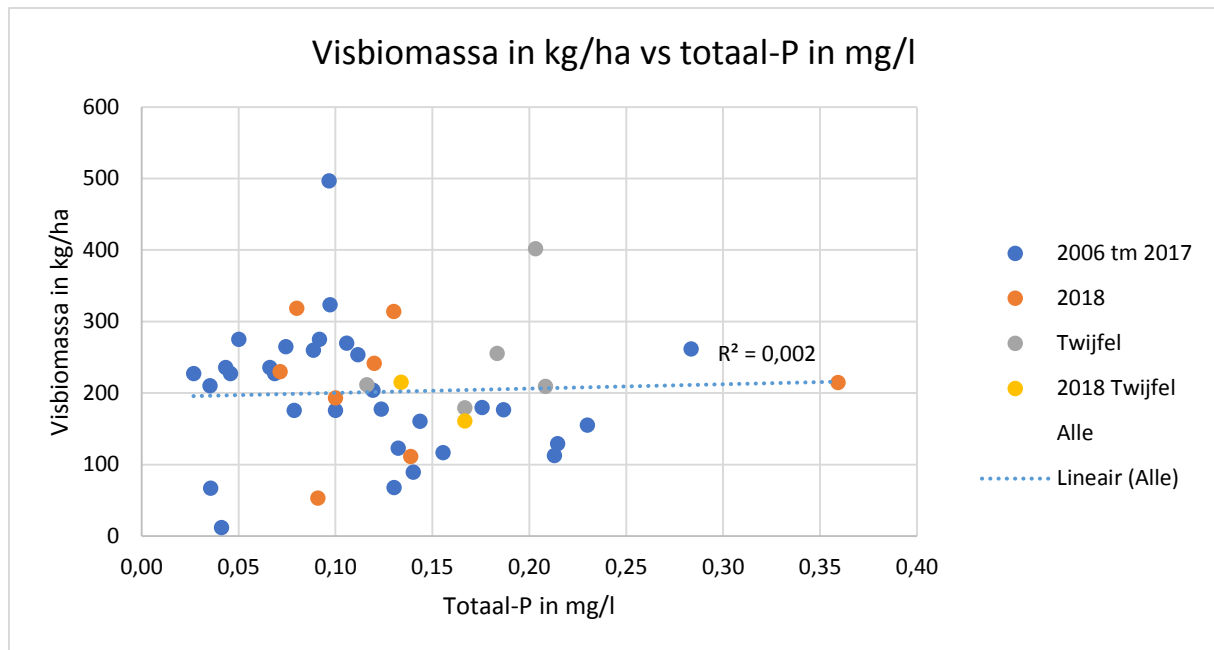
Figuur 32: Gemiddelde visbiomassa (kg/ha) 2018 vs. referentie jaren

In Bijlage K zijn grafieken opgenomen die mogelijk een relatie tonen tussen abiotische parameters (totaal-P, totaal-N, doorzicht en watertemperatuur) en de visbiomassa per waterlichaam. Voor deze grafieken zijn alleen waterlichamen gebruikt die in minimaal drie verschillende jaren zijn bemonsterd (2018 en twee vergelijkende jaren, 2011 en 2015 bijvoorbeeld). Daarnaast zijn in de grafieken ook alleen de waterlichamen verwerkt waarvan alle abiotische en visbiomassa gegevens aanwezig zijn.

3.6 Relatie voedselrijkdom versus visbiomassa

Er is ook gekeken of er een relatie is tussen de visbiomassa's in de 39 waterlichamen en de totaal fosfaatconcentratie (totaal-P). In theorie zou een waterlichaam een hogere draagkracht hebben bij een hogere totaal-P waarde (Hanson & Leggett, 1982). Met behulp van Hanson & Leggett (1982) kan de potentiële visbiomassa berekend worden op basis van het zomergemiddelde totaal-P. In figuur 33 is de visbiomassa uitgezet tegen de zomergemiddelde totaal-P concentratie.

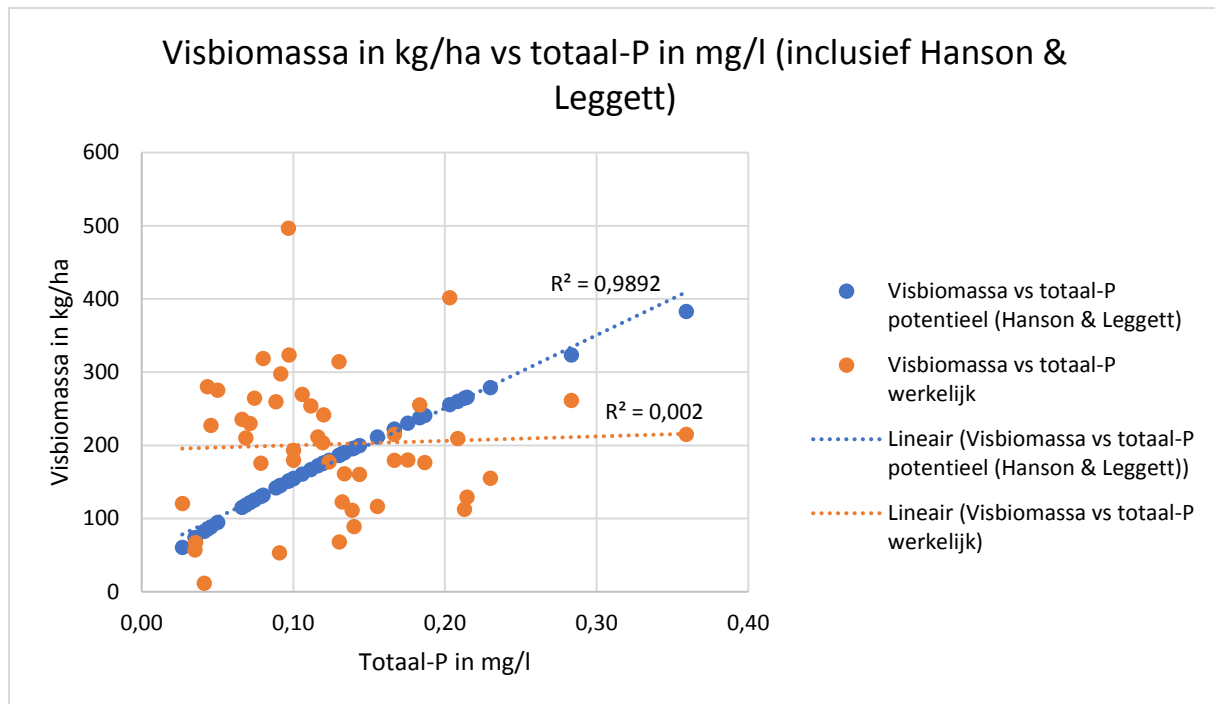
In deze figuur zijn alleen de waterlichamen meegenomen zonder kleibodem. Een kleibodem kan veel invloed hebben op het totale-P in de waterkolom door het vangen en vrijlaten van fosfaat (He et al., 2018). De periode tussen 2006 en 2017 zijn weergegeven als blauwe bolletjes. Van het jaar 2005 waren er geen visbiomassa gegevens beschikbaar. Vandaar dat er in de onderstaande figuren de periode 2006 tot en met 2018 zijn gebruikt. De waarden van 2018 zijn weergegeven met oranje bolletjes. De grijze bolletjes zijn waterlichamen waarvan het onzeker is dat ze een kleibodem hebben. De waterlichamen waar aan getwijfeld wordt of deze een kleibodem hebben zijn ook in 2018 bemonsterd. Daarom hebben deze waterlichamen voor 2018 een geel bolletje gekregen. In deze figuur zijn daarnaast ook alleen de waterlichamen meegenomen die een totaal-P waarde lager dan 0,5 mg/l hebben als zomergemiddelde (april tot en met september). Dit is geheel uitgevoerd volgens de bedenkers van deze relatie (Hanson & Leggett, 1982).



Figuur 33: Visbiomassa (kg/ha) vs. totaal-P concentratie 39 waterlichamen

In figuur 33 is te zien dat de R-kwadraat op basis van de trendlijn een correlatie van 0,002 aangeeft. De correlatie tussen de visbiomassa en totaal-P is in dit geval dus minimaal en eigenlijk te verwaarlozen. De trendlijn in de bovenstaande figuur is gebaseerd op alle bolletjes in deze figuur en wordt daarom weergegeven als 'alle'.

In figuur 34 zijn alle waterlichamen (inclusief twijfel waterlichamen) verwerkt in oranje bolletjes. In deze figuur is de correlatie visbiomassa vs. totaal-P toegevoegd van Hanson & Leggett (1982) op basis van het zomergemiddelde van de gemeten totaal-P waarden door de waterschappen. Deze Hanson & Leggett correlatie is gebaseerd op de zomergemiddelden totaal-P waarden van dit project. Deze lijn laat dus de potentiële visbiomassa zien op basis van de totaal-P waarden die ook gehanteerd zijn in figuur 33. Zowel van de Hanson & Leggett correlatie als van de resultaten van dit onderzoek zijn trendlijnen toegevoegd in figuur 34.

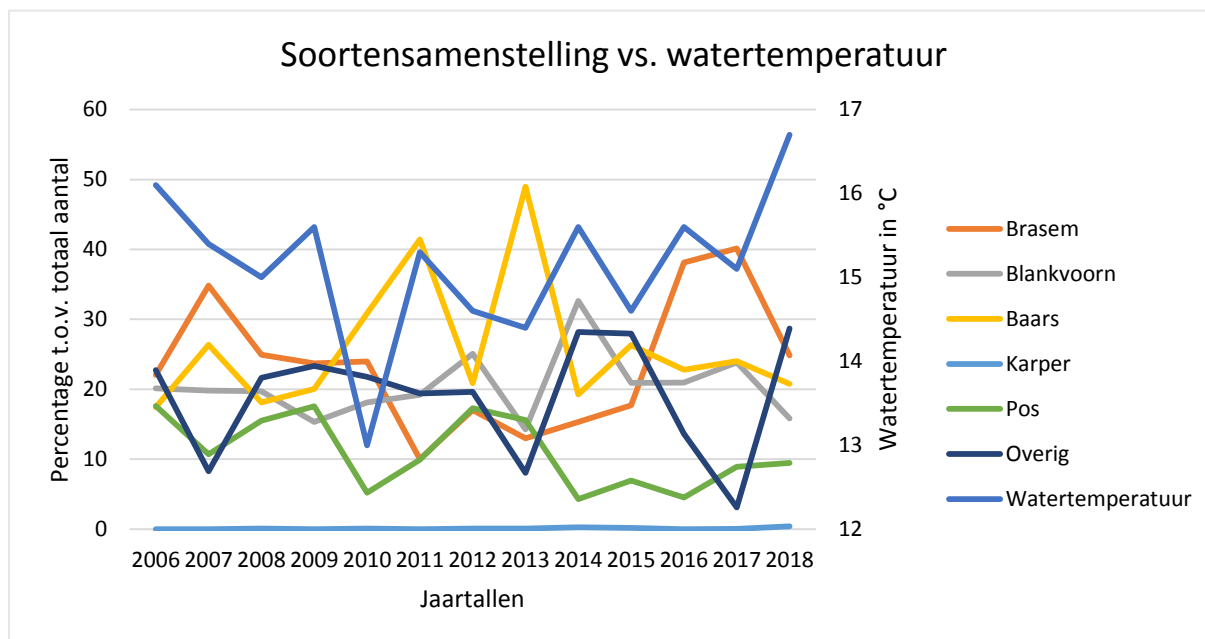


Figuur 34: Visbiomassa (kg/ha) vs. totaal-P concentratie 39 waterlichamen (incl. Hanson & Leggett correlatie)

De bovenstaande figuur, figuur 34, laat zien dat de correlatie (R-kwadraat) op basis van de trendlijn van Hanson & Leggett erg hoog is (0,9892). Dit geeft aan dat er een sterke correlatie is tussen de visbiomassa en de zomergemiddelden van de totaal-P waarden. Onder de meest optimale omstandigheden zouden de resultaten van dit onderzoek ongeveer gelijk zijn aan de Hanson & Leggett correlatie. Dit is echter niet het geval, omdat de R-kwadraat een waarde geeft van 0,002. De correlatie is dus minimaal en eigenlijk te verwaarlozen.

3.7 Verschuiving soortensamenstelling

In figuur 35 zijn verschillende veel voorkomende vissoorten weggezet tegen de gemiddelde zomertemperatuur (april tot en met september) per bemonsteringsjaar (2006 tot en met 2018) verspreid over de 39 waterlichamen van dit project. Deze aantallen zijn gebaseerd op bestandschattingen. Omdat er geen bestandschattingen bruikbaar waren van 2005 is besloten om dat jaar niet mee te nemen in de onderstaande figuur. De gebruikte aantallen in de onderstaande figuur zijn op basis van de 0 tot 15 cm klasse van de aangegeven soorten. Hier is voor gekozen omdat de 0+ klasse van snoek tot <15 cm in de bestandschatting zo aangegeven staat. De vangstaantallen van de onderstaande soorten zijn weergegeven in percentages ten opzichte van het totaal aantal. Als voorbeeld: in 2006 bestaat 23% van alle gevangen vissen uit brasem. Wel moet hierbij rekening gehouden worden met “overig”. Dit is een gezamenlijke term voor een combinatie van alle overige vissoorten buiten de vissoorten die aangegeven zijn in de figuur. In Bijlage L is per soort de samenstelling weggezet tegen de watertemperatuur per jaar tussen 2006 en 2018.



Figuur 35: Soortensamenstelling vs. watertemperatuur (2018 vs. referentiejaar)

Uit zowel de klimatologische gegevens als uit de watertemperatuur gegevens is gebleken dat de jaren 2014 en 2018 de warmte jaren waren en dat 2010 en 2013 de koudste jaren waren. Hierdoor is er gekozen om specifiek naar de soortensamenstelling te kijken in deze jaren en/of er een relatie aanwezig is tussen de soortensamenstelling en de temperatuur.

In 2014 was blankvoorn de meest dominante soort, gevolgd door overige soorten en in 2018 waren de overige soorten het meest dominant, gevolgd door brasem. In de koudere jaren zoals 2010 was baars de meest dominante soort, gevolgd door brasem en in 2013 was baars ook de dominante soort, gevolgd door blankvoorn. De pos was in 2014 en 2018 de minst dominante vissoort. Ook in 2010 was pos de minst dominante vissoort. In 2013 waren de overige vissoorten het minst dominant.

In alle jaren was karper feitelijk de minst dominante soort, maar dit komt omdat de aantallen dusdanig laag zijn dat deze niet zichtbaar zijn in de figuur. Daarom wordt er naar de andere soorten gekeken om vast te stellen welke soorten het minst dominant waren, omdat deze representatiever zijn om het verloop in beeld te brengen. Op basis van de resultaten uit figuur 35 kan er geen relatie vastgesteld worden tussen de (water)temperatuur en de samenstelling van de soortenrijkdom.

3.8 Kritieke- en optimum waarden doelsoorten

Voorafgaand aan dit onderzoek zijn er zeven doelsoorten gekozen (baars, blankvoorn, brasem, karper, snoek, snoekbaars en winde). Voor iedere doelsoort is onderzocht wat de optimum- en kritieke waarden zijn voor vier levensstadia (ei, larve, juveniel en adult). De volgende parameters zijn onderzocht: watertemperatuur, zuurstofgehalte, zuurgraad, doorzicht, diepte, stroomsnelheid en saliniteit. Deze waarden zijn weergegeven in Bijlage M. De waarden van de doelsoorten zijn vergeleken met de gemeten (a)biotische waarden in 2018 in de 39 waterlichamen. De metingen betreffen enkel de watertemperatuur, zuurstofgehalte, zuurgraad, doorzicht en waterdiepte. Alleen deze parameters zullen dus in deze paragraaf behandeld en vergeleken worden.

Allereerst is er gekeken naar de watertemperatuur. De gemiddelde watertemperatuur van alle 39 waterlichamen betrof 18,6 °C. Het waterlichaam met de laagste gemiddelde temperatuur had een watertemperatuur van 15,4 °C. Het waterlichaam met de hoogste gemiddelde temperatuur had een watertemperatuur van 20,6 °C. Ook is er gekeken naar het zuurstofgehalte. Het gemiddelde zuurstofgehalte van de 39 waterlichamen bedraagt 8 mg/l. Het waterlichaam met het laagste zuurstofgehalte had een zuurstofconcentratie van 4,2 mg/l en het waterlichaam met het hoogste zuurstofgehalte had een zuurstofconcentratie van 11 mg/l.

Vervolgens is de zuurtegraad onderzocht. De gemiddelde zuurtegraad verdeelt over de 39 waterlichamen bedraagt een pH van 7,9. Het waterlichaam met de laagste zuurgraad had een pH van 7. Het waterlichaam met de hoogste zuurgraad had een pH van 8,8. Wederom is van alle 39 waterlichamen de gemiddelde doorzicht genomen (0,8 m in dit geval). Het waterlichaam met het laagste doorzicht had een doorzicht van 0,3 m en het waterlichaam met het hoogste doorzicht had een doorzicht van 2,2 m. Tot slot is er onderzocht welke diepte de 39 waterlichamen hadden. De gemiddelde diepte van de 39 waterlichamen bedraagt 2,1 m. Het meest ondiepe waterlichaam heeft een gemiddelde diepte van 0,7 m. Het diepste waterlichaam heeft een gemiddelde diepte van 17 m.

In de volgende paragrafen worden de bovenstaande gegevens met de kritieke- en optimum waarden van de zeven doelsoorten vergeleken. Alleen als de gemeten waarden de kritieke waarden van een doelsoort overschrijden worden deze benoemd. Als soorten en/of levensstadia van soorten niet benoemd worden wil dit dus zeggen dat de gemeten waarden binnen de kritieke waarden liggen voor deze soort en/of levensstadia.

Kritieke waarden

Zoals reeds aangegeven was de gemiddelde watertemperatuur 18,6 °C. De maximale kritieke watertemperatuur voor de ontwikkeling van de embryo's van baars is 15 °C en voor snoek is dit 18 °C. Het is dus de vraag wanneer de watertemperatuur de maximale grens van de bovenstaande soorten heeft overschreden. Dit kan een sterke invloed gehad hebben op de paaisuccessie van deze soorten. Verwacht wordt wel dat de watertemperatuur pas later in het jaar boven deze kritieke grens is gekomen, omdat zowel baars als snoek al relatief vroeg in het jaar paaien.

Het gemiddelde zuurstofgehalte was 8 mg/l verdeelt over de 39 waterlichamen. Dit een zuurstofconcentratie waar alle levensstadia van de doelsoorten in kunnen overleven. Wel is de minimaal aangetroffen zuurstofconcentratie 4,2 mg/l. De volgende soorten (die leven in het waterlichaam met deze lage zuurstofconcentratie) kunnen negatieve effecten hebben ondervonden: alle levensstadia van snoekbaars kunnen hier last van hebben gehad. Ook de larven, juveniele en adulte exemplaren van snoek kunnen hier nadelige effecten van ondervonden hebben. Daarnaast hebben de embryo's, larven en juveniele exemplaren van karper mogelijk negatieve effecten ondervonden. Ook alle levensstadia van blankvoorn kunnen hier nadelige effecten van ondervonden hebben. Tot slot kan juveniele winde hier ook nadelige effecten van ondervonden hebben.

De zuurgraad is acceptabel voor alle soorten in alle levensstadia. Hier wordt dan ook niet verder op in gegaan. Het gemiddelde doorzicht voor alle 39 waterlichamen bedraagt 0,8 m. Of dit doorzicht groot genoeg is, is afhankelijk van de diepte van het water. Omdat de gemiddelde waterdiepte van alle 39 waterlichamen 2,1 meter is, wordt deze 0,8 m doorzicht vergeleken met een waterdiepte van 2,1 meter. Soorten zoals baars, snoek en winde prefereren een zo groot mogelijke doorzicht, terwijl soorten zoals karper, brasem en snoekbaars troebeler water prefereren. Blankvoorn is een soort die

in grote getalen voor kan komen in zowel helder als troebel water. Het doorzicht is in dit geval dus niet hinderlijk voor enig levensstadium van de doelsoorten.

Tot slot is de gemiddelde waterdiepte 2,1 meter. Deze diepte is acceptabel voor alle levensstadia van de doelsoorten. Wel leven sommige levensstadia zoals larven en juveniele blankvoorn in de litorale zone. Dit geldt ook voor de larven van snoekbaars. Daarnaast worden de eieren ook afgezet in de litorale zone door blankvoorn en snoekbaars.

Optimale waarden

De gemiddelde watertemperatuur van 18,6 °C is een optimale temperatuur voor de meeste doelsoorten. Alleen voor de embryo's, larven en juveniele snoek is dit niet optimaal. Deze levensstadia prefereren een maximale watertemperatuur van 15 °C. Ook voor de larven en juveniele snoekbaars was dit niet optimaal, want deze levensstadia prefereren een maximale watertemperatuur van 18 °C. Daarnaast is deze gemiddelde watertemperatuur ook niet optimaal voor de groei van de embryo's van blankvoorn. De maximale optimale watertemperatuur voor deze embryo's is namelijk 16 °C. Ook hier is het wederom belangrijk wanneer de watertemperatuur de 18,6 °C heeft bereikt. Dit zal waarschijnlijk niet het geval zijn geweest in de ontwikkelingsperiode van de embryo's en larven van de bovenstaande doelsoorten.

Op het gebied van zuurstofconcentratie hebben mogelijk alleen de embryo's, larven en juveniele karpers niet de optimale zuurstofconcentraties gehad. Indien er van het waterlichaam met de laagste zuurstofconcentratie (4,2 mg/l) uitgegaan wordt, dan valt deze waarde alleen nog in het optimum van de embryonale ontwikkeling van snoek, en de adulte levensvorm van karper en snoek.

De gemiddelde zuurgraad van de 39 waterlichamen (pH 7,9) is optimaal voor de meeste levensstadia van de doelsoorten. Alleen voor alle levensstadia van karper valt deze zuurgraad net buiten de optimale zuurgraad van pH 7,5. Indien er van het waterlichaam met de maximale zuurgraad (pH 8,8) uitgegaan wordt, dan valt dit buiten de optimale zuurgraad van alle levensstadia van karper en snoekbaars. Het waterlichaam met de laagste zuurgraad (pH 7) valt binnen alle optimale waarden van alle levensstadia van de doelsoorten.

Zoals ook aangegeven bij de kritieke waarden viel de gemiddelde doorzicht (0,8 m) binnen de optimale waarden van alle levensstadia van de doelsoorten. Wel prefereren sommige soorten een water met een grotere doorzicht, terwijl andere soorten wateren prefereren met een mindere doorzicht (troebeler water). Ook de gemiddelde waterdiepte van 2,1 meter is optimaal voor de meeste levensstadia van de doelsoorten. Alleen de adulte baars en karper prefereren een grotere waterdiepte.

3.9 Samenvatting antwoorden interviews

In deze paragraaf worden de resultaten uit de interviews gelinkt met enkele onderzoeksvragen. De volgende onderzoeksvragen zijn beantwoord met behulp van de interviews: 'Hebben de doelsoorten in 2018 eerder gepaaid dan in de referentieperiode?' en 'Is er sprake geweest van vissterfte in 2018 en welke oorza(a)k(en) had deze vissterfte?'.

De resultaten zijn gesplitst in resultaten van interviews met medewerkers van ATKB en resultaten van interviews met medewerkers van waterschappen, Rijkswaterstaat en Sportvisserij (Oost) Nederland. De antwoorden van zowel de medewerkers van ATKB als van de andere instanties zijn samengevat en weergegeven als antwoorden. Zie Bijlage N voor de antwoorden op de interviews per medewerker van ATKB, de waterschappen, Rijkswaterstaat en Sportvisserij (Oost) Nederland.

Antwoorden medewerkers ATKB:

Heeft de paai bij de doelsoorten eerder plaats gevonden in 2018?

Het bleek dat brasem, blankvoorn en karper vroeger hebben gepaaid in 2018 in vergelijking met voorgaande jaren. Voor andere vissoorten is dit binnen ATKB niet bekend.

Verwacht u in de toekomst specifieke veranderingen in de visstand als gevolg van vaker optredende warmte en/of droge jaren? Zo ja, welke veranderingen zijn dit en waar baseert u dat op?

Waarschijnlijk zal in de toekomst de paai eerder plaats vinden. Hierdoor zal er een langer groeiseizoen beschikbaar zijn voor de éénzomerige vis waardoor de gemiddelde lengte toe neemt. Daarnaast zou een wijziging in verhouding van vissoorten op kunnen treden (thermofiele vissoorten en exoten worden dominanter dan psychrofiele vissoorten). Ook door een toename van de watertemperaturen en dat deze watertemperatuur in de winter minder af koelt kan zorgen voor een verandering in soortenrijkdom.

Antwoorden Waterschappen, Rijkswaterstaat en Sportvisserij (Oost) Nederland:

Heeft u specifieke vissoorten gezien die meer last van de warmte hadden? Of welke soorten juist niet?

Over het algemeen worden de volgende soorten genoemd die veel last hadden van de warmte/droogte:

- Riviergrondel;
- Bempje;
- Kopvoorn;
- Beekprik;
- Serpeling;
- Rivierdonderpad;
- Karper;
- Spiering;
- Zeelt;
- Aal.

Over het algemeen worden de volgende soorten genoemd die minder last hadden van de warmte/droogte: snoek, ruisvoorn, snoekbaars, blankvoorn en brasem.

Hier moet wel bij vermeld worden dat een vissoort meer last van de warmte/droogte had in het ene gebied dan in het andere gebied. Eén waterbeheerder kan namelijk aangeven dat de karper juist geen last van de warmte had, terwijl een andere waterbeheerder juist wel aan geeft dat karper hier last van had. De positieve- en negatieve meldingen zijn tegen elkaar afgewogen bij het indelen van de bovenstaande soorten.

Is het nodig geweest om vissen te verplaatsen als gevolg van droogval, zuurstoftekort, o.i.d.?

Vooraf in stadswateren en in beeksystemen is het nodig geweest om vissen te verplaatsen als gevolg van droogval en zuurstoftekort. Daarnaast zijn er ook schieralen in de Nederrijn getransporteerd, omdat deze opgesloten zaten tussen stuwpanden. In sommige gebieden is het zelfs op 30 tot 50 plekken nodig geweest om vissen te verplaatsen.

Is er vissterfte opgetreden? Was hier een specifieke oorzaak voor? Zuurstofloosheid, warmte, lage waterstand of een andere oorzaak?

Op veel plekken is er vissterfte opgetreden, maar hier werd vaak bij vermeld dat dit niet meer was dan in andere jaren. Oorzaken die genoemd worden zijn zuurstofgebrek, lage waterstanden en verontreinigingen en persleidingbreuken.

Waren specifieke vissoorten hier slachtoffer van?

De volgende soorten worden genoemd als slachtoffers van de vissterfte: karper, brasem, kolblei, blankvoorn, snoek, beekprik, zeelt, pos en aal.

Weet u of de vissen vroeger of langer hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en wanneer vond de paai ongeveer plaats?

Door de warme watertemperaturen al relatief vroeg in het jaar van 2018 paaiden de meeste vissoorten vroeger dan normaal. Een paai van brasem in begin april wordt onder andere genoemd. Ook blijken sommige soorten zoals karper en snoekbaars een erg succesvolle paai te hebben gehad in bijvoorbeeld de Oostvaarderplassen en de Bergse Plassen. Daarnaast blijkt ook uit kruisnetmonitoring dat er meer jonge aaltjes waargenomen zijn. Ook wordt snoek benoemd als vissoort die erg vroeg gepaaid heeft in 2018.

4. Discussie

De doelstelling van dit onderzoek was om de effecten van de warmte in 2018 op de visstand te achterhalen in 39 waterlichamen verspreid over geheel Nederland. Om deze doelstelling te behalen zijn er voorafgaand aan dit onderzoek acht deelvragen opgesteld. Hieronder worden de belangrijkste resultaten van de deelvragen bediscussieerd. Deze resultaten worden vergeleken met uitkomsten van literatuuronderzoek en vooraf opgestelde verwachtingen. Hierdoor wordt het duidelijk wat de effecten van de warmte zijn geweest op de visstand in 2018. Niet alleen voor ATKB is het handig om deze uitkomsten te weten, maar ook voor de waterschappen, Rijkswaterstaat en Sportvisserij (Oost) Nederland is dit belangrijk, omdat deze organisaties de waterbeherende organisaties zijn.

Hebben de doelsoorten in 2018 eerder gepaaid dan in de referentieperiode?

De verwachting voorafgaand aan het onderzoek was dat de doelsoorten het vroegst hadden gepaaid in 2018 in vergelijking met de referentie jaren (2005 tot en met 2017). Uit de resultaten blijkt echter dat de doelsoorten vooral in de jaren 2007, 2014 en 2018 vroeg gepaaid hebben. Vaak heeft de vroegste paai plaats gevonden in 2007, gevolgd door 2014 of 2018. Dit wordt ook onderbouwd door de meteorologische gegevens van het KNMI (Huiskamp, 2019; Sluijter, 2008). In deze meteorologische gegevens is te zien dat vooral de februari maand een erg koude maand was in 2018, terwijl de wintermaanden in 2007 vrij zacht waren met een gemiddeld hogere temperatuur in vergelijking met het langjarig gemiddelde.

Dit was ook terug te zien in de watertemperatuurgegevens van de waterbeherende waterschappen. Deze watertemperatuurgegevens, in combinatie met de paaitemperaturen die voor de doelsoorten opgesteld zijn volgens Zoetemeyer & Lucas (2007) hebben er aan bijgedragen om de paaimomenten in beeld te brengen. Ook was in de resultaten te zien dat 2013 een koud klimatologisch jaar was (Homan, 2014). Hierdoor was de verwachting dat de watertemperatuur ook lager bleef dan in andere jaren en dat daardoor de paai ook later plaats heeft gevonden. Dit is ook terug te zien in de resultaten. Tot slot blijkt uit onderzoek van Jeppesen et al. (2010) dat de paai van blankvoorn, baars en snoekbaars eerder plaats vindt hoe verder de populatie richting het zuiden leeft met warmere watertemperaturen.

Is de gemiddelde lengte van de 0+ klasse van de doelsoorten in 2018 groter dan in de referentieperiode?

Om deze deelvraag te beantwoorden waren er LF-grafieken opgesteld voor zowel de individuele doelsoorten als voor doelsoorten gecombineerd. Hierbij werd er gebruik gemaakt van de referentie jaren (2005-2017) in vergelijking met 2018. De verwachting was dat de gemiddelde lengte van de 0+ klasse van baars, brasem, blankvoorn, karper, snoek en snoekbaars toe zou nemen in 2018 in vergelijking met de referentie jaren. Daarnaast was de verwachting dat 0+ winde wellicht meer hinder van de warmte had ondervonden. In de resultaten is te zien dat de gemiddelde lengte van de gecombineerde doelsoorten groter is in 2018 dan in de referentie jaren. Echter, als er gekeken wordt naar de LF-verdeling van baars dan is er niet een duidelijk verschil te zien tussen de gemiddelde lengtes in beide situaties, terwijl uit het onderzoek van Buijse (1992) blijkt dat de gemiddelde lengte van de 0+ klasse van baars toe neemt als de gemiddelde watertemperatuur in de maanden mei en juni hoger is dan de normale watertemperatuur (dit was het geval in 2018). Ook Huss, Landmark, Jacobsen, van Dorst & Gårdmark (2019) en Jeppesen et al. (2010) geven aan dat de groei van baars toe zou moeten nemen bij een toename in watertemperatuur.

Uit de LF-verdeling van blankvoorn blijkt dat de gemiddelde lengte wel toegenomen is in 2018 in vergelijking met de referentie jaren. Uit onderzoek van Elliott, Henrys, Tanguy, Cooper & Maberly

(2015) en Ruiz-Navarro, Gillingham & Britton (2016) blijkt dat blankvoorn een thermofiele vissoort is die een voorkeur heeft voor hogere watertemperaturen. Jeppesen et al. (2010) geven echter aan dat er geen relatie gevonden is tussen de toename van watertemperatuur en de groei van de 0+ klasse van blankvoorn. Daarnaast blijkt uit de LF-verdeling van brasem dat ook de gemiddelde lengte van de 0+ klasse van brasem toegenomen is in 2018. Uit onderzoek van Ruiz-Navarro et al. (2016) en Targońska et al. (2014) blijkt dat ook brasem een thermofiele vissoort is die goed groeit in hogere watertemperaturen. Daarnaast geven ook Hölker (2006), Jeppesen et al. (2010) en Kucharczyk et al. (1998) aan dat de lengte van de 0+ brasem toe neemt bij een hogere watertemperatuur.

Daarnaast is ook de gemiddelde lengte van de 0+ klasse van karper toegenomen in 2018 in vergelijking met de referentie jaren (zoals aangegeven in de LF-verdeling van karper in de resultaten). Vooral bij karper is het grootste verschil in gemiddelde lengte van de 0+ klasse zichtbaar. Daarnaast geeft de LF-verdeling van karper ook aan dat de maximale lengte van de 0+ karper behoorlijk toegenomen is in 2018. De toename van de gemiddelde lengte van 0+ karper in hogere watertemperaturen wordt ook onderbouwd door onderzoeken van Chessman (2013), Golovanov & Smirnov (2007), Horváth (1985), Jeppesen et al. (2010) en Ruiz-Navarro et al. (2016). Daarbij geven Korwin-Kossakowski (2008) en Réalis-Doyelle et al. (2018) aan dat de paaisuccessie van karper toe neemt bij een watertemperatuur tussen de 22 en 24 °C.

In de LF-verdeling van de 0+ klasse van snoek is een lichte verschuiving te zien in de gemiddelde lengte van de 0+ klasse. Desondanks geven Gerasimov, Ivanova & Svirskaya (2018), Farrell, Mead & Murry (2006), Ficke et al. (2007), Ruiz-Navarro et al. (2016) en Winfield, James & Fletcher (2008) aan dat snoek goed tegen hoge temperaturen kan, maar dat de paaisuccessie voornamelijk samen hangt door een combinatie van een aantal factoren (watertemperatuur, kannibalisme, prooivis, beschikbaar paaihabitat en helderheid van het water).

Ook de volgende doelsoort, de snoekbaars, had in 2018 een grotere gemiddelde lengte dan in de referentie jaren. In de LF-verdeling is in 2018 duidelijk de tweedeling te zien van planktivore en piscivore snoekbaars. In de referentie jaren is dit niet te zien, omdat er waarschijnlijk te veel variabelen aanwezig zijn waardoor deze tweedeling weg valt. Uit onderzoek van Buijse (1992), Lappalainen, Milardi, Nyberg & Venäläinen (2009), Lehtonen, Hansson & Winkler (1996) en Ložys (2014) blijkt dat de juveniele snoekbaars sneller groeit onder warme omstandigheden.

De laatste doelsoort is de winde. Dit is de enige doelsoort waarvan de gemiddelde lengte kleiner is in 2018 in vergelijking met de referentie jaren volgens de LF-verdeling in de resultaten. Uit onderzoek blijkt dat winde erg gevoelig is voor plotselinge temperatuursveranderingen (ook binnen de optimale range voor deze soort). Daardoor kan de paaisuccessie afnemen (Nowosad, Targońska, Chwaluczyk, Kaszubowski & Kucharczyk, 2014). Mogelijk is de oorzaak dat het grootste deel van de gevangen 0+ windes al vroeg in de zomer gevangen werden, toen deze nog relatief klein waren (7 cm in dit geval). Indien deze gegevens buiten beschouwing worden gelaten dan is de verwachting dat het gemiddelde van de 0+ klasse van winde hoger uit komt.

Welke effecten heeft de warmte gehad op de watertemperatuur, totaal fosfaat, totaal stikstof, doorzicht en chlorofyl-A concentratie?

Voorafgaand aan het onderzoek was de verwachting dat de watertemperatuur het hoogste zou zijn in de periode tussen 2005 en 2018. Omdat deze watertemperatuur naar verwachting zo hoog zou zijn werd er verondersteld dat de totaal-P, totaal-N en chlorofyl-A concentratie hierdoor hoger zouden zijn.

Daarnaast werd er verondersteld dat het doorzicht af zou nemen als gevolg van de toename van de voedselrijkdom.

Uit de resultaten blijkt dat de gemiddelde watertemperatuur inderdaad het hoogste was in 2018 in vergelijking met de referentie jaren. Daarentegen was de gemiddelde totaal-P, totaal-N en chlorofyl-A concentratie min of meer gelijk aan de referentie jaren. Dit was ook het geval voor het doorzicht van de 39 waterlichamen. Volgens Lappalainen et al. (2009), Napiórkowska-Krzebietke (2017), Niinemets et al. (2017) en Winfield et al. (2008) is er inderdaad een relatie tussen doorzicht, watertemperatuur, zuurstofgehalte en totaal-P gehalte. Dit is echter niet zichtbaar in de resultaten.

Is de visbiomassa in 2018 hoger dan in de referentieperiode?

Door de hoge watertemperaturen in 2018 werd er verondersteld dat hierdoor de voedselrijkdom (totaal-P concentratie) toe zou nemen. Als deze voedselrijkdom toe zou nemen, zou in theorie de visbiomassa/ha ook toe moeten nemen, omdat er meer voedsel beschikbaar is. Dit wordt ook ondersteund in de onderzoeken van O'Gorman et al. (2016), He et al. (2018), Jeppesen et al. (2010) en Winfield et al. (2008). In de vorige deelvraag is aangegeven dat de voedselrijkdom niet toe is genomen in 2018. Dit is ook het geval voor de visbiomassa in 2018.

Is er een relatie tussen de voedselrijkdom en de visbiomassa?

Voorafgaand aan het onderzoek was de verwachting dat er een correlatie zou zijn tussen de voedselrijkdom en de visbiomassa. Echter bleek uit de resultaten dat er geen relatie is tussen de voedselrijkdom en de visbiomassa in de 39 waterlichamen in 2018. Onder de meest optimale omstandigheden zoals beschreven in Hanson & Leggett (1982) zou er een R^2 -kwadrant correlatie van 0,9892 moeten zijn tussen de voedselrijkdom (zomergemiddelde totaal-P waarde) en de visbiomassa in de 39 waterlichamen van dit onderzoek. Op basis van deze zomergemiddelde totaal-P waarden (verkregen van de waterschappen) en de visbiomassa (verkregen van de bestandschattingen van ATKb) bleek er een R^2 -kwadrant correlatie te zijn van 0,002. Dit is dus eigenlijk geen correlatie. Volgens Hanson & Leggett (1982) zou een R^2 -kwadrant een minimale waarde van 0,9 moeten hebben om een echte relatie tussen beide factoren aan te geven.

Is er in 2018 een verandering in soortenrijkdom opgetreden en gaat dit ten koste van inheemse vissoorten?

Uit onderzoeken van Baptista et al. (2015), Chessman (2013), van Emmerik (2015), Lennox et al. (2019) en Paalvast & Noordhuis (2012) blijkt dat exoten en thermofiele vissoorten zoals karper zich (naar verwachting) steeds beter gaan vestigen in de Nederlandse wateren door de toename van de watertemperatuur en het droogvallen van wateren. Als gevolg hiervan zou de soortverscheidenheid van inheemse vissen afnemen. Verwacht werd dan ook dat er in 2018 al een lichte verandering in de visstand te zien zou zijn in de 39 waterlichamen van dit project.

Dit bleek uit de resultaten niet het geval te zijn. Zowel voor de individuele soorten als voor de gebundelde overige soorten leek er geen verband te zijn tussen de watertemperatuur en de dominantie van een bepaalde vissoort. Hier zijn waarschijnlijk meerdere warme jaren achter elkaar voor nodig met dezelfde of hogere temperaturen en/of net zo weinig neerval of zelfs minder neerval dan in 2018 zodat de effecten van de warmte op de visstand het grootst zijn.

Is er in 2018 sprake geweest van vissterfte en welke oorza(a)k(en) had deze sterfte?

Op basis van de interviews die gehouden zijn met medewerkers van ATKb, de waterschappen, Rijkswaterstaat en Sportvisserij (Oost) Nederland bleek dat er verspreid over Nederland vissterfte op

heeft getreden. Vooraf was de verwachting ook opgesteld dat er (meer) vissterfte op had getreden in 2018 als gevolg van de hoge watertemperatuur in combinatie met een lage zuurstofconcentratie in het water. In sommige gebieden is er niet meer dan normaal vissterfte opgetreden, maar in andere gebieden zijn hele beeksystemen drooggefallen met vissterfte of visverplaatsing als gevolg. Ook in stadswateren is er veel vissterfte opgetreden door lage waterstanden, hoge watertemperaturen en zuurstoftekorten. Dit blijkt uit de antwoorden die gegeven zijn tijdens de interviews.

Uit onderzoek van Paalvast & Noordhuis (2012) blijkt dat een combinatie van hoge watertemperaturen en lage windsnelheden (hierdoor kan er stratificatie optreden met zuurstofloosheid bij de bodem als gevolg) cruciale factoren zijn die vissterfte kunnen veroorzaken. Daarnaast geven Paalvast & Noordhuis (2012) ook aan dat vissterfte op kan treden bij plotselinge toename van de watertemperatuur. Hierdoor kan er plotselinge hypoxia (te weinig zuurstof) en/of anoxia (zuurstofloosheid) optreden (Paalvast & Noordhuis, 2012). Tot slot geven Paalvast & Noordhuis (2012) aan dat vissterfte op kan treden door zuurstofloosheid veroorzaakt door afstervende algen of aangevoerd organisch materiaal. In 2018 lijkt de sterfte echter vooral opgetreden door zuurstofloosheid in combinatie met de hoge watertemperatuur en lage waterstanden.

Zijn de kritieke- en optimumwaarden van de doelsoorten in 2018 overschreden?

Uit de resultaten blijkt dat de waarden van de (a)biotische parameters binnen de kritieke waarden zijn gebleven van de meeste levensstadia van de doelsoorten, terwijl vooraf verwacht werd dat de (a)biotische waarden de kritieke waarden van de doelsoorten zouden overschrijden. Wel zijn de gemeten waarden van de (a)biotische parameters vaak hoger dan de optimale waarden. Deze waarden zitten dus vaak tussen de optimale en kritieke waarden van de doelsoorten. Dit blijkt onder andere ook uit onderzoek van Aarts (2007), van Emmerik (2008), Koopmans & van Emmerik (2006), de Laak (2009), Voorhamm & van Emmerik (2011) en de Wilt & van Emmerik (2007).

Evaluatie onderzoeksmethodiek

Het bleek lastig te zijn om waterlichamen met elkaar te vergelijken welke in verschillende jaren bemonsterd zijn. Het handigste zou zijn dat alle waterlichamen in ieder jaar tussen 2005 en 2018 (in het geval van dit onderzoek) bemonsterd zouden zijn, maar omdat de gebruikte waterlichamen allemaal KRW-waterlichamen zijn is er vaak een cyclus van één bemonstering per drie of zes jaar. Hierdoor is het vaak niet mogelijk om een lange reeks met meerdere jaren achter elkaar te onderzoeken.

Daarnaast heeft ieder waterlichaam andere (a)biotische eigenschappen en karakteristieken. Omdat geen enkel waterlichaam hetzelfde is zijn er erg veel variabelen waar rekening mee gehouden moet worden. Al deze variabelen, in combinatie met 39 waterlichamen en verschillende bemonsteringsjaren maakt het erg lastig om harde conclusies te trekken en duidelijk onderscheid te zien wanneer deze data met elkaar gecombineerd wordt (zoals de referentiesituatie in de LF-grafieken die vergeleken worden met 2018).

Door het opvragen van specifieke parameters voor specifieke waterlichamen binnen het beheergebied van een waterschap kon de benodigde data makkelijk en snel gevonden worden. Het nadeel was echter wel dat veel parameters (zoals watertemperatuur bijvoorbeeld) maar één keer per twee weken gemeten werden. Dit maakte het bepalen van het exacte paaimoment van een doelsoort bijvoorbeeld soms wat lastig. Per waterlichaam zijn er meerdere meetlocaties gebruikt voor het verkrijgen van een gemiddelde waarde van een parameter. Af en toe waren er erg grote verschillen in meetwaarden tussen de meetpunten. Deze grote verschillen zijn gemiddeld door voor alle (a)biotische parameters

een gemiddelde waarde van alle meetpunten te pakken. Echter zorgt dit ook weer een extra variabele waar rekening mee gehouden moet worden bij een statistische toets bijvoorbeeld.

De verwachting is echter wel dat de resultaten in dit onderzoek representatief zijn, omdat er gebruik is gemaakt van 39 waterlichamen met verschillende watertyperingen die in verschillende jaren bemonsterd zijn. Niet alleen is er gebruik gemaakt van een referentiesituatie (periode 2005-2017) welke is vergeleken met 2018, maar er is ook gekeken naar individuele jaren tussen 2005 en 2017 om deze te vergelijken met 2018. Niet alleen de vangstdata is op deze manier verwerkt, maar ook de (a)biotische gegevens bijvoorbeeld. Hierdoor is er een goed beeld verkregen wat de effecten waren van de warmte in 2018 op de visstand in Nederland.

5. Conclusie

Aan het begin van dit onderzoek is de volgende hoofdvraag gesteld: 'Wat zijn de effecten van de warmte in 2018 op de visstand?'. De volgende deelvragen zijn opgesteld om de hoofdvraag te beantwoorden:

1. Hebben de doelsoorten in 2018 eerder gepaaid dan in de referentieperiode?
2. Is de gemiddelde lengte van de 0+ klasse van de doelsoorten in 2018 groter dan in de referentieperiode?
3. Welke effecten heeft de warmte gehad op de watertemperatuur, totaal fosfaat, totaal stikstof, doorzicht en chlorofyl-A concentratie?
4. Is de visbiomassa in 2018 hoger dan in de referentieperiode?
5. Is er een relatie tussen de voedselrijkdom en de visbiomassa?
6. Is er in 2018 een verandering in soortenrijkdom opgetreden en gaat dit ten koste van inheemse vissoorten?
7. Is er in 2018 sprake geweest van vissterfte en welke oorza(a)k(en) had deze sterfte?
8. Zijn de kritieke- en optimumwaarden van de doelsoorten in 2018 overschreden?

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op deze vragen. Het doel van de antwoorden van de deelvragen is niet alleen antwoord geven op de hoofdvraag te beantwoorden, maar ook om duidelijkheid te verschaffen welke effecten de warmte van 2018 heeft gehad op de factoren die behandeld worden in de deelvragen.

Hebben de doelsoorten in 2018 eerder gepaaid dan in de referentieperiode?

Alleen doelsoorten brasem, blankvoorn en karper hebben in 2018 eerder gepaaid dan in de referentieperiode. Snoek en winde hebben in de referentieperiode eerder gepaaid en snoekbaars heeft zowel in 2018 als in de referentieperiode op hetzelfde moment gepaaid. Dit blijkt ook uit de uitkomsten van de student t-toetsen (onafhankelijke steekproeven) die uitgevoerd zijn om het verschil in paaimomenten tussen 2018 en de referentieperiode te onderzoeken.

Uit deze toetsen bleek dat de paai van brasem, blankvoorn en karper in 2018 significant eerder was dan in de referentieperiode. Vanzelfsprekend is er geen significant verschil in paaimomenten tussen 2018 en de referentieperiode voor snoekbaars, omdat de paaimomenten hetzelfde zijn. Ook is er geen significant verschil aangetroffen in paaimomenten tussen 2018 en de referentieperiode voor snoek en winde, omdat deze soorten in de referentieperiode eerder hebben gepaaid dan in 2018.

Als er gekeken wordt naar de individuele jaren dan kan er geconcludeerd worden dat brasem, snoekbaars, snoek en winde in 2007 eerder gepaaid hebben dan in 2018. Blankvoorn had hetzelfde paaimoment en karper had dat jaar een later paaimoment. Ook blijkt uit de statistische analyses dat er een significant verschil is tussen paaimomenten in de warme jaren 2014 en 2018 voor brasem, karper en snoek en dat er geen significant verschil is tussen deze twee jaren voor blankvoorn, snoekbaars en winde.

Dezelfde statistische analyse was uitgevoerd voor het verschil in paaimoment tussen het koude jaar 2010 en het warme jaar 2018. Hieruit bleek dat alle soorten, behalve snoekbaars, significant eerder gepaaid hebben in 2018.

Is de gemiddelde lengte van de 0+ klasse van de doelsoorten in 2018 groter dan in de referentieperiode?

Voor zowel de totale LF-verdeling waarin de doelsoorten gecombineerd zijn als voor de doelsoorten individueel (met uitzondering van winde) was de gemiddelde lengte van de 0+ klasse groter. Alleen de gemiddelde lengte van de 0+ klasse van winde was kleiner in 2018 in vergelijking met de referentie situatie.

Dit wordt onderbouwd door de uitgevoerde Golmogorov-Smirnov toets. Uit deze statistische toets bleek dat de gemiddelde lengte van de 0+ klasse van de doelsoorten in 2018 (met uitzondering van winde) significant groter is dan in de referentiesituatie. Ook het verschil in lengte van de 0+ klasse van winde is significant, maar in dit geval is de lengte van de 0+ klasse van winde in 2018 significant kleiner dan in de referentiesituatie.

Welke effecten heeft de warmte gehad op de watertemperatuur, totaal fosfaat, totaal stikstof, doorzicht en chlorofyl-A concentratie?

De watertemperatuur (zomergemiddelde) was het hoogste in 2018 in vergelijking met de referentie jaren. Daarentegen is er geen effect waargenomen van de warmte op de totaal-P, totaal-N en chlorofyl-A concentratie. Deze is min of meer gelijk gebleven zoals in de referentie jaren. Dit is ook het geval voor de doorzicht.

Het bovenstaande wordt ook onderbouwd door de student t-toets voor onafhankelijke steekproeven. Hieruit bleek dat er tussen de referentiesituatie en 2018 alleen een significant verschil is in de watertemperatuur. Voor de andere bovenstaande (a)biotische factoren is er geen significant verschil. Ook was er alleen voor de watertemperatuur een significant verschil tussen de warme jaren 2014 en 2018. Voor de andere (a)biotische factoren was dit niet het geval. Ditzelfde geldt voor het verschil tussen het koude jaar 2010 en het warme jaar 2018.

Is de visbiomassa in 2018 hoger dan in de referentieperiode?

De visbiomassa is in 2018 niet toegenomen in vergelijking met de referentie jaren. De visbiomassa in 2018 is zelfs nog lager dan de gemiddelde visbiomassa van de periode tussen 2005 en 2018. Deze uitkomsten worden onderbouwd door de student t-toets voor onafhankelijke steekproeven. Uit deze statistische toets blijkt dat er geen significant verschil is tussen de visbiomassa/ha in 2018 en de visbiomassa/ha in de referentiesituatie. Ook het verschil in visbiomassa/ha tussen 2014 en 2018 en tussen 2010 en 2018 is niet significant.

Is er een relatie tussen de voedselrijkdom en de visbiomassa?

Er is geen relatie aangetroffen (R^2 kwadrant van 0,002) tussen de voedselrijkdom en de visbiomassa in 2018. Uit de relatieberekening van Hanson & Leggett (1982) zou er een R^2 kwadrant van 0,9892 moeten zijn als correlatie tussen de voedselrijkdom en de visbiomassa. Dit is onder de meest gunstige omstandigheden. Dit is echter niet het geval voor de 39 waterlichamen van dit project.

Is er in 2018 een verandering in soortenrijkdom opgetreden en gaat dit ten koste van inheemse vissoorten?

Op basis van de vangstdata tussen 2005 en 2018 kan er geconcludeerd worden dat er in deze periode geen verandering in soortenrijkdom heeft opgetreden. Ook valt er op basis van de resultaten van dit rapport geen conclusie te trekken welke vissoort dominant is in warme of koudere jaren. Om dit te onderzoeken zijn er meerdere warme jaren achter elkaar voor nodig om een eventuele verandering in soortenrijkdom waar te nemen.

Is er in 2018 sprake geweest van vissterfte en welke oorza(a)k(en) had deze sterfte?

In 2018 is er op sommige plekken in Nederland meer vissterfte dan normaal opgetreden door toedoen van een hoge watertemperatuur, lage zuurstofconcentraties en/of lage waterstanden. In andere gebieden is er juist geen sterfte opgetreden, maar dit had voornamelijk te maken dat het waterpeil op niveau gehouden kon worden door het inlaten van gebiedsvreemd water. Hierdoor bleef de watertemperatuur lager dan wanneer het originele water in het waterlichaam zou blijven. Toch kan wel geconcludeerd worden dat de warmte van 2018 heeft gezorgd voor vissterfte door één of een combinatie van meerdere van de bovenstaande factoren. Daarbij kan ook geconcludeerd worden dat deze effecten groter zouden zijn als er geen gebiedsvreemd water ingelaten zou worden.

Zijn de kritieke- en optimumwaarden van de doelsoorten in 2018 overschreden?

Op basis van de gemeten waarden (zomergemiddelden) van de abiotische parameters kan geconcludeerd worden dat deze waarden niet de kritieke waarden van de doelsoorten (in ieder levensstadium) overschreden hebben. Wel hebben deze waarden (in de meeste gevallen) de optimale waarden van de doelsoorten overschreden. Voor de meeste doelsoorten geldt dus dat deze niet onder de meest optimale omstandigheden geleegd hebben, maar ook niet onder de meest kritieke omstandigheden geleefd hebben. Het zit er ergens tussen in. Dit geldt voor alle levensstadia van de doelsoorten.

Wat zijn de effecten van de warmte in 2018 op de visstand?

In het algemeen kan de bovenstaande hoofdvraag als volgt samengevat worden: de paai heeft relatief vroeg plaats gevonden in vergelijking met de andere jaren. Alleen in 2007 heeft de paai voor enkele doelsoorten eerder plaats gevonden. Hierdoor hebben de doelsoorten in deze twee jaren een lang groeiseizoen gehad. Daarnaast zijn de gemiddelde lengtes van de 0+ klasse van de doelsoorten groter dan de gemiddelde lengtes van de referentie situatie. Alleen de gemiddelde lengte van de 0+ klasse van winde was kleiner in 2018 dan de gemiddelde lengte in de referentie situatie.

Het enige merkbaar effect van de warme klimatologische omstandigheden was dat de gemiddelde watertemperatuur nog niet eerder zo hoog was als in 2018 (op basis van de periode tussen 2005 en 2018). Op de overige abiotische parameters had de hoge watertemperatuur geen effect. Ook de visbiomassa/ha is niet toegenomen in 2018. Dit heeft waarschijnlijk te maken met dat de voedselrijkdom ook niet toegenomen is in 2018. Daarnaast blijkt er geen correlatie aanwezig te zijn tussen de voedselrijkdom (zomergemiddelde totaal-P waarde) en de visbiomassa/ha.

Ook heeft de warmte van 2018 geen effect gehad op een verandering in soortensamenstelling. Hier is de onderzoeksperiode waarschijnlijk te kort voor. Om een goede conclusie te kunnen trekken over de verandering van soortensamenstelling zijn er meerdere warme jaren achter elkaar voor nodig. Daarnaast heeft op veel plekken vissterfte (meer dan normaal) opgetreden door één van of een combinatie van de volgende factoren: zuurstofloosheid, te hoge watertemperatuur en/of een te lage waterstand. Als dit niet het geval was, dan hebben de meeste doelsoorten (inclusief alle levensstadia) tussen de optimale en kritieke omstandigheden kunnen overleven.

6. Aanbevelingen

In dit hoofdstuk zijn op basis van de resultaten van het onderzoek aanbevelingen geformuleerd.

Algemeen

De resultaten van het onderzoek zijn slechts gebaseerd op de onderzoeksresultaten van het warme jaar 2018. Om duidelijkere effecten van de warmte in beeld te brengen is het aan te bevelen om het onderzoek te herhalen door gegevens van andere relatief warme (toekomstige) jaren te vergelijken met koudere jaren en/of jaren met een normale temperatuur.

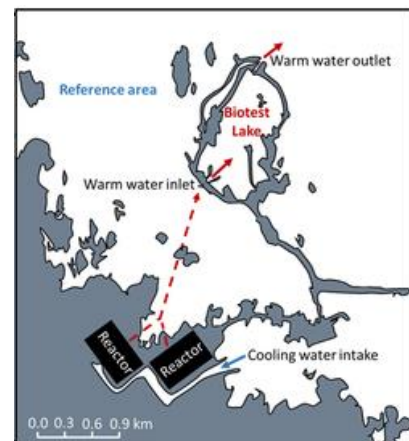
Paaimomenten

Uit het onderzoek is gebleken dat vissoorten in warme jaren (jaren met een warm voorjaar) gemiddeld vroeger paaïen dan in koudere jaren. Dit heeft vaak te maken met een snelle toename in watertemperatuur al relatief vroeg in het jaar. Tegenwoordig wordt er vaak nog uitgegaan van een vaste maand waarin de vissoorten paaïen (zoals aangegeven in Zoetemeyer & Lucas (2007)), maar in de praktijk blijkt dit vaak vroeger uit te vallen dan in theorie gedacht wordt. Daarom is het aan te bevelen om de paaimomenten van de vissoorten nader te onderzoeken en vast te leggen. Ook omdat er sprake is van klimaatverandering zullen vissoorten (naar verwachting) steeds vroeger in het jaar paaïen.

Lengte 0+klasse

Zoals uit de resultaten duidelijk is geworden zijn de gemiddelde lengtes van de 0+ klassen van de doelsoorten, met uitzondering van winde, significant groter dan in de referentieperiode. Ook ligt in 2018 de maximale lengte van de 0+ klasse hoger. Naar verwachting zullen warme/droge jaren zoals 2018 in de toekomst steeds vaker optreden. Dit brengt enkele aanbevelingen met zich mee voor de waterbeheerders en ecologisch adviesbureaus zoals ATKB.

Om een goed beeld te verkrijgen van de exacte effecten van de warmte op de 0+ klasse van vissoorten kan een onderzoek uitgevoerd worden volgens het onderzoek van Huss et al. (2019). Dit onderzoek was voornamelijk gericht op baars, maar een vergelijkend onderzoek kan ook voor andere vissoorten ingezet worden. Tijdens dit onderzoek in Zweden werd het water in een voor vis afgesloten gebied verwarmt door twee kernreactoren. Het warme water dat van deze kernreactoren afkomstig was werd al sinds 1980 door dit afgesloten gebied geleidt (zie figuur 36). Hierdoor was de watertemperatuur gemiddeld 5 °C tot 10 °C hoger dan in het omliggende referentiegebied. Een vergelijkbaar onderzoek kan ook gebruikt worden om te achterhalen welke effecten de warmte heeft op de 0+klasse van een vissoort naar keuze.



Figuur 36: Projectgebied Huss et al. (2019)

Visbiomassa

Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van de gegevens van 39 waterlichamen met verschillende watertyperingen en karakteristieken. Het is goed mogelijk dat de effecten van warmte verschillend verlopen in diverse watertypen. Voor een betrouwbaarder beeld is het aan te bevelen om de effecten per waterlichaam of watertype te analyseren. Hierbij wordt aangeraden om de visbiomassa te onderzoeken over een periode van 10 à 15 jaar.

Relatie voedselrijkdom vs. visbiomassa

Uit de resultaten is gebleken dat de voedselrijkdom niet is toegenomen in 2018, maar dat deze min of meer vergelijkbaar is aan de referentieperiode. Uit literatuuronderzoek is gebleken dat de kans op algenbloei toeneemt bij hogere watertemperaturen. Dit is niet zichtbaar in de chlorofyl-A concentratie in 2018. Daarnaast was er geen correlatie aanwezig tussen de voedselrijkdom (totaal fosfaat) en de visbiomassa, terwijl deze wel aanwezig zou moeten zijn (onder de meest optimale omstandigheden) volgens Hanson & Leggett (1982).

Om wel een relatie inzichtelijk te krijgen tussen de voedselrijkdom en de visbiomassa wordt daarom aangeraden om meerdere waterlichamen te gebruiken over een langjarige periode (10-15 jaar). Deze waterlichamen mogen geen kleibodem hebben en mogen geen zomergemiddelde totaal-P concentratie hebben boven 0,5 mg/l. Door een langjarige periode te nemen is de kans groter dat er meerdere warme jaren zoals 2018 tussen zitten. Hierdoor kan er ook bekeken worden wat de effecten zijn dan deze warme jaren op de voedselrijkdom vs. visbiomassa relatie.

Ook kan er voor gekozen worden om juist naar één of enkele waterlichamen te kijken. Zo is de kans op invloedrijke variabelen kleiner, omdat er dan bijvoorbeeld voor maar één meetpunt die de totaal-P gehalte meet gekozen kan worden. Hierdoor wordt het zomergemiddelde totaal-P waarde betrouwbaarder voor de relatie voedselrijkdom vs. visbiomassa. Ook als er voor één waterlichaam gekozen wordt is het aan te bevelen om een langere periode hierin mee te nemen van 10 à 15 jaar.

Soortenverschuiving

Uit het literatuuronderzoek is naar voren gekomen dat de soortensamenstelling in de toekomst waarschijnlijk zal veranderen als gevolg van klimaatverandering. Psychrofiële vissoorten en vissoorten die aan de rand van het verspreidingsgebied leven zullen steeds meer verdwijnen. Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dat er in de periode tussen 2005 en 2018 geen verschuiving in soortenrijkdom op is getreden. Omdat een verschuiving een traag verlopend proces is, is het onwaarschijnlijk dat effecten van de warmte in 2018 direct zichtbaar zijn. Daarom is het aan te bevelen om aanvullend onderzoek te verrichten naar lange termijntrends.

Thermofiele soorten zoals karper, ruisvoorn en exoten en soorten die snel kunnen herkoloniseren zullen steeds dominanter hierdoor worden in de toekomst. Om dit ook daadwerkelijk te toetsen is het aan te raden dat een onderzoek over meerdere warme jaren plaats vind in een aantal vaste waterlichamen (zoals de 39 waterlichamen van dit project bijvoorbeeld).

Als er daadwerkelijk een soortenverschuiving plaatsvindt, dan kan dit ook invloed hebben op de score van de visstand op de KRW-maatlatten. KRW-doelen zullen waarschijnlijk minder snel behaald worden (vooral in beeksystemen). Naar te verwachten effecten op de beoordeling van de visstand is aanvullend onderzoek nodig.

Voorkomen/verminderen vissterfte

Tot slot bleek uit de resultaten van interviews dat er in sommige delen van Nederland meer vissterfte is opgetreden dan normaal het geval is. Deze vissterfte vond voornamelijk plaats in stadswateren en in beeksystemen. Het is aan te bevelen om vissterfte centraal te registreren waarbij ook vermeld wordt wat de oorzaak van de sterfte was. Door dit over een langere periode landelijk te registreren kan een indruk worden verkregen van de omvang van het probleem en kan worden vastgesteld of preventieve maatregelen genomen dienen te worden.

7. Literatuurlijst

- Aarts, T.W.P.M., 2007. Kennisdocument snoekbaars, *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 16. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Baptista, J., Martinho, F., Nyitrai, D., Pardal, M. A., & Dolbeth, M. (2015). Long-term functional changes in an estuarine fish assemblage. *Marine pollution bulletin*, 97(1-2), 125-134.
- Buijse, A. D. (1992). *Dynamics and exploitation of unstable percid populations*. Buijse.
- Chessman, B. C. (2013). Identifying species at risk from climate change: traits predict the drought vulnerability of freshwater fishes. *Biological Conservation*, 160, 40-49.
- Elliott, J. A., Henrys, P., Tanguy, M., Cooper, J., & Maberly, S. C. (2015). Predicting the habitat expansion of the invasive roach *Rutilus rutilus* (Actinopterygii, Cyprinidae), in Great Britain. *Hydrobiologia*, 751(1), 127-134.
- Van Emmerik, W.A.M. (2008). Kennisdocument brasem, *Abramis brama* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 23. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Van Emmerik, W.A.M. (2015). Verwachte effecten langdurige droogte op vissen. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Farrell, J. M., Mead, J. V., & Murry, B. A. (2006). Protracted spawning of St Lawrence River northern pike (*Esox lucius*): simulated effects on survival, growth, and production. *Ecology of Freshwater Fish*, 15(2), 169-179.
- Ficke, A. D., Myrick, C. A., & Hansen, L. J. (2007). Potential impacts of global climate change on freshwater fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 17(4), 581-613.
- Gerasimov, Y. V., Ivanova, M. N., & Svirskaya, A. N. (2018). Spatial Distribution and Population Structure of the Pike *Esox lucius* L. in the Rybinsk Reservoir during the Climate Warming Period. *Journal of Ichthyology*, 58(1), 38-51
- Golovanov, V. K. (2006). The ecological and evolutionary aspects of thermoregulation behavior on fish. *Journal of Ichthyology*, 46(2), S180-S187.
- Golovanov, V. K. (2012). Influence of various factors on upper lethal temperature. *Inland Water Biology*, 5(1), 105-112.
- Golovanov, V. K., & Smirnov, A. K. (2007). Influence of the water heating rate upon thermal tolerance in common carp (*Cyprinus carpio* L.) during different seasons. *Journal of Ichthyology*, 47(7), 538-543
- Hanson, J. M., & Leggett, W. C. (1982). Empirical prediction of fish biomass and yield. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 39(2), 257-263.
- He, H., Jin, H., Jeppesen, E., Li, K., Liu, Z., & Zhang, Y. (2018). Fish-mediated plankton responses to increased temperature in subtropical aquatic mesocosm ecosystems: Implications for lake management. *Water research*, 144, 304-311.
- Hölker, F. (2006). Effects of body size and temperature on metabolism of bream compared to sympatric roach. *Animal Biology*, 56(1), 23-37.
- Homan, C. (2014). 'KNMI jaar 2013'. Geraadpleegd op 12-2-2019. Verkregen van: <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/maand-en-seizoensoverzichten/2013/jaar>

- Homan, C. (2015). 'KNMI jaar 2014'. Geraadpleegd op 12-2-2019. Verkregen van: <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/maand-en-seizoensoverzichten/2014/jaar>
- Horváth, L. (1985). Egg development (oogenesis) in the common carp (*Cyprinus carpio* L.). In *Recent advances in aquaculture* (pp. 31-77). Springer, Boston, MA.
- Huiskamp, A. (2019). 'KNMI jaar 2018'. Geraadpleegd op 12-2-2019. Verkregen van: <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/maand-en-seizoensoverzichten/2018/jaar>
- Huss, M., Lindmark, M., Jacobson, P., van Dorst, R. M., & Gårdmark, A. (2019). Experimental evidence of gradual size-dependent shifts in body size and growth of fish in response to warming. *Global change biology*.
- Jeppesen, E., Meerhoff, M., Holmgren, K., González-Bergonzoni, I., Teixeira-de Mello, F., Declerck, S. A., ... & Conde-Porcuna, J. M. (2010). Impacts of climate warming on lake fish community structure and potential effects on ecosystem function. *Hydrobiologia*, 646(1), 73-90.
- Kinne, O. (1964). Non-genetic adaptation to temperature and salinity. *Helgoländer wissenschaftliche Meeresuntersuchungen*, 9(1), 433.
- Koopmans, J.H. & Van Emmerik, W.A.M. (2006). Kennisdocument winde, *Leuciscus idus* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 20. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Korwin-Kossakowski, M. (2008). The influence of temperature during the embryonic period on larval growth and development in carp, *Cyprinus carpio* L., and grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Val.): theoretical and practical aspects. *Archives of Polish fisheries*, 16(3), 231-314.
- Kriaučiūnienė, J., Virbickas, T., Šarauskienė, D., Jakimavičius, D., Kažys, J., Bukantis, A., ... & Jurgelėnaitė, A. (2019). Fish assemblages under climate change in Lithuanian rivers. *Science of The Total Environment*.
- Kucharczyk, D., Luczynski, M., Kujawa, R., Kaminski, R., Ulikowski, D., & Brzuzan, P. (1998). Influences of temperature and food on early development of bream (*Abramis brama* L.). *Archiv für Hydrobiologie*, 141(2), 243-256.
- De Laak, G.A.J. (2009). Kennisdocument blankvoorn, *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 32. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- De Laak, G.A.J. (2009). Kennisdocument snoek, *Esox lucius* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 13. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Lappalainen, J., Milardi, M., Nyberg, K., & Venäläinen, A. (2009). Effects of water temperature on year-class strengths and growth patterns of pikeperch (*Sander lucioperca* (L.)) in the brackish Baltic Sea. *Aquatic Ecology*, 43(1), 181-191.
- Lehtonen, H., Hansson, S., & Winkler, H. (1996). Biology and exploitation of pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.), in the Baltic Sea area. In *Annales Zoologici Fennici* (pp. 525-535). Finnish Zoological and Botanical Publishing Board.
- Lennox, R. J., Crook, D. A., Moyle, P. B., Struthers, D. P., & Cooke, S. J. (2019). Toward a better understanding of freshwater fish responses to an increasingly drought-stricken world. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 1-22.

- Leuven, R. S. E. W., Hendriks, A. J., Huijbregts, M. A. J., Lenders, H. J. R., Matthews, J., & Velde, G. V. D. (2011). Differences in sensitivity of native and exotic fish species to changes in river temperature. *Current Zoology*, 57(6), 852-862.
- Ložys, L. (2004). The growth of pikeperch (*Sander lucioperca* L.) and perch (*Perca fluviatilis* L.) under different water temperature and salinity conditions in the Curonian Lagoon and Lithuanian coastal waters of the Baltic Sea. *Hydrobiologia*, 514(1-3), 105-113.
- Lu, Y., Wu, Z., Song, Z., Xiao, P., Liu, Y., Zhang, P., & You, F. (2016). Insight into the heat resistance of fish via blood: Effects of heat stress on metabolism, oxidative stress and antioxidant response of olive flounder *Paralichthys olivaceus* and turbot *Scophthalmus maximus*. *Fish & shellfish immunology*, 58, 125-135.
- Moyson, S., Liew, H. J., Diricx, M., Sinha, A. K., Blust, R., & De Boeck, G. (2015). The combined effect of hypoxia and nutritional status on metabolic and ionoregulatory responses of common carp (*Cyprinus carpio*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 179, 133-143.
- Napiórkowska-Krzebietke, A. (2017). Phytoplankton response to fish-induced environmental changes in a temperate shallow pond-type lake. *Archives of Polish Fisheries*, 25(4), 211-262.
- Niinemets, Ü., Kahru, A., Mander, Ü., Nõges, P., Nõges, T., Tuvikene, A., & Vasemägi, A. (2017). Interacting environmental and chemical stresses under global change in temperate aquatic ecosystems: stress responses, adaptation, and scaling. *Regional Environmental Change*, 17(7), 2061-2077.
- Nowosad, J., Targońska, K., Chwaluczyk, R., Kaszubowski, R., & Kucharczyk, D. (2014). Effect of temperature on the effectiveness of artificial reproduction of dace [Cyprinidae (*Leuciscus leuciscus* (L.))] under laboratory and field conditions. *Journal of thermal biology*, 45, 62-68.
- O'Gorman, E. J., Ólafsson, Ó. P., Demars, B. O., Friberg, N., Guðbergsson, G., Hannesdóttir, E. R., ... & Woodward, G. (2016). Temperature effects on fish production across a natural thermal gradient. *Global change biology*, 22(9), 3206-3220.
- Paalvast, P., & Noordhuis, R. (2012). Gevolgen van klimaatverandering voor beroepsbinnenvisserij en sportvisserij in Nederland. Knelpuntanalyse Deltaprogramma Zoetwater. *Ecoconsult/Deltares*.
- Pandit, S. N., Maitland, B. M., Pandit, L. K., Poesch, M. S., & Enders, E. C. (2017). Climate change risks, extinction debt, and conservation implications for a threatened freshwater fish: Carmine shiner (*Notropis percobromus*). *Science of the Total Environment*, 598, 1-11.
- Réalis-Doyelle, E., Pasquet, A., Fontaine, P., & Teletchea, F. (2018). How climate change may affect the early life stages of one of the most common freshwater fish species worldwide: the common carp (*Cyprinus carpio*). *Hydrobiologia*, 805(1), 365-375.
- Ruiz-Navarro, A., Gillingham, P. K., & Britton, J. R. (2016). Predicting shifts in the climate space of freshwater fishes in Great Britain due to climate change. *Biological conservation*, 203, 33-42.
- Sluijter, R. (2007). 'KNMI jaar 2006'. Geraadpleegd op 12-2-2019. Verkregen van: <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/maand-en-seizoensoverzichten/2006/jaar>
- Sluijter, R. (2008). 'KNMI jaar 2007'. Geraadpleegd op 12-2-2019. Verkregen van: <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/maand-en-seizoensoverzichten/2007/jaar>

- Targońska, K., Kupren, K., Palińska-żarska, K., Mamcarz, A., Kujawa, R., Skrzypczak, A., ... & Kucharczyk, D. (2014). Influence of temperature during four following spawning seasons on the spawning effectiveness of common bream, *Abramis brama* (L.) under natural and controlled conditions. *Journal of Thermal Biology*, 39, 17-23.
- Verdonschot, R. C. M., de Lange, H. J., Verdonschot, P. F. M., & Besse, A. (2007). Klimaatverandering en aquatische biodiversiteit. 1. *Literatuurstudie naar temperatuur*. Wageningen, Alterra, Alterra rapport 1451. 127 blz.; 32 fig.; 9 tab.; 183 ref.
- Vigliano, P. H., Rechencq, M. M., Fernández, M. V., Lippolt, G. E., & Macchi, P. J. (2018). Fish thermal habitat current use and simulation of thermal habitat availability in lakes of the Argentine Patagonian Andes under climate change scenarios RCP 4.5 and RCP 8.5. *Science of The Total Environment*, 636, 688-698.
- Voorhamm, T. & Van Emmerik, W.A.M. (2011). Kennisdocument baars, *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 31. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Wedderburn, S. D., Barnes, T. C., & Hillyard, K. A. (2014). Shifts in fish assemblages indicate failed recovery of threatened species following prolonged drought in terminating lakes of the Murray–Darling Basin, Australia. *Hydrobiologia*, 730(1), 179-190.
- De Wilt, R.S. & Van Emmerik, W.A.M. (2007). Kennisdocument karper, *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 22. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Winfield, I. J., James, J. B., & Fletcher, J. M. (2008). Northern pike (*Esox lucius*) in a warming lake: changes in population size and individual condition in relation to prey abundance. *Hydrobiologia*, 601(1), 29-40.
- Zoetemeyer, B., & Lucas, B. J. (2007). *Basisboek visstandbeheer*. Sportvisserij Nederland.

Bijlagen

Bijlage A: Lijst 39 waterlichamen

Tabel 1: Lijst 39 waterlichamen

Beheerder	Waterlichaam
Waterschap Delfland	Oostboezem
Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden	De Koekoek
Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden	Hollandse IJssel
Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden	Keulenvaart
Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden	Kromme Rijn
Hoogheemraadschap van Schieland en Krimpenerwaard	Bergse Plassen
Hoogheemraadschap van Schieland en Krimpenerwaard	Krimpen aan den IJssel
Hoogheemraadschap van Schieland en Krimpenerwaard	Ringvaart
Hoogheemraadschap van Schieland en Krimpenerwaard	Vaart Bleiswijk
Hoogheemraadschap van Schieland en Krimpenerwaard	Waterrijk EGB
Waterschap Rivierenland	Beekrestanten Citters
Waterschap Rivierenland	Giessen
Waterschap Rivierenland	Hoge Boezem
Waterschap Rivierenland	Kanalen Land van Heusden en Altena
Waterschap Rivierenland	Kanalen Quarles van Ufford
Waterschap Rivierenland	Veenvaarten Overwaard
Waterschap Rivierenland	Zouweboezem
Waterschap Waternet	Botshol
Waterschap Waternet	Gaasperplas
Waterschap Waternet	Naardermeer
Waterschap Waternet	Ouderkerkerplas
Waterschap Waternet	Vaarten Vechtstreek
Waterschap Brabantse Delta	Beneden Donge
Waterschap Brabantse Delta	Boven Donge
Waterschap Brabantse Delta	Gat van den Ham
Waterschap Brabantse Delta	Molenkreek-complex
Waterschap Brabantse Delta	Oude Maasje
Waterschap Brabantse Delta	Roode Vaart
Waterschap Brabantse Delta	Tonnekreek-complex
Waterschap Vallei en Veluwe	Bussloo
Waterschap Vallei en Veluwe	Oude IJssel
Waterschap Vallei en Veluwe	Toevoerkanaal
Waterschap Vallei en Veluwe	Voorsterbeek
Waterschap Vallei en Veluwe	Weteringen
Wetterskip Fryslan	Bergumermeer
Wetterskip Fryslan	Fluessen-Heegermeer
Wetterskip Fryslan	Grote Wielen
Wetterskip Fryslan	Sneekmeer
Wetterskip Fryslan	Terkaplester poelen

Bijlage B: Vragen interviews

Vragen interview medewerkers ATKB

Naam expert:

Organisatie:

Datum:

1. Heeft u specifieke vissoorten gezien die gevoeliger leken te zijn voor warmte? Of welke soorten juist niet?
2. Heeft u in 2018 meer vis met ziektes waargenomen? Zo ja, welke ziektes betrof dit of wat waren de symptomen?
3. Heeft u het idee dat er in 2018 meer vis werd gevangen in koelere (schaduwrijke/diepere) zones van de waterlichamen? Zo ja, hoe groot was het verschil in diepte ongeveer en wat was de naam van het betreffende waterlichaam?
4. Weet u of er een hogere zoutconcentratie aan is getroffen in bepaalde waterlichamen in 2018? Zo ja, welke waterlichamen zijn dit en wat had u het idee dat er een effect was op de visstand?
5. Weet u of de vissen vroeger hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten betreft dit?
6. Heeft u het idee dat bepaalde vissoorten vaker hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten betreft dit en hoe vaak vond deze paai plaats denkt u?
7. Zijn er in bepaalde waterlichamen vangsten gedaan op het gebied van bijzondere soorten, aantallen of lengteklassen? Zo ja, welk waterlichaam betreft dit en wat was er zo bijzonder aan de vangst?
8. Zijn er volgens u vissoorten (andere soorten dan karper, brasem, blankvoorn, snoekbaars, snoek, baars en winde) die extra aandacht verdienen binnen mijn project?
9. Heeft u van andere mensen bijzonderheden gehoord op het gebied van de relatie tussen de warmte en de visstand in 2018? Zo ja, wat waren deze bijzonderheden en wie heeft dit aangegeven?
10. Verwacht u in de toekomst specifieke veranderingen in de visstand als gevolg van vaker optredende warmte en/of droge jaren? Zo ja, welke veranderingen zijn dit en waar baseert u dat op?
11. Zijn er verder nog bijzonderheden opgevallen die mogelijk te linken zijn aan de warmte en/of droogte in 2018?

Vragen interview medewerkers andere organisaties

Naam expert:

Organisatie:

Datum:

1. Zijn er wateren binnen uw beheergebied die effecten van de warmte/droogte ondervonden waarvan u het niet verwacht had? Zo ja, welk watertype was dit en welke effecten heeft u waargenomen?
2. Wat zijn uw ervaringen met het effect van de warmte op de visstand afgelopen jaar? Bijvoorbeeld: ander gedrag, ander habitatgebruik, snellere groei, vroegere paai, e.d.
3. Heeft u specifieke vissoorten gezien die meer last van de warmte hadden? Of welke soorten juist niet?
4. Weet u of er dit jaar meer vis ziektes zijn waargenomen? Zo ja, welke ziektes betrof dit of wat waren de symptomen?
5. Is het nodig geweest om vissen te verplaatsen als gevolg van droogval, zuurstoftekort, o.i.d.?
6. Is er vissterfte opgetreden? Was hier een specifieke oorzaak voor? Zuurstofloosheid, warmte, lage waterstand of een andere oorzaak?
 - Waren specifieke vissoorten hier slachtoffer van?
7. Weet u of de vissen vroeger of langer hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en wanneer vond de paai ongeveer plaats?
8. Weet u of sommige vissoorten vaker hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en hoe vaak vond deze paai plaats?
9. Is er dit jaar meer algenbloei opgetreden in vergelijking met andere jaren? Zo ja, hoeveel meer?
10. Verwacht u in de toekomst specifieke veranderingen in de visstand als gevolg van vaker optredende warmte/droge jaren? Zo ja, welke veranderingen zijn dit en waar baseert u dat op?
11. Zijn er verder nog bijzonderheden opgevallen die mogelijk te linken zijn aan de warmte en/of droogte in 2018?

Bijlage C: Lijst geïnterviewde personen

Binnen ATKB zijn de volgende personen geïnterviewd en gevraagd naar hun ervaringen met de warmte van 2018 op de visstand:

- Jouke Kampen is afdelingshoofd van de afdeling aquatische ecologie. Jouke Kampen heeft 37 jaar ervaring binnen de aquatische ecologie en is één van de oprichters van ATKB;
- Johan van Giels is teamleider van de afdeling aquatische ecologie. Johan heeft 15 jaar ervaring binnen de aquatische ecologie;
- Matthijs Koole is projectleider binnen de afdeling aquatische ecologie en heeft 13 jaar ervaring met aquatische ecologie;
- Bart Niemeijer is projectadviseur binnen de afdeling aquatische ecologie en heeft 8 jaar ervaring met aquatische ecologie en werkt 3 jaar bij ATKB;
- Jan Wullink is projectadviseur binnen de afdeling aquatische ecologie met 20 jaar ervaring (voornamelijk in het veld);
- Stefan Oskam is projectmedewerker binnen de afdeling aquatische ecologie en heeft 8 jaar ervaring binnen de aquatische ecologie (voornamelijk in het veld).

Daarnaast zijn de volgende experts buiten ATKB geïnterviewd:

- Roel Doef en Eddy Lammens (Rijkswaterstaat). Roel Doef is adviseur specialist waterkwantiteit en Eddy Lammens is de visspecialist binnen Rijkswaterstaat;
- Iwan de Vries (Recreatieschap Drenthe) heeft voordat hij werkzaam werd bij recreatieschap Drenthe bij Waterschap Vechtstromen gewerkt als adviseur watersystemen;
- Mark Kouwenhoven van Sportvisserij Oost Nederland (projectmedewerker);
- Willie van Emmerik van Sportvisserij Nederland (projectleider onderzoek en advisering);
- Hans Gels en Bert Knol van Waterschap Vechtstromen ((senior) adviseur watersystemen);
- Johan de Jong, Arnold Osté en Ronald Gylstra van Waterschap Rivierenland (Monitoring Waterkwaliteit en Ecologie);
- Johan van Tent van Hoogheemraadschap van Schieland en Krimpenerwaard (beleidsadviseur waterkwaliteit);
- Marco Beers van Waterschap Brabantse Delta (specialist waterbeheer advies & monitoring);
- Carlo Rutjes van Waterschap Aa en Maas (senior waterkwaliteit en ecologie);
- Matthijs Jansen van Waterschap Drents Overijsselse Delta (adviseur ecologie en waterkwaliteit);
- Erik Binnendijk van Waterschap Limburg (aquatisch ecooloog);
- Mark Scheepens van Waterschap de Dommel (medewerker monitoring);
- Marius van Wingerden van Waterschap Scheldestromen (beleidsadviseur aquatische eco(techno)logie en visbeheer);
- Peter Paul Schollema van Waterschap Hunze en Aa's (aquatisch ecooloog);
- Matthijs de Vos van Waterschap Rijn en IJssel (ecologisch specialist);
- Rik Beentjes van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (adviseur);
- Brigitte Mangelaars van Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden (adviseur ecologische monitoring);
- Tim Pelsma van Waterschap Waternet (adviseur ecologie).

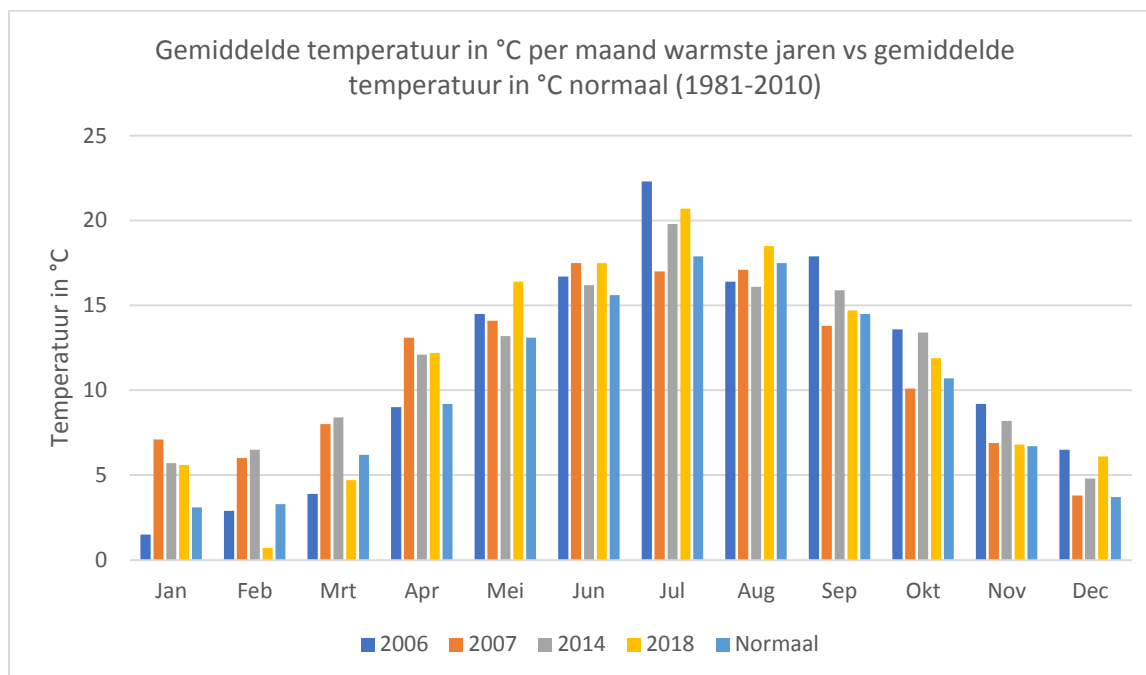
Bijlage D: Voorbeeld overzicht paaimomenten doelsoorten

Beheerder	Waterlichaam	Soort	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Brabantse Delta	Beneden Donge	BR	22	18	19	20	13	20	17	20	23	20	19	17	16	16
Brabantse Delta	Beneden Donge	BV	20	17	14	17	12	18	15	18	20	20	18	15	15	13
Brabantse Delta	Beneden Donge	KA	23	20	23	22	22	24	20	25	23	22	19	20	19	19
Brabantse Delta	Beneden Donge	SB	13	16	12	16	12	16	13	15	19	12	16	12	13	11
Brabantse Delta	Beneden Donge	SK	10	12	11	12	9	13	11	13	13	10	12	10	9	9
Brabantse Delta	Beneden Donge	WI	12	14	13	14	12	14	13	14	16	11	14	13	12	10
Brabantse Delta	Boven Donge	BR	23	21	15	18	15	23	21	21	22	15	18	21	17	15
Brabantse Delta	Boven Donge	BV	22	19	14	16	13	21	14	20	20	14	18	14	16	12
Brabantse Delta	Boven Donge	KA	25	23	23	19	16	24	24	23	23	22	20	23	18	22
Brabantse Delta	Boven Donge	SB	16	17	12	16	11	17	13	16	17	12	15	12	15	9
Brabantse Delta	Boven Donge	SK	11	13	10	13	9	14	10	12	13	10	12	9	11	6
Brabantse Delta	Boven Donge	WI	14	15	11	15	10	15	12	13	14	11	13	11	13	7
Brabantse Delta	Gat van den Ham	BR	21	17	-	-	19	21	16	18	21	20	17	16	15	13
Brabantse Delta	Gat van den Ham	BV	20	16	-	-	18	19	14	18	19	15	14	14	14	11
Brabantse Delta	Gat van den Ham	KA	22	18	-	-	21	23	21	20	24	22	23	21	17	15
Brabantse Delta	Gat van den Ham	SB	18	16	-	-	16	18	12	17	17	13	12	13	12	9
Brabantse Delta	Gat van den Ham	SK	14	12	-	-	11	13	9	13	13	10	8	8	9	6
Brabantse Delta	Gat van den Ham	WI	16	14	-	-	14	16	11	16	15	12	10	10	11	8
Brabantse Delta	Molenkreek complex	BR	21	18	16	16	17	18	15	18	19	14	19	21	19	16
Brabantse Delta	Molenkreek complex	BV	15	17	15	15	16	17	14	16	17	13	17	20	16	15
Brabantse Delta	Molenkreek complex	KA	23	23	18	18	21	23	17	20	22	15	20	22	19	19
Brabantse Delta	Molenkreek complex	SB	12	15	14	14	18	15	12	14	12	12	15	19	11	13
Brabantse Delta	Molenkreek complex	SK	10	12	11	11	15	12	7	10	14	9	14	16	9	9
Brabantse Delta	Molenkreek complex	WI	11	14	13	13	17	14	9	12	15	10	15	18	10	11
Brabantse Delta	Oude Maasje	BR	22	18	15	18	15	21	17	22	20	13	18	18	17	16
Brabantse Delta	Oude Maasje	BV	20	17	14	17	14	19	15	19	18	12	17	16	15	14
Brabantse Delta	Oude Maasje	KA	23	19	19	19	21	24	21	23	23	22	19	21	18	19
Brabantse Delta	Oude Maasje	SB	14	15	13	15	12	16	13	15	17	11	16	14	12	11
Brabantse Delta	Oude Maasje	SK	11	11	10	13	9	13	10	10	15	9	11	10	9	9
Brabantse Delta	Oude Maasje	WI	13	13	12	14	11	15	12	13	16	10	13	12	10	10
Brabantse Delta	Roode Vaart	BR	21	17	17	19	16	21	17	19	20	21	14	17	15	13
Brabantse Delta	Roode Vaart	BV	15	16	16	18	15	18	14	18	19	15	13	15	14	11
Brabantse Delta	Roode Vaart	KA	22	18	17	20	19	23	19	20	23	22	23	19	18	15
Brabantse Delta	Roode Vaart	SB	13	14	14	16	14	15	10	17	17	13	13	14	12	9
Brabantse Delta	Roode Vaart	SK	9	10	9	11	10	10	6	14	13	8	9	10	9	4
Brabantse Delta	Roode Vaart	WI	12	12	12	14	12	13	8	16	16	10	11	12	11	7

Figuur 37: Overzicht paaimomenten doelsoorten

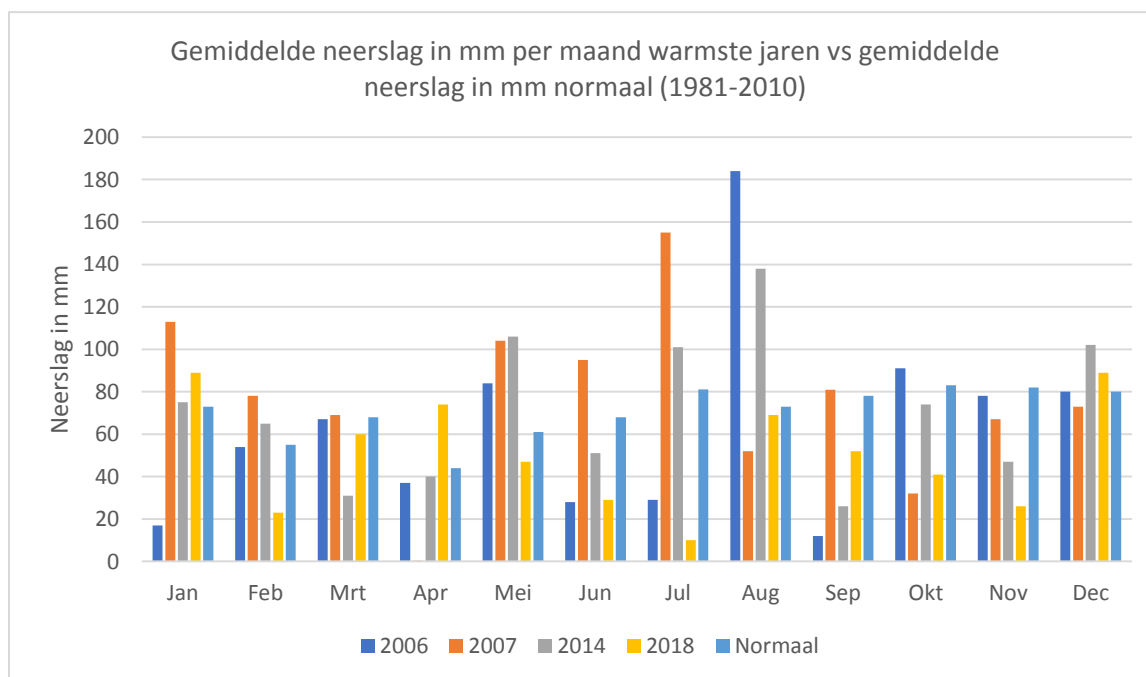
Bijlage E: Meteorologische gegevens vier warmste jaren

Gemiddelde temperatuur vier warmste jaren



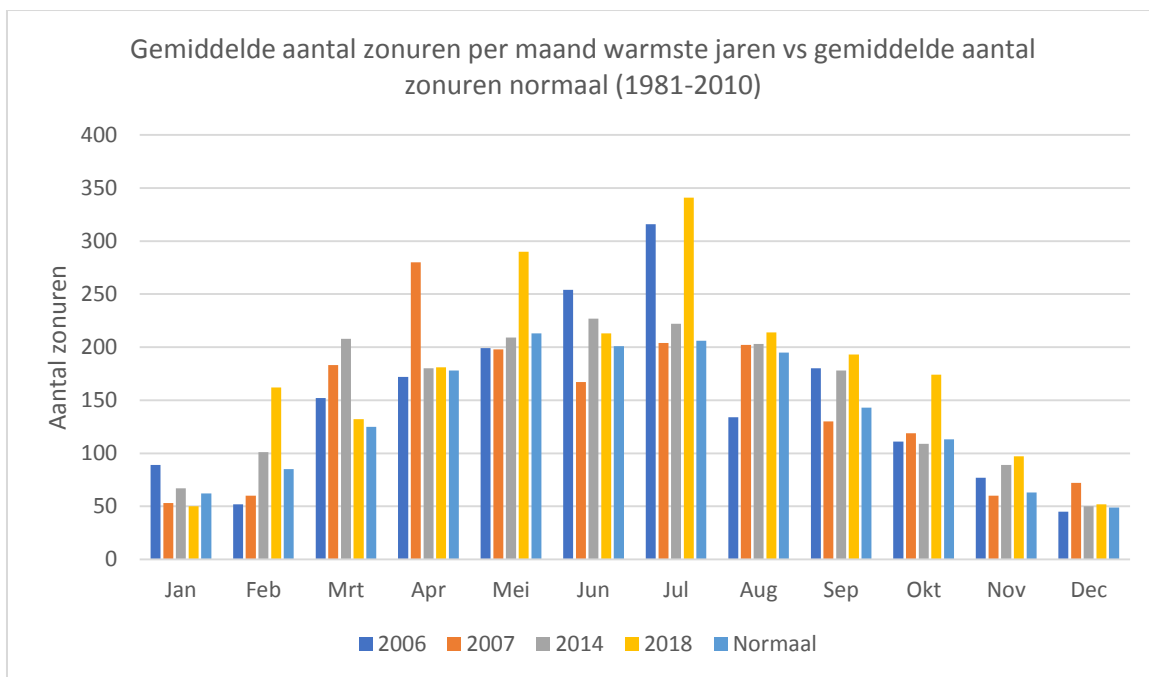
Figuur 38: Gemiddelde temperatuur vier warmste jaren

Gemiddelde hoeveelheid neerslag vier warmste jaren



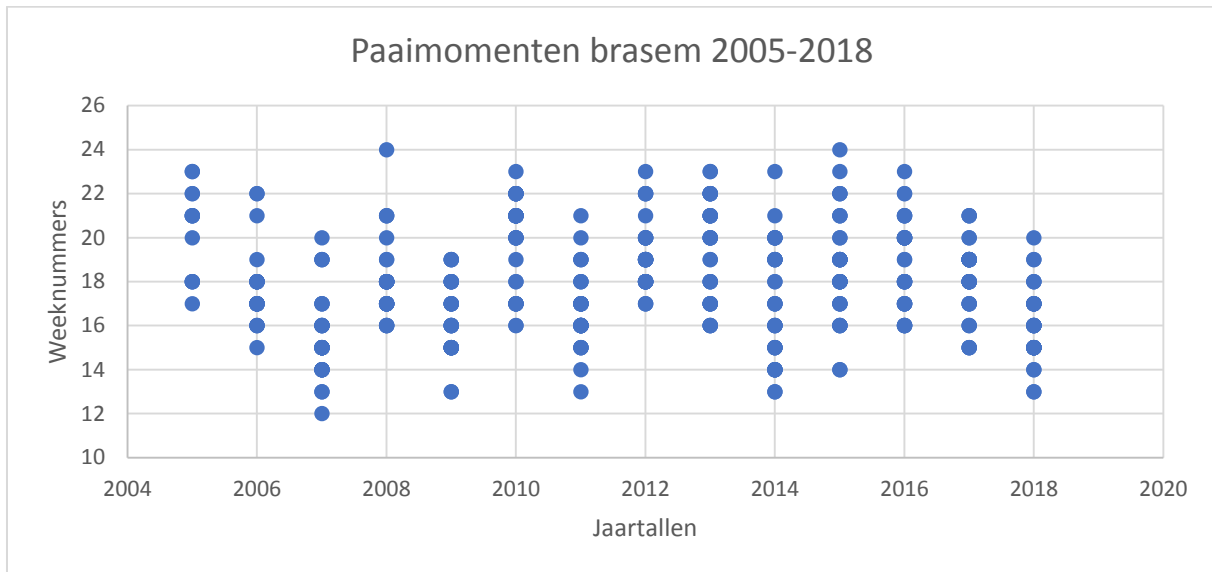
Figuur 39: Gemiddelde hoeveelheid neerslag vier warmste jaren

Gemiddelde hoeveelheid zonuren vier warmste jaren

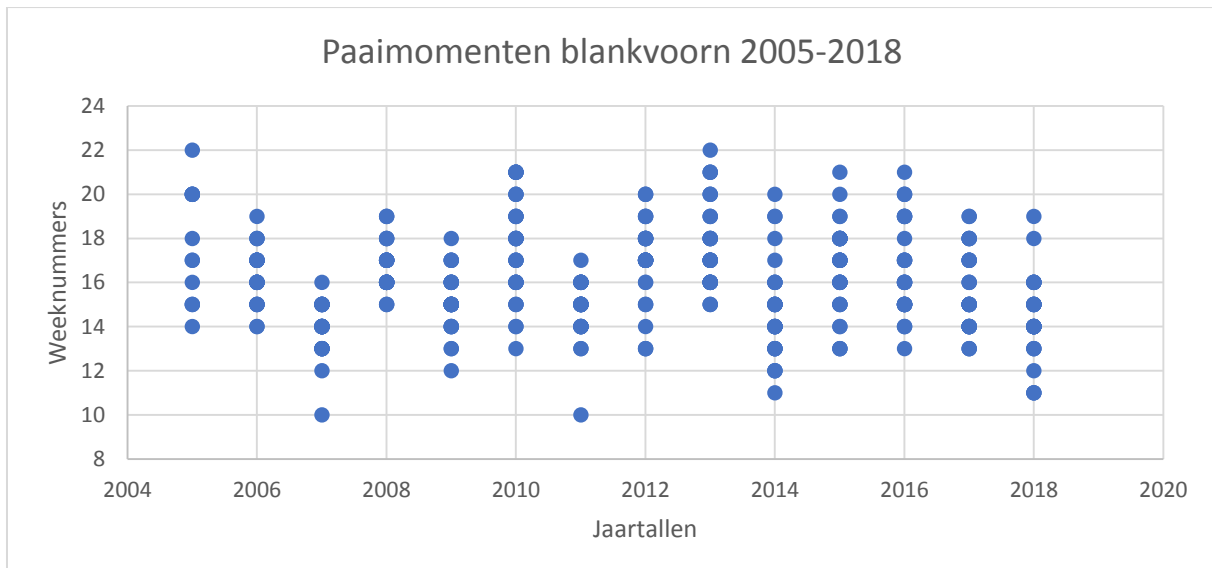


Figuur 40: Gemiddelde hoeveelheid zonuren vier warmste jaren

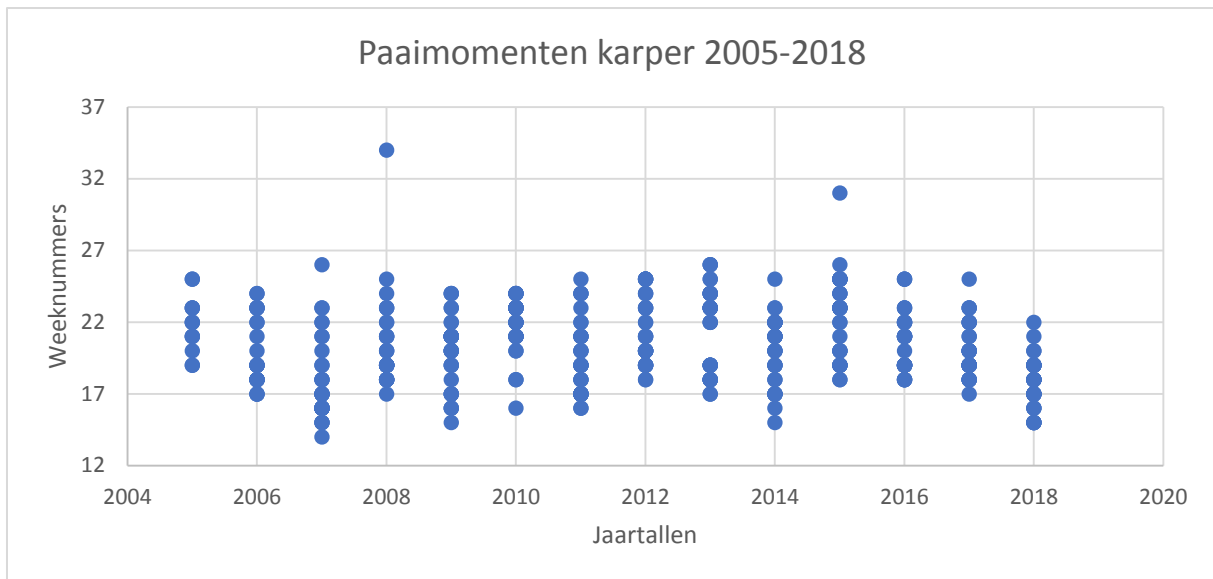
Bijlage F: Spreidingsgrafieken paaimomenten doelsoorten



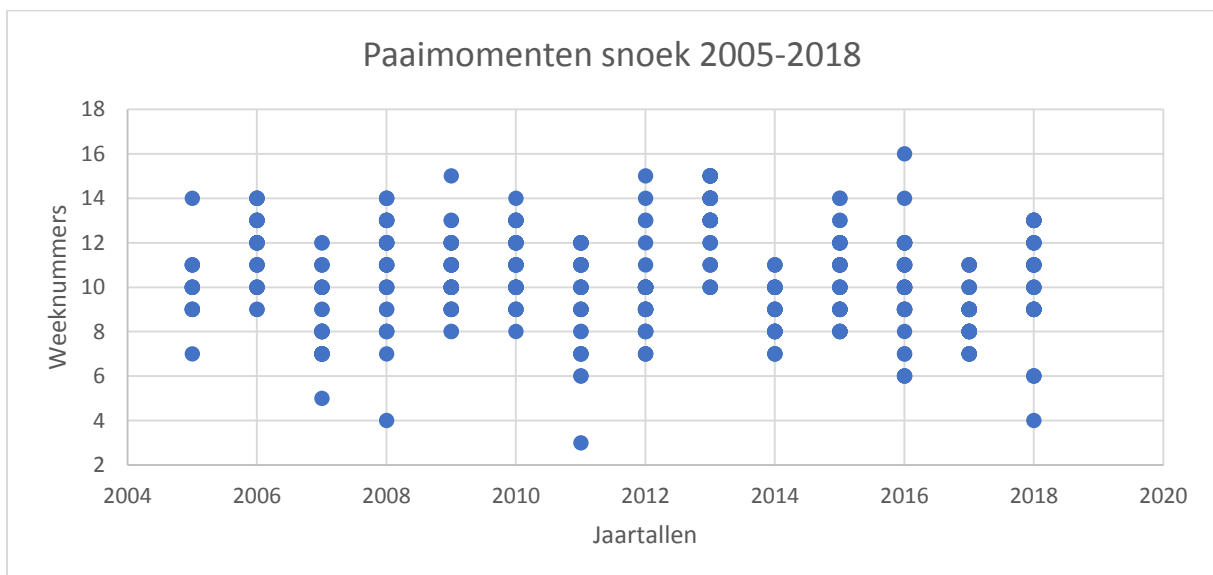
Figuur 41: Spreidingsgrafiek paaimomenten brasem 2005-2018



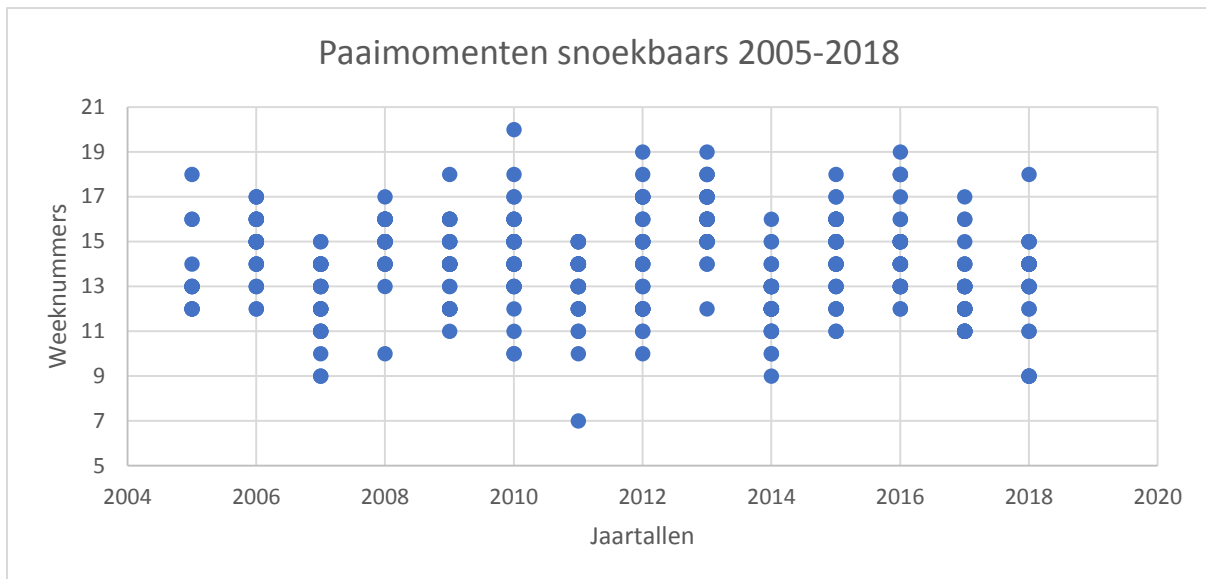
Figuur 42: Spreidingsgrafiek paaimomenten blankvoorn 2005-2018



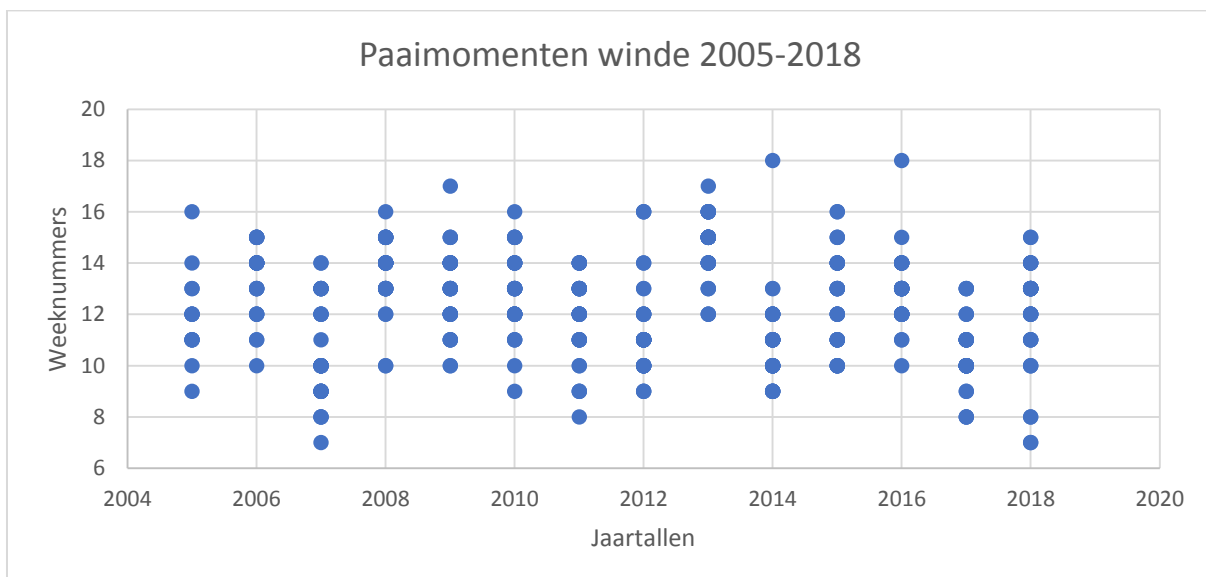
Figuur 43: Spreidingsgrafiek paaimomenten karper 2005-2018



Figuur 44: Spreidingsgrafiek paaimomenten snoek 2005-2018



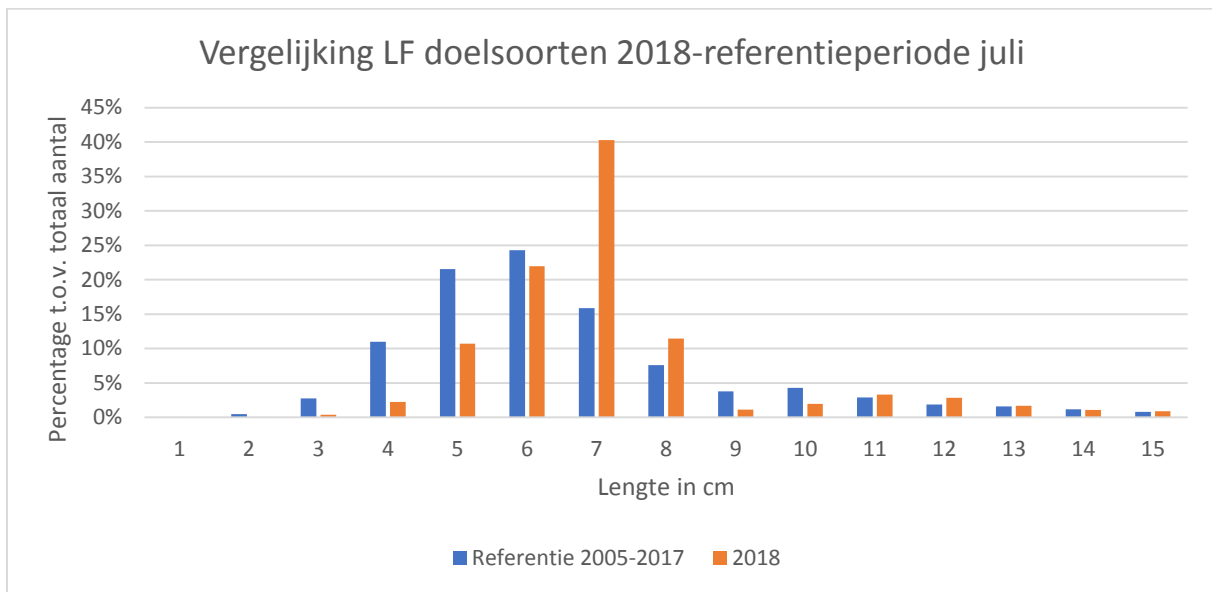
Figuur 45: Spreidingsgrafiek paaimomenten snoekbaars 2005-2018



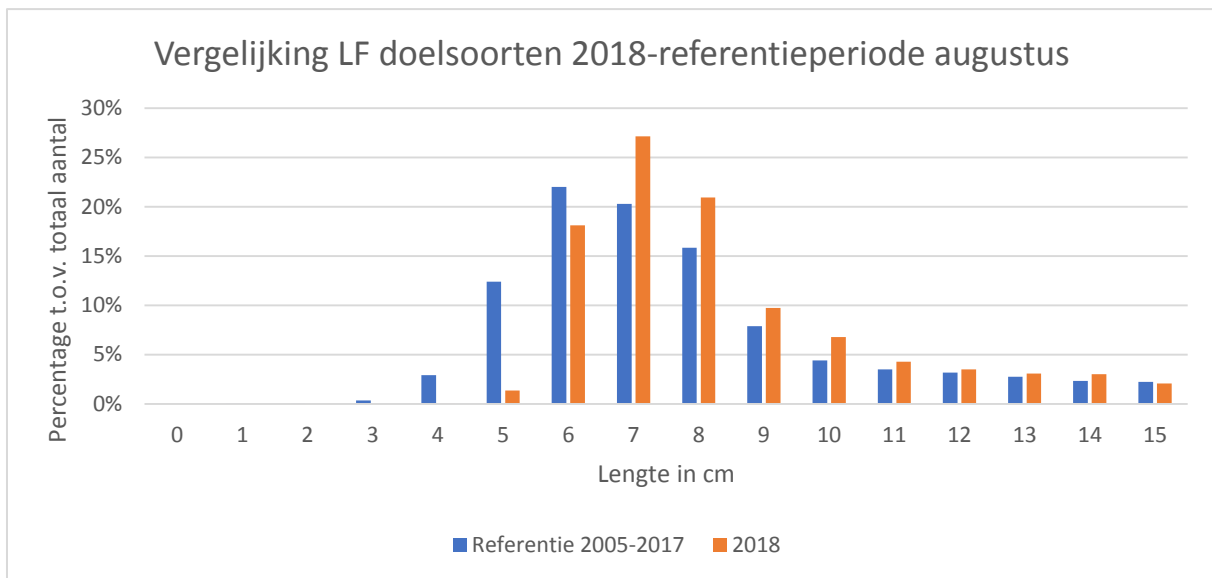
Figuur 46: Spreidingsgrafiek paaimomenten winde 2005-2018

Bijlage G: LF-verdeling doelsoorten per maand

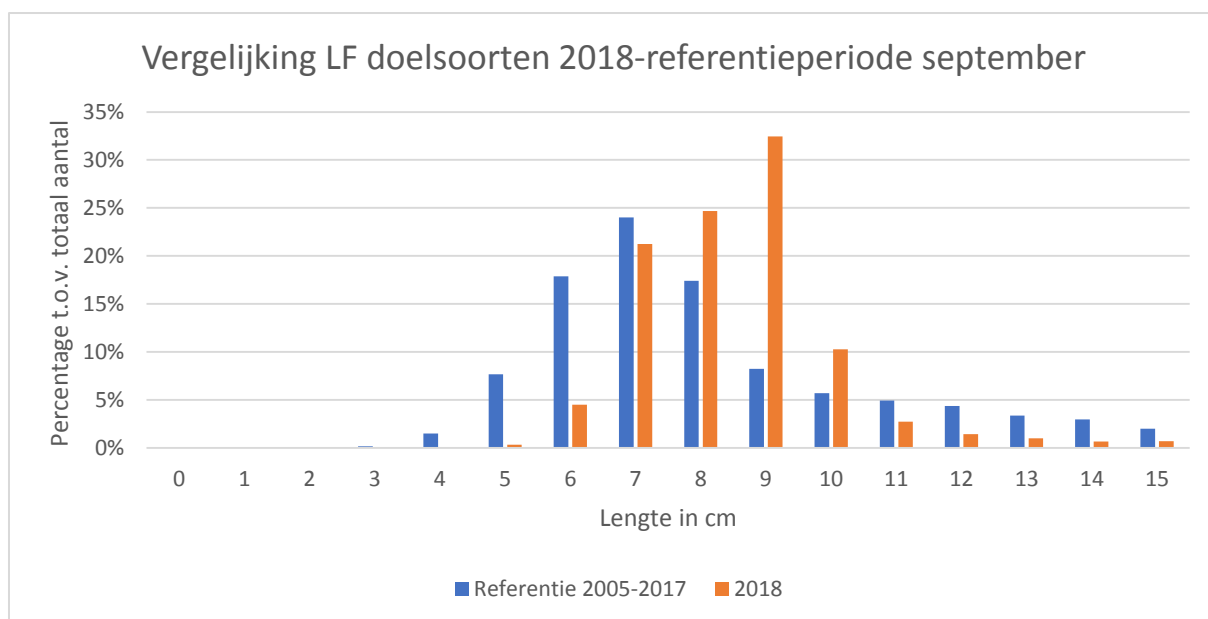
LF-verdeling 0+ klasse doelsoorten gecombineerd



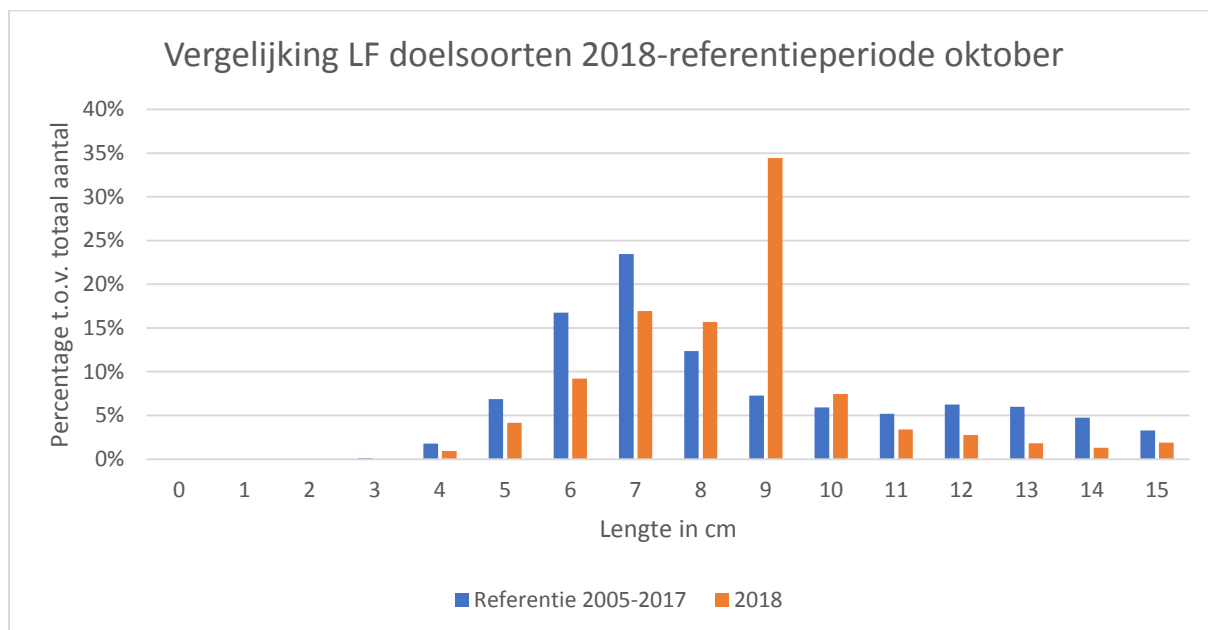
Figuur 47: LF-verdeling doelsoorten gecombineerd juli ref-2018



Figuur 48: LF-verdeling doelsoorten gecombineerd augustus ref-2018

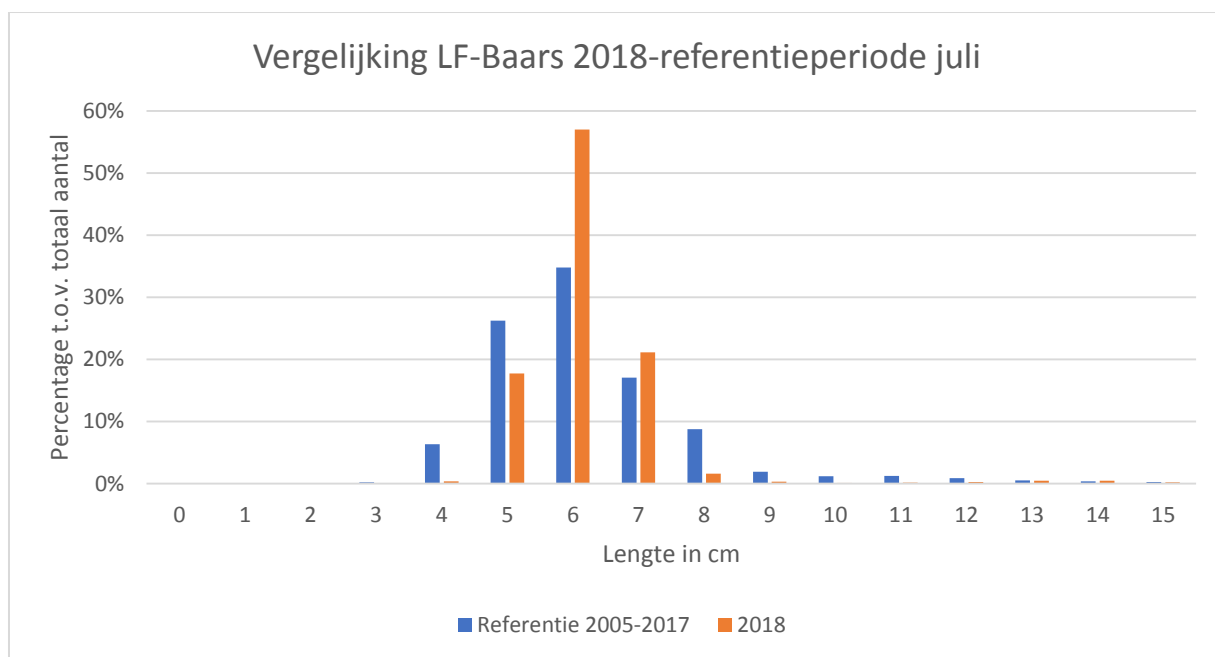


Figuur 49: LF-verdeling doelsoorten gecombineerd september ref-2018

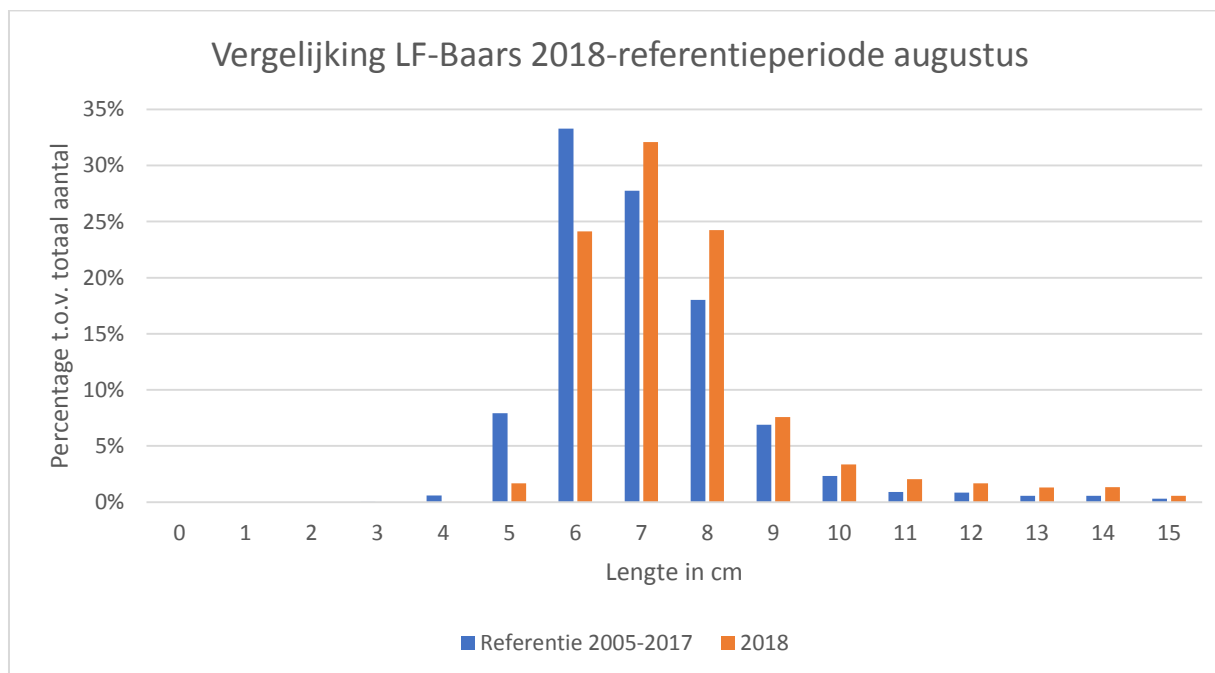


Figuur 50: LF-verdeling doelsoorten gecombineerd oktober ref-2018

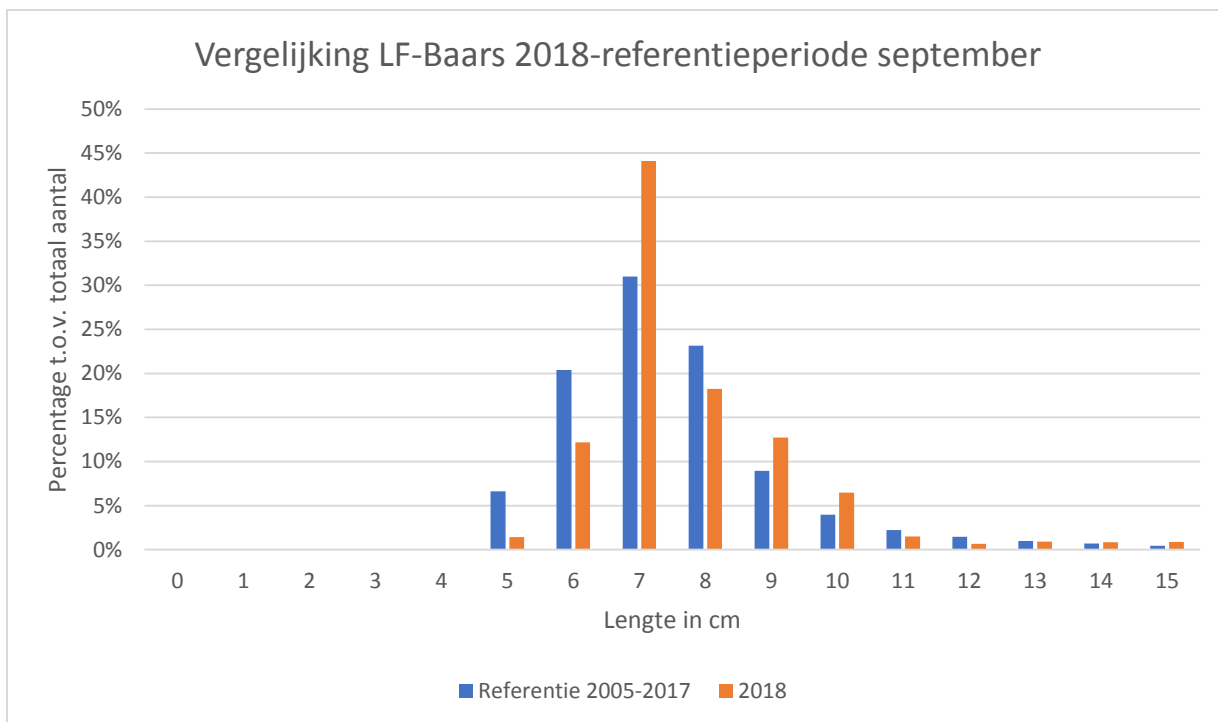
LF-verdeling 0+ klasse baars



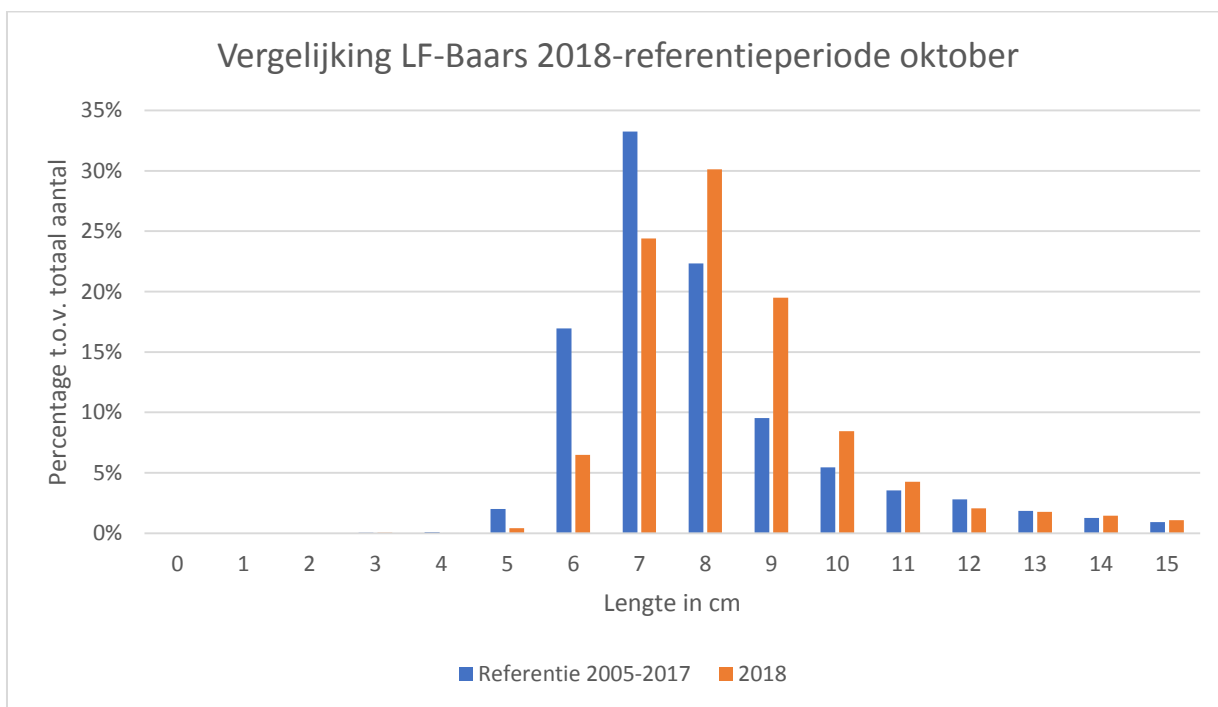
Figuur 51: LF-verdeling baars juli ref-2018



Figuur 52: LF-verdeling baars augustus ref-2018

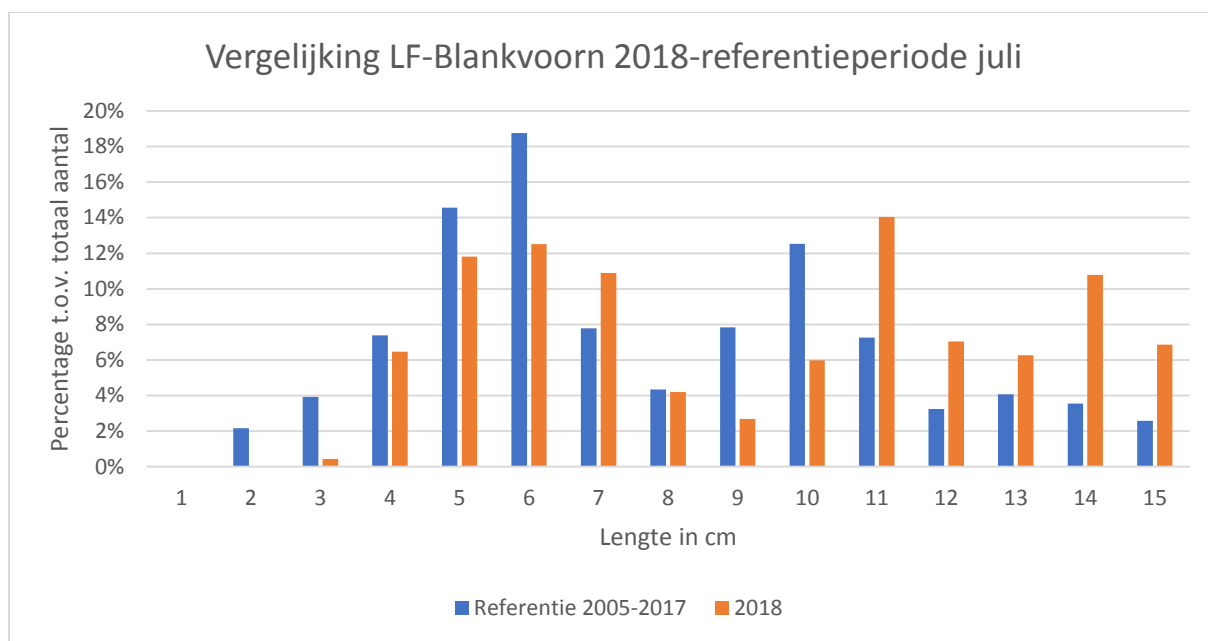


Figuur 53: LF-verdeling baars september ref-2018

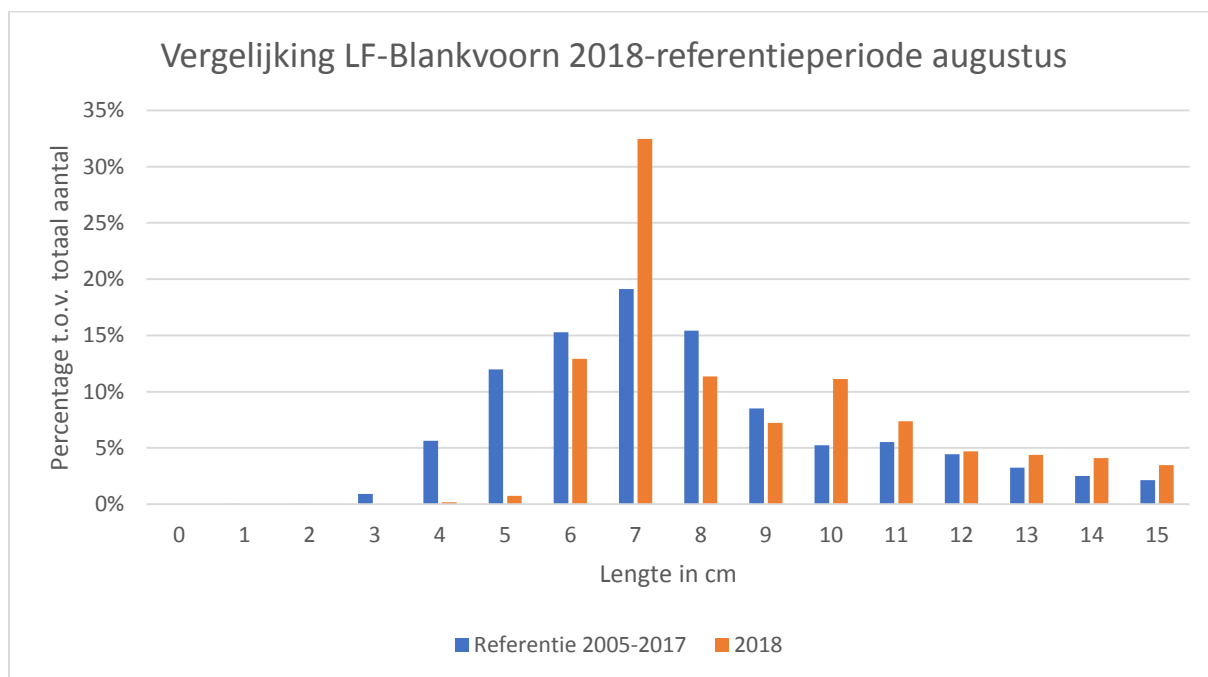


Figuur 54: LF-verdeling baars oktober ref-2018

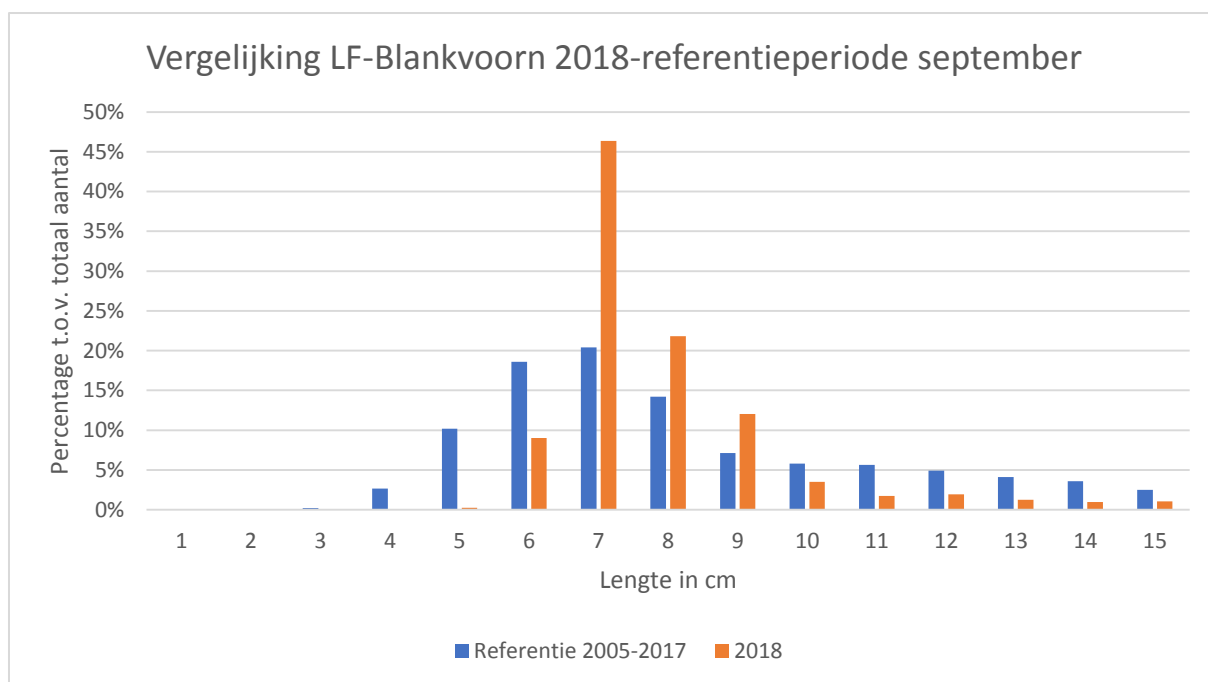
LF-verdeling 0+ klasse blankvoorn



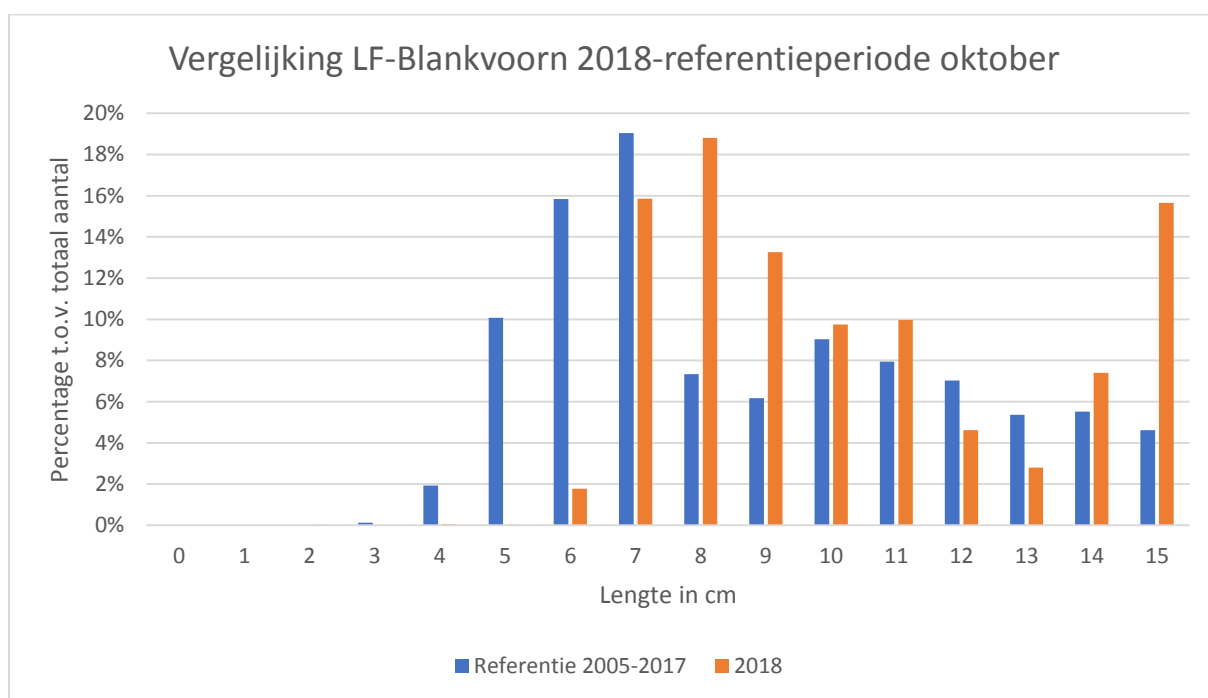
Figuur 55: LF-verdeling blankvoorn juli ref-2018



Figuur 56: LF-verdeling blankvoorn augustus ref-2018

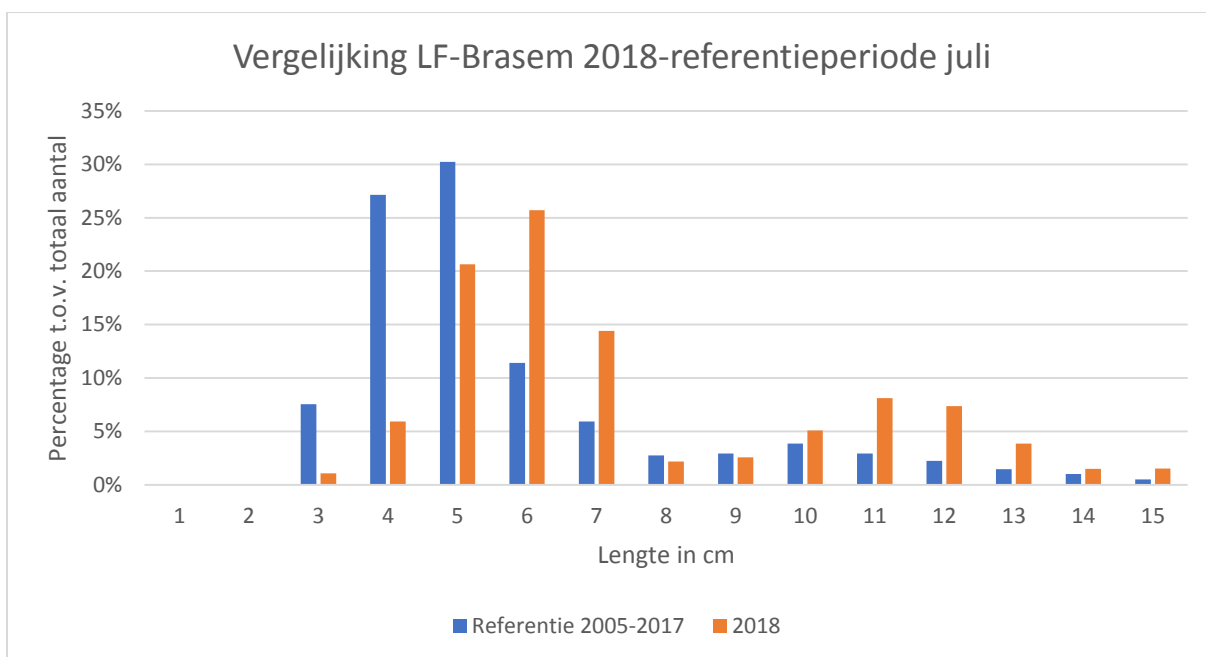


Figuur 57: LF-verdeling blankvoorn september ref-2018

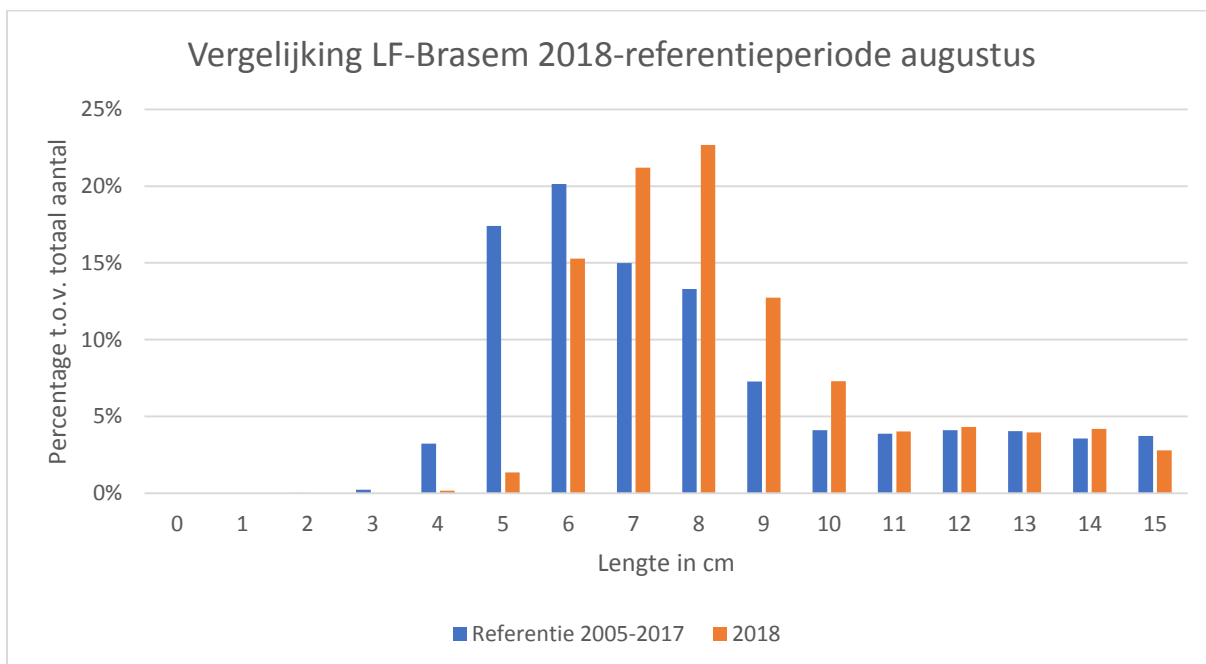


Figuur 58: LF-verdeling blankvoorn oktober ref-2018

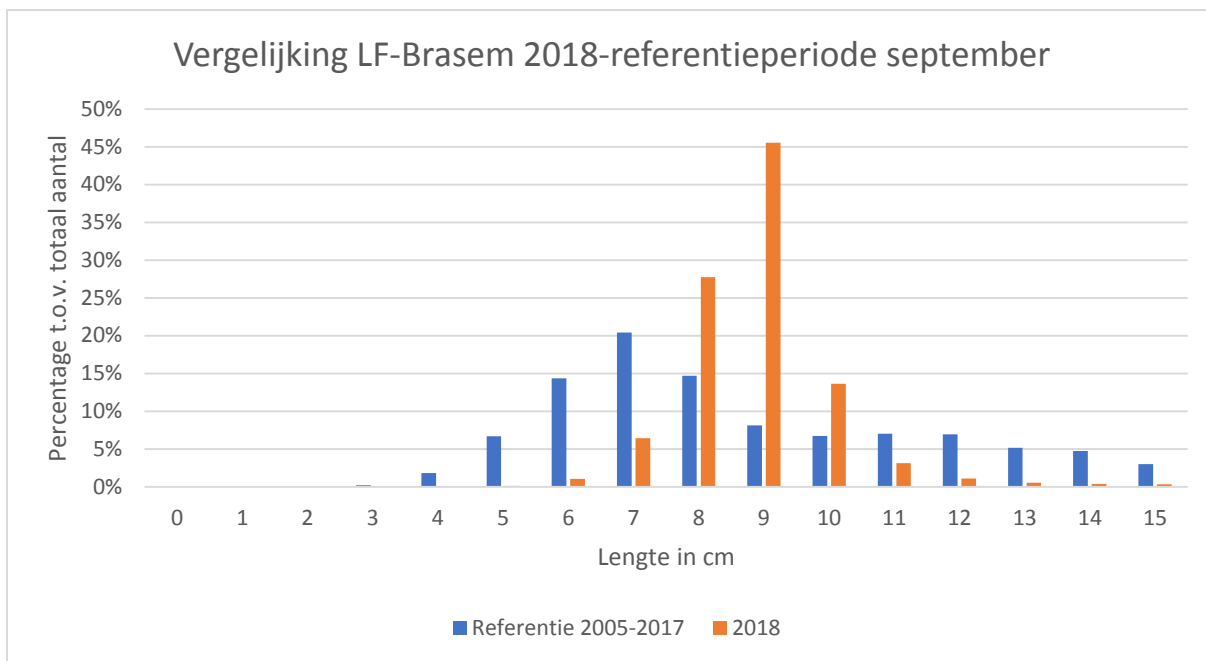
LF-verdeling 0+ klasse brasem



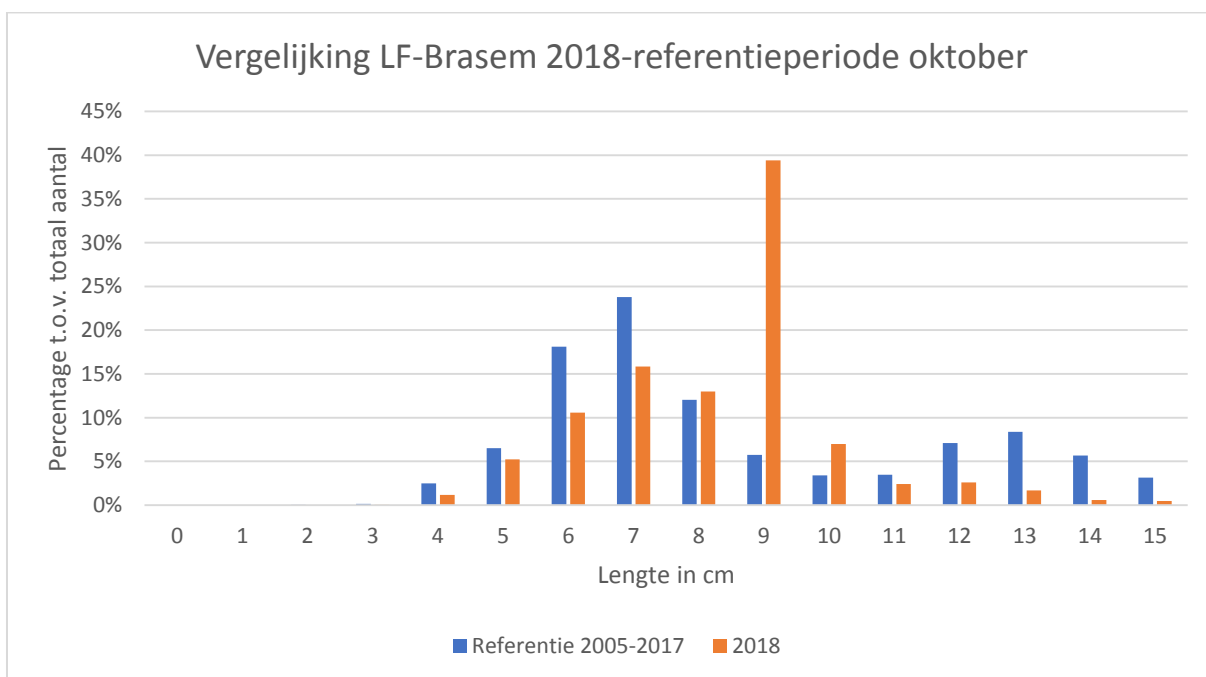
Figuur 59: LF-verdeling brasem juli ref-2018



Figuur 60: LF-verdeling brasem augustus ref-2018

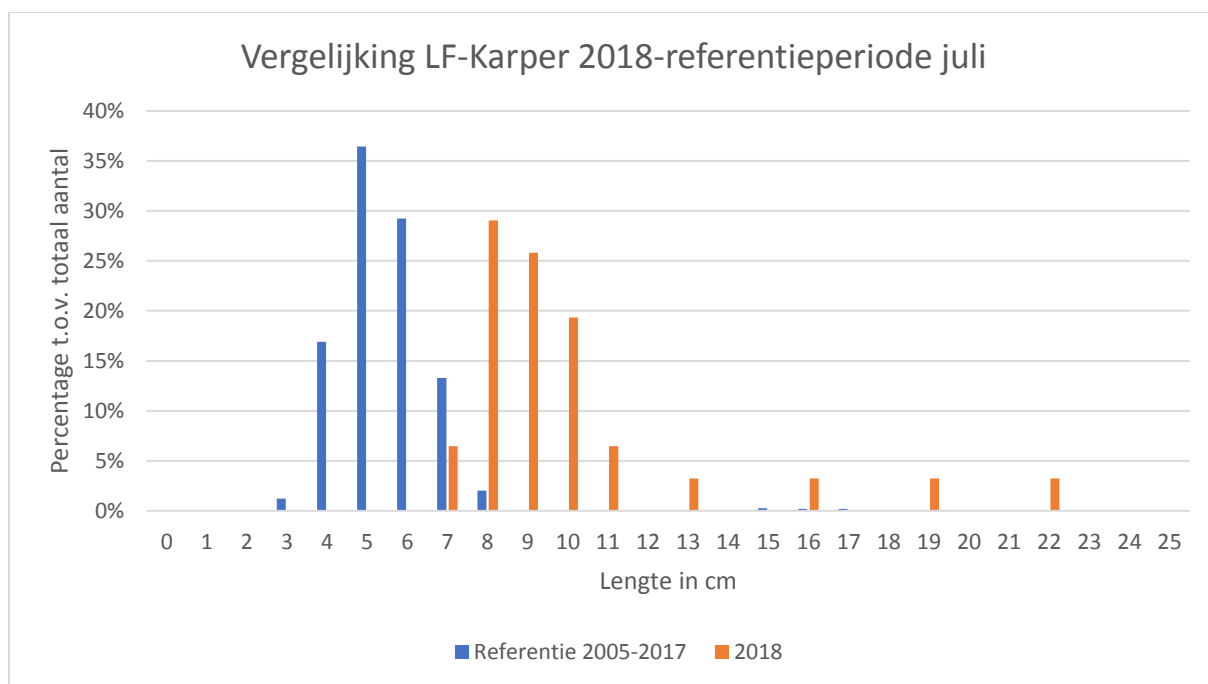


Figuur 61: LF-verdeling brasem september ref-2018

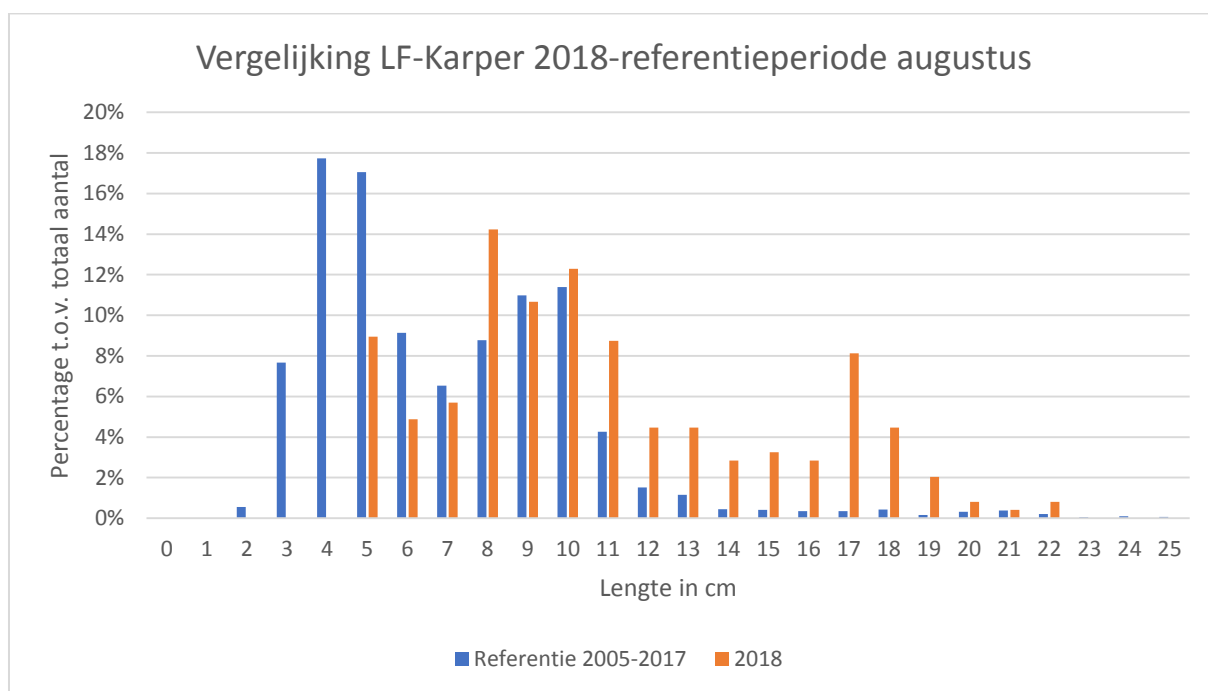


Figuur 62: LF-verdeling brasem oktober ref-2018

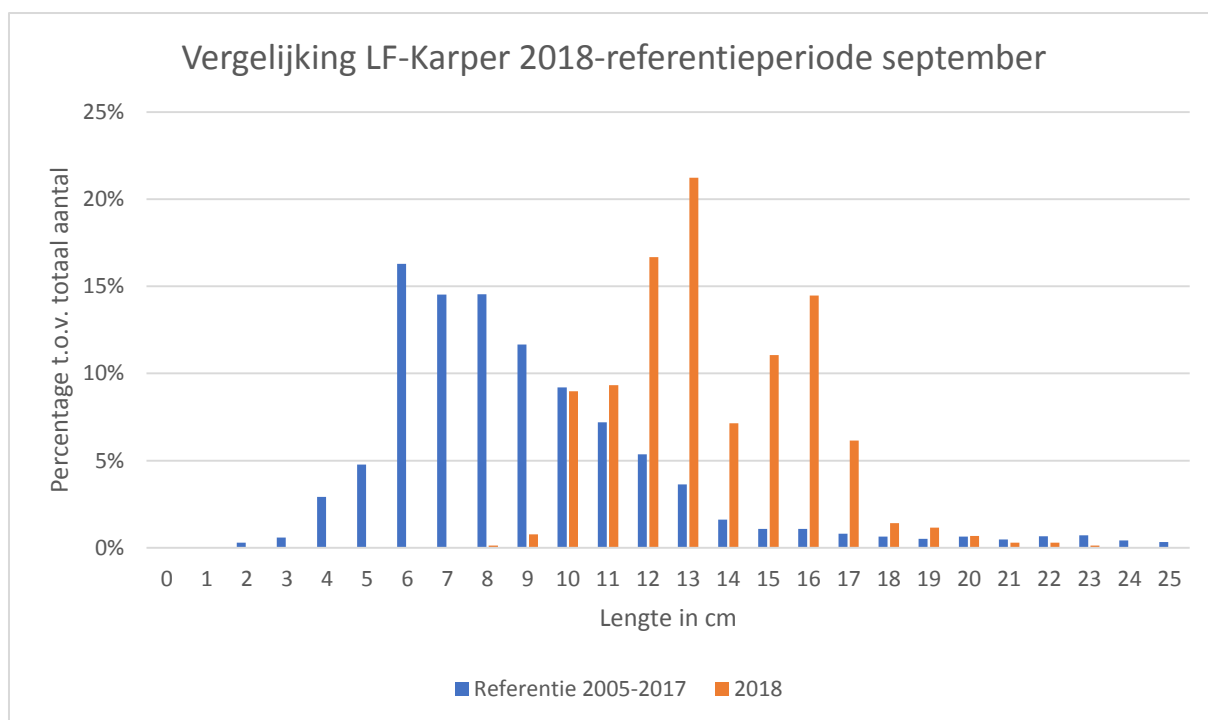
LF-verdeling 0+ klasse karper



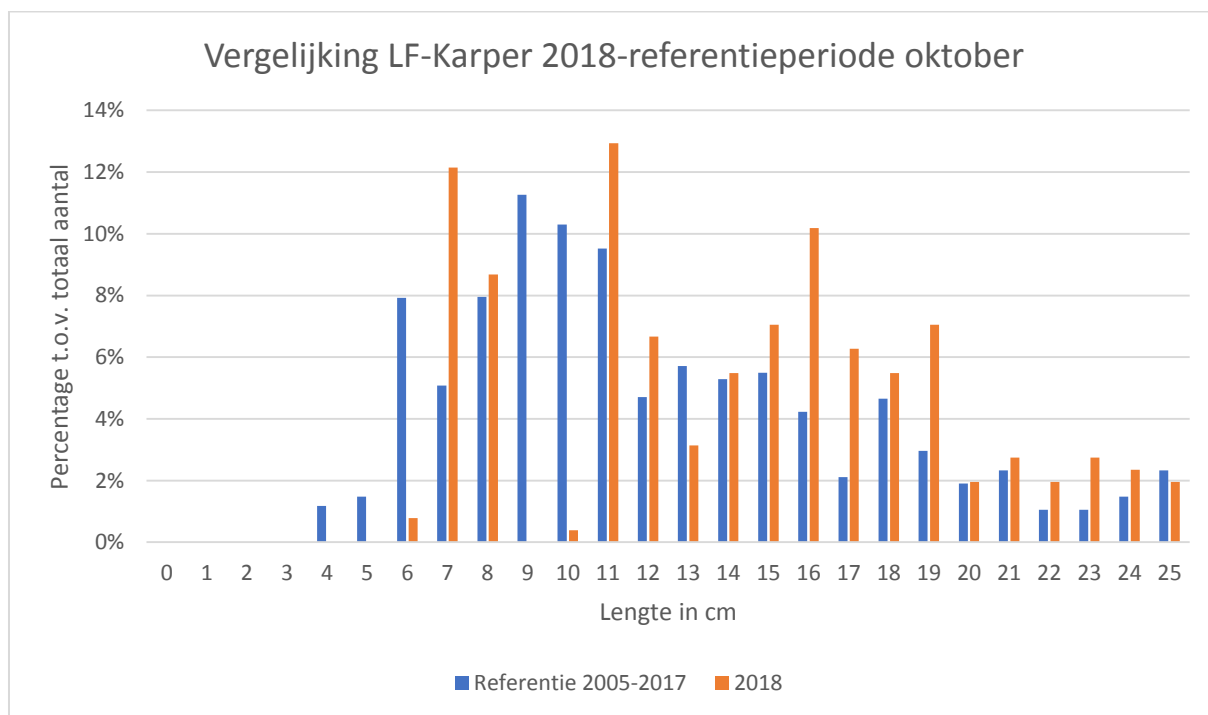
Figuur 63: LF-verdeling karper juli ref-2018



Figuur 64: LF-verdeling karper augustus ref-2018

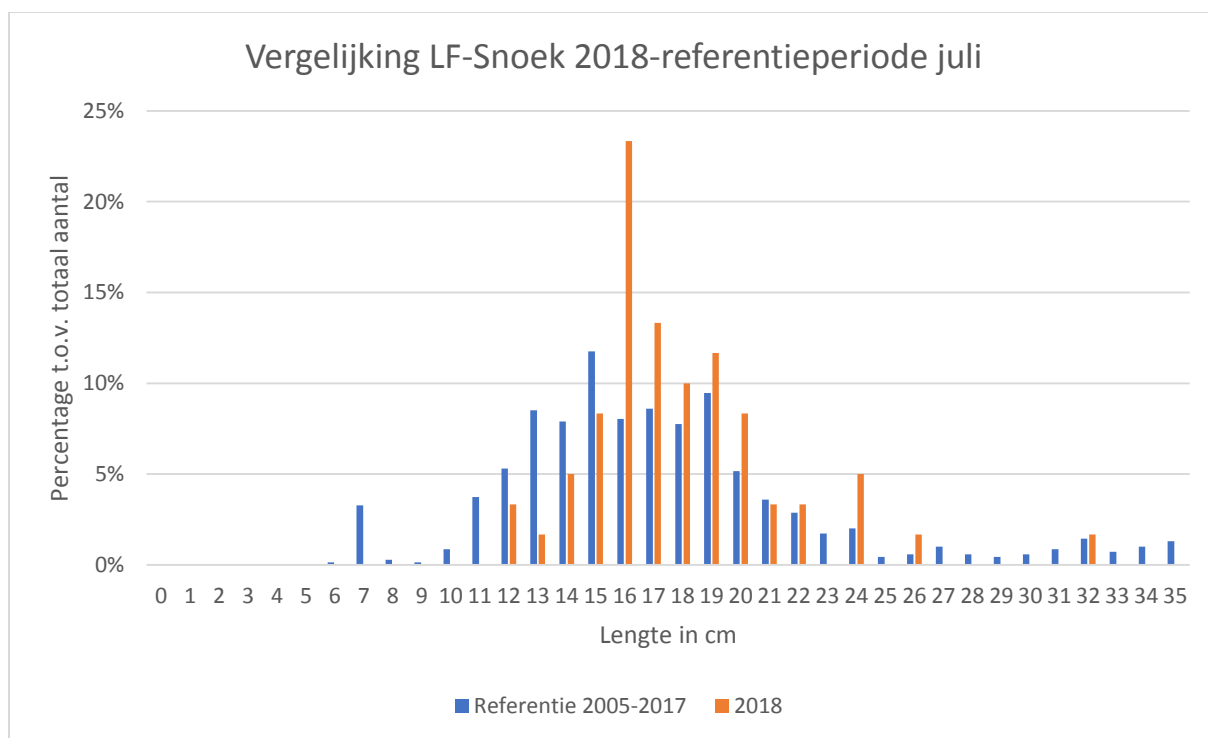


Figuur 65: LF-verdeling karper september ref-2018

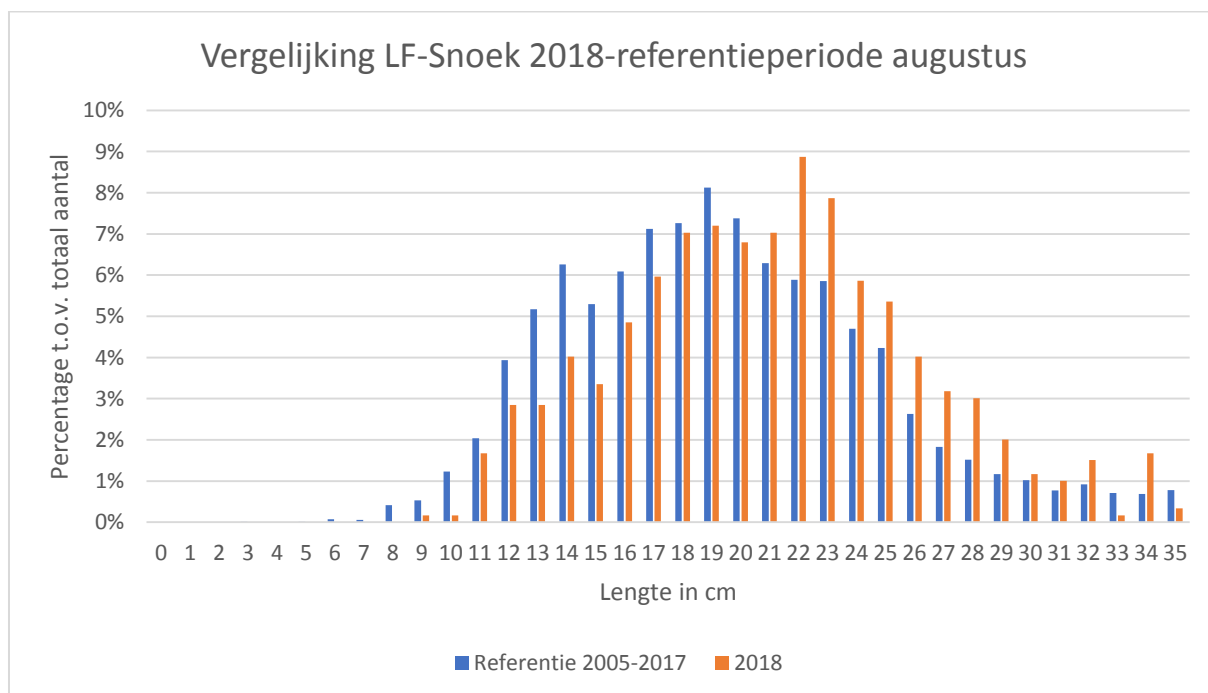


Figuur 66: LF-verdeling karper oktober ref-2018

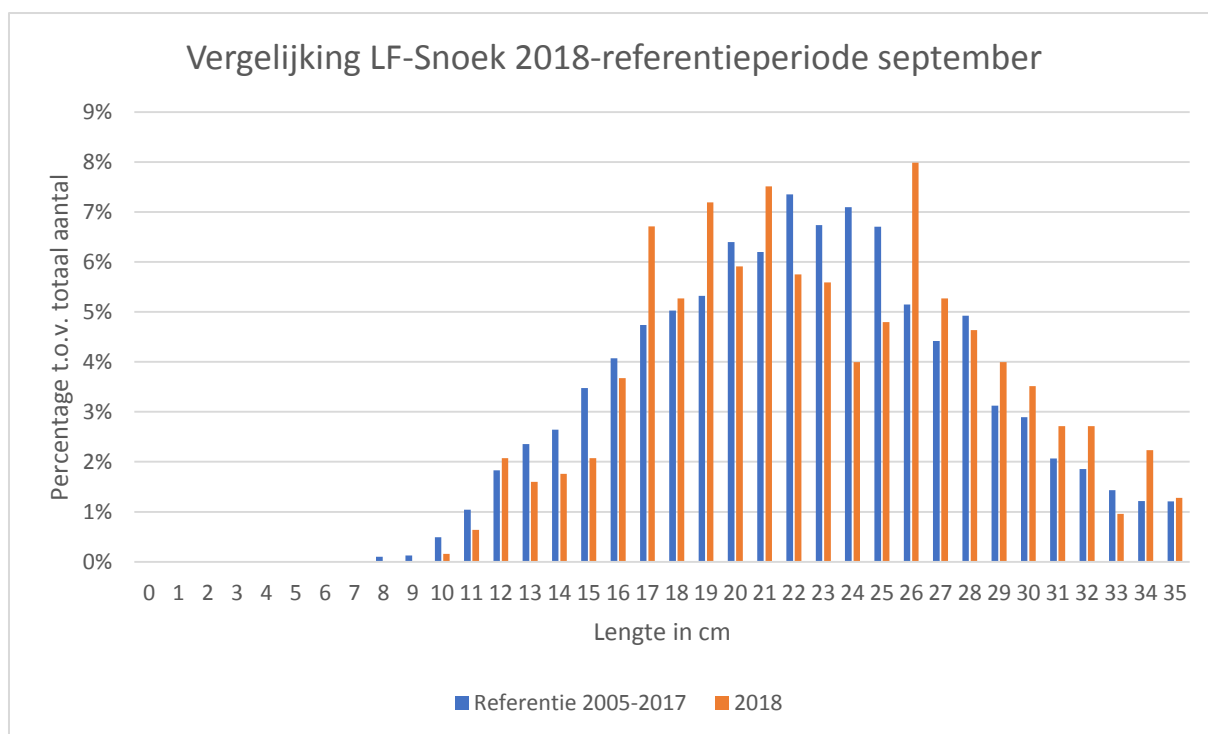
LF-verdeling 0+ klasse snoek



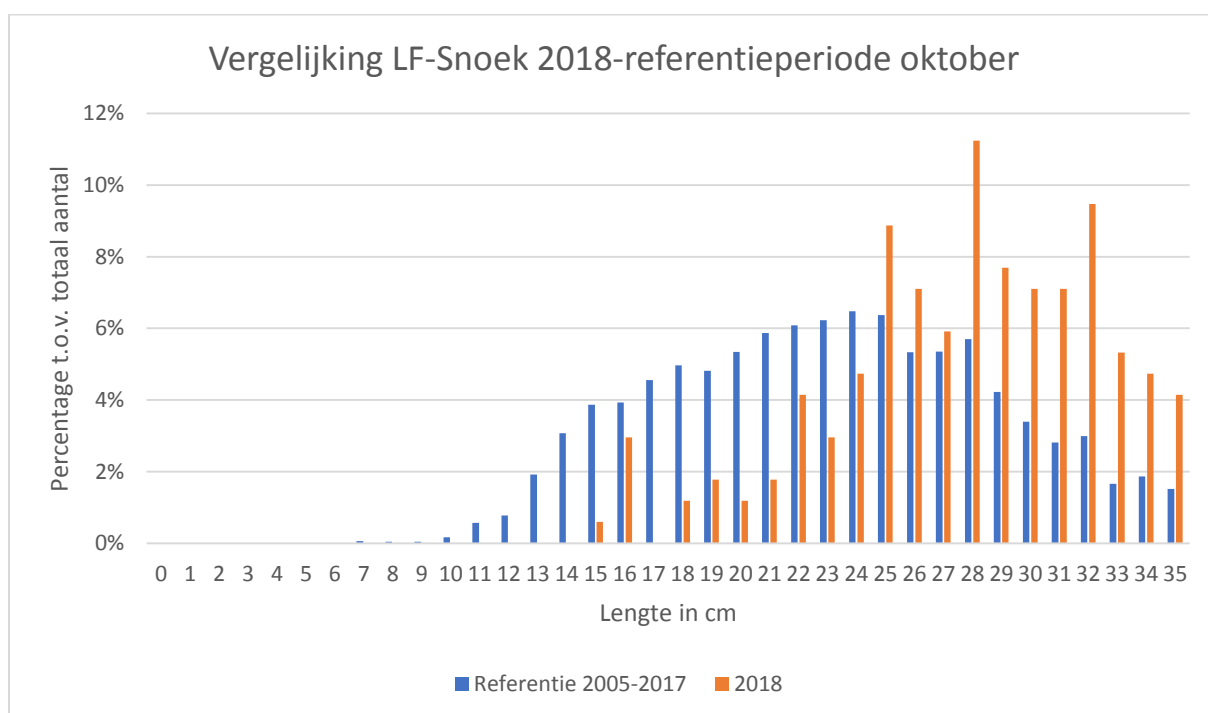
Figuur 67: LF-verdeling snoek juli ref-2018



Figuur 68: LF-verdeling snoek augustus ref-2018

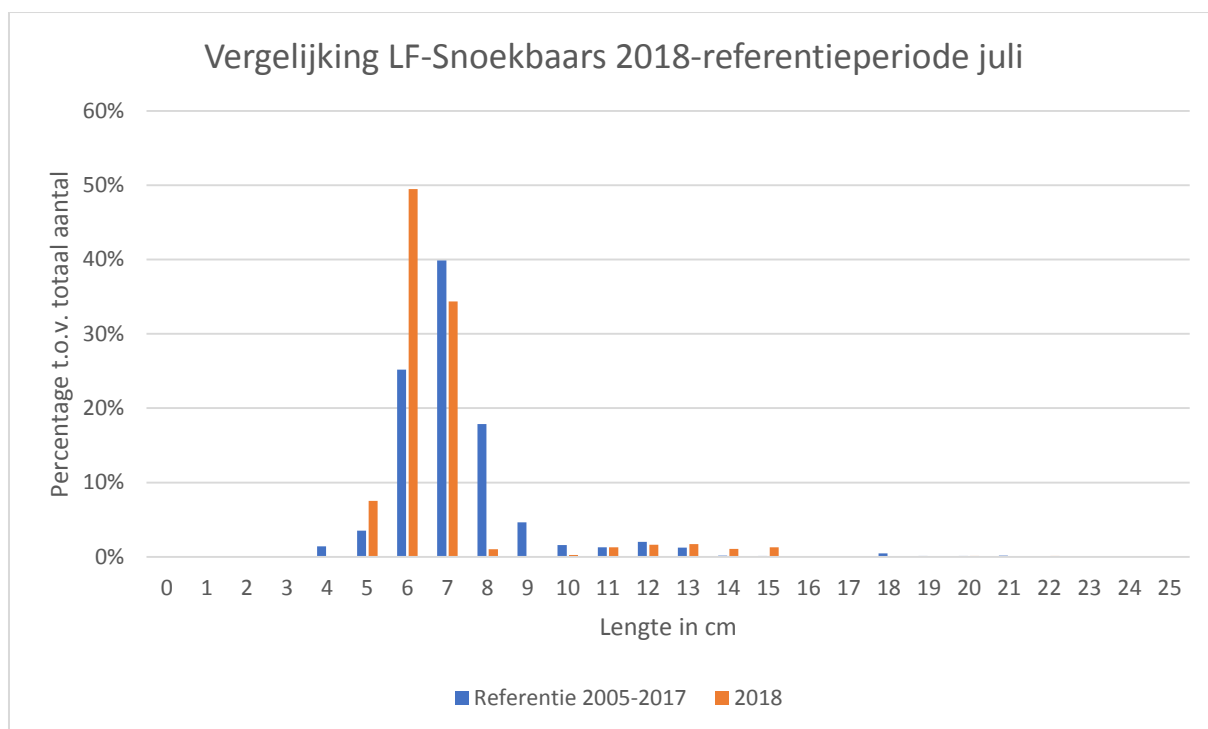


Figuur 69: LF-verdeling snoek september ref-2018

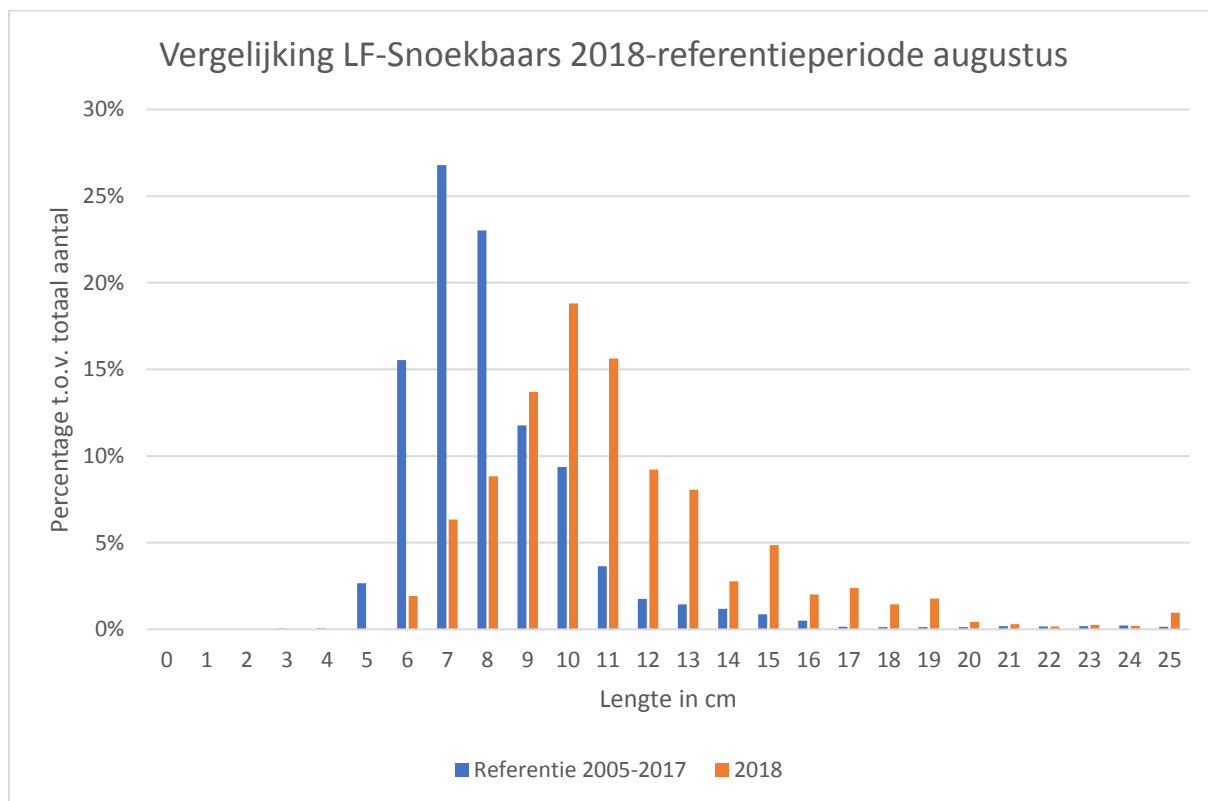


Figuur 70: LF-verdeling snoek oktober ref-2018

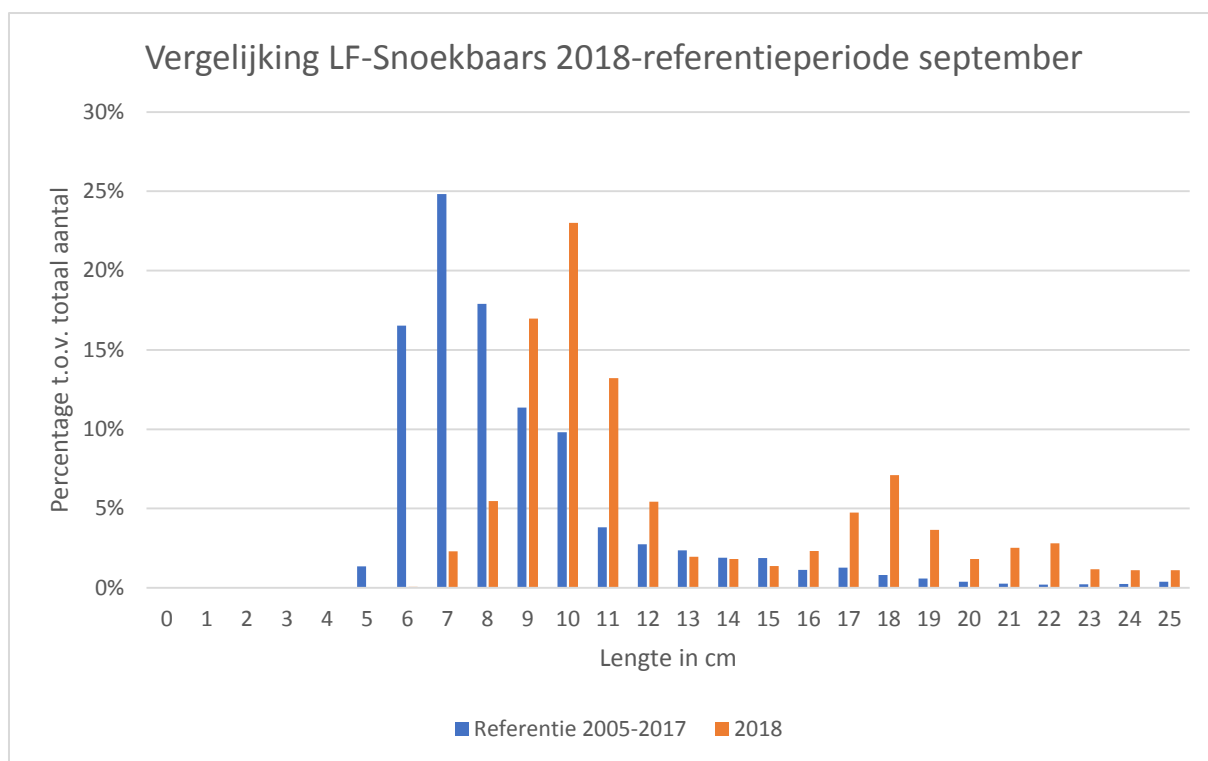
LF-verdeling 0+ klasse snoekbaars



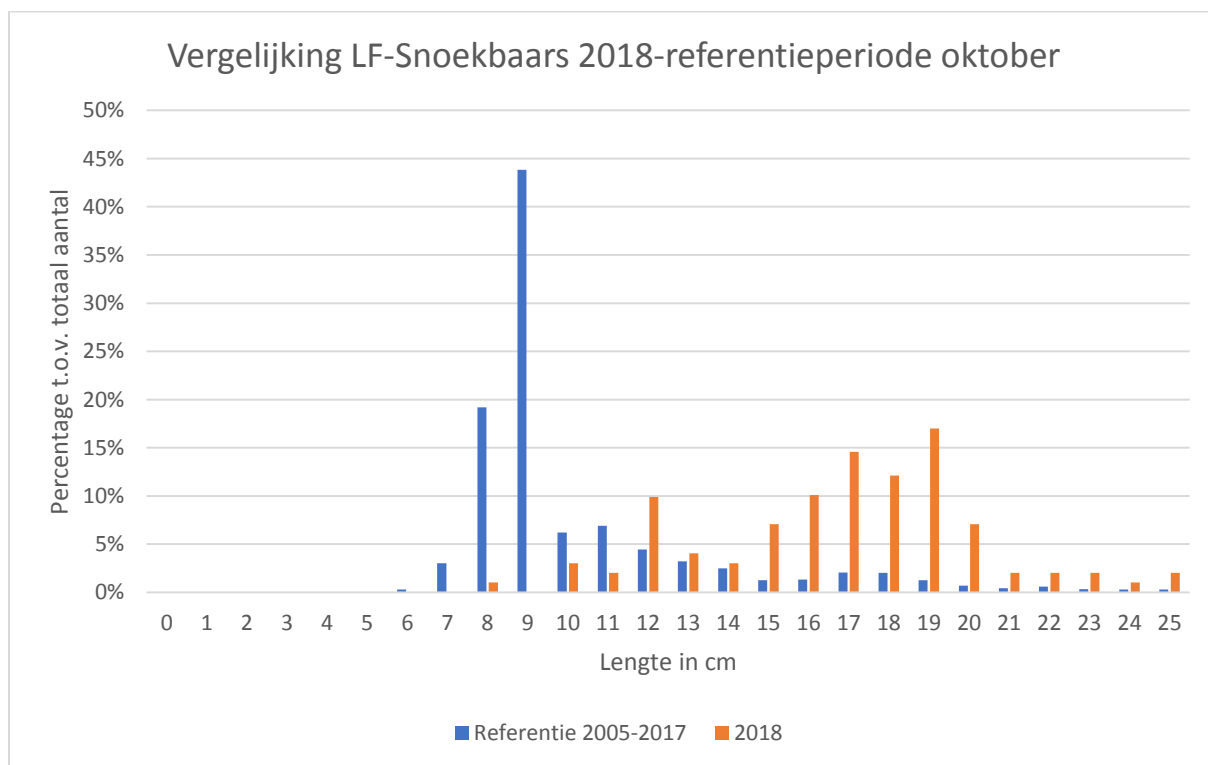
Figuur 71: LF-verdeling snoekbaars juli ref-2018



Figuur 72: LF-verdeling snoekbaars augustus ref-2018

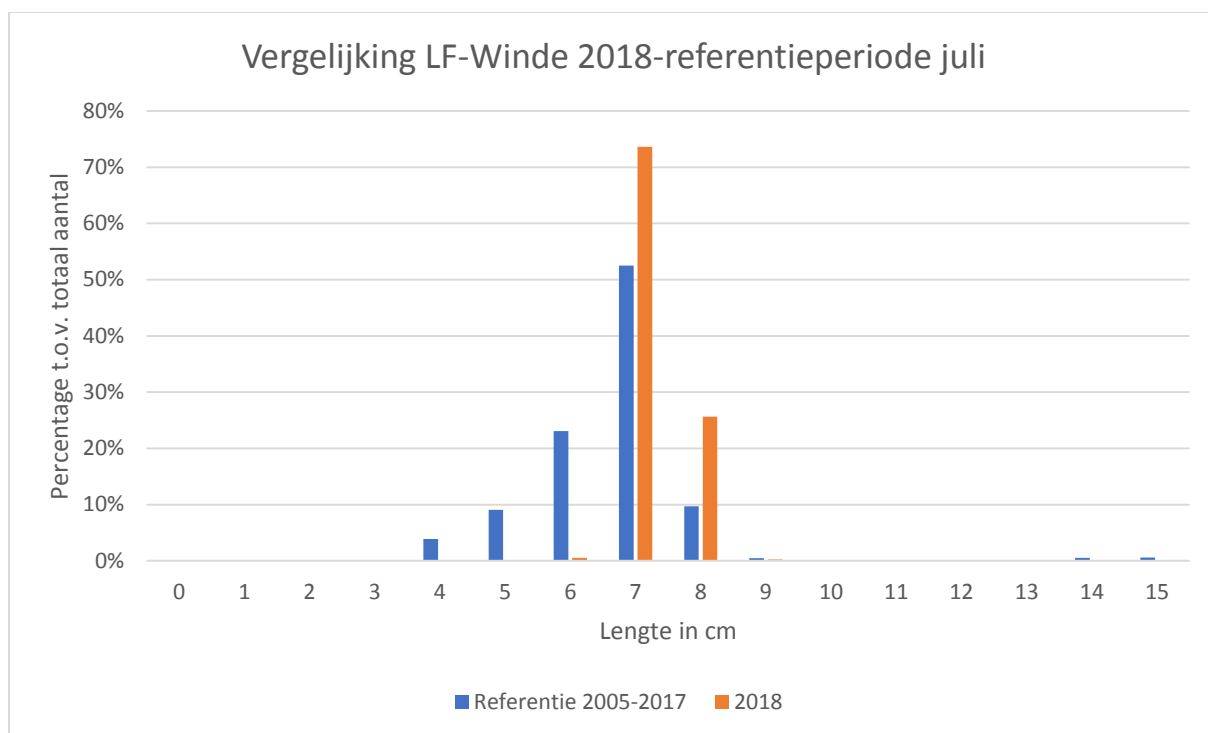


Figuur 73: LF-verdeling snoekbaars september ref-2018

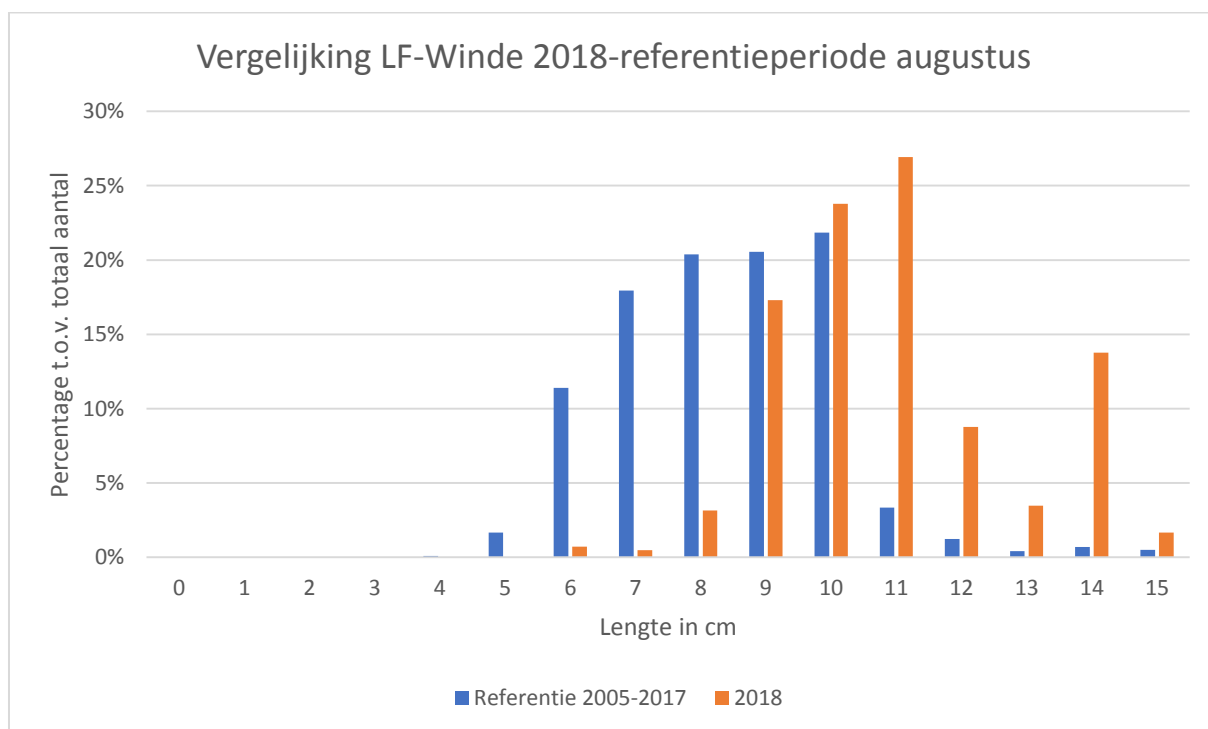


Figuur 74: LF-verdeling snoekbaars oktober ref-2018

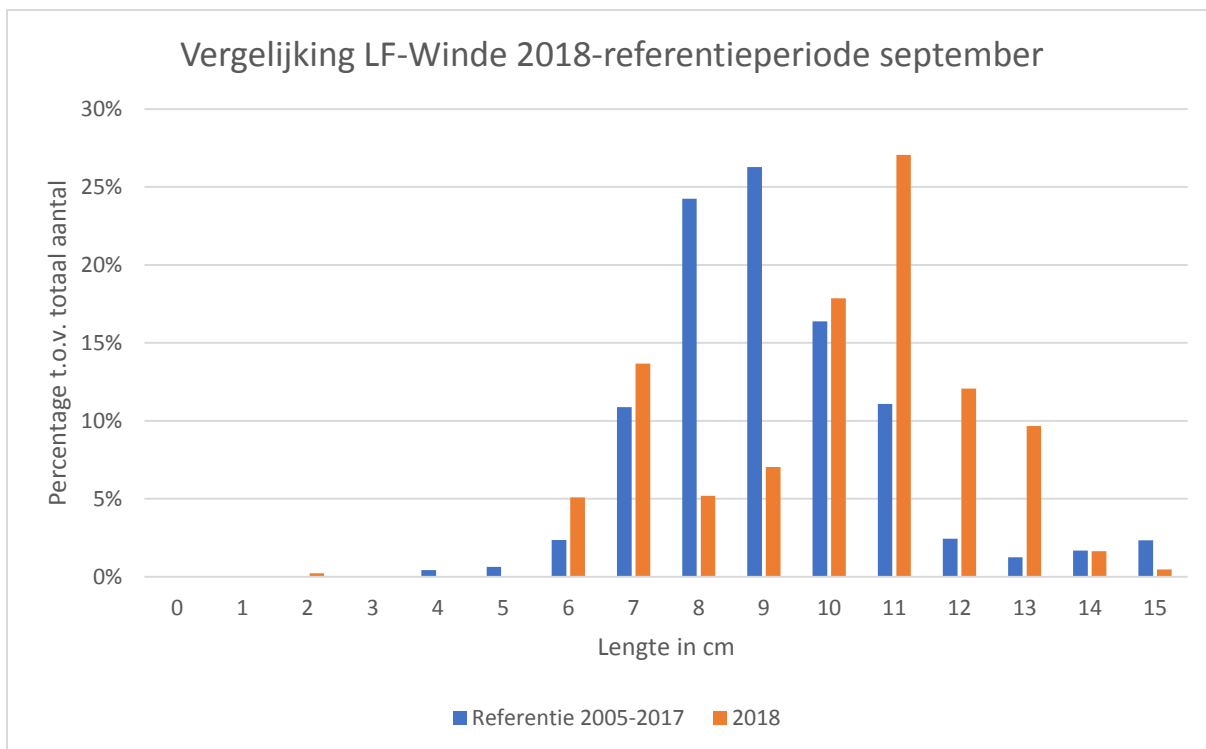
LF-verdeling 0+ klasse winde



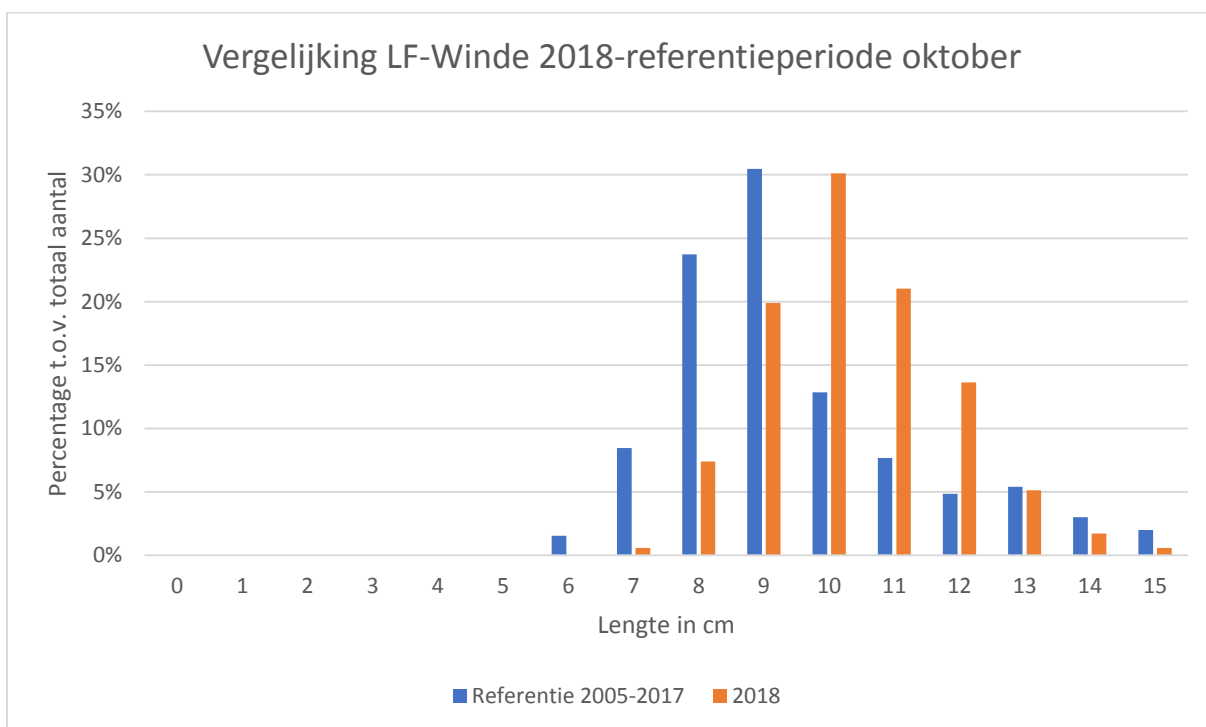
Figuur 75: LF-verdeling winde juli ref-2018



Figuur 76: LF-verdeling winde augustus ref-2018

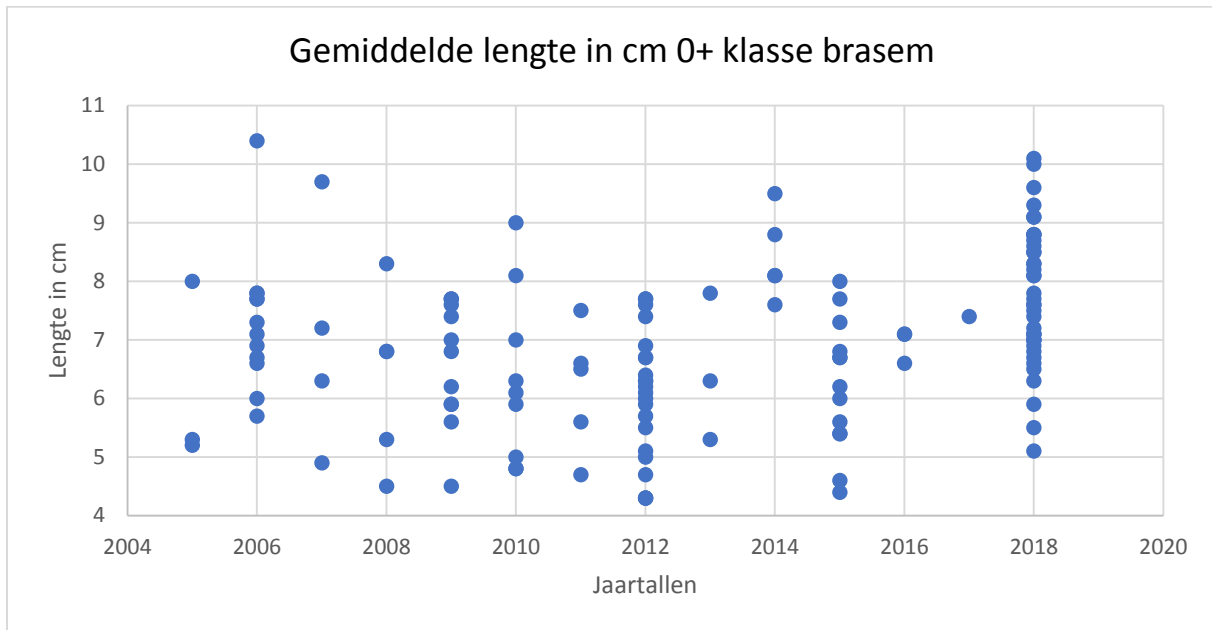


Figuur 77: LF-verdeling winde september ref-2018

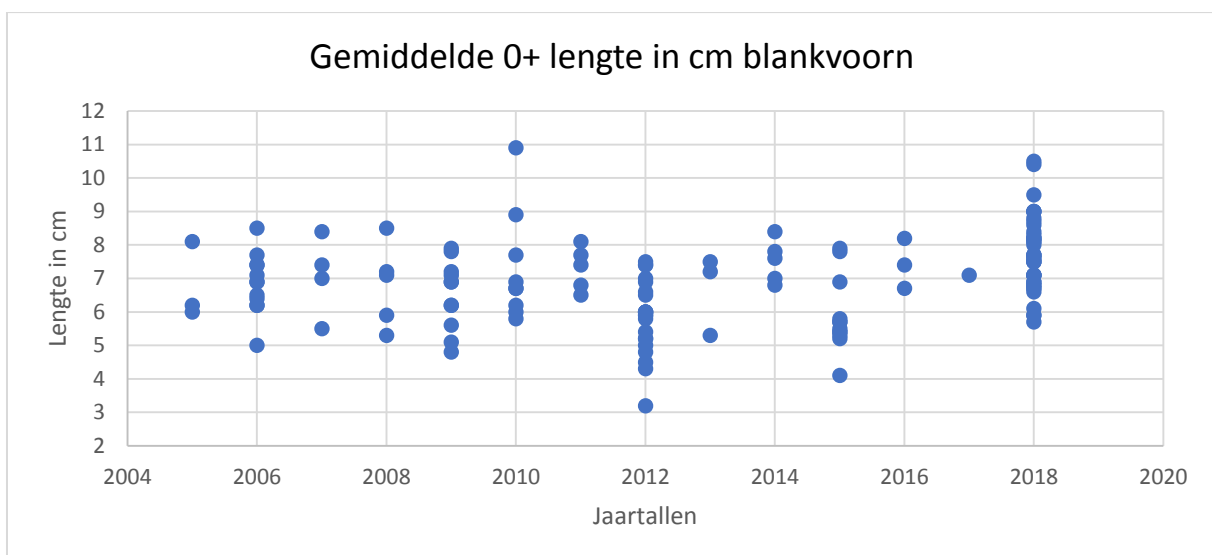


Figuur 78: LF-verdeling winde oktober ref-2018

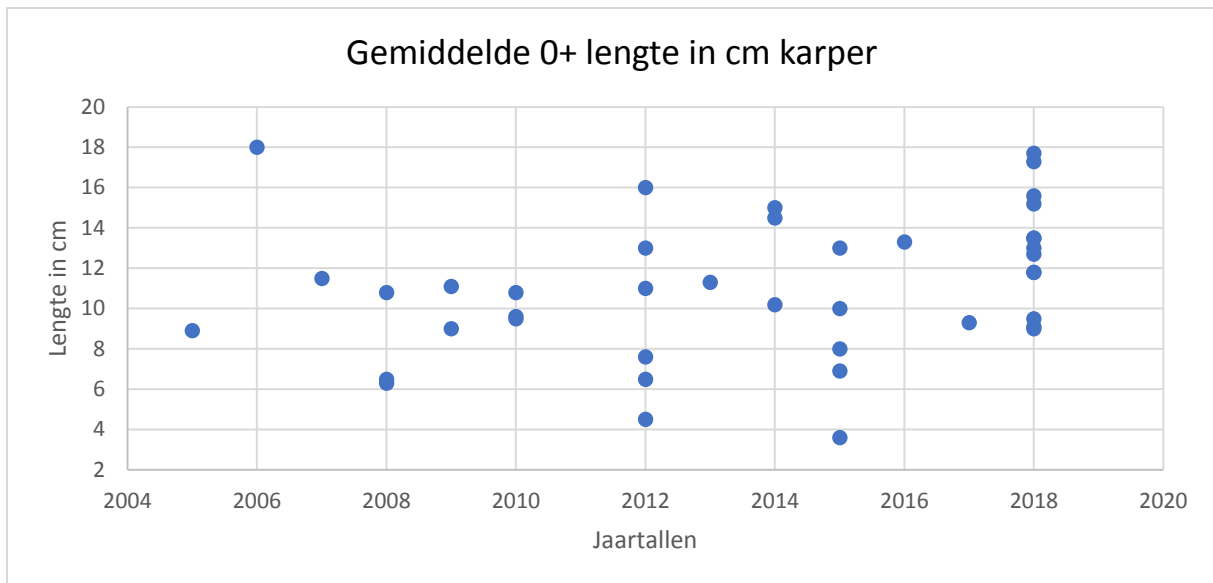
Bijlage H: Spreidingsgrafieken lengte 0+ klasse doelsoorten



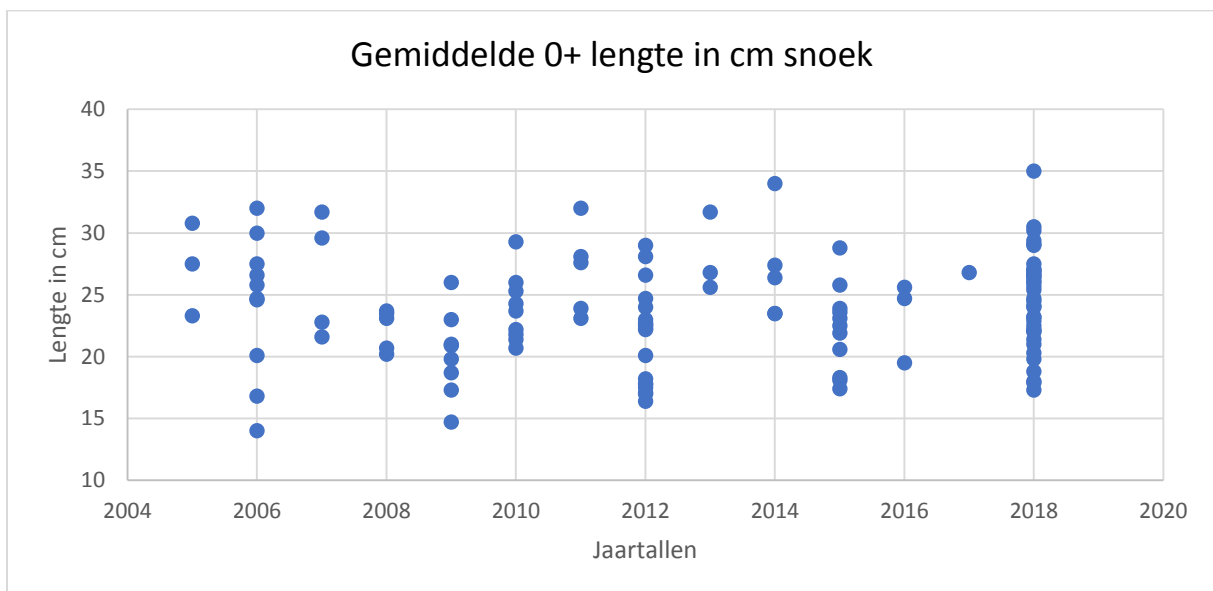
Figuur 79: Spreidingsgrafiek gemiddelde lengte 0+ klasse brasem ref-2018



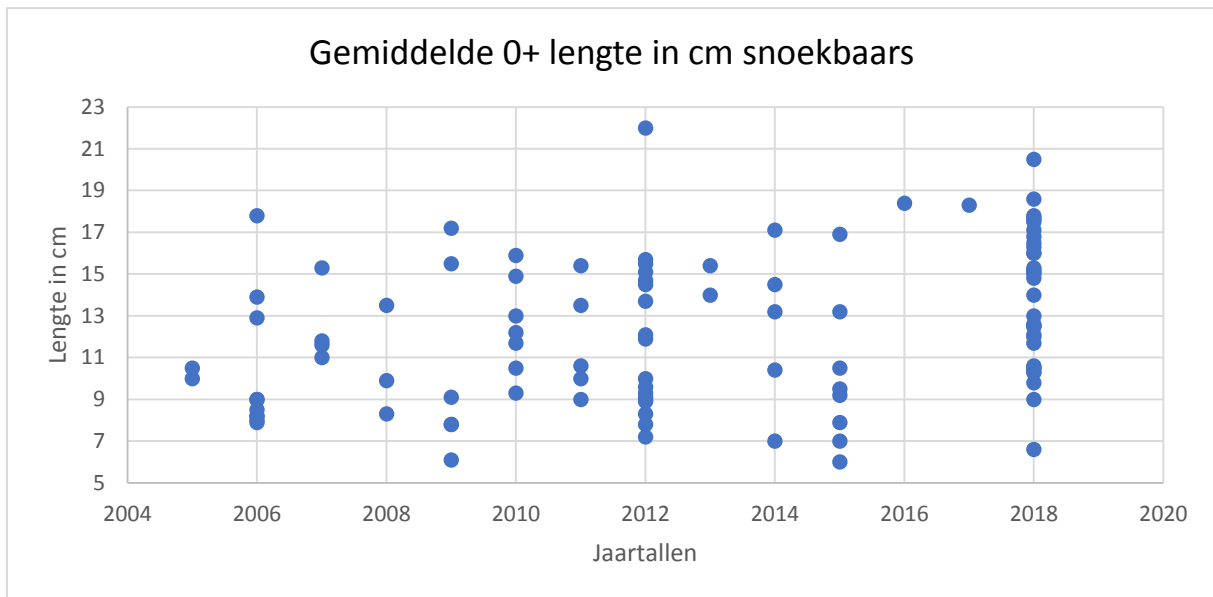
Figuur 80: Spreidingsgrafiek gemiddelde lengte 0+ klasse blankvoorn ref-2018



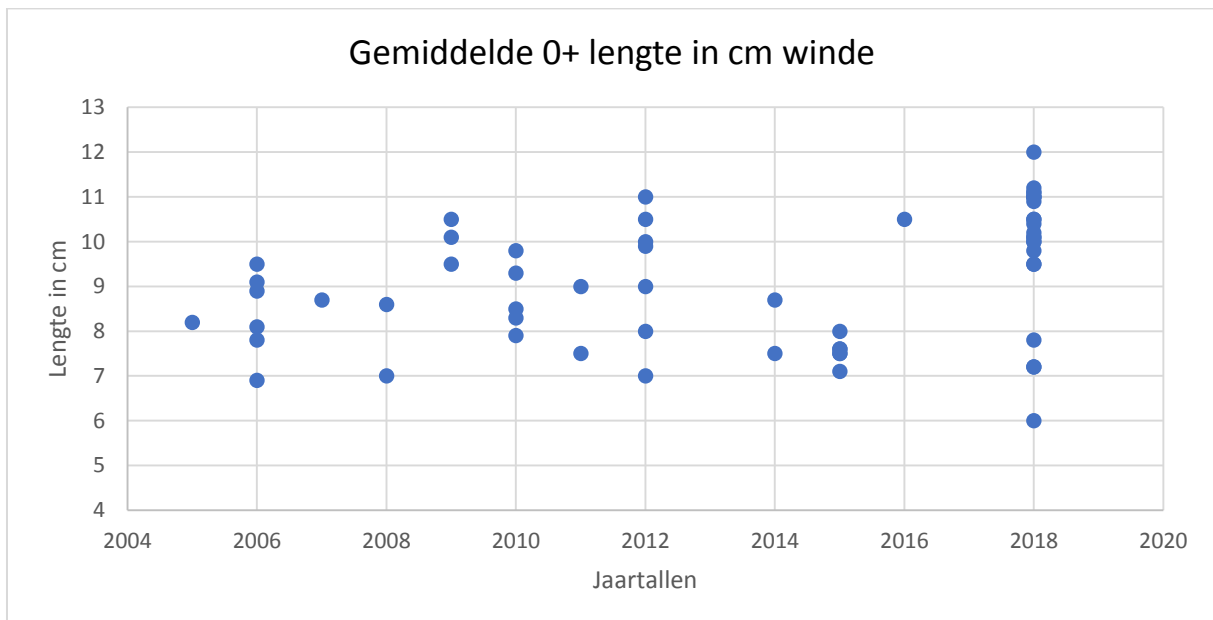
Figuur 81: Spreidingsgrafiek gemiddelde lengte 0+ klasse karper ref-2018



Figuur 82: Spreidingsgrafiek gemiddelde lengte 0+ klasse snoek ref-2018



Figuur 83: Spreidingsgrafiek gemiddelde lengte 0+ klasse snoekbaars ref-2018



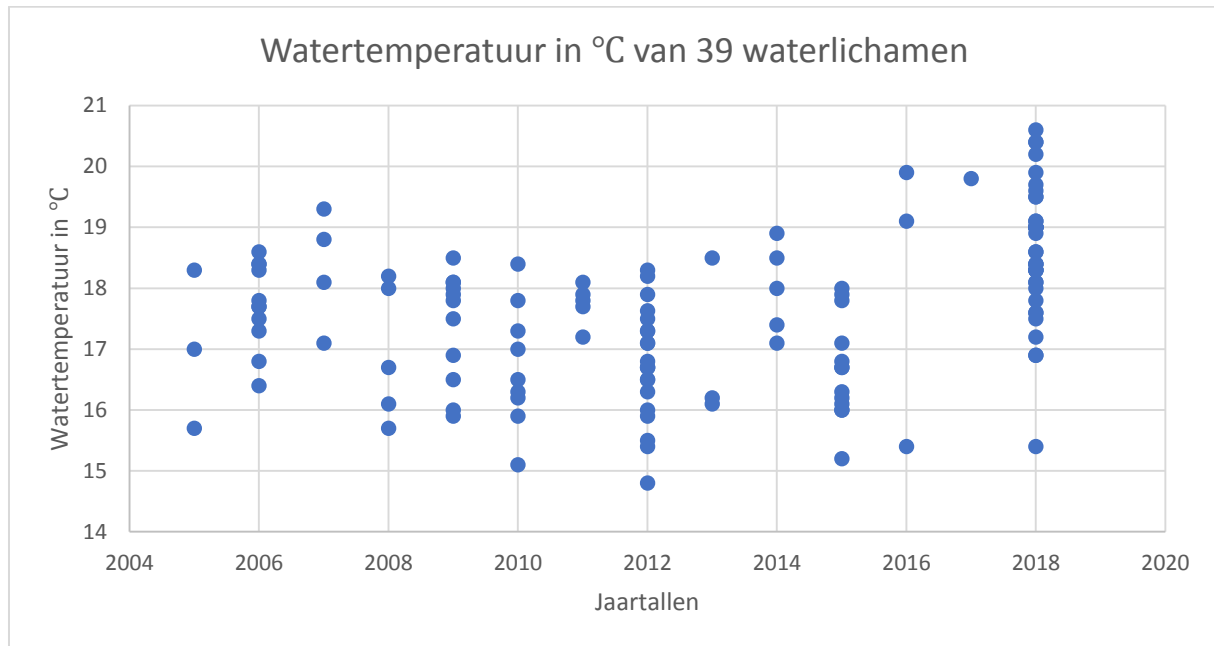
Figuur 84: Spreidingsgrafiek gemiddelde lengte 0+ klasse winde ref-2018

Bijlage I: Verdeling 0+ klasse snoekbaars planktivoren/piscivoren

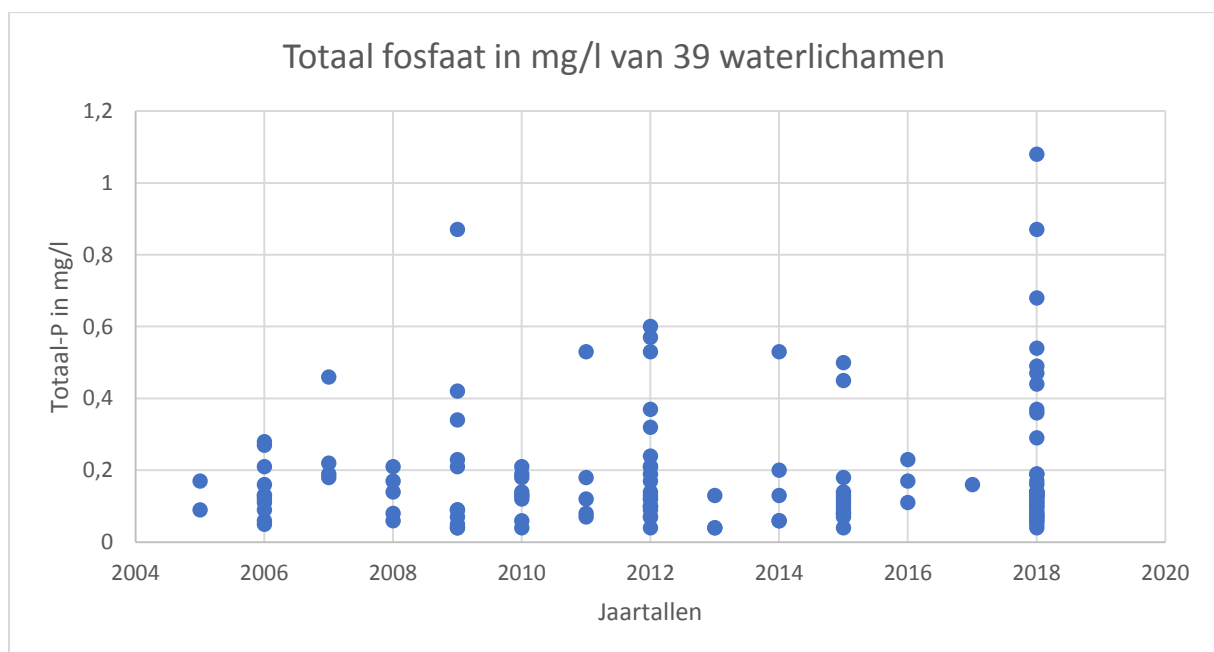
Tabel 2: Verdeling 0+ klasse snoekbaars planktivoren/piscivoren

Waterlichaam	Planktivoor						Piscivoor					
	Jaar	SB gem	min cm	max cm	aantal	% t.o.v. tot	Jaar	SB gem	min cm	max cm	aantal	% t.o.v. tot
Bergumermeer	2018	8,5	7	9	140	62	2018	13,3	12	20	85	38
	2012	6,4	5	10	789	89	2012	13,7	12	16	100	11
	2006	7,4	4	10	538	75	2006	13,7	11	16	184	25
Fluessen-Heegermeer	2018	9,7	6	14	1164	89	2018	17,3	15	21	152	12
	2015	7,1	3	9	5286	78	2015	10,4	10	12	1507	22
	2012	7,3	5	10	5342	73	2012	13,1	11	17	1963	27
	2009	7,3	5	11	5253	93	2009	13,5	12	15	423	7
	2006	8,3	5	14	10820	98	2006	16	15	19	226	2
Groote Wielen	2018	7,3	6	9	213	55	2018	11,1	10	17	177	45
	2012	9,5	6	12	431	88	2012	13,9	13	14	59	12
	2009	7,9	6	9	342	66	2009	11,4	10	15	179	34
Sneekermeer	2018	10	6	12	757	84	2018	13,5	13	17	147	16
	2015	5,5	4	8	857	71	2015	10,7	9	13	352	29
	2012	6,9	4	10	1098	77	2012	13,2	11	17	329	23
	2009	7	4	9	3089	90	2009	14,5	12	18	248	10
	2006	7,6	5	11	3790	91	2006	13,5	12	15	363	9
Terkaplester Poelen	2018	7,5	6	9	75	28	2018	10,8	10	18	191	72
	2015	-	-	-	-	-	2015	-	-	-	-	-
	2012	7,4	6	10	164	91	2012	12	12	12	17	9
	2009	-	-	-	-	-	2009	-	-	-	-	-
	2006	7,4	6	10	1169	92	2006	13,3	12	16	98	8

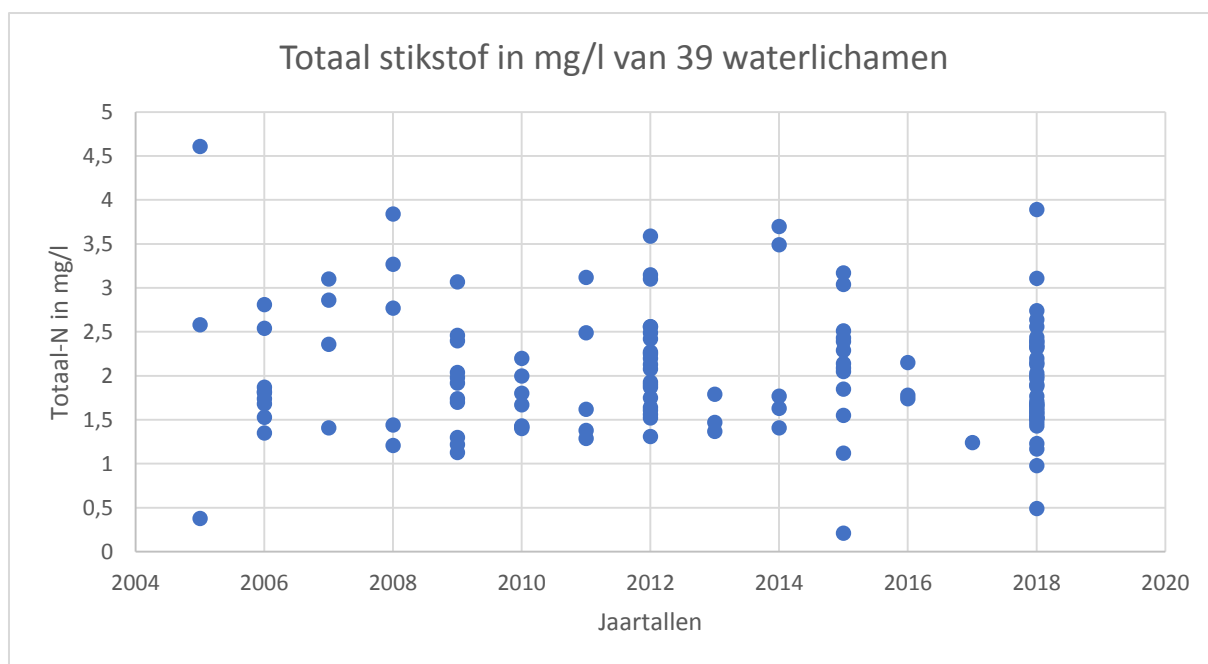
Bijlage J: Spreidingsgrafieken (a)biotische parameters



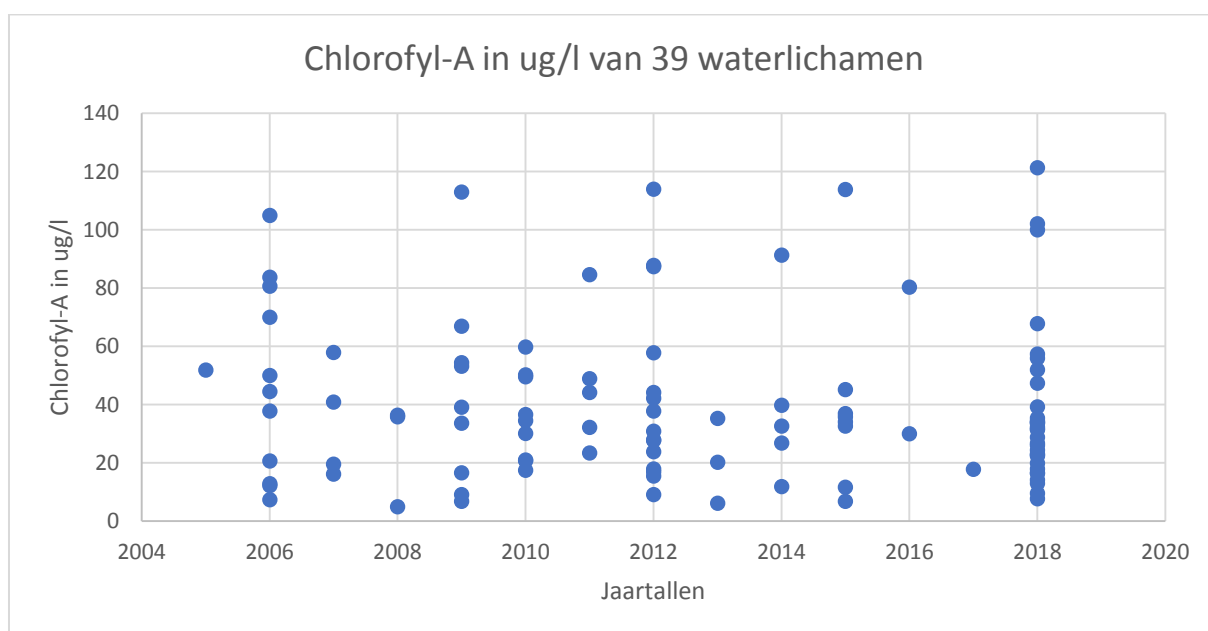
Figuur 85: Spreidingsgrafiek watertemperatuur in 39 waterlichamen



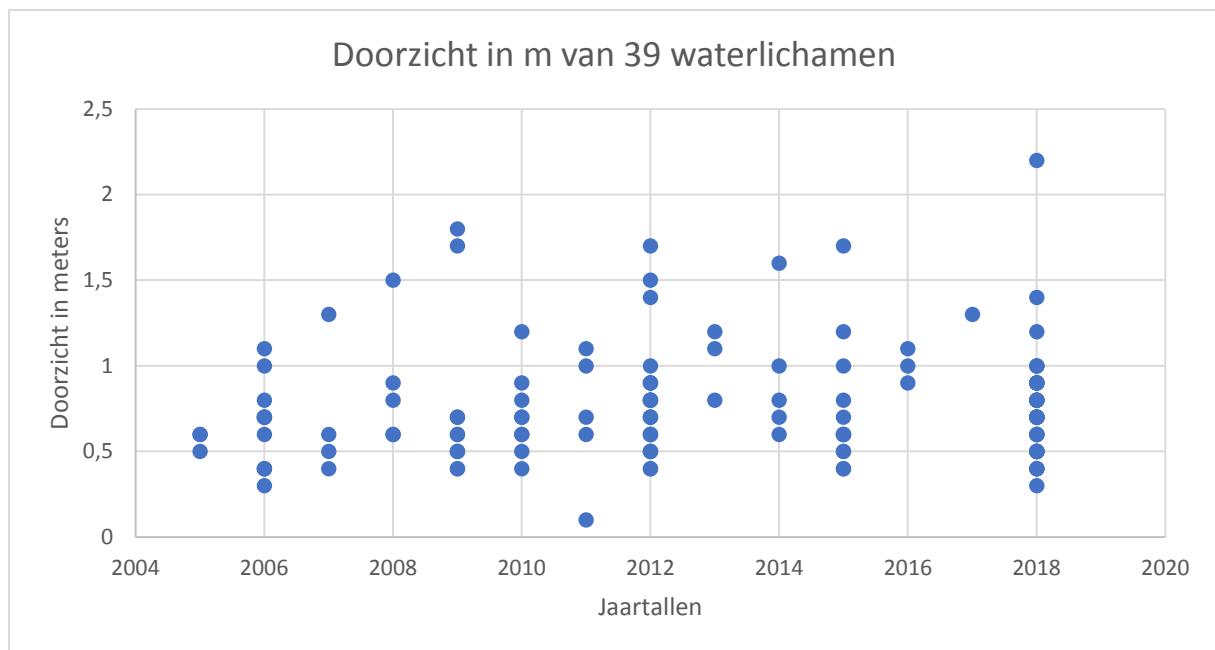
Figuur 86: Spreidingsgrafiek totaal fosfaat in 39 waterlichamen



Figuur 87: Spreidingsgrafiek totaal stikstof in 39 waterlichamen

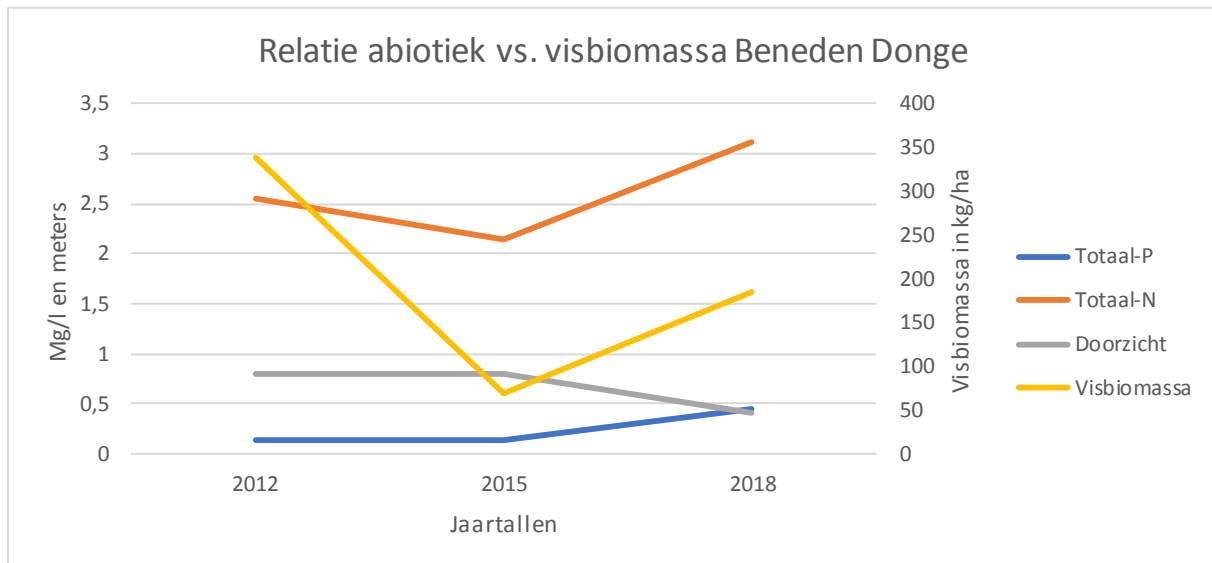


Figuur 88: Spreidingsgrafiek chlorofyl-A in 39 waterlichamen

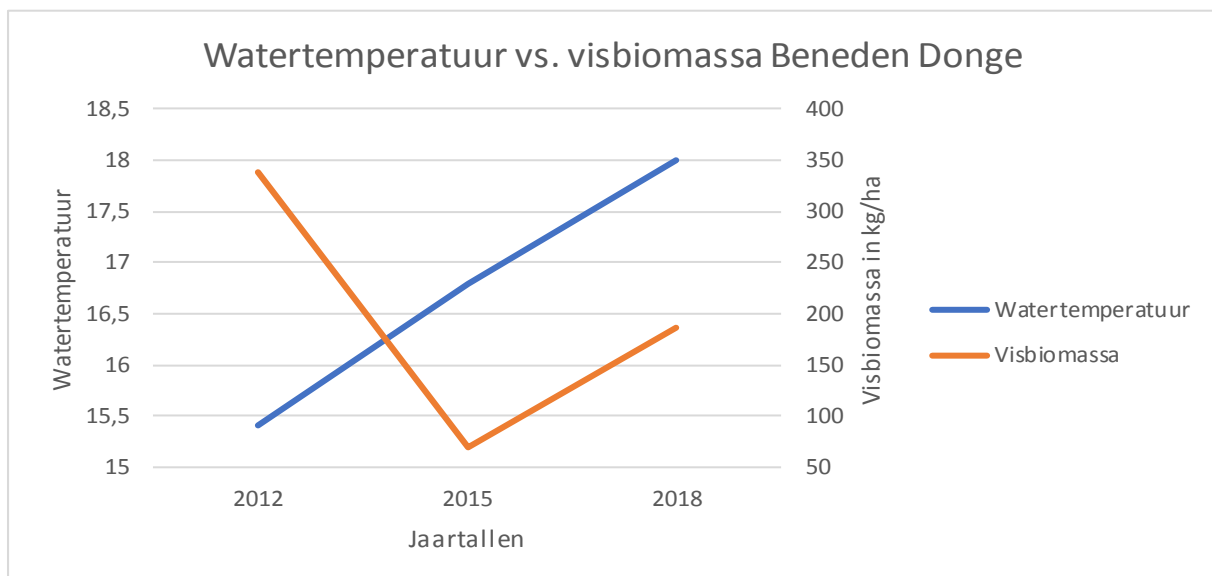


Figuur 89: Spreidingsgrafiek doorzicht in 39 waterlichamen

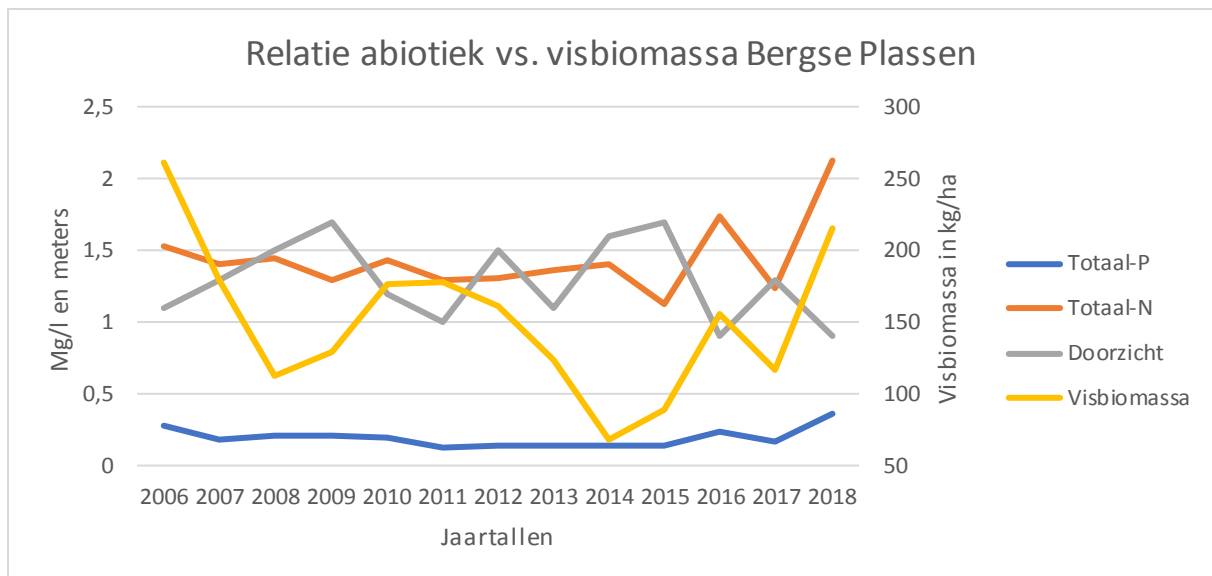
Bijlage K: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa per waterlichaam



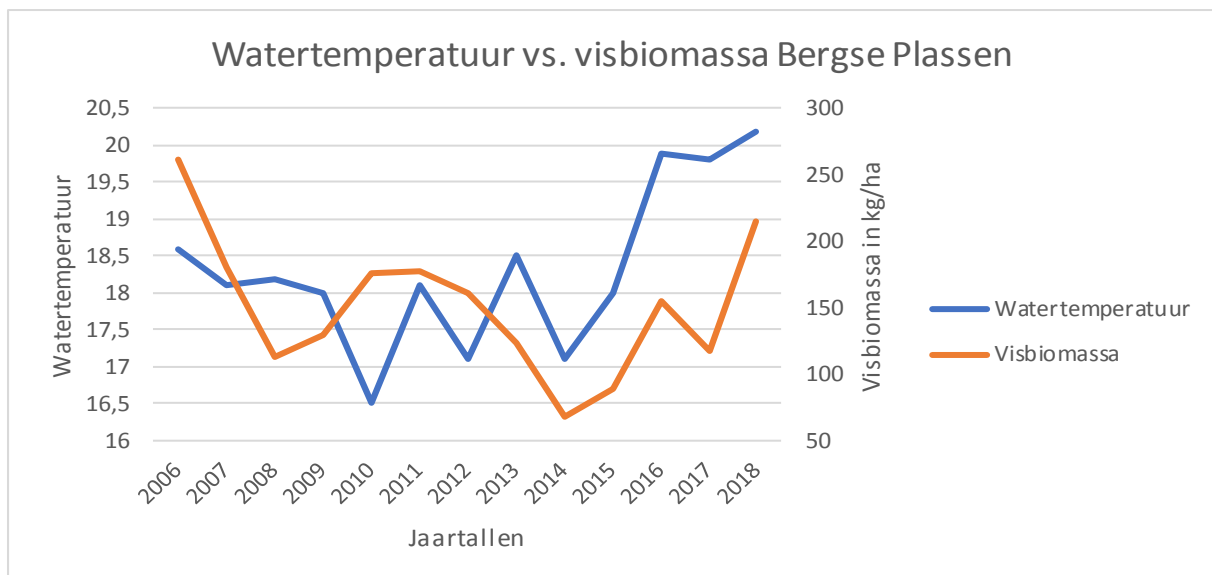
Figuur 90: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Beneden Donge



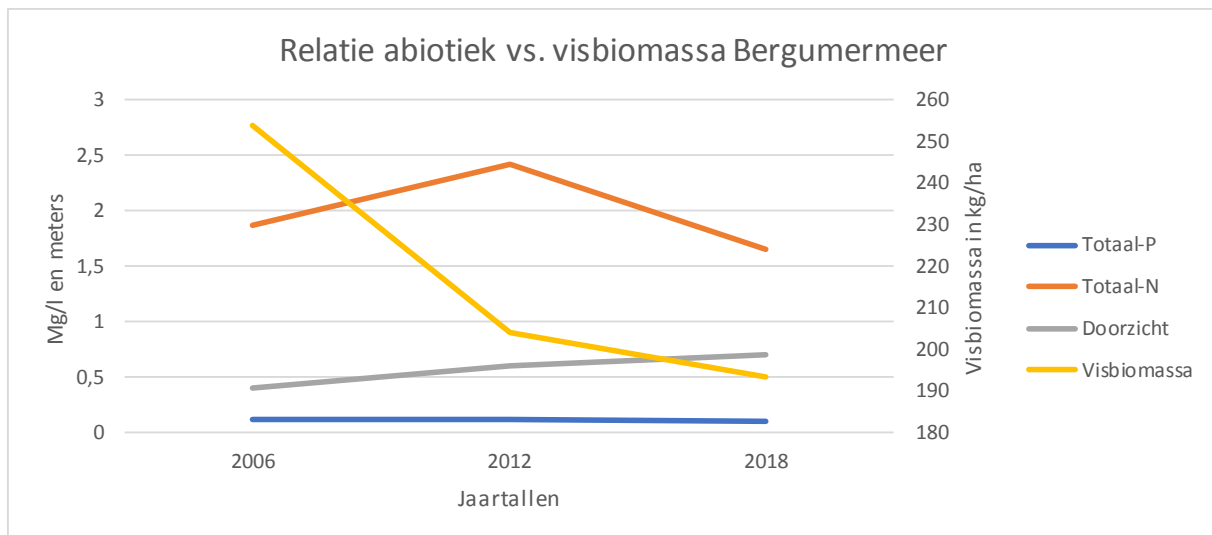
Figuur 91: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Beneden Donge



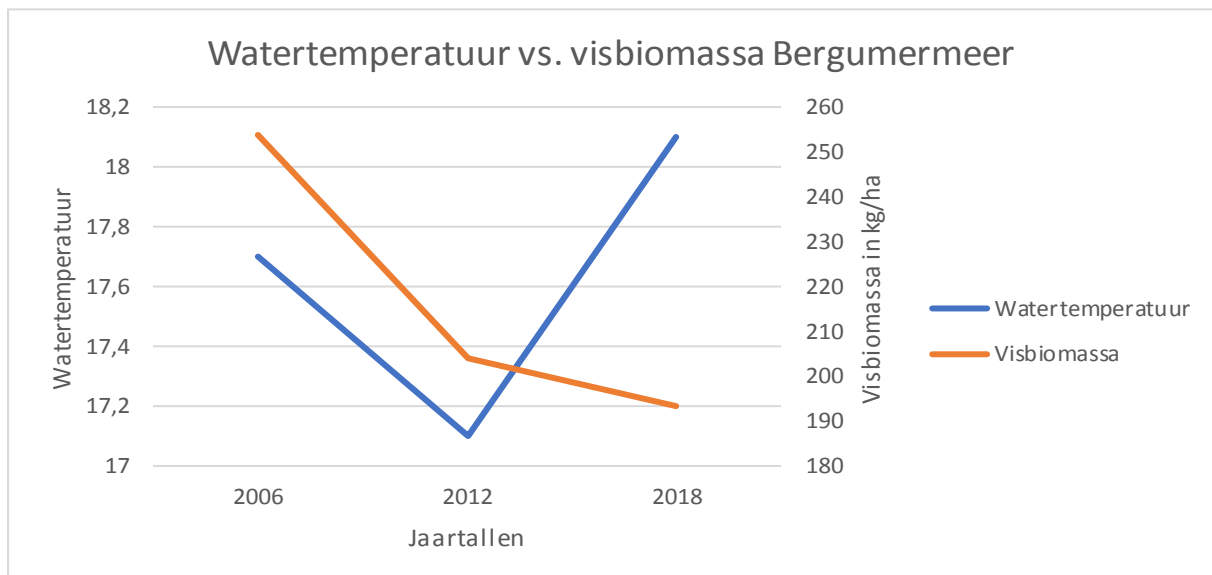
Figuur 92: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Bergse Plassen



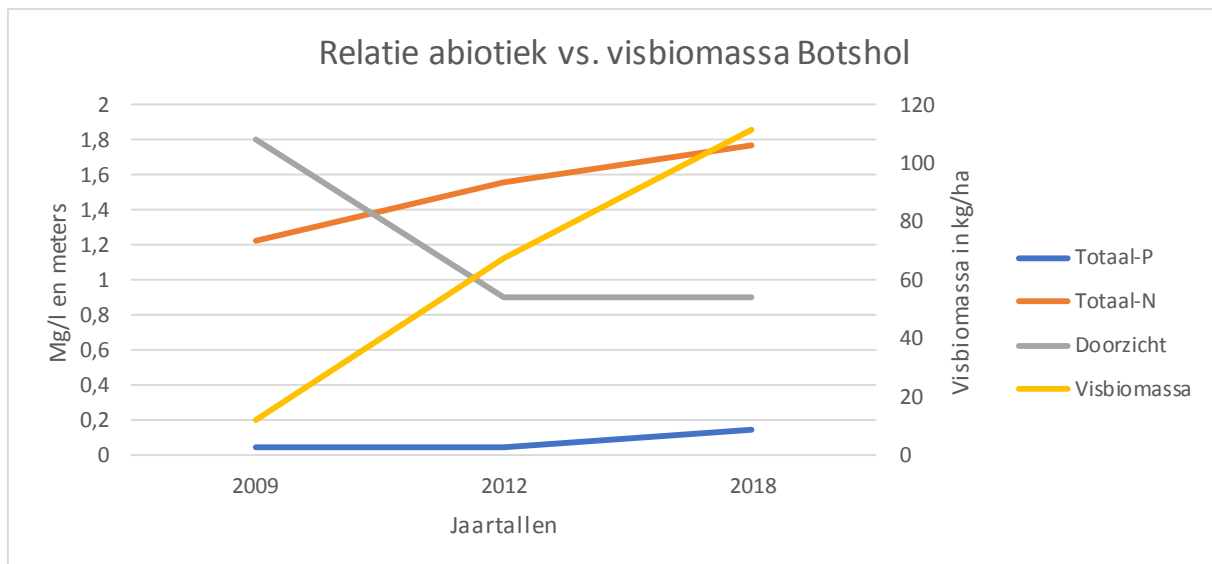
Figuur 93: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Bergse Plassen



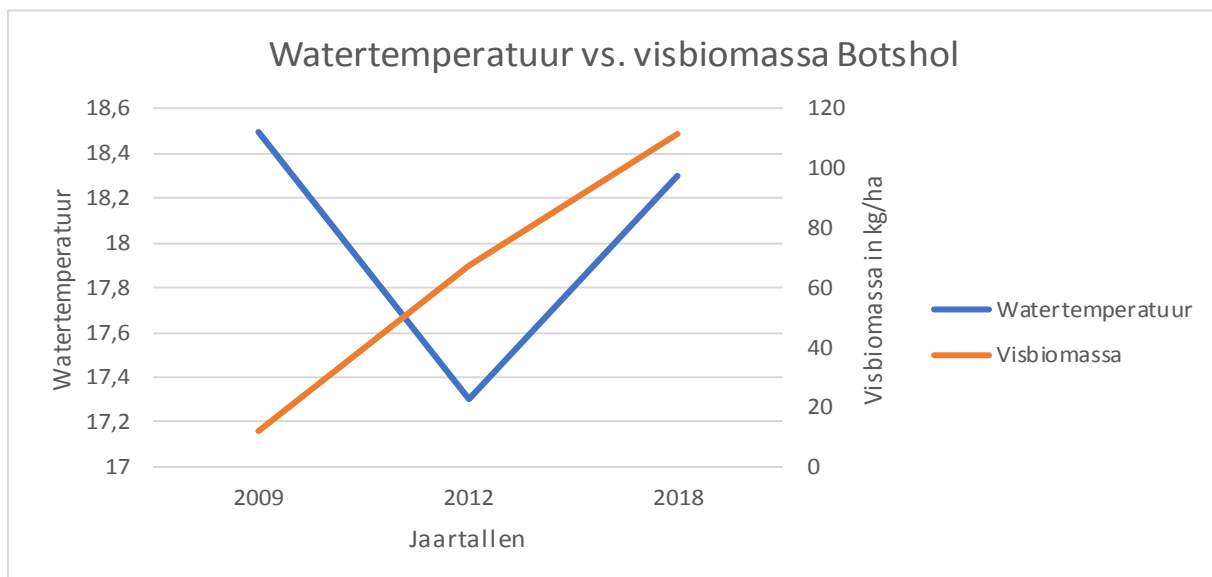
Figuur 94: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Bergumermeer



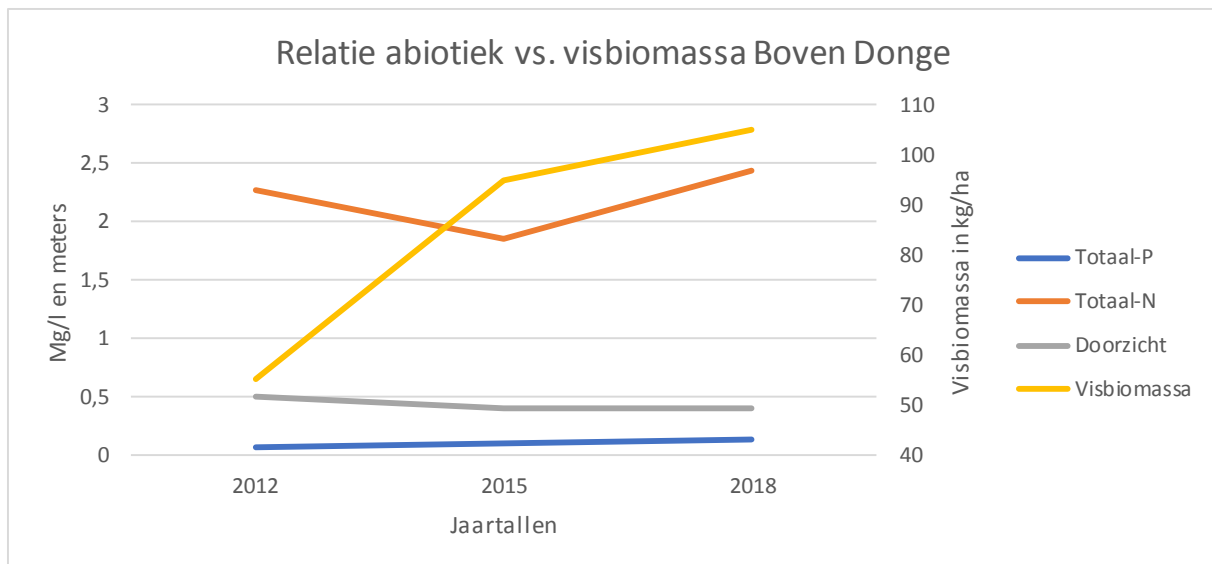
Figuur 95: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Bergumermeer



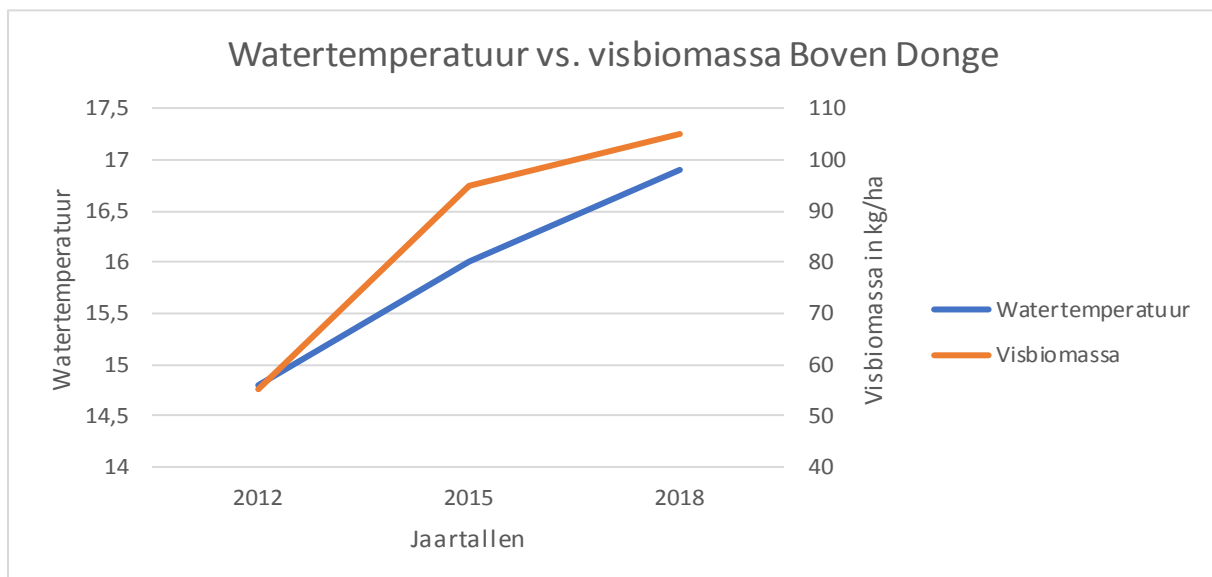
Figuur 96: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Botshol



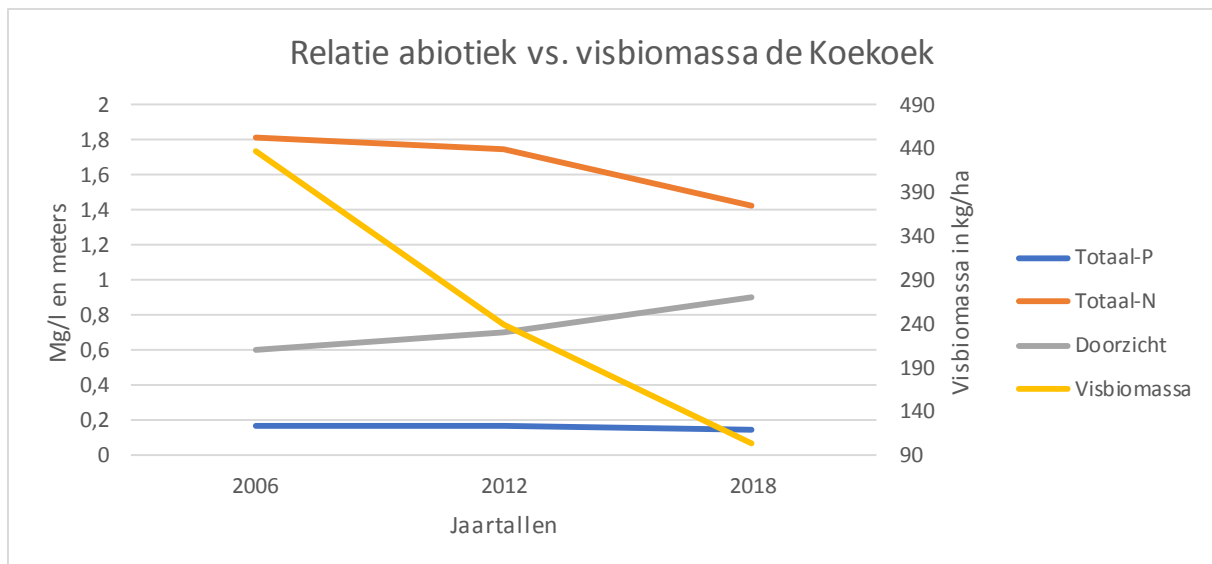
Figuur 97: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Botshol



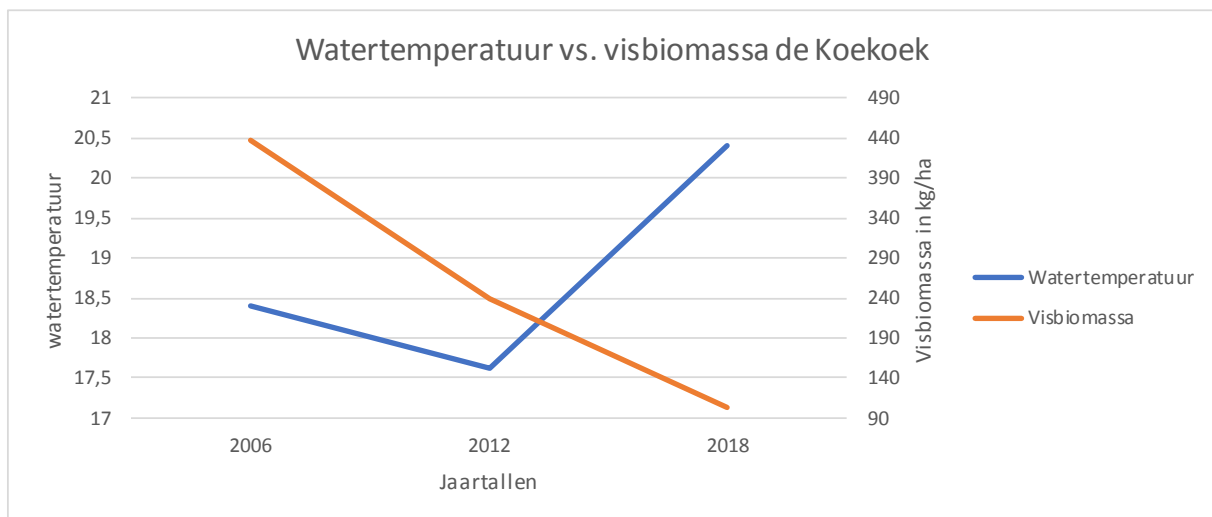
Figuur 98: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Boven Donge



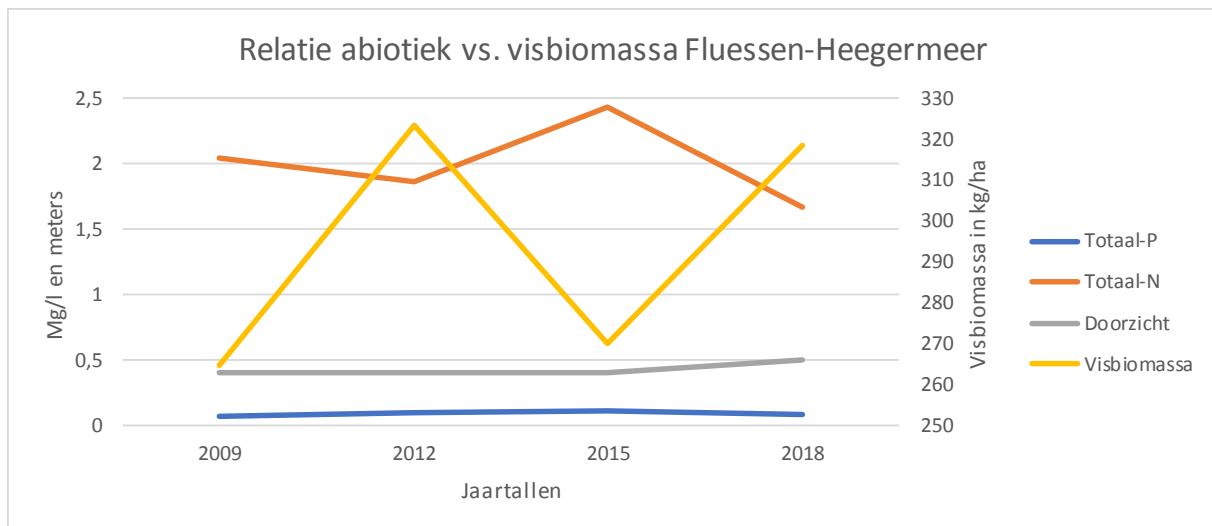
Figuur 99: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Boven Donge



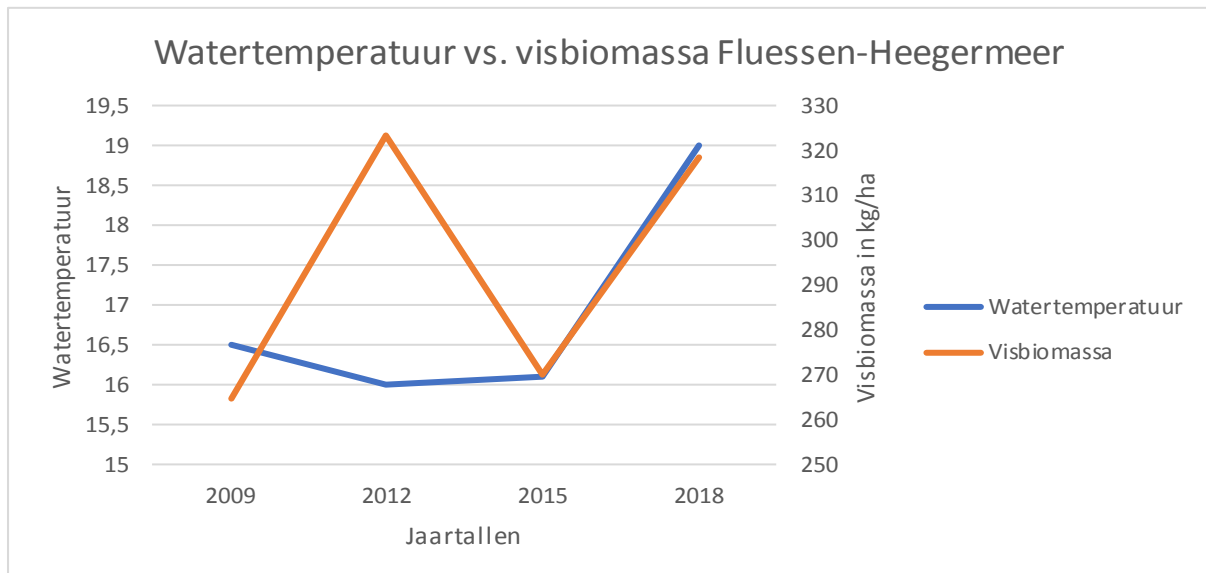
Figuur 100: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa de Koekoek



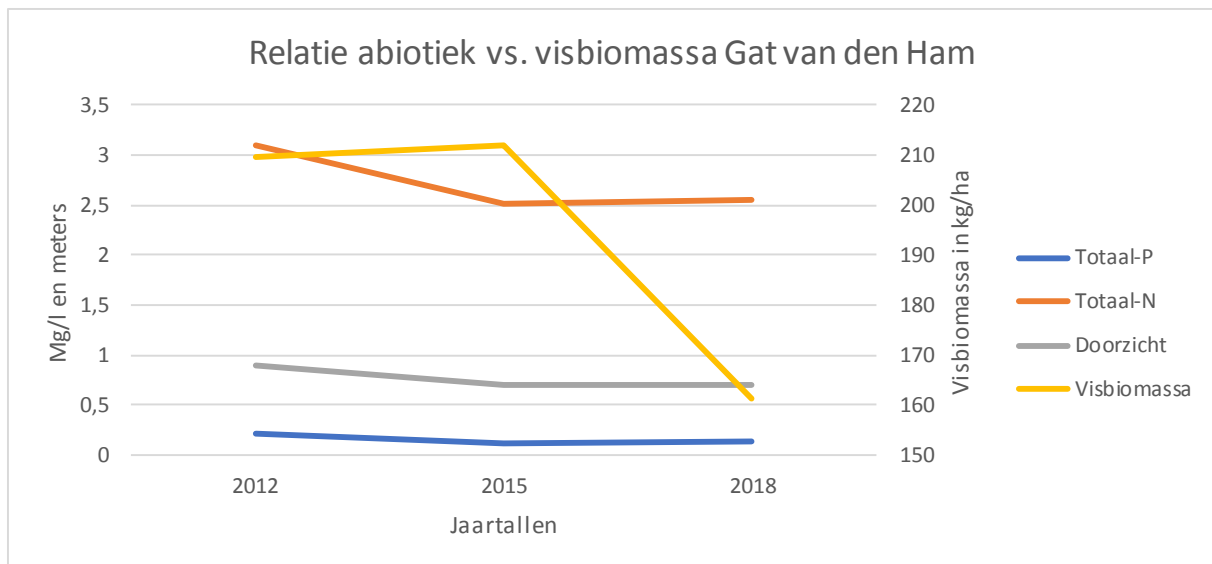
Figuur 101: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa de Koekoek



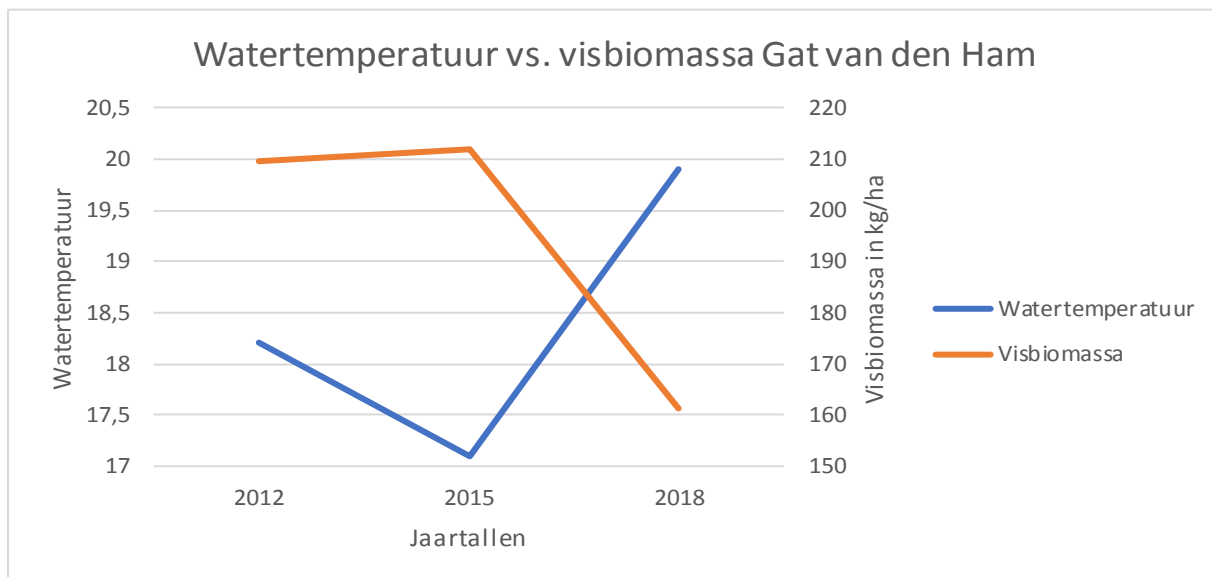
Figuur 102: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Fluessen-Heegermeer



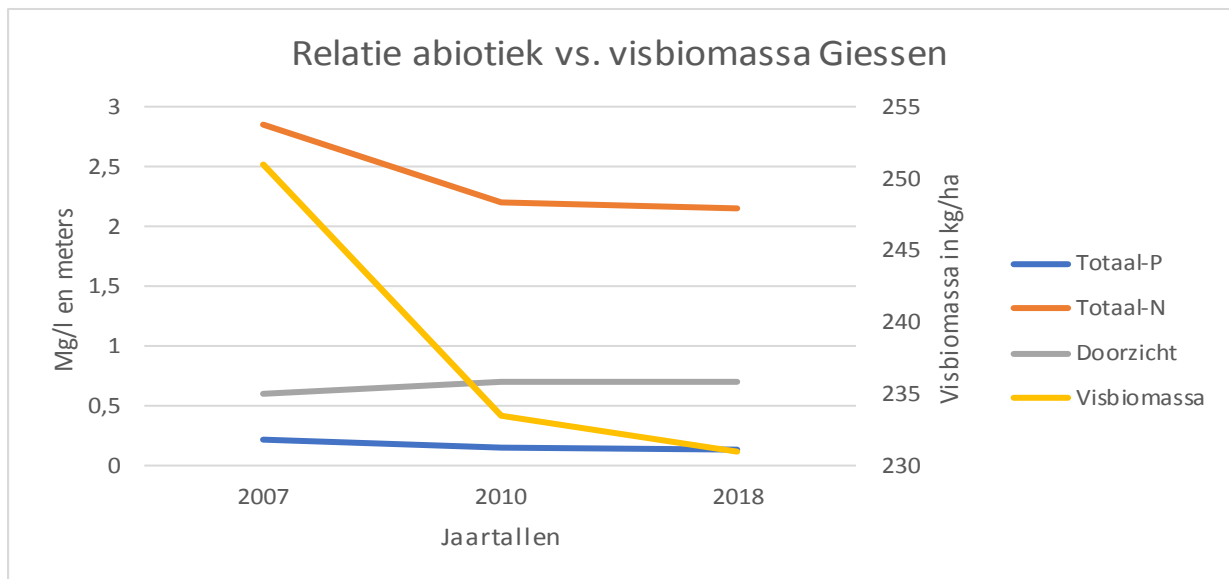
Figuur 103: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Fluessen-Heegermeer



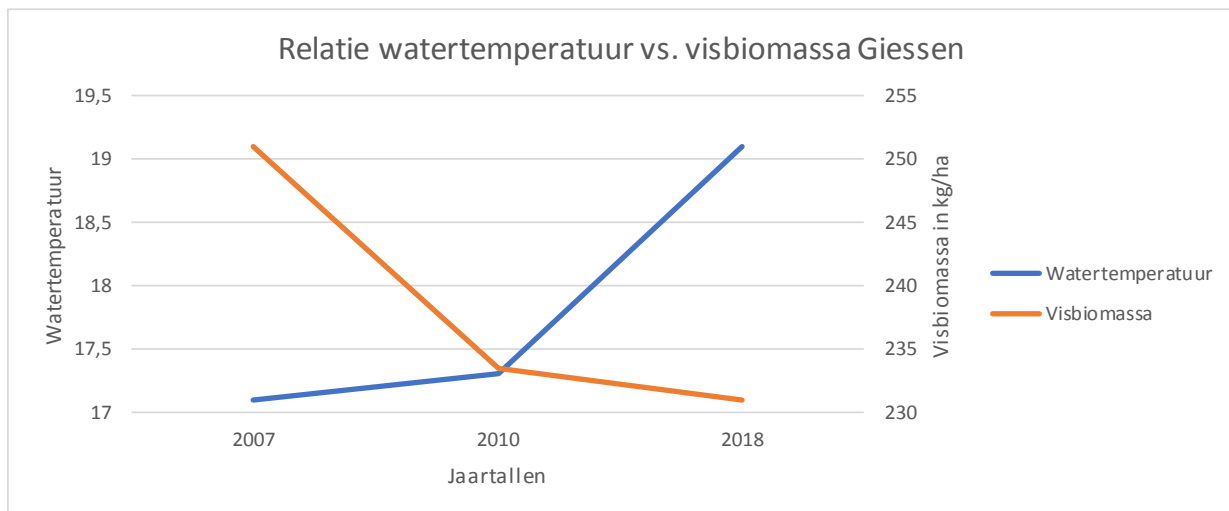
Figuur 104: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Gat van den Ham



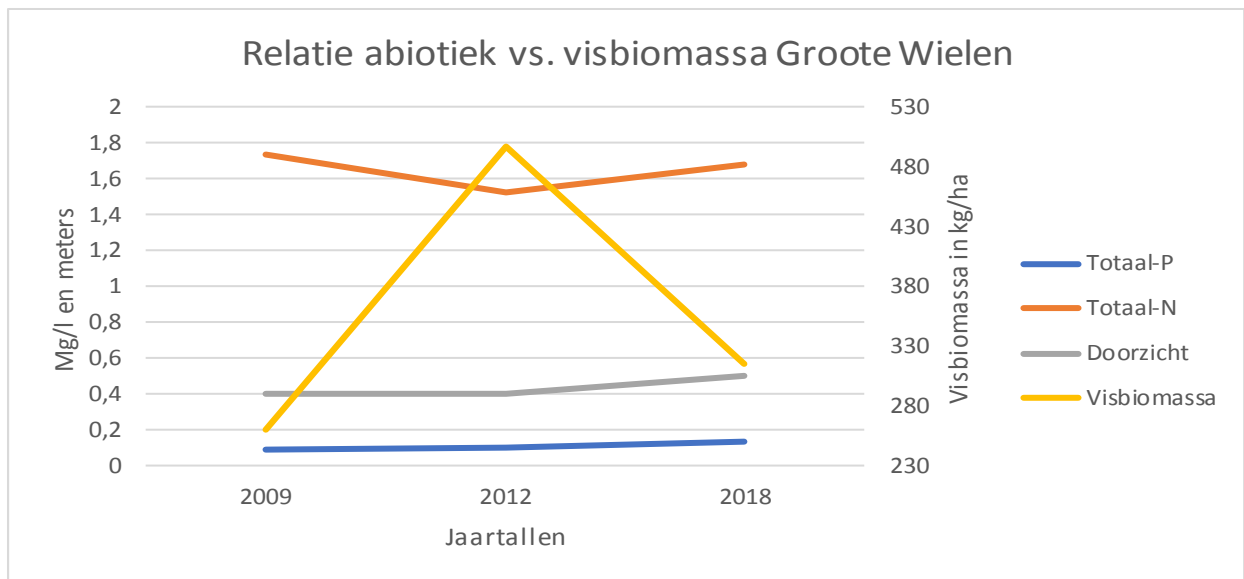
Figuur 105: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Gat van den Ham



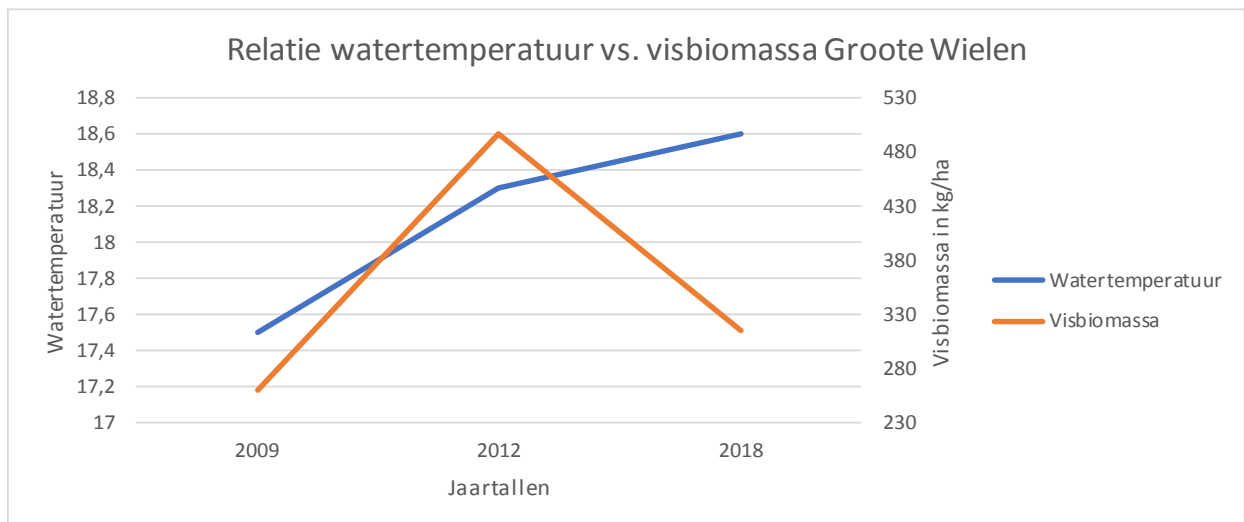
Figuur 106: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Giessen



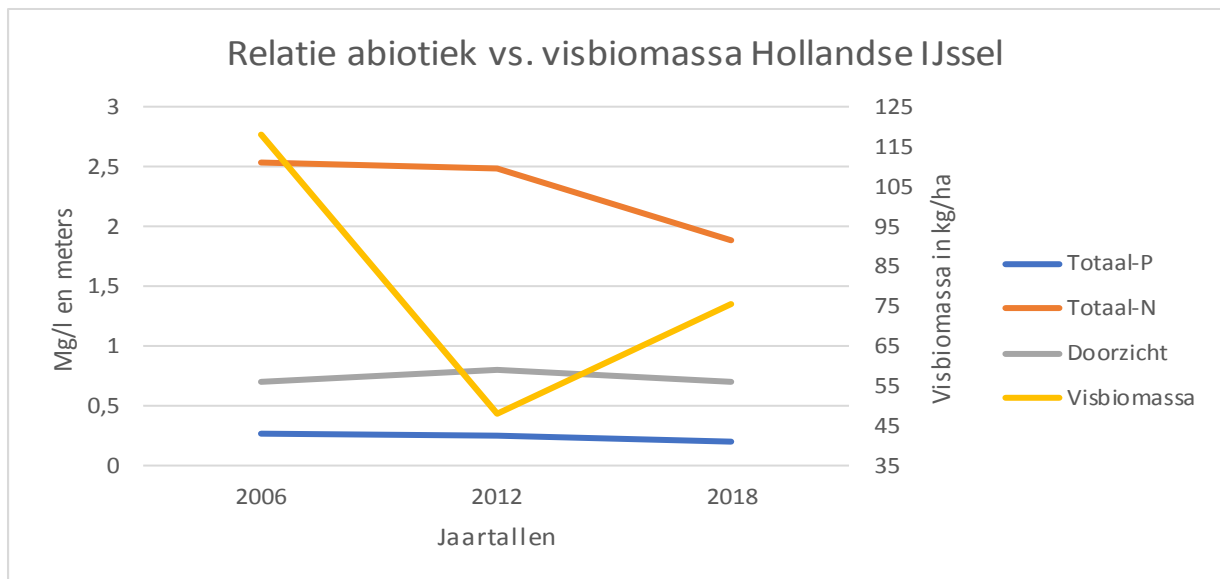
Figuur 107: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Giessen



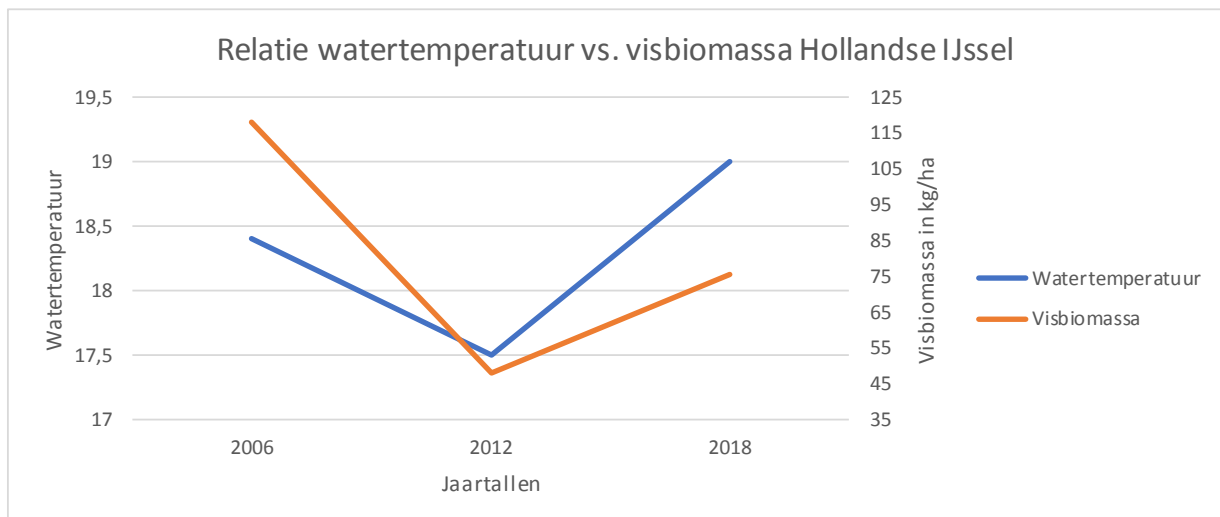
Figuur 108: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Groote Wielen



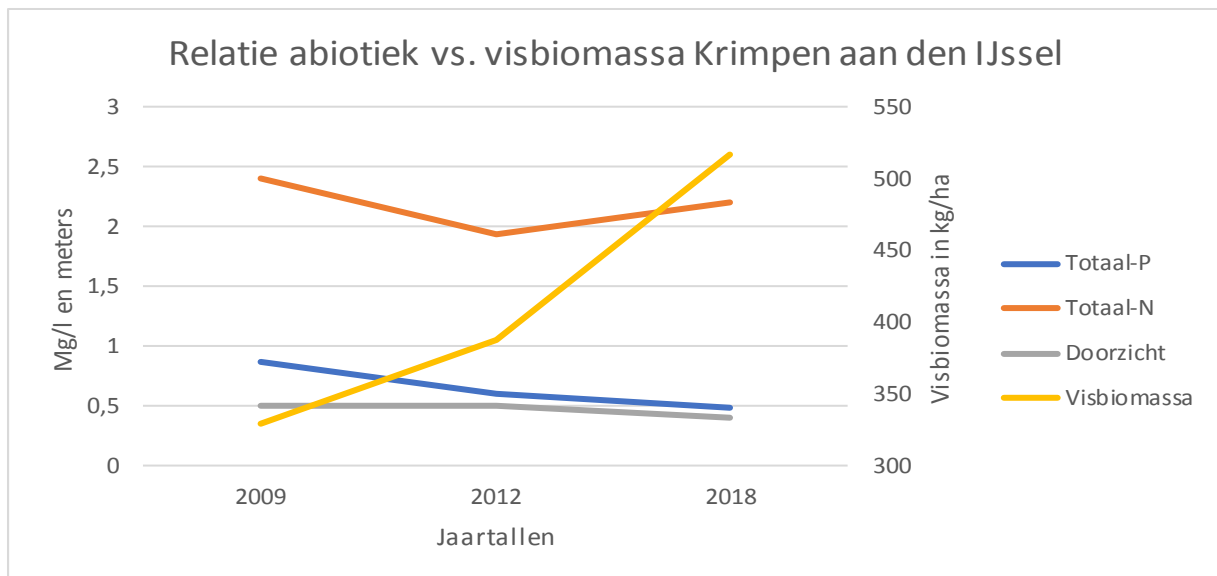
Figuur 109: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Groote Wielen



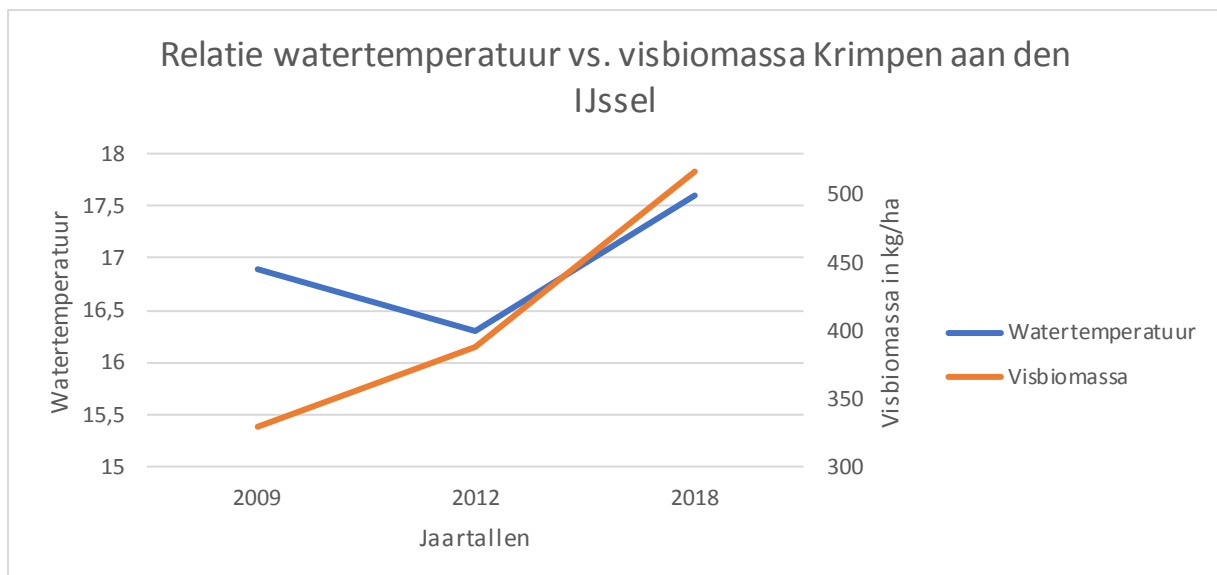
Figuur 110: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Hollandse IJssel



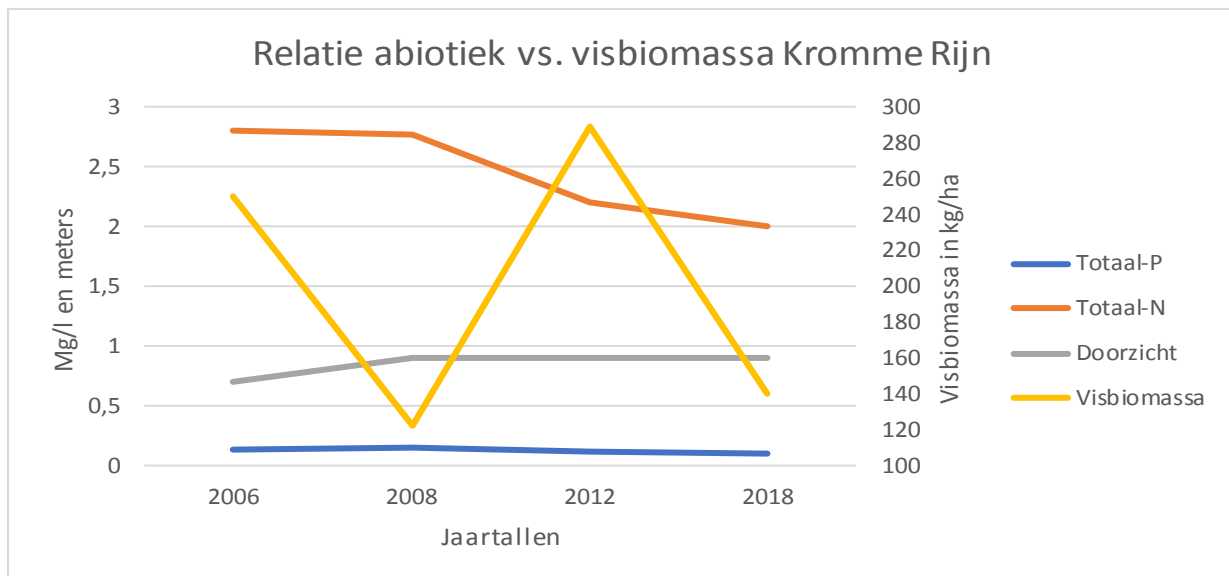
Figuur 111: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Hollandse IJssel



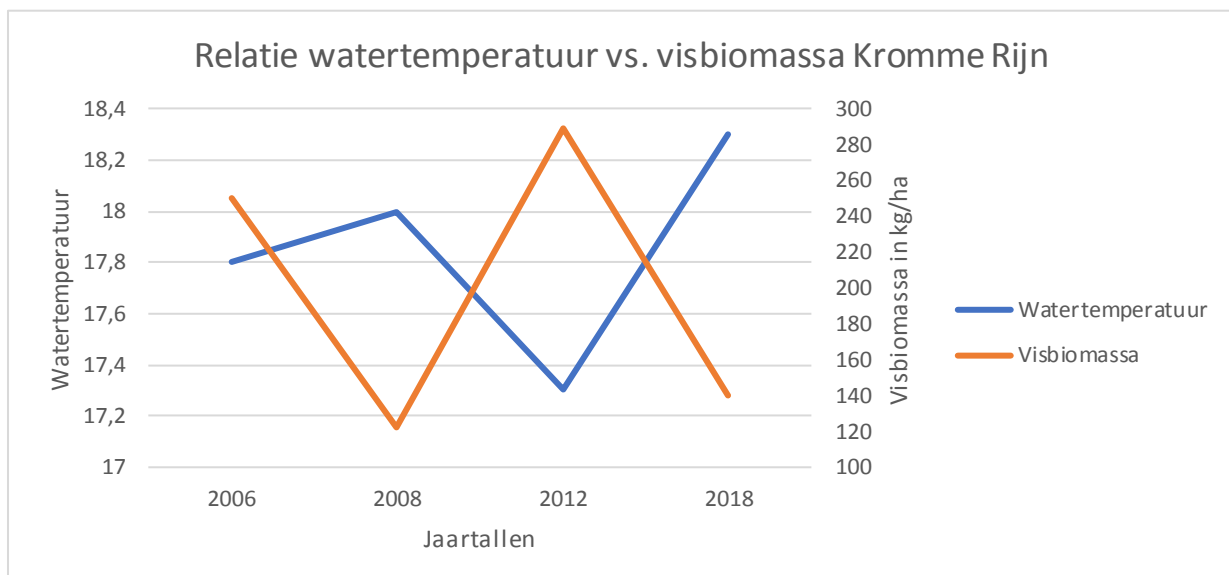
Figuur 112: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Krimpen aan den IJssel



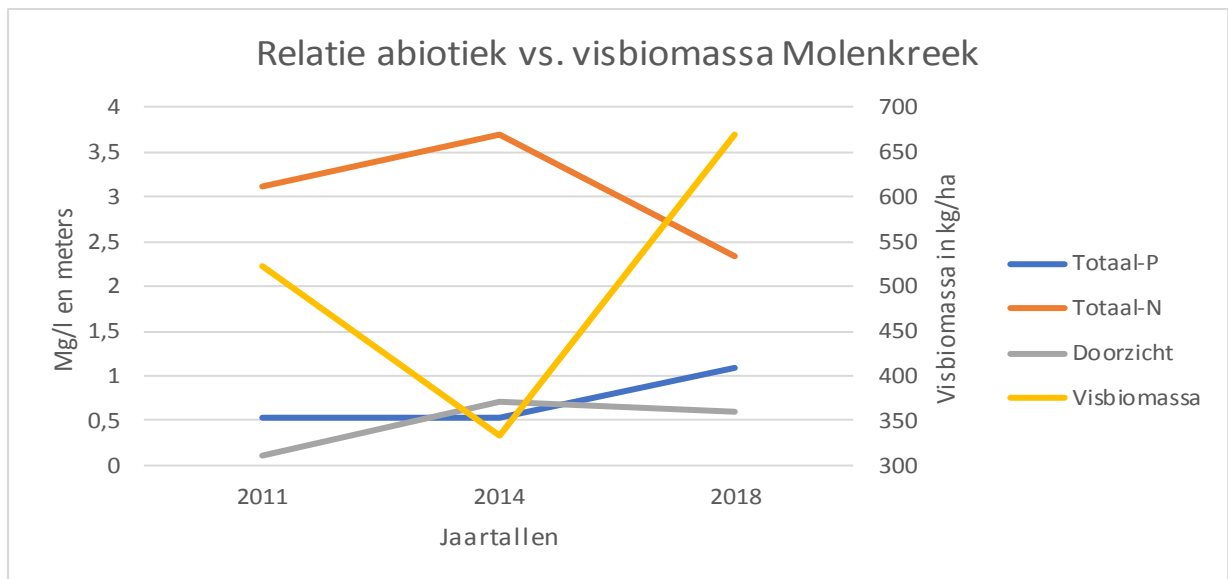
Figuur 113: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Krimpen aan den IJssel



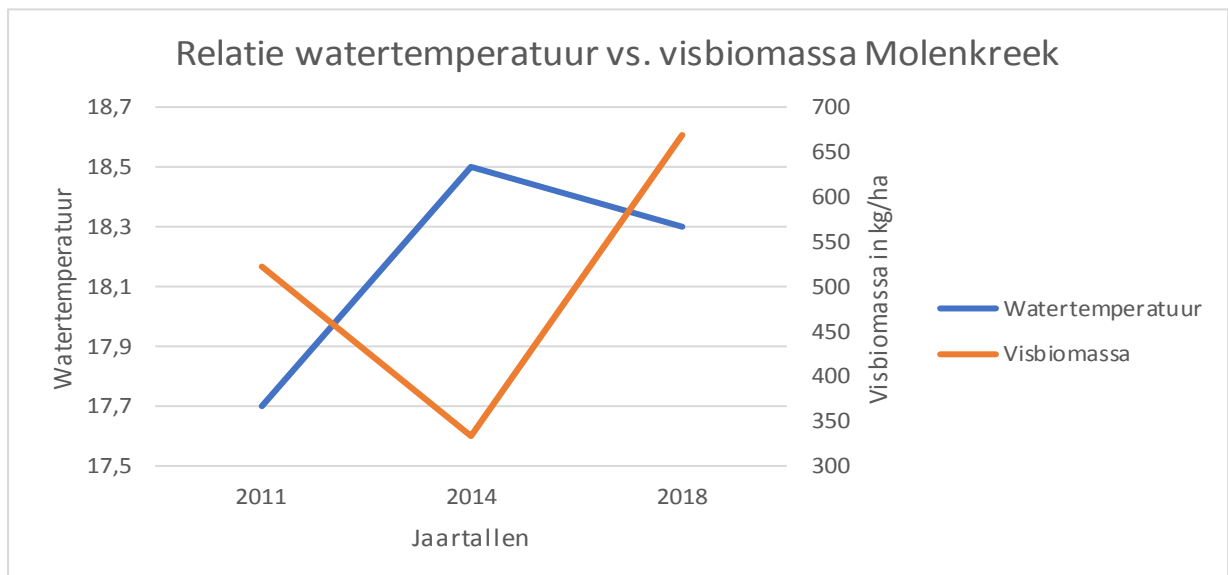
Figuur 114: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Kromme Rijn



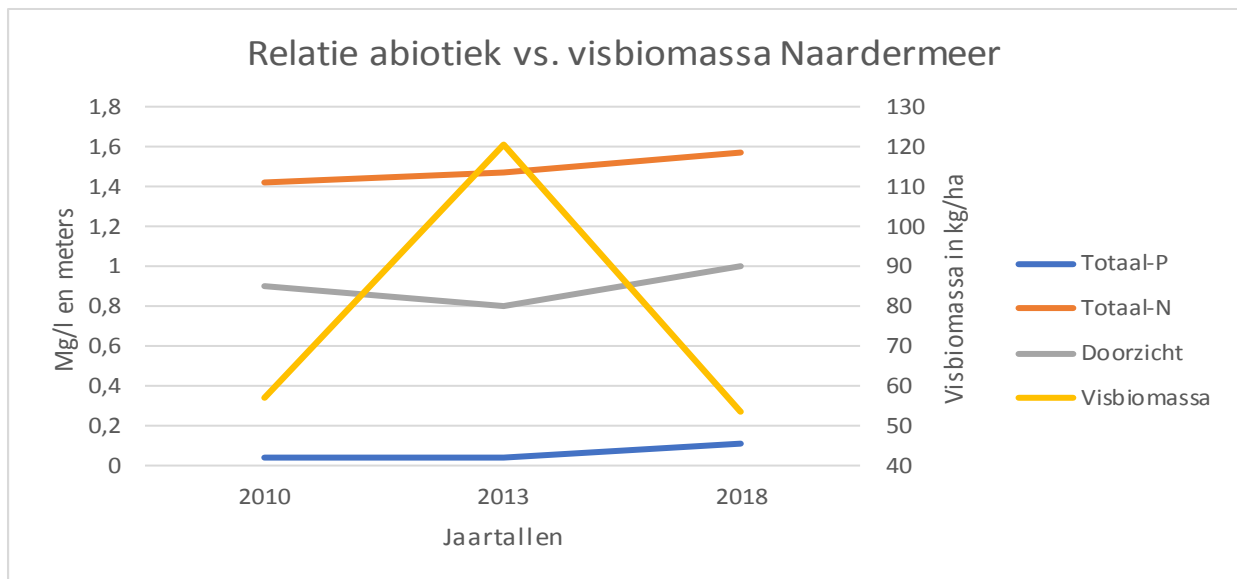
Figuur 115: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Kromme Rijn



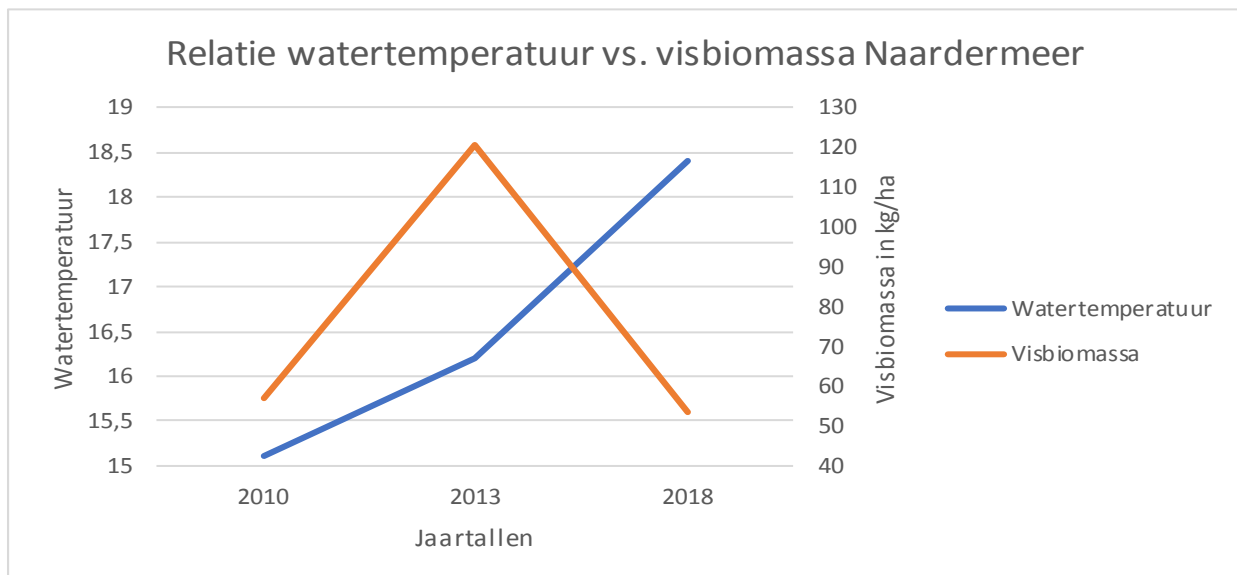
Figuur 116: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Molenkreek



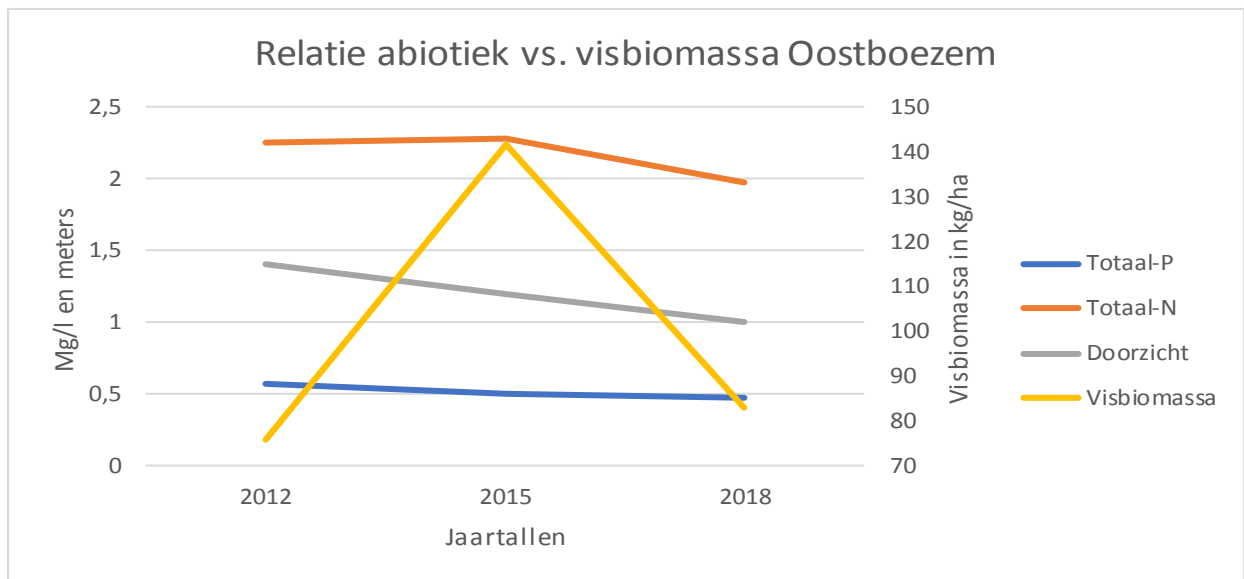
Figuur 117: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Molenkreek



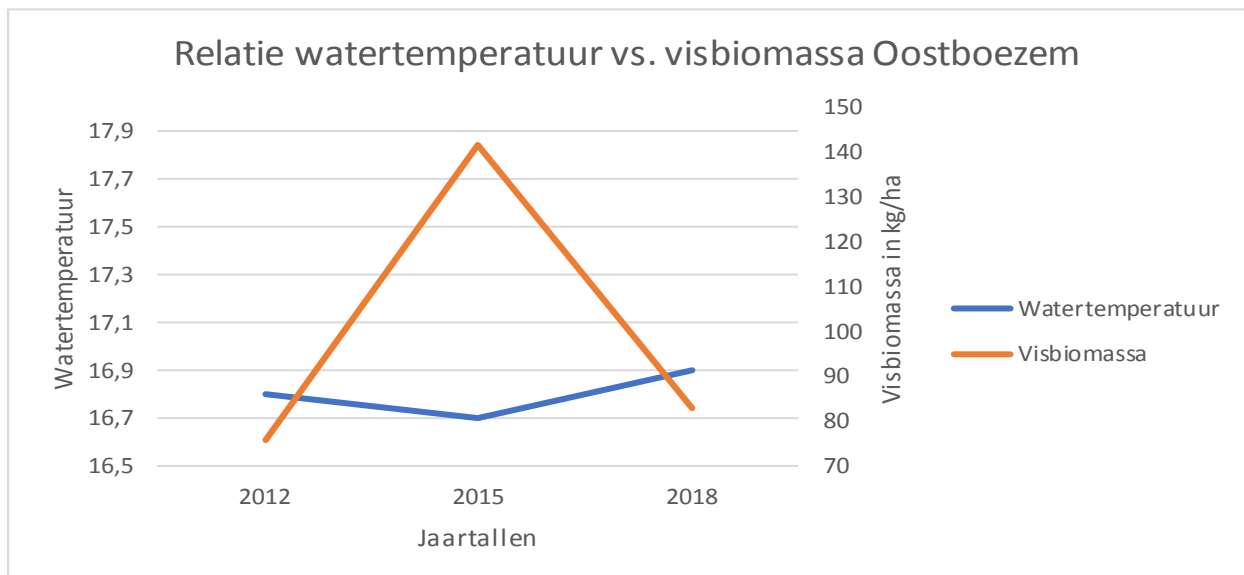
Figuur 118: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Naardermeer



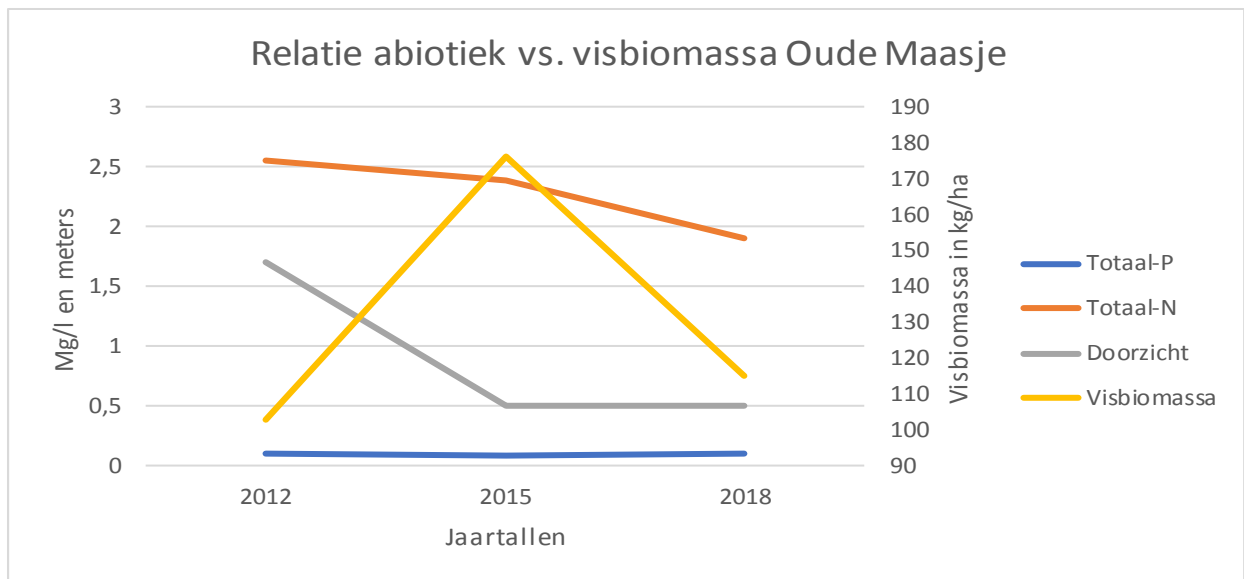
Figuur 119: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Naardermeer



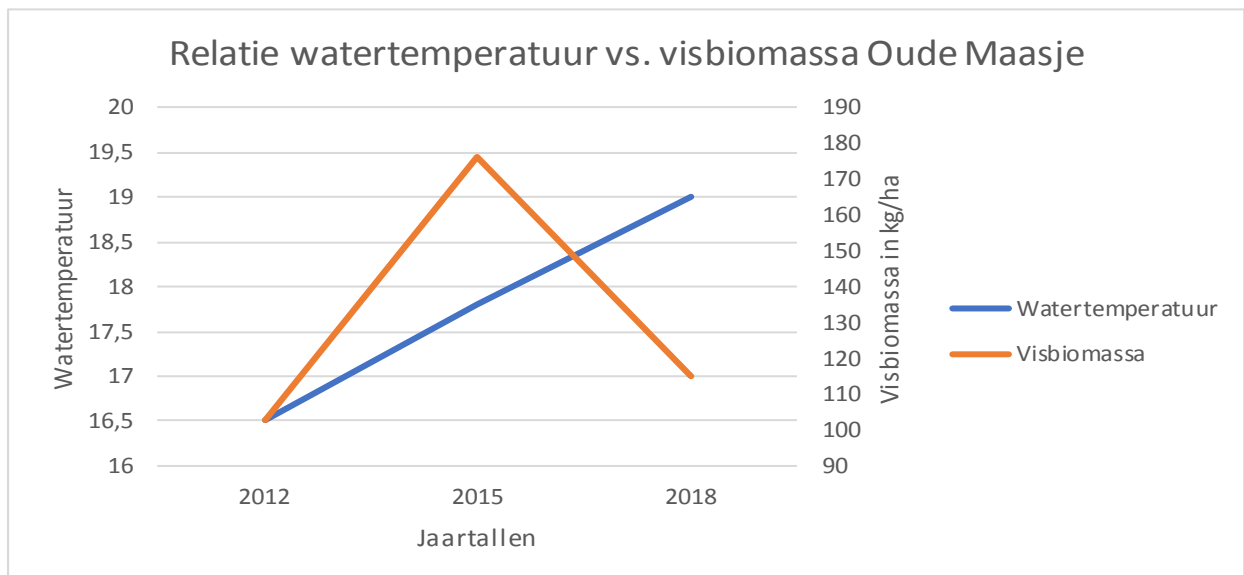
Figuur 120: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Oostboezem



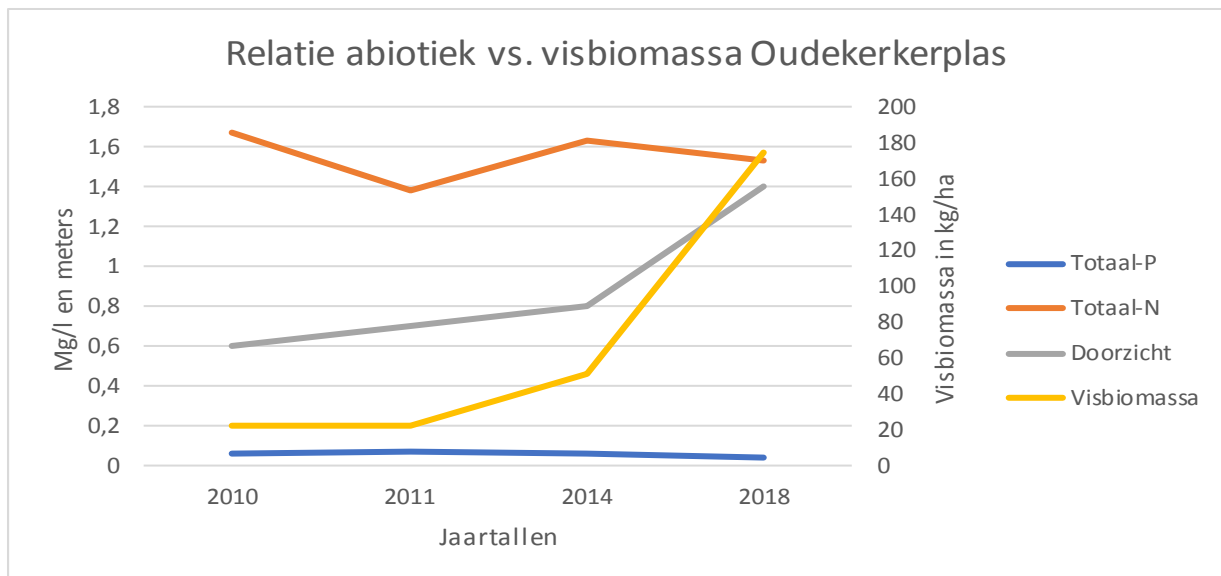
Figuur 121: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Oostboezem



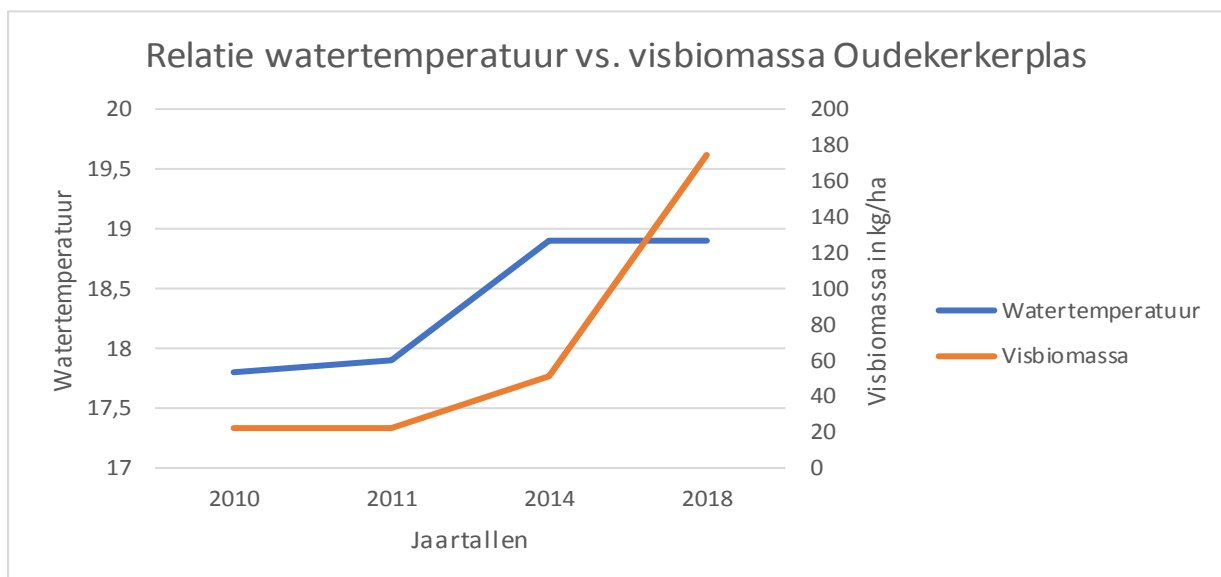
Figuur 122: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Oude Maasje



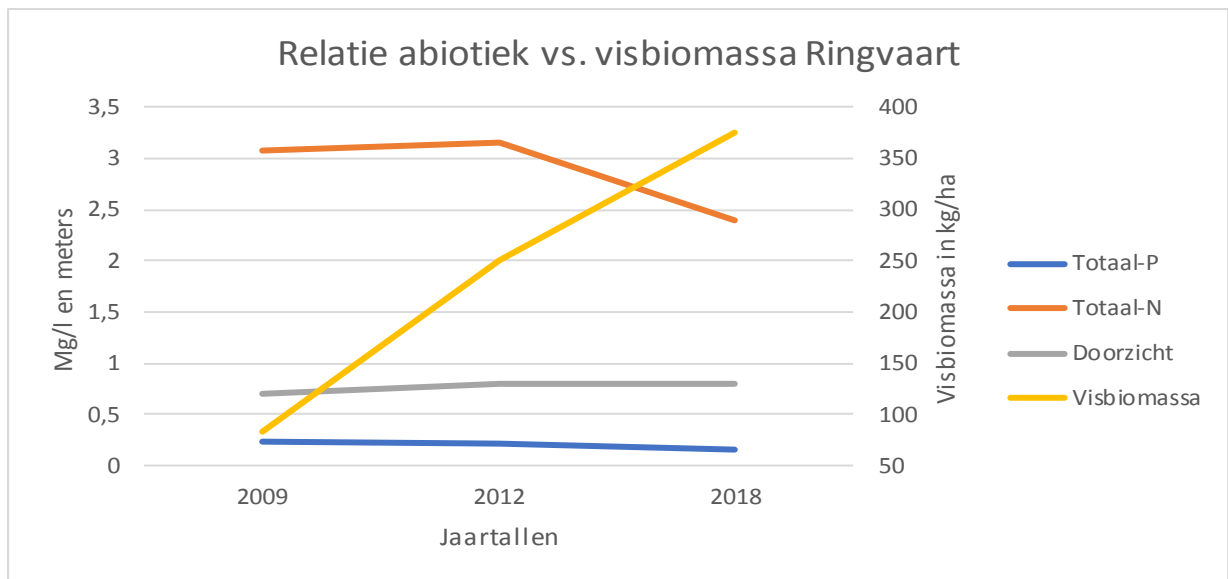
Figuur 123: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Oude Maasje



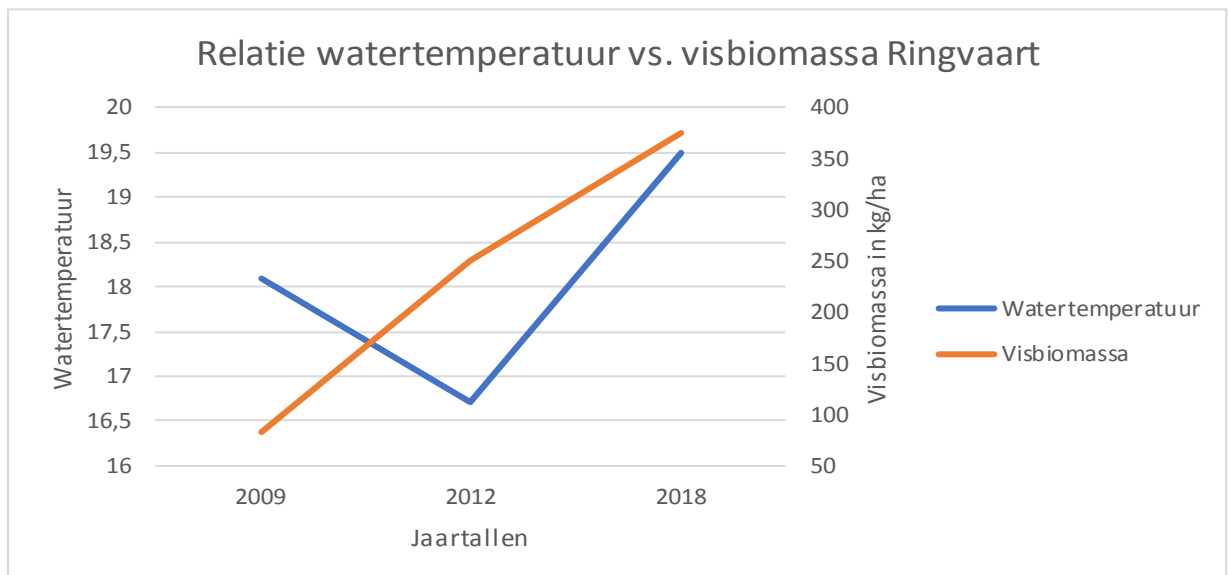
Figuur 124: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Oudekerkerplas



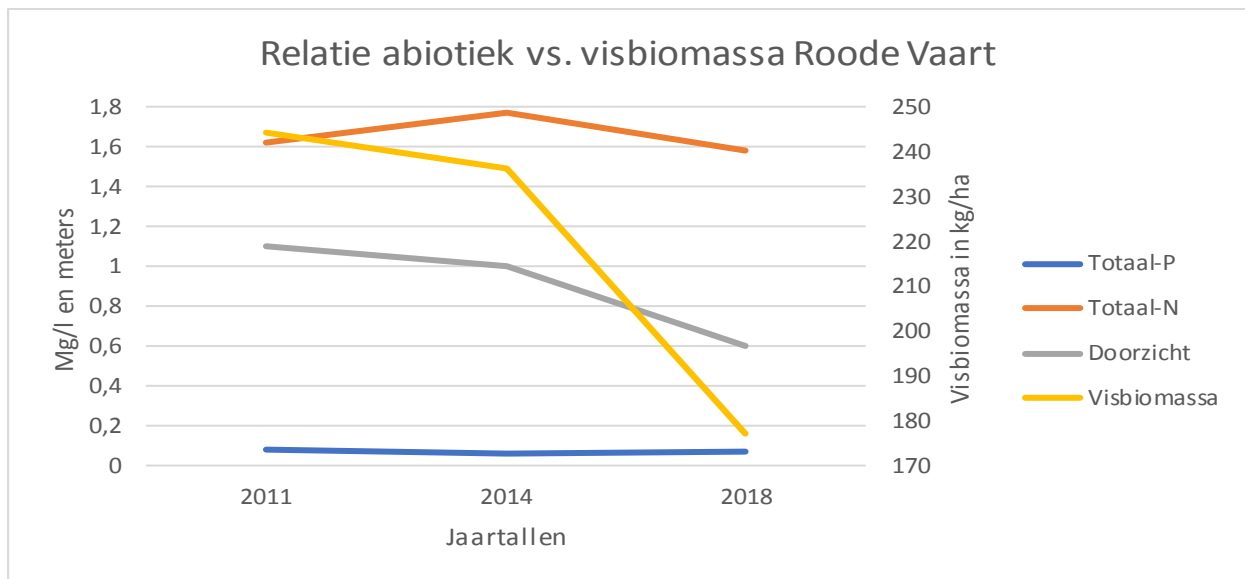
Figuur 125: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Oudekerkerplas



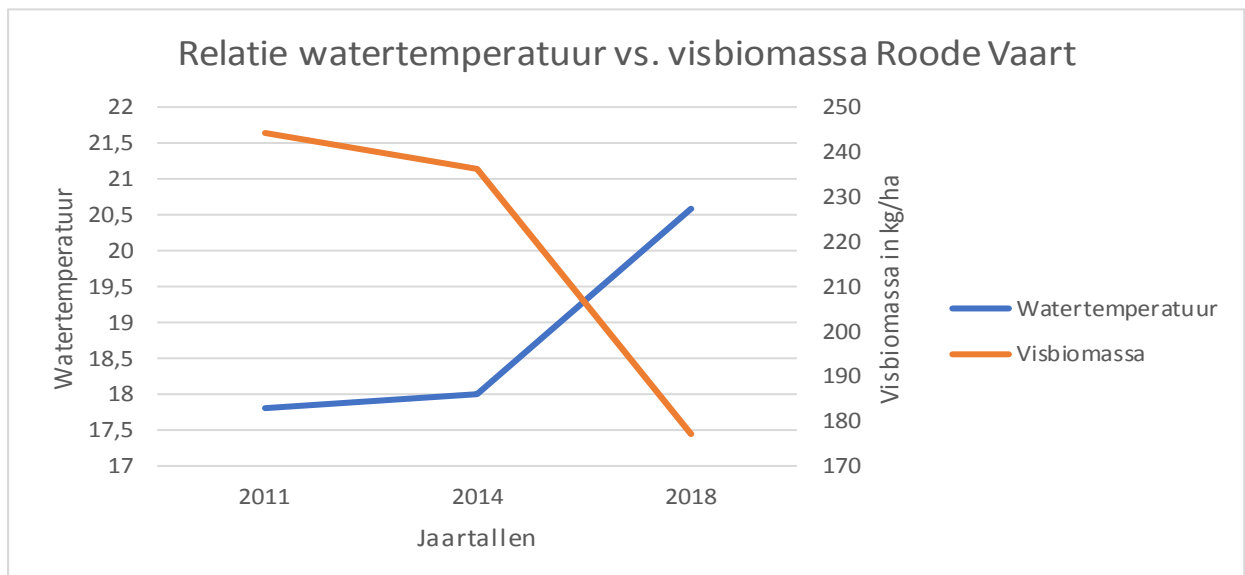
Figuur 126: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Ringvaart



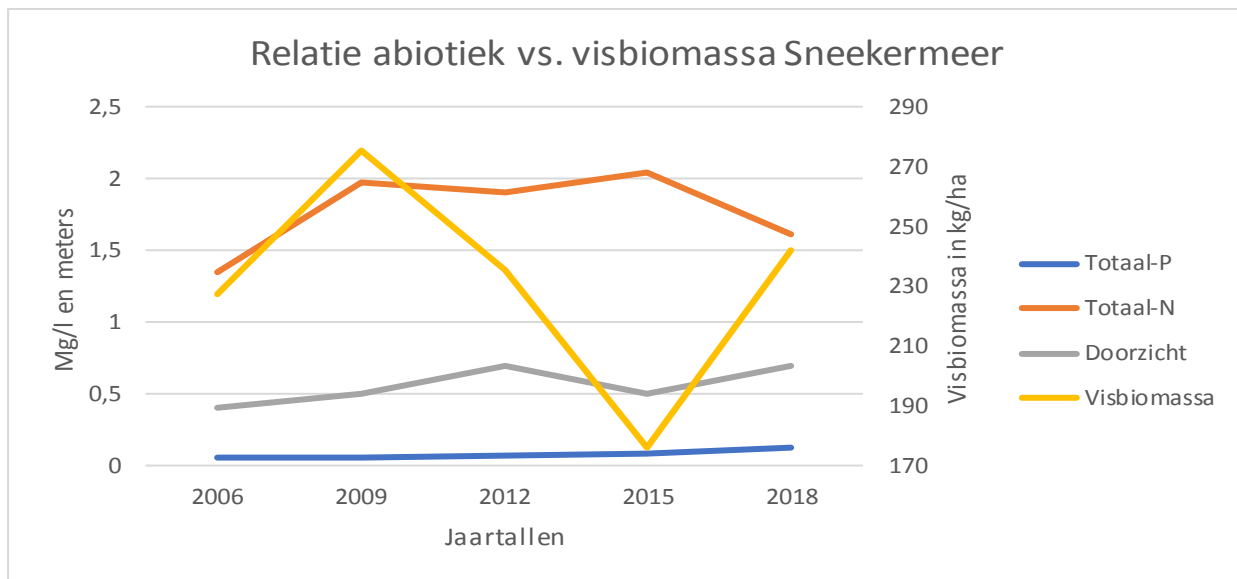
Figuur 127: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Ringvaart



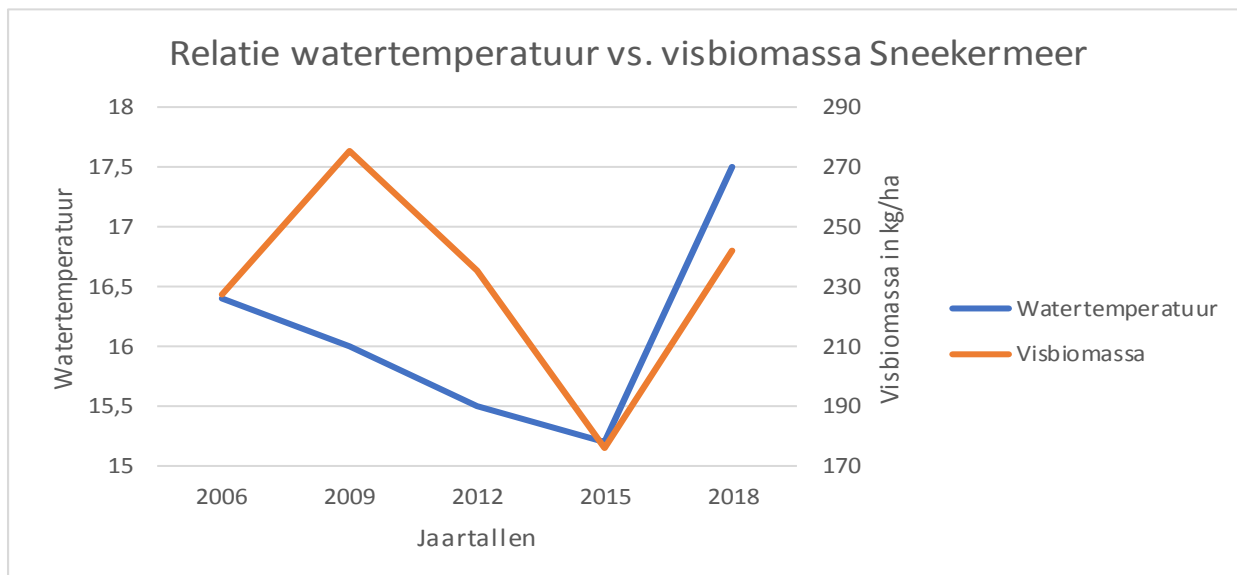
Figuur 128: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Roode Vaart



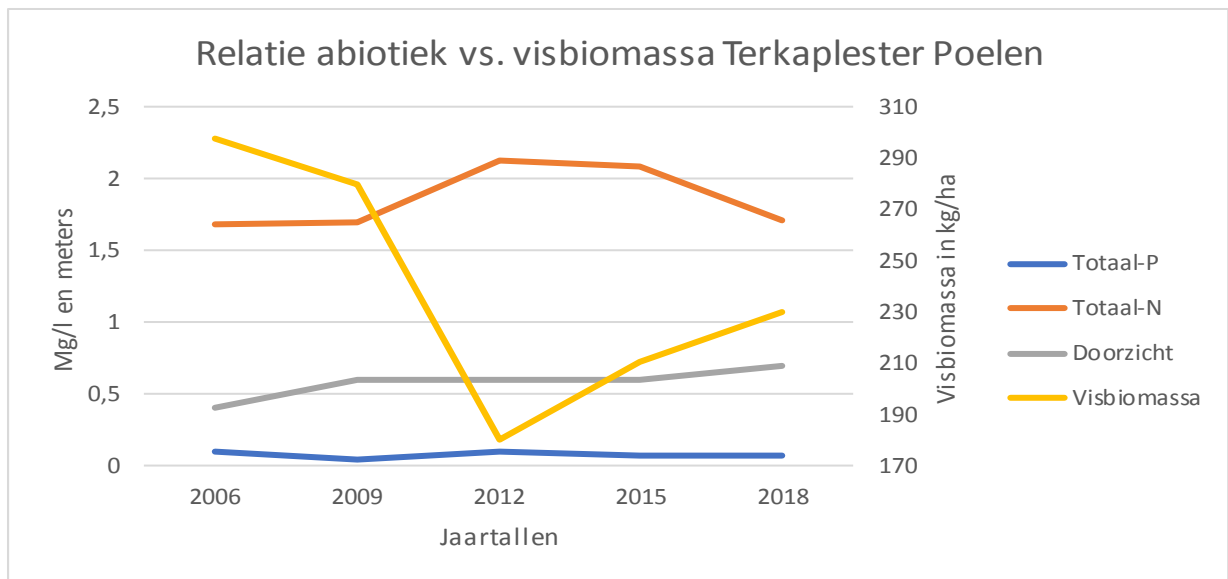
Figuur 129: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Roode Vaart



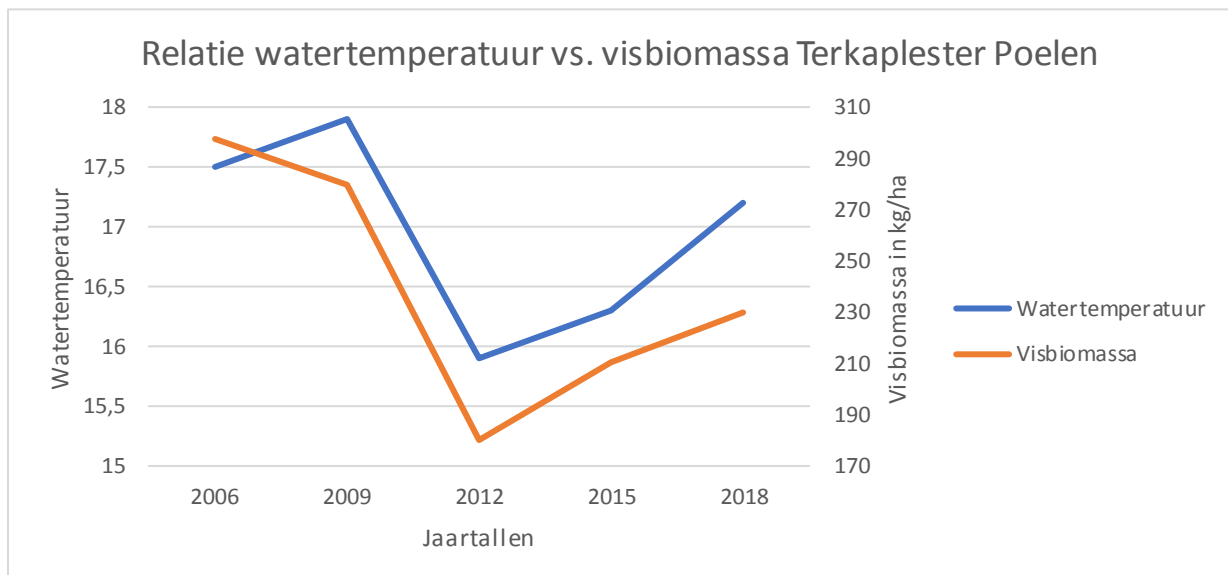
Figuur 130: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Sneekerveer



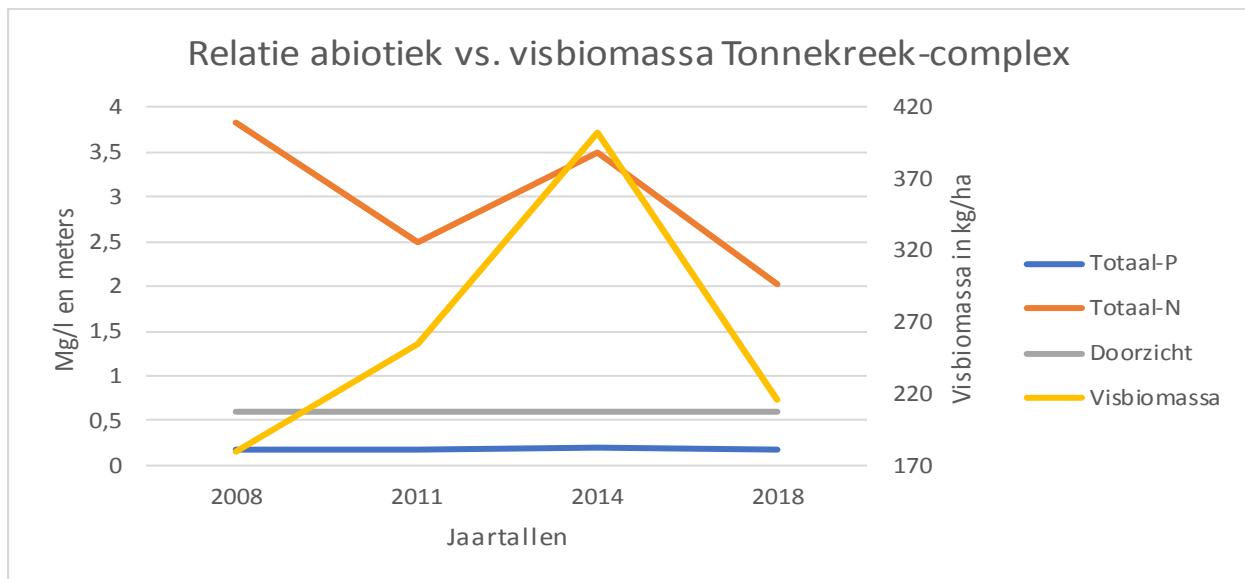
Figuur 131: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Sneekerveer



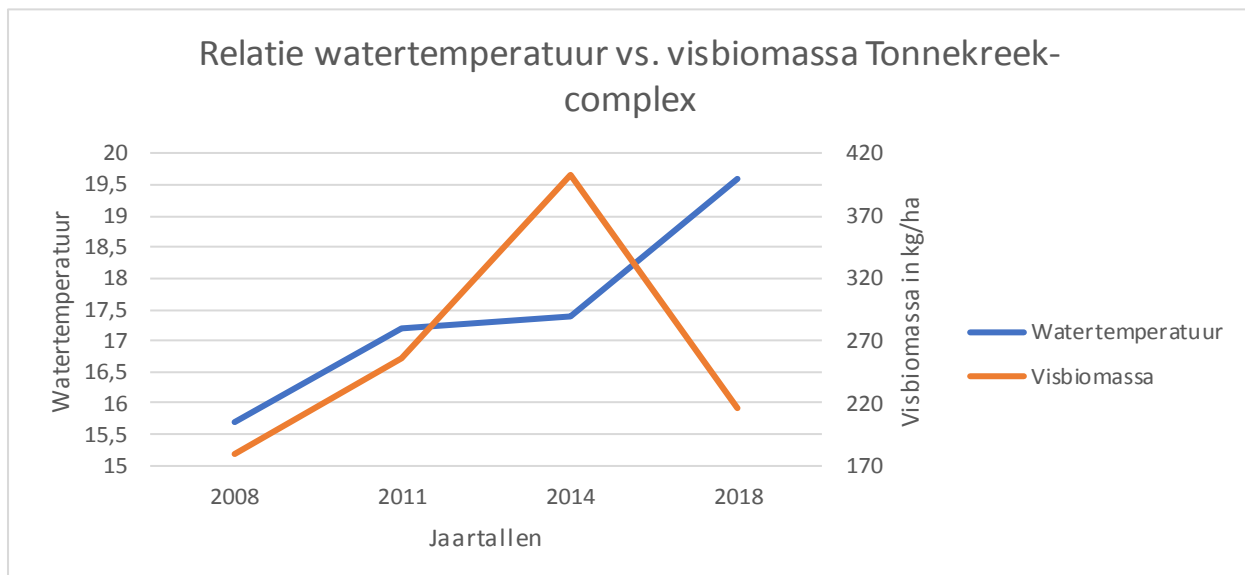
Figuur 132: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Terkaplester Poelen



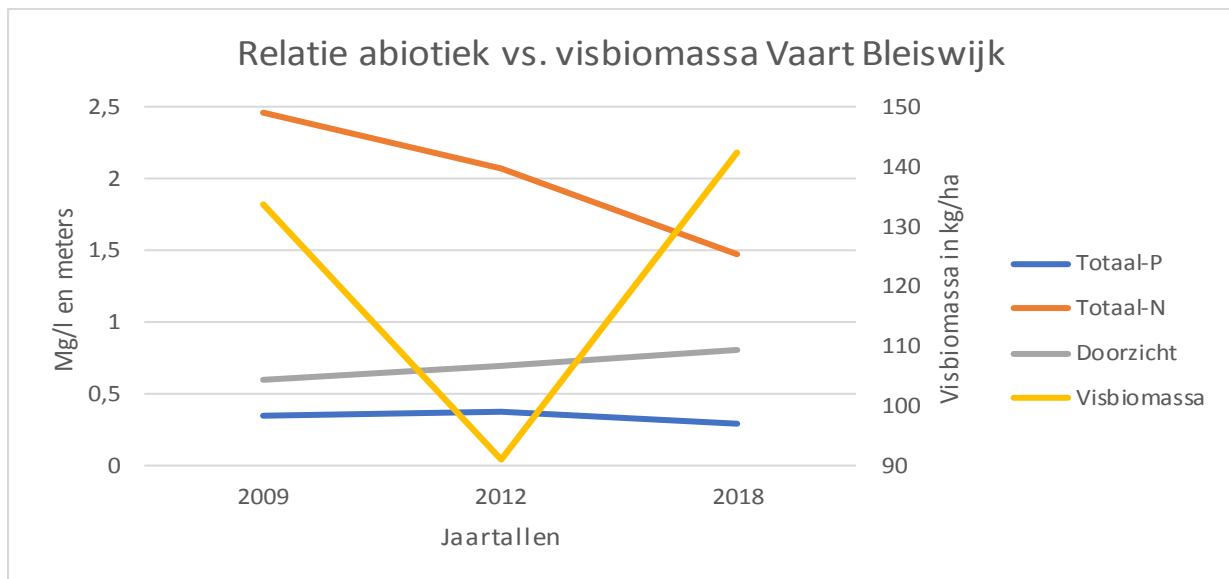
Figuur 133: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Terkaplester Poelen



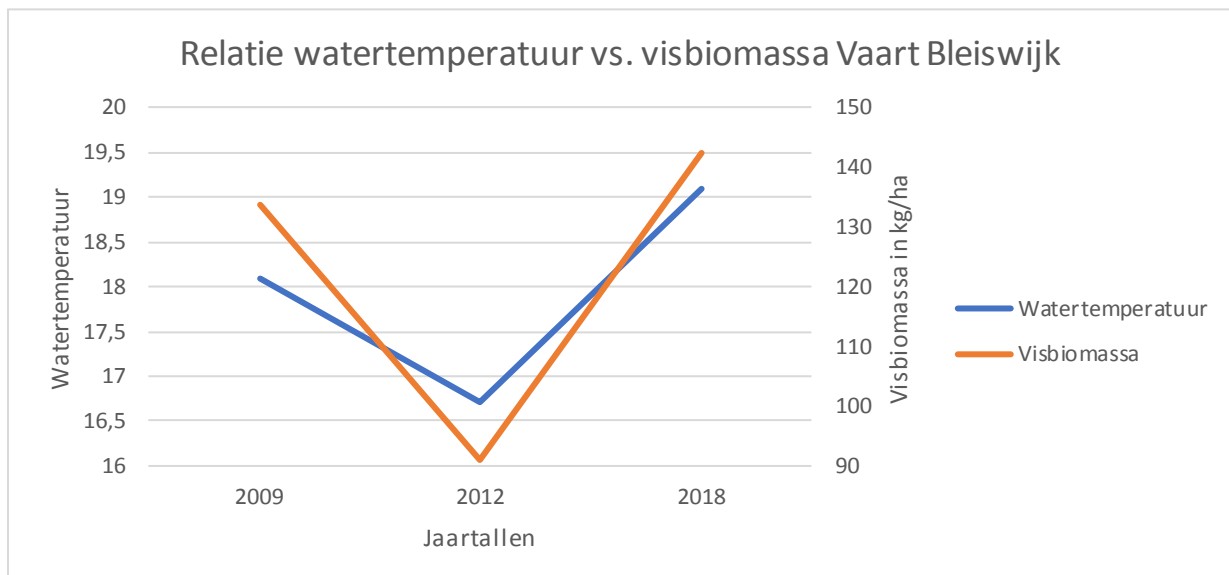
Figuur 134: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Tonnekreek-complex



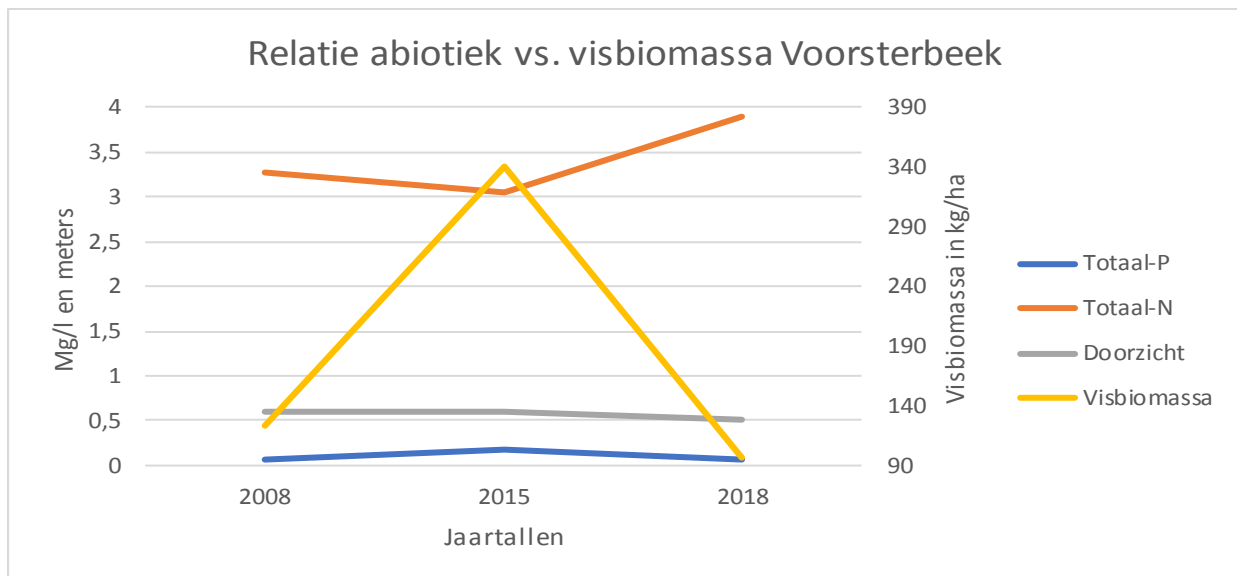
Figuur 135: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Tonnekreek-complex



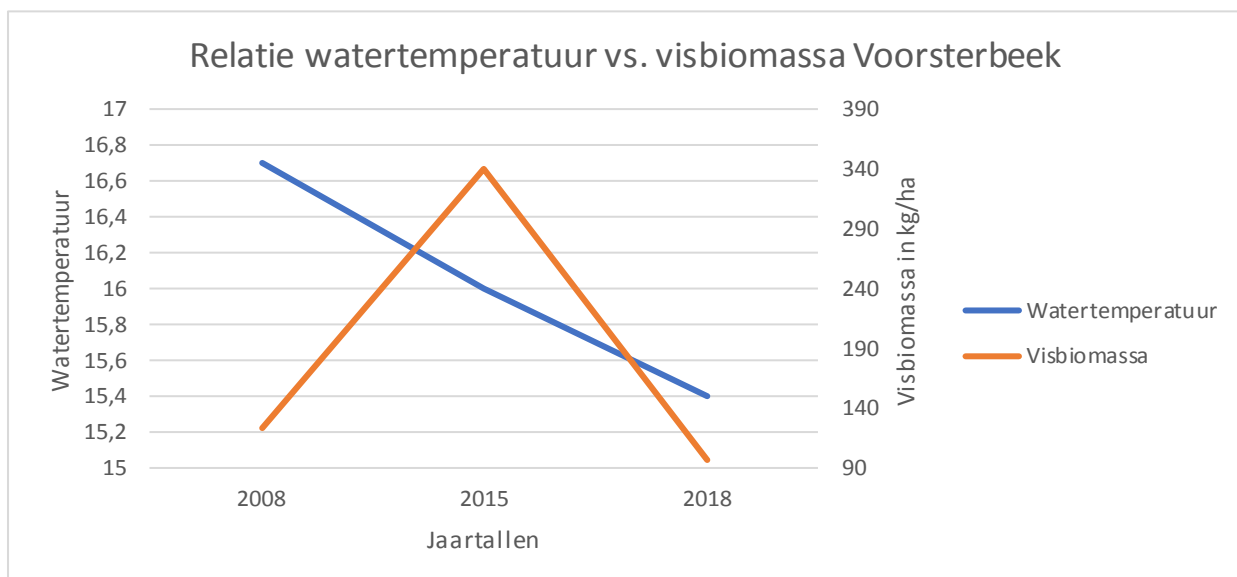
Figuur 136: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Vaart Bleiswijk



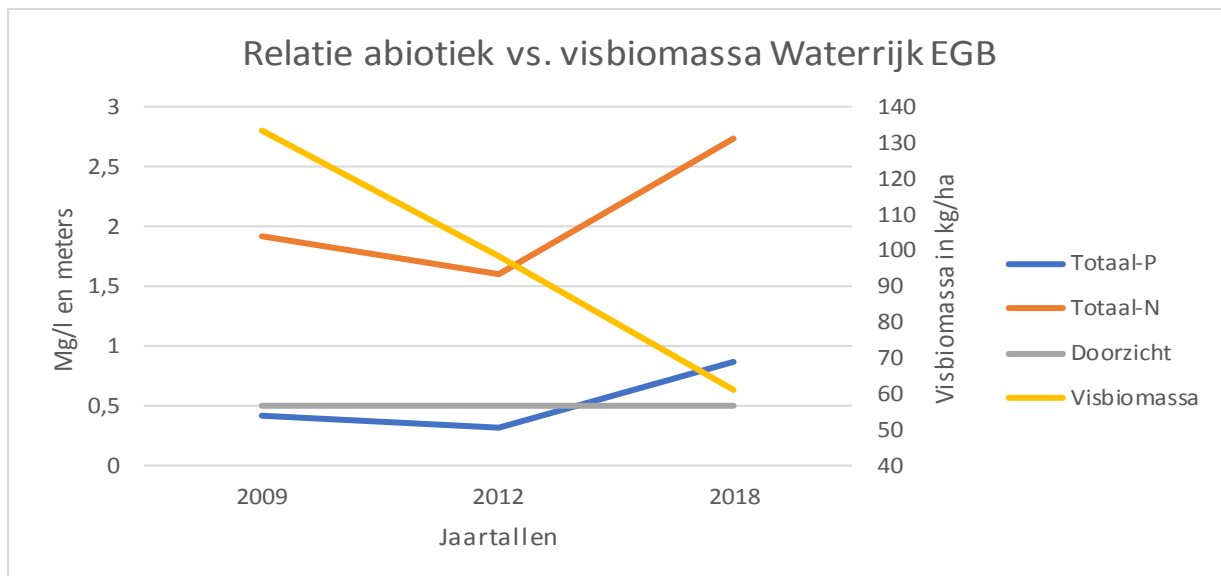
Figuur 137: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Vaart Bleiswijk



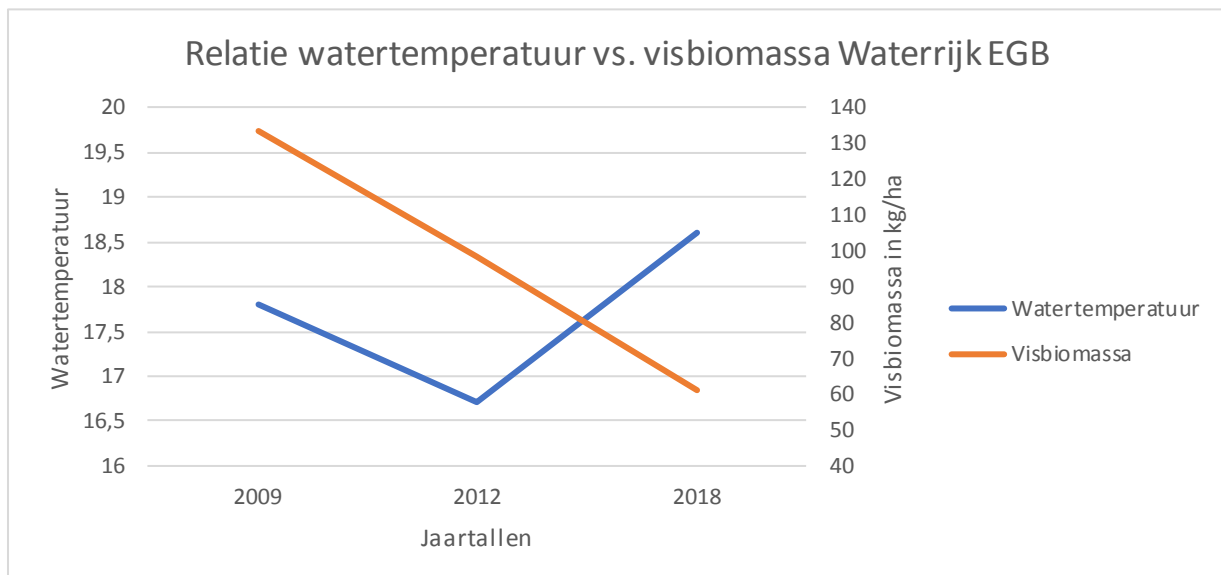
Figuur 138: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Voorsterbeek



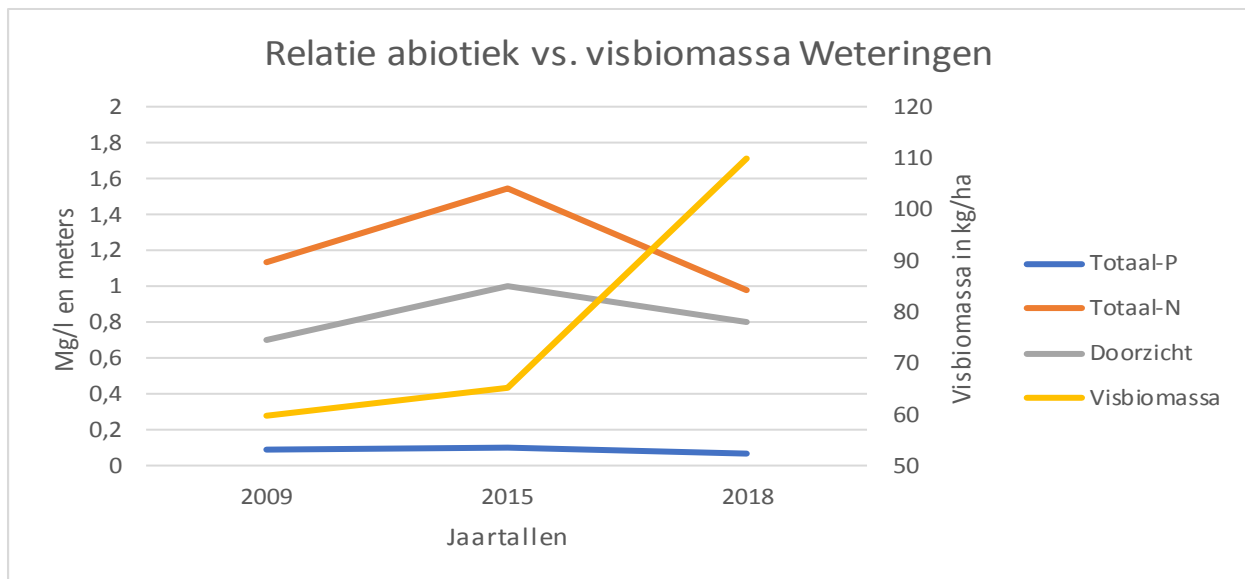
Figuur 139: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Voorsterbeek



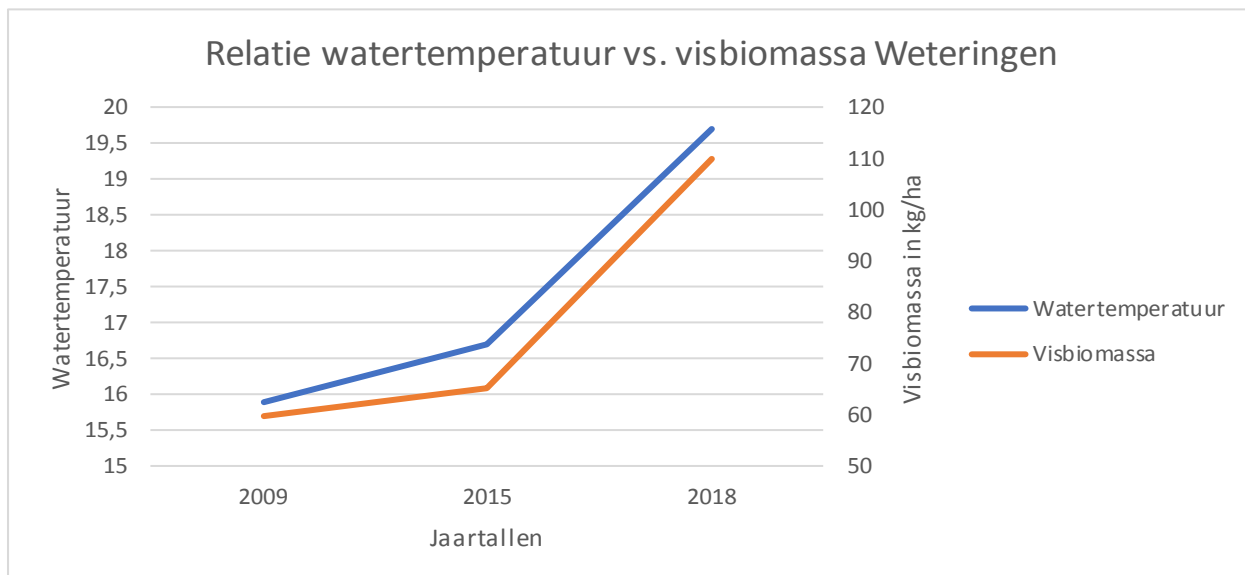
Figuur 140: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Waterrijk EGB



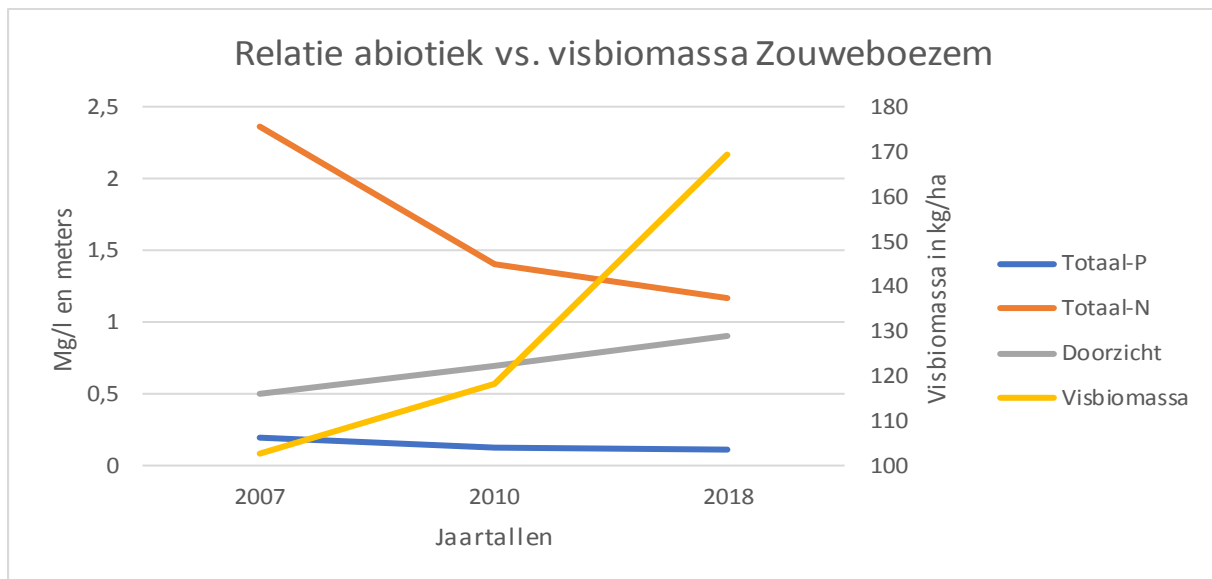
Figuur 141: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Waterrijk EGB



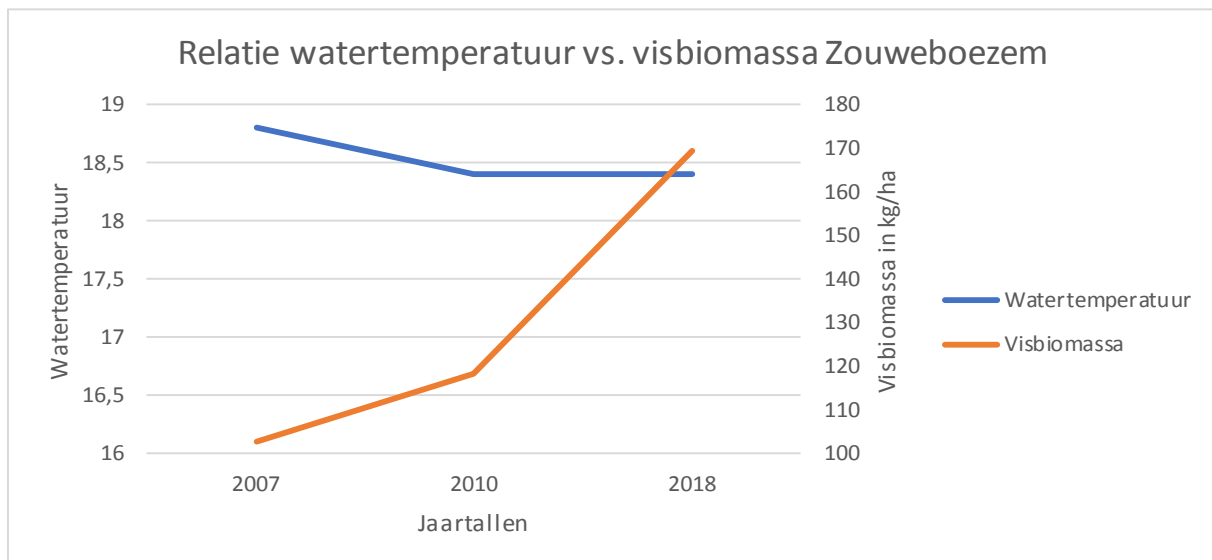
Figuur 142: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Weteringen



Figuur 143: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Weteringen

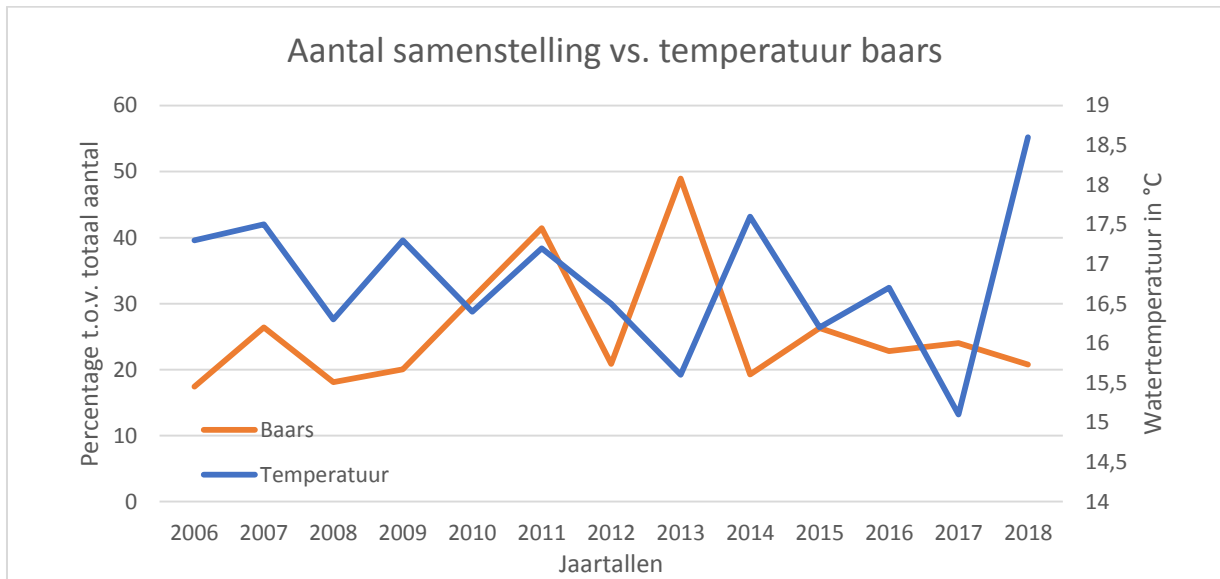


Figuur 144: Relatie (a)biotische parameters vs. visbiomassa Zouweboezem

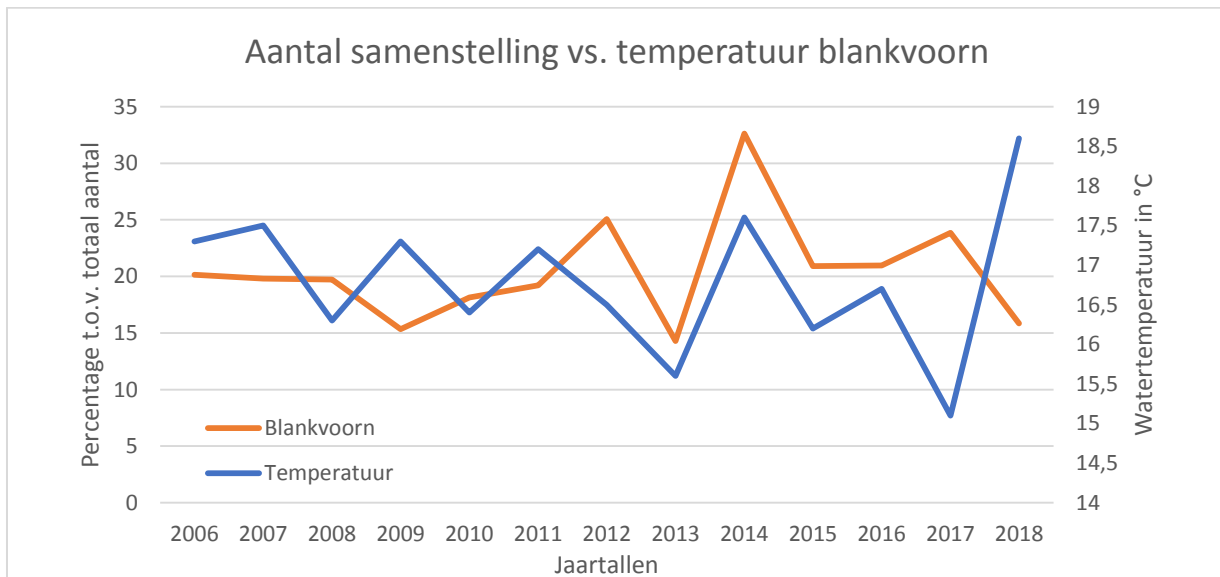


Figuur 145: Relatie watertemperatuur vs. visbiomassa Zouweboezem

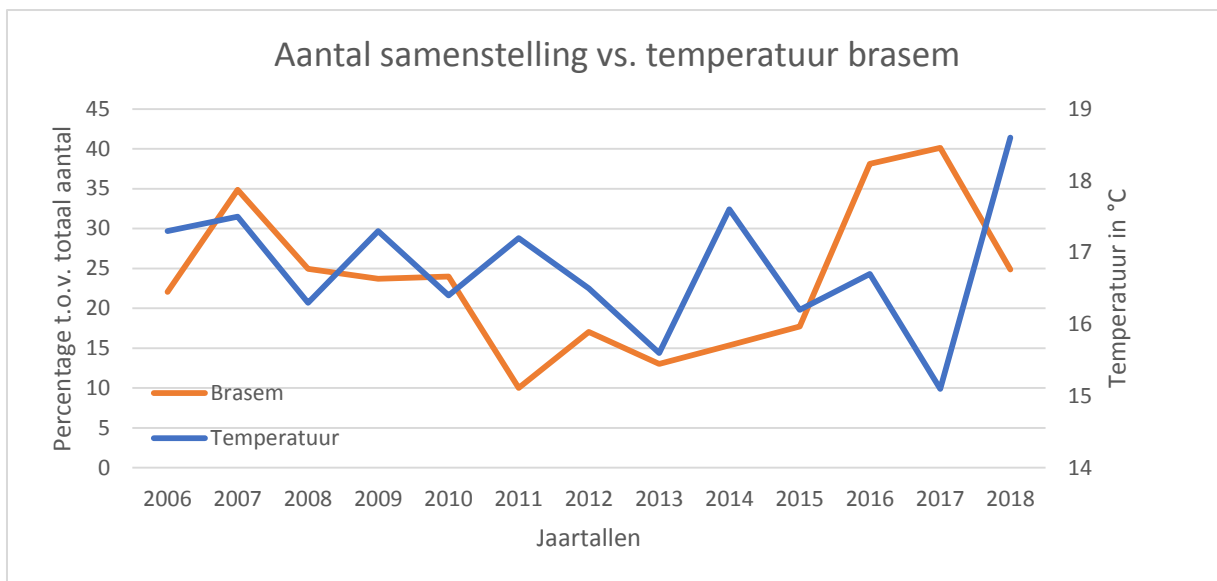
Bijlage L: Aantal samenstelling vs. watertemperatuur per soort



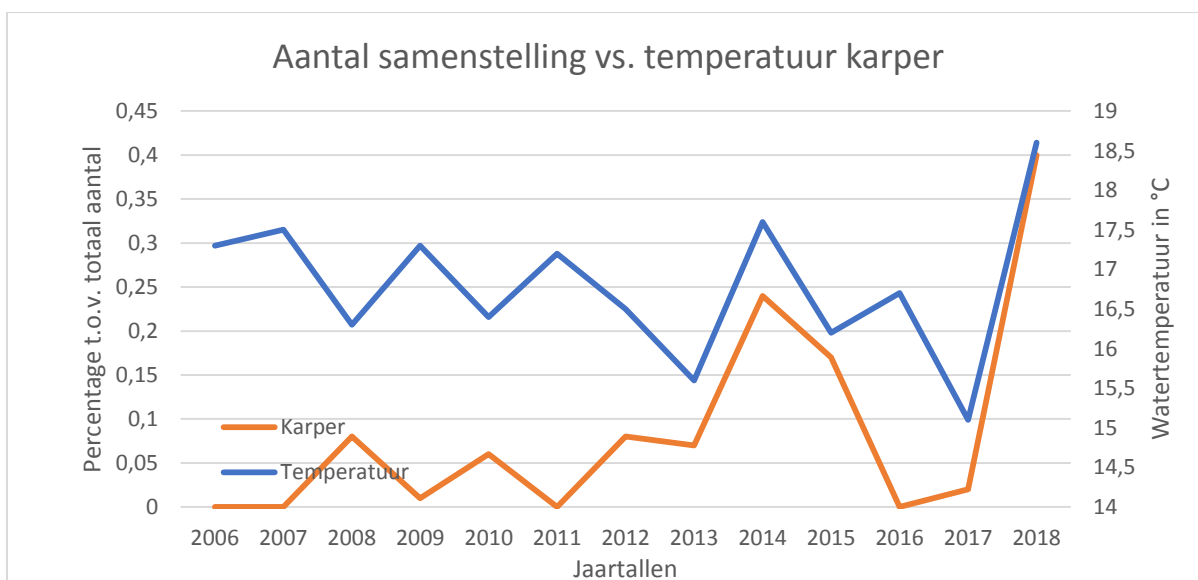
Figuur 146: Aantal samenstelling vs. watertemperatuur baars



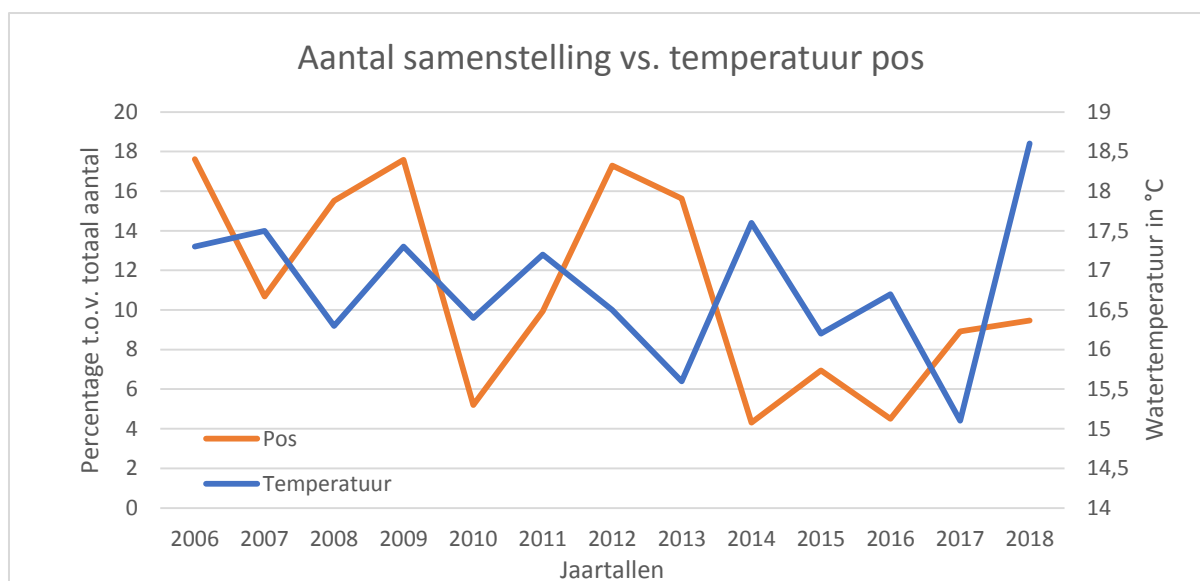
Figuur 147: Aantal samenstelling vs. watertemperatuur blankvoorn



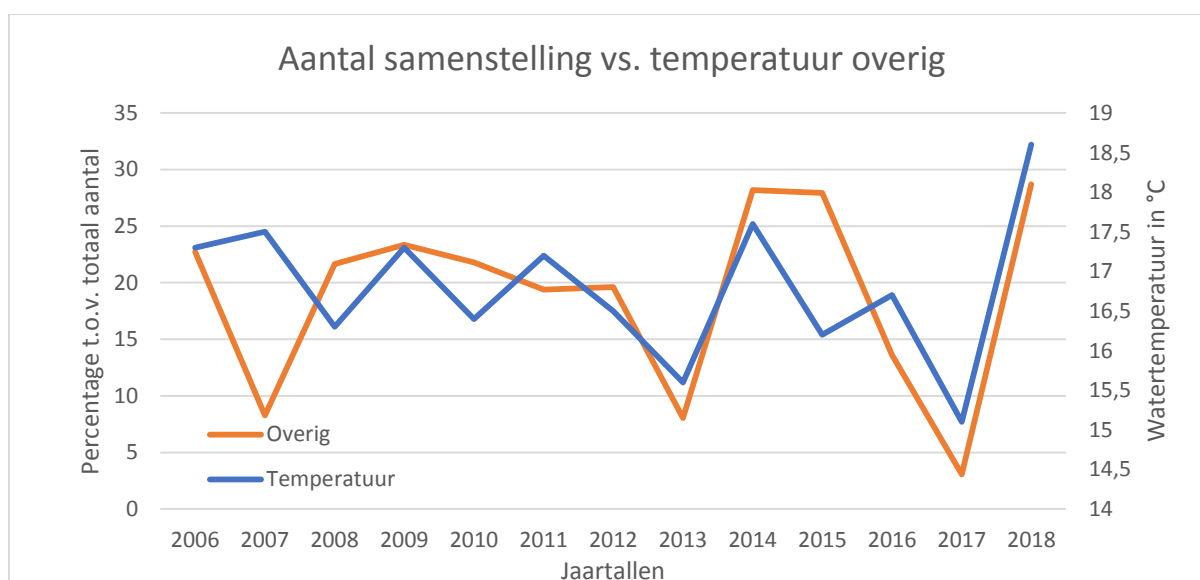
Figuur 148: Aantal samenstelling vs. watertemperatuur brasem



Figuur 149: Aantal samenstelling vs. watertemperatuur karper



Figuur 150: Aantal samenstelling vs. watertemperatuur pos



Figuur 151: Aantal samenstelling vs. watertemperatuur overig

Bijlage M: Kritieke- en optimum waarden doelsoorten

Tabel 3: Optimum waarden doelsoorten

Ei							
Soort:	Watertemp. Min	Watertemp. Max	O ₂ gehalte mg/l	pH range	Doorzicht	Saliniteit ‰	Stroomsnelheid m/s
Karper	18	22	>9	6 t/m 7,5	-	< 5,4	n.v.t.
Blankvoorn	11,5	16	>5	6 t/m 10,5	-	< 4	n.v.t.
Brasem	10	18	>5	6,5 t/m 9	-	< 5	n.v.t.
Winde	17	22	>5	5 t/m 9	-	< 0,55	< 0,4
Snoek	9	15	> 2,4	4,5 t/m 9,5	-	< 4	n.v.t.
Snoekbaars	8	22	>6	6,4 t/m 8,2	-	< 5	(vrijwel) stilstaand zoet water
Baars	10	16	>7	4,5 t/m 9,5	zo helder mogelijk	< 3 g Cl/l	< 0,5
Larve							
Soort:	Watertemp. Min	Watertemp. Max	O ₂ gehalte mg/l	pH range	Doorzicht	Saliniteit ‰	Stroomsnelheid m/s
Karper	15	28	>9	6 t/m 7,5	< 165 mg/l	< 5,4	< 0,1
Blankvoorn	11,5	20	>5	6 t/m 10,5	-	< 4	< 0,6
Brasem	9	28	>5	6,5 t/m 9	0,2 t/m 0,3 m	< 5	< 0,03
Winde	17	22	>5	5 t/m 9	< 25 mg/l	< 0,55	< 0,4
Snoek	15	20	>5	4,5 t/m 9,5	zo helder mogelijk	< 4	< 0,4
Snoekbaars	12	18	>6	6,4 t/m 8,2	< 0,9 m	< 5	(vrijwel) stilstaand zoet water
Baars	15	22	>5	3,5 t/m 9,5	zo helder mogelijk	< 3 g Cl/l	< 0,5
Juveniel							
Soort:	Watertemp. Min	Watertemp. Max	O ₂ gehalte mg/l	pH range	Doorzicht	Saliniteit ‰	Stroomsnelheid m/s
Karper	23	28	>9	6 t/m 7,5	< 165 mg/l	< 5,4	< 0,1
Blankvoorn	11,5	20	>5	6 t/m 10,5	-	< 4	< 1,8
Brasem	9	28	>5	6,5 t/m 9	0,2 t/m 0,3 m	< 5	< 0,03
Winde	17	22	5 t/m 13,57	5 t/m 9	< 25 mg/l	< 0,55	< 0,4
Snoek	15	20	5	6,5 t/m 9,5	> 3 m	< 4	< 1,4
Snoekbaars	12	18	>6	6,4 t/m 8,2	< 0,9 m	< 5	(vrijwel) stilstaand zoet water
Baars	20	26	>5	3,5 t/m 9,5	zo helder mogelijk	< 3 g Cl/l	< 0,5
Adult							
Soort:	Watertemp. Min	Watertemp. Max	O ₂ gehalte mg/l	pH range	Doorzicht	Saliniteit ‰	Stroomsnelheid m/s
Karper	23	28	4,5	6 t/m 7,5	< 165 mg/l	< 11,88	< 0,1
Blankvoorn	20	25	>5	5,6 t/m 10,5	-	< 5	< 0,4
Brasem	9	28	>5	6,5 t/m 9	0,2 t/m 0,3 m	< 13	< 0,2
Winde	17	36	5 t/m 13,57	5 t/m 9	< 25 mg/l	< 0,55	0,2 t/m 0,5
Snoek	19	24	> 1,30	6 t/m 7,5	> 3 m	< 7	< 2,8
Snoekbaars	18	22	>6	6,4 t/m 8,2	< 0,9 m	< 11	(vrijwel) stilstaand zoet water
Baars	21	24	>5	3,5 t/m 9,5	zo helder mogelijk	< 5,5 g Cl/l	< 0,5
							Dieper, open water

Tabel 4: Kritieke waarden doelsoorten

Ei									
Soort:	Watertemp. Min	Watertemp. Max	O ₂ gehalte mg/l min	pH range	Doorzicht mg/l max.	Saliniteit ‰ max.	Stroomsnelheid m/s max.	Diepte (m) max.	
Karper	10	32,5	6	5,5 t/m 10	-	9,9	n.v.t.	1,8	
Blankvoorn	7	27	6	5,5 t/m 10,5	-	5	n.v.t.	Litoraal	
Brasem	9	28	5	4,4 t/m 10	-	5,4	n.v.t.	3,5	
Winde	3	25	2,5	<5,4 t/m >8,5	-	0,55	0,4	1,5	
Snoek	2	18	2,4	<4,5 t/m >9,5	-	4	n.v.t.	1	
Snoekbaars	5,5	26	4,5	<6,1 t/m >8,2	-	6	Zo laag mogelijk	Litoraal	
Baars	8	15	<7	<4,5 t/m >9,5	-	3 g Cl/l	0,5	15	
Larve									
Soort:	Watertemp. Min	Watertemp. Max	O ₂ gehalte mg/l min	pH range	Doorzicht mg/l max.	Saliniteit ‰ max.	Stroomsnelheid m/s max.	Diepte (m) max.	
Karper	10	30	6	5,5 t/m 10	165	9,9	0,1	1,8	
Blankvoorn	7	27	6	5,5 t/m 10,5	-	5	0,6	Litoraal	
Brasem	6	28	1,9	4,4 t/m 10	-	7	0,03	3,5	
Winde	3	24	2,5	<5,4 t/m >8,5	25	15	0,4	1,5	
Snoek	4	30,8	5	<4,5 t/m >9,5	zo helder mogelijk	4	0,4	1	
Snoekbaars	5,5	26	4,5	<6,1 t/m >8,2	-	6	Zo laag mogelijk	Litoraal	
Baars	3	28	<1,2	<3,5 t/m >9,5	-	3 g Cl/l	0,5	3	
Juveniel									
Soort:	Watertemp. Min	Watertemp. Max	O ₂ gehalte mg/l min	pH range	Doorzicht mg/l max.	Saliniteit ‰ max.	Stroomsnelheid m/s max.	Diepte (m) max.	
Karper	15	22	6	5,5 t/m 10	165	6,6	0,1	2,5	
Blankvoorn	7	27	5	5,5 t/m 10	-	7	1,8	Litoraal	
Brasem	9	28	1,9	4,4 t/m 10	-	5	0,03	3,5	
Winde	17	24,1	5 t/m 13,57	<5,4 t/m >8,5	25	15	0,4	5	
Snoek	4	30,8	5	6 t/m 10	zo helder mogelijk	4	1,4	1	
Snoekbaars	5,5	26	4,5	<6,1 t/m >8,2	-	6	Zo laag mogelijk	10	
Baars	3	30	<1,2	<3,5 t/m >9,5	-	3 g Cl/l	0,5	3	
Adult									
Soort:	Watertemp. Min	Watertemp. Max	O ₂ gehalte mg/l min	pH range	Doorzicht mg/l max.	Saliniteit ‰ max.	Stroomsnelheid m/s max.	Diepte (m) max.	
Karper	4	>28 graden	2	5 t/m 10	165	11,88	1,2	30	
Blankvoorn	2	30	5	5,5 t/m 10,5	-	13	-	15	
Brasem	4	28	2	4,4 t/m 10	-	13	0,2	-	
Winde	4	36	2,5 t/m 13,57	<5,4 t/m >8,5	25	15	1,5	5	
Snoek	1	29,4	0,75 bij 20 graden	4 t/m 9,5	zo helder mogelijk	13	0,5	10	
Snoekbaars	5	28	>5-6	<6,1 t/m >8,2	-	11	Zo laag mogelijk, geen max	25	
Baars	3	33	<1,2	<3,5 t/m >9,5	-	5,5 g Cl/l	0,5	50	

Bijlage N: Antwoorden interviews experts

Naam expert: Jouke Kampen

Organisatie: ATKB

Datum: 16-4-2019

12. Heeft u specifieke vissoorten gezien die gevoeliger leken te zijn voor warmte? Of welke soorten juist niet?

Spiering (IJsselmeer).

13. Heeft u in 2018 meer vis met ziektes waargenomen? Zo ja, welke ziektes betrof dit of wat waren de symptomen?

Ik ben heel weinig in het veld geweest.

14. Heeft u het idee dat er in 2018 meer vis werd gevangen in koelere (schaduwrijke/diepere) zones van de waterlichamen? Zo ja, hoe groot was het verschil in diepte ongeveer en wat was de naam van het betreffende waterlichaam?

Te weinig in het veld geweest.

15. Weet u of er een hogere zoutconcentratie aan is getroffen in bepaalde waterlichamen in 2018? Zo ja, welke waterlichamen zijn dit en wat had u het idee dat er een effect was op de visstand?

Noordelijk IJsselmeer

Noordzeekanaal

Nieuwe Waterweg tot nog verder (o.a. Noord, Hollandse IJssel)

16. Weet u of de vissen vroeger hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten betreft dit?

Brasem (en blankvoorn): gezien bij afvissing Oude Venen rond 15 april NB in Friesland!

17. Heeft u het idee dat bepaalde vissoorten vaker hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten betreft dit en hoe vaak vond deze paai plaats denkt u?

Nee. Ik geloof er eerlijk gezegd ook niet in dat zelfde vis meerdere keren kan paaïen. Wat wel kan is dat niet alle vis tot paaïen komt, het weer kouder wordt en bij een volgende temperatuurpiek alsnog gaat paaïen. Natuurlijk gezien is dat ook logisch: risicospreiding

18. Zijn er in bepaalde waterlichamen vangsten gedaan op het gebied van bijzondere soorten, aantallen of lengteklassen? Zo ja, welk waterlichaam betreft dit en wat was er zo bijzonder aan de vangst?

Geen idee.

19. Zijn er volgens u vissoorten (andere soorten dan karper, brasem, blankvoorn, snoekbaars, snoek, baars en winde) die extra aandacht verdienen binnen mijn project?

Rheofiele soorten hebben eerder last van hoge temperatuur c.q. lage zuurstofwaarden.

Baars: houdt van wat lagere temperaturen. En dan met name de grotere exemplaren (zegt men....).

20. Heeft u van andere mensen bijzonderheden gehoord op het gebied van de relatie tussen de warmte en de visstand in 2018? Zo ja, wat waren deze bijzonderheden en wie heeft dit aangegeven?

Nee, nou ja één: dat snoek dood zou gaan.

21. Verwacht u in de toekomst specifieke veranderingen in de visstand als gevolg van vaker optredende warmte en/of droge jaren? Zo ja, welke veranderingen zijn dit en waar baseert u dat op?

Ja zeker. Dat kan direct zijn: hogere productie dus hoger bestand maar ook indirect door ander waterbeheer. Denk aan veel inlaatwater waar vis mee kan komen maar verblijftijd verkort, zoutindringing, lage zuurstofwaarden, calamiteiten (kortstondig fatale temperatuur, te laag zuurstof, droogval enz). Indirect kunnen soorten ook weer profiteren van doorbereken van dominantie van bulksoorten. Ook kan ecosysteem veranderen door hogere temperatuur: meer planten of juist meer blauwalgen. Wat doen mosseltjes?

22. Zijn er verder nog bijzonderheden opgevallen die mogelijk te linken zijn aan de warmte en/of droogte in 2018?

Nee.

Naam expert: Matthijs Koole

Organisatie: ATKB

Datum: 1 mei 2019

1. Heeft u specifieke vissoorten gezien die gevoeliger leken te zijn voor warmte? Of welke soorten juist niet?

Nee. Bij de visstandbemonsteringen moest je, zeker gedurende de warmste perioden, extra maatregelen nemen om de vis goed in leven te houden.

2. Heeft u in 2018 meer vis met ziektes waargenomen? Zo ja, welke ziektes betrof dit of wat waren de symptomen?

Relatief veel blankvoorns met beschadigde rode huid (onduidelijk welke aandoening dit betrof). Daarnaast her en der dode vis aangetroffen (meestal maar enkele vissen).

3. Heeft u het idee dat er in 2018 meer vis werd gevangen in koelere (schaduwrijke/diepere) zones van de waterlichamen? Zo ja, hoe groot was het verschil in diepte ongeveer en wat was de naam van het betreffende waterlichaam?

Niet direct opgemerkt. Je verwacht natuurlijk wel dat vis bij extreme warmte diepere, koelere plaatsen opzoekt.

4. Weet u of er een hogere zoutconcentratie aan is getroffen in bepaalde waterlichamen in 2018? Zo ja, welke waterlichamen zijn dit en wat had u het idee dat er een effect was op de visstand?

Geen idee, niet in de praktijk ondervonden.

5. Weet u of de vissen vroeger hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten betreft dit?

Brasem, blankvoorn en karper waren in 2018 vroeg met de paai (vroeger dan in andere jaren). Voor andere vissoorten weet ik dat niet.

6. Heeft u het idee dat bepaalde vissoorten vaker hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten betreft dit en hoe vaak vond deze paai plaats denkt u?

Daar heb ik geen directe aanwijzingen voor.

7. Zijn er in bepaalde waterlichamen vangsten gedaan op het gebied van bijzondere soorten, aantallen of lengteklassen? Zo ja, welk waterlichaam betreft dit en wat was er zo bijzonder aan de vangst?

In verschillende waterlichamen is relatief veel juveniele karper aangetroffen. Vooral in het Wijchense Meer en de Bergse Plassen ging dit om hoge aantallen. Daarnaast leek er in een deel van de bemonsterde wateren überhaupt veel eenzomerige vis aanwezig (terwijl dit in andere wateren niet het geval was).

8. Zijn er volgens u vissoorten (andere soorten dan karper, brasem, blankvoorn, snoekbaars, snoek, baars en winde) die extra aandacht verdienen binnen mijn project?

Nee.

9. Heeft u van andere mensen bijzonderheden gehoord op het gebied van de relatie tussen de warmte en de visstand in 2018? Zo ja, wat waren deze bijzonderheden en wie heeft dit aangegeven?

Nee, niet anders dan je al weet.

10. Verwacht u in de toekomst specifieke veranderingen in de visstand als gevolg van vaker optredende warmte en/of droge jaren? Zo ja, welke veranderingen zijn dit en waar baseert u dat op?

Mogelijke veranderingen: vroegere paai, langer groeiseizoen waardoor gemiddelde lengte eenzomerige vis toeneemt, wijzigingen in verhoudingen tussen soorten, afname van soorten die slecht tegen warmte kunnen, toename van warmteminnende soorten.

Door droogte kunnen vooral beken en andere wateren op de hogere zandgronden periodiek (deels) droogvallen. Dit kan grote gevolgen hebben voor de aanwezige visstand. Het hangt van de mogelijkheden voor herkolonisatie af of, en zo ja, hoe en hoe snel de visstand zich na droogval herstelt. Vooral de populaties van kritische soorten die momenteel vaak in lage dichtheid aanwezig zijn, zijn kwetsbaar voor droogval omdat hele populaties kunnen verdwijnen (vb. kwabaal, rivier-/beekdonderpad, beekprik, serpeling, kopvoorn, elrits).

11. Zijn er verder nog bijzonderheden opgevallen die mogelijk te linken zijn aan de warmte en/of droogte in 2018?

Nee.

Naam expert: Bart Niemeijer

Organisatie: ATKB

Datum: 6 mei 2019

1. Heeft u specifieke vissoorten gezien die gevoeliger leken te zijn voor warmte? Of welke soorten juist niet? **Niet bewust, wel het idee dat paling gevoelig is**
2. Heeft u in 2018 meer vis met ziektes waargenomen? Zo ja, welke ziektes betrof dit of wat waren de symptomen? **Ja blankvoorns met rode uitslag tijdens het warme weer in juli**
3. Heeft u het idee dat er in 2018 meer vis werd gevangen in koelere (schaduwrijke/diepere) zones van de waterlichamen? Zo ja, hoe groot was het verschil in diepte ongeveer en wat was de naam van het betreffende waterlichaam? **Nee niet bewust gemerkt**
4. Weet u of er een hogere zoutconcentratie aan is getroffen in bepaalde waterlichamen in 2018? Zo ja, welke waterlichamen zijn dit en wat had u het idee dat er een effect was op de visstand? **Zelf niet gemerkt, kan me wel voorstellen dat dit in het westen van het land het geval was. En dat er meer zoutindringing op de benedenrivieren was.**
5. Weet u of de vissen vroeger hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten betreft dit? **Nee paai durf ik niks van te zeggen, deze vindt plaats buiten het "vis"seizoen**
6. Heeft u het idee dat bepaalde vissoorten vaker hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten betreft dit en hoe vaak vond deze paai plaats denkt u? **Pontocaspische grondelsoorten, maar dat is niet speciaal voor afgelopen jaar.**
7. Zijn er in bepaalde waterlichamen vangsten gedaan op het gebied van bijzondere soorten, aantallen of lengteklassen? Zo ja, welk waterlichaam betreft dit en wat was er zo bijzonder aan de vangst? **Qua soorten vooral het aantreffen van meerval op steeds meer plaatsen. En het aantreffen van soorten met een hogere zeldzaamheid. In lengteklassen dat er opvallend meer kleine (relatief groot) karper is aangetroffen.**
8. Zijn er volgens u vissoorten (andere soorten dan karper, brasem, blankvoorn, snoekbaars, snoek, baars en winde) die extra aandacht verdienen binnen mijn project? **Nee lijstje lijkt me goed. Hooguit zou je eens naar ruisvoorn kunnen kijken, deze is aardig goed bestand tegen hogere temperaturen.**
9. Heeft u van andere mensen bijzonderheden gehoord op het gebied van de relatie tussen de warmte en de visstand in 2018? Zo ja, wat waren deze bijzonderheden en wie heeft dit aangegeven? **Nee je hoort alleen af en toe van beroepsvissers dat de paling reageert op het warme weer.**

10. Verwacht u in de toekomst specifieke veranderingen in de visstand als gevolg van vaker optredende warmte en/of droge jaren? Zo ja, welke veranderingen zijn dit en waar baseert u dat op?

Ja dat door droogte/droogval vissen verdwijnen uit delen van wateren. Door aanwezigheid stuwen e.d. zonder vismigratievoorzieningen zal herkolonisatie minimaal zijn. Mogelijk profiteren exoten en minder gevoelige soorten hiervan. Anderzijds kan ook een soort als grote modderkruiper profiteren van droogval. Deze soort kan (mits een goede sliblaag) tegen droogval.

Hogere watertemperaturen en vooral 's winters hogere temperaturen kan er mogelijk voor zorgen dat de Nederlandse wateren in de toekomst meer geschikt wordt voor exotische soorten die hier nu slecht kunnen gedijen.

11. Zijn er verder nog bijzonderheden opgevallen die mogelijk te linken zijn aan de warmte en/of droogte in 2018?

Ja door droogte wordt er op diverse plaatsen "gebiedsvreemd" water ingelaten. Dit kan ook zorgen voor een verdere verspreiding van exoten.

Naam expert: Stefan Oskam
Organisatie: ATKB
Datum: 3-5-2019

1. Heeft u specifieke vissoorten gezien die gevoeliger leken te zijn voor warmte? Of welke soorten juist niet?

Niet dat dit mij opgevallen is.

2. Heeft u in 2018 meer vis met ziektes waargenomen? Zo ja, welke ziektes betrof dit of wat waren de symptomen?

Zwartbekgrondels hadden veel plekje, maar ik denk niet dat dit te herleiden is aan de droogte.

3. Heeft u het idee dat er in 2018 meer vis werd gevangen in koelere (schaduwrijke/diepere) zones van de waterlichamen? Zo ja, hoe groot was het verschil in diepte ongeveer en wat was de naam van het betreffende waterlichaam?

Nee, dit is niet het geval geweest.

4. Weet u of er een hogere zoutconcentratie aan is getroffen in bepaalde waterlichamen in 2018? Zo ja, welke waterlichamen zijn dit en wat had u het idee dat er een effect was op de visstand?

Via Jouke heb ik gehoord dat het Noordzeekanaal tot aan Amsterdam behoorlijk zout was waardoor de zoetwater vissen weg zijn getrokken.

5. Weet u of de vissen vroeger hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten betreft dit?

Ja, Brasem was vroeg.

6. Heeft u het idee dat bepaalde vissoorten vaker hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten betreft dit en hoe vaak vond deze paai plaats denkt u?

Niet dat ik weet.

7. Zijn er in bepaalde waterlichamen vangsten gedaan op het gebied van bijzondere soorten, aantallen of lengteklassen? Zo ja, welk waterlichaam betreft dit en wat was er zo bijzonder aan de vangst?

Ja, op de Bergse Plas (Rotterdam) hadden we afgelopen jaar extreem veel kleine karpertjes gevangen tijdens de bemonstering.

8. Zijn er volgens u vissoorten (andere soorten dan karper, brasem, blankvoorn, snoekbaars, snoek, baars en winde) die extra aandacht verdienen binnen mijn project?

Nee.

9. Heeft u van andere mensen bijzonderheden gehoord op het gebied van de relatie tussen de warmte en de visstand in 2018? Zo ja, wat waren deze bijzonderheden en wie heeft dit aangegeven?

Nee.

10. Verwacht u in de toekomst specifieke veranderingen in de visstand als gevolg van vaker optredende warmte en/of droge jaren? Zo ja, welke veranderingen zijn dit en waar baseert u dat op?

Niet direct.

11. Zijn er verder nog bijzonderheden opgevallen die mogelijk te linken zijn aan de warmte en/of droogte in 2018?

Droogval van verschillende beken.

Naam expert: Johan van Giels
Organisatie: ATKB
Datum: 21-5-2019

1. Heeft u specifieke vissoorten gezien die gevoeliger leken te zijn voor warmte? Of welke soorten juist niet?

Aal en zeelt leken last te hebben van de warmte. We hebben t.o.v. de andere jaren veel dode (grote) zeelt gezien. In een paar projecten waar in het verleden veel aal in de oevers aanwezig was zijn nu veel lagere aantallen gevangen. Het leek er op dat de aalen waren weggetrokken naar ander water of diepere delen van het systeem. Bij andere soorten heb ik geen effecten van de warmte gezien. Wel zijn veel eenzomerige karpers gevangen.

2. Heeft u in 2018 meer vis met ziektes waargenomen? Zo ja, welke ziektes betrof dit of wat waren de symptomen?

Ik heb het idee dat ik meer zwarte stip parasiet heb waargenomen. Met name bij baars en blankvoorn. Ook hebben we redelijk veel vissen met rode zweerplekken gevangen. Beide waarnemingen zijn afkomstig uit het zuidwesten van land (Benedenrivieren gebied).

3. Heeft u het idee dat er in 2018 meer vis werd gevangen in koelere (schaduwrijke/diepere) zones van de waterlichamen? Zo ja, hoe groot was het verschil in diepte ongeveer en wat was de naam van het betreffende waterlichaam?

Nee dat is me niet opgevallen.

4. Weet u of er een hogere zoutconcentratie aan is getroffen in bepaalde waterlichamen in 2018? Zo ja, welke waterlichamen zijn dit en wat had u het idee dat er een effect was op de visstand?

Ik heb zelf niet veel veldwerk uitgevoerd, maar in de Nieuwe Maas nabij Rotterdam was het zoutgehalte erg hoog. In dit gebied moesten we aal vangen voor onderzoek. Na een hele dag vissen hebben we er volgens mij 13 gevangen. In de voorgaande onderzoeken hadden we dergelijke hoeveelheden op een stuk van 100 meter!!

5. Weet u of de vissen vroeger hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten betreft dit?

Ja, karper en brasem waren veel vroeger afgepaaid. Karper 20 april op Goerree. Omdat karper veel later paait dan brasem mag worden aangenomen dat brasem nog eerder was. Op 20 april hoorde we ook dat in België karper het kuit liet lopen.

6. Heeft u het idee dat bepaalde vissoorten vaker hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten betreft dit en hoe vaak vond deze paai plaats denkt u?

Ik heb daar geen idee van.

7. Zijn er in bepaalde waterlichamen vangsten gedaan op het gebied van bijzondere soorten, aantallen of lengteklassen? Zo ja, welk waterlichaam betreft dit en wat was er zo bijzonder aan de vangst?

Deze vraag begrijp ik niet helemaal. Wat ik wel aan kan geven is dat we met name op de Bergse Plassen veel eenzomerige karpers hebben gevangen, waaronder zelfs exemplaren met een kleurafwijking! Zie verder mijn antwoord m.b.t. het ontbreken van aal in de oevers.

8. Zijn er volgens u vissoorten (andere soorten dan karper, brasem, blankvoorn, snoekbaars, snoek, baars en winde) die extra aandacht verdienen binnen mijn project?

Paling en zeelt.

9. Heeft u van andere mensen bijzonderheden gehoord op het gebied van de relatie tussen de warmte en de visstand in 2018? Zo ja, wat waren deze bijzonderheden en wie heeft dit aangegeven?

Naast droogval en extra sterfte niet veel bijzonders. Wel hebben door de droogte onder meer de Haringvlietsluizen langdurend dicht gestaan waardoor aal niet naar zee kon trekken. Voor de deuren zijn met de boomkor extreem veel palingen gevangen (med. Bart).

10. Verwacht u in de toekomst specifieke veranderingen in de visstand als gevolg van vaker optredende warmte en/of droge jaren? Zo ja, welke veranderingen zijn dit en waar baseert u dat op?

Wellicht dat de karperbestanden omvangrijker worden. Ook de omstandigheden voor warmte tolerante soorten zoals Europese meerval zullen verbeteren. De effecten op de visstand zijn verder lastig in te schatten. Naar verwachting zullen de effecten in kleinschalig en ondiepe wateren (poldersloten) sneller optreden dan in grotere en diepere watereenheden.

11. Zijn er verder nog bijzonderheden opgevallen die mogelijk te linken zijn aan de warmte en/of droogte in 2018?

Nee.

Naam expert: Roel Doef & Eddy Lammens
Organisatie: Rijkswaterstaat
Datum: 18-3-2019

1. Zijn er wateren binnen uw beheergebied die effecten van de warmte/droogte ondervonden waarvan u het niet verwacht had? Zo ja, welk watertype was dit en welke effecten heeft u waargenomen? **Als gevolg van de droogte werd er bij de Afsluitdijk en Haringvliet niet meer gespuid en waren de vispassages in de Nederrijn nog nauwelijks passeerbaar. Het gevolg was dat er geen vismigratie meer plaats vond.**
2. Wat zijn uw ervaringen met het effect van de warmte op de visstand afgelopen jaar? Bijvoorbeeld: ander gedrag, ander habitatgebruik, snellere groei, vroegere paai, e.d. **In IJsselmeer/Markermeer was de groei van snoekbaars extreem snel net zoals de groei van eerstejaars karper in de Oostvaarder plassen, die zeer goed recruteerden en groeiden. Door de lage waterstand is een aantal ondiepe habitats komen te vervallen.**
3. Heeft u specifieke vissoorten gezien die meer last van de warmte hadden? Of welke soorten juist niet? **Alle trekvisen hadden problemen en met name spiering in IJsselmeer.**
4. Weet u of er dit jaar meer vis ziektes zijn waargenomen? Zo ja, welke ziektes betrof dit of wat waren de symptomen? **Geen meldingen.**
5. Is het nodig geweest om vissen te verplaatsen als gevolg van droogval, zuurstoftekort, o.i.d.? **In de Rijkswateren zijn alleen in de Nederrijn schieralen getransporteerd aangezien deze opgesloten zaten in de stuwpanden. Regionaal is er vaak sprake geweest van zuurstoftekort en moesten vissen gered worden.**
6. Is er vissterfte opgetreden? Was hier een specifieke oorzaak voor? Zuurstofloosheid, warmte, lage waterstand of een andere oorzaak? **Regionaal is er zeker sprake geweest van sterfte als gevolg van zuurstofloosheid.**
7. Waren specifieke vissoorten hier slachtoffer van? **Aal is hier gevoelig voor, en snoek heeft problemen gekregen als gevolg van verzilting.**
8. Weet u of de vissen vroeger of langer hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en wanneer vond de paai ongeveer plaats? **Het paaien vond plaats in een periode die qua temperatuur niet extreem was. Op het paaien zelf heeft de droogte geen invloed gehad, wel op de overleving van het broed.**
9. Weet u of sommige vissoorten vaker hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en hoe vaak vond deze paai plaats? **Waarschijnlijk niet, zie 7.**
10. Is er dit jaar meer algenbloei opgetreden in vergelijking met andere jaren? Zo ja, hoeveel meer? **Niet bekend hoeveel meer.**

11. Verwacht u in de toekomst specifieke veranderingen in de visstand als gevolg van vaker optredende warmte/droge jaren? Zo ja, welke veranderingen zijn dit en waar baseert u dat op? Niet op basis van één jaar.
12. Zijn er verder nog bijzonderheden opgevallen die mogelijk te linken zijn aan de warmte en/of droogte in 2018? De salmoniden zijn pas in december de rivier opgetrokken en heb zeer waarschijnlijk niet kunnen paaien en moeten een jaar overslaan.

Naam expert: Mark Kouwenhoven

Organisatie: Sportvisserij Oost Nederland

Datum: 19-3-2019

1. Zijn er wateren binnen uw beheergebied die effecten van de warmte/droogte ondervonden waarvan u het niet verwacht had? Zo ja, welk watertype was dit en welke effecten heeft u waargenomen?

Een heel specifiek voorbeeld is een groot water in Zwolle (De Dobbe). Dit is een groot stadswater met een mooi visbestand maar wel ondiep voor het overgrote deel. Dit water was nog redelijk op peil maar toch trad er plotseling massale vissterfte op.

2. Wat zijn uw ervaringen met het effect van de warmte op de visstand afgelopen jaar?
Bijvoorbeeld: ander gedrag, ander habitatgebruik, snellere groei, vroegere paai, e.d.

Je merkt wel dat de paai van bepaalde vissoorten zoals snoek veel vroeger plaats vind. De datum van 15 maart die vaak aangehaald wordt is al niet meer van toepassing in mijn beleving.

3. Heeft u specifieke vissoorten gezien die meer last van de warmte hadden? Of welke soorten juist niet?

Met name roofvis ondervindt snel last van de warmte. In 9 van de 10 gevallen is gebleken dat snoek als eerste dood gaat. Karper blijkt aan de andere kant wel sterk te zijn in de meeste gevallen. In een aantal gevallen waren dit de enige overgebleven vissen die door luttele centimeters water aan het 'baggeren' waren.

4. Weet u of er dit jaar meer vis ziektes zijn waargenomen? Zo ja, welke ziektes betrof dit of wat waren de symptomen?

Niet in relatie tot het warmere weer.

5. Is het nodig geweest om vissen te verplaatsen als gevolg van droogval, zuurstoftekort, o.i.d.?

Dit is vorig jaar een flink aantal keren nodig geweest. In sommige gevallen omdat er geen water meer stond en in andere gevallen vanwege zuurstoftekort.

6. Is er vissterfte opgetreden? Was hier een specifieke oorzaak voor? Zuurstofloosheid, warmte, lage waterstand of een andere oorzaak?

Er is ook vissterfte opgetreden het afgelopen jaar. Vaak ging het om een combinatie van factoren. Door een dalende waterstand warmt het water sneller op en krijg je automatisch ook minder zuurstof in je water. Het is dus dubbelop en veel vissen trekken dit niet gedurende een langere periode.

- Waren specifieke vissoorten hier slachtoffer van?

Ik heb alle soorten en maten voorbij zien komen jammer genoeg.

7. Weet u of de vissen vroeger of langer hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en wanneer vond de paai ongeveer plaats?

Niet specifiek op gelet afgelopen jaar, zie ook vraag 2.

8. Weet u of sommige vissoorten vaker hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en hoe vaak vond deze paai plaats?

Niet specifiek op gelet afgelopen jaar, zie ook vraag 2.

9. Is er dit jaar meer algenbloei opgetreden in vergelijking met andere jaren? Zo ja, hoeveel meer?

Het Waterschap kan deze vraag waarschijnlijk beter beantwoorden. Ik weet niet of het meer is geweest dan andere jaren.

10. Verwacht u in de toekomst specifieke veranderingen in de visstand als gevolg van vaker optredende warmte/droge jaren? Zo ja, welke veranderingen zijn dit en waar baseert u dat op?

Ik verwacht niet dat er door de droogte acute veranderingen zullen optreden. We zien wel dat meerval op steeds meer plaatsen en in steeds grotere aantallen wordt waargenomen maar dit heeft volgens mij niet direct te maken met de warmte.

11. Zijn er verder nog bijzonderheden opgevallen die mogelijk te linken zijn aan de warmte en/of droogte in 2018?

De verdeeldheid tussen Waterschappen als het gaat om het redden van vissen. Het een Waterschap hecht alleen waarde aan de bijzonder vissoorten terwijl een ander Waterschap gezamenlijk met de visserij alle vis wil redden. Er ligt bij de Waterschappen wel een 'strijdplan' als het gaat om hoog water maar t.a.v. de droogte bestaat er nog weinig / niets.

Naam expert: Hans Gels en Bert Knol
Organisatie: Waterschap Vechtstromen
Datum: 19-3-2019

1. Zijn er wateren binnen uw beheergebied die effecten van de warmte/droogte ondervonden waarvan u het niet verwacht had? Zo ja, welk watertype was dit en welke effecten heeft u waargenomen?

Ja, beken die normaal niet droogvallen vielen in 2018 wel droog. Bijvoorbeeld aantal zijbeken van de Dinkel zoals de Ruenbergerbeek, maar ook elders bijv. de Diepenheimse molenbeek ed. Maar ook in andere extreem droge jaren kwam dit wel eens voor (2003 en 2006 bijvoorbeeld).

2. Wat zijn uw ervaringen met het effect van de warmte op de visstand afgelopen jaar?
Bijvoorbeeld: ander gedrag, ander habitatgebruik, snellere groei, vroegere paai, e.d.

Veelal onbekend bij ons, wel meer vissterfte en happende vis in met name stedelijk gebied en bij lozingen zijn vis extra gevoelig voor zuurstofschommelingen in het warme water. Ander gedrag kunnen de federaties misschien iets over zeggen.

3. Heeft u specifieke vissoorten gezien die meer last van de warmte hadden? Of welke soorten juist niet?

We krijgen bij vijvers vaak meldingen van karpers, maar specifiek worden er weinig soorten genoemd (melding is veelal dode vis).

Beekvissen trekken zich vaak terug naar de benedenstrooms gelegen hoofdstroom (bijv. naar de Dinkel vanuit haar zijbeken). Dat geldt bijvoorbeeld voor Serpeling, Rivierdonderpad en Beekprik.

4. Weet u of er dit jaar meer vis ziektes zijn waargenomen? Zo ja, welke ziektes betrof dit of wat waren de symptomen?

Vanuit de meldingen kunnen we niet altijd zien wat er aan de hand is. Dode vis of happende vis zijn vaak de meldingen, niet of er sprake is van ziektes of oorzaken.

5. Is het nodig geweest om vissen te verplaatsen als gevolg van droogval, zuurstoftekort, o.i.d.?

Ja in een aantal gevallen is dit gebeurd, vaak in afstemming tussen onze gebiedsbeheerders en de federaties of hengelsportverenigingen. Ook is er een aantal malen belucht met hulp van de brandweer.

6. Is er vissterfte opgetreden? Was hier een specifieke oorzaak voor? Zuurstofloosheid, warmte, lage waterstand of een andere oorzaak?

Ja, O₂-gebrek, lage waterstanden en verontreinigingen/persleidingbreuk. Lozingen hebben met warm weer een extra sterk en sneller negatief effect op vis.

- Waren specifieke vissoorten hier slachtoffer van?

Karper, witvis (brasem, kolblei, blankvoorn), snoek komen het vaakst voor.

7. Weet u of de vissen vroeger of langer hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en wanneer vond de paai ongeveer plaats?

Geen idee, ik zou navraag doen bij de federaties hierover.

8. Weet u of sommige vissoorten vaker hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en hoe vaak vond deze paai plaats?

Geen idee, ik zou navraag doen bij de federaties hierover.

9. Is er dit jaar meer algenbloei opgetreden in vergelijking met andere jaren? Zo ja, hoeveel meer?

De indruk bestaat hier dat het wel mee viel ten opzichte van andere jaren. Wel was er hier en daar spraken van excessieve groei van exotische waterplanten.

10. Verwacht u in de toekomst specifieke veranderingen in de visstand als gevolg van vaker optredende warmte/droge jaren? Zo ja, welke veranderingen zijn dit en waar baseert u dat op?

Ja, de ontwikkelingen overal in Europa laten zien dat er een aantal soorten in opmars zijn mede als gevolg van klimaatverandering, ongewilde visuitzettingen en waterverbindingen. De diverse nieuwe soorten grondels, Zonnebaars en Roofblei maar ook diverse kreeften etc. zijn daar voorbeelden van. Maar ook inheemse soorten als de Europese meerval zijn in opmars.

11. Zijn er verder nog bijzonderheden opgevallen die mogelijk te linken zijn aan de warmte en/of droogte in 2018?

Het waterschap had als gevolg van de droogte ook diverse problemen die normaal niet optreden. Bijvoorbeeld het onderloops raken van stuw de Haandrik in de Vecht was een behoorlijke calamiteit. Problemen om aan bluswater te komen voor de brandweer, maar voor het waterschap ook problemen om vervuild bluswater goed in te dammen.

De wateraanvoer op de IJssel en daarmee op het Twentekanaal stagneerde/haperde als gevolg van het extreem lage water op de IJssel en op de Drentsche kanalen als gevolg van het lage IJsselmeerspiegel. Problemen die we normaal niet hebben.

Naam expert: Brigitte Mangelaars

Organisatie: Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden

Datum: 29-4-2019

1. Zijn er wateren binnen uw beheergebied die effecten van de warmte/droogte ondervonden waarvan u het niet verwacht had? Zo ja, welk watertype was dit en welke effecten heeft u waargenomen?

Bij HDSR hebben we veel water ingelaten vanuit de Lek, zodat onze watergangen toch op peil bleven. Hierdoor is ook relatief veel gebiedsvreemd water doorgevoerd.

Er zijn enkele kleine watergangen richting de Utrechtse Heuvelrug drooggevalen, dit gebeurt vaker bij droogte.

Soms was de watertemperatuur te hoog (25 graden of hoger) zodat er niet gemaaid kon worden omdat dit mogelijk vissterfte kan veroorzaken (zuurstoftekort).

Sommige vispassages zijn gebruikt om water in te laten (van de boezem naar de polder), andere vispassages zijn juist dichtgezet om water vast te houden. Het gaat hierbij vooral om M8/M10 smalle en brede veensloten.

2. Wat zijn uw ervaringen met het effect van de warmte op de visstand afgelopen jaar?
Bijvoorbeeld: ander gedrag, ander habitatgebruik, snellere groei, vroegere paai, e.d.

Er zijn veranderingen in de visstand waargenomen maar het is onduidelijk of dit komt door warmte, of dat dit een andere oorzaak heeft. In een R6 type zijn minder rheofiele vissoorten gevangen. Hier stond minder stroming op. In een M6b type waar juist veel water is doorgevoerd, is meer biomassa brasem en snoekbaars gevonden en minder migrerende en plantminnende vis. Ook het aantal exoten was hoger.

In hoeverre dit door de droogte komt is niet vast te stellen, we meten vis 1x in de 6 jaar.

3. Heeft u specifieke vissoorten gezien die meer last van de warmte hadden? Of welke soorten juist niet?

Geen idee, misschien bij de veldwerkers van ATKB vragen.

4. Weet u of er dit jaar meer vis ziektes zijn waargenomen? Zo ja, welke ziektes betrof dit of wat waren de symptomen?

Geen idee, misschien bij de veldwerkers van ATKB vragen.

5. Is het nodig geweest om vissen te verplaatsen als gevolg van droogval, zuurstoftekort, o.i.d.?

Nee, er zijn geen belangrijke watergangen drooggevalen.

6. Is er vissterfte opgetreden? Was hier een specifieke oorzaak voor? Zuurstofloosheid, warmte, lage waterstand of een andere oorzaak?

Er zijn wat meldingen van vissterfte geweest. Volgens mij waren dit er meer dan in andere jaren, maar in relatie tot de warmte/droogte vond ik het aantal (waarvan ik weet) nog mee vallen. De oorzaken liggen waarschijnlijk in zuurstofloosheid.

- Waren specifieke vissoorten hier slachtoffer van?

Geen idee.

7. Weet u of de vissen vroeger of langer hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en wanneer vond de paai ongeveer plaats?

Geen idee.

8. Weet u of sommige vissoorten vaker hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en hoe vaak vond deze paai plaats?

Geen idee.

9. Is er dit jaar meer algenbloei opgetreden in vergelijking met andere jaren? Zo ja, hoeveel meer?

Ik heb het idee dat er op meer locaties sprake was van groenalg- en blauwalg, vooral in stadswateren en smalle en ondiepe wateren in het buitengebied.

10. Verwacht u in de toekomst specifieke veranderingen in de visstand als gevolg van vaker optredende warmte/droge jaren? Zo ja, welke veranderingen zijn dit en waar baseert u dat op?

Ik denk dat dit wel effecten kan hebben op de soortsamstelling en biomassa verdeling. Wellicht dat thermofiele exotische vissoorten gaan toenemen. Ik zie steeds meer waarnemingen langs komen van zonnebaars.

11. Zijn er verder nog bijzonderheden opgevallen die mogelijk te linken zijn aan de warmte en/of droogte in 2018?

Ik heb het idee dat vissen in augustus en september minder actief waren qua migratie en foerageren.

Naam expert: Carlo Rutjes

Organisatie: Waterschap Aa en Maas

Datum: 4-4-2019

1. Zijn er wateren binnen uw beheergebied die effecten van de warmte/droogte ondervonden waarvan u het niet verwacht had? Zo ja, welk watertype was dit en welke effecten heeft u waargenomen?

Ja er zijn diverse waterlichamen waar droogte sowieso een knelpunt is. Daarnaast zijn er waterlichamen of stukken ervan van het type R3, droogvallende bovenloop, waarvan het normaal is dat dat gebeurt.

2. Wat zijn uw ervaringen met het effect van de warmte op de visstand afgelopen jaar? Bijvoorbeeld: ander gedrag, ander habitatgebruik, snellere groei, vroegere paai, e.d.

Dat hebben we niet in beeld, niet onderzocht.

3. Heeft u specifieke vissoorten gezien die meer last van de warmte hadden? Of welke soorten juist niet?

In ons gebied is er vooral veel droogval geweest waardoor er sterfte is opgetreden. Dat betrof dus alle soorten. Voor wat betreft warmte kan ik daar weinig antwoorden op geven. Gebrek aan beschaduwing/warmteproblematiek is bij ons wel een thema waar aan gewerkt wordt. Binnen verschillende KRW beektypen is een minimaal percentage beschaduwing gewenst voor het halen van ecologische basiskwaliteit.

4. Weet u of er dit jaar meer vis ziektes zijn waargenomen? Zo ja, welke ziektes betrof dit of wat waren de symptomen?

Er zijn geen meldingen geweest. Een en ander is niet bekend. Via het ecologen netwerk tussen waterschappen in er in andere beheersgebieden veel meldingen van sterfte bij aal geweest.

5. Is het nodig geweest om vissen te verplaatsen als gevolg van droogval, zuurstoftekort, o.i.d.?

Niet bekend.

6. Is er vissterfte opgetreden? Was hier een specifieke oorzaak voor? Zuurstofloosheid, warmte, lage waterstand of een andere oorzaak?

Ja maar niet meer dan anders. Beheer en onderhoud is stilgelegd tot september, een factor die nog wel eens verantwoordelijk is van dergelijke meldingen.

- Waren specifieke vissoorten hier slachtoffer van?

Niet bekend.

7. Weet u of de vissen vroeger of langer hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en wanneer vond de paai ongeveer plaats?

Onbekend bij ons

8. Weet u of sommige vissoorten vaker hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en hoe vaak vond deze paai plaats?

Onbekend bij ons

9. Is er dit jaar meer algenbloei opgetreden in vergelijking met andere jaren? Zo ja, hoeveel meer?

Ja veel meer meldingen van blauwalgenbloei. 2018 was echt een extreem jaar in een tijd waarin het aantal bloeien toch al jaarlijks toeneemt. We waren in november nog bezig met blauwalgmeldingen.

10. Verwacht u in de toekomst specifieke veranderingen in de visstand als gevolg van vaker optredende warmte/droge jaren? Zo ja, welke veranderingen zijn dit en waar baseert u dat op?

Ja de visstand in watergangen wordt door dit fenomeen steeds gedecimeerd wat een effect heeft op de leeftijdsopbouw, de stabiliteit van de visstand en de soortenrijkdom. Er zijn ook al veel kleine watergangen waar de visstand zeer onevenwichtig is verdeeld tussen stuwpanden, onbekend, is of hier een causaal verband is.

11. Zijn er verder nog bijzonderheden opgevallen die mogelijk te linken zijn aan de warmte en/of droogte in 2018?

Ik vraag me af of grote verschillen in de visstand tussen stuwpanden, het ontbreken van grote groepen soorten, gebrek aan oudere vis, gebrek aan diversiteit binnen een waterlichaam meer aanwezig is in watergangen die met warmte en droogte te kampen hebben.

Minstens een kwart van de 48 watergangen heeft er in 2018 mee te maken gehad, maar in een groot aantal watergangen is droogte in reguliere jaren ook een knelpunt.

Naam expert: Erik Binnendijk
Organisatie: Waterschap Limburg
Datum: 4-4-2019

1. Zijn er wateren binnen uw beheergebied die effecten van de warmte/droogte ondervonden waarvan u het niet verwacht had? Zo ja, welk watertype was dit en welke effecten heeft u waargenomen?

Er zijn geen wateren drooggevallen waarvan wij het niet hadden verwacht. Wel zijn er beken drooggevallen en hadden wij vooraf niet zo'n droogte verwacht.

2. Wat zijn uw ervaringen met het effect van de warmte op de visstand afgelopen jaar? Bijvoorbeeld: ander gedrag, ander habitatgebruik, snellere groei, vroegere paai, e.d.

Er zijn geen specifieke effecten waargenomen op de visstanden op het gebied van habitatgebruik, etc. Wel zijn er enkele populaties verdwenen op sommige plekken.

3. Heeft u specifieke vissoorten gezien die meer last van de warmte hadden? Of welke soorten juist niet?

Niet specifiek, maar sommige beken vielen droog waardoor er wel vissterfte op trad. Vaak hadden de reigers al veel opgegeten.

4. Weet u of er dit jaar meer vis ziektes zijn waargenomen? Zo ja, welke ziektes betrof dit of wat waren de symptomen?

Niet gezien.

5. Is het nodig geweest om vissen te verplaatsen als gevolg van droogval, zuurstoftekort, o.i.d.?

Ja, in een aantal beken is het nodig geweest om de populatie prikken over te zetten.

6. Is er vissterfte opgetreden? Was hier een specifieke oorzaak voor? Zuurstofloosheid, warmte, lage waterstand of een andere oorzaak?

Zie 3.

- Waren specifieke vissoorten hier slachtoffer van?

Zie 3.

7. Weet u of de vissen vroeger of langer hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en wanneer vond de paai ongeveer plaats?

Niet bekend.

8. Weet u of sommige vissoorten vaker hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en hoe vaak vond deze paai plaats?

Niet bekend.

9. Is er dit jaar meer algenbloei opgetreden in vergelijking met andere jaren? Zo ja, hoeveel meer?

Ondanks dat het gebied af is genomen is er niet meer dan normaal algenbloei opgetreden.

10. Verwacht u in de toekomst specifieke veranderingen in de visstand als gevolg van vaker optredende warmte/droge jaren? Zo ja, welke veranderingen zijn dit en waar baseert u dat op?

Steeds vaker optredende warmte. Steeds meer water tekort.

11. Zijn er verder nog bijzonderheden opgevallen die mogelijk te linken zijn aan de warmte en/of droogte in 2018?

Naar mijn idee is de chemische waterkwaliteit sterk verandert door bijvoorbeeld het inlaten van gebiedsvreemd water. Misschien goed om hier nog eens naar te kijken.

Naam expert: Johan de Jong & Ronald Gylstra
Organisatie: Waterschap Rivierenland
Datum: 18-3-2019

1. Zijn er wateren binnen uw beheergebied die effecten van de warmte/droogte ondervonden waarvan u het niet verwacht had? Zo ja, welk watertype was dit en welke effecten heeft u waargenomen?

Nee, omdat ons beheergebied tussen de grote rivieren ligt hebben we de peilen bijna overal kunnen handhaven door waterinlaat. Daardoor is er naar verwachting vrij weinig effect geweest op vis.

2. Wat zijn uw ervaringen met het effect van de warmte op de visstand afgelopen jaar?
Bijvoorbeeld: ander gedrag, ander habitatgebruik, snellere groei, vroegere paai, e.d.

Er lijkt een effect van de warmte (lang seizoen) op de aantallen juveniele vis. Bij de visstandbemonstering door ATKb in 2018 zijn grote aantallen kleine vis aangetroffen, zoals karper, snoekbaar en windes.

3. Heeft u specifieke vissoorten gezien die meer last van de warmte hadden? Of welke soorten juist niet?

Nee.

4. Weet u of er dit jaar meer vis ziektes zijn waargenomen? Zo ja, welke ziektes betrof dit of wat waren de symptomen?

In de visstandbemonstering door ATKb zijn op diverse locaties vissen gevangen met een rode uitslag.

5. Is het nodig geweest om vissen te verplaatsen als gevolg van droogval, zuurstoftekort, o.i.d.?

Nee.

6. Is er vissterfte opgetreden? Was hier een specifieke oorzaak voor? Zuurstofloosheid, warmte, lage waterstand of een andere oorzaak?

Nee, niet anders dan in andere jaren.

- Waren specifieke vissoorten hier slachtoffer van?

Niet bekend.

7. Weet u of de vissen vroeger of langer hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en wanneer vond de paai ongeveer plaats?

Geen idee, er is wel meer jonge vis gevangen, zie vraag 2.

8. Weet u of sommige vissoorten vaker hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en hoe vaak vond deze paai plaats?

Geen idee.

9. Is er dit jaar meer algenbloei opgetreden in vergelijking met andere jaren? Zo ja, hoeveel meer?

Er is iets meer algenbloei geweest, maar het zijn toch vooral dezelfde zwemplassen waar in het verleden ook blauwalgen waren. Verder was het vooral bijzonder dat er in de zomer van 2018 blauwalgen waren op de Maas. Daardoor ontstond voor het eerst de vraag of de inlaten vanuit de Maas naar ons watersysteem dicht moeten.

10. Verwacht u in de toekomst specifieke veranderingen in de visstand als gevolg van vaker optredende warmte/droge jaren? Zo ja, welke veranderingen zijn dit en waar baseert u dat op?

Mogelijk een verschuiving in soortensamenstelling, doordat sommige soorten beter zijn bestand tegen hogere temperaturen en/of lagere zuurstofgehalten. Bovendien neemt de overwinteringskans voor juveniele vis mogelijk toe door een langer seizoen.

11. Zijn er verder nog bijzonderheden opgevallen die mogelijk te linken zijn aan de warmte en/of droogte in 2018?

Nee.

Naam expert: Marco Beers

Organisatie: Waterschap Brabantse Delta

Datum: 5-4-2019

1. Zijn er wateren binnen uw beheergebied die effecten van de warmte/droogte ondervonden waarvan u het niet verwacht had? Zo ja, welk watertype was dit en welke effecten heeft u waargenomen?

Niet bij mijn weten.

2. Wat zijn uw ervaringen met het effect van de warmte op de visstand afgelopen jaar? Bijvoorbeeld: ander gedrag, ander habitatgebruik, snellere groei, vroegere paai, e.d.

Heb ik geen zicht op.

3. Heeft u specifieke vissoorten gezien die meer last van de warmte hadden? Of welke soorten juist niet?

Heb ik geen zicht op.

4. Weet u of er dit jaar meer vis ziektes zijn waargenomen? Zo ja, welke ziektes betrof dit of wat waren de symptomen?

Ziektes zijn mij niet bekend.

5. Is het nodig geweest om vissen te verplaatsen als gevolg van droogval, zuurstoftekort, o.i.d.?

Ja, in ons beheergebied is dit in ieder geval in een aantal stedelijke wateren gebeurd.

6. Is er vissterfte opgetreden? Was hier een specifieke oorzaak voor? Zuurstofloosheid, warmte, lage waterstand of een andere oorzaak?

Ja, maar ik heb de omvang niet in beeld. Naast een combinatie van de genoemde oorzaken in je vraag heeft ook droogval een rol gespeeld.

- Waren specifieke vissoorten hier slachtoffer van?

Heb ik geen zicht op.

7. Weet u of de vissen vroeger of langer hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en wanneer vond de paai ongeveer plaats?

Heb ik geen zicht op.

8. Weet u of sommige vissoorten vaker hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en hoe vaak vond deze paai plaats?

Heb ik geen zicht op.

9. Is er dit jaar meer algenbloei opgetreden in vergelijking met andere jaren? Zo ja, hoeveel meer?

Heb ik geen zicht op.

10. Verwacht u in de toekomst specifieke veranderingen in de visstand als gevolg van vaker optredende warmte/droge jaren? Zo ja, welke veranderingen zijn dit en waar baseert u dat op?

Als de droogte zoals afgelopen jaar zich vaker voordoet, verwacht ik dat dat leidt tot veranderingen in de visstand, met name in beken die normaal gesproken jaarrond watervoerend zijn en die (vaker) gaan droogvallen. Ik verwacht dat de visstand meer kenmerken van een pioniersgemeenschap gaat vertonen en dat kritische soorten, bijvoorbeeld wat betreft stroming en zuurstof in de visstand ondervertegenwoordigd raken of zelfs uit wateren verdwijnen. Dit is gebaseerd op mijn eigen mening.

11. Zijn er verder nog bijzonderheden opgevallen die mogelijk te linken zijn aan de warmte en/of droogte in 2018?

Ik raad je aan om hiervoor evaluaties van droogte te raadplegen. Die zijn vast op internet wel te vinden.

Naam expert: Marius van Wingerden
Organisatie: Waterschap Scheldestromen
Datum: 5-4-2019

1. Zijn er wateren binnen uw beheergebied die effecten van de warmte/droogte ondervonden waarvan u het niet verwacht had? Zo ja, welk watertype was dit en welke effecten heeft u waargenomen?

Twee jaar geleden een vissterfte door toenemende droogte, waardoor water verziltte en vis niet op kon trekken naar zoetere gebieden. Massale zoetwatervis sterfte voor een stuw. Stuw wordt komend jaar vispasseerbaar gemaakt.

2. Wat zijn uw ervaringen met het effect van de warmte op de visstand afgelopen jaar? Bijvoorbeeld: ander gedrag, ander habitatgebruik, snellere groei, vroegere paai, e.d.

zie 1.

3. Heeft u specifieke vissoorten gezien die meer last van de warmte hadden? Of welke soorten juist niet?

Karper lijkt de meest prominente vis in de vissterfte gerelateerd aan warmte.

4. Weet u of er dit jaar meer vis ziektes zijn waargenomen? Zo ja, welke ziektes betrof dit of wat waren de symptomen?

Om zeker vast te stellen of een vis gestorven is aan een ziekte, moet een dode vis snel en gekoeld naar een lab gestuurd worden (volgens mij Lelystad). Dat doen we eigenlijk nooit.

We vermoeden dat we wel ieder jaar een aantal ziekte gerelateerde karper sterftes hebben, namelijk springvirimea. We denken dat het om springvirimea gaat, omdat het dan enkel karper sterfte betreft en optreedt vroeg in het voorjaar (dus geen zuurstofloze omstandigheden).

5. Is het nodig geweest om vissen te verplaatsen als gevolg van droogval, zuurstoftekort, o.i.d.?

Is nog niet gebeurd, maar we adviseren dit naar gemeenten en HSV's (aangezien zij dicht op geïsoleerde wateren zitten, waar dit voornamelijk een maatregelen zal zijn).

6. Is er vissterfte opgetreden? Was hier een specifieke oorzaak voor? Zuurstofloosheid, warmte, lage waterstand of een andere oorzaak?

Zie eerdere antwoorden. Bij sterfte gaat het vaak om karper, meestal in geïsoleerde wateren. In de zomer zuurstofloosheid door bijv. beperkte waterdiepte of algenbloei. In het voorjaar springvirimea.

- Waren specifieke vissoorten hier slachtoffer van?

Zie hierboven.

7. Weet u of de vissen vroeger of langer hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en wanneer vond de paai ongeveer plaats?

Geen idee. HSV's weten dit ongetwijfeld.

8. Weet u of sommige vissoorten vaker hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en hoe vaak vond deze paai plaats?

zie 7.

9. Is er dit jaar meer algenbloei opgetreden in vergelijking met andere jaren? Zo ja, hoeveel meer?

Weet ik helaas ook niet.

10. Verwacht u in de toekomst specifieke veranderingen in de visstand als gevolg van vaker optredende warmte/droge jaren? Zo ja, welke veranderingen zijn dit en waar baseert u dat op?

Gezien de klimaat scenario's, zullen de vissterftes in geïsoleerde wateren enkel toenemen. Ik verwacht geen nieuwe soorten.

11. Zijn er verder nog bijzonderheden opgevallen die mogelijk te linken zijn aan de warmte en/of droogte in 2018?

Nee.

Naam expert: Mark Scheepens

Organisatie: Waterschap de Dommel

Datum: 4-4-2019

1. Zijn er wateren binnen uw beheergebied die effecten van de warmte/droogte ondervonden waarvan u het niet verwacht had? Zo ja, welk watertype was dit en welke effecten heeft u waargenomen?

Veel last gehad van de warmte in het beheergebied. Niet bij wateren waar het niet verwacht was. Wel hadden veel waterlichamen last van de warmte in de vorm van verdroging i.v.m. zandgronden en de drainage van boeren.

1976 was ook een extreem droog jaar, maar 2018 was nog droger. Na 1976 zijn er meer water onttrekkingen aangelegd zoals drainage, dieper aanleggen van watergangen en er was steeds meer ruilverkaveling met meer slotjes en dus meer water benodigheden als gevolg.

Het overgrote deel van het beheergebied van de Dommel ligt +3 NAP en had dus zeer veel last van de warmte/droogte. Het hoogste punt binnen het beheergebied van de Dommel ligt + 30 NAP. Lager Nederland zal voornamelijk veel last hebben gehad van verzilting.

Wel viel het op dat plekken waar het water nog stroomde en beschaduwing was door bomen dat hier zich veel vis op hield en dat de watertemperatuur hier beduidend lager was. Op een enkel moment was er zelfs een watertemperatuur van 30 graden gemeten in de Dommel (deze stroomde ook nog lichtjes).

Op 20 plekken wordt de watertemperatuur gemeten. Deze gegevens worden opgestuurd naar Koen Simons voor zijn project.

Vanuit het Bochelt-Heerentalskanaal is er wel water afgetapt, maar ook dit water was erg warm. Daarnaast kan er geen aanspraak gemaakt worden op grote rivieren om water af te tappen.

2. Wat zijn uw ervaringen met het effect van de warmte op de visstand afgelopen jaar?

Bijvoorbeeld: ander gedrag, ander habitatgebruik, snellere groei, vroegere paai, e.d.

De vissen hadden zich in de natuurlijke beek meanders erg geclusterd in de zomer op diepere, koelere plekken zoals kommen. Brasem, kopvoorn, riviergrondel en ook andere soorten werden hierin aangetroffen. De riviergrondels waren zelfs al naar lucht aan het happen in deze kommen. Toen deze vissen afgevangen werden zoals bierpje, riviergrondel, brasem, kopvoorn, etc. bleven voornamelijk snoek en ruisvoorn over die beter tegen lage zuurstofconcentraties kunnen. Daarnaast viel het op de bierpjes en riviergrondels bij transport dood gingen.

Daarnaast werden er in de Dommel ook kopvoorns van ong. 50 cm gevangen met een RAVON-net. Deze vissen waren al 10 jaar oud, sluw en sloom en waren zwaar beschadigd (waarschijnlijk door aalscholvers).

3. Heeft u specifieke vissoorten gezien die meer last van de warmte hadden? Of welke soorten juist niet?

Zie 2.

4. Weet u of er dit jaar meer vis ziektes zijn waargenomen? Zo ja, welke ziektes betrof dit of wat waren de symptomen?

Ja, maar dit was al bekend bij ATKB. Vooral op de Zandlei zijn er veel vissen waargenomen met zwarte stippen. De Zandlei heeft continu hoge watertemperaturen. Maar het leek niet zo te zijn dat de hoeveelheid vissen met de zwarte stippen groter was dan in andere jaren.

Daarnaast werd er ook plotseling in een bergingsvijver de zwarte stip aangetroffen, terwijl deze hiervoor nooit is aangetroffen in de betreffende bergingsvijver.

5. Is het nodig geweest om vissen te verplaatsen als gevolg van droogval, zuurstoftekort, o.i.d.? Dit is op meerdere plaatsen nodig geweest. Vaak hielpen de HSV's met het verplaatsen van de vis. Daarnaast was het vaak de vraag wanneer wel of niet opvang nodig was voor de vis. Voorbeeld: in een waterlichaam stond er nog een halve meter water onder een brug. Bij het afvangen werden hier duizenden vissen gevangen. Deze vissen zijn verplaatst naar andere beken of naar HSV wateren.

6. Is er vissterfte opgetreden? Was hier een specifieke oorzaak voor? Zuurstofloosheid, warmte, lage waterstand of een andere oorzaak?

Ja, in de Reuzel is er een vissterfte opgetreden. Dit is zelfs op omroep Brabant geweest. Hier heeft er een beekprik vissterfte opgetreden. Op een gegeven moment was de watertemperatuur 40 graden Celsius.

- Waren specifieke vissoorten hier slachtoffer van?

Beekprik. Daarnaast interessant om te onderzoeken hoeveel last de rheofiele vissoorten (kopvoorn, serpeling, riviergrondel, etc.) last hebben gehad van de warmte/droogte in deze natuurlijke beek systemen.

7. Weet u of de vissen vroeger of langer hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en wanneer vond de paai ongeveer plaats?

Geen idee → even kijken naar temp. Gegevens die mee worden gestuurd.

8. Weet u of sommige vissoorten vaker hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en hoe vaak vond deze paai plaats?

Geen idee → even kijken naar temp. Gegevens die mee worden gestuurd.

9. Is er dit jaar meer algenbloei opgetreden in vergelijking met andere jaren? Zo ja, hoeveel meer?

Vooral in de Beneden Dommel is er veel algenbloei opgetreden. Normaal gesproken een hoog debiet dus een kleine verblijftijd en dus geen algenbloei (stroming maskeert voedselrijkdom). Maar in 2018 was er amper debiet, een langere verblijftijd en veel algenbloei. Ook in de stad was er veel algenbloei, maar dit was niet significant meer dan normaal.

10. Verwacht u in de toekomst specifieke veranderingen in de visstand als gevolg van vaker optredende warmte/droge jaren? Zo ja, welke veranderingen zijn dit en waar baseert u dat op?

Meer voorkomende vissterfte, zuurstoftekort, visverplaatsingen, etc.

11. Zijn er verder nog bijzonderheden opgevallen die mogelijk te linken zijn aan de warmte en/of droogte in 2018?

Nog meer droogte en nog meer problemen met het op peil houden van het waterpeil. Er wordt aan gedacht om op 9 plekken pompen te plaatsen om grondwater op te pompen, maar wanneer moeten deze precies ingezet worden? Als koel grondwater opgepompt wordt blijft het water koeler en kunnen de beekprikken gered worden.

Daarnaast blijkt beschaduwning zeer belangrijk te zijn. Dit heeft echt effecten op de watertemperatuur. De watertemperatuur blijft echt een stuk koeler op deze plekken.

Ook was het opgevallen dat veel vis zich had verzameld bij de vistrap in de Essenstroom. Er was een bemonstering op drie verschillende plekken uitgevoerd. Bij de vistrap werd veruit het meeste vis gevangen. Waarschijnlijk is het water hier koeler omdat de stroomsnelheid hoger is op deze plek.

Naam expert: Matthijs de Vos

Organisatie: Waterschap Rijn en IJssel

Datum: 10-4-2019

1. Zijn er wateren binnen uw beheergebied die effecten van de warmte/droogte ondervonden waarvan u het niet verwacht had? Zo ja, welk watertype was dit en welke effecten heeft u waargenomen?

Alle watertypen in het beheergebied hadden last van de droogte, maar vooral de kleine bovenlopen van beken in het keileemgebied (in de buurt van Winterswijk). Deze waren helemaal droog gevallen, terwijl er vaak wel wat water blijft staan om de 100 meter bijvoorbeeld.

2. Wat zijn uw ervaringen met het effect van de warmte op de visstand afgelopen jaar?
Bijvoorbeeld: ander gedrag, ander habitatgebruik, snellere groei, vroegere paai, e.d.

De effecten op de soortensamenstelling is nog niet bekend. Dit moet later blijken. Wel is het bekend dat de beekprik veel last heeft gehad van de warmte/droogte in 2018. Er zijn destijds al maatregelen genomen om de gevolgen zo klein mogelijk te laten zijn.

Ook zijn er veldwaarnemingen gedaan dat veel vis zich op hield bij de vistrappen en bypasses naast de stuw en dat er hierdoor thermische migratie op treedt door een grotere stroomsnelheid en diepere zones.

3. Heeft u specifieke vissoorten gezien die meer last van de warmte hadden? Of welke soorten juist niet?

Onder andere dus de beekprik had veel last van de warmte. Daarnaast hadden ook veel vissoorten last van de warmte die in de beken leven. Deze beken stromen normaal gesproken, maar door de geringe hoeveelheid van aanvoer van water stagneerde het water in de meeste beken (vooral de Berkel en Schipbeek). Hierdoor kwamen vissen in problemen en begonnen deze met lucht happen.

Daarnaast zijn naar lucht happende vissen ook in het stedelijk gebied waargenomen. Vooral soorten als karper, blankvoorn en ruisvoorn hadden last van de warmte in de stedelijke wateren.

De rivieren in het grensgebied met Duitsland hadden weinig last van de warmte en droogte door het grotere verval en dus hogere stroomsnelheden. De kopvoorn en serpeling in de grotere rivieren hadden hierdoor weinig last van de warmte.

4. Weet u of er dit jaar meer vis ziektes zijn waargenomen? Zo ja, welke ziektes betrof dit of wat waren de symptomen?

Niet specifieke ziektes waargenomen. Wel is er vissterfte van karper in kleine plasjes met hoge dichtheden opgetreden. Ieder jaar sterven er wel enkele karpers.

5. Is het nodig geweest om vissen te verplaatsen als gevolg van droogval, zuurstoftekort, o.i.d.?

Ja, op 30 tot 50 plekken is het nodig geweest om vissen te verplaatsen. Vooral veel hengelsport verenigingen en hengelsportfederaties hebben de vissen overgezet. Dit waren voornamelijk hengelbare vissen (en dus niet kleine modderkruipers, etc.).

6. Is er vissterfte opgetreden? Was hier een specifieke oorzaak voor? Zuurstofloosheid, warmte, lage waterstand of een andere oorzaak?

Ja, door het droogvallen van bepaalde watersystemen. Daarnaast heeft er vorig jaar ook een calamiteit afgespeeld. De vissen zaten opgesloten in een stuwpand in de Berkel. In het najaar was er een persleiding breuk. Het water werd vervuild, de zuivering had problemen om dit vervuilde water te zuiveren en de vis kon niet uit het stuwpand migreren door opsluiting door de warmte. De effecten van een dergelijke calamiteit komt dan extra hard aan in een systeem.

- Waren specifieke vissoorten hier slachtoffer van?

Beekprik en karper.

7. Weet u of de vissen vroeger of langer hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en wanneer vond de paai ongeveer plaats?

De winde heeft eerder gepaaid i.v.m. dat de watertemperatuur al snel 10 graden behaalde. Daarnaast was het paaisucces van de karper ook groter dan andere jaren. Misschien dat de paaisucces van de meerval ook groter is geweest in 2018?? Ook zijn er berichten geweest dat de snoek het erg lastig had en er af en toe sterfte is opgetreden onder de snoeken.

8. Weet u of sommige vissoorten vaker hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en hoe vaak vond deze paai plaats?

Geen idee.

9. Is er dit jaar meer algenbloei opgetreden in vergelijking met andere jaren? Zo ja, hoeveel meer?

Ja, zeker meer algenbloei opgetreden en ook al vroeg in het jaar (vooral in de voedselrijke stadswateren). Verhouding tussen groen en blauwalgenbloei is lastig om te zeggen omdat de blauwalgen toxisch zijn en daardoor sneller gemeld worden dan groenalgen. Wel is er op 20/30 locaties blauwalgenbloei aangetroffen. Daarnaast wordt chlorofyl ook gemeten. Hierdoor is het wel bekend hoeveel alg er aanwezig is in het betreffende waterlichaam.

10. Verwacht u in de toekomst specifieke veranderingen in de visstand als gevolg van vaker optredende warmte/droge jaren? Zo ja, welke veranderingen zijn dit en waar baseert u dat op?

Het is de vraag of 2018 een uitzondering was of dat dit een herhaaldelijk fenomeen wordt. Volgens enkele meteorologen treedt zulke warmte maar 1 keer in de 50 à 100 jaar op. Als dit inderdaad het geval is, dan zal de visstand zich herkoloniseren. De verwachting is dat dit ongeveer 5 jaar zal duren voordat de visstand hersteld is.

Als deze warmte meerdere jaren achter elkaar op treedt dan zal de visstand permanent veranderen (denk hierbij bijvoorbeeld aan de beekprik).

April 2019 was wederom kurk droog. Als deze droogte zich wederom door zet in 2019 dan zal de beekprik populatie waarschijnlijk verdwijnen.

11. Zijn er verder nog bijzonderheden opgevallen die mogelijk te linken zijn aan de warmte en/of droogte in 2018?

In 2018 was de waterplantengroei ook toegenomen. Vooral de exoten leken het goed te doen in de warmte. Helemaal als de watergang in zijn geheel droog kwam te staan en dat deze exoten vervolgens gebruik maken van deze pionierssituatie. Vooral soorten als de watercrassula en de waterteunisbloem zijn gigantisch toegenomen.

Naam expert: Matthijs Jansen

Organisatie: Waterschap Drents Overijsselse Delta

Datum: 4-4-2019

1. Zijn er wateren binnen uw beheergebied die effecten van de warmte/droogte ondervonden waarvan u het niet verwacht had? Zo ja, welk watertype was dit en welke effecten heeft u waargenomen?

Alleen de KRW-waterlichamen zijn gemonitord. Cyclus is 3 jaar. In 2018 zijn 1/3 van de waterlichamen binnen het beheergebied bemonsterd. Deze KRW-waterlichamen zijn allen voorzien van genoeg water (het waterpeil was vaak hoger dan het normale peil) als voorzorgsmaatregel. De natuurlijke watersystemen hebben een mini buffer maar die is sneller verbruikt dan de gemodificeerde watersystemen.

In de Wieden-Weerribben bijvoorbeeld wordt het peil kunstmatig op 10 cm bandbreedte gehouden en dat is ook in 2018 zo gebleven. Daarnaast zijn de slootssystemen niet gemonitord omdat deze niet in de KRW-cyclus vielen van 2018. Deze zijn dan vaak ook droog gevallen door bijvoorbeeld de fusering.

2. Wat zijn uw ervaringen met het effect van de warmte op de visstand afgelopen jaar?
Bijvoorbeeld: ander gedrag, ander habitatgebruik, snellere groei, vroegere paai, e.d.

Bij het gemaal Stroink is er een monitoring van de vispassage uitgevoerd. Hier zijn nog geen gegevens van beschikbaar, maar naar alle verwachting zijn er geen negatieve effecten te zien omdat dit een groot waterlichaam is en dus minder last heeft van de warmte.

3. Heeft u specifieke vissoorten gezien die meer last van de warmte hadden? Of welke soorten juist niet?

Niet kunnen zien i.v.m. weinig last van de warmte.

4. Weet u of er dit jaar meer vis ziektes zijn waargenomen? Zo ja, welke ziektes betrof dit of wat waren de symptomen?

In 2018 geen last gehad van ziektes. Wel heeft er een sterfte opgetreden in de nazomer, maar dit kwam door een lozing van een bedrijf.

5. Is het nodig geweest om vissen te verplaatsen als gevolg van droogval, zuurstoftekort, o.i.d.?

In de KRW-waterlichamen is er amper vissterfte opgetreden. Een enkele keer zijn er vissen overgezet of heeft er beluchting plaats vonden. Soms is er soms bewust niet ingegrepen bij een laag waterpeil omdat de beluchting bij een dalend waterpeil soms juist zuurstofloosheid kan veroorzaken i.v.m. het omwoelen van de bodem.

6. Is er vissterfte opgetreden? Was hier een specifieke oorzaak voor? Zuurstofloosheid, warmte, lage waterstand of een andere oorzaak?

Zie 5. Daarnaast is er (als er überhaupt vissterfte op trad) vissterfte opgetreden in de kleinere slootjes die niet op de KRW-agenda stonden.

- Waren specifieke vissoorten hier slachtoffer van?

n.v.t.

7. Weet u of de vissen vroeger of langer hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en wanneer vond de paai ongeveer plaats?

De verwachting is wel dat enkele vissoorten eerder hebben gepaaid in 2018. Maar ik denk wel dat dit voornamelijk komt door klimaatverandering en dat dit steeds vaker gaat optreden in de toekomst. Daarnaast zijn er veel snoeken gemist bij de monitoring. Ook is de afkoeling van het water minder in de winter door de minder strenge winters, waardoor de watertemperatuur het jaar daarop al gemiddeld warmer is dan normaal. Daarnaast merkt Matthijs op dat het begin van 2018 erg koud was en dat rond begin mei het opeens erg warm werd. De overgang was erg groot van erg koud naar erg warm.

8. Weet u of sommige vissoorten vaker hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en hoe vaak vond deze paai plaats?

Geen idee.

9. Is er dit jaar meer algenbloei opgetreden in vergelijking met andere jaren? Zo ja, hoeveel meer?

Weinig last gehad van de warmte zelf → geen algenbloei opgetreden.

10. Verwacht u in de toekomst specifieke veranderingen in de visstand als gevolg van vaker optredende warmte/droge jaren? Zo ja, welke veranderingen zijn dit en waar baseert u dat op?

Zeker. Er zullen naar mijn idee meer warme zomers of langere warme perioden zijn gedurende de zomer. Ook zullen de winters warmer worden. Dit heeft effect op bijvoorbeeld de kwabaal die in de winter paait. Daarnaast verwacht ik dat zuidelijk en oostelijke soorten meer gaan verspreiden of beter gaan handhaven. Daarnaast worden er tegenwoordig ook kleine graskarpers aangetroffen. Is dit natuurlijke paai of zijn deze uitgezet? Alleen al in 2018 heeft het gemaal Stroink een aantal weken open gestaan. Deze opening was zo groot als een bus. Exoten kunnen op deze manier zich makkelijk verspreiden. Als er meer van zulke warme jaren achter elkaar plaats vinden dan wordt de deur voor deze exoten wagen weid opengezet. Daarnaast worden de verspreidingsmogelijkheden voor deze exoten vergroot door de aanleg van vistrappen in het gebied.

11. Zijn er verder nog bijzonderheden opgevallen die mogelijk te linken zijn aan de warmte en/of droogte in 2018?

Heel veel waterplanten groei. Veel moeten maaien en dit heeft een negatief effect op de ecologie. Het is nu toeval dat 2018 zo extreem warm was, maar de verwachting is wel dat dit steeds vaker op treed. Dit is afhankelijk van bepaalde weersomstandigheden. De waterplant exoten dienen dan wel in de toekomst beter gehandhaafd te worden. Daarnaast is het opgevallen dat sommige vogels 2x genesteld hebben in 2018 → geldt dit voor vissen ook?

Ook is het misschien interessant om het verschil in grondwaterstand en oppervlaktewaterstand te bekijken. Grondwaterstand was extreem veel gezakt in het beheergebied, maar dit heeft niet veel invloed als de watertoevoer maar hoog is.

Indien dit niet het geval is, zal er een dubbel effect optreden, want het grondwaterpeil zakt en het oppervlaktewater zakt waardoor beide wateren eerst aangevuld moeten worden om een “normaal” peil te krijgen.

Naam expert: Peter Paul Schollema

Organisatie: Waterschap Hunze en Aa's

Datum: 16-4-2019

1. Zijn er wateren binnen uw beheergebied die effecten van de warmte/droogte ondervonden waarvan u het niet verwacht had? Zo ja, welk watertype was dit en welke effecten heeft u waargenomen?

Van de geïsoleerde plassen en vijvers en de bovenlopen van beken is het geen verassing dat deze droog zijn gevallen.

In het beheergebied van Waterschap Hunze en Aa's liggen in het deelgebied Veenkoloniën veel kanalen met zijkanalen. Vroeger liepen deze kanalen door veengebieden en werden gebruikt voor de afvoer van veen (turf), maar tegenwoordig zijn dit landbouwgebieden. In de warme zomer van 2018 hebben de meeste boeren in dit gebied het land beregend met water. Dit deden zij door het gebruik van haspels (beregening installaties). Door het gebruik van de vele haspels door de verschillende boeren (die 50-100 kuub water per uur konden beregenen op het land) werd er een stroming opgewekt in het hoofdkanaal. Waarschijnlijk bleef door deze stroming de watertemperatuur in dit hoofdkanaal lager dan in de zijkanalen en bleef de zuurstofconcentratie hoger. Hierdoor trok de aanwezige vis massaal naar het hoofdkanaal. Daarnaast groeiden de zijkanalen helemaal dicht. Het dichtgroeien van deze zijkanalen (of wijken zoals het waterschap deze noemt) heeft waarschijnlijk bijgedragen aan het grootschalig verplaatsen van vis richting de hoofdkanalen.

Op het moment dat de landbouwgronden door natuurlijke neerslag voldoende wateraanvoer hadden, stopten de meeste boeren tegelijk met het gebruik van de haspels. Hierdoor stagneerde de doorstroming in het hoofdkanaal, daalde het zuurstofgehalte sterk en nam de watertemperatuur toe in een korte periode met massale vissterfte (een aantal dagen lang) tot gevolg in dit kanaal.

Dit kan in de toekomst deels opgelost worden door de stuw aan het uiteinde van het hoofdkanaal te laten zakken waardoor het water afgelaten wordt naar een lager gelegen polder. Hier moet het water dan wel weer uit gepompt worden. Hiermee wordt er een permanente stroming gegarandeerd in het kanaal. Als de kunstmatige beregening weer gestart wordt of als er natuurlijke neerslag valt (op grote schaal) dan kan dit kunstmatig rondpompen langzaam afgebouwd worden.

2/3 van het beheergebied kon door aanvoer van IJsselmeer water op peil gehouden worden, met uitzondering van de Drentse Aa en het Hunzedal. Deze waterlichamen worden niet voorzien van gebiedsvreemd water. In de zomer van 2018 is er meer dan 100 miljoen kuub water uit het IJsselmeer onttrokken voor gebruik in de landbouw, natuur en peilbeheer.

2. Wat zijn uw ervaringen met het effect van de warmte op de visstand afgelopen jaar?

Bijvoorbeeld: ander gedrag, ander habitatgebruik, snellere groei, vroegere paai, e.d.

Het is niet bekend of de vissen eerder hebben gepaaid afgelopen jaar. Wel is het duidelijk dat de vissen massaal de hoofdkanalen op hebben gezocht. Daarnaast zijn de rheofiele vissoorten regionaal gaan migreren voor koelere/diepere plekken.

3. Heeft u specifieke vissoorten gezien die meer last van de warmte hadden? Of welke soorten juist niet?

In de Drentsche Aa had vooral de serpeling last van de warmte (door minder waterafvoer). Deze vissoort migreerde naar koelere delen zoals de midden- en benedenlopen van de Drentsche Aa.

In de stedelijke gebieden hadden vooral brasem en zeelt veel last van de warmte, terwijl zeelt toch over het algemeen een vissoort is die goed lage zuurstofconcentraties kan verdragen. Veel van deze stedelijke vijvers waar problemen optraden hadden een baggerachterstand en hebben normaal gesproken een waterdiepte van 50 a 100 cm, maar door de warmte was het waterpeil met meer dan 40 cm gezakt met een lagere zuurstofconcentratie en hogere watertemperatuur tot gevolg. Daarnaast hadden de meer algemene eurytope soorten last van de warmte in deze stedelijke wateren. Dit komt vooral door het feit dat dit de meest voorkomende soorten zijn in stedelijk water. Hele kritische stromingsminnende soorten zitten er ook niet in dit gebied.

4. Weet u of er in 2018 meer vis ziektes zijn waargenomen? Zo ja, welke ziektes betrof dit of wat waren de symptomen?

Er zijn in 2018 niet meer vis ziektes waargenomen. De vissterfte was goed te herleiden aan de lage zuurstofgehaltenes.

5. Is het nodig geweest om vissen te verplaatsen als gevolg van droogval, zuurstoftekort, o.i.d.? Ja, vooral in stadswateren zijn vissen afgevangen en verplaatst. Vaak was dit een dilemma, want veel wateren waren dicht begroeid met waterplanten en het waterpeil zakte steeds verder. Ga je dan water aanvoeren en de bodem omwoelen met lage zuurstofconcentraties tot gevolg en/of ga je baggeren? Zeker omdat je hier in een vakantieperiode zit met mooi weer en veel spelende kinderen op straat wil je niet met grote watertankers door de woonwijken gaan rijden i,v,m, de veiligheid. Maar ook tijdens deze warme periode is het niet mogelijk om deze wateren te schonen en te baggeren.

Voor de locaties waar deze problemen afgelopen zomer plaatsvonden gaat het waterschap nu samen met de betreffende gemeenten zoeken naar en betere oplossing om zo goed voorbereid te zijn op de toekomst. Hierbij valt te denken aan extra sloten en waterinlaten om bij te vullen of eventueel een aanvoerbuis onder de grond door.

Ook zijn opgesloten vissen in drooggevallen beken verplaatst. Vaak zijn dit kleine aantallen vissen die bijvoorbeeld opgesloten raken in een spoelgat achter een duiker.

6. Is er vissterfte opgetreden? Was hier een specifieke oorzaak voor? Zuurstofloosheid, warmte, lage waterstand of een andere oorzaak?

Ja, maar de hoeveelheid vissterfte viel mee. Dit kwam voornamelijk door de wateraanvoer vanuit het IJsselmeer. Hierdoor schommelden het zuurstofgehalte en de watertemperatuur wel aanzienlijk, maar dit is beter dan permanent een te laag zuurstofgehalte en een te hoge watertemperatuur hebben. Van enkele bovenlopen functioneert het ecologisch systeem goed. Vooral door het aanwezige kwelwater bleef de wateraanvoer voldoende in deze beken.

Eventueel kon bij een noodscenario water uit een diepe zandwinplas aangevoerd worden naar een van de bovenlopen van de Drentsche Aa om zo een aanwezige populatie van rivierprik(larven) van (koel) water te voorzien.

- Waren specifieke vissoorten hier slachtoffer van?

Brasem, zeelt en pos (zie ook antwoord op vraag 9).

7. Weet u of de vissen vroeger of langer hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en wanneer vond de paai ongeveer plaats?

Dit is niet bekend.

8. Weet u of sommige vissoorten vaker hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en hoe vaak vond deze paai plaats?

Dit is niet bekend.

9. Is er in 2018 meer algenbloei opgetreden in vergelijking met andere jaren? Zo ja, hoeveel meer?

Er is in 2018 (veel) meer algenbloei opgetreden dan in andere jaren, voornamelijk in gebieden met een lage waterverversing (lange verblijftijd) zoals meren en plassen. Hier werden voornamelijk veel blauwalgen waargenomen.

Een voorbeeld van een locatie met waterkwaliteit problemen was het Zuidlaardermeer. Een meer van ca. 600 ha. oppervlak die onder normale omstandigheden aan de zuidzijde gevoed wordt door het riviertje de Hunze. Aan de Noordzijde is het Zuidlaardermeer via het Drents Diep verbonden met het Winschoterdiep. Dit kanaal is een aanvoerrote van IJsselmeerwater voor het waterschap en blijft ook gedurende droge perioden kunstmatig op peil met aanvoerwater. Omdat de verdamping op het meer groter was dan de aanvoer via de Hunze begint het meer in droge zomers water aan te trekken vanuit het Winschoterdiep. Dit water is een mix van IJsselmeerwater en effluent uit RWZI's en is hierdoor voedselrijker dan het gebiedseigen water uit de Hunze (in de zomer).. Vooral in het noordelijke gedeelte van dit meer zorgde het voedselrijkere aanvoerwater voor problemen met blauwalgen..

Opvallend verschijnsel was dat aan de Noordzijde veel vissterfte is geweest. Hierin had Pos een groot aandeel (naast snoekbaars en baars). Van nature zien we wel vaker dat er veel Pos op de zandige bodem aan de Noordzijde van het Zuidlaardermeer leeft waardoor deze ook het meest getroffen worden door lage zuurstofconcentraties (en gifstoffen?) veroorzaakt door de blauwalgen.

10. Verwacht u in de toekomst specifieke veranderingen in de visstand als gevolg van vaker optredende warmte/droge jaren? Zo ja, welke veranderingen zijn dit en waar baseert u dat op?

De vraag is of er wel voldoende kwel aanwezig zal zijn in de toekomst door steeds vaker optredende warmte in de zomers (Klimaatverandering). Als dit kwelwater niet aangevuld kan worden in de winterperiode kan dit zorgen voor grote problemen. Zeker als dit een gestapeld effect gaat worden van meerdere droge zomers op een rij. Misschien kan dit nog een paar jaar duren voordat deze effecten zichtbaar worden.

In de stedelijke wateren en in bepaald (genormaliseerde en verstuwde) beken krijgen de vissen grotere tikken van de warmte dan in robuustere systemen (grote open beek- en kanaalsystemen). Deze effecten kunnen verminderd worden door het extra baggeren van de stadswateren en het vrij optrekbaar en permanent doorstromend maken van beken. Door het beter optrekbaar maken van de beken (en kanalen) hebben de vissen de kans om te ontsnappen als er ergens in het systeem slechte leefomstandigheden zoals tijdelijke droogval optreden.

Opsluiting van vissen kan een probleem zijn bij vispassages zoals bekkenpassages die stoppen met doorstromen. Vistrappen kunnen zo “death traps” worden. Het zuurstofgehalte kan dan dalen en de watertemperatuur neemt toe in deze poelen met mogelijk vissterfte tot gevolg.

Daarnaast zal bij een lagere waterstand de voedselconcurrentie sterk toenemen en kunnen er voedselarme situaties optreden. Dit fenomeen ga je bijvoorbeeld zien in de midden- en benedenlopen van beken waar grote concentraties vissen verzamelen om daar te overleven. Door de grote dichtheid van vissen in combinatie met een lage waterafvoer waardoor er weinig voedsel beschikbaar is zijn de omstandigheden niet ideaal voor de vissen. Dit kunnen ze best wel een tijdje overleven maar dit moet niet te lang duren of te vaak (iedere zomer) gaan gebeuren.

Bij vrij afstromende beken zal er een duidelijke verplaatsing van vissen plaats vinden van de bovenstroom naar de benedenstroom. Indien deze systemen afgesloten raken door migratie barrières zullen voornamelijk de rheofiele vissoorten het meeste last van de warmte ondervinden. Deze kunnen dan namelijk niet vluchten naar beektrajecten met meer en koud water.

Ook zal er binnen het waterschap enkele zaken gaan veranderen. Zo zal er preventief bijgestuurd worden door meer te baggeren, nieuwe protocollen peilbeheer op te stellen en noodscenario's uit te werken en raad te plegen indien nodig. Een noodscenario kan bijvoorbeeld het droogvallen van een waterlichaam met priklarven zijn.

Daarnaast zijn er ook praktische veranderingen nodig. Bij calamiteiten in de winter (met een hoge waterstand) zijn er veel mensen aanwezig, maar bij een lage waterstand in de zomer zijn veel mensen op vakantie en is er (te) weinig personeel om de effecten van de warmte te tackelen. Afgelopen zomer heeft het waterschap het nog gered om alle droogtemaatregelen uit te voeren, maar er hadden niet veel meer calamiteiten bij moeten komen.

Op een gegeven moment moeten er prioriteiten gesteld worden. Zwemwater en landbouw gaan vaak voor de ecologische toestand van een waterlichaam (economie gaat voor ecologie).

Als er meerdere warme zomers achter elkaar op gaan treden dan kan de landelijke waterverdeling wel eens een probleem gaan worden. Hier komt dan de verdringingsreeks bij kijken. Zo zullen hoogwaardige gebruiksfuncties zoals de stabiliteit van dijken, huizen met houten funderingen in veengebieden, Veenoxidatie e.d. als eerste van water voorzien worden.

Tot slot bestaat de kans dat exoten zoals planten, macroinvertebraten en vissen kunnen gaan profiteren van vaker optredende droogte situaties in de Nederlandse wateren die af en toe droogvallen. Zeker als door deze warmere omstandigheden Nederlandse inheemse soorten het lastig gaan krijgen en een ecologische Niche achterlaten. Deze kan dan eenvoudig opgevuld worden door (meer warmte resistente) exoten.

11. Zijn er verder nog bijzonderheden opgevallen die mogelijk te linken zijn aan de warmte en/of droogte in 2018?

Sommige beken zijn nu kraak helder. Dit komt waarschijnlijk doordat de slibbanken afgelopen zomer tijdens het (half)droogvallen zijn geoxideerd. Toen er weer wateraanvoer kwam, is het slib grotendeels weggespoeld waardoor er een redelijk schone zandbodem over bleef. Dit kan positieve effecten hebben op vissoorten die leven op deze zandbodems.

Naam expert: Tim Pelsma

Organisatie: Waterschap Waternet

Datum: 30-4-2019

1. Zijn er wateren binnen uw beheergebied die effecten van de warmte/droogte ondervonden waarvan u het niet verwacht had? Zo ja, welk watertype was dit en welke effecten heeft u waargenomen?

Qua vis zijn er niet veel bijzondere dingen waargenomen, er zijn elk jaar wel wat meldingen van vissterfte, meestal in stedelijk water, zo ook in 2018.

2. Wat zijn uw ervaringen met het effect van de warmte op de visstand afgelopen jaar? Bijvoorbeeld: ander gedrag, ander habitatgebruik, snellere groei, vroegere paai, e.d.

Vroegere paai in warme april maanden vallen wel op, vooral van brasem.

3. Heeft u specifieke vissoorten gezien die meer last van de warmte hadden? Of welke soorten juist niet?

Nee.

4. Weet u of er dit jaar meer vis ziektes zijn waargenomen? Zo ja, welke ziektes betrof dit of wat waren de symptomen?

Daar is mij niet iets van bekend.

5. Is het nodig geweest om vissen te verplaatsen als gevolg van droogval, zuurstoftekort, o.i.d.?

In Hilversum heeft dit in enkele vijvers plaatsgevonden

6. Is er vissterfte opgetreden? Was hier een specifieke oorzaak voor? Zuurstofloosheid, warmte, lage waterstand of een andere oorzaak?

Onbekend.

- Waren specifieke vissoorten hier slachtoffer van?

Onbekend.

7. Weet u of de vissen vroeger of langer hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en wanneer vond de paai ongeveer plaats?

Ja, brasem.

8. Weet u of sommige vissoorten vaker hebben gepaaid afgelopen jaar? Zo ja, welke vissoorten en hoe vaak vond deze paai plaats?

Naar het schijnt (info uit tweede hand) er meer jonge karper te zijn dan in andere jaren. Uit kruisnetwaarneming blijkt ook dat er relatief veel jonge aaltjes zijn, die in 2018 zijn binnengekomen.

9. Is er dit jaar meer algenbloei opgetreden in vergelijking met andere jaren? Zo ja, hoeveel meer?

Ja, blauwalgen, specifieke info niet bij de hand.

10. Verwacht u in de toekomst specifieke veranderingen in de visstand als gevolg van vaker optredende warmte/droge jaren? Zo ja, welke veranderingen zijn dit en waar baseert u dat op?

Ja, zeker als droogval zou optreden, maar in ons waterschap speelt dat geen grote rol, wel is er meer kans op zuurstofgebrek in water met veel bagger. Ook het maaien met maaiboten (wat toch al slechts is voor vis) wordt slechter bij warme jaren.

11. Zijn er verder nog bijzonderheden opgevallen die mogelijk te linken zijn aan de warmte en/of droogte in 2018?

Nee.