



Vlaanderen
is wetenschap

Monitoring van de visgemeenschap in het Zeeschelde-estuarium

Ankerkuilcampagnes 2019

Jan Breine, Linde Galle, Isabel Lambeens, Yves Maes, Thomas Terrie en Gerlinde Van Thuyne

INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

Auteurs:

Jan Breine, Linde Galle, Isabel Lambeens, Yves Maes, Thomas Terrie en Gerlinde Van Thuyne

Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is het Vlaams onderzoeks- en kenniscentrum voor natuur en het duurzame beheer en gebruik ervan. Het INBO verricht onderzoek en levert kennis aan al wie het beleid voorbereidt, uitvoert of erin geïnteresseerd is.

Vestiging:

INBO Linkebeek

Dwersbos 28, 1630 linkebeek

www.inbo.be

e-mail:

jan.breine@inbo.be

Wijze van citeren:

J. Breine, L. Galle, I. Lambeens, Y. Maes, T. Terrie en G. Van Thuyne (2020). Monitoring van de visgemeenschap in het Zeeschelde-estuarium. Ankerkuilcampagnes 2019. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2020 (4). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

DOI: doi.org/10.21436/inbor.17680566

D/2020/3241/016

Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2020 (4)

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Maurice Hoffmann

Foto cover:

Het plaatsen van de kuil.

MONITORING VAN DE VISGEMEENSCHAP IN HET
ZEESCHELDE-ESTUARIUM

Ankerkuilcampagnes 2019

Jan Breine, Linde Galle, Isabel Lambens, Yves Maes, Thomas Terrie en Gerlinde Van Thuyne

doi.org/10.21436/inbor.17680566

Dankwoord

Ankerkuilvisserij is een zeer complexe en technische visserij. Job Bout, Sjaak Bout en Davy Govers hebben tijdens de campagnes hun handen meer dan vol. Ze moeten met veel factoren rekening houden zoals het getij, de stroomsnelheid, de weersomstandigheden, het bootverkeer enz... Dankzij hun professionele vaardigheid zijn de campagnes in 2019 vlot verlopen. Dat laat ons toe om ons onderzoek in prima omstandigheden uit te voeren, dank u wel.

Het INBO-team Linkebeek, dat alle gevangen vissen uitzoekt, meet en weegt, blijft enthousiast ondanks de lange dagen aan boord van 'De Harder'. Ik dank mijn medeauteurs alsook Olja Bezdenjesnji en Franky Dens voor hun geestdrift en hun hulp aan boord.

Erika Van den Berg hielp mee bij de analyse van de spiering data.

Tenslotte zijn we de mensen van 'Zates' in Branst dankbaar voor hun gastvrijheid en voor het doorgeven van bijzondere waarnemingen in het Zeeschelde-estuarium.



English abstract

In 2019 researchers of the Research Institute for Nature and Forest (INBO) performed three fish survey campaigns in the Zeeschelde estuary. Three salinity zones were assessed: the mesohaline, oligohaline and freshwater zone.

Fish assemblages were surveyed with two mid-water beam trawls from an anchored boat in Doel, Antwerpen, Steendorp and Branst during spring, summer and autumn of 2019.

In total 40 species were caught which is less than in 2017 and 2018. However, the species richness in 2019 corresponds with the species richness found in the period 2012-2016.

The mesohaline zone in the Zeeschelde contains the highest number of species.

Relative abundance changes seasonally and recruitment occurred in all zones.

Nine exotic fish species were caught between 2012 and 2019. One exotic prawn *Penaeus aztecus* (Ives, 1891) was caught in September nearby Antwerpen.

In 2019 smelt abundance was higher than in 2018. Smelt is once again the most abundant species in the estuary.

Adult twaite shad was caught again. The presence of juveniles in summer indicates successful recruitment of this species.

Shrimps and prawns were, even far upstream, abundant in the Zeeschelde.

Inhoudstafel

Dankwoord.....	2
English abstract.....	3
1 Inleiding.....	6
2 Materiaal en methoden.....	8
2.1 Het studiegebied.....	8
2.2 Staalname stations.....	9
2.3 Bemonsteringsmethode: Ankerkuilen.....	10
2.4 Verwerking van de gegevens.....	12
3 Resultaten en discussie.....	13
3.1 Abiotische data.....	13
3.2 Ruimtelijke distributie van het visbestand aan de hand van ankerkuilvisserij.....	14
3.2.1 Soortendiversiteit.....	14
3.2.2 Seizoenale soortensamenstelling.....	17
3.2.2.1 Vangstgegevens van 2019.....	17
3.2.2.1.1 Voorjaar.....	17
3.2.2.1.2 Zomer.....	19
3.2.2.1.3 Najaar.....	20
3.2.2.2 Vergelijking van de vangstgegevens van de periode 2012-2019.....	21
3.2.2.2.1 Voorjaar 2012-2019.....	22
3.2.2.2.2 Zomer 2012-2019.....	23
3.2.2.2.3 Najaar 2012-2019.....	24
3.2.2.3 Relatieve abundantie en biomassa in 2019.....	26
3.2.3 Evolutie in densiteit en biomassa van de vangsten tussen 2012 en 2019.....	28
3.3 Rekrutering en kraamkamerfunctie.....	30
3.4 exoten.....	32
3.5 Sleutelsoorten.....	33
3.5.1 Diadrome sleutelsoorten.....	33
3.5.1.1 Eigenschappen diadrome sleutelsoorten.....	33
3.5.1.1.1 Fint.....	33
3.5.1.1.2 Paling.....	34
3.5.1.1.3 Bot.....	34
3.5.1.1.4 Spiering.....	34
3.5.1.1.5 Rivierprik.....	35
3.5.1.2 Trends diadrome sleutelsoorten.....	36

3.5.2	Mariene sleutelsoorten.....	38
3.5.2.1	Eigenschappen mariene sleutelsoorten.....	38
3.5.2.1.1	Haring.....	38
3.5.2.1.2	Zeebaars.....	38
3.5.2.1.3	Ansjovis.....	38
3.5.2.1.4	Tong.....	38
3.5.2.2	Trends mariene sleutelsoorten.....	39
3.6	Lengtefrequenties 2019.....	40
3.6.1	Spiering.....	41
3.6.2	Sprot.....	43
3.6.3	Haring.....	45
3.6.4	Bot.....	46
3.6.5	Snoekbaars.....	48
3.6.6	Brasem.....	50
3.6.7	Zeebaars.....	51
3.7	Bijvangst (Tabellen h en i in bijlage).....	53
4	Samenvatting.....	57
	Referenties.....	58
	Bijlagen.....	66

1 INLEIDING

Estuaria vervullen verschillende functies voor vissen afhankelijk van hun levensstadium. Veel vissoorten gebruiken estuaria als paaihabitat (Able, 2005; Van Der Meulen et al., 2013). De kraamkamerfunctie voor jonge vis werd uitgebreid toegelicht door Elliott & Hemingway (2002). Maes et al. (2007, 2008) en Stevens et al. (2009) gaan dieper in op de functie van estuaria als doorgangszone voor trekvis. Estuaria zijn voedselrijk en door de diversiteit aan habitats voorzien ze voedsel voor veel juveniele en adulte vissen (Baldoa & Drake, 2002).

Het bestuderen van de visfauna in de Zeeschelde geeft informatie over in welke mate deze functies gerealiseerd worden. Daarnaast zijn de resultaten een geschikt instrument om op lange termijn de ecologische ontwikkelingen in het gebied te volgen. Lange-termijn-data verzamelen met een gestandaardiseerde methode is zeer belangrijk omdat dit toelaat trends te bepalen in soortendiversiteit, aantallen en biomassa. Daarenboven verplicht de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW of WFD, 2000) de Europese lidstaten om de ecologische toestand van hun oppervlaktewaterlichamen iedere zes jaar te rapporteren. De ecologische toestand wordt bepaald met bio-indicatoren zoals vissen. Zesjaarlijkse afvissingen, zoals voorgesteld door de KRW, vertonen echter te grote lacunes. De visgemeenschap in het Zeeschelde-estuarium wordt daarom jaarlijks gemeten. We doen dit omdat de Zeeschelde een zeer dynamisch systeem is en sinds enkele jaren ook een betere waterkwaliteit heeft (Maris & Meire, 2016). Om seizoenale patronen te detecteren vissen we in de lente, de zomer en de herfst. In de winter zijn weinig vissen actief en daarom wordt er dan niet gevist.

In 2011 startten we, naast de reguliere fuikvisserij, met de ankerkuilvisserij in de Zeeschelde (Goudswaard & Breine, 2011). Dat gebeurde in eerste instantie alleen in Doel en Antwerpen. In 2012 voegden we er nog twee stroomopwaarts gelegen locaties, Steendorp en Branst, aan toe (Breine et al., 2012). De visfauna in de Zeeschelde wordt immers sterk beïnvloed door de saliniteit en de zuurstofconcentratie. Zo illustreert de visgemeenschap duidelijk de gradiënt in soortgemeenschappen tussen het zoetwatergetijdengebied en de mesohaliene brakwaterzone (Breine et al., 2011, 2015, 2016, 2017; 2018, 2019, Breine en Van Thuyne, 2013, 2014).

De ankerkuilvisserij is zeer toepasbaar in de pelagiale zone van de Zeeschelde en levert andere informatie op over het visbestand dan fuikvisserij. Samen geven deze methodes een volledig beeld van de visgemeenschap in de Zeeschelde en dit voor de verschillende saliniteitszones. De Zeeschelde ontvangt een belangrijk deel van de vuilvrachten die in Vlaanderen worden



geloosd via het oppervlaktewater. De evaluatie van het Zeeschelde-ecosysteem aan de hand van de opvolging van de visstand, levert dus niet uitsluitend belangrijke informatie met betrekking tot de gezondheid en het ecologisch functioneren van het estuarium zelf, het is ook een spiegel voor de kwaliteit van het oppervlaktewater in het hele stroomgebied van de Zeeschelde.

De gegevens van de ankerkuilcampagnes worden verder ook gebruikt voor de jaarlijkse internationale rapportage van paling (Report on the eel stock, fishery and other impacts), voor de Moneos-rapportage en voor het opvolgen van migratoren (Breine et al., 2017a). De campagnes verlenen ook logistieke ondersteuning voor de studie van de UA i.v.m. plastic in de Zeeschelde. De resultaten leiden al tot enkele internationale publicaties (Breine et al., 2017a,b en 2019; Verreycken et al., 2019). Verder is er internationaal overleg om de resultaten van de ankerkuilcampagnes te gebruiken voor de zes-jaarlijkse T-rapportages (VNSC: Vlaams Nederlandse Scheldec commissie) omdat beide technieken jaarlijks in de betrokken landen worden toegepast.

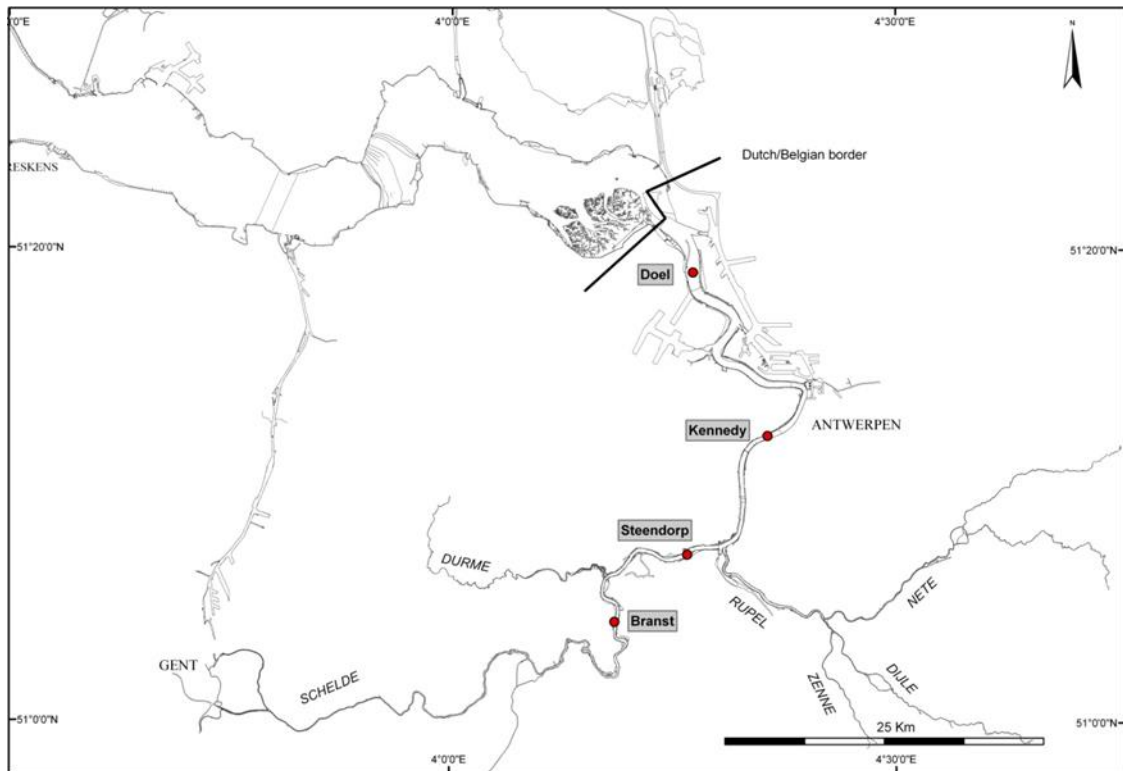
Dit rapport presenteert de resultaten van de opvolging van het visbestand met ankerkuilvisserij in de Zeeschelde voor het jaar 2019.

De studie bevat verschillende delen. Eerst geven we een overzicht van de resultaten van 2019. We lichten de ruimtelijke en temporele veranderingen in soortenrijkdom en visabundantie toe. Jaarlijkse en seizoenale variaties van de relatieve soorten abundantie voor de periode 2012-2019 worden besproken. We gaan dieper in op de kraamkamerfunctie en de evolutie van het exotenbestand. Tevens worden enkele sleutelsoorten besproken. Vervolgens geven we de lengtefrequenties van de meest gevangen vissen in 2019. De bijvangstresultaten worden eveneens kort behandeld.

2 MATERIAAL EN METHODEN

2.1 HET STUDIEGEBIED

De Zeeschelde is het deel van de Schelde tussen Gent en de Belgisch-Nederlandse grens en staat onder invloed van het getij (Figuur 1). De totale oppervlakte van de Zeeschelde bedraagt 4500 ha waarvan 1298 ha slikken en schorren (Van Braeckel et al., 2012). De mesohaliene zone, tussen Hansweert en Burcht, heeft een saliniteit die varieert van 5 tot 18 PSU (Practical Salt Unit). Naargelang de bovenafvoer of het afgevoerde regenwater, kan de saliniteit nog sterker variëren. De oevers van de mesohaliene zone variëren van rechte kades tot brede slik- en plaatgebieden. Bijna 45% van de oevers is ecologisch slecht tot zeer slecht beoordeeld (Van Braeckel et al., 2012). Anderzijds zijn er nog middelgrote slikken en schorren aanwezig met een hoge tot zeer hoge ecologische waarde (> 15% van de oeverlengte). Het bredere deel stroomafwaarts Lillo herbergt het grootste aandeel van het slik in de mesohaliene zone (43%). Meer stroomopwaarts zijn de slikken en schorren beduidend kleiner, zowel in de breedte als in de lengte (Van Braeckel et al., 2009). Vanaf Burcht tot aan de Durmemonding voorbij Temse is de Zeeschelde zwak brak of oligohalien (0,5 tot 5 PSU). Van Braeckel et al. (2012) evalueren de oevers stroomafwaarts Rupelmonde als ecologisch matig tot slecht, terwijl ze stroomopwaarts een overwegend matig tot goede score krijgen. In de zoetwaterzone, verder stroomopwaarts de Durmemonding, is er nagenoeg geen zout aanwezig (<0,5 PSU). Het tij is er wel nog sterk voelbaar. In het eerste stuk van de zoetwaterzone stroomafwaarts Dendermonde (lange verblijftijd water) wordt iets meer dan een kwart van de oevers als goed tot zeer goed beoordeeld. De rest is slecht (42%), matig (31%) of zeer slecht (1%). Nog verder stroomopwaarts is er nauwelijks slik of schor en wordt 74% van de oevers als ecologisch slecht tot zeer slecht beoordeeld (Van Braeckel et al., 2012).



Figuur 1. De met ankerkuil bemonsterde locaties in het Zeeschelde estuarium in 2019.

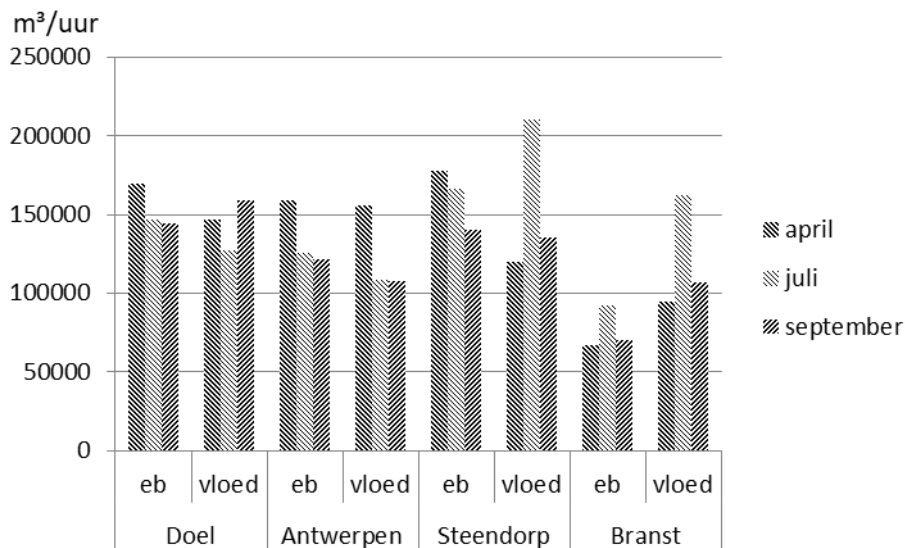
2.2 STAALNAME STATIONS

Sinds 2012 worden jaarlijks vier locaties bemonsterd: Doel, Antwerpen, Steendorp en Branst (Figuur 1). In de periode 2012-2019 werd jaarlijks gevist in de lente (eind april of begin mei), de zomer (juli) en in het najaar (september). Voor 2019 staan de locaties, coördinaten en het aantal gerealiseerde monsternames in relatie tot de getijfase in tabel 1.

Tabel 1. Coördinaten van de staalname stations in de Zeeschelde met aanduiding van het aantal vangsten, de tijdsinspanning (min.) en het volume water (m³) bevist in 2019.

locatie	coördinaten		getijfase	aantal vangsten			tijdsinspanning (minuten)			volume bevist (m ³)		
	X	Y		april	juli	september	april	juli	september	april	juli	september
Doel	143350	223091	eb	2	2	1	180	120	120	506912	293584,1	288714,6
			vloed	2	2	2	180	180	180	439331,1	380304,4	476344,7
Antwerpen	149192	210267	eb	2	2	2	180	180	105	476163,5	376004	212225,2
			vloed	2	2	1	180	180	120	467607	325343,7	214282,9
Steendorp	142898	200951	eb	2	2	2	180	180	180	531552,1	499055,4	420200,1
			vloed	2	2	2	120	180	180	239472,9	630087,4	404726,9
Branst	137181	195683	eb	2	2	2	150	180	180	166811,8	275119,8	210574,7
			vloed	2	2	1	180	180	120	283607	485333,2	212617,1

In het najaar was er op sommige locaties heel veel wind en werd er daarom soms vroeger gestopt met vissen. In alle locaties, uitgezonderd in Branst, werd gemiddeld een groter volume water bemonsterd bij eb dan bij vloed (Figuur 2). Het volume bevist is sterk variabel en is in het ene seizoen soms hoger bij vloed dan bij eb of precies omgekeerd. In Branst werd in elk seizoen meer volume water bevist tijdens vloed.



Figuur 2. Volume water bemonsterd per uur in functie van het getij voor vier locaties in de Zeeschelde (2019).

De reden waarom er bij vloed meestal minder volume water wordt bemonsterd per tijdseenheid is bepaald door het precieze moment van de staalname (Breine en Van Thuyne, 2014). Als er onmiddellijk na vloed tijdens eb wordt gevist, dan komt de stroomsnelheid sneller op gang omdat de Zeeschelde dan ‘vol’ is. Bij aanvang van de vloed is de Zeeschelde ‘leeg’ en komt de stroomsnelheid minder snel op gang.

2.3 BEMONSTERINGSMETHODE: ANKERKUILEN

De ankerkuilen zijn geïnstalleerd op een platbodemschip, ‘De Harder’; met registratienummer BOU25 eigendom van het visserijbedrijf Bout-Van Dijke (Figuur 3). De ankerkuil bestaat uit twee 8 meter brede stalen balken waarvan de onderste tot op de bodem en het bovenste net op of boven de waterlijn wordt neergelaten. De uiteinden van de balken zijn verbonden met het scheepsanker waarmee het vaartuig voor anker ligt. Tussen de balken is over de volledige breedte (8 m) een net gespannen. Het door de stroming passerende water opent het net. Het uiteinde van het net, met een maaswijdte van 20 mm, filtert alle objecten uit het water.

Onder ideale omstandigheden kan tegelijkertijd met één net aan bakboord en één net aan stuurboord gevist worden. De periode van het getij waarin gevist kan worden, is meestal van één uur na tot één uur voor de kentering van het getij en is afhankelijk van de sterkte van de stroming. De netten worden gelijktijdig aan stuurboord en bakboord neergelaten. Het eerste net wordt meestal na een uur leeggemaakt en het tweede net na twee uur. Zo kunnen twee



vangsten per getijfase gemaakt worden. De verwerking van de vangst gebeurt aan boord van het schip.



Figuur 3. De Harder met kuil aan bakboord in het water (Foto: Jan Soors).

Enmaal de vangst op het dek is gestort, halen we er onmiddellijk de minder algemene soorten en grote individuen uit. Deze worden geïdentificeerd, geteld, gemeten en gewogen. Van de zeer algemene soorten nemen we een deelmonster via het in de visserij gebruikelijke verdeelsysteem van 'voortgezette halvering'. Op die manier bekomen we een hanteerbaar, representatief volume. Vervolgens worden alle vissen in het deelstaal op soort geïdentificeerd, geteld, gemeten en gewogen. Alle gevangen vissen worden terug in de Zeeschelde geplaatst. De verzamelde gegevens zullen binnenkort in een databank worden ontsloten (<https://vis.inbo.be/>).

Tijdens de duur van het gebruik van de ankerkuil wordt het doorstromende watervolume gemeten met een stroomsnelheidsmeter. Door de gemiddelde hoogte van de waterkolom, die met de duur van het getij verloopt, te vermenigvuldigen met de netbreedte en de gepasseerde waterstroom, berekenen we het watervolume dat door het net gestroomd is.

Aantallen en biomassa worden omgerekend naar aantallen en biomassa per m³ volume afgevist water.

2.4 VERWERKING VAN DE GEGEVENS

De correlaties tussen het aantal soorten en abiotische factoren en het aantal individuen en abiotische factoren werden nagegaan.

Om de data statistisch te vergelijken, werden alle gegevens omgerekend naar relatieve abundantie (% van de totale vangst per locatie, per jaar en per seizoen). Bij de voorstelling van de resultaten gebruiken we ordinatietechnieken. De ordinatie gebeurt op basis van een ééntoppig (DCA) responsmodel. Bij deze methode worden de data geprojecteerd op twee ordinatieassen die een beperkt deel van de variatie verklaren. Deze methode is aangewezen bij het interpreteren van n-dimensionele datasets.

Voor het berekenen van de lengtefrequenties van de meest abundante soorten, werden relatieve aantallen gebruikt.

De relatie van het aantal gevangen spiering met ‘predictors’ werden met een stapsgewijs lineair gemengd regressie-model (lme) geanalyseerd. Spieringdata (2012-2019) en predictors of variabelen werden voor het modelleren getransformeerd. We gebruikten een ‘backward’ stapsgewijze regressie beginnend met het volledige model en gebruikten de AIC-waarde (Akaike Information Criterion) om predictors te selecteren tot enkel significante predictors overbleven (Burnham & Anderson, 2000). De correlatie tussen predictors werd ook gecontroleerd om redundantie te vermijden en we dus enkel met niet gecorreleerde predictors werkten. We gebruikten Fisher als test waarbij een waarde van $c \geq 0,7$ ($p < 0,001$) als grenswaarde werd gehanteerd. De collineariteit van de gebruikte parameters werd nagegaan met een lineair model en de VIF waarde > 3 werd als grenswaarde gebruikt naar analogie van Zuur et al. (2007). Normaliteit werd gecontroleerd met een grafische controle op uitbijters van de residuen (residuele plots). Om de ‘the goodness-of fit’ te bepalen berekenden we de waarden van twee soorten determinatiecoëfficiënten voor elk gefit model: de marginale (R^2_m) die geassocieerd is met de vaste effecten (fixed effects) en de conditionele (R^2_c) die geassocieerd is met de vaste en random effecten (Nakagawa & Schielzeth, 2013).

Voor de statistische verwerking gebruikten we het softwarepakket ‘R’ (versie R.3.6.1).

////////////////////////////////////

3 RESULTATEN EN DISCUSSIE

3.1 ABIOTISCHE DATA

In 2019 hebben we tijdens elke campagne abiotische parameters gemeten. De waarden van de temperatuur, het zuurstofgehalte, de zuurgraad, de turbiditeit, de saliniteit en de conductiviteit genoteerd op het moment van de staalname, staan in tabel 2.

In het voorjaar was de watertemperatuur gemiddeld 14,9 °C en werd er dus gevestigd bij lagere temperaturen dan in de zomer (gemiddeld 22,0 °C) en het najaar (gemiddeld 18,2 °C). De genoteerde waarden van de watertemperatuur in het voorjaar en de zomer waren lager in 2019 dan voor dezelfde periode in 2018. De waarde voor de gemiddelde luchttemperatuur in april 2019 was 11 °C. In 2018 noteerden we een gemiddelde temperatuur van 13,0 °C in Ukkel (www.meteo.be). De normale maandelijkse waarde voor deze maand is 9,8 °C. In juli 2019 was de gemiddelde luchttemperatuur 19,5 °C. In 2018 was het in juli gemiddeld 22,0 °C in Ukkel (de normale maandelijkse waarde is 18,4°C). In september was de gemiddelde luchttemperatuur normaal (15,2 °C in Ukkel, normale maandelijkse waarde 14,9 °C).

In de zomer van 2019 werden geen zuurstofconcentraties gemeten die lager waren dan de norm voor een onverstoorde vislevens (6 mg/l, Belgisch Staatsblad 2016). De laagste gemiddelde zuurstofconcentratie voor 2019 werd in het najaar genoteerd (6,85 mg/l). In het voorjaar was de zuurstofconcentratie gemiddeld 8,34 mg/l en 8,24 mg/l in de zomer. In 2019 werd nabij Doel gemiddeld de hoogste zuurstofconcentratie (8,54 mg/l) genoteerd terwijl de laagste in Kastel (7,24 mg/l) gemeten werd.

De zuurgraad (pH) verschilt niet significant tussen de locaties, en evenmin tussen de seizoenen.

De turbiditeit was in tegenstelling tot de resultaten van 2018 gemiddeld lager (39,58 NTU) bij eb dan bij vloed (64,44 NTU). De turbiditeit was het hoogst in het najaar (gemiddeld 70,34 NTU). De gemiddelde turbiditeit in 2019 was hoger in de zomer (45,38 NTU) dan in het voorjaar (40,31 NTU). Gemiddeld werd de hoogste turbiditeit in Branst gemeten (57,72 NTU) gevolgd door Antwerpen (64,82 NTU), Steendorp (42,98 NTU) en Doel (24,52 NTU). In 2019 was de turbiditeit gemeten tijdens de campagnes gemiddeld lager dan in 2018.

In 2019 was de conductiviteit, gemiddeld hoger bij eb (9152,67 µS/cm) dan bij vloed (6546,92 µS/cm). Het moment van het meten tijdens eb of vloed is wel zeer bepalend. De gemiddelde

conductiviteit in de vier locaties was het hoogst tijdens het najaar. De gemiddelde conductiviteit neemt af in stroomopwaartse richting.

De saliniteit in 2019 was in alle locaties gemiddeld het hoogst in het najaar (7,02‰). Gemiddeld was de saliniteit het hoogst in Doel (12,2‰), gevolgd door Antwerpen (5,3‰), Steendorp (2,1‰) en Branst (1,1‰). Deze waarden liggen hoger dan de gemiddelde waarden opgeschreven in 2018.

Tabel 2. Overzicht van de meetresultaten van de abiotische parameters in de staalnamestations in de Zeeschelde in 2019.

Locatie	Datum	Getijde	Watertemperatuur (°C)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (%)	pH	Turbiditeit (NTU)	saliniteit (‰)	Conductiviteit (µS/cm)
Doel	22/04/2019	eb	13,3	9,91	94,9	7,49	23,6	9,45	12400
Doel	22/04/2019	vloed	14,6	9,11	90,1	7,65	26	8,04	11050
Steendorp	23/04/2019	eb	14,7	8,33	81,4	7,52	19,3	1,56	2330
Steendorp	24/04/2019	vloed	16,2	7,18	74,1	7,75	77,8	0,59	982
Branst	23/04/2019	vloed	17,3	7,24	76,3	7,67	48,6	0,47	785
Branst	24/04/2019	eb	15,5	7,23	74,1	7,56	21	0,68	1118
Antwerpen	25/04/2019	vloed	14	8,48	83	7,6	71,3	2,11	3120
Antwerpen	25/04/2019	eb	13,7	9,25	90	7,6	34,9	5,92	8170
Doel	8/07/2019	eb	21,7	8,58	97	7,8	18	11,97	18860
Doel	8/07/2019	vloed	22,1	8,34	94,9	7,67	20,1	11,11	17650
Steendorp	9/07/2019	vloed	21,1	8,44	94,1	7,69	66,5	1,45	2580
Steendorp	9/07/2019	eb	22,3	8,68	100	7,62	20,1	2,26	4050
Branst	10/07/2019	vloed	22,3	7,05	80,7	7,69	143	0,58	1096
Branst	10/07/2019	eb	22,7	8,55	98,5	7,59	38	1,08	2024
Antwerpen	11/07/2019	vloed	21,8	8,21	93,5	7,65	30,5	2,36	4140
Antwerpen	11/07/2019	eb	22,2	8,05	92,8	7,66	26,8	8,84	14380
Doel	23/09/2019	vloed	18,5	7,6	81,1	7,52	32	15,77	22700
Doel	23/09/2019	eb	19,4	7,72	83,7	7,7	27,4	16,84	24500
Steendorp	24/09/2019	vloed	18,2	6,46	68,5	7,65	40,1	2,27	3690
Steendorp	24/09/2019	eb	18,2	6,5	69,5	7,76	34,1	4,81	7530
Branst	25/09/2019	vloed	17,8	6,63	70,1	7,52	163	1,57	2600
Branst	25/09/2019	eb	18,2	6,72	71,8	7,62	40,7	2,26	3700
Antwerpen	26/09/2019	eb	18,1	6,39	67,9	7,53	171	7,28	10770
Antwerpen	26/09/2019	vloed	17,8	6,77	71,3	7,62	54,4	5,35	8170

3.2 RUIMTELIJKE DISTRIBUTIE VAN HET VISBESTAND AAN DE HAND VAN ANKERKUILVISSERIJ

3.2.1 Soortendiversiteit

In 2019 bemonsterden we driemaal (in april, juli en september) de visgemeenschap op vier locaties langsheen de estuariene gradiënt waarbij we 40 vissoorten vingen. De vangstlocaties bevonden zich in Doel, Antwerpen, Steendorp en Branst (Figuur 1). Conform de vorige rapportages (Goudswaard & Breine, 2011; Breine & Van Thuyne, 2013, 2014; Breine et al., 2012, 2015, 2017, 2018, 2019) werden de resultaten van deze campagne ook omgerekend naar vangst/uur (aantallen en gewicht/uur) (Tabellen 5, 6 en 7). Voor het bepalen van de abundantie wordt alles omgerekend naar aantal en gewichten per m³ (Tabellen a, b en c als bijlage).

////////////////////////////////////

De Pearson correlatie toonde een significante maar kleine correlatie tussen het aantal individuen en de watertemperatuur enerzijds en ook tussen het aantal individuen en de turbiditeit (Tabel 3).

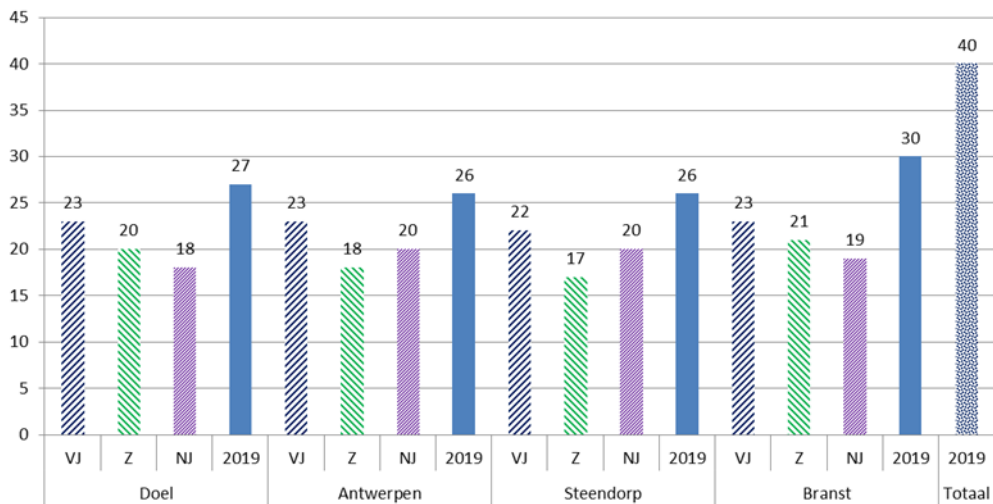
Tabel 3. Correlatiefactor (c) en significantie (p, significante waarden in vet) voor aantal soorten en individuen met abiotische data (data 2019).

variabele	aantal soorten		aantal individuen	
	c	p	c	p
watertemperatuur	-0,026	0,862	0,433	0,002
zuurstofconcentratie	0,219	0,147	0,048	0,75
pH	0,081	0,596	0,165	0,276
turbiditeit	0,084	0,644	0,452	0,009
saliniteit	0,123	0,417	-0,259	0,084
conductiviteit	0,114	0,452	-0,245	0,104

Tabel 4 geeft per locatie en periode (seizoen) de gevangen soorten.

Tabel 4. Overzicht van de vissoorten gevangen tijdens de ankerkuilcampagnes in de Zeeschelde in 2019.

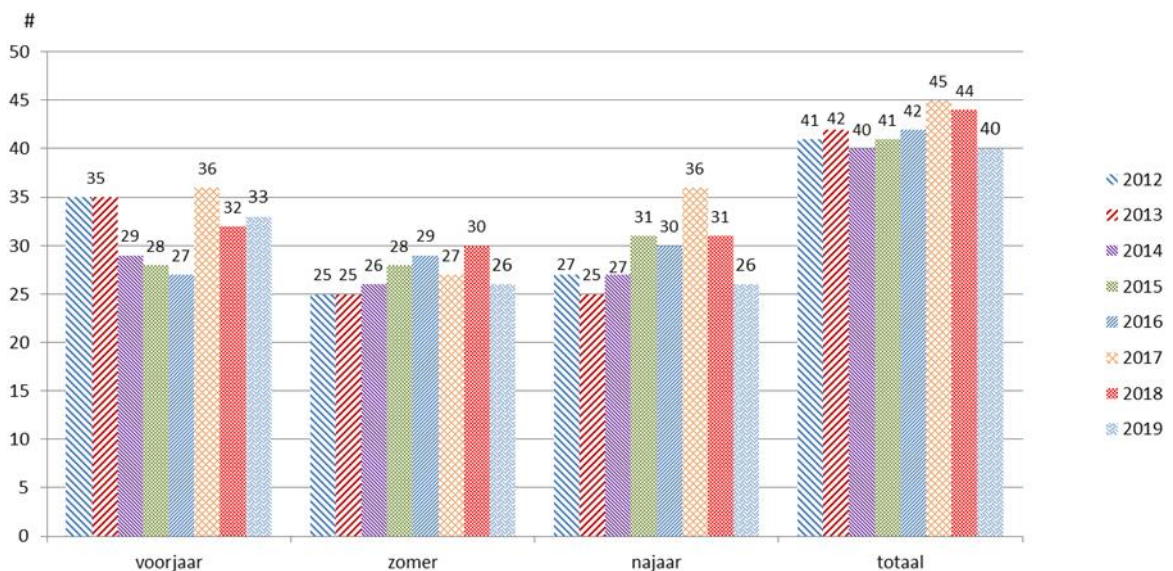
seizoen locatie	voorjaar 2019			zomer 2019				najaar 2019				
	Doel	Antwerpen	Steendorp	Branst	Doel	Antwerpen	Steendorp	Branst	Doel	Antwerpen	Steendorp	Branst
ansjovis	x								x	x	x	
baars			x	x	x	x	x	x			x	x
bittervoorn		x	x	x								
blankvoorn				x				x				
blauwbandgrondel		x	x	x				x				x
bot	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
brakwatergrondel	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
brasem				x				x				
dikkopje	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
driedoornige stekelbaars	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
dunlipharder	x	x		x						x	x	x
fint	x	x		x	x	x	x	x				
glasgrondel	x											
godharder									x	x		
grote zeenaald	x	x	x			x			x		x	
haring	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x
karper					x							x
kleine zeenaald	x	x	x		x	x	x		x	x		x
kolblei								x			x	
koornaarvis		x	x	x					x			
koortsuitzeepaardje	x											
naakte grondel			x									
paling			x	x		x	x	x		x	x	x
regenboogforel				x								
rietvoorn				x								
rivierprik	x	x	x								x	
rode poot					x							
snoek								x				
snoekbaars				x	x	x	x	x		x	x	x
spiering	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
sprot	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
steenbolk	x	x			x				x			
tiendoornige stekelbaars								x				
tong	x	x	x		x	x			x	x		
vetje												x
winde				x			x					
zandspieling	x	x	x							x	x	x
zeebaars	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	
zeeprik	x	x		x	x							
zwartbekgrondel			x	x					x	x		



Figuur 4. Aantal gevangen vissoorten per staalnamestation in de Zeeschelde per seizoen in 2019 en het totaal aantal gevangen soorten in het jaar 2019 (VJ= voorjaar, Z= zomer, NJ= najaar).

Het hoogste aantal soorten vingen we in Branst (30) (Figuur 4). Het hoogste aantal soorten werd altijd in het voorjaar gevangen.

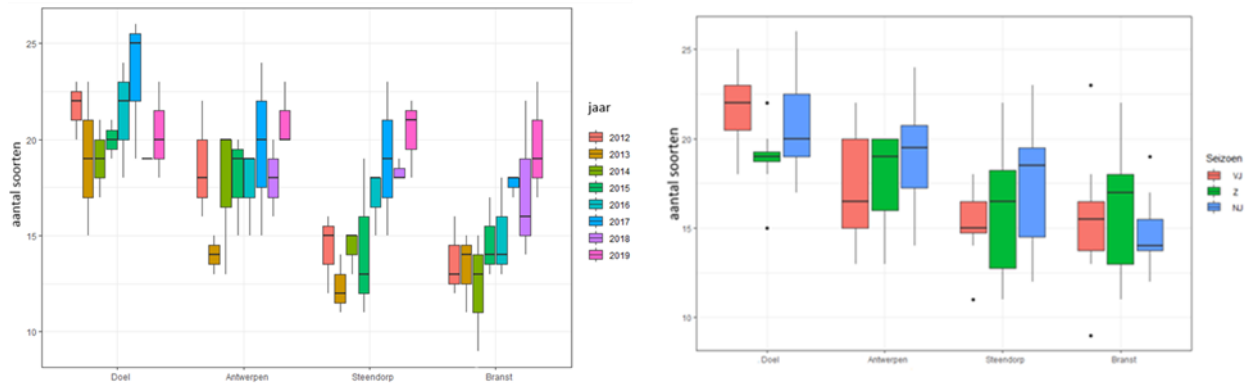
Nemen we de resultaten van alle locaties samen dan vingen we in het voorjaar van 2019 33 soorten 26 in de zomer en in het najaar (Figuur 5).



Figuur 5. Totaal aantal gevangen soorten per seizoen en per vangstcampagne (2012-2019), en het totaal aantal gevangen soorten per vangstcampagne in de Zeeschelde.

In het voorjaar en najaar van 2017 vingen we meer soorten dan in alle andere voorjaar- en najaarcampagnes (Figuur 5). Het aantal soorten dat jaarlijks gevangen wordt varieert tussen de 40 en 45.

Boxplots tonen duidelijk aan dat er een grote variatie bestaat in het aantal gevangen soorten, zowel tussen de jaren als tussen de seizoenen en de verschillende vangstlocaties (Figuur 6).



Figuur 6. Variatie van het aantal gevangen vissoorten (MnsTot) op vier locaties in de Zeeschelde; links in functie van de jaren (2012-2019) en rechts in functie van de seizoenen (VJ= voorjaar; Z= zomer en NJ= najaar), n= 96.

In de mesohaliene zone (Doel) wordt jaarlijks het grootste aantal soorten gevangen. Verder stroomopwaarts daalt het aantal gevangen soorten. Er bestaat wel een jaarlijkse variatie eigen aan het dynamisch systeem van de Zeeschelde. Deze resultaten worden verder in het rapport meer gedetailleerd geanalyseerd.

3.2.2 Seizoensamenstelling

3.2.2.1 Vangstgegevens van 2019

3.2.2.1.1 Voorjaar

In het voorjaar van 2019 vingen we in totaal 33 soorten (32 in het voorjaar van 2018 en 36 in het voorjaar van 2017). In het voorjaar van 2019 vingen we geen kolblei noch tiendoornige stekelbaars, soorten die in het voorjaar van 2018 wel waren gevangen. Volgende soorten werden dan niet in het voorjaar van 2018 gevangen: ansjovis, kortsnuitzeepaardje, naakte grondel, regenboogforel, koornaarvis en zeeprick.

Spiering werd in het voorjaar van 2019 met het hoogste aantal gevangen individuen per uur gevangen (Tabel 5). De hoogste aantallen per uur werden vooral in Antwerpen en Steendorp gevangen. De tweede meest gevangen soort in het voorjaar was haring gevolgd door

brakwatergrondel. Bot, brakwatergrondel, dikkopje, driedoornige stekelbaars en spiering vingen we op alle vier de locaties. Zeebaars en blauwbandgrondel werden vorig jaar nog op alle vier de locaties gevangen in het voorjaar, maar in 2019 vingen we geen zeebaars in Branst en geen blauwbandgrondel in Doel.

Spiering vertegenwoordigde in de vangsten van het voorjaar van 2019 de hoogste biomassa per uur. Daarna volgen haring, fint en bot.

Tabel 5. Aantal gevangen individuen en biomassa (in g) per soort, uitgedrukt per uur ankerkuilen op vier locaties in de Zeeschelde in het voorjaar van 2019.

locatie uren	Voorjaar 2019							
	Doel 6		Antwerpen 6		Steendorp 5		Branst 5,5	
	aantal/uur	gewicht/uur	aantal/uur	gewicht/uur	aantal/uur	gewicht/uur	aantal/uur	gewicht/uur
ansjovis	0,17	1,85	0	0	0	0	0	0
baars	0	0	0	0	0,2	0,88	0,18	1,18
bittervoorn	0	0	0,17	0,13	0,4	0,48	0,18	0,11
blankvoorn	0	0	0	0	0	0	0,55	71,44
blauwbandgrondel	0	0	0,33	0,03	0,4	0,46	0,91	1,05
bot	7,67	279	6,67	470,15	15,2	63,24	1,82	5,93
brakwatergrondel	203,33	73,72	21,5	17,87	179,4	109,04	138,36	87,05
brasem	0	0	0	0	0	0	6,36	120,98
dikkopje	136,33	77,8	61,5	36,3	25,8	15,84	36,36	11,78
driedoornige stekelbaars	3,5	7,87	5,5	10,57	5,4	11,14	3,45	9,87
dunlipharder	0,17	0,02	0,17	0,02	0	0	0,18	0,27
fint	0,33	75,8	1	481,82	0	0	0,91	557,73
glasgrondel	0,83	0,33	0	0	0	0	0	0
grote zeenaald	5,5	107,93	1,5	33,98	0,4	10,64	0	0
haring	2047,67	1113,80	1508,83	512,38	0	0	0	0
kleine zeenaald	166,17	51,55	86,83	33,88	0,4	0,12	0	0
koornaarvis	0	0	0,17	1,13	0,2	2,12	0,18	0,33
kortsnuitzeepaardje	0,33	0,77	0	0	0	0	0	0
naakte grondel	0	0	0	0	0,2	0,34	0	0
paling	0	0	0	0	0,2	1,58	0,36	3,85
regenboogforel	0	0	0	0	0	0	0,36	117,96
rietvoorn	0	0	0	0	0	0	0,18	6
rivierprik	0,17	5,97	0,17	0,43	0,2	0,38	0	0
snoekbaars	0	0	0	0	0	0	0,73	306,78
spiering	680,83	2586,4	3193,17	9026,38	1761,8	3996,46	952,36	471,38
sprot	13,17	29,02	9,17	26,85	0,4	1,32	0	0
steenbolk	8,83	66,95	5,83	1,4	0	0	0	0
tong	7	308,07	1,33	76,63	0,2	0,08	0	0
winde	0	0	0	0	0	0	0,18	4,96
zandspiering	2,5	6,43	0,83	1,1	0,6	2,22	0	0
zeebaars	8	164,2	3,17	36,57	1,4	10,18	0	0
zeeprik	0,17	0,38	0,17	226,80	0	0	0,18	217,93
zwartbekgrondel	0	0	0	0	0,2	2,04	0,18	4,24
aantal soorten	20		20		19		20	
totaal aantal individuen/uur	32923		4908		1993		1144	
totaal gewicht/uur (g)	4957,85		10994,43		4228,56		2000,84	



3.2.2.1.2 Zomer

Tabel 6. Aantal gevangen individuen en biomassa (in g) per soort, uitgedrukt per uur ankerkuilen op vier locaties in de Zeeschelde in de zomer van 2019.

locatie uren	Zomer 2019							
	Doel		Antwerpen		Steendorp		Branst	
	5	6	6	6	6	6	6	
	aantal/uur	gewicht/uur	aantal/uur	gewicht/uur	aantal/uur	gewicht/uur	aantal/uur	gewicht/uur
baars	9,4	22,18	4,67	12,15	5,33	13,17	45,5	64,57
blankvoorn	0	0	0	0	0	0	0,67	8,28
blauwbandgrondel	0	0	0	0	0	0	0,33	0,05
bot	7	23,88	4,83	37,07	32,17	15	100,67	117,97
brakwatergrondel	954,2	401,38	200,17	269,72	868,5	256,6	1405,5	61,75
brasem	0	0	0	0	0	0	1	15,8
dikkopje	544,6	166,26	149,5	160,8	125	31,27	18,83	8,42
driedoornige stekelbaars	2,6	1,44	66,17	27,2	218,83	74,42	898,67	276,6
fint	23,6	42,46	7,5	16,45	63,67	111,02	9,5	20,23
grote zeenaald	0	0	0,17	1,65	0	0	0	0
haring	4722,6	8952,72	3557,33	6620,4	1072,83	1889,23	1,5	4,35
karper	0,8	2,58	0	0	0	0	0	0
kleine zeenaald	106	19,64	2	0,58	1,83	0,38	0	0
kolblei	0	0	0	0	0	0	0,17	0,32
paling	0	0	0,17	0,88	0,67	75,8	2	99,02
rode poon	0,2	15,68	0	0	0	0	0	0
snoek	0	0	0	0	0	0	0,17	1,85
snoekbaars	1,6	5,48	101,5	415,9	203	6757,6	1482	4815,83
spiering	5917,6	15858,32	2953,67	6129,77	48272,33	276585,98	53312,67	61255,73
sprot	132,2	137,17	1113,5	1444,5	100,5	113,03	1,33	1,05
steenbolk	2,4	47,42	0	0	0	0	0	0
tiendoornige stekelbaars	0	0	0	0	0	0	0,33	0,1
tong	3,2	91,66	0,83	39,5	0	0	0	0
winde	0	0	0	0	0,17	5,08	0	0
zeebaars	0,2	8	0,33	0,52	1	1,1	50,5	24,8
zeeprik	0,2	2,38	0	0	0	0	0	0
aantal soorten	17		15		14		18	
totaal aantal individuen/uur	12428,4		8162,33		50965,83		57331,33	
totaal gewicht/uur (g)		25798,65		15177,08		285929,68		66776,72

In de zomer van 2019 vingen we in totaal 26 soorten terwijl in de zomer van 2018 30 soorten werden gevangen. In Doel vingen we 17 vissoorten, 15 in Antwerpen, 14 in Steendorp en 18 in Branst (Tabel 6). In tegenstelling tot de voorjaarsvangsten van 2018 vingen we geen ansjovis, bittervoorn, kleine zandspiering, rietvoorn, wijting en zwartbekgrondel maar wel grote zeenaald, rode poon, snoek en zeeprik.

In de zomer van 2019 werd, net als in 2018, van spiering het hoogste aantal individuen per uur gevangen. Haring en brakwatergrondel volgen. In 2019 vingen we opnieuw spiering als soort met de hoogste biomassa per uur gevolgd door haring, snoekbaars en sprot.

3.2.2.1.3 Najaar

Tabel 7. Aantal gevangen individuen en biomassa (in g) per soort, uitgedrukt per uur ankerkuilen op vier locaties in de Zeeschelde in het najaar van 2019.

locatie uren	Najaar 2019							
	Doel		Antwerpen		Steendorp		Branst	
	5	5	4,75	4,75	6	6	5	5
	aantal/uur	gewicht/uur	aantal/uur	gewicht/uur	aantal/uur	gewicht/uur	aantal/uur	gewicht/uur
ansjovis	48,2	60,7	0,63	3,58	3	18	0	0
baars	0	0	0	0	0,5	4,92	0,2	2,24
blauwbandgrondel	0	0	0	0	0	0	0,2	0,02
bot	0,4	4,36	1,26	1,66	4,33	16,17	8,2	14,74
brakwatergrondel	158,4	179,38	138,11	37,75	424,67	151	4210,8	1491,84
dikkopje	74,6	26,82	84,21	94,86	716	267,07	2014,2	643,52
driedoornige stekelbaars	0	0	2,74	2,23	3,17	1,85	5,4	3,02
dunlipharder	0	0	0,84	0,32	2,67	0,27	0,6	0,12
goudharder	1	0,6	0,42	0,48	0	0	0	0
grote zeenaald	0,2	2,18	0	0	0,17	0,32	0	0
haring	365,2	753,6	177,05	466,74	1166,5	2414,13	449,8	1038,64
karper	0	0	0	0	0	0	0,2	0,44
kleine zeenaald	3	1,02	0,21	0,63	0	0	0,2	0,54
kolblei	0	0	0	0	0,5	6,08	0	0
koornaarvis	0,8	4,1	0	0	0	0	0	0
paling	0	0	0,84	312,57	0,83	57,22	0,4	1,38
rivierprik	0	0	0	0	0,17	16,02	0	0
snoekbaars	0	0	0,63	34,29	8	717,25	4,8	1097,64
spiering	2991,4	9590,7	1477,47	4565,54	7506,67	19921,92	4246,2	9861,02
sprot	760,4	1051,58	153,68	331,15	262,67	498,2	501,2	952,78
steenbolk	0,6	23,48	0	0	0	0	0	0
tong	0,2	5,44	1,05	66,93	0	0	0	0
vetje	0	0	0	0	0	0	0,2	0,18
zandspiering	0	0	0,84	4,72	6,83	4,48	0,4	3,08
zeebaars	0,2	0,82	0,63	21,09	0,5	1,28	0	0
zwartbekgrondel	0,2	1,32	0,21	0,82	0	0	0	0
aantal soorten	15		17		17		16	
totaal aantal individuen/uur	4404,8		2040,84		10107,17		11443	
totaal gewicht/uur (g)	11706,1		5945,36		24096,17		15111,2	

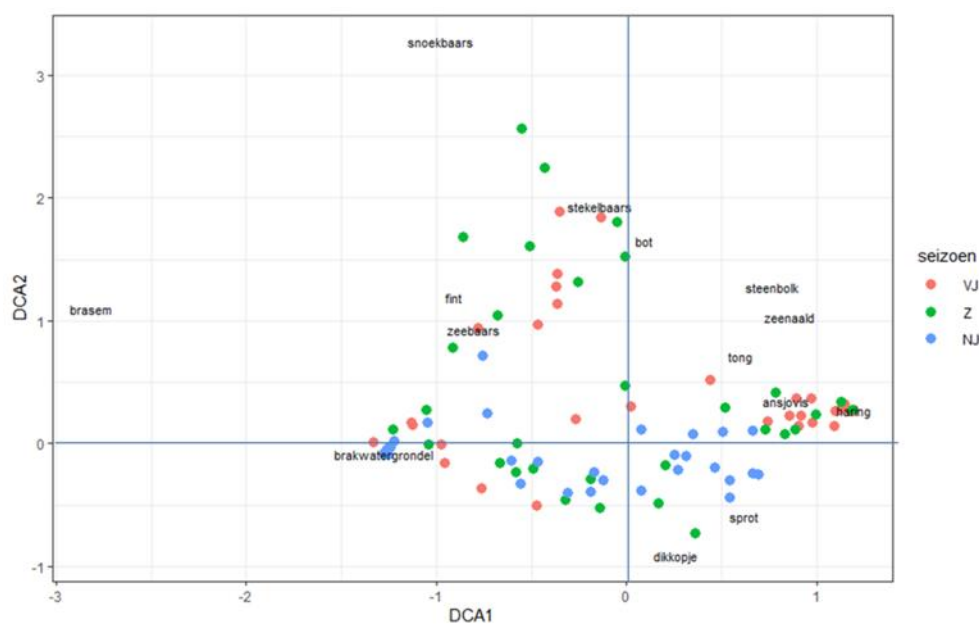
In het najaar van 2019 vingten we in totaal 26 vissoorten (in 2018 vingten we 31 vissoorten). In Doel vingten we 15 soorten, 17 in Antwerpen, 17 in Steendorp en 16 in Branst (Tabel 7). Behalve voor Branst vingten we minder soorten in vergelijking met het najaar van 2018. We vonden in de kuilen geen brasem, schurftvis, harnasmannetje, horsmakreel, schar, schol, naakte grondel, tijgervis en tiendoornige stekelbaars maar wel zwartbekgrondel, vetje, goudharder en blauwbandgrondel.

In het najaar van 2019 was spiering de meest gevangen soort. Daarna vingten we vooral brakwatergrondel, dikkopje, haring en sprot. De hoogste biomassa gevangen per uur blijft deze van spiering, gevolgd door haring, sprot en brakwatergrondel.

3.2.2.2 Vergelijking van de vangstgegevens van de periode 2012-2019

Voor een vergelijking van de ruimtelijke verdeling pasten we een ordinatie toe op basis van een ééntoppig responsmodel (DCA, detrended correspondence analyse). Hierbij gebruiken we de 14 meest gevangen soorten in de periode 2012-2019 (Tabel d als bijlage). Om de data statistisch te vergelijken werden alle gegevens omgerekend naar relatieve abundantie (% van de totale vangst per locatie en per seizoen). In de analyse werden de gevangen spieringen niet meegenomen, omdat ze te sterk doorwegen in de analyse.

Eerst analyseerden we het seizoenaal effect (Figuur 7). In bijlage staan de resultaten van de seizoenale analyse per locatie (Figuren a,b,c en d).



Figuur 7. DCA-ordinatie van de vangsten (n= 96) in functie van de seizoenen, op basis van de relatieve abundantie van de 14 meest gevangen soorten (exclusief spiering) tijdens de ankerkuilcampagnes in de periode 2012-2019 in het voorjaar (VJ), de zomer (Z) en het najaar (NJ) op vier locaties in de Zeeschelde (eigenwaarden eerste en tweede as 0,64 en 0,38).

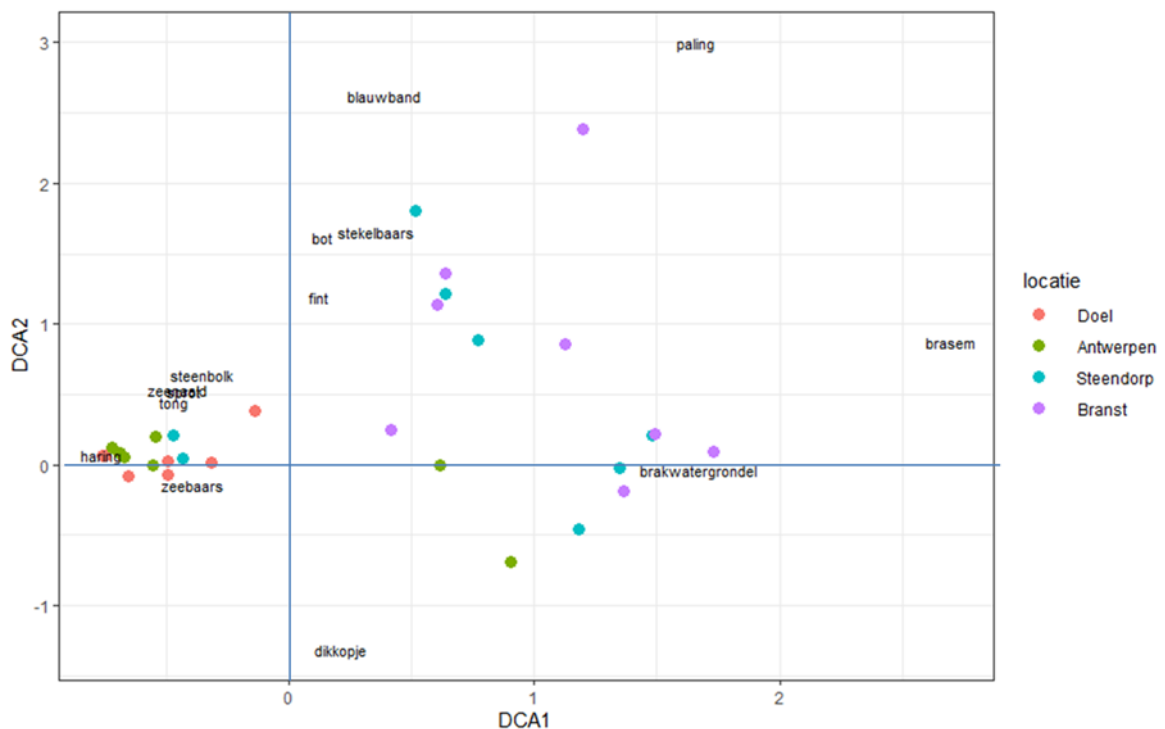
De relatieve samenstelling van de meest abundant gevangen vissoorten is sterk verschillend voor de verschillende seizoenen (Figuur 7). In het voorjaar hebben we vooral hogere relatieve aantallen haring, driedoornige stekelbaars, bot, brasem, steenbolk en kleine zeenaald. In de zomer vingen we dan eerder meer dikkopje, snoekbaars, fint en zeebaars. Dikkopje werd ook goed in het voorjaar gevangen. Van snoekbaars, fint en zeebaars vingen we in de zomer vooral juveniele individuen. De relatieve aantallen zeebaars gevangen in het najaar zijn voor periode 2012-2019 van dezelfde grootteorde als in de zomer. In het najaar waren er hogere relatieve aantallen brakwatergrondel, ansjovis en sprot. Er is een gedeeltelijke overlapping van de zomervangsten met de voorjaarsvangsten omdat brakwatergrondel gelijkaardige relatieve

aantallen in beide seizoenen heeft. Om dezelfde reden hebben we ook een gedeeltelijke overlap tussen zomer- en najaarsvangsten: haring, zeebaars en tong hebben in beide seizoenen gelijkaardige relatieve aantallen.

We kunnen ook per seizoen dezelfde analyse uitvoeren (Figuren 8, 9 en 10). Naargelang het seizoen verschilt de soortensamenstelling van de meest gevangen soorten.

3.2.2.2.1 Voorjaar 2012-2019

We analyseren de 14 meest gevangen soorten zonder spiering.



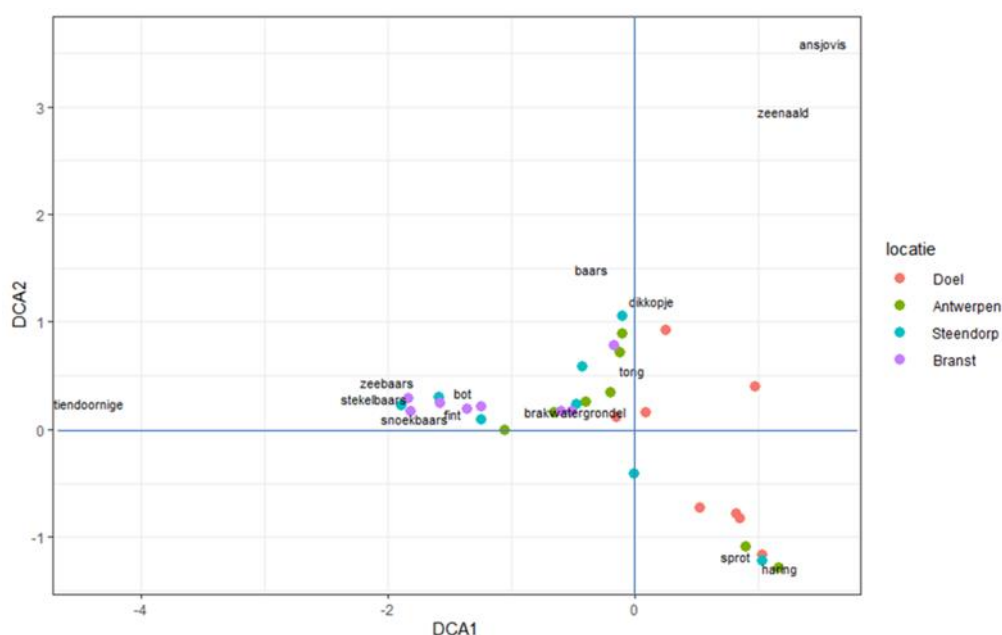
Figuur 8. DCA-ordinatie van de vangsten in het voorjaar ($n=32$) op basis van de relatieve abundantie van de 14 meest gevangen soorten (exclusief spiering) tijdens de ankerkuilcampagnes 2012-2019 op vier locaties in de Zeeschelde (eigenwaarden eerste en tweede as 0,70 en 0,29).

In figuur 8 kunnen we op de horizontale as een saliniteitgradiënt waarnemen. Doel en Antwerpen liggen links in de brakke zone en werden daar gepositioneerd ten gevolge van de hoge relatieve aantallen haring, tong, sprout, zeebaars, kleine zeenaald en steenbolk. Steendorp en Branst zijn meer rechts en verspreid in de figuur gesitueerd.



3.2.2.2.2 Zomer 2012-2019

Voor de zomervangsten analyseren we de 14 meest gevangen soorten, zonder spiering (Figuur 9). Immers op alle locaties waren in de zomervangsten, voor de periode 2012-2019 spiering en brakwatergrondel de meest gevangen soorten. Ook hier kan in de figuur een saliniteitsgradiënt waargenomen worden. Doel is volledig rechts geprojecteerd, in het midden liggen Antwerpen en Steendorp, Branst ligt volledig links. De overlap links, tussen Antwerpen en Doel, is het gevolg van de hoge relatieve aantallen haring in 2013 gevangen in Antwerpen. In Steendorp werd toen ook een hoger relatief aantal haringen gevangen in vergelijking met de andere zomercampagnes. De hoge relatieve aantallen brakwatergrondel in verschillende locaties groeperen ook verschillende locaties voor bepaalde jaren.

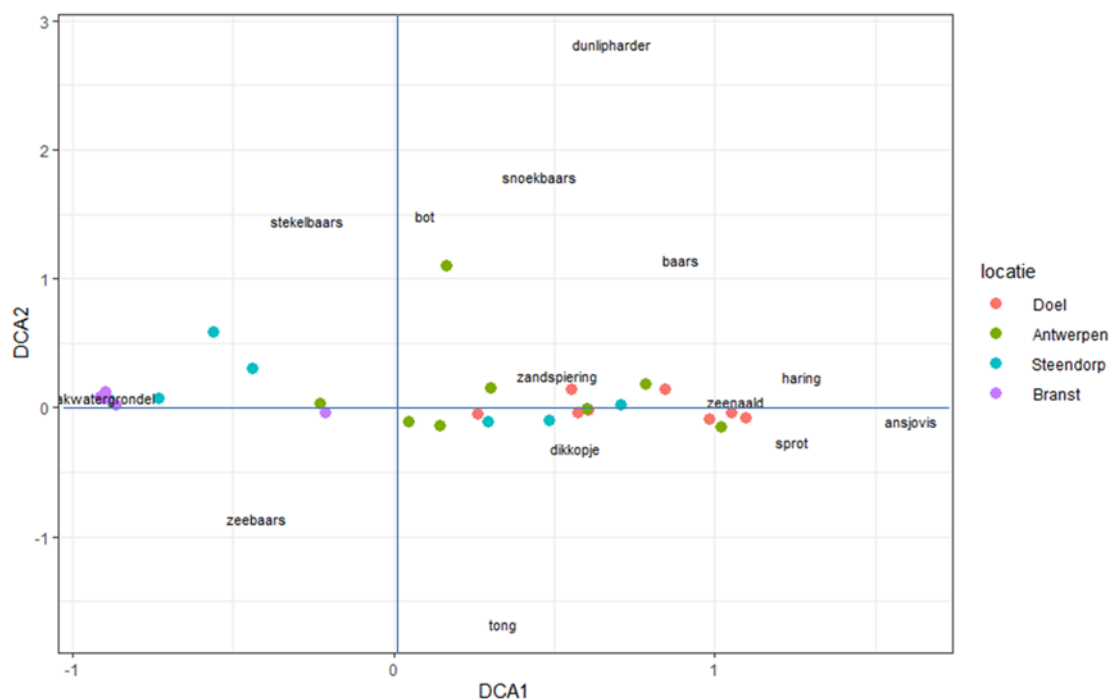


Figuur 9. DCA-ordinatie van de vangsten in de zomer (n= 32) op basis van de relatieve abundantie van de 14 meest gevangen soorten (exclusief spiering) tijdens de ankerkuilcampagnes 2012-2019 op vier locaties in de Zeeschelde (eigenwaarden eerste en tweede as 0,54 en 0,16).

3.2.2.2.3 Najaar 2012-2019

Voor de najaarsvangsten analyseren we opnieuw de 14 meest gevangen soorten, zonder spiering (Figuur 10).

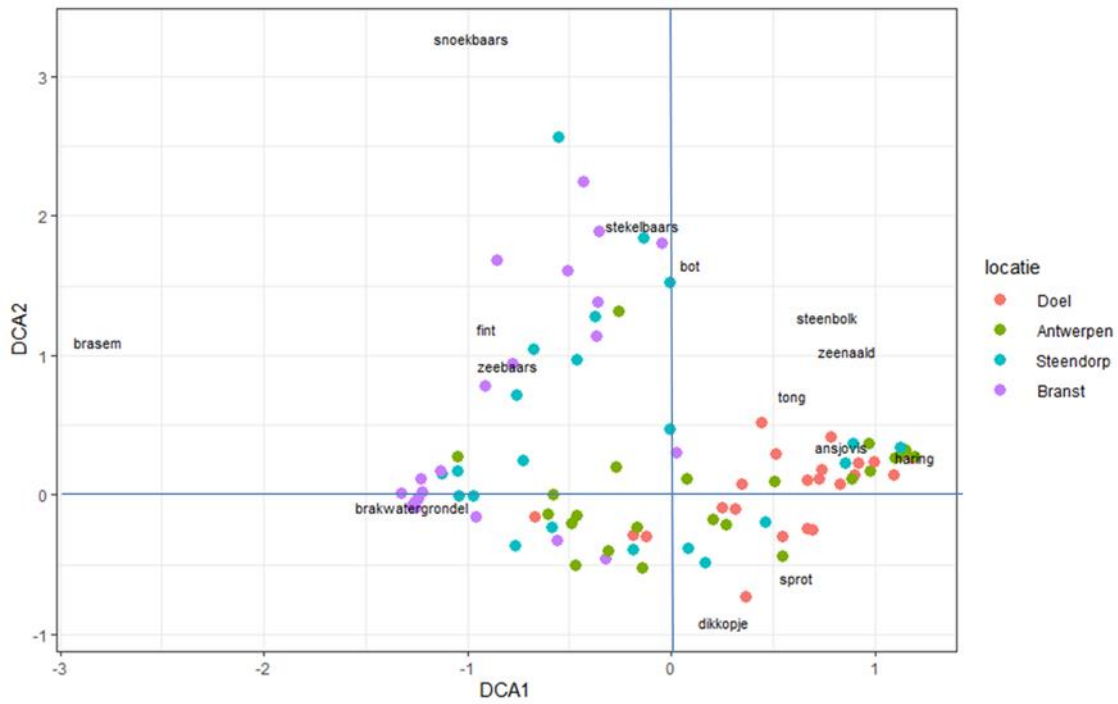
In het najaar kan men geen zeer duidelijke saliniteitsgradiënt waarnemen.



Figuur 10. DCA-ordinatie van de vangsten in het najaar (n= 32) op basis van de relatieve abundantie van de 13 meest gevangen soorten (exclusief spiering en brakwatergrondel) tijdens de ankerkuilcampagnes 2012-2019 op vier locaties in de Zeeschelde (eigenwaarden eerste en tweede as 0,70 en 0,29).

We herhalen de DCA analyse met de 14 meest gevangen soorten (zonder spiering) om de invloed van de locatie (saliniteit) aan te tonen, gebruik makend van alle data (n=96) (Figuur 11).

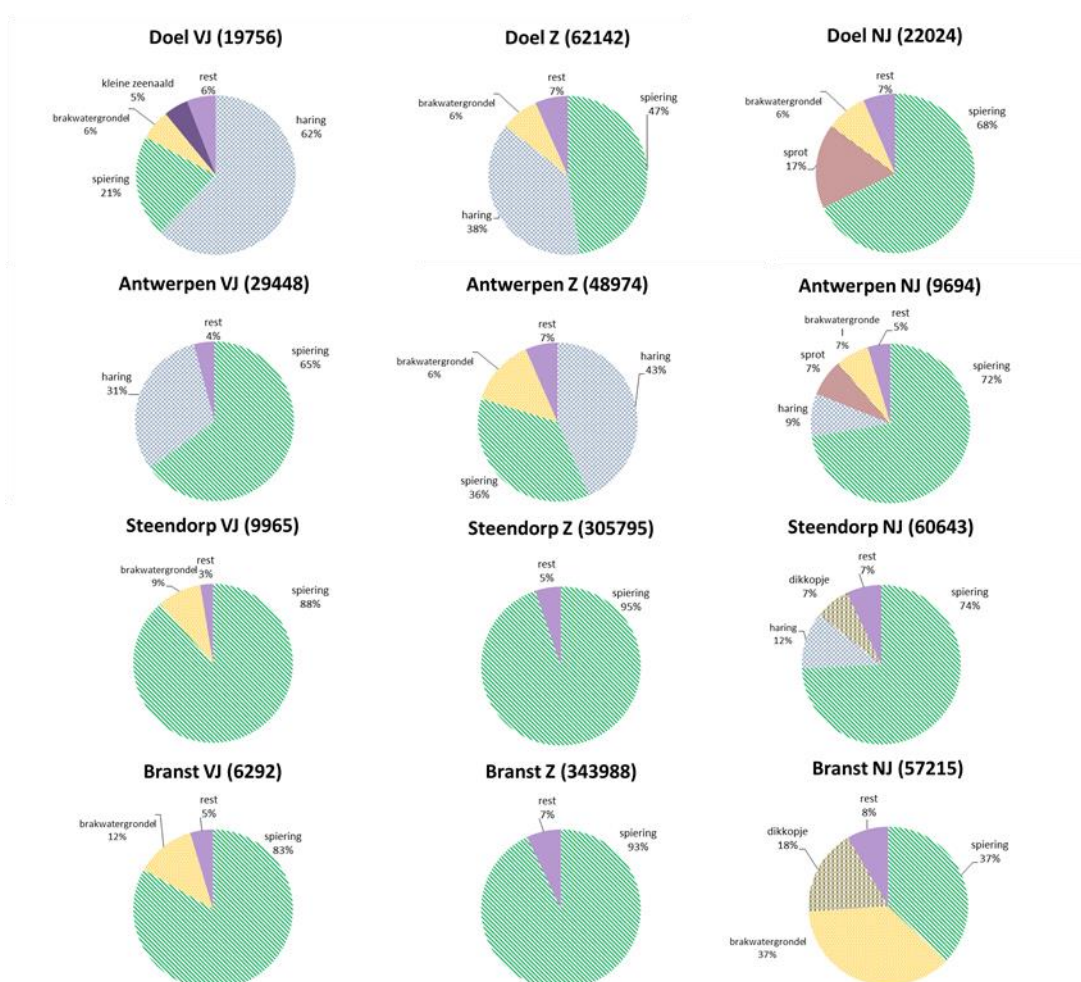
Er is een duidelijke saliniteitsgradiënt aanwezig. Doel (mesohaliene zone) ligt hoofdzakelijk rechts in de figuur. Antwerpen (oligohaliene zone) is in het midden gepositioneerd. Steendorp, meer stroomopwaarts gelegen, ligt dicht bij Branst (zoetwaterzone). Overlapping rechts in de figuur is het gevolg van hoge haringvangsten en links van de hoge brakwatergrondelvangsten. In bijlage illustreren we met DCA per locatie het belang van de seizoenale variatie (Figuren a,b,c en d).



Figuur 11. DCA-ordinatie van de vangsten (n= 96) in functie van de vangstlocaties, op basis van de relatieve abundantie van de 14 meest gevangen soorten (exclusief spiering) tijdens de ankerkuilcampagnes in de periode 2012-2019 in het voorjaar, de zomer en het najaar op vier locaties in de Zeeschelde (eigenwaarden eerste en tweede as 0,64 en 0,38).

3.2.2.3 Relatieve abundantie en biomassa in 2019

Als we alle vangstgegevens van 2019, inclusief spiering, analyseren dan blijkt de relatieve soortenabundantie seizoenaal te verschillen (Figuren 12 en 13). Soorten met een relatieve bijdrage kleiner dan 5% worden als rest samengenomen.

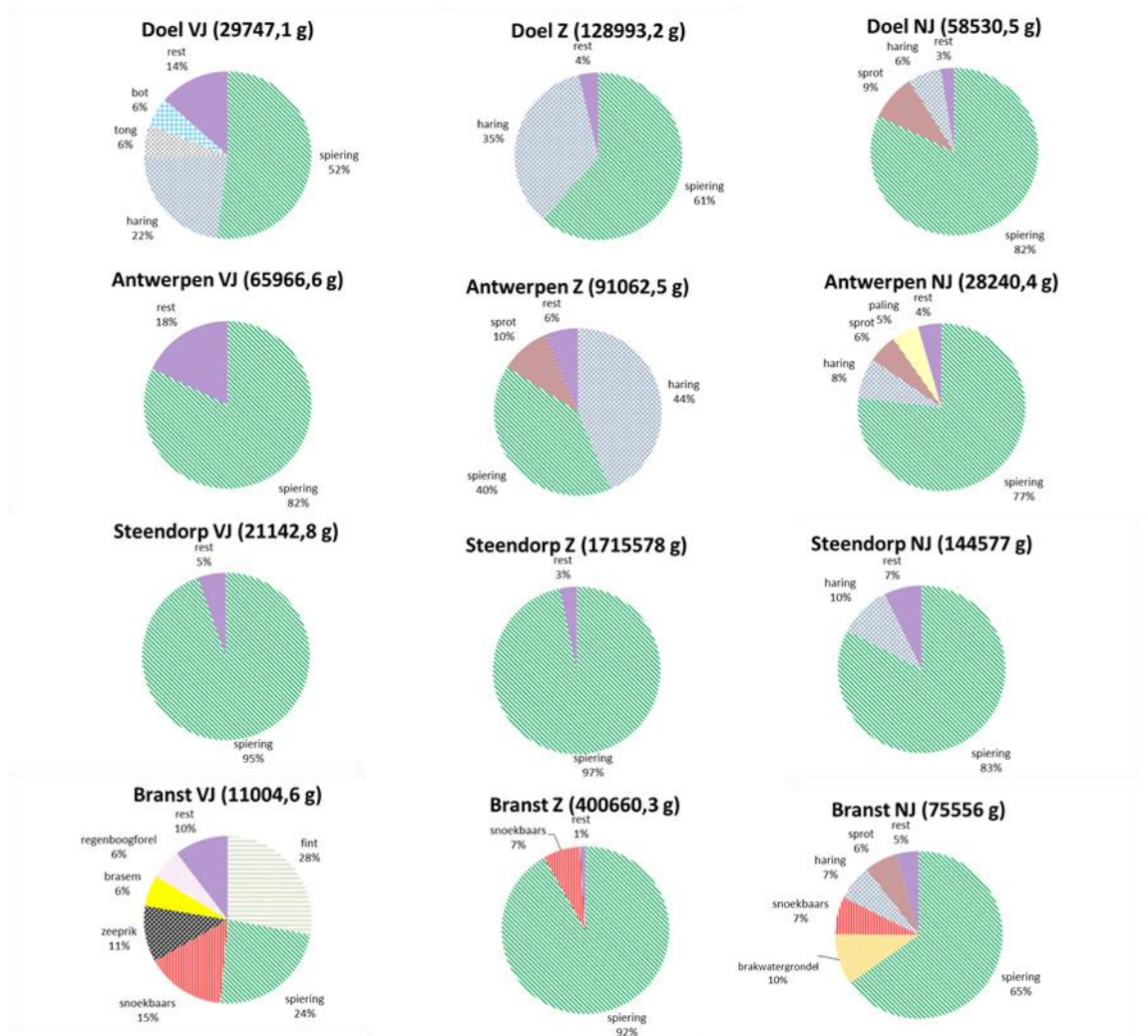


Figuur 12. Het relatief aantal gevangen individuen in de Zeeschelde tijdens de ankerkuilcampagnes in het voorjaar (VJ), de zomer (Z) en het najaar (NJ) van 2019. Boven elke grafiek staat naast de locatie tussen haakjes het aantal gevangen vissen.

In het voorjaar van 2019 ving we in Doel vooral haring. Dat was ook zo in het voorjaar van 2018. In de zomer nam het aandeel haring in Doel af en steeg het relatieve aantal spiering. In het najaar nam het aandeel spiering nog toe. Ook het relatief aantal sprot nam toe en haring werd in het najaar meer stroomopwaarts gevangen. Het relatief aantal haring was ook nog groot in het voorjaar en de zomer in Antwerpen. Verder zien we een volledige dominantie van spiering. Het overwicht van grondels vastgesteld in het voorjaar van 2018 is niet terug te



vinden in 2019. Enkel in Branst in het najaar was het relatief aantal brakwatergrondels en dikkopjes groot.

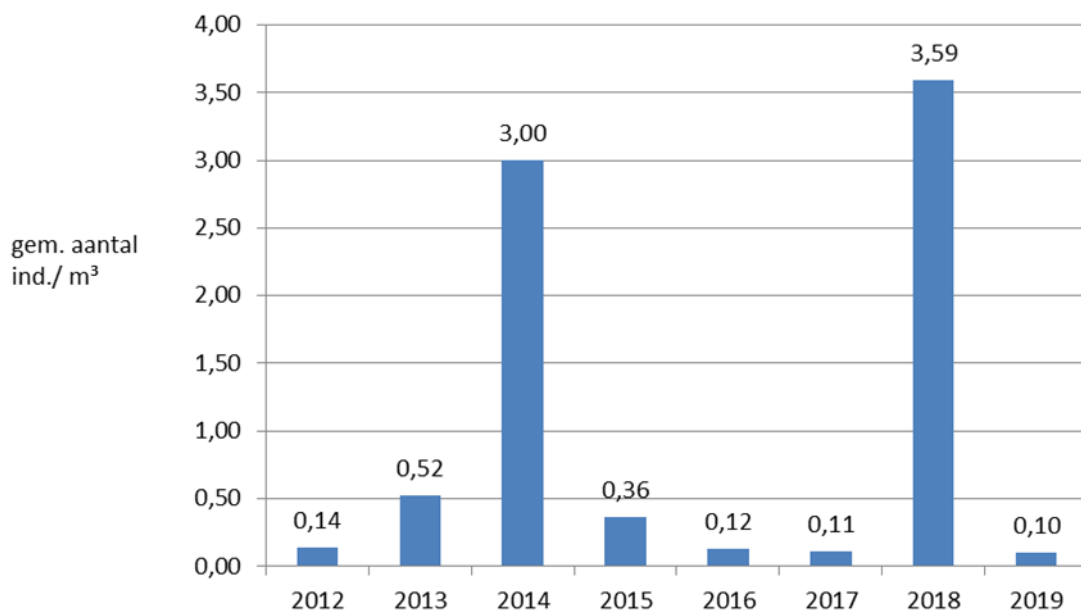


Figuur 13. De relatieve biomassa van de vangsten in de Zeeschelde tijdens de ankerkuilcampagnes in het voorjaar (VJ), de zomer (Z) en het najaar (NJ) van 2019. Boven elke grafiek staat naast de locatie tussen haakjes het totaal gewicht.

De relatieve biomassa van de verschillende soorten varieert zowel seizoenaal als spatiaal. Op enkele uitzonderingen na is het leeuwendeel van de biomassa steeds spiering. De relatieve biomassa fint domineerde wel in Branst in het voorjaar. Haring dong ook soms nog mee naar de troon in de zomer ter hoogte van Doel en Antwerpen.

3.2.3 Evolutie in densiteit en biomassa van de vangsten tussen 2012 en 2019

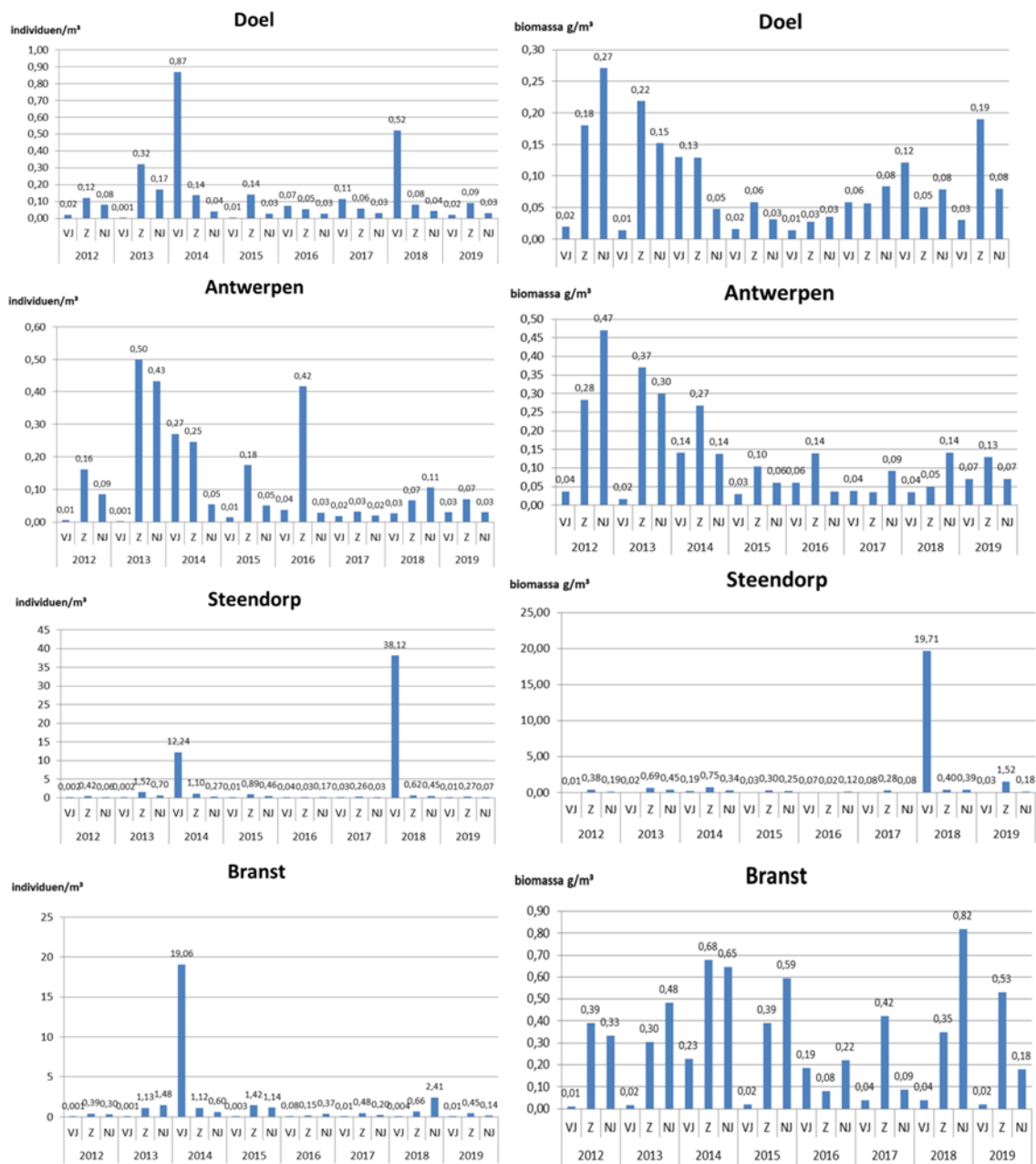
Het gemiddeld aantal gevangen individuen per volume water dat door het net stroomde nam toe van 2012 tot 2014 (Figuur 14). Dat heeft vooral te maken met de toename van spiering. In 2015 was het aantal gevangen individuen per m³ water veel lager dan in 2014. Dit was het gevolg van de zeer lage vangstaantallen in het voorjaar (Figuur 15). In 2016 was het gemiddeld aantal gevangen individuen nog lager dan in 2015. Er werden minder spieringen gevangen. Deze dalende trend zette zich ook voort in 2017. In het voorjaar van 2017 ving we gemiddeld minder individuen dan in 2016. In de zomer waren de vangstaantallen per m³ iets hoger dan in 2016. Ook in het najaar van 2017 waren de vangsten per m³ lager dan in het najaar van vorige campagnes. In 2018 steeg het aantal individuen gevangen per m³ vooral door de zeer hoge grondel vangsten. In 2019 daalde het aantal individuen gevangen per m³ tot de laagste waarde ooit sinds de campagnes zijn gestart.



Figuur 14. Gemiddeld aantal individuen per m³ water gevangen in de Zeeschelde in de periode 2012-2019.

Het aantal individuen gevangen per m³ over alle seizoenen heen, voor de periode 2012-2019, is laag in Doel en Antwerpen (respectievelijk 0,13 en 0,12 ind./m³). Gemiddeld ving we in de periode 2012-2019 2,4 individuen per m³ in Steendorp en 1,3 per m³ in Branst.

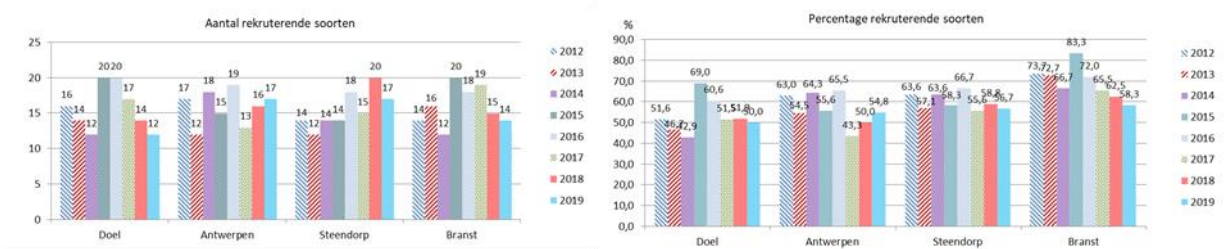
Over de jaren heen, in de periode 2012-2019, werd de hoogste biomassa (per m³) gevangen in Steendorp (1,1 g/m³) en Branst (0,3 g/m³). In Antwerpen vingen we 0,13 g/m³ en 0,09 g/m³ in Doel.



Figuur 15. Aantal individuen per m³ (links) en biomassa (g/m³, rechts) gevangen met ankerkuil in de verschillende seizoenen per locatie in de Zeeschelde in de periode 2012-2019 (VJ= voorjaar, Z= zomer, NJ= najaar).

3.3 REKRUTERING EN KRAAMKAMERFUNCTIE

Het rekruteringssucces voor die soorten die zich in de Zeeschelde kunnen voortplanten bepalen we op basis van lengtefrequentieverdelingen (zie ook verder in hoofdstuk 3.6). De aanwezigheid van verschillende lengteklassen, van klein tot groot, duidt op een geslaagde rekrutering.

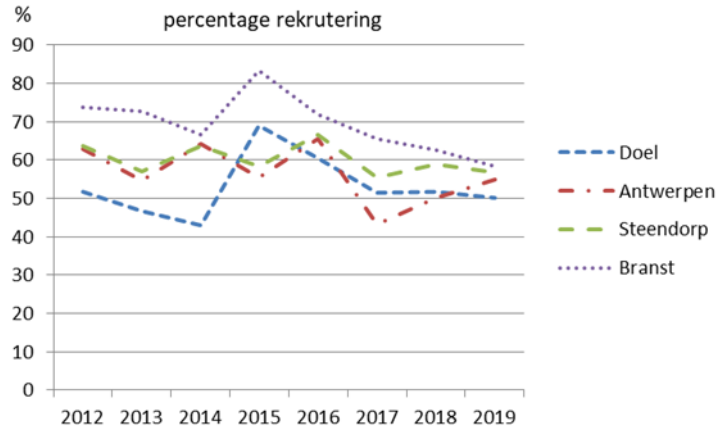


Figuur 16. Het aantal (links) en percentage (rechts) rekruterende soorten per locatie in de Zeeschelde op basis van ankerkuilvangsten (2012-2019).

Het aantal rekruterende soorten varieert sterk van jaar tot jaar (Figuur 16). Het percentage rekruterende soorten wordt berekend op basis van het totaal aantal gevangen soorten per locatie, dus inclusief deze die de Zeeschelde niet als paaihabitat (kunnen) gebruiken.

De Zeeschelde wordt door een veertigtal vissoorten als opgroeigebied gebruikt en een dertigtal daarvan plant zich daarnaast ook effectief voort in het estuarium (Tabel e in bijlage).

In Doel hebben we meer mariene soorten die zich niet voortplanten in het estuarium. Ze gebruiken de mesohaliene zone als opgroeigebied of zijn als dwaalgast aanwezig. Ook in Antwerpen vinden we nog een redelijk aantal niet-estuariene soorten. Verder stroomopwaarts, in de oligohaliene zone en in de zoetwaterzone, domineren de zoetwatervissen en diadrome soorten zoals spiering en fint. Deze soorten planten zich bijna allemaal voort in het estuarium. Dat verklaart het stijgende rekruteringspercentage in stroomopwaartse richting (Figuur 16 rechts). Vanaf 2015 daalt het percentage rekruterende soorten in Branst (Figuur 17). Ook in Doel zien we een sterke daling vanaf 2015 om vanaf 2017 redelijk stabiel te blijven. In Antwerpen steeg het percentage rekruterende soorten ten opzichte van 2017. In Steendorp zien we ten opzichte van het percentage in 2018 een kleine daling in 2019.



Figuur 17. Het percentage rekruterende soorten per locatie in de Zeeschelde op basis van ankerkuilvangsten (2012-2019).

We berekenden op basis van de lengtes van 25 vissoorten het percentage juveniele en adulte individuen in het voorjaar, de zomer en het najaar (Tabel 8). De gehanteerde lengtes voor het onderscheid juveniel adult staan in Tabel f in bijlage. De lengtes werden bepaald op basis van de dieetschift die uit tal van literatuur en Fishbase werden gehaald. Het percentage juveniele individuen per soort verschilt voor vele soorten van seizoen tot seizoen. Sommige soorten komen enkel als juveniel in de Zeeschelde voor zoals baars, zeebaars, tong, rivierprik en steenbolk. Fint komt als adult voor in het voorjaar en in de zomer vingen we enkel juvenielen. Dunlipharder toont een zelfde patroon: adulten in het voorjaar en juvenielen in het najaar. Grote zeenaald werd enkel als adult gevangen.

Tabel 8. Het percentage juveniele en adulte individuen gevangen in het voorjaar, de zomer en het najaar van 2019 met ankerkuil op vier locaties in de Zeeschelde. Cursief: < 5 individuen gemeten.

	voorjaar		zomer		najaar	
	juveniel	adult	juveniel	adult	juveniel	adult
ansjovis		100			94,7	5,3
baars	100		100			100
blankvoorn		100	25	75		
blauwbandgrondel	33,4	66,6	50	50	100	
bot	90,1	9,9	99,7	0,3	100	
brasem	74,3	25,7	83,3	16,7		
driedoornige stekelbaars		100	96,1	3,9	2,2	97,8
dunlipharder		100			100	
fint		100	100			
grote zeenaald		100		100		100
haring	99,9	0,1	100		100	
kleine zeenaald	77	23	99,7	0,3	76,5	23,5
kolblei			100		66,6	33,4
paling	100		80	20	36,4	63,6
rivierprik		100				100
snoekbaars	75	25	99,7	0,3	92,9	7,1
spiering	99,3	0,7	96,9	3,1	98,9	1,1
sprot	98,7	1,3	99,9	0,1	99,96	0,04
steenbolk	25	75	100		100	
tong	98	2	100		100	
zandspiering	87	13			91,7	8,3
zeebaars	98,6	1,4	100		100	
zwartbekgrondel		100				100

3.4 EXOTEN

In totaal vingen we voor de periode 2012-2019 negen exotische soorten: blauwbandgrondel, regenboogforel, giebel, snoekbaars, zonnebaars, zwartbekgrondel, een exemplaar van de reuzenkapiteinvis in 2016 en in het najaar van 2018 een naakte grondel (*Gobiosoma bosc*) en een 'target fish' of terapon jarbua (*Terapon jarbua*) (Figuur 18). Naakte grondel werd opnieuw in 2019 gevangen.

In de periode 2012 tot en met 2017 steeg het aantal gevangen individuen van exoten op bijna alle locaties (Tabel 9). De hoge aantallen exoten in 2016 en 2017 waren hoofdzakelijk te wijten aan het groot aantal snoekbaarzen (Breine et al., 2018). In 2019 vingen we ook nog veel snoekbaars in Branst en Steendorp (Tabel 10). Snoekbaars is een algemeen voorkomende soort in de Zeeschelde en doet het uitstekend de laatste jaren. Blauwbandgrondel werd in 2016 voornamelijk gevangen in Branst terwijl er in 2017 minder exemplaren gevangen werden. Ook in 2019 is het aantal gevangen blauwbandgrondel laag. Giebel vingen we in 2016 goed in Steendorp maar niet in Doel. In 2017 vingen we minder giebel en geen in 2018 en 2019. In 2018 vingen we opnieuw regenboogforel (voorjaar, Branst).

Tabel 9. Totaal aantal individuen van exotische vissoorten gevangen met de ankerkuil op vier locaties in de Zeeschelde (2012-2019).

Jaar	Doel	Antwerpen	Steendorp	Branst
2012	89	51	54	103
2013	36	216	165	104
2014	42	199	174	162
2015	28	344	221	799
2016	309	896	2867	2100
2017	68	990	3631	9033
2018	215	374	727	2058
2019	9	615	1270	8931

Tabel 10. Aantal met ankerkuil gevangen exotische vissoorten op vier locaties in de Zeeschelde (2019).

2019	Doel	Antwerpen	Steendorp	Branst
blauwbandgrondel	0	2	2	8
naakte grondel	0	0	1	0
regenboogforel	0	0	0	2
snoekbaars	8	612	1266	8920
zwartbekgrondel	1	1	1	1



Uit tabel 11 blijkt dat het relatief aantal exoten een stijgende trend vertoont tot in 2017. In 2018 daalde, behalve in Doel, het percentage gevangen aantal exoten. De relatieve percentages exoten stegen dan opnieuw in 2019 in Antwerpen, Steendorp en Branst. Het relatief percentage exoten gevangen in de Zeeschelde is laag.

Tabel 11. Relatieve percentages exoten met ankerkuil gevangen op vier locaties in de Zeeschelde (2012-2019).

Jaar	Doel	Antwerpen	Steendorp	Branst
2012	0,02	0,02	0,01	0,01
2013	0,01	0,02	0,01	0,01
2014	0,003	0,05	0,001	0,001
2015	0,01	0,14	0,02	0,04
2016	0,2	0,2	1,3	0,5
2017	0,03	1,4	1,1	2,1
2018	0,04	0,3	0,003	0,1
2019	0,01	0,7	0,337	2,2

3.5 SLEUTELSOORTEN

Een aantal soorten beschouwen we als sleutelsoorten in de Zeeschelde omdat ze informatie geven over een of meerdere ecologische functies van het estuarium. De diadrome sleutelsoorten zijn: fint, spiering, bot, paling en rivierprik. Ze geven informatie over het gebruik van het estuarium als migratiekanaal. Fint- en spieringvangsten geven daarenboven informatie over het gebruik van het estuarium als paaihabitat. Mariene sleutelsoorten zijn haring, zeebaars, tong en ansjovis. Hun aanwezigheid toont aan dat het estuarium als opgroeigebied (kraamkamer) wordt gebruikt. De ecologische eigenschappen van een aantal soorten worden hier kort besproken.

3.5.1 Diadrome sleutelsoorten

3.5.1.1 Eigenschappen diadrome sleutelsoorten

3.5.1.1.1 Fint

Fint is een indicator voor een goede zuurstofhuishouding. De aanwezigheid van juveniele finten toont ook aan dat het estuarium als paaiplaats geschikt is voor deze soort.

Als volwassen vis eten ze graag andere kleine vissoorten (o.a. sprot), maar tijdens de migratie naar de paaiplaats eten ze niet (Arahamian et al., 2003; CTGREF, 1979). Voedsel is dus geen beperkende factor voor hun migratie, zuurstof wel (Maes et al., 2008). Juveniele finten eten in het zoete water voornamelijk Crustacea, Mysidacea en Amphipoda (Gammariden). Eenmaal in

het brakke gedeelte voeden ze zich met larven van sprot, spiering en grondels (dikkopje, brakwatergrondel).

3.5.1.1.2 Paling

Palingen zwemmen als glasaaltjes het estuarium binnen. De aanwezigheid van paling toont aan dat het estuarium gebruikt wordt als opgroeigebied. Ook hier is zuurstof een limiterende factor voor hun aanwezigheid (Tesh, 2003). Het belang van opgeloste zuurstof varieert naargelang de lengte van de paling (Degani et al., 1989).

Paling is een alleseter die hoofdzakelijk bodemorganismen eet.

3.5.1.1.3 Bot

Bot komt zowel voor in zout-, zoet- als brakwater. Juvenielen jonger dan één jaar hebben wel een voorkeur voor zoetwater (Kerstan, 1991; Bos, 1999; Jager, 1999). De aanwezigheid van bot toont aan dat het estuarium gebruikt wordt als opgroeigebied. Bot is een platvis die in het adulte stadium op de bodem van de zee leeft. Volwassen individuen planten zich in de Noordzee voort tussen februari en mei. Een groot deel van de larven komt passief (met vloed) binnen in estuaria (Kroon, 2009). Bij te lage zuurstofconcentraties blijven ze op de bodem en migreren niet verder. De juveniele botten verblijven enkele jaren in het opgroeigebied. Na twee tot vier jaar bereiken ze het adulte stadium en zwemmen ze terug naar het zoute water.

Bot heeft een gevarieerd dieet dat bestaat uit op de bodem levende wormen, kleine kreeftjes, jonge schelpdieren, krabben en garnalen. De oudere dieren eten naast de vermelde bodemorganismen ook jonge vis (Schmidt-Luchs, 1977; Tallqvist et al., 1999; Van Emmerik & De Nie, 2006).

3.5.1.1.4 Spiering

Volwassen spieringen leven in scholen in estuaria en kustwateren. In de winter en het voorjaar zwemmen ze stroomopwaarts tot in de zoetwaterzone om er te paaien (Quigley et al., 2004). Spieringen vermijden gebieden met lage zuurstofconcentraties (Maes et al., 2007). Juveniele spiering gebruikt het estuarium ook als opgroeigebied.

De grotere spieringindividuen eten vissen zoals kleinere spiering en sprot. Larven van spiering voeden zich met zoöplankton en kleine kreeftachtigen (Rochard & Elie, 1994; Billard, 1997; Freyhof, 2013). In 3.6.1 geven we ook nog ecologische informatie van spiering.



3.5.1.1.5 Rivierprik

Rivierprik is een indicatorsoort die zeer gevoelig is voor vervuiling en lage zuurstofconcentraties (Maes et al., 2007). Volwassen individuen leven als parasiet op vissen. De lengte van de gevangen individuen (tussen 9,2 en 16,6 cm) en de periode waarin ze werden gevangen (vooral in het voorjaar) laat vermoeden dat het vooral jongvolwassen dieren zijn die richting zee trekken.

Figuur 18 geeft voor de vijf diadrome sleutelsoorten, die we in de Zeeschelde vangen, de relatieve aantallen en biomassa ten opzichte van het totaal aantal en totale biomassa gevangen vis.

3.5.1.2 Trends diadrome sleutelsoorten



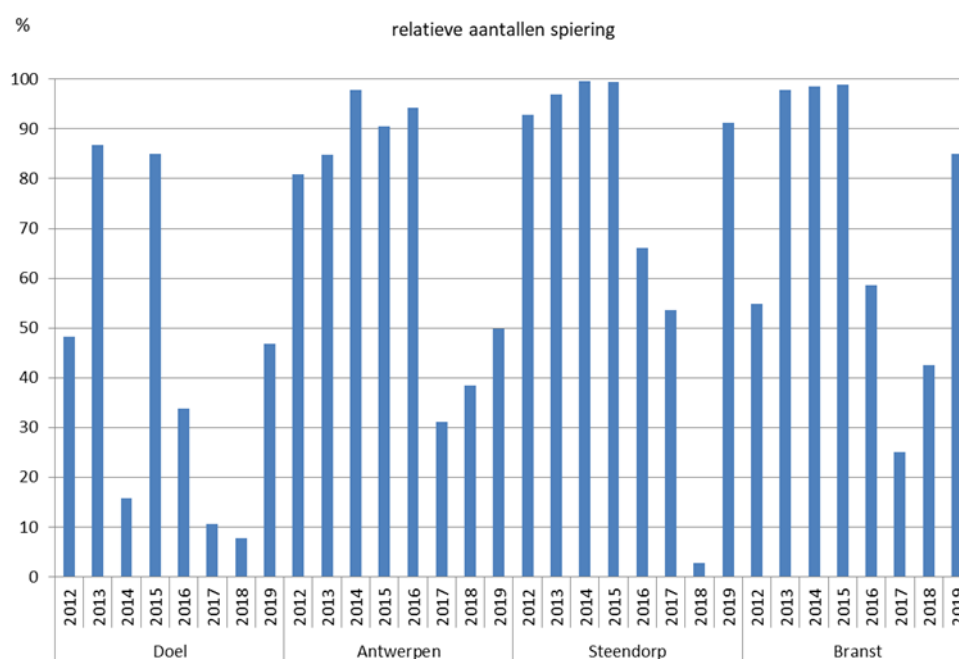
Figuur 18. Relatieve aantallen (staafdiagram) en gewichten (lijndiagram) van fint, spiering, bot, paling en rivierprik gevangen met ankerkuil in de Zeeschelde in de periode 2012-2019.

Het aantal finten varieert sterk van jaar tot jaar, zowel het aantal optrekkende adulten in het voorjaar als het aantal juvenielen in de zomer en het najaar. Er trekken ieder jaar volwassen



exemplaren het estuarium op, maar enkel in 2012, 2015, 2017, 2018 en 2019 was er sprake van succesvolle rekrutering.

Spiering wordt over het hele bemonsterde gebied, op enkele vangsten na, in hoge aantallen gevangen (zie ook Figuur 19). Hun aantallen vormen soms 99% van de totale vangst. Ook hun bijdrage tot de totale biomassa is groot. In Doel wordt steeds het laagste aantal en de laagste biomassa van spiering gevangen. In 2017 was het aandeel spiering gevangen op de verschillende locaties het laagst sinds het begin van de campagnes. Het relatief percentage steeg wel terug in 2018 behalve in Doel en Steendorp. In 2019 was spiering terug in volle glorie.



Figuur 19. Relatieve aantallen spiering gevangen met ankerkuil op de verschillende locaties in de Zeeschelde in de periode 2012-2019.

Paling wordt niet optimaal gevangen met de ankerkuil. Algemeen zijn ze talrijker in de meer stroomopwaarts gelegen locaties.

Botten komen overal voor in de Zeeschelde, maar door de selectiviteit van de toegepaste techniek worden ze ook ondermaats gevangen. Het gemiddeld relatief aantal botten was het laagst in 2014 (0,004%) en het hoogst in 2016 (0,27%). In 2019 was het relatief gemiddelde aantal botten 0,10%. Zie ook nog 3.6.4 voor extra ecologische informatie.

Rivierprik werd jaarlijks, vooral in het voorjaar, in lage aantallen gevangen (Figuur 18).

3.5.2 Mariene sleutelsoorten

3.5.2.1 Eigenschappen mariene sleutelsoorten

3.5.2.1.1 Haring

Haringen komen voornamelijk in zeewater voor maar ze zijn ook bestendig tegen lage zoutgehaltes en gedijen dus ook in brakwater (Brevé, 2007). Haringen eten bij voorkeur zoöplankton. Ze kunnen ook fytoplankton eten door het zeewater met hun kieuwzeven te filteren (Brevé, 2007). In 3.6.3 geven we nog wat extra ecologische informatie van haring.

3.5.2.1.2 Zeebaars

Zeebaars kan je in de zomer meestal langs de kust en in estuaria terugvinden. In de winter migreert de vis verder weg van de kust (Nijssen & De Groot, 1987; Pickett & Pawson, 1994). Het dieet van de zeebaars is zeer gevarieerd maar bestaat voornamelijk uit vis, schaaldieren, garnalen en weekdieren (Schmidt-Luchs, 1977). Extra informatie zie 3.6.7.

3.5.2.1.3 Ansjovis

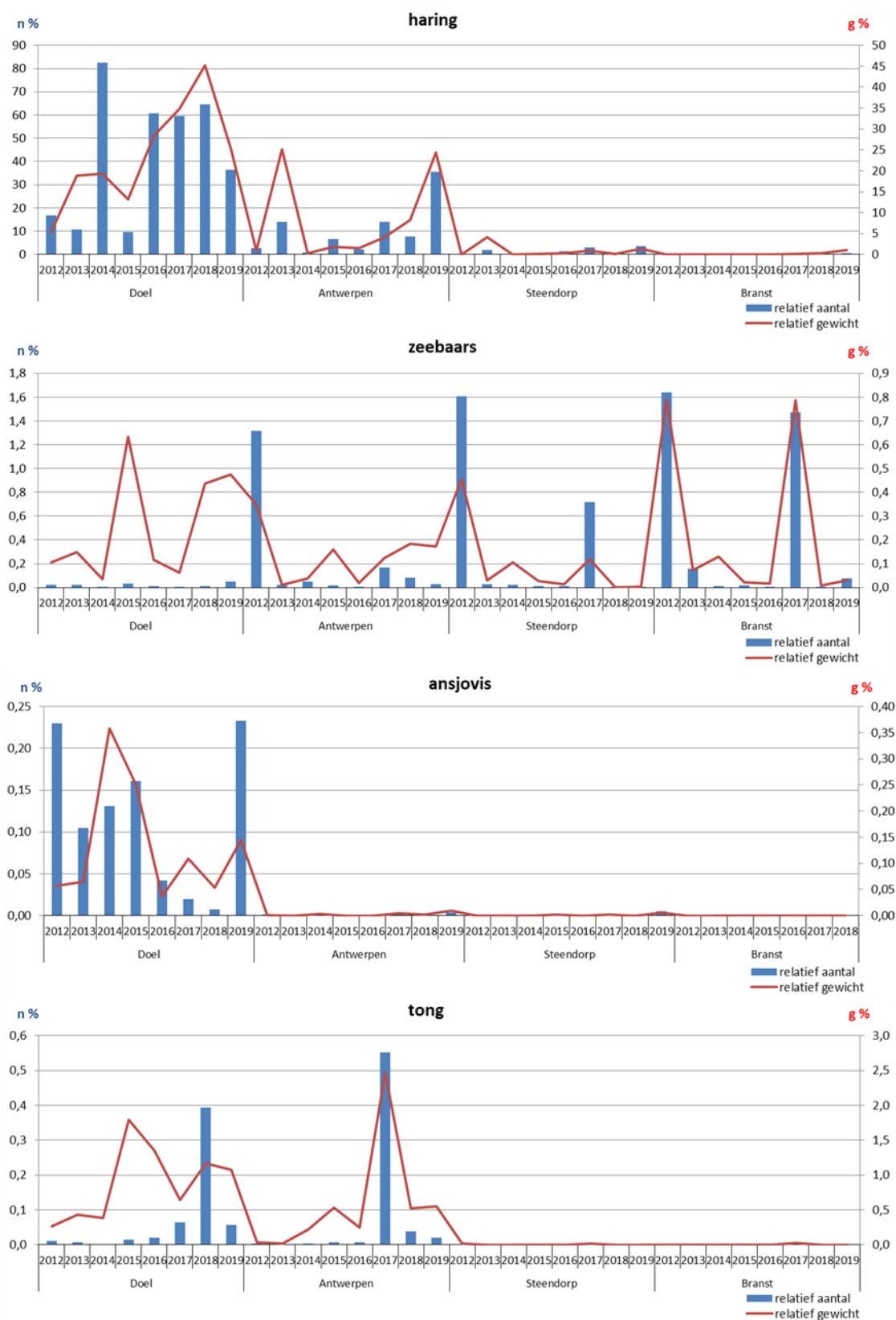
Deze mariene soort paait in de Westerschelde en dringt minder ver door in de Zeeschelde dan haring of zeebaars. Ze voeden zich voornamelijk met dierlijk plankton zoals roeipootkreeftjes.

3.5.2.1.4 Tong

Tong is een mariene soort die het estuarium als foerageergebied gebruikt. Ze dringt minder ver door in het estuarium dan haring en zeebaars. Tong voedt zich in de Zeeschelde voornamelijk met grijze garnalen die in de mesohaliene zone goed vertegenwoordigd zijn.



3.5.2.2 Trends mariene sleutelsoorten



Figuur 20. Relatieve aantallen en gewicht van haring, zeebaars, ansjovis en tong gevangen met ankerkuil op vier locaties in de Zeeschelde voor de periode 2012-2019.

Haring werd in Doel vooral in het voorjaar van 2012, 2014, 2016, 2017, 2018 en 2019 gevangen en in het voorjaar van 2012, 2015, 2016, 2017 en 2019 in Antwerpen. Het is opmerkelijk dat juveniele haring zelfs tot in Branst wordt gevangen vooral in de zomer van 2013, in het voorjaar van 2017 en in het najaar van 2019 (Figuur 20).

Zeebaars vingen we in alle locaties en hun relatieve aantallen varieerden van jaar tot jaar in de verschillende locaties (Figuur 20). Zeebaars wordt het minst gevangen in Doel en komt dus vooral verder stroomopwaarts opgroeien. De soort vertoonde sinds 2012 een dalende trend in alle locaties, maar werd dan opnieuw veel gevangen in 2017 (vooral in Branst). In 2018 vingen we minder zeebaars dan in 2017. In 2019 zien we een lichte stijging van het relatief aantal gevangen zeebaars, behalve in Antwerpen.

Tong wordt ondermaats gevangen en is vooral aanwezig in de mesohaliene zone en in mindere mate nabij Antwerpen (Figuur 20). Uitzonderlijk zwemt er een exemplaar verder stroomopwaarts. In 2013 werden de hoogste relatieve aantallen tong gevangen maar ook in 2017 werd tong goed gevangen in Doel en Antwerpen en in 2018 in Doel. In 2019 vingen we tot in Steendorp tong.

Ansjovis werd in kleine aantallen gevangen in Doel (Figuur 20). Deze soort komt meer voor in de Westerschelde (Goudswaard en Breine, 2011). Uitzonderlijk werd ansjovis gevangen in Steendorp in het najaar van 2015 en 2017. In 2019 vingen we zowel in het voorjaar als in het najaar ansjovis in Doel. In Antwerpen en Steendorp vingen we ansjovis in het najaar. In Branst vingen we nog nooit ansjovis.

Algemeen kunnen we stellen dat voedsel geen probleem is voor de sleutelsoorten. Vis en andere organismen zoals garnalen (zie 3.7 Bijvangst) zijn ruimschoots aanwezig. Zuurstof is ook geen limiterende factor meer (zie 3.1 Abiotische data).

3.6 LENGTEFREQUENTIES 2019

Lengtefrequentieverdelingen zijn belangrijk omdat ze informatie geven over de leeftijdsopbouw van de populatie van een soort. De distributie van lengtefrequenties duidt aan hoe de verschillende lengteklassen vertegenwoordigd zijn binnen een populatie. Ze kunnen ook gebruikt worden om aan te duiden of een gebied functioneert als paaiplaats of kinderkamer. We bepaalden arbitrair dat er voor het maken van een representatieve lengtefrequentieverdeling van een vissoort minimaal 30 lengtegegevens beschikbaar moeten zijn. Daarom kunnen we niet van alle in 2019 gevangen vissen lengtefrequentie histogrammen



maken. We bespreken kort enkele ecologische eigenschappen van de vissen waarvan we een lengtefrequentieverdeling hebben berekend.

3.6.1 Spiering

De spiering (*Osmerus eperlanus*, Linnaeus 1758) behoort tot de familie van de Osmeridae (Romero, 2002).

De soort is tolerant aan een zeer ruime range van saliniteit (Hutchinson & Mills, 1987). Ze komen voor in zowel estuaria, kustwater als in zee (Maitland & Lyle, 1990). Er zijn twee vormen spieringen, anadrome spiering en binnenspiering. De binnenspiering, die niet in Vlaanderen voorkomt, brengt zijn hele leven door in zoetwater (Hutchinson & Mills, 1987). De anadrome spiering leeft en voedt zich in de zee en trekt de rivieren op om te paaien (Maitland & Campbell, 1992; Freyhof, 2013).

Spieringen paaien in het voorjaar. Het exact moment wordt bepaald door de watertemperatuur en het maanlicht (Hutchinson & Mills, 1987; Maitland & Lyle, 1997). Een zeer groot aantal kleverige eitjes wordt afgezet op een substraat. De volwassen dieren migreren na het paaien terug naar de zee. De juvenielen verkieszen zoet- of brakwater om op te groeien (Freyhof, 2013).

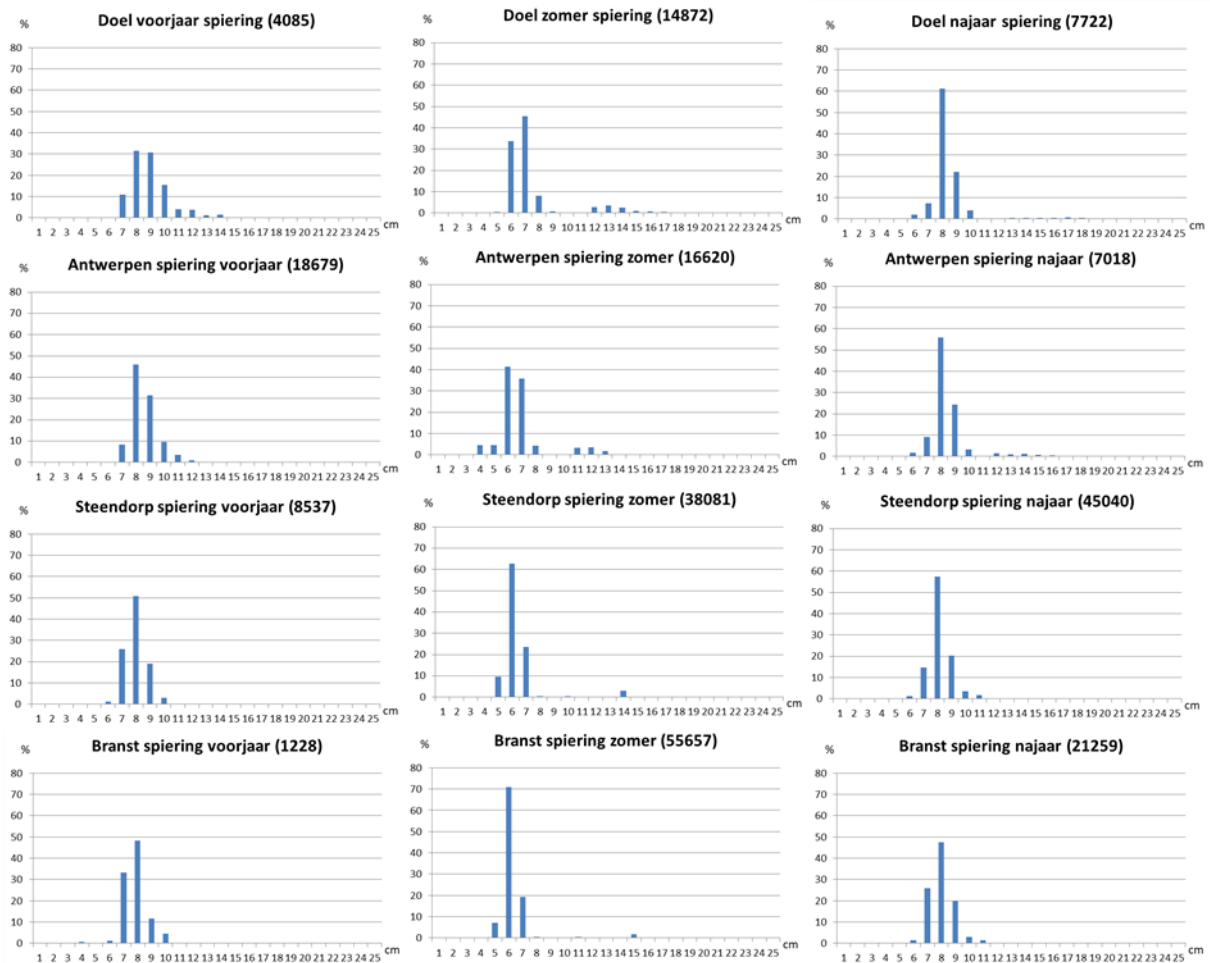
Een adulte spiering heeft gemiddeld een lengte tussen 10 en 20 cm maar uitzonderlijk kan een spiering 30 cm lang worden (Maitland & Campbell, 1992).

In het voorjaar van 2019 vingen we op alle locatie adulte spieringen maar vooral juvenielen (Figuur 21). Uit de aanwezigheid van juveniele spieringen kunnen we besluiten dat spiering tot in het zoetwatergedeelte van de Zeeschelde zwemt om er te paaien. Enkel in Branst vingen we larven (<6 cm). Het grootste exemplaar in het voorjaar werd in Doel gevangen en was 24,3 cm lang.

In de zomer vingen we voornamelijk juvenielen. Een groep tussen 5 en 7 cm bedroeg 88,6% van de totale zomervangst. Het grootste exemplaar in de zomer, in Doel gevangen, was 23,7 cm lang.

In het najaar trekken de grotere spieringen weer stroomafwaarts; de grotere lengteklassen maken bijgevolg een belangrijk deel uit van de vangsten. In Steendorp werden larfjes gevangen. De juvenielen tussen 6 en 9 cm maakten 93,1% van de totale vangst uit. De grootste spiering in het najaar mat 23 cm en werd gevangen in Doel.

Spiering gebruikt de Zeeschelde als paaigrond en opgroeigebied.



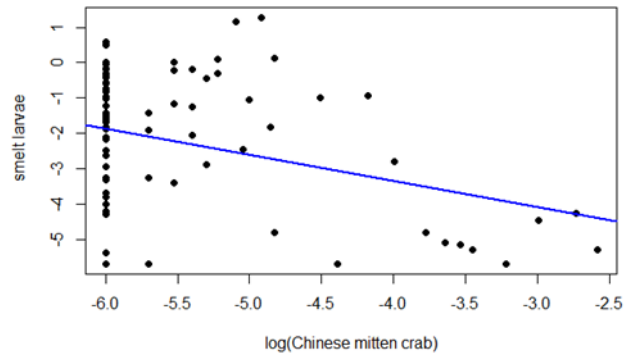
Figuur 21. Lengtefrequentieverdeling (in %) van de totale ankerkuilvangst van spiering in het voorjaar, de zomer en het najaar van 2019 op vier locaties in de Zeeschelde. Het aantal gemeten individuen staat tussen haakjes.

We gebruikten de ankerkuildata om te bepalen welke factoren de aanwezigheid van spiering in de Zeeschelde beïnvloeden. In de bijlage staan de biotische en abiotische data die gebruikt werden voor deze analyses (Tabel g). Voor de periode 2012-2019 gebruikten we het aantal spieringen per volume (m³) gevangen en deze waarden werden log getransformeerd. We maakten onderscheid tussen larven (≤6cm), juvenielen (>6 en <12,8 cm) en adulten ≥12,8 cm. Omdat er nul waarden zijn worden de biotische data getransformeerd als log(spiering larve+minimum waarde). Dat wordt toegepast voor aantal krabben, garnalen, grondels, bot (als voedsel) en snoekbaars (prooivis). Voor de abiotische data hadden we geen nul waarden en deze werden log getransformeerd (log(x)).

In een eerste stap werd op basis van een Pearson correlatie en een regressie het verband nagegaan tussen het aantal spieringen en de variabelen (hierna predictors genoemd). Gecorreleerde predictors werden uit de analyse gehaald.



Zo vonden we een negatieve correlatie tussen het aantal larven en het aantal Chinese wolhandkrabben: spiering larve $\sim -0,63 - 0,74$ wolhandkrabben, $p=0,0108$ (Figuur 22).



Figuur 22. Regressie met aantal spiering larven en aantal wolhandkrabben 2012-2019 data ankerkuil (n=91).

Volgende significante correlaties werden vastgesteld:

Volwassen $\sim -4,621 + 0,08$ (opgeloste zuurstof) ($p=0,0403$)

Juvenielen $\sim -3,38 - 0,27 \log$ (Chinese wolhandkrab) ($p=0,0108$)

Juvenielen $\sim -0,75 - 1,0372 \log$ (waterafvoer in Melle) ($p < 0,0001$)

Juvenielen $\sim -4,11 + 1,92 \log$ (gemiddelde land temperatuur) ($p=0,0154$)

Larve $\sim -6,904 + 0,307$ (gemiddelde land temperatuur) ($p < 0,0001$)

Larve $\sim -13,95 + 10,037 \log$ (gemiddelde seizoen water temperatuur) ($p=0,0006$)

Larve $\sim 6,06 - 2,794$ zwevende stof ($p=0,0204$) (data 2012-2018)

We konden geen correlaties vinden tussen larven, juvenielen en adulten van spiering onderling. Met de ankerkuildata kon geen significant model gefit worden.

3.6.2 Sprout

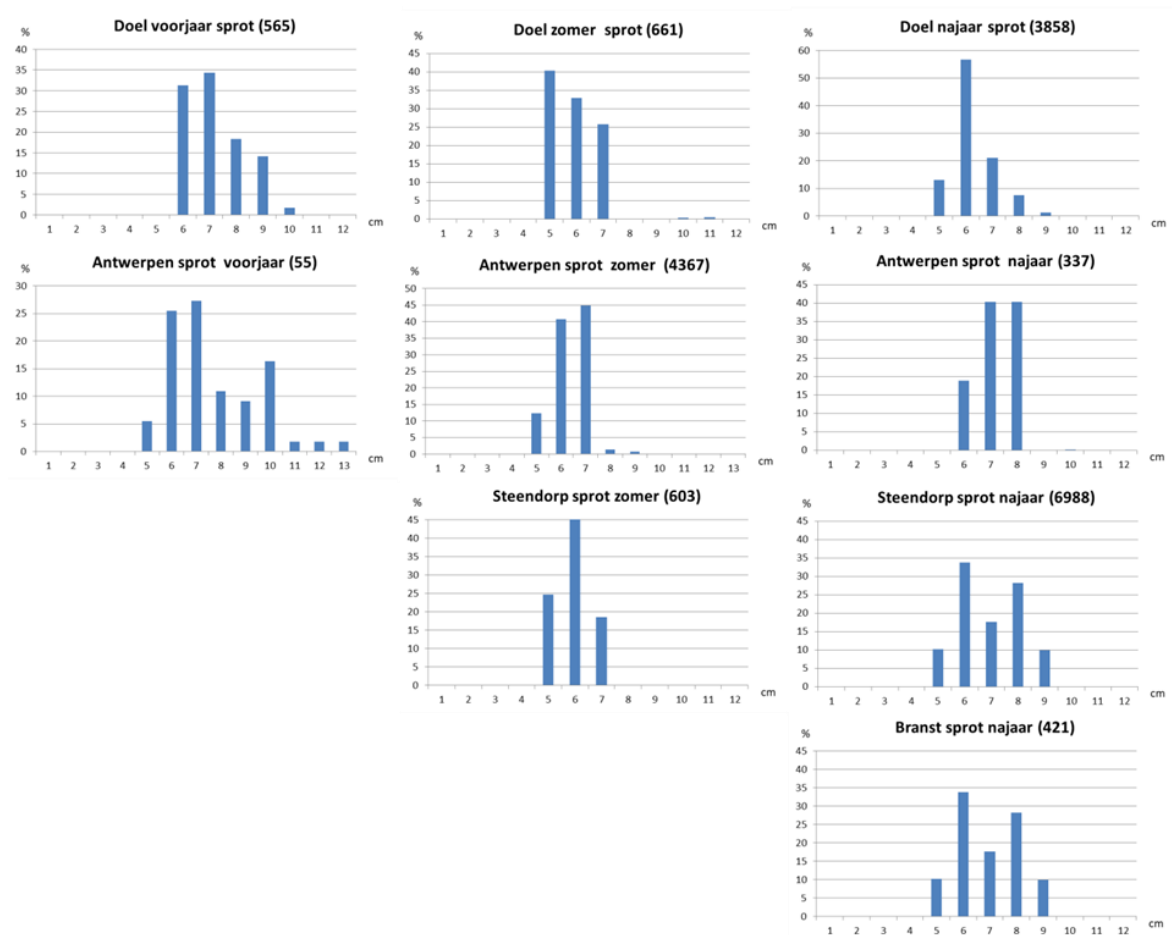
Sprotten leven in scholen in de pelagische zone en komen voor in zout- en brakwater (Flintegård, 1987; Riede, 2004). Sprotten migreren tussen de winter-voedingsgronden en zomer-paaigronden. Ze paaien van aan de kust tot in de open zee in de lente en zomer. De juvenielen drijven af naar de kust (Flintegård, 1987).

Ze voeden zich vooral met planktonische schaaldieren (Flintegård, 1987).

Sprotten hebben een gemiddelde lengte van 12 cm (Whitehead, 1985) en ze worden maximaal 6 jaar oud (Chugunova, 1959).

In 2019 vingen we met de ankerkuil geen sprot in het voorjaar in Branst en in de zomer slechts 8 individuen. In Steendorp vingen we twee sprotjes in het voorjaar. De lengtefrequentieverdeling voor de verschillende locaties staan in Figuur 23.

In het voorjaar vingen we in Doel kleine sprotjes tussen de 6 en 11 cm lang. In Antwerpen vingen we iets grotere sprot tot 13 cm. In de zomercampagne vingen we hoofdzakelijk sprot tussen de 5 en 8 cm lang. In Doel vingen we in het najaar sprotten met een lengte tussen 5 en 13 cm, met een piek bij 6 cm (Figuur 23). In Antwerpen vingen we in het najaar sprotjes met een lengte tussen 6 en 10 cm. In Steendorp en Branst varieerde de lengte van de in het najaar gevangen sprot tussen de 5 en 10 cm.



Figuur 23. Lengtefrequentieverdeling (in %) van de totale ankerkuilvangst van sprot in verschillende seizoenen van 2019 op vier locaties in de Zeeschelde. Het aantal gemeten individuen staat tussen haakjes.

We kunnen besluiten dat sprot de Zeeschelde gebruikt als opgroeigebied.

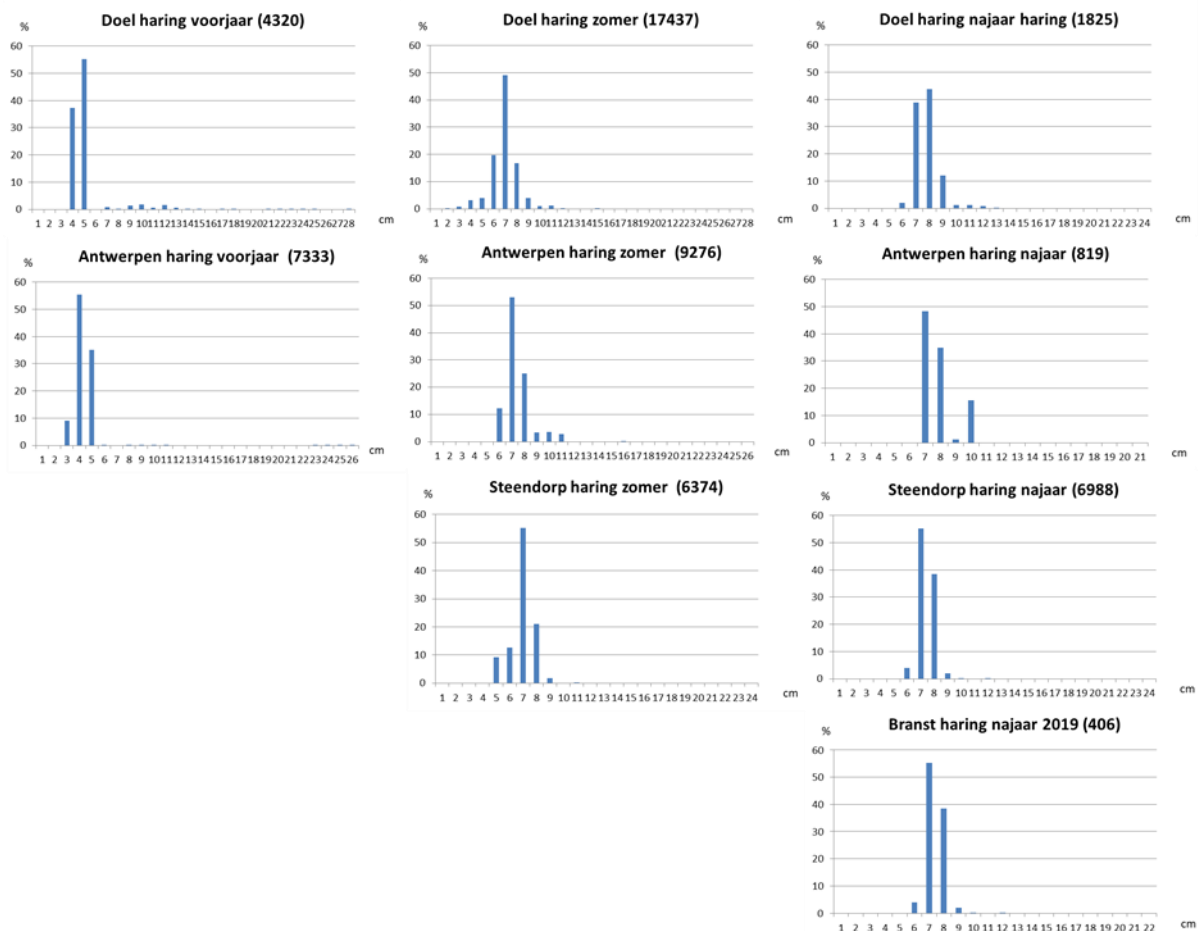


3.6.3 Haring

Haringen komen voornamelijk in zeewater voor maar ze zijn ook bestendig tegen lagere zoutgehaltenes en gedijen dus ook in brak water (Brevé, 2007). Na het uitkomen van de eieren worden de larven meegenomen door de waterstromen naar de opgroeigebieden in kustwater en estuaria (Corten, 1993; Brevé, 2007). De juveniele haringen verblijven ongeveer twee jaar in de kraamkamers. Wanneer ze in het voorjaar een lengte van ongeveer 4,8 tot 5,0 cm bereiken, verlaten ze de kraamkamer en sluiten ze zich aan bij de volwassen populatie die in het open, dieper water verblijft (Russell, 1976; MacKenzie, 1985; Brevé, 2007).

Atlantische haring kan maximum 25 jaar oud worden en een lengte van maximaal 45 cm bereiken (Bigelow et al., 1963; Corten, 2002).

Brevé (2007) stelt volgende relatie voor tussen leeftijd en lengte: 1 jaar oude haring is gemiddeld 13,4 cm; 2 jaar: 16,1 cm; 3 jaar: 24,1 cm; 4 jaar: 25,3 cm.



Figuur 24. Lengtefrequentieverdeling (in %) van de totale ankerkuilvangst van haring in de verschillende seizoenen in 2019 op vier locaties in de Zeeschelde. Het aantal gemeten individuen staat tussen haakjes.

Er werden in het voorjaar enkele volwassenen exemplaren (>20cm) gevangen. De maximale lengte was 24,5 cm in Doel en 25,9 in Antwerpen. Daarnaast vingen we in het voorjaar in deze twee locaties vooral juveniele haring (Figuur 24).

In de zomer vingen we veel juveniele haring tot in Steendorp, de meest voorkomende lengteklasse was die van 7 cm. Volwassen haringen werden niet gevangen in de zomer. Net als sprout zwom deze soort ver stroomopwaarts in 2019. Zo vingen we in Branst enkel in de zomer enkele haringen met een gemiddelde lengte van 7,5 cm.

In het najaar vingen we in Branst meer haringen waarvan de lengte varieerde tussen 5 en 12 cm. In de andere locaties vinden we ongeveer dezelfde lengtefrequentieverdeling terug in het najaar.

Er kan dus besloten worden dat de juveniele haring de Zeeschelde gebruikt als opgroeigebied.

3.6.4 Bot

De bot is een katadrome vissoort wat betekent dat de bot vanuit het zoetwater naar de zee trekt om te paaien (Van Emmerik & De Nie, 2006). Na de paai blijven de botten in de zee. De eieren en larven bewegen mee met de getijdenstroming richting de kust (Schmidt-Luchs, 1977; Jager, 1999; Muus et al., 1999).

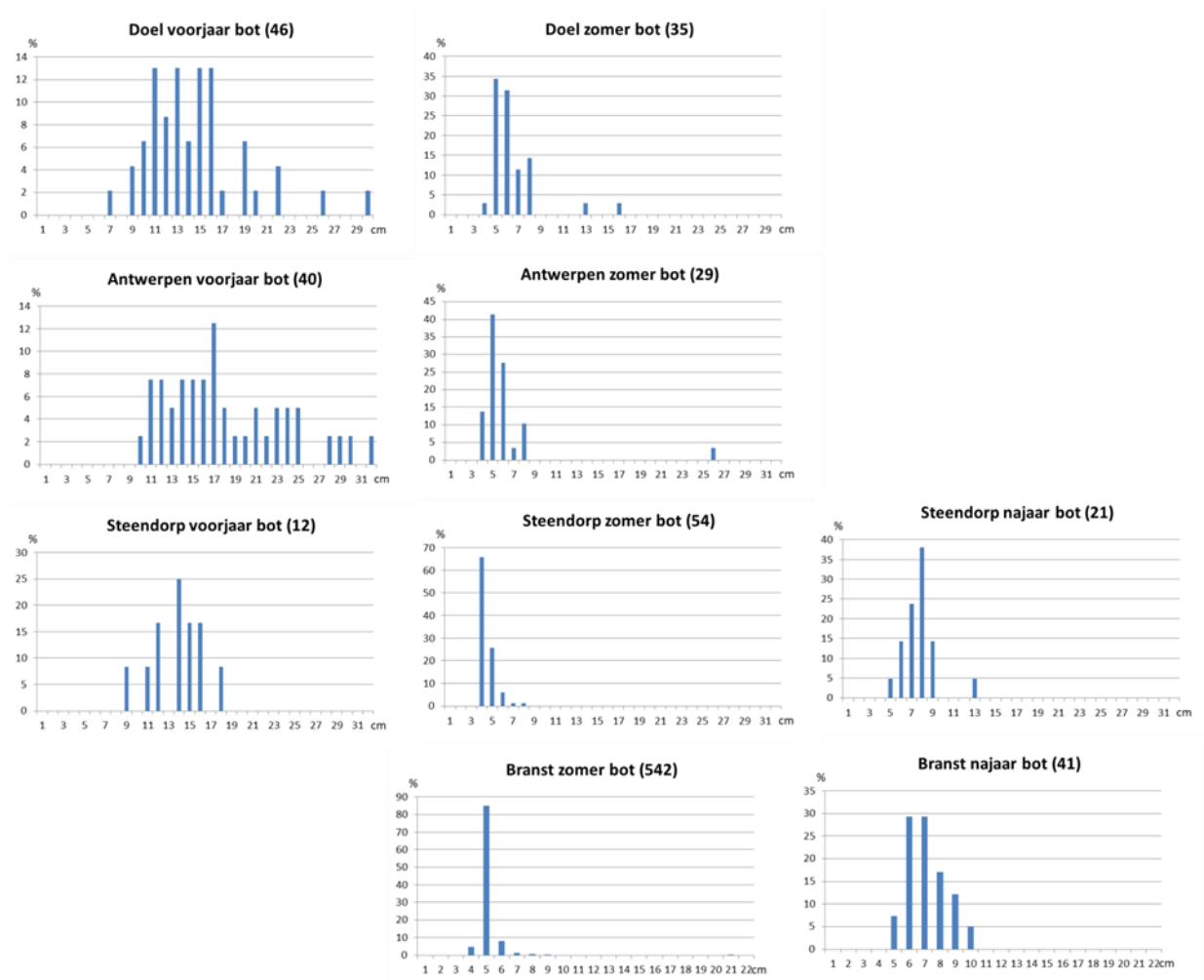
Froese & Pauly (2019) stelden volgende relatie tussen leeftijd en lengte voor: 1 jaar: 11,5 cm; 2 jaar: 18,5 cm; 3 jaar: 24 cm; 4 jaar: 29 cm; 5 jaar: 36 cm.

In Doel vingen we in het voorjaar een zeer heterogene groep bot, wat lengtes betreft (Figuur 25). We vingen, naast enkele grotere exemplaren waarvan de maximum lengte 29,4 cm was, 26% individuen tussen de 7 en 12 cm. De tweede jaargroep bevatte 56,5% van de totaalvangst in het voorjaar. In Antwerpen hebben we een gelijkaardige lengtefrequentieverdeling als in Doel in het voorjaar met enkele grotere exemplaren waarbij de grootste 31,7 cm lang was. In Steendorp vingen we in het voorjaar 12 botten tussen de 9 en 18 cm (de grootste was 17,1 cm). In Branst vingen we in het voorjaar tien botjes tussen 2,1 en 13,2 cm lengte. Grote exemplaren zoals in Doel en Antwerpen werden in Branst niet gevangen.

In de zomer hebben we op alle locaties vooral individuen tussen 4 en 7 cm gevangen. Er werden ook grotere exemplaren (>15 cm) in Doel (max. lengte 15,8 cm) en Antwerpen (max. lengte 26 cm) gevangen

In het najaar vingen we in Doel slechts twee botjes met een lengte van 6,2 en 11,8 cm. In Antwerpen vingen we zes botjes waarvan de lengte varieerde tussen 5,8 en 9,6 cm. In

Steendorp varieerde de lengte van de gevangen botjes tussen 5 en 12,1 cm, in Branst tussen de 4,7 en 9,7 cm.



Figuur 25. Lengtefrequentieverdeling (in %) van de totale ankerkuilvangst van bot in het verschillende seizoenen van 2019 op vier locaties in de Zeeschelde. Het aantal gemeten individuen staat tussen haakjes.

In de Zeeschelde komen er botten voor van verschillende lengtes. Zowel juvenielen als oudere individuen gebruiken het estuarium als opgroei- en foerageergebied.

3.6.5 Snoekbaars

Snoekbaars is een eurytope vissoort en komt bijgevolg voor in nagenoeg alle watertypen. De snoekbaars heeft wel een voorkeur voor voedselrijk, troebel water. De vis verkiest zoetwater maar kan ook sporadisch in brakwater voorkomen (Aarts, 2007).

De juveniele snoekbaars eet vooral ongewervelde dieren, muggen- en eendagsvliegenlarven. Adulte snoekbaars eet prooivis (Aarts, 2007).

In het voorjaar migreert de snoekbaars naar de ondiepe paaiplekken en in de herfst migreren ze naar de diepere overwinteringsplekken (Gobin, 1989). Ze paaien eind april, begin mei. Hierbij is een watertemperatuur van 12-15°C zeer belangrijk want de snoekbaars is warmte minnend (Willemsen, 1985 in Bakker & Schouten, 1992; Aarts, 2007).

De snoekbaars kan tot 16 jaar oud worden met een maximum lengte van 120 tot 130 cm.

Klein Breteler & de Laak (2003) onderscheiden verschillende lengteklassen: 10 cm (eerste jaar), 15 cm (tweede jaar), 28 cm (derde jaar), 40 cm (vierde jaar), 48 cm (vijfde jaar), 54 cm (zesde jaar), 59 cm (zevende jaar), 64 cm (achtste jaar). De groei van de snoekbaars is, zeker in het eerste levensjaar, zeer afhankelijk van het voedselaanbod waardoor er grote verschillen te zien zijn in de groeisnelheid in verschillende wateren (Argillier et al., 2003).

Het aantal gevangen snoekbaarzen tijdens onze campagnes steeg elk jaar tot in 2017: 108 in 2012, 368 in 2013, 569 in 2014, 1041 in 2015, 5929 in 2016 en 13707 in 2017. In 2018 daalde het aantal gevangen snoekbaarzen tot 3353 maar in 2019 vingen we 10806 individuen. Het stijgend aantal snoekbaarzen is waarschijnlijk positief gecorreleerd met het grote aanbod aan spiering in de Zeeschelde. Bij maaganalyses van enkele snoekbaarzen konden we vaststellen dat spiering het gros van het dieet uitmaakt.

In het voorjaar van 2019 vingen we geen snoekbaars in Doel, Steendorp en Antwerpen. In Branst vingen we ene groot exemplaar van 59,1 cm en drie kleinere (13,4-15 cm) (Figuur 26).

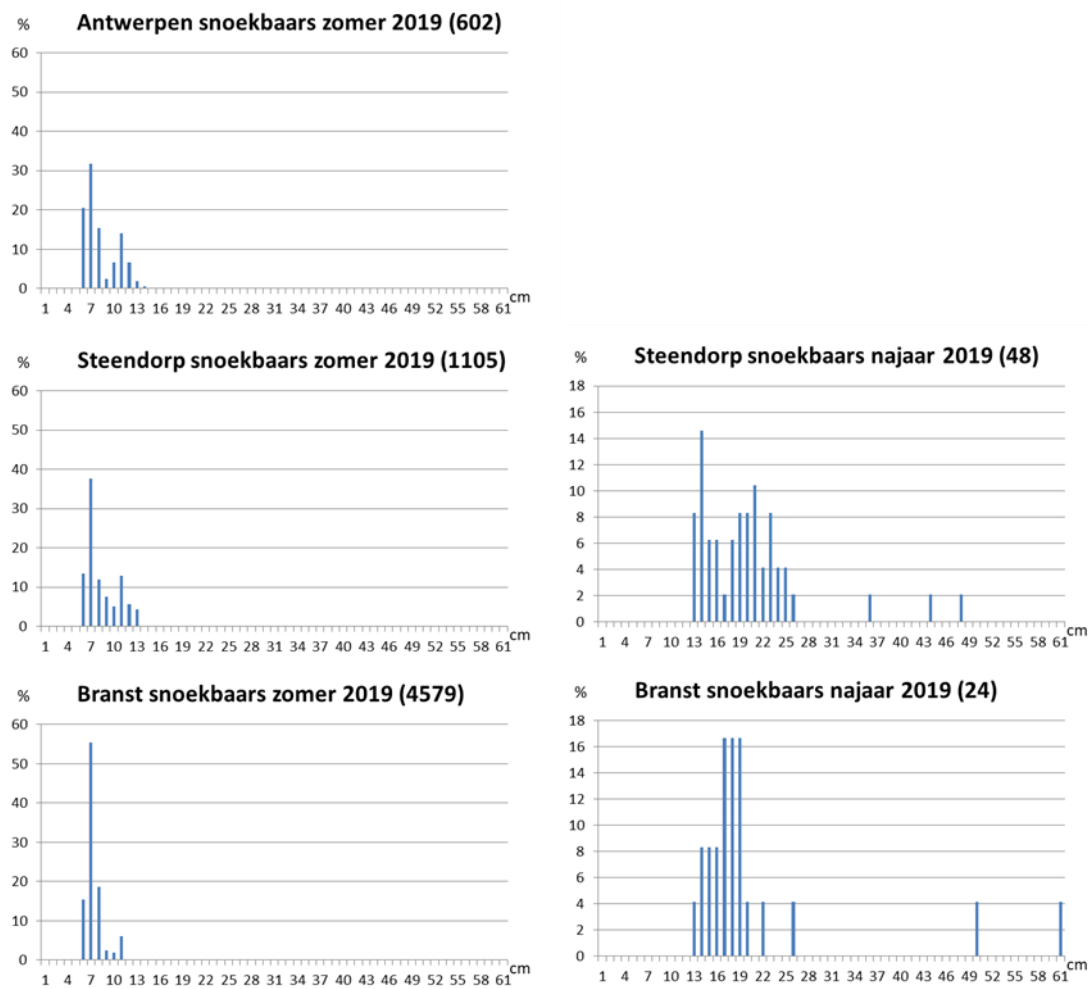
In de zomer van 2019 vingen we in Doel acht juveniele snoekbaarzen (5,8-10,8 cm).

In Antwerpen vingen we in de zomercampagne snoekbaarzen tussen de 5,5 en 17,1 cm. In Steendorp waren 70,5% van de gevangen snoekbaarzen eerste jaar individuen en 28,3% waren tweedejaars. Het grootste exemplaar was 60,3 cm. In Branst vingen we een snoekbaars van 60,2 cm lang terwijl 91,8% van de individuen eerstejaars waren.



In het najaar vingen we geen snoekbaars in Doel, in Antwerpen vingen we drie snoekbaarzen met volgende lengtes: 18,3; 18,4 en 20,7 cm. In Steendorp vingen we in het najaar tweedeaars individuen (29,1%) en derdejaars (64,5%). Daarnaast vingen we ook enkele oudere exemplaren (tot 40 cm). Ook in Branst vingen we geen eerstejaars individuen meer in het najaar. De lengtes van de gevangen snoekbaarzen varieerden tussen 12,5 en 60,3 cm. Het gros waren derdejaars individuen (70,8%).

In de Zeeschelde worden zowel juveniele als volwassen snoekbaarzen gevangen wat duidt op een succesvolle rekrutering.



Figuur 26. Lengtefrequentieverdeling (in %) van de totale ankerkuilvangst van snoekbaars in de zomer en het najaar van 2019 op drie locaties in de Zeeschelde. Het aantal gemeten individuen staat tussen haakjes.

3.6.6 Brasem

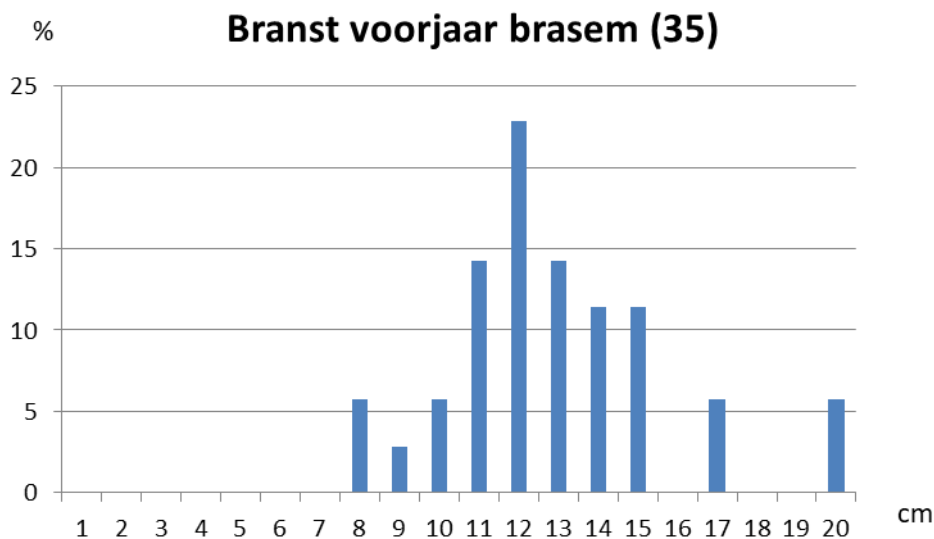
Brasem is een eurytope soort en stelt weinig specifieke eisen aan het milieu. De brasem kan zowel voorkomen in zoet- als licht brakwater (Backiel & Zawisza, 1968; Van Emmerik, 2008).

Naast bodemorganismen eet brasem ook zoöplankton en plantaardig materiaal (Backiel & Zawisza, 1968; Van Emmerik, 2008).

Brasem kan ongeveer 15 jaar oud worden (Backiel & Zawisza, 1968). De groei van brasem is sterk afhankelijk van de temperatuur en het voedselaanbod. In optimale omstandigheden bereikt de brasem in het eerste jaar een lengte van 5 tot 7 cm, na twee jaar een lengte van 20 cm, en na acht jaar een lengte van 50 cm (Van Emmerik, 2008).

In 2019 vingen we enkel in Branst brasems. Enkel in het voorjaar hebben we genoeg individuen gevangen om een representatief histogram te kunnen maken.

In Branst had de grootste groep brasems een lengte tussen 8 en 15 cm. Het grootste exemplaar was 19,3 cm lang (Figuur 27).



Figuur 27. Lengtefrequentieverdeling (in %) van de totale ankerkuilvangst van brasem in het voorjaar van 2019 in Branst in de Zeeschelde. Het aantal gemeten individuen staat tussen haakjes.

In de zomer vingen we in Branst zes brasems met lengtes tussen 4,6 en 16,1 cm. In het najaar vingen we in Branst vijf brasems variërend van 4,6 tot 16,1 cm.

Brasem gedijt vooral goed in de zoetwaterzone. Hij gebruikt deze zone als paai- en opgroeigebied.

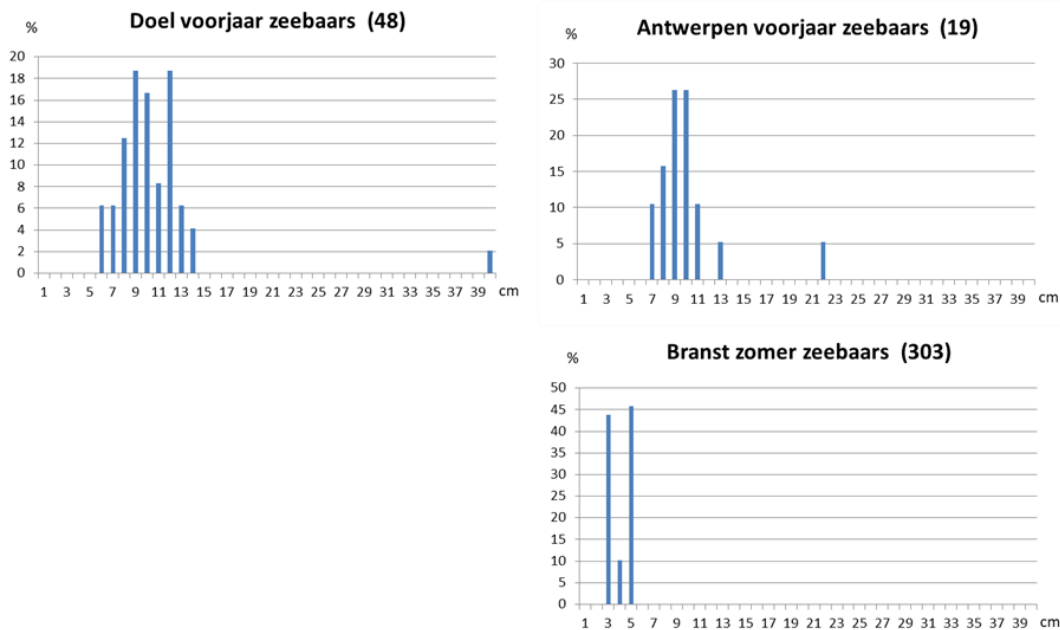


3.6.7 Zeebaars

De zeebaars paait in zee in de winter of in het voorjaar. Het water moet een temperatuur tussen 8,5 en 11°C hebben (Pawson, 1987; Reynolds, 2003; Kroon, 2007). De larven verplaatsen zich van het open water naar de kust. Na een verblijf van 2 tot 3 maand in de kustzone zwemmen ze actief naar de opgroeigebieden. Dit zijn vaak estuaria, lagunes en havens. Na een verblijf van 4 tot 5 jaar trekken ze weg naar zee (Pickett & Pawson, 1994; Kroon, 2007).

Volgens Schmidt-Luchs (1977) is de maximale lengte van de zeebaars ongeveer 100 cm. Het is een traag groeiende vis en de groeisnelheid verschilt van gebied tot gebied (Fritsch, 2005). Er worden verschillende maximale leeftijden genoemd maar volgens Pickett & Pawson (1994) kan de zeebaars 30 jaar oud worden.

In het voorjaar van 2019 ving we geen zeebaars in Branst. In Doel hadden we genoeg individuen om een representatief lengtefrequentiehistogram te maken (Figuur 28). Toch geven we ook een lengteverdeling voor Antwerpen ondanks het te lage aantal individuen. De zeebaarzen in Doel hadden een lengte variërend tussen 5,8 tot en 39,2 cm. In Antwerpen troffen we 19 zeebaarzen (6,7 tot 21,2 cm) aan. In Steendorp ving we zeven exemplaren tussen 6,7 en 11,5 cm.



Figuur 28. Lengtefrequentieverdeling (in %) van de totale ankerkuilvangst van zeebaars in het voorjaar van 2019 in Doel en in Antwerpen en in de zomer van 2019 in Branst. Het aantal gemeten individuen staat tussen haakjes.

In de zomer vingen we een zeebaars van 15,9 cm in Doel en hadden we in Antwerpen twee kleine zeebaarsjes van 4,7 en 5 cm lang. In Steendorp vingen we zes zeebaarsjes tussen 4,1 en 5,5 cm. Ook in Branst vingen we kleine zeebaarsjes tussen 2,1 en 4,5 cm (Figuur 28).

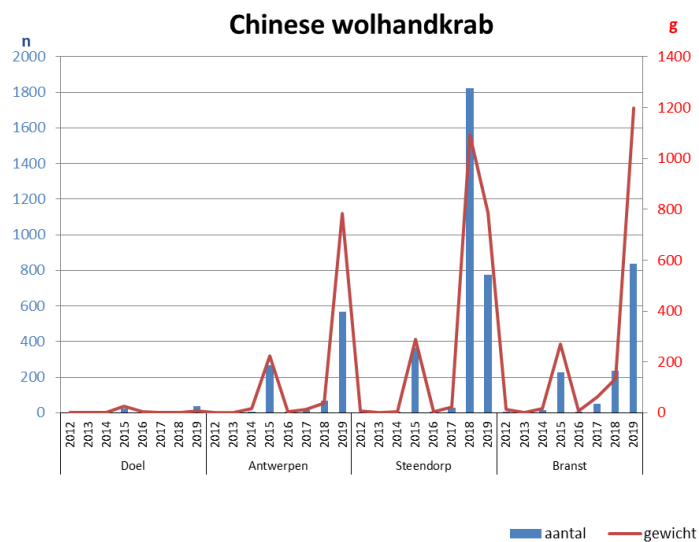
In het najaar vingen we in Doel een zeebaars van 8,3 cm lang. In Antwerpen vingen we drie exemplaren in het najaar met volgende lengtes: 4,3; 6,1 en 15,2 cm. In Steendorp haalden we drie zeebaarzen boven met lengtes 3,8; 7 en 7,7 cm. In Branst vingen we in het najaar van 2019 geen zeebaars.

Zeebaars gebruikt de Zeeschelde als opgroeigebied. Het zijn vooral jongere exemplaren die we in de Zeeschelde aantreffen.



3.7 BIJVANGSTEN (TABELLEN h EN i IN BIJLAGE)

Voor de exotische Chinese wolhandkrab geven we de werkelijke aantallen en de biomassa (in g) (Figuur 29). Deze krab is in grote aantallen aanwezig in de Zeeschelde, maar wordt ondermaats gevangen met de ankerkuil omdat ze vooral op de bodem aan de oever leven. In de periode 2012-2019 werd de soort in Doel enkel in het voorjaar van 2015, in het najaar van 2016 en in het voorjaar van 2019 gevangen. In dezelfde periode werden ze in Antwerpen meerdere jaren gevangen maar alleen in het voorjaar uitgezonderd één exemplaar in de zomer van 2019. In Steendorp ving we Chinese wolhandkrab in het voorjaar en in de zomer van 2015, in het voorjaar van 2016, 2017, 2018 en 2019. We ving ook in de zomer van 2018 en 2019 enkele Chinese wolhandkrabben in Steendorp. In Branst ving we ze vooral in het voorjaar maar ook soms in een ander seizoen. In 2019 ving we in het voorjaar veel krabben in Antwerpen, Steendorp en Branst.

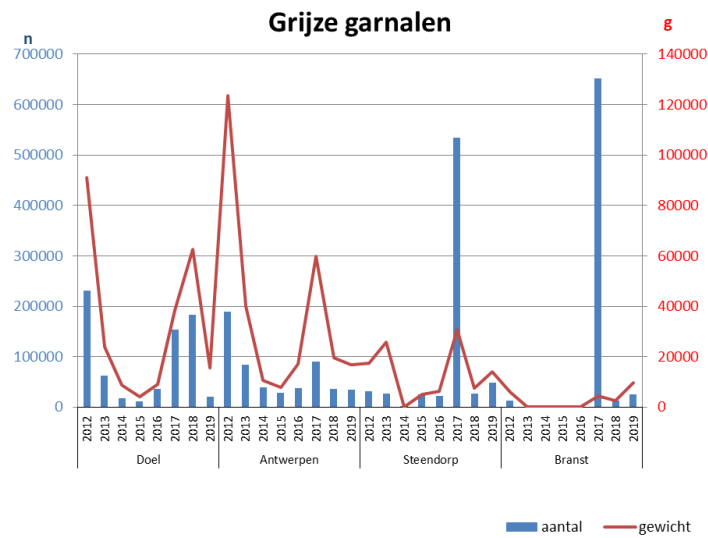


Figuur 29. Aantallen (n) en biomassa (g) van de Chinese wolhandkrab gevangen met de ankerkuil op vier locaties in de Zeeschelde in de periode 2012-2019.

Garnalen zijn een voedselbron voor talrijke vissoorten.

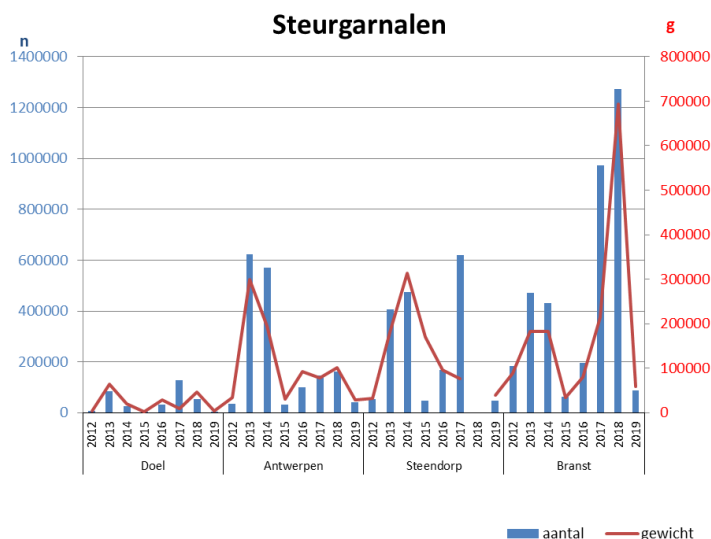
Garnalen (grijze garnaal en steurgarnaal) werden op alle locaties gevangen. Net zoals bij haring en zeebaars komt de grijze garnaal na langere periodes van droogte, verder stroomopwaarts voor. De gevangen aantallen zijn zeer variabel, van 0 tot 648280 individuen per vangst. Voor de periode 2012-2019 ving we gemiddeld 0,025 grijze garnalen per m³ in Doel en 0,022/m³ in Antwerpen. In Steendorp was het gemiddeld aantal per m³ 0,032 en 0,025 in Branst. Vooral in de zomer van 2017 werden heel veel grijze garnalen in Steendorp en Branst gevangen

(Figuur 30). In de zomer van 2018 en in het najaar van 2019 vingen we in Branst veel kleine grijze garnalen.



Figuur 30. Aantallen (n) en biomassa (g) van de grijze garnaal jaarlijks gevangen met ankerkuil op vier locaties in de Zeeschelde voor de periode 2012-2019.

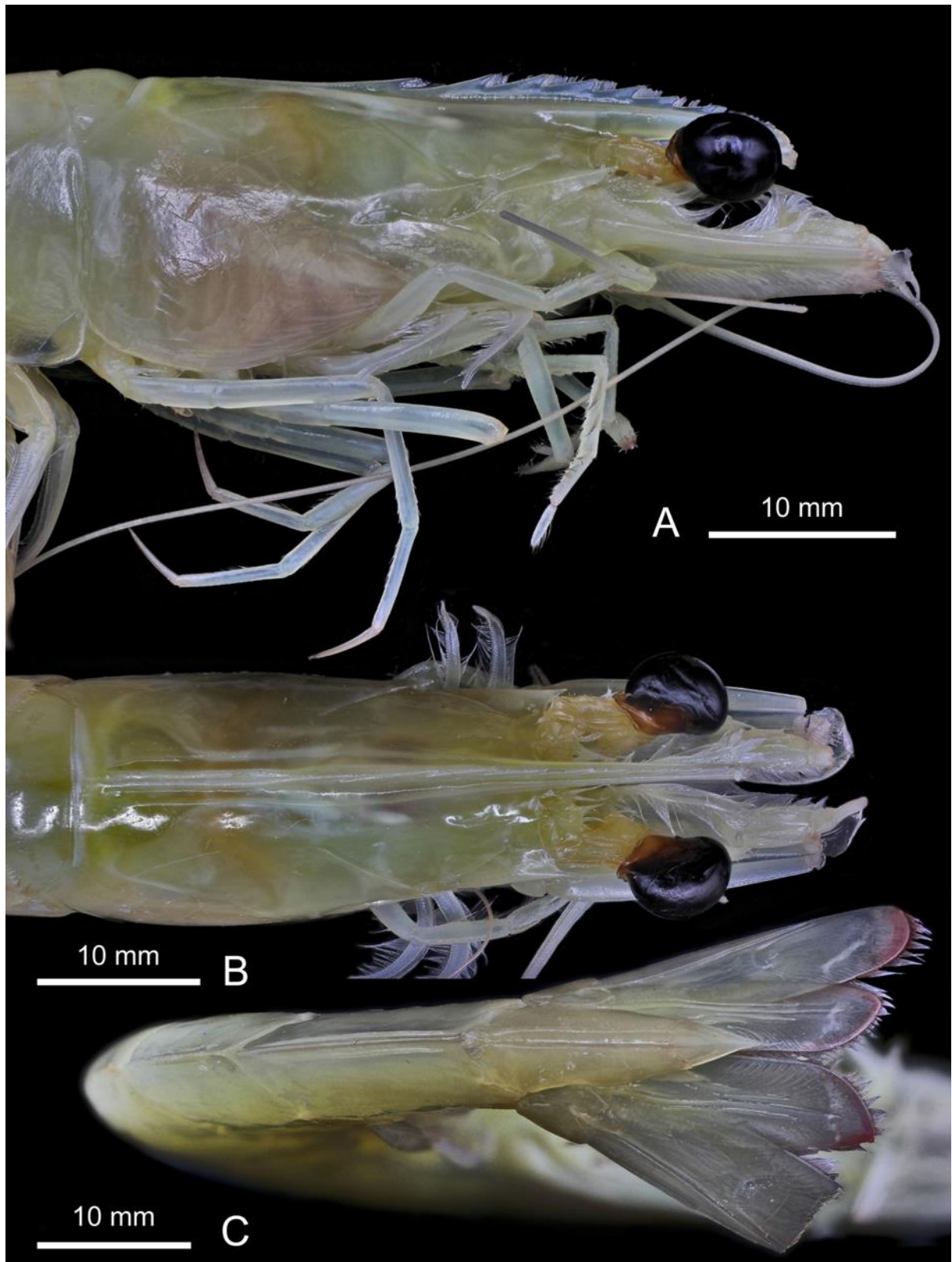
Steurgarnalen vingen we in hogere aantallen dan grijze garnalen. Het aantal gevangen individuen varieert hier ook van 0 tot extreem hoge aantallen (2.797.201.408 stuks) per trek. De laagste aantallen werden in 2012 gevangen. In Doel werden over heel de periode de laagste aantallen aangetroffen.



Figuur 31. Aantallen (n) en biomassa (g) van de steurgarnaal jaarlijks gevangen met ankerkuil op vier locaties in de Zeeschelde voor de periode 2012-2019.

Opvallend hier zijn, net als bij grijze garnaal, de zeer grote steurgarnaalvangst in de zomer van 2017 in Steendorp en Branst (Figuur 31). De grote aantallen gevangen in het voorjaar van 2018 in Steendorp zijn niet opgenomen in de figuur: het gaat om 3984,76 stuks per m³ voor een gewicht van 3048,54 g/m³.

Ter hoogte van Antwerpen vingen we in september een exotische Azteken-garnaal: *Penaeus aztecus* (Ives, 1891). De vangst van deze soort is beschreven door Soors et al. (submitted). Figuur 32 toont een afbeelding van deze exotische garnaal.



Figuur 32. A Zijdelings vooraanzicht; B boven vooraanzicht en C onder vooraanzicht van het in België gevangen *Penaeus aztecus* individu (Soors et al., submitted).



4 SAMENVATTING

Sinds 2012 volgt het INBO het visbestand in de Zeeschelde op door middel van ankerkuilvisserij. We vissen op vier locaties verspreid over de mesohaliene, de oligohaliene en de zoetwaterzone. Het vissen vindt plaats tijdens het voorjaar, de zomer en het najaar.

Met de ankerkuil vingen we in 2019 in de Zeeschelde 40 vissoorten. Dat is iets minder dan in 2017 en 2018 maar wel vergelijkbaar met het aantal soorten jaarlijks gevangen in de periode 2012-2016. Ten opzichte van 2018 vingen we meer soorten in het voorjaar van 2019. In de zomer en het najaar van 2019 vingen we minder soorten dan in de zomer en het najaar van 2018.

In alle campagnes wordt het hoogste aantal soorten gevangen in de mesohaliene zone.

Uit de vangstgegevens van 2019 blijkt dat de relatieve soortenabundantie seizoenaal verschilt.

Op alle locaties stelden we rekrutering vast. Het aandeel rekruterende soorten varieert van 50% in Doel tot 58,35% in Branst.

In totaal vingen we met de ankerkuil in de periode 2012-2019 negen niet-inheemse vissoorten: blauwbandgrondel, regenboogforel, gibel, snoekbaars, zonnebaars, zwartbekgrondel, een exemplaar van de reuzenkapiteinvis in 2016 en in het najaar van 2018 een naakte grondel (*Gobiosoma bosc*) en een 'target fish' of terapon jarbua (*Terapon jarbua*). Het relatief aantal exoten in 2019 is hoger in Antwerpen, Steendorp en Branst dan in 2018. Doel heeft het laagste relatief aantal exotische individuen.

Het relatief aantal spieringen in 2018 is iets hoger dan in 2017 en steeg verder in 2019. Spiering is opnieuw de meest gevangen vis in de Zeeschelde.

De aanwezigheid van juveniele sprot, haring en zeebaars illustreert dat sommige mariene soorten net als de diadrome bot de Zeeschelde gebruiken als kraamkamer.

In 2019 vingen we opnieuw adulte finten. Ook vingen we in de zomer juveniele finten wat erop wijst dat er rekrutering heeft plaatsgevonden.

Grijze garnalen en steurgarnalen zwommen ook in 2019 tot ver stroomopwaarts in de Zeeschelde. In Antwerpen vingen we een niet-inheemse garnaal: *Penaeus aztecus* (Ives, 1891).

Referenties

- Aarts, T. (2007). Kennisdocument snoekbaars, *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 16, Sportvisserij Nederland. 62 pp.
- Able, K. (2005). A re-examination of fish estuarine dependence: Evidence for connectivity between estuarine and ocean habitats. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 64(1): 5-17.
- Argillier, C., Barral, M. & P. Irz (2003). Growth and diet of the pikeperch *Sander lucioperca* (L.) in two French reservoirs. *Archives of Polish Fisheries*. 11(1): 99-114.
- Aprahamian, M.W., Aprahamian, C.D., Baglinière, J.L., Sabatié, R. & P. Alexandrino (2003). *Alosa alosa* and *Alosa fallax* spp. Literature Review and Bibliography. R&D TECHNICAL REPORT W1- 014/TR. 374 pp.
- Backiel, T. & J. Zawisza (1968). Synopsis of biological data on the bream *Abramis brama* (Linnaeus, 1758). FAO Fisheries synopsis no. 36. Rome.
- Bakker, H.D. & W.J. Schouten (1992). Habitat Geschiktheids Index model Snoekbaars *Stizostedion lucioperca* (L.). Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- Baldoa, F. & P. Drake (2002). A multivariate approach to the feeding habits of small fishes in the Guadalquivir Estuary. *Journal of Fish Biology*. 61: 21-32.
- Belgisch Staatsblad (2016) 17 december 2015. - Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering tot wijziging van het besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 24 maart 2011 tot vaststelling van de milieukwaliteitsnormen, de basiskwaliteitsnormen en de chemische normen voor de oppervlaktewateren tegen de verontreiniging veroorzaakt door bepaalde gevaarlijke stoffen en andere verontreinigende stoffen. Belgisch Staatsblad: 456-474
- Bigelow, H.B., Bradbury, M.G., Dymond, J.R., Greeley, J.R., Hildebrand, S.F., Mead, G.W., Miller, R.R., Rivas, L.R., Schroeder, W.L., Suttkus, R.D. & V.D. Vladykov (1963). Fishes of the western North Atlantic. Part three. New Haven, Sears Found. Mar. Res., Yale Univ.
- Billard, R. (1997). Les poissons d'eau douce des rivières de France. Identification, inventaire et répartition des 83 espèces. Lausanne, Delachaux & Niestlé. 192 pp.
- Bos, A.R. (1999). Aspects of the Life History of the European Flounder (*Pleuronectes flesus* L. 1758) in the tidal River Elbe. Faculty of Biology of the University of Hamburg.

Breine, J., De Bruyn, A., Galle, L., Lambeens, I., Maes, Y. & G. Van Thuyne (2016). Opvolgen van het visbestand in het Zeeschelde-estuarium. Viscampagnes 2015. (INBO.R.2016.12063029). 78 pp.

Breine, J., De Bruyn, A., Galle, L., Lambeens, I., Maes Y., Pauwels, I. & G. Van Thuyne (2015). Monitoring van de visgemeenschap in het Zeeschelde-estuarium: Ankerkuilcampagnes 2015. INBO.R.2015.11338975. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. 64 pp.

Breine, J., De Bruyn, A., Galle, L., Lambeens, I., Maes Y. & G. Van Thuyne (2018). Monitoring van de visgemeenschap in het Zeeschelde-estuarium: Ankerkuilcampagnes 2017. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (3). 66 pp.

Breine, J., Delmoitié, S., De Bruyn, A., Galle, L., Lambeens, I., Maes Y. & G. Van Thuyne (2017). Monitoring van de visgemeenschap in het Zeeschelde-estuarium: Ankerkuilcampagnes 2016. INBO.R.2017.10. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. 85 pp.

Breine, J., De Bruyn, A., Galle, L., Lambeens, I., Maes, Y. & G. Van Thuyne (2016). Opvolgen van het visbestand in het Zeeschelde-estuarium. Viscampagnes 2015. (INBO.R.2016.12063029). 78 pp.

Breine, J., De Bruyn, A., Galle, L., Lambeens, I., Maes Y., Pauwels, I. & G. Van Thuyne (2015). Monitoring van de visgemeenschap in het Zeeschelde-estuarium: Ankerkuilcampagnes 2015. INBO.R.2015.11338975. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. 68 pp.

Breine, J., Galle, L., Lambeens, I., Maes Y., Terrie, T. & G. Van Thuyne (2019). Monitoring van de visgemeenschap in het Zeeschelde-estuarium: Ankerkuilcampagnes 2018. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2019 (7). 66 pp.

Breine, J., Delmoitié, S., De Bruyn, A., Galle, L., Lambeens, I., Maes Y. & G. Van Thuyne (2017). Monitoring van de visgemeenschap in het Zeeschelde-estuarium: Ankerkuilcampagnes 2016. INBO.R.2017.10. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. 85 pp.

Breine, J., Lambeens, I., Maes, Y., De Bruyn, A. & L. Galle (2017b). First record of the fourfinger threadfin, *Eleutheronema tetradactylum* (Shaw, 1804) in Belgium. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 187: 28-30.

Breine, J., Pauwels, I., Verhelst P., Vandamme, L., Baeyens, R., Reubens, J. & J. Coeck (2017a). Succesful external acoustic tagging of twaite shad *Alosa fallax* (Lacépède, 1803). Fisheries Research. 191: 36-40.

EU Water Framework Directive (2000). Directive of the European parliament and of the council 2000/60/EC establishing a framework for community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities 22.12.2000 L 327/1.

Flintegård, H. (1987). Fishes in the North Sea Museum's aquaria. North Sea Museum, North Sea Centre, DK-9850 Hirtshals. Hirtshals Bogtryk/Offset A/S.

Freyhof, J. (2013). *Osmerus eperlanus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T15631A4924600. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T15631A4924600.en>

Fritsch, M. (2005). Traits Biologiques et Exploitation du Bar commun *Dicentrarchus labrax* (L.) dans des Pêcheries Françaises de la Manche et du Golfe de Gascogne. Thèse, Université de Bretagne Occidentale; Institut Universitaire Européen de la Mer; Ecole Doctorale des Sciences de la Mer; IFREMER (France).

Froese, R. & D. Pauly (Editors) (2019). FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (06/2018).

Gobin, M. (1989). Le Sandre (*Stizostedion lucioperca*). Biologie – Pathologie Psychophysiologie - Applications a sa pêche. Thèse pour le Diplôme d'Etat de Docteur Vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes.

Goudswaard, P.C. & J. Breine (2011). Kuilen en schieten in het Schelde-estuarium. Vergelijkend vissen op de Zeeschelde in België en Westerschelde in Nederland. Rapport C139/11, IMARES & INBO. 35 pp.

Hutchinson, P. & D.H. Mills (1987). Characteristics of spawning-run smelt, *Osmerus eperlanus* (L.) from a Scottish river, with recommendations for their conservation and management. *Aquaculture and Fisheries Management*. 18: 249-58.

Jager, Z. (1999). Floundering; Processes of tidal transport and accumulation of larval flounder (*Platichthys flesus* L.) in the EmsDollard Nursery. Academisch Proefschrift. Ponsen & Looijen, Wageningen. ISBN 90-9012525-6.

Kerstan, M. (1991). The importance of rivers as nursery grounds for 0-and 1-group flounder (*Platichthys flesus* L.) in comparison to the Wadden Sea. *Netherlands Journal of Sea Research*. 27(3): 353-366.

Klein Breteler, J. G. P., & G.A.J. de Laak (2003). Lengte - gewicht relaties Nederlandse vissoorten. Deelrapport I, versie 2. OVB, Nieuwegein.

- Kroon, J.W. (2007). Kennisdocument zeebaars *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 21 Sportvisserij Nederland. 52 pp.
- Kroon, J.W. (2009). Kennisdocument bot *Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 27 Sportvisserij Nederland. 54 pp.
- Mackenzie, K. (1985). The use of parasites as biological tags in population studies of herring (*Clupea harengus harengus* L.) in the North Sea and to the north and west of Scotland. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*. 42: 33-64.
- Maes, J., Stevens, M. & J. Breine (2007). Modelling the migration opportunities of diadromous fish species along a gradient of dissolved oxygen concentration in a European tidal watershed. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 75: 151-162.
- Maes, J., Stevens, M. & J. Breine (2008). Poor water quality constrains the distribution and movements of twaite shad *Alosa fallax fallax* (Lacépède, 1803) in the watershed of river Scheldt. *Hydrobiologia*. 602: 129-143.
- Maitland, P.S. & R.N. Campbell (1992). *Freshwater fishes of the British Isles*. London. Harper/Collins. 368 pp.
- Maitland, P.S. & A.A. Lyle (1990). Conservation of spurling and other fish in Scotland. *Journal of the Edinburgh Natural History Society*. 1-2.
- Maitland, P. & A. Lyle (1997). The smelt *Osmerus eperlanus* in Scotland. *Freshwater Forum*. 6: 57-68.
- Maris, T. & P. Meire (2017). OMES rapport 2016. Onderzoek naar de gevolgen van het Sigmaplan, baggeractiviteiten en havenuitbreiding in de Zeeschelde op het milieu. Report Ecosystem Management Research Group ECOBE, 017-R206. Universiteit Antwerpen: Antwerpen. 158 pp.
- Muus, B.J., Nielsen, J.G., Dahlstrøm, P. & B.O. Nyström (1999). *Zeevissen van Noord- en West-Europa*. Nederlandse vertaling Keijl, G. Schuyt & Co Uitgevers en Importeurs BV, Haarlem. ISBN 90 6097 510 3. 338 pp.
- Nakagawa, S. & H. Schielzeth (2013). A general and simple method for obtaining R^2 from generalizes linear mixed-effects models. *Methods in Ecology and Evolution*, 4: 133-142.



Nijssen, H. & S.J. de Groot (1987). De vissen van Nederland. Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Pirola, Schoorl. ISBN 90-5011-006-1.

Pawson, M.G. & G.D. Pickett (1987). The bass (*Dicentrarchus labrax*) and management of its fisheries in England and Wales. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food; Directorate of Fisheries Research. Laboratory Leaflet No. 59. Lowestoft (United Kingdom).

Pickett, G.D. & M.G. Pawson (1994). Sea bass. Biology, exploitation and conservation. St. Edmundsbury Press, Suffolk (Great Britain). ISBN 0 412 40090 1. 987 pp.

Quigley D.T.G., Igoe F. & W. O'Connor (2004). The European smelt *Osmerus eperlanus* L. in Ireland: general biology, ecology, distribution and status with conservation recommendations. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*. 104B (3): 57-66.

Reynolds, W.J., Lancaster, J.E. & M.G. Pawson (2003). Patterns of spawning and recruitment of sea bass to Bristol Channel nurseries in relation to the 1996 Sea Empress oil spill. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 83: 1163-1170.

Riede, K. (2004). Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 329 pp.

Rochard, E. & P. Elie (1994). La macrofaune aquatique de l'estuaire de la Gironde. Contribution au livre blanc de l'Agence de l'Eau Adour Garonne. 1-56. In J.-L. Mauvais and J.-F. Guillaud (eds.) État des connaissances sur l'estuaire de la Gironde. Agence de l'Eau Adour-Garonne, Éditions Bergeret, Bordeaux, France. 115 pp.

Romero, P. (2002). An etymological dictionary of taxonomy. Madrid, unpublished

Russell, F.S. (1976). The eggs and planktonic stages of British marine fishes. Academic Press, London. 524 pp.

Schmidt-Luchs, C.W. (1977). *Visplatenalbum deel 1; Zeevissen*. Uitgeverij Beet, Utrecht. ISBN 90-70206-01-3.

Soors, J., Breine, J., d'Udekem d'Acoz, C., Van den Bergh, E., Van de Meuter, F. & T. Terrie (submitted). Occurrence of *Penaeus aztecus* Ives, 1891 (Crustacea, Decapoda), in the Scheldt estuary (Belgium): isolated record or forerunner of a penaeid invasion? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*.

Stevens, M., Van den Neucker, T., Mouton, A., Buysse, D., Martens, S., Baeyens, R., Jacobs, Y., Gelaude, E. & J. Coeck (2009). Onderzoek naar de trekvissoorten in het stroomgebied van de Schelde. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2009 (INBO.R.2009.9). 188 pp.

Tallqvist, M., Sandberg-Kilpi, E. & E. Bonsdorff (1999). Juvenile flounder, *Platichthys flesus* (L.), under hypoxia: effects on tolerance, ventilation rate and predation efficiency. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 242: 75-93.

Tesch, F.-W. (2003). The eel. Blackwemm Science Ltd. 20-22.

Van Braeckel, A., Coen, L., Peeters, P., Plancke, Y., Mikkelsen, J. & E. Van den Bergh (2012). Historische evolutie van Zeescheldehabitats. Kwantitatieve en kwalitatieve analyse van invloedsfactoren. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO.R.2012.59). 159 pp.

Van Braeckel, A., Mikkelsen, J.H., Dillen, J., Piesschaert F., Van den Bergh, E., Coen. L., De Mulder, T., Ides S., Maximova, T., Peeters, P., Plancke, Y & F. Mostaert (2009). Inventarisatie en historische analyse van Zeescheldehabitats- Vervolgstudie: resultaten van het tweede jaar. INBO.IR.2009.34. Instituut voor Natuur en Bosonderzoek & Waterbouwkundig Laboratorium, Brussel, België. 162 pp.

Van Der Meulen, D., Walsh, C., Taylor, M. & C. Gray (2013). Habitat requirements and spawning strategy of an estuarine-dependent fish, *Perca fluviatilis*. *Marine and Freshwater Research*. 65 (3): 218-227.

Van Emmerik, W.A.M. & H.W. De Nie (2006). De zoetwatervissen van Nederland; Ecologisch bekeken. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

Van Emmerik, W.A.M. (2008). Kennisdocument brasem, *Abramis brama* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 23, Sportvisserij Nederland. 70 pp.

Verreycken, H., Galle, L., Lambeens, I., Maes, Y., Terrie, T., Van den Bergh, E. & J. Breine (2019). First record of the naked goby, *Gobiosoma bosc* (Actinopterygii: Perciformes: Gobidae), from the zeeschelde, Belgium. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*. 49(3): 291-294.

Whitehead, P.J.P. (1985). FAO Species Catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world (suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. FAO Fisheries Synopsis. 125 (7/1): 1-303.

////////////////////////////////////

Willemsen, J. (1985). Snoekbaars. In: Rapport Werkgroep Evaluatie Beheersmethoden. Snoek, Snoekbaars en Brasem - Biologie, Populatieontwikkeling en Beheer. R.I.V.O., S.& B., O.V.B.

Zuur, A.F., Leno, E.N. & G.M. Smith (2007). Analysing Ecological Data. Springer. 680 pp.

Bijlagen

Tabel a. Soortensamenstelling in aantallen en biomassa (in g) van vissen per volume-eenheid (1 m³) ankerkuilen op vier locaties in de Zeeschelde in het voorjaar van 2019.

locatie volume	Voorjaar 2019							
	Doel		Antwerpen		Steendorp		Branst	
	946243,0471		943770,56		771024,9433		450418,7852	
	aantal/m ³	gewicht/m ³	aantal/m ³	gewicht/m ³	aantal/m ³	gewicht/m ³	aantal/m ³	gewicht/m ³
ansjovis	0,000001	0,00001	0	0	0	0	0	0
baars	0	0	0	0	0,000001	0,000006	0,000002	0,000014
bittervoorn	0	0	0,000001	0,000001	0,000003	0,000003	0,000002	0,000001
blankvoorn	0	0	0	0	0	0	0,00001	0,0009
blauwbandgrondel	0	0	0,000002	0,000000	0,000003	0,000003	0,00001	0,00001
bot	0,00005	0,002	0,00004	0,003	0,0001	0,0004	0,00002	0,00007
brakwatergrondel	0,001	0,0005	0,0001	0,0001	0,001	0,001	0,002	0,001
brasem	0	0	0	0	0	0	0,00008	0,001
dikkopje	0,001	0,0005	0,0004	0,0002	0,0002	0,0001	0,0004	0,0001
driedoornige stekelbaars	0,00002	0,00005	0,00003	0,00007	0,00004	0,00007	0,00004	0,0001
dunlipharder	0,000001	0,000000	0,000001	0,0000001	0	0	0,000002	0,000003
fint	0,000002	0,0005	0,000006	0,003	0	0	0,00001	0,007
glasgrondel	0,000005	0,000002	0	0	0	0	0	0
grote zeenaald	0,00003	0,0007	0,00001	0,0002	0,000003	0,000069	0	0
haring	0,01	0,007	0,01	0,003	0	0	0	0
kleine zeenaald	0,001	0,0003	0,0006	0,0002	0,000003	0,000001	0	0
koornaarvis	0	0	0,000001	0,000007	0,000001	0,00001	0,000002	0,000004
kortsnuitzeepaardje	0,000002	0,000005	0	0	0	0	0	0
naakte grondel	0	0	0	0	0,000001	0,000002	0	0
paling	0	0	0	0	0,000001	0,00001	0,000004	0,00005
regenboogforel	0	0	0	0	0	0	0,000004	0,001
rietvoorn	0	0	0	0	0	0	0,000002	0,00007
rivierprik	0,000001	0,00004	0,000001	0,000003	0,000001	0,000002	0	0
snoekbaars	0	0	0	0	0	0	0,000009	0,004
spiering	0,004	0,02	0,02	0,06	0,01	0,03	0,01	0,006
sprot	0,00008	0,0002	0,00006	0,0002	0,000003	0,000009	0	0
steenbolk	0,00006	0,0004	0,00004	0,000009	0	0	0	0
tong	0,00004	0,002	0,000008	0,0005	0,000001	0,000001	0	0
winde	0	0	0	0	0	0	0,000002	0,000061
zandspiering	0,00002	0,00004	0,000005	0,000007	0,000004	0,00001	0	0
zeebaars	0,00005	0,001	0,00002	0,0002	0,000009	0,00007	0	0
zeeprik	0,000001	0,000002	0,000001	0,001	0	0	0,000002	0,003
zwartbekgrondel	0	0	0	0	0,000001	0,00001	0,000002	0,00005
aantal soorten	20		20		19		20	
totaal aantal individuen/volume (m ³)	0,02		0,03		0,01		0,01	
totaal gewicht/volume (m ³)	0,03		0,07		0,03		0,02	

////////////////////////////////////

Tabel b. Soortensamenstelling in aantallen en biomassa (in g) van vissen per volume-eenheid (1 m³) ankerkuilen op vier locaties in de Zeeschelde in de zomer van 2019.

locatie volume	Zomer 2019							
	Doel 673888,4562		Antwerpen 701347,6483		Steendorp 1129142,803		Branst 760452,9954	
	aantal/m ³	gewicht/m ³	aantal/m ³	gewicht/m ³	aantal/m ³	gewicht/m ³	aantal/m ³	gewicht/m ³
baars	0,00007	0,0002	0,00004	0,0001	0,00003	0,00007	0,0004	0,0005
blankvoorn	0	0	0	0	0	0	0,000005	0,00007
blauwbandgrondel	0	0	0	0	0	0	0,000003	0,000004
bot	0,00005	0,0002	0,00004	0,0003	0,0002	0,00008	0,0008	0,0009
brakwatergrondel	0,007	0,003	0,002	0,002	0,005	0,001	0,01	0,0005
brasem	0	0	0	0	0	0	0,000008	0,0001
dikkopje	0,004	0,001	0,001	0,001	0,0007	0,0002	0,0001	0,0001
driedoornige stekelbaars	0,00002	0,00001	0,0006	0,0002	0,001	0,0004	0,007	0,002
fint	0,0002	0,0003	0,00006	0,0001	0,0003	0,0006	0,00007	0,0002
grote zeenaald	0	0	0,000001	0,00001	0	0	0	0
haring	0,04	0,07	0,03	0,06	0,006	0,01	0,00001	0,00003
karper	0,000006	0,00002	0	0	0	0	0	0
kleine zeenaald	0,0008	0,0001	0,00002	0,000005	0,00001	0,000002	0	0
kolblei	0	0	0	0	0	0	0,000001	0,000002
paling	0	0	0,000001	0,000008	0,000004	0,0004	0,00002	0,0008
rode poon	0,000001	0,0001	0	0	0	0	0	0
snoek	0	0	0	0	0	0	0,000001	0,00001
snoekbaars	0,00001	0,00004	0,0009	0,004	0,001	0,04	0,01	0,04
spiering	0,04	0,1	0,03	0,05	0,3	1,5	0,4	0,5
sprot	0,001	0,001	0,01	0,01	0,0005	0,0006	0,00001	0,000008
steenbolk	0,00002	0,0004	0	0	0	0	0	0
tiendoornige stekelbaars	0	0	0	0	0	0	0,000003	0,000001
tong	0,00002	0,001	0,000007	0,0003	0	0	0	0
winde	0	0	0	0	0,000001	0,00003	0	0
zeebaars	0,000001	0,00006	0,000003	0,000004	0,000005	0,000006	0,0004	0,0002
zeeprik	0,000001	0,00002	0	0	0	0	0	0
aantal soorten	17		15		14		18	
totaal aantal individuen/volume (m ³)	0,09		0,07		0,27		0,45	
totaal gewicht/volume (m ³)	0,19		0,13		1,52		0,53	

Tabel c. Soortensamenstelling in aantallen en biomassa (in g) van vissen per volume-eenheid (1 m³) ankerkuilen op vier locaties in de Zeeschelde in het najaar van 2019.

locatie volume	Najaar 2019							
	Doel		Antwerpen		Steendorp		Branst	
	765059,306		426508,0421		824926,9744		423191,7621	
	aantal/m ³	gewicht/m ³	aantal/m ³	gewicht/m ³	aantal/m ³	gewicht/m ³	aantal/m ³	gewicht/m ³
ansjovis	0,0003	0,0004	0,00007	0,00004	0,00002	0,0001	0	0
baars	0	0	0	0	0,000004	0,00004	0,000002	0,00003
blauwbandgrondel	0	0	0	0	0	0	0,000002	0,000000
bot	0,000003	0,00003	0,00001	0,00002	0,00003	0,0001	0,0001	0,0002
brakwatergrondel	0,001	0,001	0,002	0,0004	0,003	0,001	0,05	0,02
dikkopje	0,0005	0,0002	0,0009	0,001	0,005	0,002	0,02	0,008
driedoornige stekelbaars	0	0	0,00003	0,00002	0,00002	0,00001	0,00006	0,00004
dunlipharder	0	0	0,000009	0,000004	0,00002	0,000002	0,000007	0,000001
goudharder	0,000007	0,000004	0,000005	0,000005	0	0	0	0
grote zeenaald	0,000001	0,00001	0	0	0,000001	0,000002	0	0
haring	0,002	0,005	0,002	0,005	0,008	0,02	0,005	0,01
karper	0	0	0	0	0	0	0,000002	0,000005
kleine zeenaald	0,00002	0,000007	0,000002	0,000007	0	0	0,000002	0,000006
kolblei	0	0	0	0	0,000004	0,00004	0	0
koornaarvis	0,000005	0,00003	0	0	0	0	0	0
paling	0	0	0,000009	0,003	0,000006	0,0004	0,000005	0,00002
rivierprik	0	0	0	0	0,000001	0,0001	0	0
snoekbaars	0	0	0,000007	0,0004	0,00006	0,005	0,00006	0,012969
spiering	0,02	0,06	0,02	0,05	0,05	0,14	0,05	0,12
sprot	0,005	0,007	0,002	0,004	0,002	0,004	0,006	0,011257
steenbolk	0,000004	0,0002	0	0	0	0	0	0
tong	0,000001	0,00004	0,00001	0,0007	0	0	0	0
vetje	0	0	0	0	0	0	0,000002	0,000002
zandspiering	0	0	0,000009	0,00005	0,00005	0,00003	0,000005	0,00004
zeebaars	0,000001	0,000005	0,000007	0,0002	0,000004	0,000009	0	0
zwartbekgrondel	0,000001	0,000009	0,000002	0,000009	0	0	0	0
aantal soorten	15		17		17		16	
totaal aantal individuen/volume (m ³)	0,03		0,02		0,07		0,14	
totaal gewicht/volume (m ³)	0,08		0,07		0,18		0,18	

Tabel e. Rekruterende en opgroeiende soorten in de Zeeschelde. De waarde 1 staat voor "ja". Daarnaast werd er indien nodig extra commentaar gegeven.

soort	rekruteert	groeit op	rekruteert niet in Zeeschelde
adderzeenaald	1	1	
ansjovis		1	wel in Westerschelde
baars	1	1	
bittervoorn	1	1	
blankvoorn	1	1	
blauwbandgrondel	1	1	
bot	in zee	1	1
brakwatergrondel	1	1	
brasem	1	1	
dikkopje	1	1	
driedoornige stekelbaars	1	1	
dunlipharder	in zee	1	1
Europese meerval	1	1	
fint	1	1	
gevlekte grondel	1	1	
giebel	1	1	
glasgrondel	1	1	
griet	in zee		1
grote zeenaald	1	1	
haring	in zee	1	1
harnasmannetje	1	1	
houting	1	1	
kabeljauw	in zee		1
karper	1	1	
kleine koornaarvis	1	1	
kleine pieterman		1	
kleine zeenaald	1	1	
kolblei	1	1	
koornaarvis	in zee		1
paling	in zee	1	1
pitvis	in zee		1
pos	1	1	
regenboogforel			rekruteert hier niet (exoot)
rietvoorn	1	1	
rivierprik			migreert naar bovenstroomse paaiplaats
rode poon	in zee		1
schar	in zee		1
schol	in zee		1
slakdolf	1	1	
snoek	1	1	
snoekbaars	1	1	
spiering	1	1	
sprot	in zee	1	1
steenbolk	in zee	1	1
tiendoornige stekelbaars	1	1	
tong	in zee	1	1
wijting	in zee		1
winde	1	1	
zandspiering		1	
zeebaars	in zee	1	1
zeebrasem	in zee		1
zeedonderpad	1	1	
zeeforel			migreert naar bovenstroomse paaiplaats
zeelt	1	1	
zeeprik			migreert naar bovenstroomse paaiplaats
zonnebaars	1	1	
zwartbekgrondel	1	1	
totaal	33	44	

Tabel f. Grenswaarden juveniel-adulte van vissoorten in de Zeeschelde. Donkere cellen hebben arbitrair vastgelegde waarden.

soort	juveniel (cm)	adult (cm)	soort	juveniel (cm)	adult (cm)
alver	>5,6	>10	kwabaal	>2	>22-25
ansjovis		>9	lozano's grondel		
baars	>2	>13	mul		>16,1
bermpje	<=4,9	>4,9	paling	<30	>=30 (man); >=40 vrouwtjes
bittervoorn	<3	>3	pitvis		>17,4
blankvoorn	>3,5	>8,2	pos	>=7	>=11
blauwbandgrondel		>3-4	puttaal		>16
bot	>1,5	>20	regenboogforel		
botervis			rietvoorn		>8,1
brakwatergrondel		>3	rivierdonderpad	> 3,2-4,9	>4,2
brasem	>7	>14	riviergrondel	>1,2	>6,9-7,9
dikkopje		>3	rivierprik	<8,6	>8,6
driedoornige stekelbaars		>=4-5	rode poon		>21,6
dunlipharder	>2-3	>25,9	schar		>21,4
Europese meerval	>6-8	>40	schol	>6-8	>18-26
fint	>7	>=32	serpeling		>17
gestippelde alver	>=4,8	>7	slakdolf		
gewone zeedonderpad		>15	snoek	>6,5	>=30
giebel	<10,3	>10,3	snoekbaars	>6-8	>30
glasgrondel		>3,8	spiering		>12,8
grauwe poon	>3	>18,8	sprot		>10,1
griet			steenbolk	>2	>21,6
grote modderkruiper	>=7,5	>=15	tiendoornige stekelbaars		>3,7
grote zeenaald		>7	tong		>30
haring	>3-4	>10	vetje		
harnasmannetje	>3		vierdraadige meun		>25
horsmakreel		>23,9	vijfdradige meun		
kabeljauw	>4	>40 tot 60	wijting		>27,8
karper	< 13	>40	winde	>1,7	>=17
kleine modderkruiper		>5,3	zandspiering	<=10	>10
kleine pieterman		>9,5	zeebaars	>3 tot 35	>35-42
kleine zandspiering	<10	>=10	zeeforel	>6	>=15
kleine zeenaald		>10	zeelt	>1,9	>11-18
kolblei	>2	>11	zeeprik		
koornaarvis		>10,4	zonnebaars	>4,6	>8
kopvoorn		>7	zwartbekgrondel		>4
kroeskarper	>2,5-10,5	>8	zwarte grondel		>6

Tabel g. Abiotische en biotische data gebruikt voor de analyses met de spiering data.

variable	uitleg
locatie	plaatsnaam
Datum	dd/mm/jjjj
jaar	2012-2019
seizoen	voorjaar, zomer, najaar
getijde	eb of vloed
loefzijde	bakboord of stuurboord
uren	aantal uren gevist
volume	m ³ water bevist
zuurstof	mg/l op het moment van de staalname
Lzuurstof	log(x+1) zuurstof
snoekbaars	aantal/volume (m ³)
spiering	aantal/volume (m ³)
wolhandkrab	aantal/volume (m ³)
grijze garnalen	aantal/volume (m ³)
steurgarnalen	aantal/volume (m ³)
bot	aantal/volume (m ³)
brakwatergrondel	aantal/volume (m ³)
dikkopje	aantal/volume (m ³)
gemwattempnajaar	gemiddelde watertemperatuur van het najaar van het jaar voordien (okt/nov/dec) in Vlissingen
logGMWT	log (x+1) gemiddelde watertemperatuur van het najaar van het jaar voordien
gemiddelde land winter temp	berekend op basis van KMI data land temperatuur regio Zeeschelde
LogGLWT	log(x+1) gemiddelde land winter temp
gemiddelde land temp	berekend op basis van KMI data van het seizoen wanneer de afvissing gebeurde
LogGLT	log (x+1) gemiddelde land temp
Temp	VMM maandwatertemperatuur
LogTemp	log(x+1) Vmm maandtemperatuur
zuurstof Omes	omes data zuurstof(mg/l) van de maand waarin werd gevist
LogOmeszuurstof	log(x+1) omes zuurstof data
Westerschelde Temp	maand data watertemperatuur Westerschelde (Vlissingen)
LogWSTemp	log (x+1) maand data watertemperatuur Westerschelde
Westerschelde Oxy	maanddata zuurstof Westerschelde (Vlissingen)
LogWSzuurstof	log (x+1) maanddata zuurstof Westerschelde
debiet Doel	gemiddelde afvoer (m ³) in Schar ouden Doel dag van staalname
Log DSOD	log (x+1) gemiddelde afvoer (m ³) in Schar ouden Doel dag van staalname
debiet Schelle	gemiddelde afvoer in Schelle dag van staalname
LogDSchelle	log (x+1) gemiddelde afvoer in Schelle dag van staalname
debiet voor	is het gemiddeld debiet van het seizoen ervoor
LDV	log (x+1) van het gemiddeld debiet van het seizoen ervoor
debiet Melle	gemiddelde afvoer in Melle dag van staalname
LogDMelle	log (x+1) gemiddelde afvoer in Melle dag van staalname
KMI temp gem	gemiddelde temperatuur maand van staalname
LogKMITemp	log (x+1) gemiddelde temperatuur maand van staalname
mm neerslag	mm neerslag maand van staalname
Logmm	log (x+1) mm neerslag maand van staalname

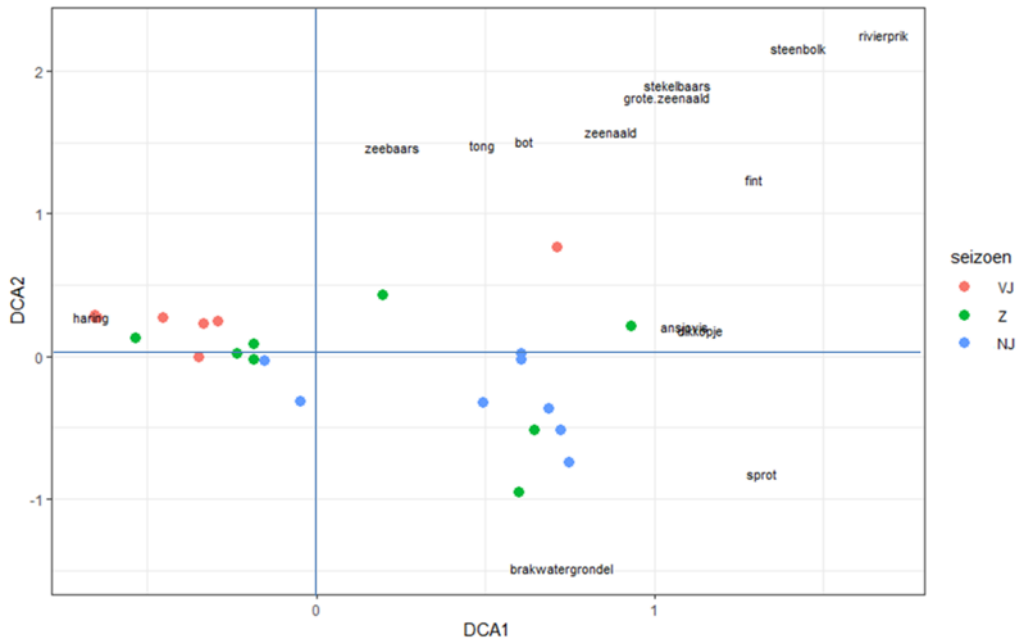
Data werden uit databank VMM, OMESdatabank, KMI, VLIZ

Tabel h. Bijvangst aantal en gewicht (g) gevangen met ankerkuil in Doel en Antwerpen (Zeeschelde) (2012-2019).

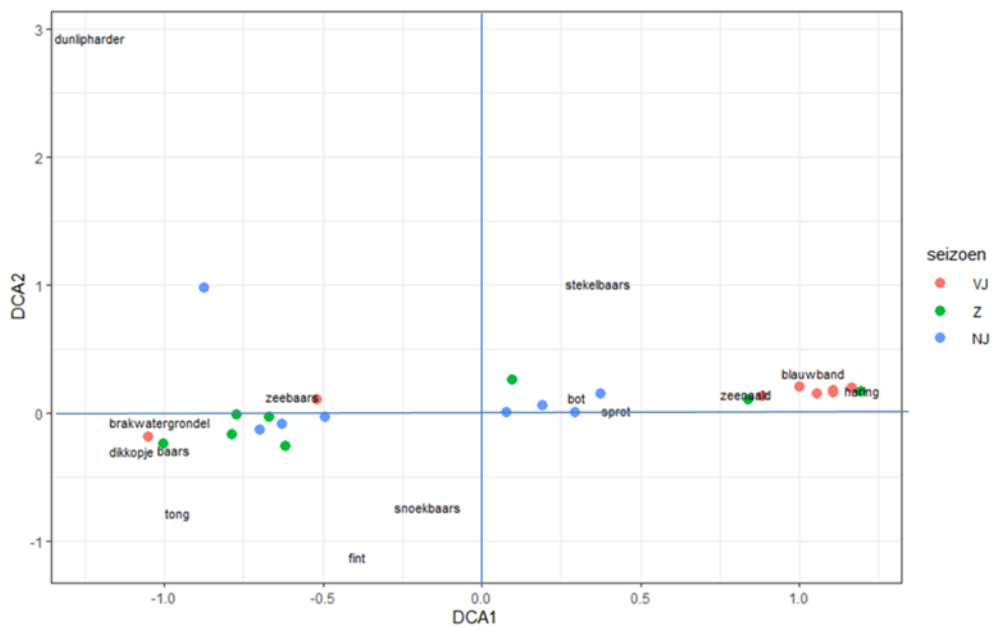
locatie	Seizoen	Chinese wolhandkrab		grijze garnalen		steurgarnalen	
		aantal	gewicht (g)	aantal	gewicht (g)	aantal	gewicht (g)
Doel	VJ2012	0	0	31382	21122,6	832	859,2
	Z2012	0	0	157772	43065,6	0	0
	NJ2012	0	0	41440	26883,2	5824	2787,2
	VJ2013	0	0	11616	1884,8	29376	30806,4
	Z2013	0	0	21040	6936	17744	18336
	NJ2013	0	0	29168	15216	37008	15220,8
	VJ2014	0	0	15	7,5	17886	13178,8
	Z2014	0	0	10528	4892,8	4384	4816
	NJ2014	0	0	6362	3950	4078	2426,2
	VJ2015	24	25	914	201,6	2178	1996
	Z2015	0	0	5136	1514,4	1200	1027,2
	NJ2015	0	0	4668	2350	778	181
	VJ2016	0	0	1232	395,6	5928	4118
	Z2016	0	0	18816	2163,2	15744	18000
	NJ2016	2	5,2	16544	6378,4	11124	5924,4
	VJ2017	0	0	13736	5230,4	1040	1206,4
	Z2017	0	0	117821	19973,6	117773	2052,4
	NJ2017	0	0	21656	13288	8400	6033,6
	VJ2018	0	0	160752	50091,2	42672	39571,2
	Z2018	0	0	16176	8483,2	1568	1409,6
NJ2018	0	0	5952	3908,2	8036	4928	
VJ2019	38	7,5	3941	2202,2	963	780,8	
Z2019	0	0	3643	2482,5	2251	2303,5	
NJ2019	0	0	12379	10730	712	756,6	
Antwerpen	VJ2012	2	0,8	9691	8178,4	1802	244,9
	Z2012	0	0	88256	67097,6	0	0
	NJ2012	0	0	90889	48358,4	31744	33331,2
	VJ2013	0	0	0	0	12960	18355,2
	Z2013	0	0	40672	13996,8	10656	17404,8
	NJ2013	0	0	43520	26112	600576	263219,2
	VJ2014	5	17,2	3356	665	422376	85682,4
	Z2014	0	0	14248	3620	69176	48881,6
	NJ2014	0	0	21470	6190	78202	60826,4
	VJ2015	267	223,4	278	80	7724	6171,6
	Z2015	0	0	23536	6384,8	9816	12757,6
	NJ2015	0	0	4924	1426,8	14720	11078,8
	VJ2016	4	4,4	276	121,6	34384	35734,4
	Z2016	0	0	3808	374,4	2368	1516,8
	NJ2016	0	0	33852	16744,4	64768	55332,8
	VJ2017	15	14,5	1276	205,6	14780	12733,6
	Z2017	0	0	72031	48625,6	72005	16044
	NJ2017	0	0	16224	11102,4	60288	49139,2
	VJ2018	66	37,4	0	0	81536	63500,8
	Z2018	0	0	16208	5420,8	26160	10270,4
NJ2018	0	0	20096	14213,2	54056	28334,4	
VJ2019	566	776	215	148,8	2928	3059,2	
Z2019	1	6,8	5012	3361,7	9040	3352,1	
NJ2019	0	0	28600	13434	27752	23255,2	

Tabel i. Bijvangst aantal en gewicht (g) gevangen met ankerkuil in Steendorp en Branst (Zeeschelde) (2012-2019).

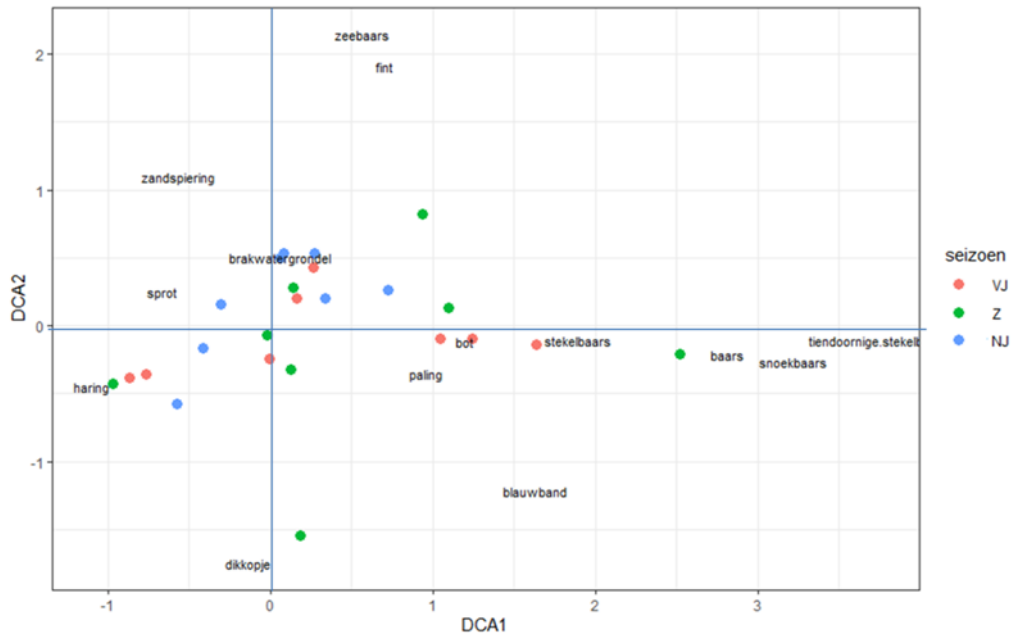
locatie	Chinese wolhandkrab		grijze garnalen		steurgarnalen		
	Seizoen	aantal	gewicht (g)	aantal	gewicht (g)	aantal	gewicht (g)
Steendorp	VJ2012	0	7,4	0	0	6	0,9
	Z2012	0	0	0	0	0	0
	NJ2012	0	0	31392	17411,2	55136	33148,8
	VJ2013	0	0	1	0,2	1249	1298,2
	Z2013	0	0	832	182,4	8832	12675,2
	NJ2013	0	0	26080	25668,8	395066	166631
	VJ2014	8	4,3	0	0	62944	64889,6
	Z2014	0	0	1792	128,8	216500	144942,9
	NJ2014	0	0	240	84	194520	104299,6
	VJ2015	361	283,29	0	0	10672	8541,6
	Z2015	5	5	21437	4004,8	6712	8899,6
	NJ2015	0	0	3264	1132	29112	153140,8
	VJ2016	8	4,3	0	0	10816	10464
	Z2016	0	0	0	0	779	643,8
	NJ2016	0	0	22616	6254,4	156168	84571,2
	VJ2017	26	23,2	0	0	5912	6220,6
	Z2017	0	0	524438	27606,4	524413	8889,6
	NJ2017	0	0	9739	3117,4	89280	62112
	VJ2018	1819	1085	0	0	2,8E+09	2,14E+09
	Z2018	2	6,5	16792	2712,8	10088	11320
NJ2018	0	0	9656	4900,8	219136	121071,2	
VJ2019	775	786,9	104	87,8	5525	3697,7	
Z2019	1	0,2	24556	5378,8	6072	6631,2	
NJ2019	0	0	23712	8448	35264	29676,8	
Branst	VJ2012	3	12,9	0	0	13	4,8
	Z2012	0	0	0	0	32	28,8
	NJ2012	0	0	13312	5939,2	182584	89761,4
	VJ2013	0	0	0	0	399	407,7
	Z2013	0	0	0	0	35	47,5
	NJ2013	0	0	0	0	469622	181444,2
	VJ2014	10	15,6	0	0	3153	3157,2
	Z2014	2	0,4	0	0	222930	59226,4
	NJ2014	3	1,8	0	0	206112	119987,2
	VJ2015	210	259,5	0	0	2322	2042,7
	Z2015	15	10,4	0	0	666	754,6
	NJ2015	0	0	0	0	59544	31437,6
	VJ2016	6	8,2	0	0	3312	3200
	Z2016	0	0	0	0	17	13,9
	NJ2016	0	0	960	96	191072	77355,2
	VJ2017	48	62,2	0	0	2883	4196,2
	Z2017	0	0	648280	3622,4	648213	9636
	NJ2017	0	0	2768	726,4	322032	200584
	VJ2018	230	127,9	0	0	102320	112668,8
	Z2018	2	4	11532	2320	50496	15188,8
NJ2018	3	2,3	2048	409,6	1118208	566460,8	
VJ2019	836	1194,2	0	0	2208	1376,8	
Z2019	2	4,7	196	40,3	25318	11607,87	
NJ2019	0	0	25200	9523,2	59456	46060,8	



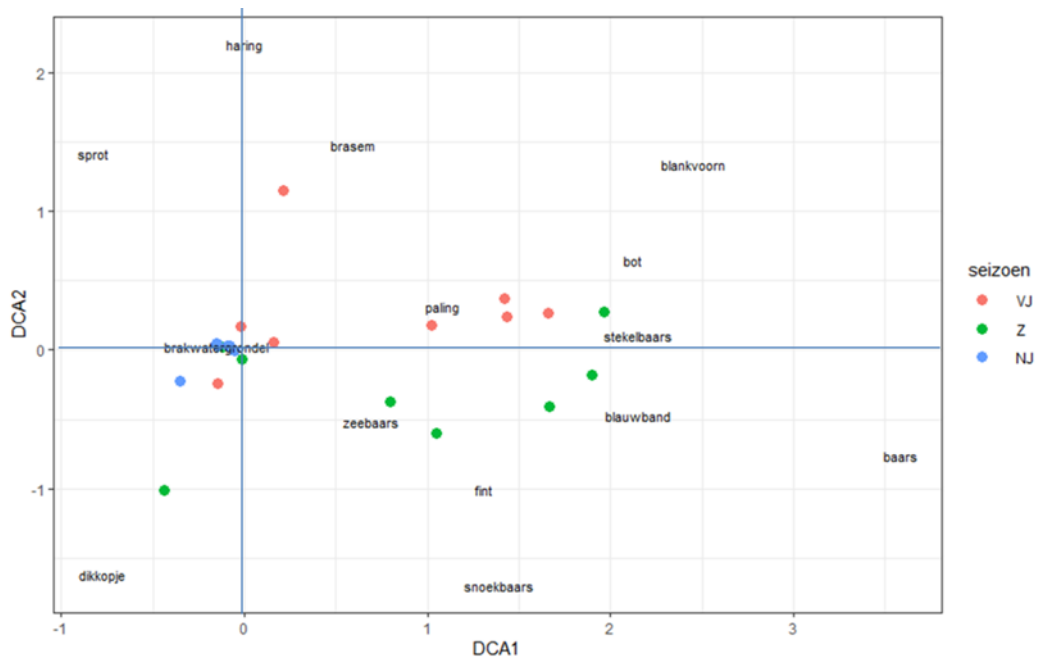
Figuur a. DCA-ordinatie van de vangsten (n= 24) in functie van de seizoenen, op basis van de relatieve abundantie van de 14 meest gevangen soorten (exclusief spiering) tijdens de ankerkuilcampagnes in de periode 2012-2019 in het voorjaar (VJ), de zomer (Z) en het najaar (NJ) ter hoogte van Doel (eigenwaarden eerste en tweede as 0,46 en 0,30).



Figuur b. DCA-ordinatie van de vangsten (n= 24) in functie van de seizoenen, op basis van de relatieve abundantie van de 14 meest gevangen soorten (exclusief spiering) tijdens de ankerkuilcampagnes in de periode 2012-2019 in het voorjaar (VJ), de zomer (Z) en het najaar (NJ) ter hoogte van Antwerpen (eigenwaarden eerste en tweede as 0,64 en 0,33).



Figuur c. DCA-ordinatie van de vangsten ($n=24$) in functie van de seizoenen, op basis van de relatieve abundantie van de 14 meest gevangen soorten (exclusief spiering) tijdens de ankerkuilcampagnes in de periode 2012-2019 in het voorjaar (VJ), de zomer (Z) en het najaar (NJ) ter hoogte van Steendorp (eigenwaarden eerste en tweede as 0,63 en 0,18).



Figuur d. DCA-ordinatie van de vangsten ($n=24$) in functie van de seizoenen, op basis van de relatieve abundantie van de 14 meest gevangen soorten (exclusief spiering) tijdens de ankerkuilcampagnes in de periode 2012-2019 in het voorjaar (VJ), de zomer (Z) en het najaar (NJ) ter hoogte van Branst (eigenwaarden eerste en tweede as 0,47 en 0,20).

