



Vlaanderen

is landbouw & visserij

© Christian Vanden Berghe

ILVO Mededeling 258

mei 2020

PULSVISSERIJ VLAAMSE KUST – DEEL 1

(ACRONYM: PULSVK1)

ILVO

Instituut voor Landbouw-,
Visserij- en Voedingsonderzoek

www.ilvo.vlaanderen.be

Pulsvisserij Vlaamse kust – Deel 1

(Acronym: PULSVK1)

ILVO MEDEDELING 258

Mei 2020

ISSN 1784-3197

Wettelijk Depot: D/2020/10.970/258

Auteurs

Lies Vansteenbrugge

Klaas Sys

Sofie Nimmegeers

Loes Vandecasteele

Bart Vanelslander

Sofie Vandemaele

Els Vanderperren

Hans Polet

Els Torreele

Inhoud

Samenvatting.....	5
Summary.....	8
Verklarende woordenlijst.....	11
1. Inleiding	12
1.1. Aanleiding van het project.....	12
1.2. Onderzoeksvragen en projectaanpak.....	12
1.3. Vaststellingen en claims.....	12
2. Is de visserijsterfte gestegen?	24
2.1. Definities.....	24
2.2. Trends in effort (E)	24
2.3. Technische efficiëntie (q).....	36
2.4. Theoretische visserijsterfte.....	39
2.5. Conclusies en bedenkingen.....	41
3. Tong (<i>Solea solea</i>).....	43
3.1. Status van het tongbestand in de Noordzee (SOL 4).....	43
3.2. Analyse van internationale visserijafhankelijke gegevens.....	43
3.3. Analyse van nationale visserijafhankelijke gegevens.....	47
3.4. Analyse van de visserijonafhankelijke gegevens.....	57
4. Schol (<i>Pleuronectes platessa</i>)	68
4.1. Status van het scholbestand in de Noordzee (PLE 4,20)	68
4.2. Analyse van internationale visserijafhankelijke gegevens.....	68
4.3. Analyse van nationale visserijafhankelijke gegevens.....	71
4.4. Analyse van de visserijonafhankelijke gegevens.....	80
5. Kabeljauw (<i>Gadus morhua</i>)	89
5.1. Status van het kabeljauwbestand in de Noordzee (COD 4,7d,20).....	89
5.2. Analyse van internationale visserijafhankelijke gegevens.....	89
5.3. Analyse van de visserijonafhankelijke gegevens.....	92
6. Europese zeebaars (<i>Dicentrarchus labrax</i>).....	94
6.1. Status van het zeebaarsbestand in de centrale en zuidelijke Noordzee, Ierse Zee, Engels Kanaal en Keltische Zee (BSS 4b-c,7a,-h)	94
6.2. Analyse van internationale visserijafhankelijke gegevens.....	94
7. Grijze garnaal (<i>Crangon crangon</i>).....	98
7.1. Status van en trends in het garnaalbestand in de Noordzee.....	98
7.2. Analyse van de visserijonafhankelijke gegevens.....	99
8. Conclusie en toekomst perspectieven	102
9. Referenties	103

10. Bijlage 1..... 105

Samenvatting

Zit er minder vis door de puls? Dit is de vraag die heel wat commerciële en recreatieve vissers, wetenschappers en beleidsmensen zich stellen. Die onwetendheid gaf uiteindelijk aanleiding tot het project “Pulsvisserij Vlaamse kust Deel 1” waarin ILVO trachtte een antwoord te vinden op deze belangrijke vraag. Dit project werd gefinancierd door het EFMZV fonds van de Europese Commissie en de Vlaamse Overheid (FIVA).

Vissen met elektriciteit met behulp van het pulstuig werd vanaf 2009 meer en meer toegepast. Vooral de Nederlandse vloot zette hierop in. De Nederlandse vloot verwierf via verschillende kanalen licenties voor het vissen met het pulstuig, wat in de periode 2014-2018 uiteindelijk tot 84 licenties leidde. Hoewel deze 84 licenties werden verkregen onder Europese wetgeving fronsten heel wat vissers de wenkbrauwen en claimden reductie van hun vangsten in de zuidelijke Noordzee sedert de puls actief was. Daarnaast viel het op dat sinds 2016 het tongquotum in de Noordzee steeds minder werd benut door de Belgische commerciële vissersvloot. Gezien tong een doelsoort is en de ICES adviezen geen daling suggereerden voor dit visbestand, gingen ook bij wetenschappers en beleidsmensen enkele belletjes rinkelen.

Tijdens dit project werden gegevens geanalyseerd die *niet* werden verzameld met het oog op het aantonen van een rechtstreeks effect van pulsvisserij op biomassaveranderingen van visbestanden. Er werden bijvoorbeeld geen experimenten gedaan op zee waarbij het rechtstreekse effect *in situ* kon worden aangetoond. Bijgevolg werd de vraag “Zit er minder vis door de puls?” opgesplitst in 4 deelvragen waar ILVO een zo volledig mogelijk antwoord op probeerde te formuleren. We focusten hierbij op 5 soorten: tong, schol, kabeljauw, Europese zeebaars en grijze garnaal.

De eerste vraag was “**Is de visserijsterfte gestegen?**”. Om te achterhalen of de druk van de visserij op de visbestanden in de zuidelijke Noordzee is toegenomen, onderzochten we enerzijds de visserij-inspanning in dit gebied en anderzijds de technische efficiëntie van de visserij.

De **visserij-inspanning** (=effort of intensiteit van de visserij) werd onderzocht op basis van de VMS gegevens gekoppeld aan de logboeken van de Belgische en Nederlandse vloot (focus op boom- en pulskorvloot, 80 mm). De globale visserij-inspanning in de zuidelijke en centrale Noordzee nam voor de Belgische en Nederlandse boom- en pulskorvloot af over de periode 2006-2018. De Belgische effort in de zuidelijke Noordzee nam echter veel sterker af dan de Nederlandse (-72% versus -30%). Bovendien is er bij de Nederlandse vloot een markante wijziging op niveau van de vistechiek waarbij de traditionele boomkor met wekkerkettingen grotendeels werd vervangen door de pulskor. Ook de ruimtelijke verspreiding van beide vloten is sterk gewijzigd. Zowel het Belgische groot (motorvermogen >221 kW) als het klein vlootsegment (motorvermogen ≤ 221 kW) trokken grotendeels weg uit de zuidelijke Noordzee, terwijl de effort van het Nederlandse klein vlootsegment toenam in dit gebied en meer specifiek voor de Belgische kust. Tevens stellen we vast dat binnen de Belgische 12 mijl zone de totale visserij-inspanning (België en Nederland samen) niet afneemt over de periode 2006-2018, wat grotendeels kan toegeschreven worden aan de toename in effort van Nederlandse pulsvaartuigen die de lagere visserij-inspanning van de Belgische boomkorvloot compenseert.

De **technische efficiëntie** (uitgedrukt als de aanvoer per eenheid van visserij-inspanning) van Belgische boomkorvaartuigen werd vergeleken met deze van Nederlandse pulsvaartuigen en Nederlandse vaartuigen uitgerust met wekkerkettingen. Verrassend genoeg bleek dat Belgische boomkorvaartuigen van het groot vlootsegment actief in de zuidelijke Noordzee efficiënter vissen op tong, dan Nederlandse pulsvaartuigen. Echter, binnen de Belgische 12 mijl zone zien we

dat Nederlandse pulsvaartuigen van het klein vlootsegment efficiënter tong vangen dan Belgische boomkorvaartuigen van het klein vlootsegment.

Als we beide parameters (visserij-inspanning en technische efficiëntie) met elkaar vermenigvuldigen, dan stellen we vast dat de theoretische visserijsterfte in de periode 2014-2018 hoger ligt dan wat werd aangegeven door de ICES adviezen voor het tongbestand in de Noordzee.

Een tweede vraag die werd onderzocht was “**Is er een verandering in de biomassa van visbestanden?**”. Om trends in visbestanden van de zuidelijke Noordzee vast te stellen, dient de aanvoer gestandaardiseerd te worden t.o.v. de geleverde visserij-inspanning (ook wel *Ipue* of landings per unit of effort genoemd). De *Ipue* van de Belgische en Nederlandse boom- en pulskorvloot voor **tong** in de zuidelijke Noordzee toont naast seizoensgebonden schommelingen een vrij constant verloop. Echter, binnen de Belgische 12 mijl zone zijn er over de periode 2006-2018 veel sterkere schommelingen. Dit doet ons besluiten dat deze soort op lokale schaal wel degelijk veranderingen ondergaat en de laatste 5 jaar in een neerwaartse beweging zit. Dit gaat in tegen de algemene trend voor het tongbestand in de volledige Noordzee. Voor **schol** stellen we een afname vast in zowel de zuidelijke Noordzee als binnen de Belgische 12 mijl zone sinds 2016, terwijl er voor het volledig scholbestand (dit is de volledige Noordzee en Skagerrak) sinds 2008 een bijna exponentiële groei wordt vastgesteld. Onze bevindingen wijzen – net zoals bij tong – op een verschillende dynamiek afhankelijk van de regio waarop wordt gefocust.

Een derde vraag was “**Is de conditie van de vis veranderd?**”. Veranderingen in de gemiddelde lengte en gewicht per leeftijd en de algemene conditie van de vis (berekend als de relatie tussen het gewicht en de lengte van een vis), werden eveneens onderzocht. Een slechte conditie kan wijzen op o.a. een beperkte voedselbeschikbaarheid of verhoogde visserijdruk. Voor zowel tong als schol stelden we vast dat jonge vissen (leeftijd 1-4) kleiner en lichter worden over de periode 2006-2018. Gezien de hoeveelheid data waarop deze analyses zijn gebaseerd variëren per jaar, interpreteren we deze resultaten met enige voorzichtigheid.

De vierde vraag was “**Is er een ruimtelijke verschuiving van visbestanden?**”. Om ruimtelijke verschuivingen in visbestanden vast te stellen werden de data afkomstig van wetenschappelijke surveys geanalyseerd. Surveydata zijn hiervoor uitermate geschikt gezien ze jaarlijks onder zo gelijk mogelijke omstandigheden worden verzameld: zelfde vistuig, zelfde sleepsnelheid, zelfde periode van het jaar, zelfde locaties. Voor **tong** konden we hieruit afleiden dat er een ruimtelijke verschuiving is opgetreden over de periode 1987-2018. Maatse tong (≥ 24 cm) komt nu eerder voor langs de zuidoost kusten van Engeland. Voor de kleinere tong (< 24 cm) zien we een duidelijke verschuiving naar het zuiden (Belgische en Engelse kust) en een sterke reductie ter hoogte van de Waddeneilanden. Ook voor **schol** zijn er ruimtelijke verschuivingen opgetreden over de periode 1987-2018. Maatse schol (≥ 27 cm) is in de periode 2012-2016 sterk toegenomen en in hoge hoeveelheden aanwezig in de centrale en zuidelijke Noordzee. In de meest recente jaren is er opnieuw een afname. Kleinere schol (< 27 cm) blijft het desondanks over de hele tijdsreeks goed doen en beslaat een groter gebied dan in het begin van de tijdsreeks. Dit is contra intuïtief, maar doet vermoeden dat de condities voor larven en jonge schol beter zijn dan deze voor volwassen schol.

Voor **kabeljauw**, **zeebaars**, en **grijze garnaal** is er geen duidelijke trend waar te nemen in de ontwikkeling van de bestanden over de onderzochte periode (2006-2018). Wat betreft kabeljauw is er al sinds de jaren '90 een sterke daling van de vangsten over de volledige Noordzee vast te stellen. Deze trend is eveneens aanwezig in gebieden zonder pulsvisserij. Voor zeebaars zijn er weinig gegevens beschikbaar. Deze soort wordt hoofdzakelijk door professionele, maar ook recreatieve hengelaars gevangen. Er is een dalende trend in de vangsten sinds 2013, maar deze kan niet rechtstreeks gelinkt worden aan de introductie van pulsvisserij in de zuidelijke

Noordzee. Voor het garnaalbestand, dat sterke schommelingen kent tussen verschillende jaren, is ook geen duidelijke trend waar te nemen die een mogelijk effect van pulsvisserij belicht.

Elke deelvraag van dit project biedt nieuwe inzichten en verklaringen over de dynamiek in de zuidelijke Noordzee en binnen de Belgische 12 mijl zone. Tijdens de periode 2006-2018 zijn er duidelijke veranderingen opgetreden in het tong- en scholbestand in de zuidelijke Noordzee, die zich vooral op lokale schaal manifesteren. Dit heeft onmiddellijke gevolgen voor commerciële en recreatieve kustvissers. Of deze veranderingen rechtstreeks gekoppeld zijn aan de aanwezigheid van pulsvisserij in de zuidelijke Noordzee kan dit project geen formeel uitsluitsel geven.

Het sluiten van de 12 mijl zone voor pulsvisserij zou de visserijdruk in deze zone aanzienlijk kunnen verlagen met mogelijks positieve gevolgen voor de kustvisserij. Echter, factoren zoals migratie, verschuiving van de visserij-inspanning naar de rand van de 12 mijl zone, terugkeer naar de traditionele boomkor, enzovoort kunnen dit succes sterk beïnvloeden.

Tot slot willen we benadrukken dat dit project tot stand gekomen is door in te gaan op de bezorgdheden uit de recreatieve en commerciële sector. We waarderen de input van alle vissers die op één of andere manier aan dit project hebben bijgedragen en willen allen bij deze nogmaals bedanken.

Summary

Is there less fish as a result of pulse fishing? This is a question that a lot of commercial and recreational fishers, scientists and managers ask themselves. This knowledge gap resulted in the project “Pulsfisheries Flemish Coast Part 1” where ILVO tried to find an answer to this important question. This project was financed by EMFF of the European Commission and the Flanders government (FIVA).

Fishing with electricity using a pulse gear was increasingly applied from 2009 onwards. Especially the Dutch fleet invested in this. The Dutch fleet received licenses for fishing with a pulse gear through different channels. This led in the period 2014-2018 to 84 licenses. Although these licenses were obtained under EU legislation, a lot of fishers frowned and claimed a reduction in their catches in the southern North Sea since pulse fishing was applied. Additionally, it became clear that the Belgian quota for sole in the North Sea were used less and less since 2016. Considering sole is a target species for the Belgian fleet and the ICES advice suggest no decrease for this fish stock, also scientists and managers got concerned.

During this project data were analysed that were not collected for the purpose of investigating any direct effect of pulse fisheries on changes in biomass of fish stocks. For example, no experiments were carried out in the field where a direct effect could be shown *in situ*. Consequently, the question “Is there less fish as a result of pulse fishing?” was split into 4 sub-questions where ILVO aims to formulate an answer as integrated as possible. We focused on 5 species: sole, plaice, cod, European sea bass and brown shrimp.

The first sub-question was “**Has the fishing mortality increased?**”. To verify this, we investigated on the one hand the fishing effort in the southern North Sea and on the other hand the technical efficiency of the fisheries.

The **fishing effort** was investigated using VMS data linked to logbooks of the Belgian and Dutch fleet (focus on beam and pulse trawl fleet, 80 mm). The total fishing effort in the southern and central North Sea decreased for the Belgian and Dutch beam and pulse trawl fleet over the period 2006-2018. However, the Belgian effort in the southern North Sea decreased much more than the Dutch effort (-72% versus -30%). Furthermore, for the Dutch fleet, there is a significant change at the level of the fishing technique where the traditional beam trawl with tickler chains is largely replaced by the pulse trawl. In addition, also the spatial distribution of both fleets has changed substantially. Both the Belgian large (engine power >221 kW) and small fleet segment (engine power \leq 221 kW) migrated out of the southern North Sea, while the effort of the Dutch small fleet segment increased in this area and more specifically in front of the Belgian coast. Finally, the total fishing effort within the Belgian 12 mile zone (both from Belgium and the Netherlands) does not decrease over the period 2006-2018, which can largely be explained by the increase in effort of the Dutch pulse trawl vessels which compensate the lower effort by the Belgian beam trawl fleet.

The **technical efficiency** (defined as the landings per unit of effort) of the Belgian beam trawl vessels was compared to that of the Dutch pulse trawl vessels and Dutch vessels with tickler chains. Surprisingly, the Belgian beam trawl vessels of the large fleet segment active in the North Sea appeared more efficient in fishing for sole than the Dutch pulse vessels. However, within the Belgian 12 mile zone, the Dutch pulse trawl vessels of the small fleet segment were more efficient in catching sole than Belgian beam trawl vessels of the small fleet segment.

If both parameters (fishing effort and technical efficiency) are multiplied by each other, we see that the theoretical fishing mortality for the period 2014-2018 is on a higher level than what is shown by the ICES advice for the sole stock in the North Sea.

A second sub-question was “**Is there a change in the biomass of fish stocks?**”. To investigate trends in fish stocks in the southern North Sea, the landings need to be standardized against the fishing effort (also called lpue or landings per unit of effort). The lpue of the Belgian and Dutch beam- and pulse trawl fleet for **sole** shows, besides seasonal fluctuations, a rather constant pattern. However, within the Belgian 12 mile zone, there are much stronger fluctuations over the period 2006-2018. This leads to the conclusion that the abundance of sole does vary on a local scale and is in a downward motion during the last 5 years. This signal contradicts the general trend for the sole stock in the entire North Sea. For **plaice**, we observed a decline for both the southern North Sea as within the Belgian 12 mile zone since 2016, while for the plaice stock (which includes the entire North Sea and Skagerrak) an almost exponential growth is present since 2008. Our findings point to different dynamics depending on the region where is focussed on (similar to sole).

A third sub-question was “**Has the condition of fish changed?**”. Changes in the mean length and weight at age and the general condition of the fish (calculated as the relationship between the weight and length of a fish), were also explored. A bad condition could point to for instance limited food availability or increased fishing pressure. For both sole and plaice, we observed that young fish (ages 1-4) had become smaller and leaner over the period 2006-2018. Given that the amount of data these analyses are based on varies per year, it is recommended to interpret these results with care.

The fourth sub-question was “**Is there a spatial shift in the fish stocks?**”. To verify spatial shifts in fish stocks we analysed data from the scientific surveys. Survey data are exceptionally fit, as they are collected every year under similar conditions: same fishing gear, same towing speed, same period of the year, same locations. For **sole**, a spatial shift could be established over the period 1987-2018. Sizable sole (≥ 24 cm) occurs more along the south-east coast of England in more recent years. For the undersized sole (< 24 cm), we observe a clear shift towards the south (Belgian and English coast) and a strong reduction along the Wadden islands. For **plaice**, we also established spatial shifts over the period 1987-2018. Sizable plaice (≥ 27 cm) has largely increased in the period 2012-2016 and is present in large amounts in the central and southern North Sea. However, in the most recent years, we observe a decrease for sizable plaice. Undersized plaice (< 27 cm) remains present in high densities over the entire time series and covers a larger area than in the beginning of the time series. This is contra-intuitive but we suspect that conditions for larvae and young plaice are better than for adults.

For **cod**, **European sea bass** and **brown shrimp** there is no obvious trend in the development of the stocks over the period 2006-2018. For cod there has been a steep decline in the catches for the entire North Sea since the nineties. This trend is also present in areas where no pulse fishing is allowed. For European sea bass, there are little data available. This species is mainly caught by professional, but also recreational angler fishermen. There is a decreasing trend in the catches since 2013, but this could not be linked directly to the introduction of pulse fisheries in the southern North Sea. For the shrimp stock, which is known to have strong fluctuations between years, there is also no obvious trend that could be explained by the effect of pulse fishing.

Every sub-question of this project gives new insights and explanations about the dynamics in the southern North Sea and within the Belgian 12 mile zone. During the period 2006-2018, obvious changes have occurred in the sole and plaice stock in the southern North Sea that are especially visible on a local scale. This has immediate consequences for commercial and recreational fishers. It is however unclear whether these changes are directly linked to the presence of pulse fisheries in the southern North Sea.

The closure of the Belgian 12 mile zone for pulse fisheries since August 2019 could lower the fishing pressure in this zone, which could potentially have positive consequences for coastal fisheries. However, factors such as migration, shifts in fishing effort towards the border of the 12 mile zone, the return of the traditional beam trawl, etcetera could strongly affect the success of this measure.

Finally, we want to emphasize that this project was initiated by taking the concerns of recreational and commercial fishermen seriously. We appreciate the input of all fishers that have contributed to this project in one way or another and want to thank them again.

Verklarende woordenlijst

ICES	International Council for the Exploration of the Sea
SSB	Spawning Stock Biomass of paaibiomassa
MSY	Maximum Sustainable Yield of Maximale duurzame opbrengst
MSY B_{trigger}	Paaibiomassa niveau waarbij een specifieke beheersmaatregel getriggerd wordt teneinde MSY te bekomen
F	Fishing mortality of visserijsterfte
F_{MSY}	Visserijsterfte niveau teneinde MSY te bekomen
TAC	Total Allowable Catch of Totaal Toegestane Vangst (TVV)
BTS	Beam Trawl Survey
SNS	Sole Net Survey
DYFS	Demersal Young Fish Survey
FDI	Fisheries Dependent Information
STECF	Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries
GVS	Groot vlootsegment
KVS	Klein vlootsegment

1. Inleiding

1.1. Aanleiding van het project

In de zomer van 2017 ontving ILVO verschillende meldingen van een mogelijke afname in de bestanden van commerciële vissoorten in de zuidelijke Noordzee. Deze meldingen kwamen van de Vlaamse kustvissers (*i.e.* de kleine boomkorvaartuigen), de recreatieve vissers en de commerciële hengelvissers. Zij noteerden verlaagde vangsten van zeebaars, kabeljauw, tong en schol. Daarnaast benutte de Belgische commerciële vloot het tongquotum in de Noordzee voor slechts 34% in 2017 en 30% in 2018.

Vlaamse kustvissers, recreatieve vissers en commerciële hengelvissers geven aan dat de toenemende aanwezigheid van de Nederlandse pulsvissers wellicht bijdraagt tot hun afnemende vangsten.

Deze signalen en het ontbreken van duidelijke antwoorden vanuit de wetenschap gaven aanleiding tot dit project dat werd gefinancierd door de Europese Commissie (EFMZV) en de Vlaamse Overheid (FIVA) en ondersteunt door het Departement Landbouw en Visserij.

1.2. Onderzoeksvragen en projectaanpak

Binnen het EFMZV project “Pulsvisserij Vlaamse kust – deel 1” tracht ILVO over de periode van 11 maanden een antwoord te vinden op de vraag: “Zit er minder vis door de pulsvisserij?”. Gezien dit project gebruik maakt van beschikbare gegevens die niet verzameld werden met het oog op dit soort onderzoek is het onmogelijk om een rechtstreekse link aan te duiden tussen mogelijke biomassaveranderingen in visbestanden in de zuidelijke Noordzee en de aanwezigheid van Nederlandse pulsvissers. Bijgevolg werd deze vraag opgesplitst in 4 deelvragen waar ILVO een zo volledig mogelijk antwoord op probeert te formuleren.

- a) Is de visserijsterfte gestegen?
- b) Is er een verandering in de biomassa van visbestanden?
- c) Is de conditie van de vis veranderd?
- d) Is er een ruimtelijke verschuiving van visbestanden?

We focussen hierbij op 5 soorten: tong (*Solea solea*), schol (*Pleuronectes platessa*), kabeljauw (*Gadus morhua*), Europese zeebaars (*Dicentrarchus labrax*) en grijze garnaal (*Crangon crangon*). We maken gebruik van 2 types databronnen: gegevens van commerciële vloten en gegevens van wetenschappelijke surveys. De gegevens van de commerciële vloot zijn enerzijds afkomstig van de Europese STECF databank op basis van de FDI (Fisheries Dependent Information) data call en anderzijds van VMS (Vessel Monitoring System) data van de Belgische en Nederlandse vloot.

1.3. Vaststellingen en claims

1.3.1 Vangsten van recreatieve vissers

1.3.1.1 Databronnen

Onder de Europese wetgeving (Data Collection Framework, DCF) dient elke Europese lidstaat gegevens te verzamelen omtrent zijn recreatieve visserij (EU Regulation No 1380/2013). Gezien deze gegevens pas sinds 2017 worden bijgehouden, konden deze niet gebruikt worden met het oog op de doelstelling van dit project. Wel heeft het netwerk van recreatieve vissers verbonden aan de recent opgezette monitoring van de recreatieve visserij, bijgedragen tot het bekomen van verschillende ‘notitieboekjes’. Deze notitieboekjes bevatten vangstgegevens van verschillende

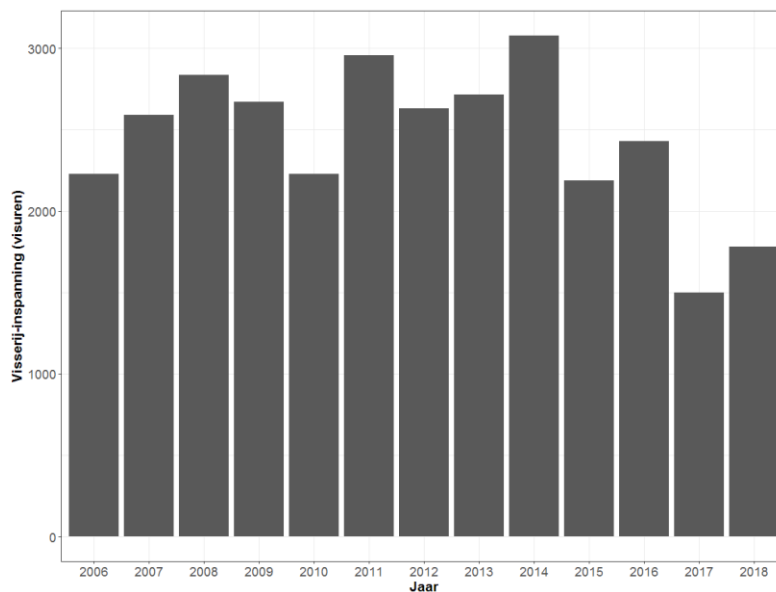
recreatieve vissers die verder terug gaan in de tijd. In het kader van dit project werd een extra oproep gedaan om lange termijn datasets aan te leveren.

Uiteindelijk waren er 12 notitieboekjes beschikbaar voor analyse. Deze bevatten voornamelijk vangstgegevens. Om echter een verandering over de tijd te kunnen vaststellen dient ook visserij-inspanning (effort) gedocumenteerd te zijn (vb. hoe lang en met hoeveel hengels werd gevist). Dit laat toe om de data op een gestandaardiseerde manier te vergelijken voor de hele tijdsreeks. Slechts 3 datasets bevatten zowel vangst als effort gegevens. Twee daarvan bevatten ook informatie omtrent de soorten die gevangen werden.

Hoewel deze 2 datasets afkomstig waren van hengelvissers die hoofdzakelijk ter hoogte van de oostkust visten, werden de datasets niet gecombineerd om uit te sluiten dat andere verschillen in de 2 datasets, en meer bepaald de manier waarop de data werd verzameld (vb. de manier van vissen, de vislocaties, ...), een eventuele trend in de data zou kunnen beïnvloeden. Beide datasets werden uitgebreid geanalyseerd, maar om de confidentialiteit van de data en de anonimiteit van de data verzamelaar te garanderen worden deze geaggregeerd voorgesteld in de figuren.

1.3.1.2 Dataset 1

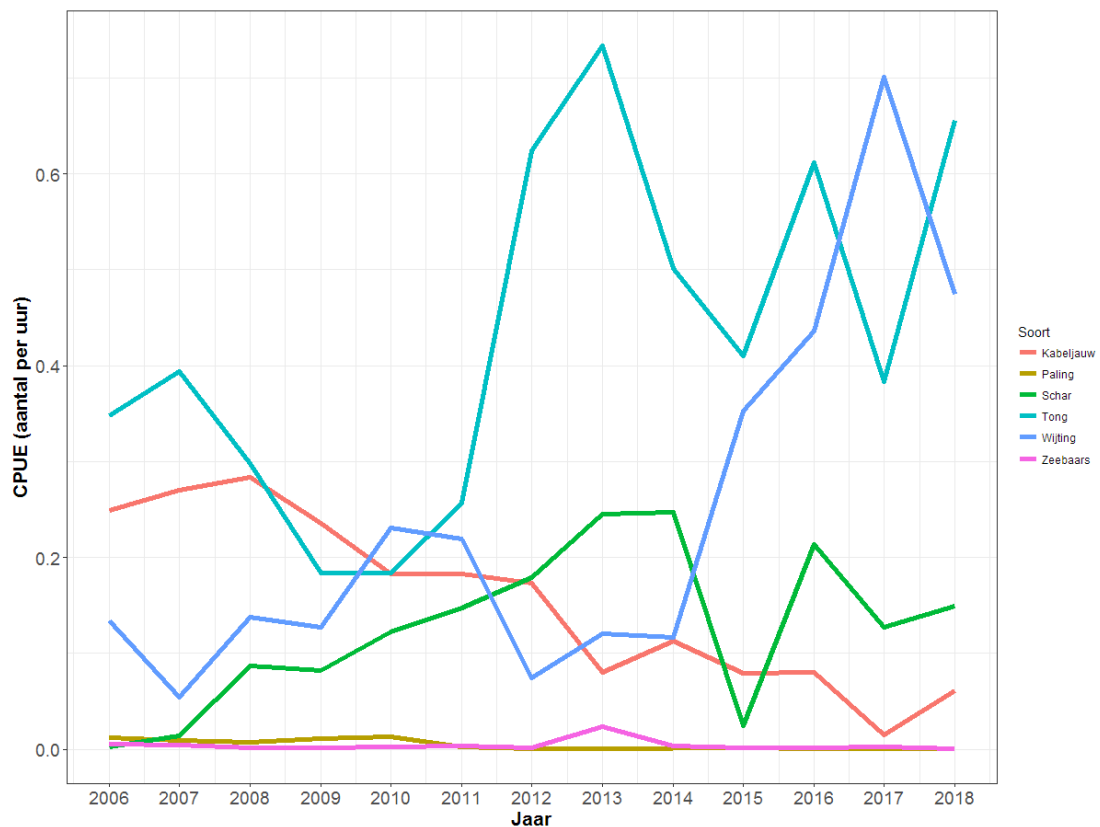
De eerste dataset bevat gegevens van 2006-2018. De visserij-inspanning (uitgedrukt in visuren) bleef vrij gelijk over de tijdsreeks (± 2000 visuren per jaar), met uitzondering van de meest recente jaren (2017 en 2018), waarbij duidelijk minder visuren werden gepresteerd (Figuur 1). In 2017 werd het minste aantal uren gevist (± 1500 visuren per jaar), terwijl er in 2014 meer dan dubbel zoveel visuren werden gepresteerd (± 3100 visuren per jaar).



FIGUUR 1: VISSERIJ-INSPANNING (IN VISUREN) OVER DE PERIODE 2006-2018 UIT DATASET 1.

De vangsten worden uitgedrukt in aantallen van een bepaalde vissoort. De vangst per eenheid van visserij-inspanning (CPUE of catch per unit of effort) werd berekend als 'aantallen per uur' (Figuur 2). Deze dataset toont een gestage afname van de hoeveelheid kabeljauw (van 0.3 naar 0.05 vissen per uur) en een stijging in de hoeveelheid wijting (van 0.1 naar 0.5 vissen per uur). De tongvangsten schommelden in het begin van de tijdsreeks rond de 0.3 vissen per uur. In 2012-2013 zijn deze sterk toegenomen tot meer dan 0.6 vissen per uur en in de periode 2014-2018 schommelen deze rond de 0.5 tong per uur. Schar neemt licht toe tot 0.25 vissen per uur in 2013-2014, om in de meest recente jaren terug te schommelen rond 0.1 vissen per uur. Zeebaars en

paling werden te weinig gevangen (< 0.05 vissen per uur) om een trend te kunnen onderscheiden.



FIGUUR 2: VANGST PER EENHEID VAN VISSERIJ-INSPANNING (CATCH PER UNIT OF EFFORT, CPUE) OVER DE PERIODE 2006-2018 VOOR 6 VISSOORTEN.

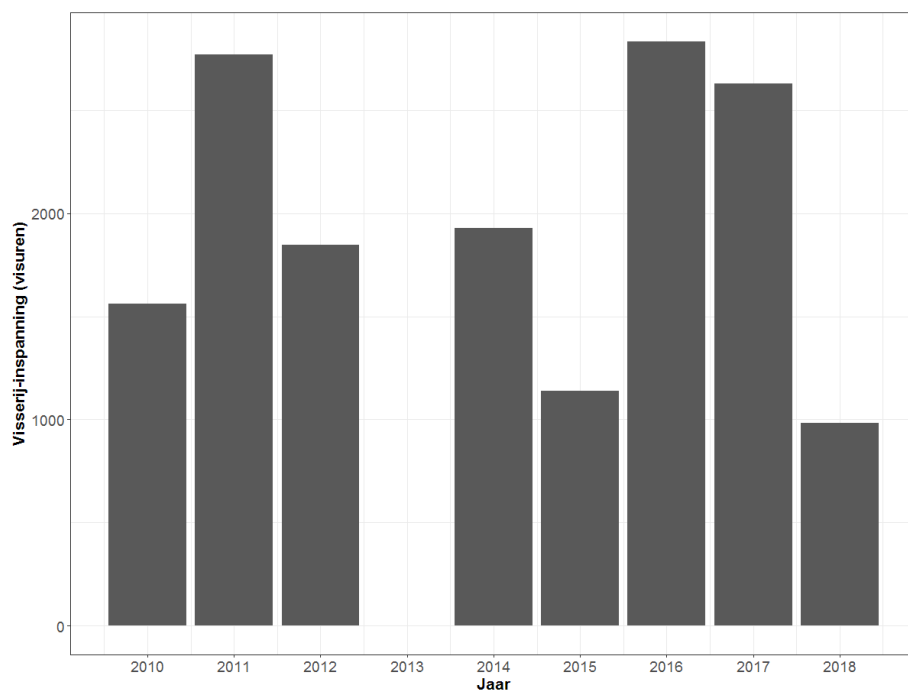
Kabeljauw werd voornamelijk tijdens de eerste (januari-april) en laatste (oktober-december) maanden van het jaar gevangen (Figuur 3). In de meest recente jaren is de kabeljauwvangst sterk afgenomen en wordt nu meer wijting gevangen tijdens deze periodes van het jaar. Ook schar is een soort die vooral in de wintermaanden opduikt in de vangsten, terwijl de tongvangsten zich concentreren in de zomermaanden (juni-september) (Figuur 3).



FIGUUR 3: TEMPORELE SPREIDING VAN DE VANGSTEN (IN AANTALLEN PER UUR) PER MAAND VOOR 6 VISSOORTEN

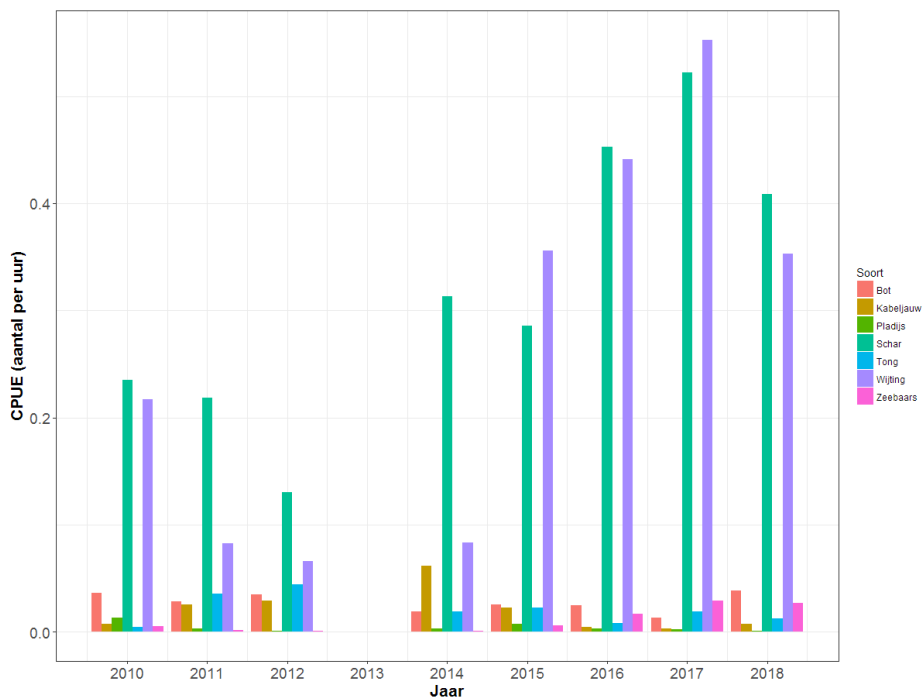
1.3.1.3 Dataset 2

De tweede dataset bevat gegevens van 2010-2018, waarbij 2013 ontbreekt. De visserij-inspanning (uitgedrukt in visuren) varieert over de jaren met in 2016 het hoogste aantal visuren (± 2800 uren per jaar) en in 2018 het laagste aantal visuren (± 1000 visuren per jaar) (Figuur 4).



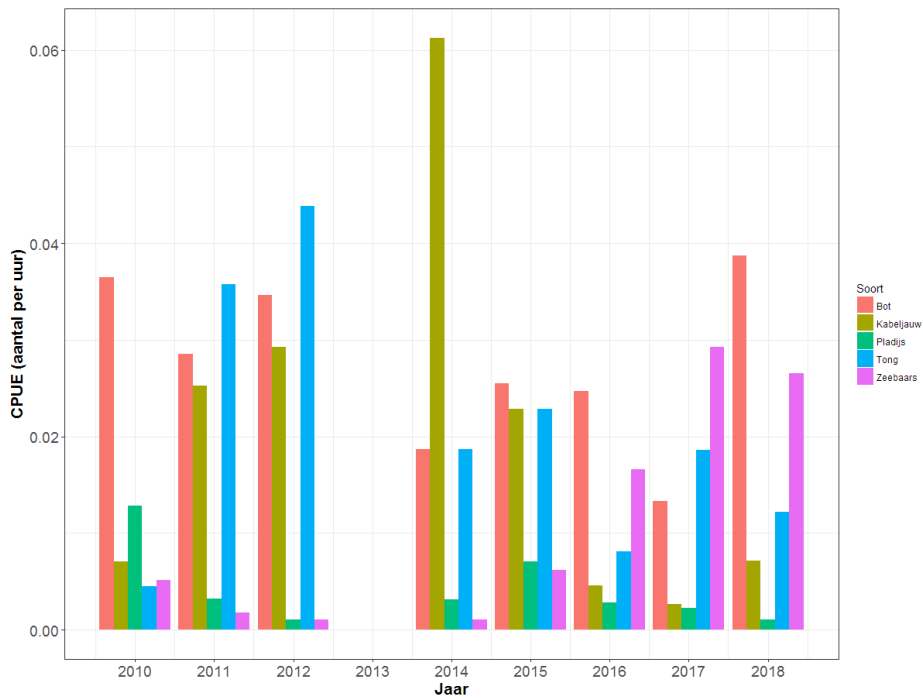
FIGUUR 4: VISSERIJ-INSpanNING (IN VISUREN) OVER DE PERIODE 2010-2018 UIT DATASET 2.

De vangsten worden uitgedrukt in aantallen van een bepaalde vissoort. De vangst per eenheid van visserij-inspanning (CPUE of catch per unit of effort) werd berekend als 'aantallen per uur'. Deze dataset toont een gestage toename van schar en wijting van 0.2 naar 0.4 vissen per uur in de periode 2010-2018 (Figuur 5).



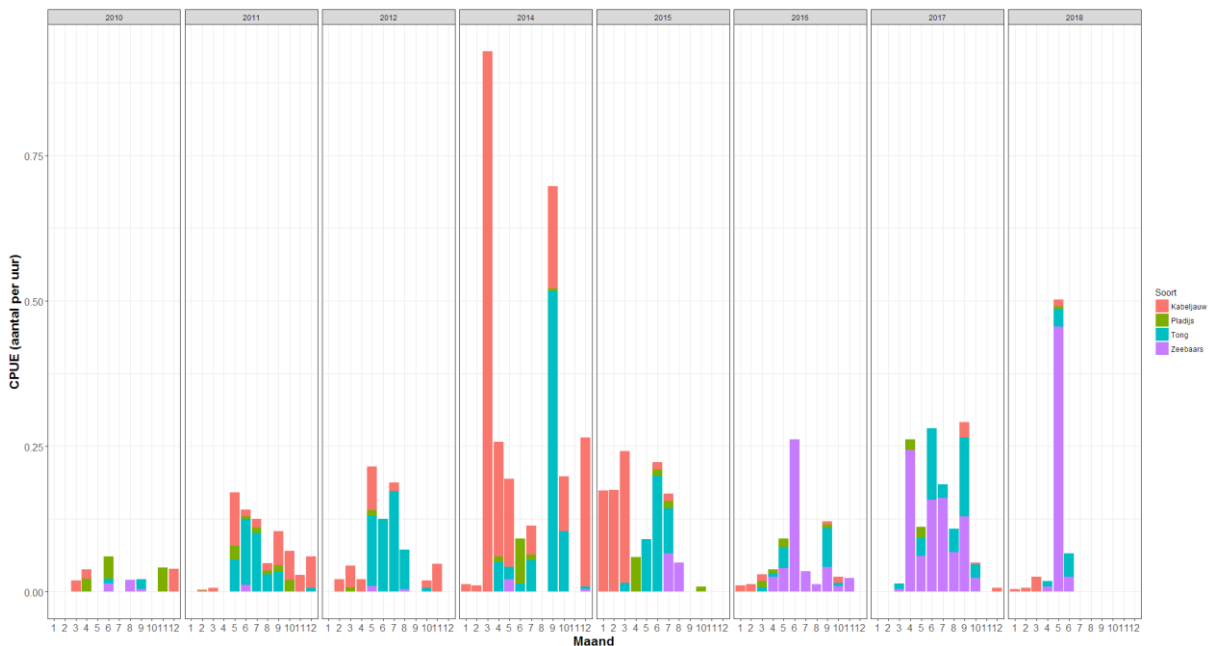
FIGUUR 5: VANGST PER EENHEID VAN VISSERIJ-INSpanNING (CATCH PER UNIT OF EFFORT, CPUE) OVER DE PERIODE 2010-2018 VOOR 7 VISSOORTEN.

De CPUE voor de andere soorten (excl. schar en wijting) is een grootteorde lager en wordt weergegeven in Figuur 6. Voor bot (*Platichthys flesus*) blijven de vangsten vrijwel gelijk over de tijdsreeks, schommelend rond 0.025 vissen per uur. De kabeljauwvangsten nemen toe in 2010-2012 en 'pieken' in 2014. Na 2014 werd er terug minder kabeljauw gevangen. Pladijs (*i.e.* schol) werd door deze visser weinig gevangen. De tongvangsten namen toe in 2012 tot ruim 0.04 vissen per uur, daarna namen de vangsten af (0.02 vissen per uur). Zeebaars werd in het begin van de tijdsreeks weinig gevangen. In de laatste 3 jaar van de tijdsreeks schommelden vangsten rond de 0.02 vissen per uur.



FIGUUR 6: VANGST PER EENHEID VAN VISSERIJ-INSPANNING (CATCH PER UNIT OF EFFORT, CPUE) OVER DE PERIODE 2010-2018 VOOR 5 VISSOORTEN (SCHAR EN WIJTING WERDEN HIER NIET IN BESCHOUWING GENOMEN).

Als de focus wordt gelegd op de doelsoorten binnen dit project, dan wordt duidelijk dat in het eerste deel van de tijdsreeks vooral kabeljauw en tong werd gevangen (Figuur 7). In het tweede deel werd meer gericht gevist op zeebaars. Het is onduidelijk of deze visser anders is gaan vissen door het minder voorkomen van tong en kabeljauw of door het meer voorkomen van zeebaars of eerder door persoonlijke voorkeur. De temporele spreiding van de vangsten is gelijkaardig zoals in dataset 1, tong wordt voornamelijk in de zomermaanden gevangen en kabeljauw in de wintermaanden al is deze trend minder duidelijk in dataset 2 (Figuur 7).



FIGUUR 7: TEMPORELE SPREIDING VAN DE VANGSTEN (IN AANTALLEN PER UUR) PER MAAND VOOR DE DOELSOORTEN VAN DIT PROJECT.

1.3.1.4 Conclusie recreatieve vangsten

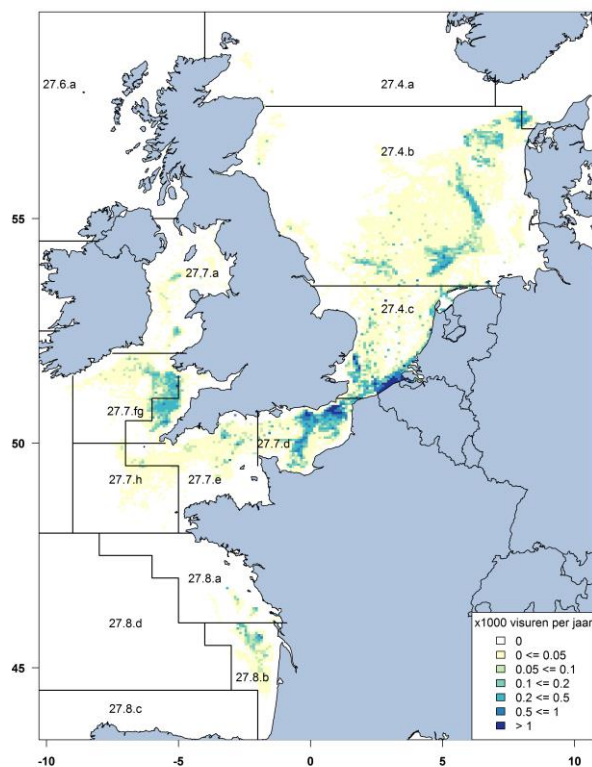
Voor de analyse van de recreatieve vangsten, waren slechts 2 valabele datasets beschikbaar om trends over de tijd te bekijken (i.e. met een indicatie van visserij-inspanning). Dalende vangsten, zoals deze werden geclaimd, konden met deze 2 datasets niet rechtstreeks worden aangetoond voor tong, schol en zeebaars. Dit was echter wel het geval voor kabeljauw (vooral op basis van dataset 1). Het is echter nogal voorbarig om conclusies voor de volledige recreatieve zeevisserijsector te formuleren op basis van twee datasets.

In het kader van de Europese dataverzameling worden recreatieve vissers aangespoord om de visserij-inspanning te noteren (sinds 2017). Dit kan toekomstige analyses enkel ten goede komen. Data afkomstig van hengselwedstrijden zijn eveneens heel nuttig, gezien de visserij-inspanning constant is. Indicatie van welke soorten werden gevangen is echter cruciaal. ILVO wil bij deze de recreatieve vissers die bijgedragen hebben tot dit project nog eens expliciet bedanken.

1.3.2 Quotabenuutting (2006-2018)

1.3.2.1 Visgebieden van de Belgische vloot

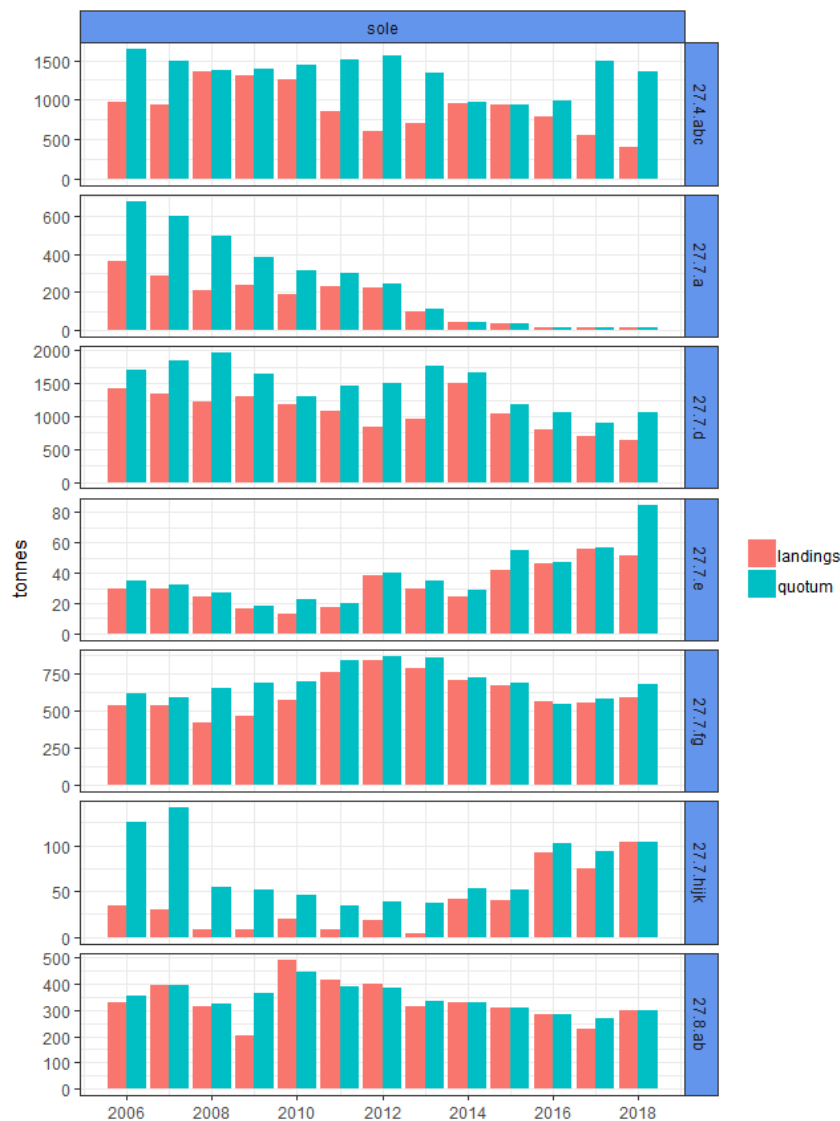
De Belgische commerciële visserijsector heeft vangstrechten in verschillende ICES gebieden (Figuur 8). De belangrijkste visgronden bevinden zich in de Noordzee (ICES gebied 27.4.b en 27.4.c), het oostelijk Engels Kanaal (ICES gebied 27.7.d) en de Keltische Zee (ICES gebied 27.7.fg).



FIGUUR 8: OP BASIS VAN DE VMS (VESSEL MONITORING SYSTEM) GEGEVENS VAN DE BELGISCHE VLOOT WERD HET GEMIDDELD AANTAL VISUREN GEPLT OVER DE PERIODE 2015-2017.

1.3.2 Vangstrechten tong

De belangrijkste tongquota voor de Belgische vloot (in aantal ton) zijn deze van het oostelijk Engels Kanaal (27.7.d), de Noordzee (27.4.abc) en de Keltische Zee (27.7.fg) (Figuur 9; De Belgische quota werden overgenomen uit de jaarlijkse rapporten “Aanvoer en besomming” gepubliceerd door Departement Landbouw en Visserij¹). Historisch gezien was ook de Ierse Zee (27.7.a) een belangrijk gebied voor de Belgische tongvisserij, maar door de kritieke toestand van het tongbestand in dit gebied nam de Total Allowable Catch (TAC, Totaal Toegestane Vangst), en dus ook het Belgisch tongquotum sterk af. Hoewel de toestand van het tongbestand in de Ierse Zee zich stilaan herstelt, is de huidige TAC nog laag. De tongvisserij in de Golf van Biskaje (27.8.ab) is een zomervisserij, wat inhoudt dat het Belgische quotum enkel van juni tot september kan opgevist worden.



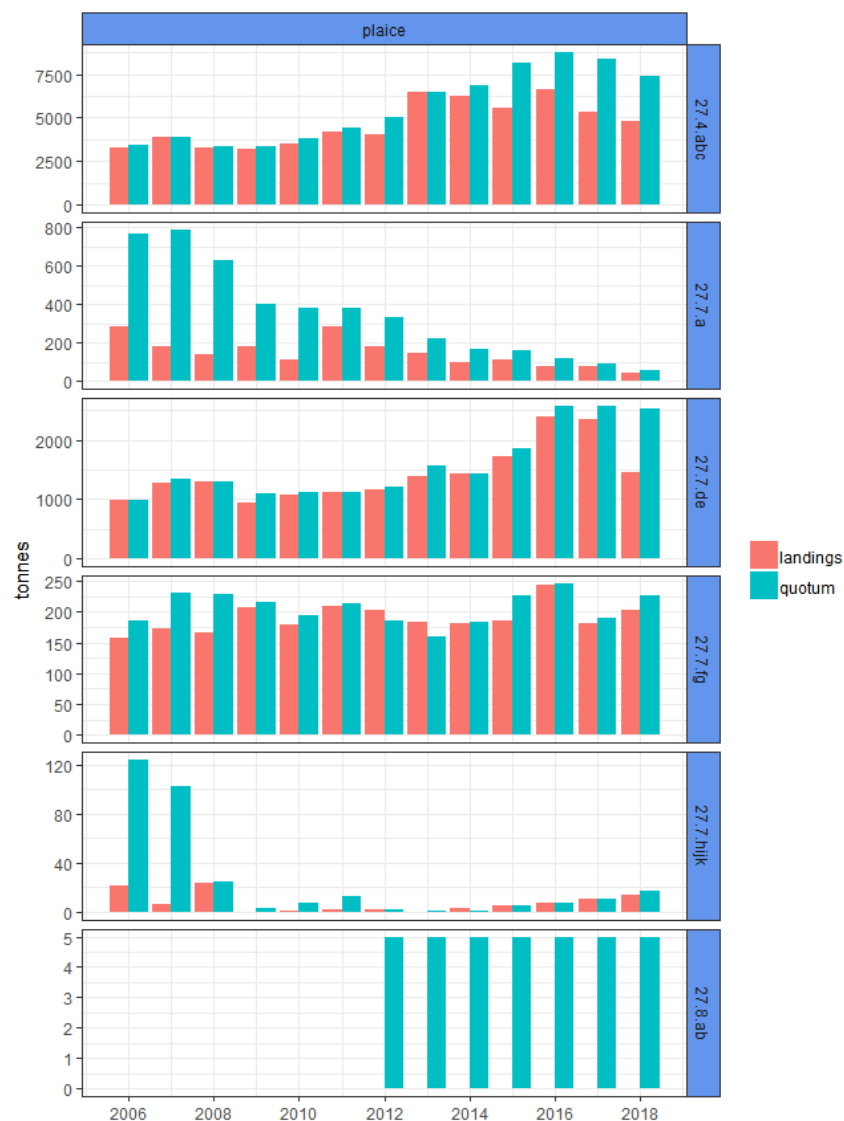
FIGUUR 9: JAARLIJKSE BELGISCHE QUOTA (NA RUIJ) EN AANVOER VAN TONG (*SOLEA SOLEA*) PER ICES BEHEERSGEBIED VOOR DE PERIODE 2006-2018.

¹ <https://www.vlaanderen.be/publicaties/de-belgische-zeevisserij-aanvoer-en-besomming-vloot-quota-vangsten-visserijmethoden-en-activiteit>

Over de hele tijdsreeks 2006-2018 nam het globale Belgische tongquotum met ongeveer 30% af. De sterkste reductie vond plaats in de periode 2014-2016, waarbij vooral het tongquotum in het oostelijk Engels Kanaal en de Noordzee sterk daalde. Het verlies aan globaal tongquotum werd niet gecompenseerd door een betere benutting van de tongquota. Integendeel, ondanks een relatief stabiele marktprijs voor tong (gemiddeld $10,7 \pm 0,9$ EUR kg⁻¹), kende de jaarlijkse aanvoer een sterke afname van 43% in de periode 2006-2018. De sterkste daling vond plaats vanaf 2016, en is voornamelijk te wijten aan de lagere aanvoer uit de Noordzee en het oostelijk Engels Kanaal. In 2018 werd dan ook slechts 58% van het globale Belgische tongquotum opgevist.

1.3.2.3 Vangstrechten schol

De belangrijkste scholquota van de Belgische vloot (in aantal ton) liggen in de Noordzee (27.4.abc) en het Engels Kanaal (27.7.de) (er is een gemeenschappelijke TAC voor het oostelijk en westelijk Engels Kanaal) (Figuur 10). In de Noordzee wordt gericht op schol gevist door boomkorvaartuigen d.m.v. netten met maaswijdte ≥ 120 mm ten noorden van 56°N. In de andere gebieden wordt schol eerder als een waardevolle bijvangst beschouwd.

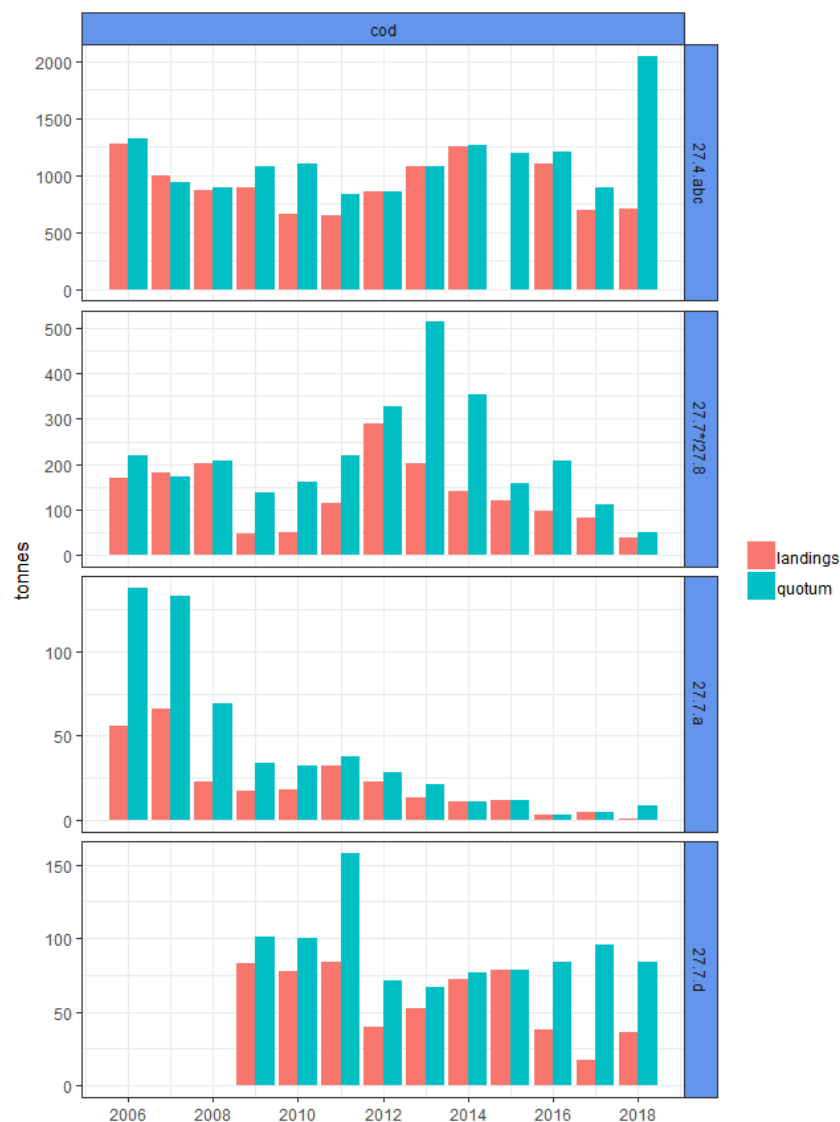


FIGUUR 10: JAARLIJKSE BELGISCHE QUOTA (NA RUIL) EN AANVOER VAN SCHOL (*PLEURONECTES PLATESSA*) PER ICES BEHEERSGEBIED VOOR DE PERIODE 2006-2018.

Over de hele tijdsreeks 2006-2018 nam het globale Belgische scholquotum met ongeveer 85% toe. Dit is rechtstreeks gelinkt aan een sterke stijging van de TAC en een sterke toename van het scholbestand in de Noordzee (en in mindere mate het Engels Kanaal) sinds 2013. De benutting van het globale Belgische scholquotum varieerde tussen de 86% en 97% in de periode 2006-2014. Sinds 2015 is er een dalende trend in de benuttingsgraad van 73% naar 64% in 2018. De scholprijs daalde van 2 EUR kg⁻¹ in 2006 naar 1.2 EUR kg⁻¹ in 2013 gelinkt aan het toegenomen aanbod (97% benuttingsgraad quotum in 2013). In 2018 steeg de scholprijs opnieuw tot 2.4 EUR kg⁻¹ (64% benuttingsgraad quotum in 2018).

1.3.2.4 Vangstrechten kabeljauw

De belangrijkste kabeljauwquota van de Belgische vloot (in aantal ton) liggen in de Noordzee (27.4.abc) (Figuur 11). Vooral in het centrale deel van de Noordzee, voor de Deense kust, wordt er gericht op kabeljauw gevist door boomkorvaartuigen met een maaswijdte van ≥ 120 mm.



FIGUUR 11: JAARLIJKSE BELGISCHE QUOTA (NA RUIL) EN AANVOER VAN KABELJAUW (*GADUS MORHUA*) PER ICES BEHEERSGEBIED VOOR DE PERIODE 2006-2018.

In de Noordzee zijn de totale aanlandingen van kabeljauw en het quotum relatief stabiel gebleven. In de andere gebieden is er een afname vast te stellen, zowel van de aanlandingen als van het quotum (met uitzondering van 27.7.d, gezien de TAC).

1.3.3 Pulsvisserij in de Noordzee

Pulsvisserij of pulskorvisserij is een visserijtechniek die gebruik maakt van elektriciteit, stroompulsen, die de vis doen opschrikken van de zeebodem (Soetaert et al., 2019). Pulsvisserij is gericht op tong (krampuls). Daarnaast wordt deze techniek ook in beperkte mate toegepast op garnalen (schrikpuls; Soetaert et al., 2015).

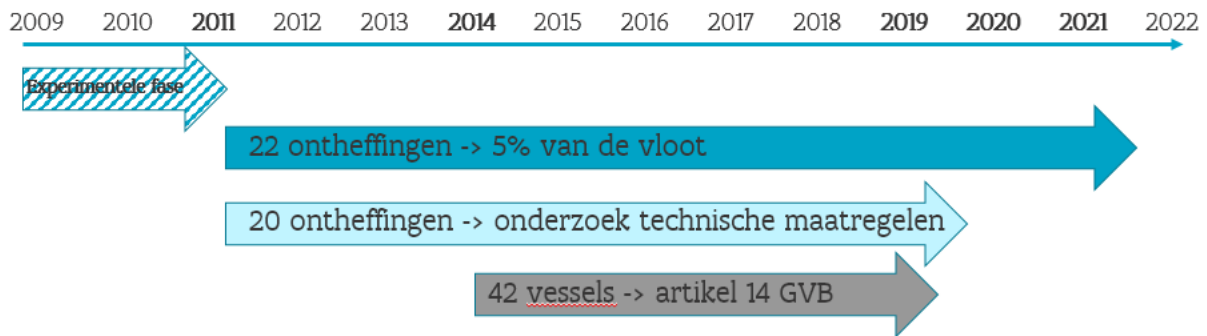
Platvissen leven een groot deel van de dag in en op de zeebodem. Om op deze soorten te vissen gebruiken vissers technieken die de platvissen van en uit de bodem doen opschrikken, waarbij deze vervolgens in het sleepnet terecht komen. Bij de conventionele boomkorvisserij gebeurt het opschrikken met wekkerkettingen of kettingmatten. Deze stalen structuur is ter hoogte van de netopening of de grondpees gemonteerd en wordt over de zeebodem gesleept. Bij een pulstuig is deze stalen structuur niet aanwezig, maar zijn kabels (elektroden) ter hoogte van de netopening in de sleeprichting opgehangen. Stroompulsen in deze kabels veroorzaken een elektrisch veld. Vissen die in dit elektrisch veld terecht komen, ervaren een stroompuls wat een krampreflex veroorzaakt. Hierdoor komt de vis niet alleen los van de bodem, maar wordt hij ook tijdelijk immobiel waardoor de kans op ontsnapping verkleint. Vooral voor het vangen van tong is deze techniek effectief, terwijl andere vissoorten net minder gevangen worden en de techniek dus selectiever is (van Marlen *et al.*, 2011, Rijnsdorp *et al.*, 2016). De vis wordt door de blootstelling aan het elektrisch veld niet gedood of verdoofd, maar enkel opgeschrikt. Nadat de platvis dit elektrisch veld is gepasseerd, komen de spieren onmiddellijk terug in een ontspannen toestand (Quirijns *et al.*, 2013). Er werden bij overlevende platvissen nog geen verdere negatieve effecten aangetoond (van der Reijden *et al.*, 2017).

Het gebruik van het pulstuig werd vanaf 2009 meer en meer gebruikt. Vooral de Nederlandse vloot zette hierop in. De Nederlandse vloot verwierf licenties voor het vissen met het pulstuig via 3 kanalen:

- (1) In elke Europese lidstaat kan 5% van de vissersvloot gebruik maken van het pulsvistuig ten zuiden van 55°NB op basis van Verordening nr. 41/2007, bijlage III.4 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007R0041&from=NL>). Dit komt voor de Nederlandse vloot overeen met 22 vaartuigen. Deze licenties werden toegekend in 2011 en zijn nog geldig tot halfweg 2021.
- (2) Voor het stimuleren van wetenschappelijke onderzoek in samenwerking met de sector werden nogmaals 20 ontheffingen verkregen gelinkt aan artikel 43 van Verordening 850/1998 onder de Europese technische maatregelen (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:01998R0850-20140101&from=NL>). Deze licenties zijn nog geldig tot eind 2019.
- (3) Tenslotte werden 42 ontheffingen uitgegeven op basis van artikel 14 van Verordening 1380/2013 voor onderzoek ter beperking van ongewenste bijvangst in een visserij gericht op de implementatie van de aanlandplicht (in het kader van de Common Fisheries Policy (CFP) of het Gemeenschappelijk Visserijbeleid (GVB)) (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1380&from=NL>). De laatste licenties onder deze wetgeving zijn komen te vervallen in juli/augustus 2019.

De vraag vanuit de Nederlandse sector en de ondersteuning vanuit het Nederlandse beleid heeft ertoe geleid dat een groot deel van de Nederlandse boomkorvloot uit pulsvisserij bestond. In de periode tussen 2014 en de eerste helft van 2019 waren 84 pulslicenties aanwezig in de

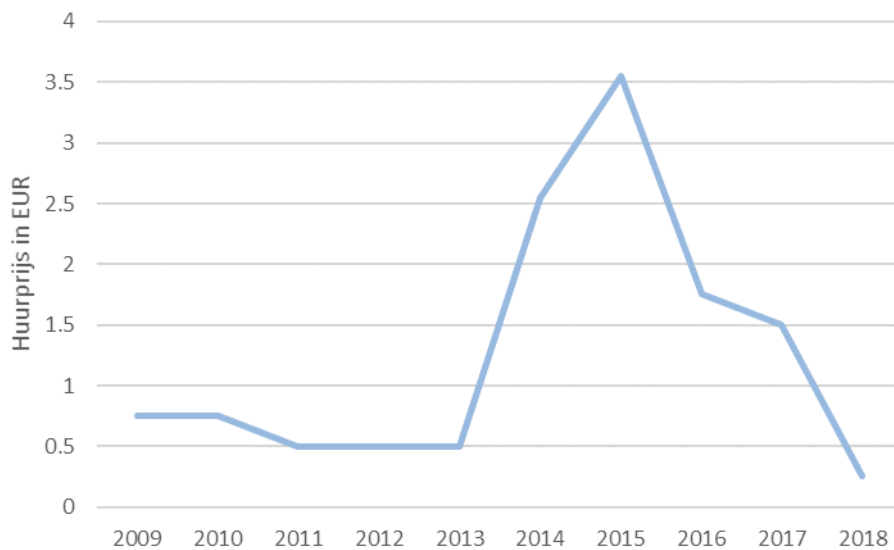
Nederlandse vloot. In de praktijk waren deze licenties echter niet allemaal in gebruik. Een tijdlijn wordt hieronder weergegeven.



1.3.4 Evolutie huurprijs Nederlands individueel tongquotum

De Nederlandse quota worden per soort en beheersgebied verdeeld onder de geïnteresseerde reders per vaartuig in de vorm van een individueel quotum (of individual transferable quota, ITQ). Indien een bepaald vaartuig zijn ITQ niet zal kunnen opvissen, kan het dit te huur aanbieden, zodat het kan opgevisst worden door een ander vaartuig. Als meerdere vaartuigen hun ITQ niet kunnen opvissen, zal het aanbod hoog zijn en de prijs laag. Als verschillende vaartuigen echter een tekort vaststellen, dan zal het aanbod laag zijn en de prijs hoog.

Als we de evolutie van de huurprijzen van het Nederlands tongquotum bekijken, stellen we vast dat er een sterke prijsstijging plaatsvond in 2014-2015 (Figuur 12). Dit kan twee dingen betekenen: 1) de inschatting van de hoeveelheid tong in de Noordzee door ICES en de daarop gebaseerde TAC was lager dan wat vissers effectief konden vangen in die periode; 2) wetende dat het aantal pulsllicenties in 2014 net verdubbelde (van 42 naar 84 pulsllicenties), kan de efficiëntie van het pulstuig ervoor gezorgd hebben dat het quotum veel sneller kon opgevisst worden. Na 2015 neemt de huurprijs sterk af, wat wijst op een overaanbod aan quotum. De Nederlandse vloot slaagt er niet meer in het quotum op te vissen, ondanks de hoge efficiëntie van de pulsvisserij voor tong.



Huurprijzen	
2018	€ 0,25
2017	€ 1,50
2016	€ 1,75
2015	€ 3,55
2014	€ 2,55
2013	€ 0,50
2012	€ 0,50
2011	€ 0,50
2010	€ 0,75
2009	€ 0,75

FIGUUR 12: OVERZICHT HUURPRIJS NEDERLANDS TONGQUOTUM IN DE NOORDZEE VOOR DE PERIODE 2009-2018.

2. Is de visserijsterfte gestegen?

2.1. Definities

In een eerste deelvraag wordt onderzocht of de visserijsterfte is gestegen in de zuidelijke Noordzee. Visserijsterfte wordt gedefinieerd als de druk van de visserij op een visbestand of het aandeel van het visbestand dat wordt weggenomen door de visserij. De visserijsterfte (F) kan wiskundig worden voorgesteld als $F = q \times E$, waarbij q de 'catchability' is zijnde een maat voor de technische efficiëntie van de visserij en waarbij E de visserij-inspanning of 'effort' is, zijnde een maat voor de hoeveelheid visserij-inspanning.

2.2. Trends in effort (E)

2.2.1 Methode

In eerste instantie wordt visserij-inspanning onderzocht aan de hand van *logboeken* en *VMS gegevens* van de Belgische en Nederlandse vloot. De logboeken bevatten (1) de dagelijks geraamde vangst (in kg) per soort en per dag, (2) de locatie (op het niveau van een ICES statistische rechthoek (ICES statistische rechthoek $0.5^\circ \times 1^\circ \sim 30 \times 30$ nautische mijl (nm)), (3) een beschrijving van het vistuig (métier DCF level 62), (4) de gebruikte maaswijdte, (5) het motorvermogen en (6) een vaartuigreferentie nummer. VMS of 'Vessel Monitoring System' is een systeem dat in de commerciële visserij wordt gebruikt om de activiteiten van vissersvaartuigen te volgen. De VMS data bevat (1) observaties betreffende de positie (coördinaten), (2) snelheid (in nm) en (3) richting (in graden) van een vaartuig inclusief (4) het vaartuigreferentie nummer op een hoge temporele resolutie ($\pm 2u$ tijdsinterval).

Aan de hand van snelheidsprofielen, berekend uit de VMS gegevens per vlootsegment, is het mogelijk om de activiteit (vb. vissen, stomen, statisch) van een vaartuig in te schatten zodat de effectieve visserij-inspanning bepaald kan worden (Hintzen *et al.*, 2012). De correctheid van deze schatting hangt uiteraard af van de accuraatheid waarmee de activiteit bepaald wordt. Echter, op basis van eerder onderzoek werd aangetoond dat de foutenmarge zeer beperkt is. Na het bepalen van de VMS punten geassocieerd met visserijactiviteit, kunnen de vangsten uit de logboeken gekoppeld worden aan de locatie gegevens op basis van het vaartuigreferentie nummer en het tijdstip van beide observaties. Op die manier kan de ruimtelijke verdeling van de vangsten op een hogere resolutie benaderd worden. De dagelijkse vangsten uit de logboeken worden gelijkmatig over de VMS punten van een dag verdeeld. In realiteit is de vangst tussen de slepen echter variabel waardoor een kleine foutenmarge aanwezig blijft.

Om trends in effort te onderzoeken werden zowel Belgische als Nederlandse logboeken en VMS gegevens geanalyseerd. Om de confidentialiteit van de data te verzekeren werden de VMS en logboekgegevens geaggregeerd op een hogere ruimtelijke en temporele schaal. Er werd geselecteerd om volgens een standaard procedure, data aan te leveren geaggregeerd per métier, kwartaal en op 1/16 van een ICES statistische rechthoek ($\pm 2 \text{ nm} \times 2 \text{ nm}$).

Voor deze analyses wordt gefocust op het TBB_DEF_70-99 métier. Dit is de boom-en pulskor visserij gericht op demersale soorten met een maaswijdte tussen de 70 en 99 mm, die hoofdzakelijk tong als doelsoort heeft. Gezien de ruimtelijke segregatie als gevolg van het verbod voor vaartuigen $>221 \text{ kW}$ om binnen de 12 mijl zone van de kust te vissen, werden 2

² Een métier verwijst volgens de Europese definitie van het Data Collection Framework (DCF) naar een classificatie categorie van gelijkaardige visserij operaties m.b.t. doelsoorten, vistuig, locatie en tijdstip; métier level 6 is een combinatie van de doelsoort groep, het vistuig en de maaswijdte.

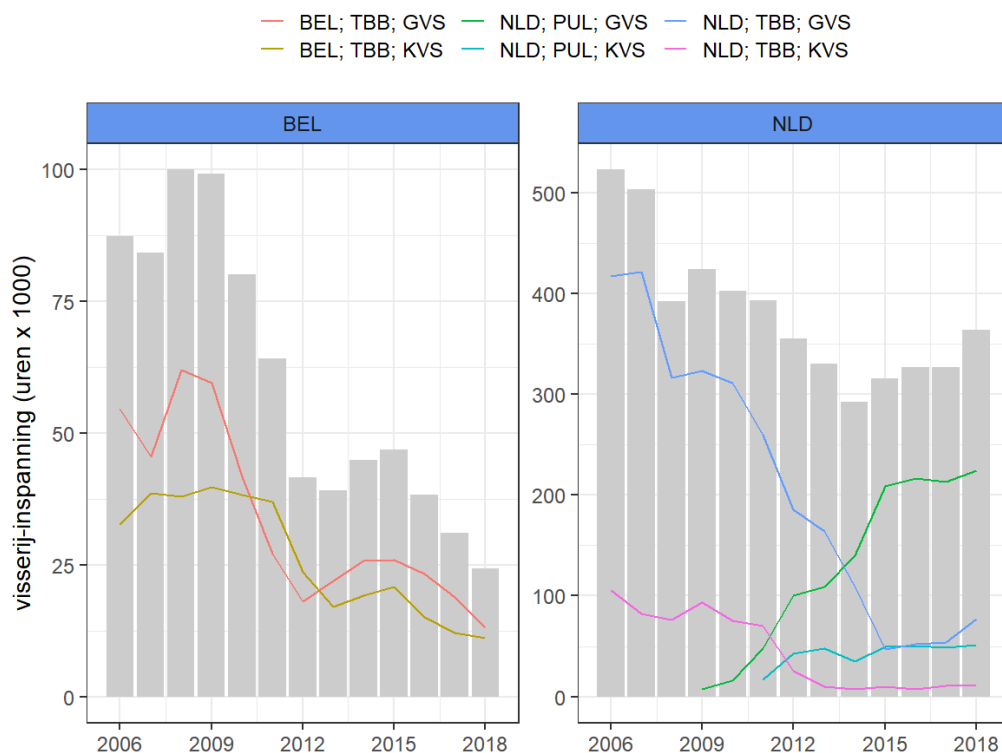
vlootsegmenten onderscheiden: het klein vlootsegment (KVS) met een motorvermogen van ≤ 221 kW en het groot vlootsegment (GVS) met een motorvermogen van >221 kW. Een overzicht van de gebruikte data is beschikbaar in Bijlage 1.

Alle analyses werden uitgevoerd in R (R Core Team, 2019), waarbij het 'VMStools' package werd gebruikt voor het voorbereiden en de visualisatie van de data (Hintzen *et al.*, 2012) en het 'mgcv' package (Woods, 2003) voor de statistische verwerking van de data.

2.2.2 Temporele trends in effort

De globale visserij-inspanning van de Belgische en Nederlandse boom- en pulskorvloot in de Noordzee nam af in de periode 2006-2018 (Figuur 13). De Belgische effort nam veel sterker af dan die van de Nederlandse vloot (-72% versus -30%, respectievelijk). De sterkste afname vond plaats in 2008, waarbij de impact van de hoge brandstofprijzen vooral duidelijk is in het effort profiel van de Nederlandse vloot. Na 2009 daalde de Nederlandse visserij-inspanning gelijkmatig tot 2014, waarna deze – in tegenstelling tot die van de Belgische vloot – weer licht toenam.

Op niveau van de vistechiek is de visserij-inspanning van de Nederlandse vloot wel sterk gewijzigd. Tussen 2009 en 2015, is het aantal zeedagen met de traditionele boomkor (wekkerkettingen) sterk gedaald, terwijl het aantal zeedagen met de pulskor in dezelfde periode gestaag toenam in een $\pm 1:1$ verhouding. Voor het klein vlootsegment vond deze transitie iets later plaats (2011 – 2015). In 2018 werd voor het groot vlootsegment bij ongeveer 82% van het totale aantal Nederlandse zeedagen (TBB_DEF_70-99) gebruik gemaakt van de puls techniek. Voor het klein vlootsegment lag dit percentage op 74%.

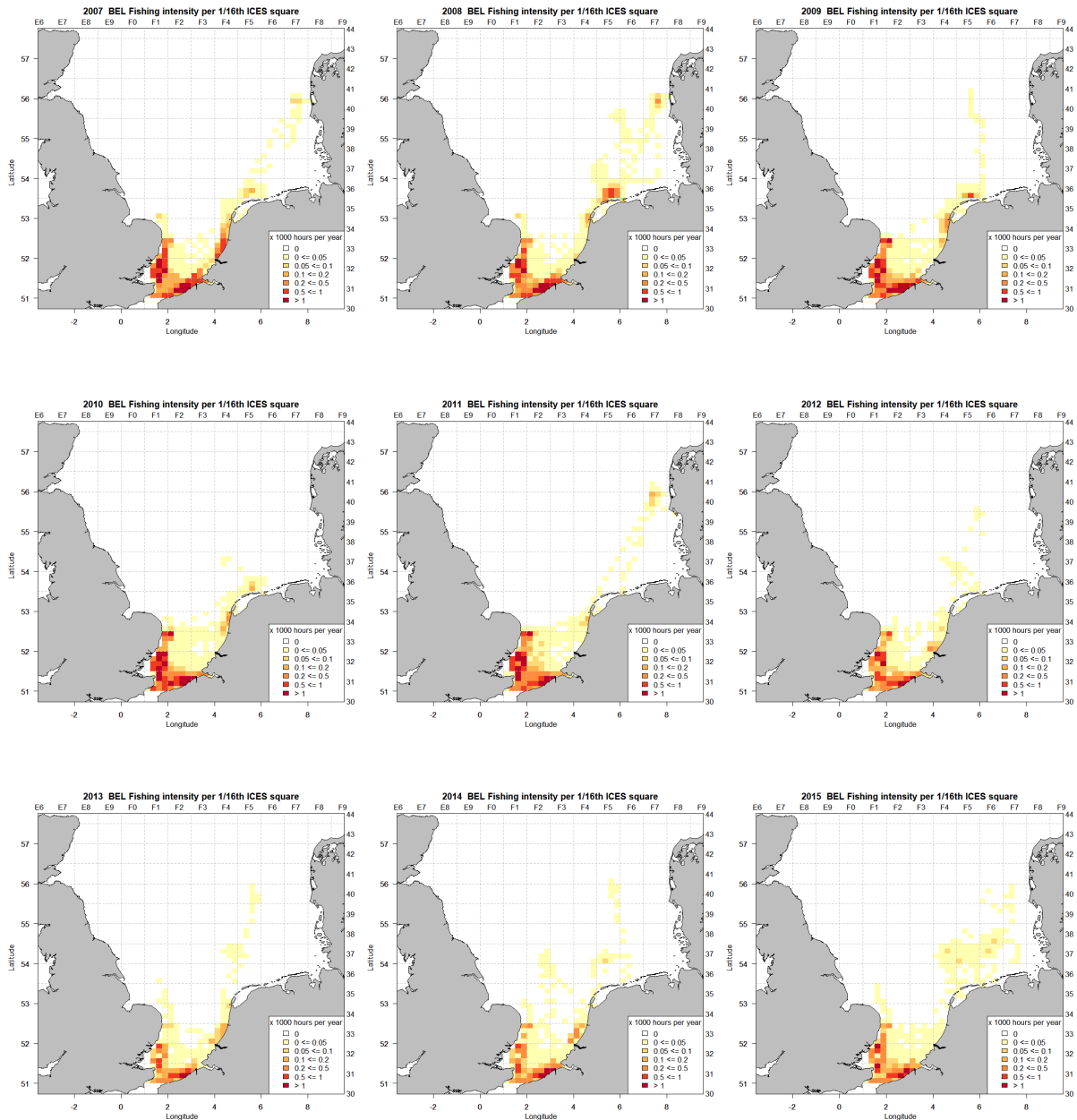


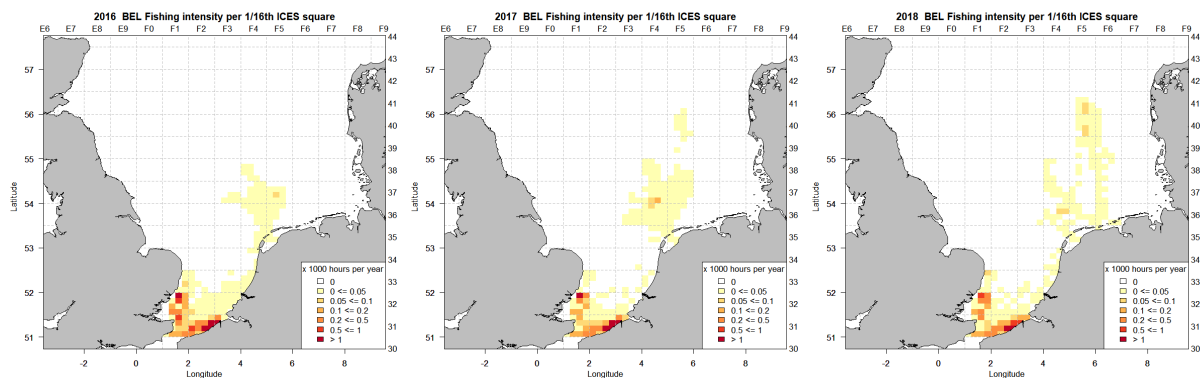
FIGUUR 13: EVOLUTIE VAN DE VISSERIJ-INSPANNING VAN DE BELGISCHE EN NEDERLANDSE BOOMKORVLOOT (GRIJZE BALKEN) PER MÉTIER (ZIE LEGENDE).

2.2.3 Ruimtelijke trends in effort

2.2.3.1 Belgische boomkorvloot

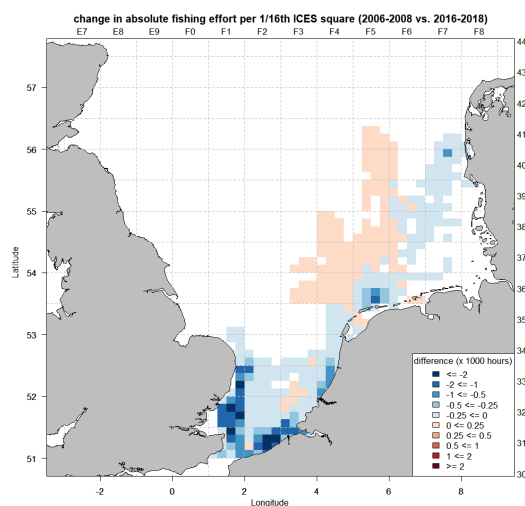
Voor het **klein vlootsegment** (≤ 221 kW) van de Belgische boomkorvloot bevinden de belangrijkste visgronden zich in het zuidwestelijke deel van de Noordzee (Figuur 14). Deze vaartuigen mogen vissen binnen de territoriale wateren (< 12 mijl uit de kust) en doen dit voornamelijk in België en Groot-Brittannië en in mindere mate in Frankrijk en Nederland. Over de periode 2007-2018 neemt de visserij-inspanning af in dit zuidwestelijk deel en neemt licht toe in het gebied boven de Waddeneilanden (ICES gebied 27.4.b).





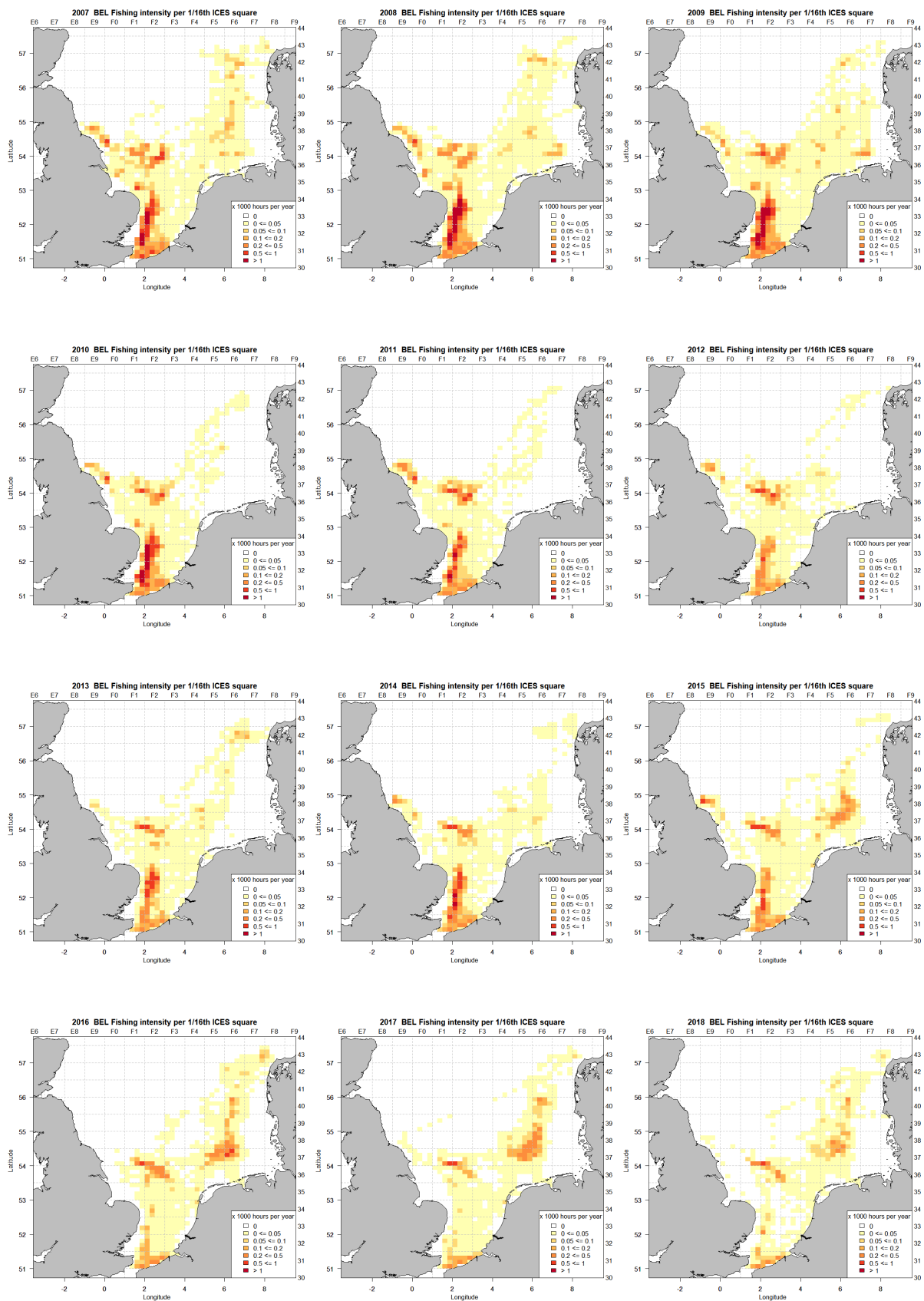
FIGUUR 14: EVOLUTIE VAN DE RUIMTELIJKE SPREIDING VAN DE VISSERIJ-INSpanNING VAN HET BELGISCH KLEIN VLOOTSEGMENT (≤ 221 kW) IN VISUREN PER JAAR OP EEN RESOLUTIE VAN 1/16 ICES STATISTISCHE RECHTHOEK.

Om verschuivingen in visserij-inspanning voor en na de introductie van pulsvisserij in de Noordzee weer te geven werd het absolute verschil in effort berekend voor de periode 2016-2018 ten opzichte van 2006-2008 (Figuur 15). Langs de monding van de Thames en in de Belgische kustwateren neemt de effort sterk af, terwijl er ten noorden van de Waddeneilanden iets meer gevist wordt.



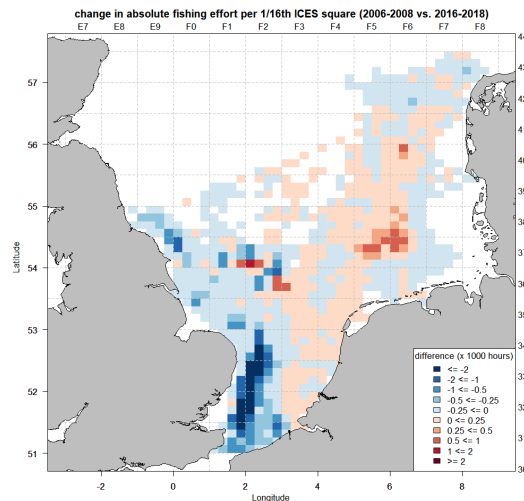
FIGUUR 15: RUIMTELIJKE WEERGAVE VAN HET ABSOLUTE VERSCHIL IN VISSERIJ-INSpanNING VOOR DE PERIODE 2016-2018 TEN OPZICHT VAN 2006-2008 VAN HET BELGISCH KLEIN VLOOTSEGMENT. ROOD EN BLAUW GEVEN RESPECTIEVELIJK EEN TOENAME EN AFNAME VAN DE VISSERIJ-INSpanNING AAN.

De vaartuigen van het **groot vlootsegment** (>221 kW) van de Belgische boomkorvloot waren in 2007, net zoals het klein vlootsegment, vooral actief langs de monding van de Thames (maar buiten de 12 mijl zone) (Figuur 16). Echter, ook meer noordelijk gelegen visgronden onder andere ter hoogte van Flamborough Head en Silver Pit en in de Duitse bocht werden regelmatig bevist. Over de periode 2007-2018 neemt de visserij-inspanning sterk af in het zuidwestelijk deel van de Noordzee, terwijl deze licht toeneemt ter hoogte van de Duitse bocht. De outer Silver Pit blijft over de hele periode een belangrijke visgrond.



FIGUUR 16: EVOLUTIE VAN DE RUIMTELIJKE SPREIDING VAN DE VISSERIJ-INSPANNING VAN HET BELGISCH GROOT VLOOTSEGMENT (>221 kW) IN VISUREN PER JAAR OP EEN RESOLUTIE VAN 1/16 ICES STATISTISCHE RECHTHOEK.

Om verschuivingen in visserij-inspanning voor en na de introductie van pulsvisserij in de Noordzee weer te geven werd het absolute verschil in effort berekend voor de periode 2016-2018 ten opzichte van 2006-2008 (Figuur 17). Er is een sterke afname in het westelijke deel van de Noordzee, terwijl er een toename is in het oostelijk deel (en specifiek in de Duitse bocht).



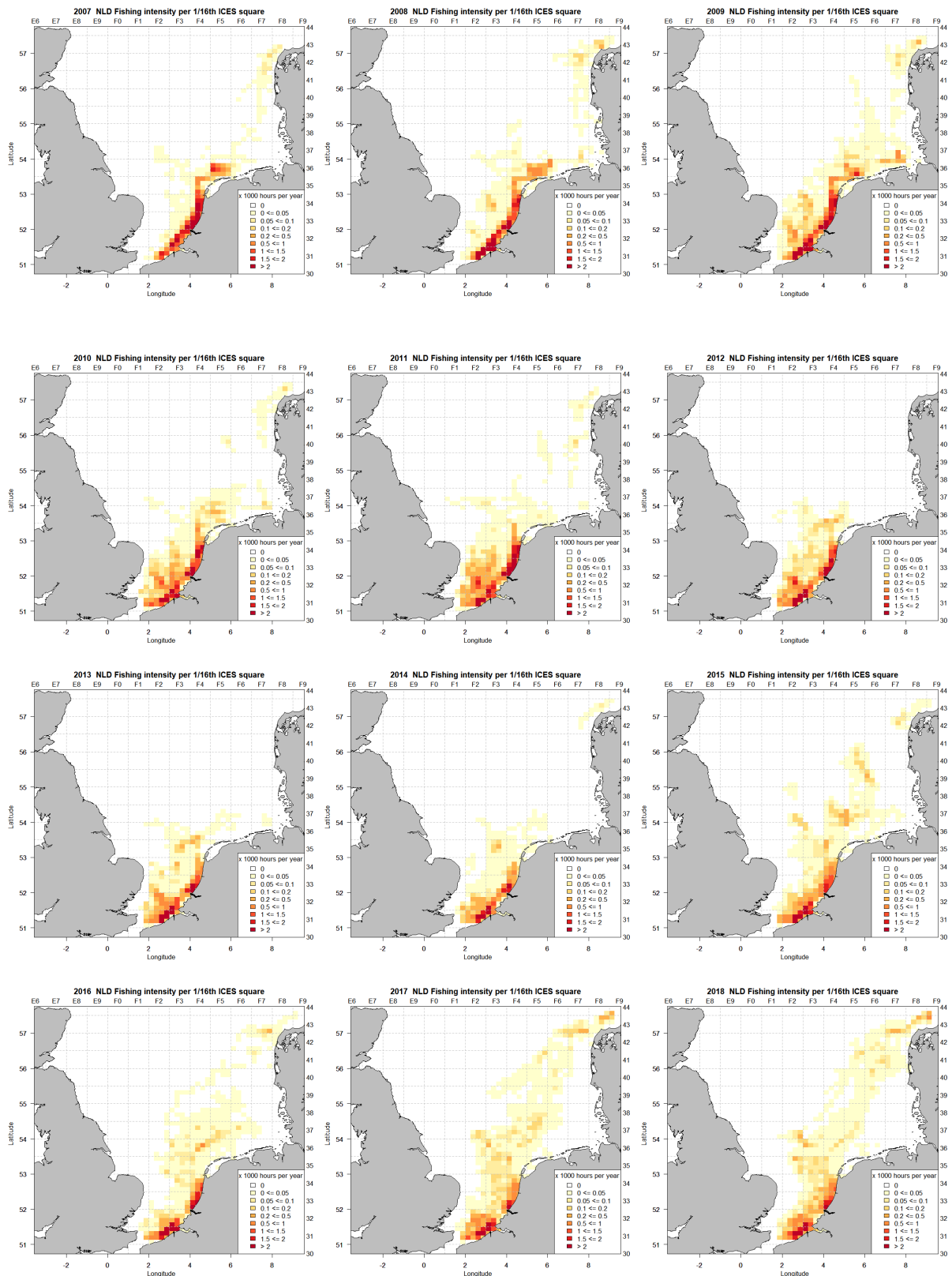
FIGUUR 17: RUIMTELIJKE WEERGAVE VAN HET ABSOLUTE VERSCHIL IN VISSERIJ-INSPANNING VOOR DE PERIODE 2016-2018 TEN OPZICHT VAN 2006-2008 VAN HET BELGISCHE GROOT VLOOTSEGMENT. ROOD EN BLAUW GEVEN RESPECTIEVELIJK EEN TOENAME EN AFNAME VAN DE VISSERIJ-INSPANNING AAN.

Ook voor de Deense Kust (56°NB) is er hoge concentratie van visserij-inspanning. Echter, deze punten (>55°NB) betreffen een andere visserij, de schol visserij met een grote maaswijdte (120 mm), en zijn fout gealloceerde data punten. Voor het GVS zien we ook relatief meer visserij inspanning binnen de Belgische 12 mijl zone. Aangezien dit segment hier niet mag vissen, gaat het waarschijnlijk om fout gealloceerde datapunten waarbij de vaartuigen aan het stomen zijn tussen een Belgische haven en een visgrond (of omgekeerd).

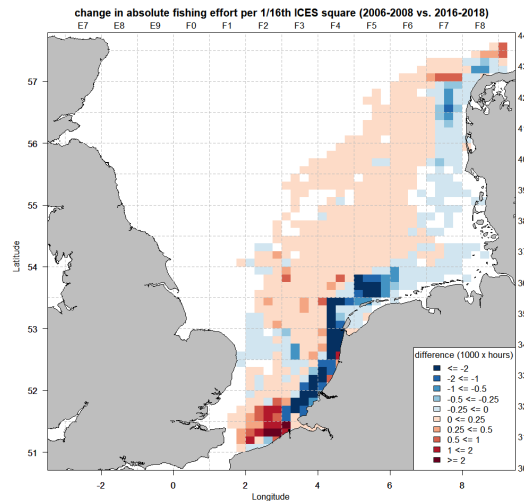
2.2.3.1 Nederlandse boom- en pulskorvloot

Het **klein vlootsegment** (≤ 221 kW) is hoofdzakelijk in de Nederlandse en Belgische kustwateren actief. Ten opzichte van 2006 is de visserij-inspanning afgenomen voor de kust van de provincie Noord Holland en de Waddeneilanden (Figuur 18). Het klein vlootsegment is zuidelijker gaan vissen en meer specifiek voor de Belgische kust.

Om verschuivingen in visserij-inspanning vóór en na de introductie van pulsvisserij in de Noordzee weer te geven werd het absolute verschil in effort berekend voor de periode 2016-2018 ten opzichte van 2006-2008 (Figuur 19). De sterke afname in visserij-inspanning ter hoogte van de Nederlandse kust en de toename ter hoogte van de Belgische kust zijn hierdoor duidelijk zichtbaar. Er kan eveneens een toename worden vastgesteld ter hoogte van de Duitse bocht, maar dan eerder verder uit de kust.



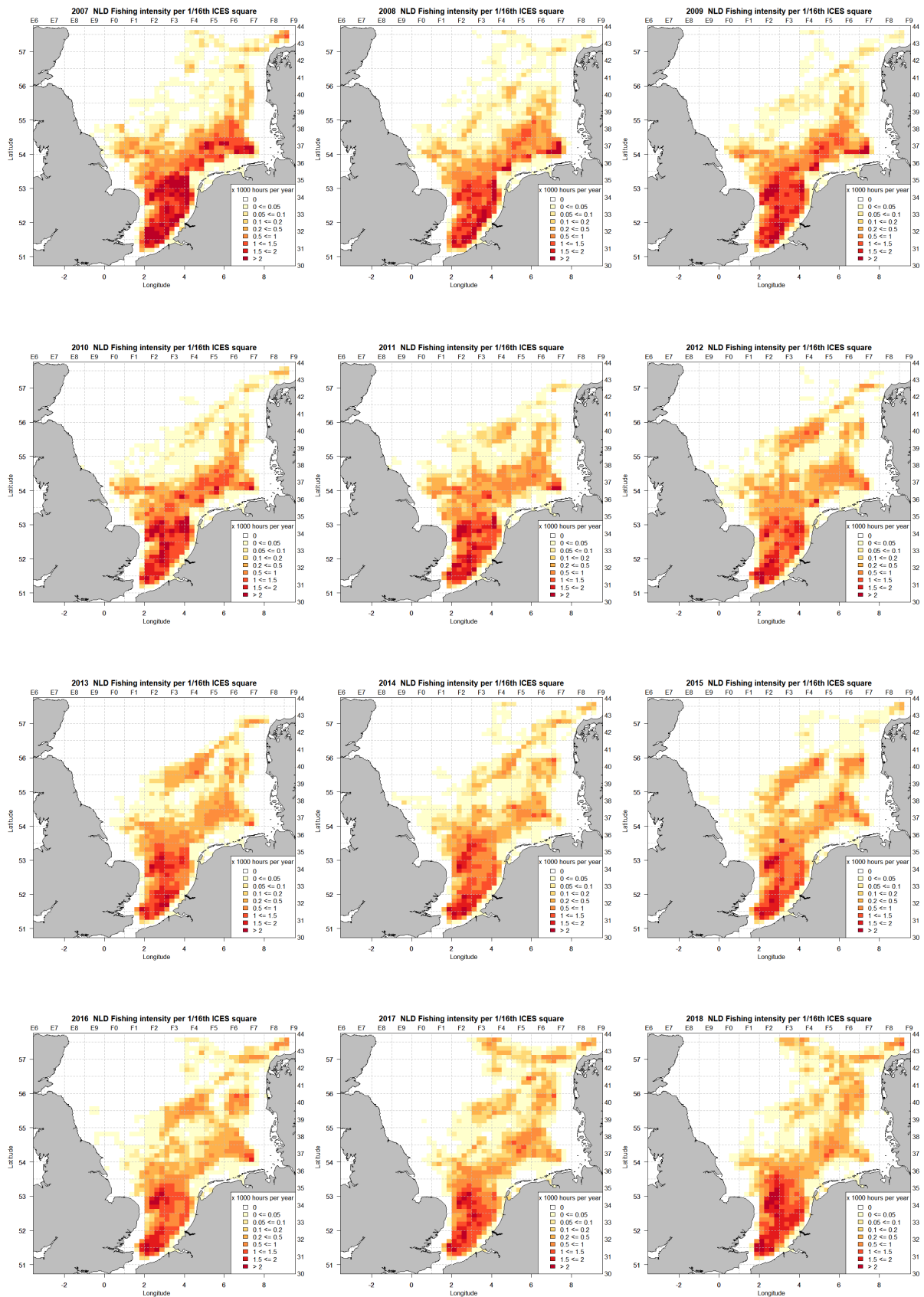
FIGUUR 18: EVOLUTIE VAN DE RUIMTELIJKE SPREIDING VAN DE VISSERIJ-INSPANNING VAN HET NEDERLANDS KLEIN VLOOTSEGMENT (≤ 221 kW) IN VISUREN PER JAAR OP EEN RESOLUTIE VAN 1/16 ICES STATISTISCHE RECHTHOEK.



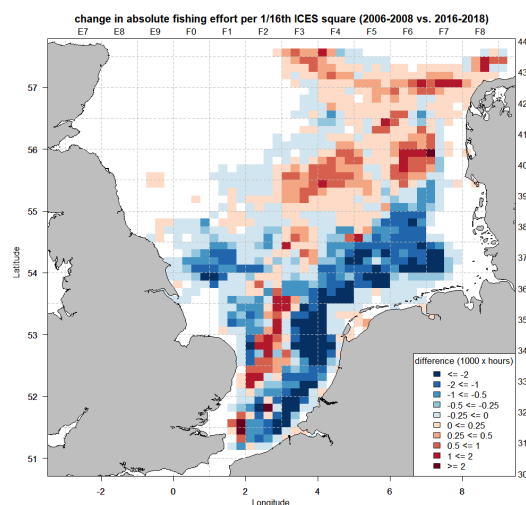
FIGUUR 19: RUIMTELIJKE WEERGAVE VAN HET ABSOLUTE VERSCHIL IN VISSERIJ-INSPANNING VOOR DE PERIODE 2016-2018 TEN OPZICHTE VAN 2006-2008 VAN HET NEDERLANDSE KLEIN VLOOTSEGMENT. ROOD EN BLAUW GEVEN RESPECTIEVELIJK EEN TOENAME EN AFNAME VAN DE VISSERIJ-INSPANNING AAN.

De belangrijkste visgronden van de Nederlandse boom- en pulskorvvloot bevinden zich ten zuiden van 55°NB in de Noordzee. In deze zone was de visserij-inspanning van het **groot vlootsegment** (>221 kW) in 2007 vrij uniform verdeeld (Figuur 20). Ten noordoosten van de 55° breedtegraad bevinden zich nog een aantal visgronden waar voornamelijk op schol wordt gevist. Over de periode 2007-2018 is de ruimtelijke spreiding van de Nederlandse boomkorvisserij gewijzigd. Zoals voor het klein vlootsegment is er een daling van de visserij inspanning voor de kust van de provincie Noord Holland en de Waddeneilanden. Specifiek voor het groot vlootsegment is er een verschuiving in 2 richtingen vast te stellen. Enerzijds is een deel van de vloot iets meer noordelijk gaan vissen (>55°NB), terwijl een andere deel van de vloot in westelijke richting is opgeschoven. Daarnaast is er ook een afname van de visserij-inspanning ter hoogte van Flamborough Head (ICES statistische rechthoeken 37F0 en 37F1).

Om verschuivingen in visserij-inspanning vóór en na de introductie van pulsvisserij in de Noordzee weer te geven werd het absolute verschil in effort berekend voor de periode 2016-2018 ten opzichte van 2006-2008 (Figuur 21). Een sterke afname in visserij-inspanning ter hoogte van de Nederlandse en Belgische kust en ter hoogte van Flamborough Head kan worden vastgesteld. Een sterke toename is zichtbaar boven 55°NB, maar ook ter hoogte van het Thames estuarium en de Norfolk Banks/outer Silver Pit. Data punten >55° NB kunnen opnieuw te wijten zijn aan fout gerapporteerde métier codes, of fout gealloceerde VMS punten.



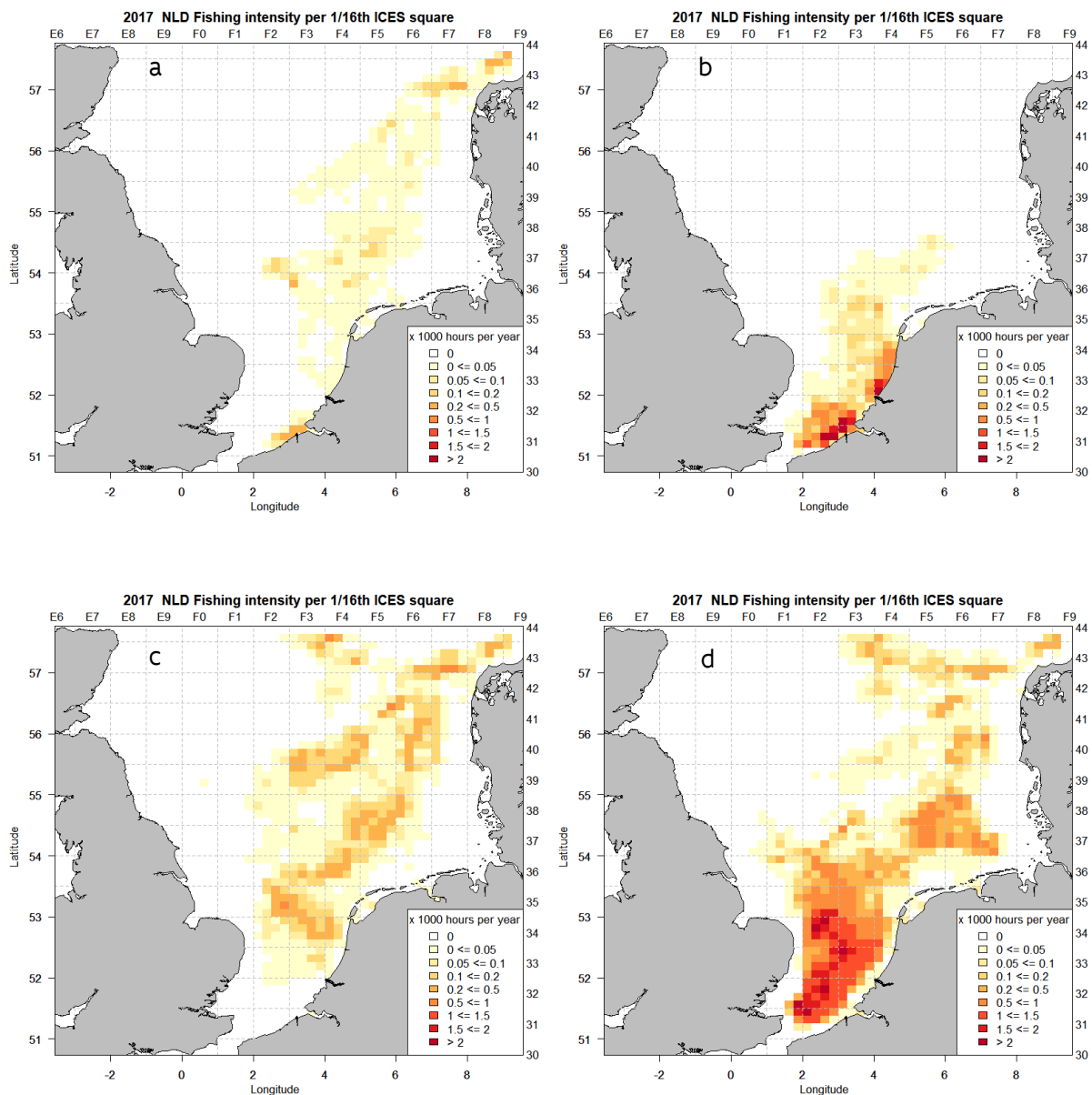
FIGUUR 20: EVOLUTIE VAN DE RUIMTELIJKE SPREIDING VAN DE VISSERIJ-INSPANNING VAN HET NEDERLANDS GROOT VLOOTSEGMENT (>221 kW) IN VISUREN PER JAAR OP EEN RESOLUTIE VAN 1/16 ICES STATISTISCHE RECHTHOEK.



FIGUUR 21: RUIMTELIJKE WEERGAVE VAN HET ABSOLUTE VERSCHIL IN VISSERIJ-INSPANNING VOOR DE PERIODE 2016-2018 TEN OPZICHTE VAN 2006-2008 VAN HET NEDERLANDSE GROOT VLOOTSEGMENT. ROOD EN BLAUW GEVEN RESPECTIEVELIJK EEN TOENAME EN AFNAME VAN DE VISSERIJ-INSPANNING AAN.

2.2.4 Dynamiek in effort

Het gewijzigde ruimtelijke verspreidingspatroon van de Nederlandse vloot, enerzijds in zuidwestelijke richting, en anderzijds in noordelijke richting, is gelinkt aan zijn diversificatie. De visserij met wekkerkettingen is noordelijk opgeschoven om op schol te vissen, terwijl de boomkorvaartuigen die omschakelden naar pulsvisserij, hun visserij-inspanning heroriënteerden in zuidwestelijke richting om gericht op tong te vissen (Figuur 22).



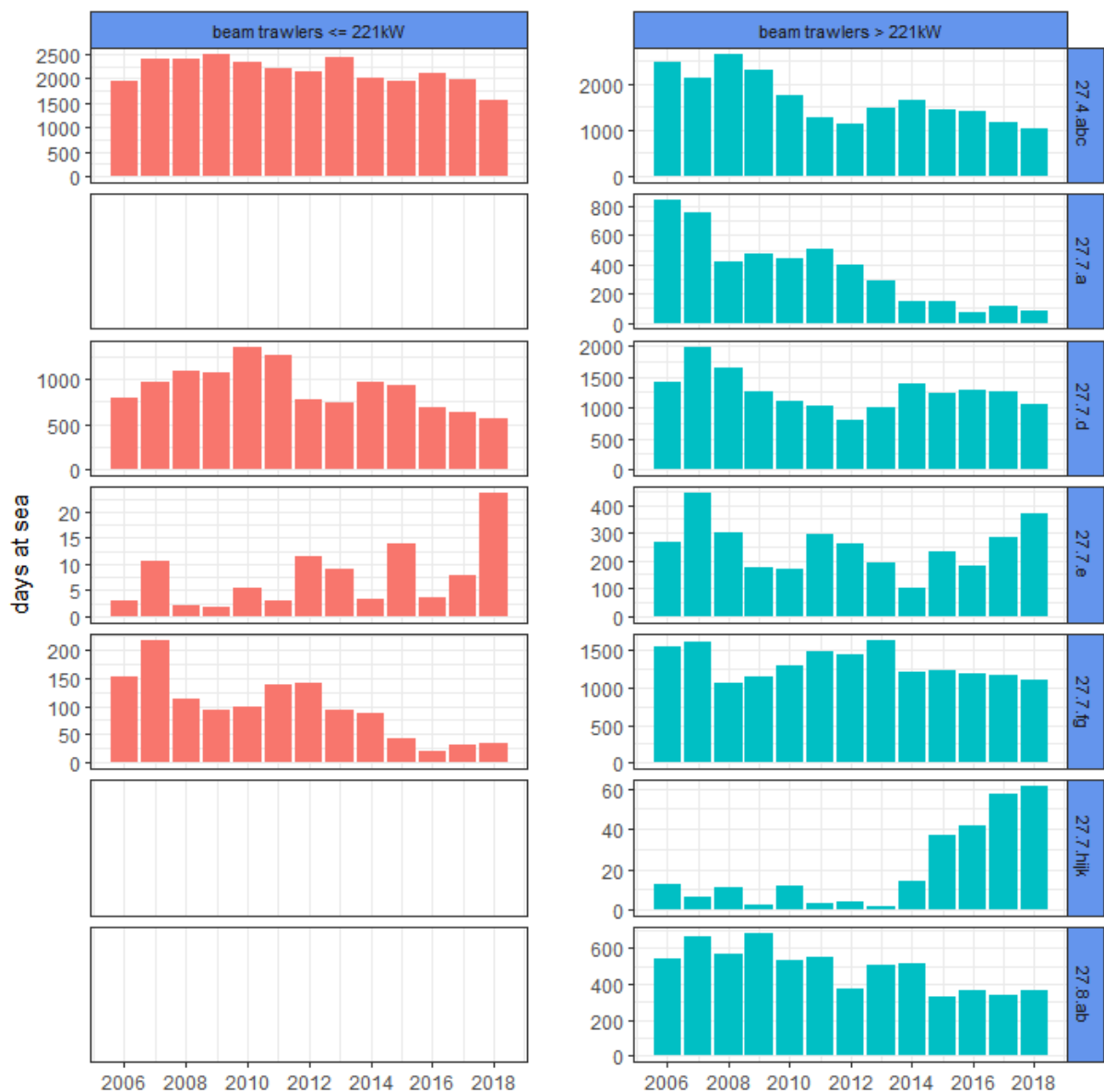
FIGUUR 22: RUIMTELIJKE WEERGAVE VAN DE NEDERLANDSE VISSERIJ-INSPANNING (IN VISUREN) IN 2017 DOOR HET KLEIN VLOOTSEGMENT MET WEKKERKETTINGEN (A), HET KLEIN VLOOTSEGMENT MET PULSTUIG (B), HET GROOT VLOOTSEGMENT MET WEKKERKETTINGEN (C) EN HET GROOT VLOOTSEGMENT MET PULSTUIG (D).

2.2.5 Trends in de globale effort van de Belgische vloot

Deze omschakeling en de verschuiving van de Nederlandse vloot valt samen met de verschuivingen in effort van de Belgische vloot. De dynamiek en effort van de Belgische vloot in de Noordzee kan echter niet losgekoppeld worden van de grote ruimtelijke spreiding van de vangstmogelijkheden die Belgische vissers hebben in andere beheersgebieden. Immers, het kan aangenomen worden dat vissers hun visplannen optimaliseren om de vangstopportunities in de verschillende gebieden optimaal te benutten. Wijzigende quota, visprijzen, brandstofprijzen of interacties met andere vloten zullen dan ook een invloed hebben op hoe vissers hun jaarplanning opstellen. Een gegronde studie die al deze factoren in rekening brengt in een bio-

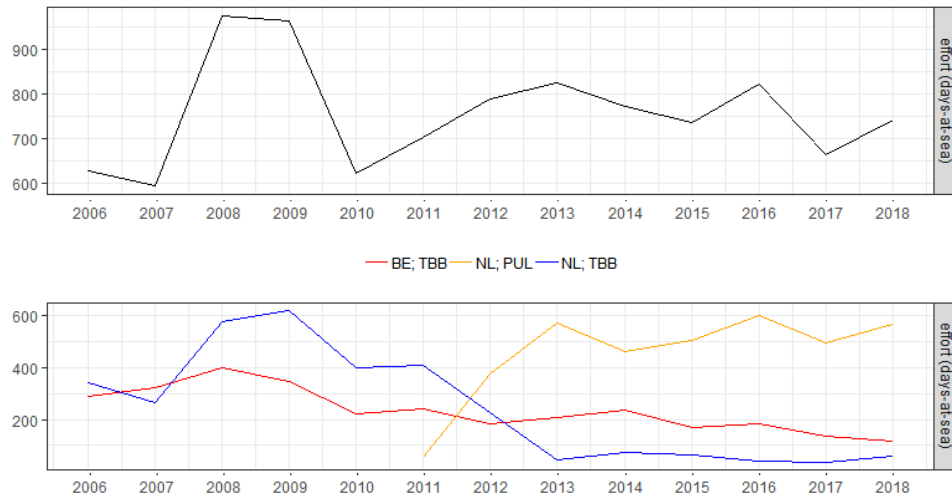
economisch model, en overleg met de vissers zelf zou hier een beter inzicht in kunnen bieden. Dit was echter buiten de scope van dit project.

Voor zowel het groot als klein vlootsegment nam de globale visserij-inspanning af. Voor het groot vlootsegment is die daling iets sterker (43% minder zeedagen in 2018 t.o.v. 2006) en voornamelijk te wijten aan een reductie van het aantal zeedagen in de Noordzee, Ierse Zee en in mindere mate de Golf van Biskaje (Figuur 23). De grootste daling vond plaats van 2009 t.e.m. 2011 in de Noordzee en is wellicht deels gerelateerd aan de reductie van de vlootcapaciteit na de brandstofprijscrisis in 2008. In de westelijke Keltische Zee (ICES gebied 27.7.hjk) is de visserij-inspanning dan weer sterk toegenomen, echter, het aantal zeedagen blijft beperkt omwille van het kleine tongquotum in dit gebied. Voor het klein vlootsegment is de dalende trends iets minder fors (25% afname in 2018 t.o.v. 2006) (Figuur 23). Voor het oostelijk Engels Kanaal is er echter wel een afname van 43% vast te stellen sinds een piek in het aantal zeedagen in 2010-2011. Daarnaast zijn er minder vaartuigen uit dit segment die vissen in ICES gebied 27.7.fg (oostelijke Keltische Zee en Bristol Kanaal).



FIGUUR 23: VISSERIJ-INSpanNING (OP BASIS VAN VMS GEGEVENS) VAN DE BELGISCHE BOOMKORVLOOT (GROOT (RECHTS) EN KLEIN (LINKS) VLOOTSEGMENT) PER ICES BEHEERSGEBIED.

In tegenstelling tot de effort dynamiek over de volledige Noordzee, stellen we binnen de Belgische 12 mijl zone geen afname vast (Figuur 24). De visserij-inspanning schommelt over de periode 2006-2018 rond 800 zeedagen. De Belgische boomkorvloot vertoont een geleidelijk afname in effort. Voor de Nederlandse vloot is er een abrupte afname in effort voor de boomkorvloot en een abrupte stijging voor de pulskorvloot.



FIGUUR 24: VISSERIJ-INSPANNING BINNEN DE BELGISCHE 12 MIJL ZONE (BOVEN: TOTALE EFFORT IN ZEE DAGEN; ONDER: EFFORT IN ZEE DAGEN MET AANWIJZING VAN DE VERSCHILLENDE VLOTEN: BELGISCHE BOOMKORVLOOT (ROOD), NEDERLANDSE BOOMKORVLOOT (BLAUW), NEDERLANDSE PULSKORVLOOT (GEEL)).

2.3. Technische efficiëntie (q)

2.3.1 Methode

In een tweede stap wordt de 'catchability' (q) onderzocht. De 'catchability' is een maat voor de technische efficiëntie van de visserij. De catchability kan enkel absoluut geschat worden als de absolute abundantie van een bepaald visbestand gekend is. Deze informatie is echter niet voorhanden en daarom werden de trends in catchability van de verschillende vloten relatief ten opzichte van elkaar onderzocht op basis van de aanvoer per eenheid van visserij-inspanning (landings per unit of effort, lpue) onder de aanname dat de lpue verhouding gelijk is aan de catchability verhouding tussen twee vloten.

$$lpue_{vloot_i} = q_{vloot_i} \times abundantie$$

$$lpue_{vloot_j} = q_{vloot_j} \times abundantie$$

$$q_{vloot_j} = \frac{q_{vloot_i}}{lpue_{vloot_i}} \times lpue_{vloot_j}$$

Om een zo correct mogelijk beeld van de technische efficiëntie te verkrijgen, werd de lpue aan de hand van een regressie model geanalyseerd. Op die manier kan gecorrigeerd worden voor het effect van bijvoorbeeld ruimtelijke en seizoensgebonden factoren, die niet gerelateerd zijn aan wijzigingen in de technische efficiëntie. Hiervoor werd de aanvoer per eenheid van visserij-inspanning (lpue) berekend voor tong en schol, door de ratio te nemen van de aanvoer (per jaar, kwartaal, gridcell³ en métier) ten opzichte van de bijhorende visserij-inspanning (per jaar,

³ Als maat voor de ruimtelijke resolutie i.e. 1/16 van een ICES statistische rechthoek (± 2 nm x 2 nm)

kwartaal, gridcell en métier). Deze analyse werd uitgevoerd op de data van het groot vlootsegment voor de periode 2006-2018 voor 3 gebieden: 1) 27.4.bc, 2) 27.4.c en 3) de Thames omgeving (*i.e.* ICES statistische rechthoeken 31F1 en 32F1 én de statistische rechthoek voor de Belgische kust 31F2, wat traditioneel belangrijke visgronden zijn voor de Belgische visserij in de zuidelijke Noordzee). Hierbij wordt aangenomen dat de technische efficiëntie van een bepaald vistuig niet is gewijzigd over de tijd. De data van het klein vlootsegment werd geanalyseerd voor de Belgische 12 mijl zone eveneens over de periode 2006-2018. Een overzicht van de gebruikte data is beschikbaar in Bijlage 1.

Om deze afhankelijke (of respons) variabele ($lpue$) te modelleren werden de volgende onafhankelijke (of verklarende) variabelen in het model opgenomen:

- Intercept (β_0): een constante die de eerste waarde van elk categorisch effect in rekening brengt.
- Categorisch gear effect ($\beta_{1,m}$; $m \in$ pulse NL (GVS en KVS), TBB NL (GVS en KVS), TBB BEL (GVS en KVS)): verschil in technische efficiëntie tussen 6 vlootsegmenten (Tabel 1).

Vlootsegment		NL	BEL
KVS ≤ 221 kW	wekkerkettingen	Elektrisch (puls)	Kettingmatten
GVS > 221 kW	wekkerkettingen	Elektrisch (puls)	Kettingmatten

Tabel 1: Overzicht van de 6 vlootsegmenten die worden meegenomen in de analyse omtrent technische efficiëntie.

- 'Smoother'⁴ over de tijd heen (cubic regression spline)
- '2 dimensionale smoother' (thin plate) op coördinaten per kwartaal om de seizoensgebonden ruimtelijke dynamiek te modelleren.
- Gezien de aanvoer per eenheid van visserij-inspanning kan beschouwd worden als telgegevens waarbij de variabiliteit niet gelijk is aan het gemiddelde van de observaties (Poisson verdeling), werd de observatiefout (ε) gemodelleerd aan de hand van een negatief binomiale verdeling.

$$\log(lpue_{sol/pie}) = \beta_0 + \beta_{1,m} x gear + s(time) + s(longitude, latitude)_q + \varepsilon$$

Bij de selectie van het model werd gesteund op de AIC (Akaike Information Criterion) dewelke een maat is voor de 'Goodness of fit' (op basis van de maximale likelihood waarde), gecorrigeerd met het aantal parameters van een model. Door de beperkte ruimtelijke verspreiding van de observaties binnen de 12 mijl zone werden de ruimtelijke smoothers voor dit specifieke model vervangen door een categorisch effect per gridcell.

2.3.2 Nederlandse versus Belgische efficiëntie

De analyses met het groot vlootsegment wijzen erop dat de Belgische boomkorvloot meest efficiënt vist op tong (30.57 kg.u-1). Voor het gebied 27.4.bc is een Belgisch boomkorvaartuig 28% efficiënter dan een Nederlands pulsvaartuig en 42% efficiënter dan een Nederlands boomkorvaartuig (Tabel 2). In gebied 27.4.c zijn de verschillen iets kleiner, maar ter hoogte van de Thames is het verschil tussen een Belgisch boomkorvaartuig en een Nederlands pulsvaartuig

⁴ Vloeiende curve gefit doorheen de data op basis van een beperkt aantal parameters (knots) en vooraf gedefinieerde basisch functies; dit laat toe om niet-lineaire verbanden te modelleren en visualiseren.

zelfs 63%. Binnen de 12 mijl zone (voor vaartuigen van het klein vlootsegment) wordt het omgekeerde vastgesteld. De Nederlandse pulsvaartuigen zijn daar bijna 60% efficiënter in het vangen van tong (24.19 kg.u⁻¹) in vergelijking met de Belgische boomkorvaartuigen. Nederlandse boomkorvaartuigen blijven nog 30% minder efficiënt in het vissen van tong dan Belgische boomkorvaartuigen.

Daarnaast blijken voor vaartuigen van het groot vlootsegment de Nederlandse boomkorvaartuigen het meest efficiënt in het vissen op schol in gebied 27.4.bc (97.97 kg.u⁻¹; 14% efficiënter dan een Belgisch boomkorvaartuig) (Tabel 2). Het feit dat de pulstechniek specifiek gericht is op tong, met schol als bijvangst, wordt weerspiegeld in de resultaten van de analyse. Belgische boomkorvaartuigen zijn 24% efficiënter om schol te vangen (86.14 kg.u⁻¹) in vergelijking met Nederlandse pulsvaartuigen. In gebied 27.4.c zijn de verschillen tussen de Belgische en Nederlandse boomkorvloten kleiner. Dit komt doordat de meeste scholvangsten in het centrale deel van de Noordzee (gebied 27.4.b) worden gerealiseerd. Binnen de 12 mijl zone (voor vaartuigen van het klein vlootsegment) zijn de Belgische boomkorvaartuigen meest efficiënt in het vangen van schol (22.13 kg.u⁻¹), ongeveer 30% efficiënter dan de Nederlandse vloot.

TABEL 2: RESULTATEN VAN DE ANALYSE OMTRENT TECHNISCHE EFFICIËNTIE WAARBIJ DE BELGISCHE BOOMKORVLOOT WORDT VERGELEKEN MET DE NEDERLANDSE BOOM- EN PULSKORVLOOT VOOR ZOWEL HET GROOT ALS HET KLEIN VLOOTSEGMENT. 'NS' BETEKENT 'NIET-SIGNIFICANT VERSCHILLENDE'.

Soort	Vloot	Groot vlootsegment						Klein vlootsegment	
		27.4.bc		27.4.c		Thames		12 nm	
		Kg/u	%	Kg/u	%	Kg/u	%	Kg/u	%
Tong	BEL TBB	30.57		35.87		99.32		15.18	
	NL PUL	21.87	-28%	29.17	-19%	37.07	-63%	24.19	+59%
	NL TBB	17.78	-42%	25.95	-28%	45.24	-37%	10.64	-30%
Schol	BEL TBB	86.14		66.15		72.90		22.13	
	NL PUL	65.63	-24%	40.17	-39%	16.65	-77%	14.95	-32%
	NL TBB	97.91	+14%	65.17	-1% (ns)	48.24	-34%	15.88	-28%

De resultaten van deze analyse zijn eerder verrassend. Er is enerzijds een groot verschil tussen het klein en het groot vlootsegment en anderzijds zijn er grote verschillen tussen de gebieden waarop de analyse werd toegepast. Bij de interpretatie van de resultaten dient men rekening te houden met het feit dat deze analyse werd uitgevoerd met geaggregeerde data (per kwartaal, en per 1/16 ICES statische rechthoek) en dat individuele vaartuigeffecten (zoals motorvermogen, viskennis van de schipper, ...) dus niet werden meegenomen. Daarnaast is het waarschijnlijk dat enkel de meest efficiënte Belgische vaartuigen (>221 kW) zijn blijven vissen, waardoor de vangst efficiëntie van de Belgische vloot in deze analyse slechts een beperkt deel van de vloot omvat. Een andere verklaring is dat veel Nederlandse vaartuigen uit het GVS een deel van hun motorvermogen ingeleverd hebben na de overstap op puls om op die manier extra brandstof te besparen, terwijl Nederlandse vaartuigen uit het KVS dit niet gedaan hebben. Anderzijds zijn de

resultaten binnen de Nederlandse vloot (puls +/- 20% efficiënter dan de Nederlandse boomkorvaartuigen) wel in lijn met eerdere gerapporteerde resultaten (ICES, 2018a).

2.4. Theoretische visserijsterfte

2.4.1 Berekening en assumpties

Om de eerste deelvraag te kunnen beantwoorden “Is de visserijsterfte gestegen in de zuidelijke Noordzee?”, werd de theoretische visserijsterfte berekend. Hierbij werd voor ieder jaar de geobserveerde effort op basis van VMS data (§2.2) van de Belgische en Nederlandse boom- en pulskorvloot vermenigvuldigd met de gemodelleerde l_{pue} (Tabel 2) van deze vloten ($F = q \times E$). Deze theoretische visserijsterfte werd geaggregeerd per jaar en per gebied (cfr §2.3.1; 27.4.bc; 27.4.c, Thames en Belgische 12 mijl zone). Om de visuele interpretatie te vereenvoudigen, werd de berekende theoretische visserijsterfte geschaald ($F_{y,scaled} = F_{y,estimated} / F_{2006,estimated} \times F_{2006, ICES}$) zodat de eerste waarde van de theoretische visserijsterfte in 2006, samen valt met deze van het ICES advies.

De volgende assumpties zijn belangrijk m.b.t. de interpretatie van de resultaten:

- 1) De ruimtelijke distributie van het tong- of scholbestand is constant over de periode 2006-2018, zodat q niet varieert in de ruimte en de tijd.
- 2) De catchability (q) voor elke vloot is constant voor de periode 2006-2018, en deze is onafhankelijk van de hoeveelheid effort (geen densiteit effect).
- 3) De technische efficiëntie brengt enkel de aanvoer over alle leeftijden in rekening. De teruggooi fractie draagt niet bij tot de visserijsterfte, alsook is deze niet gestructureerd volgens leeftijd/lengte.
- 4) We focussen op de Belgische en Nederlandse vloot in specifieke deelgebieden en negeren de andere vloten actief in de Noordzee, en de andere gebieden, die ook bijdragen tot de totale visserijsterfte.

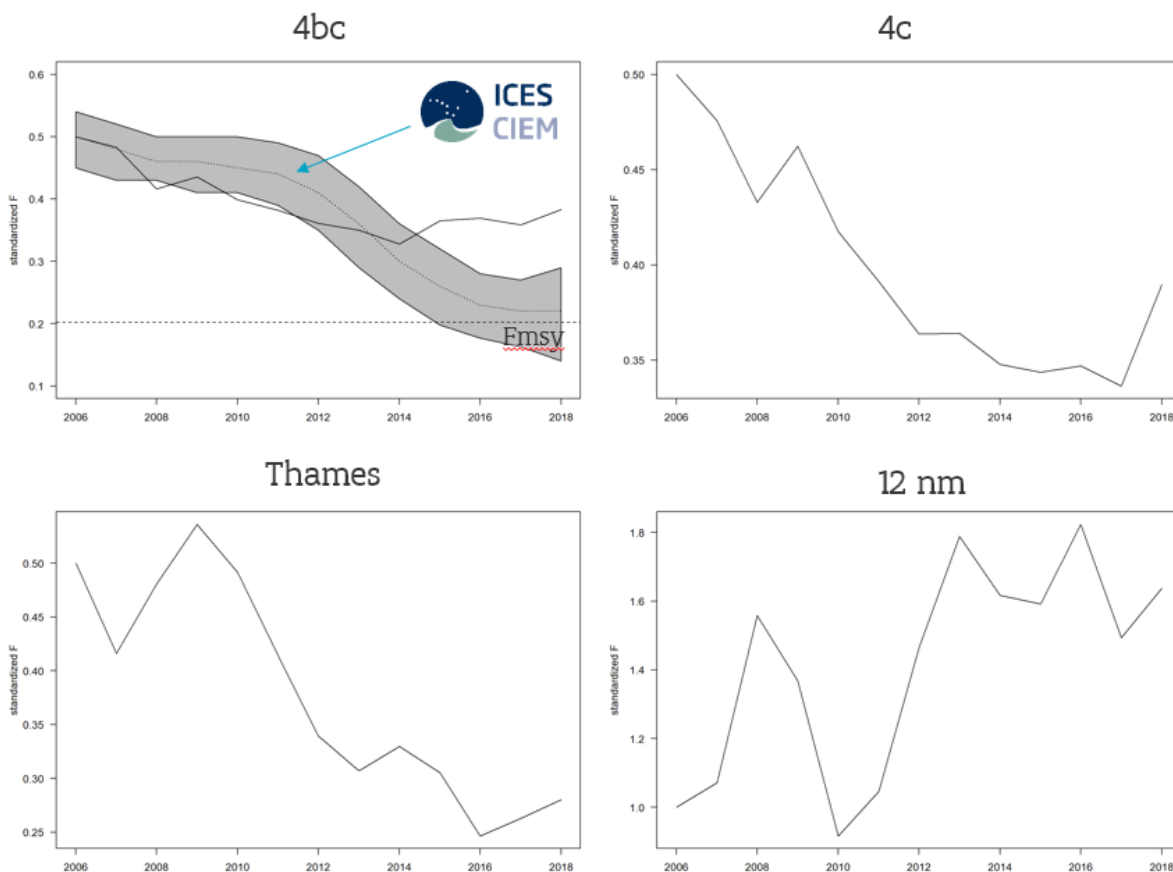
2.4.2 Is de visserijsterfte gestegen?

2.4.2.1 Visserijsterfte tong

Het ICES advies voor tong in de Noordzee (SOL 27.4) geeft een dalende trend weer in visserijsterfte sinds 1999. De visserijsterfte werd in 2018 geschat als zijnde dicht bij FMSY (0.202) (ICES, 2019a). Voor de analyse binnen dit project focusten we op gebied 27.4.bc waar het grootste deel van de tongvangsten worden gerealiseerd. De theoretische visserijsterfte volgde in de periode 2006-2014 vrij goed de visserijsterfte uit het ICES advies. Vanaf 2014 werd echter een mismatch vastgesteld, waarbij de ICES visserijsterfte verder afneemt in tegenstelling tot de geschatte visserijsterfte op basis van deze analyse (Figuur 25).

De analyse voor gebied 27.4.c en voor het gebied langs de Thames geven een sterk dalende visserijsterfte weer over de periode 2006-2018 (Figuur 25).

Binnen de Belgische 12 mijl zone (met focus op het KVS) wordt een sterke toename in visserijsterfte vastgesteld sinds 2010. Van 2012-2018 schommelt de gestandaardiseerde visserijsterfte rond 1.6.

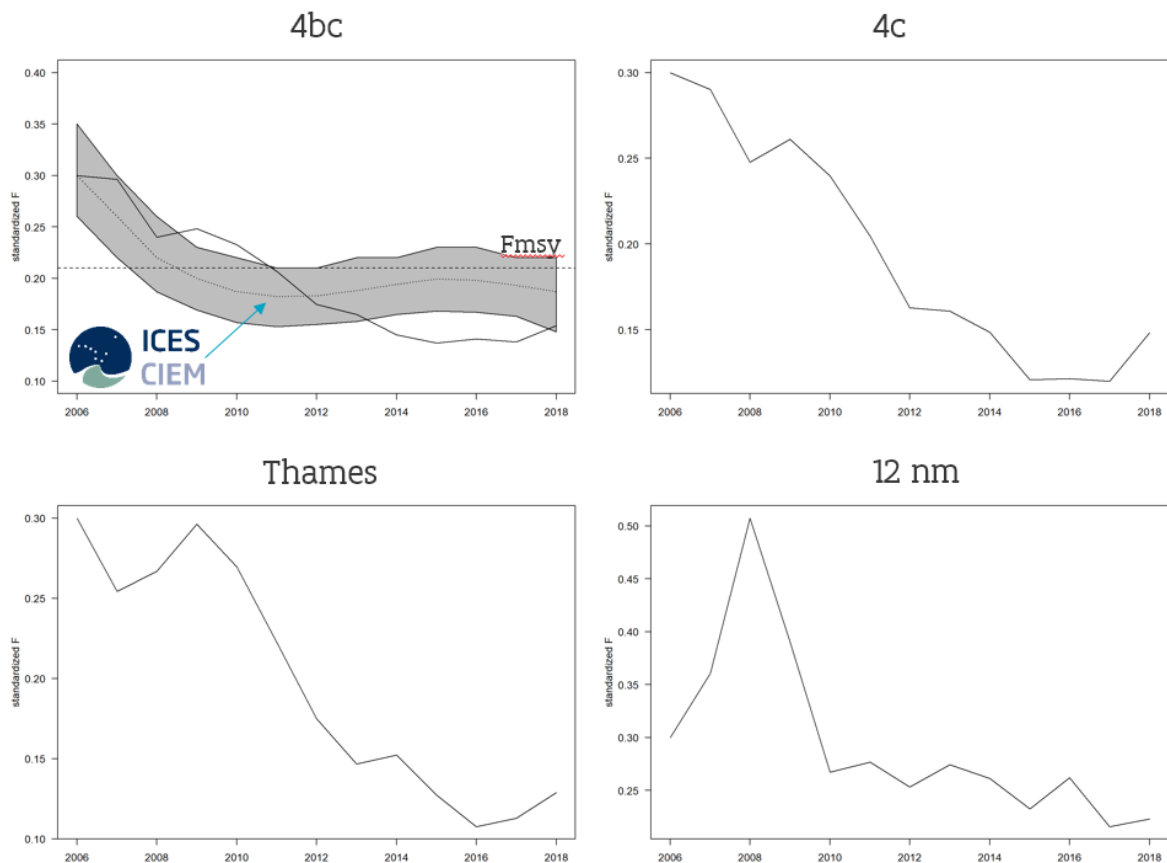


FIGUUR 25: THEORETISCHE VISSERIJSTERFTE VOOR TONG IN GEBIED 27.4.B, c (GVS); 27.4.c (GVS); THAMES (GVS) EN DE BELGISCHE 12 MIJL ZONE (KVS). VOOR GEBIED 27.4.BC WORDT DE VISSERIJSTERFTE MET BETROUWBAARHEIDINTERVALLEN VOLGENS HET ICES ADVIES (ICES, 2019A) WEERGEGEVEN (GRIJS). F_{MSY} IS AANGEDUID MET EEN HORIZONTALE STIPPELLIJN OP 0.202.

2.4.2.1 Visserijsterfte schol

Het ICES advies voor schol in de Noordzee en Skagerrak (PLE 27.4,20) geeft een dalende trend weer in visserijsterfte sinds 1999 en schommelt sinds 2007 rond F_{MSY} (0.21) (ICES, 2019b). Voor de analyse binnen dit project focusten we op gebied 27.4.bc en de boomkorvloot met 70-99 mm maaswijdte. Een groot deel van de scholvangsten wordt echter opgevisst met een maaswijdte >120 mm. Niettegenstaande het feit dat hierdoor niet alle scholvangsten worden meegenomen in deze analyse, stellen we vast dat de berekende visserijsterfte vrij goed de trend van het ICES advies volgt (Figuur 26). In de periode 2013-2018 geeft onze analyse een lagere inschatting dan het ICES advies.

De analyse voor gebied 27.4.c en voor het gebied langs de Thames geven een sterk dalende visserijsterfte weer over de periode 2006-2018 (Figuur 26). Dit is ook het geval binnen de 12 mijl zone (met focus op het KVS).



FIGUUR 26: THEORETISCHE VISSERIJSTERFTE VOOR SCHOL IN GEBIED 27.4.BC (GVS); 27.4.C (GVS); THAMES (GVS) EN DE BELGISCHE 12 MIJL ZONE (KVS). DE BEREKENDE WAARDEN WERDEN GESCHAALD ZODAT DE WAARDE IN 2006 SAMENVALT MET DEZE VAN HET ICES ADVIES. VOOR GEBIED 27.4.BC WORDT DE VISSERIJSTERFTE MET BETROUWBAARHEIDINTERVALLEN VOLGENS HET ICES ADVIES (ICES, 2019A) WEERGEGEVEN (GRIJS). F_{MSY} IS AANGEDUID MET EEN HORIZONTALE STIPPELLIJN OP 0.21.

2.5. Conclusies en bedenkingen

De visserij-inspanning in de Noordzee, en meer bepaald de ruimtelijke spreiding, van de Belgische en Nederlandse boomkorvloot is sterk gewijzigd in de periode 2006-2018. Voor de Belgische vloot (GVS en KVS) is de effort afgenomen voor de Belgische kust en voor de monding van de Thames. Op die locaties is de effort van het Nederlandse klein vloot segment net toegenomen.

Een analyse naar de efficiëntie van deze vloten in het vangen van tong wijst op een efficiënter Belgisch groot vlootsegment ten opzichte van Nederlandse boom- en pulskorvaartuigen. Voor het klein vlootsegment binnen de Belgische 12 mijl zone is de Nederlandse pulskorvloot het meest efficiënt in het vangen van tong. Voor schol wordt weinig verschil vastgesteld tussen het groot en klein vlootsegment. Wel zijn Nederlandse pulsvaartuigen duidelijk minder efficiënt dan traditionele boomkorren van de Belgische of Nederlandse vloot in het vangen van schol.

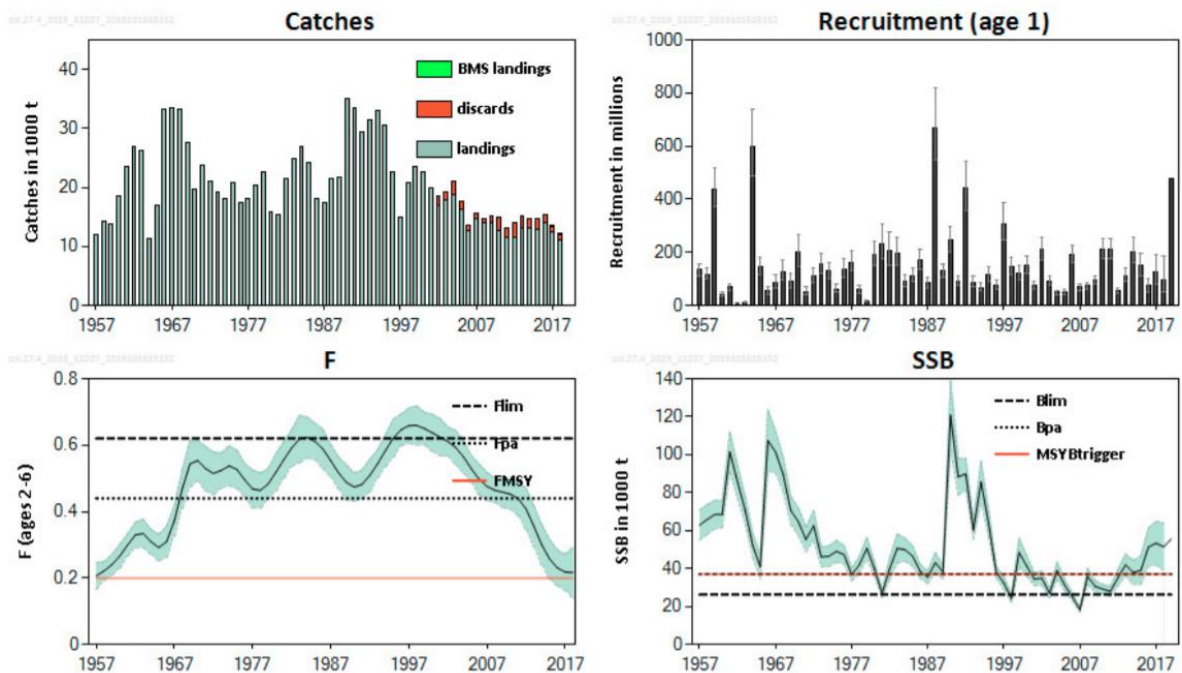
Bij het berekenen van de theoretische visserijsterfte stellen we vast dat deze veel hoger is binnen de Belgische 12 mijl zone en legden we ook een mogelijke mismatch bloot ten opzichte van het ICES advies voor tong in de ganse Noordzee. De trend in visserijsterfte voor schol was eenduidig over alle gebieden, nl. een afname. De afwijking met betrekking tot tong kan mogelijks te wijten zijn aan het feit dat het huidige assessment model geen informatie bevat over het tongbestand in het zuidwestelijke deel van de Noordzee. Deze beperking wordt op dit moment herzien binnen de relevante ICES werkgroepen (zie §3.1).

Door geaggregeerde data te gebruiken in de analyses gaat een deel van de specifieke informatie verloren (vb. motorvermogen van een specifiek vaartuig, ...) en kunnen geen analyses op vaartuigniveau, puntlocaties, of dag/week/maand niveau uitgevoerd worden. Er kan aangenomen worden dat deze beperking de algemene trends weinig beïnvloedt, echter, m.b.t. de interpretatie van de technische efficiëntie tussen de Belgische en Nederlandse vloot moet deze beperking in rekening gebracht worden.

3. Tong (*Solea solea*)

3.1. Status van het tongbestand in de Noordzee (SOL 4)

Volgens het meest recente advies (november 2019) van ICES is de paaibiomassa (SSB, spawning stock biomass) toegenomen sinds 2007 en wordt deze sinds 2012 hoger geschat dan het lange termijn duurzaam niveau alvorens extra beheersmaatregelen te triggeren ($MSY B_{trigger}$). De visserijsterfte (F , fishing mortality) is evenwel afgenomen sinds 1999 en zit in 2018 dicht bij het lange termijn duurzaam niveau (F_{MSY}). De rekrutering fluctueert zonder trend sinds het begin van de jaren 90 en wordt in 2019 ingeschat als de hoogste sinds 1988 (Figuur 27; ICES, 2019a). De rekrutering (hoeveelheid jonge vis dat per jaar aan het visbestand toegevoegd wordt) fluctueert zonder trend sinds het begin van de jaren 90.



FIGUUR 27: UIT ICES (2019A): SAMENVATTING VAN DE BESTANDSRAMING VAN TONG IN DE NOORDZEE. TERUGGOOI (DISCARDS) GEGEVENS ZIJN ENKEL BESCHIKBAAR SINDS 2002. DE BETROUWBAARHEIDINTERVALLLEN (ONGEVEER 95%) WORDEN WEERGEGEVEN MET EEN GROENE BAND BIJ F EN SSB EN FOUTENVLAGGEN BIJ R (REKRUTERING).

Het vangstadvisie voor 2020 stelt een 37% toename voor t.o.v. het advies van vorig jaar en een 40% toename t.o.v. de totaal toegestane vangst (TAC, Total Allowable Catch) van 2019 (*i.e.* 12555 ton). Deze sterke toename is te wijten aan een sterke inschatting van de rekrutering voor 2019.

Het assessment van tong in de Noordzee neemt alle beschikbare commerciële vangstgegevens en gegevens uit 2 wetenschappelijke surveys, nl. de Nederlandse BTS-ISIS en de SNS surveys in rekening. Het assessment zal volgend jaar (2020) worden herzien (benchmark) om ook de Belgische Beam Trawl Survey (BTS) mee te nemen. Deze Belgische survey geeft informatie over het zuidwestelijk deel van het stock gebied, waar op dit moment de grootste vangsten worden gerealiseerd.

3.2. Analyse van internationale visserijafhankelijke gegevens

3.2.1 Databron

Om de tweede deelvraag van dit project te beantwoorden “Is er een verandering in de biomassa van visbestanden?” werden 2 databronnen gebruikt. Enerzijds de gegevens die worden

verzameld in het kader van de FDI (Fisheries Dependent Information) data call van STECF en anderzijds de VMS gegevens gekoppeld aan de logboeken van de Belgische en Nederlandse boom- en pulskorvloot (zie §2.2).

Jaarlijks dient elke lidstaat zijn gegevens van de visserij (aanvoer en visserij-inspanning) aan te leveren in het kader van de FDI (Fisheries Dependent Information) data call van het adviesorgaan van de Europese Commissie (STECF). De gegevens worden vervolgens publiek gemaakt via deze weblink: <https://stecf.jrc.ec.europa.eu/dd/effort>. Bij een eerste analyse werd duidelijk dat bepaalde gegevens ontbraken. Bijgevolg werden deze in het kader van dit project bij de respectievelijke lidstaten opgevraagd. Gezien de FDI data slechts beschikbaar zijn t.e.m. 2016, werden de gegevens van 2017 van België en Nederland nadien nog toegevoegd (2017 data zijn niet beschikbaar van andere landen). De data worden gebruikt om de aanvoer van de verschillende lidstaten die vissen op tong te visualiseren over de periode 2006-2017. Voor tong werd de dataset gefilterd op

- de zuidelijke Noordzee, *i.e.* **divisie 27.4.c**, wat de volgende ICES statistische rechthoeken omvat: 35F0, 35F1, 35F2, 35F3, 35F4, 34F1, 34F2, 34F3, 34F4, 33F1, 33F2, 33F3, 33F4, 32F1, 32F2, 32F3, 31F1, 31F2 en 31F3
- **boomkor en puls gear**
- de landen met de meeste effort in de zuidelijke Noordzee, zijnde **Nederland, Engeland, België, Frankrijk, Denemarken en Duitsland**.

De tweede databron (VMS gegevens gekoppeld aan de logboeken van de Belgische en Nederlandse boom- en pulskorvloot) wordt gebruikt om de l_{pue} (landings per unit of effort; aanvoer per eenheid van visserij-inspanning) te modelleren per gebied. Hiervoor werd het regressie model uit §2.3.1 gebruikt, waarbij aangenomen wordt dat het effect van de tijdstrend de verandering in biomassa van de stock weerspiegelt.

$$\log(l_{pue_{sol/pis}}) = \beta_0 + \beta_{1_m} x gear + s(time) + s(longitude, latitude)_q + \varepsilon$$

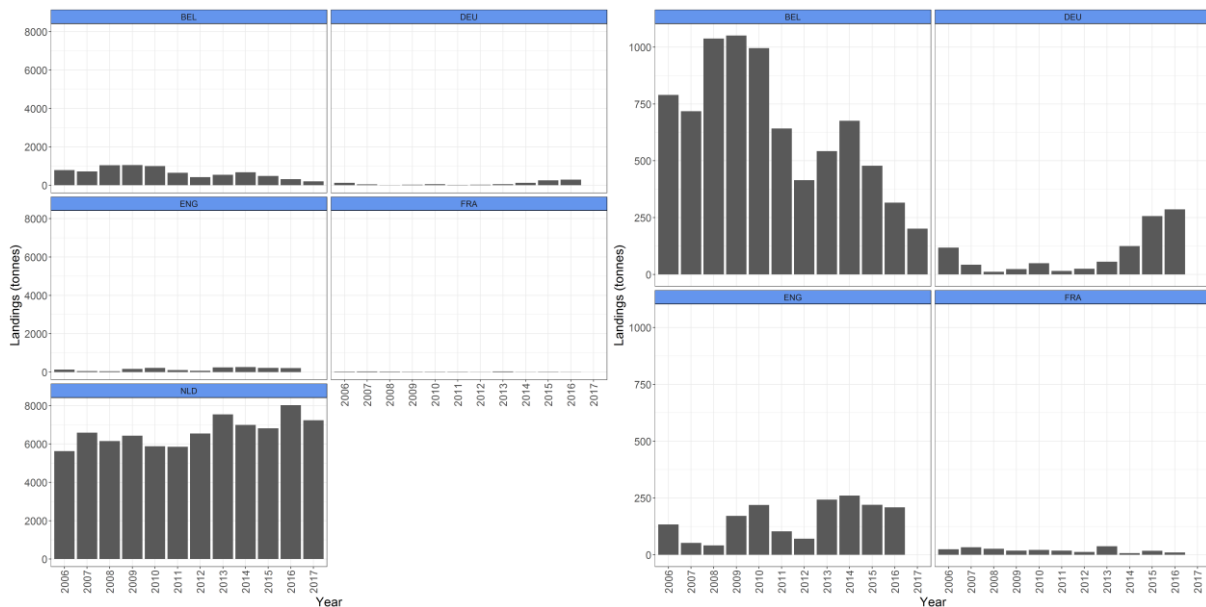
Zoals in §2.3 wordt deze analyse opnieuw uitgevoerd op de data van het groot vlootsegment voor de periode 2006-2018 voor 3 gebieden: 1) 27.4.bc, 2) 27.4.c en 3) de Thames omgeving (*i.e.* ICES statistische rechthoeken 31F1 en 32F1 én de statistische rechthoek voor de Belgische kust 31F2, wat traditioneel belangrijke visgronden zijn voor de Belgische visserij in de zuidelijke Noordzee). De data van het klein vlootsegment wordt geanalyseerd voor de Belgische 12 mijl zone.

3.2.2 Trends in aanvoer

De aanvoer van tong in de zuidelijke Noordzee (divisie 27.4.c) voor de periode 2006-2017 en een selectie van landen wordt weergegeven in Figuur 28 (Denemarken heeft geen aanvoer). De aanvoer van Nederland is het hoogst (6641 ± 722 ton), gevolgd door België (655 ± 280 ton), Engeland (157 ± 80 ton), Duitsland (92 ± 97 ton) en Frankrijk (21 ± 9 ton).

De Nederlandse aanvoer van tong schommelt rond 6000 ton in de periode 2006-2011 en neemt daarna toe om in de periode 2012-2017 te schommelen rond 7000 ton. De hoogste aanvoer werd in 2016 vastgelegd op 8020 ton. De Belgische aanvoer schommelt rond 1000 ton in de periode 2008-2010, om daarna gestaag te dalen naar ongeveer 415 ton in 2012. In 2013-2014 stijgt de aanvoer opnieuw tot 676 ton. In de periode 2015-2017 treedt er echter terug een daling op, met in 2017 de laagste aanvoer van de geanalyseerde periode (201 ton). De Engelse aanvoer schommelt rond 125 ton in de periode 2006-2012, maar neemt toe in de periode 2013-2016 met een aanvoer rond de 250 ton. Ongeveer dezelfde trend komt terug in de Duitse aanvoer. In de periode 2007-2012 ligt de aanvoer onder de 50 ton, maar neemt dan toe tot 286 ton in 2016. De

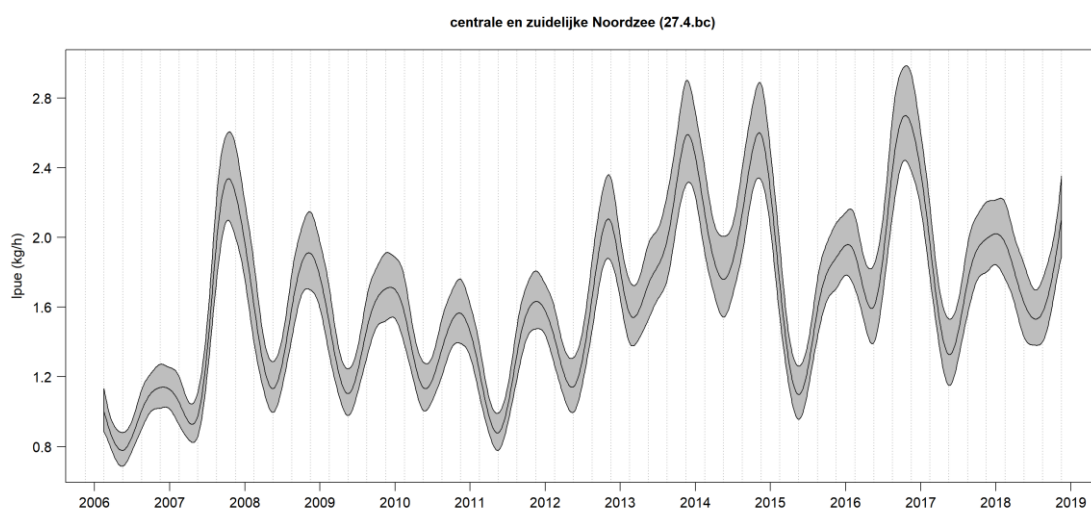
Fransen aanvoer in de zuidelijke Noordzee van boomkorvaartuigen is heel laag over de geanalyseerde periode (gemiddeld 21 ± 9 ton).

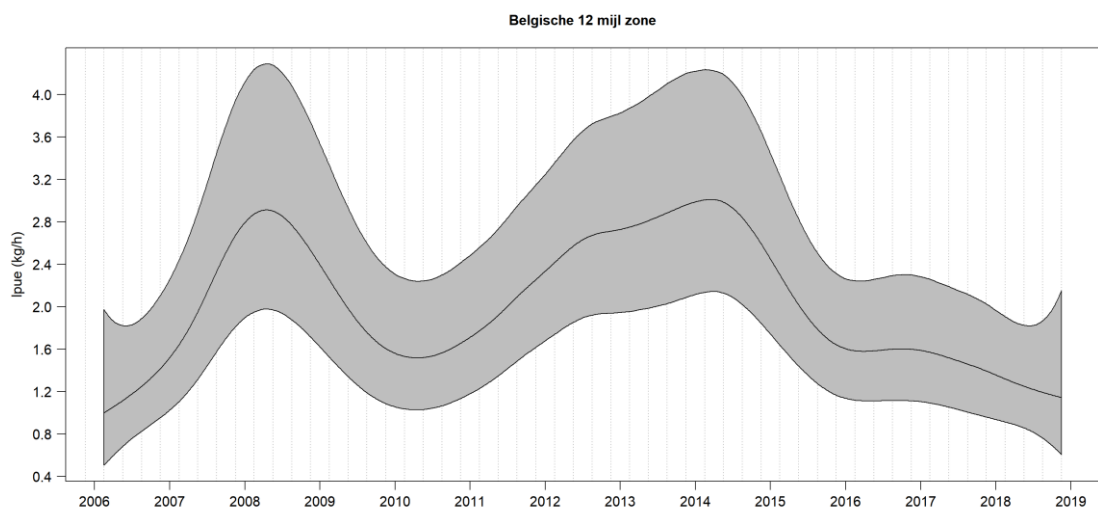
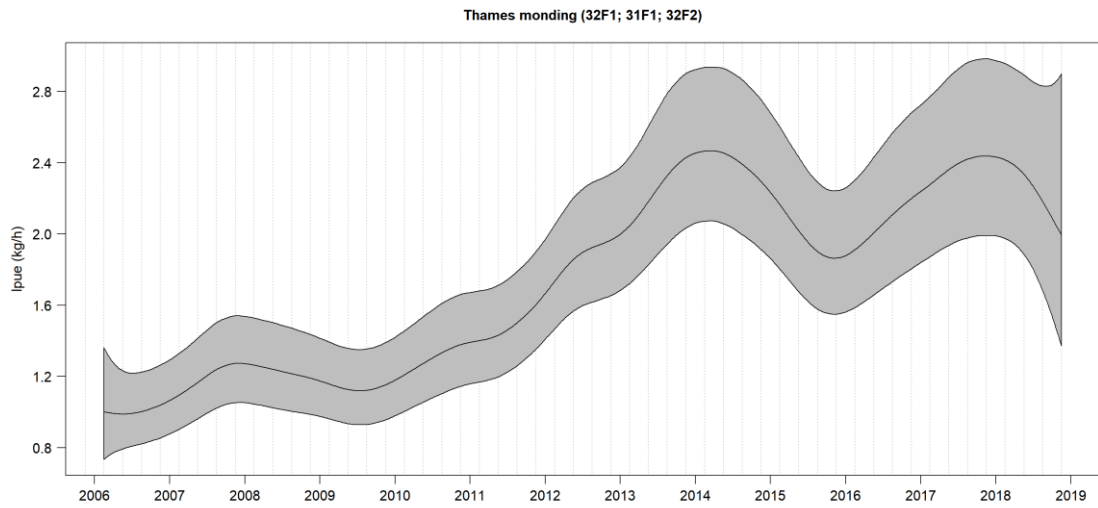
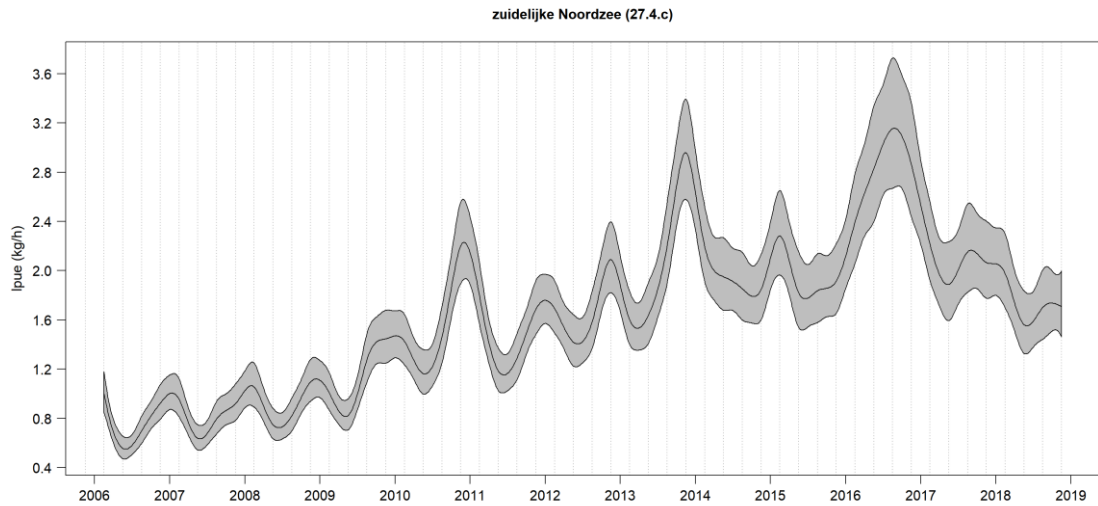


FIGUUR 28: LINKS: AANVOER VAN TONG (IN TON) VOOR DE BOOM- EN PULSKORVLOOT IN DE ZUIDELIJKE NOORDZEE (27.4.c); RECHTS: IDEM LINKS ZONDER NEDERLAND.

3.2.3 Trends in Ipue

Om trends in de visbestanden van de zuidelijke Noordzee vast te stellen, dient de aanvoer gestandaardiseerd te worden t.o.v. de geleverde effort, *i.e.* Ipue (aanvoer per eenheid van visserij-inspanning). De gemodelleerde Ipue op basis van de Belgische en Nederlandse boom- en pulskorvloot toont voor gebied 27.4.bc naast seizoensgebonden schommelingen een vrij constant verloop over de tijdsreeks (Figuur 29). Voor gebied 27.4.c en de Thames wordt een graduele stijging vastgesteld in de periode 2006-2013 om dan op dit hoog niveau te blijven. Binnen de Belgische 12 mijl zone zien we een toename naar 2008 toe, gevolgd door een licht daling. In 2013-2014 wordt opnieuw het niveau van 2008 bereikt om daarna een dalende trend in te zetten.





FIGUUR 29: GEMODELLEERDE LPUE VAN TONG OVER DE PERIODE 2006-2018 VOOR DE BELGISCHE EN NEDERLANDSE BOOM- EN PULSKORVLOOT VOOR GEBIEDEN 27.4.BC; 27.4.C, THAMES OMGEVING (GVS) EN DE BELGISCHE 12 MIJL ZONE (KVS). LET OP: DE Y-AS VARIËERT TUSSEN DE VERSCHILLENDE GRAFIEKEN.

3.3. Analyse van nationale visserijafhankelijke gegevens

3.3.1 Databron

Duurzame exploitatie van de levende rijkdommen in het marien milieu is één van de voornaamste doelstellingen van het Europees Gemeenschappelijk Visserijbeleid. Om dit te kunnen opvolgen en het beleid (Europees en nationaal) te kunnen ondersteunen, zijn de lidstaten (waaronder België) verplicht om een reeks gegevens van de visserijsector te verzamelen. Het Instituut voor Landbouw-, Visserij-, en Voedingsonderzoek (ILVO) helpt daaraan mee en speelt zo een belangrijke rol in het ondersteunen van onze visserijsector binnen de EU. Meer info in verband met de data collectie en het wettelijk kader is beschikbaar via <http://www.smartfisheries.be/>.

Een team van ILVO zeegaande waarnemers verzamelt gegevens aan boord van Belgische commerciële boomkorvaartuigen, gespreid over het hele jaar en op alle visgronden waar de Belgische vissersvloot actief is. Per zeereis (trip) wordt voor een aantal commerciële soorten informatie over o.a. de lengte, levend gewicht en leeftijd verzameld (per soort en per vangst categorie (*i.e.* aanvoer of teruggooi)).

Deze gegevens dragen in eerste instantie rechtstreeks bij tot de visbestandsramingen die jaarlijks door ICES worden uitgevoerd, gezien deze inzicht geven in de toestand van de visbestanden. In het kader van dit project werden lengte, gewicht en leeftijdsinformatie gebruikt als indicator voor veranderingen in de visbestanden in de zuidelijke Noordzee over de periode 2006-2018.

Voor de analyses voor tong werd de Belgische data gefilterd op

- Periode 2006-2018
- Boomkorvisserij (métier TBB_DEF_70-99 met demersale doelsoorten en maaswijdte 70-99 mm)
- Gebied 27.4.b en 27.4.c (centrale en zuidelijke Noordzee)
 - o Voor gebied 27.4.c: enkel leeftijden 1-10 (omdat de gegevens van oudere leeftijden te schaars zijn)
 - o Voor gebied 27.4.b: enkel leeftijden 1-8 (omdat de gegevens van oudere leeftijden te schaars zijn)
- Minimum 10 individuen per leeftijdsklasse

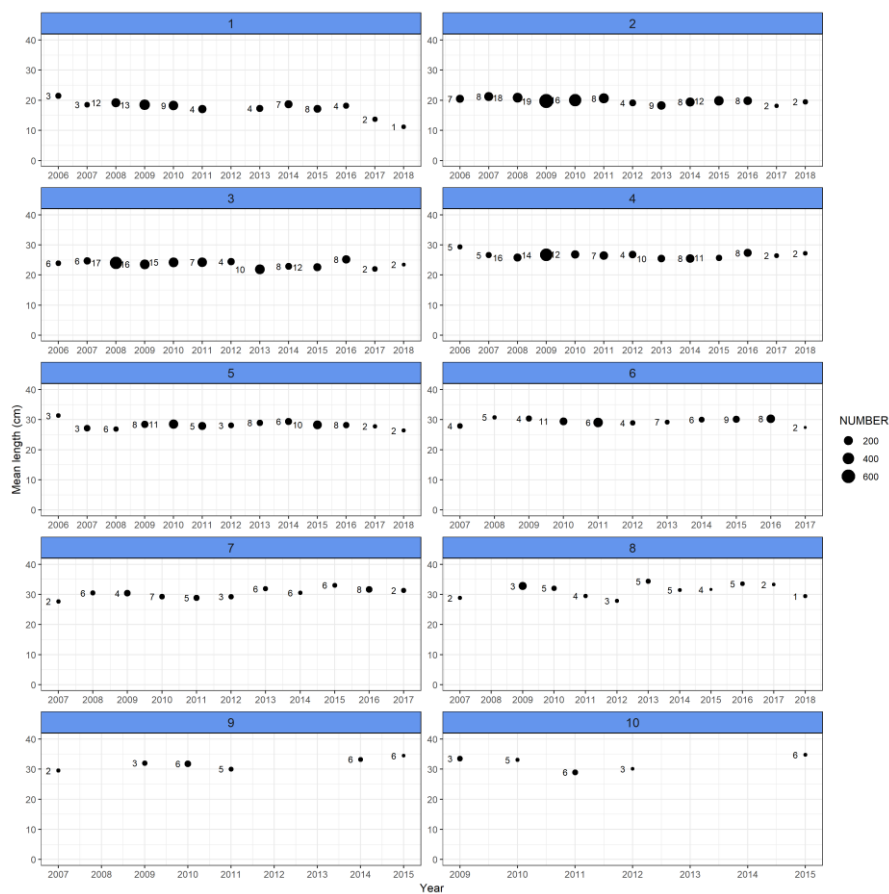
De hoeveelheid zeereizen die werden bemonsterd in gebied 27.4.b of 27.4.c verschillen over de jaren. Eveneens verschillen het aantal lengtemetingen en het aantal leeftijdsbepalingen. Om hiervoor te compenseren werden de gegevens naast een ruwe weergave eveneens modelmatig voorgesteld.

3.3.2 Analyse ruwe gegevens

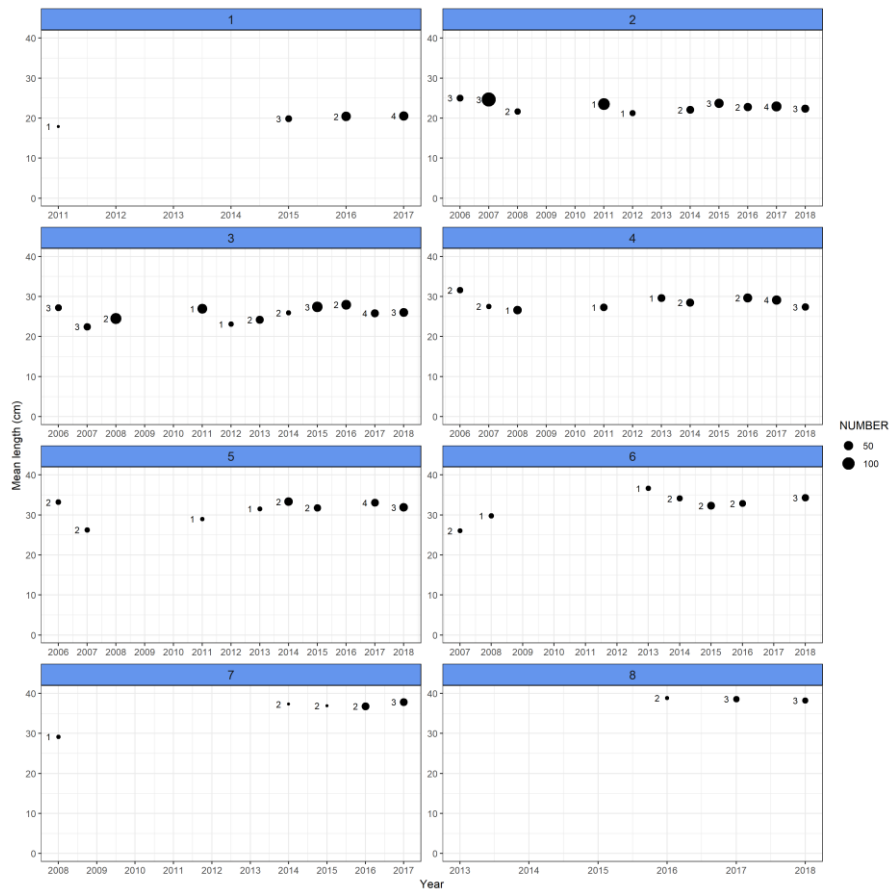
3.3.2.1 Gemiddelde lengte

Hoewel over het algemeen de lengte van tong vrij constant bleef over de tijdsreeks zien we bijna voor iedere leeftijd een lichte daling in de gemiddelde lengte in de periode 2011-2013, gebied 27.4.c (Figuur 30). Verder is voor leeftijd 1 wel een licht dalende trend aanwezig. Gegevens zijn schaarser voor de oudere leeftijden.

De gegevens uit gebied 27.4.b zijn schaarser. Er zijn niet elk jaar gegevens beschikbaar. Voor leeftijd 3 zien we echter wel dezelfde mogelijke daling in gemiddelde lengte in de periode 2011-2013 verschijnen (Figuur 31).



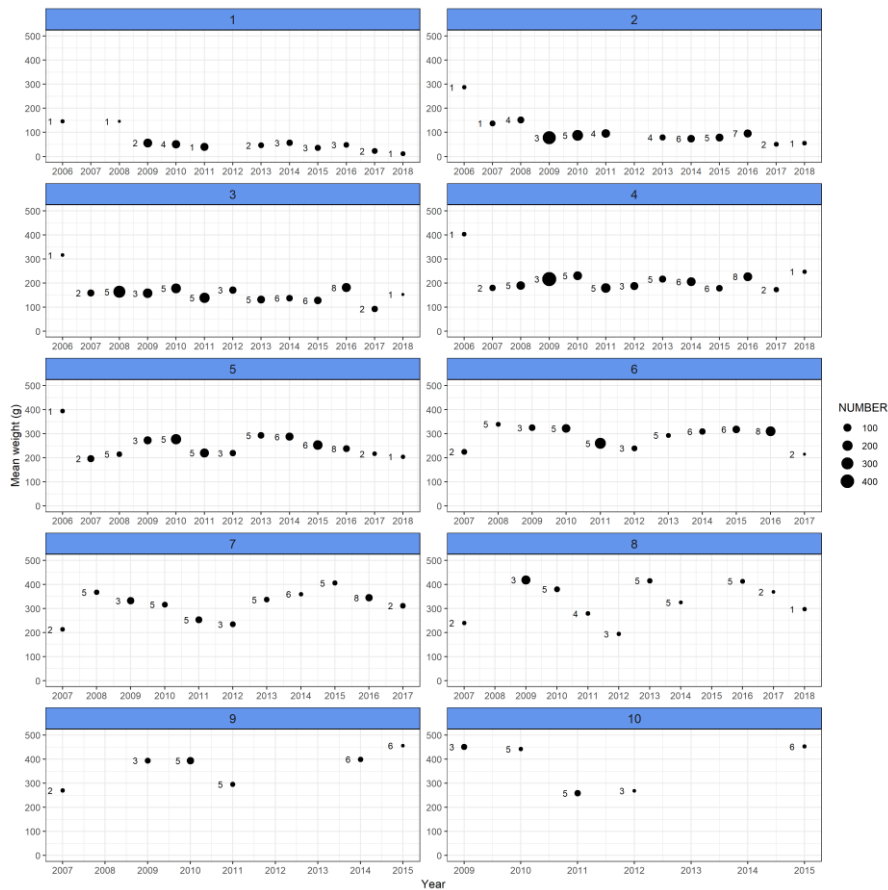
FIGUUR 30: GEMIDDELDE LENGTE (CM) PER LEEFTIJD VOOR TONG IN GEBIED 27.4.C OVER DE PERIODE 2006-2018. DE GROOTTE VAN DE BOLLETJES GEEFT HET AANTAL INDIVIDUEN WAAROP DE GEMIDDELDE LENGTE WERD GEBASEERD. HET CIJFER BIJ ELK BOLLETJE GEEFT HET AANTAL ZEEREIZEN WAARUIT DE VISSEN AFKOMSTIG WAREN.



FIGUUR 31: GEMIDDELDE LENGTE (CM) PER LEEFTIJD VOOR TONG IN GEBIED 27.4.B OVER DE PERIODE 2006-2018. DE GROOTTE VAN DE BOLLETJES GEEFT HET AANTAL INDIVIDUEN WAAROP DE GEMIDDELDE LENGTE WERD GEBASEERD. HET CIJFER BIJ ELK BOLLETJE GEEFT HET AANTAL ZEEREIZEN WAARUIT DE VISSEN AFKOMSTIG WAREN.

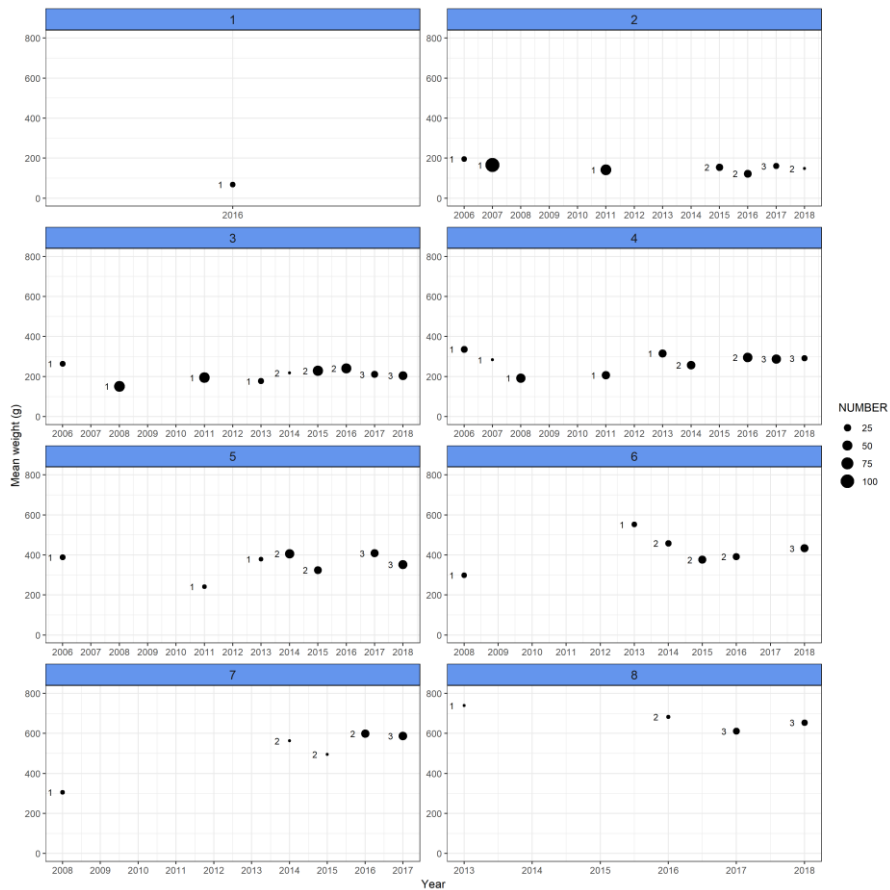
3.3.2.2 Gemiddeld gewicht

Een vergelijkbare trend als bij de lengte valt op bij het gemiddeld gewicht per leeftijd (Figuur 32). Er is een lichte daling in het gemiddeld gewicht voor de periode 2010-2012, dewelke meer uitgesproken is voor de oudere leeftijden. Een dalende trend voor de jongere leeftijden (leeftijd 1-5) is eveneens zichtbaar, hoewel dit vooral gedreven wordt door vissen met een hoger gewicht in 2006. Deze data uit 2006 zijn slechts afkomstig van 1 zeereis.



FIGUUR 32: GEMIDDELD GEWICHT (G) PER LEEFTIJD VOOR TONG IN GEBIED 27.4.C OVER DE PERIODE 2006-2018. DE GROOTTE VAN DE BOLLETJES GEEFT HET AANTAL INDIVIDUEN WEER WAAROP HET GEMIDDELD GEWICHT WERD GEBASEERD. HET CIJFER BIJ ELK BOLLETJE GEEFT HET AANTAL ZEEREIZEN WEER WAARUIT DE VISSEN AFKOMSTIG WAREN.

Voor gebied 27.4.b zijn de data schaarser. Voor leeftijd 1 is er bijvoorbeeld enkel data beschikbaar uit 2016 (Figuur 33). Vergelijkbaar met de trends in gebied 27.4.c is er voor de oudere leeftijden meer variatie in gemiddeld gewicht over de periode 2006-2018.



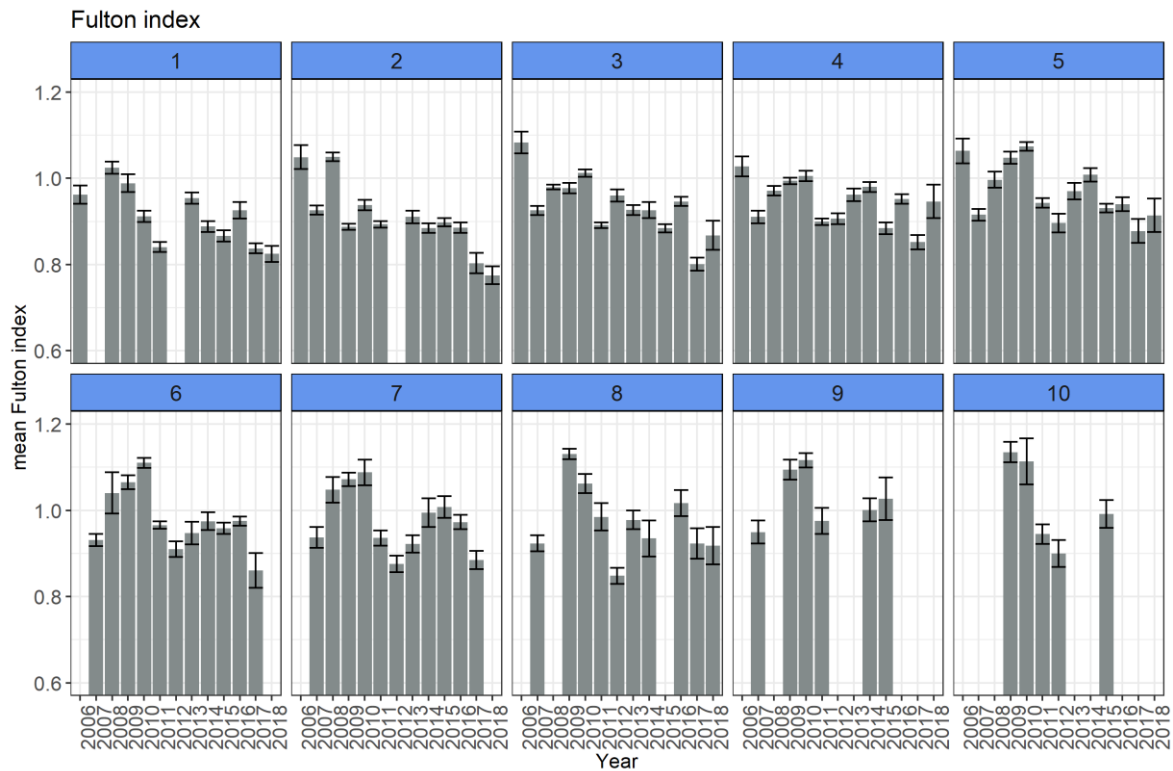
FIGUUR 33: GEMIDDELD GEWICHT (G) PER LEEFTIJD VOOR TONG IN GEBIED 27.4.B OVER DE PERIODE 2006-2018. DE GROOTTE VAN DE BOLLETJES GEEFT HET AANTAL INDIVIDUEN WAAROP HET GEMIDDELD GEWICHT WERD GEBASEERD. HET CIJFER BIJ ELK BOLLETJE GEEFT HET AANTAL ZEEREIZEN WAARUIT DE VISSEN AFKOMSTIG WAREN.

3.3.2.3 Fulton conditiefactor

De Fulton conditiefactor (K) kan vergeleken worden met een body mass index (BMI index) en linkt gewicht en lengtemetingen aan conditie of het relatief welzijn van een vis volgens de volgende formule: $K = (W/L^3)$, waarbij W = levende gewicht (in kilogram) en L = lengte (in cm). Deze conditiefactor gaat uit van isometrische groei. Dit is groei met onveranderde lichaamsproporties en specifieke zwaartekracht (Fulton, 1911; maar zie ook Nash *et al.* 2006).

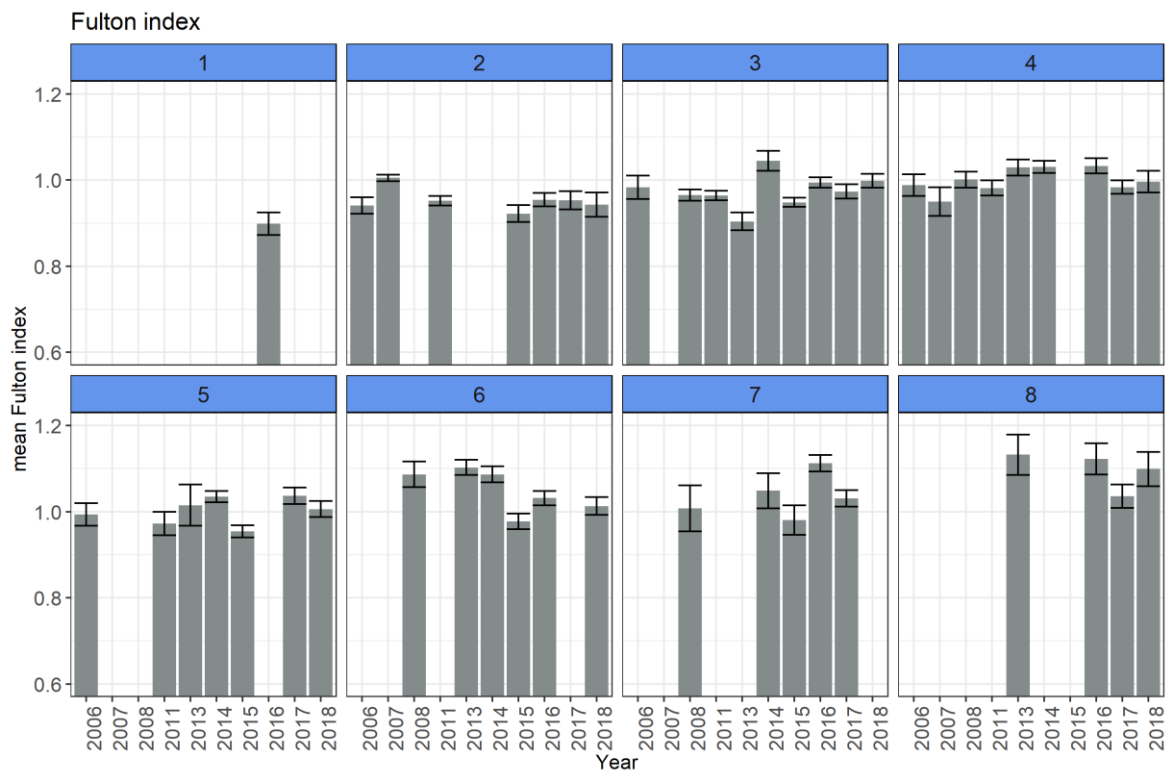
Het bepalen van de Fulton conditiefactor is gebaseerd op minder individuen dan de afzonderlijke analyses met lengte en gewicht data. Er zijn namelijk een beperkter aantal vissen beschikbaar waarvoor zowel de lengte, het gewicht als de leeftijd werden bepaald.

Voor leeftijden 1-4 van tong in gebied 27.4.c is er een daling in de Fulton conditiefactor aanwezig over de periode 2006-2018 (Figuur 34). Voor de oudere leeftijden is deze trend minder duidelijk, maar waren de vissen in 2012 duidelijk in mindere conditie. Dit kan te maken hebben met biologische factoren (zoals minder voedsel beschikbaar), abiotische factoren (zoals ongunstige temperaturen), maar ook met de locatie waar de stalen van afkomstig zijn. De data werden namelijk niet verzameld met het oog op dit soort analyse.



FIGUUR 34: GEMIDDELDE FULTON CONDITIEFACTOR PER JAAR VOOR TONG IN GEBIED 27.4.C VOOR LEEFTIJDKLASSE 1 T.E.M. 10. DE FOUTVLAGGEN GEVEN DE STANDAARDFOUT WEER.

Voor gebied 27.4.b is er niet onmiddellijk een trend in Fulton conditiefactor aanwezig (Figuur 35). Dit is wellicht gerelateerd aan het beperkter aantal beschikbare stalen.



FIGUUR 35: GEMIDDELDE FULTON CONDITIEFACTOR PER JAAR VOOR TONG IN GEBIED 27.4.B VOOR LEEFTIJDKLASSE 1 T.E.M. 8. DE FOUTVLAGGEN GEVEN DE STANDAARDFOUT WEER.

3.3.3 Analyse via modellen

3.3.3.1 Model opbouw

De trend in lengte en gewicht werd gekwantificeerd aan de hand van een regressie analyse met de volgende verklarende variabelen, en observatie model:

- Een intercept dat de eerste waarde van elk categorisch effect in rekening brengt (β_0)
- Een factor effect om leeftijdspecifieke variantie in rekening te brengen (β_{1_a})
- Een factor effect om kwartaal specifieke variantie in rekening te brengen, in interactie met het leeftijd effect ($\beta_{2_{qxa}}$)
- Een factor effect om de variantie gerelateerd aan het geslacht van de vis in rekening te brengen, in interactie met het leeftijd effect ($\beta_{2_{sxa}}$)
- Een smoothed jaar effect per leeftijdsklasse om (niet lineaire) patronen over de tijd te visualiseren ($s(year)_a$)
- Een Gamma verdeling werd verondersteld voor de meetfout (ε)

$$\log(length) = \beta_0 + \beta_{1_a} x Age + \beta_{2_{qxa}} x Quarter x Age + \beta_{2_{sxa}} x Sex x Age + s(year)_a + \varepsilon$$

$$\log(weight) = \beta_0 + \beta_{1_a} x Age + \beta_{2_{qxa}} x Quarter x Age + \beta_{2_{sxa}} x Sex x Age + s(year)_a + \varepsilon$$

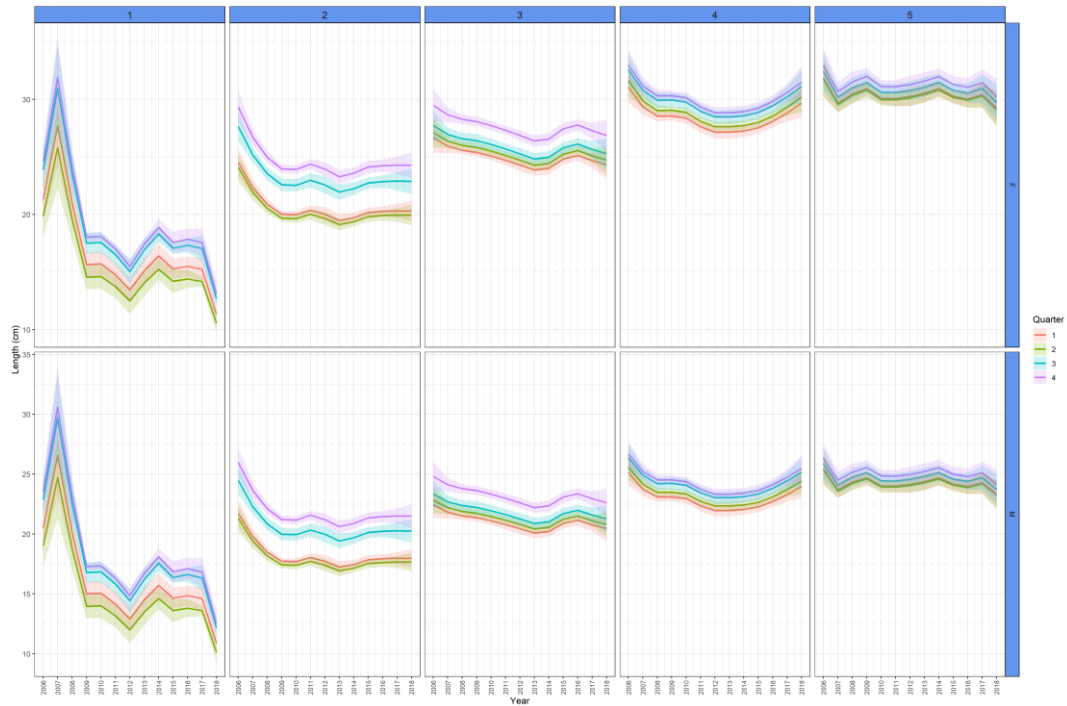
Voor deze analyse werd gefocust op gebied 27.4.c, gezien in dit gebied de meeste vissen werden verzameld die het model kunnen voeden. Een overzicht van het aantal stalen wordt gegeven in Tabel 3.

Year	27.4.b		27.4.c	
	F	M	F	M
2006	77	10	75	9
2007	133	2	227	109
2008	119	19	404	178
2009			1021	612
2010			771	415
2011	146	26	671	473
2012			267	71
2013	101	6	299	111
2014	113	12	361	182
2015	125	32	405	174
2016	179	46	547	219
2017	174	22	120	93
2018	159	22	58	54

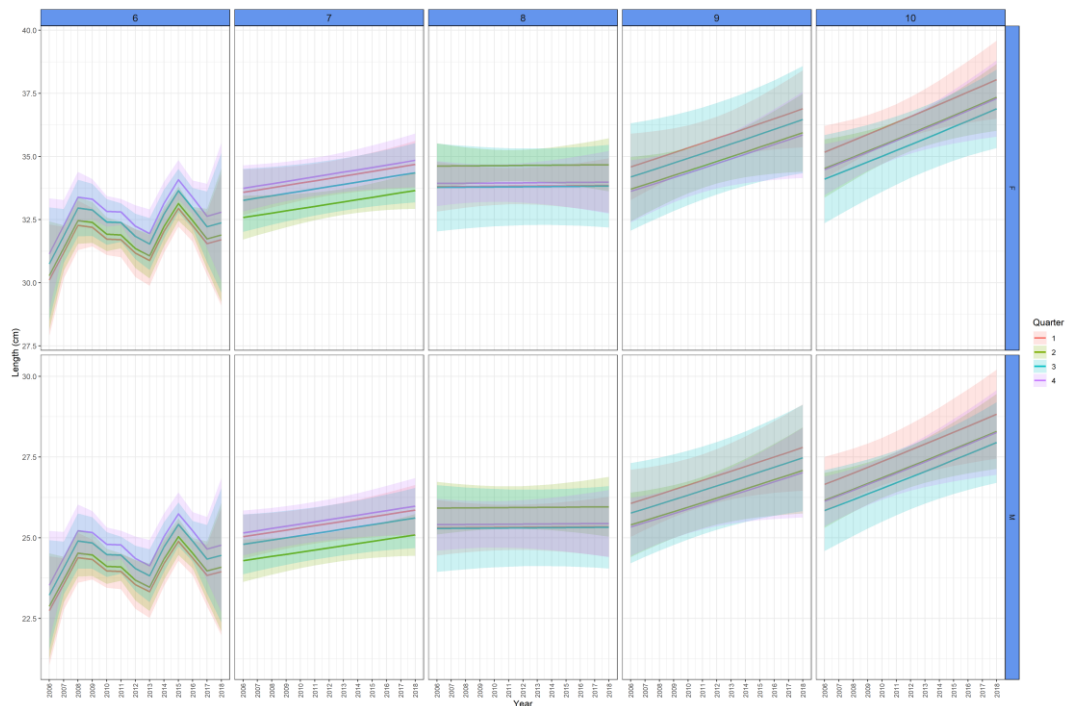
TABEL 3: AANTAL VISSEN (TONG) PER JAAR, GEBIED EN GESLACHT BESCHIKBAAR ALS INPUT VOOR HET MODEL.

3.3.3.2 Gemodelleerde lengte

Figuur 36 en 37 geven de gemodelleerde lengte per jaar en geslacht weer voor gebied 27.4.c.



FIGUUR 36: GEMODELLEERDE GEMIDDELDE LENGTE PER JAAR EN GESLACHT VOOR TONG IN GEBIED 27.4.C VOOR LEEFTIJDKLASSE 1 T.E.M. 5.



FIGUUR 37: GEMODELLEERDE GEMIDDELDE LENGTE PER JAAR EN GESLACHT VOOR TONG IN GEBIED 27.4.C VOOR LEEFTIJDKLASSE 6 T.E.M. 10.

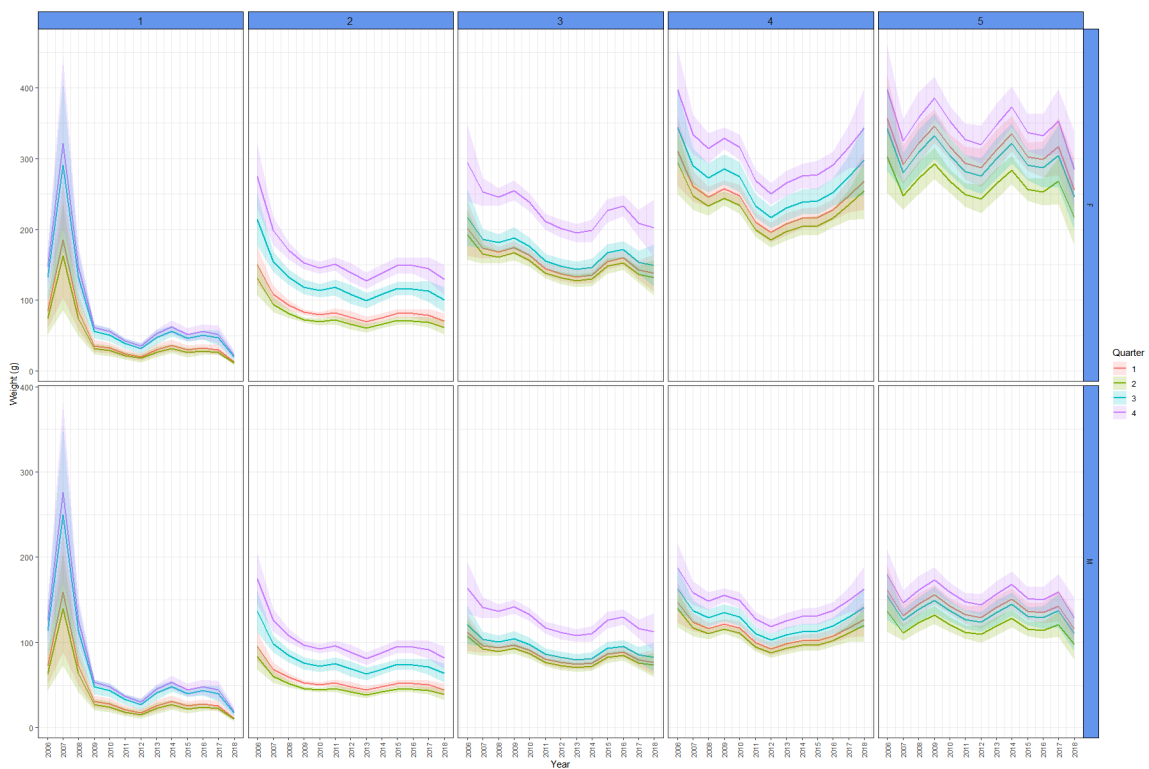
Logischerwijs is het leeftijdseffect significant voor de individuele lengte, en worden individuen groter naarmate ze ouder worden. Daarnaast is er ook een significant verschil tussen de lengte van vrouwelijke en mannelijk individuen. De vrouwelijke individuen zijn steeds groter, en dit

verschil neemt toe met de leeftijd. Ook het kwartaal effect werd significant bevonden op het 5% niveau. De grootste kwartaal verschillen zijn aanwezig bij de jongste leeftijden, en deze nemen af naarmate de dieren ouder worden. In het eerste kwartaal zijn de individuen het kleinst, wat overeenstemt met de rekruteringsperiode, terwijl ze het grootst zijn in het vierde kwartaal.

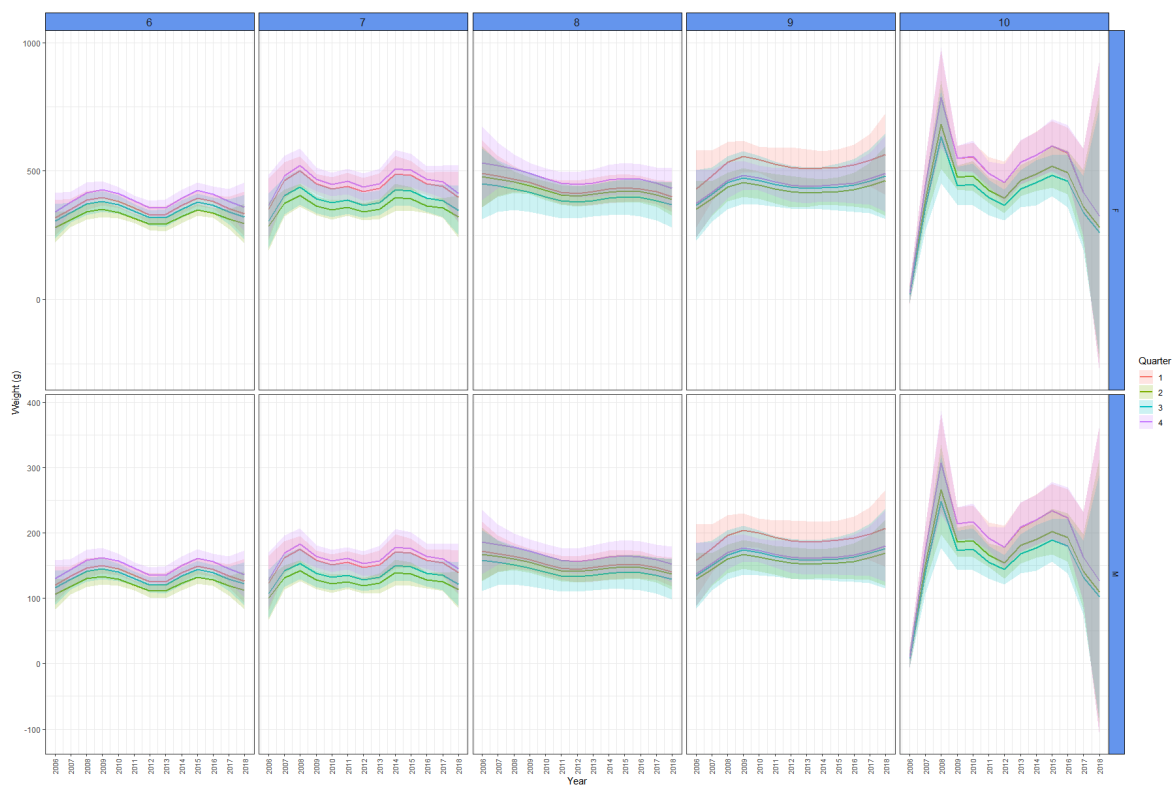
Wat betreft de trend doorheen de tijd zien we een sterke variabiliteit bij de leeftijd 0 tong, wat mogelijks te wijten is aan het tijdstip van rekrutering. Verder zien we dat de lengte licht afneemt over de tijdsreeks van leeftijd 1 t.e.m. 3, waarbij de afname het sterkst lijkt te zijn in de periode vóór 2010. Voor de oudste leeftijdsgroepen is er een positieve trend op te merken, maar deze is niet significant.

3.3.3.3 Gemodelleerd gewicht

Figuur 38 en 39 geven het gemodelleerde gewicht per jaar en geslacht weer voor gebied 27.4.c.



FIGUUR 38: GEMODELLEERDE GEMIDDELD GEWICHT PER JAAR EN GESLACHT VOOR TONG IN GEBIED 27.4.C VOOR LEEFTIJDKLASSE 1 T.E.M. 5.



FIGUUR 39: GEMODELLEERDE GEMIDDELD GEWICHT PER JAAR EN GESLACHT VOOR TONG IN GEBIED 27.4.C VOOR LEEFTIJDSCLASSE 6 T.E.M. 10.

Individuele worden logischerwijs significant zwaarder naarmate ze ouder worden. Echter, vanaf leeftijd 6 is de gewichtstoename eerder beperkt. Daarnaast is er ook een significant verschil tussen het gewicht van vrouwelijke en mannelijke individuen. De vrouwelijke individuen zijn steeds zwaarder. Ook het kwartaal effect werd significant bevonden op het 5% niveau. De grootste kwartaal verschillen zijn aanwezig bij de jongste leeftijden, en deze nemen af naarmate de dieren ouder worden. Dit is eveneens logisch aangezien individuele verschillen in groeisnelheid tussen individuen ervoor zorgen dat de gewichtscurves per leeftijd steeds breder worden. In het eerste kwartaal zijn de individuen het lichtst, wat overeenstemt met de rekruteringsperiode, terwijl ze het zwaarst zijn in het vierde kwartaal.

Wat betreft de trend doorheen de tijd zien we opnieuw een sterke variabiliteit bij de leeftijd 0 tong, wat mogelijks te wijten is aan het tijdstip van rekrutering of voedselaanbod in larvale stadia. Verder zien we dat het gewicht per leeftijdsgroep licht afneemt over de tijdsreeks van leeftijd 1 t.e.m. 3, waarbij de afname het sterkst lijkt te zijn in de periode vóór 2010. Voor de oudste leeftijdsgroepen is er een positieve trend op te merken, maar deze is niet significant.

3.3.4 Conclusies en bedenkingen

Voor de jongere leeftijdsklassen lijkt tong nu kleiner, lichter en in minder goede conditie in vergelijking met het begin van de tijdsreeks.

Meer onderzoek is echter nodig om hierover een sluitende conclusie neer te schrijven. Het samenleggen van een grotere hoeveelheid data, bijvoorbeeld op het niveau van het volledige visbestand, zou de interpretatie kunnen vereenvoudigen, gezien trends te wijten aan het sampling design dan vervagen. Tagging experimenten opzetten, gespreid over meerdere jaren zou toelaten om de groeisnelheid rechtstreeks te meten. Tenslotte kunnen ook maaganalyses uitgevoerd worden zodat inzicht verkregen wordt over mogelijks gewijzigde consumptiepatronen.

3.4. Analyse van de visserijonafhankelijke gegevens

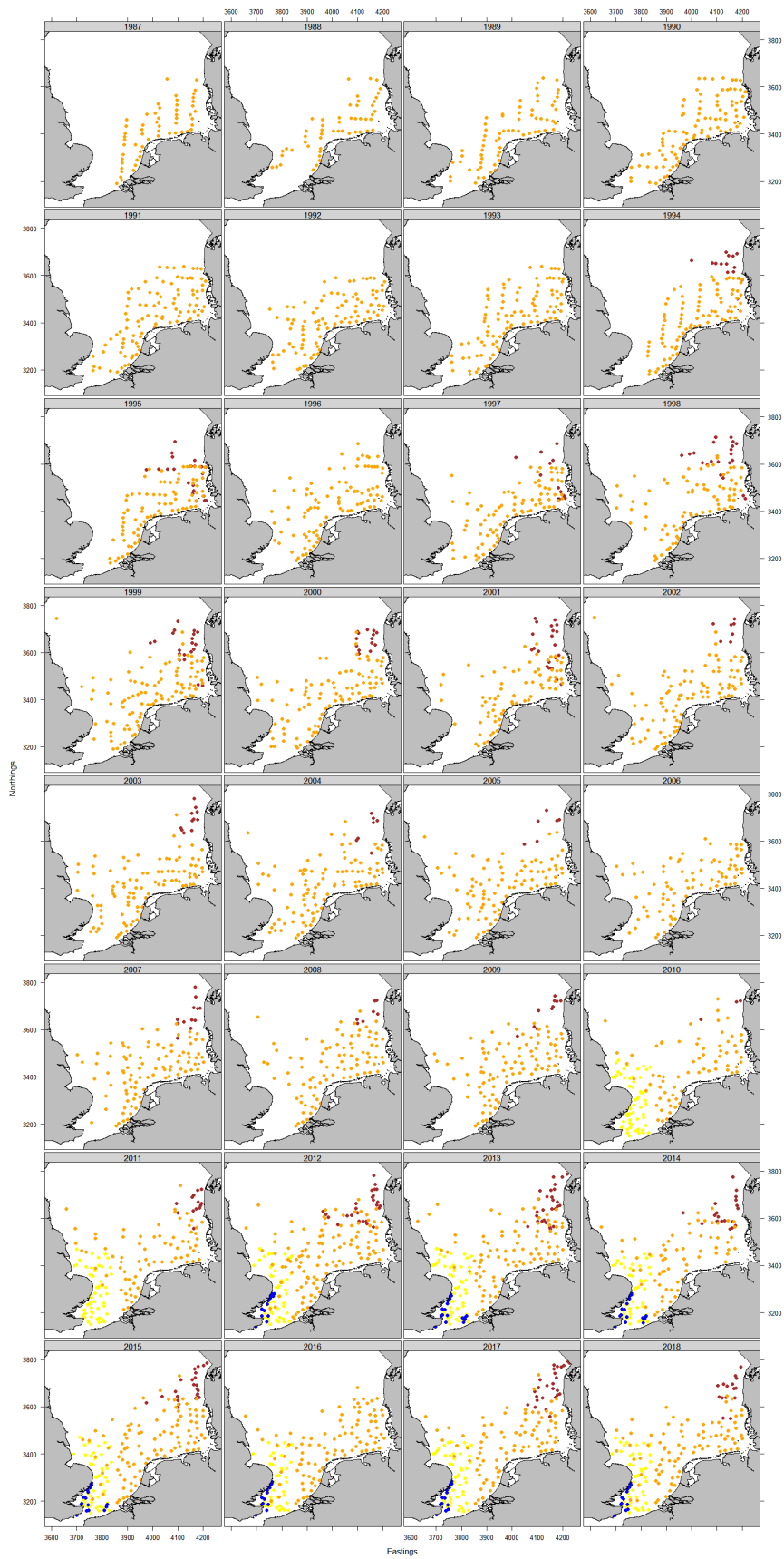
3.4.1 Beam Trawl Survey (BTS)

3.4.1.1 Methode

Elk jaar worden in de Noordzee verschillende beam trawl surveys uitgevoerd. Deze wetenschappelijke surveys zijn belangrijk voor de bestandsmonitoring van een aantal belangrijke commerciële platvissoorten, zoals tong en schol. Om een goed inzicht te krijgen op de evolutie van een visbestand, is het cruciaal om het effect van factoren (vb. migratie patronen, groei, technische efficiëntie (q)) die geen verband houden met de densiteit van het bestand (N) zoveel mogelijk te reduceren. Daarom wordt een survey steeds onder zo gelijkaardig mogelijke omstandigheden uitgevoerd (zelfde catchability (q)), m.a.w. in dezelfde periode van het jaar (augustus – september), met hetzelfde vistuig, en dezelfde sleepsnelheid (voor meer info zie ICES, 2019f). Dit zorgt ervoor dat er kan aangenomen worden dat het verband tussen de vangst per eenheid visserij-inspanning ($cpue$) en de densiteit van een visbestand (N) lineair is zodat:

$$cpue = q \times N$$

Gezien de ruimtelijke distributie van de meeste visbestanden wijzigt doorheen de tijd, is het voor een goede bestandsraming belangrijk dat de survey het hele verspreidingsgebied van een soort bemonsterd. Gezien de beam trawl surveys in de Noordzee door verschillende landen worden uitgevoerd (Figuur 40; België (geel), Nederland (oranje), Duitsland (rood), Verenigd Koninkrijk (blauw)), dient de informatie gecombineerd te worden zodat op basis van al deze observaties één index kan gecreëerd worden voor het hele visbestand.



FIGUUR 40: RUIMTELIJKE SPREIDING VAN DE BTS STATIONS ZOALS UITGEVOERD DOOR BELGIË (GEEL), NEDERLAND (ORANJE), DUITSLAND (ROOD) EN HET VERENIGD KONINKRIJK (BLAUW) OVER DE PERIODE 1987-2018.

Om op basis van de surveydata een populatie trend (index) te berekenen is het aangeraden de ruwe gegevens te analyseren aan de hand van een statistisch model dat de verschillende bronnen van onderliggende variantie in de data in rekening brengt. Voor de analyse van de BTS survey gegevens, werd geopteerd voor een zogenaamd state-space model, zodat zowel de observatiefout, de fout gerelateerd aan het meten (vb. wijzigende weersomstandigheden), als de 'process error' (*i.e.* de variabiliteit gerelateerd aan biotische en abiotische processen) in rekening worden gebracht.

Omwille van de karakteristieken van de data (telgegevens met grote variabiliteit), werd de observatie fout gemodelleerd aan de hand van een negatief binomiale verdeling. Om de variabiliteit gerelateerd aan de invloed van biotische en abiotische processen te modelleren werd een tijdreeksmodel gecombineerd met een spatio-temporeel model, zodat het mogelijk is om zowel patronen te modelleren die (i) onafhankelijk zijn van, en (ii) interageren met de ruimtelijke distributie van het bestand. Om de temporele trend, onafhankelijk van de ruimtelijke distributie van het bestand, te schatten werd een 1^e orde random walk model over de jaren heen gefit. De spatio-temporele trend werd gemodelleerd aan de hand van een Gaussian Markov Random Field ($GMRF(0, \Sigma)$), waarbij de ruimtelijke verband tussen observaties werd gemodelleerd met een Matern correlatie functie ($\lambda = 1$), terwijl het verband doorheen de jaren werd gemodelleerd via een autoregressief model van de 1^e orde.

Voor het schatten van alle parameters, hyperparameters en random effecten werd gebruik gemaakt van de INLA software. Deze software laat toe om op een computationeel efficiënte wijze dergelijk spatio-temporeel model te benaderen aan de hand van enerzijds een Gaussian Markov Random Field met een Matern correlatie structuur zodat variantie covariantie matrix (Σ) een sparse structuur heeft, en anderzijds de Laplace methode dewelke een benaderingsmethode is om snel de integraal van de random effecten ($v_{loc,year}, \gamma_{year}$) te berekenen.

$$Nr_{loc,year} \sim NB(\mu_{loc,year}, \theta_{NB})$$

$$\log(\mu_{loc,year}) = \beta_0 + \gamma_{year} + v_{loc,year}$$

$$v_{loc,year} = \phi \times v_{loc,year-1} + u_{loc,year}$$

$$u = GMRF(0, \Sigma)$$

$$\gamma_{year} = \gamma_{year-1} + \varepsilon$$

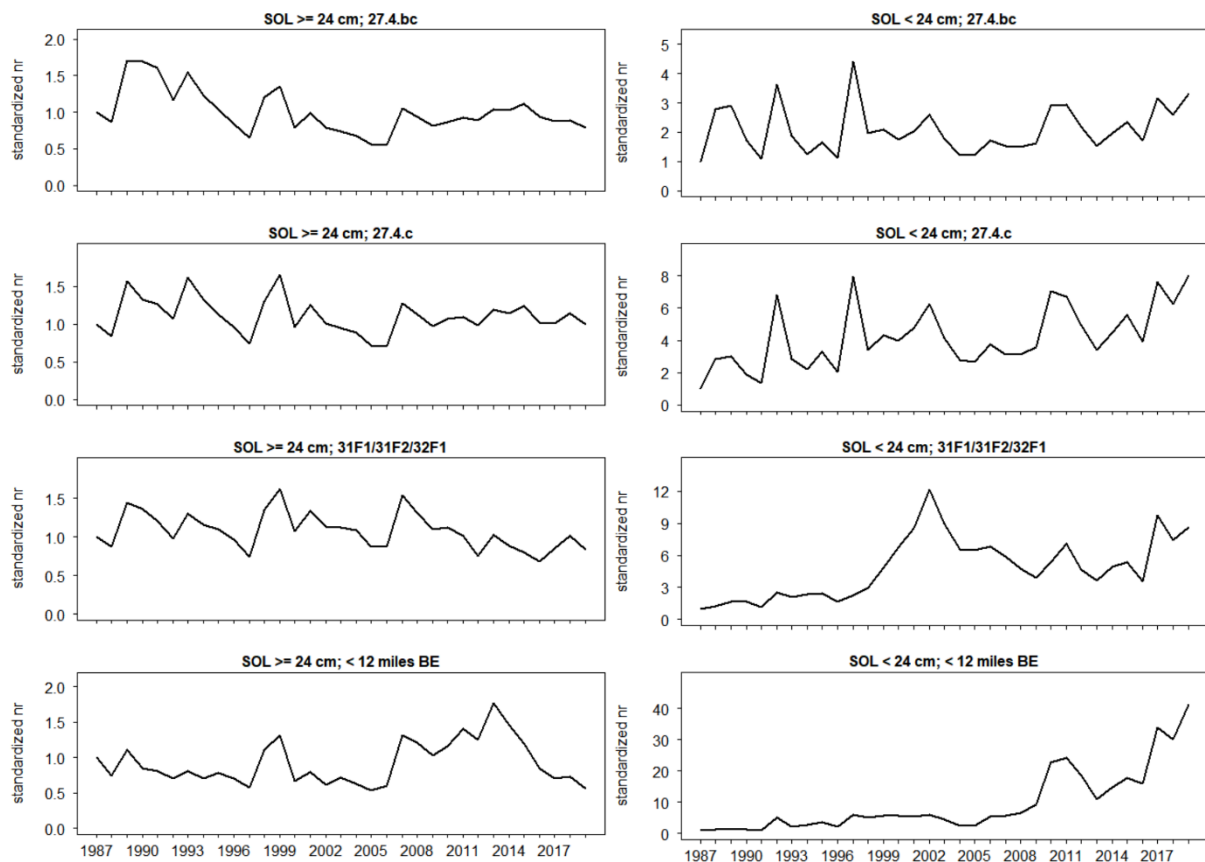
$$\varepsilon \sim N(0, \theta_{rw})$$

3.4.1.2 Trends in BTS gegevens

Om op basis van het model, de trend in de tijd te kwantificeren, werden voorspellingen gemaakt op verschillende ruimtelijke rasters met een resolutie van 20 x 20 km over de jaren 1987-2018. Voor ieder punt werd de verwachte waarde ($\mu_{loc,year}$) en de 0,025 en 0,975 kwartiel van de posterior distributie berekend.

De temporele trends werden berekend door de geschatte waarden per jaar te sommeren (Figuur 41). De data werden voorgesteld voor tong ≥ 24 cm (maats) en < 24 cm (Figuur 41 linker- en rechterpaneel respectievelijk). Vergelijkbaar met de analyse van de commerciële gegevens werd ook hier onderscheid gemaakt tussen 4 gebieden: 1) gebied 27.4.bc, 2) gebied 27.4.c, 3) de Thames en omgeving (*i.e.* ICES statistische rechthoeken 31F1 en 32F1 én de statistische rechthoek voor de Belgische kust 31F2, wat traditioneel belangrijke visgronden zijn voor de Belgische visserij in de zuidelijke Noordzee) en 4) de Belgische 12 mijl zone (Figuur 41 1^e, 2^e, 3^e en 4^e rij respectievelijk). De index voor tong ≥ 24 cm vertoont zowel voor gebied 27.4.bc, gebied 27.4.c en het gebied rond de Thames weinig variatie gedurende de laatste 10 jaar. Voor de kleinere tong (< 24 cm) zien we in diezelfde periode eerder een toename in de index. Binnen de Belgische 12 mijl zone stellen we

voor de tong ≥ 24 cm in de periode 2007-2013 een toename vast in de BTS index, gevolgd door een sterke afname vanaf 2014. Voor de kleinere tong stellen we een sterke stijging vast vanaf 2007 en worden in de recentste jaren de hoogste aantallen genoteerd.

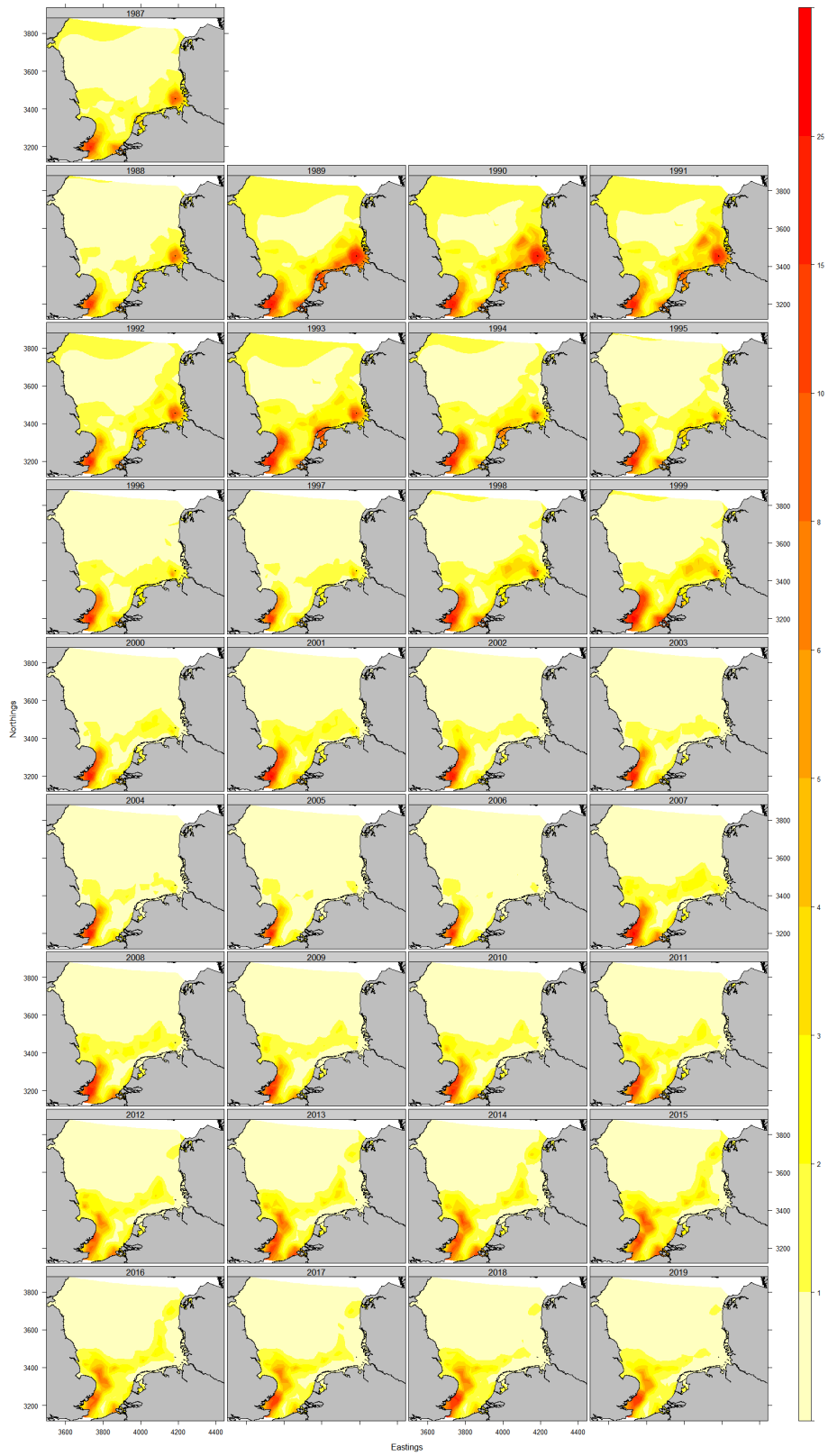


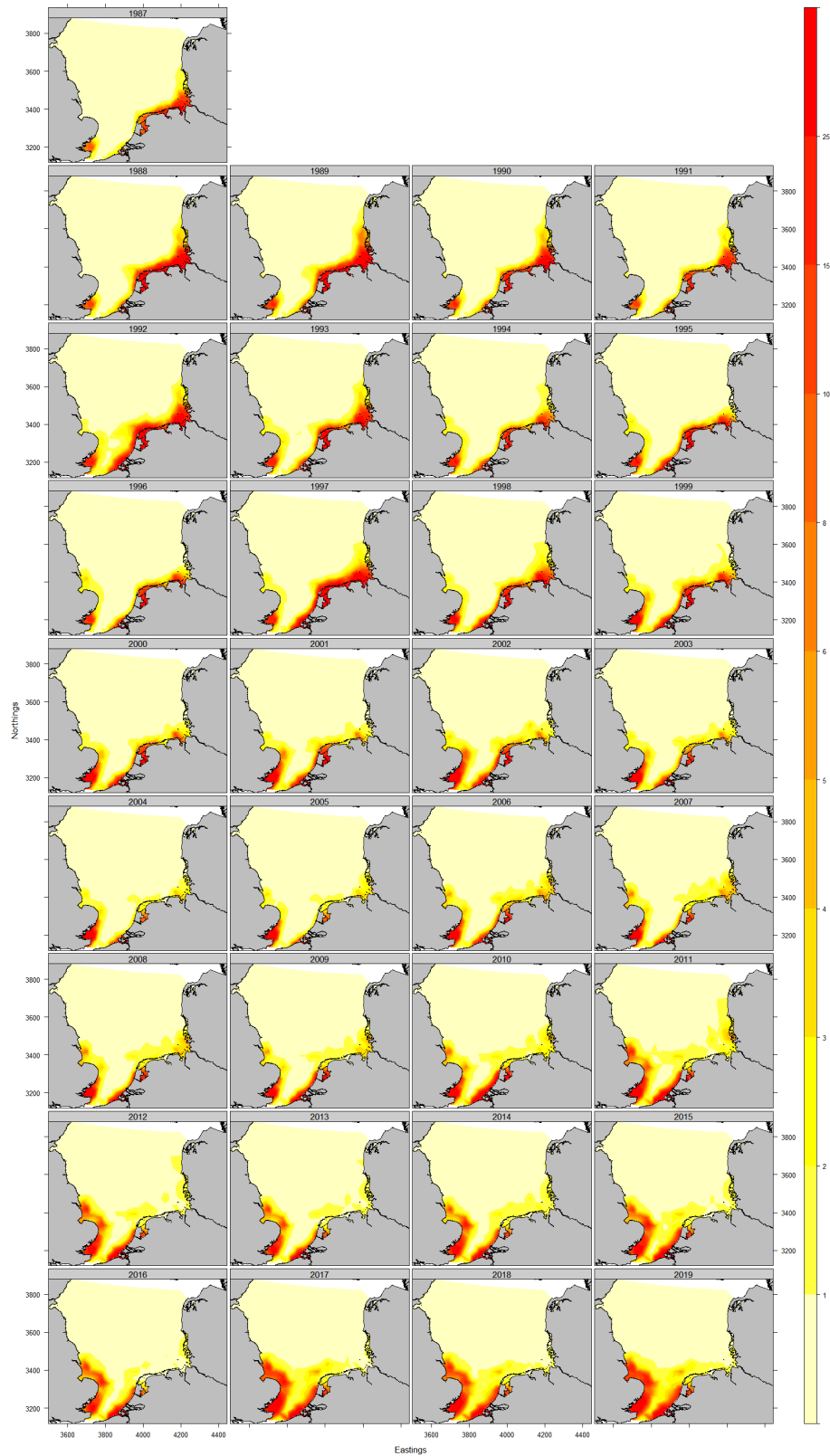
FIGUUR 41: BIOMASSA INDEX BEREKEND OP BASIS VAN BTS DATA VOOR TONG ≥ 24 CM (LINKER PANEEL) EN < 24 CM (RECHTER PANEEL). DE EERSTE RIJ GEEFT DE INDEX WEER VOOR GEBIED 27.4.BC, DE 2^E RIJ VOOR GEBIED 27.4.C, DE 3^E RIJ VOOR DE OMGEVING ROND DE THAMES (ICES STATISTISCHE RECHTHOEKEN 31F1, 32F1 EN 31F2) EN DE LAATSTE RIJ DE BELGISCHE 12 MIJL ZONE.

Om de ruimtelijke trends doorheen de tijd voor te stellen werd de gemiddelde waarde van de posterior distributie van de random effecten ($\log(\text{lpue})$) van het GMRF en de trend weergegeven per jaar (periode 1987-2019) in Figuur 42 (≥ 24 cm bovenste paneel; < 24 cm onderste paneel).

Wat betreft de abundantie van maatse tong (≥ 24 cm), is er doorheen de tijdreeks slechts één gebied waar er jaar na jaar een hotspot van tong geregistreerd werd, zijnde de monding van de Thames. Ook voor de monding van de Westerschelde, is er in de meeste jaren een hotspot van tong te vinden, maar in de periode 2002-2006, was deze veel minder sterk aanwezig. Een andere duidelijke evolutie die we vaststellen, is de sterke reductie van tong in de Duitse bocht en in de omgeving van de Waddeneilanden. Deze neerwaartse trend vond vooral plaats in de jaren 90. Sinds 2000, werden er geen hoge dichtheden van tong meer gedetecteerd in deze gebieden voor de Nederlandse en Duitse kust. De laatste jaren zijn er ter hoogte van de Duitse bocht (en meer bepaald de Sylt Outer Reef) wel weer locaties te vinden met een hogere densiteit aan tong. Voor de monding van de Thames is de hoge densiteit van tong sinds 2007 uitgebreid in noordelijke richting (voor de kust van Great Yarmouth tot de Inner Silver Pit). Globaal zien we dat het tongbestand er het slechts voor stond tijdens de jaren 2005 en 2006, waarna er een globale toename was over de hele Zuidelijke Noordzee. De laatste jaren (sinds 2014) is de densiteit van tong voor de Westerschelde en Vlaamse Kust licht afgenomen tot een gelijkaardig niveau als 2003.

De ruimtelijke distributie van de juveniele vissen is gelijkaardig aan deze van de adulte vissen, zij het dat ze nog sterker in de kustgebieden geconcentreerd zijn. Ook doorheen de tijd zijn de trends gelijkaardige aan deze van de adulten, met name, een sterke afname in de Duitse bocht en voor de Waddeneilanden, en een toename van de densiteit voor de Engelse Zuidkust. In het uiterst zuidelijke deel van de Noordzee en meer bepaald de Belgische en Zuid-Nederlandse kusten, daar stellen we eveneens een sterke toename vast.



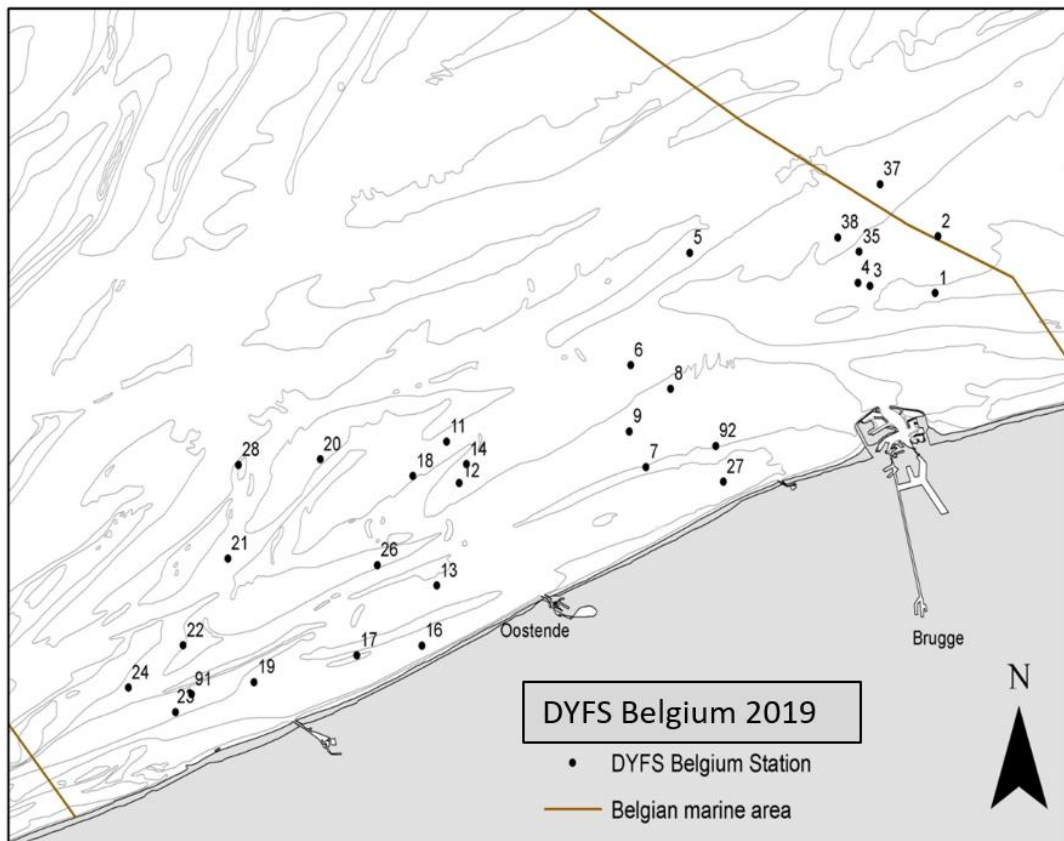


FIGUUR 42: GEMODELLEERDE DENSITEIT ($\text{LOG}(\text{AANTAL}/\text{KM}^2)$) VAN MAATSE (≥ 24 CM, BOVENSTE PANEEL) EN ONDERMAATSE TONG (< 24 CM, ONDERSTE PANEEL) OVER DE PERIODE 1987-2019 OP BASIS VAN BTS DATA. DE KAART VOOR 2019 IS ENKEL GEBASEERD OP DATA VAN DE BELGISCHE BTS TEN ZUIDOOSTEN VAN HET VERENIGD KONINKRIJK.

3.4.2 Demersal Young Fish Survey (DYFS)

3.4.2.1 Methode

Gezien de catchability van de BTS surveys beperkt is voor juveniele stadia van veel vissoorten, en deze juveniele stadia vaak voorkomen in kustwateren waar de BTS slechts beperkt monitort, onderneemt België een extra survey, namelijk de Demersal Young Fish Survey. Deze is gericht op het monitoren van juveniele tong, schol en grijze garnaal in de kustwateren. Jaarlijks in de maand september worden 33 stations bemonsterd hoofdzakelijk gelegen binnen de 12 mijl zone (Figuur 43).



FIGUUR 43: DYFS STATIONS IN HET BELGISCH DEEL VAN DE NOORDZEE (MET UITZONDERING VAN STATION 2 EN 37 DIE IN HET NEDERLANDS DEEL VAN DE NOORDZEE LIGGEN).

Om een index van deze survey te berekenen werd het volgende model gefit aan de data.

$$nr_{loc,y} \sim NB(\mu_{loc,y}, \theta_{NB}) \quad nr_{loc,year} \sim NB(\mu_{loc,year}, \theta_{NB})$$

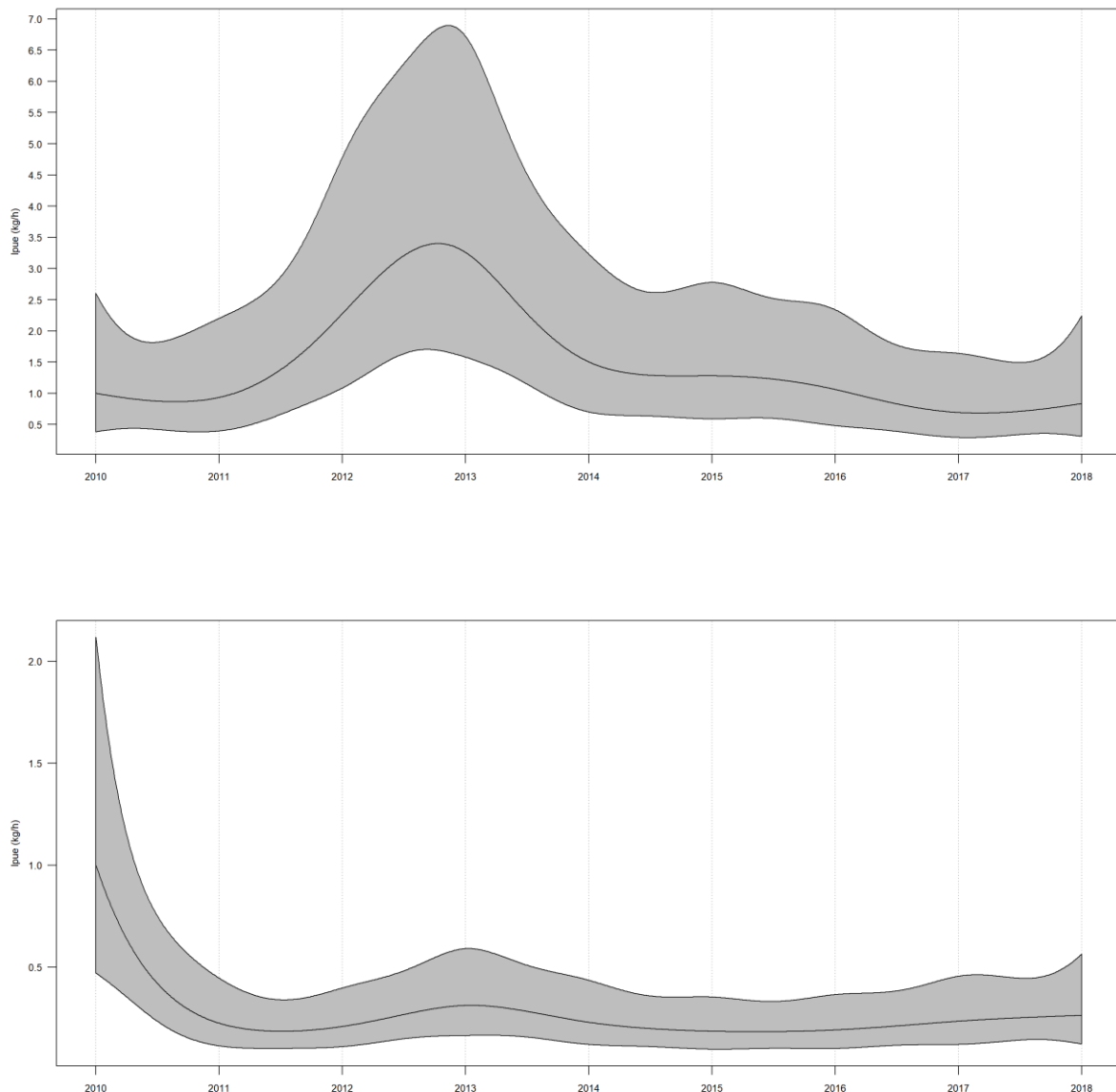
$$\log(\mu)_{loc,y} = \beta_0 + s(year)_y + s(lon, lat)_y$$

$$\log(\mu_{loc,year}) = \beta_0 + s(y_{year}) + s(lon, lat_{year})$$

3.4.2.2 Trends in DYFS gegevens

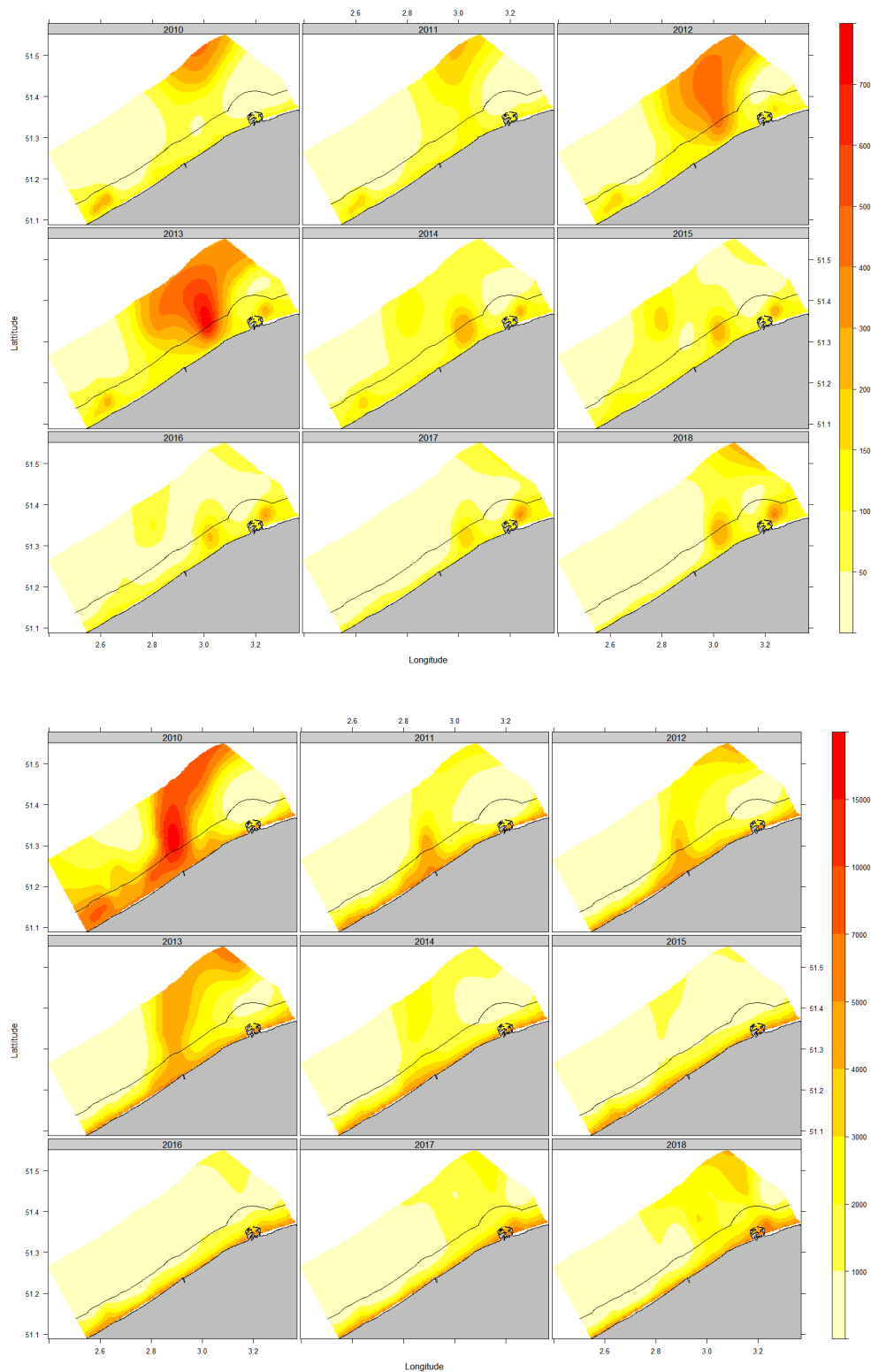
Om op basis van het model, de trend in de ruimte en tijd te kwantificeren, werden voorspellingen gemaakt op basis van een ruimtelijk raster dat de Belgische 12 mijl zone omvat met een resolutie van 5 x 5 km over de jaren 2010-2018. Voor ieder punt werd de verwachte waarde ($\mu_{loc,year}$) en het 95% betrouwbaarheidsinterval berekend.

De temporele trends werden berekend door de geschatte waarden per jaar te sommeren (Figuur 42). De data werden voorgesteld voor tong ≥ 24 cm (maats) en < 24 cm (Figuur 44 bovenste en onderste paneel respectievelijk). Voor maatse tong zien we een toename in de periode 2012-2014. Deze trend is ook aanwezig voor de ondermaatse tong, hoewel minder uitgesproken. Met uitzondering van 2010 blijft de CPUE voor ondermaatse tong onder $0.5 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ binnen de 12 mijl zone. Dit spreekt de trend die de BTS oppikt tegen.



FIGUUR 44: TEMPORELE TREND VOOR TONG ≥ 24 CM (BOVENSTE PANEEL) EN < 24 CM (ONDERSTE PANEEL) OVER DE PERIODE 2010-2018 BEREKEND OP BASIS VAN DE DYFS DATA.

Om de ruimtelijke trends doorheen de tijd voor te stellen werden de verwachte aantallen per km^2 gevisualiseerd in Figuur 45 (≥ 24 cm bovenste paneel; < 24 cm onderste paneel). De toename in de periode 2012-2013 uit Figuur 44 zien we terugkomen in Figuur 45. Maatse tong lijkt voornamelijk aanwezig in het oostelijk deel van de Belgische 12 mijl zone. Dit is eveneens het geval voor ondermaatse tong.



FIGUUR 45: GEMODELLEERDE DENSITEIT ($\text{LOG}(\text{AANTAL}/\text{KM}^2)$) VAN MAATSE (≥ 24 CM, BOVENSTE PANEEL) EN ONDERMAATSE TONG (< 24 CM, ONDERSTE PANEEL) OVER DE PERIODE 2010-2018 OP BASIS VAN DYFS DATA.

3.4.3 Conclusies en bedenkingen

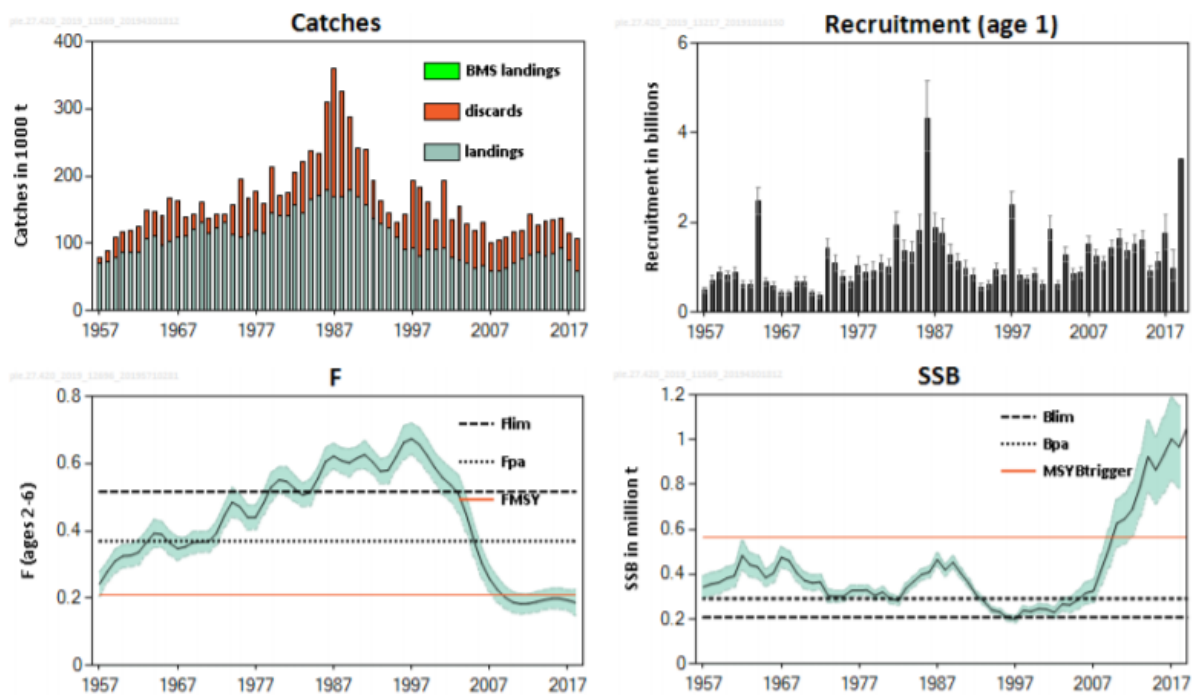
Voor tong is er duidelijk een ruimtelijke verschuiving opgetreden over de tijd. De maatse tong komt nu eerder voor langs de zuidoost kusten van Engeland. Voor de kleinere tong zien we een

duidelijke verschuiving naar het zuiden en een sterke reductie ter hoogte van de Waddeneilanden. Dit heeft uiteraard gevolgen voor de visserij. Een eerste stap om met deze ruimtelijke verschuiving rekening te houden is het toevoegen van de Belgische BTS index aan de bestandsraming. Wat betreft de 12 mijl zone zijn er geen duidelijke trends te identificeren op basis van de DYFS gegevens.

4. Schol (*Pleuronectes platessa*)

4.1. Status van het scholbestand in de Noordzee (PLE 4,20)

Volgens het meest recente advies (november 2019) van ICES bevindt de paaibiomassa (SSB, spawning stock biomass) zich ver boven het lange termijn duurzaam niveau alvorens extra beheersmaatregelen te triggeren ($MSY B_{trigger}$). Een sterke toename in SSB kan worden vastgesteld sinds 2008, terwijl een sterke daling in de visserijsterfte (F) vastgesteld is tussen 1999 en 2007. De visserijsterfte wordt geschat onder het duurzaam niveau (F_{MSY}) sinds 2009. De rekrutering fluctueert rond het lange termijn gemiddelde sinds het midden van de jaren 90. De rekrutering in 2019 wordt ingeschat als de tweede hoogste van de tijdsreeks (Figuur 46; ICES, 2019b).



FIGUUR 46: UIT ICES (2019b): SAMENVATTING VAN DE BESTANDSRAMING VAN SCHOL IN DE NOORDZEE EN SKAGERRAK. DE BETROUWBAARHEIDINTERVALLEN (95%) WORDEN WEERGEGEVEN MET EEN GROENE BAND BIJ F EN SSB EN FOUTENVLAGGEN BIJ R (REKRUTERING).

Het vangstadvisie voor 2020 stelt een 17.1% toename voor t.o.v. het advies van vorig jaar en t.o.v. de totaal toegestane vangst (TAC) van 2019 (*i.e.* 142 217 ton). Deze stijging is te wijten aan een sterke jaarklasse in 2018, waardoor rekrutering in 2019 hoog wordt ingeschat.

Het scholbestand doet het heel goed, al zijn er indicaties dat de hoge biomassa leidt tot dichtheid gerelateerde verminderde groei (ICES, 2018b). Daarnaast wijzen de wetenschappelijke surveys op een migratie van oudere schol naar het noordwestelijk deel van de Noordzee (ICES, 2019c).

4.2. Analyse van internationale visserijafhankelijke gegevens

4.2.1 Databron

Zoals voor tong werden 2 databronnen gebruikt om de 2e deelvraag van dit project te beantwoorden "Is er een verandering in de biomassa van visbestanden?" (§2.2 en §3.2.1).

De FDI data worden gebruikt om de aanvoer van de verschillende lidstaten die vissen op schol te visualiseren over de periode 2006-2017. Voor de analyses met schol werd de data gefilterd op

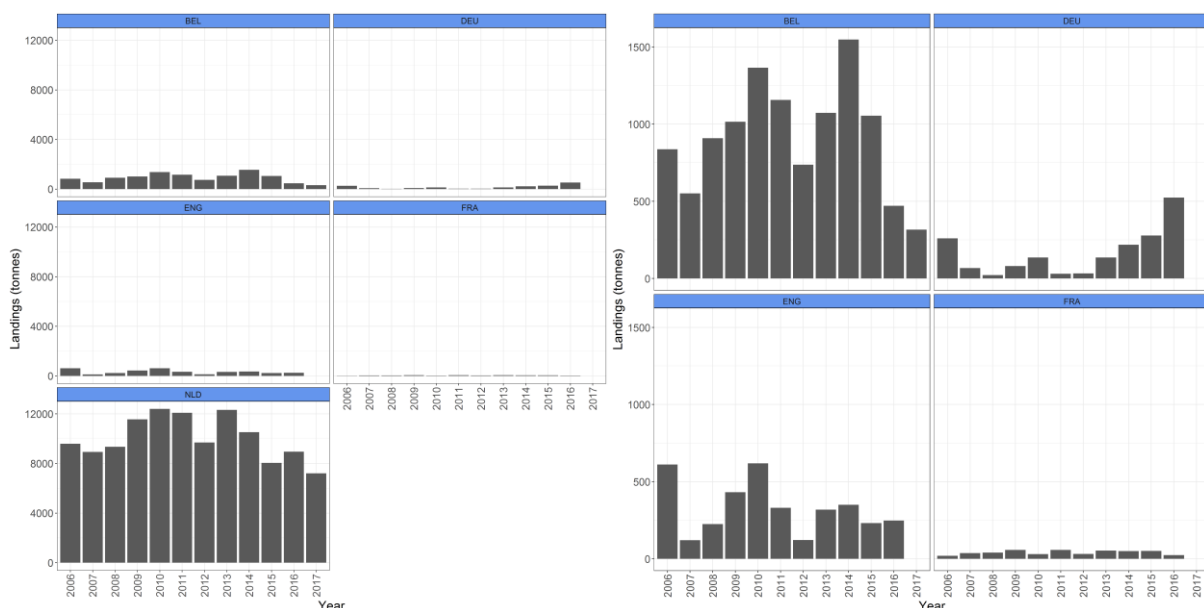
- de zuidelijke Noordzee, *i.e.* **divisie 27.4.c**, wat de volgende ICES statistische rechthoeken omvat: 35F0, 35F1, 35F2, 35F3, 35F4, 34F1, 34F2, 34F3, 34F4, 33F1, 33F2, 33F3, 33F4, 32F1, 32F2, 32F3, 31F1, 31F2 en 31F3
- **boomkor en puls gear**
- de landen met de meeste effort in de zuidelijke Noordzee, zijnde **Nederland, Engeland, België, Frankrijk, Denemarken en Duitsland**.

De tweede databron (VMS gegevens gekoppeld aan de logboeken van de Belgische en Nederlandse boom- en pulskorvloot) wordt gebruikt om de lpue (landings per unit of effort; aanvoer per eenheid van visserij-inspanning) te modelleren per gebied (GAM model, §3.2.1).

Zoals in §2.3 wordt deze analyse opnieuw uitgevoerd op de data van het groot vlootsegment voor de periode 2006-2018 voor 3 gebieden: 1) 27.4.bc, 2) 27.4.c en 3) de Thames omgeving (*i.e.* ICES statistische rechthoeken 31F1 en 32F1 én de statistische rechthoek voor de Belgische kust 31F2, wat traditioneel belangrijke visgronden zijn voor de Belgische visserij in de zuidelijke Noordzee). De data van het klein vlootsegment wordt geanalyseerd voor de Belgische 12 mijl zone.

4.2.2 Trends in aanvoer

De aanvoer van schol in de zuidelijke Noordzee (divisie 27.4.c) wordt gedomineerd door de Nederlandse vloot met gemiddeld $10\ 054 \pm 1724$ ton over de periode 2006-2017. De Belgische vloot volgt met gemiddeld 919 ± 362 ton, de Engelse vloot met 328 ± 170 ton, de Duitse vloot met 162 ± 151 ton en de Franse vloot met 41 ± 14 ton.



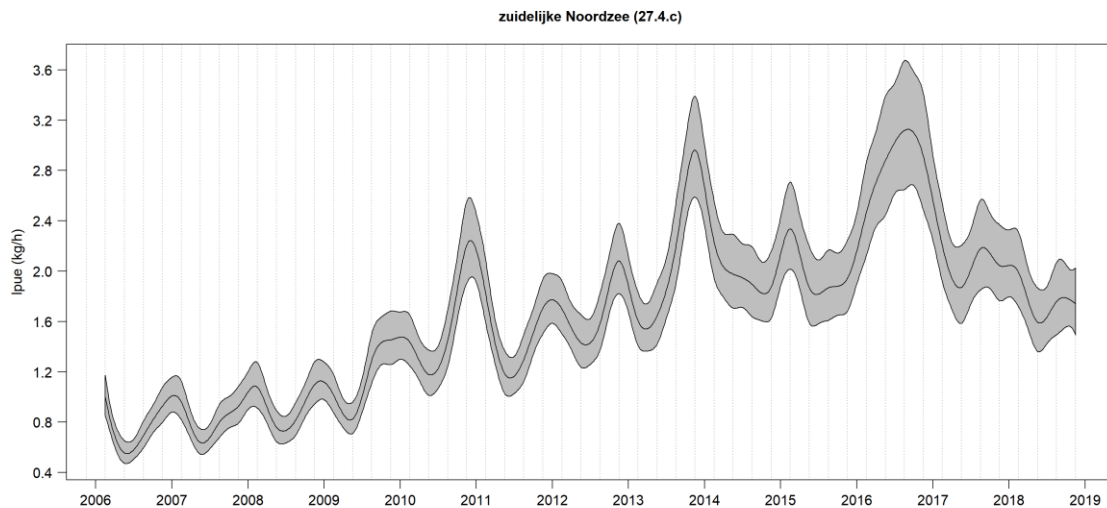
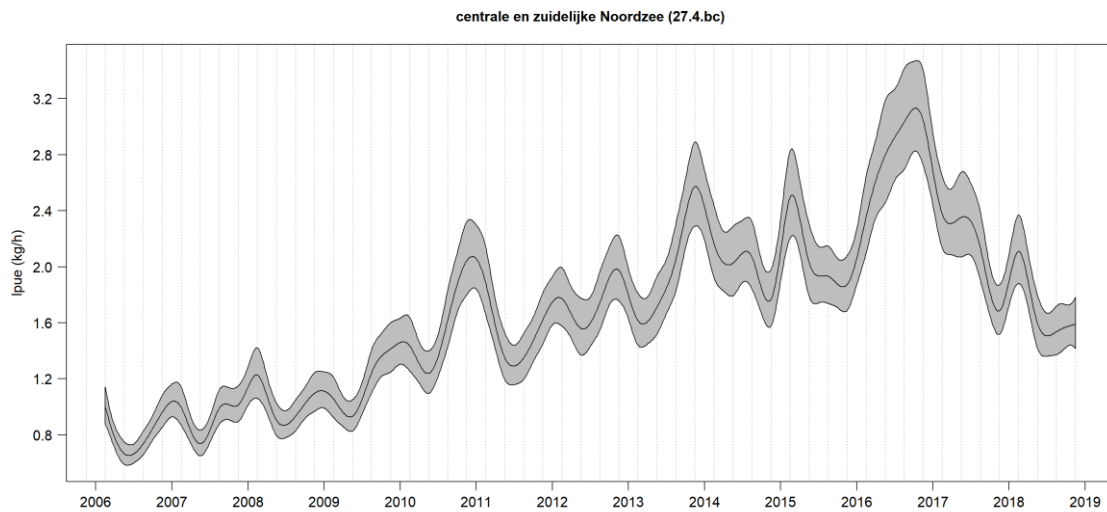
FIGUUR 47: LINKS: AANVOER VAN SCHOL (IN TON) VOOR DE BOOM- EN PULSKORVLOOT IN DE ZUIDELIJKE NOORDZEE (27.4.c); RECHTS: IDEM LINKS ZONDER NEDERLAND

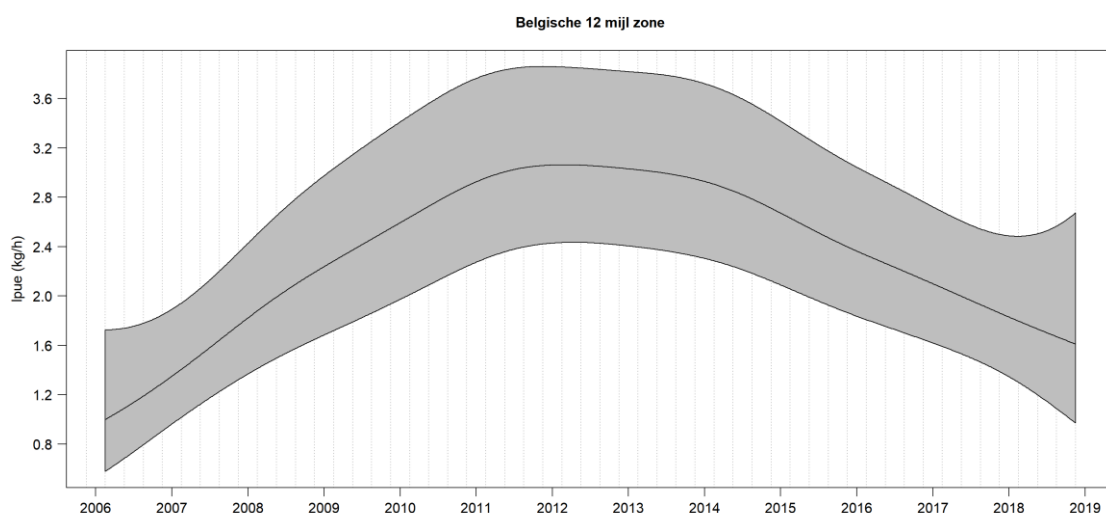
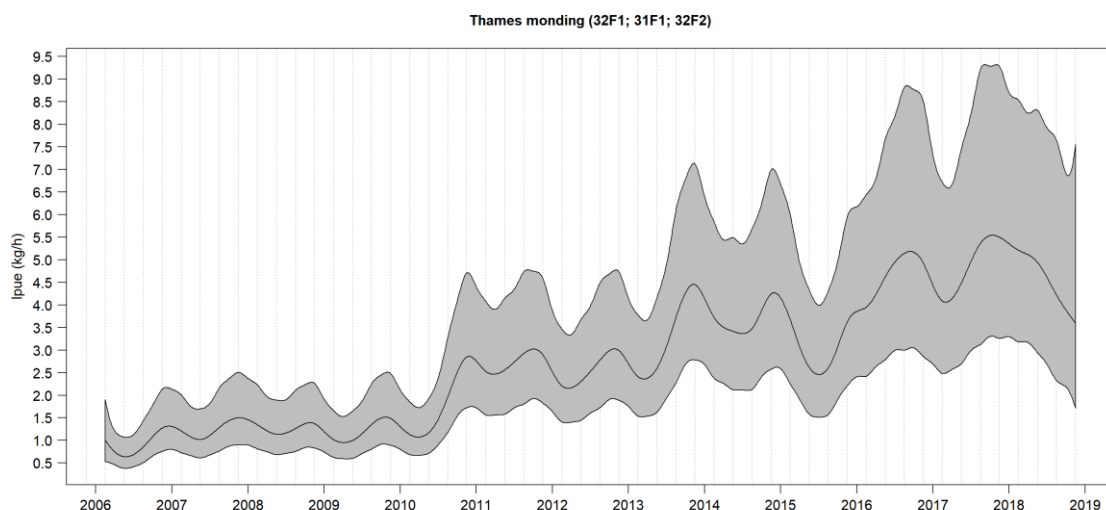
De Nederlandse aanvoer neemt toe tot 12 400 ton in 2010, valt terug naar 9687 ton in 2012, stijgt terug naar > 12000 ton in 2013 en zet dan een dalende trend in tot 7210 ton in 2017 (Figuur 47). De Belgische en Engelse vloot vertonen eenzelfde patroon als de Nederlandse vloot, met een gestage toename tot 2010, een dieptepunt in 2012, terug een toename in 2013-2014 en een afname in de meest recente jaren. Dit laatste is duidelijker voor de Belgische dan de Engelse vloot (Figuur 47). De aanvoer van de Duitse vloot neemt toe in de meest recente jaren tot >500

ton in 2016. De Franse vloot kent een min of meer gelijke aanvoer van schol over de hele tijdsreeks (41 ± 14 ton).

4.2.3 Trends in *Ipue*

Om trends in de visbestanden van de zuidelijke Noordzee vast te stellen, dient de aanvoer gestandaardiseerd te worden t.o.v. de geleverde effort, *i.e.* *Ipue* (aanvoer per eenheid van visserij-inspanning). Hiervoor werd hetzelfde model gebruikt als in §2.3.1. De gemodelleerde *Ipue* op basis van de Belgische en Nederlandse boom- en pulskorvloot toont voor gebied 27.4.bc naast seizoensgebonden schommelingen een gestage toename tot 2016 om daarna terug af te nemen naar het niveau van 2010 (Figuur 48). Voor gebied 27.4.c zien we min of meer hetzelfde patroon, terwijl voor de Thames de graduele stijging na 2016 op hetzelfde hoge niveau blijft. Binnen de 12 mijl zone zien we een toename naar 2012 toe, gevolgd door een daling.





FIGUUR 48: GEMODELLEERDE LPUE VAN SCHOL OVER DE PERIODE 2006-2018 VOOR DE BELGISCHE EN NEDERLANDSE BOOM- EN PULSKORVLOOT VOOR GEBIEDEN 27.4.BC; 27.4.C, THAMES OMGEVING (GVS) EN DE BELGISCHE 12 MIJL ZONE (KVS). LET OP: DE Y-AS VARIEERT TUSSEN DE VERSCHILLENDE GRAFIEKEN.

4.3. Analyse van nationale visserijafhankelijke gegevens

4.3.1 Databron

Zoals bij tong, werden de beschikbare gegevens omtrent de lengte, het gewicht en de leeftijd van schol verzameld door ILVO zeegaande waarnemers en gebruikt voor dit project als indicator voor verandering in het scholbestand in de zuidelijke Noordzee over de periode 2006-2018 (§3.3.1). Voor de analyses met schol werd de Belgische data gefilterd op

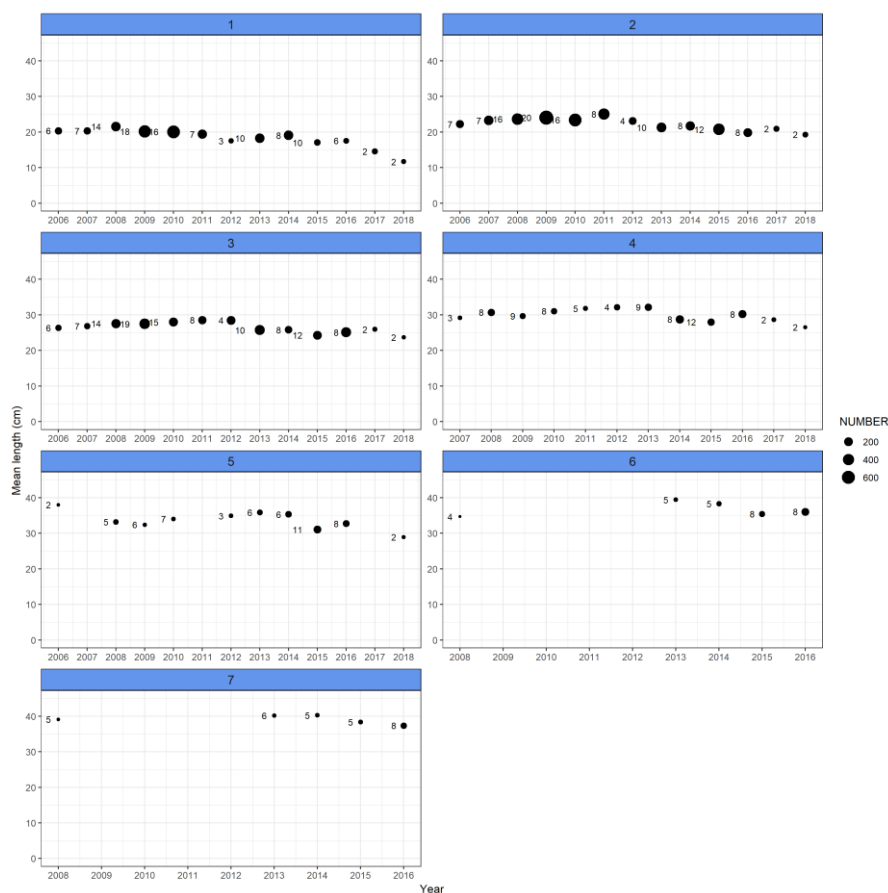
- Periode 2006-2018
- Boomkorvisserij (métier TBB_DEF_70-99 met demersale doelsoorten en maaswijdte 70-99 mm)
- Gebied 27.4.b en 27.4.c (centrale en zuidelijke Noordzee): enkel leeftijden 1-7 (omdat de gegevens van oudere leeftijden te schaars zijn)
- Minimum 10 individuen per leeftijdsklasse

De hoeveelheid zeereizen die werden bemonsterd in gebied 27.4.b of 27.4.c verschillen over de jaren. Eveneens verschillen het aantal lengtemetingen en het aantal leeftijdsbepalingen. Om dit in rekening te brengen, werden de gegevens naast een ruwe weergave eveneens gemodelleerd voorgesteld.

4.3.2 Analyse van de ruwe gegevens

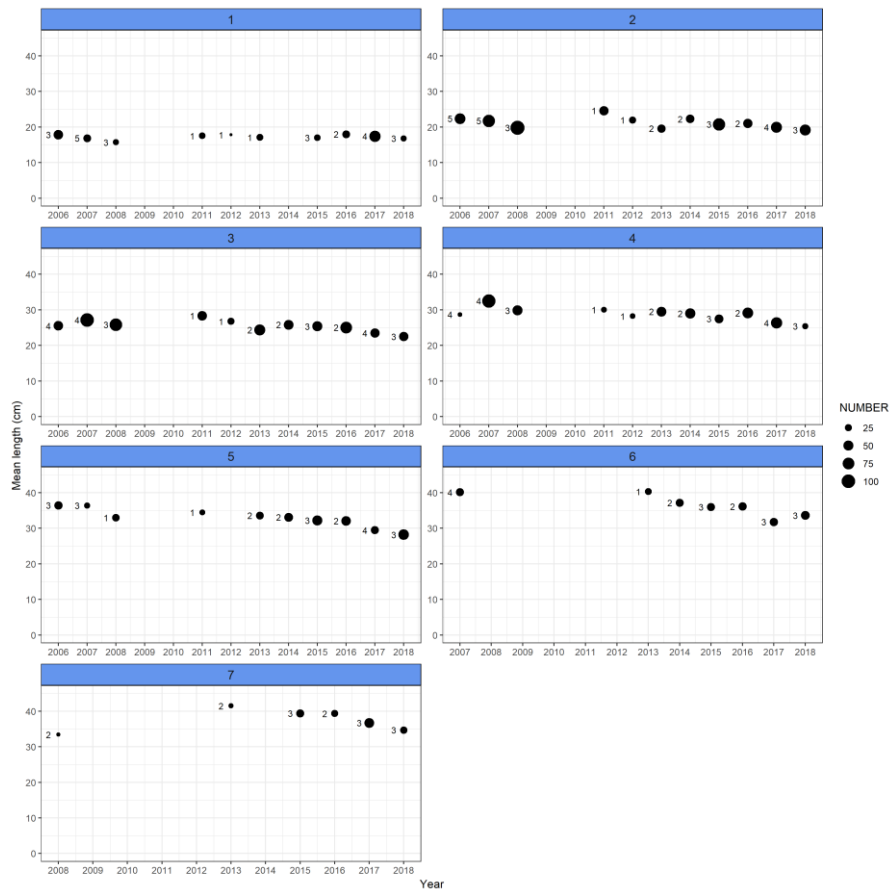
4.3.2.1 Gemiddelde lengte

Hoewel over het algemeen de lengte vrij constant bleef over de tijdsreeks zien we voor leeftijd 1-3 een lichte daling in de periode 2012-2013 (Figuur 49). Voor leeftijd 4 en 5 zit de daling in de tijdslijn eerder rond 2014-2015 (Figuur 49). Verder is voor leeftijd 1 een dalende trend aanwezig naar het einde van de tijdsreeks. De gegevens zijn schaarser voor de oudere leeftijden.



FIGUUR 49: GEMIDDELDE LENGTE (CM) PER LEEFTIJD VOOR SCHOL IN GEBIED 27.4.C OVER DE PERIODE 2006-2018. DE GROOTTE VAN DE BOLLETJES GEEFT HET AANTAL INDIVIDUEN WAAROP DE GEMIDDELDE LENGTE WERD GEBASEERD. HET CIJFER BIJ ELK BOLLETJE GEEFT HET AANTAL ZEEREIZEN WAARUIT DE VISSEN AFKOMSTIG WAREN.

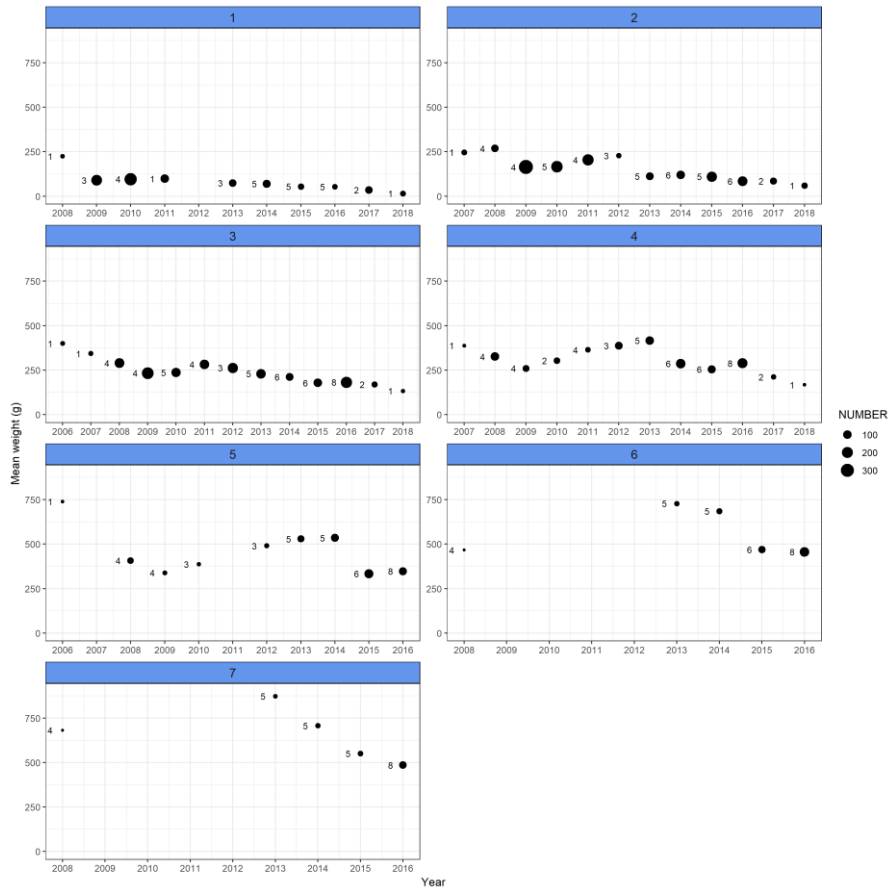
Voor gebied 27.4.b ontbreken er data voor 2009 en 2010. De knik in de tijdsreeks in 2012-2013 is echter ook zichtbaar voor leeftijd 2 en 3 (Figuur 50). Bovendien is er voor leeftijd 2-5 een daling in gemiddelde lengte aanwezig over de laatste 5 jaar.



FIGUUR 50: GEMIDDELDE LENGTE (CM) PER LEEFTIJD VOOR SCHOL IN GEBIED 27.4.B OVER DE PERIODE 2006-2018. DE GROOTTE VAN DE BOLLETJES GEEFT HET AANTAL INDIVIDUEN WAAROP DE GEMIDDELDE LENGTE WERD GEBASEERD. HET CIJFER BIJ ELK BOLLETJE GEEFT HET AANTAL ZEEREIZEN WAARUIT DE VISSEN AFKOMSTIG WAREN.

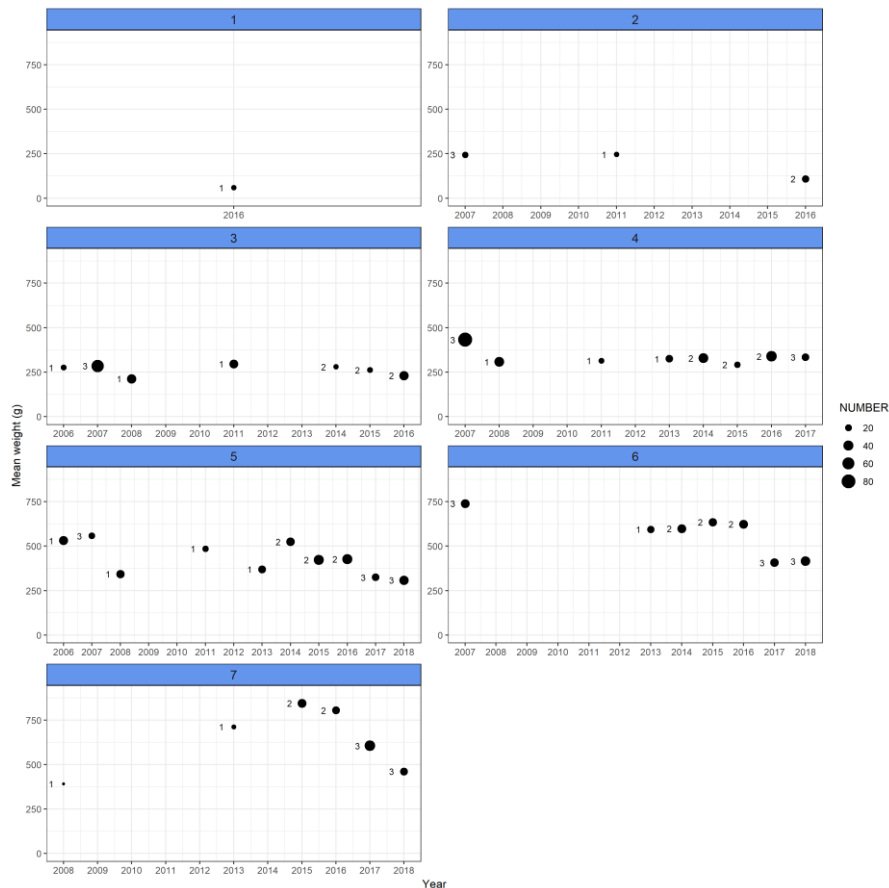
4.3.2.2 Gemiddeld gewicht

Het gemiddeld gewicht per leeftijd is minder eenduidig over de leeftijden heen. Voor leeftijd 2 zien we naast de knik in de tijdsreeks ter hoogte van 2012-2013 (cfr. gemiddelde lengte) ook een knik in 2008-2009 (Figuur 51). Voor leeftijd 3 en 4 zien we een terugkerend patroon van dalingen afgewisseld met toenames, en een dalende trend voor beide leeftijden in de meest recent jaren. Voor de oudere leeftijden zijn de data schaarser en de trends minder duidelijk.



FIGUUR 51: GEMIDDELD GEWICHT (G) PER LEEFTIJD VOOR SCHOL IN GEBIED 27.4.C OVER DE PERIODE 2006-2018. DE GROOTTE VAN DE BOLLETJES GEEFT HET AANTAL INDIVIDUEN WAAROP HET GEMIDDELD GEWICHT WERD GEBASEERD. HET CIJFER BIJ ELK BOLLETJE GEEFT HET AANTAL ZEEREIZEN WAARUIT DE VISSEN AFKOMSTIG WAREN.

Voor gebied 27.4.b zijn de data schaarser waardoor trends moeilijker te identificeren zijn. Voor leeftijd 1 is er bijvoorbeeld enkel data beschikbaar uit 2016 (Figuur 52).



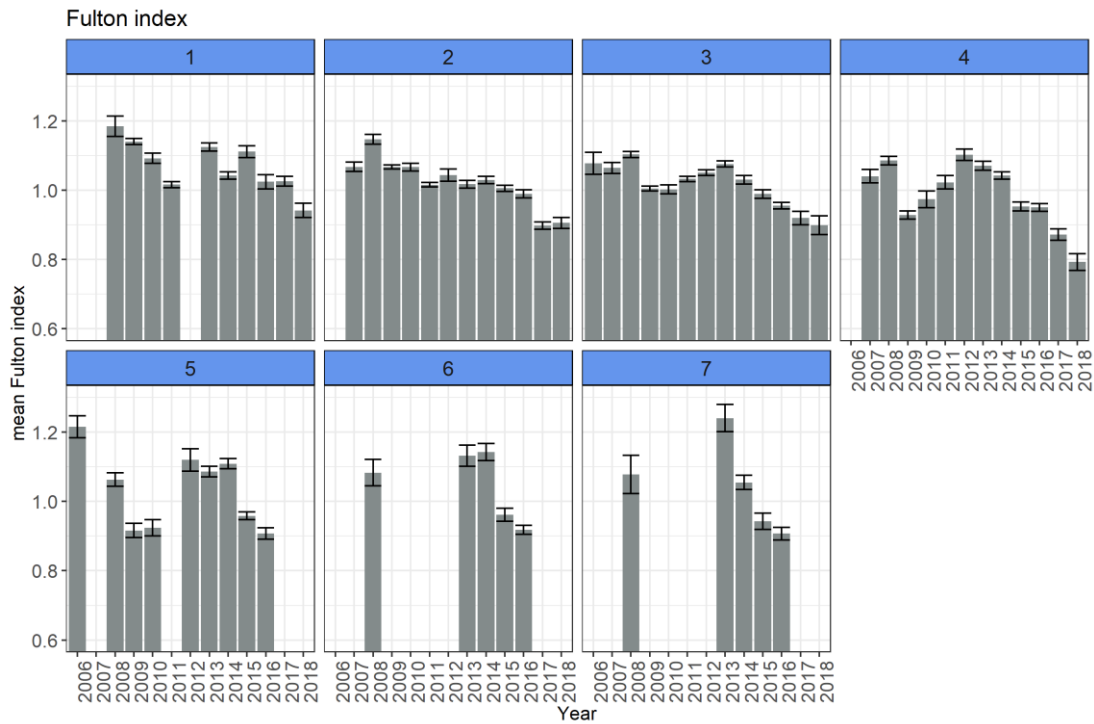
FIGUUR 52: GEMIDDELD GEWICHT (G) PER LEEFTIJD VOOR SCHOL IN GEBIED 27.4.B OVER DE PERIODE 2006-2018. DE GROOTTE VAN DE BOLLETJES GEEFT HET AANTAL INDIVIDUEN WAAROP HET GEMIDDELD GEWICHT WERD GEBASEERD. HET CIJFER BIJ ELK BOLLETJE GEEFT HET AANTAL ZEEREIZEN WAARUIT DE VISSEN AFKOMSTIG WAREN.

4.3.2.3 Fulton conditiefactor

Zoals bij tong, werd eveneens de Fulton conditiefactor (K) berekend. Deze conditiefactor kan vergeleken worden met een body mass index (BMI index) en linkt gewicht en lengtemetingen aan conditie of het relatief welzijn van een vis volgens de volgende formule: $K = (W/L^3)$, waarbij W = levende gewicht (in kilogram) en L = lengte (in cm). Deze conditiefactor gaat uit van isometrische groei. Dit is groei met onveranderde lichaamsproporties en specifieke zwaartekracht (Fulton, 1911; maar zie ook Nash *et al.* 2006).

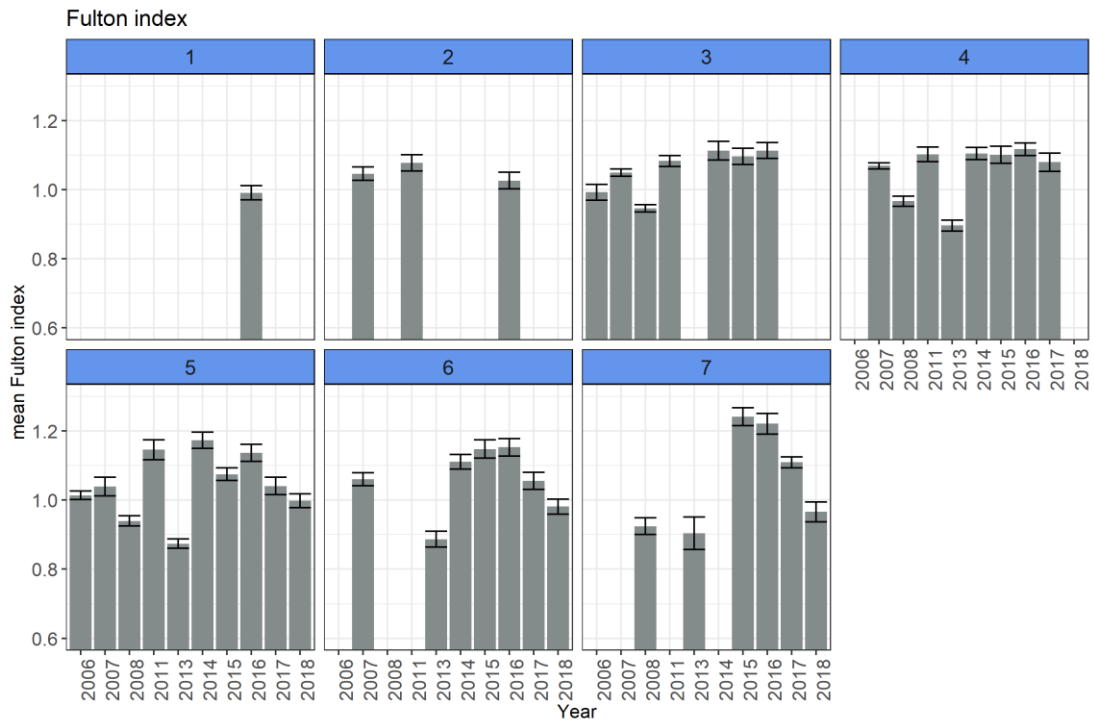
Het bepalen van de Fulton conditiefactor is gebaseerd op minder individuen dan de afzonderlijke analyses met lengte en gewicht data. Er zijn namelijk een beperkter aantal vissen beschikbaar waarvoor zowel de lengte, het gewicht als de leeftijd en het geslacht werden bepaald.

Voor leeftijden 1 en 2 van schol in gebied 27.4.c is er een daling in de Fulton conditiefactor aanwezig over de periode 2006-2018 (Figuur 53). Voor leeftijden 3 en 4 is er eerst een toename in de periode 2012-2013 om daarna af te nemen. Voor de oudere leeftijden zijn trends minder duidelijk en gelinkt aan de schaarste van de beschikbare data. Wijzigingen in de conditiefactor kunnen te maken hebben met biologische factoren (zoals minder voedsel beschikbaar, dichtheid gerelateerde groei inhibitie,), abiotische factoren (zoals ongunstige temperaturen), maar ook met de locatie waar de stalen van afkomstig zijn. De data werden namelijk niet verzameld met het oog op dit soort analyse.



FIGUUR 53: GEMIDDELDE FULTON CONDITIEFACTOR PER JAAR VOOR SCHOL IN GEBIED 27.4.C VOOR LEEFTIJD SKLASSES 1 T.E.M. 7. DE FOUTENVLAGGEN GEVEN DE STANDAARDFOUT WEER.

Voor gebied 27.4.b is er niet onmiddellijk een trend in Fulton conditiefactor aanwezig, wat vooral te maken heeft met het beperkter aantal beschikbare stalen (Figuur 54). Voor leeftijd 5-7 is er echter wel een afname in de conditiefactor vast te stellen in de meest recente jaren.



FIGUUR 54: GEMIDDELDE FULTON CONDITIEFACTOR PER JAAR VOOR SCHOL IN GEBIED 27.4.B VOOR LEEFTIJD SKLASSES 1 T.E.M. 7. DE FOUTENVLAGGEN GEVEN DE STANDAARDFOUT WEER.

4.3.3 Analyse via modellen

4.3.3.1 Model opbouw

De trend in lengte en gewicht werd gekwantificeerd aan de hand van een regressie analyse met de volgende verklarende variabelen, en observatie model:

- Een intercept dat de eerste waarde van elk categorisch effect in rekening brengt (β_0)
- Een factor effect om leeftijdsspecifieke variantie in rekening te brengen (β_{1_a})
- Een factor effect om kwartaal specifieke variantie in rekening te brengen (β_{2_q})
- Een factor effect om de variantie gerelateerd aan het geslacht van de vis in rekening te brengen, in interactie met het leeftijd effect ($\beta_{2_{sxa}}$)
- Een smoothed jaar effect per leeftijdsklasse om (niet-lineaire) patronen over de tijd te visualiseren ($s(year)_a$)
- Een Gamma verdeling werd verondersteld voor de meetfout (ε)

$$\log(length) = \beta_0 + \beta_{1_a} \times Age + \beta_q \times Quarter + \beta_{2_{sxa}} \times Sex \times Age + s(year)_a + \varepsilon$$

$$\log(weight) = \beta_0 + \beta_{1_a} \times Age + \beta_q \times Quarter + \beta_{2_{sxa}} \times Sex \times Age + s(year)_a + \varepsilon$$

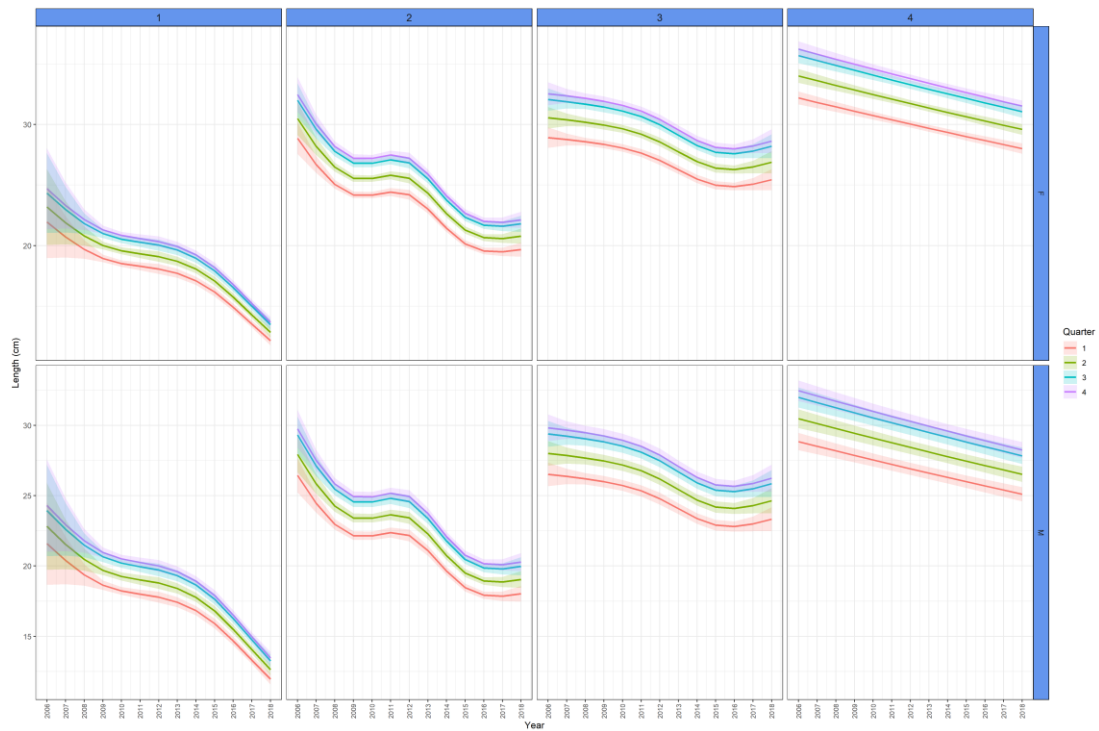
Voor deze analyse werd gefocust op gebied 27.4.c, gezien in dit gebied de meeste vissen werden verzameld die het model kunnen voeden. Een overzicht van het aantal stalen wordt gegeven in Tabel 4.

Year	27.4.b		27.4.c	
	F	M	F	M
2006	67	3	45	5
2007	211	19	49	24
2008	99	17	322	74
2009			552	322
2010			513	178
2011	68	17	325	171
2012			235	59
2013	106	9	366	125
2014	134	10	408	155
2015	210	7	447	169
2016	199	52	658	199
2017	198	19	140	61
2018	201	19	79	32

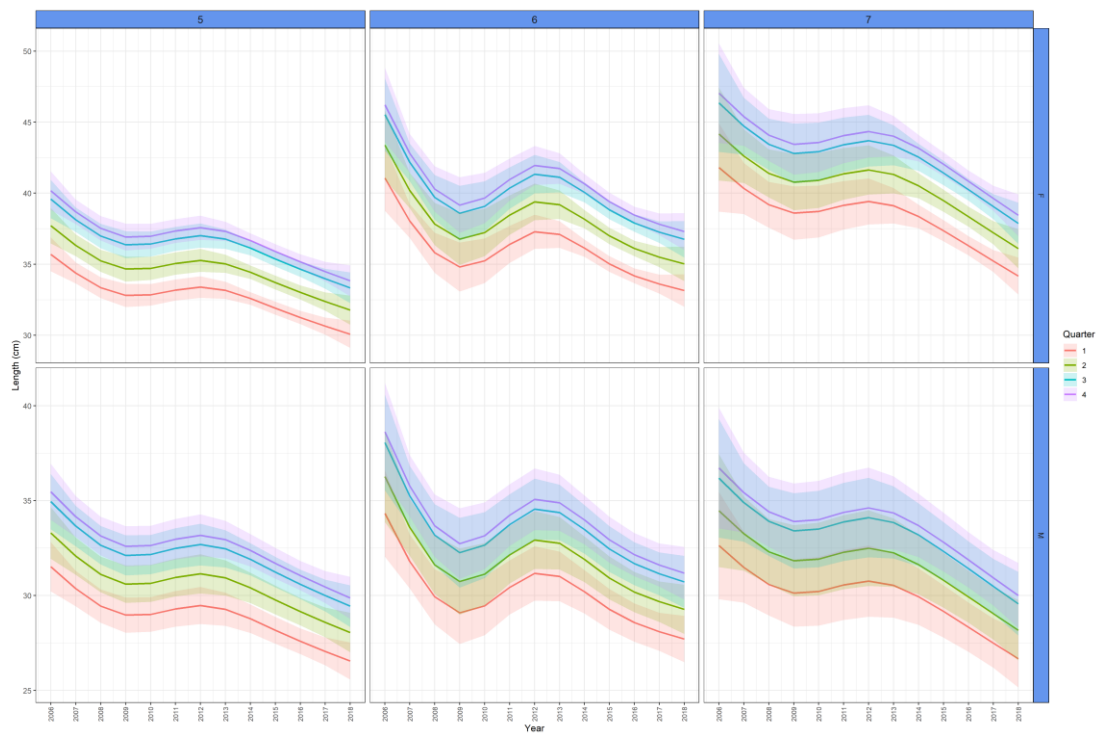
TABEL 4: AANTAL VISSEN (SCHOL) PER JAAR, GEBIED EN GESLACHT ALS INPUT VOOR HET MODEL.

4.3.3.2 Gemodelleerde lengte

In gebied 27.4.c werd een significant dalende trend in gemiddelde lengte voor leeftijden 1-7 vastgesteld over de tijdsreeks met een onderbreking in die trend in 2012-2013 (Figuur 55 en 56).



FIGUUR 55: GEMODELLEERDE GEMIDDELDE LENGTE PER JAAR EN GESLACHT VOOR SCHOL IN GEBIED 27.4.C VOOR LEEFTIJDKLASSE 1 T.E.M. 4.

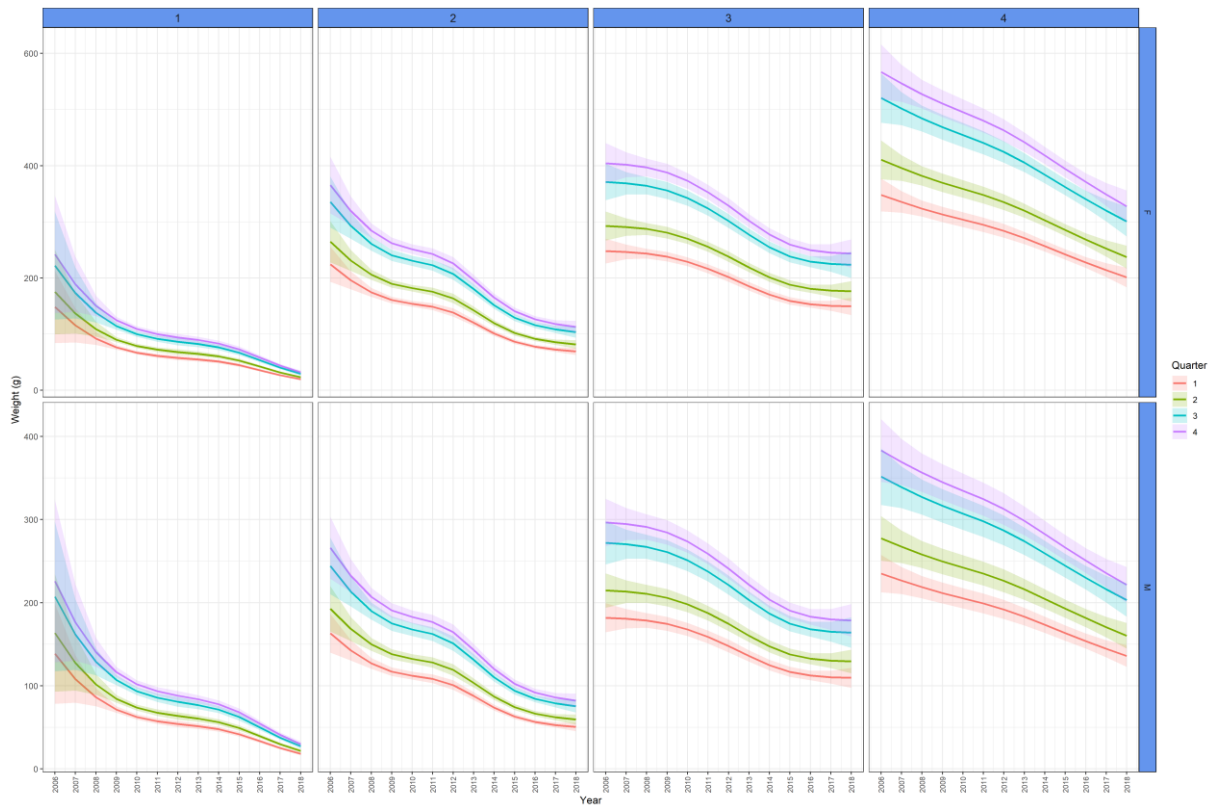


FIGUUR 56: GEMODELLEERDE GEMIDDELDE LENGTE PER JAAR EN GESLACHT VOOR SCHOL IN GEBIED 27.4.C VOOR LEEFTIJDKLASSE 5 T.E.M. 7.

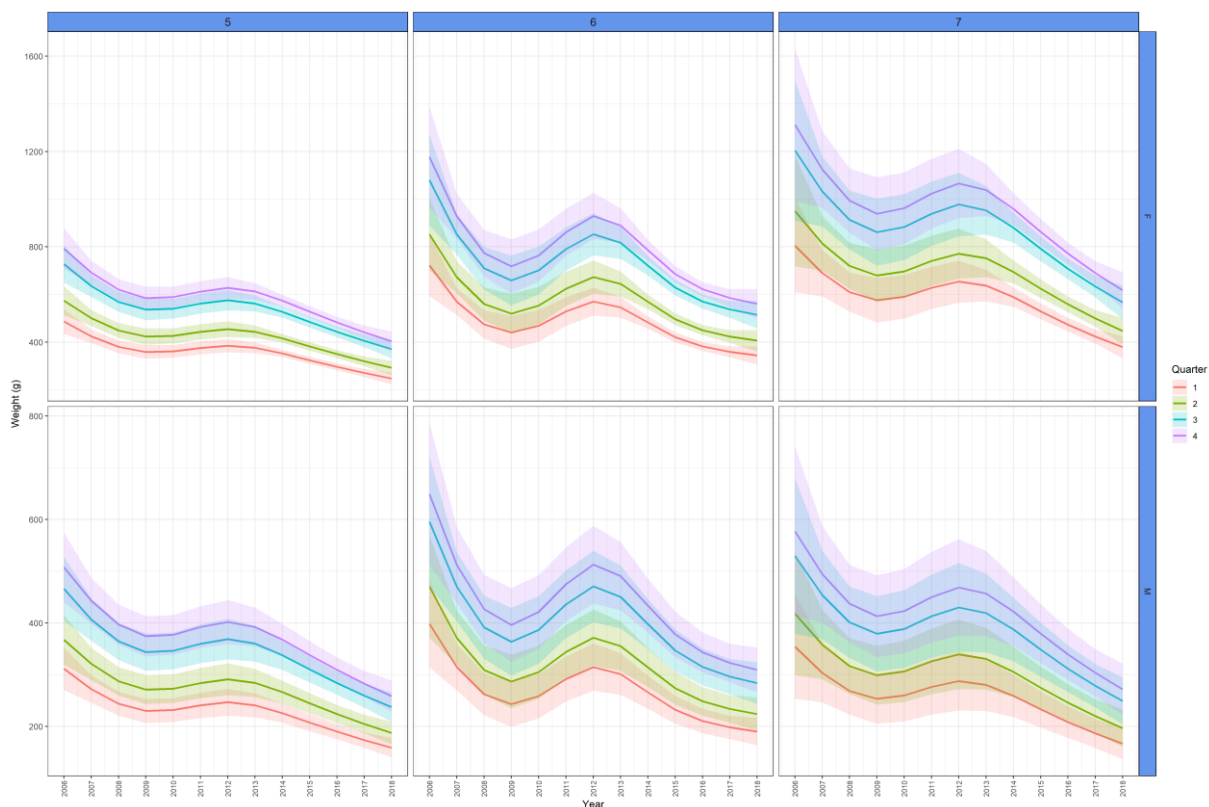
Aan de hand van deze analyse kan geen verklaring geboden worden voor de geobserveerde trend. Het niet lineaire verband doet vermoeden dat er densiteitseffecten, of omgevingseffecten zijn optreden die de groeisnelheid tijdens specifieke jaren beïnvloedden. Voor de algemeen afnemende trend gelden dezelfde verdere onderzoekshypotheses zoals gesteld voor tong.

4.3.3.3 Gemodelleerd gewicht

In gebied 27.4.c werd een significant dalende trend in gemiddeld gewicht voor leeftijden 1-4 vastgesteld (Figuur 57). Voor leeftijd 5-7 is deze trend enkel zichtbaar in de meest recente jaren (Figuur 58).



FIGUUR 57: GEMODELLEERDE GEMIDDELD GEWICHT PER JAAR EN GESLACHT VOOR SCHOL IN GEBIED 27.4.C VOOR LEEFTIJDKLASSE 1 T.E.M. 4.



FIGUUR 58: GEMODELLEERDE GEMIDDELD GEWICHT PER JAAR EN GESLACHT VOOR TONG IN GEBIED 27.4.C VOOR LEEFTIJDKLASSE 6 T.E.M. 10.

Net zoals de trend in lengte is ook hier geen verklaring voor het geobserveerde patroon. Opnieuw zijn er verschillende hypothesen die verder onderzocht dienen te worden aan de hand van specifieke data en methodes om meer inzicht in de eigenlijke mechanismen te krijgen.

4.3.4 Conclusies en bedenkingen

Voor schol zien we over het algemeen kleinere en lichtere vissen die in minder goede conditie zijn in vergelijking met het begin van de tijdsreeks. In 2012-2013 is er echter een lichte piek waar te nemen waarvoor geen verklaring geboden kan worden.

Meer onderzoek is nodig om de resultaten beter te kunnen interpreteren. Het samenleggen van een grotere hoeveelheid data, bijvoorbeeld op het niveau van het volledige visbestand, zou effecten gerelateerd aan het sampling design reduceren, terwijl tagging experimenten gespreid over meerdere jaren zou toelaten om de groeisnelheid rechtstreeks te meten. Daarnaast kunnen ook maaganalyses uitgevoerd worden zodat inzicht verkregen wordt over mogelijks gewijzigde consumptiepatronen.

4.4. Analyse van de visserijonafhankelijke gegevens

4.4.1 Beam Trawl Survey (BTS)

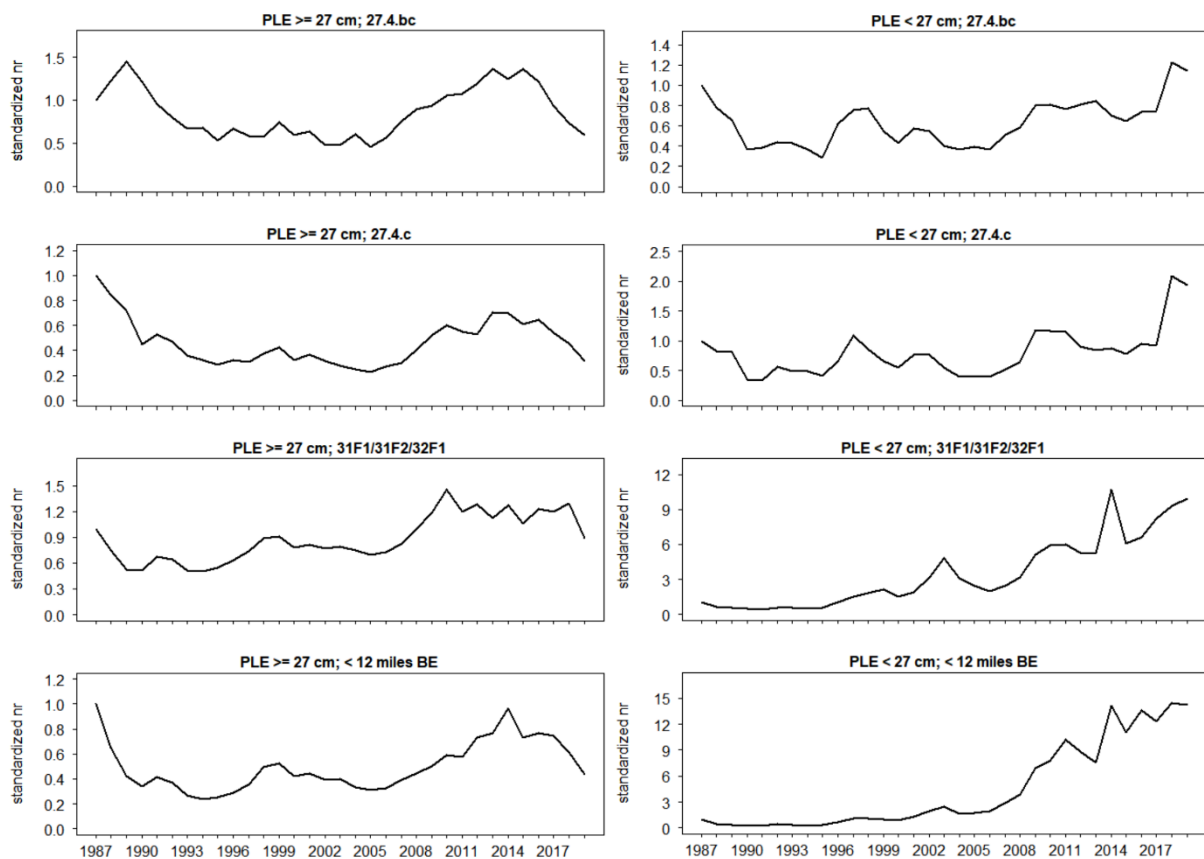
4.4.1.1 Methode

De BTS gegevens werden analoog aan wat beschreven staat voor tong geanalyseerd (§3.4.1.1).

4.4.1.2 Trends in BTS gegevens

Om op basis van het model, de trend in de ruimte en tijd te kwantificeren, werden voorspellingen gemaakt op verschillende ruimtelijke rasters met een resolutie van 20 x 20 km over de jaren 1987-2018. Voor ieder punt werd de verwachte waarde ($\mu_{loc,year}$) en de 0,025 en 0,975 kwartiel van de posterior distributie berekend.

De temporele trends werden berekend door de geschatte waarden per jaar te sommeren (Figuur 59). De data werden voorgesteld voor schol ≥ 27 cm (maats) en < 27 cm (Figuur 59 linker- en rechterpaneel respectievelijk). Vergelijkbaar met de analyse van de commerciële gegevens werd ook hier onderscheid gemaakt tussen 4 gebieden: 1) gebied 27.4.bc, 2) gebied 27.4.c, 3) de Thames en omgeving (*i.e.* ICES statistische rechthoeken 31F1 en 32F1 én de statistische rechthoek voor de Belgische kust 31F2, wat traditioneel belangrijke visgronden zijn voor de Belgische visserij in de zuidelijke Noordzee) en 4) de Belgische 12 mijl zone (Figuur 59 1^e, 2^e, 3^e en 4^e rij respectievelijk). De index voor schol ≥ 27 cm vertoont zowel voor gebied 27.4.bc, gebied 27.4.c en de Belgische 12 mijl zone een daling in het begin van de tijdsreeks, een stijging in de periode 2008-2014 en opnieuw een afname naar het laatste data jaar. Voor het gebied rond de Thames wordt er in de periode 2008-2018 een plateau bereikt. Echter, het laatste datajaar wijst opnieuw in de richting van een dalende trend. Voor de kleinere schol (< 27 cm) zien we over alle gebieden eerder een graduele toename naar het meest recente data jaar. Deze trend is het meest uitgesproken voor het gebied rond de Thames en de Belgische 12 mijl zone.



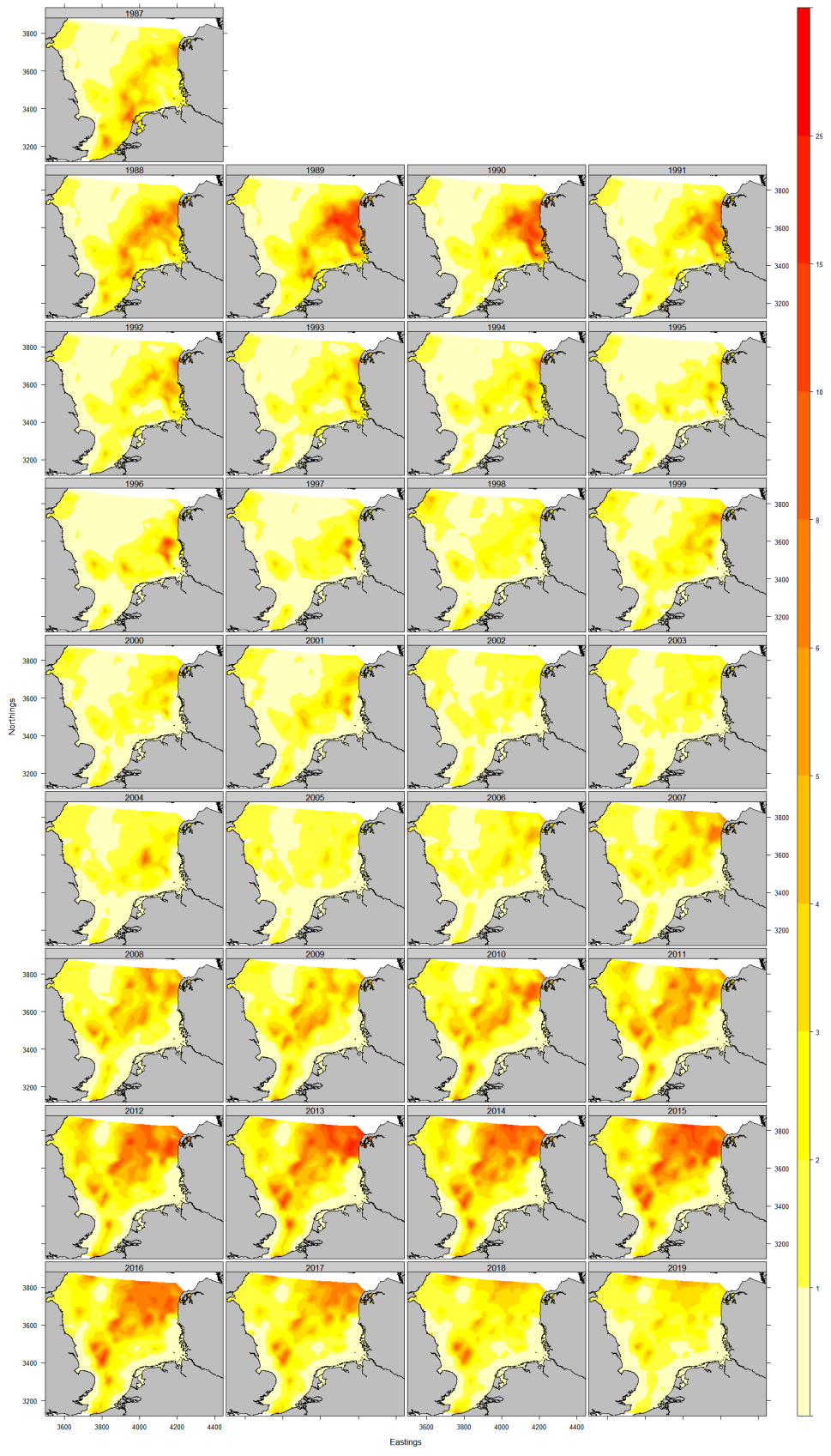
FIGUUR 59: TEMPORELE TREND OP BASIS VAN DE BTS DATA VOOR SCHOL ≥ 27 CM (LINKER PANEEL) EN < 27 CM (RECHTER PANEEL). DE EERSTE RIJ GEEFT DE INDEX WEER VOOR GEBIED 27.4.bc, DE 2^E RIJ VOOR GEBIED 27.4.c, DE 3^E RIJ VOOR DE OMGEVING ROND DE THAMES (ICES STATISTISCHE RECHTHOEKEN 31F1, 32F1 EN 31F2) EN DE LAATSTE RIJ DE BELGISCHE 12 MIJL ZONE.

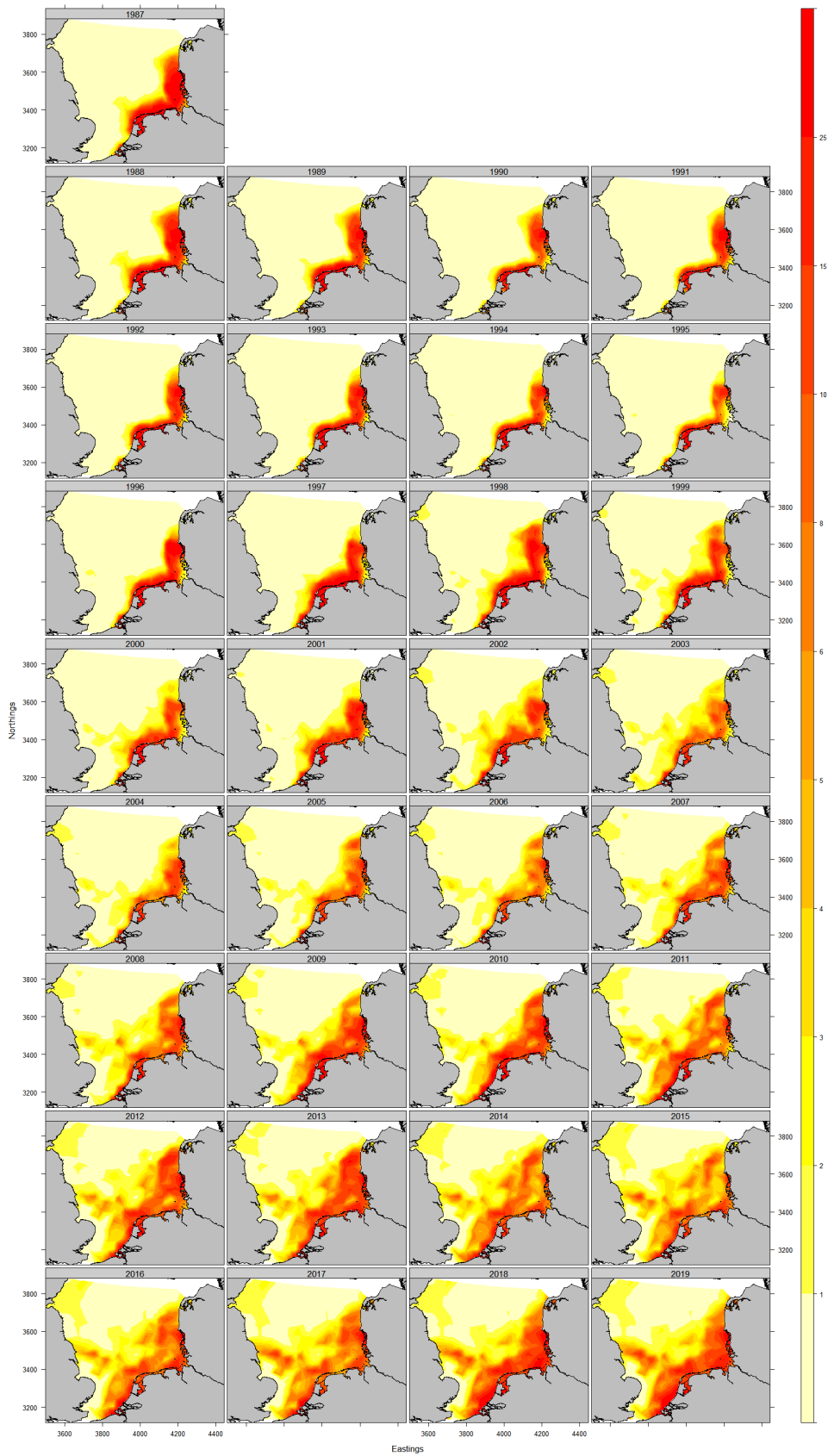
Om de ruimtelijke trends doorheen de tijd voor te stellen werd de gemiddelde waarde van de posterior distributie van de random effecten ($\log(\text{cpue})$; $\text{nr} \cdot \text{u}^{-1}$) van het GMRF en de trend

weergegeven per jaar (periode 1987-2019) in Figuur 60 (≥ 27 cm bovenste paneel; < 27 cm onderste paneel).

In de periode 1987-1991 zien we duidelijk verhoogde abundanties van maatse schol (≥ 27 cm), ter hoogte van de Duitse bocht. In de periode 1992-2006 wordt de periode met lagere abundanties bevestigd door deze analyse. Van 2007-2017 neemt de abundantie terug toe en merken we ook een sterke 'uitzwerming' over centrale Noordzee in vergelijking met het begin van de tijdsreeks. In de meest recente jaren (2017-2018) wordt opnieuw een daling vastgesteld in de abundanties.

De ruimtelijke distributie van de kleinere schol (< 27 cm) is duidelijk gelinkt aan de kusten van Noord-Nederland en de kusten aan de Duitse bocht, wat overeen komt met de scholbox. Vanaf 2002 lijken de grenzen van dit belangrijk gebied voor kleinere schol te vervagen en wordt er eveneens kleinere schol vastgesteld verder uit de kust. Net zoals de maatse schol worden in de meest recente jaren ook hoge abundanties vastgesteld ter hoogte van de oost-Engelse kusten. Hoewel in 2017-2018 er minder maatse schol wordt gevangen, blijft de hoeveelheid kleinere schol wel op peil.





FIGUUR 60: GEMODELLEERDE DENSITEIT ($\text{LOG}(\text{AANTAL}/\text{KM}^2)$) VAN MAATSE (≥ 27 CM, BOVENSTE PANEEL) EN ONDERMAATSE SCHOL (< 27 CM, ONDERSTE PANEEL) OVER DE PERIODE 1987-2019 OP BASIS VAN BTS DATA. DE KAART VOOR 2019 IS ENKEL GEBASEERD OP DATA VAN DE BELGISCHE BTS TEN ZUIDOOSTEN VAN HET VERENIGD KONINKRIJK.

4.4.2 Demersal Young Fish Survey (DYFS)

4.4.2.1 Methode

Gezien de catchability van de BTS surveys beperkt is voor juveniele stadia van veel vissoorten, en deze juveniele stadia vaak voorkomen in kustwateren waar de BTS slechts beperkt monitort, onderneemt België een extra survey, namelijk de Demersal Young Fish Survey. Deze is gericht op het monitoren van juveniele tong, schol en grijze garnaal in de kustwateren. Jaarlijks in de maand september worden 33 stations bemonsterd hoofdzakelijk gelegen binnen de 12 mijl zone (Figuur 43).

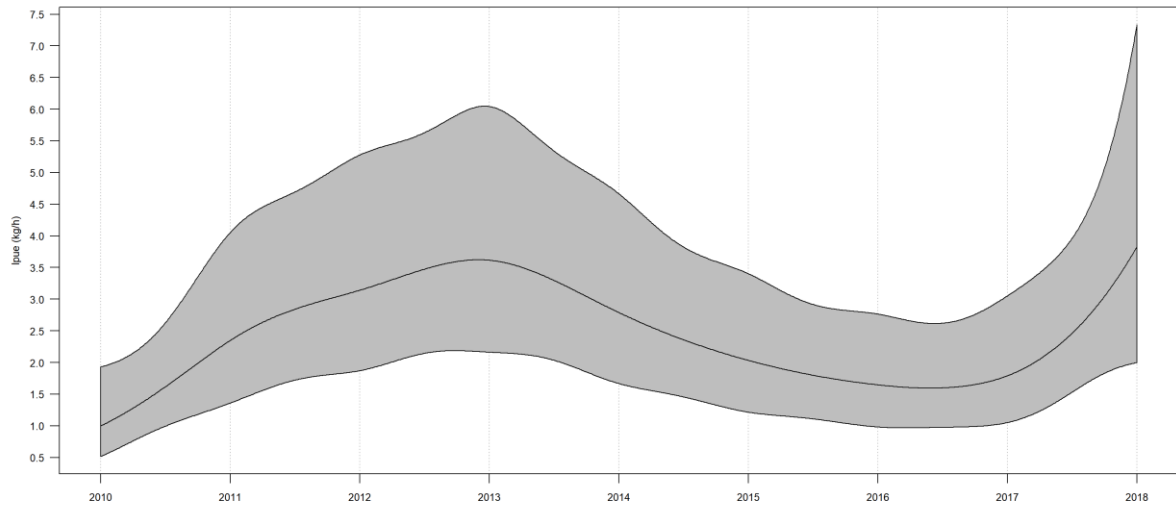
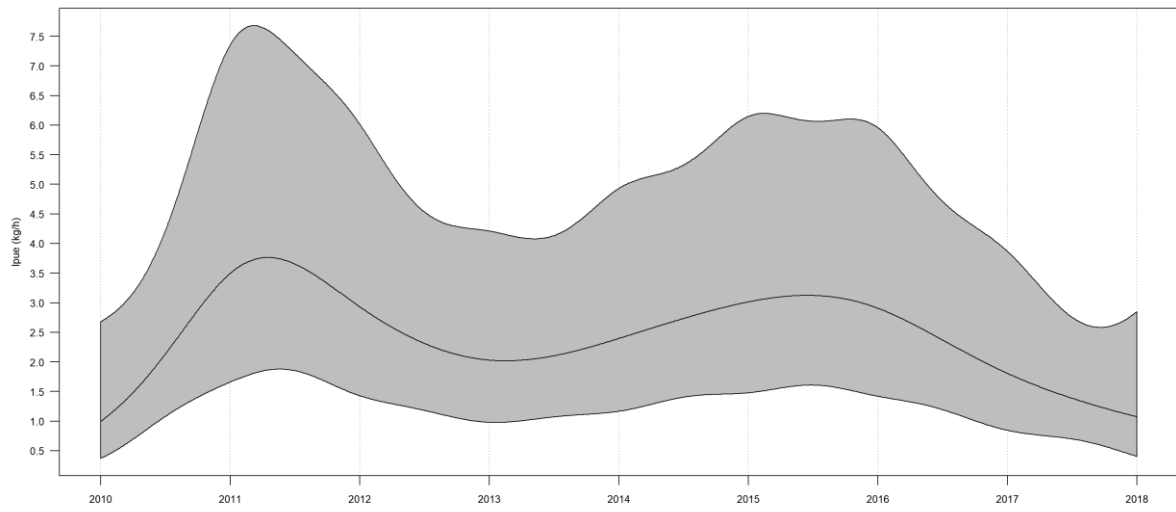
Om een index van deze survey te berekenen werd dezelfde methodologie gehanteerd als voor de DYFS data van tong (§3.4.2.1).

4.4.2.2 Trends in DYFS gegevens

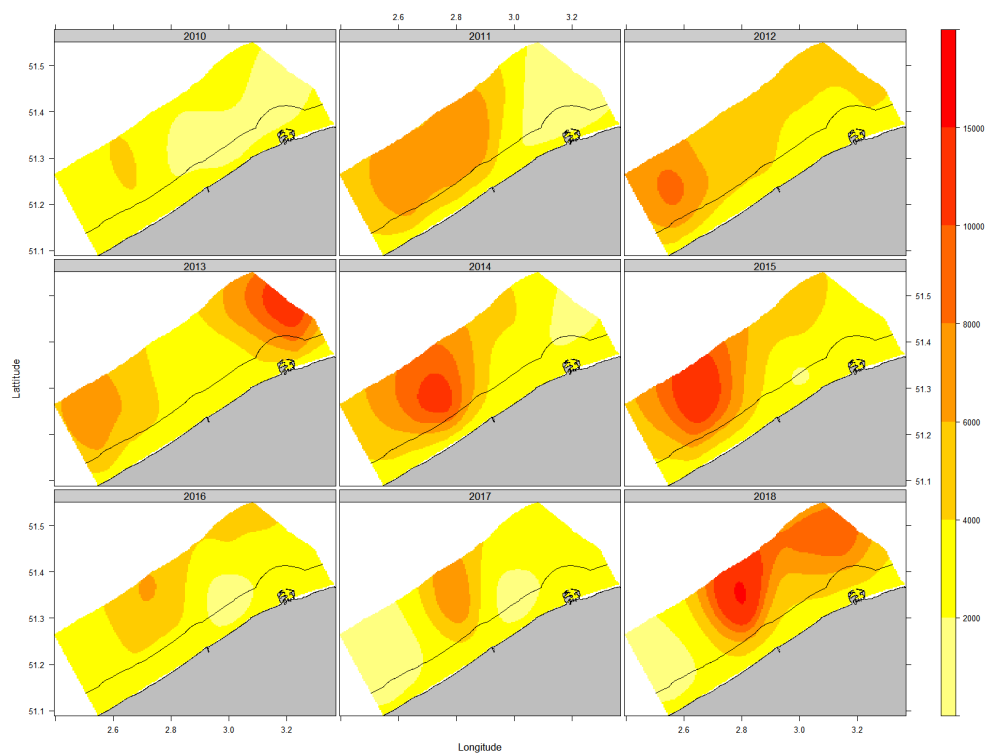
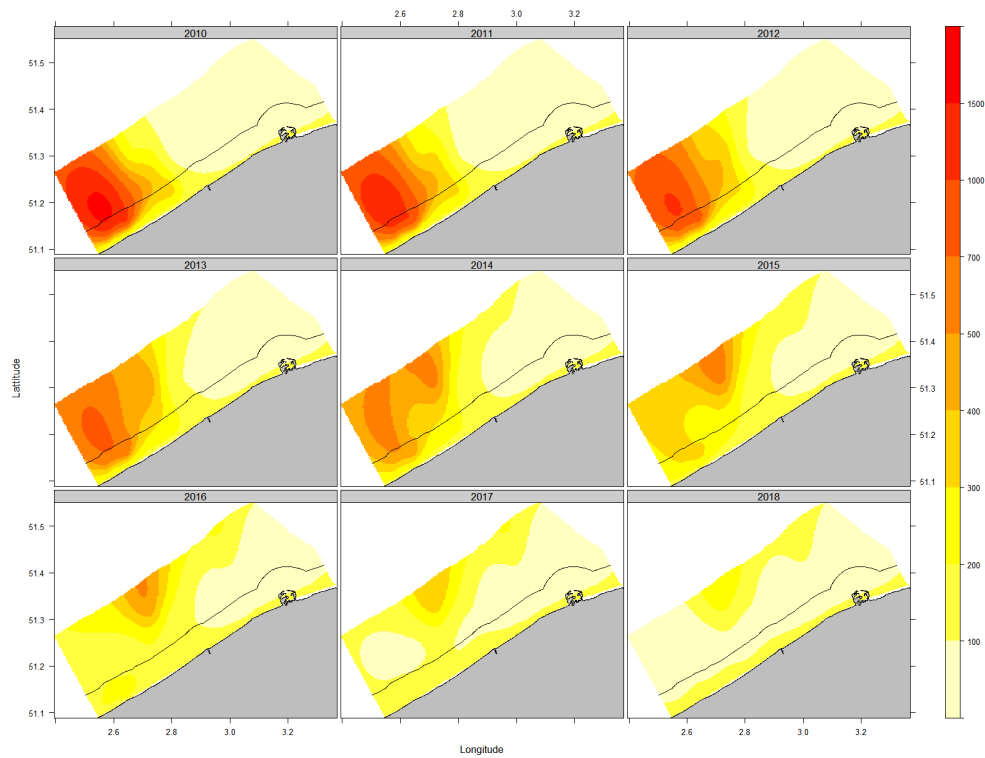
Om op basis van het model, de trend in de ruimte en tijd te kwantificeren, werden voorspellingen gemaakt op basis van een ruimtelijk raster dat de Belgische 12 mijl zone omvat met een resolutie van 5 x 5 km over de jaren 2010-2018. Voor ieder punt werd de verwachte waarde ($\mu_{loc,year}$) en het 95% betrouwbaarheidsinterval berekend.

De temporele trends werden berekend door de geschatte waarden per jaar te sommeren (Figuur 61). De data werden voorgesteld voor schol ≥ 27 cm (maatse) en < 27 cm (Figuur 61 bovenste en onderste paneel respectievelijk). Voor maatse schol zien we 2 pieken, één in 2011-2012 en één in 2015-2016. Voor de kleinere schol is er een toename rond 2013. Hoewel de maatse schol het minder goed doet in de meest recente jaren, stellen we voor de kleinere schol een toename vast. Merk op dat er veel onzekerheid is door het beperkt aantal gegevens dat we hebben om simultaan ruimtelijke als temporele trends te modelleren.

Om de ruimtelijke trends doorheen de tijd voor te stellen werd 2 dimensionale smoother effecten ($\log(lpue)$) weergegeven per jaar (periode 2010-2018) in Figuur 62 (≥ 27 cm bovenste paneel; < 27 cm onderste paneel). In tegenstelling tot wat we vaststelden voor tong, bevindt maatse schol zich voornamelijk langs de Belgische westkust. Kleinere schollen lijken in 2018 eveneens voor te komen langs de oostkust.



FIGUUR 61: TEMPORELE TREND VOOR SCHOL ≥ 27 CM (BOVENSTE PANEEL) EN < 27 CM (ONDERSTE PANEEL) OVER DE PERIODE 2010-2018.



FIGUUR 62: GEMODELLEERDE DENSITEIT (LOG(AANTAL/KM²)) VAN MAATSE (≥27 CM, BOVENSTE PANEEL) EN ONDERMAATSE SCHOL (<27 CM, ONDERSTE PANEEL) OVER DE PERIODE 2010-2018 OP BASIS VAN DYFS DATA.

4.4.3 Conclusies en bedenkingen

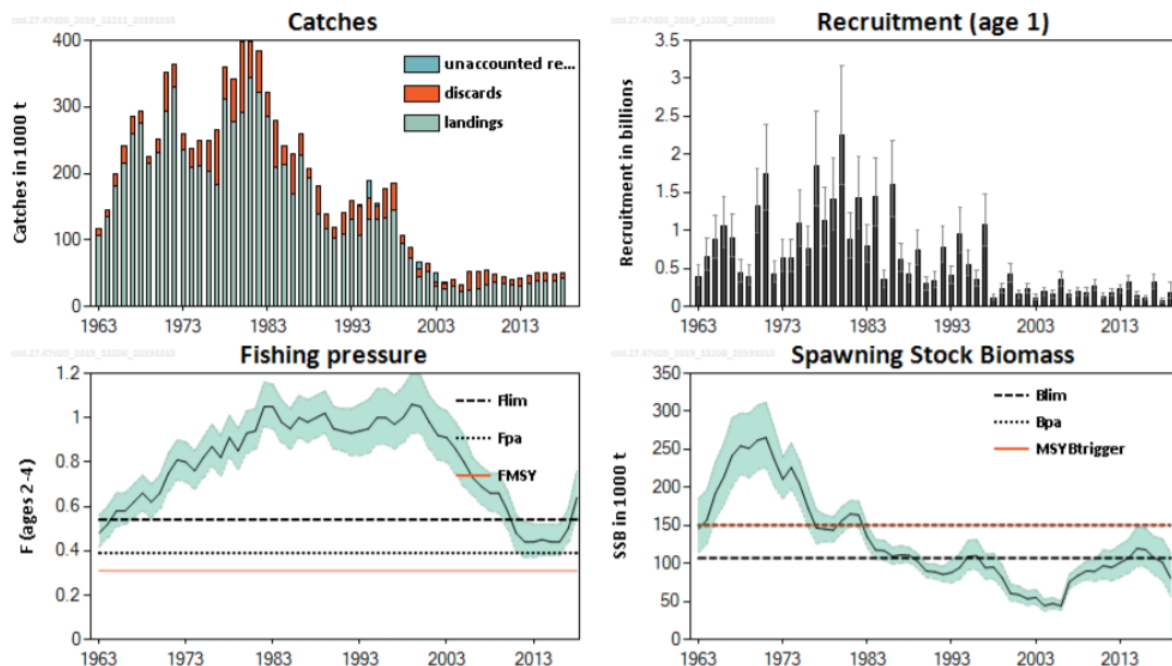
Juvenile schol blijft het – ondanks een afname in de abundantie van adulten – over de hele tijdsreeks goed doen. Dit is contra-intuïtief maar doet vermoeden dat de conditie voor larven en

juvenielen goed zijn en deze voor adulten minder goed. Indien het ICES advies voor schol in de herfst wordt herzien op basis van de survey trends (zoals het geval was in 2019), kan dit advies misschien ten onrechte in de positieve zin worden herzien. Dit dient verder opgevolgd te worden.

5. Kabeljauw (*Gadus morhua*)

5.1. Status van het kabeljauwbestand in de Noordzee (COD 4,7d,20)

Volgens het meest recente advies (november 2019) van ICES is de paaibiomassa gedaald sinds 2015 en bevindt zich momenteel onder B_{lim} . De visserijsterfte is toegenomen sinds 2016 en zit boven F_{lim} in 2018. De rekrutering is sinds 1998 heel zwak waardoor het bestand niet is hersteld ondanks de reductie in visserijsterfte in de periode 2000-2016 (Figuur 63; ICES, 2019d).



FIGUUR 63: UIT ICES (2019D): SAMENVATTING VAN DE BESTANDSRAMING VAN KABELJAUW IN DE NOORDZEE, SKAGERRAK EN HET OOSTELIJK ENGELS KANAAL. VANGSTEN ZIJN INSCHATTINGEN VAN HET ASSESSMENT. ENKEL POSITIEVE 'UNACCOUNTED REMOVALS' WORDEN WEERGEGEVEN. DE 95% BETROUWBAARHEIDINTERVALLEN WORDEN WEERGEGEVEN MET EEN GROENE BAND BIJ F EN SSB EN FOUTENVLAGGEN BIJ R (REKRUTERING).

Het vangstadvisie voor 2020 stelt een 51% daling voor t.o.v. het advies van vorig jaar en een 61% daling t.o.v. de totaal toegestane vangst (TAC) van 2019 (*i.e.* 35357 ton). Deze daling is te wijten aan een combinatie van a) een neerwaartse revisie in paaibiomassa met het toevoegen van één extra data jaar en b) de nood om de visserijsterfte sterk te reduceren om het visbestand te laten herstellen naar B_{lim} tegen 2021, gezien het bestand zich nu onder B_{lim} situeert.

5.2. Analyse van internationale visserijafhankelijke gegevens

5.2.1 Databron

Om de 2^e deelvraag van dit project te beantwoorden ("Is er een verandering in de biomassa van visbestanden?") voor dit visbestand werden de FDI data gebruikt om de aanvoer van de verschillende lidstaten die vissen op kabeljauw te visualiseren over de periode 2006-2017. Voor de analyses met **kabeljauw** werd de data gefilterd op

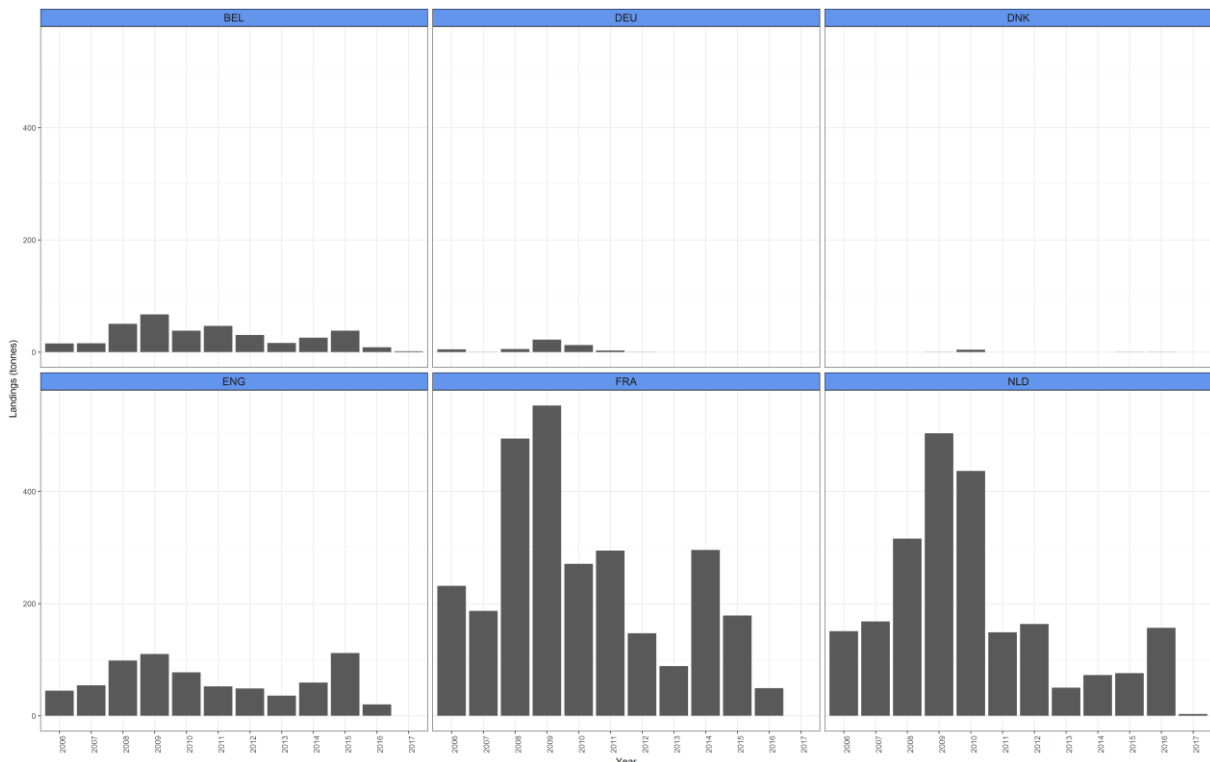
- de zuidelijke Noordzee, *i.e.* **divisie 27.4.c**, wat de volgende ICES statistische rechthoeken omvat: 35F0, 35F1, 35F2, 35F3, 35F4, 34F1, 34F2, 34F3, 34F4, 33F1, 33F2, 33F3, 33F4, 32F1, 32F2, 32F3, 31F1, 31F2 en 31F3
- **bordennet** (otter trawl)

- de landen met de meeste effort in de zuidelijke Noordzee, zijnde **Nederland, Engeland, België, Frankrijk, Denemarken en Duitsland**.

Gezien we voor deze visteknik geen VMS data ter beschikking hadden, wordt eveneens de visserij-inspanning van deze vloot weergegeven om zo de Ipue te berekenen.

5.2.2 Trends in aanvoer

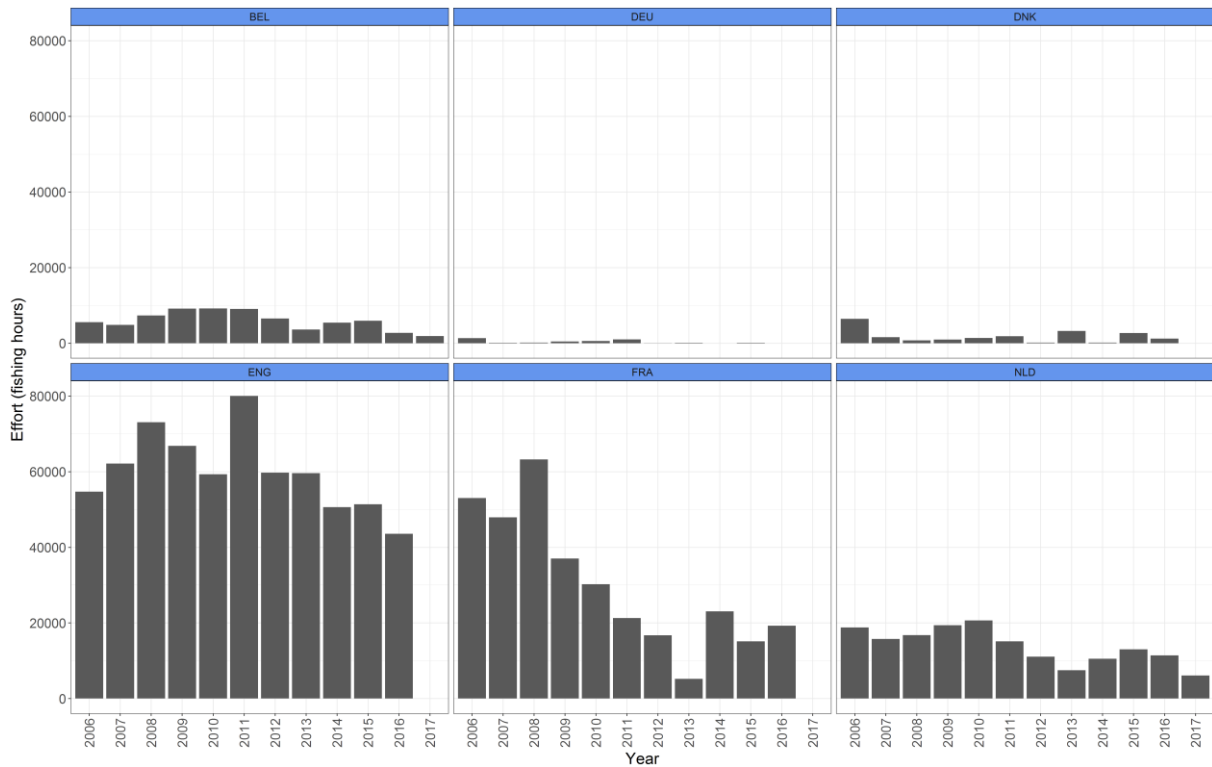
De aanvoer van kabeljauw in de zuidelijke Noordzee (divisie 27.4.c) wordt gedomineerd door de Franse en de Nederlandse vloot met gemiddeld 254 ± 156 ton en 187 ± 154 ton respectievelijk, gevolgd door de Engelse vloot (65 ± 31 ton) en de Belgische vloot (30 ± 19 ton) (Figuur 64). De Duitse en Deense bordennetvloot heeft een lager aandeel in de aanvoer.



FIGUUR 64: AANVOER VAN KABELJAUW (IN TON) VOOR DE BORDENNETVLOOT IN DE ZUIDELIJKE NOORDZEE (27.4.c)

5.2.3 Trends in visserij-inspanning

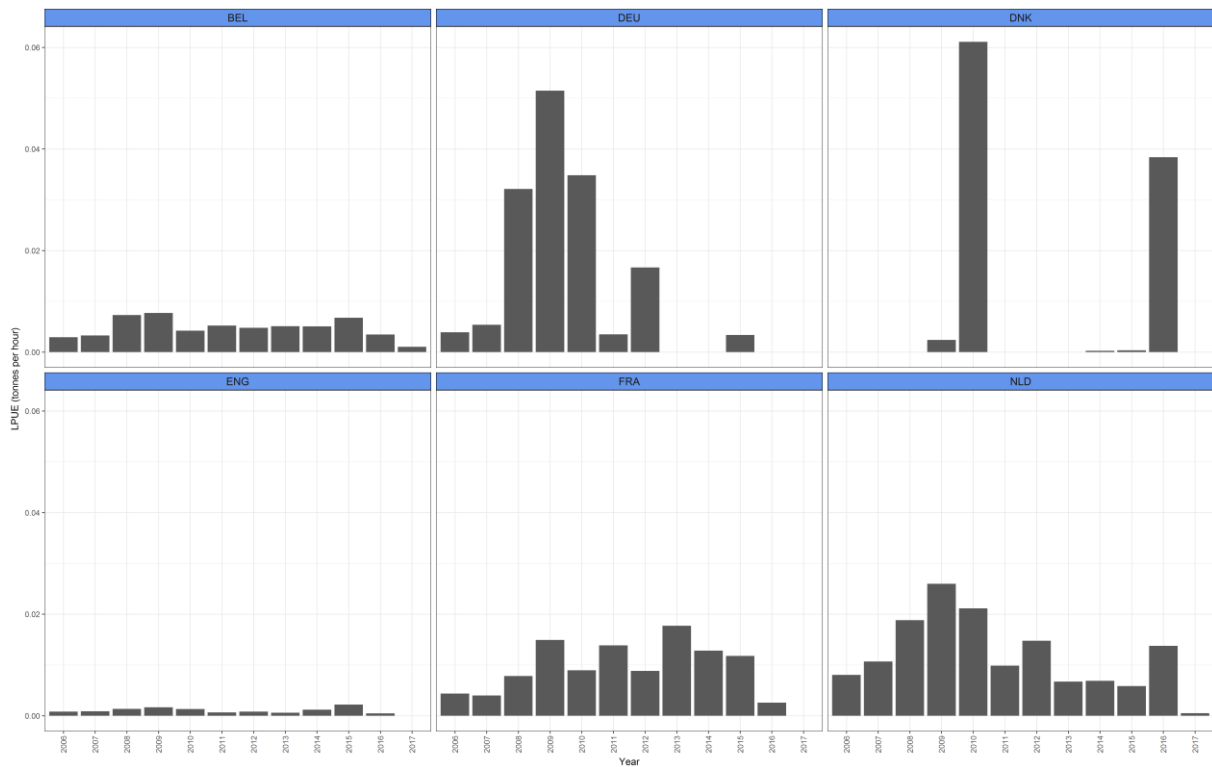
Gezien er geen VMS gegevens beschikbaar zijn van de bordennetvloot binnen dit project, wordt in Figuur 65 de ruwe effort data weergegeven zoals beschikbaar in de FDI dataset. De effort van de Engelse bordennetvloot blijkt hieruit vrij hoog te zijn in vergelijking met wat er van kabeljauw wordt aangevoerd. Dit kan twee redenen hebben: 1) de Engelse vloot voert vooral andere soorten dan kabeljauw aan, 2) er zijn problemen met de accuraatheid van de data.



FIGUUR 65: VISSERIJ-INSPANNING (IN VISUREN) VAN DE BORDNETTVLOOT IN DE ZUIDELIJKE NOORDZEE (27.4.C)

5.2.4 Trends in lpue

De lpue werd berekend op basis van de ruwe FDI gegevens (Figuur 66). Rekening houdend met mogelijke problemen met de accuraatheid van de data neemt de lpue van de Nederlandse vloot af sinds 2009, terwijl de lpue van de Franse vloot maar afneemt sinds 2013.

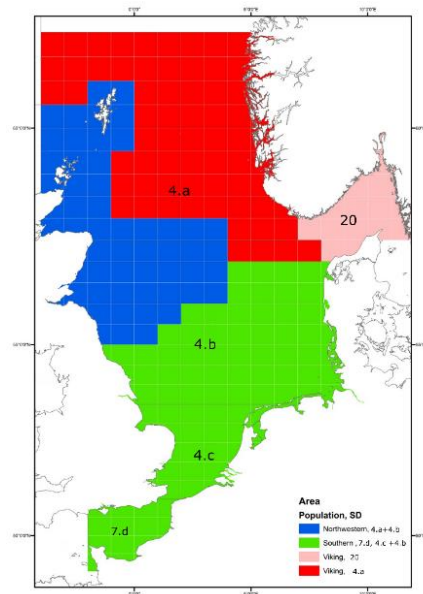


FIGUUR 66: LPUE VAN KABELJAUW VOOR DE BORDNETTVLOOT OVER DE PERIODE 2006-2018 VOOR GEBIED 27.4.C.

5.3. Analyse van de visserijafhankelijke gegevens

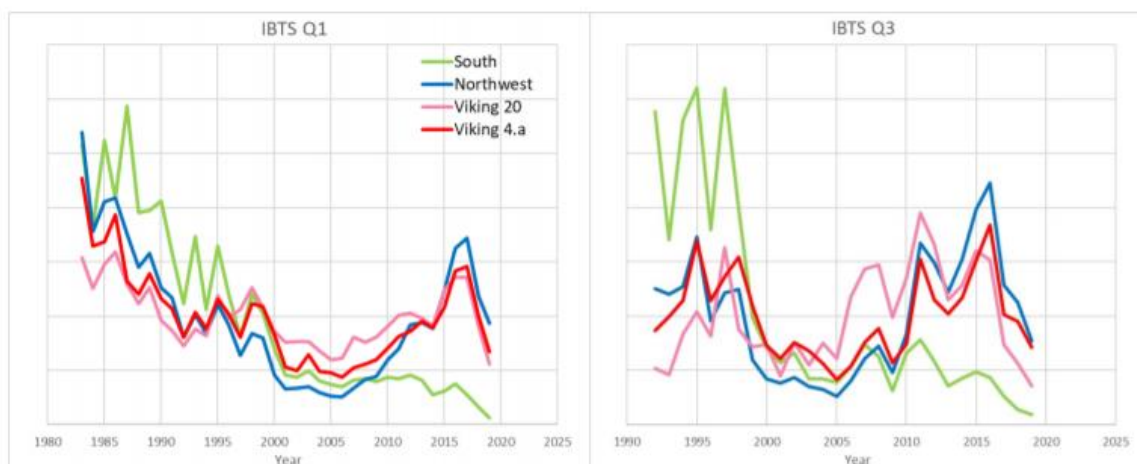
5.3.1 International Bottom Trawl Survey (IBTS)

Kabeljauw is algemeen verspreid over de hele Noordzee, maar er zijn indicaties van subpopulaties die verschillende regio's van de Noordzee beslaan (Figuur 67). Genetische studies wijzen op een beperkte genetische uitwisseling tussen deze subpopulaties.



FIGUUR 67: UIT ICES (2019D): KAART MET AANDUIDING VAN DE VERSCHILLENDE SUBPOPULATIES VAN HET KABELJAUWBESTAND IN DE NOORDZEE.

Voor de bestandsraming van kabeljauw wordt o.a. gebruikt gemaakt van data verzameld tijdens de International Bottom Trawl Survey (IBTS). Deze survey gaat door in het eerste en derde kwartaal. De survey biomassa index wordt berekend per kwartaal en subpopulatie (Figuur 68). Algemeen wordt vóór 2005 een dalende trend vastgesteld in alle gebieden en een toename na 2005, met een piek in 2016-2017. In de zuidelijke Noordzee (groen, Figuur 68) is deze toename niet zichtbaar en neemt de index verder af. Na 2017, daalt de index ook in alle andere subpopulaties en het is onduidelijk wat deze afname veroorzaakt. Verder onderzoek moet uitwijzen of het de klimaatverandering is of eerder biologische, ecologische en/of visserijeffecten.



FIGUUR 68: UIT ICES (2019D): BIOMASSA INDICES GEBASEERD OP DE NOORDZEE IBTS KWARTAAL 1 (LINKS) EN KWARTAAL 3 (RECHTS) SURVEYS MET INDICATIES VAN DE VERSCHILLENDE SUBPOPULATIES (ZIE LEGENDE).

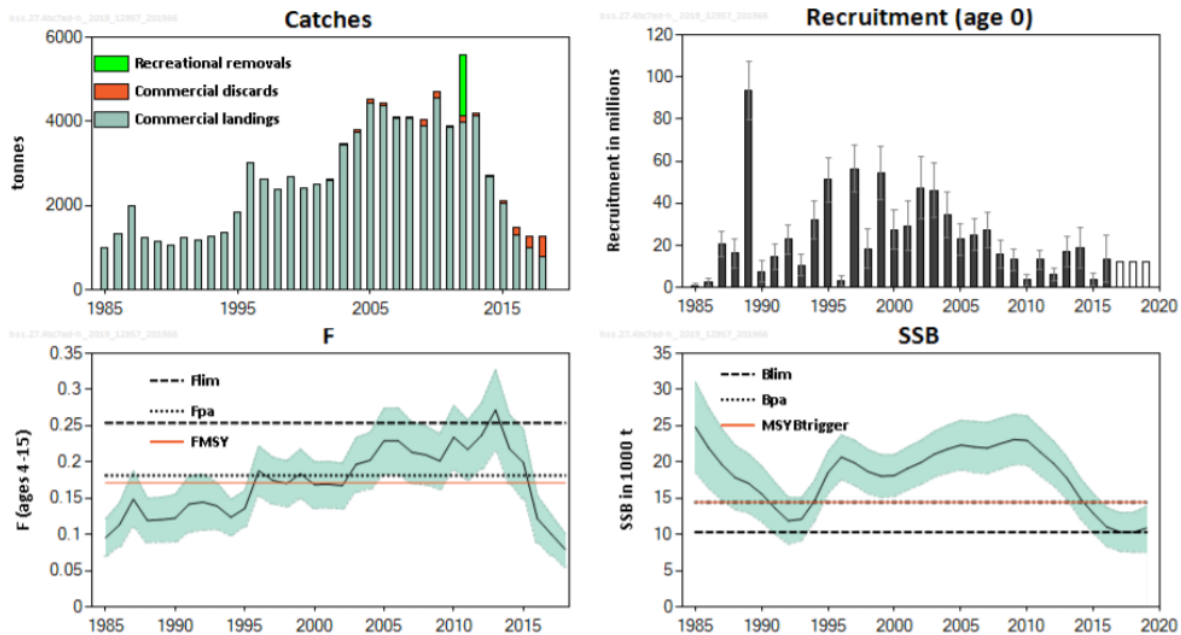
5.3.2 Conclusies en bedenkingen

Het verhaal van kabeljauw in de zuidelijke Noordzee is vrij complex. Ondanks het feit dat het de enige soort is waar al een direct negatief effect van blootstelling aan de puls is aangetoond (in de vorm van breuken en bloedingen, Rijnsdorp *et al.*, 2016), kan op basis van deze analyse geen direct verband tussen de negatieve trend van het kabeljauwbestand en de introductie van de pulsvisserij geïdentificeerd worden. Het kabeljauwbestand doet het namelijk sinds 2000 minder goed, waardoor er weinig data is om trends te kwantificeren. De visserij op kabeljauw is ook moeilijk te reguleren gezien deze soort gevangen wordt door verschillende vloten met diverse technieken en ook door recreatieve vissers. Bovendien werd de impact van de klimaatverandering op dit bestand alsook op het voedsel van deze soort aangetoond (O'Brien *et al.*, 2000). Dit wordt duidelijk gereflecteerd in de hogere index voor de noordelijke populaties. Echter, in de meest recente jaren is ook daar een terugval aanwezig, wat verder onderzocht moet worden.

6. Europese zeebaars (*Dicentrarchus labrax*)

6.1. Status van het zeebaarsbestand in de centrale en zuidelijke Noordzee, Ierse Zee, Engels Kanaal en Keltische Zee (BSS 4b-c,7a,-h)

Volgens het meest recente advies (juni 2019) van ICES is de paaibiomassa (SSB) afgenomen sinds 2009 en bevindt zich momenteel onder $MSY B_{trigger}$ en net boven B_{lim} . De visserijsterfte (F) is toegenomen over de tijdsreeks met een piek in 2013, onmiddellijk gevolgd door een sterke daling tot onder F_{MSY} . Na een periode van hoge rekrutering (R) schommelt deze sinds 2008 opnieuw op een lager niveau (Figuur 69; ICES, 2019e).



FIGUUR 69: UIT ICES (2019E): SAMENVATTING VAN DE BESTANDSRAMING VAN ZEEBAARS IN DE CENTRALE EN ZUIDELIJKE NOORDZEE, IERSE ZEE, ENGLS KANAAL EN KELTISCHE ZEE. DE TOTALE AANVOER OMVAT COMMERCIELE AANVOER EN INGESCHATTE RECREATIEVE REMOVALS (ENKEL BESCHIKBAAR VOOR 2012 (GROENE BALK), REKENING HOUDEND MET STERFTE VAN TERUGGEGOOIDE VIS). TERUGGOOI INSCHATTINGEN ZIJN BESCHIKBAAR VANAF 2009. VISSERIJSTERFTE WORDT WEERGEGEVEN VOOR DE GECOMBINEERDE COMMERCIELE EN RECREATIEVE VISSERIJ. VERONDERSTELDE REKRUTERING WORDT WEERGEGEVEN ALS WITTE BALKJES. DE BETROUWBAARHEIDINTERVALLEN (95%) WORDEN WEERGEGEVEN MET EEN GROENE BAND BIJ F EN SSB EN FOUTENVLAGGEN BIJ R (REKRUTERING).

Het vangstadvisie voor 2020 stelt een 105% toename voor t.o.v. het advies van vorig jaar. Deze stijging is enerzijds te wijten aan een herziening van het assessment en de referentiepunten, en anderzijds door de vrij goede rekrutering in 2013 en 2014 en de afname van de visserijsterfte.

6.2. Analyse van internationale visserijafhankelijke gegevens

6.2.1 Databron

Om de 2^e deelvraag van dit project te beantwoorden ("Is er een verandering in de biomassa van visbestanden?") voor dit visbestand werd de FDI data gebruikt om de aanvoer van de verschillende lidstaten die vissen op zeebaars te visualiseren over de periode 2006-2017. Voor de analyses met zeebaars werd de data gefilterd op

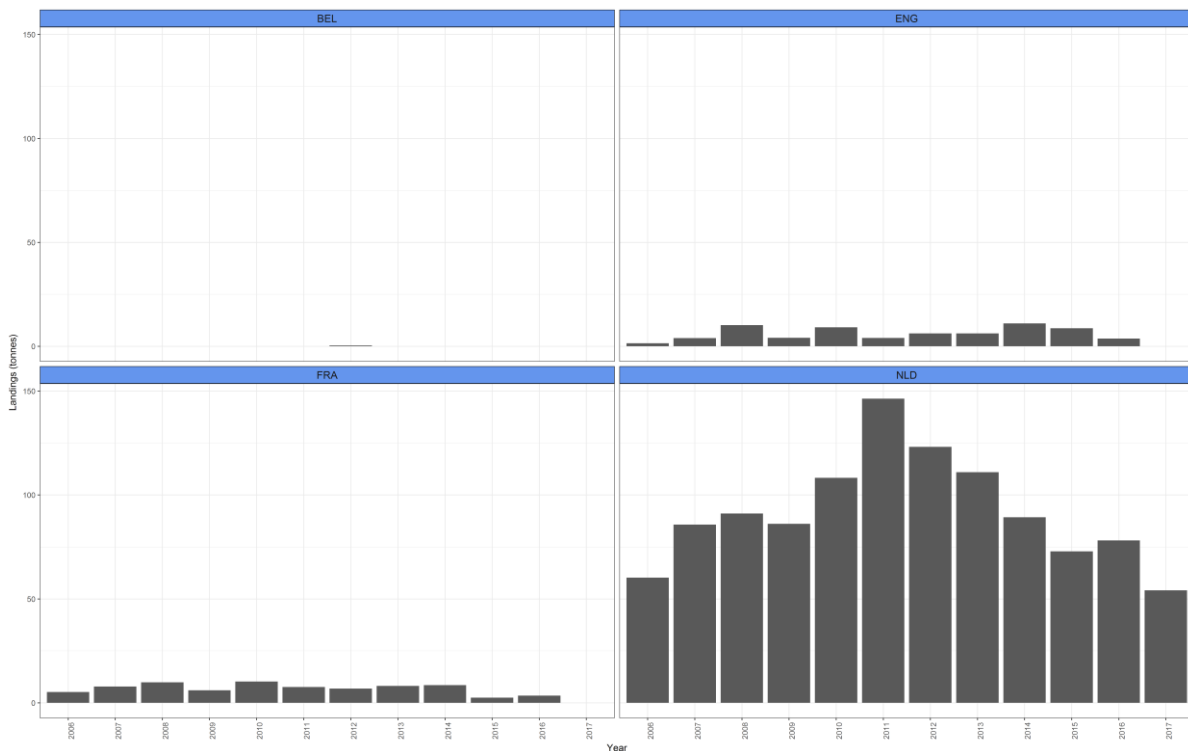
- de zuidelijke Noordzee, *i.e.* **divisie 27.4.c**, wat de volgende ICES statistische rechthoeken omvat: 35F0, 35F1, 35F2, 35F3, 35F4, 34F1, 34F2, 34F3, 34F4, 33F1, 33F2, 33F3, 33F4, 32F1, 32F2, 32F3, 31F1, 31F2 en 31F3

- hengeltvisserij
- de landen met de meeste effort in de zuidelijke Noordzee, zijnde **Nederland, Engeland, België, Frankrijk, Denemarken en Duitsland**

Gezien we voor deze vistechniek geen VMS data ter beschikking hadden (hengelvaartuigen zijn vaak kleiner dan 12 m waardoor VMS niet verplicht is), wordt eveneens de visserij-inspanning van deze vloot weergegeven om zo de Ipue te berekenen.

6.2.2 Trends in aanvoer

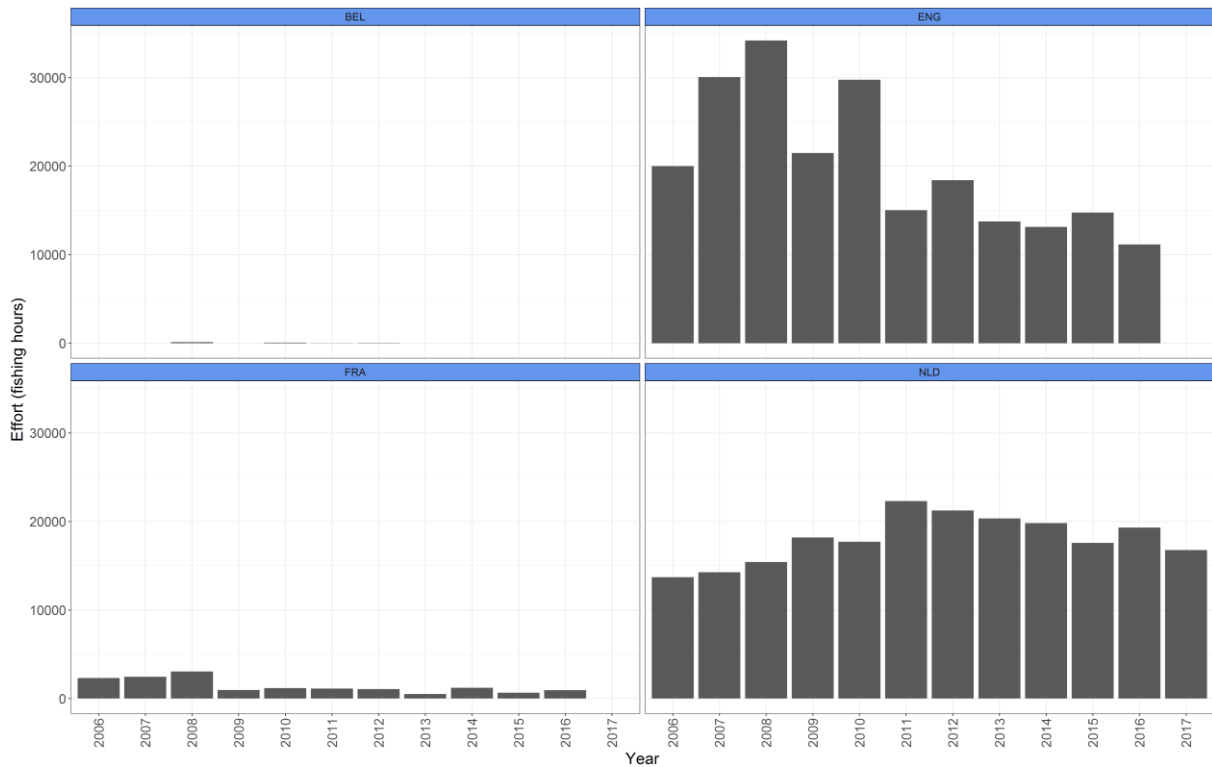
De aanvoer van zeebaars in de zuidelijke Noordzee (divisie 27.4.c) wordt gedomineerd door de Nederlandse vloot met gemiddeld 92 ± 26 ton, gevolgd door Frankrijk (7 ± 2 ton) en Engeland (6 ± 3 ton) (Figuur 70). De aanvoer vanuit België is eerder beperkt. Het is echter wel bekend dat een groot deel Belgische professionele hengeltvisserij onder Nederlandse vlag varen.



FIGUUR 70: AANVOER VAN ZEEBAARS (IN TON) VOOR DE HENGELVISSERS IN DE ZUIDELIJKE NOORDZEE (27.4.C)

6.2.3 Trends in visserij-inspanning

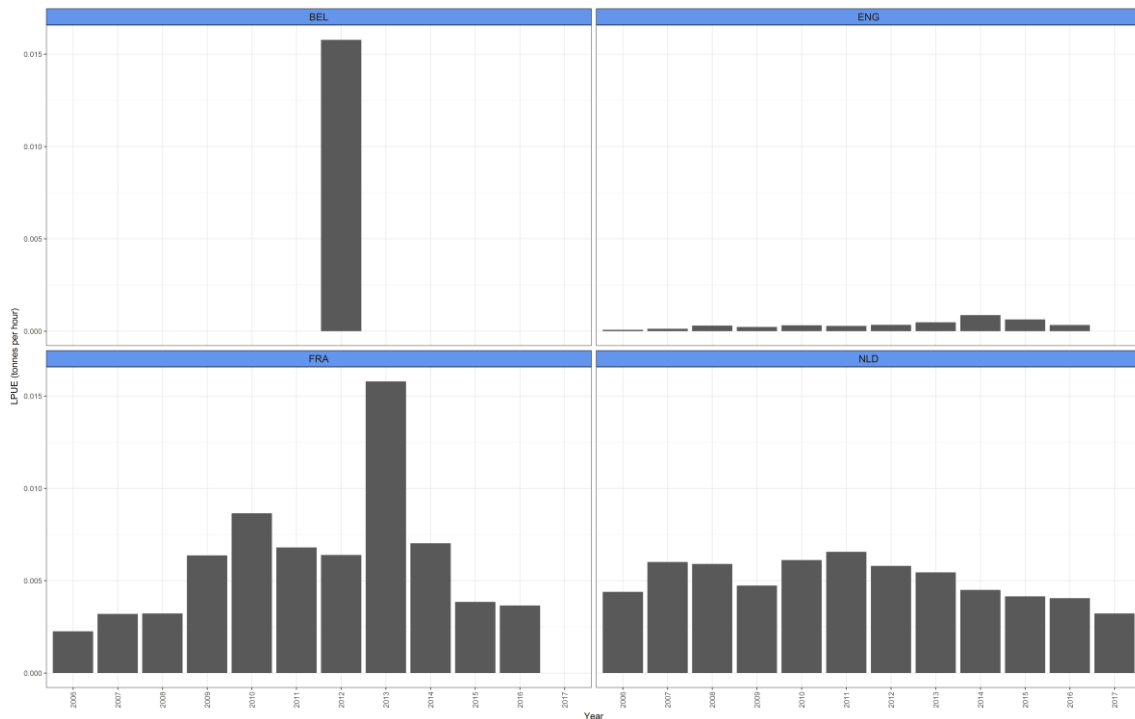
Gezien er geen VMS gegevens beschikbaar zijn van de hengelvloot, wordt in Figuur 71 de ruwe effort data weergegeven zoals beschikbaar in de FDI dataset. De effort van de Engelse hengeltvisserij blijkt hieruit vrij hoog te zijn in vergelijking met wat er van zeebaars wordt aangevoerd. Dit kan twee redenen hebben: 1) de Engelse hengeltvisserij voeren vooral andere soorten dan zeebaars aan, 2) er zijn problemen met de accuraatheid van de data. Gezien hetzelfde probleem werd vastgesteld voor kabeljauw, is optie 2 de meest plausibele.



FIGUUR 71: VISSERIJ-INSpanNING (IN VIUREN) VAN DE HENGELVLOOT IN DE ZUIDELIJKE NOORDZEE (27.4.C)

6.2.4 Trends in lpue

De lpue werd berekend op basis van de ruwe FDI gegevens (Figuur 72). Rekening houdend met de mogelijke problemen met de accuraatheid van de data neemt de lpue van de Nederlandse vloot af sinds 2011. Met uitzondering van 2013 (wat mogelijk een uitbijter kan zijn), wordt ook bij de Franse hengelvloot een lagere lpue vastgesteld in de meest recente jaren.



FIGUUR 72: LPUE VAN ZEEBAARS VOOR DE HENGELVLOOT OVER DE PERIODE 2006-2018 VOOR GEBIED 27.4.C.

6.2.5 Vangstbeperkingen

Gezien de visserijsterfte jarenlang boven het duurzaam niveau zat, werden herhaaldelijke quota restricties ingevoerd voor zowel de commerciële als de recreatieve vloot, waaronder catch-and-release praktijken tijdens bepaalde periodes van het jaar en bag limieten (EU verordening 2019/124). Figuur 73 geeft een overzicht van de beperkingen voor de recreatieve vloot.

Recreational fisheries												
2019												
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Catch and release												
One specimen/day/fisherman												
2018												
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Catch and release												
One specimen/day/fisherman												
2017												
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Catch and release												
One specimen/day/fisherman												
2016												
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Catch and release												
One specimen/day/fisherman												
2015												
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Catch and release												
Three specimen/day/fisherman												

FIGUUR 73: OVERZICHT VAN VANGSTBEPERKINGEN VOOR ZEEBAARS VOOR DE RECREATIEVE VLOOT VOOR DE PERIODE 2015-2019.

6.2.6 Conclusies en bedenkingen

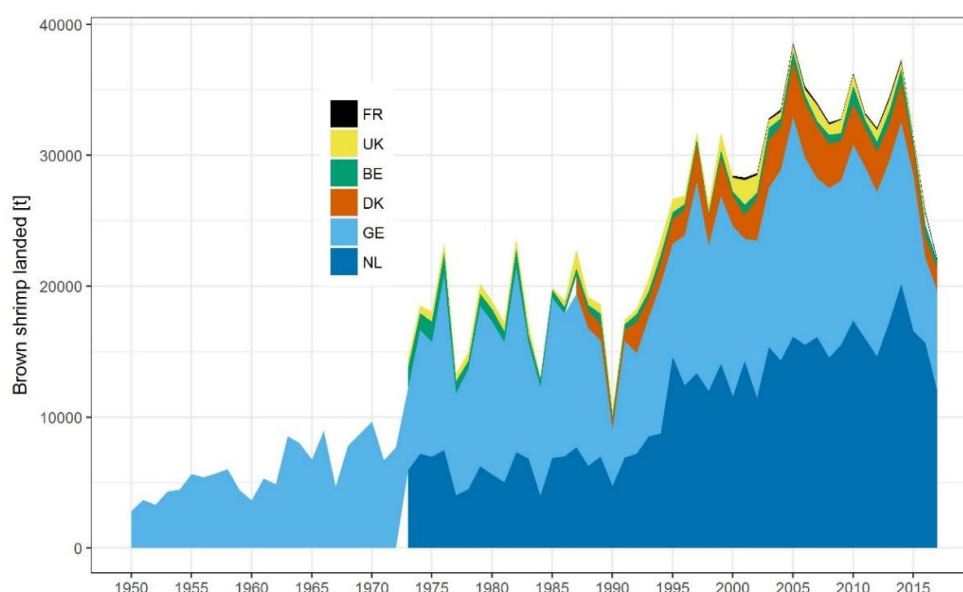
Deze analyse op basis van de beschikbare data van zeebaars doet ons volgende zaken vaststellen:

- Er zijn weinig data beschikbaar om robuuste trends aan te tonen
- Gezien heel wat Belgische hengelvissers onder Nederlandse vlag vissen, wordt hun data door Nederland gerapporteerd.
- Analyses op lokale schaal zijn moeilijk, gezien er geen VMS gegevens beschikbaar zijn voor de hengelvloot.
- Recreatieve vangsten worden in het assessment geschat bij gebrek aan 'echte' data. Blijvend inzetten op het verzamelen van logboeken van recreatieve vissers is de boodschap.
- We stellen ons vragen bij de kwaliteit van de beschikbare data. Zowel betreffende visserij-inspanning als doelsoort informatie moet betere informatie beschikbaar gesteld worden.
- Het bestand is, ondanks een positief advies; in vrij slechte staat.

7. Grijs garnaal (*Crangon crangon*)

7.1. Status van en trends in het garnaalbestand in de Noordzee

Het garnaalbestand heeft geen assessment en geen TAC. ICES heeft echter wel een werkgroep die de visserij en de levensgeschiedenis van grijs garnaal in de Noordzee bestudeerd, nl. WGCRAN. In het rapport van de WGCRAN (ICES Working Group on *Crangon* fisheries and life history) wordt de totale aanvoer van grijs garnaal over de periode 1950-2017 weergegeven (Figuur 74). Nederland en Duitsland hebben de grootste aanvoer, gevolgd door Denemarken, België, het Verenigd Koninkrijk en Frankrijk. Sinds het begin van de jaren '90 is de aanvoer sterk gestegen waarbij de aanvoer schommelt rond de 30000 ton. Sinds 2015 is er een sterke afname, waardoor de aanvoer terug vergelijkbaar is met deze van het begin van de jaren 1980. Vooral Duitsland heeft moeite om garnaal op te vissen in de meest recente jaren. Echter in 2018 en 2019 blijkt de aanvoer van garnaal terug een positieve trend te vertonen (zie Nederlandse aanvoer op www.agrimatie.nl⁵).



FIGUUR 74: UIT ICES, 2019G: TOTALE AANVOER VAN GRIJZE GARNAAL IN DE NOORDZEE (IN TON) PER LAND (DATA VAN HET VERENIGD KONINKRIJK IN 2017 ONTBREEKT; GEGEVENS VAN 1950 - BEGIN JAREN '90 LIJKEN ONVOLLEDIG).

Grijs garnaal wordt bevestigd in het voorjaar en in het najaar. De lpue voor de belangrijkste landen in de aanvoer is het hoogst in het najaar.

In 2016 en 2017 was de grijs garnaal densiteit lager dan de jaren ervoor. Survey data wees erop dat dit kon gelinkt worden aan de toename van wijting in dezelfde jaren. WGCRAN concludeerde dat predatie door wijting één van de redenen was voor de daling in de stock, maar dat andere bottom-up processen, die niet werden onderzocht, ook konden bijdragen tot de lage abundantie in 2016 en 2017 (ICES, 2019g).

⁵ <https://www.agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=2857>

7.2. Analyse van de visserijonafhankelijke gegevens

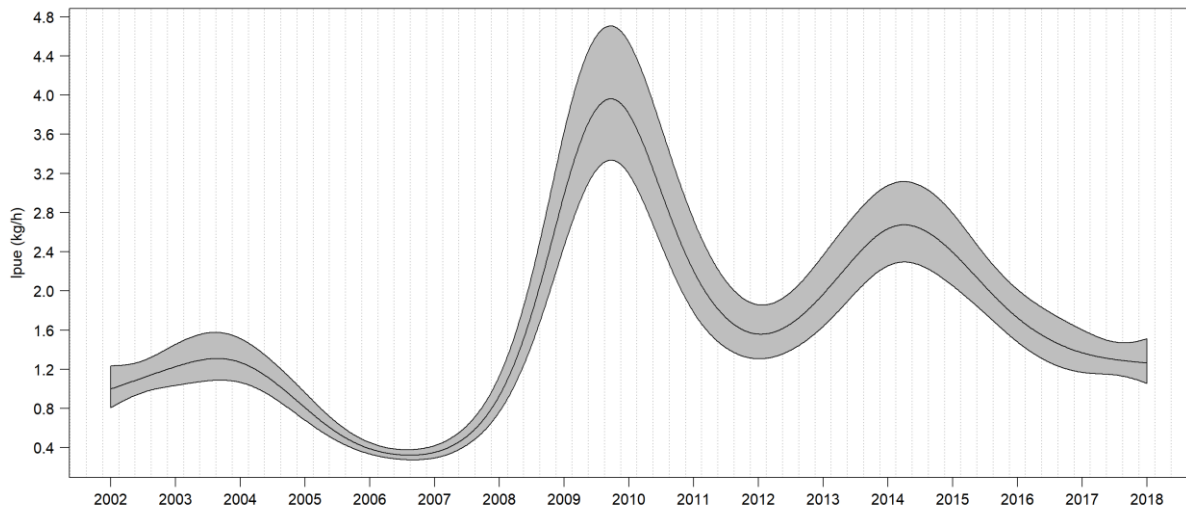
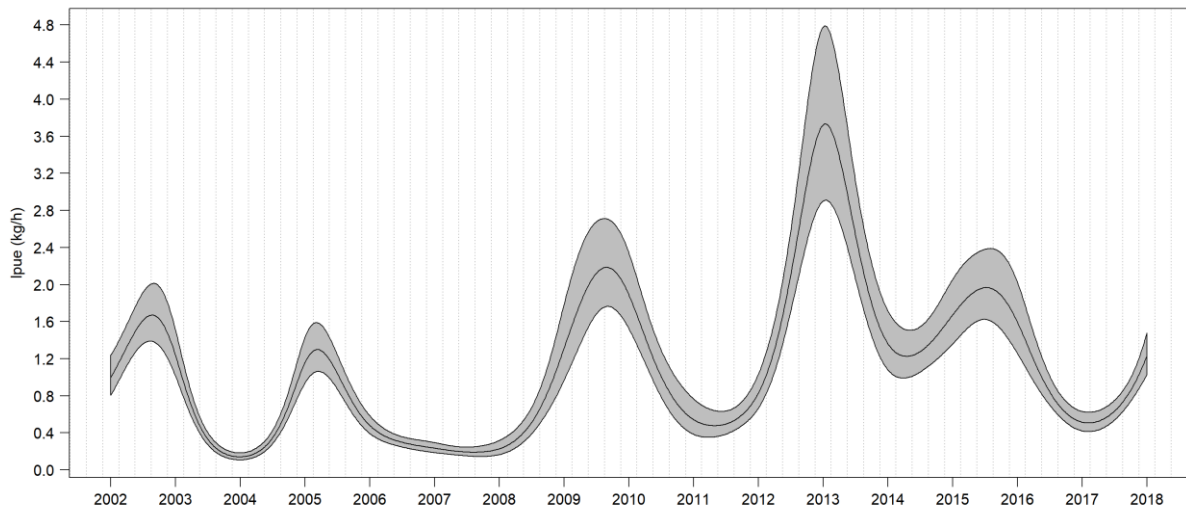
7.2.1 Demersal Young Fish Survey (DYFS)

7.2.1.1 Methode

Jaarlijks onderneemt België een Demersal Young Fish Survey (DYFS) die gericht is op het monitoren van juveniele tong, schol en grijze garnaal in de kustwateren. Jaarlijks worden in de maand september 33 stations bemonsterd die hoofdzakelijk gelegen zijn binnen de 12 mijl zone (Figuur 43). Om een index van deze survey te berekenen werd dezelfde methodologie gehanteerd als voor de BTS data (§3.4.1.1, zie tong en schol). Voor grijze garnaal zijn er in tegenstelling tot de hierboven beschreven soorten eveneens data beschikbaar vanaf 2002 i.p.v. 2010. De garnalen vangst wordt gescheiden in een kleine en grote fractie met een zeef van 65 mm zoals gehanteerd in de commerciële garnaalvisserij.

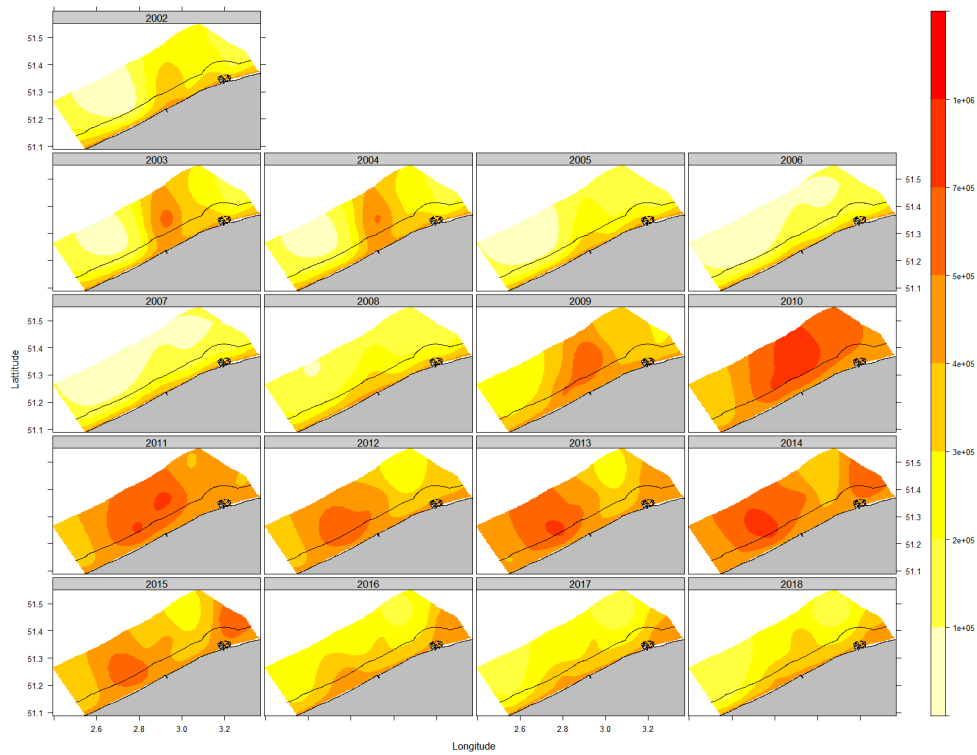
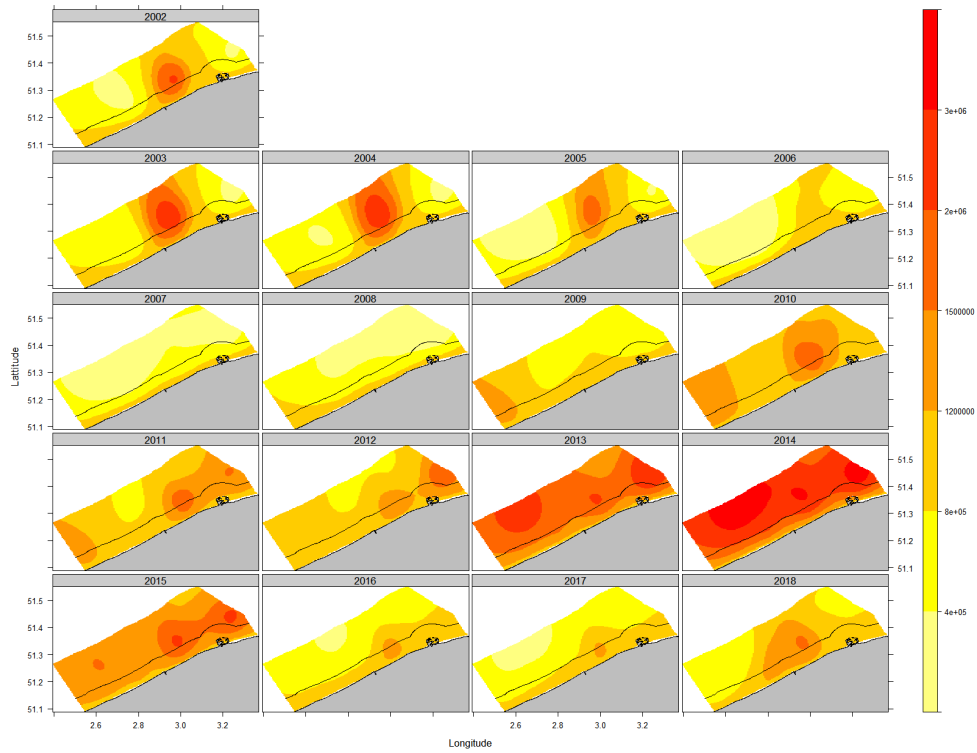
7.2.2.2 Trends in DYFS gegevens

De temporele trends worden voorgesteld in Figuur 75. Voor de kleine fractie garnaal (*i.e.* de niet-commerciële lengtes, die door een commerciële garnaalzeef gaan van 65 mm) zien we 2 pieken, één in 2009-2010 en één in 2014-2015. In dezelfde jaren zien we ook een piek in de densiteit van de grote fractie. Over de hele tijdsreeks is er intra- en interjaarlijkse variatie aanwezig, maar is er geen duidelijk stijgende of dalende trend aanwezig.



FIGUUR 75: TEMPORELE TREND VOOR GRIJZE GARNAAL (BOVENSTE PANEEL IS DE GROTE FRACTIE; ONDERSTE PANEEL IS DE KLEINE FRACTIE) OVER DE PERIODE 2002-2018 BEREKEND OP BASIS VAN DE DYFS DATA.

De ruimtelijke trends doorheen de tijd worden voorgesteld in Figuur 76 (2010-2018). De dichtheid in de periode 2006-2009 en 2016-2017 was lager in vergelijking met de andere jaren voor zowel grote als kleine garnalen. De jaren 2013-2015 waren uitzonderlijk goede jaren waarbij de garnaal vrij uniform binnen de Belgische 12 mijl zone verspreid was.



FIGUUR 76: GEMODELLEERDE DENSITEIT ($\text{LOG(AANTAL/KM}^2\text{)})$ VAN GROTE (BOVENSTE PANEEL) EN KLEINE (ONDERSTE PANEEL) FRACTIE GRIJZE GARNAAL OVER DE PERIODE 2002-2018 OP BASIS VAN DYFS DATA.

8. Conclusie en toekomst perspectieven

Door verschillende deelvragen specifiek te beantwoorden werden een aantal nieuwe inzichten geboden in de dynamiek van de – voor Belgische vissers – commercieel belangrijke soorten.

Hoewel de data ons niet toe laat om een direct verband tussen pulsvisserij en trends in bestanden vast te stellen, is er toch een opmerkelijk invers verband waar te nemen tussen enerzijds de toename van de visserijdruk binnen de Belgische 12 mijl zone, en anderzijds de afname van de tong en schol abundantie binnen hetzelfde gebied. Zowel de commerciële als visserijafhankelijke data tonen een gelijkaardige afnemende trend aan in dit gebied sinds 2010 dewelke aansluiten bij de observaties van recreatieve en kust vissers.

Het onderliggende mechanisme van dit verband is op dit moment niet duidelijk, en kan enkel onderzocht worden door het testen van een aantal alternatieve hypothesen via gerichte datacollectie in het veld. Daarom is het moeilijk om op basis van de resultaten van dit rapport in te schatten welk effect het sluiten van de Belgische 12 mijl zone voor pulsvisserij zal hebben (maatregel in voege sinds augustus 2019). Er kan aangenomen worden dat deze maatregel de lokale visserijdruk binnen de 12 mijl zone zal reduceren. Echter, het resultaat van deze maatregel zal sterk afhangen van de reactie van de Nederlandse puls vloot. Indien de pulsvaartuigen terug omschakelen op boomkorvisserij, of aan de rand van de 12 mijl zone vissen zou de maatregel een eerder beperkt positief effect voor de Belgische visserij kunnen hebben. Ook geeft deze studie niet aan in welke mate de trends omkeerbaar zijn. Studies met gemerkte vis kunnen een beter inzicht bieden in deze mechanismen (tagging studies).

Op de schaal van de visbestanden over de volledige Noordzee is het verband tussen pulsvisserij en de trend in het tong en schol bestand niet waar te nemen. Echter, een herziening van de bestandsraming voor tong in het kader van de komende benchmark (februari 2019), die beter aansluit bij de realiteit o.a. wat betreft de verspreiding van het tongbestand en de visserij, kan ook hier nieuwe inzichten bieden die de dalende visserij-inspanning van Belgische vissers in de zuidelijke Noordzee kunnen verklaren.

Wat betreft de conditie van tong en schol zien we voor beide soorten een afnemende trend in lengte en gewicht t.o.v. de leeftijd. Echter, de analyse steunt op een beperkt aantal observaties waardoor er een grote onzekerheid over dit resultaat is. Daarnaast is er nog geen verklaring voor deze dalende trends, alsook weten we niet in welke mate deze veranderingen een effect kunnen hebben op de reproductie capaciteit van de bestanden. Om de toekomst van de Belgische visserij in de Noordzee te garanderen is het belangrijk om een beter inzicht te krijgen in dit fenomeen via een ecosysteem benadering steunend op extra data verzameling.

Beleidsmatig is de belangrijkste conclusie van dit project dat de dynamiek van vispopulaties sterk kan verschillen gelinkt aan de schaal waarop deze wordt onderzocht. Dit heeft zowel economische (lokale visserijsector) als ook biologische gevolgen (vispopulaties, maar ook de gezondheid van de kraamkamers voor de Belgische kust en het ecosysteem in zijn geheel).

9. Referenties

Fulton, T.W., 1911. The sovereignty of the sea: an historical account of the claims of England to the dominion of the British seas and of the evolution of the territorial waters, with special reference to the rights of fishing and the naval salute. William Blackwood and Sons, Edinburgh.

Hintzen, N. T., Bastardie, F., Beare, D., Piet, G. J., Ulrich, C., Deporte, N., Egekvist, J., Degel, H., 2012. VMStools: Open-source software for the processing, analysis and visualisation of fisheries logbook and VMS data. Fisheries Research, 115-116, 31-43. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2011.11.007>

ICES. 2018a. Report of the Working Group on Electric Trawling (WGELECTRA). ICES Report WGELECTRA 2018 17 - 19 April 2018. IJmuiden, the Netherlands. 155pp.

ICES, 2018b. Report of the Working Group on Ecosystem Effects of Fishing Activities (WGECO). 12-19 April 2018. San Pedro del Pinatar, Spain. ICES CM 2018/ACOM: 27. 69pp.

ICES, 2019a. Sole (*Solea solea*) in Subarea 4 (North Sea). In Report of the ICES Advisory Committee, 2019. ICES Advice 2019, sol.27.4, <https://doi.org/10.17895/ices.advice.5642>

ICES, 2019b. Plaice (*Pleuronectes platessa*) in Subarea 4 (North Sea) and Subdivision 20 (Skagerrak). In Report of the ICES Advisory Committee, 2019. ICES Advice 2019, ple.27.420, <https://doi.org/10.17895/ices.advice.5644>

ICES, 2019c. Report of the Working Group on the Beam Trawl Surveys (WGBEAM). ICES Scientific Reports. In preparation.

ICES, 2019d. Cod (*Gadus morhua*) in Subarea 4, Division 7.d, and Subdivision 20 (North Sea, eastern English Channel, Skagerrak). In Report of the ICES Advisory Committee, 2019. ICES Advice 2019, cod.27.47d20, <https://doi.org/10.17895/ices.advice.5640>.

ICES, 2019e. Sea bass (*Dicentrarchus labrax*) in Divisions 4.b-c, 7.a, and 7.d-h (central and southern North Sea, Irish Sea, English Channel, Bristol Channel, and Celtic Sea). In Report of the ICES Advisory Committee, 2019, bss.27.4bc7ad-h, <https://doi.org/10.17895/ices.advice.4779>.

ICES, 2019f. Manual for the Offshore Beam Trawl Surveys, Version 3.4, April 2019, Working Group on Beam Trawl Surveys. 54pp. <http://doi.org/10.17895/ices.pub.5353>.

ICES, 2019g. Report of the Working Group on *Crangon* Fisheries and Life History (WGCRAN), 9-11 October 2019, ICES Headquarters, Copenhagen, Denmark. ICES CM 2018/EPDSG:06. 68pp.

Nash, R.D.M., Valencia, A.H., Geffen, A.J., 2006. The origin of Fulton's Condition Factor – Setting the Record Straight, Fisheries 31 (5).

O'Brien, C.M., Fox, C.J., Planque, B., Casey, J., 2000. Fisheries : climate variability and North Sea cod. Nature 404, doi: 10.1038/35004654.

Quirijns, F., Strietman, W.J., van Marlen, B., Rasenberg, M., 2013. Platvis pulsvisserij: Resultaten onderzoek en kennisleemtes. IMARES Wageningen UR rapport C193/13. 24pp.

R Core Team, 2019. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Rijnsdorp, A., de Haan, D., Smith, S., Strietman, W.J., 2016. Pulse fishing and its effects on the marine ecosystem and fisheries: An update of the scientific knowledge. Wageningen Marine Research report C117/16, 30pp. <https://doi.org/10.18174/405708>

Soetaert, M., Chiers, K., Duchateau, L., Polet, H., Verschueren, B., Decostere, A., 2015. Determining the safety range of electrical pulses for two benthic invertebrates: brown shrimp (*Crangon crangon* L.) and ragworm (*Alitta virens* S.). ICES Journal of Marine Science 72 (3), 973-980. doi:10.1093/icesjms/fsu176

Soetaert, M., Boute, P. G., Beaumont, W.R.C., 2019. Guidelines for defining the use of electricity in marine electrotrawling. ICES Journal of Marine Science, doi:10.1093/icesjms/fsz122.

Van der Reijden, K.J., Molenaar, P., Chen, C., Uhlmann, S.S., Goudswaard, P.C., van Marlen, B., 2017. Survival of undersized plaice (*Pleuronectes platessa*), sole (*Solea solea*), and dab (*Limanda limanda*) in North Sea pulse-trawl fisheries. ICES journal of Marine Science, doi:10.1093/icesjms/fsx019.

van Marlen, B., Wiegerinck, J.A.M., Van Os-Koomen, E., van Barneveld, E., Bol, R.A., Groeneveld, K., Nijman, R.R., Buyvoets, E., Vanden Berghe, C., Vanhalst, K., 2011. Vangstvergelijking tussen pulskorschepen en een conventioneel boomkor-vaartuig. IMARES C122b/11. 65 pp.

Woods, S., 2003. Thin plate regression splines. Journal of the Royal Statistical Society Series B (Statistical Methodology), 65(1):95-114, doi: 10.1111/1467-9868.00374

10. Bijlage 1

Bijlage 1 geeft een overzicht van de gebruikte VMS data. Algemeen geeft dit rapport een summier beschrijving en beperkte output van de gebruikte modellen. Meer informatie en details kunnen verkregen worden bij ILVO.

(0)= jaar (20XX); (1)=aantal observaties; (2)= aanlandingen (ton); (3) = lpue (kg u⁻¹); (4) = standaard afwijking (kg u⁻¹)

		TBB; BEL; GVS				TBB; BEL; KVS				PUL; NLD; GVS				PUL; NLD; KVS				TBB; NLD; GVS				TBB; NLD; KVS					
		(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)	
ton	06	1239	1619.3	13.2	31.1	490	571.6	10.9	19.4	0	-	-	-	0	-	-	-	-	2486	6992.6	10.4	13.6	805	743	4.7	10.2	
	07	1394	1833.4	29.7	245.6	436	747	14.9	20.6	0	-	-	-	0	-	-	-	-	2254	8597.9	14.1	13.5	498	1159	9.3	14.1	
	08	1325	1842.3	20.2	210.9	483	767.6	14.4	20.8	0	-	-	-	0	-	-	-	-	2134	8009.9	17.2	16.6	595	1091.7	9.3	13.9	
	09	1403	1957.7	13.5	31.4	384	804.4	12.1	16.4	271	207.5	24.3	28.8	0	-	-	-	-	1966	7840.8	17.8	24.7	803	1091.9	9.3	19.2	
	10	902	1679.6	19.3	38.1	396	844.9	13.4	23.1	470	472.9	24.1	23.5	0	-	-	-	-	2088	7022	15.7	19.5	645	799.7	7.4	9.3	
	11	852	1327.9	26.3	48.5	433	755.1	12	17.7	1057	1317.4	19.6	20.2	281	299.7	13.8	22.5	2086	5334.5	13.5	15.9	626	710.3	7.7	12.9		
	12	760	985.3	47	204.2	351	554.9	15.2	25.9	1325	3405.8	25.9	32.4	390	986.5	18.2	21.1	2079	3723.8	14.5	23.2	376	380	10.1	11.5		
	13	928	1066.3	30	123.1	288	556.6	70.1	658.3	1556	4243	27.9	32.2	418	1445.7	22.8	27.1	1776	3625.8	19	46.4	242	137.6	11.9	11.5		
	14	778	1481	48.3	106.1	375	656.3	29	45.1	1733	5377.5	24.6	30.7	396	993.3	24.4	46.3	1730	2193.3	16	40.1	215	118.6	13.2	21.5		
	15	943	1123.1	29.4	60.8	470	569.5	16.1	38.4	1976	6685.5	21.8	44.1	656	1267.6	17.1	27.3	1256	631.2	13	27.4	336	55.9	2.5	5.5		
	16	1106	966.2	34.2	82.8	319	375.4	23	94.9	1838	7906.1	31	201.5	538	1526.8	29.4	107.2	1366	569	9.6	19.9	335	64	10.7	45.4		
	17	1005	837.2	40.9	117.4	341	296.7	21.6	50.5	1901	6465.3	20.7	25.1	575	1113.4	20.8	40.2	1570	613	10.6	25.9	659	87.1	7	16.5		
	18	803	586.1	51.4	194.2	354	273.4	15.5	38.2	1899	6103.3	17.4	25.9	594	929.4	15.9	22.7	1730	1097.6	12.2	20	546	70	5.8	18.7		
	school	06	1239	1789.5	23.3	72.3	490	414.6	9.9	25	0	-	-	-	0	-	-	-	-	2486	19668.5	62.5	94.2	805	1339.5	21.4	62.2
		07	1394	2173.3	39.9	184.1	436	508.4	10.5	16.9	0	-	-	-	0	-	-	-	-	2254	20027.3	62.8	161.9	498	500	12.2	25.1
		08	1325	2258.2	26.3	73.6	483	669.4	12.9	20.4	0	-	-	-	0	-	-	-	-	2134	16718.3	77.6	198.9	595	792.7	18.6	40.5
		09	1403	2191	28.3	82.9	384	486.3	7.4	17.8	271	231	39.6	54	0	-	-	-	-	1966	19095.5	80.4	143.8	803	1040.3	20.8	48
		10	902	2307.5	52	234	396	791.6	16.3	55.5	470	840.4	70.4	128.6	0	-	-	-	-	2088	21978.8	107.1	224.8	645	1184.2	20.7	29.1
11		852	2288.7	55.6	111.3	433	953.9	16.8	35.3	1057	1882.1	43.9	67.9	281	169.7	22.5	55.2	2086	20826.6	105.7	188.8	626	1532.4	25.1	44.2		
12		760	1737	75.9	191	351	693.2	21	53.3	1325	3994.5	44.3	61.1	390	485	15.2	24.1	2079	21292.4	134.3	226.7	376	481.4	16.8	21.9		
13		928	2063	63.2	124.4	288	780.3	50.8	205.5	1556	5614.9	69.5	111.4	418	860.1	18.3	25.7	1776	21417.8	140	353.7	242	184.4	25.6	39.3		
14		778	2235.7	62.2	129	375	877.6	34.2	65.6	1733	9440.8	74.7	163.2	396	641.3	18.1	34.2	1730	12404	136.1	287.2	215	137.1	18.3	31.3		
15		943	2203	56.3	105.1	470	853.7	39.2	193.8	1976	15863.9	105.2	195.5	656	764.3	30.5	75.9	1256	7939.7	163.9	263.7	336	122.2	14.1	25.8		
16		1106	2772	109.3	218.8	319	803.9	49.6	109.8	1838	16125.2	121.8	513.7	538	826.8	26.3	70.8	1366	11217.8	203.2	383.9	335	653.8	174.4	897.2		
17		1005	2356.3	97.4	227.5	341	679.9	52.3	129.1	1901	12362.7	95	191.3	575	635.5	16.9	33.9	1570	8959.9	190.4	1535.1	659	1509	126.8	375.5		
18		803	1602.1	116.9	297.7	354	572.7	46.5	115.5	1899	9016.3	66.1	107.9	594	531.3	15.1	26.9	1730	7693.6	102.7	150.3	546	1112.6	89.4	170.7		

Contact

Lies Vansteenbrugge, Wetenschappelijk onderzoeker
Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek
Dier
Visserij en Aquatische productie
Ankerstraat 1
8400 Oostende
T +32 59 56 98 11
lies.vansteenbrugge@ilvo.vlaanderen.be

www.ilvo.vlaanderen.be
www.smartfisheries.be



Deze publicatie kan ook geraadpleegd worden op:
www.ilvo.vlaanderen.be/pers-en-media/publicaties

Vermenigvuldiging of overname van gegevens is toegestaan mits duidelijke bronvermelding.

ILVO

Aansprakelijkheidsbeperking

Deze publicatie werd door ILVO met de meeste zorg en nauwkeurigheid opgesteld. Er wordt evenwel geen enkele garantie gegeven omtrent de juistheid of de volledigheid van de informatie in deze publicatie. De gebruiker van deze publicatie ziet af van elke klacht tegen ILVO of zijn ambtenaren, van welke aard ook, met betrekking tot het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.

In geen geval zal ILVO of zijn ambtenaren aansprakelijk gesteld kunnen worden voor eventuele nadelige gevolgen die voortvloeien uit het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.

The logo for ILVO, consisting of the letters 'ILVO' in a bold, green, sans-serif font.

Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek
Burg. Van Gansberghelaan 92
9820 Merelbeke - België

T +32 9 272 25 00
ilvo@ilvo.vlaanderen.be
www.ilvo.vlaanderen.be