



UiT Norges arktiske universitet

Fakultet for biovitenskap, fiskeri og økonomi

Romlig og tidsmessig analyse av garn- og linefiske

En studie av fiskeriatferd i området Lofoten, Vesterålen og Senja (2011-2018)

Silje Steinsbø

Masteroppgave i fiskeri- og havbruksvitenskap FSK-3960 (60 stp.) august 2021

Forord

Denne masteroppgaven markerer avslutningen på fem lærerike år ved Norges fiskerihøgskole, UiT Norges arktiske universitet. Jeg vil her benytte anledningen til å takke noen av de som har kommet med uvurderlige bidrag på ferden.

Først vil jeg takke min hovedveileder Keshav Prasad Paudel (Førsteamanuensis i GIS, ved Norges fiskerihøgskole), for all verdifull hjelp gjennom det siste året. Jeg er evig takknemlig for ditt engasjement for både oppgaven min, og studenters læring generelt. Oppgaven og læringsprosessen rundt hadde aldri blitt det samme uten deg, og din tilstedeværelse.

Deretter vil jeg takke biveileder Kari Elida Eriksen (Stipendiat, ved Norges fiskerihøgskole), for mange tips og triks angående det å skrive master, samt for alle verdifulle kommentarer du har kommet med i utkastene mine. Din tilstedeværelse når det gjelder har helt klart satt sitt preg på oppgaven.

Jeg vil også takke Ingrid Maribu, for at du leste gjennom rubbel og bit av masteren i jakt på skriveleifer og uforståelige deler. Uten deg hadde masteren hatt dobbelt så mange komma.

Til sist vil jeg takke alle som har vært med på seilassen, både medstudenter, vitenskapelig ansatte, familie og venner.

Sammendrag

I denne oppgaven ble ERS- og VMS-data fra garn- og linefiske mellom 2011 og 2018, i hovedområde 00 og 05 (fra Fiskeridirektoratet), kartlagt og analysert i romlig og tidsmessig perspektiv. Dette ble gjort ved å bruke GIS-baserte analyser og maskinlæring for å avdekke trender i aktivitet, fangstmengde og fangstverdi i fiske med passive redskaper. Blant metodene som ble brukt var optimalisert hotspot-analyse (OHSA) og emerging hotspot analyse (EHSA). Dette er den første studien som har anvendt EHSA på fangstdata fra fiskeri, så vidt undertegnede bekjent. I tillegg ble det anvendt geografisk vektet regresjon (GWR) og random forest regresjonsmodell (RFR), for å undersøke sammenhenger mellom fiskeaktivitet, fangstmengde og fangstverdi og topografiske, klimatiske og sosioøkonomiske variabler.

Det ble avdekket signifikante mønster i romlig og tidsmessig perspektiv fra fangstdataene. Klynger av høy aktivitet, fangstmengde og fangstverdi fra garnfiske ble spesielt avdekket nordvest i havet av Senja, vest av den nordlige delen av Andøya og i området rundt Røst, mens klynger fra linefiske spesielt ble funnet vest i havet av Ringvassøya og Kvaløya, vest for Andøya og ved Moskenesøya, Flakstadøya og Vestvågøy. Av tidsmessige trender som ble funnet utpekte fiskeri i vårsesongene seg ved å ha forskjellig mønster fra resterende sesonger. Videre ble det funnet at det var romlig variasjon i påvirkning fra topografiske, klimatiske og sosioøkonomiske variabler på aktivitet, fangstmengde og fangstverdi, samt at de forklaringsvariabler som var inkludert i oppgaven hadde relevans for fangstmengde og fangstverdi.

Abstract

In this thesis, ERS and VMS data from Norwegian gillnet and line fishery between 2011 and 2018, in main statistical areas 00 and 05 (from Directorate of Fisheries), were mapped and analyzed in a spatiotemporal perspective. This was done using GIS-based analyzes and machine learning to reveal trends in activity, catch quantities and revenue from passive gear fishery. Among the methods used were optimized hot spot analysis (OHSA) and emerging hot spot analysis (EHSA). This is the first study to have applied EHSA to logbook data, as far as the undersigned acquaintance. In addition, geographically weighted regression (GWR) and random forest regression model (RFR) were used to investigate correlations between fishing activity, catch quantities and revenue and topographic, climatic and socio-economic variables.

Significant patterns in spatial and temporal manner were revealed from the logbook data. Clusters of high activity, catch quantities and revenues in the gillnet fishery were especially discovered northwest of Senja, west of the northern part of Andøya, and in the area around Røst, while clusters from the line fishery were especially found west of Ringvassøya and Kvaløya, west of Andøya and by Moskenesøya, Flakstadøya and Vestvågøy. Out of the time patterns that were found, fishing in spring seasons differed from the remaining seasons. Furthermore, it was revealed spatial variation in the influence of topographic, climatic and socio-economic variables on activity, catch quantities and revenues. The study also identified most important factors that were relevant for catch quantity and revenue.

Innholdsfortegnelse

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Introduksjon | 1 |
| 1.1 | Forskningsspørsmål | 4 |
| 1.2 | Oppbygging av oppgaven | 4 |
| 2 | Konseptuelle rammeverk | 5 |
| 2.1 | Norsk fiskeri | 5 |
| 2.2 | Bruk av ERS- og VMS-data i analyser av fiskeriatferd | 6 |
| 2.3 | Kompleksitet i fiskeriatferd | 8 |
| 2.4 | Kartlegging og romlige analyser | 9 |
| 2.4.1 | Romlig autokorrelasjon og hotspot-analyser | 10 |
| 2.4.2 | Drivende faktorer | 11 |
| 3 | Metode | 14 |
| 3.1 | Studieområde | 14 |
| 3.2 | Data og forbehandling | 15 |
| 3.2.1 | Arealavgrensninger | 16 |
| 3.2.2 | ERS- og VMS-data | 16 |
| 3.2.3 | Havoverflatetemperatur (SST) | 17 |
| 3.2.4 | Bentiske topografiske variabler | 18 |
| 3.2.5 | Kostnadsvariabler | 18 |
| 3.2.6 | Inntektsvariabel | 18 |
| 3.2.7 | Kvoter | 19 |
| 3.2.8 | Fartøystørrelse | 19 |
| 3.2.9 | Oppdeling av data etter tid | 20 |
| 3.3 | Deskriptiv statistikk | 20 |
| 3.4 | Analyser av romlige og tidsmessige mønster | 20 |
| 3.4.1 | Global autokorrelasjon | 21 |
| 3.4.2 | Tidsmessige mønster | 21 |
| 3.4.3 | Romlige klynger | 22 |
| 3.4.4 | Romlige og tidsmessige klynger | 22 |
| 3.5 | Undersøkelse av drivende faktorer | 24 |
| 3.5.1 | Geografisk vektet regresjon (GWR) | 24 |
| 3.5.2 | Random forest regresjonsmodell (RFR) | 25 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4 | Resultater..... | 26 |
| 4.1 | Deskriptiv statistikk..... | 26 |
| 4.2 | Romlige og tidsmessige mønster..... | 27 |
| 4.2.1 | Global autokorrelasjon..... | 27 |
| 4.2.2 | Tidsmessige mønster..... | 27 |
| 4.2.3 | Konsentrasjoner av garnfiske..... | 33 |
| 4.2.4 | Konsentrasjoner av linefiske..... | 43 |
| 4.3 | Drivende faktorer..... | 54 |
| 4.3.1 | Geografisk vektet regresjon (GWR)..... | 54 |
| 4.3.2 | Random forest regresjonsmodell (RFR)..... | 59 |
| 5 | Diskusjon..... | 61 |
| 5.1 | Tidsmessige mønster..... | 61 |
| 5.1.1 | Tidsmessige trender vest av Andøya..... | 63 |
| 5.2 | Romlige mønster..... | 64 |
| 5.3 | Drivende faktorer..... | 65 |
| 5.3.1 | Fartøylengde og kostnad til havn ved Røst..... | 66 |
| 5.4 | Datamateriale..... | 67 |
| 5.4.1 | Aktivitet, fangstmengde og fangstverdi som responsvariabler..... | 67 |
| 5.4.2 | Økonomiske variabler..... | 68 |
| 5.4.3 | Data innenfor studieområdet..... | 68 |
| 5.5 | OHSA, vedvarende konsentrasjoner og EHSA..... | 69 |
| 5.6 | Fremtidige studier..... | 70 |
| 6 | Konklusjon..... | 72 |
| | Referanseliste..... | 73 |
| | Vedlegg A..... | 80 |
| | Vedlegg B..... | 81 |
| | Vedlegg C..... | 82 |
| | Vedlegg D..... | 84 |
| | Vedlegg E..... | 85 |
| | Vedlegg F..... | 86 |
| | Vedlegg G..... | 87 |
| | Vedlegg H..... | 88 |

Figurliste

- Figur 3.1.** Studieområdet, med utvalgte stedsnavn langs kysten, territorialgrensa (12 nautiske mil), yttergrense for tilstøtende sone (24 nautiske mil) (Kartverket, 2021) og markering for areal som er stengt for fiske med garn- og lineredskaper (Fiskeridirektoratet, 2021), samt oversiktskart med inndeling etter fiskerihovedområder (oppgitt ved nummer). **Side 14**
- Figur 3.2.** Illustrasjon av en rom-tid-kube (inspirert av ESRI, u.å. a). **Side 23**
- Figur 4.1.** Antall unike fartøy i ERS- og VMS-dataene, per lengdegruppe, i a) garnfiske og b) linefiske, per år, basert på unike radiokallesignal. Rød linje indikerer fartøylengdegruppe 1 (14,99 – 20,99 m), gul linje indikerer fartøylengdegruppe 2 (21,00 – 27,99 m) og blå linje er for fartøylengdegruppe 3 (> 28 m). **Side 27**
- Figur 4.2.** Geografisk senter av fangstmengde per måned (oppgitt ved tall for måned og farge i henhold til tegnforklaring for sesongtilhørighet), samt geografisk senter for alle observasjoner, fra a) garnfiske og b) linefiske. **Side 28**
- Figur 4.3.** Geografisk senter av fangstmengde per år (oppgitt ved årstall og farge i henhold til tegnforklaring fra start til slutt av studieperioden), samt geografisk senter for alle observasjoner, fra a) garnfiske og b) linefiske. **Side 28**
- Figur 4.4.** Geografisk senter av fangstmengde per fartøylengdegruppe i sesong (oppgitt ved tall for fartøylengdegruppe, der 1 = 14,99 – 20,99 m, 2 = 21,00 – 27,99 m og 3 = > 28 m, og farge i henhold til tegnforklaring for sesongtilhørighet), samt geografisk senter for alle observasjoner, fra a) garnfiske og b) linefiske. **Side 29**
- Figur 4.5.** Tidsmessige endringer i fiskeklynger, basert på fiskeår, for a) garn og b) line, der klynger av blå ruter har relativt flere fiskeobservasjoner i tidligere år, klynger av grå ruter har fiskeobservasjoner fra en heterogen blanding av årstall og klynger av røde ruter har relativt flere observasjoner i senere år. **Side 30**
- Figur 4.6.** Kernel density for garnfiskeaktivitet i a) 2011 og b) 2018, begge symbolisert med kontinuerlig skala fra 2011, der nedre verdi var lavere enn for 2018, og øvre verdi var høyere enn den for 2018. **Side 32**
- Figur 4.7.** Kernel density for linefiskeaktivitet i a) 2011 og b) 2018, begge symbolisert med kontinuerlig skala fra 2011, der nedre verdi var lavere enn for 2018, og øvre verdi var høyere enn den for 2018. **Side 32**
- Figur 4.8.** Konsentrasjoner av hotspots fra fangstverdi i garnfiske, fra OHSA av hele studieperioden. **Side 33**
- Figur 4.9.** Konsentrasjoner av vedvarende høy fangstmengde i garnfiske, basert på OHSA av observasjoner delt i år. **Side 34**
- Figur 4.10.** Konsentrasjoner av vedvarende høy fangstverdi i garnfiske, basert på OHSA av observasjoner per sesong, per år, delt i sesongene a) vinter, b) vår, c) sommer og d) høst. **Side 35**
- Figur 4.11.** Konsentrasjoner av vedvarende høy fangstmengde i garnfiske, basert på OHSA av observasjoner delt i måned av året. **Side 36**
- Figur 4.12.** Rom-tid-klynger fra EHSA, av aktivitet i garnfiske, gjennom hele studieperioden, med tidsintervall a) tre måneder og b) én måned. **Side 36**
- Figur 4.13.** Rom-tid-klynger fra EHSA, av aktivitet i garnfiske, per år (der 2011, 2012 etc. angir år), med én måned tidsintervall, og I) er oversiktskart. **Side 38**
- Figur 4.14.** Rom-tid-klynger fra EHSA, av fangstverdi i garnfiske for hver av sesongene a) vinter, b) vår, c) sommer og d) høst, med tre måneders tidsintervall. **Side 39**
- Figur 4.15.** Rom-tid-klynger fra EHSA, av fangstmengde i garnfiske for hver av årets måneder (der Jan., Feb. etc. angir måned), med én måneds tidsintervall. **Side 41**

- Figur 4.16.** *Konsentrasjoner av hotspots og coldspots fra a) aktivitet og b) fangstverdi i linefiske, fra OHSA av hele studieperioden.* **Side 43**
- Figur 4.17.** *Konsentrasjoner av vedvarende høy aktivitet i linefiske, basert på OHSA av observasjoner delt i år.* **Side 44**
- Figur 4.18.** *Konsentrasjoner av vedvarende høy aktivitet i linefiske, basert på OHSA av observasjoner per sesong, per år, delt i sesongene a) vinter, b) vår, c) sommer og d) høst.* **Side 46**
- Figur 4.19.** *Konsentrasjoner av vedvarende høy aktivitet i linefiske, basert på OHSA av observasjoner delt i måned av året.* **Side 47**
- Figur 4.20.** *Rom-tid-klynger fra EHSA, av aktivitet fra linefiske, gjennom hele studieperioden, med tidsintervall a) tre måneder og b) én måned.* **Side 48**
- Figur 4.21.a.** *Rom-tid-klynger fra EHSA av aktivitet i linefiske, per år i 2011-2014 (der 2011, 2012 etc. angir år), med én måned tidsintervall.* **Side 49**
- Figur 4.21.b.** *Rom-tid-klynger fra EHSA av aktivitet i linefiske, per år i 2015-2018 (der 2015, 2016 etc. angir år), med én måned tidsintervall.* **Side 50**
- Figur 4.22.** *Rom-tid-klynger fra EHSA av fangstverdi i linefiske, for hver av sesongene a) vinter, b) vår, c) sommer og d) høst, med tre måneders tidsintervall.* **Side 51**
- Figur 4.23.** *Rom-tid-klynger fra EHSA av aktivitet i linefiske, for hver av årets måneder (der Jan., Feb. etc. angir måned), med én måneds tidsintervall.* **Side 53**
- Figur 4.24.** *GWR-resultater for garnfiskeaktivitet, basert på modell 4, der a) er avviksresidual, b) koeffisienter for SST, c) koeffisienter for totalkvote, d) koeffisienter for BPI, e) koeffisienter for kostnad til havn og f) er koeffisient for fartøylengde.* **Side 56**
- Figur 4.25.** *GWR-resultater for linefiskeaktivitet, basert på modell 4, der a) er avviksresidual, b) koeffisienter for SST, c) koeffisienter for totalkvote, d) koeffisienter for BPI, e) koeffisienter for kostnad til havn og f) er koeffisient for fartøylengde.* **Side 57**
- Figur 4.26.** *De tilgjengelige uavhengige variabelenes relative relevans (%) for a) log-FM i garnfiske, b) log-FV i garnfiske, c) log-FM i linefiske og d) log-FV i linefiske, samt R^2 , p-verdi og standardfeil for valideringsverdier, fra RFR, funnet gjennom 500 beslutningstrær.* **Side 59**

Tabelliste

- Tabell 3.1.** *Fartøylengdegrupper.* **Side 20**
- Tabell 4.1.** *Kombinasjoner av forklaringsvariabler (modell 1-4) testet for å finne beste modell til å forklare aktivitet i garnfiske og linefiske, med avvik forklart (Var.for) av OLS og GWR, samt AICc fra GWR-modellene, der grønn bakgrunn markerer de beste modellene, SST er overflatetemperatur, TK er totalkvote, BPI er batymetrisk posisjonsindeks, KH er kostnad til havn, KL er kostnad til land, MK er motorkraft og FL er fartøylengde.* **Side 55**

1 Introduksjon

Fiskeri har vært viktig for menneskene i Norge i årtusener (Hallenstvedt og Dørum, 2020). Aktivitet av kommersielt fiske har foregått, og foregår, over store arealer langs den norske kysten, med svært sesongvarierende innsats. Både hvilke områder det fiskes i og den varierende innsatsen skyldes i stor grad de kommersielt interessante artenes vandringsmønster og biologi (Meld. St. 32 (2018-2019)). Eksempel på dette er den intensive aktiviteten som foregår i Lofoten og Vesterålen på vårparten, når skreien (*Gadus Morhua*), som er verdens største torskebestand, kommer på gytevandring fra Barentshavet (Havforskningsinstituttet, 2019).

Taktikken til de kommersielle fiskerne, som inkluderer valg av fiskefartøy, fiskeredskap, fiskelokasjoner og fisketid etc. er ofte knyttet til mønster i livssyklusen til de ulike fiskeartene (Pelletier og Ferraris, 2000). Selv om valg av fiskested og tid gjerne knyttes til svingninger i naturlige fenomen (som lenge har vært sentralt i fiskeriforskning), er det flere som gjennom tiden har understreket at det finnes sosiale og økonomiske faktorer som bør betraktes tyngre i søken på bedre forståelse av fiskeriaktivitet (Hilborn, 1985; Salas og Gaertner, 2004; Branch mfl., 2006; van Putten mfl., 2011). Dette både for bedre ressurskontroll, men også for å styrke forholdet mellom næring og forvaltning. Analyser av fiskeridata med romlig og tidsmessig komponent er blant metodene som er foreslått å kunne heve kunnskapen om det komplekse systemet som fiskeri inngår i (Salas og Gaertner, 2004; Dolder mfl., 2020). Forståelse av romlige og tidsmessige mønster, samt drivere bak trender i fiskeriaktivitet, er essensielle komponenter i forvaltning av både fiskebestander og fiskerier.

En rekke klimatiske, økonomiske og sosiale faktorer kan påvirke hvilke sted og tidspunkt fiskeri foregår, hvorav den viktigste er hvor og når de kommersielt viktige bestandene er til stede. Blant klimatiske faktorer kan for eksempel temperatur ha stor betydning for hvor fiskebestander befinner seg (Frainer mfl., 2017). Videre kan topografiske forhold, som dyp, helning, bunnsstrat etc. påvirke både hvor fisken oppholder seg (Franks, 1992), hvor det er høy produktivitet (Borland mfl., 2021), og hvor det er hensiktsmessig for fiskere å anvende fiskeredskaper (Karlsen, 1997). I garn- og linefiske har i tillegg til bunnforhold også strømforhold stor betydning for hvor det er hensiktsmessig å drive fiske (Karlsen, 1997).

Økonomiske forhold som kan knyttes til sted og tid for fiskeriaktivitet er for eksempel hvor store drivstoffkostnader som er knyttet til tid og sted (Maina mfl., 2018), eller i hvilke

områder og til hvilke tider det er ventet å få fangster med stor fangstverdi (Dreyer og Isaksen, 2019), basert på for eksempel fiskepris (Asche mfl., 2015). Andre eksempler på økonomiske forhold som kan virke inn på fisketaktikk er skatter, avgifter og potensielle subsidier. Ulike fartøy- og redskapsspesifikasjoner kan i tillegg være viktig for valg av fiskeklass. Ulike fiskestrategiske valg som blir tatt i kommersielt fiske har til syvende og sist mål om å maksimere økonomisk profitt (Vilela mfl., 2021). Når det kommer til sosiale faktorer kan blant annet reguleringer, som stenging av areal, adgangsbegrensninger og kvoter, ha innvirkning på valg av fiskeklass. Det samme kan erfaring og flåtedynamikk (Hilborn, 1985), samt hjemmehavn (St. Martin og Hall-Arber, 2008).

Den senere tid har fokus på innsamling og deling av posisjonsdata fra fiske- og fangstfartøy blitt stadig større, både for å forsterke fiskerikontroll, men også for å ha et bedre grunnlag for kartlegging av fiskeinnsats i forbindelse med økt konkurranse om sjøareal (NOU 2019:21). Fremveksten av elektronisk rapportering som inkluderer fiskefartøys posisjon (VMS-data) og fangst- og aktivitetsdata (ERS-data) har revolusjonert den romlige og tidsmessige vitenskapen bak utbredelse av fiskeinnsats (Lee mfl., 2010). Kartlegging av denne typen data har blant annet økt kunnskap om ressursuttak, fiskebestandene og deres utbredelse (Lee mfl., 2010 og ref. deri), hvilke arealer som har vært brukt i fiske (Fiskeridirektoratet, 2019), samt hvilke miljøavtrykk fiskeri har (Hintzen mfl., 2012 og ref. deri).

VMS-data har blitt samlet inn i den europeiske unionen (EU) fra 2000 (EC, 2002; Hintzen mfl., 2012), og i Norge har alle fiske- og fangstfartøy over 15 m (største lengde), samt de over 12 m som fisker utenfor 4 nautiske mil fra grunnlinja ved Skagerakk, vært pålagt å rapportere ERS- og VMS-data siden 2009 (ERS-forskriften, 2009). Dette gir et unikt datagrunnlag til analyser av romlige og tidsmessige variasjoner i fiskeriaktivitet. Fra 2022, starter etter planen en gradvis implementering av krav om rapportering også fra de fiske- og fangstfartøy som er under 15 m (Fiskeridirektoratet, 2020c). ERS- og VMS-data fra norsk fiskeri er det mest sentrale datagrunnlaget som skal brukes i denne studien.

Sett bort fra at ERS- og VMS-data kan være en brikke i forståelse av bestandsdynamikk og biologiske prosesser, er kartlegging av fiskeinnsats i forbindelse med økt konkurranse om sjøareal også viktig. Gjennom tiden har stadig flere aktører benyttet seg av sjøareal. Siden 1970-tallet har for eksempel både petroleumsnæringen og oppdrettsnæringen vokst seg store (Christensen mfl., 2014), hvilket har endret dynamikken i bruk av sjøareal langs kysten, gjort noen arealer mer attraktive enn andre og generelt skapt grobunn for stadig flere

brukerkonflikter. I tillegg har det oppstått et skille mellom de som til ulike formål ønsker å *bruke* sjøareal og de som med ulike hensikter ønsker å *bevare* sjøareal (Johnsen og Hersoug, 2012).

Dess flere som ønsker å benytte seg av sjøareal, dess viktigere blir det med kunnskapsbasert forvaltning av arealene, slik at forvaltere kan gjøre beslutninger og avveininger mellom ulike hensyn tydelige. I Norge blir det lagt vekt på at havforvaltningen skal bygge på et tilstrekkelig kunnskapsgrunnlag fra forskning, miljøovervåkning og kartlegging (Meld. St. 20 (2019-2020)). Det er nylig funnet, gjennom spørreundersøkelse, at en dagsaktuell utfordring for tillitsfull sameksistens og bærekraft i det norske havrom, er at forskjellige næringer bruker ulike kunnskapsgrunnlag når avgjørelser blir tatt, herunder også ulike kartgrunnlag (Menon Economics og SINTEF Ocean, 2020). Et av feltene der det er behov for forståelse av romlige og tidsmessige mønster er innen fiskeri. At spesifikke fiskerier har større sesongmessige variasjoner er en av grunnene til at dette er viktig.

Undersøkelser av fenomener i romlig og tidsmessig perspektiv, i forsøk på å finne, kvantifisere, visualisere og koble trender, er en viktig studieretning (An mfl., 2015). Fremveksten av digitale analysemetoder, herunder geografiske informasjonssystemer (GIS), samt økt innsamling og tilgang til elektroniske data, har de siste tiår muliggjort statistiske og romlige undersøkelser som kan beskrive fenomener i tid og rom, både effektivt og detaljert (Walsh mfl., 2002; An mfl., 2015).

I denne studien vil ERS- og VMS-data bli kartlagt i romlig og tidsmessig perspektiv, ved å bruke GIS-baserte analyser. Blant de mest brukte metodene for å avdekke romlige mønster finner vi globale autokorrelasjonsmål og lokale hotspot-analyser, som Moran's I (Moran, 1950) og Getis-Ord G_i^* (Getis og Ord, 1992; Getis og Ord, 1995). Denne studien vil bruke optimalisert hotspot-analyse (OHSA) (ESRI, u.å. c) og emerging hotspot-analyse (EHSA) (ESRI, u.å. b) for å avdekke romlige og tidsmessige trender i dataene. Både OHSA og EHSA anvender Getis-Ord G_i^* for å finne hotspots, men kun EHSA av de to har analyse av tidsmessige mønster innebygd. EHSA er ikke brukt på ERS- og VMS-data tidligere.

Undersøkelser av sammenhenger mellom fiskeriaktivitet og klimatiske, økonomiske og sosiale forhold har også blitt mer tilgjengelige gjennom GIS. Blant annet kan geografisk vektet regresjon (*geographically weighted regression*, GWR) gi et godt bilde av hvorvidt sammenheng mellom fenomener varierer i et romlig perspektiv, selv om man har store

datasett. Denne studien vil bruke statistisk analyse, gjennom GWR (Brunsdon mfl., 1996) og maskinlæring, gjennom random forest regresjonsmodell (RFR) (Breiman, 2001), for å undersøke sammenhenger mellom fiskeriaktivitet og havflatetemperatur (*sea surface temperature*, SST), topografiske variabler, økonomiske variabler og totalkvoter.

1.1 Forskningsspørsmål

Målet med denne studien er å kartlegge og analysere konsentrasjoner av aktivitet, fangstmengde og fangstverdi fra fiske med passive redskaper, i romlig og tidsmessig perspektiv. Dette skal gjøres ved å undersøke og koble sammen ERS- og VMS-data fra Fiskeridirektoratet og månedsgjennomsnittlige fiskepriser per art, distribuert av Råfisklaget.

Hovedproblemstillingen i oppgaven er:

Har det vært romlige og tidsmessige trender i garn- og linefiske, mellom 2011 og 2018?

Dette søkes besvart gjennom følgende underproblemstillinger:

- *Har romlige trender i aktivitet, fangstmengde og fangstverdi fra fiskeri variert mellom år, sesonger og måneder?*
- *Har aktivitet, fangstmengde og fangstverdi fra fiskeri vært relativt høyere i noen arealer, enn andre?*
- *Hva er de viktigste drivende faktorene for romlige og tidsmessige mønstre i fiskeriatferd?*

1.2 Oppbygging av oppgaven

Opgaven er organisert med først en kort introduksjon til temaet (kartlegging av fiskeriaktivitet i rom og tid), samt beskrivelse av oppgaven (kapittel 1). Deretter kommer et kapittel som inneholder det konseptuelle rammeverket for studien (kapittel 2), som først fokuserer på norsk fiskeri og ERS- og VMS-data, deretter hvilke faktorer som kan påvirke fiskeri og til sist en del som tar for seg teori knyttet til kommende analyser. I kapittel 3 (metode) forklares det nærmere hva som er gjort i oppgaven og hvorfor, fra området som skal analyseres, via data og forbehandling av data, til analyser som er kjørt på dataene. Etter dette presenteres resultatene fra analysene i kapittel 4. Og sist, men ikke minst, kommer kapittel 5, som inneholder diskusjon av funn i oppgaven og begrensninger ved studien, samt kapittel 6, der hovedproblemstilling, samt underproblemstillingene, blir besvart i kortfattetet.

2 Konseptuelle rammeverk

I dette kapitlet utredes først utviklingen i norsk fiskeri i korte trekk, deretter rapporteringen av ERS- og VMS-data og hvordan denne type data tidligere er brukt for å undersøke fiskeriatferd, kompleksiteten som ligger bak fiskeriatferd, og til slutt hvordan kartlegging og romlige analyser kan gjennomføres.

2.1 Norsk fiskeri

Fiskeri som næring har vært viktig for Norge i lang tid, og regnes gjerne som en tradisjonell næring. Dette betyr dog ikke at næringen har vært statisk. Bruk av mange ulike fiskemetoder og fiskeredskaper, er et kjennetegn ved det norske fiskeri (Karlsen, 1997). Gjennom de siste 100 år har teknologiutvikling økt fangsteffektiviteten, og dermed også endret strukturen til fiskeflåten. Motorisering av båter, innføring av ekkolodd og sonar, utvikling av kraftblokk, økt bruk av kunstfiber som redskapsmaterial og tilkomst av maskinell lineegning er blant fenomenene som har hevet fangsteffektiviteten betydelig (Halaas, 1946; Christensen mfl., 2014).

I løpet av 1900-tallet gikk fisket i tillegg fra å være åpent til lukket. Dette handlet i stor grad om en fremvoksende aksept for at forvaltning av fiskeressursene var nødvendig om ressursgrunnlaget skulle bestå, og som følge av dette, innføring av strenge reguleringstiltak (Christensen mfl., 2014). 1970-tallet var et hendelsesrikt tiår i så måte. Først ved at pelagisk sektor ble underlagt strenge reguleringer som følge av sildekollapsen på slutten av 1960-tallet, deretter ved at fartøykvoter for trålflåten ble innført i 1976, og sist, men ikke minst, ved innføringen av 200-mils økonomiske soner i 1977. Torskestoppen 18. april 1989, som ble etterfulgt av individuelle fartøykvoter i 1990, kan også ansees som en del av lukkingen av fiskeriet (Christensen mfl., 2014).

Antall fiskere og fiskefartøy har etter andre verdenskrig blitt sterkt redusert, både som konsekvens av økt fangsteffektivitet og struktureringstiltak (NOU 2019:21). I 1945 var det 30 666 norske fiskefartøy, mot 6 018 fiskefartøy i 2018 (Statistisk sentralbyrå, SSB, 2020b). På samme tid har fangsteffektiviteten gått fra under 10 tonn per fisker i 1945, til over 220 tonn per fisker i 2018 (NOU 2019:21). Fra år 2011 til 2018, som korresponderer med studieperioden i denne studien, ble antallet registrerte fiskefartøy redusert fra 6 250 til 6 018 (SSB, 2020b). I 2018 hadde over 90% av fartøyene i fiskeflåten faktisk lengde under 15 m,

mens den større fiskeflåten (>15 m faktisk lengde) høstet over 90% av fangstkvantum samme år (Fiskeridirektoratet, i NOU 2019:21).

Fundamentale endringer i norsk fiskeri, gjennom modernisering, regulering og reduksjon i antall fiskefartøy har hatt signifikant påvirkning på romlige og tidsmessige mønster av fiskeriaktivitet. I denne studien vil den romlige og tidsmessige distribusjonen av norsk fiske mellom 2011 og 2018 bli undersøkt.

2.2 Bruk av ERS- og VMS-data i analyser av fiskeriatferd

Siden 2009 har alle norske fiske- og fangstfartøy med største lengde på 15 m eller over, vært pålagt å rapportere VMS-data uavhengig av hvor de befinner seg, og dersom de driver fiske og fangst skal i tillegg ERS-data rapporteres (ERS-forskriften, 2009, § 7). VMS-dataene skal inneholde fartøyets identifikasjon, fartøyets geografiske posisjon, dato og tidspunkt for posisjon, fart og kurs på rapporteringstidspunkt, samt hvilken rapporttype innsendingen er (ERS-forskriften, 2009, § 8). I ERS-rapportering skal det sendes inn melding om både havneavgang (DEP), fangst (DCA) og havneanløp (POR). DEP-, DCA- og POR-melding skal alle inneholde meldingstype, meldingsnummer, radiokallesignal, skipperens navn, meldingsdato og meldingstid (ERS-forskriften, 2009, § 11-13). I denne studien skal ERS- og VMS-data, fra Fiskeridirektoratet, for garn- og linefiske brukes som datagrunnlag.

Selv om det samles inn store mengder data fra fiskeriaktivitet, oftest med mål om å bedre kunnskap brukt i ressurskontroll og forvaltning, er det påpekt at det fortsatt er en vei å gå når det kommer til datakvalitet, systematisk analysearbeid og deling av data mellom kontrollmyndigheter (NOU 2019:21).

Tidligere har VMS-data blitt brukt til å kartlegge fiskeri og til kategorisering av aktivitet, basert på posisjoner og modeller for hvilken hastighet som typisk hører sammen med gitt aktivitet (Witt og Godley, 2007; Bastardie mfl., 2010; Lee mfl., 2010). Den senere tid har sammenkobling av ERS- og VMS-data åpnet for en ny type analyser, i og med at dataene allerede inneholder hvilken aktivitet som hører til en gitt posisjon (Bastardie mfl., 2010). Fokus har derfor flyttet seg fra å i stor grad handle om hvilken aktivitet som foregår i et areal, til hvorfor aktiviteten foregår i et gitt areal. Under følger kort oppsummering av noen studier som har analysert ERS- og/eller VMS-data.

Deng mfl. (2005) undersøkte for eksempel potensialet i bruk av VMS-data ved å bruke data fra rekefiske i Australia, for å finne tråltrekk, trålintensitet og trålingens påvirkning på den

gitte rekebestanden. Rekefisket ble funnet å ikke være fordelt tilfeldig i rom og tid, hvilket var en kontradiksjon til modellene som forvaltningen brukte (Deng mfl., 2005).

Jalali mfl. (2015) brukte ERS- og VMS-data fra kommersielt dykkefiskeri av balcklip abalone (en australsk spiselig sjøsnegl), for å kartlegge dykkefiskeriets fotavtrykk. Studien brukte GIS-basert hotspot-analyse for å detektere mønster av høye og lave konsentrasjoner av fangst per enhet innsats (*catch per unit effort*, CPUE) per år (2008-2011), og laget kart med kumulativ fordeling av hotspots, for å finne om hotspotene hadde lik fordeling mellom årene. I tillegg brukte studien generalisert additiv-mikset-modell (GAMM) for å undersøke om det var sammenhenger mellom CPUE og topografiske variabler. Jalali mfl. (2015) fant både at det var romlig og tidsmessig avhengighet i CPUE, samt at innsatsen fra dykkefiskeriet sammenfalt med spesielle topografiske forhold.

Maina mfl. (2018) undersøkte potensialet i VMS-data, ved å analysere trålaktivitet i Middelhavet. Romlig, tidsmessig og vedvarende fiskeinnsats ble analysert blant annet ved å avdekke, og kartlegge vedvarende innsats etter antall måneder i året et areal ble funnet å ha høy aktivitet, samt antall måneder gjennom hele studieperioden (2010-2015) høy aktivitet ble avdekket. Studien fant romlige og tidsmessige mønstre i trålaktiviteten. Maina mfl. (2018) fant i tillegg sammenhenger mellom trålaktiviteten og klimatiske og økonomiske variabler, gjennom generalisert additivmodell (GAM). At fiskeinnsats var høyere på dyp over 250 m., mellom 15 og 55 km fra havn og i områder med høye forekomster av klorofyll-a, samt at fiskeinnsats var negativt korrelert med drivstoffpris, var blant funnene i studien (Maina mfl., 2018).

Ommundsen (2020) analyserte og kartla trål- og linefiskeaktivitet i Barentshavet (fra ERS- og VMS-data) ved å bruke GIS-baserte metoder. Dette gjorde han blant annet ved å bruke kumulative analyser av hotspots fra CPUE, i årlig og sesongmessig perspektiv. For å undersøke drivende faktorer i fiskeri, brukte Ommundsen GWR for å finne sammenhenger mellom vedvarende hotspots og topografiske variabler, årlig havoverflatetemperatur (*sea surface temperature*, SST), distanse til land og distanse til fiskebanker. Fra ERS- og VMS-dataene ble det avdekket romlig avhengighet i fiskeriatferd og variasjoner mellom sesonger og mellom år. Av GWR fant Ommundsen at det var sammenheng mellom topografiske variabler og de områder som var hyppigst funnet å være hotspot.

I denne studien vil ERS-data av typen DCA-melding, koblet sammen med VMS-data, brukes for å undersøke aktivitet, fangstmengde og fangstverdi i garn- og linefiske, gjennom romlige og tidsmessige analyser. Studien skal både bruke kumulative analyser av hotspots, som blant annet Jalali mfl. (2015), Maina mfl. (2018) og Ommundsen (2020) har brukt, samt bruke EHSA for å undersøke trender i disse dataene.

2.3 Kompleksitet i fiskeriatferd

Kommersielt fiskeri består av to hovedelementer: bestander av fisk i sitt økosystem og mennesker som høster av bestandene (Branch mfl., 2006). Fiskeriatferd er utvilsomt et komplekst forskningsfelt. Dette kommer av at utallige faktorer spiller inn på både hvor fiskebestandene befinner seg, men også på hvor en fisker velger å fiske. Intensiv innsats er tidligere lagt ned i å estimere bestandsstørrelser og de biologiske aspektene som henger sammen med fiskeri (Branch mfl., 2006).

Fiskebestander har hver sine preferanser hva angår biologiske og klimatiske forhold. Dette handler om alt fra hvilke byttedyr og næring de foretrekker (Olsen mfl., 2009), ved hvilke temperaturer de er mest tilfredse (Frainer mfl., 2017), og hvilke topografiske forhold som passer best til deres livsløp (Olsen mfl. 2009). Gjennom ulike faser av sin livssyklus, for eksempel på larvestadiet, under oppvekst og ved gyting, kan de i tillegg ha skiftende preferanser til disse forholdene (Olsen mfl., 2009). Eksempel på dette er nordøstarktisk torsk (skrei) som kommer sørover fra Barentshavet for å gyte i Vestfjorden og på bankene utenfor Lofoten, Vesterålen og Troms (Føyn mfl., 2002). Forhold som dette påvirker når og hvor de ulike kommersielle artene befinner seg, og er fangbare. Dette gir videre at næringsfiske henger tett sammen med alle ovennevnte faktorer.

Næringsfiskeri er drevet av økonomiske forhold, og ulike valg som blir tatt for å fange fisk henger sammen med et ønske om å maksimere profitt. Profitten i fiskeri kommer fra hvor mye fisk en fanger, hvilken fiskepris man oppnår på fangsten, samt hvilke kostnader man har knyttet til fisket. Fiskeprisen man oppnår for fangstene kan for eksempel være påvirket av komposisjonen i fangsten, altså hvilke arter man fanger, kvaliteten på fisken, ved hvilket fiskemottak fisken landes og etterspørsel i markedet (Asche mfl., 2015). Pris på arbeidskraft, drivstoff, kvoter, skatter og avgifter er eksempler på kostnader som kan knyttes til kommersielt fiskeri. Drivstofforbruk, og dermed hvor stor drivstoffkostnaden blir, kommer an på hvilket fiske man bedriver, distansen man velger å forflytte seg for å fangste, samt hvor lang distansen er til der man lander fisken. I fiske med konvensjonelle redskaper (som garn og

line) er det for eksempel langt lavere drivstofforbruk enn i fiske med trål og ringnot (Asche og Roll, 2019).

Videre er kommersielt fiske og dets utbredelse knyttet til en rekke sosiale og institusjonelle forhold, som for eksempel reguleringer, erfaring, tradisjon, motivasjon, flåtedynamikk og karakteristikk ved fiskefartøy (van Putten mfl., 2012). Reguleringer i form av for eksempel kvoter, tidsbegrenset fiskeri og stengte områder.

2.4 Kartlegging og romlige analyser

Enhver fiskeoperasjon foregår et sted og på et tidspunkt, og de nevnte ERS- og VMS-dataene gir et unikt grunnlag for å analysere og kartlegge fiskeaktivitet i tid og rom. Det finnes en rekke ulike tilnæringer til analyse og kartlegging av data med romlige og tidsfaste komponenter (An mfl., 2015). I denne studien blir det benyttet kvantitative metoder som er tilpasset rom- og tidfestede data, som ERS- og VMS-dataene fra fiskeri er. Her presenteres og forklares prinsippene bak en del sentrale analysemetodikker som er GIS-baserte.

Blant de enkleste metodene som kan brukes for å analysere et fenomen i tid og rom er kalkulering av geografisk senter, som er den romlige ekvivalenten til et vanlig gjennomsnitt og oppgis ved de analyserte dataenes gjennomsnittlige X- og Y-koordinater (Fisher og Getis, 2010). Dette kan gjøres per tidsenheter og vise om det geografiske senteret flytter seg over tid. En annen av de mest grunnleggende metodene som kan anvendes for å undersøke romlig fordeling er kernel density, der observasjoner blir jevnet ut på en flate for å få frem den romlige fordelingen i dataene (Longley mfl., 2015).

I denne studien skal geografisk senter brukes for å undersøke om aktivitet fangstmengde og fangstverdi fra garn- og linefiske har endret seg gjennom studieperioden, samt om det finnes distinkte geografiske senter ved ulike årstider, og for ulike fartøylengdegrupper. Studien skal bruke kernel density for å finne om den romlige fordelingen av fiskeriaktivitet var forskjellig i 2011 og 2018.

2.4.1 Romlig autokorrelasjon og hotspot-analyser

“Everything is related to everything else, but near things are more related than distant things.” (Tobler, 1970).

Innen tradisjonell statistikk er ofte en av forutsetningene for å kunne si noe om et fenomen at enhetsresidualene i utvalget skal være uavhengige av hverandre. Dette gjelder for eksempel for minste kvadraters metode (OLS) (Løvås, 2013). Når det kommer til tid- og stedfestede data brytes gjerne denne forutsetningen ved at hendelser nær hverandre i tid og/eller rom kan være likere eller mer ulike hverandre enn hendelser med større avstand seg imellom. Dersom dette er tilfelle, har vi med autokorrelasjon å gjøre. Det skilles mellom tidsmessig autokorrelasjon, der mulige sammenhenger er enveis (siden tid går fremover), og romlig autokorrelasjon, der mulige sammenhenger kan bevege seg i alle retninger i rom (Longley mfl., 2015).

Siden bevegelser i fiskeriaktivitet er karakterisert av valg av fiskelokasjon, som henger sammen med sesongvariasjoner i målartenes utbredelse, tidsmessige variasjoner i økonomiske faktorer og ulike værforhold, varierer fiskeriaktivitet i både romlig og tidsmessig perspektiv (Russo mfl., 2013). Skal man studere flåtedynamikk må man derfor ta hensyn til både romlig og tidsmessig autokorrelasjon.

Positiv autokorrelasjon er når relativt høye verdier er omkranset av relativt høye verdier, eller relativt lave verdier er omkranset av relativt lave verdier, enten i tid eller rom. Null autokorrelasjon er når det ikke finnes noe mønster (som forutsatt i OLS). Negativ autokorrelasjon er når relativt høye verdier er omkranset av relativt lave verdier, eller omvendt, enten i tid eller rom (Boots, 2002).

Romlig autokorrelasjon måles i hovedsak på to måter. Den første er ved å finne et globalt mål for autokorrelasjonen, der man oppnår en verdi som kan fortelle om det er autokorrelasjon i et datasett eller ei. Den andre er ved å kalkulere lokale mål av autokorrelasjon, der man oppnår en verdi per observasjon som forteller om den har autokorrelasjon til sine omkringliggende observasjoner. De vanligste metoder for å finne global eller lokal autokorrelasjon er Moran's I (Moran, 1950) og Moran's I_i (Anselin, 1995), Geary's c (Geary, 1954) og Geary's c_i (Anselin, 1995), samt Getis-Ord's G , G_i og G_i^* (Getis og Ord, 1992; Getis og Ord, 1995), med modifikasjoner mellom globale og lokale mål (der de som har notasjonen i , er lokale mål). Anselin (1995) foreslo at en lokal indikator for romlige sammenhenger (LISA) skal gi en

indikasjon på signifikant romlig klynging av lignende observasjoner rundt observasjonene selv, samt at summen av de lokale indikatorene skal være proporsjonal med en global indikator av romlig sammenheng (Anselin, 1995).

Noen av forskjellene mellom de nevnte lokale målene er hva som inngår i kalkulering for å finne avvik fra gjennomsnittet, samt hva dette resulterer i at de kan fortelle noe om. Moran's I_i anvender et kryssprodukt for å finne avvik og kan fortelle om det eksisterer negativ, ingen eller positiv autokorrelasjon i data (Anselin, 1995; Anselin, 2019). Geary's c_i bruker kvadratdifferanse for å kunne fortelle om avvik i nærheten av hverandre har lik eller ulik størrelse (Anselin, 2019), mens Getis-Ord's G_i og G_i^* statistikker anvender summen i avviket (Anselin, 2019), for å kunne fortelle om det eksisterer positiv eller ingen autokorrelasjon i romlige data. Dersom Getis-Ord's G_i og G_i^* avdekker positiv autokorrelasjon kan de i tillegg fortelle om dette skyldes høye verdier omkranset av høye verdier (hotspots), eller om det skyldes lave verdier omkranset av lave verdier (coldspots) (Anselin, 1995).

I denne studien blir både Moran's I og Getis-Ord's G_i^* brukt for å undersøke romlige mønster i ERS- og VMS-data. Moran's I blir brukt både for å avdekke romlig autokorrelasjon, men også for å finne når den romlige autokorrelasjonen er størst. Getis-Ord's G_i^* blir brukt for å analysere hotspots i dataene, både gjennom OHSA og EHSA. Så vidt undertegnede bekjent er denne studien den første som benytter EHSA på fiskeridata.

2.4.2 Drivende faktorer

Å undersøke sammenhenger mellom fenomener og deres bakenforliggende årsaker er spesielt viktig i fiskeri, på grunn av det komplekse systemet som befinner seg både i den biologiske biten (hvor fisk oppholder seg) og i den menneskelige biten (hvor det fiskes, hvor mye som fiskes etc.). Behovet for mer forskning på flåtedynamikk og fiskernes individuelle fisketaktikker ble adressert av Hilborn (1985), som mente at forskning burde dreie mer mot å analysere fiskere sin atferd for å kunne drive hensiktsmessig fiskeriforvaltning. Som nevnt tidligere har studier avdekket at fiskeinnsats har sammenheng med blant annet klimatiske variabler (Jalali mfl., 2015; Maina mfl., 2018; Ommundsen, 2020) og økonomiske variabler (Maina mfl., 2018), gjennom å analysere sammenhenger.

Det finnes en rekke metoder for å undersøke forhold mellom variabler, eks. mellom forhold nevnt i kapittel 2.3. De vanligste variablene som tidligere er brukt for å forklare valg av

fiskeplass er profittrelaterte og omhandler mål eller anslag av korttidskostnader- og inntekter i sammenligning med alternativt fiske (van Putten mfl., 2012).

En av de mest grunnleggende måter å finne sammenhenger på er å bruke OLS, hvor det forutsettes lineære forhold og uavhengige residualer (Løvås, 2013). I søken på en god regresjonsmodell er det alltid mål å fremskaffe den enkleste modell som kan forklare mest mulig. Dersom to forklaringsvariabler har sterk korrelasjon seg imellom, som kalles at det er multikolaritet mellom variablene, kan en modell forklare mer ved kun å inkludere en av de to (Løvås, 2013). I romlige data kan man ikke vente at residualer er uavhengige, som forklart i kapittel 2.4.1. Det finnes dog lokale modeller som kan ta hensyn til romlige variasjoner i sammenhenger, og en av disse er GWR (Brunsdon mfl., 1996).

Windle mfl. (2010) var først ute med å bruke GWR innen analysing av fiskeri. Forsøksdata av torsk fra Newfoundland-regionen ble brukt for å undersøke om det var romlige variasjoner i økologiske sammenhenger, innad i forvaltningsområde (Windle mfl., 2010). Ved å sammenligne resultater fra GWR, OLS og GAM, basert på miljøfaktorer (temperatur og avstand til land) og biologiske faktorer (snøkrabbe og reker), ble det funnet at GWR-modellen kunne avdekke mer variasjon i dataene enn de andre modellene, hvilket understreket viktigheten av å bruke lokale modeller i studier av fiskeri. Det ble også funnet at de miljømessige og biologiske faktorene hadde lokalt varierende sammenheng med torsk (Windle mfl., 2010).

GWR tar hensyn til at korrelasjonskoeffisienten for en forklaringsvariabel i lineære regresjoner kan ha lokale variasjoner, altså at en forklaringsvariabel kan ha større effekt på en responsvariabel i et område, og mindre i et annet. På denne måten kan underliggende strukturer i romlige data avdekkes (Brunsdon mfl., 1996). Modellene av GWR kalles gjerne lokale modeller, siden det genereres separate regresjonsmodeller per område, som er en motsetning til globale modeller der det blir tatt sikte på at én regresjonsmodell skal kunne forklare et gitt fenomen i et samlet større areal.

De lokale modellene er basert på en lokal vektmatrise, kalkulert fra en kjernefunksjon som vektlegger observasjoner nærmere hverandre mer enn observasjoner lengre fra hverandre. Opprinnelig ble GWR kun brukt på kontinuerlige data (med Gauissisk fordeling). I senere tid har det i tillegg blitt mulig å analysere Poisson-fordelte data med GWR (Fisher og Getis, 2010). Når det blir funnet romlige variasjoner i hvordan sammenhengen mellom en

responsvariabel og forklaringsvariabler er gjennom GWR, får man grunnlag for å stille spørsmål ved hvorfor gitte variabler har stor påvirkning ett sted og mindre ett annet sted (Brunsdon mfl., 1996).

Den senere tid har også analyser av sammenhenger via maskinlæring blitt stadig mer populært. Maskinlæring er en underkategori av kunstig intelligens, som går ut på at statistiske metoder blir brukt for å avdekke mønster i data, ved at datamaskiner trener opp en modell fra dataene selv. Dette kalles ofte datadreven analyse, siden modellen læres opp av dataene uten forutsatte regler, og blir gjerne anvendt på stordata. Dataene blir vanligvis delt opp i ett treningssett og ett testsett, hvorav treningssettet brukes til å trene opp en modell, mens testsettet brukes for å validere modellen som kommer ut (Tidemann og Elster, 2019).

En maskinlæringsmetode som kan brukes for å klassifisere data og finne uavhengige variablers relative betydning for prediksjon av en avhengig variabel er RFR (Breiman, 2001). Metoden benytter et tilfeldig utvalg av et datasett for å bestemme viktigheten av gitte variabler i forhold til hverandre for å best mulig forutse den avhengige variabelen, gjennom beslutningstrær. I tillegg til det nevnte tilfeldige utvalget, blir en del av datasettet «tilsidesatt» for at resultatene som kommer frem av beslutningstrærne skal kunne valideres (Breiman, 2001).

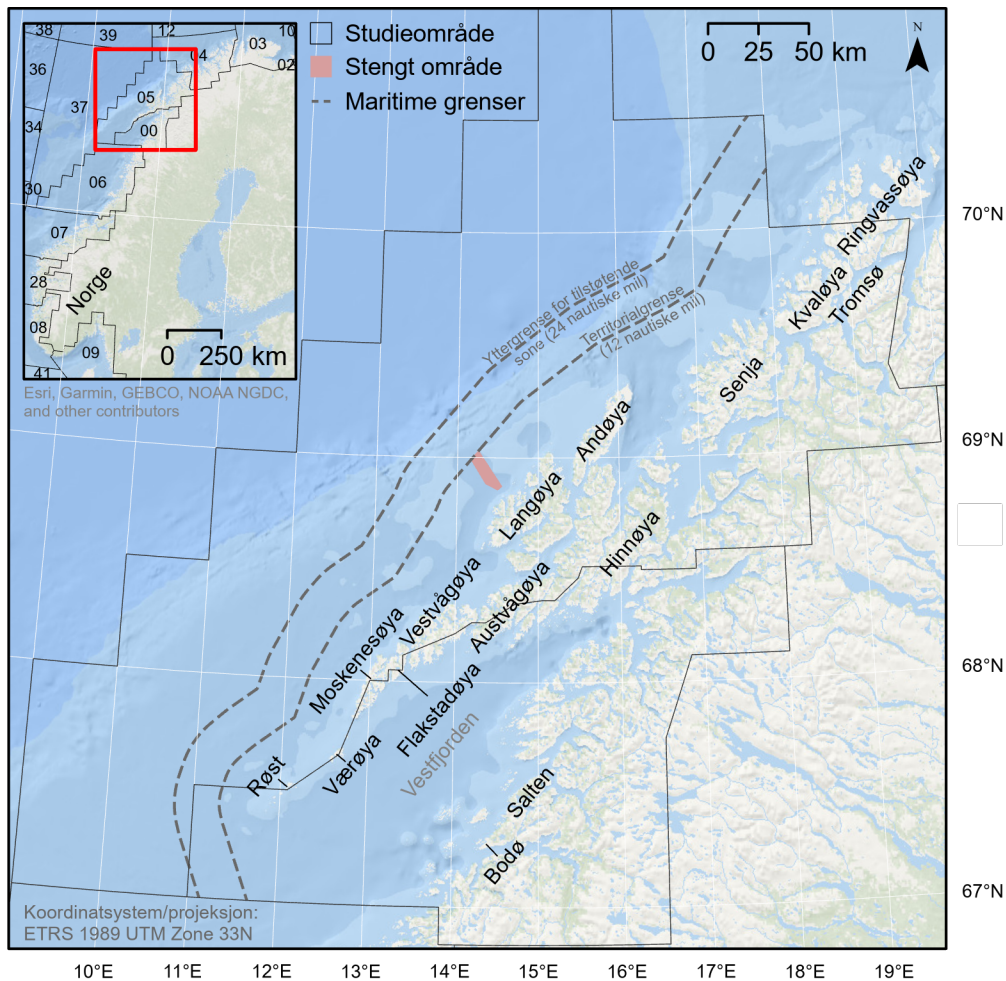
Georganos mfl. (2021) introduserte nylig geografisk random forest (GRF), som er en kombinasjon av RFR og GWR for å kunne avdekke romlige mønster via maskinlæring.

I denne studien skal GWR brukes for å undersøke om det finnes sammenhenger og romlig variasjon i forholdet mellom de tre responsvariablene aktivitet, fangstmengde og fangstverdi og klimatiske (SST og topografi) og sosio-økonomiske forklaringsvariabler (drivstoffkostnader, totalkvoter, fartøylengde og motorkraft). Studien bruker i tillegg RFR for å finne de tilgjengelige forklaringsvariablenes relative relevans på henholdsvis fangstmengde og fangstverdi.

3 Metode

Fremgangsmåten som er brukt i denne oppgaven var å først velge ut studieområde, samle inn data og klargjøre dataene for analyser, samt utforske dataene, for deretter å undersøke romlige og tidsmessige mønster i dataene og undersøke eventuelle drivende faktorer som kunne knyttes til romlige og tidsmessige trender. Metodekapittelet følger denne strukturen.

3.1 Studieområde



Figur 3.1. Studieområdet, med utvalgte stedsnavn langs kysten, territorialgrensa (12 nautiske mil), yttergrense for tilstøtende sone (24 nautiske mil) (Kartverket, 2021) og markering for areal som er stengt for fiske med garn- og lineredskaper (Fiskeridirektoratet, 2021), samt oversiktskart med inndeling etter fiskerihovedområder (oppgitt ved nummer).

Studieområdet tilsvarer ICES og Fiskeridirektoratets fiskerihovedområde (heretter hovedområde) 00 og 05 (Figur 3.1), som totalt inneholder 85 000 km² sjøareal. Indre del strekker seg fra Fugløyfjorden, ca. midt i Nordland fylke og opp til Skarsfjorden i den sørlige del av Troms og Finnmark fylke. Den ytre del avgrenses mellom 50 og 90 nautiske mil ut fra grunnlinja og skrås oppover langs kysten i en trappeformasjon som man ser av Figur 3.1.

Området dekker deler av både det norske territorialfarvannet (12 nm utstrekning fra grunnlinja) og av Norsk økonomisk sone (200 nm fra territorialfarvannet). Ellers dekker området både en del av Norskehavet og en del av Barentshavet-Lofoten, slik avgrensningene fremgår av helhetlige forvaltningsplaner for de norske havområdene. Av øyene som er merket av på kartet i *Figur 3.1*, utgjør Røst, Værøya, Moskenesøya, Flakstadøya, Vestvågøya, Austvågøy og en liten del av Hinnøya, Lofoten, mens Langøya, Andøya og den nordvestlige delen av Hinnøya utgjør Vesterålen.

Store deler av studieområdet er gjennom nevnte forvaltningsplaner kartlagt som særlig verdifulle og sårbare områder (SVO) med begrunnelse blant annet i arealets betydning som gyte- og oppvekstområder for kommersielt viktige fiskearter (Meld. St. 20 (2019-2020)). I et forsøk på å beskytte representative korallrev mot påvirkning av fiske, har Hola, som er en del av studieområdet, vært stengt for fiske med redskaper som slepes under fiske, samt garn, line og teiner fra 2016 (Fiskeridirektoratet, 2021; Forskrift om beskyttelse av korallrev, 2016, § 1 og 3) (markert som *Stengt område* i *Figur 3.1*).

Området ble valgt som studieområdet til denne oppgaven både på grunn av at det er ansett å være blant de viktigste arealene for kommersielt fiske langs norskekysten (Busch mfl., 2012), samt fordi Vestfjorden og bankene utenfor Lofoten, Vesterålen og Troms er viktige gyteområder for torsk, hyse, sei og blåkveite (Føyn mfl., 2002).

3.2 Data og forbehandling

I denne delen presenteres dataene som er brukt i oppgaven, samt hvilke forbehandling som er utført for å tilpasse dataene til de romlige og tidsmessige analysene. Først presenteres data for arealavgrensning, deretter kommer en del som angår ERS- og VMS- dataene som studien er basert på. Etter dette presenteres data som er brukt for å inkludere klimatiske forhold (SST), topografiske forhold (bentiske topografiske variabler), kostnadsvariabler (kostnad til havn og land), inntektsvariabel (fangstverdi), sosiale forhold (kvoter) og fartøystørrelse (fartøylengde og motorkraft).

Dataene ble rensket ved å bruke programvarene R, Microsoft Excel og ArcGIS Pro 2.5.0, mens de romlige og tidsmessige statistiske analysene utelukkende ble utført i sistnevnte programvare. For romlige data og kartpresentasjoner ble koordinatsystemet ETRS 1989 UTM Zone 33N brukt gjennomgående i oppgaven.

3.2.1 Arealavgrensninger

For å kunne avgrense studieområdet til hovedområde 00 og 05, samt knytte hovedområde til fangstdata, ble det hentet en shapefile over norske fiskerilokasjoner (i ICES) gjeldende fra 1. januar 2018, fra Fiskeridirektoratets kartløsning Yggdrasil (Fiskeridirektoratet, 2020b). Kartverkets basisdata (N50) for Nordland og Troms og Finnmark ble brukt for å avgrense mellom landareal og sjøareal i studieområdet (Kartverket, 2020).

3.2.2 ERS- og VMS-data

Denne oppgaven er basert på ERS-data som er koblet sammen med VMS-data, samlet inn av Fiskeridirektoratet. Dataene er tilegnet på bestilling for et pågående forskningsprosjekt ved Norges fiskerihøgskole, og inkluderer data fra og med år 2011 til og med år 2018, for alle fiskeoperasjoner underlagt forskrift om posisjonsrapportering og elektronisk rapportering for norske fiske- og fangstfartøy. Valg av studieperiode er basert på tilgangen (gjeldende ved oppstart av oppgaven) til disse dataene. Før dataene ble mottatt var alle oppføringer for andre redskaper enn garn og line tatt ut, som gir at det her er populasjonen av garn- og linefiske (for fartøy underlagt ERS-forskriften) som skal analyseres. Garn- og lineredskaper ble valgt på grunn av at store deler av fiskeristudier fokuserer på aktive redskaper, som trål. Innholdet i datasettet er organisert slik at hver oppføring er knyttet til en gitt operasjon, og for fiskeoperasjoner med fangst er det en oppføring per art til stede i fangst. Dataene er sted- og tidfestet ved posisjon på start- og sluttidspunkt, samt inneholder informasjon som aktivitet, kvotetype, redskapstype, innsats og fangstkvantum (fullstendig variabelliste er i *Vedlegg A*).

Av tilgjengelige variabler i ERS- og VMS-dataene ble blant annet startposisjon, starttidspunkt, fangstredskap, fangstkvantum og fangstart beholdt for videre undersøkelser. For fullstendig oversikt over hvilke variabler som ble beholdt og fjernet, se *Vedlegg A*. Av observasjoner ble følgende kategorier beholdt i datasettet: de med fiske som aktivitet, de med passive redskapstyper og de med kvotetype som kan knyttes til kommersielt fiske. Startposisjon- og tid ble valgt som representativ posisjon for fiskeoperasjonene, og ble visualisert som punktdata. Dette valget ble tatt på grunn av at det kun var passive redskapstyper som skulle analyseres, og startposisjon antas derfor å være forklarende for hvilket område som er foretrukket å fiske i, samtidig som utelukkelse av avstand mellom startposisjon og sluttposisjon tar bort noe av forskjellen mellom båter med hensyn til innsats. Alle fiskeoperasjoner med startposisjon utenfor studieområdet, samt observasjoner med åpenbare og antatte feilregistreringer som posisjon på land og usannsynlig store eller små

fangster ble fjernet. Fangster med fangstkvantum under 50 kg og over 30 000 kg ble ansett å være uteliggere. Liste over antall observasjoner som ble utelukket fra videre undersøkelse, per nevnte valg tatt ovenfor, finnes i *Vedlegg B*.

3.2.3 Havoverflatetemperatur (SST)

SST ble valgt som klimatisk faktor med bakgrunn i at SST tidligere er vist å ha sammenheng med utbredelse av marine arter (for eks. Tittensor mfl., 2010) og utbredelse av fiskeriaktivitet er sterkt avhengig av tilstedeværelse av de kommersielt viktige artene. I tillegg er SST ansett å være en essensiell komponent i klimasystemet som kan avsløre strukturen på underliggende prosesser i havet (som: havfronter, virvler, omrøringer og utveksling mellom indre og ytre farvann) (World Meteorological Organization, 2016).

Per måned i studieperioden ble det hentet fire NetCDF-filer med månedlig, gjennomsnittlig SST i romlig oppløsning på 4 km (NASA Goddard Space Flight Center 2020a; 2020b; 2020c og 2020d). Filene stammer fra Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) ombord på satellittene Aqua og Terra. Både Aqua MODIS og Terra MODIS dekker hele jordoverflaten hver andre dag og samler inn data fra 36 spektralbånd. Forskjellen mellom de to satellittene er at de går i motsatt bane rundt jorda, hvorav Aqua krysser ekvator fra sør mot nord om ettermiddagen, mens Terra krysser ekvator fra nord mot sør om morgenen (NASA, u.å.).

Det ble hentet en fil med gjennomsnittlig SST for dagtid og en for nattestid fra hver av satellittene, for alle måneder i studieperioden, altså totalt 384 NetCDF-filer med temperaturdata. De månedlige datalagene med 4 km romlig oppløsning ble valgt til fordel for tilgjengelige datalag med daglige data i 1 km romlig oppløsning. Dette ble gjort som et forenklingstiltak, både med tanke på datamengde, tidsbruk og at de daglige, prosentvise, gyldige, observasjonene fra MODIS-sensorene varierer (Feng og Hu, 2016). NetCDF-filene ble konvertert til tif-filer, med SST som variabel, og gjennomsnittsverdier fra de fire datalagene tilhørende hver måned ble kalkulert for hver 4 km celle innenfor studieområdet. Tidligere studier har vist at det å kombinere temperaturdata fra Aqua og Terra gir verdier med mindre usikkerhet, enn dersom brukt hver for seg, i forhold til observerte verdier (Zhao mfl., 2020).

På grunn av romlig oppløsning på 4 km i SST-dataene, ble det laget et rutenett med samme romlige oppløsning for hele studieområdet og alle kommende analyser av rutedata ble utført i

denne oppløsningen. SST-dataene ble koblet til ERS- og VMS-dataene ved å ekstrahere SST fra de kalkulerte gjennomsnittsverdiene, per måned, basert på posisjon, til punktene for startposisjon.

3.2.4 Benthiske topografiske variabler

Dybde data fra EMODnet Bathymetry Consortium (2020), med rutestørrelse på omtrent 115*115 m, ble brukt for å kalkulere de benthiske topografiske variablene bathymetrisk posisjonsindeks (*bathymetric position index*, BPI) og terrengujevnhet (*vector ruggedness measure*, VRM), gjennom Benthic Terrain Modeller (BTM) 3.0 (i ArcGIS for desktop). Dette ble gjort for å kunne inkludere topografiske variabler i undersøkelse av mulige drivende faktorer. BTM bruker bathymetriske data for å lage enkle klassifiseringer av det benthiske biotiske miljø og geologi, og lager en samling viktige geomorfologiske variabler som kan påvirke marine økosystemer og prosesser (Walbridge mfl., 2018). Bredskala-BPI ble kalkulert ved å bruke indre radius på 11 ruter og ytre radius på 25 ruter, mens VRM ble kalkulert med nabolagsstørrelse på 9 ruter. Dataene ble så aggregert til gjennomsnitt per 4 km i et rutenett.

3.2.5 Kostnadsvariabler

For å kunne undersøke variasjon i tyngdepunkt av fiskeplasser med hensyn til en kostnadsvariabel ble det hentet inn månedsgjennomsnitt for pris på avgiftspliktig diesel, for hele studieperioden, fra SSB (2020a), som ble koblet sammen med ERS- og VMS-dataene ved måned-år. Det ble i tillegg regnet ut avstand til land og avstand til nærmeste fiskerihavn (Kystverket, 2020) for hver av fangstobservasjonene, som ble ansett å være forenklede mål på overfartsdistanse. To veldig forenklede kostnadsvariabler med hensyn til drivstofforbruk ble utledet ved å gange antall kilometer til land og antall kilometer til havn med den nevnte drivstoffprisen, og gange det hele med to. For å begrense omfanget av studien ble det i sammenheng med kostnader sett bort fra størrelse på fartøy, motorkraft og lignende faktorer som i virkeligheten vil spille inn på drivstofforbruket for hvert enkelt fartøy.

3.2.6 Inntektsvariabel

Både for å bevare diversiteten i artssammensetning mellom fiskefangstene, samt for å inkludere en inntektsvariabel i analysene, ble det kalkulert verdi per fangst (herfra fangstverdi). Dette ble gjort ved å gange månedsgjennomsnittlig fiskepris, per art, per hovedområde, for tilvirkningsgrad rundvekt (prisdata mottatt fra Råfisklaget, for formålet), med rundvekt per art i fangst fra ERS- og VMS-dataene. Den nevnte fiskeprisen ble koblet sammen med ERS- og VMS-dataene ved å bruke havområde-art-måned som koblingsnøkkel.

Fangstregistreringer av arter som ikke kunne knyttes til pris ble utelukket fra de kommende analyser, noe som resulterte i bortfall av omtrent 4% av fangstkvantumet. Valg om å bruke fiskepris for tilvirkningsgrad rundvekt ble tatt på grunn av at fangstkvantum skal være registrert som ved uttak fra havet (ERS-forskriften, 2009, § 12). Dette gjør at det er sett bort fra ekstrainntekter som kan komme av eventuell ombordforedling. På grunn av skjevhet i fordelingen av både fangstmengde og fangstverdi, og betydelig forbedring i fordelingene (nærmere normalfordeling) ved log-transformasjon av dataene ble det kalkulert verdier til de to nye variablene: log-fangstmengde (log-FM) og log-fangstverdi (log-FV). Dette på grunn av at senere analyser av lineære forhold forventer normalfordeling i dataene.

3.2.7 Kvoter

Det ble valgt å bruke årlige kvoter for de artene som opptok størst kvantum i totalfangstene som mål på variasjon i begrensninger. Artene som utgjorde størsteparten (> 95%) av fangstene var, i stigende rekkefølge: torsk, sei, brosme, lange og hyse. På grunn av at fisket etter brosme og lange ikke er regulert for norske fartøy, i norske områder (Fiskeridirektoratet, 2015), ble kun kvotene for torsk, hyse og sei, for fartøy som fisker med konvensjonelle redskaper (passive redskaper) brukt. For årene 2011 – 2013 ble kvotene funnet i referat fra reguleringsmøtene holdt i november påfølgende år, mens kvotene for årene 2014 – 2018 ble funnet i §5 i forskrift om regulering av torskefisket m. m., for hvert av årstallene. Kvotene for de tre artene ble slått sammen per år, for å ha en veiledende kvotestørrelse per år, før verdiene ble knyttet til ERS- og VMS-dataene etter årstall.

3.2.8 Fartøystørrelse

Fartøylengde (største lengde) og motorkraft per fartøy ble hentet fra Fiskeridirektoratets åpne datasett *Fartøy og eier i første eierledd* (Fiskeridirektoratet, 2020a) for å kunne undersøke fordeling av fartøystørrelser tilknyttet fangstoperasjonene, samt for å finne om fartøystørrelse kunne ha noe med valg av fiskeplass å gjøre. Fartøylengden ble koblet til ERS- og VMS-dataene ved å bruke radiokallesignal som koblingsnøkkel. I tillegg ble fartøyene kategorisert i fartøylengdegrupper (*Tabell 3.1*), hvorav inndelingen for fartøylengdegruppe 1 og 2 tilsvarer de to største gruppene i Finnmarksmodellen fra 2002 (St.meld. nr. 20 (2002-2003)), med unntak av at fartøylengdegruppe 1 starter på 14,99 i stedet for 15,00 på grunn av ERS- og VMS-dataenes innhold, mens fartøylengdegruppe 3 tilsvarer den største reguleringsgruppa for de konvensjonelle fartøyene (St.meld. nr. 20 (2002-2003)).

Tabell 3.1. Fartøylengdegrupper.

| Fartøylengdegruppe | Fartøylengde (største lengde) |
|---------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 14,99 – 20,99 m |
| 2 | 21,00 – 27,99 m |
| 3 | > 28 m |

3.2.9 Oppdeling av data etter tid

Når alle de nevnte data var koblet sammen med ERS- og VMS-dataene ble datasettet først delt opp etter redskapstype, hvorav det for garnfiske inneholdt 16 746 observasjoner og det for linefiske inneholdt 8 017 observasjoner. Deretter ble dataene delt etter måned av året, sesonger, og år, for videre analyser. Data fra desember – februar ble definert som vintersesong, mars – mai som vårsesong, juni – august som sommersesong, og september – november som høstsesong.

Informasjonene i de nevnte datasettene ble i tillegg aggregert i ruter a 4 km romlig oppløsning (samme ruter som nevnt under temperatur), for de videre analysene. Aggregeringen innebar kalkulasjon av sum av observasjoner (aktivitet), sum av fangstmengde og sum av fangstverdi, gjennomsnittlig SST, gjennomsnittlig kostnad til land, gjennomsnittlig kostnad til havn, gjennomsnittlig fartøylengde, gjennomsnittlig motorkraft og gjennomsnittlig totalkvote, samt utregnet BPI og VRM, per rute. Verdiene for fangstmengde og fangstverdi ble aggregert fra de originale verdiene, og det ble laget log-transformerte variabler av begge, per rute.

3.3 Deskriptiv statistikk

For å undersøke innholdet i datamaterialet ble antall unike fiskefartøy, per fartøylengdegruppe, per år, fra punktdataene av garnfiske og linefiske, funnet ved å summere antall unike radiokallesignal i hvert datasett. Antall fartøy, per lengdegruppe, ble kronologisk plottet mot år for å avdekke om det var tidsmessige endringer i flåtestrukturen, med hensyn til størrelse på fartøyene som opererte i studieområdet, mellom 2011-2018.

3.4 Analyser av romlige og tidsmessige mønster

Det ble utført en rekke ulike kartleggingsanalyser for å undersøke hvorvidt det eksisterte romlige og tidsmessige mønster, med hensyn til aktivitet, fangstmengde og fangstverdi i data fra garn- og linefiske. I kommende del kommer det frem hvilke analyser som er kjørt for å finne global autokorrelasjon, tidsmessige mønster (ved geografisk senter, OHSA av årstall og kernel density for 2011 og 2018), romlige klynger (gjennom OHSA og kumulative analyser),

samt romlige og tidsmessige klynger (gjennom EHSA) av aktivitet, fangstmengde og fangstverdi.

3.4.1 Global autokorrelasjon

Som et første steg i analyser av romlige og tidsmessige mønster ble det kjørt Global Moran's *I* (Moran, 1950) for å sjekke hvorvidt det var overordnet romlig autokorrelasjon i dataene. Dette ble gjort både for punkt- og rutedataene fra garn- og linefiske, med hensyn til fangstverdi og fangstmengde. I tillegg ble Global Moran's *I* kjørt for rutedataene med hensyn til aktivitet.

3.4.2 Tidsmessige mønster

Første analyse som ble foretatt i søken på tidsmessige mønster var å kalkulere geografisk senter (Longley mfl., 2015) fra punktdataene per år, per sesong og per måned. Dette ble gjort både med hensyn til aktivitet (lik vektning per punkt), fangstmengde og fangstverdi, ved å bruke *Mean Center*. I tillegg ble geografisk senter per sesong funnet med hensyn til fartøylengdegrupper, for å sammenligne de ulike gruppernes sesongmønstre.

Optimalisert hotspot-analyse (OHSA), med årstall som analysefelt, ble deretter brukt for å identifisere om det var tidsmessige variasjoner i fiskeklynger fra punktdataene av garn- og linefiske. Med andre ord om det var områder der det var fisket relativt mer i starten av studieperioden (coldspots), om det var områder der det hverken var overvekt av fiske i starten eller slutten av studieperioden (ikke signifikante områder) og om det var områder der det var fisket relativt mer mot slutten av studieperioden (hotspots).

I OHSA blir karakteristikker ved dataene som skal analyseres brukt for å legge forutsetninger for distanse og vektning med hensyn til omkringliggende observasjoner i analysene (ESRI, u.å. c). Dette blir gjort ved først å teste ulike distanseparametere for å avdekke eventuelle topper av utslag på global autokorrelasjon (gjennom Moran's *I* (Moran, 1950)). Dersom en eller flere topper blir avdekket vil den distansen som er satt ved toppen (eller første topp dersom flere topper) bli satt som distanse i hotspot-analysen. Dersom ingen topper av Moran's *I* blir avdekket, kalkulerer verktøyet distanse basert på den romlige distribusjonen i dataene ved å finne den gjennomsnittlige distansen som gir K-naboer for hver observasjon. Når parameterverdiene er satt, kalkulerer OHSA lokale romlige assosiasjoner i form av Getis-Ord G_i^* (Getis og Ord, 1992; Getis og Ord, 1995).

Når OHSA, med årstall som analysefelt, var kjørt ble resultatene aggregert i rutedata (4 km romlig oppløsning), med gjennomsnitt av G_i _Bin per rute, for visualiseringens del.

I tillegg til ovennevnte analyser, ble *Kernel Density*, som jevner ut observasjoner på en flate, kalkulert for de årlige datasettene tilhørende 2011 og 2018 fra garn- og linefiske, for å undersøke om det var forskjeller mellom tetthetsmønstre av fangstobservasjoner, i start og slutt av studieperioden.

3.4.3 Romlige klynger

For å undersøke statistisk signifikante romlige klynger av relativt høy og lav aktivitet, fangstmengde og fangstverdi ble først OHSA brukt på rutedatasettene av henholdsvis garn- og linefiske. Dette ble også gjort for datasettene delt per år, per sesong i år, og per måned, med de respektive temaene som analysefelt. For hvert av de nevnte datasett ble det med andre ord utført tre OHSA, en for aktivitet, en for fangstmengde og en for fangstverdi.

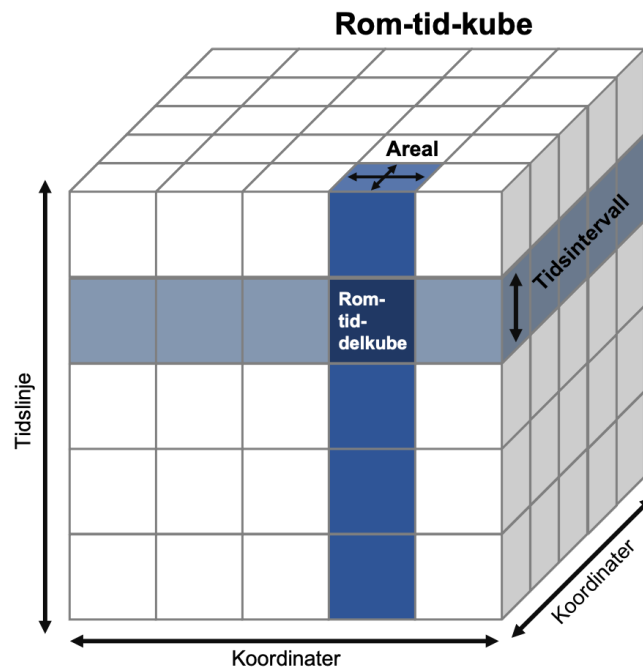
Deretter ble det laget kumulative fremstillinger av OHSA-resultatene for å finne vedvarende konsentrasjoner av høye verdier, fra datasettene per år, per sesong i år og per måned, som gjort blant annet i Jalali mfl. (2015), ved å klassifisere alle hotspots som var funnet (både de med konfidensnivå (KN) = 90%, KN = 95% og KN = 99%) som ensartede hotspots, og lage overlagsanalyser som ga hvor ofte en rute var statistisk signifikant hotspot. På denne måten kunne vedvarende høy aktivitet, fangstmengde og fangstverdi, presenteres som kumulative kart, med antall år, antall sesonger av gitt sesong og antall av årets måneder en rute var funnet å være hotspot gjennom OHSA.

På grunn av at OHSA anvender Getis-Ord G_i^* , og denne metoden ikke gir pålitelige statistiske resultater ved mindre enn 30 observasjoner (ESRI, u.å. c), ble datasettene med færre observasjoner utelukket. Garndatasettene dette gjaldt for var vinter – 2018 (som kun var desember), høst – 2015, 2016 og 2018, og linedatasettet dette gjaldt for var vinter – 2016-2017 (desember-februar).

3.4.4 Romlige og tidsmessige klynger

For å undersøke romlige og tidsmessige klynger av høy og lav aktivitet, fangstmengde og fangstverdi, ble det brukt EHSA. For å kunne bruke EHSA er første skritt å organisere data i en rom-tid-kube (*Space Time Cube*) (Figur 3.2), der hver rom-tid-delkube inneholder verdier som er gjeldende for gitt areal og gitt tidsintervall (aggregerte data dersom punktdata). I alle rom-tid-kuber som ble laget til denne oppgaven ble punktdata aggregert i samme romlige

oppløsning som temperaturdataene (4 km), med sum av punkt (aktivitet), sum av rundvekt og sum av fangstverdi som variabler, i enten én eller tre måneders tidsintervall, per rom-tid-delkube. For de med tre måneder starter intervallet på første dato i første måned av gitt sesong, og avslutter siste dato av siste måned i gitt sesong.



Figur 3.2. Illustrasjon av en rom-tid-kube (inspirert av ESRI, u.å. a).

Punktdatasettene av henholdsvis garn- og linefiske ble aggregert i rom-tid-kuber med både én og tre måneders tidsintervall, for å undersøke eventuelle trender gjennom hele studieperioden. For å kunne identifisere trender tilknyttet måned, ble det i tillegg laget rom-tid-kuber med én måneds intervall, fra datasettene delt per måned, som vil si at hver rom-tid-kube eksempelvis var organisert som følger: januar – 2011 → 11 tomme tidsintervall → januar – 2012 → 11 tomme tidsintervall etc. På samme måte, for å identifisere sesongmessige trender, ble det fra datasettene delt per sesong laget rom-tid-kuber med tre måneders tidsintervall, som eksempelvis ga organiseringen: vår – 2011 → tre tomme tidsintervall → vår – 2012 → tre tomme tidsintervall etc. De tomme tidsintervallene i de to sistnevnte typene rom-tid-kuber nevnt, behandles som manglende data når analysene blir kjørt. Det ble også forsøkt å lage rom-tid-kuber med ett år som tidsintervall, men på grunn av at verktøyet som lager kubene krever minst 10 tidsintervall per kube, ble dette utelukket videre.

Når EHSA skal brukes må man i tillegg til å lage rom-tid-kuber, definere et distanseparameter som avgjør radiusen rundt en gitt verdi der andre verdier innenfor radiusen blir regnet som naboer, og dermed inngår i kalkulering av hvorvidt en verdi er signifikant forskjellig fra andre

verdier. På grunn av at kalkulering av denne distansen ikke er en del av EHSA, som det er i OHSA, ble det forsøkt å finne topp av autokorrelasjon i dataene på forhånd. Dette ble gjort ved å sende punktdatasettene gjennom *Incremental Spatial Autocorrelation (ISA)*, som forsøker å avgjøre ved hvilken distanse de globale romlige autokorrelasjonene er høyest i dataene, via global Moran's I (Moran, 1950). Distansene som ble funnet er i *Vedlegg D*.

Alle rom-tid-kubene ble deretter kjørt EHSA på. Verktøyet anvender Getis-Ord's G_i^* (Getis og Ord, 1992; Getis og Ord, 1995) for å finne lokale romlige trender, for hver rom-tid-delkubene. Deretter bruker verktøyet Mann-Kendall trendtest, for å evaluere resultatene av Getis-Ord's G_i^* i et tidsmessig perspektiv (ESRI, u.å. b). Ved å kombinere utfallet fra disse to statistikkene, får man blant annet et resultat som består av en kombinasjon av 17 forskjellige typer klassifiseringer av rom-tid-hotspots og coldspots (definert i ESRI, u.å. b). De 17 kategoriene som ESRI har valgt å presentere resultatene fra EHSA som, er i *Vedlegg C*.

Det ble forsøkt å bruke distanseverdiene funnet gjennom ISA, i EHSA, men på grunn av at det da ble oppdaget mønster også langt utenfor de områder der fangstdata var til stede, samt på grunn av at det ikke ble funnet noen topp for alle datasett ble det besluttet å bruke de åtte nærmeste naborutene som distanseparameter for EHSA av alle rom-tid-kuber.

3.5 Undersøkelse av drivende faktorer

3.5.1 Geografisk vektet regresjon (GWR)

For å undersøke sammenhenger mellom henholdsvis aktivitet, log-FM og log-FV, fra garn- og linefiske, og forklaringsvariablene SST, BPI, VRM, kostnad til havn (KH), kostnad til land (KL), fartøylengde (FL), motorkraft (MK) og totalkvote (TK) ble det brukt GWR (Brunsdon mfl., 1996). Modelltype for Poissonfordelte data ble brukt for aktivitet, og modelltype for Gauissisk-fordeling ble brukt for fangstmengde og fangstverdi. Gauissisk vektning og golden search, for å vektlegge omkringliggende observasjoner basert på når Akaike informasjonskriterie (*Akaike information criterion, AIC*) er lavest, ble brukt i alle GWR-analyser. Dersom alle forklaringsvariabler i kombinasjon skulle bli funnet å være beste modell, vil modellen ha den generelle formen som vist i *Formel 3.1*. En mengde ulike kombinasjoner av forklaringsvariablene ble testet ut per redskap for både aktivitet, fangstmengde og fangstverdi, for å finne de modeller som kunne forklare aller mest av variasjon i dataene.

Formel 3.1

$$y_i = \beta_{0(u_i, v_i)} + \beta_{SST(u_i, v_i)}SST_i + \beta_{BPI(u_i, v_i)}BPI_i + \beta_{VRM(u_i, v_i)}VRM_i + \beta_{KH(u_i, v_i)}KH_i \\ + \beta_{KL(u_i, v_i)}KL_i + \beta_{FL(u_i, v_i)}FL_i + \beta_{MK(u_i, v_i)}MK_i + \beta_{TK(u_i, v_i)}TK_i \varepsilon_i$$

Der y_i er responsvariabelen (her aktivitet, log-FM eller log-FV) i posisjon i , (u_i, v_i) er de geografiske koordinatene i posisjon i , $[\beta_{0(u_i, v_i)}]$ er skjæringspunktet til regresjonslinja som hører til posisjon i , $\beta_{SST(u_i, v_i)}$, $\beta_{BPI(u_i, v_i)}$ osv. er korrelasjons-koeffisientene til forklaringsvariablene i posisjon i , SST_i , BPI_i osv. er verdien av forklaringsvariablene i posisjon i , og ε_i er feilleddet i regresjonsformelen.

3.5.2 Random forest regresjonsmodell (RFR)

For å undersøke forklaringsvariablenes relative relevans ble RFR (Breiman, 2001) brukt for log-FM og log-FV fra henholdsvis garn- og linefiske, sammen med alle forklaringsvariablene (SST, BPI, VRM, kostnad til havn, kostnad til land, fartøylengde, motorkraft og totalkvote). Alle treningssett ble testet med både 250 og 500 beslutningstrær, for å finne når R^2 var høyest. I tillegg til å kjøre RFR med alle variabler ble det også laget treningssett som tok hensyn til multikollinearitet. Dette ble gjort ved å kun inkludere variablene som viste høyest relevans gjennom RFR, av de som hadde ventet multikollinearitet, samt ved å bruke kun de variablene som var funnet i beste GWR-modeller, i separate treningssett.

4 Resultater

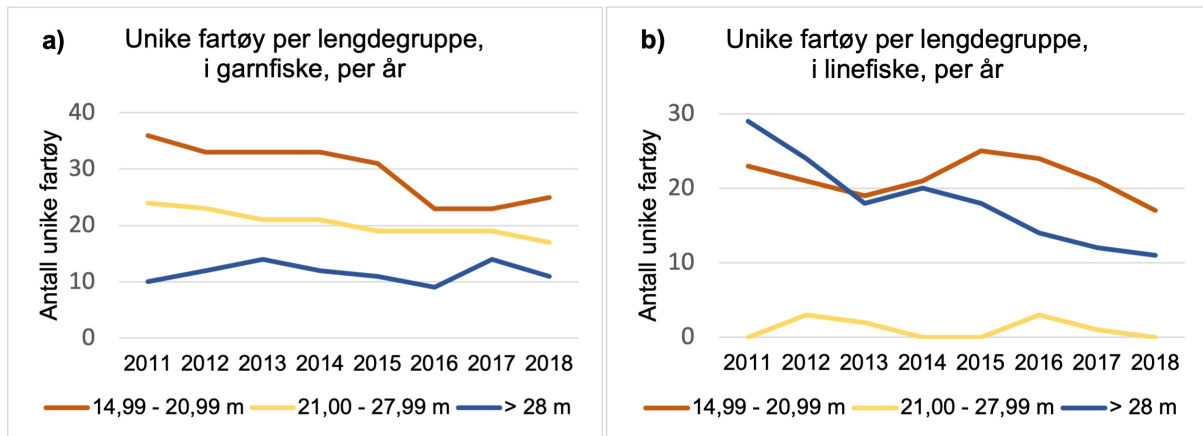
I dette kapittelet blir resultater for analysene som er beskrevet i metoden presentert. Først presenteres den deskriptive statistikken, som viser hvor mange fiskefartøy som var del av datagrunnlaget, per år, per redskap. Deretter kommer underkapittelet *Romlige og tidsmessige mønster*, hvor første del handler om tidsmessige mønster, som inkluderer geografiske senter, tidsmessige endringer i fiskeklynger, samt tetthetsflater for garn- og linefiske i 2011 og 2018. De to neste delene omhandler henholdsvis konsentrasjoner av garnfiske og konsentrasjoner av linefiske. Disse to delene er ytterligere delt inn etter analyser og inkluderer OHSA av studieperioden, analyser med vedvarende klynger av høye verdier (årlig, sesongmessig og månedlig), samt EHSA av studieperioden, per år, sesongmessig og per måned av året. Til sist kommer underkapittelet *Drivende faktorer*, der resultater fra henholdsvis GWR og RFR blir presentert.

På grunn av at de fleste analysene ble utført med hensyn til aktivitet, fangstmengde og fangstverdi separat, og resultatene mellom de tre i hovedsak viste de samme romlige og tidsmessige mønstre, er det resultater for det temaet som viste de tydeligste mønstrene som vil komme frem her. Der det var forskjeller i resultater av aktivitet, fangstmengde og fangstverdi blir dette nevnt. Gjennom EHSA ble det ikke avdekket coldspots, mens det i OHSA i de fleste tilfeller ble avdekket få coldspots. På grunn av dette, samt at det ble laget kumulative analyser av hotspots fra OHSA-resultatene, fokuserer resultatet lite på coldspots.

I de tilfeller der resultater presenteres ved kart, er det nevnt en rekke øyer i beskrivelse av hva som er funnet. Disse øyene er ikke benevnt i resultatkartene, men er å finne i kart over studieområdet (*Figur 3.1*).

4.1 Deskriptiv statistikk

Antall fartøy i lengdegruppe 1 og 2 som har fiske med garn i studieområdet har under studieperioden hatt en noe nedadgående trend, som man ser av *Figur 4.1 a*), mens antall fartøy i lengdegruppe 3 for garnfiske har holdt seg relativt stabilt. Fartøy som har fisket med lineredskap i samme område og periode, av fartøylengdegruppe 1 og 3 har blitt redusert i antall, mens de av fartøylengdegruppe 2 har vært stabilt mellom 0 og 5 stykker, som man ser av *Figur 4.1 b*). Både for garnfiske og linefiske var det mellom 0-3 fartøy per år som er inkludert i datamaterialet analysert i oppgaven som ikke fikk lengde knyttet til seg, og som dermed er utelukket fra *Figur 4.1*.



Figur 4.1. Antall unike fartøy i ERS- og VMS-dataene, per lengdegruppe, i a) garnfiske og b) linefiske, per år, basert på unike radiokallsignal. Rød linje indikerer fartøylengdegruppe 1 (14,99 – 20,99 m), gul linje indikerer fartøylengdegruppe 2 (21,00 – 27,99 m) og blå linje er for fartøylengdegruppe 3 (> 28 m).

4.2 Romlige og tidsmessige mønster

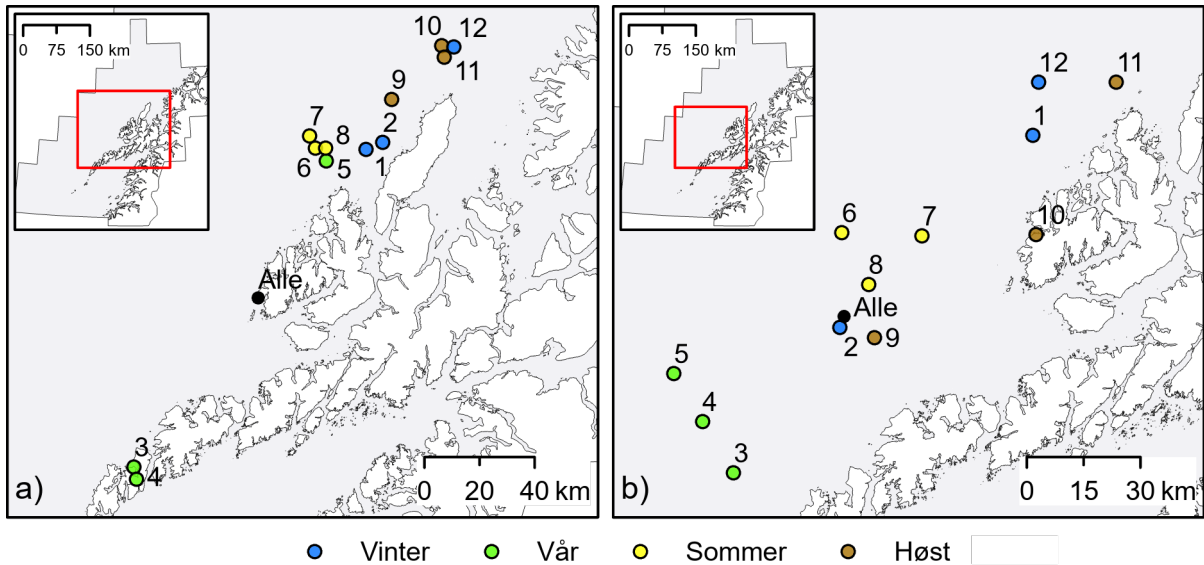
4.2.1 Global autokorrelasjon

Det ble funnet positiv autokorrelasjon i alle datasett som Global Morans I ble kjørt for, med korrelasjonskoeffisienter i størrelsesområdet $\approx 0,08 - 0,36$, samt med z-verdier og p-verdier som ga at det var mindre enn 1% sannsynlighet for at det ikke finnes romlig autokorrelasjon i dataene. Korrelasjonskoeffisientene, z-verdiene og p-verdiene finnes i *Vedlegg E*.

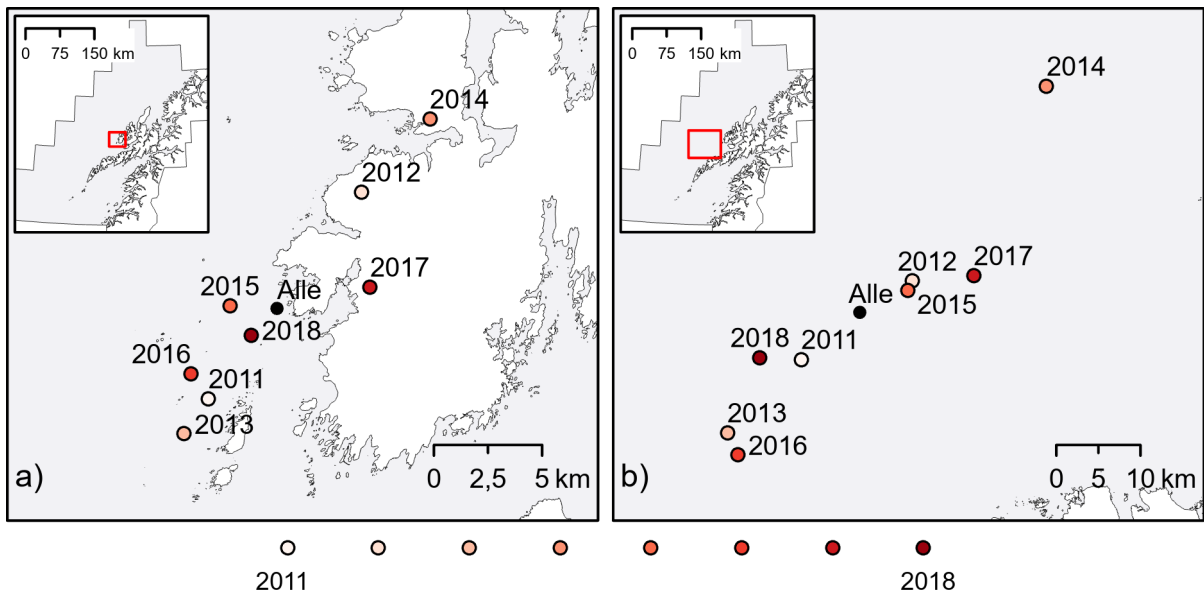
4.2.2 Tidsmessige mønster

De geografiske sentre av aktivitet, fangstmengde og fangstverdi viste omtrent samme trender, både mellom månedlige og årlige analyser. Av denne grunn er det kun resultater for fangstmengde som presenteres her.

Som man ser av *Figur 4.2 a*) befinner geografisk senter av fangstmengde fra garnfiske seg i relativt mange av månedene i nærheten av Andøya, mens geografisk senter for mars (3) og april (4) måned befinner seg lenger sør ved Flakstadøya. Geografisk senter av observasjoner for fangstmengde fra linefiske befinner seg i hovedsak lenger vest i havet av Langøya og Austvågøy, Vestvågøy og Flakstadøya (*Figur 4.2 b*). Fra *Figur 4.2* kan man også observere at fangstmengde har geografisk senter relativt lenger sør i vår- og sommermånedene, enn i høst- og vintermånedene, for både garn- og linefiske.



Figur 4.2. Geografisk senter av fangstmengde per måned (oppgitt ved tall for måned og farge i henhold til tegnforklaring for sesongtilhørighet), samt geografisk senter for alle observasjoner, fra a) garnfiske og b) linefiske.

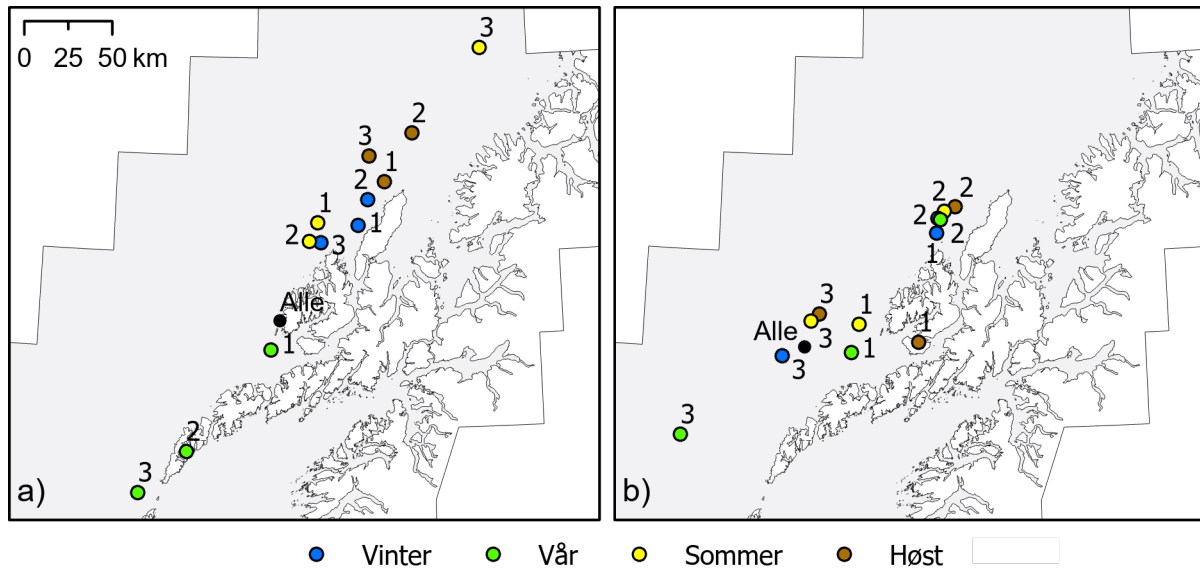


Figur 4.3. Geografisk senter av fangstmengde per år (oppgitt ved årstall og farge i henhold til tegnforklaring fra start til slutt av studieperioden), samt geografisk senter for alle observasjoner, fra a) garnfiske og b) linefiske.

Når det kommer til geografisk senter per år, kan man av *Figur 4.3 a*) se at fangstmengde fra garnfiske i alle år har senter nært Langøya. For fangstmengde fra linefiske er mønsteret relativt mer spredt, vest i havet av Langøya og Austvågøy (*Figur 4.3 b*). Det er ut fra geografisk senter ingen klare trender fra start til slutt (2011-2018) i studieperioden, men senter for fangstmengde fra begge redskap i 2014 skiller seg litt ut ved å være nordligere enn de andre årene (spesielt for den fra linefiske, som man ser av *Figur 4.3 b*).

Geografisk senter av fangstmengde for de tre fartøylengdegruppene (1 = 14,99 – 20,99 m, 2 = 21,00 – 27,99 m og 3 => 28 m) er generelt lenger sør, samlet sett, for vårsesongene, og lenger nord i høstmånedene når det kommer til garnfiske (*Figur 4.4 a*). For garnfiske i

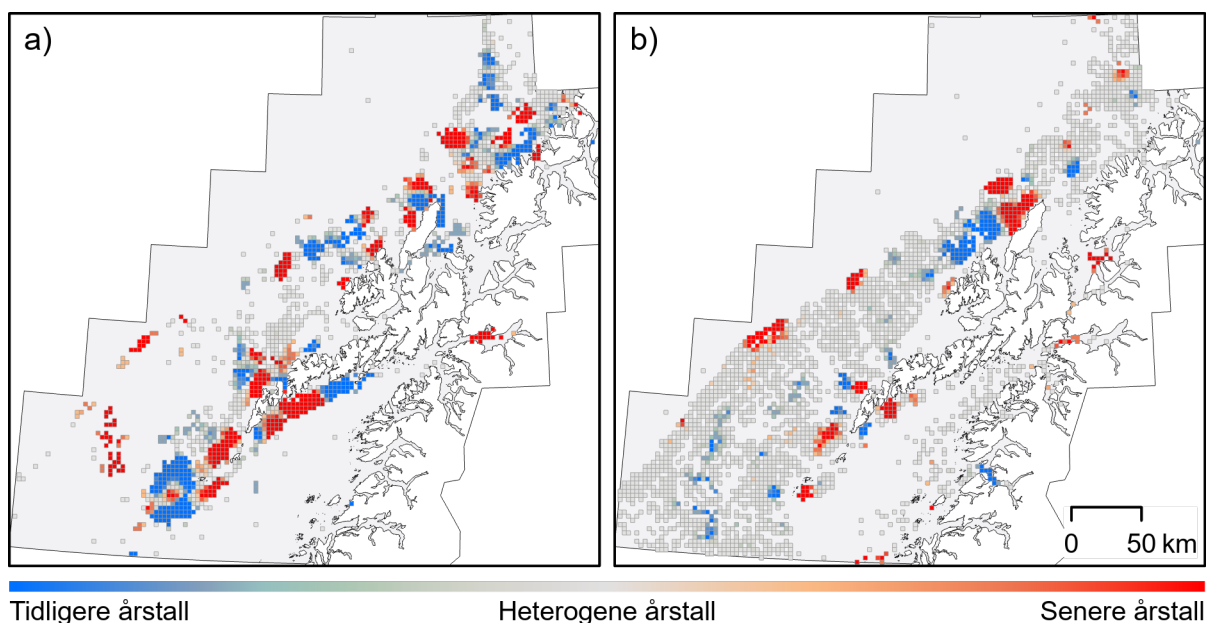
vintersesongene ligger geografisk senter av fangstmengde for alle tre fartøylengdegrupper vest av Andøya, der også senter for fartøylengdegruppe 1 og 2 for sommersesongene befinner seg. Geografisk senter av fangstmengde fra fartøylengdegruppe 3, i sommersesongene, er relativt mye lenger nord og langt nordvest i havet av Kvaløya (Figur 4.4 a).



Figur 4.4. Geografisk senter av fangstmengde per fartøylengdegruppe i sesong (oppgitt ved tall for fartøylengdegruppe, der 1 = 14,99 – 20,99 m, 2 = 21,00 – 27,99 m og 3 = > 28 m, og farge i henhold til tegnforklaring for sesongtilhørighet), samt geografisk senter for alle observasjoner, fra a) garnfiske og b) linefiske.

Geografisk senter av fangstmengde fra linefiske er for sesongene relativt spredt. Senter for de mellomstore fartøyene befinner seg vest i havet av Andøya, de minste fartøyenes senter ligger sør av disse (ved Langøya og sør av Langøya), og senter av fangstmengde for de større fartøyene ligger relativt lenger ut i havet av Langøya, samt lenger sør enn de andre fartøylengdegruppene senter (Figur 4.4 b). For fartøyene over 28 m ligger i tillegg geografisk senter av fangstmengde, i alle sesonger, lenger vest i havet enn senter for de andre fartøylengdegruppene, både for garn- og linefiske, som man ser av Figur 4.4.

Fra OHSA med årstall som variabel er det både fra garnfiske og linefiske funnet flere områder som utpeker seg ved signifikante konsentrasjoner av tidlige årstall (coldspots) og sene årstall (hotspots), som man ser av Figur 4.5 a) og b). Generelt har fisket med garn variert mer i arealbruk fra starten til slutten av studieperioden, enn fisket med line, basert på at det er relativt flere ruter av heterogene årstall fra line enn fra garn.



Figur 4.5. Tidsmessige endringer i fiskeklynger, basert på fiskeår, for a) garn og b) line, der klynger av blå ruter har relativt flere fiskeobservasjoner i tidligere år, klynger av grå ruter har fiskeobservasjoner fra en heterogen blanding av årstall og klynger av røde ruter har relativt flere observasjoner i senere år.

Vest av Ringvassøya, Kvaløya og den nordlige delen av Senja, ser man av *Figur 4.5 a)* at garnfiske foregikk relativt mer i starten av studieperioden i to belter, ett nært land, og ett lenger vest i havet som er avbrutt av to større klynger hvor det var fisket relativt mer mot slutten av studieperioden. I tillegg ligger det en større klynge av signifikant mer garnfiske mot slutten av studieperioden nordvest i havet av Senja (utenfor det siste nevnte beltet av coldspots). I samme område ser man av *Figur 4.5 b)* at linefisket i stor grad har foregått i en større blanding av årstall fra studieperioden, ved at det kun er noen få, mindre, klynger av coldspots (et stykke ut fra land) og hotspots (litt lenger ut i havet enn de nevnte coldspots).

I området ved Andøya har garnfiske i starten av studieperioden foregått mer nært land, både på østsiden av øya og langs den nordlige enden, mens det de senere år har foregått relativt mer i en klynge nord i havet av Andøya, samt vest av den midtre delen av øya (*Figur 4.5 a)*).

Linefisket har på sin side foregått mer de senere år i to større klynger nordvest av Andøya, og mer i tidligere år vest i havet av den midtre del av Andøya og sørover langs øvre del av Langøya (*Figur 4.5 b)*). I samme område (nordvest av Langøya), har garnfiske, basert på årstall, ett langt mer spredt mønster, hvor en klynge av litt spredte coldspots befinner seg i midten av noen mindre klynger av hotspots (*Figur 4.5 a)*).

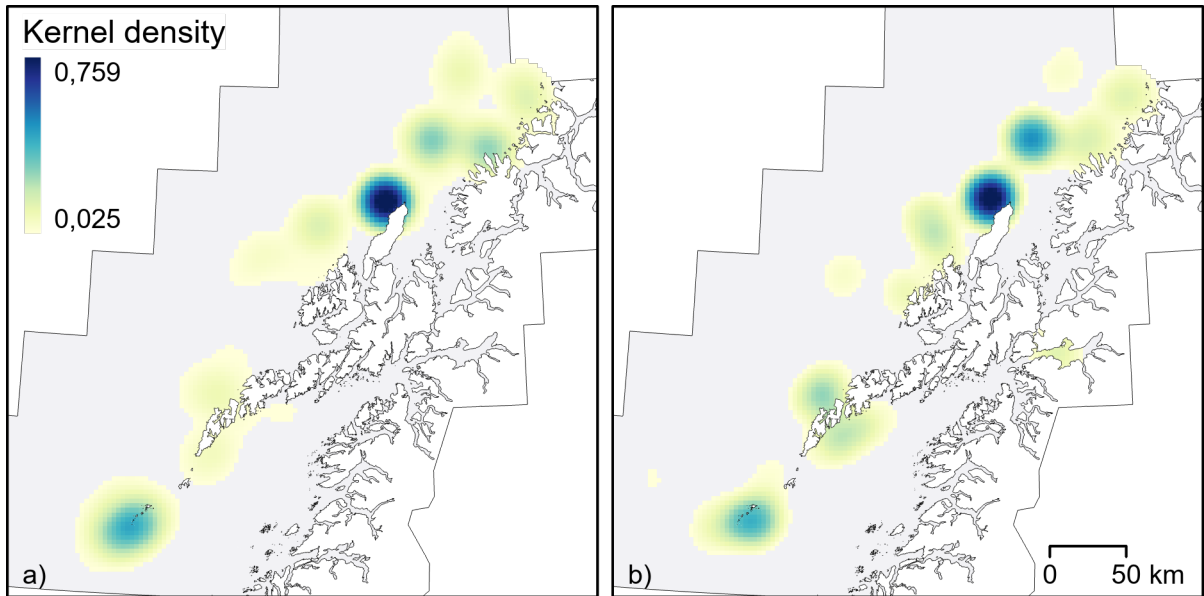
Retten vest av Vestvågøya, Flakstadøya og Moskenesøya har fisket med garn i flere mindre områder foregått mer både i tidligere år, og senere år av studieperioden, og lengst vest i havet av nevnte øyer er det fiske de senere år som dominerer hva angår garn (*Figur 4.5 a)*).

Garnfiske på østsiden av Vestvågøya og Moskenesøya har klart foregått mest i de senere år, mens garnfiske på sørøstsiden av Austvågøya foregikk mer de tidligere år av studieperioden. Linefisket i nærheten av øyene nevnt i dette avsnittet har til en viss grad lignende mønster, dog med relativt mye mindre og færre klynger, enn for garnfiske (*Figur 4.5*).

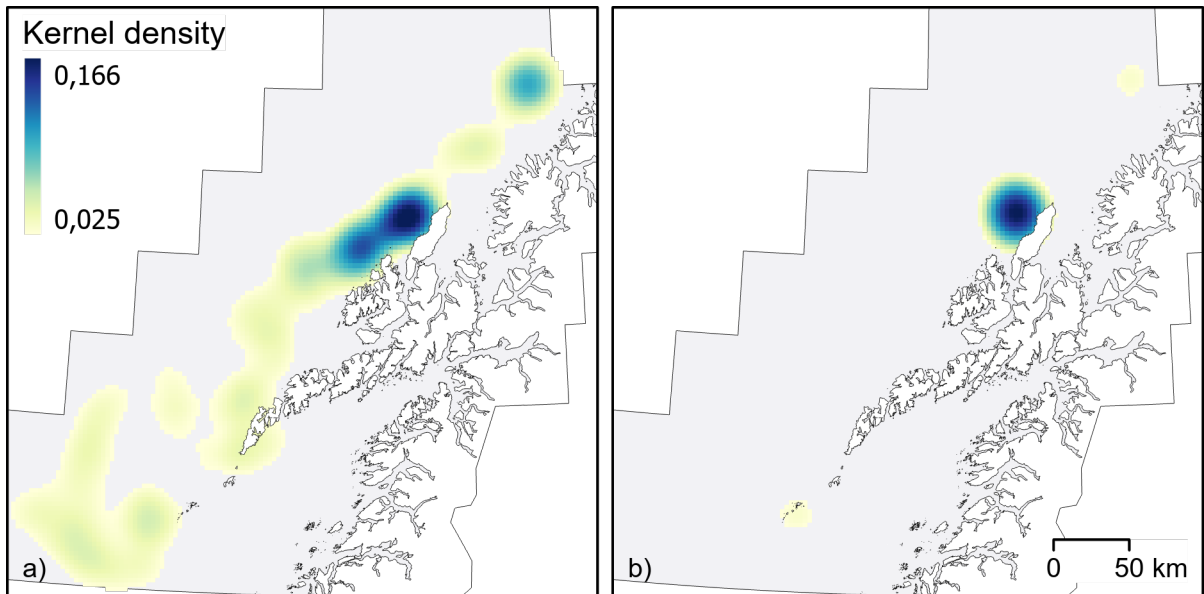
Sør av Moskenesøya, på vestsiden av Værøya er det både for garnfiske og linefiske fisket mer de senere år, noe som også er tilfelle for området sørøst av Røst. På vestsiden av Røst er det til forskjell dominans av garnfiske tidlig i studieperioden, med en stor klynge av coldspots som omringer en mindre klynge av hotspots (fiske i senere år) (*Figur 4.5 a*). I samme område befinner det seg bare en mindre klynge av linefiskeaktivitet definert å ha hendt i tidligere år (*Figur 4.5 b*). Enda lenger vest i havet av Røst, i sørvestdelen av studieområdet finnes også mindre klynger av signifikant mer linefiskeaktivitet tidlig i studieperioden, mens det for garnfiske i samme område har vært fisket mer de senere år (*Figur 4.5*).

Fra Kernel density for garnfiskeaktivitet i 2011 og 2018, kan man fra *Figur 4.6* se at mønstrene er relativt like mellom årene. Flatene funnet fra 2011 er noe mer utbredt i areal enn de for 2018, mens flatene for 2018 i sør ved Røst, Moskenesøya, Flakstadøya og Vestvågøy, samt nordvest i havet av Senja er mer konsentrert enn de for 2011 i samme områder. Spesielt ved den nordvestlige enden av Andøya viser flatene for både 2011 og 2018 stor tetthet av garnfiskeaktivitet.

For linefiskeaktivitet er tetthetsflatene for 2011 (*Figur 4.7 a*) relativt mye mer utbredt i areal enn de for 2018 (*Figur 4.7 b*). For 2018 viser Kernel density spesielt linefiskeaktivitet på vestsiden av Andøya, mens det i samme område, samt i havet nord for Lanøgya, for 2011 også er funnet høy grad av aktivitet. Tetthetsflaten for linefiskeaktivitet i 2011 har et relativt stort areal helt sør i studieområdet som.



Figur 4.6. Kernel density for garnfiskeaktivitet i a) 2011 og b) 2018, begge symbolisert med kontinuerlig skala fra 2011, der nedre verdi var lavere enn for 2018, og øvre verdi var høyere enn den for 2018.



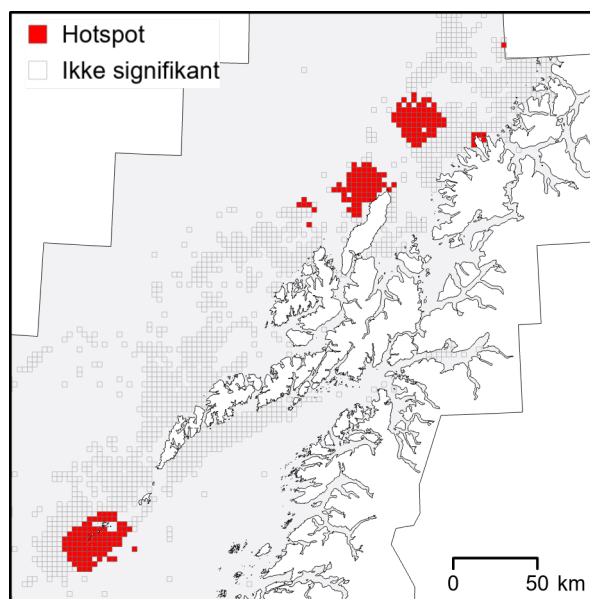
Figur 4.7. Kernel density for linefiskeaktivitet i a) 2011 og b) 2018, begge symbolisert med kontinuerlig skala fra 2011, der nedre verdi var lavere enn for 2018, og øvre verdi var høyere enn den for 2018.

4.2.3 Konsentrasjoner av garnfiske

I hovedsak er det tre områder som utpeker seg ved konsentrasjoner av aktivitet, fangstmengde og fangstverdi fra garnfiske: nordvest i havet av Senja, nordvest for Andøya og rundt Røst. Det er dog forskjeller i intensitet og plassering av konsentrasjonene basert på år, sesong og måned av året. Arealet nordvest av Andøya er det som i aller flest analyser er fremtredende, som kommer frem i delkapitlene 4.1.3.1 – 4.1.3.8 under.

4.2.3.1 Klynger av fangstverdi

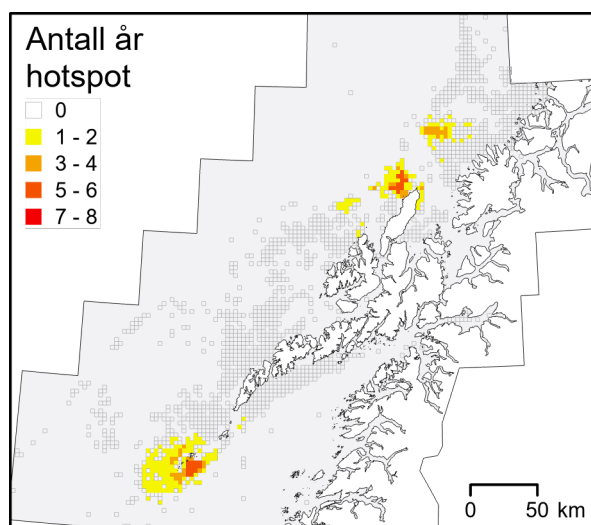
Gjennom OHSA er det funnet at fangstverdi fra garnfiske i hele studieperioden er signifikant høy spesielt i følgende tre arealer: nordvest i havet av Senja, nordvest av Andøya og rundt Røst, som man ser av *Figur 4.8*. I tillegg til disse arealene er fangstverdi også konsentrert, dog i mindre utstrekning, vest i havet av Andøya, ved den nordlige del av Senja, samt i en rute vest i havet av Ringvassøya. For aktivitet og fangstmengde, med samme betingelser som over, fra hele studieperioden, ble det funnet konsentrasjoner av høye verdier i omtrent samme arealer som fangstverdi. Ingen coldspots er funnet i OHSA av hverken fangstverdi, aktivitet eller fangstmengde for garnfiske, med hensyn på hele studieperioden.



Figur 4.8. Konsentrasjoner av hotspots fra fangstverdi i garnfiske, fra OHSA av hele studieperioden.

4.2.3.2 Årlig fangstmengde

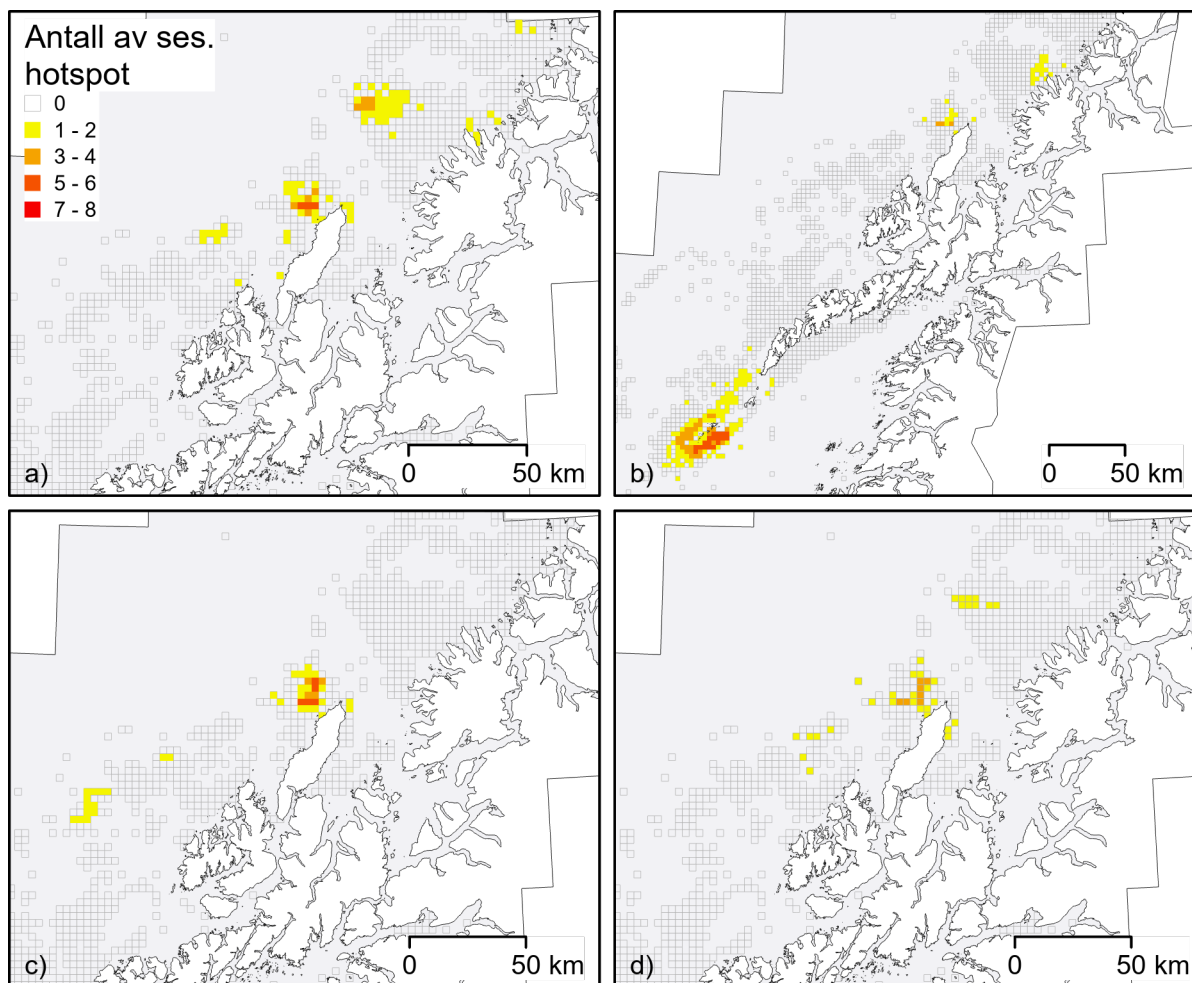
Vedvarende høy fangstmengde fra garnfiske, basert på data delt per år, er funnet i området rundt Røst og ved nordvestenden av Andøya, ved klynger av høy fangstmengde mellom ett til seks av årene, som man ser av *Figur 4.9*. Også nordvest i havet av Senja har det vært vedvarende høye fangstmengder, dog ved høye forekomster i ett til fire år. Vest i havet av Andøya ligger også en mindre klynge der det har vært høy fangstmengde i ett til to av studieperiodens år. Analyse med tilsvarende forutsetninger av data per år, for aktivitet, viste i hovedsak kun vedvarende høy aktivitet ved nordenden av Andøya, med signifikant høy aktivitet mellom ett og åtte år. Fangstverdi på sin side, med samme forutsetninger, ble funnet som vedvarende høye verdier i omtrent samme områder som fangstmengde.



Figur 4.9. Konsentrasjoner av vedvarende høy fangstmengde i garnfiske, basert på OHSA av observasjoner delt i år.

4.2.3.3 Sesongmessig fangstverdi

Som man ser av *Figur 4.10* er det kun i området ved nordvestenden av Andøya at fangstverdi er funnet signifikant høy i alle sesongene, med mindre arealer av vedvarende hotspots gjennom studieperioden. Fra vintersesongene (*Figur 4.10 a*) er det funnet konsentrasjoner av høy fangstverdi nordvest i havet av Senja, der en mindre del av klynga har vært hotspot mellom tre og fire av vintersesongene, mens resten av klynga har hatt høy fangstverdi i en til to av sesongene. I samme område er det også funnet en klynge av hotspots for høstsesongene (*Figur 4.10 d*).



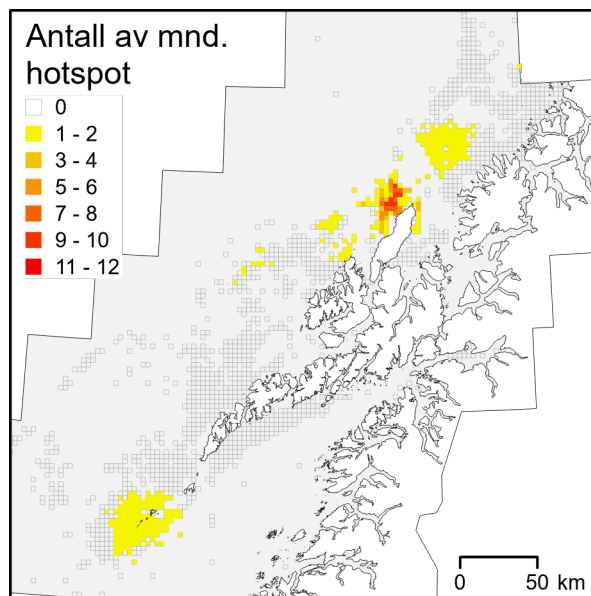
Figur 4.10. Konsentrasjoner av vedvarende høy fangstverdi i garnfiske, basert på OHSA av observasjoner per sesong, per år, delt i sesongene a) vinter, b) vår, c) sommer og d) høst.

Også vest i havet av Andøya, er det likheter mellom mønster for vinter og høst, ved noen mindre områder der fangstverdi var hotspot i en til to av sesongene. Av sommersesongene (Figur 4.10 c) er det noen mindre arealer som var hotspot av fangstverdi, en til to sesonger, litt lenger sør, vest i havet av Langøya. Vedvarende høy fangstverdi fra vårsesongene (Figur 4.10 b) skiller seg ut fra de andre sesongene, ved en større klynge av gjentakende hotspots er å finne i sør, ved Røst. Fangstverdier i vårsesongene er i tillegg funnet høye (i en til to sesonger) i en klynge nærmere land ved Senja, som er et område der fangstverdier ikke er funnet signifikant høy i de andre sesongene.

Arealet som ble funnet å ha høy fangstverdi ved Senja i noen av vårsesongene, ble ikke funnet ved analyse av fangstmengde og aktivitet. Analyser av vedvarende høy fangstmengde, med samme forutsetninger som over, viste ellers relativt like resultater som for fangstverdi i alle sesonger, mens tilsvarende analyser av aktivitet viste noe færre og mindre klynger for vinter, vår og høst, samt relativt likt som for fangstverdi og fangstmengde i sommersesongene.

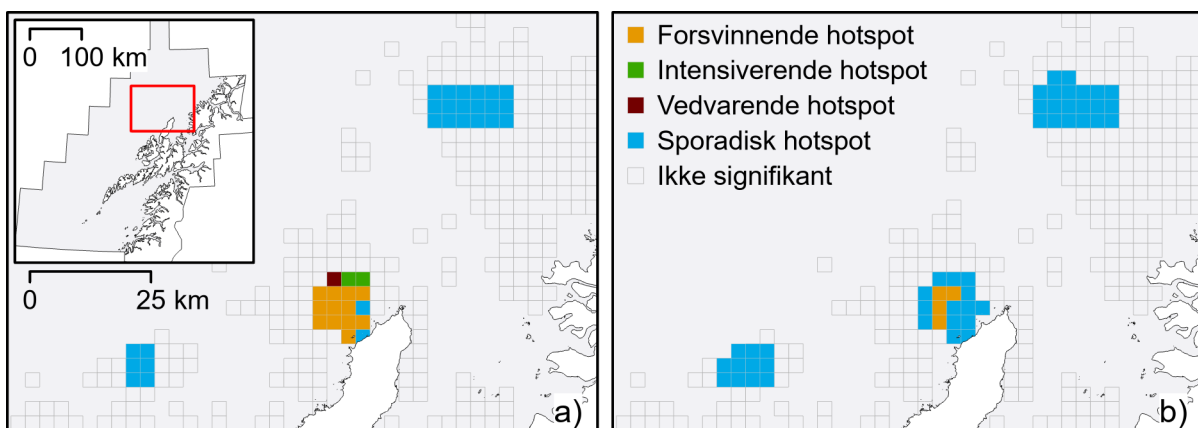
4.2.3.4 Månedlig fangstmengde

Fra kumulativ analyse av fangstmengde i garnfiske, av OHSA per måned, kan man fra *Figur 4.11* se at arealet ved nordvestsiden av Andøya er der det har vært aller mest vedvarende høy fangstmengde, ved signifikant høye verdier i en til ti av årets måneder. Signifikant høye verdier av fangstmengde er også funnet nordvest i havet av Senja, sør i studieområdet rundt Røst, og i noen mindre utstrekning nord av Langøya og vest i havet av Langøya. I de sistnevnte områder er dog konsentrasjonene kun funnet i en til to av månedene. Analyser med tilsvarende tidsinndeling for aktivitet og fangstverdi fra garnfiske viste vedvarende høy aktivitet og fangstverdi i omtrent samme områder som for fangstmengde, dog ved noe mindre klynge sør ved Røst, og ingen hotspots vest i havet av Langøya, for aktivitet.



Figur 4.11. Konsentrasjoner av vedvarende høy fangstmengde i garnfiske, basert på OHSA av observasjoner delt i måned av året.

4.2.3.5 Rom-tid-klynger av aktivitet



Figur 4.12. Rom-tid-klynger fra EHSA, av aktivitet i garnfiske, gjennom hele studieperioden, med tidsintervall a) tre måneder og b) én måned.

Aktivitet av garnfiske er gjennom rom-tid kuber i EHSA, av hele studieperioden, med tre (*Figur 4.12 a*) og én (*Figur 4.12 a*) måneds tidsintervall, funnet å ha distinkte mønster av hotspots i tre mindre arealer: ett vest i havet av Andøya, ett ved nordvestenden av Andøya og ett nordvest i havet av Senja. Ved begge tidsintervall er det avdekket flest sporadiske hotspots og noen forsvinnende hotspots, mens det ved tre måneders tidsintervall i tillegg er funnet intensiverende hotspots og vedvarende hotspot. EHSA med samme betingelser som over, med hensyn til fangstverdi og fangstmengde var tilnærmet identiske som de for aktivitet, med unntak av den for fangstverdi med tre måneders tidsintervall, der hotspots kun ble funnet i de to nordligste klyngene.

4.2.3.6 Årlige rom-tid-klynger av aktivitet

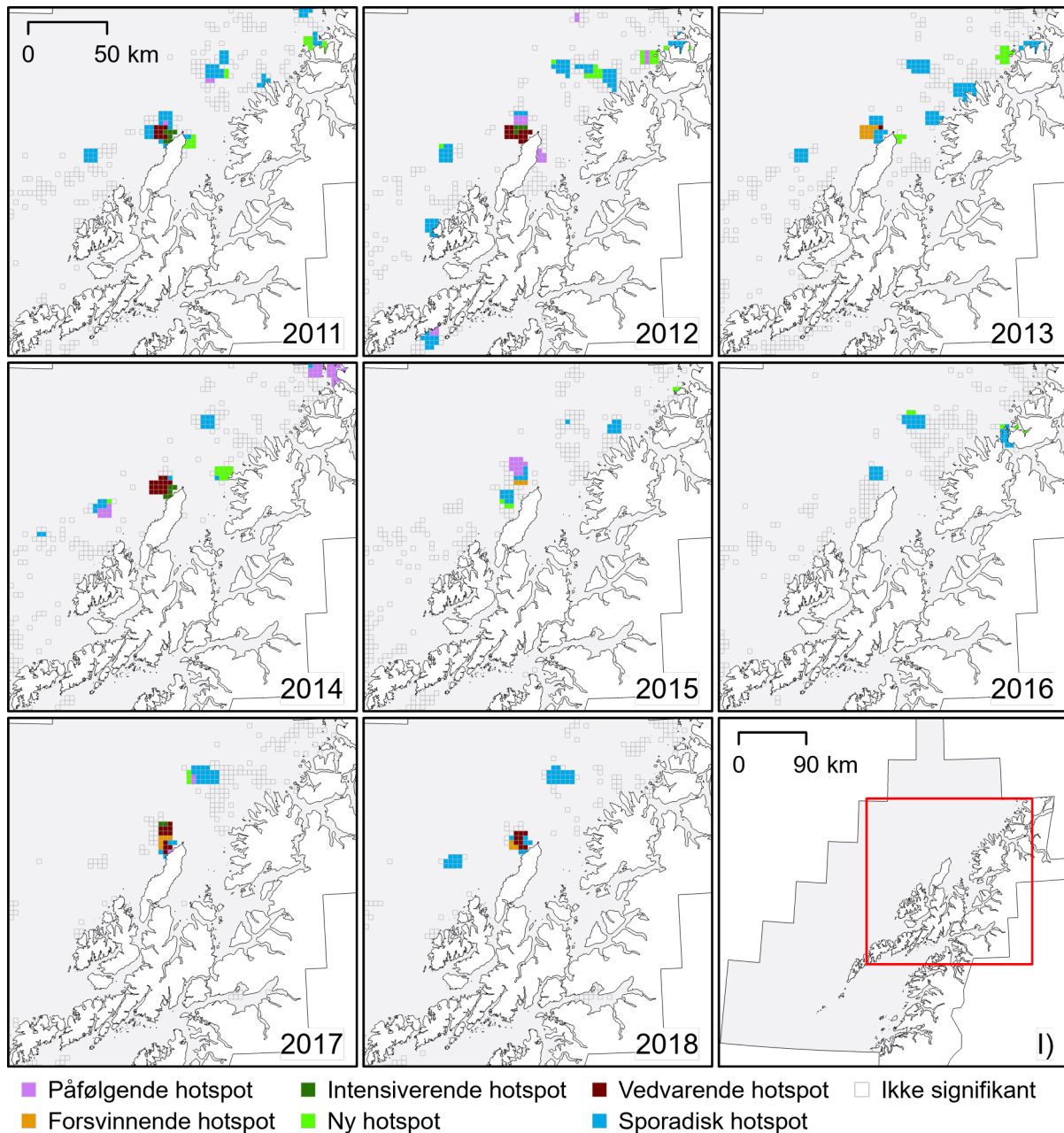
Fra EHSA av garnfiskeaktivitet hvert år i studieperioden er det, med unntak av for 2012, kun avdekket høy aktivitet (uavhengig av type hotspot) i den nordlige delen av studieområdet (*Figur 4.13*). Man kan også, ut fra *Figur 4.13*, se at det er flere arealer som er funnet å være ulike typer hotspots i de første årene av studieperioden enn de senere år av studieperioden.

For 2014 er det funnet to klynger av vedvarende hotspots vest av Ringvassøya, ved nordenden av Kvaløya. I området på vestsiden av Kvaløya var det i årene 2011-2013, samt 2015 og 2016 noen nye hotspots, hvilket i dette tilfelle vil si aktiviteten der var signifikant høy i desember måned, men ikke før i gjeldende år. I tillegg var det for årene 2011-2013 og 2016 noen sporadiske hotspots i samme område. Lenger sør, ved vestsiden av Senja ble det for 2011-2013 funnet mindre klynger av sporadiske hotspots, mens det lenger ut i havet nordvest av Senja ble avdekket noen relativt større klynger av signifikant sporadisk, og ny høy aktivitet i 2011, 2012, 2016 og 2017, og klynger av sporadisk høy aktivitet i 2013-2015 og 2018.

Nordvest av Andøya ble det funnet ulike typer hotspots i alle studieperiodens år, hvorav den sporadiske typen ble funnet alle år, vedvarende hotspots ble avdekket i 2011-2015, 2017 og 2018, intensiverende hotspots ble funnet i 2011, 2012 og 2014, påfølgende hotspots ble avdekket for 2011, 2012 og 2017, forsvinnende hotspots ble funnet for 2013, 2015, 2017 og 2018, og eneste år det ble funnet nye hotspots ved nordvestenden av Andøya var i 2015. I 2011-2013 var det i tillegg mindre klynger av nye (2011 og 2013) og påfølgende hotspots (2012) på nordøstsiden av Andøya. Vest i havet av Andøya er det funnet klynger av sporadiske hotspots for 2011-2014 og 2018, hvorav klynga i 2012 også inneholder en ny hotspot, og den for 2014 er en miks av sporadiske hotspots, påfølgende hotspots og en ny hotspot.

For 2012 ble det i tillegg til de områder nevnt ovenfor funnet to klynger av hotspots lenger sør i studieområdet, én av sporadiske hotspots ved vestsiden av Langøya, og én av sporadiske og påfølgende hotspots inne i Vestfjorden, relativt langt inn mot Austvågøya.

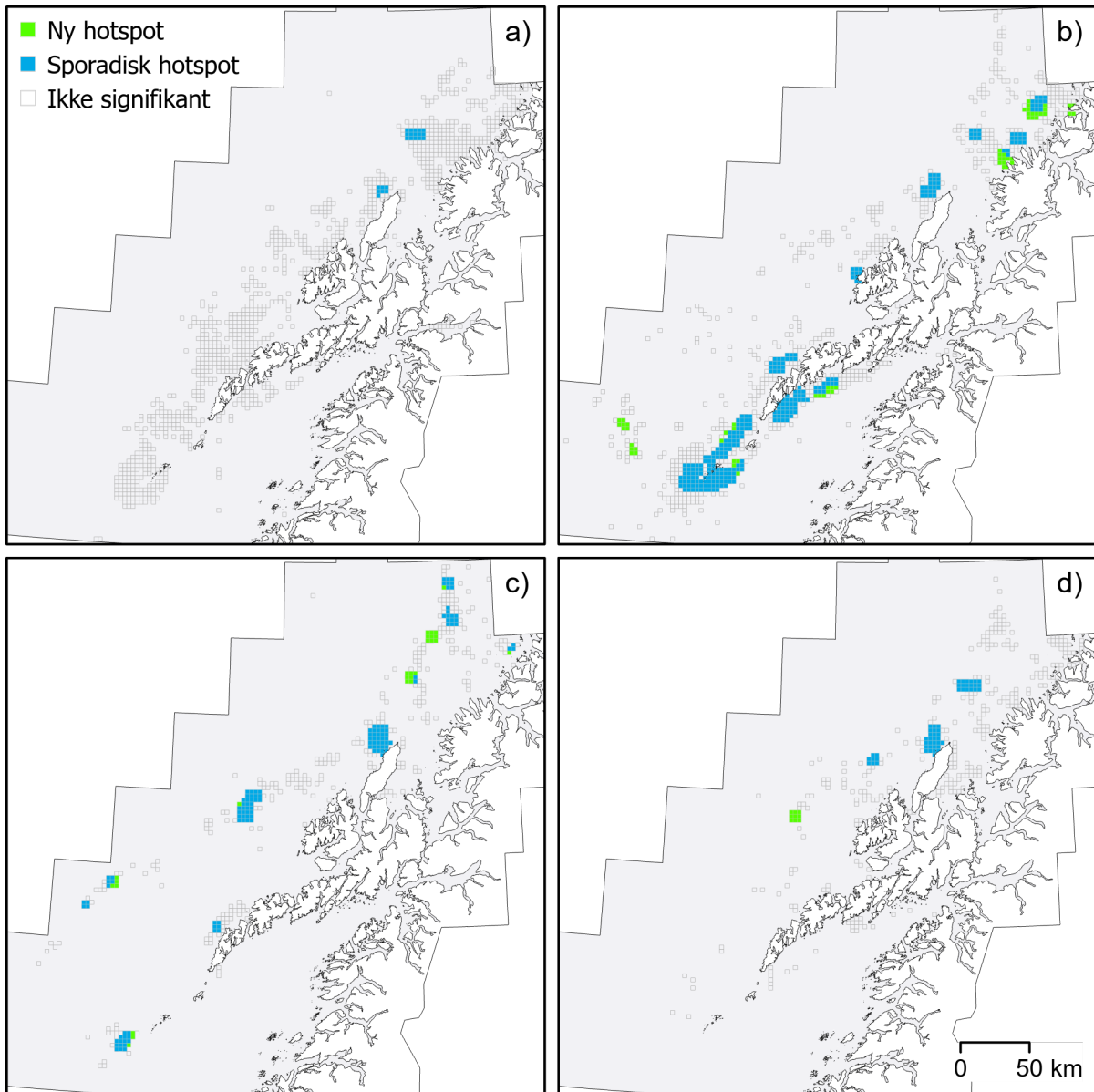
I tilsvarende analyser som de over her, med hensyn til fangstmengde og fangstverdi, ble det generelt funnet færre klynger av ulike typer hotspots, og de klynger som ble funnet var utelukkende i den nordlige delen av studieområdet.



Figur 4.13. Rom-tid-klynger fra EHSA, av aktivitet i garnfiske, per år (der 2011, 2012 etc. angir år), med én måned tidsintervall, og I) er oversiktskart.

4.2.3.7 Sesongmessige rom-tid-klynger av fangstverdi

Ved EHSA av de sesonginndelte datasettene fra garnfiske, med hensyn til fangstverdi, ble det funnet relativt mange flere klynger av sporadiske og nye hotspots for vår- og sommersesongene, som man ser av *Figur 4.14*. Ved nordvestenden av Andøya, samt nordvest i havet av Senja ble det funnet klynger av sporadiske hotspots av fangstverdi for alle sesonger. Den nevnte klynga nordvest i havet av Senja for sommersesongene inneholdt også nye hotspots.



Figur 4.14. Rom-tid-klynger fra EHSA, av fangstverdi i garnfiske for hver av sesongene a) vinter, b) vår, c) sommer og d) høst, med tre måneders tidsintervall.

Fra vår og sommersesongene er det funnet klynger av både sporadiske hotspots og nye hotspots av fangstverdi vest i havet av Ringvassøya og Kvaløya, hvorav de for sommersesongene ligger lenger ut i havet enn de for vårsesongene. I tillegg er det for vår og sommer funnet klynger av sporadiske og nye hotspots lenger sør i studieområdet enn de to andre sesongene. De klyngene som er funnet rundt Røst og Værøya, ved Moskenesøya og ved Vestvågøy, for vårsesongene, skiller seg ut som spesielt store, mens de for sommersesongene skiller seg ut ved å ligge relativt langt ut i havet, som den vest i havet av Langøya (*Figur 4.14*).

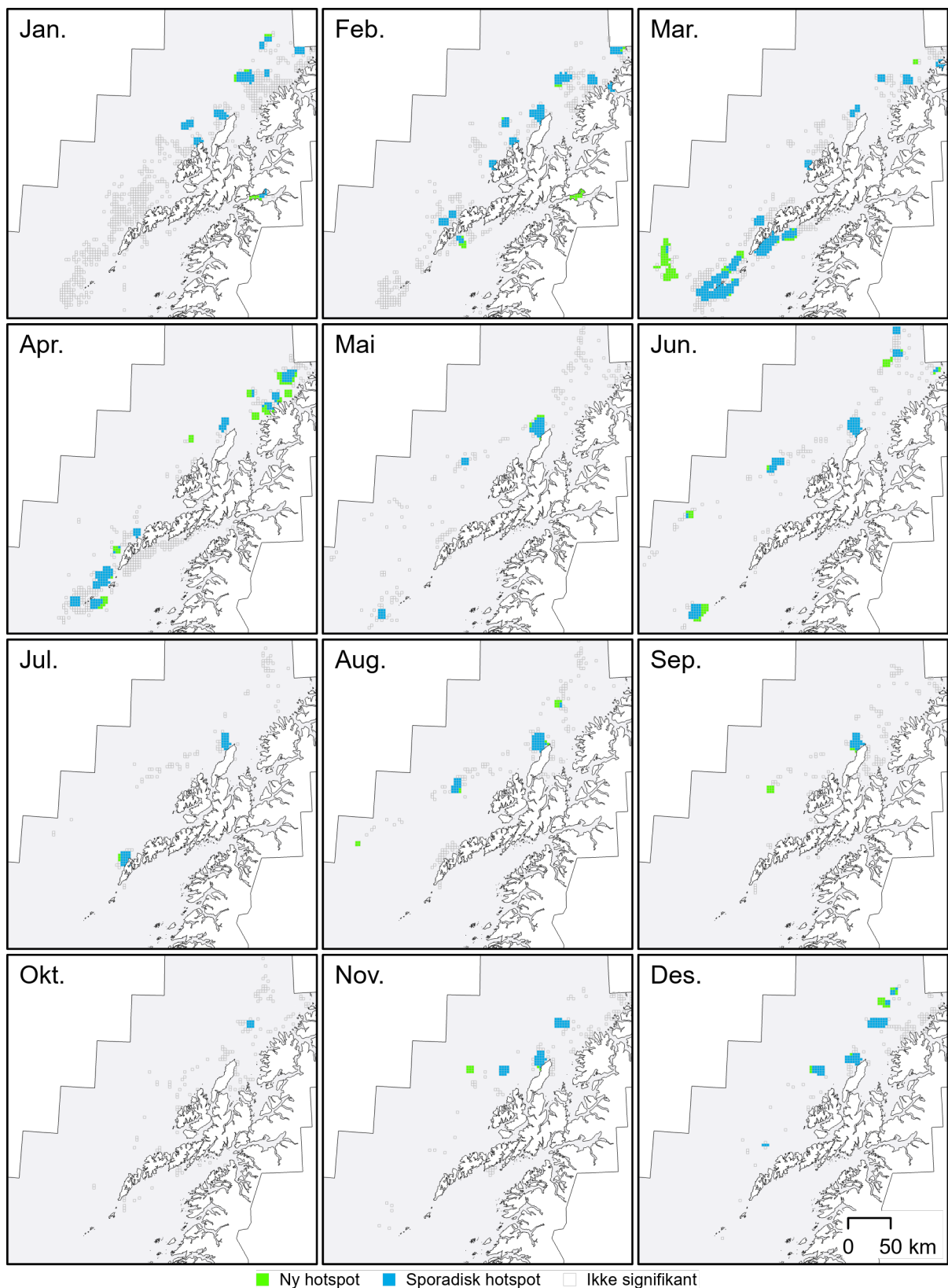
I EHSAs av aktivitet og fangstmengde, under samme forutsetninger som over, ble det avdekket en ekstra klynge av sporadiske hotspots, vest i havet for Andøya, i forhold til fangstverdi, fra vintersesongene. Ellers ble det funnet omtrent samme resultater i vårsesongene, dog noen færre nye hotspots med hensyn til aktivitet. For sommersesongene var det fangstverdi som viste flest klynger av hotspots. Til sist var resultatene mellom aktivitet, fangstmengde og fangstverdi nært identiske for høstsesongene.

4.2.3.8 Månedlige rom-tid-klynger av fangstmengde

Av de månedlige rom-tid-klyngene fra fangstmengde i garnfiske kan man, fra *Figur 4.15*, se at avdekket mønster i månedene september til og med januar er konsentrert i den nordre del av studieområdet, mens mønster i månedene fra februar til og med august er mer spredt mellom nord og sør. Generelt er det i tillegg funnet flere klynger av sporadiske og nye hotspots i de seks første månedene av året enn i de seks siste.

Vest i havet av Ringvassøya og Kvaløya er det avdekket klynger av sporadisk og nye signifikante hotspots i månedene januar-april, juni og desember. Litt lenger sør, nordvest i havet av Senja er det funnet klynger av sporadiske og nye hotspots av fangstmengde i januar-april, august og oktober-desember, hvorav klyngene for januar-mars, oktober-desember i hovedsak er sporadiske hotspots av fangstmengde, mens klyngene i april og august har overvekt av nye hotspots.

I alle måneder, utenom oktober (hvor det kun er funnet én mindre klynge av sporadiske hotspots nordvest i havet av Senja), er det avdekket klynger av tidsmessige hotspots av fangstmengde ved nordvestenden av Andøya, hvorav klyngene for januar-april, og juni-juli utelukkende består av sporadiske hotspots, og klyngene for mai, august-september og november-desember har en overvekt av sporadiske hotspots, men også innslag av nye



Figur 4.15. Rom-tid-klynger fra EHSA, av fangstmengde i garnfiske for hver av årets måneder (der Jan., Feb. etc. angir måned), med én måneds tidsintervall.

hotspots. Også vest i havet av Andøya er det avdekket klynger av sporadiske og nye hotspots av fangstmengde i januar-februar, april og november-desember, som man ser av *Figur 4.15*.

Ved nordsiden av Langøya er det funnet sporadiske hotspots av fangstmengde for januar og februar, mens det lenger sør, ved vestsiden av Langøya, er avdekket sporadiske hotspots i februar og mars. Vest ut i havet av Langøya er det i tillegg funnet klynger av sporadiske og nye hotspots av fangstmengde i juni og august, samt en klynge av kun sporadiske hotspots i mai og en av kun nye hotspots i september.

Lenger sør i studieområdet, ved vestsiden av Vestvågøya og Moskenesøya ligger det i månedene februar-april og juli klynger av signifikant høy fangstmengde av typen sporadisk i februar og mars, en klynge av sporadiske og en klynge av nye hotspots i april, samt en klynge med kombinasjon av sporadiske og nye hotspots i juli. I juni og august ligger det i tillegg en klynge av nye hotspots langt vest ut i havet av samme område.

For februar måned er det funnet en konsentrert klynge av flere nye hotspots og noen få sporadiske hotspots av fangstmengde, også på innersiden av Vestvågøya og Moskenesøya. I samme område er det funnet en større klynge av sporadiske og ny hotspots for mars. Nordøst for dette området, inne i Ofotfjorden er det avdekket klynger som i hovedsak består av nye hotspots, for januar og februar måned.

Sist, men ikke minst, ble det gjennom EHSA av månedlige garnfiskefangster funnet mønster av signifikante sporadiske og nye hotspots i arealene rundt Værøya og Røst for mars-juni, hvorav spesielt klyngene for mars og april er store, som man ser av *Figur 4.15*. I mars måned er det i tillegg funnet en større klynge av nye hotspots vest i havet av Værøya og Røst.

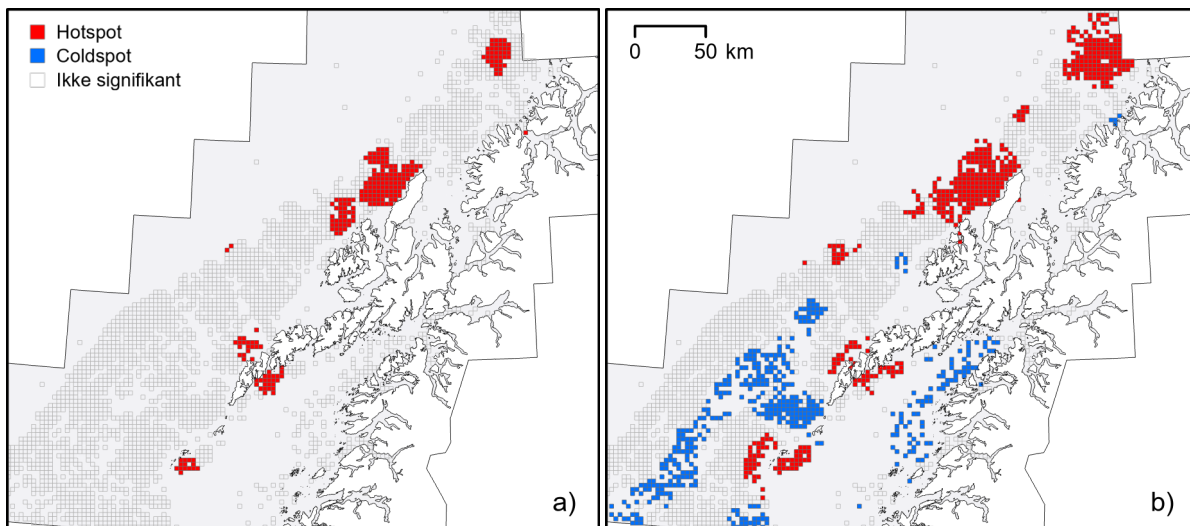
Fra analyser av aktivitet og fangstverdi, med samme betingelser som over, ble det funnet relativt like resultater som for fangstmengde i månedene februar-mai og juli-oktober. Den for aktivitet var også lik fangstmengde i juni, mens den for fangstverdi i tillegg var lik fangstmengde i januar, november og desember. Aktiviteten av garnfiske i januar, ble i tillegg til samme områder som for fangstmengde funnet sporadisk høy i en klynge nordvest i havet av Vestvågøya, samt en klynge av nye hotspots på innersiden av Moskenesøya. For november og desember ble det avdekket færre klynger av signifikante hotspots med hensyn til aktivitet enn fangstmengde. Fangstverdi på sin side ble, for juni måned, funnet som signifikante nye hotspots i to mindre klynger vest i havet av Værøya og Røst, i tillegg til klyngene som ble avdekket fra fangstmengde for måneden.

4.2.4 Konsentrasjoner av linefiske

Når det kommer til konsentrasjoner av aktivitet, fangstmengde og fangstverdi fra linefiske er det tre områder som peker seg spesielt ut. Disse er vest i havet av Ringvassøya og Kvaløya, nordvest av Andøya, ved Moskenesøya, Flakstadøya og Vestvågøy. Arealet nordvest av Andøya er det mest konsekvent er funnet klynger også av linefiske, som man vil se i delkapitlene 4.1.4.1 – 4.1.4.8.

4.2.4.1 Klynger av aktivitet og fangstverdi

I OHSA av linefiske i studieperioden er det funnet mindre klynger av signifikant høy aktivitet på sørøstsiden av Røst, på innersiden og yttersiden av Moskenesøya og Flakstadøya, og større klynger av høy aktivitet nordvest av Langøya, ut av den nordvestlige del av Andøya, samt nordvest i havet av Kvaløya og Ringvassøya, som man ser av *Figur 4.16 a*). Relativt langt vest i havet av Langøya er i tillegg et par ruter klassifisert som hotspots av linefiskeaktivitet. Det er ikke avdekket coldspots av linefiskeaktivitet, ved OHSA av hele studieperioden.



Figur 4.16. Konsentrasjoner av hotspots og coldspots fra a) aktivitet og b) fangstverdi i linefiske, fra OHSA av hele studieperioden.

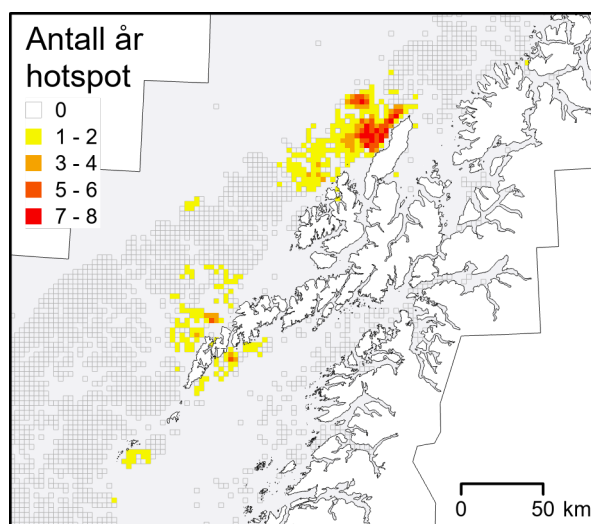
Når det kommer til fangstverdi i linefiske, for hele studieperioden, er det gjennom OHSA funnet hotspots i, og i nærheten av, de samme områdene som for aktivitet. Klyngene for fangstverdi i disse områdene er dog større i areal, som kan observeres fra *Figur 4.16 b*). I tillegg er det for fangstverdi funnet en mindre klynge av hotspots nordvest i havet av Senja, som ikke er avdekket for aktivitet. For fangstverdi i linefiske er, i motsetning til for linefiskeaktivitet, en betydelig mengde av arealet sør i studieområdet funnet å ha signifikant lav verdi. Fra OHSA av fangstmengde i linefiske, med samme betingelser som de over, ble

det funnet klynger av hotspots i omtrent samme arealer (dog noe mindre utstrakt) som fangstverdi, men det ble ikke avdekket coldspots i analyse av fangstmengde.

4.2.4.2 Årlig aktivitet

Fra kumulativ analyse av årlig linefiskeaktivitet er det funnet en større klynge av vedvarende signifikant høy aktivitet ut fra den nordvestlige delen av Andøya og ned i arealet nordvest av Langøya, som man ser av *Figur 4.17*. I to kjerner av øvre del i denne klynga er linefiskeaktivitet funnet å være signifikant høy mellom syv og åtte av årene i studieperioden, mens den sørlige delen av klynga, som strekker seg ned til nordvest av Langøya, viser til signifikant høy aktivitet mellom ett og fire av årene. Relativt langt vest i havet av Langøya er det også funnet en mindre klynge av høy aktivitet.

Nordvest i havet av Vestvågøya befinner det seg flere mindre klynger av høy linefiskeaktivitet, fra ett til to år. Like sør for dette, nordvest av Flakstadøya og Moskenesøya, er det funnet konsentrasjoner av linefiskeaktivitet, hvorav det i øvre del er funnet høy aktivitet i ett til fire av årene, mens den sørligere delen har vært hotspots i ett til to år. Også på innersiden av Vestvågøya, Flakstadøya og Moskenesøya er det funnet noen mindre klynger av høy linefiskeaktivitet, hvorav deler av den midterste klynga har hatt høy aktivitet opp til seka av årene, som man kan se på *Figur 4.17*. I tillegg er det avdekket en klynge av signifikant høy aktivitet i ett til to år, sørøst av Røst.



Figur 4.17. Konsentrasjoner av vedvarende høy aktivitet i linefiske, basert på OHSA av observasjoner delt i år.

Kumulative analyser av vedvarende høy fangstmengde og fangstverdi i linefiske, med samme forutsetninger som for aktivitet over, fanger opp konsentrasjoner av høye verdier i omtrent de

samme områdene som for aktivitet. Hovedtrenden er dog at fangstmengde og fangstverdi har signifikant høye verdier i færre år ved nordenden av Andøya, samt har et større område vest i havet av Kvaløya og Ringvassøya der det for ett til to år er signifikant høye verdier, som ikke er avdekket i årlige analyser av aktivitet.

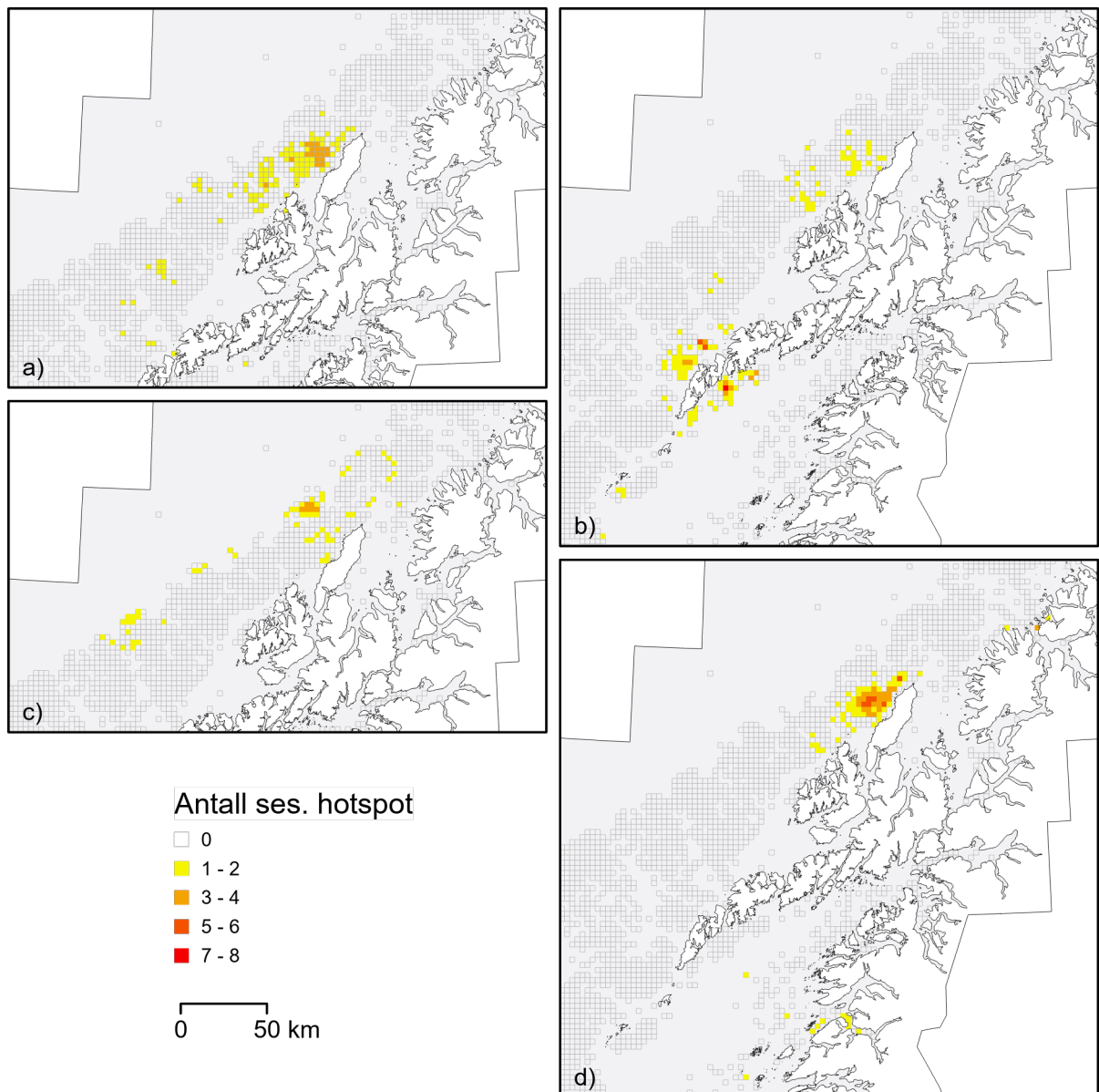
4.2.4.3 Sesongmessig aktivitet

Fra *Figur 4.18* kan man se at det fra vintersesongene (*Figur 4.18 a*) og sommersesongene (*Figur 4.18 c*) i hovedsak er funnet konsentrasjoner av høy linefiskeaktivitet vest av Andøya og Langøya, mens det fra vårsesongene (*Figur 4.18 b*) og høstsesongene (*Figur 4.18 d*) også er funnet mønster av høy aktivitet lenger sør i studieområdet. Vest i havet av Andøya er det funnet klynger av hotspots der aktivitet har vært signifikant høy i flest vinter- og høstsesonger, hvorav noe av arealet har vært hotspots opp til mellom syv og åtte av sesongene (*Figur 4.18 d*). I vår- og sommersesongene er det også avdekket hotspots nært Andøya, dog i mindre konsentrerte former ved den nordvestlige enden av øya, enn for resterende sesonger.

Nordvest i havet av Langøya er det funnet høy linefiskeaktivitet spesielt i vintersesongene (i én til fire av sesongene), mens det også er funnet mønster, dog i mindre omfang, i samme område i vårsesongene og høstsesongene. Relativt lang vest i havet av Langøya er det i tillegg funnet mindre konsentrasjoner av aktivitet mellom én og to av vinter- og sommersesongene. Fra vårsesongene er det funnet klynger av hotspots både på ytter- og innersiden av Vestvågøya, Flakstadøya og Moskenesøya (*Figur 4.18 b*), hvor det i ett par av rutene har vært vedvarende høy aktivitet opp til mellom syv og åtte av sesongene.

Relativt langt sør i studieområdet er det for vårsesongene funnet høy aktivitet i én til to av sesongene ved Røst, samt høy aktivitet inne ved Salten i én til to av høstsesongene. Det er også verdt å merke seg at det fra vinter og sommersesongene er funnet færre hotspots som er vedvarende gjennom studieperioden, enn fra vår- og høstsesongene.

I sesongmessige kumulative analyser av fangstmengde og fangstverdi, ble det avdekket signifikant høye verdier i omtrent samme områder som for aktivitet, dog med noen færre signifikante sesonger ved nordenden av Andøya, og med noen spredte ruter av signifikant høye verdier nordvest av Senja, som aktivitetsanalysene ikke fanget opp. I sommer- og høstsesongene ble det fra fangstmengde i tillegg funnet spredte mønster av signifikant høye

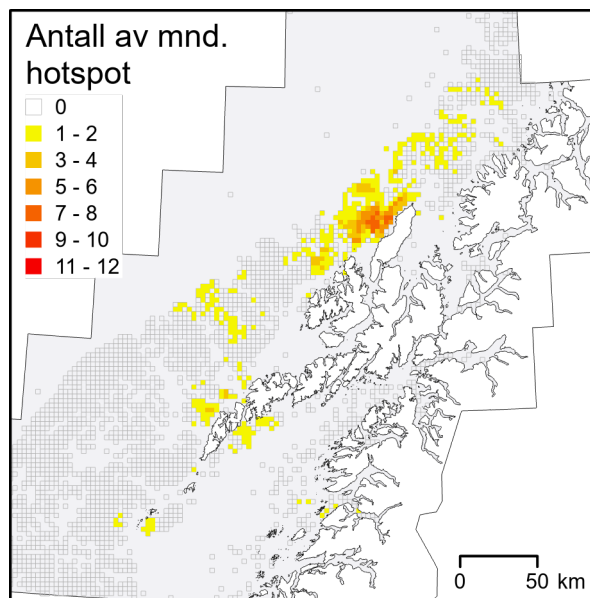


Figur 4.18. Konsentrasjoner av vedvarende høy aktivitet i linefiske, basert på OHSA av observasjoner per sesong, per år, delt i sesongene a) vinter, b) vår, c) sommer og d) høst.

verdier relativt langt vest i havet av Røst og Moskenesøya, Flakstadøya og Vestvågøy, som ikke ble avdekket i analyse av aktivitet. Det samme var tilfelle for fangstverdi fra høstsesongene.

4.2.4.4 Månedlig aktivitet

Fra kumulativ analyse av linefiskeaktivitet, basert på OHSA per måned, er det funnet vedvarende høy aktivitet spesielt vest av den nordlige delen av Andøya, som *Figur 4.19* viser, der det har vært signifikant høy aktivitet opp til åtte av årets måneder i den indre del av klynga. Like sørvest for dette området, nordvest i havet av Langøya, er det avdekket en konsentrert klynge av høy aktivitet, der innerste del av klynge har vært hotspot mellom tre og fire av månedene. Ellers er linefiskeaktivitet funnet å være signifikant høy for en til to av månedene vest i havet av Kvaløya og Senja, i relativt utsprente og lite konsentrerte klynger.



Figur 4.19. Konsentrasjoner av vedvarende høy aktivitet i linefiske, basert på OHSA av observasjoner delt i måned av året.

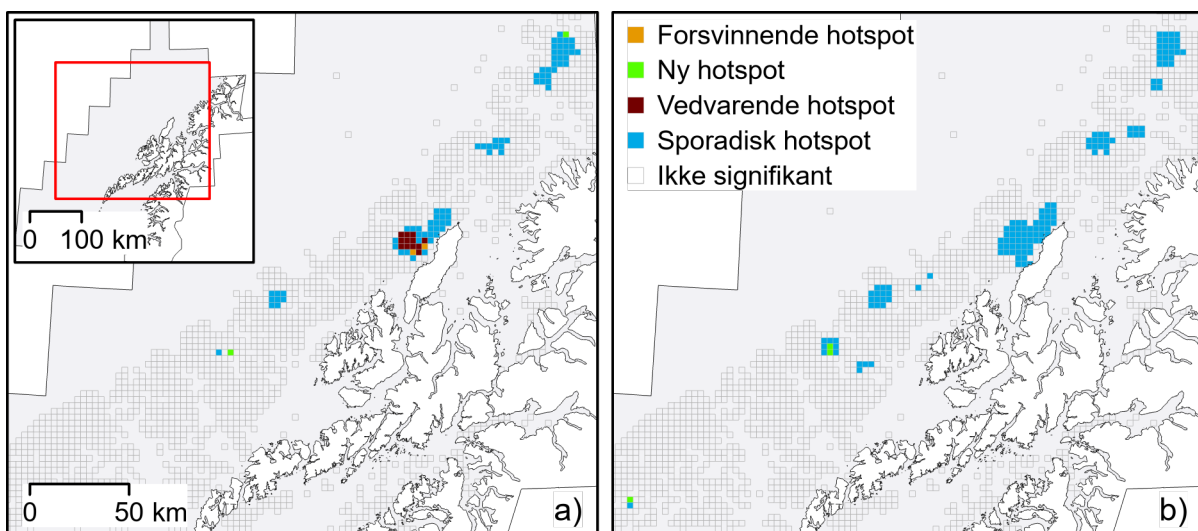
Sørvest i havet av Langøya ligger et belte av ruter som er klassifiserte som signifikante hotspots av linefiskeaktivitet i en til to av månedene, og noe sør for dette området, nærmere land er det mindre klynger der aktivitet har vært signifikant høy mellom en og fire måneder på yttersiden av Vestvågøy, Flakstadøya og Moskenesøya. Det er også funnet konsentrasjoner av høy linefiskeaktivitet i arealet nært land på innersiden av de sistnevnte øyene for én til to av månedene, samt i to mindre klynger ved Røst, hvorav en på sørøstsiden og en på sørvestsiden av øya.

De kumulative analysene av fangstmengde og fangstverdi, med samme betingelser som over, ga et relativt mer spredt mønster av klynger med signifikant høye verdier, dog i hovedsak tilknyttet de samme områdene som for aktivitet.

4.2.4.5 Rom tid klynger av aktivitet

Gjennom EHSA av linefiskeaktivitet i hele studieperioden, med tidsintervall på tre og én måneder, som er vist i henholdsvis *Figur 4.20 a)* og *b)*, er det funnet flest sporadiske hotspots, som betyr at aktivitet har vært av- og på signifikant høy i de gitte områdene. De største klyngene av hotspots gjennom studieperioden er funnet ved nordvestenden av Andøya, hvorav klynga funnet med én måneds tidsintervall (*Figur 4.20 b)*) utelukkende består av sporadiske hotspots, mens den funnet ved tre måneders tidsintervall (*Figur 4.20 a)*) har vedvarende hotspots, samt et par forsvinnende hotspots i sin sørligere del.

I tillegg til ovennevnte er det ved tre måneders tidsintervall funnet sporadiske hotspots i en klynge nord for Senja, og en mindre klynge nordvest i havet av Senja, hvorav den nordligste i tillegg inneholde en ny hotspot. Også vest i havet av Langøya er det funnet en klynge av sporadiske hotspots, samt en ny hotspots og en sporadisk hotspots et stykke sør for den nevnte



Figur 4.20. Rom-tid-klynger fra EHSA, av aktivitet fra linefiske, gjennom hele studieperioden, med tidsintervall a) tre måneder og b) én måned.

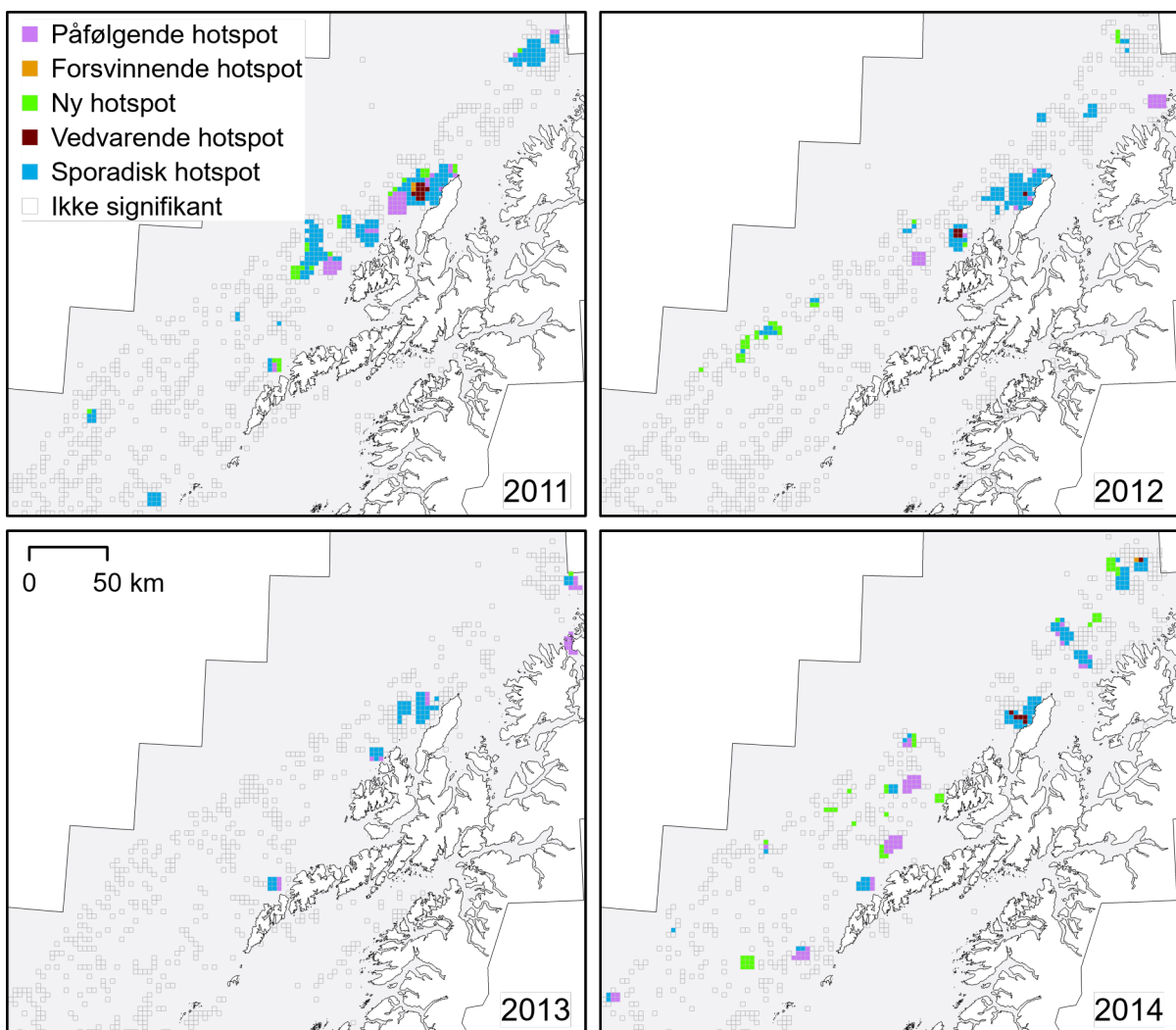
klynga. I de samme områdene er det i EHSA av studieperioden med én måneds tidsintervall funnet lignende mønster, dog ved noen flere klynger, hvorav de vest i havet av Langøya er noe større enn de funnet med tidsintervall på tre måneder, som man ser av *Figur 4.20*.

Det ble for fangstmengde og fangstverdi, med samme betingelser som over, funnet rom-tid-klynger i de samme områdene som for aktivitet, men de sørligste klyngene som ble avdekket vest i havet av Langøya inneholdt en større andel nye hotspots enn sporadiske hotspots, både i EHSA med tre og én måneds tidsintervall, for fangstmengde og fangstverdi.

4.2.4.6 Årlige rom-tid-klynger av aktivitet

Årlige EHSA av linefiskeaktivitet, med én måneds tidsintervall, avdekker relativt flere klynger av ulike typer hotspots i 2011, 2012 og 2014 enn i resterende år, som man kan se av *Figur 4.21.a* (2011-2014) og *Figur 4.21.b* (2015-2018). De samme årene har i tillegg vedvarende hotspots som del av mønsteret sitt, noe de andre årene ikke har.

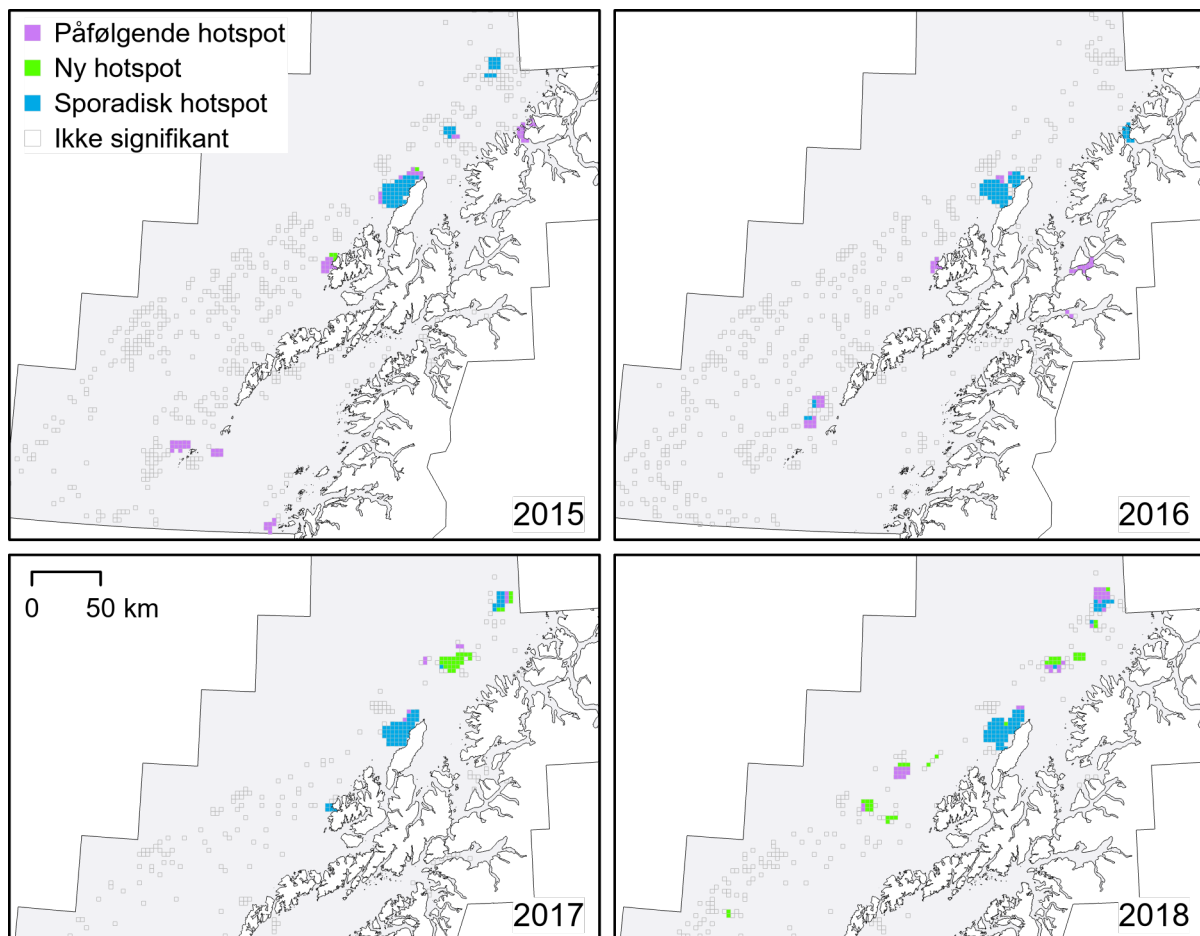
Det er funnet rom-tid-klynger i arealet ved den nordvestlige enden av Andøya alle år, dog noe lenger ut i havet i 2013 enn de andre årene. Klyngene som er funnet er større for 2011 og 2012 enn for resterende år, og den for 2011 inneholder flest forskjellige typer hotspots. Sør for dette området, vest i havet av Langøya er det funnet relativt store rom-tid-klynger i 2011, samt noen mindre rom-tid-klynger i 2012, 2014 og 2018 (*Figur 4.21.a* og *Figur 4.21.b*). For 2013 og 2015-2017 er det avdekket mindre klynger av sporadiske, påfølgende og nye hotspots relativt nært land av Langøy.



Figur 4.21.a. Rom-tid-klynger fra EHSA av aktivitet i linefiske, per år i 2011-2014 (der 2011, 2012 etc. angir år), med én måned tidsintervall.

I arealet vest i havet av Ringvassøya, Kvaløya og Senja er det avdekket mindre klynger av sporadiske hotspots, nye hotspots og påfølgende hotspots i alle år utenom 2016. For 2013, 2015 og 2016 er det funnet påfølgende hotspots eller sporadiske hotspots (2016) mellom Kvaløya og Senja, og i 2016 er det i tillegg funnet påfølgende hotspots i en av fjordene innenfor den nordlige delen av Hinnøya, som er relativt langt inn i fjordsystemene sett i forhold til de fleste andre klyngeresultater. Vest i havet av Vestvågøy, Flakstadøya, Moskenesøya, Værøya og Røst er det funnet få mindre rom-tid-klynger, stort sett aldri i eksakt samme areal for 2011-2016. De eneste klyngene som her er funnet på samme plass i flere år er en klynge relativt nært nordvestsiden av Flakstadøya, for 2011, 2013 og 2014. I 2017 og 2018 er det ikke funnet noen klynger sør for Langøya.

EHSA av fangstmengde og fangstverdi av linefiske per år, viste hotspotmønstre i tilknytning til de samme arealene som den for aktivitet. Antall klynger av fangstmengde og fangstverdi var dog mindre enn antall klynger av aktivitet i 2011 og 2013-2016. For 2017 og 2018 ble det funnet noe mer mønstre av fangstmengde og fangstverdi enn av aktivitet.

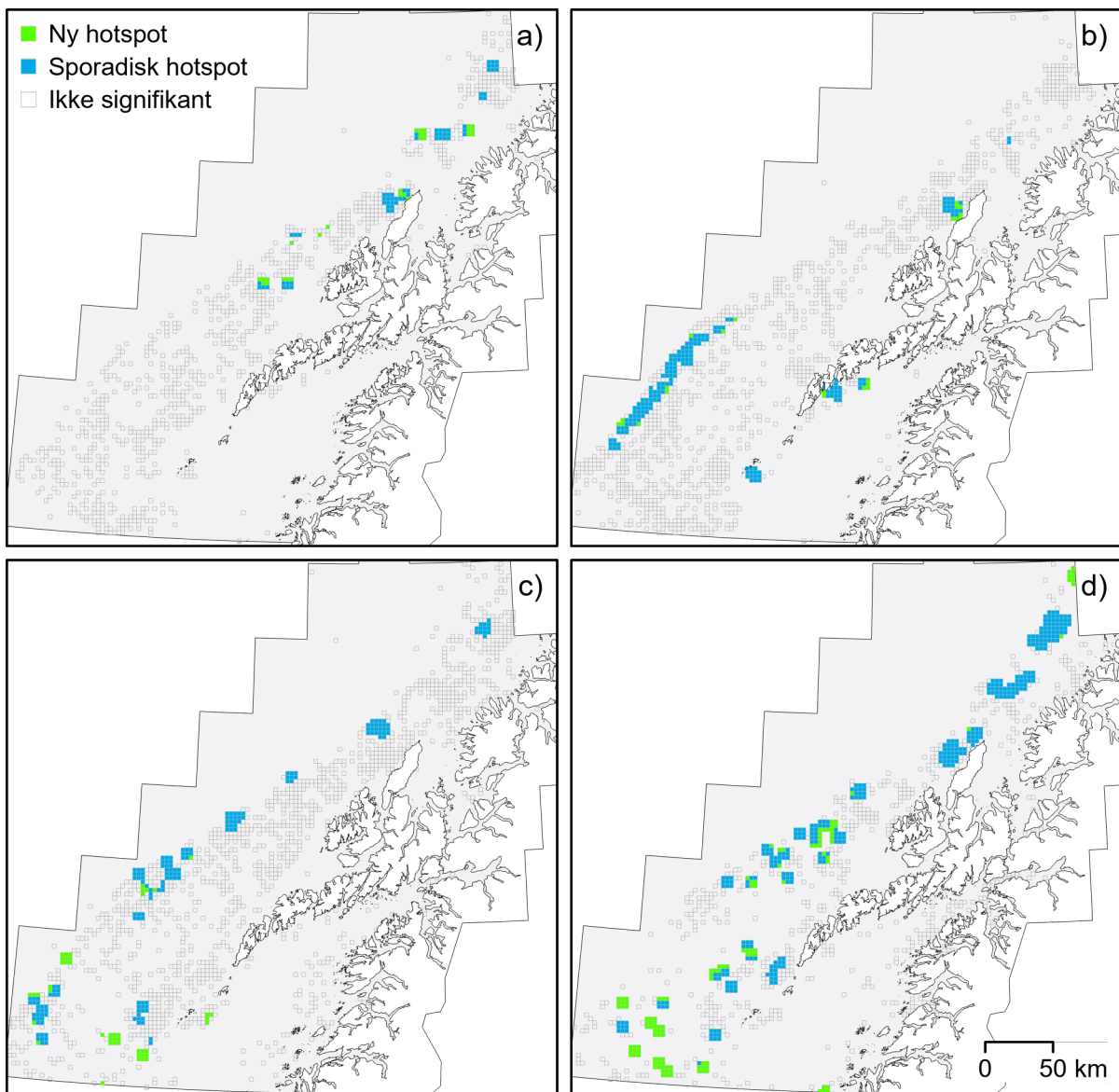


Figur 4.21.b. Rom-tid-klynger fra EHSA av aktivitet i linefiske, per år i 2015-2018 (der 2015, 2016 etc. angir år), med én måned tidsintervall.

4.2.4.7 Sesongmessige rom-tid-klynger av fangstverdi

Gjennom sesongmessige EHSA av fangstverdi fra linefiske er det funnet relativt flere nye og sporadiske hotspots fra sommer- og høstsesongene, enn fra vinter- og vårsesongene, som man ser av *Figur 4.22*. De nye hotspots som kommer frem her handler kun om den siste tilgjengelige sesongen i dataene (se *Vedlegg C*). Det er avdekket klynger av hotspots ved den nordvestlige enden av Andøya for vinter-, vår- og høstsesongene, mens det er funnet en klynge litt lenger vest i havet av Andøya fra sommersesongene.

Vest i havet av Ringvassøya, Kvaløya og Senja er det funnet relativt store klynger av i hovedsak sporadiske hotspots fra høstsesongene, noen relativt mindre klynger som er blandet av nye og sporadiske hotspots for vintersesongene, og kun én mindre klynge fra henholdsvis



Figur 4.22. Rom-tid-klynger fra EHSA av fangstverdi i linefiske, for hver av sesongene a) vinter, b) vår, c) sommer og d) høst, med tre måneders tidsintervall.

vår- og sommersesongene. Vest i havet av Langøya er det ikke funnet mønster i vårsesongene, men i resterende sesonger, hvorav det er funnet relativt mange flere og større hotspot-klynger fra høstsesongene enn vår og sommer.

Ved den vestligste delen av studieområdet, fra omtrent midten og sørover, ligger det et belte av sporadiske (og noen nye) hotspots i alle sesonger utenom vinter. De for vårsesongene er relativt til de for sommer og høst mer sammenhengende som en klynge og har en litt sørligere posisjon. De for sommer ligger noe mer spredt både i sørlig og nordlig retning. Sørvest i havet av Værøya og Røst er det relativt mange og spredte små konsentrasjoner av nye hotspots og noen sporadiske hotspots i sommer- og høstsesongene.

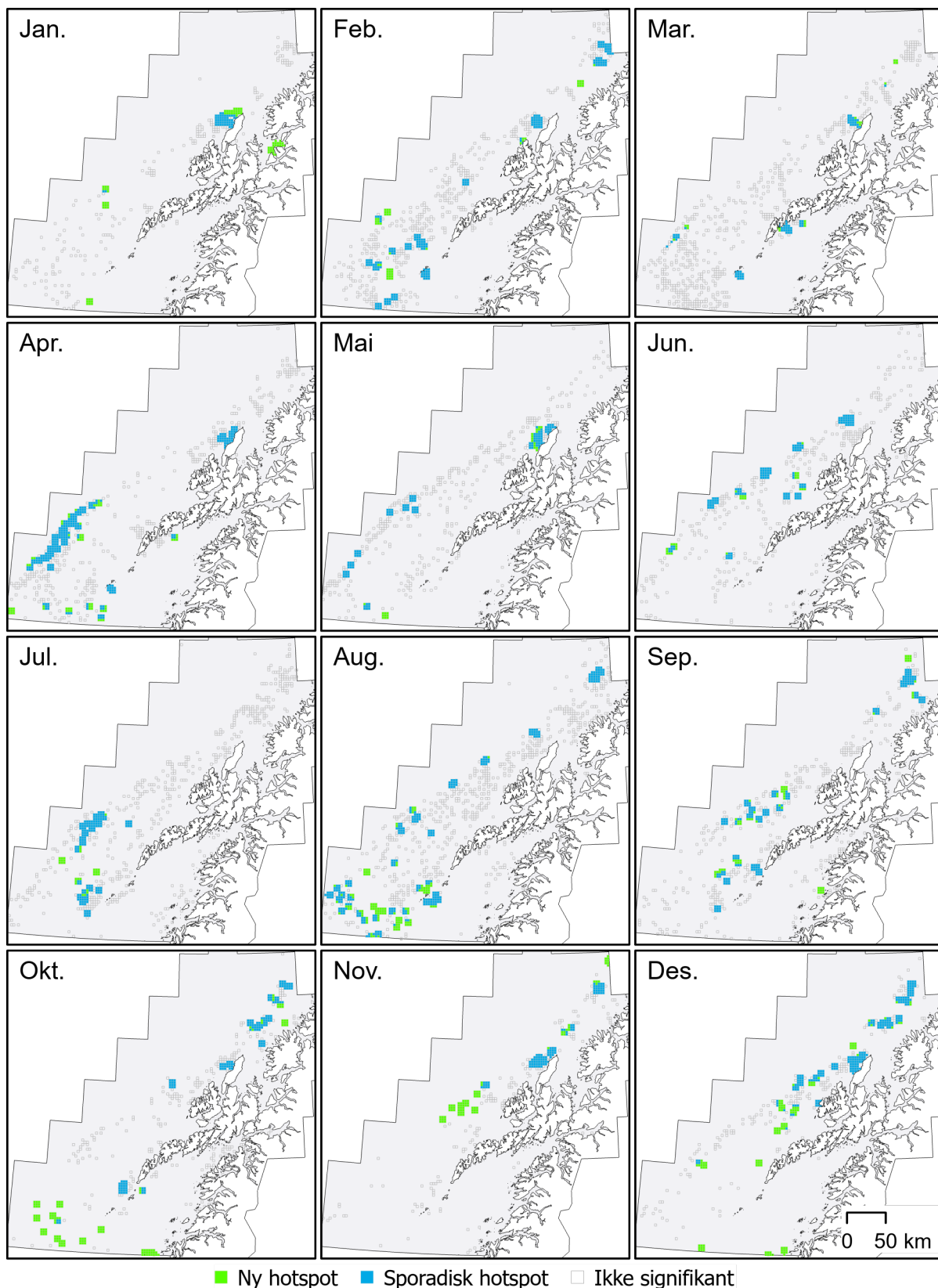
Samme analyser med hensyn til fangstmengde var tilnærmet identisk den for fangstverdi. Den for aktivitet fra linefiske fanget opp relativt færre og mindre klynger av nye og sporadiske hotspots, dog i samme områder som for fangstmengde og fangstverdi.

4.2.4.8 Månedlige rom-tid-klynger av aktivitet

Generelt er det ved månedlige EHSA av linefiskeaktivitet funnet et spredt mønster av sporadiske og nye hotspots mellom månedene (*Figur 4.23*). For januar, februar, april, mai, august, oktober og desember er det funnet klynger veldig tett på den sørlige grensa av studieområdet, mens det for februar og august – desember er avdekket klynger som er tett på studieområdets grense i nordøst.

Ved den nordvestlige delen av Andøya er det avdekket klynger som i hovedsak består av sporadiske hotspots (men også har innslag av nye hotspots) for månedene januar–mai og oktober–desember, hvorav de for januar, mai og desember er størst. For juni og august er det funnet konsentrasjoner av hotspots litt lengre vest for dette området. Vest i havet av Ringvassøya og Kvaløya er det funnet klynger av hotspots for februar og august – desember. Av disse er konsentrasjonene avdekket for spesielt oktober og desember fremtredende ved å være mer utbredt enn for de andre månedene.

Vest i havet av Moskenesøya, Flakstadøya, Vestvågøy og Austvågøya er det funnet spredte mindre klynger av nye og sporadiske hotspots fra alle måneder utenom oktober og november. For april, juli og september er konsentrasjonene som er funnet i dette området mer tette enn klyngene funnet for resterende måneder, og det er avdekket færre klynger i området for januar-mars, mai, juni og desember enn for de andre månedene.



Figur 4.23. Rom-tid-klynger fra EHSA av aktivitet i linefiske, for hver av årets måneder (der Jan., Feb. etc. angir måned), med én måneds tidsintervall.

Sørvest i havet av Røst og Værøya er det avdekket relativt mange klynger av nye og sporadiske hotspots for februar, april, juli, august og oktober. Av disse er de fleste klyngene for oktober av typen nye hotspots, som gir at det er i siste oktober i studieperioden det har vært relativt større aktivitet i områdene. Fra januar, mars, mai, september og desember er det også funnet noen mindre klynger av hotspots i sør, dog færre i antall enn for månedene nevnt.

For januar måned er det avdekket nye hotspots inne i fjordsystemet øst for Andøya og Hinnøya, som betyr at aktivitet har vært signifikant høy der i januar 2018.

I tilsvarende analyser av fangstmengde og fangstverdi ble det avdekket omtrent like resultater som for aktivitet i april og juni – desember. Fra januar ble det ikke funnet hotspots av fangstmengde og fangstverdi sør for Langøya, og fra februar og mai ble det generelt avdekket hotspots i samme områder som for aktivitet, dog i mindre omfang. Klynger funnet av fangstmengde og fangstverdi for mai pekte seg ut ved at de var flere og noe større enn for aktivitet. Sistnevnte klynger befant seg dog i tilknytning til samme områder som for aktivitet.

4.3 Drivende faktorer

I følgende del blir først resultater fra GWR presentert for garnfiske- og linefiskeaktivitet, før resultater av RFR, med hensyn til fangstmengde og fangstverdi, for begge fiskeredskaper blir presentert.

4.3.1 Geografisk vektet regresjon (GWR)

Både for garn- og linefiske presterer modellene for aktivitet (med modelltype for data som har Poissonfordeling) bedre enn de funnet for log-FM og log-FV (med modelltype tilpasset kontinuerlige data med Gaussisk fordeling). Av denne grunn er det modellene for aktivitet som blir mest detaljert presentert her. Resultater for modeller med ulik sammensetning av uavhengige variabler med log-FM og log-FV som avhengige variabler, med hensyn til begge redskap, er å finne i *Vedlegg F*.

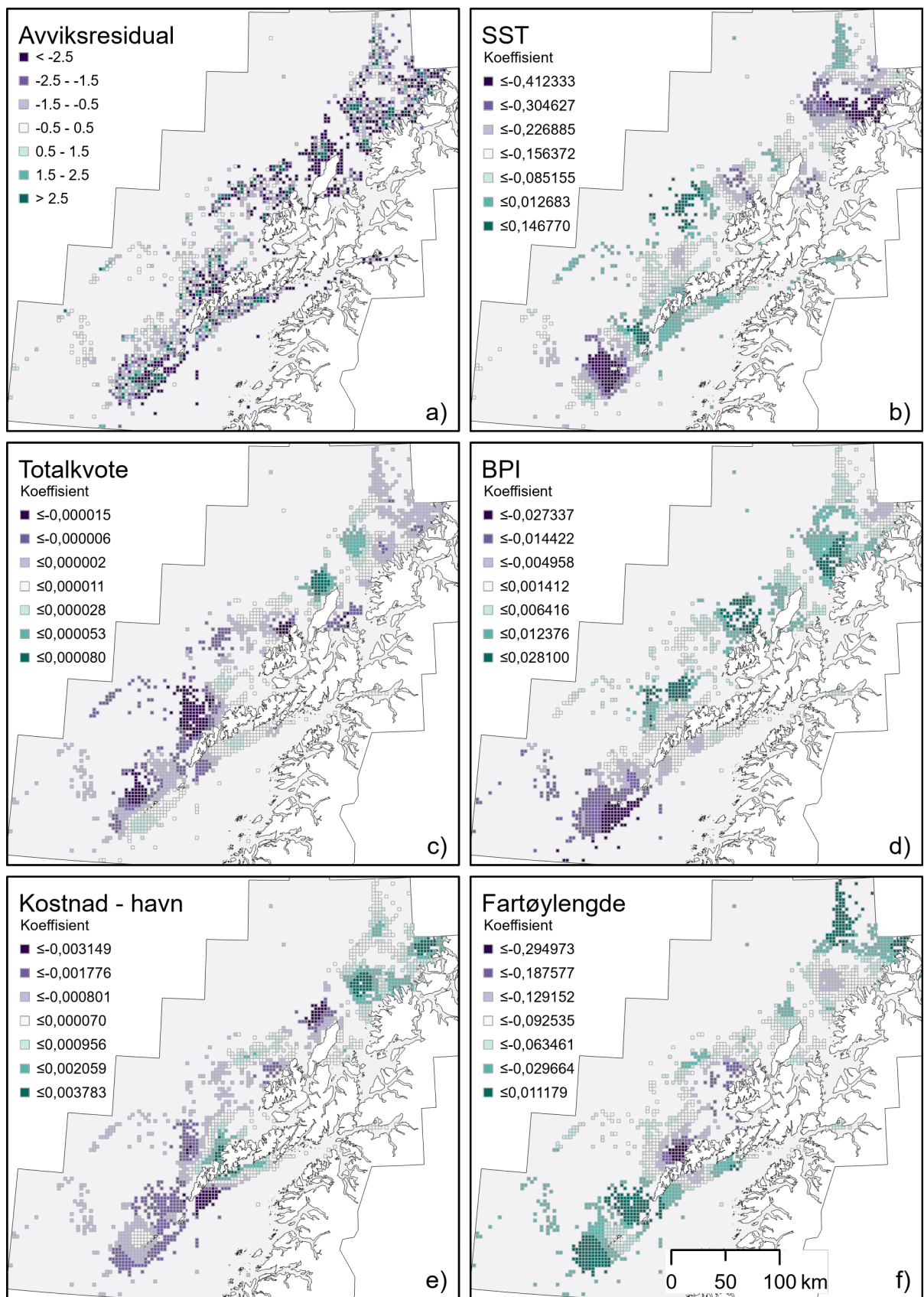
I tillegg var det i alle tilfeller de modellene som ble kjørt med flest mulig forklaringsvariabler som presterte best, både for garnfiske- og linefiskeaktivitet. På grunn av problemer med multikollinearitet i GWR kunne modellene kun inneholde enten kostnad land eller kostnad havn og enten fartøylengde eller motorkraft. I tillegg måtte den mulige forklaringsvariabelen VRM utelukkes fra GWR-modellene på grunn av feilmelding angående multikollinearitet uansett hvilke variabler som ble forsøkt kombinert med den.

Tabell 4.1. Kombinasjoner av forklaringsvariabler (modell 1-4) testet for å finne beste modell til å forklare aktivitet i garnfiske og linefiske, med avvik forklart (Var.for) av OLS og GWR, samt AICc fra GWR-modellene, der grønn bakgrunn markerer de beste modellene, SST er overflatetemperatur, TK er totalkvote, BPI er batymetrisk posisjonsindeks, KH er kostnad til havn, KL er kostnad til land, MK er motorkraft og FL er fartøylengde.

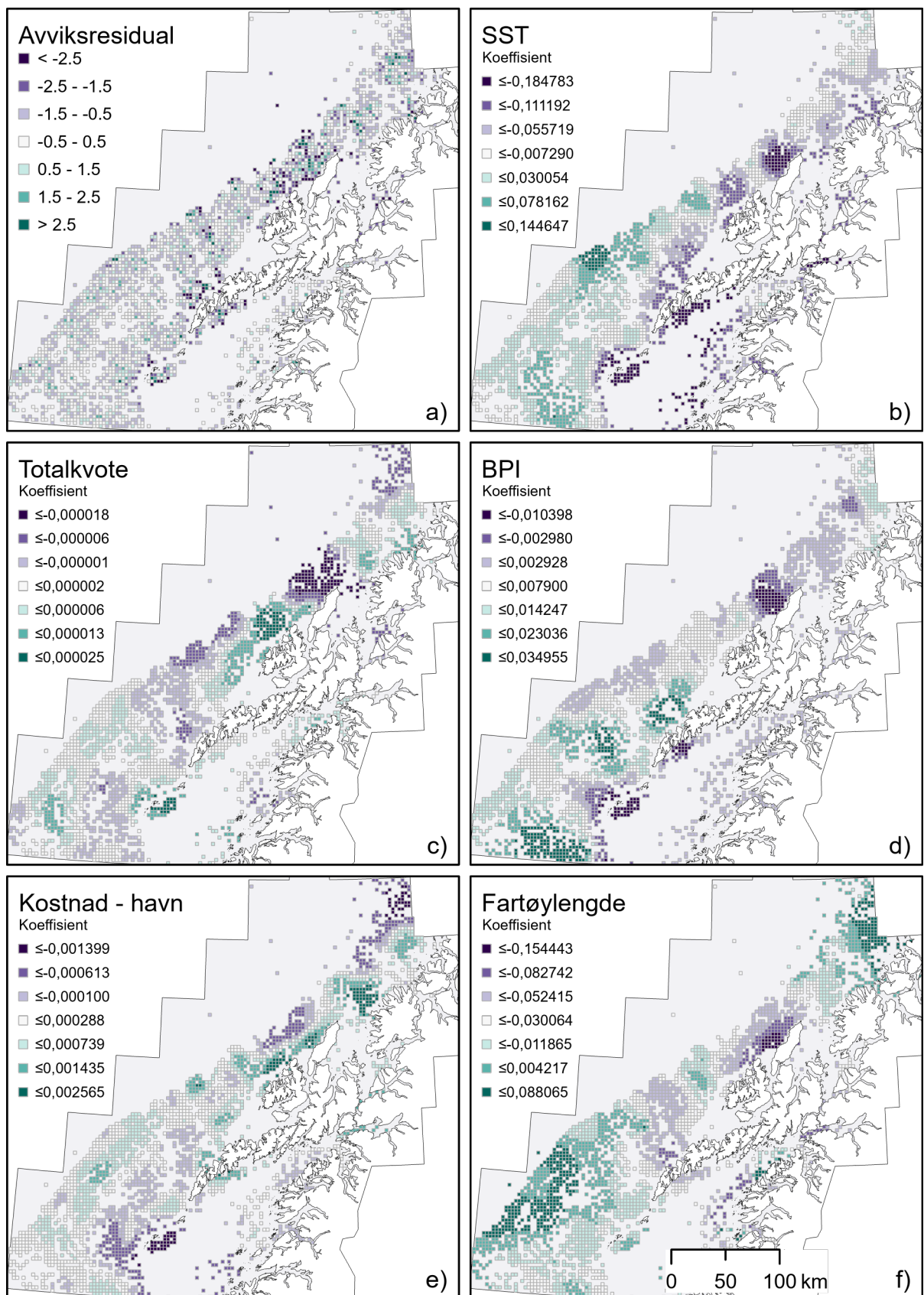
| Modell | Garn | | | Line | | |
|------------------------------|----------|----------|---------|----------|----------|--------|
| | OLS | GWR | | OLS | GWR | |
| | Var.for. | Var.for. | AICc | Var.for. | Var.for. | AICc |
| 1 (SST + TK + BPI + KH + MK) | 0,1253 | 0,5183 | ≈ 22670 | 0,1648 | 0,5340 | ≈ 5068 |
| 2 (SST + TK + BPI + KL + MK) | 0,1161 | 0,5144 | ≈ 22848 | 0,1602 | 0,5344 | ≈ 5064 |
| 3 (SST + TK + BPI + KL + FL) | 0,1256 | 0,5180 | ≈ 22679 | 0,2130 | 0,5427 | ≈ 4976 |
| 4 (SST + TK + BPI + KH + FL) | 0,1332 | 0,5192 | ≈ 22628 | 0,2138 | 0,5427 | ≈ 4976 |

Som man ser av *Tabell 4.1* var det både for garnfiske- og linefiskeaktivitet modellene med forklaringsvariablene SST, totalkvote, BPI, kostnad til havn og fartøylengde som presterte best, både ved høyere forklart avvik i GWR-modell (0,5192 for garnfiskeaktivitet og 0,5427 for linefiskeaktivitet), samt lavere AICc, enn i resterende modeller. Prestasjonene til de resterende modellene (modell 1-3) var dog bare litt dårligere enn modellene med kombinasjonen brukt i modell 4. Avvik forklart av OLS vs. GWR forteller, i alle tilfeller, i tillegg at modellene som tar hensyn til geografi (GWR) presterer langt bedre enn de globale modellene (OLS) for de forhold som er undersøkt, også at det finnes betydelig romlig autokorrelasjon i dataene. For modellene med log-FM eller log-FV som avhengige variabler, var det sammensetningen av uavhengige variabler i modell 2 som presterte best med hensyn til garnfiske og sammensetningen av variabler fra modell 4 som presterte best for linefiske (*Vedlegg F*). For plot av observerte og predikerte verdier av aktivitet fra modell 4 for garn- og linefiske, se *Vedlegg G*.

Av forklaringsvariablene har SST, ifølge modell 4, større betydning for garnfiskeaktivitet et stykke ut i havet av Ringvassøya og Kvaløya, relativt langt vest i havet av Langøya, samt rundt sydspissen av Moskenesøya og i et mindre område sør ved Røst. Videre viser modellen at SST påvirker aktivitet mindre nært land ved Kvaløya, Senja og Langøya, samt rundt Værøya (*Figur 4.24 b*). Totalkvote har mest å si for aktivitet vest av den nordlige delen av Andøya og nordvest i havet av Senja, og i noen mindre grad på både innersiden og yttersiden av Vestvågøy, samt sørøst av Røst (*Figur 4.24 c*). På innersiden av Andøya, vestsiden av Langøya, vest av Røst og Værøya, samt på innersiden og hele vestsiden av Moskenesøya og Flakstadøya virker totalkvote lite inn på garnfiskeaktivitet, ifølge modell 4.



Figur 4.24. GWR-resultater for garnfiskeaktivitet, basert på modell 4, der a) er avviksresidual, b) koeffisienter for SST, c) koeffisienter for totalkvote, d) koeffisienter for BPI, e) koeffisienter for kostnad til havn og f) er koeffisient for fartøylengde.



Figur 4.25. GWR-resultater for linefiskeaktivitet, basert på modell 4, der a) er avviksresidual, b) koeffisienter for SST, c) koeffisienter for totalkvote, d) koeffisienter for BPI, e) koeffisienter for kostnad til havn og f) er koeffisient for fartøylengde.

Garnfiskeaktivitet virker å være mer påvirket av BPI fra nordvest av Senja i nord og hele veien ned til vest i havet av Moskenesøya, enn sør av det nevnte området, samt inn ved land langs sydspissen av Moskenesøya (*Figur 4.24 d*). Forklaringsvariabelen kostnad – havn har relativt større betydning for aktivitet nord i studieområdet ved Ringvassøya, Kvaløya og Senja, samt langs land ved Flakstadøya og Vestvågøy, mens variabelen har mindre betydning ved den nordlige delen av Andøya, ved Langøya og nordvest ut i havet av Moskenesøya, samt på innersiden av Moskenesøya og i hele området sør for dette (*Figur 4.24 e*). Fartøylengde har i sin tur større betydning for aktivitet i hele området sør for Moskenesøya, på sørøstsiden av Moskenesøya, ut i havet av Langøya og Andøya, samt vest av Kvaløya og Ringvassøya. Inn mot land på vestsiden av Flakstadøya og Vestvågøya, inn mot land ved Langøya, samt nordvest i havet av Senja tyder modellen på at fartøylengde har relativt mindre betydning for garnfiskeaktivitet (*Figur 4.24 f*).

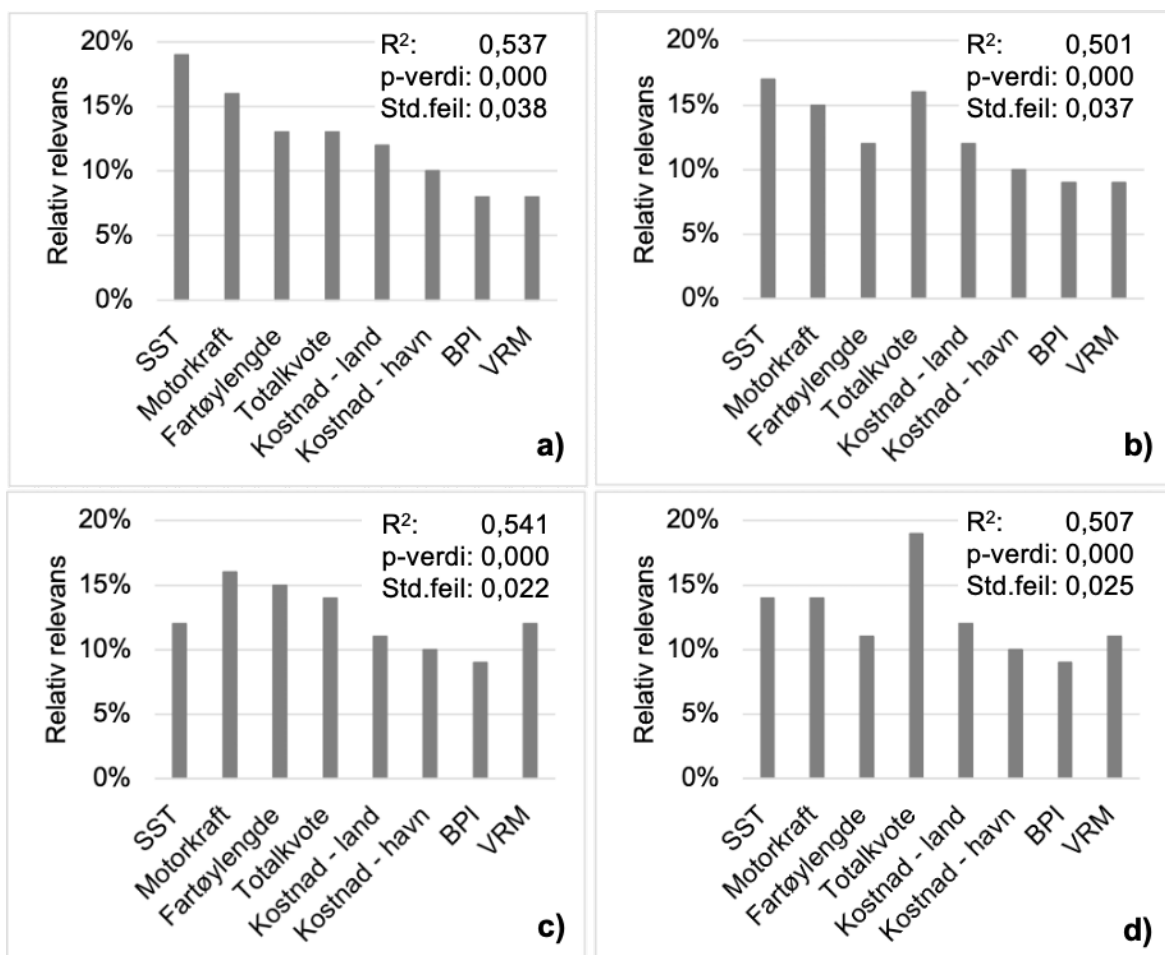
For linefiskeaktivitet har, ifølge modell 4 SST relativt større betydning ut i havet i hele den sørlige delen av studieområdet. Mindre betydning har SST for linefiskeaktivitet lenger inn mot land ved Røst, Værøya, Moskenesøya, Flakstadøya, Vestvågøy og i hele området nord for Langøya (*Figur 4.25 b*). Totalkvote har større betydning rundt Røst og Værøya, på vestsiden av Langøya og noe i nærheten av nordvestsiden av Senja, og mindre betydning lenger ut i havet, samt i området vest av nordenden av Andøya (*Figur 4.25 c*).

Linefiskeaktivitet blir videre, ifølge modell 4, mer påvirket av BPI på vestsiden av Moskenesøya, Flakstadøya, Vestvågøy og sør i havet av Røst, mens det har mindre betydning rundt Røst og Værøya, på østsiden av Moskenesøya og Flakstadøya, samt nord i studieområdet ved Langøya, Andøya og Senja (*Figur 4.25 d*). Kostnad – havn har på sin side et relativt spredt mønster av hvor betydning for linefiskeaktivitet er størst og minst, hvorav området nærmest land nordvest av Langøya, vestsiden av Andøya, samt et større område nordvest av Senja utpeker seg ved at kostnad – havn har større betydning enn i resten av studieområdet (*Figur 4.25 e*). Linefiskeaktivitet er videre mer påvirket av fartøylengde i et større område sørvest i havet i studieområdet, samt vest i havet i den nordligste delen, vest av Senja, Kvaløya og Ringvassøya. Fartøylengde har mindre betydning spesielt ved Andøya og den nordlige delen av Langøya (*Figur 4.25 f*).

4.3.2 Random forest regresjonsmodell (RFR)

Når det kommer til RFR som ble funnet for alle tilgjengelige forklaringsvariabler (SST, BPI, VRM, kostnad til land, kostnad til havn, fartøylengde, motorkraft og totalkvote), var det de der antall beslutningstrær ble satt til 500 som totalt sett hadde høyere R^2 (høyere enn de kjørt med 250 beslutningstrær), og det er derfor resultatene fra disse som kommer frem her.

Som man ser av *Figur 4.26* er SST, motorkraft, totalkvote og fartøylengde funnet å være blant de viktigste, av de tilgjengelige variablene, når det kommer til å predikere både log-FM og log-FV i både garn- og linefiske. SST er gjennom RFR funnet å være den viktigste uavhengige variabelen både for prediksjon av log-FM og log-FV for garnfiske. I prediksjon med hensyn til linefiske er derimot motorkraft funnet viktigst for log-FM, og totalkvote funnet viktigst for log-FV. BPI er i alle modeller funnet minst viktig av de tilgjengelige variablene (*Figur 4.26*). Man ser også av *Figur 4.26* at de uavhengige variabler som er ventet



Figur 4.26. De tilgjengelige uavhengige variablenes relative relevans (%) for a) log-FM i garnfiske, b) log-FV i garnfiske, c) log-FM i linefiske og d) log-FV i linefiske, samt R^2 , p-verdi og standardfeil for valideringsverdier, fra RFR, funnet gjennom 500 beslutningstrær.

å ha direkte sammenheng seg imellom (BPI og VRM, kostnad til land og kostnad til havn, samt fartøylengde og motorkraft) i alle tilfeller er omtrent like viktige i prediksjonene (med største forskjell i relevans på 3 %).

Ved å kjøre RFR, og samtidig ta hensyn til multikollinearitet, der den variabelen med høyest relative relevans (fra RFR med alle uavhengige variabler), fra hvert par av BPI og VRM, kostnad til land og kostnad til havn, samt fartøylengde og motorkraft, ble beholdt, ble det funnet at R^2 fra valideringsdataene i tre av fire tilfeller var høyere når ingen av variablene var ekskludert. For resultater av RFR der multikollinearitet er tatt hensyn til, se *Vedlegg H*. Når RFR ble forsøkt med de variabler som var funnet i de best tilpassede modellene gjennom GWR (som finnes i *Vedlegg F*) ble det dog funnet at R^2 for valideringsdataene, i prediksjon av log-FM ($R^2 = 0,583$) og log-FV ($R^2 = 0,581$) for garnfiske var høyere enn i RFR med alle uavhengige variabler. For linefiske ut fra samme prinsipp som i sistnevnte modell ble det funnet at R^2 for valideringsdataene i RFR med alle tilgjengelige uavhengige variabler var høyere enn i de RFR som var basert på resultater i GWR. Resultater for RFR der variabler ble valgt ut fra GWR-resultater, finnes i *Vedlegg H*.

5 Diskusjon

Målet med denne studien var å undersøke romlige og tidsmessige trender i fiske med passive redskaper, samt forsøke å avdekke faktorer som kan forklare variasjon i disse trendene. Dette ble blant annet gjort ved å bruke GIS-baserte analysemetodikker og datadreven analyse av populasjonene av garn- og linefangster, fra fartøy underlagt ERS-forskriften (2009) i hovedområde 00 og 05, mellom 2011 og 2018. Studien fant, i likhet med Deng mfl. (2005) og Ommundsen (2020) at fiskeaktivitet ikke er tilfeldig fordelt i tid og rom. Det ble avdekket en rekke romlige og tidsmessige sammenhenger og mønster, både i garn- og linefisket, fra aktivitet, fangstmengde og fangstverdi. I tillegg ble det funnet at klimatiske og sosioøkonomiske variabler påvirker aktivitet, fangstmengde og fangstverdi, og at påvirkningsgraden varierer i rom.

Funnene i studien kom til gjennom analyser av global autokorrelasjon, geografisk senter, lokale klynger ved OHSA (og kumulative analyser) og EHSA, samt ved GWR og RFR. Ved noen tilfeller ble det avdekket like mønster i analysene, mens i andre ble det avdekket ulike mønster. I dette kapittelet vil studien bli diskutert, gjennom tidsmessige mønster, romlige mønster og drivende faktorer, samt datamaterialet som er brukt. Siden dette er første studie som har brukt EHSA på fangstdata fra fiskeri vil i tillegg de ulike hotspot-analysene som er anvendt, og forskjeller i funn mellom de bli belyst. Til sist i diskusjonen blir det gjort rede for hvilke retninger undertegnede mener fremtidig datagrunnlag og studier på fiskeriatferd kan ta.

På grunn av at det ble funnet interessante mønster i nærheten av Andøya i de fleste analyser, vil dette arealet være gjenstand for diskusjon oftere enn andre områder.

5.1 Tidsmessige mønster

En av delmålene med studien var å undersøke tidsmessige trender ut fra ERS- og VMS-data. Det er funnet en rekke tidsmessige trender i dataene som er analysert. Først av alt er det avdekket vedvarende høy aktivitet, fangstmengde og fangstverdi i spesielt tre områder fra garnfiske: nordvest i havet av Senja, ved den nordvestlige delen av Andøya, samt sør i studieområdet, rundt Røst, og i tre områder fra linefiske: vest i havet av Ringvassøya og Kvaløya, vest for Andøya og ved Moskenesøya, Flakstadøya og Vestvågøy. Det er funnet variasjoner i konsentrasjoner mellom år (*Figur 4.9, 4.13, 4.17 og 4.21 a) og b)*, mellom sesonger (*Figur 4.10, 4.14, 4.18 og 4.22*) og mellom måneder av året (*Figur 4.11, 4.15, 4.19 og 4.23*), samt tidsmessige klynger for studieperioden (*Figur 4.12 og 4.20*).

På grunn av mellomrom mellom dataene som ble analysert i rom-tid-kubene som ble laget av sesongmessige og månedlige data, var det kun sporadiske og nye hotspots som ble avdekket i både EHSA av garnfiske- og linefiske. Dette gir i all hovedsak at alle nye hotspots kun forteller noe om sesongene og månedene i siste år av studieperioden (2018), heller enn å gi ett helhetlig bilde av datamaterialet, siden nye hotspots er definert som areal som er signifikant hotspot for siste tidsintervall, men aldri har vært det før (ESRI, u.å. b).

Mellom de årlige analysene av vedvarende høy fangstmengde (*Figur 4.9*) og rom-tid-klynger av aktivitet (*Figur 4.13*) fra garnfiske, er det avdekket et relativt stort område med konsentrasjoner av fangstmengde sør i studieområdet, rundt Røst. I det samme området er det ikke funnet noen som helst hotspots i de årlige rom-tid-klyngene. Dette kan komme av at analysene er utført med ulike distansevektinger angående omkringliggende verdier, eller at de årlige rom-tid-klyngene er baserte på én måneds tidsintervaller. Dersom datagrunnlaget hadde vært fra 10 år eller mer kunne EHSA ha blitt brukt på hele datasettet med årlige tidsintervall, noe som kanskje hadde resultert i avdekking i mønster i de samme arealene. Det er også funnet samme type forskjeller i tilsvarende analyser av linefiske (*Figur 4.17* og *4.21.a* og *b*), dog ved at største forskjell er å finne langs Moskenesøya, Flakstadøya og Vestvågøy.

Når det kommer til sesongmessige trender, skiller garnfiske i vårsesongene seg ut ved at innsats i større grad enn ellers er konsentrert sør i studieområdet ved Røst (*Figur 4.10 b*) og *4.14 b*). Dette understreker viktigheten av at fiskeriaktivitet bør studeres ut fra variasjoner gjennom året, som også tidligere er påpekt (Russo mfl., 2013; Ommundsen, 2020). En potensiell årsak til den sørligere utbredelsen av fiskeaktivitet i vårsesongene kan være at skreien gjerne har Vestfjorden som oppholdssted fra januar til mai (Busch mfl., 2012).

Fra de sesongmessige trendene funnet i kumulativ analyse av linefiskeaktivitet (*Figur 4.18*) og rom-tid-klynger av fangstverdi i linefiske (*Figur 4.22*) kan man se at fisket i vårsesongene er mer konsentrert i nærheten av Moskenesøya, Flakstadøya og Vestvågøy, enn i de andre sesongene. De sesongmessige klyngene av linefiske er i tillegg til dette relativt spredte og det er ikke avdekket areal som har hatt signifikant høy linefiskeaktivitet i mer enn 3-4 av vintersesongene og sommersesongene i analyse av vedvarende aktivitet.

I de månedlige analysene av vedvarende klynger (*Figur 4.11* og *4.19*) kan man tydelig se at de arealene som er funnet å ha høye konsentrasjoner i sesonger (*Figur 4.10* og *4.18*) også er fanget opp. I tillegg er det spesielt for line (*Figur 4.19*) funnet enda flere klynger, nord i

studieområdet, som ikke ble fanget opp i sesongmessig analyse. Resultatene av EHSA, for måneder, viser både for garn- og line relativt spredte klynger.

Basert på resultatene og sammenligningene over, er det de sesongmessige analysene som viser klareste bilde av variasjonene i fiskeriatferd gjennom året. Dette korresponderer godt med annen litteratur som har adressert at det tidsmessige aspektet ved fiskeri bør inngå i kartgrunnlag (Menon Economics og SINTEF Ocean, 2020).

I kommende underkapittel vil utvalgte tidsmessige trender i garn- og linefiske vest av Andøya, der det gjennomgående ble funnet klynger av aktivitet, fangstmengde og fangstverdi, fra begge fiskeredskaper, diskuteres.

5.1.1 Tidsmessige trender vest av Andøya

Tidligere i studieperioden ser vi fra OHSA med årstall som variabel at garnfiske (*Figur 4.5 a*) foregikk relativt mer nært land ved den nordlige delen av Andøya, mens linefiske (*Figur 4.5 b*) foregikk relativt mer vest i havet av den midtre del av Andøya. Senere i perioden ser vi at garnfiske har flyttet seg opp fra og ned fra arealet der det var fisket mer i starten, mens linefisket har flyttet seg nordover til hele det nevnte arealet der garnfiske foregikk både tidlig og seint. På samme tid viser resultatene fra kernel density (*Figur 4.6* og *Figur 4.7*) tydelig tetthet av garn- og linefiskeaktivitet, både i 2011 og 2018, i området nær nordenden av Andøya. Også herfra kan vi se at linefiske har en nordligere utbredelse i slutten av studieperioden enn i begynnelsen (*Figur 4.7*).

Tendensen med mindre garnfiske i området ved den nordvestlige delen av Andøya, mot slutten av studieperioden, støttes også i stor grad av EHSA for hele studieperioden (*Figur 4.12*), ved at det er avdekket klynger av forsvinnende hotspots i arealet. Funnene av en nordligere utbredelse av fiskeriaktivitet stemmer overens med tidligere litteratur (NOU 2019:21), gitt at de tidsmessige forflytningene i denne studien ikke er påvirket av at data utenfor studieområdet ble utelukket. Siden Andøya ligger relativt midt i studieområdet, er det ventet at resultatene der ikke er påvirket av kanteffekter (Brunsdon mfl., 1996). En potensiell årsak til at fisket har flyttet seg nordover er at målartene har hatt en nordligere utbredelse, som følge av temperaturendringer (Frainer mfl., 2017).

5.2 Romlige mønster

En av delmålene med denne studien var å finne om det var ulikheter i romlige og tidsmessige mønster i aktivitet, fangstmengde og fangstverdi fra fiske med passive redskaper. Det ble i de aller fleste tilfeller funnet at romlige trender for de tre temaene var veldig like. På grunn av dette, kan det gjennom denne studien slås fast at fangstmengde viser et godt bilde av den romlige fordelingen, uten at forskjeller i verdi mellom arter trenger å være med. Det er mulig mønsteret av fangstverdi hadde vært noe forskjellig dersom prosesseringsgrad hadde vært inkludert i studien, siden dette påvirker fiskepris (Asche mfl., 2015). Men på grunn av de like trendene som er funnet mellom temaene, og at fangstmengde skal registreres som ved uttak fra havet (ERS-forskriften, 2009), ansees dette ikke som en stor begrensning ved studien. En mulig årsak til variasjoner der det ble funnet, er for eksempel at fartøy med større rekkevidde og lastekapasitet kan ha påvirket resultatene for fangstmengde og fangstverdi.

Generelt er garnfiske funnet å være mindre utbredt enn linefiske i området. Dette kan observeres fra alle figurer i kapitlene 4.2.3 og 4.2.4. Det ble funnet relativt få coldspots av aktivitet, fangstmengde og fangstverdi, og mange av hotspotene som ble funnet var gjentakende i de samme områdene. Denne studien forklarer ikke de direkte årsakene til dette, men tidligere forskning har vist at fiskeritaktiske valg ofte blir tatt basert på erfaring og at det i mange fiskerier eksisterer et unikt samhold mellom deltakende fiskere (van Putten mfl., 2012 og ref. deri). Det er derfor ikke utenkelig at konsentrasjonene som er funnet kan være en konsekvens av flere århundrer med sterke tradisjoner og erfaringsdeling. For eksempel kan en fisker ha testet ut fisket i ett nytt areal, hatt dårlig fangst, og rapportert dette videre til andre fartøyer. På en annen side kan det tyde på at de fiskeplasser som er mest brukte, som for eksempel ved nordvestsiden av Andøya, er så gode at det ikke er stort behov for å utforske nye områder. I tillegg kan områder der det er funnet konsentrasjoner av høy aktivitet, fangstmengde og fangstverdi gjennom hele denne studien, som for eksempel vest av Andøya, tyde på at fiskeriforvaltningen fiskerne her er underlagt fungerer godt, siden ressursgrunnlaget virker å ha vært robust i områdene gjennom hele studieperioden.

5.3 Drivende faktorer

Drivende faktorer ble først undersøkt ved OLS (global modell). Resultatene viste dog at det, som ventet, var høy romlig autokorrelasjon i dataene, som betyr at det er høy romlig avhengighet i utbredelsen av fiskeriaktivitet, fangstmengde og fangstverdi. Den høye romlige avhengigheten ble også bekreftet gjennom GWR, der SST, totalkvote, BPI, kostnad til havn og fartøylengde ble funnet å være de viktigste forklaringsvariablene for fiskeriaktivitet. Romlig avhengighet som er funnet stemmer godt overens med teori som handler om at lokale sammenhenger er viktige for å forklare romlige fenomener (Anselin, 1995; Brunsdon mfl., 1996) og at ulike faktorer kan ha forskjellig påvirkning på hvor fiskeinnsats blir lagt ned og kommersielle arter befinner seg (Windle mfl., 2010).

På grunn av multikolaritet i noen av de brukte forklaringsvariablene ble det i tillegg brukt RFR for å undersøke variablenes relative relevans for fangstmengde og fangstverdi. I RFR ble det funnet at de viktigste variablene for å forklare variasjoner var SST, motorkraft, totalkvote og fartøylengde. Det ble i tillegg avdekket at alle de tilgjengelige variablene hadde en relevans (*Figur 4.26*). På grunn av at det er funnet både romlige variasjoner i påvirkningskraften til de klimatiske og sosioøkonomiske variablene, samt at det er funnet at alle de tilgjengelige forklaringsvariablene har relevans, ville det vært interessant å undersøke dataene også ved å bruke GRF (Georganos mfl., 2021). Dette ble ikke gjort i denne studien på grunn av tidsbegrensninger.

Som ventet har denne studien derfor funnet at både klimatiske, sosio-økonomiske faktorer spiller inn på hvor fiskere til enhver tid velger å plassere sin fiskeinnsats, og at dette har lokale variasjoner. Dette korresponderer godt med tidligere litteratur som har lagt vekt på at flere forhold må undersøkes samlet for å forstå hva som ligger bak valg av fiskeplass (for eks. Hilborn, 1985; Hilborn og Kennedy, 1992; van Putten mfl., 2012).

Siden lineære regresjonsmodeller krever tilfeldig fordeling av residualer (Løvås, 2013), og residualene i de best tilpassede modellene funnet gjennom GWR viser et relativt spredt mønster (*Figur 4.24 a*) og *Figur 4.25 a*), er det ikke bias i modellene som er presentert i denne studien. Plotting av observerte og predikerte verdier fra GWR, som er en vanlig måte å validere en regresjonsmodell (Piñeiro mfl., 2008), forteller at modellene har vesentlige mangler for å forklare fiskeriaktivitet, hvilket var ventet, og forsterker faktumet at de lokale variasjonene i påvirkning må bli tatt hensyn til (se *Vedlegg G*, for observert vs. predikerte verdier fra modellene).

Det var i denne studien gjennomgående de modeller med flest mulig variabler som forklarte mer enn de med en, to, tre eller fire variabler. Dette står i kontrast til Ommundsens funn for trål- og linefiske i Barentshavet, der ulike GWR-modeller for å forklare vedvarende høy aktivitet viste at det var modellene med færrest forklaringsvariabler som kunne forklare mest variasjon (Ommundsen, 2020). Det er dog viktig å merke seg at denne studien og Ommundsens studie brukte forskjellig responsvariabel, samt hadde noe ulike forklaringsvariabler som ble kombinert. I studien av Barentshavet ble det for eksempel brukt årlig gjennomsnitt for SST (Ommundsen, 2020), mens denne studien kombinerte månedlige gjennomsnitt av SST, dag- og kveldstid fra både Aqua og Terra. Det er rimelig å anta at SST ble funnet å være en viktig forklaringsvariabel i denne studien, og ikke i Ommundsens studie, på grunn av disse grunnleggende forskjellene.

Det er mange nye spørsmål man kan stille seg om man går dypere inn i GWR-resultatene i denne studien. For å begrense omfanget, vil derfor kun ett eksempel bli utgreid her.

5.3.1 Fartøylengde og kostnad til havn ved Røst

Et interessant funn er at aktiviteten som foregikk sør i studieområdet ved Røst, var relativt mer påvirket av fartøylengde, mens SST, BPI og kostnad til havn var mindre viktig i arealet, spesielt fremtredende var dette i forbindelse med garnfiske (*Figur 4.24*). Betrakter man de positive koeffisientene for fartøylengde (som betyr at aktivitet er høyere der større fartøyer fisker), ved Røst fra *Figur 4.24* og *4.25*, sammen med at mesteparten av landinger på Røst stammer fra mindre fartøyer (Busch mfl., 2012), kan det argumenteres for at kostnad til havn for de større fartøyene som fisker i arealet kan ha større betydning enn resultatene i denne studien viser. Dette er på grunn av at kostnad til havn er regnet ut fra nærmeste havn til der en fangstoperasjon har vært, og det fantes havn på Røst. Faktorer som dette understreker viktigheten av å bruke lokale modeller, heller enn globale, når man har tilgang på stedfestede data.

Fra et forvaltningsperspektiv ville det derfor være interessant om hver fangst i ERS- og VMS-dataene også inneholdt informasjon om hvor en fisketur starter fra, samt hvor fisken leveres. Dette er data som eksisterer i VMS-dataene og i landingsdata. Hadde i tillegg prosesseringsgrad av fangst før levering og oppnådd fiskepris blitt koblet sammen med de resterende data, ville man hatt et enda kraftigere datagrunnlag til enn det som allerede finnes i ERS- og VMS-dataene, for å kunne studere hvorfor det fiskes der det fiskes.

5.4 Datamateriale

Til denne studien ble det brukt detaljerte ERS- og VMS-data, som en rekke andre data ble koblet sammen med. Flere av valgene som ble tatt i utvelgelse av materialet kan ha virket inn på resultatet. Noen av de valgene som potensielt kunne gjort størst utslag vil bli utredet i dette underkapittelet.

5.4.1 Aktivitet, fangstmengde og fangstverdi som responsvariabler

Hovedtema i denne studien var å analysere distribusjon i rom og tid av fiskeriaktivitet, fangstmengde og fangstverdi fra garn- og linefiske. CPUE er et vanlig mål å bruke på fiskeaktivitet (Kuczenski mfl., 2021), som tidligere er vist å ha romlige og tidsmessige mønster (spesielt hotspots) (for eks. Jalali mfl., 2015; Ommundsen, 2020). Samme type trender ble også funnet i denne studien, dog ikke gjennom CPUE. På grunn av oppdagelser av forskjeller mellom måten innsatsen i spesielt garnfiske var rapportert i ERS- og VMS-dataene, samt at CPUE i garn og linefiske er to forskjellige mål (Kuczenski mfl, 2021), ble det her valgt å analysere aktivitet (ut fra antall observasjoner), fangstmengde og fangstverdi hver for seg. Fangstverdi ble utledet for å kunne ta hensyn til at komposisjonen i en fangst har betydning for den samlede verdien.

Det kan argumenteres med at utelatelse av CPUE som variabel kunne ha gitt resultater der for eksempel et område her kan ha blitt ansett som svært viktig, basert på fangstmengde og fangstverdi, men at arealet i realiteten bare ble brukt av større fartøy med større redskaper. Dette kan dog utelukkes som en stor påvirkning i resultatene som her er fremlagt, basert på at analyser av aktivitet (som kommer fra antall unike fangster) i de fleste tilfeller har vist samme trend som de for fangstmengde og fangstverdi, noe de ikke ville gjort dersom ruter med større fangstmengder og fangstverdier knyttet til seg kom fra svært få registreringer. Dette understrekes ytterligere ved at analysene av geografisk senter av aktivitet, fangstmengde og fangstverdi (illustrert ved *Figur 4.4*, av geografisk senter av fangstmengde per fartøylengdegruppe i sesong) sett sammen med de ulike analysene av konsentrasjoner ikke spesielt plasserer større fartøy i arealene med signifikant større aktivitet, fangstmengde og fangstverdi. Siden hotspot-analysene utført i denne studien viser romlig og tidsmessig avhengighet, i likhet med Jalali mfl. (2015) og Ommundsen (2020), ansees målene som her er brukt å tjene sin hensikt i studien.

5.4.2 Økonomiske variabler

De økonomiske variablene som ble brukt i denne oppgaven (fangstverdi og kostnad til havn og land) var anslag fra månedlige gjennomsnittspriser. Det er en rekke forhold ved disse anslagene som kan stilles spørsmålsteget ved. For eksempel at fiskepris er avhengig av prosesseringsgrad, størrelse og kvalitet på fiskene i fangsten (Asche mfl., 2015). For kostnad til havn og land, ble det for eksempel ikke tatt hensyn til størrelse på fartøy, mengde last, tid for steaming etc. som alle har en innvirkning på drivstofforbruket (Dreyer og Isaksen, 2019). I tillegg ble det her brukt pris på avgiftspliktig drivstoff og ikke tatt hensyn til avgiftslettelser som fiskeflåten hadde på drivstoff i studieperioden (Forskrift om midl. tilskudd som kompensasjon for CO₂-avgift til fartøy som driver fiske og fangst i nære farvann, 2020).

Det kan dog argumenteres for at de økonomiske variablene som ble utledet tjente sin hensikt i oppgaven, siden fiskepris ivaretok diversiteten i fangstene, og tillot at tilnærmet hele datagrunnlaget kunne brukes i analysene, og ved at drivstoffkostnad både til land og til havn preserverte noe mer av det romlige aspektet, enn bare posisjonene i seg selv, samt satte lys på at kostnad kan påvirke hvor en fisker velger å fiske, og at dette kan ha romlige variasjoner.

5.4.3 Data innenfor studieområdet

Det ble i studien kun brukt de fangstdata som hadde posisjon inne i studieområdet. At det ikke ble tatt hensyn til observasjonene utenfor grensene, kan være en begrensning ved studien, siden flere av analysene er basert på verdien til observasjoner som er nær seg innenfor en gitt distanse. Når romlige data skal analyseres for ett gitt areal, og arealet ikke avgrenser fenomenet som sådan bør man ta i betraktning hvordan observasjoner utenfor studieområdet kan påvirke de romlige resultatene, som kalles kanteffekt. Dette gjelder spesielt i klyngeanalyser der kalkulering av parametere avhenger av andre observasjoner i nærheten (Brunsdon mfl., 1996).

At dette ikke ble tatt hensyn til i analysene kan for eksempel ha ført til at klynger av signifikant høy aktivitet, fangstmengde eller fangstverdi ved kantene av studieområdet har blitt ignorert. Resultatene i den nordlige delen, vest av Ringvassøya, er antatt å være mest påvirket av dette. Grunne til dette er at det er funnet relativt flere klynger av høye verdier nær kantene der, enn nær kantene rundt resten av studieområdet. Et eksempel der det er ventet at resultatene her ikke stemmer helt overens med virkeligheten er fra OHSA av fangstverdi i garnfiske (*Figur 4.8*) der det er avdekket en ensom hotspot helt ved grensen i den nordlige delen av studieområdet.

5.5 OHSA, vedvarende konsentrasjoner og EHSA

Så vidt undertegnede bekjent er dette den første studien som bruker EHSA på ERS- og VMS-data fra fiskeri. Av denne grunn finnes det ingen direkte sammenligningsgrunnlag for resultatene. Det er derfor her valgt å sammenligne resultatene fra de kumulative analysene fra OHSA med resultatene fra EHSA. Hvorav forskjeller mellom informasjonsgrad, tidsmessig fordeling og romlig fordeling er de tre hovedpunkter som vil bli diskutert, i lys av at bruk av aktivitetsdata i forvaltninga gjerne bør være basert på god informasjon angående de to sistnevnte. Siden det er variasjon i om resultater er rapportert fra aktivitet, fangstmengde eller fangstverdi, og de fleste mønster mellom temaene var relativt like, vil verdier her være betegnelse for alle tre tema.

Det ble funnet en rekke klynger av signifikante hotspots både ved analyser av OHSA, vedvarende høye verdier og EHSA. En grunnleggende forskjell i resultatene er at OHSA (*Figur 4.8* og *4.16*) viser «vanlige» hotspots (og coldspots i *Figur 4.16 b*), analyser av vedvarende klynger (*Figur 4.9 – 4.11* og *4.17 – 4.19*) viser kumulativ fordeling av hotspots og EHSA (*Figur 4.12 – 4.15* og *4.20 – 4.23*) viser en rekke ulike typer hotspots som er avhengige av tid. Fra EHSA ble det avdekket nye, sporadiske, forsvinnende, intensiverende, vedvarende og påfølgende hotspots (se *Vedlegg C* for forklaring av kategoriene).

Om man betrakter de analyser som inkluderte hele datamaterialet (*Figur 4.8, 4.12, 4.16* og *4.20*), er det funnet at OHSA avdekker flere områder med statistisk signifikant høye verdier, enn EHSA gjør. Spesielt finner ikke disse EHSA konsentrasjoner sør i studieområdet, ved Røst, som gjennom flere av de andre analysene (spesielt de av vårsesonger i *Figur 4.10 b*), *4.14 b*), *4.18 b*) og *4.22 b*) er funnet viktig. På en annen side har de forskjellige typene hotspots som er funnet i EHSA, større informasjonsgrad ved at de gir et tidsmessig bilde av fordelingen av de høye verdiene.

For eksempel er det i rom-tid-klynger (med tre måneders tidsintervall) funnet at garnfiskeaktiviteten er avtagende gjennom studieperioden, ved den nordvestlige delen av Andøya, mens linefiske i samme areal har større innslag av vedvarende hotspots (*Figur 4.12 a*) og *4.20 a*) (merk at det er forskjell mellom vedvarende hotspots fra kumulative analyser og EHSA). Forskjeller i mønster som dette kan ikke trekkes ut fra OHSA og de kumulative analysene, der samme areal jevnt over er funnet å ha høye verdier gjennom studieperioden.

Fra et forvaltningsperspektiv kan det tenkes at man gjerne er interessert i å bruke tidsseriene av ERS- og VMS-data for å fortelle hvordan arealbruken i fiskeri har endret seg over tid, men på en annen side ønsker man å fange opp alle viktige romlige mønster, noe EHSA i dette tilfellet ikke gjør, ved å utelukke arealet i sør ved Røst.

En sannsynlig forklaring på hvorfor EHSA av hele studieperioden ikke klarer å fange opp mønster ved Røst, er den sterke sesongtilknytningen til vårparten av året fisket i dette arealet er funnet å ha, gjennom de andre analysene. Dette på grunn av at de ulike tidsintervallene i EHSA, selv om analysert med tre måneders intervall, ble betraktet som like, og at det da blir fire intervaller med ulike mønster etter hverandre gjennom hvert år.

En hovedtrend i de romlige mønstrene som er funnet gjennom OHSA, kumulative analyser og EHSA, er at i de to førstnevnte er det ofte relativt få og store klynger som er avdekket, mens det gjennom EHSA ofte er relativt mange klynger med som er spredt ut over større areal (sett bort fra EHSA av hele studieperioden). Dette fenomenet kan i noen grad tilskrives de ulike parameter for distanse som ble brukt i analysene (se *kapittel 3.4.3* og *3.4.2*). Siden det ble tatt ett valg om å bruke de åtte nærmeste rutene som naboruter i alle EHSA, i mangel på funn av topp i romlig autokorrelasjon (Global Moran's I) i flere av datasettene (*Vedlegg D*), kunne det ikke ventes at resultatene mellom OHSA og EHSA skulle bli like.

Ut fra ovennevnte aspekter som er diskutert kan det sies at kumulative analyser på dette tidspunkt egner seg bedre enn EHSA for å fange opp klynger av årstidsvariasjoner, mens EHSA egner seg bedre enn kumulative analyser til å vise ulike tidsmessige trender i selve klyngene som blir avdekket.

5.6 Fremtidige studier

Gjennom arbeidet med denne studien var datarensking og sammenkobling av data en av de mer utfordrende delene. Dette på grunn av at ERS- og VMS- dataene inneholder en rekke variabler og kategorier som ikke var hensiktsmessige å ha med for å undersøke romlige og tidsmessige trender i fiskeriaktivitet. Siden dataene nå er åpent tilgjengelige for hvem som helst å bruke, kan det i fremtiden være hensiktsmessig å fremskaffe allerede renskede datasett, både for å gjøre det enklere for brukere å analysere dataene, men også for at ingen feilslutninger skal bli tatt på grunn av uteliggere etc. i dataene. Til denne studien var det for eksempel veldig vanskelig å anslå hvilke fangstkvanta som var usannsynlige uten noe fast holdepunkt, hvilket det er rimelig å anta at Fiskeridirektoratet kunne sortert ut relativt lett.

I tillegg bør det i fremtiden bli mer fokus på at der det kan være potensiale til kunnskap i data om fenomener, og mellom fenomener, bør dataene standardiseres mer, slik at de lettere kan kobles sammen, dette er også foreslått tidligere (NOU 2019:21).

Så vidt undertegnede bekjent finnes det ikke funksjoner i EHSA som gjør at man kan analysere et gitt antall måneder eller sesonger som ikke er sammenhengende, uten at resultatet blir tilsvarende det de ble i denne studien (at kun sporadiske og nye hotspots blir avdekket i de rom-tid-kubene som inneholdt tomme tidsintervaller). Siden en vesentlig del av tidsmessige analyser av fiskeriaktivitet er å kunne detekttere sesongmessige mønster, hadde det vært en ide å videreutvikle EHSA til å kunne finne de 17 kategoriene av hotspots også i data som ikke er sammenhengende etter kalender, men som kan aggregeres i rom-tid-kuber.

En spennende mulighet for fremtiden er at ERS- og VMS-data kan bli analysert ved å bruke GRF (Georganos mfl., 2021).

6 Konklusjon

Målet med oppgaven var å finne om det hadde vært romlige og tidsmessige trender i garn- og linefiske, mellom 2011 og 2018. Dette skulle finnes ut ved å undersøke trender i aktivitet, fangstmengde og fangstverdi i et romlige perspektiv, mellom år, sesonger og måneder, samt ved å finne om aktivitet, fangstmengde og fangstverdi fra fisket var relativt høyere i noen arealer enn andre og hva som er de viktigste drivende faktorene for romlige og tidsmessige mønster i fiskeri.

Det ble avdekket signifikante mønster i romlig og tidsmessig perspektiv fra fangstdataene, ved å bruke hotspot-analyser. Klynger av høy aktivitet, fangstmengde og fangstverdi fra garnfiske ble spesielt avdekket nordvest i havet av Senja, vest av den nordlige delen av Andøya og i området rundt Røst, mens klynger fra linefiske spesielt ble funnet vest i havet av Ringvassøya og Kvaløya, vest for Andøya og ved Moskenesøya, Flakstadøya og Vestvågøy. Av tidsmessige trender som ble funnet utpekte fiskeri i vårsesongene seg ved å ha forskjellig mønster fra resterende sesonger.

Videre ble det funnet at det var romlig variasjon i påvirkning fra de klimatiske og sosioøkonomiske variablene på aktivitet, fangstmengde og fangstverdi, samt at de forklaringsvariabler som var inkludert i oppgaven hadde relevans for fangstmengde og fangstverdi. Den beste GWR-modell for å predikere aktivitet i garn- og linefiske bestod av SST, totalkvote, BPI, kostnad til havn og fartøylengde.

Referanseliste

- An, L. mfl. (2015) Space-Time Analysis: Concepts, Quantitative Methods, and Future Directions. *Annals of the Association of American Geographers*, 105(5), s. 891-914.
- Anselin, L. (1995) Local Indicators of Spatial Association – LISA. *Geographical Analysis*, 27(2), s. 93-115.
- Anselin, L. (2019) A Local Indicator of Multivariate Spatial Association: Extending Geary's *c*. *Geographical Analysis*, 51(2), s. 133-150.
- Asche, F., Chen, Y. og Smith, M. (2015) Economic incentives to target species and fish size: prices and fine-scale product attributes in Norwegian fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 72(3), s. 733-740.
- Asche, F. og Roll, K.H. (2019) *Økonomiske konsekvenser av økt drivstoffpris for utvalgte segmenter av norsk fiskeflåte*. Samfunns- og næringslivsforskning AS rapport nr. 01/19.
- Bastardie, F. mfl. (2010) Detailed mapping of fishing effort and landings by coupling fishing logbooks with satellite-recorded vessel geo-location. *Fisheries Research*, 106, s. 41-53.
- Boots, B. (2002) Local measures of spatial association. *Ecoscience*, 9(2), s. 168-176.
- Borland, H.P. mfl. (2021) The influence of seafloor terrain on fish and fisheries: a global synthesis. *Fish and Fisheries*, 22(4), s. 707-734.
- Branch, T.A. mfl. (2006) Fleet dynamics and fishermen behavior: lessons for fisheries managers. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63(7), s. 1647-1668.
- Breiman, L. (2001) Random Forests. *Machine Learning*, 45, s. 5-32.
- Brunsdon, C., Fotheringham, A.S. og Charlton, M.E. (1996) Geographically Weighted Regression: A Method for Exploring Spatial Nonstationarity. *Geographical Analysis*, 28(4), s. 281-298.
- Busch, K.E.T., Iversen, K.R. og Larsen, L.H. (2012) *Kystnære fiskerier utenfor Lofoten, Vesterålen og Senja*. SALT rapport nr. 1002.
- Christensen, P. mfl. (2014) *Norges fiskeri- og kysthistorie: bind IV: Havet, fisken og oljen 1970-2014*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Deng, R. mfl. (2005) Can vessel monitoring system data also be used to study trawling intensity and population depletion? The example of Australia's northern prawn fishery. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 62, s. 611-622.

- Dolder, P.J. mfl. (2020) Highly resolved spatiotemporal simulations for exploring mixed fishery dynamics. *Ecological Modelling*, 424, s. 109000.
- Dreyer, B. og Isaksen, J.R. (2019) *Økte drivstoffkostnader – konsekvenser for landindustrien*. Rapport 19. Nofima AS.
- EC (2002) Council Regulation (EC) No 2371/2002 of 20 December 2002 on the conservation and sustainable exploitation of fisheries resources under the Common Fisheries Policy. *Official Journal of the European Communities*, 358, s. 59-80.
- EMODnet Bathymetry Consortium (2020) *EMODnet Digital Bathymetry (DTM 2020)* [Datasett]. Tilgjengelig fra: <https://portal.emodnet-bathymetry.eu/?menu=19> (Lest: 08.04.21).
- ERS-forskriften. *Forskrift 21. desember 2009 nr. 1743 om posisjonsrapportering og elektronisk rapportering for norske fiske- og fangstfartøy*.
- ESRI (u.å. a) *How Create Space Time Cube works (ArcGIS Pro 2.6)*. Tilgjengelig fra: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.6/tool-reference/space-time-pattern-mining/learnmorecreatecube.htm> (Lest: 24.07.21).
- ESRI (u.å. b) *How Emerging Hot Spot Analysis works (ArcGIS Pro 2.6)*. Tilgjengelig fra: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.6/tool-reference/space-time-pattern-mining/learnmoreemerging.htm> (Lest: 15.06.21).
- ESRI (u.å., c) *How Optimized Hot Spot Analysis works (ArcGIS Pro 2.6)*. Tilgjengelig fra: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.6/tool-reference/spatial-statistics/how-optimized-hot-spot-analysis-works.htm> (Lest: 20.07.21).
- Feng, L. og Hu, C. (2016) Comparison of Valid Ocean Observations Between MODIS Terra and Aqua Over the Global Oceans. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 54(3), s. 1575-1585.
- Fischer, M. M. og Getis, A. (2010) *Handbook of applied spatial analysis: software tools, methods and applications*. Berlin: Springer.
- Fiskeridirektoratet (2012) *Referat fra reguleringsmøtet 8. og 9. november 2012*.
- Fiskeridirektoratet (2013) *Referat fra reguleringsmøtet 6. og 7. november 2013, del 1*.
- Fiskeridirektoratet (2014) *Referat fra reguleringsmøtet 5. og 6. november 2014, del 1*.
- Fiskeridirektoratet (2015) *Regelverk og reguleringer*. Tilgjengelig fra: <https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Regelverk-og-reguleringer> (Lest: 25.06.21).
- Fiskeridirektoratet (2019) *Kartlegging og identifisering av områder egnet for havbruk til havs*. Rapport 18/141.

- Fiskeridirektoratet (2020a) *Fartøy og eier i første eierledd* [Datasett]. Tilgjengelig fra: <https://www.fiskeridir.no/Tall-og-analyse/AApne-data/AApne-datasett/Fartoy-eier-og-fisketillatelser> (Lest: 15.04.21)
- Fiskeridirektoratet (2020b) *Lokasjoner (f.o.m. 2018)* [Datasett]. Tilgjengelig fra: https://open-data-fiskeridirektoratet-fiskeridir.hub.arcgis.com/datasets/5d5d72926aaf4817bf34724eff1b7b8f_8?geometry=155.438%2C40.200%2C-131.438%2C83.795 (Lest: 19.10.20).
- Fiskeridirektoratet (2020c) *Vil utvide datainnsamlingen fra den minste flåten*. Tilgjengelig fra: <https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Nyheter/2020/0620/Vil-utvide-datainnsamlingen-fra-den-minste-flaaten> (Lest: 14.10.20).
- Fiskeridirektoratet (2021) *Korallrev forbudsområder* [Datasett]. Tilgjengelig fra: https://open-data-fiskeridirektoratet-fiskeridir.hub.arcgis.com/datasets/dc958fed4d284126b9dbc568fb9d016a_11?geometry=-34.210%2C58.474%2C59.745%2C71.260 (Lest: 22.03.21).
- Forskrift om beskyttelse av korallrev. *Forskrift 8. januar 2016 nr. 8 om beskyttelse av korallrev mot ødeleggelser som følge av fiskeriaktivitet.*
- Forskrift om midl. tilskudd som kompensasjon for CO₂-avgift til fartøy som driver fiske og fangst i nære farvann. *Forskrift 17. desember 2020 nr. 2950 om midlertidig tilskudd som kompensasjon for CO₂-avgift til fartøy som driver fiske og fangst i nære farvann.*
- Forskrift om regulering av torskefisket m. m. *Forskrift 20. desember 2013 nr. 1685 om regulering av fisket etter torsk, hyse og sei nord for 62° N i 2014.*
- Forskrift om regulering av torskefisket m. m. *Forskrift 22. desember 2014 nr. 1862 om regulering av fisket etter torsk, hyse og sei nord for 62° N i 2015.*
- Forskrift om regulering av torskefisket m. m. *Forskrift 15. desember 2015 nr. 1676 om regulering av fisket etter torsk, hyse og sei nord for 62° N i 2016.*
- Forskrift om regulering av torskefisket m. m. *Forskrift 21. desember 2016 nr. 1826 om regulering av fisket etter torsk, hyse og sei nord for 62° N i 2017.*
- Forskrift om regulering av torskefisket m. m. *Forskrift 21. desember 2017 nr. 2380 om regulering av fisket etter torsk, hyse og sei nord for 62° N i 2018.*
- Frainer, A. mfl. (2017) Climate-driven changes in functional biogeography of Arctic marine fish communities. *Proceedings of the National Academy of Sciences – PNAS*, 114(46), s. 12202-12207.
- Franks, P.J.S. (1992) Sink or swim: accumulation of biomass at fronts. *Marine Ecology Progress Series*, 82, s. 1-12.

- Føyn, L., Quillfeldt, C.H.V. og Olsen, E. (2002) Miljø- og ressursbeskrivelse av området Lofoten – Barentshavet. *Fisken og havet*, 6, 82 s.
- Geary, R.C. (1954) The Contiguity Ratio and Statistical Mapping. *The Incorporated Statistician*, 5(3), s. 115-146.
- Georganos, S. mfl. (2021) Geographical random forest: a spatial extension of the random forest algorithm to address spatial heterogeneity in remote sensing and population modelling. *Geocarto International*, 36(2), s. 121-136.
- Getis, A. og Ord, J.K. (1992) The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics. *Geographical Analysis*, 24(3), s. 189-206.
- Getis, A. og Ord, J.K. (1995) Local Spatial Autocorrelation Statistics: Distributional Issues and an Application. *Geographical Analysis*, 27(4), s. 287-306.
- Hallenstvedt, A og Dørum, K. (2020) Norsk fiskerihistorie, i *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: https://snl.no/Norsk_fiskerihistorie (Lest: 30.10.20).
- Halaas, M. (1946) *Fiskeredskaper I Norge gjennom 300 år*. Bergen: A/S John Griegs Boktrykkeri.
- Havforskningsinstituttet (2019) *Tema: Torsk – nordøstarktisk (skrei)*. (Sist oppdatert: 29.06.21). Tilgjengelig fra: <https://www.hi.no/hi/temasider/arter/torsk-nordostarktisk-skrei> (Lest: 25.07.21).
- Hilborn, R. (1985) Fleet dynamics and individual variation: why some people catch more fish than others. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 42, s. 2-13.
- Hilborn, R. og Kennedy, R.B. (1992) Spatial pattern in catch rates: a test of economic theory. *Bulletin of Mathematical Biology*, 54(2/3), s. 263-273.
- Hintzen, N.T. mfl. (2012) VMStools: Open-source software for the processing, analysis and visualisation of fisheries logbook and VMS-data. *Fisheries research*, 115, s. 31-43.
- Jalali, M.A. mfl. (2015) Exploring Spatiotemporal Trends in Commercial Fishing Effort of an Abalone Fishing Zone: A GIS-Based Hotspot Model. *PLoS ONE*, 10(5), s. e0122995.
- Johnsen, J. P. og Hersoug, B. (2012) *Kampen om plass på kysten: interesser og utviklingstrekk i kystzoneplanleggingen*, Oslo: Universitetsforlaget.
- Karlsen, L. (1997) *Redskapslære og fangstteknologi*. Oslo: Landbruksforlaget.
- Kartverket (2020) *N50 Kartdata* [Datasett]. Tilgjengelig fra: <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/n50-kartdata/ea192681-d039-42ec-b1bc-f3ce04c189ac> (Lest: 16.11.20).

- Kartverket (2021) *Norges maritime grenser* [Datasett]. Tilgjengelig fra: <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/norges-maritime-grenser/e106adf4-c9d8-4fce-a9b5-7886a4126d23> (Lest: 20.07.21).
- Kuczynski, B. mfl. (2021) A model for the intensity of fishing gear. *Journal of Industrial Ecology*, s. 1-11.
- Kystverket (2020) *Fiskerihavner* [Datasett]. Tilgjengelig fra: <https://kystinfo.no/> (Lest: 03.04.21).
- Lee, J. mfl. (2010) Developing reliable, repeatable, and accessible methods to provide high-resolution estimates of fishing-effort distributions from vessel monitoring system (VMS) data. *ICES Journal of Marine Science*, 67, 1260-1271.
- Longley, P.A. mfl. (2015) *Geographic information science & systems*. 4th ed. Hoboken, N.J.: Wiley.
- Løvås, G.G. (2013) *Statistikk for universiteter og høyskoler*. 3. utg. Oslo: Universitetsforlaget.
- Maina, I. mfl. (2018) Dynamics of trawling effort in the Aegean Sea: investigating the potential of Vessel Monitoring System (VMS) data. *ICES Journal of Marine Science*, 75(6), s. 2265-2275.
- Meld. St. 32 (2018-2019). *Et kvotesystem for økt verdiskapning*.
- Meld. St. 20 (2019-2020). *Helhetlige forvaltningsplaner for de norske havområdene*.
- Menon Economics og SINTEF Ocean (2020) Sameksistens og bærekraft i det blå, Rapport 1: Status. *Senter for hav og Arktis*.
- Moran, P. (1950) Notes on Continuous Stochastic Phenomena. *Biometrika*, 37(1-2), s. 17-23.
- NASA (u.å.) *Modis-Aqua*. Tilgjengelig fra: <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/data/aqua/> (Lest: 25.06.21).
- NASA Goddard Space Flight Center, Ocean Ecology Laboratory, Ocean Biology Processing Group (2020a) *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) Aqua Level 3 Sea Surface Temperature Monthly 4 km Daytime* (Alle mnd. 2011 – 2018) [Datasett]. Tilgjengelig fra: <https://oceandata.sci.gsfc.nasa.gov/MODIS-Aqua/Mapped/Monthly/4km/sst/> (Lest: 26.11.20).
- NASA Goddard Space Flight Center, Ocean Ecology Laboratory, Ocean Biology Processing Group (2020b) *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) Aqua Level 3 Sea Surface Temperature Monthly 4 km Nighttime* (Alle mnd. 2011 – 2018) [Datasett]. Tilgjengelig fra: <https://oceandata.sci.gsfc.nasa.gov/MODIS-Aqua/Mapped/Monthly/4km/sst/> (Lest: 26.11.20).

- NASA Goddard Space Flight Center, Ocean Ecology Laboratory, Ocean Biology Processing Group (2020c) *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) Terra Level 3 Sea Surface Temperature Monthly 4 km Daytime* (Alle mnd. 2011 – 2018) [Datasett]. Tilgjengelig fra: <https://oceandata.sci.gsfc.nasa.gov/MODIS-Terra/Mapped/Monthly/4km/sst/> (Lest: 26.11.20).
- NASA Goddard Space Flight Center, Ocean Ecology Laboratory, Ocean Biology Processing Group (2020d) *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) Terra Level 3 Sea Surface Temperature Monthly 4 km Nighttime* (Alle mnd. 2011 – 2018) [Datasett]. Tilgjengelig fra: <https://oceandata.sci.gsfc.nasa.gov/MODIS-Terra/Mapped/Monthly/4km/sst/> (Lest: 26.11.20).
- NOU 2019:21. *Fremtidens fiskerikontroll*.
- Olsen, E. mfl. (2009) Cod, haddock, saithe, herring, and capelin in the Barents Sea and adjacent waters: a review of the biological value of the area. *ICES Journal of Marine Science*, 67, s. 87-101.
- Ommundsen, V.L. (2020) *Kartlegging og romlig analyse av endringer i fiskeriatferd i Barentshavet 2011-2018*. Fakultet for biovitenskap, fiskeri og økonomi, UiT Norges arktiske universitet, Tromsø. Upublisert.
- Pelletier, D. og Ferraris, J. (2000) A multivariate approach for defining fishing tactics from commercial catch and effort data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 57(1), s. 51-65.
- Piñeiro, G. mfl. (2008) How to evaluate models: Observed vs. predicted or predicted vs. observed? *Ecological Modelling*, 216, s. 316-322.
- Russo, T., Parisi, A. og Cataudella, S. (2013) Spatial indicators of fishing pressure: Preliminary analysis and possible developments. *Ecological Indicators*, 26, s. 141-153.
- Salas, S. og Gaertner, D. (2004) The behavioural dynamics of fishers: management implications. *Fish and Fisheries*, 5(2), s. 153-167.
- Statistisk sentralbyrå (SSB) (2020a) *Priser på drivstoff (kr per liter) 1986M08 – 2020M10* [Datasett]. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/statbank/table/09654/> (Lest: 13.02.21).
- Statistisk sentralbyrå (SSB) (2020b) *Registrerte fiskefartøy med motor, etter lengd (F) (avslutta serie) 1945 – 2019* [Datasett]. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/statbank/table/07842/> (Lest: 08.10.20).
- St. Martin, K. og Hall-Arber, M. (2008) The missing layer: Geo-technologies, communities, and implications for marine spatial planning. *Marine Policy*, 33(5), s. 779-786.

- St.meld. nr. 20 (2002-2003). *Strukturtiltak i kystfiskeflåten*.
- Tidemann, A. og Elster, A.C. (2019) Maskinlæring. *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/maskinlæring> (Lest: 06.08.21).
- Tittensor, D.P. mfl. (2010) Global patterns and predictors of marine biodiversity across taxa. *Nature*, 466(7310), s. 1098-1101.
- Tobler, W.R. (1970) A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, 46, s. 234-240.
- van Putten, I.E. mfl. (2012) Theories and behavioural drivers underlying fleet dynamics models. *Fish and Fisheries*, 13(2), s. 216-235.
- Vilela, R. mfl. (2021) The use of a spatial model of economic efficiency to predict the most likely outcomes under different fishing strategy scenarios. *Marine Policy*, 129, s. 104499.
- Walbridge, S. mfl. (2018) Unified Geomorphological Analysis Workflows with Benthic Terrain Modeler. *Geosciences*, 8(3), 24 s.
- Walsh, S.J. mfl. (2002) To catch or conserve more fish: the evolution of fishing technology in fisheries science. *ICES Marine Science Symposia*, 215, s. 493-503.
- Windle, M.J.S. mfl. (2010) Exploring spatial non-stationarity of fisheries survey data using geographically weighted regression (GWR): an example from the Northwest Atlantic. *ICES Journal of Marine Science*, 67(1), s. 145-154.
- Witt, M.J. og Godley, B.J. (2007) A step towards seascape conservation: using vessel monitoring systems (VMS) to map fishing activity. *PloS one*, 2(10), e1111.
- World Meteorological Organization (2016) *The global observing system for climate: Implementation needs*. Genève: World Meteorological Organization.
- Zhao, B. mfl. (2020) A combined Terra and Aqua MODIS land surface temperature and meteorological station data product for China from 2003 to 2017. *Earth System Science Data*, 12(4), s. 2555-2577.

Vedlegg A

Vedlegg A. Alle variabler mottatt i ERS- og VMS-datasett, kategorisert etter om de ble beholdt eller utelatt etter forbehandlingsstadiet.

| Beholdte variabler | Utelatte variabler |
|---------------------------|----------------------------|
| RECORD_NUMMER | ID |
| RC | TM |
| STARTTIDSPUNKT | POSTERINGSTIDSPUNKT |
| START_LT | AKTIVITET |
| START_LG | KVOTETYPE |
| VARIGHET | REDSKAP |
| STOPP_LT | REDSKAPSSPESIFIKASJON_KODE |
| STOPP_LG | REDSKAPSSPESIFIKASJON |
| AKTIVITET_KODE | REDSKAP_PROBLEMER |
| KVOTETYPE_KODE | FANGSTART_NS |
| REDSKAP_KODE | FISKEBESTAND_KODE |
| REDSKAP_PROBLEMER_KODE | FISKEBESTAND_NS |
| INNSATS | FISKEBESTAND |
| FANGSTART_FAO | |
| FANGSTART | |
| RUNDVEKT | |

Vedlegg B

Vedlegg B. Oversikt over hvor mange observasjoner som ble fjernet fra ERS- og VMS-dataene per datavaskingsprosess, samt antallsendring ved aggregering fra flere punkt per fangst (ett per art i fangst) til ett punkt per fangst.

| Datarensking | Før | Etter | Differanse |
|---|------------|--------------|-------------------|
| Utgangspunkt | 302 057 | | |
| - Observasjoner med annen aktivitet enn fiske | 302 057 | 264 896 | -37 161 |
| - Observasjoner med annet redskap enn passive liner og garn | 264 896 | 263 526 | -1 370 |
| - Observasjoner med kvotetype knyttet til annet enn kommersielt fiske | 263 526 | 262 161 | -1 365 |
| - Observasjoner med startposisjon utenfor studieområdet | 262 161 | 103 089 | -159 072 |
| - Observasjoner med registrerte redskapsproblemer | 103 089 | 102 877 | -212 |
| - Observasjoner uten registrert fangst | 102 877 | 102 760 | -117 |
| - Observasjoner uten tilknyttet artsfangstverdi | 102 760 | 96 293 | -6 467 |
| Aggregering (1 fangst = de observasjoner med lik record-nummer, RC og år) | 96 293 | 25 546 | |
| - Fangster med registrert startposisjon på land | 25 546 | 25 335 | -211 |
| - Fangster med totalt fangstkvantum < 50 kg | 25 335 | 25 168 | -167 |
| - Fangster med totalt fangstkvantum > 30 000 kg | 25 168 | 24 763 | -405 |
| Utgangspunkt for analyser | | 24 763 | |

Vedlegg C

Fra emerging hotspot-analyse (EHSA) blir hver rute spesifisert som en av følgende 17 kategorier (oversatt av undertegnede, fra ESRI, u.å. b):

1. **Ny hotspot:** Lokasjon som er en statistisk signifikant hotspot for det siste tidsintervallet og aldri tidligere i studieperioden har vært en statistisk signifikant hotspot.
2. **Påfølgende hotspot:** Lokasjon med en ubrutt rekke av statistisk signifikante hotspots i de siste tidsintervallene. Lokasjonen har aldri i studieperioden vært en statistisk signifikant hotspot før den ubrutte rekka og mindre enn 90% av alle delkubene er statistisk signifikante hotspots.
3. **Intensiverende hotspot:** Lokasjon som har vært en statistisk signifikant hotspot i 90% av tidsintervallene, inkludert det siste tidsintervallet. I tillegg øker klyngingens intensitet av høye antall totalt sett per tidsintervall, og økningen er statistisk signifikant.
4. **Vedvarende hotspot:** Lokasjon som har vært statistisk signifikant hotspot i 90% av tidsintervallene, uten en synlig trend som indikerer økning eller reduksjon i klyngingens intensitet over tid.
5. **Forsvinnende hotspot:** Lokasjon som har vært en statistisk signifikant hotspot i 90% av tidsintervallene, inkludert det siste tidsintervall. I tillegg reduseres klyngingens intensitet totalt sett, og reduksjonen er statistisk signifikant.
6. **Sporadisk hotspot:** Lokasjon som er en av- og på hotspot. Mindre enn 90% av tidsintervallene har vært statistisk signifikant hotspots og ingen av tidsintervallene har vært statistisk signifikante coldspots.
7. **Oscillerende hotspot:** Lokasjon som er en statistisk signifikant hotspot i det siste tidsintervallet, som historisk også har vært en statistisk signifikant coldspot i tidligere tidsintervall. Mindre enn 90% av tidsintervallene har vært statistisk signifikante hotspots.
8. **Historisk hotspot:** Den senere tidsperioden er ikke statistisk signifikant hotspot, men minst 90% av tidsintervallene har vært statistisk signifikante hotspots.

9. **Ny coldspot:** Lokasjon som er en statistisk signifikant coldspot for det siste tidsintervallet og aldri tidligere i studieperioden har vært en statistisk signifikant coldspot.
10. **Påfølgende coldspot:** Lokasjon med en ubrutt rekke av statistisk signifikante coldspots i de siste tidsintervallene. Lokasjonen har aldri i studieperioden vært en statistisk signifikant coldspot før den ubrutte rekka og mindre enn 90% av alle delkubene er statistisk signifikante coldspots.
11. **Intensiverende coldspot:** Lokasjon som har vært en statistisk signifikant coldspot i 90% av tidsintervallene, inkludert det siste tidsintervallet. I tillegg øker klyngingens intensitet av lave antall totalt sett per tidsintervall, og økningen er statistisk signifikant.
12. **Vedvarende coldspot:** Lokasjon som har vært statistisk signifikant coldspot i 90% av tidsintervallene, uten en synlig trend som indikerer økning eller reduksjon i klyngingens intensitet over tid.
13. **Forsvinnende coldspot:** Lokasjon som har vært en statistisk signifikant coldspot i 90% av tidsintervallene, inkludert det siste tidsintervall. I tillegg reduseres klyngingens intensitet av lave antall totalt sett, og reduksjonen er statistisk signifikant.
14. **Sporadisk coldspot:** Lokasjon som er en av- og på coldspot. Mindre enn 90% av tidsintervallene har vært statistisk signifikant coldspots og ingen av tidsintervallene har vært statistisk signifikante hotspots.
15. **Oscillerende coldspot:** Lokasjon som er en statistisk signifikant coldspot i det siste tidsintervallet, som historisk også har vært en statistisk signifikant hotspot i tidligere tidsintervall. Mindre enn 90% av tidsintervallene har vært statistisk signifikante coldspots.
16. **Historisk coldspot:** Den senere tidsperioden er ikke statistisk signifikant coldspot, men minst 90% av tidsintervallene har vært statistisk signifikante coldspots.
17. **Ingen mønster oppdaget:** Lokasjonen faller ikke inn under noen av hotspot eller coldspot kategoriene over.

Vedlegg D

Vedlegg D. Distanse for første topp av global autokorrelasjon (Moran's I) fra Incremental Spatial Autocorrelation, for de datasett som skulle bli analyseres med EHSA.

| Datasett | Garn | | Line | |
|---------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| | Fangstmengde | Fangstverdi | Fangstmengde | Fangstverdi |
| Studieperiode | 40 490 | 40 490 | Ingen topp | Ingen topp |
| Vinter | Ingen topp | 53 388 | Ingen topp | 60 657 |
| Vår | 41 788 | 41 788 | Ingen topp | Ingen topp |
| Sommer | 80 631 | 80 631 | Ingen topp | 66 797 |
| Høst | 34 103 | 34 103 | 38 103 | 38 103 |
| Januar | Ingen topp | 23 662 | 72 115 | 72 115 |
| Februar | Ingen topp | Ingen topp | Ingen topp | 52 428 |
| Mars | 90 009 | 87 669 | Ingen topp | Ingen topp |
| April | Ingen topp | 50 334 | Ingen topp | 62 034 |
| Mai | 28 655 | 34 145 | 50 770 | Ingen topp |
| Juni | 89 242 | 89 242 | 38 376 | 50 307 |
| Juli | 29 087 | 26 764 | 117 765 | 101 291 |
| August | 138 198 | Ingen topp | 70 710 | 70 710 |
| September | 36 823 | 33 685 | 50 387 | 50 387 |
| Oktober | 31 218 | 31 218 | Ingen topp | 61 652 |
| November | 32 391 | 32 391 | Ingen topp | Ingen topp |
| Desember | 58 592 | 58 592 | Ingen topp | 52 077 |

Vedlegg E

Vedlegg E.1. Korrelasjonskoeffisient, z-verdi og p-verdi, fra Global Moran's I, for garn- og linefiskeobservasjoner, i punktdatasett.

| Punktdata | Garn | | | Line | | |
|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|------------|----------|
| | Moran's I | z-verdi | p-verdi | Moran's I | z-verdi | p-verdi |
| FM | 0,237317 | 90,342042 | 0,000000 | 0,303940 | 89,928897 | 0,000000 |
| Log-FM | 0,245294 | 93,376824 | 0,000000 | 0,355375 | 105,154398 | 0,000000 |
| FV | 0,227441 | 86,592237 | 0,000000 | 0,221784 | 65,637054 | 0,000000 |
| Log-FV | 0,247844 | 94,345603 | 0,000000 | 0,269723 | 79,816876 | 0,000000 |

Vedlegg E.2. Korrelasjonskoeffisient, z-verdi og p-verdi, fra Global Moran's I, for garn- og linefiskeobservasjoner, i rutedatasett (4 km romlig oppløsning).

| Rutedata | Garn | | | Line | | |
|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|
| | Moran's I | z-verdi | p-verdi | Moran's I | z-verdi | p-verdi |
| Aktivitet | 0,079512 | 18,730544 | 0,000000 | 0,124226 | 54,762271 | 0,000000 |
| FM | 0,088653 | 20,250912 | 0,000000 | 0,081435 | 35,887374 | 0,000000 |
| Log-FM | 0,222213 | 49,027234 | 0,000000 | 0,119929 | 51,425900 | 0,000000 |
| FV | 0,090937 | 20,627231 | 0,000000 | 0,084890 | 37,633786 | 0,000000 |
| Log-FV | 0,199971 | 44,133731 | 0,000000 | 0,135746 | 58,182337 | 0,000000 |

Vedlegg F

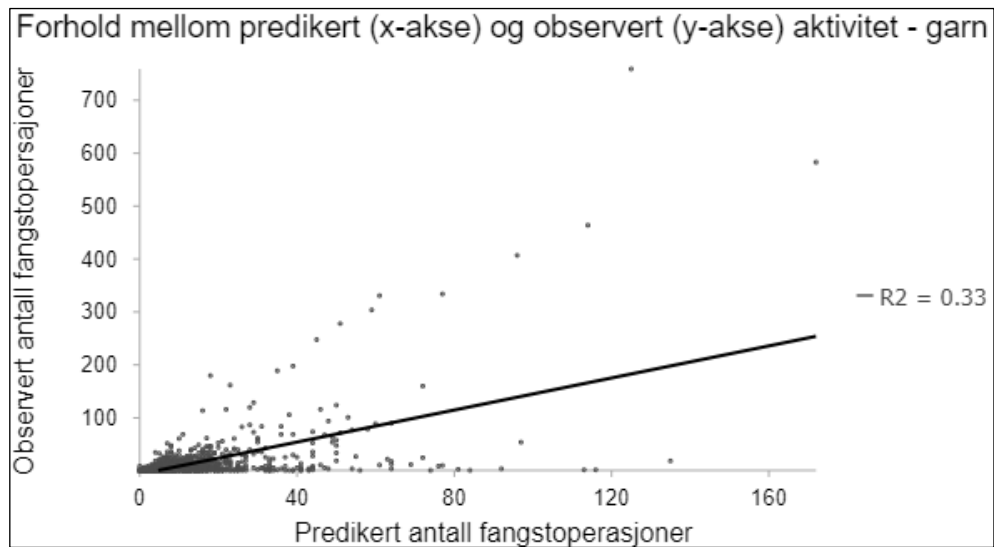
Vedlegg F.1. Kombinasjoner av forklaringsvariabler (modell 1 – 4) testet for å finne beste modell for å forklare log-fangstmengde fra garn- og linefiske, samt R^2 , justert R^2 ($AdjR^2$) og $AICc$ for modellene. Der grønn bakgrunn markerer de beste modellene, SST er overflatetemperatur, TK er totalkvote, BPI er batymetrisk posisjonsindeks, KH er kostnad til havn, KL er kostnad til land, MK er motorkraft og FL er fartøylengde.

| Modell | Garn | | | Line | | |
|------------------------------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|
| | R^2 | $AdjR^2$ | $AICc$ | R^2 | $AdjR^2$ | $AICc$ |
| 1 (SST + TK + BPI + KH + MK) | 0,4636 | 0,3884 | ≈ 5648 | 0,3723 | 0,2868 | ≈ 6649 |
| 2 (SST + TK + BPI + KL + MK) | 0,4649 | 0,3900 | ≈ 5643 | 0,3683 | 0,2826 | ≈ 6663 |
| 3 (SST + TK + BPI + KL + FL) | 0,4606 | 0,3854 | ≈ 5655 | 0,3708 | 0,2860 | ≈ 6650 |
| 4 (SST + TK + BPI + KH + FL) | 0,4571 | 0,3812 | ≈ 5666 | 0,3760 | 0,2916 | ≈ 6631 |

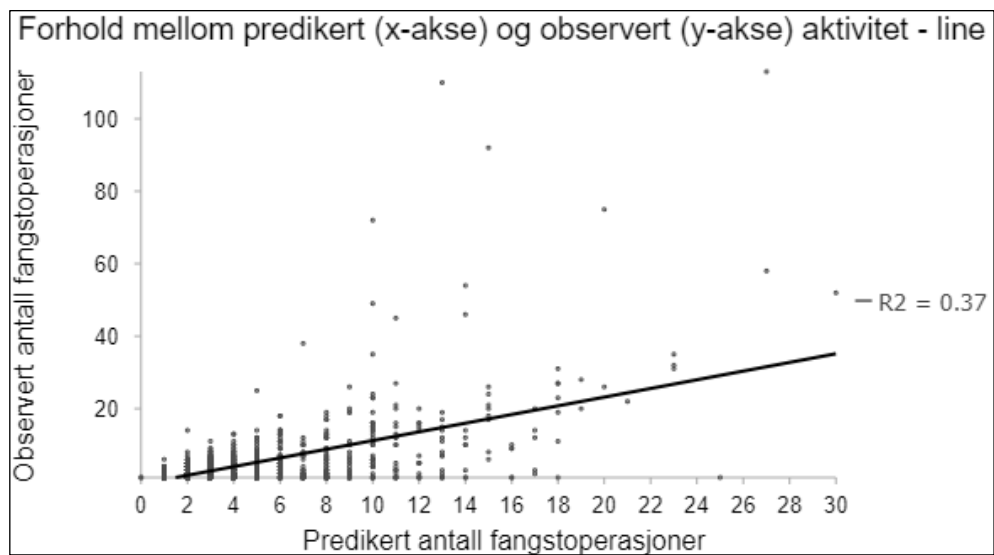
Vedlegg F.2. Kombinasjoner av forklaringsvariabler (modell 1–4) testet for å finne beste modell for å forklare log-fangstverdi fra garn- og linefiske, samt R^2 , justert R^2 ($AdjR^2$) og $AICc$ for modellene. Der grønn bakgrunn markerer de beste modellene, SST er overflatetemperatur, TK er totalkvote, BPI er batymetrisk posisjonsindeks, KH er kostnad til havn, KL er kostnad til land, MK er motorkraft og FL er fartøylengde.

| Modell | Garn | | | Line | | |
|------------------------------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|
| | R^2 | $AdjR^2$ | $AICc$ | R^2 | $AdjR^2$ | $AICc$ |
| 1 (SST + TK + BPI + KH + MK) | 0,4359 | 0,3568 | ≈ 5681 | 0,3675 | 0,2814 | ≈ 6725 |
| 2 (SST + TK + BPI + KL + MK) | 0,4375 | 0,3588 | ≈ 5675 | 0,3655 | 0,2794 | ≈ 6732 |
| 3 (SST + TK + BPI + KL + FL) | 0,4337 | 0,3548 | ≈ 5685 | 0,3671 | 0,2818 | ≈ 6722 |
| 4 (SST + TK + BPI + KH + FL) | 0,4302 | 0,3506 | ≈ 5695 | 0,3698 | 0,2846 | ≈ 6713 |

Vedlegg G



Vedlegg G.1. Predikert (GWR) og observert antall fangstoperasjoner (aktivitet) for garnfiske.



Vedlegg G.2. Predikert (GWR) og observert antall fangstoperasjoner (aktivitet) for linefiske.

Vedlegg H

Vedlegg H. Relativ relevans (%) av a) de fem uavhengige variabler med høyest relevans, fra RFR (multikollinearitet tatt i betraktning) og b) de fem viktigste uavhengige variabler funnet i GWR, for log-FM og log-FV, i garn- og linefiske, samt R^2 , p-verdi og standardfeil for valideringsverdier knyttet til modellene, fra RFR kjørt med 500 beslutningstrær.

| | Garn | | | | Line | | | |
|------------------------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | Log-FM | | Log-FV | | Log-FM | | Log-FV | |
| Variabler | a) | b) | a) | b) | a) | b) | a) | b) |
| SST | 25 % | 24 % | 23 % | 22 % | 18 % | 20 % | 20 % | 20 % |
| BPI | | 15 % | | 15 % | | 17 % | | 17 % |
| VRM | 15 % | | 15 % | | 17 % | | 17 % | |
| Kostnad – land | 18 % | 18 % | 19 % | 18 % | 20 % | | 19 % | |
| Kostnad – havn | | | | | | 19 % | | 19 % |
| Fartøylengde | | | | | | 22 % | | 20 % |
| Motorkraft | 22 % | 24 % | 21 % | 22 % | 24 % | | 21 % | |
| Totalkvote | 20 % | 20 % | 21 % | 22 % | 21 % | 22 % | 23 % | 24 % |
| Modellparameter | | | | | | | | |
| R^2 | 0,478 | 0,583 | 0,502 | 0,581 | 0,521 | 0,468 | 0,506 | 0,411 |
| p-verdi | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Standardfeil | 0,042 | 0,032 | 0,033 | 0,006 | 0,024 | 0,026 | 0,028 | 0,026 |

