

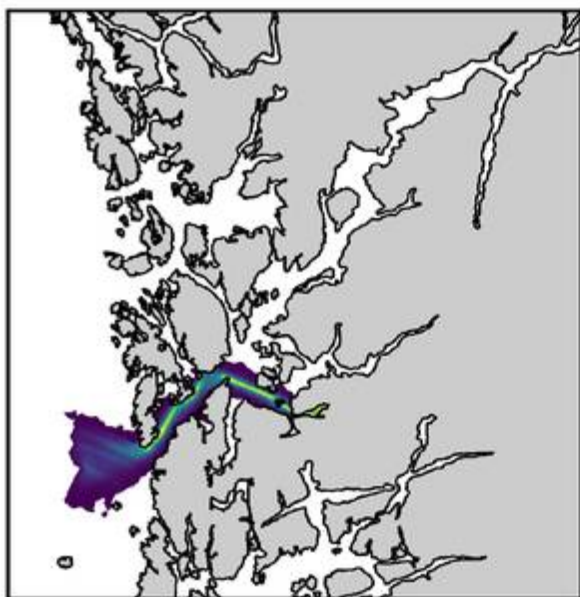


# ESTIMERT DØDELIGHET FOR UTVANDRENDE POSTSMOLT AV LAKS 2012-2020

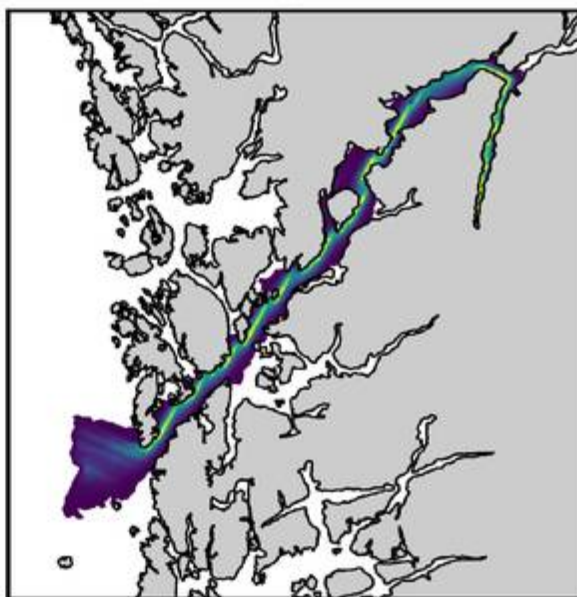
Rapport til Mattilsynet OK-program 56827 – Lakselusovervåking

Ingrid Askeland Johnsen og Ørjan Karlsen (HI)

Etne



Opo



**Tittel (norsk og engelsk):**

Estimert dødelighet for utvandrende postsmolt av laks 2012-2020

**Undertittel (norsk og engelsk):**

Rapport til Mattilsynet OK-program 56827 – Lakselusovervåking

**Rapportserie:**

Rapport fra havforskningen

ISSN:1893-4536

**År - Nr.:**

2021-5

**Dato:**

03.02.2021

**Forfatter(e):**

Ingrid Askeland Johnsen og Ørjan Karlsen (HI)

Forskningsgruppelider(e): Jan Erik Stiansen (Oseanografi og klima)

Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Geir Lasse Taranger

Programleder(e): Terje Svåsand

**Distribusjon:**

Åpen

**Prosjektnr:**

14650

**Oppdragsgiver(e):**

Mattilsynet

**Oppdragsgivers referanse:**

OK-program 56827 – Lakselusovervåking

**Program:**

Miljøeffekter av akvakultur

**Antall sider:**

20

**Sammendrag (norsk):**

For å estimere dødeligheten grunnet lakselus sluppet fra oppdrettsanlegg til utvandrende postsmolt av laks fra de lakseførende elvene med gytende biomasse > 10 kg i de 13 ulike produksjonsområdene, er det benyttet en Virtuell Postsmoltmodell (VPS). I denne rapporten er estimatene kategorisert basert på om det er <10%, mellom 10 og 20% eller over 30% estimert dødelighet.

Estimatene er lagt ut på nmdc.no: <https://doi.org/10.21335/NMDC-1336748445>

# Innhold

|          |                                                 |           |
|----------|-------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Metoden</b>                                  | <b>5</b>  |
| 1.1      | Utvandringsdatoer og profil                     | 5         |
| 1.2      | Vandringsrute og hastighet                      | 5         |
| 1.3      | Beregnet lusepåslag                             | 5         |
| 1.4      | Beregnet dødelighet                             | 5         |
| <b>2</b> | <b>Resultater</b>                               | <b>6</b>  |
| 2.1      | Produksjonsområde 1: Svenskegrensen til Jæren   | 6         |
| 2.2      | Produksjonsområde 2: Ryfylke                    | 7         |
| 2.3      | Produksjonsområde 3: Karmøy til Sotra           | 8         |
| 2.4      | Produksjonsområde 4: Nordhordland til Stadt     | 9         |
| 2.5      | Produksjonsområde 5: Stadt til Hustadvika       | 10        |
| 2.6      | Produksjonsområde 6: Nordmøre til Sør-Trøndelag | 11        |
| 2.7      | Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag med Bindal  | 12        |
| 2.8      | Produksjonsområde 8: Helgeland til Bodø         | 13        |
| 2.9      | Produksjonsområde 9: Vestfjorden og Vesterålen  | 14        |
| 2.10     | Produksjonsområde 10: Andøya til Senja          | 15        |
| 2.11     | Produksjonsområde 11: Kvaløya til Loppa         | 16        |
| 2.12     | Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark             | 17        |
| 2.13     | Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark              | 18        |
| <b>3</b> | <b>Referanser</b>                               | <b>19</b> |

# 1 - Metoden

Havforskningsinstituttet har utviklet en såkalt virtuell smoltmodell (VPS) (Johnsen mfl. 2020). Metoden går ut på at en simulerer utvandringen for postsmolt av laks fra alle de lakseførende elvene i Norge hvor gytende biomasse (hunnlaks) er over 10 kg. Utvandringen er basert på tabellen utarbeidet til Trafikklyssrapporten (Vollset mfl. 2020), deretter sendes smolten ut av fjordene med korteste vandringsvei pålagt noe variasjon. Utvandringen sammenholdes i tid og rom med estimert tetthet av lakselus (jfr. [www.lakselus.no](http://www.lakselus.no)), og det totale antall lakselus laksen får på seg på veien fra elv til kyst beregnes. Basert på tålegrenser, kan lusepåslaget omregnes til estimert dødelighet. For å si noe om usikkerheten i disse estimatene, har vi kjørt modellen med 10 dager tidligere og 10 dager senere utvandring, og har markert om dette endrer kategoriseringen.

## 1.1 - Utvandningsdatoer og profil

Utvandningsdato, posisjon og utvandningsforløp er estimert av Norsk institutt for naturforskning i vedlegg I til Trafikklyssrapporten 2020 (Ugedal mfl. 2020). Utvandningsforløpet er satt som en flat profil med likt antall smolt utvandret over en 40 dagers periode sentrert om normal utvandningsdato. Siden utslippene av, og tettheten av lakselus øker utover våren og sommeren, vil postsmolt som vandrer tidlig vanligvis bli smittet av færre lus enn fisk som starter vandringen senere. For å synliggjøre usikkerheten grunnet utvandningsperiode er derfor modellen kjørt ved å fremskynde eller utsette utvandningsperioden med 10 dager. Estimatenes er da gjort med utslipp av og tetthet av lakselus for de aktuelle datoene. Usikkerhetene er vist i figurene ved at fargen på selve sirkelen viser estimert dødelighet ved forventet utvandningsperiode, mens fargen på omrisset indikerer om kategoriseringen da ikke endres (grønn), om den endres med en kategorisering (gul), eller med 2 kategoriseringer (rød).

## 1.2 - Vandringsrute og hastighet

I modellen som er brukt er fjorden og kysten delt opp i 800x800 m rutenett. Hver av disse har en lavere verdi (fjord-indeks) nærmere kysten. Vandringsruten er laget ved å at fisken starter ved elv, og i neste steg vil den kunne forbli i den samme ruten, gå til siden eller gå tilbake til elv. I vandringsmodellen er det antatt at sannsynligheten for at den går til en rute med lavere verdi (dvs. mot kysten) er fem ganger høyere enn at den i samme posisjon (dvs. med samme fjord-indeks) eller tilbake mot elv (Johnsen mfl. 2020). Om flere ruter nærliggende ruter har en lavere fjord-indeks, ble sannsynligheten ble sannsynligheten for disse satt lik. Det antas at fisken ikke følger kysten etter at den har forlatt fjorden.

I utgangspunktet ble progresjonshastigheten satt til 1 kroppslengde i sekundet, mens modellert median progresjonshastighet til den virtuelle smolten ble på grunn av stokastisiteten i modellen 14 cm/s, med 25 og 75 % persentiler på 12 og 16 cm/s.

## 1.3 - Beregnet lusepåslag

Antall lus fisken sannsynligvis blir smittet på i vandringen gjøres ved å legge vandringsruten på det estimerte lusefeltet (jfr. [www.lakselus.no](http://www.lakselus.no)). En har her brukt lusetettheten i de øvre to meter. En antar at det er en sannsynlighet for at fisken vil smittes med lus, denne faktoren er bestemt basert på at en har sammenlignet estimert antall lus på modellfisken med observert antall lus på trålfanget fisk hvor hjemelv til disse er bestemt med genetiske metoder (Harvey mfl. 2019).

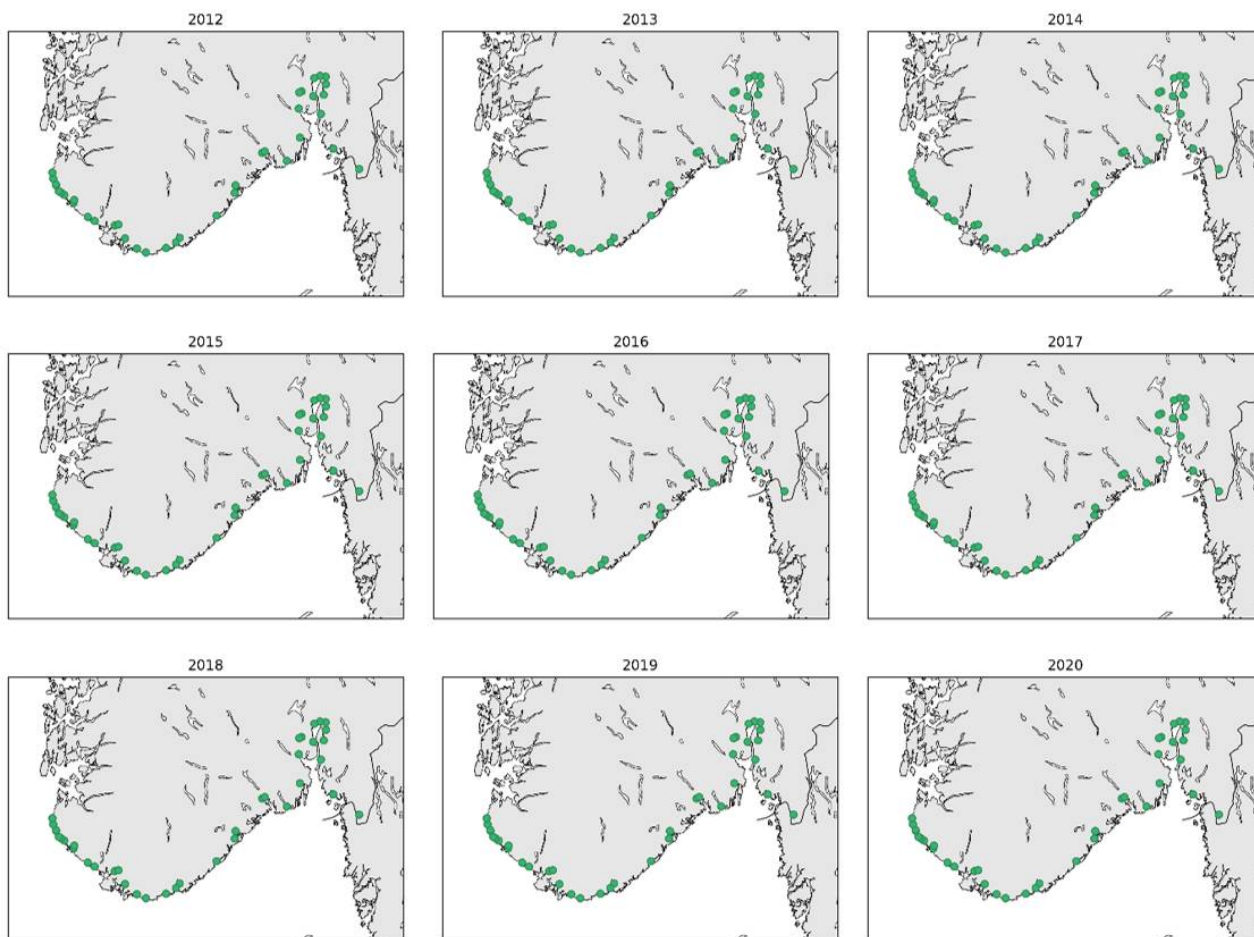
## 1.4 - Beregnet dødelighet

Antall lakselus på fisken er holdt opp mot forventet tålegrense for en 20 g laks, dvs. at en antar ingen dødelighet om fisken smittes med < 2 lus, og 20, 50 og 100% dødelighet ved 2-3, 4-6 og > 6 lus/fisk (Taranger mfl. 2015). Det er her antatt at 60% av lusen som fester seg på en fisk overlever til de preadulte stadiene.

## 2 - Resultater

### 2.1 - Produksjonsområde 1: Svenskegrensen til Jæren

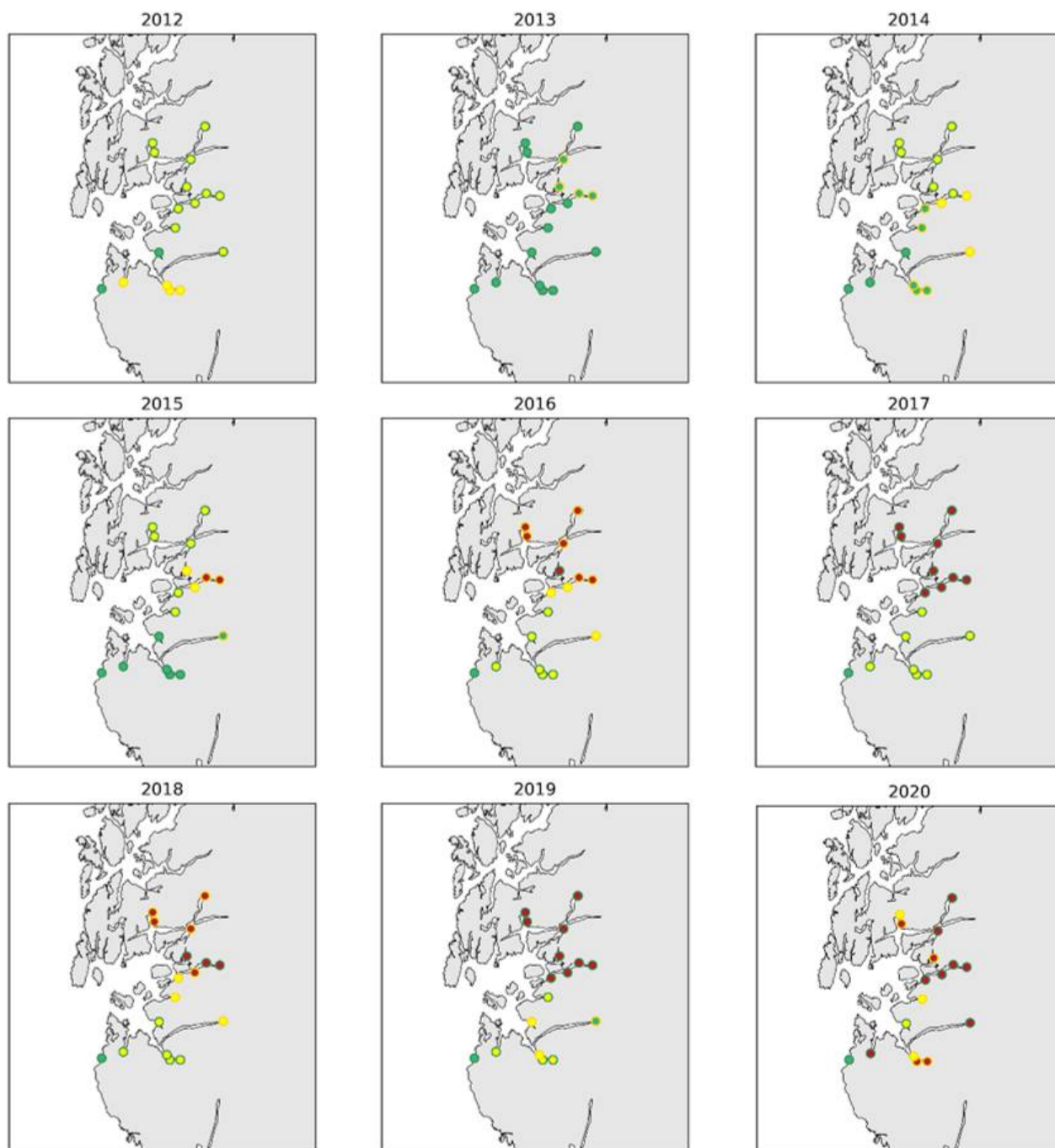
I produksjonsområde 1 estimeres det liten (< 10%) dødelighet på postsmolt fra alle elvene i alle årene, og en tidligere eller senere utvandring påvirker ikke kategoriseringen av resultatene.



Figur 1. Estimert smoltdødelighet 2012-2020. Grønn sirkel indikerer < 10%, gul sirkel 10-20% og rød sirkel > 30% estimert dødelighet for smolt utvandret på normal tid. Kantfargen indikerer om 10 dager tidligere eller senere utvandring endrer kategoriseringen, grønn ingen endring, gul en kategori og rød to kategorier.

## 2.2 - Produksjonsområde 2: Ryfylke

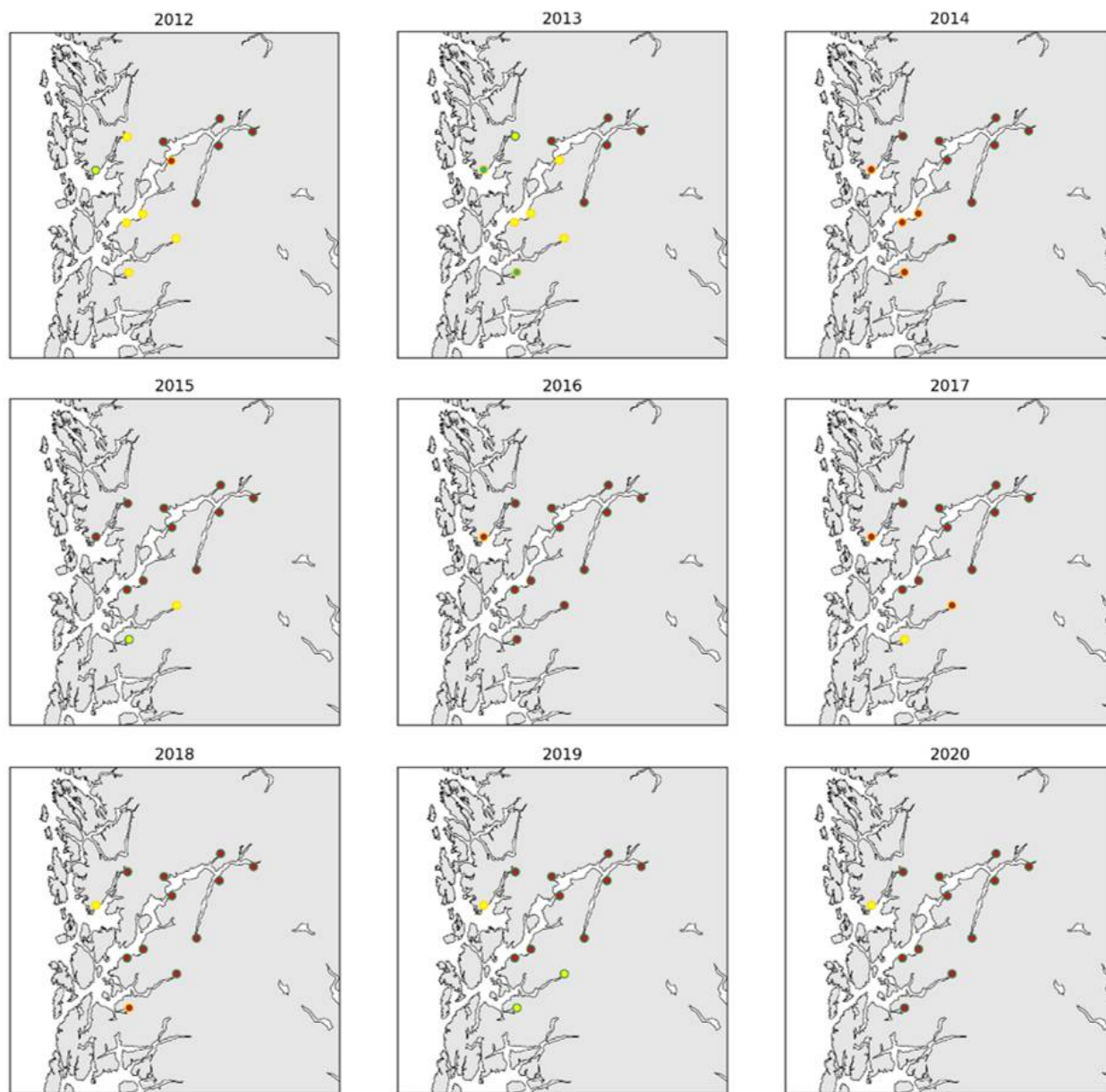
I 2012-2014 ble det estimert liten eller moderat dødelighet for alle elvene, mens fra 2015-2019 estimeres det høy dødelighet i ett høyere antall elver, men bare lokalisert i nord eller nordøstlige deler av Boknafjorden. I 2020 ble det også estimert høy dødelighet på elver i den sørlige delen av Boknafjorden (Høgsfjorden). Figgjo, elven med klart høyest smoltproduksjon ligger på Jæren, og det estimeres liten dødelighet for smolten alle årene 2012-2020.



Figur 2. Estimert smoltdødelighet 2012-2020. Grønn sirkel indikerer < 10%, gul sirkel 10-20% og rød sirkel > 30% estimert dødelighet for smolt utvandret på normal tid. Kantfargen indikerer om 10 dager tidligere eller senere utvandring endrer kategoriseringen, grønn ingen endring, gul en kategori og rød to kategorier.

## 2.3 - Produksjonsområde 3: Karmøy til Sotra

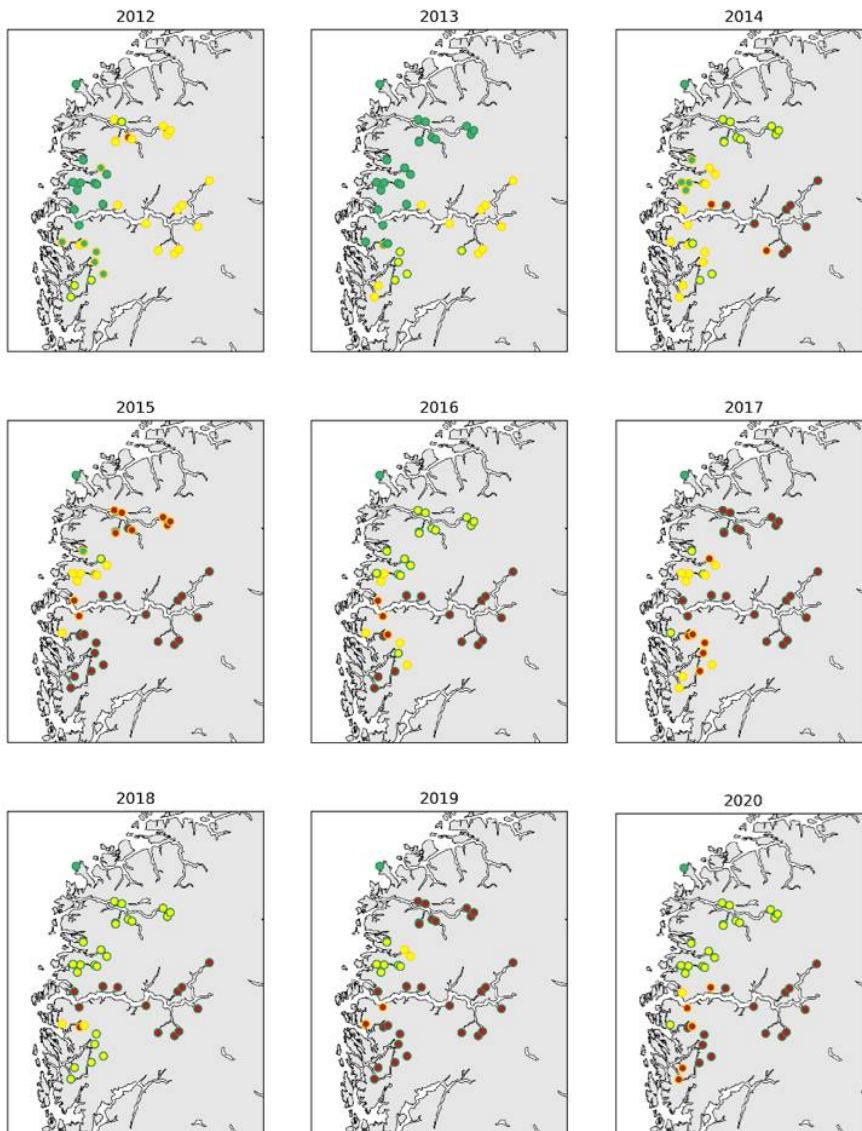
Estimert smoltdødelighet for elvene i Hardangerfjorden var i 2012 moderat i elvene fra Rosendal og utover. Fra 2014 estimeres høy dødelighet for elvene ved rundt Rosendal. I elvene innenfor Rosendal er det estimert høy dødelighet alle årene 2012-2020. I de to ytterste elvene varierer estimatene mellom moderat og høy. I Bjørnafjorden estimeres det høy dødelighet fra Tysse fra 2014, mens Oselva varierer mellom moderat og høy estimert dødelighet. Årsaken til at de indre elvene er mer påvirket skyldes både at de har en lengre vandringsrute i område med lus, samt at de ankommer de ytre delene av fjorden senere pga. lang vandringsvei.



Figur 3. Estimert smoltdødelighet 2012-2020. Grønn sirkel indikerer < 10%, gul sirkel 10-20% og rød sirkel > 30% estimert dødelighet for smolt utvandret på normal tid. Kantfargen indikerer om 10 dager tidligere eller senere utvandring endrer kategoriseringen, grønn ingen endring, gul en kategori og rød to kategorier.

## 2.4 - Produksjonsområde 4: Nordhordland til Stadt

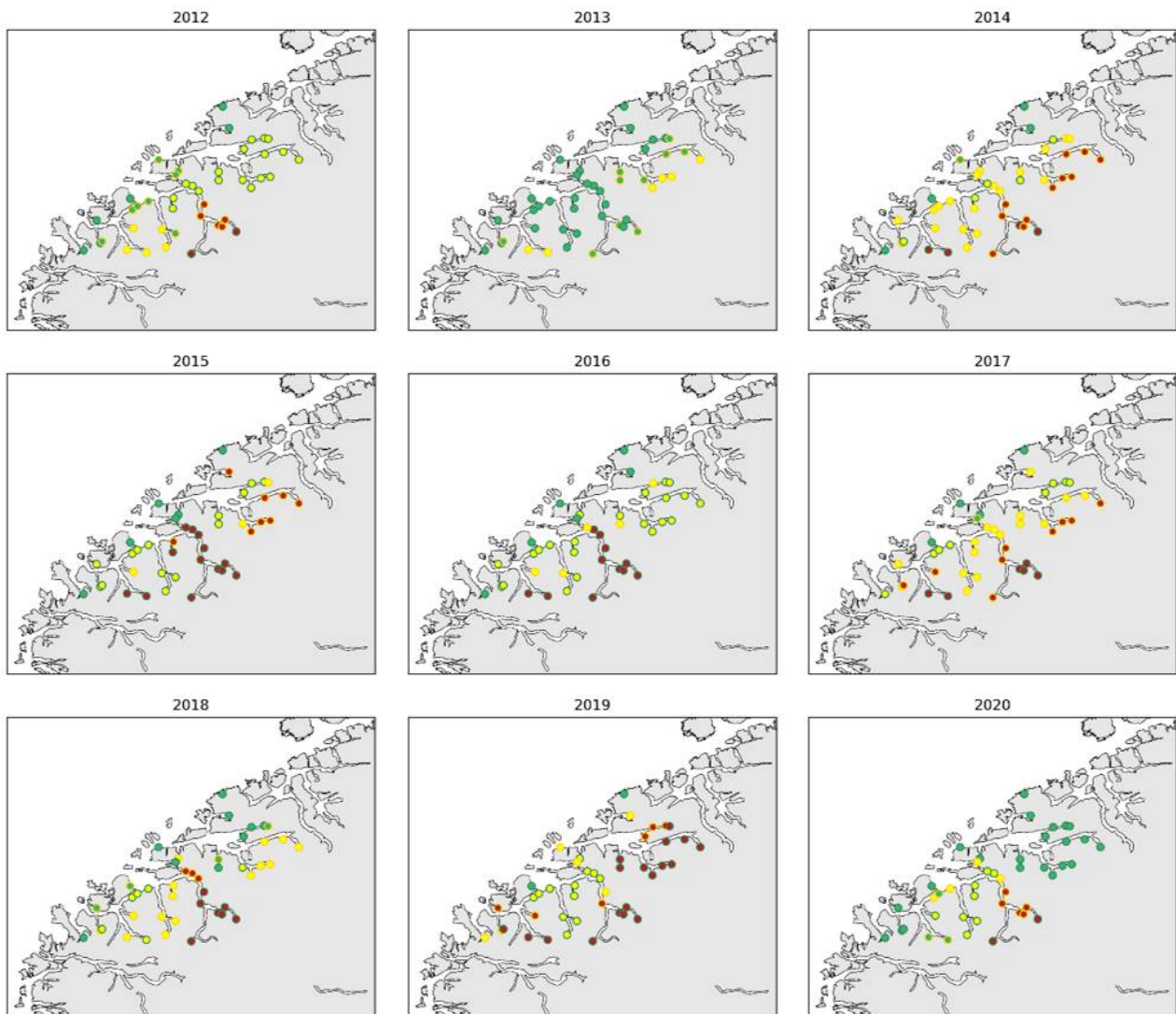
Elvene i Nordhordland (Osterfjorden, Fensfjorden), Sognefjorden, Sunnfjord (Dalsfjorden, Førdefjorden, Høydalsfjorden) samt Nordfjord har noe ulik estimert dødelighet. I Nordhordland estimeres det liten eller moderat dødelighet 2012-2014, mens det har variert mellom moderat og høy estimert dødelighet 2015-2020. De to siste årene estimeres det høy dødelighet for laksen fra alle elvene i dette området. I Sognefjorden estimeres liten dødelighet for laksen fra de 3 ytterste elvene, moderat for de innenfor. Fra 2014 estimeres det med få unntak høy dødelighet for laksen fra alle elvene i Sognefjorden. For laksen fra elvene i Sunnfjord estimeres det liten dødelighet 2012-2013, deretter moderat. For elvene fra Nordfjord estimeres det liten eller moderat dødelighet 2012-2014, deretter moderat eller høy dødelighet.



Figur 4. Estimert smoltdødelighet 2012-2020. Grønn sirkel indikerer < 10%, gul sirkel 10-20% og rød sirkel > 30% estimert dødelighet for smolt utvandret på normal tid. Kantfargen indikerer om 10 dager tidligere eller senere utvandring endrer kategoriseringen, grønn ingen endring, gul en kategori og rød to kategorier.

## 2.5 - Produksjonsområde 5: Stadt til Hustadvika

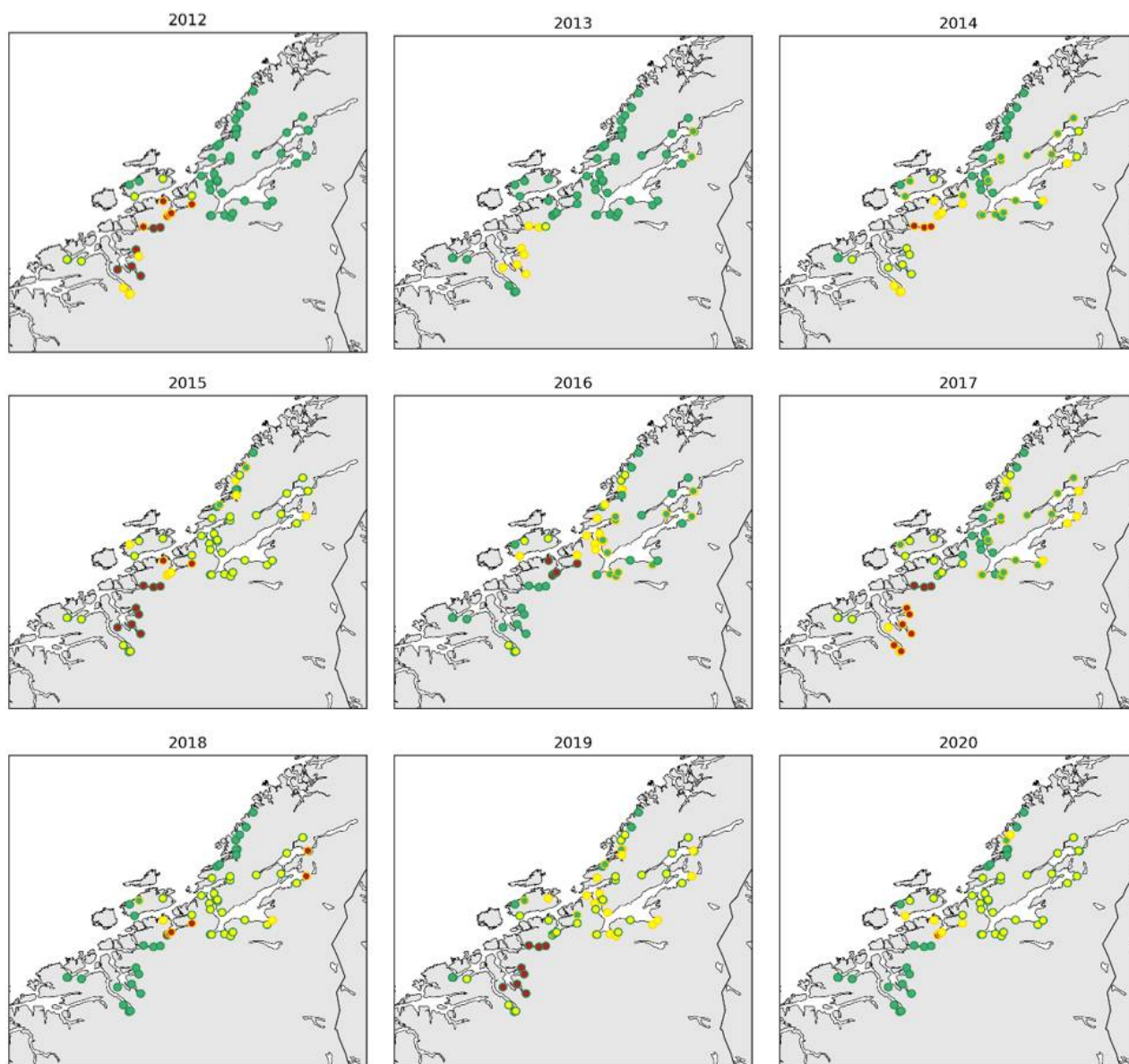
For elvene fra Storfjorden estimeres det hovedsakelig høy dødelighet for de indre elvene, moderat for de midtre, og liten for de ytre, men med store mellomårige variasjoner. Elvene i Voldsfjorden har fra 2014 stort sett blitt estimert som høy dødelighet, unntak er 2020 hvor det estimeres liten dødelighet. For eleven i Romsdalsfjordsystemet estimeres det liten og moderat dødelighet 2012-2013, høyest dødelighet for elvene innerst i systemet. Fra 2014-2019 har det stort sett vært estimert moderat eller høy dødelighet (unntak 2018), mens i 2020 er det estimert liten dødelighet for laksen fra alle elvene.



Figur 5. Estimert smoltdødelighet 2012-2020. Grønn sirkel indikerer < 10%, gul sirkel 10-20% og rød sirkel > 30% estimert dødelighet for smolt utvandret på normal tid. Kantfargen indikerer om 10 dager tidligere eller senere utvandring endrer kategoriseringen, grønn ingen endring, gul en kategori og rød to kategorier.

## 2.6 - Produksjonsområde 6: Nordmøre til Sør-Trøndelag

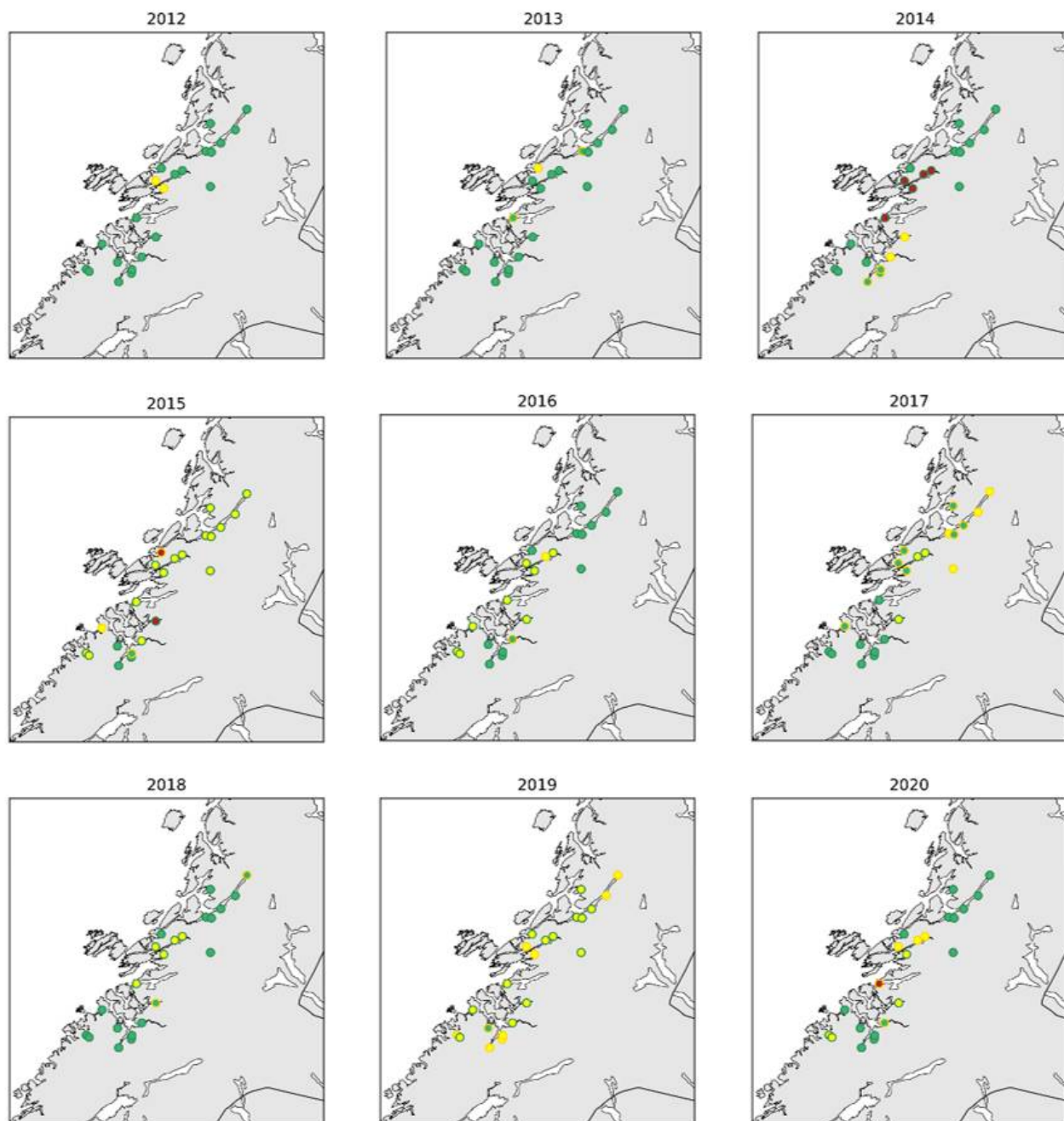
For elvene på Nordmøre estimeres det fra liten til høy dødelighet. Estimaten er lavere (liten eller moderat) 2014, 2016, 2018 og 2020 enn i 2015, 2017 og 2019 hvor det oftest estimeres høy dødelighet. For elvene på Hitra estimeres liten eller moderat dødelighet, mens for elvene i Hemnfjorden varierer estimatene fra liten til høy dødelighet, oftest moderat fra 2017. For elvene i Trondheimsfjorden estimeres det liten dødelighet 2012-2013, liten og moderat 2014-2017, og oftest moderat dødelighet 2018-2020.



Figur 6. Estimert smoltdødelighet 2012-2020. Grønn sirkel indikerer < 10%, gul sirkel 10-20% og rød sirkel > 30% estimert dødelighet for smolt utvandret på normal tid. Kantfargen indikerer om 10 dager tidligere eller senere utvandring endrer kategoriseringen, grønn ingen endring, gul en kategori og rød to kategorier.

## 2.7 - Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag med Bindal

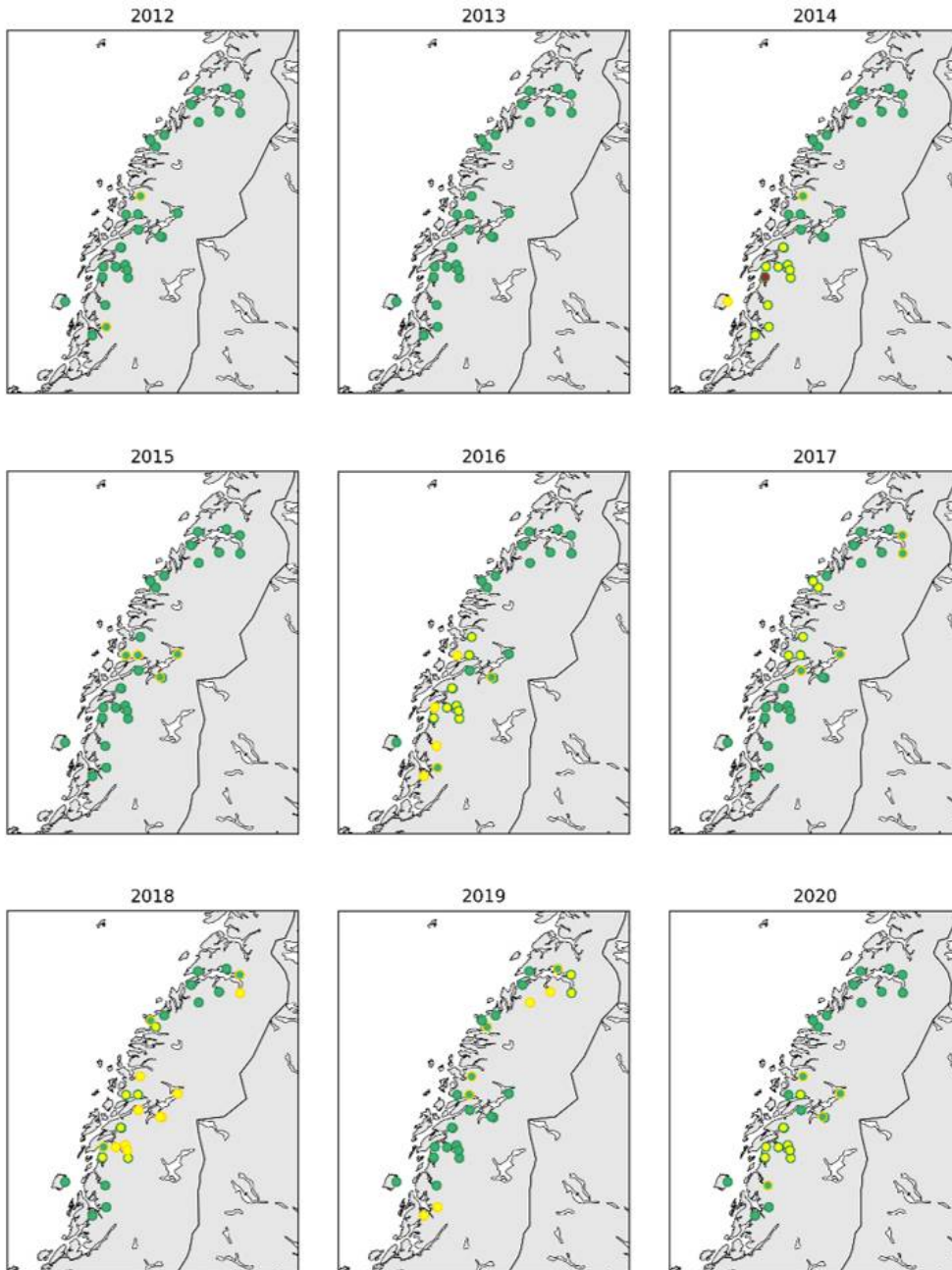
For elvene i Jøssundfjorden estimeres det liten eller moderat dødelighet laksen, mens for elvene i Namsfjorden estimeres oftest liten dødelighet, moderat for enkelte elver noen år. For elvene i Folda estimeres det oftest liten dødelighet 2012-2013, deretter oftest moderat dødelighet. For elvene nord for Vikna (Tosen, Bindal) estimeres det liten dødelighet 2012-2014, deretter (2015-2020) liten eller moderat, med høyest dødelighet i oddetallsår.



Figur 7. Estimert smoltdødelighet 2012-2020. Grønn sirkel indikerer < 10%, gul sirkel 10-20% og rød sirkel > 30% estimert dødelighet for smolt utvandret på normal tid. Kantfargen indikerer om 10 dager tidligere eller senere utvandring endrer kategoriseringen, grønn ingen endring, gul en kategori og rød to kategorier.

## 2.8 - Produksjonsområde 8: Helgeland til Bodø

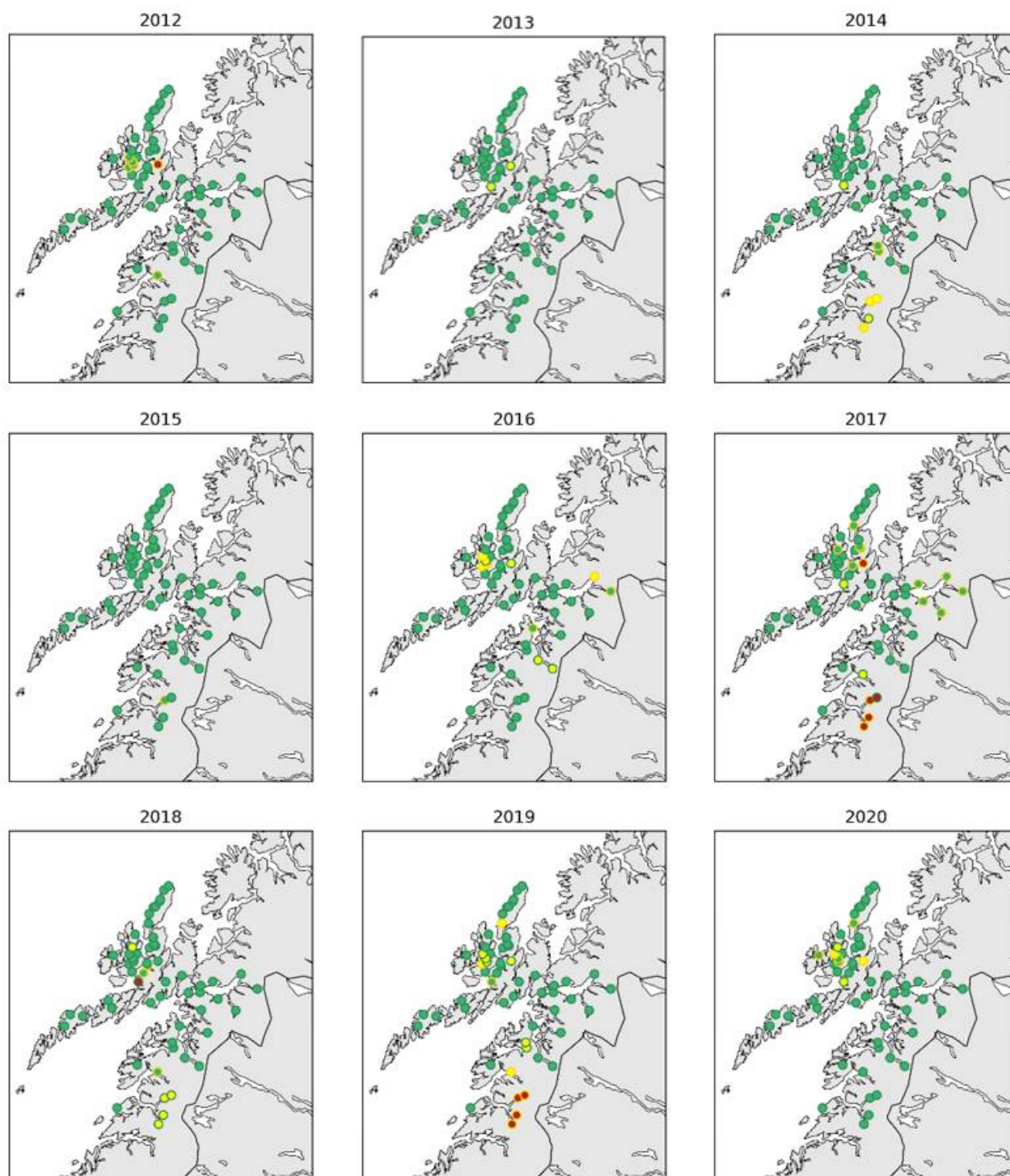
For elvene sør for Ranfjorden estimeres det liten dødelighet 2012-2013, deretter liten eller moderat dødelighet for de fleste elvene, med høyeste estimater årene 2014, 2016, 2018 og 2020. For elvene i og nord for Ranfjorden estimeres det oftest liten dødelighet, men med unntak, spesielt 2018 hvor det estimeres flere elver med moderat dødelighet. Det estimeres ikke høy dødelighet for postsmolt fra noen av elvene i tidsrommet 2012-2020.



Figur 8. Estimert smoltdødelighet 2012-2020. Grønn sirkel indikerer < 10%, gul sirkel 10-20% og rød sirkel > 30% estimert dødelighet for smolt utvandret på normal tid. Kantfargen indikerer om 10 dager tidligere eller senere utvandring endrer kategoriseringen, grønn ingen endring, gul en kategori og rød to kategorier.

## 2.9 - Produksjonsområde 9: Vestfjorden og Vesterålen

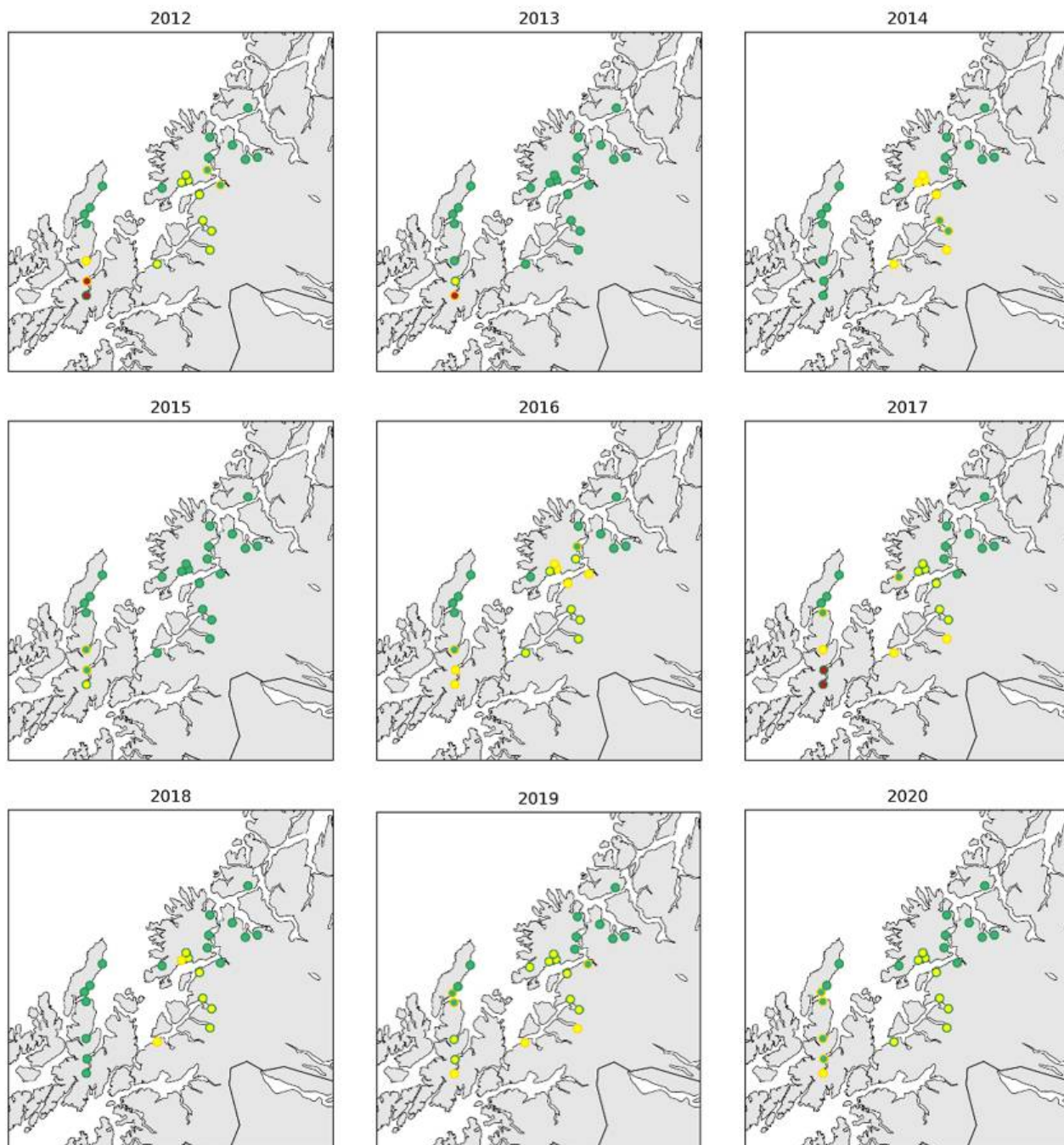
Det estimeres oftest liten dødelighet på postsmolt fra elvene i dette området, unntak er elvene i Sørfolda, hvor det i 2017-2019 estimeres moderat eller høy d.ødelighet



Figur 9. Estimert smoltdødelighet 2012-2020. Grønn sirkel indikerer < 10%, gul sirkel 10-20% og rød sirkel > 30% estimert dødelighet for smolt utvandret på normal tid. Kantfargen indikerer om 10 dager tidligere eller senere utvandring endrer kategoriseringen, grønn ingen endring, gul en kategori og rød to kategorier.

## 2.10 - Produksjonsområde 10: Andøya til Senja

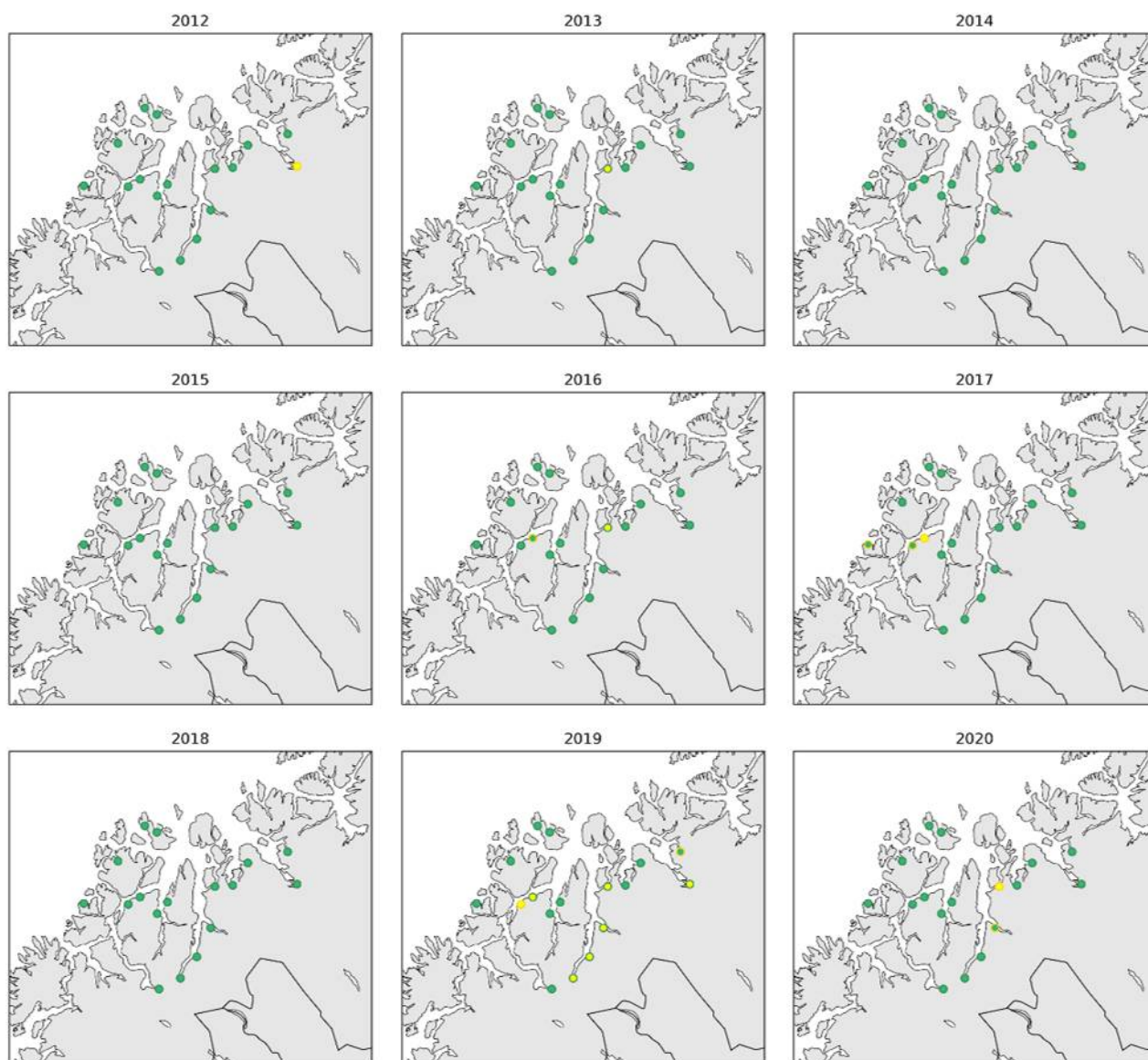
I dette området estimeres det fra liten til høy dødelighet for elvene i Gullsfjorden, mens for elvene sørøst på Senja og sør for Senja estimeres det oftest moderat dødelighet. For elvene nordøst på Senja og i Malangen estimertes det liten dødelighet alle årene 2012-2020.



Figur 10. Estimert smoltdødelighet 2012-2020. Grønn sirkel indikerer < 10%, gul sirkel 10-20% og rød sirkel > 30% estimert dødelighet for smolt utvandret på normal tid. Kantfargen indikerer om 10 dager tidligere eller senere utvandring endrer kategoriseringen, grønn ingen endring, gul en kategori og rød to kategorier.

## 2.11 - Produksjonsområde 11: Kvaløya til Loppa

I tidsrommet 2012-2020 estimeres liten dødelighet for de fleste elvene i dette området, unntak er 2019 hvor det for en del elver estimeres moderat dødelighet.



Figur 11. Estimert smolt dødelighet 2012-2020. Grønn sirkel indikerer < 10%, gul sirkel 10-20% og rød sirkel > 30% estimert dødelighet for smolt utvandret på normal tid. Kantfargen indikerer om 10 dager tidligere eller senere utvandring endrer kategoriseringen, grønn ingen endring, gul en kategori og rød to kategorier.

## 2.12 - Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark

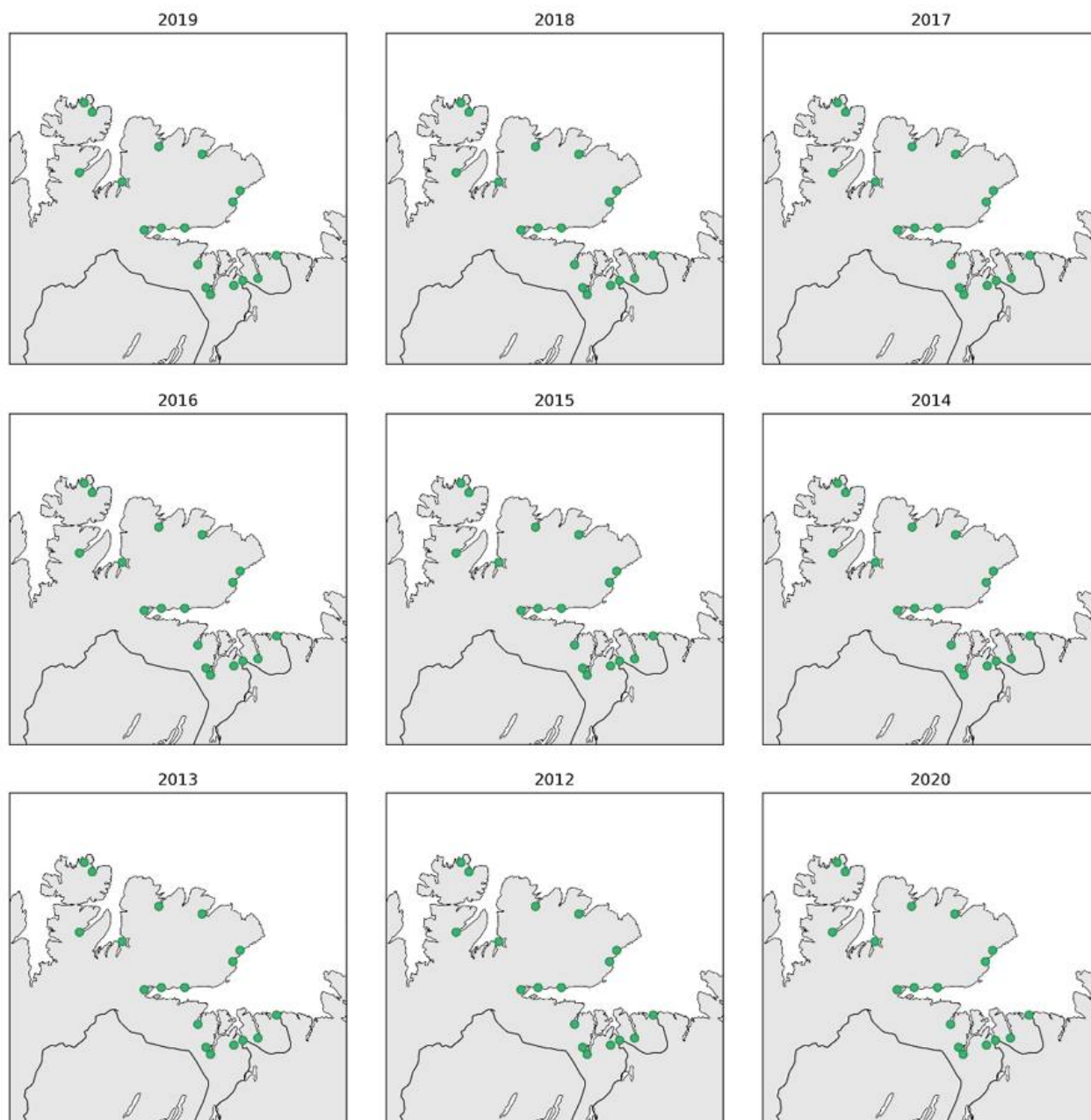
Med unntak av Altafjorden, hvor det enkelte år etter 2014 estimeres moderat dødelighet, estimeres det stort sett liten dødelighet for elvene i dette produksjonsområdet.



Figur 12. Estimert smolt dødelighet 2012-2020. Grønn sirkel indikerer < 10%, gul sirkel 10-20% og rød sirkel > 30% estimert dødelighet for smolt utvandret på normal tid. Kantfargen indikerer om 10 dager tidligere eller senere utvandring endrer kategoriseringen, grønn ingen endring, gul en kategori og rød to kategorier.

## 2.13 - Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark

I dette produksjonsområdet estimeres det liten dødelighet for postsmolt fra alle elvene i tidsrommet 2012-2020.



Figur 13. Estimert smoltdødelighet 2012-2020. Grønn sirkel indikerer < 10%, gul sirkel 10-20% og rød sirkel > 30% estimert dødelighet for smolt utvandret på normal tid. Kantfargen indikerer om 10 dager tidligere eller senere utvandring endrer kategoriseringen, grønn ingen endring, gul en kategori og rød to kategorier.

### 3 - Referanser

Harvey, A., Quintela, M., Glover, K. A., Karlsen, Ø., Nilsen, R., Skaala, Ø., Sægrov, H., Kålås, S., Knutar, S. & Wennevik, V. (2019). Inferring Atlantic salmon post-smolt migration patterns using genetic assignment. *Royal Society Open Science* 6, 190426.

Johnsen, I. A., Harvey, A. C., Sævik, P. N., Sandvik, A. D., Ugedal, O., Ådlandsvik, B., Wennevik, V., Glover, K. A. & Karlsen, Ø. (2020). Salmon lice-induced mortality of Atlantic salmon during postsmolt migration in Norway. *ICES Journal of Marine Science* i trykk.

Taranger, G. L., Karlsen, Ø., Bannister, R. J., Glover, K. A., Husa, V., Karlsbakk, E., Kvamme, B. O., Boxaspen, K. K., Bjørn, P. A., Finstad, B., Madhun, A. S., Morton, H. C. & Svåsand, T. (2015). Risk assessment of the environmental impact of Norwegian Atlantic salmon farming. *ICES Journal of Marine Science* 72, 997-1021.

Ugedal, O., Barlaup, B., Finstad, B., Skaala, Ø., Sægrov, H., Vollset, K.W. (2020). Appendiks I b: Utvandringstidspunkt for laksesmolt i Norge ved vurdering av lakselusindusert dødelighet på smolt av villaks.

Vollset, K.W., Nilsen, F., Ellingsen, I., Finstad, B., Karlsen, Ø., Myksvoll, M., Stige, L.C., Sægrov, H., Ugedal, O., Qviller, L., Dalvin, S. (2020). Vurdering av lakselusindusert villfiskdødelighet per produksjonsområde i 2020. Rapport fra ekspertgruppe for vurdering av lusepåvirkning.



## HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes

5817 Bergen

Tlf: 55 23 85 00

E-post: [post@hi.no](mailto:post@hi.no)

[www.hi.no](http://www.hi.no)