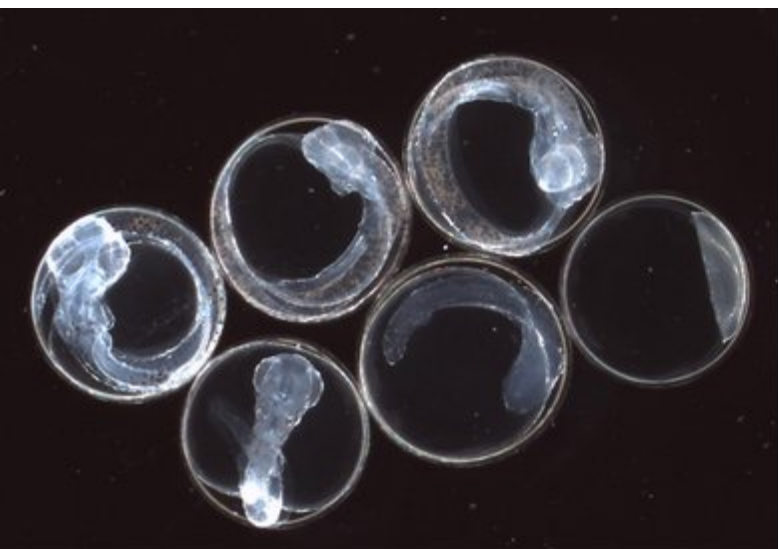




EGGUNDERSØKELSER I REPPARFJORDEN OG REVSBOTN I APRIL 2019

Terje van der Meeren (HI)



Tittel (norsk og engelsk):

Eggundersøkelser i Repparfjorden og Revsbotn i april 2019

Egg surveys in Repparfjord and Revsbotn, April 2019

Rapportserie:

Rapport fra Havforskningen 2020-14

ISSN:1893-4536

År - Nr.:

2020-14

Dato:

11.05.2020

Forfatter(e):

Terje van der Meeren (HI)

Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Geir Huse Programleder(e): Jan Atle Knutsen

Distribusjon:

Åpen

Prosjektnr:

15625

Forskningsgruppe(r):

Reproduksjon og utviklingsbiologi

Antall sider:

39

Sammendrag (norsk):

I 2019 ble det gjennomført tre tokt med eggundersøkelser i Repparfjorden og Revsbotn i periodene 9.-10. april, 18.-19. april og 28.- 29. april. Tilsvarende tokt er gjennomført siden 2015. Hensikten med undersøkelsene er å etablere en tidsserie for gytingen før og etter en eventuell oppstart av et sjødeponi for gruveavfall i Repparfjorden (BACI-studie). Revsbotn er valgt som kontrollområde, det vil si en lokalitet som vi antar vil bli upåvirket av et sjødeponi. Rapporten sammenligner data fra 2019 med tidligere undersøkelser i begge fjordene, og presenterer også hydrografiske data. I begge fjordene ble det i 2019 funnet en ytterligere nedgang i antall egg sammenlignet med tidligere år. Det ble funnet flest egg på det første toktet i begge fjordene, men kun marginalt i Revsbotn. Færrest egg ble funnet i midten av april i Repparfjorden og sist i april i Revsbotn. Andelen av egg i tidlig utvikling (stadium 1) var høyest på det første toktet, og minket utover i april som tidligere år, med unntak av det siste toktet i Revsbotn. Forholdet i eggmengde mellom de to fjordene var også avvikende for første gang siden undersøkelsene startet i 2015. Mulige årsaker til variasjoner i eggmengde er diskutert med utgangspunkt i variasjon i gytetidspunkt, temperatur, hydrodynamiske forhold, episodisk mikrobiell dødelighet og redusert gytebiomasse. Det ble i 2019 også påvist at gyting har foregått i det planlagte deponiområdet i Repparfjorden. Forholdet mellom de to fjordene med hensyn til egg i stadium 1 har holdt seg ganske konstant de siste fem årene, noe som indikerer regionale variasjoner i eggmengde.

Sammendrag (engelsk):

In 2019, three egg surveys were carried out in each of the Repparfjord and Revsbotn during 9.-10., 18.-19., and 28.-29. April. Similar surveys have been carried out since 2015. The objective of the study is to establish time series of the spawning (egg abundances and distributions) before and after the launch of a sub-marine mine tailings deposit in the Repparfjord, with Revsbotn as a control site assumed not to be affected by the deposited material (BACI study design). The report compares the 2019 egg data with previous surveys in these fjords and presents data on hydrography. In 2019, a further decline in egg abundance in both fjords was observed compared with previous years. Most eggs were found on the first survey in both fjords, but only marginally in Revsbotn. Fewest eggs were found in mid-April in the Repparfjord and late April in Revsbotn. The fraction of young eggs (stage 1) was highest on the first survey and declined towards end of April as in previous years, except for the last survey in Revsbotn. The ratio in egg abundance between the two fjords was also diverging for the first time since start of the surveys in 2015. Possible causes for the variations in egg abundance are discussed with reference to variability in temperature, hydrodynamic conditions, episodic microbial mortality and reduction in spawning stock biomass. In 2019, it was also confirmed that spawning occurred inside the planned deposit area in the Repparfjord. The Repparfjord to Revsbotn ratio of stage 1 egg abundance has been quite stable the last five years, indicating a regional pattern in variation of egg abundance.

Innhold

1	Innledning	5
2	Metoder	6
3	Prøvetaking	9
4	Resultater	12
4.1	Repparfjorden	13
4.2	Revsbotn	16
4.3	Fordeling og mengde av egg fra 2015 til 2019	17
4.4	Hydrografiske forhold	27
5	Diskusjon	32
5.1	Repparfjorden	34
5.2	Revsbotn	36
5.3	Samlet vurdering	36
6	Litteratur	38

1 - Innledning

Det ble gjennomført eggundersøkelser for å kartlegge forekomst av pelagiske egg i Repparfjorden (undersøkelsesområde) og Revsbotn (referanseområde) på tre tokt i periodene 9.-10. april, 18.-19. april og 28.-29. april 2019. Undersøkelsene, som har foregått årlig siden 2015, har sin bakgrunn i at det er planlagt et sjødeponi for gruveavfall i Repparfjorden. Data om effekter av sjødeponering på gyteområder for fisk er svært mangelfulle eller fraværende. Undersøkelsene vil derfor kunne brukes i en "før og etter"-studie (BACI-studie: Before and After, Control and Impact) for å vurdere effekten av et sjødeponi på gyteområder for fisk. Toktene gjennomføres for å få grunnleggende informasjon om gyting over tid hos torsk (*Gadus morhua*) i disse to fjordene.

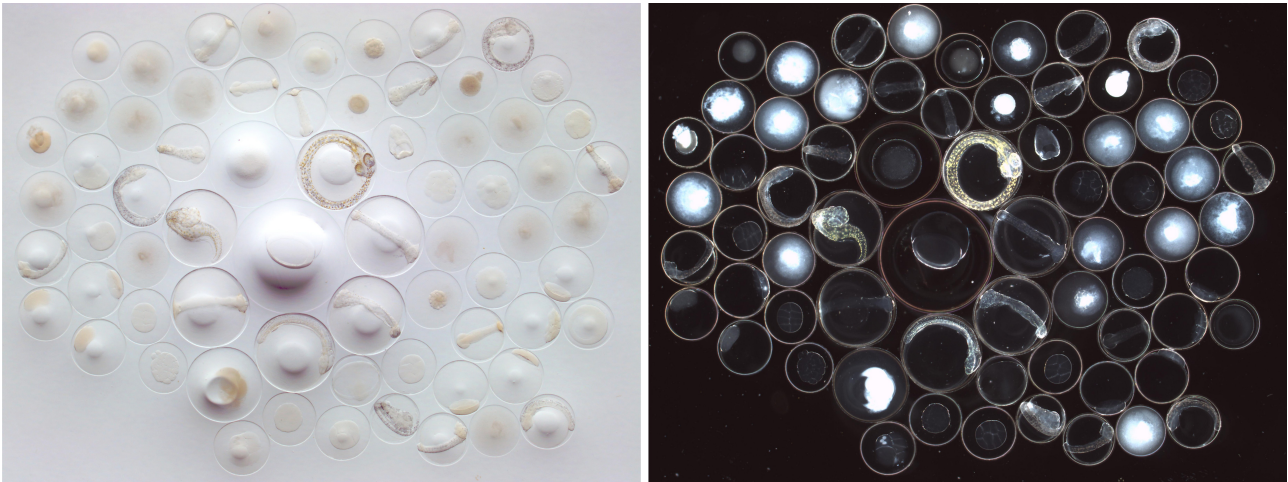
2 - Metoder

Gjennomføringen av undersøkelsene er svært væravhengig. I Repparfjorden kan det opptre fallvinder ved spesielle vindretninger, mens Revsbotn er sterkt eksponert for vind mellom vest og nord. I 2018 ble det tatt prøver i begge fjordene på alle tre toktene. I motsetning til 2015 og 2016 ble det ikke gjennomført noe tokt i mai eller juni for å undersøke om det finnes grupper av torsk med sein gyting, fordi resultatene disse to første årene viste liten forekomst av seint gyttede egg. For å vurdere variabilitet i gytingen ble data sammenlignet med tidligere resultater fra eggtokt utført i perioden 2014 - 2018 (Falk 2014; van der Meeren 2015; 2018; 2019; van der Meeren & Fosså 2017). En innleid sjark ble benyttet som arbeidsplattform på de tre toktene (Figur 1), og base for undersøkelsene var Kvalsund og Kokelv.

Egginnsamlingen ble gjennomført etter metoder beskrevet av Espeland m.fl. (2013). Det ble benyttet en WP2-håv med 500 µm maskevidde og 56 cm diameter åpning (Figur 1). Håven ble senket ned til åpningen var 50 m under overflaten og så trukket opp med en fart av ca. 0,5 m/s. På stasjoner med bunndyp mindre enn 50 m ble håven halt opp fra 1–2 m over bunnen. Det ble gjennomført ett håvtrekk pr. stasjon.



Figur 1. Båten som ble benyttet på de tre første toktene (t.v.) var en Finnvik 35' sjark med Petterspill og Rapphydema etterhaler som ble brukt til å dra egghåven. Senking av håv (t.h.).



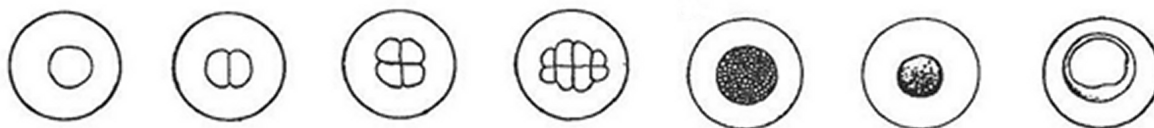
Figur 2. Eggbilder fra stasjon 23 i Revsbotn den 18. april 2019: mørkefelt til høyre og lysfelt til venstre. Døde egg ses som egg med uklart hvitt innhold i mørkefeltsbildet. Flere av eggene var nylig gytt (8-cellestadiet). Det største egget i bildene er egg fra gapeflyndre, og de to eggene med gult pigment på embryoet er rødspette.

Etter opptrekk ble håven forsiktig skylt med sjøvann, og prøven ble silt gjennom en kopp med 2500 μm planktonduk for å fjerne maneter og annet stort plankton. Deretter ble prøven silt gjennom 750 μm duk for å fjerne det minste planktonet. Prøven med egg og resterende plankton ble oppbevart på 0,5 liters plastflasker som ble satt i skyggen i lufttemperatur (hovedsakelig 0–6 °C). Innen 6-7 timer etter prøvetaking ble eggene i prøven manuelt skilt fra planktonet og fotografert. Denne opparbeidingen skjedde i kaldt rom (4–8 °C), og flaskene med egg og plankton ble oppbevart i kjøleskap ved 4–5 °C hvis temperaturen i luften utendørs var over 6 °C. Det ble benyttet en Olympus SZ61 stereolupe med fototubus og Moticam 10 kamera (10 Megapixler) koblet til en bærbar PC med USB 2.0-kabel. Stereolupen har LED-kaldtlys som ikke vil føre til økt temperatur, og derved ikke påvirke eggenes overlevelse under fotograferingen. Bilder av en eggprøve ble tatt både i lysfelt (Oblique) og mørkefelt (DF) under 8 gangers forstørrelse (Figur 2).

Mørkefelt gjorde det enklere å identifisere døde egg og celledeling. Utviklingsstadier (Figur 3) ble senere bestemt fra fotografiene, og eggstørrelse ble målt fra fotografiene ved hjelp av Motic Images Plus 2.0 programvare. Stadier ble bestemt etter Thompson & Riley (1981), med modifikasjon av at stadium 1 ble delt inn i flere understadier som tilsvarte antall celler (1,0 - 1,2 - 1,4 - 1,8 og 1,9 for henholdsvis 1, 2, 4, 8 og flere celler). Stadier tidligere enn 1,9 ble ikke observert så ofte, noe som kan forklares ut fra tidsrommet mellom da prøven ble tatt og til den ble fotografert. Bestemmelse av stadier gir derfor et litt forsinket bilde av faktisk eggutvikling på prøvetakingstidspunktet, særlig for egg like etter gyting som utvikler seg hurtig. Stadium 1 representerer derfor nærhet til gyteområdet, da disse eggene er relativt nylig gytt. En del egg i stadium 1 var døde ved opparbeiding og kunne ikke sikkert bestemmes til understadium. Mest sannsynlig er disse i stadium 1,9. Eggstørrelser i intervallet 1,20-1,65 mm diameter er mulige torskeegg. Dette avviker fra Espeland m.fl. (2013) som oppgir en øvre grense på 1,5 mm. Den øvre grensen ble utvidet til 1,65 mm fordi sikre observasjoner av torskeegg i stadium 5 ble funnet i størrelsesområdet opp til 1,65 mm i Revsbotn. Eggene ble fiksert på absolutt alkohol for senere DNA- analyser for å bestemme art og eventuell stamme (for eksempel kysttorsk eller skrei).

I tillegg til håvtrekk ble det innhentet hydrografiske data (saltholdighet, temperatur og oksygen) fra overflaten til bunn på utvalgte stasjoner ved hjelp av en SAIV (SD 204) CTD-sonde med en Rinko III Oksygen-optode (modell ARO CAV-SA).

1. Fra de første celledelingene til rund kimskeive. Kan inndeles videre etter antall synlige celler (0,2, 4, 8 eller flere). Dette kan skrives som 1,0 – 1,2 – 1,4 – 1,8 – 1,9



2. Fra fosteret begynner å dannes til det dekker ca halve egget.



3. Fosteret dekker ca $\frac{1}{2}$ til $\frac{3}{4}$ av egget. Øynene begynner å bli synlige, pigment på halen dannes.



4. Fosteret går rundt hele egget. Mer spredt pigment på halen dannes.



5. Halen vokser forbi hodet. Øynene pigmenteres og pigmentbånd på halen blir tydelige.



Figur 3. Bestemmelse av utviklingsstadium for torskeegg. Illustrasjon fra Espeland m.fl. (2013), modifisert etter Thompson & Riley (1981).

3 - Prøvetaking

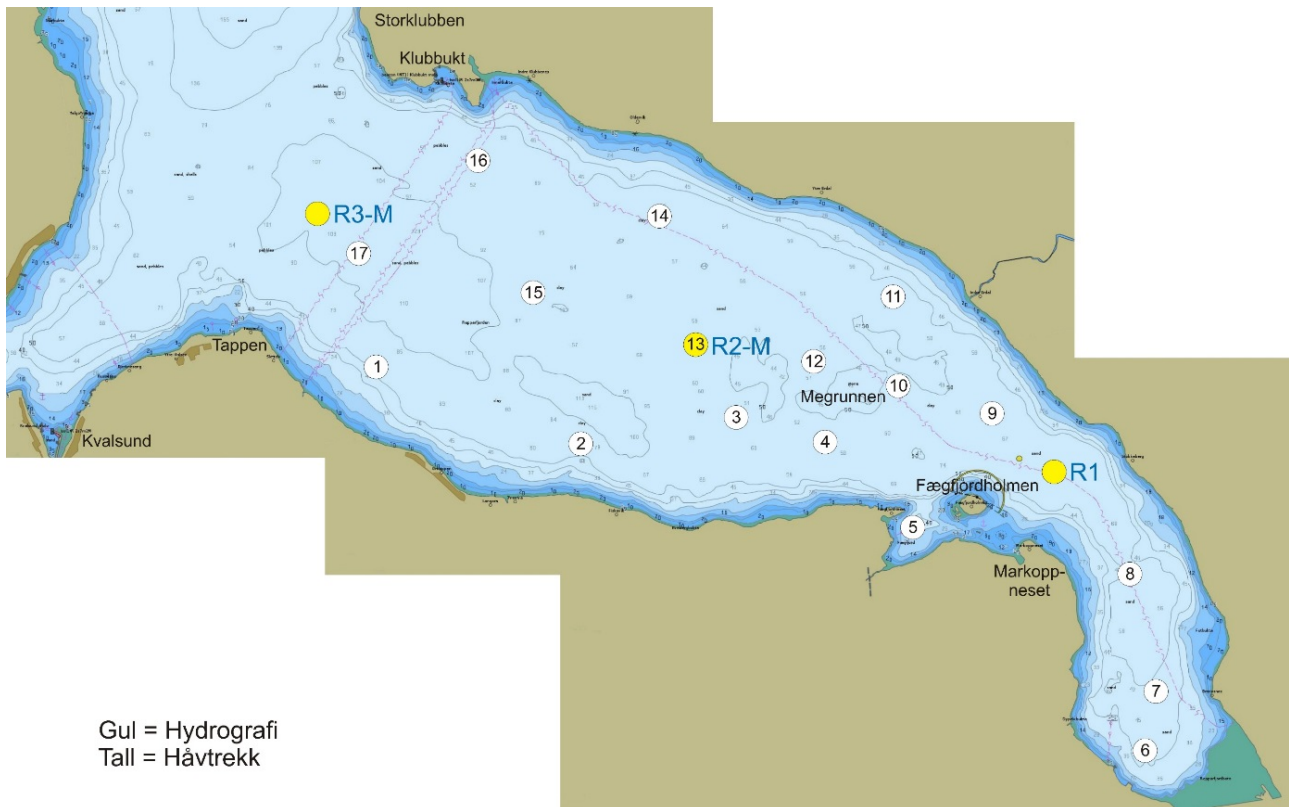
I Repparfjorden ble undersøkelsene avgrenset til fjordområdet innenfor munningen. I Revsbotn ble undersøkelsen avgrenset til fjordområdet innenfor en linje mellom Ljåneset på sydsiden og Kvalneset ved Lillefjorden på nordsiden av fjorden. Tidspunkt for egginnsamling er gitt i Tabell 1. Stasjoner med posisjoner for egginnsamling og hydrografi er gitt i Tabell 2 og Figur 4 og 5.

Stasjonene for egginnsamling ble valgt ut fra stasjonsnettet benyttet av Akvaplan-niva AS i deres undersøkelser av gyteområder i Repparfjorden og Revsbotn (Falk, 2014). Dette stasjonsnettet er også i stor grad identisk med posisjonene som ble benyttet i dette området i 2016 ved kartleggingen av gyteområder for torsk langs kysten (naturtypekartleggingen) som er omtalt i Espeland m.fl. (2013). I tillegg ble det benyttet fire ekstra stasjoner i Repparfjorden (stasjon 3, 6, 10 og 12) og tre ekstra stasjoner i Revsbotn (stasjon 22, 25 og 30).

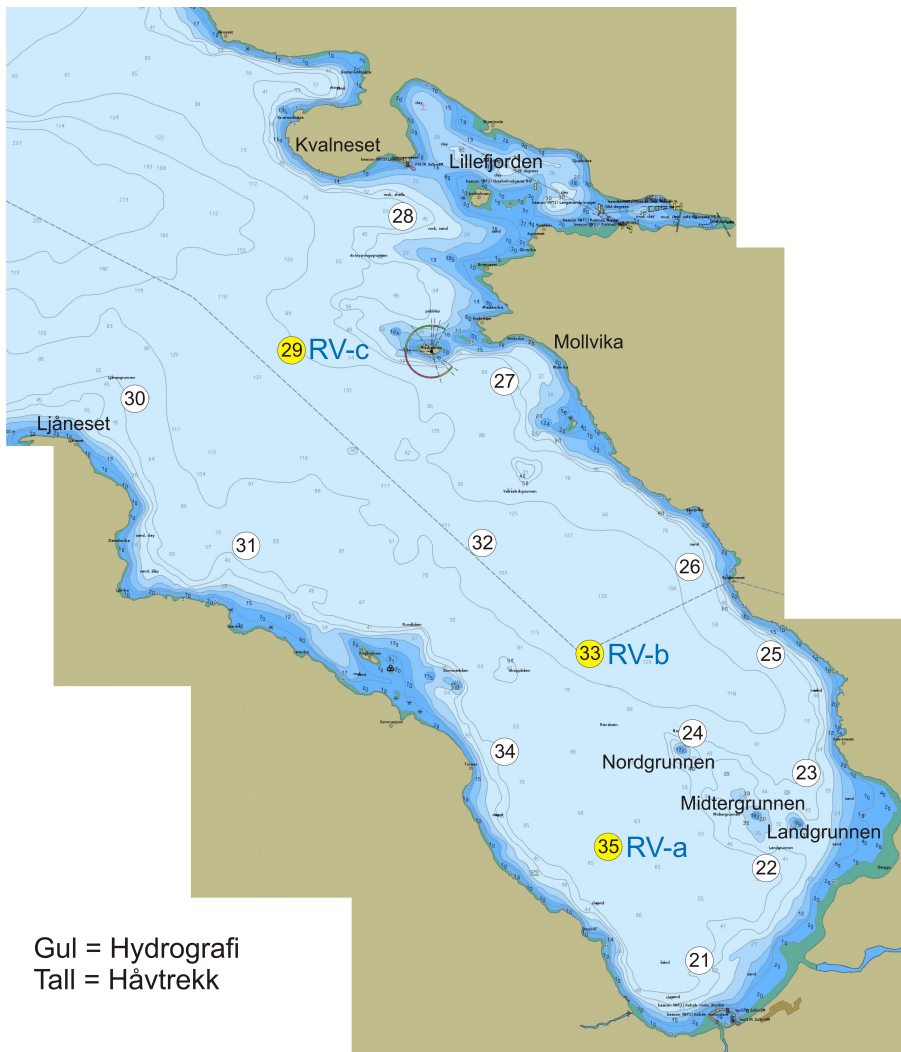
Tabell 1. Eggdata fra toktene i 2015-2019: antall egg samlet inn totalt (N_{tot}), totalt antall egg tilsvarende størrelse som for torsk (N_{torsk}) og andelen av mulige torskeegg (% N_{torsk}) av totalmengde egg. Blanke felt angir at det ikke ble tatt prøver grunnet ugunstige værforhold.

År	Tukt	Dato	Repparfjorden			Revsbotn		
			N_{tot}	N_{torsk}	% N_{torsk}	N_{tot}	N_{torsk}	% N_{torsk}
2015	Tukt-1	13. april	224	188	84			
	Tukt-2	23.-24. april	288	243	84	1258	1136	90
	Tukt-3	26.-27. mai	52	40	77	60	56	93
2016	Tukt-1	17.-18. april	453	351	78	1485	1395	94
	Tukt-2	24.-25. april	205	168	82	989	910	92
	Tukt-3	3.-4. mai	121	96	79	463	410	87
	Tukt-4*	9.-10. juni	10	7	70	1	1	100
2017	Tukt-1	10.-11. april	260	187	72	708	615	87
	Tukt-2	18.-19. april	322	241	75	1413	1300	92
	Tukt-3	26.-27. april	140	88	63	550	468	85
2018	Tukt-1	9.-10. april	131	99	76	369	326	88
	Tukt-2	18.-19. april	143	107	75	788	724	92
	Tukt-3	28.-29. april	164	120	73	619	558	90
2019	Tukt-1	9.-10. april	211	120	57	507	418	82
	Tukt-2	18.-19. april	88	51	58	525	413	79
	Tukt-3	28.-29. april	132	102	77	147	108	73

* Antall stasjoner ble redusert. Repparfjorden: stasjon 3, 4, 6-13 og R1. Revsbotn: stasjon 21-26 og 33-35.



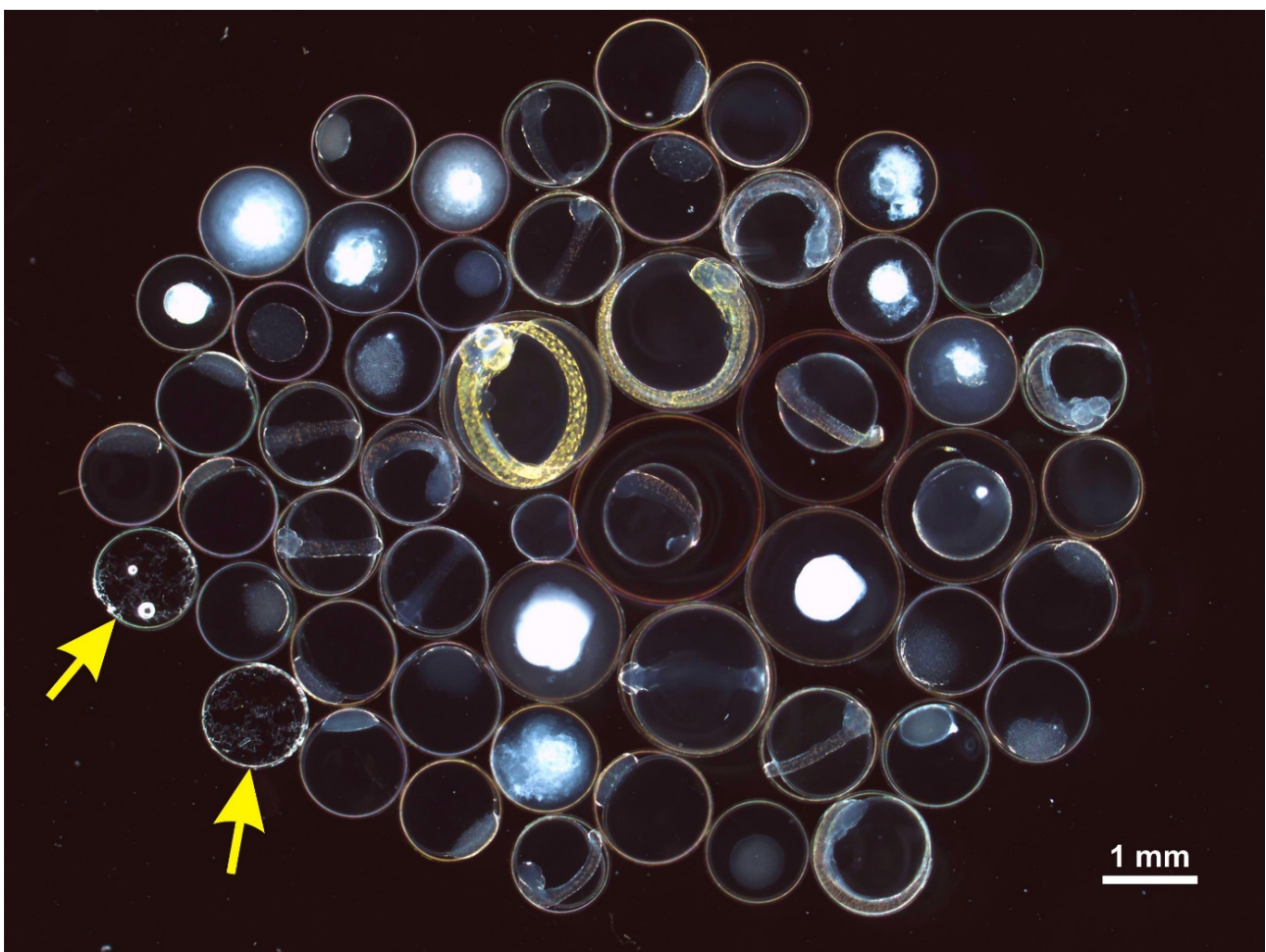
Figur 4. Stasjoner for håvtrekk i Repparfjorden, angitt som sirkler med tall (stasjonsnummer). Gule sirkler angir hydrografiprøve alene eller i tillegg til håvtrekk.



Figur 5. Stasjoner for håvtrekk i Revsbotn, angitt som sirkler med tall (stasjonsnummer). hydrografistasjon i tillegg til håvtrekk. Gule sirkler angir hydrografiprøve alene eller i tillegg til håvtrekk.

4 - Resultater

Det ble funnet i alt 1610 egg ved de tre toktene i april 2019, og det var mest egg i Revsbotn (Tabell 1 og 2). De fleste eggene (1212 egg) var i størrelsesområdet for torskeegg, men det ble også funnet egg som ikke var torsk, for eksempel fra rødspette (*Pleuronectes platessa*) og gapeflyndre (*Hippoglossoides platessoides*). Begge disse har store egg med gule pigmentceller i seine embyonalstadier (se Figur 2 og 6). Gapeflyndre identifiseres lett ved at eggene har stort perivitellint rom (stor avstand mellom eggeskall og plommesekk). Det ble også observert en del små egg som tilsvarte størrelsen av sandflyndre (*Limanda limanda*), særlig i indre del av Repparfjorden, men også noen ganger i Revsbotn. I tillegg ble det observert noen få små egg i Revsbotn i tilsvarende størrelse som ikke var fisk. Disse kan være fra krill, uten at dette kunne bestemmes nærmere. Tidligere er det observert noen få brosmegg (*Brosme brosme*) som lett identifiseres ut fra en oransje oljedråpe inne i egget, men dette ble ikke funnet i 2019.



Figur 6. Egg fra stasjon 26 den 18. april 2019 i Revsbotn. Bildet viser to egg med deformert overflate og hull i eggeskallet der eggets innhold er borte (gul pil). Egget lengst til venstre av disse to har to luftbobler inne i det tomme eggeskallet. Store egg med rødlig eggeskall og stort perivitellint rom er gapeflyndre, mens andre store egg, blant annet med larver med gult pigment, er rødspette. Det lille egget i midten har størrelse tilsvarende sandflyndre, og resten av eggene har størrelse tilsvarende torsk og hyse. Egg med hvitt innhold er døde egg.

Merk at benevnelsen "torskeegg" benyttes om egg som kan være torsk ut fra størrelse og utseende. Innblanding av egg fra hyse (*Melanogrammus aeglefinus*) kan imidlertid ikke utelukkes, da det er overlapp i eggstørrelse mellom disse to artene, og de tidlige stadiene av disse to artene ikke kan skilles visuelt. Sikker artsidentifisering vil bli foretatt senere

når eggene analyseres med hensyn til DNA.

Det ble funnet noen få tomme egg med hull og deformert overflate under toktene i 2019 (Figur 6). Dette ble første gang observert i 2018. Forekomsten av disse eggene var ikke så omfattende som i 2018. Eggene var i samme størrelse som torskeegg, men noen sikker identifikasjon kan ikke gjøres. Tomme og deformerte eggeskall forekom bare på Tokt-1 (9.-10. april) og Tokt-2 (18.-19. april), og ble kun observert i Revsbotn. På det meste var 12 % av torskeeggene i en prøve av denne typen. Observasjonene av slike egg i Revsbotn ble gjort i midtre del tvers over fjorden fra sydsiden til nordsiden (stasjon 26, 32 og 34 på Tokt-1; stasjon 26 på Tokt-2). Inne i noen av disse eggene ble det funnet luftbobler (Figur 6) som trolig stammer fra prosessen med innsamling av eggene.

4.1 - Repparfjorden

Tokt-1: 10. april 2019

Under Tokt-1 ble det funnet flest egg av de tre toktene. I alt 211 fiskeegg ble funnet hvorav 120 ble karakterisert som torskeegg ut fra blant annet størrelse (Tabell 1). Dette tilsvarer 7,1 torskeegg pr. håvtrekk og utgjør 57 % av det totale eggantallet samlet inn denne dagen. På det meste ble det funnet 24 torskeegg i ett håvtrekk (Tabell 2). Flest egg (≥ 10 torskeegg pr. håvtrekk) var det i midtre del av Repparfjorden, sentralt (stasjon 13) og på sydsiden (stasjon 2, 3 og 4), og sentralt ytterst i fjorden (stasjon 17) (Figur 7).

Det ble funnet noen få torskeegg eldre enn stadium 2 på Tokt-1, og 83 % av eggene var i stadium 1. På samtlige stasjoner innenfor Megrunnen var det utelukkende egg i stadium 1 (Figur 4 og 7), og av disse var det flest egg på stasjon 9 nord for Fæg fjordholmen. De yngste eggene i stadium 1 (8 celler) ble funnet på stasjon 4 like syd for Megrunnen. På stasjoner med torskeegg i stadium 2 var andelen egg i dette stadiet mellom 8 og 57 %. Høyest andel stadium 2 ble funnet langs nordsiden av midtre og ytre del av fjorden (stasjon 11, 14, 15 og 16).

Tokt-2: 19. april 2019

Eggmengdene på dette toktet var betydelig lavere enn på Tokt-1, og det ble samlet inn 88 fiskeegg fra Repparfjorden der 51 egg ble vurdert å kunne være torskeegg. Dette gir et gjennomsnitt på 3,0 torskeegg pr. håvtrekk og utgjør 58 % av totalt antall egg som ble samlet inn under Tokt-2 (Tabell 1). Størst mengde egg (≥ 10 torskeegg pr. håvtrekk) ble funnet i indre og ytre del av fjorden (stasjon 9 og 15). Flest torskeegg ble funnet nord for Fæg fjordholmen (stasjon 9) med 11 egg i et håvtrekk (Tabell 2, Figur 7). Det var flere stasjoner uten torskeegg i det hele tatt. Disse lå blant annet helt innerst (stasjon 6), i midten av fjorden (stasjon 13) og langs nordsiden av fjorden (stasjon 11 og 14).

Tokt-3: 29. april 2019

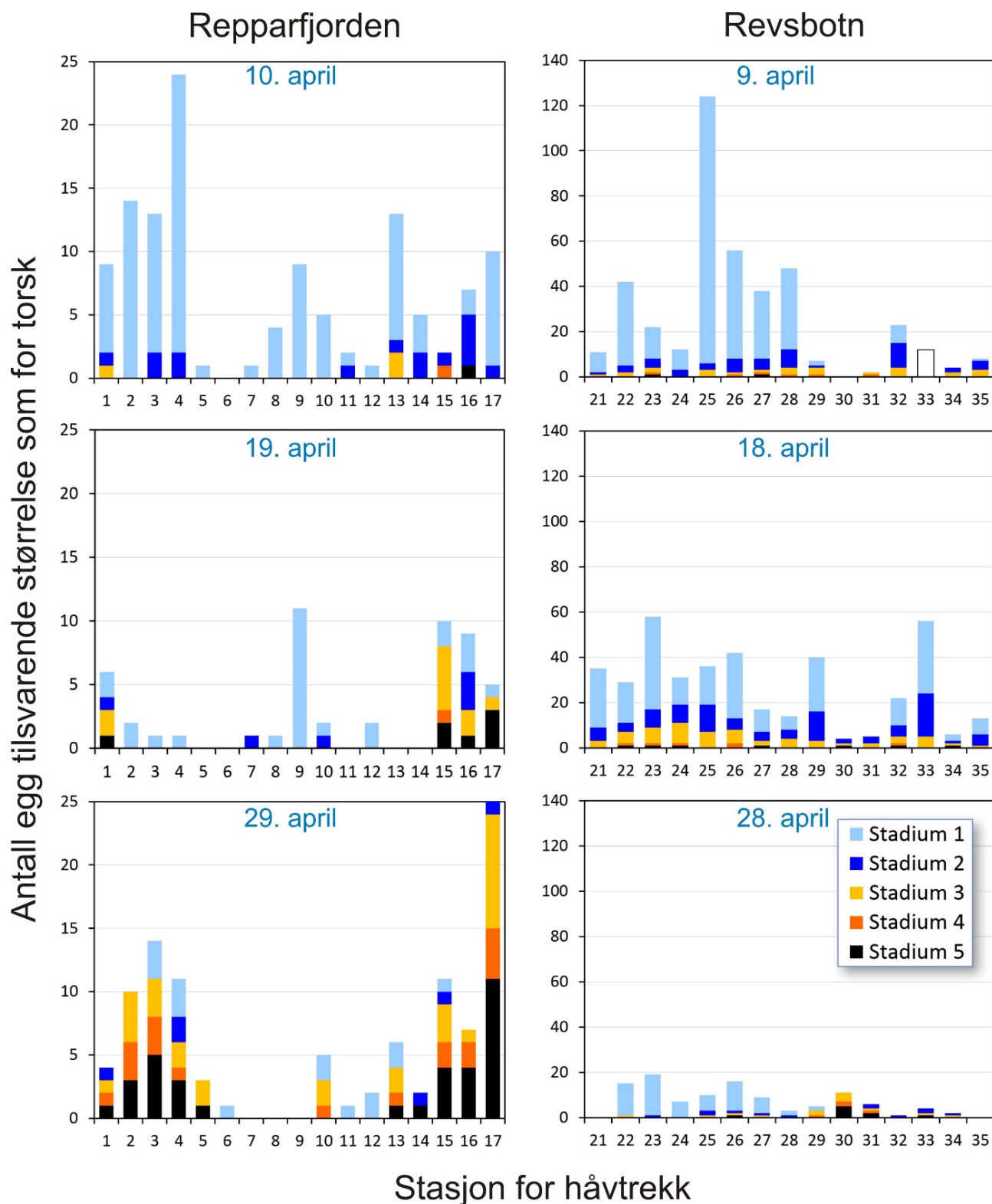
På Tokt-3 ble det samlet inn i alt 132 fiskeegg der 102 egg var i samme størrelse som torskeegg (Tabell 1). Dette tilsvarer 6,0 torskeegg pr. håvtrekk og 77 % av det totalt antall egg samlet inn i Repparfjorden på dette toktet. Det ble funnet flest torskeegg (≥ 10 torskeegg pr. håvtrekk) på sydsiden (stasjon 2, 3 og 4), og sentralt ytterst i fjorden (stasjon 17) (Figur 7). På stasjon 14 ble det funnet 25 egg, og dette var det høyeste antallet.

Tabell 2. Repparfjorden og Revsbotn 2019: stasjoner for egginnsamling og hydrografi (siste i parentes), geografiske koordinater som grader og desimalminutter, og dyp. Tabellen viser totalt eggantall (N_{tot}), egg som tilsvarer torskestørrelse (N_{torsk}) og andel av disse av total mengde egg ($\%_{torsk}$). Blanke felt for N_{tot} og N_{torsk} betyr at det ikke ble tatt eggprøver.

REPPARFJORDEN				Tokt-1, 10.april			Tokt-2, 19.april			Tokt-3, 29.april		
Stasjon	Posisjon (DMM)		Dyp	Antall egg			Antall egg			Antall egg		
(nr.)	Nord	Øst	(m)	N_{tot}	N_{torsk}	$\%_{torsk}$	N_{tot}	N_{torsk}	$\%_{torsk}$	N_{tot}	N_{torsk}	$\%_{torsk}$
1	70 30.400	24 04.764	54	10	9	90	6	6	100	4	4	100
2	70 29.764	24 08.221	74	16	14	88	4	2	50	14	10	71
3	70 29.805	24 10.997	60	15	13	87	2	1	50	15	14	93

4	70 29.549	24 12.520	64	30	24	80	1	1	100	13	11	85
5	70 28.980	24 13.797	39	5	1	20	4	0	0	3	3	100
6	70 27.445	24 17.265	45	8	0	0	0	0		2	1	50
7	70 27.809	24 17.664	51	12	1	8	4	1	25	3	0	0
(R1)	70 29.162	24 16.451	90									
8	70 28.506	24 17.530	60	20	4	20	7	1	14	5	0	0
9	70 29.564	24 15.441	63	15	9	60	16	11	69	0	0	
10	70 29.837	24 13.920	56	11	5	45	5	2	40	9	5	56
11	70 30.347	24 14.065	61	3	2	67	6	0	0	2	1	50
12	70 30.036	24 12.557	59	4	1	25	2	2	100	6	2	33
13 (R2-M)	70 30.215	24 10.552	66	20	13	65	1	0	0	8	6	75
14	70 31.030	24 10.143	81	16	5	31	2	0	0	3	2	67
15	70 30.705	24 07.816	94	6	2	33	10	10	100	13	11	85
16	70 31.538	24 07.152	77	8	7	88	11	9	82	7	7	100
17	70 31.077	24 04.792	124	12	10	83	7	5	71	25	25	100
(R3-M)	70 31.350	24 04.191	112									

REVSBOTN				Tokt-1, 9.april			Tokt-2, 18.april			Tokt-3, 28.april		
Stasjon	Posisjon (DMM)		Dyp	Antall egg			Antall egg			Antall egg		
(nr.)	Nord	Øst	(m)	N _{tot}	N _{torsk}	% _{torsk}	N _{tot}	N _{torsk}	% _{torsk}	N _{tot}	N _{torsk}	% _{torsk}
21	70 37.201	24 37.665	59	19	11	58	48	35	73	1	0	0
22	70 37.722	24 39.149	62	46	42	91	35	29	83	16	15	94
23	70 38.224	24 40.143	55	30	22	73	67	58	87	24	19	79
24	70 38.592	24 38.177	57	15	12	80	37	32	86	9	7	78
25	70 38.999	24 39.858	79	140	126	90	52	38	73	13	10	77
26	70 39.601	24 38.610	89	65	58	89	53	44	83	20	16	80
27	70 40.890	24 35.769	54	48	38	79	31	17	55	15	9	60
28	70 41.989	24 34.394	54	56	48	86	16	14	88	8	3	38
29 (RV-c)	70 41.300	24 31.983	109	10	7	70	48	40	83	7	5	71
30	70 41.156	24 28.986	69	4	1	25	4	4	100	11	11	100
31	70 40.141	24 30.582	70	6	2	33	5	5	100	6	6	100
32	70 39.937	24 34.769	116	35	26	74	30	22	73	3	1	33
33 (RV-b)	70 39.182	24 36.500	123	13	12	92	73	56	77	6	4	67
34	70 38.660	24 34.722	64	9	5	56	11	6	55	4	2	50
35 (RV-a)	70 37.972	24 36.314	67	11	8	73	15	13	87	4	0	0



Figur 7. Eggdata fra Repparfjorden og Revsbotn i 2019. Antall egg tilsvarer egg med størrelse som hos torsk (1,2-1,65 mm diameter). Merk forskjell i verdi på y-akse for Repparfjorden (t.v.) og Revsbotn (t.h.). Eggene på stasjon 33 på toktet 9. april i Revsbotn ble ikke stadium-bestemt grunnet et uhell med prøven.

torskeegg funnet i et håvtrekk på noen av stasjonene i Repparfjorden under de tre eggtoktene (Tabell 2, Figur 7). Det ble funnet kun ett torskeegg helt innerst i Repparfjorden på dette toktet (stasjon 6) men ellers ingen torskeegg på stasjonene fra Fæg fjordholmen og innover (stasjon 7, 8 og 9).

Andelen av torskeegg i stadium 1 var høyest innerst i fjorden (stasjon 6) og nord og vest for Megrunden (stasjon 11 og 12), men her var det svært få egg (Tabell 2). Egg tidlig i stadium 1 ble ikke funnet på noen stasjoner. Andelen av eldre torskeegg (stadium 2-5) var økt betraktelig i forhold til Tokt-2, og i gjennomsnitt var kun 15 % av eggene pr. stasjon nå i stadium 1. En høy andel av eldre egg i stadium 4 og 5 ble funnet ytterst i fjorden (stasjon 1, 15, 16 og 17) og innover på sydsiden (stasjon 2, 3 og 4).

4.2 - Revsbotn

Tokt-1: 09. april 2019

I Revsbotn ble det på Tokt-1 funnet i alt 507 fiskeegg hvor 418 ble karakterisert som mulige torskeegg (Tabell 1). Dette tilsvarer i snitt 28 torskeegg pr. håvtrekk og utgjorde 82 % av det totale eggantallet samlet inn denne dagen. Det maksimale antallet torskeegg i ett håvtrekk var 126 (Tabell 2). Det ble funnet flest egg (≥ 30 torskeegg pr. håvtrekk) innerst i fjorden rett syd for Midtergrunden (stasjon 22) og utover langs nordsiden av fjorden helt ut til Lillefjorden (stasjon 25, 26, 27 og 28) (Figur 5 og 7). Færrest egg (≤ 5) ble funnet langs hele sydsiden av fjorden (stasjon 30, 31 og 34).

Torskeeggernes utvikling viste at de fleste eggene var i stadium 1. Resten av eggene befant seg i alle stadier fra 2 til 5, med en overvekt i stadium 2 (Figur 7), der totalt 13 % av eggene var i dette stadiet. Med unntak av stasjon 31 hvor det ikke ble funnet torskeegg i stadium 1 eller 2, var andelen torskeegg i stadium 2 fra 2 til 50 % på de ulike stasjonene. Andelen av egg pr. stasjon i stadium 1 var i gjennomsnitt 75 %, og en høy andel egg i stadium 1 (≥ 75 %) ble med unntak av stasjon 23 funnet på alle stasjonene fra innerst i fjorden ved grunnene og utover langs nordsiden til Lillefjorden. De yngste torskeeggene i stadium 1 (4-8 celler) ble funnet innerst i fjorden (stasjon 21 og 22).

Tokt-2: 18. april 2019

Det var omtrent samme mengde torskeegg i Revsbotn på dette tidspunktet som på Tokt-1. I alt ble det samlet inn 525 egg hvor 413 egg ble vurdert som torskeegg ut fra blant annet eggdiameter (Tabell 1). Dette utgjorde 79 % av den totale mengden egg samlet inn og tilsvarer i gjennomsnitt 28 torskeegg pr. håvtrekk. Det maksimale antallet torskeegg i ett håvtrekk var 58 (Tabell 2, Figur 7). Flest egg (≥ 30 torskeegg pr. håvtrekk) ble funnet innerst og fra sentralt over mot nordsiden i indre og midtre del av fjorden (stasjon 21, 23, 24, 25, 26 og 33), samt sentralt ytterst i fjorden (stasjon 29). Færrest egg (≤ 6) ble funnet på stasjonene 30, 31 og 34 langs sydsiden av fjorden, noe som var i samsvar med Tokt-1 (Figur 7).

Med hensyn til eggutvikling var det en større andel eldre egg på Tokt-2 enn på Tokt-1. Det ble funnet torskeegg i alle stadier (Figur 7), men en betydelig andel var fremdeles i stadium 1, tilsvarende et gjennomsnitt på 58 % pr. stasjon. Av eggene i torskestørrelse var 24 % i stadium 2 mens 18 % var i stadium 3 til 5. Andelen av torskeegg i stadium 2 var mellom 12 og 60 % for de enkelte stasjonene. Høy andel egg i stadium 1 (50 - 75 %) ble funnet i store deler av fjorden, med lavere andel utenfor Lillefjorden (stasjon 28) og nordøst for Nordgrunden (stasjon 24 og 25) (Figur 7). Ytterst på sydsiden av fjorden ble det ikke funnet egg i stadium 1 i det hele tatt (stasjon 30 og 31). Egg som var tidlig i stadium 1 (8-16 celler), ble funnet i indre del av fjorden (stasjon 23).

Tokt-3: 28. april 2019

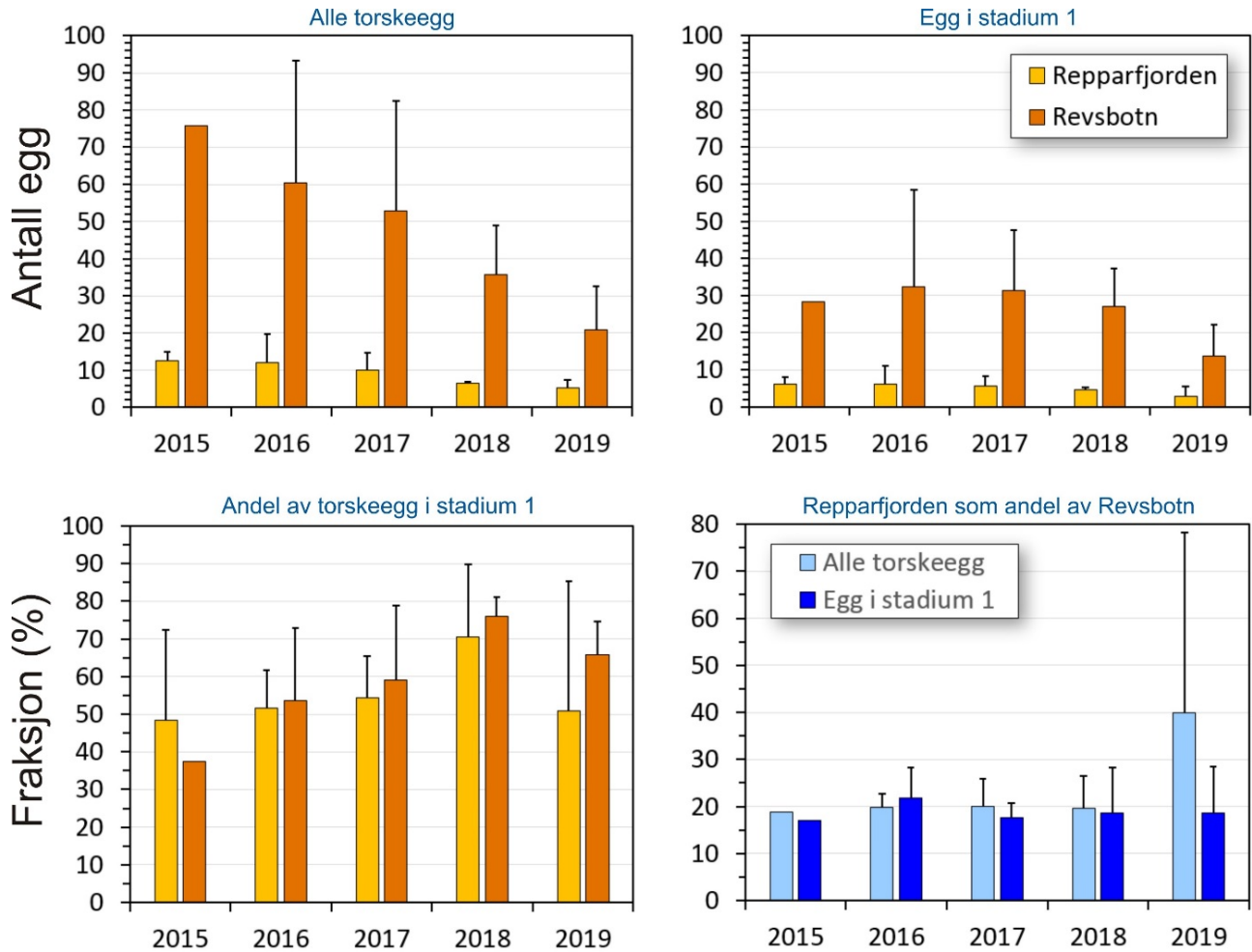
På det siste toktet i april var det en betydelig nedgang i antall egg sammenlignet med Tokt-2 (Figur 7). Det ble samlet inn i alt 147 fiskeegg hvor 108 ble vurdert som torskeegg (Tabell 1). Dette tilsvarer gjennomsnittlig 7 torskeegg pr. håvtrekk og utgjorde 73 % av den totale mengden egg samlet inn. Det maksimale antallet torskeegg i ett håvtrekk var 19 (Tabell 2) og ble funnet på stasjon 23 nord for Landgrunden innerst i Revsbotn. Flest egg (≥ 10 torskeegg pr. håvtrekk) ble funnet innerst fra syd for Midtergrunden og et stykke utover langs land på nordsiden av fjorden (stasjon 22, 23, 24, og 26) og ytterst i fjorden på sydsiden (stasjon 30). Færrest egg (≤ 4) ble observert utenfor Lillefjord (stasjon 28) og fra sentralt i midten av fjorden (stasjon 32 og 33) og innover langs land på sydsiden (stasjon 34, 35 og 21).

På Tokt-3 var forekomst av torskeegg i stadium 1 lokalisert til området ved grunnene innerst i Revsbotn og utover langs nordsiden til området utenfor Lillefjorden (stasjon 22 til 29). Det ble ikke funnet egg i stadium 1 i det hele tatt i midten av fjorden eller langs sydsiden inn til Kokelv (fra stasjon 30 til 35 og stasjon 21). Rundt grunnene innerst i Revsbotn (stasjon 22, 23 og 24) og utover på nordsiden (stasjon 26 og 27) var i tillegg en betydelig andel av eggene i stadium 1 (78 til 100 %). Andelen egg i stadium 1 var lavere ytterst i fjorden, med en andel på 67 og 40 % på henholdsvis stasjon 28 utenfor Lillefjorden og stasjon 29. En nærmere inspeksjon av eggutvikling viste at tidlige egg i stadium 1 (2-16 celler) hovedsakelig ble funnet rundt grunnene innerst i fjorden (stasjon 22, 23 og 24). Eldre egg (stadium 3 til 5) var hovedsakelig lokalisert i midten og langs sydsiden ytterst i fjorden. Spesielt ble det funnet høy andel egg i disse stadiene ved Ljåneset (stasjon 30) og litt lengre innover langs sydsiden (stasjon 31) (Figur 7).

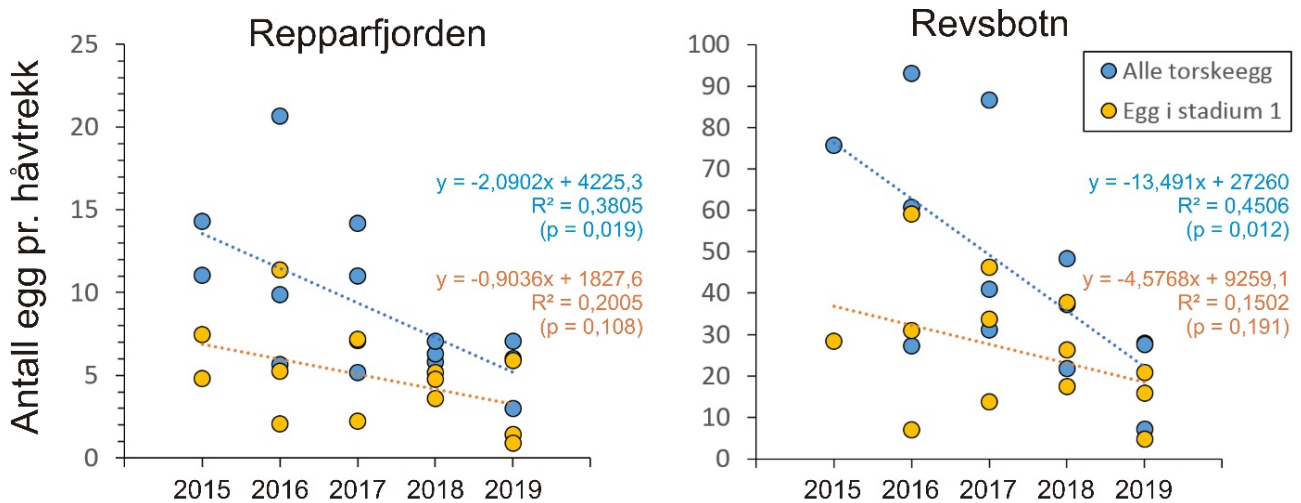
4.3 - Fordeling og mengde av egg fra 2015 til 2019

Nedgangen i eggmengde som ble observert fra 2017 til 2018, fortsatte i 2019 da det også dette året ble funnet færre torskeegg i begge fjordene. Andel av egg i stadium 1 gikk noe tilbake i begge fjordene sammenlignet med 2018, og mest i Repparfjorden der nivået falt tilbake til det som var observert fra 2015 til 2017 (Figur 8). Nedgangen i eggmengde i Repparfjorden siden 2017 er 47 % for alle torskeegg og 51 % for egg i stadium 1. Tilsvarende er reduksjonen siden 2017 i eggmengde i Revsbotn 61 % for alle torskeegg og 56% for egg i stadium 1. Hele perioden fra 2015 til 2019 viser en fallende tendens i eggmengde (Figur 8) som har akselerert de siste to årene. Nedgangen er statistisk signifikant for alle torskeegg sett under ett, mens nedgangen i egg i stadium 1 ikke er signifikant (Figur 9).

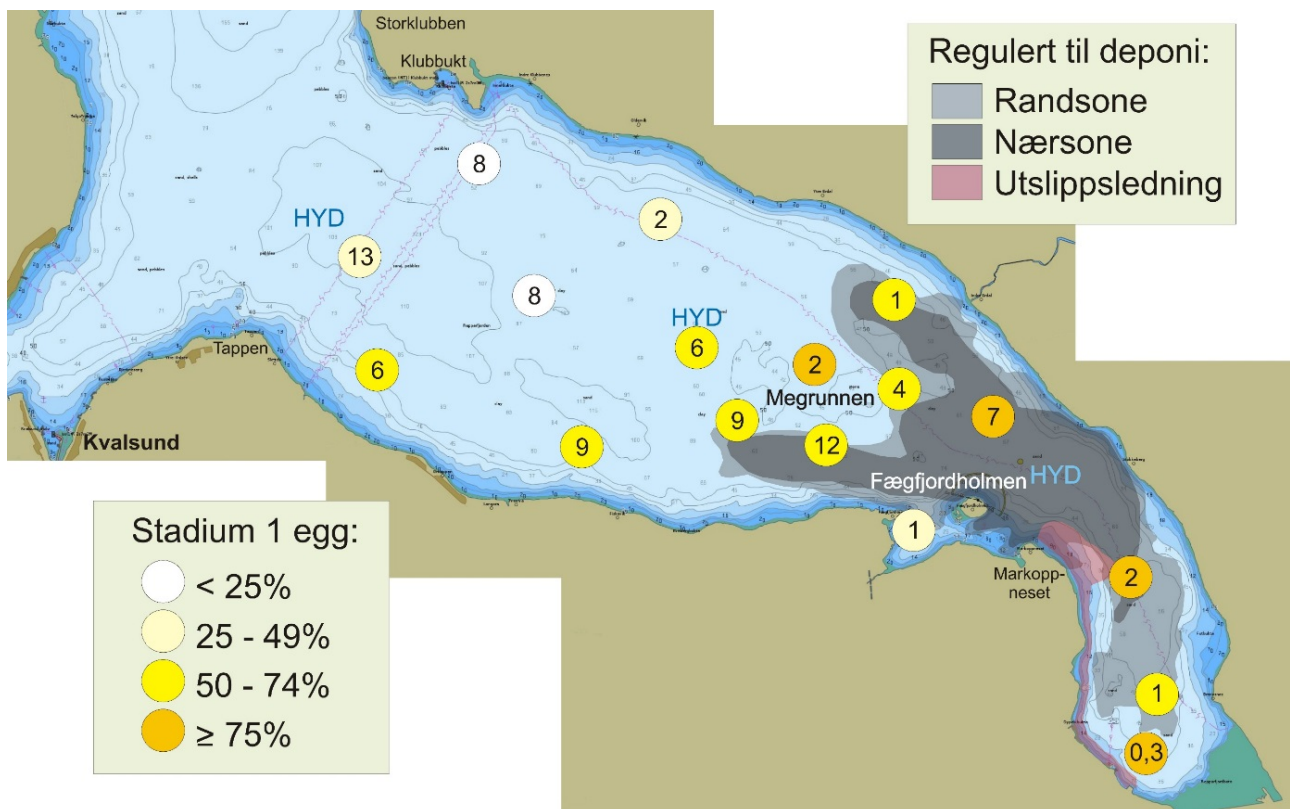
I perioden 2015 til 2018 har forholdet i mengde torskeegg mellom de to fjordene holdt seg noenlunde konstant, der mengden torskeegg i Repparfjorden har variert mellom 18,9 og 19,7 % av Revsbotn og egg i stadium 1 har variert mellom 17,0 og 21,7 % (Figur 8). I 2019 var dette fremdeles tilfelle for egg i stadium 1 hvor Repparfjorden hadde i gjennomsnitt 18,7 % av mengden i Revsbotn. Imidlertid økte forholdet i mengden torskeegg totalt betydelig, og Repparfjorden utgjorde i gjennomsnitt 39,9 % av eggmengden i Revsbotn på de tre toktene i 2019. Det var særlig på det siste toktet i 2019 at Repparfjorden hadde en større andel egg, tilsvarende 83 % av eggmengden i Revsbotn. Dette toktet viste en god del eldre egg ytterst i Repparfjorden, mens eggmengdene i Revsbotn var betraktelig lavere enn de to første toktene i 2019.



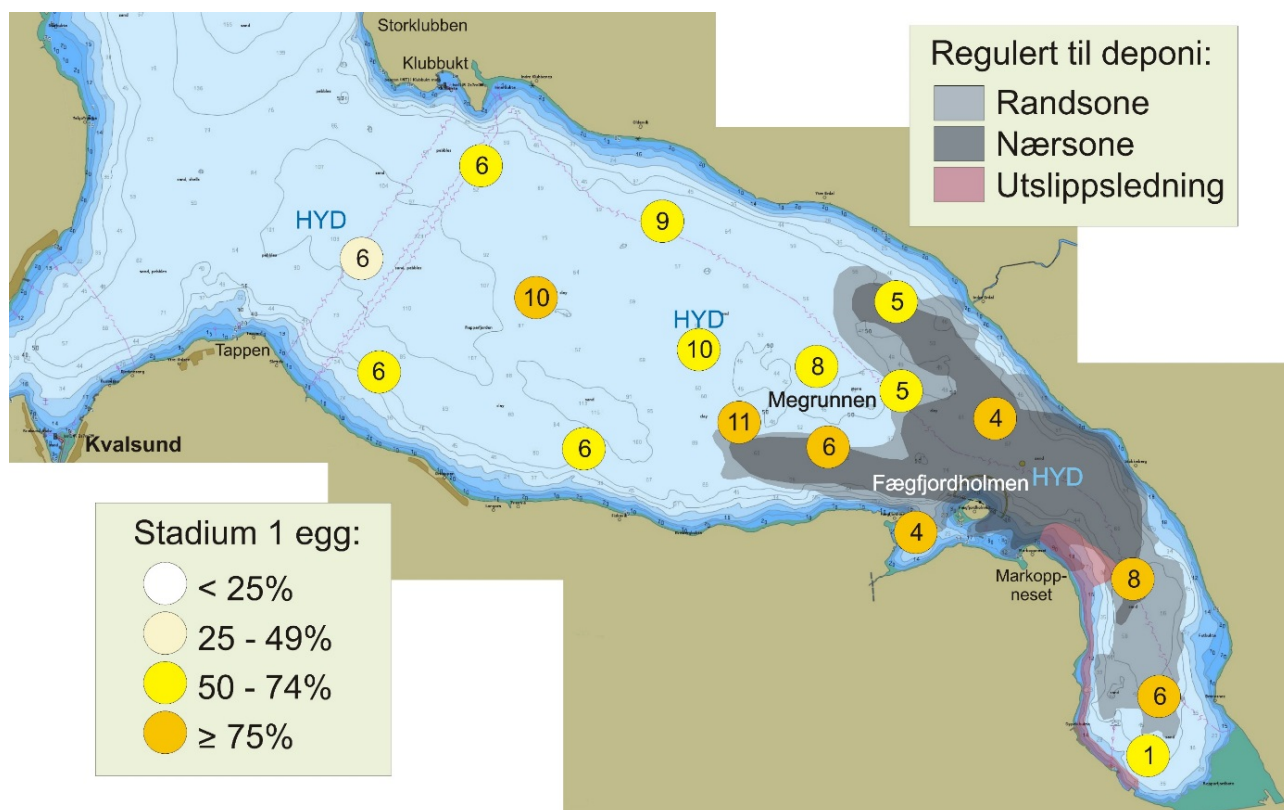
Figur 8. Data for innsamling av egg av tilsvarende størrelse som torskeegg fra Repparfjorden og Revsbotn. Søylene viser gjennomsnitt av tre tokt i april for 2017 til 2019, tre tokt i april og tidlig mai for 2016 mens det i 2015 ble foretatt kun to tokt i Repparfjorden og ett i Revsbotn grunnet ugunstige værforhold. Feilfelt angir standardavvik. Øverst til venstre vises totalt antall egg pr. håvtrekk, øverst til høyre antall egg i stadium 1 pr. håvtrekk, nederst til venstre andel av egg i stadium 1 i prosent, og nederst til høyre andel av egg fra Repparfjorden uttrykt som prosent av eggmengden fra Revsbotn.



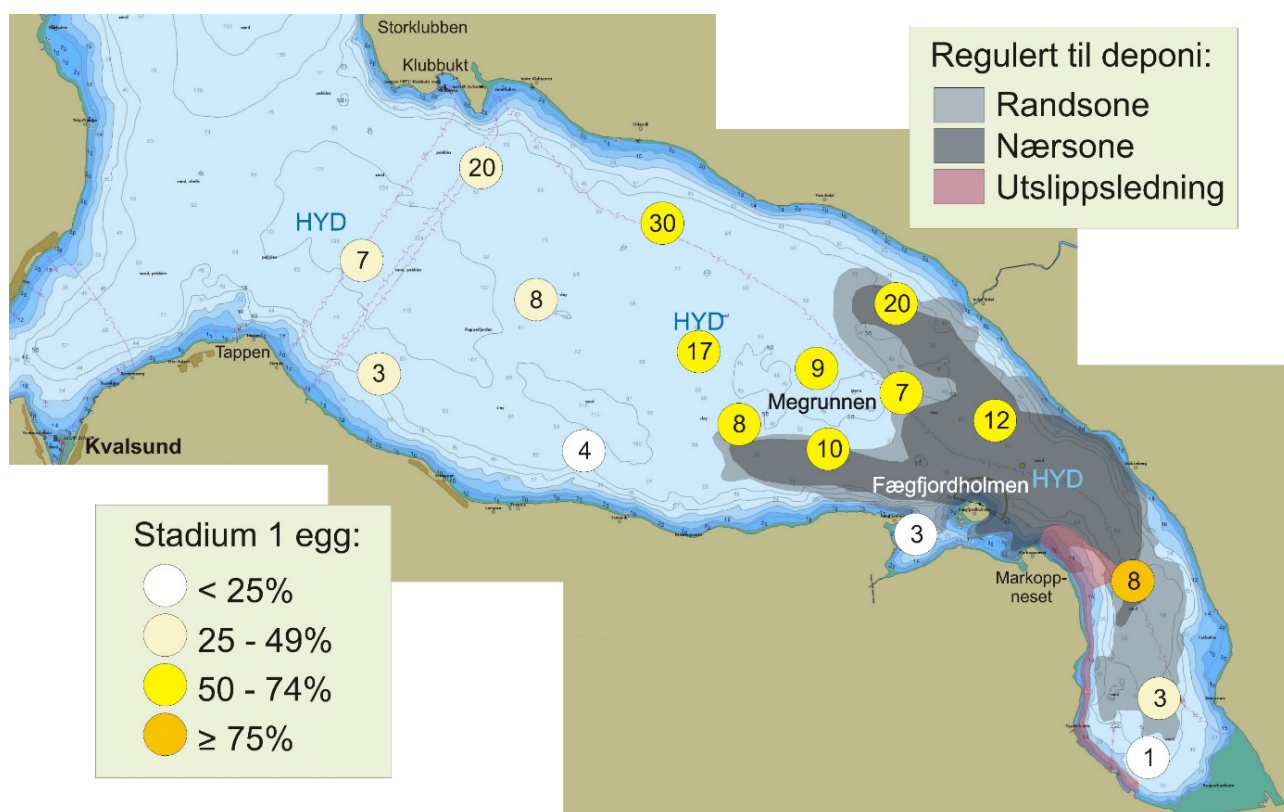
Figur 9. Gjennomsnittlig antall egg pr. håvtrekk for hvert av toktene gjennomført i Repparfjorden og Revsbotn i april og tidlig i mai for perioden 2015-2019. Antall egg tilsvarer egg med størrelse som hos torsk (1,2-1,65 mm diameter). Linjer og formel med tilhørende statistiske parametere (R^2 og p -verdi) vises for en lineær sammenheng mellom år og eggmengde for alle egg i torskestørrelse (blå) og egg i stadium 1 (oransje). En p -verdi mindre eller lik 0,05 angir statistisk signifikans.



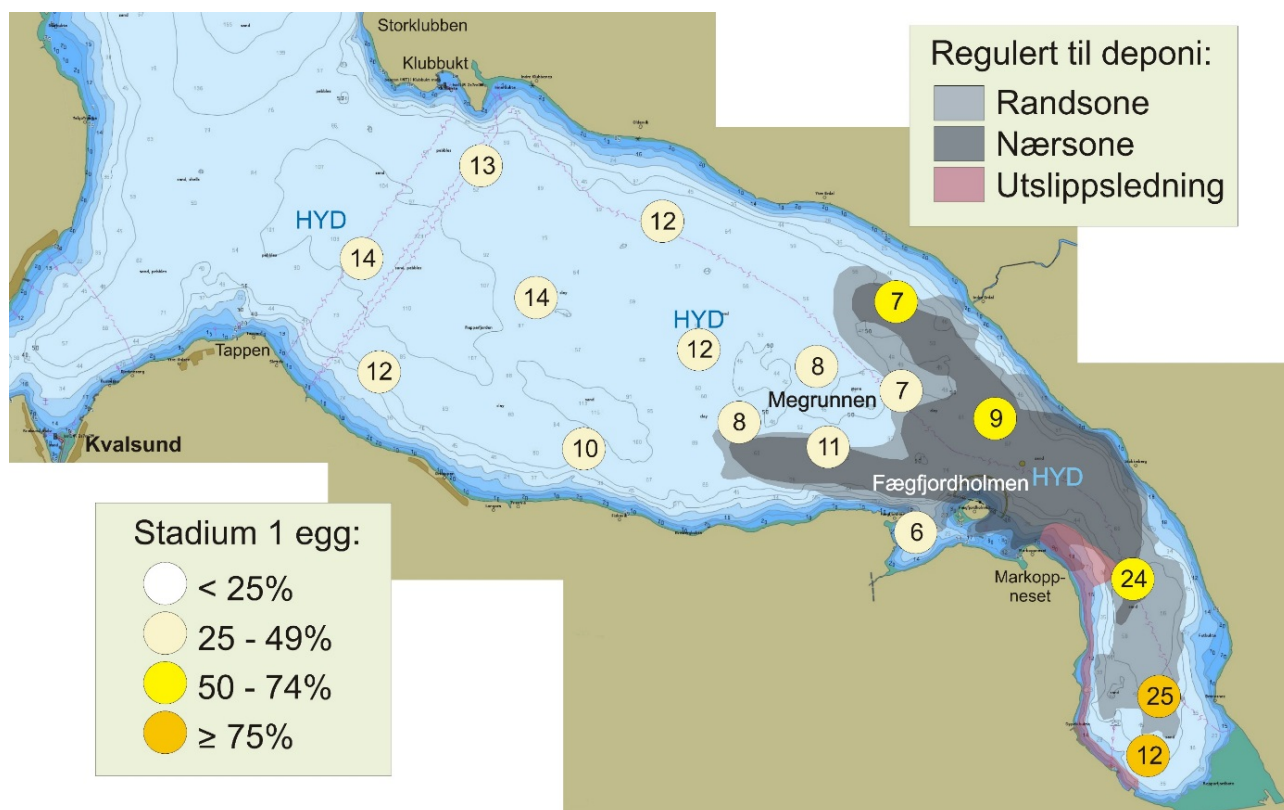
Figur 10. Repparfjorden 2019. Eggdata fra tre tokt i april. Tall i sirkler angir gjennomsnittlig antall egg pr. håvtrekk med samme størrelse som torskeegg, og farge viser andel av egg i stadium 1 (relativt nyttige egg). Planlagt deponiområde med ulike soner er også angitt ut fra gjeldende reguleringsplan.



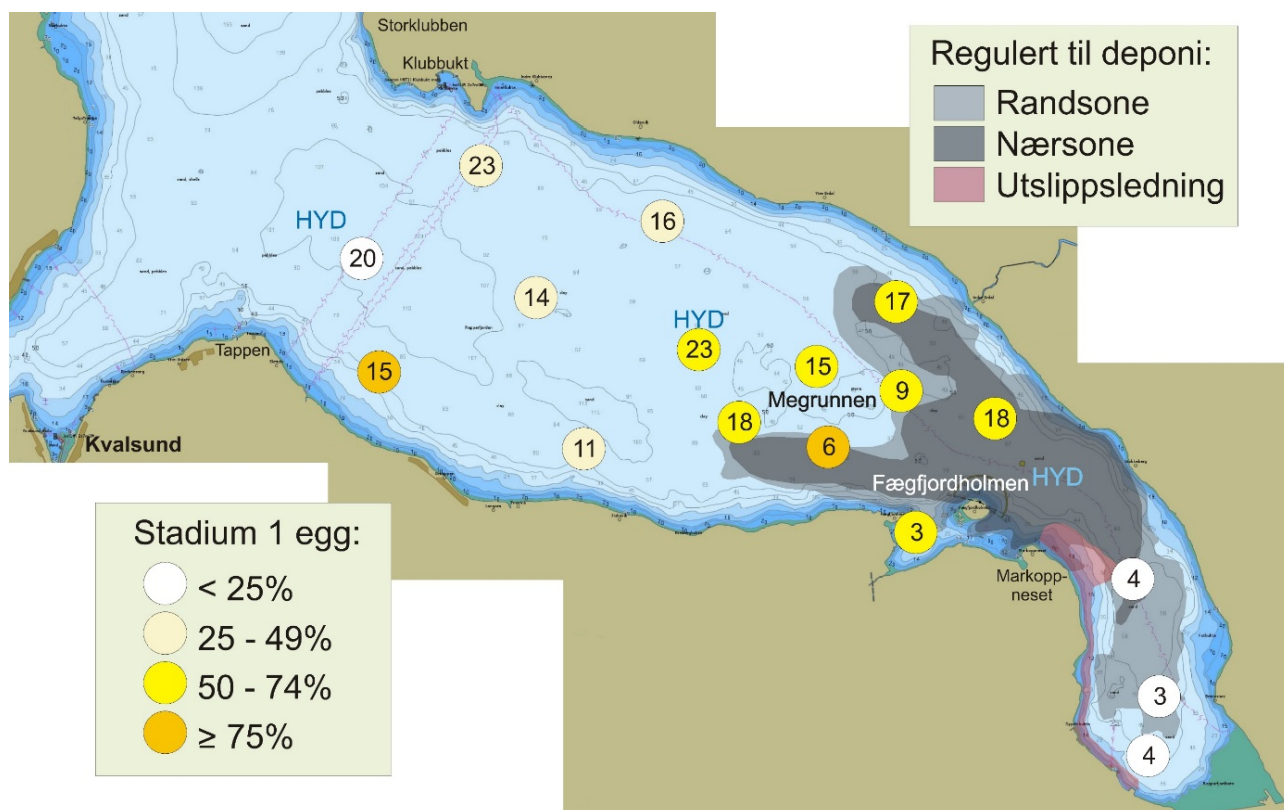
Figur 11. Repparfjorden 2018. Eggdata fra tre tokt i april. Tall i sirkler angir gjennomsnittlig antall egg pr. håvtrekk med samme størrelse som torskeegg, og farge viser andel av egg i stadium 1 (relativt nytte egg). Planlagt deponiområde med ulike soner er også angitt ut fra gjeldende reguleringsplan.



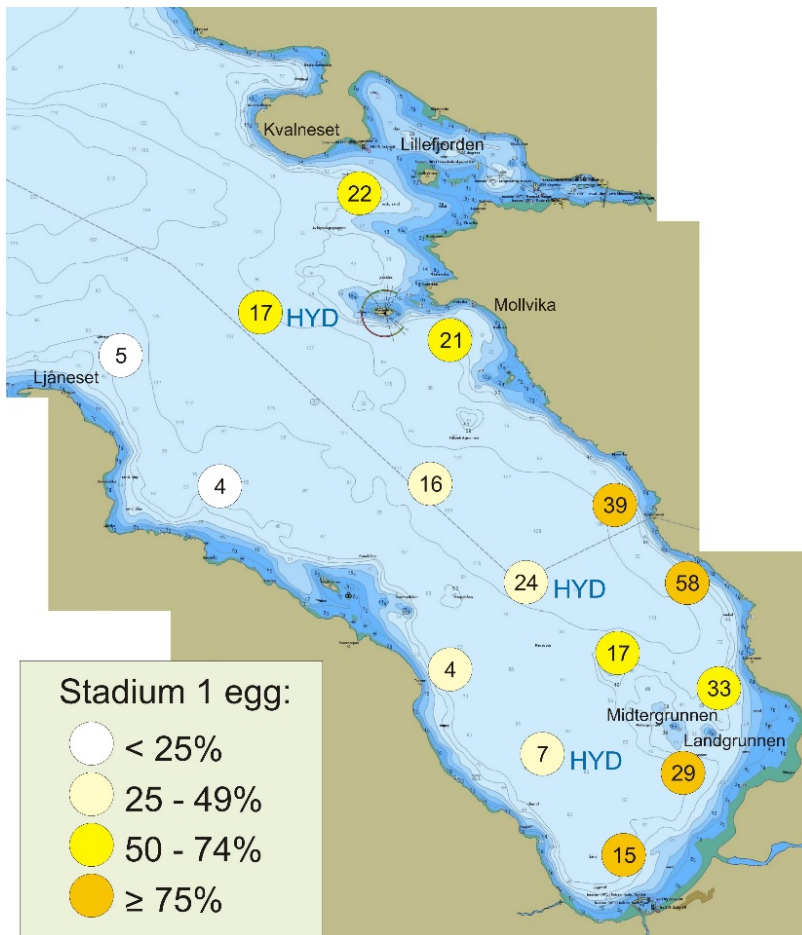
Figur 12. Repparfjorden 2017. Eggdata fra tre tokt i april. Tall i sirkler angir gjennomsnittlig antall egg pr. håvtrekk med samme størrelse som torskeegg, og farge viser andel av egg i stadium 1 (relativt nytte egg). Planlagt deponiområde med ulike soner er også angitt ut fra gjeldende reguleringsplan.



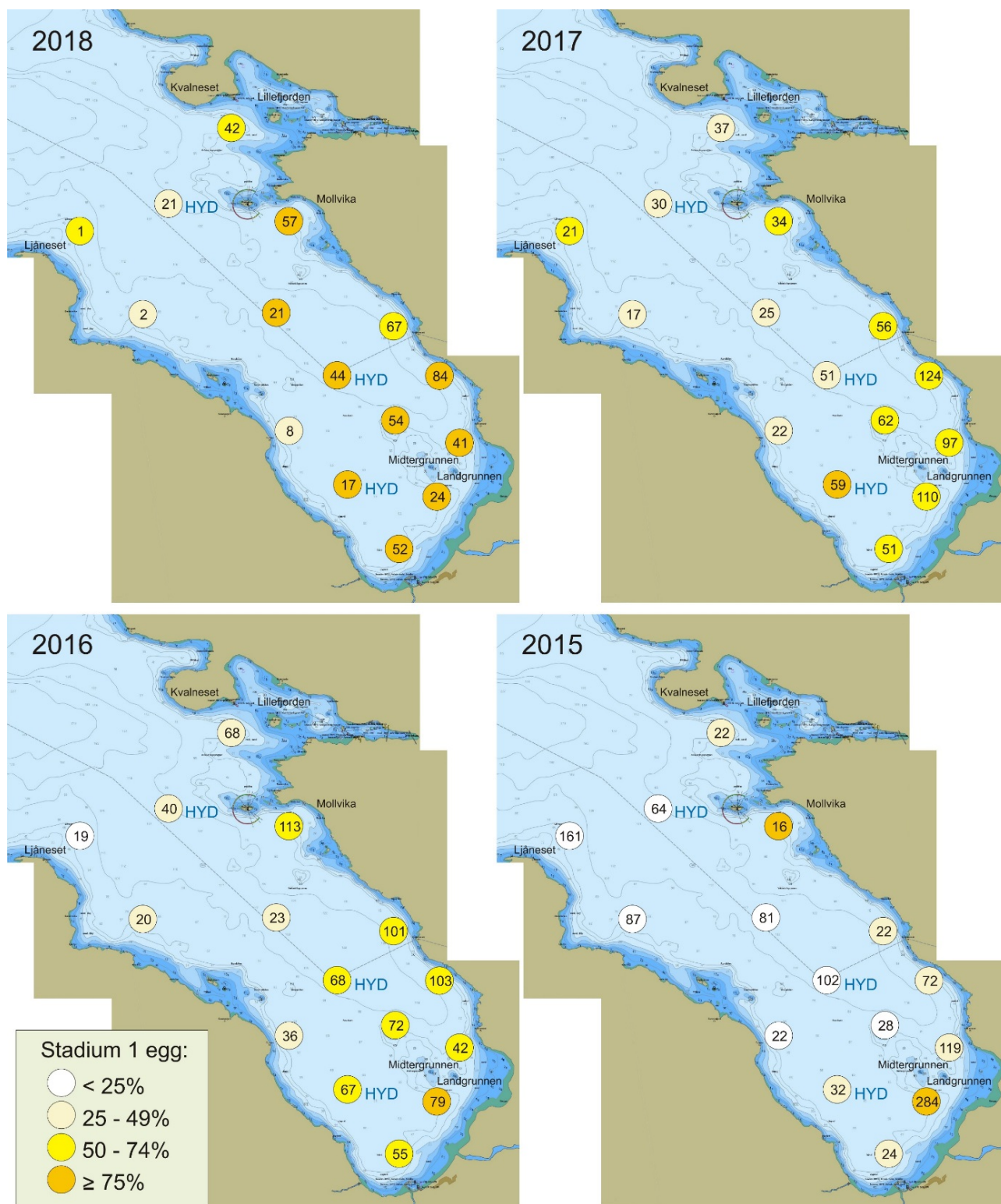
Figur 13. Repparfjorden 2016. Eggdata fra tre tokt i perioden april og tidlig mai. Tall i sirkler angir gjennomsnittlig antall egg pr. håvtrekk med samme størrelse som torskeegg, og farge viser andel av egg i stadium 1 (relativt nygytte egg). Planlagt deponiområde med ulike soner er også angitt ut fra gjeldende reguleringsplan.



Figur 14. Repparfjorden 2015. Eggdata fra to tokt i april. Tall i sirkler angir gjennomsnittlig antall egg pr. håvtrekk med samme størrelse som torskeegg, og farge viser andel av egg i stadium 1 (relativt nytte egg). Planlagt deponiområde med ulike soner er også angitt ut fra gjeldende reguleringsplan.



Figur 15 . Revsbotn 2019. Eggdata fra tre tokt i april. Tall i sirkler angir gjennomsnittlig antall egg pr. håvtrekk med samme størrelse som torskeegg, og farge i sirklene viser andel av egg i stadium 1 (relativt nygytte egg).



Figur 16. Eggdata fra Revsbotn 2015-2018. Øverst til venstre snitt av tre tokt i april 2018, øverst til høyre snitt av tre tokt i april 2017, nederst til venstre snitt av tre tokt i perioden april og tidlig mai 2016 og nederst til høyre ett tokt i april 2015. Tall i sirkler angir gjennomsnittlig antall egg pr. håvtrekk med samme størrelse som torskeegg, og farge i sirklene viser andel av egg i stadium 1 (relativt nygytte egg).

Repparfjorden

De innsamlede eggdata for perioden 2015-2017 viser at gytingen i Repparfjorden hadde sitt maksimum i perioden fra

midten av april og ca. 10 dager utover. I 2018 økte derimot mengden torskeegg svakt utover i hele april, og flest egg ble funnet helt i slutten av måneden på Tokt-3. I 2019 var det flest egg tidlig i april med høy andel av egg i stadium 1, færrest egg like over midten av april med betydelig reduksjon i egg i stadium 1, fulgt av en økning i eggmengde i slutten av måneden med høy andel av eldre egg (Tabell 1 og Figur 7). For 2015-2018 økte andelen eldre torskeegg (stadium 2 til 5) utover i april og utgjorde mellom 45 og 66 % ved tidspunktet for observert maksimum i eggmengde. En tilsvarende økning av eldre eggstadier fant sted i 2019 utover i april, med en andel på 53 % midt i april, men da et minimum i eggmengde ble observert i motsetning til tidligere år.

Fordelingen av torskeegg i stadium 1 viste tydelige geografiske forskjeller de fem årene siden undersøkelsene startet i 2015. Figur 10, 11, 12, 13 og 14 viser gjennomsnittlig mengde egg pr. håvtrekk på hver av stasjonene i Repparfjorden og andel av eggene i stadium 1 for to til tre tokt innenfor tidsrommet 9. april til 3. mai de enkelte år. Geografisk fordeling av stadium 1 egg, som indikerer nærhet til gyting, viser noenlunde det samme i 2015, 2017 og 2019. Gytingen disse årene så ut til å være lokalisert til området rundt Megrunden, men også nord for Fæg fjordholmen i 2019 og innenfor Markoppneset i 2017 (Figur 10, 12 og 14). Alle disse tre årene ble det ikke funnet hverken særlig mange egg helt innerst i fjorden. Med unntak av 2019 hadde eggene i dette området heller ikke høy andel i stadium 1. Dette var i sterk kontrast til 2016 da gytingen så ut til å foregå nettopp innerst i fjorden (Figur 13). I 2018 var det generelt færre egg, og høy andel av egg i stadium 1 ble funnet over store deler av fjorden (Figur 11). Egg tidlig i stadium 1 (fra 2 til 16 celler) indikerer at gytingen i 2018 har skjedd fra området like øst for Markoppneset og utover mot midten av fjorden, mens i 2019 var området syd for Megrunden tilsvarende viktig.

Revsbotn

De innsamlede eggdata for perioden 2016-2018 viser at gytingen i Revsbotn på samme måte som Repparfjorden hadde sitt maksimum i perioden fra midten av april og ca. 10 dager utover. Tidspunkt for maksimum i eggmengde kunne ikke fastslås for 2015 fordi det kun ble gjennomført et tokt i Revsbotn grunnet værforholdene dette året, men dato for innsamling og eggmengde tilsier at toktet ble gjennomført nær gytetoppen. Under dette ene toktet i 2015 ble det imidlertid funnet mye egg ute på sydsiden av fjorden ved Ljåneset (Figur 16). Dette var store egg i eldre stadier, og mest sannsynlig egg fra skrei som var gytt andre steder og som har drevet inn i Revsbotn (van der Meeren 2015). I motsetning til Repparfjorden økte ikke mengden torskeegg i Revsbotn i 2018 utover mot slutten av april, og flest egg ble funnet litt over midten av måneden på samme måte som i 2016 og 2017. For 2019 ble det derimot omtrent like mye egg tidlig og i midten av april, noe som avviker fra de forgående årene. For 2016 og 2017 økte andelen eldre torskeegg (stadium 2 til 5) utover i april og utgjorde mellom 37 og 47 % ved tidspunktet for observert maksimum i eggmengde. Tilsvarende økning i 2018 var langt mindre enn i 2016 og 2017, og andel av eldre egg ved observert maksimum i eggmengde var kun 22 % i 2018. I 2019 økte andelen eldre torskeegg til 43 % frem til midten av april uten et klart maksimum i eggmengde, men minket igjen mot slutten av april til 35 % samtidig som eggmengden minket kraftig.

Den geografiske fordelingen av torskeegg i Revsbotn (Figur 15 og 16) viser at det er mest egg innerst og utover langs nordsiden av fjorden. Hvor det er mest egg varierer litt fra år til år, men området rundt grunnene innerst i fjorden og utenfor land like nord for disse grunnene har generelt mange egg. I 2015 var det mest torskeegg i stadium 1 like syd for Midtergrunnen, mens i 2016 var betydelige mengder med egg langs land på nordsiden av fjorden helt ut til Mollvika. Høyest konsentrasjon av egg i stadium 1 ble også denne gang funnet syd for Midtergrunnen. I 2017 ble mest egg funnet lengre inne i fjorden enn i 2016, med mest egg syd for Midtergrunnen og høyest andel egg i stadium 1 øst for grunnene. I 2018 var det igjen mest egg innerst og langs nordsiden av fjorden, men denne gang ble høy andel av egg i stadium 1 observert både langs nordsiden, i midten og i hele det indre området av Revsbotn (Figur 16). En slik spredning av egg i stadium 1 er ikke observert tidligere. Samtidig var antallet egg på sydsiden av fjorden svært lavt sammenlignet med tidligere år (Figur 16). Tilsvarende ble også observert i 2019, men eggene dette året var i større grad konsentrert innerst i fjorden og utover langs nordsiden som i 2016 og 2017. Høyest andel av eggene i stadium 1 ble i 2019 også funnet i dette området. Forekomsten av egg tidlig i stadium 1 (2 til 16 celler) viste at indre fjordområde, litt utover langs nordsiden og midt i fjorden er der hvor gytingen mest sannsynlig foregikk i 2018. Med unntak av området midt i fjorden er dette i samsvar med de tidligere årene undersøkelsene har foregått. For 2019 viste forekomst

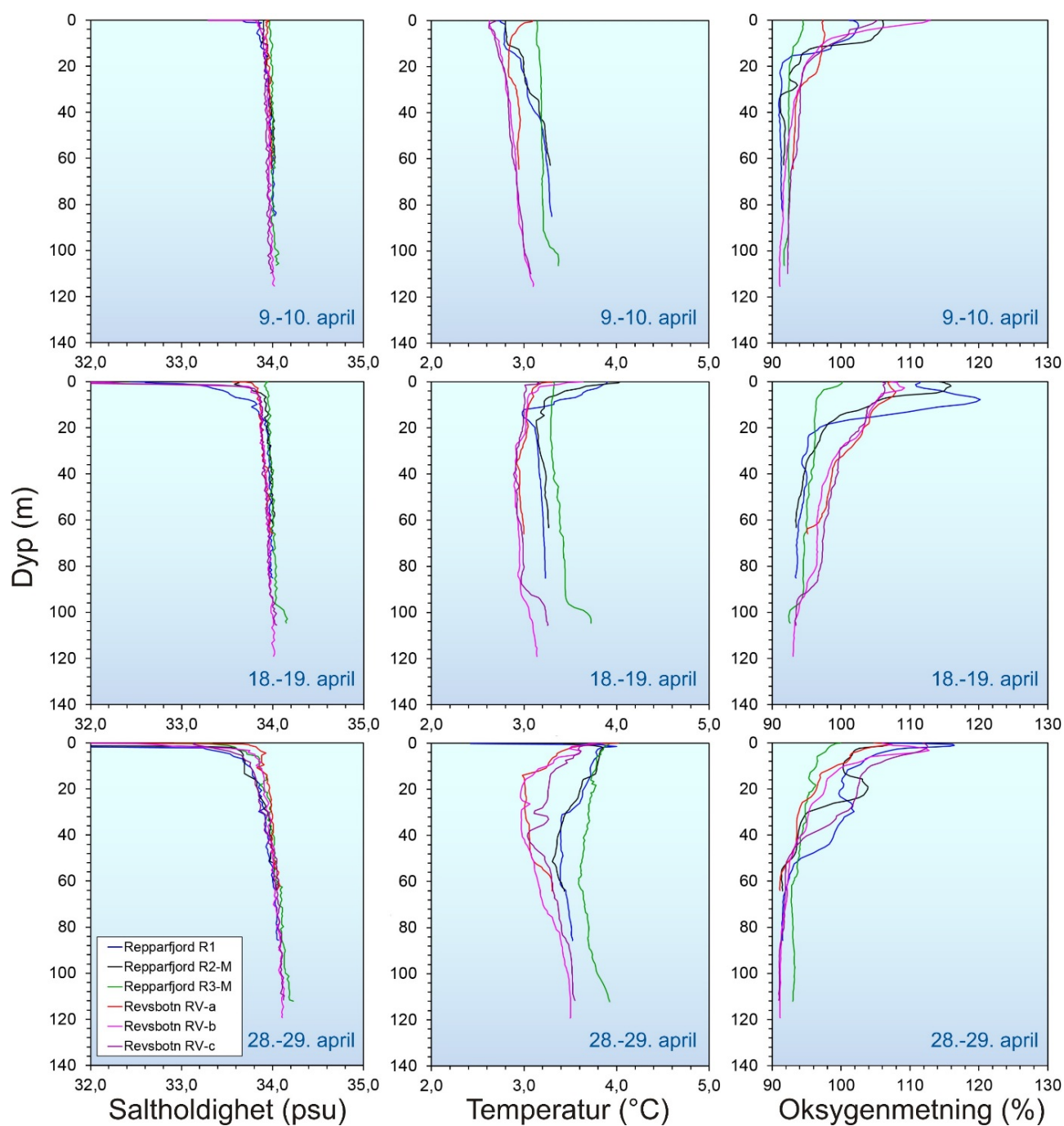
av egg tidlig i stadium 1 at gytingen foregikk innerst i fjorden fra Kokelv til området rundt grunnene i indre del av fjorden.

4.4 - Hydrografiske forhold

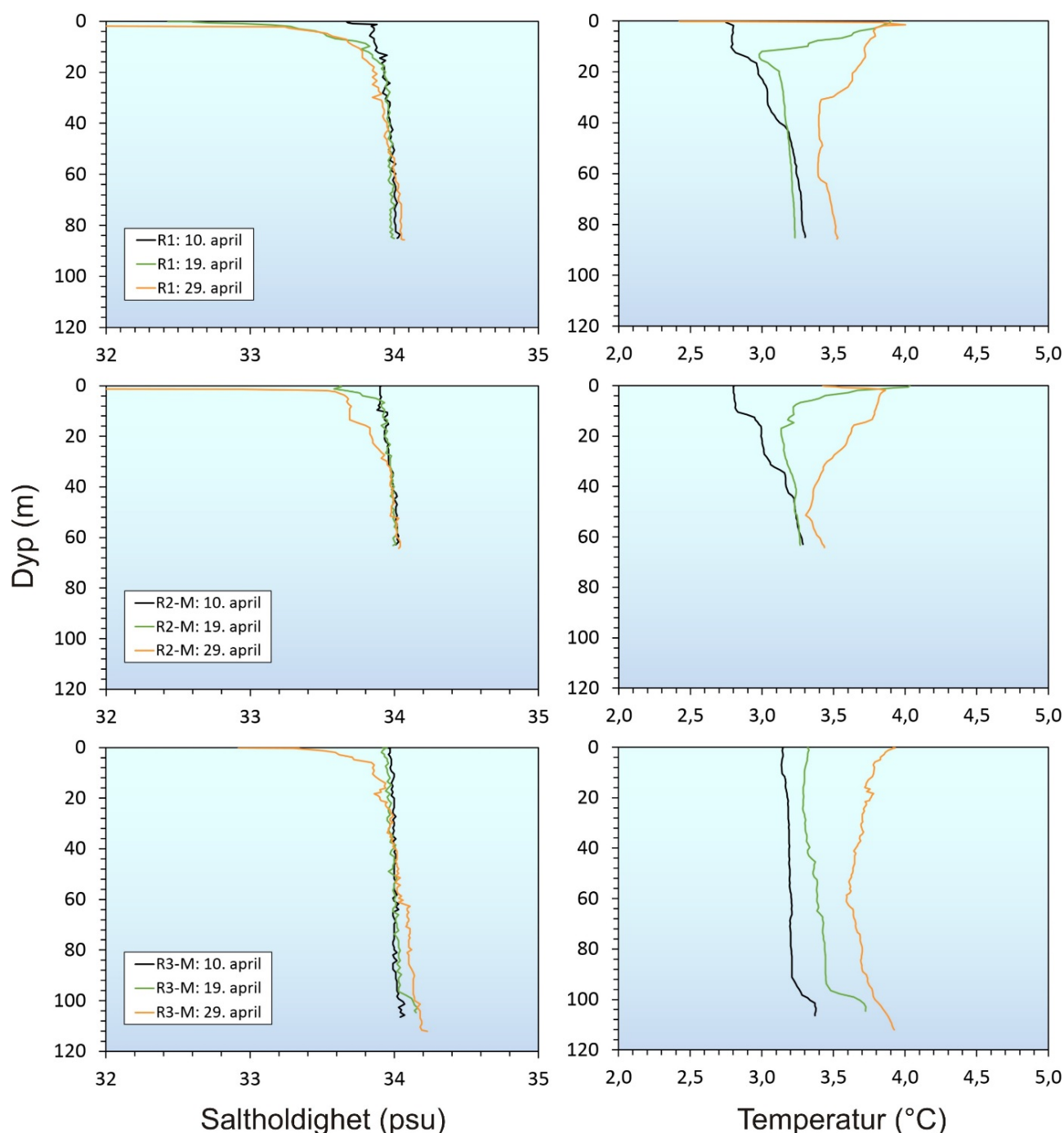
Posisjoner for måling av hydrografi er gitt i Tabell 2 og vist på kart i Figur 4 og 5. Generelt var vannmassene lite lagdelte, og mindre forskjeller i saltholdighet og temperatur både innen og mellom fjordene ble observert (Figur 17). Sammenlignet med tidligere år var vannmassene i 2019 om lag 1-1,5°C varmere enn i 2018 og mer i samsvar med temperaturen for perioden fra 2015 til 2017. Saltholdigheten var rundt 34 psu som er mye det samme som i perioden fra 2015 til 2018.

På Tokt-1 (9.-10. april) var vannmassene ganske gjennomblandet og uten tydelig lagdeling i begge fjordene med hensyn til temperatur og saltholdighet (Figur 17). Imidlertid var saltholdigheten svakt høyere i Repparfjorden enn i Revsbotn. Temperaturen dypere enn 10 m var også høyere i Repparfjorden enn i Revsbotn på det første toktet, og dypere enn 40 m var denne forskjellen på rundt 0,4°C. Midt i og innerst i Repparfjorden var det noe kaldere vann i de øverste 40 m av vannsøylen, unntatt ytterst i Repparfjorden der vannet var ca. 3,2°C og gjennomblandet fra overflaten til bunnen. Ut over dette var det små forskjeller fra innerst til ytterst i begge fjordene. En svak stigning i temperatur og saltholdighet ble observert i vannmassene helt nede ved bunnen på stasjonen ytterst i Repparfjorden. Vannmassene i Revsbotn kan ellers karakteriseres som gjennomblandet på dette første toktet, med antydning til litt høyere temperatur i overflatelaget kun på den innerste stasjonen.

På Tokt-2 (18.-19. april) var den hydrografiske situasjonen relativt lite endret fra det første toktet. Saltholdighet og temperatur var fremdeles noe høyere i Repparfjorden enn i Revsbotn. I overflaten var vannet en del ferskere ytterst og i midten av Revsbotn, mens tilsvarende reduksjon i saltholdighet av overflatelaget kun ble observert innerst i Repparfjorden (Figur 17). Ytterst i Repparfjorden var det nå økt saltholdighet nederst ved bunnen, mens kun en tendens til dette ble observert ytterst i Revsbotn. Temperaturen var fremdeles høyere i Repparfjorden og hadde steget noe i begge fjordene, særlig i de øverste 40 m av vannsøylen. Det var økt temperatur nede ved bunn (>90 m dyp) i ytre og midtre del av Revsbotn og ytterst i Repparfjorden. Økt temperatur ble også funnet i overflatelaget i begge fjordene, og særlig i midtre og indre del av Repparfjorden. Ytterst i Repparfjorden var det ingen markert temperaturøkning i overflatelaget, men hele vannsøylen var her blitt varmere (Figur 18). Vannmassene her virket godt gjennomblandet med unntak av de ti nederste meterene over bunnen.



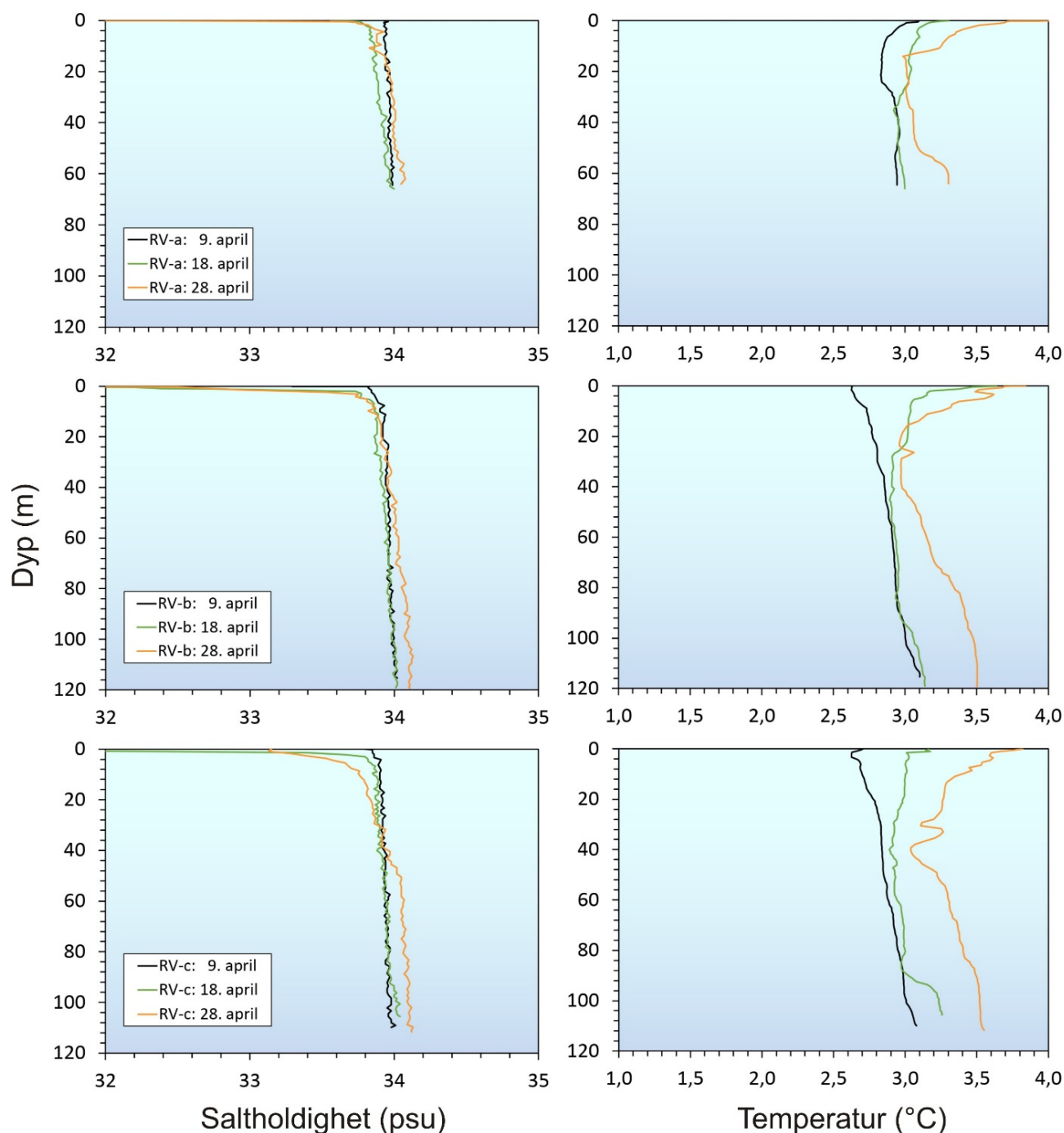
Figur 17. Hydrografiske data fra Repparfjorden og Revsbotn samlet i april 2019. Hydrografi ble målt på tre stasjoner i hver fjord, se Tabell 2 og Figur 4 og 5 for lokalisering av stasjonene.



Figur 18. Hydrografiske endringer i indre (R1), midtre (R2-M) og ytre (R3-M) del av Repparfjorden i april 2019. Se Tabell 2 og Figur 4 for lokalisering av hydrografistasjonene.

På Tokt-3 (28.-29. april) var saltholdigheten fremdeles noenlunde den samme i begge fjordene, og temperaturen var som tidligere i april, høyere i Repparfjorden (Figur 17). Nedgangen i saltholdigheten som ble observert i overflatelaget i begge fjordene på Tokt-2, var nå blitt mer markert. Temperaturen viste en økning i større deler av vannsøylen, både dypere enn 60 m i begge fjordene og grunnere enn 40 m ytterst i Revsbotn og i hele Repparfjorden. I midtre og indre Revsbotn hadde temperaturen økt på grunnere enn 15 m dyp.

På alle tre toktene ble det funnet rikelig med oksygen i hele vannsøylen på alle stasjonene (Figur 17). På Tokt-1 i begynnelsen av april ble det observert over 100 % oksygenmetning på noen av stasjonene i begge fjordene, mens på Tokt-2 og Tokt-3 ble overmetning (>100 % metning) av oksygen funnet på alle stasjonene.



Figur 19. Hydrografiske endringer i indre (RV-a), midtre (RV-b) og ytre (RV-c) del av Revsbotn i april 2019. Se Tabell 2 og Figur 5 for lokalisering av hydrografistasjonene.

unntatt ytterst i Repparfjorden. Overmetning er knyttet til primærproduksjon fra våroppblomstringen av planktonalger. På Tokt-1 strakte overmetningen seg ned til ca. 10 m dyp med unntak av innerst i Revsbotn og ytterst i Repparfjorden der overmetning ikke ble observert. På Tokt-2 ble overmetning funnet ned til nesten 30 m dyp på alle stasjonene i Revsbotn, mens dette ble observert ned mot 20 m dyp i midtre og indre del av Repparfjorden. Ytterst i Repparfjorden virket vannmassene så gjennomblandet at overmetning ikke ble oppnådd. På Tokt-3 ble overmetning funnet ned til dybder mellom 10 og 30 m på de ulike stasjonene, men ikke ytterst i Repparfjorden.

Figur 18 og 19 viser endring i saltholdighet og temperatur på de enkelte hydrografistasjonene mellom de tre tokene. Det generelle bildet er at overflatelaget får noe lavere saltholdighet på alle stasjonene fra Tokt-1 til Tokt-3, mens det skjer en økning av saltholdigheten i dypet i samme perioden. Økningen starter nær bunnen på dypere enn 90 m allerede mellom Tokt-1 og Tokt-2, og ved Tokt-3 er økningen skjedd i vannmassene dypere enn 60 m i Repparfjorden og dypere enn 40 m ytterst i Revsbotn. I midtre og indre del av Revsbotn økte saltholdigheten fra bunnen og helt opp til 10 m dyp mellom Tokt-2 og Tokt-3. Dette tyder på at det i siste halvdel av april har foregått en betydelig vannutskifting i begge fjordene, inkludert utskifting av bunnvannet i indre del av Repparfjorden. Økningen i saltholdighet tyder på at det har vært innstrømning av vann langs bunnen. Dette vannet har mest sannsynlig sin opprinnelse fra vannmassene ute på kysten og endringer i tetthetsgradienter der ute.

En omfattende vannutskifting i siste halvdel av april støttes også av de observerte endringene i temperatur (Figur 18 og 19). Temperaturen økte mest i overflatelagene i begge fjordene fra Tokt-1 til Tokt-2, med unntak av de ytterste stasjonene der temperaturen, som for saltholdigheten, økte i vannmassene dypere enn 90 m. I siste halvdel av april økte temperaturen markant i alle vannlagene i begge fjordene, med unntak av på ca. 20 m dyp i indre og midtre del av Revsbotn og helt i overflaten av indre og midtre del av Repparfjorden der vannet var 0,5-2,5°C lavere enn vannmassene på noen få meters dyp. I Repparfjorden skyldes dette isgang da en ispropp løsnet i Repparfjordelven kvelden før Tokt-3, og det ble observert en god del is flytende i fjorden.

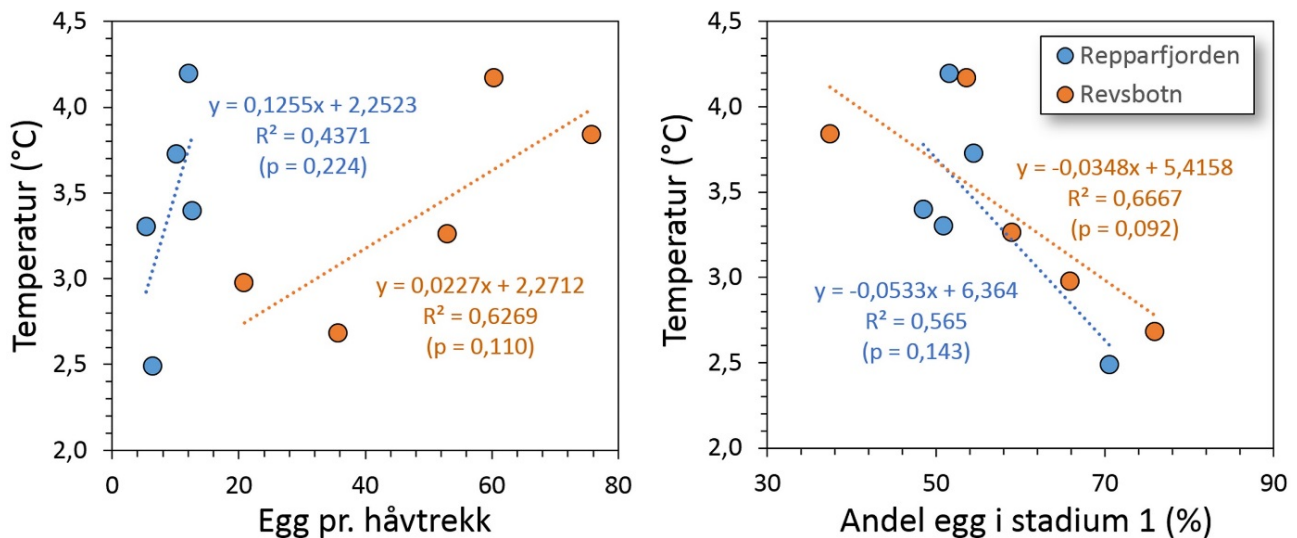
5 - Diskusjon

Siden det benyttes ulikt antall stasjoner i de to fjordene må eggmengde sammenlignes som egg pr. håvtrekk. Sammenlignet med tidligere eggundersøkelser i april og tidlig mai siden 2015 fortsatte nedgangen av eggmengdene i Revsbotn og Repparfjorden i 2019 (Figur 8). I begge fjordene ble en betydelig reduksjon i mengde egg først observert i 2018, og denne trenden fortsatte i 2019. For Repparfjorden og Revsbotn har reduksjonen i eggmengde siden 2017 vært på henholdsvis 47 og 61 % når det gjelder totalt antall egg i torskestørrelse. For egg i stadium 1 har reduksjonen siden 2017 vært på 51 % for Repparfjorden og 56 % for Revsbotn.

I Revsbotn ble det funnet færre egg enn i 2018, men fremdeles en høy andel av egg i stadium 1, selv om denne var noe lavere enn i 2018. I Repparfjorden var nedgangen i eggmengde fra 2018 noe mindre, mens andelen av egg i stadium 1 falt tilbake til samme nivå som årene i perioden 2015-2017 (Figur 8). Andelen av egg i stadium 1 var heller ikke spredd over større deler av fjordene som i 2018, men konsentrert til områder hvor det tidligere har vært høy andel av egg i stadium 1. Forholdet i mengde av egg mellom de to fjordene endret seg imidlertid for første gang siden 2015. Mens det tidligere har vært mellom 5,0 og 5,3 ganger mer egg i Revsbotn enn i Repparfjorden, ble det funnet kun 2,5 ganger mer egg i 2019. For egg i stadium 1 som representerer nærhet til gyteområdet, var det imidlertid ingen endring i forholdet mellom fjordene i 2019 (Figur 8). Dette betyr at eldre egg i større grad enten er blitt fjernet fra Revsbotn eller har blitt tilført Repparfjorden. Det er flere fenomener som kan forklare dette.

Eldre egg kan i ulik grad ha blitt fraktet ut av eller inn i Revsbotn og Repparfjorden grunnet hydrodynamiske forhold enn de fire forutgående årene. Siden gytingen ser ut til å foregå på spesifikke steder et stykke inne i de to fjordene med stadig produksjon av nygytte egg, vil økt eggtransport ut av området grunnet strømforhold også endre fordeling av egg i ulike aldre inne i de to fjordene. Økt transport grunnet strøm vil gi både færre egg og økt forekomst av egg i stadium 1 over større områder. Dette stemmer med observasjonene i 2018 der høy andel av egg i stadium 1 ble funnet over et betydelig større område enn i perioden 2015-2017, men ikke for 2019. I 2019 ble det funnet høy andel av eldre egg i Repparfjorden i slutten av april på stasjoner i ytre og midtre del av fjorden, samtidig som eggmengden på dette tidspunktet var på samme nivå som tidligere år. I samme tidsrom var det svært få egg i Revsbotn sammenlignet med tidligere år, men også her ble det nesten utelukkende funnet eldre egg i ytre del av fjorden. Hydrografiske data har tidligere vist at en fullstendig vannutskifting i de to fjordene kan skje innen en periode på ned mot en uke. I samsvar med dette ble det observert en betydelig vannutskifting i Repparfjorden og Revsbotn i slutten av april 2019. Dette kan ha ført til at Repparfjorden har fått tilført en større mengde eldre egg utenfra, noe som trolig ikke har vært tilfelle i Revsbotn. I Revsbotn kan utskiftingen derimot ha bidratt til at eldre egg har blitt vasket ut av fjorden.

Temperatur kan også påvirke eggutvikling. Lav temperatur fører til lengre utviklingstid, og dette kan øke andelen av egg i stadium 1. Lav temperatur og langsommere utvikling vil gi mer tid til transport av egg i et bestemt utviklingsstadium, og derved større sannsynlighet for de eldste eggene til å fraktes vekk fra gyteområdet og ut av fjorden. I 2019 var temperaturen vedvarende noe lavere i Revsbotn gjennom hele april, og Revsbotn viser også en høyere andel av egg i stadium 1. Figur 20 viser at det gjennom hele perioden undersøkelsene har foregått er en tendens til at lavere temperatur gir større andel egg i stadium 1 i begge fjordene, men at denne sammenheng ikke er statistisk signifikant.



Figur 20. Antall torskeegg gjennomsnittlig pr. håvtrekk (t.v.) og andel av egg i stadium 1 (t.h.) plottet mot gjennomsnittlig sjøtemperatur i april fra 5 til 50 m dyp i Repparfjorden og Revsbotn for årene 2015 til 2019. Linjene og formlene med tilhørende statistiske parametere (R^2 og p -verdi) er gitt for en lineær sammenheng mellom egg og sjøtemperatur i begge fjordene. En p -verdi mindre eller lik 0,05 angir statistisk signifikans.

En tredje mulighet er at det kan ha vært forskjell i eggdødelighet mellom de to fjordene. Både i 2018 og 2019 ble det observert ødelagte og tomme eggeskall i samme størrelse som torskeegg, og i 2019 ble disse funnet kun i Revsbotn (Figur 6). I alt 6 av 45 håvtrekk inneholdt slike egg, og i disse prøvene utgjorde de ødelagte eggene fra 2 til 12 % av prøven. Slik deformering er tidligere observert på egg i stadium 1 (van der Meeren 2019), og dette er derfor ikke tomme eggeskall etter klekking. Deformeringen kan ha sin årsak i episodisk mikrobiell aktivitet. Siden det ikke ble observert tråder på eggeskallet knyttet til fenomenet, er det mest sannsynlig at deformeringen skyldes bakterier som ødelegger eggeskallet. Dette fenomenet er tidligere observert på kveiteegg (Hansen m.fl. 1992). Eldre egg vil ha størst sannsynlighet for å bli ødelagt av en infeksjon fordi skadene vil være en funksjon av tid.

Det er uklart hva som er årsaken til nedgangen i eggmengde de siste to årene, men det er nærliggende å undersøke om dette kan ha en sammenheng med redusert gytebiomasse. Havforskningsinstituttet gjennomfører årlig undersøkelser av kysttorskbestanden. Figur 21 viser en indeks for gytemoden kysttorsk (5 år og eldre) fra Nord-Troms og Vest-Finnmark. Kysttorsk som gyter i Repparfjorden og Revsbotn, forventes å ha beiteområder denne regionen (Dragesund m.fl. 1986). Denne indeksen har vært fallende siden 2016 og er nå mer enn halvert fra nivåene i 2014 og 2015. Sammenhengen mellom eggmengde og indeksen for kysttorsk er statistisk signifikant for Repparfjorden og nær signifikant for Revsbotn, men ikke signifikant for egg i stadium 1 (Figur 22). Egg i stadium 1 vil trolig gjenspeile et mer realistisk bilde på omfanget av gytingen i en fjord fordi eldre egg i større grad kan være transportert av vannutskifting inn eller ut av fjorden.

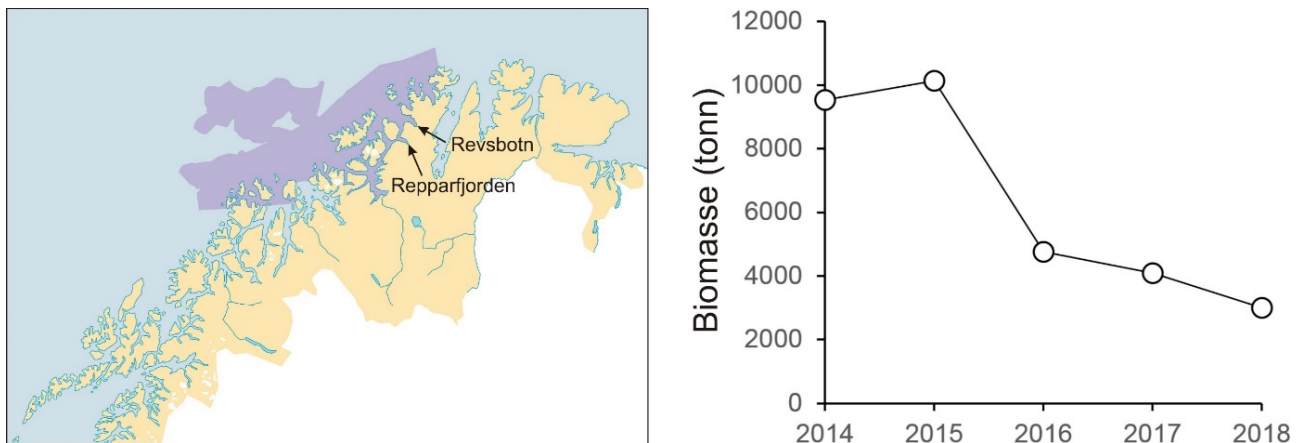
Noe av den generelle nedgangen i eggmengde de to siste årene kan også ha sin årsak i endring av gytetidspunkt. Dette har tidligere vært observert på Vestlandet hvor lav sjøtemperatur førte til seinere gyting (van der Meeren m.fl. 2012). Lokale fiskere har påpekt at innsig av gytemoden kysttorsk til Repparfjorden i 2019 først skjedde i mai (Einar Juliussen, pers. medd). I Repparfjorden og Revsbotn har 2018 og 2019 vært de to årene med lavest sjøtemperatur siden eggundersøkelsene startet i 2015. Kaldere sjø kan tenkes å forsinke innsiget av gytemoden torsk og utsette gytingen slik at den hovedsakelig kommer i mai. Resultatene så langt viser at det er en generell svak sammenheng mellom sjøtemperatur og eggmengde for april måned (Figur 20), men den observerte sammenhengen er ikke statistisk signifikant. Over de fem årene undersøkelsene har foregått er også andelen av egg i stadium 1 høyest i perioden før 20. april i begge fjordene, og med unntak av 2015 og 2018 i Repparfjorden og er det også flest egg i sjøen før 20. april (Figur 23). Dette tyder på at gytingen er avtagende mot slutten av april. Om det kommer nye grupper med torsk inn i de

to fjordene i mai som faktisk gyter og bidrar vesentlig til sesongens eggproduksjon, er ikke dokumentert. Men ett av eggtoktene gjennomført i 2015 (Tabell 1) har vist at noe gyting også kan foregå så sent som i slutten av mai (van der Meeren 2015).

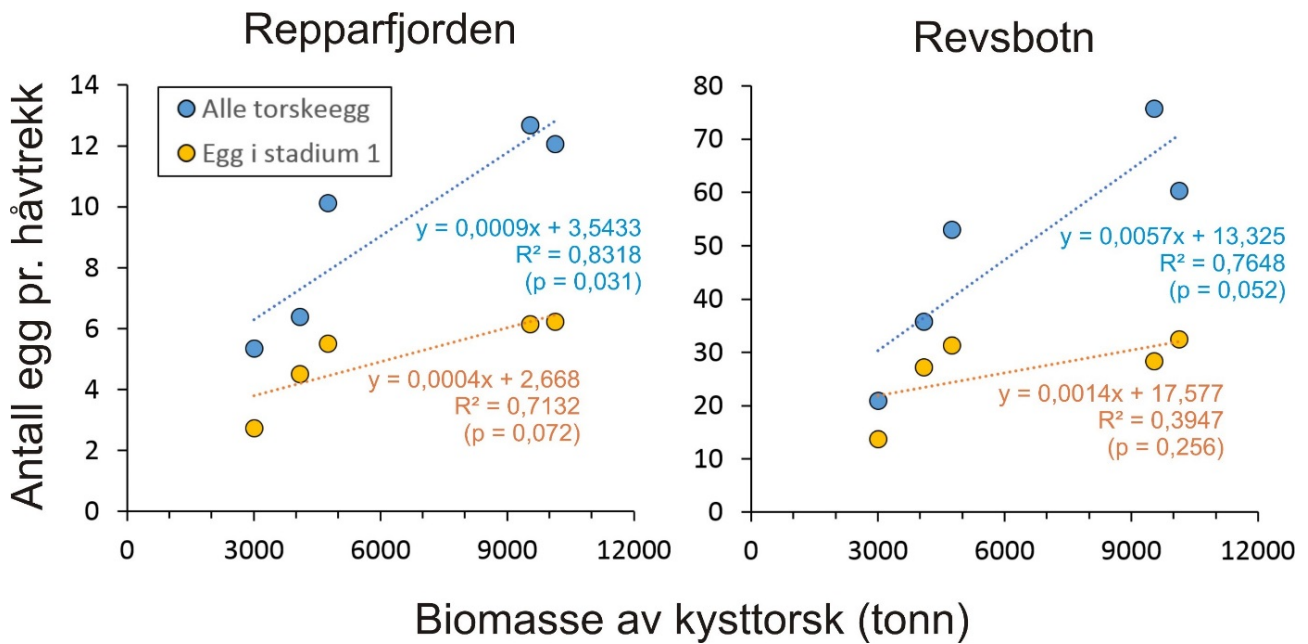
Både lokal stasjonær kysttorsk (fjordtorsk), vandrende kysttorsk og skrei vil kunne bidra til gytingen i de to fjordene. De observerte variasjonene i eggmengde vil derfor være avhengig av bestandstilstanden til både den lokale fjordtorsken, hvor stort innsiget av gytetorsk er og når dette eventuelt skjer. De innsamlede eggene er foreløpig ikke analysert med hensyn til DNA, og genetisk opphav er derfor ikke bestemt. Ut fra DNA-analyser kan torsk skilles fra andre arter. For torskeegg er det så langt mest realistisk at skrei kan skilles fra kysttorsk, mens vandrende kysttorsk og stasjonær fjordtorsk sannsynligvis ikke er mulig å skille fra hverandre.

5.1 - Repparfjorden

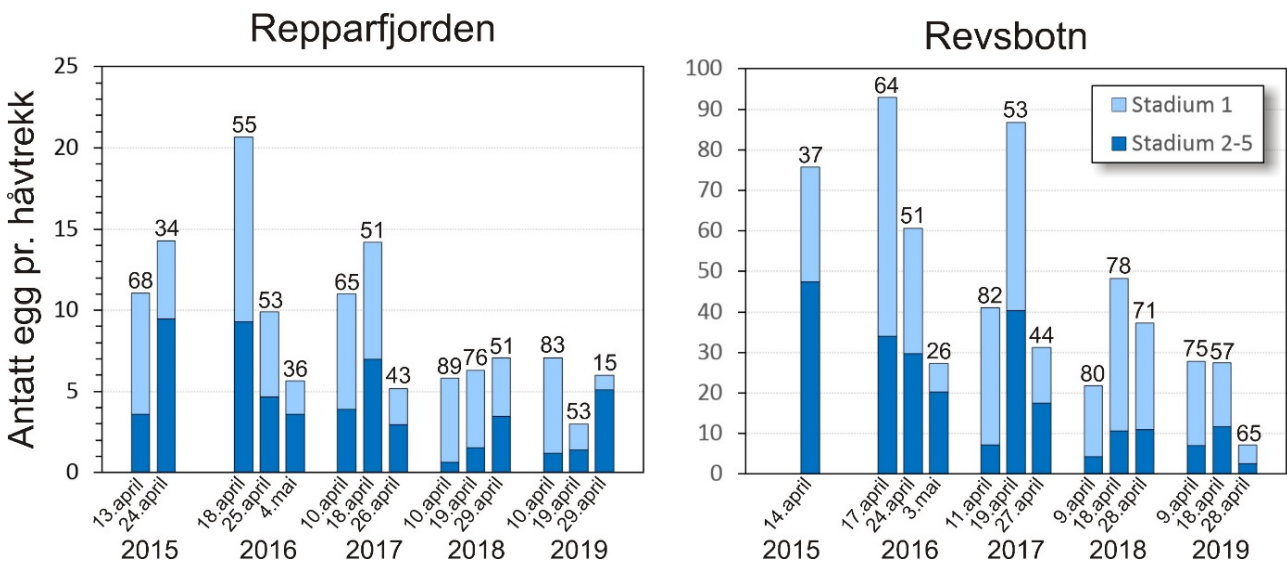
I Repparfjorden var mest egg på det første toktet i 2019, færrest egg midt i april og økt eggmengde igjen i slutten av måneden. Dette er i kontrast til tidligere år der Repparfjorden med unntak av 2018 har vist en høy grad av stabilitet i eggmengde med et maksimum i gyteintensitet noe etter midten av måneden. Den økte eggmengden i sluttet av måneden skyldes trolig transport av eldre egg utenfra til den ytre halvdel av fjorden fordi de lave eggmengdene i fjorden midt i april ikke kan forklare økningen i omfanget av eldre egg mot månedsskiftet. Transport av egg støttes også av vannutskiftingen som hydrografidata indikerer skal ha funnet sted siste uken i april.



Figur 21. Indeks for kysttorsk i Vest-Finnmark beregnet fra Havforskningsinstituttets tråldata samlet inn på kysttoktene som gjennomføres årlig i oktober og november. Indeksen (t.h.) er gitt som biomasse av torsk som er 5 år og eldre, og er beregnet for data samlet inn fra faste trålstasjoner i de lilla fargede områdene i kartet (t.v.) som omfatter fem starta: Alta, Hjelmsøy indre, Hjelmsøy Loppa, Sørøya indre og Fugløybanken. Kysttorsk og alder til torsken er bestemt ut fra øresteiner.



Figur 22. Gjennomsnittlig antall egg pr. håvtrekk i en gytesesong plottet mot en indeks for biomasse av kysttorsk i Vest-Finnmark høsten før gytesesongen (se Figur 21). Linjene og formlene med tilhørende statistiske parametere (R^2 og p -verdi) er gitt for en lineær sammenheng mellom indeksen og mengde av alle egg i torskestørrelse (blå) og egg i stadium 1 (oransje). En p -verdi mindre eller lik 0,05 angir statistisk signifikans.



Figur 23. Gjennomsnittlig antall egg pr. håvtrekk for hvert eggtokt siden undersøkelsene startet i 2015. Tall over søylene angir andel (%) av eggene i stadium 1.

Andelen av eggene i stadium 1 fulgte imidlertid mønsteret fra tidligere år, med størst andel tidlig i april og siden avtagende (Figur 23). I 2019 ble det funnet mest egg med relativt høy andel i stadium 1 fra området nord for Fæg fjordholmen, sør for Megrunden og vestover på sørsiden av fjorden (Figur 10). På det første toktet var egg i stadium 1 fordelt over store deler av fjorden mens det på andre toktet var egg i stadium 1 konsentrert nord for Fæg fjordholmen. Ut fra lokalisering av de yngste eggene i stadium 1 har gyting foregått i området fra syd for Megrunden (nord for Kaggelv) til nord for Fæg fjordholmen tidlig i april og hovedsakelig nord for Fæg fjordholmen like over midten av april. Dette området er innenfor nærsone av sjøarealet som er regulert til deponi for gruveavfall. Gyting

ser ikke ut til å ha foregått i noen særlig grad i slutten av måneden.

Akvaplan-niva AS sine undersøkelser i 2014 og Havforskningsinstituttets undersøkelser i perioden fra 2015 til 2019 viser at det er sannsynlig at gyting kan foregå i alle områdene fra området rundt Megrunden til innerst i Repparfjorden, men at det vil være variasjoner innen dette området fra år til år (Falk 2014; van der Meeren 2015; 2018; 2019; van der Meeren & Fosså 2017). Ut fra eggdata i 2019 kan heller ikke gyting lenger ute i fjorden utelukkes tidlig i april, men egg i stadium 1 kan her i større grad ha blitt transportert fra andre områder utenfor fjorden eller fra lengre inne i Repparfjorden. Når det gjelder mengden egg som gytes var dette relativt stabilt i perioden fra 2015 til 2017 med gjennomsnittlig 10,1-12,7 egg pr. håvtrekk, mens det i 2018 var en betydelig nedgang i eggmengde til 6,4 egg pr. håvtrekk. Dette har fortsatt i 2019 med ytterligere nedgang til 5,4 egg pr. håvtrekk (Figur 8). Data fra 2014 som lå til grunn for dokumentasjonen i forbindelse med reguleringen av deponiområdet, viser imidlertid langt lavere forekomst av egg (1,4 egg pr. håvtrekk i siste halvdel av april), uten at så lave nivåer er observert siden. Dette til tross for at det ble benyttet samme metodikk og til dels samme stasjonsnett i 2014 som de fem siste årene.

5.2 – Revsbotn

Det ble funnet betydelig færre egg i Revsbotn i 2019 enn i 2018, men i motsetning til Repparfjorden var det ingen vesentlig reduksjon i eggmengden midt i måneden. Økningen av eggmengden tidligere år til et maksimum like etter midten av april ble heller ikke observert i 2019. Sammenlignet med tidligere år var det også svært lite egg i Revsbotn i slutten av april. Mønsteret i gyteforløpet i Revsbotn i 2019 ser derfor ut til å ha vært noe forskjellig fra perioden 2016-2018 der et maksimum i eggmengde opptre like over midten av måneden. Et slikt maksimum var trolig også tilfelle i 2015 (van der Meeren 2018).

I 2019 ble mest egg funnet innerst i Revsbotn fra syd for Landgrunden og utover et stykke langs nordsiden av fjorden. Dette er i samme området hvor de høyeste konsentrasjonene av egg er observert tidligere og indikerer en stabilitet i gyteplasser og muligens også strømningsmønster i fjorden. Tilsvarende som i 2018 ble det nesten ikke funnet egg langs sydsiden av fjorden, noe som er i kontrast til 2016 og 2017 da betydelig flere egg ble observert her. Det befinner seg to oppdrettsanlegg i dette området (på Danielsvika og Turnesbukta), men det er ikke holdepunkter for å konkludere med at disse kan ha hatt innvirkning på nedgangen i eggmengde langs sydsiden av Revsbotn de siste to årene da det mangler en tidsserie fra før oppdrettsanleggene ble etablert, både i Revsbotn og på en referanselokalitet uten oppdrett. Siden undersøkelsene startet er det funnet lav andel av egg i stadium 1 i dette området, og dette tyder på at gyting ikke har foregått i denne delen av fjorden siden 2015. Høye eggantall langs sydsiden i 2015 var knyttet til egg i stadium 5 (trolig skrei) som hadde drevet inn fra områder lengre ute (van der Meeren 2015).

Andelen av eggene i stadium 1 fulgte ikke mønsteret fra tidligere år i Revsbotn, hvor det er funnet størst andel egg i stadium 1 tidlig i april og deretter avtagende utover i måneden (Figur 23). I 2019 økte andelen av egg i stadium 1 i slutten av måneden samtidig med at eggmengden var på sitt laveste nivå siden undersøkelsene startet. Nedgangen i eggmengden kan ha sin forklaring i økt transport av eldre egg ut fjorden i forbindelse med utskiftingen av vannmassene som hydrografidata indikerer har funnet sted den siste uken i april. Dette, kombinert med noe forekomst av gyting innerst i fjorden, kan også forklare økt forekomst av egg i stadium 1.

Gytingen i Revsbotn ser ut til å være lokalisert til området rundt grunnene i indre del av fjorden i hele april, og like utenfor Kokelv tidlig i april. Områdene der gytingen har foregått i 2019 samsvarer med observasjonene fra tidligere år, med unntak av 2018 da gytingen trolig også skjedde midt i fjorden.

5.3 – Samlet vurdering

Sammenlignet med tidligere år var mengden egg ytterligere redusert i begge fjordene i 2019, med en nedgang på 16 og 42 % fra 2018 for henholdsvis Repparfjorden og Revsbotn. Reduksjonen ser ut til å være en trend siden 2016 og kan tolkes som at det er færre eller yngre torsk (redusert gytebiomasse) som bidrar til gytingen i disse to fjordene. Denne reduksjonen kan også ha bidrag fra andre årsaker enn redusert gytebiomasse i Revsbotn og Repparfjorden. Det

kan imidlertid ikke konkluderes med hvilke faktorer som kan ha bidratt mest til redusert eggmengde.

Forholdet mellom de to fjordene når det gjelder eggmengde var i 2019 for første gang avvikende siden undersøkelsene startet i 2015. Vannutskifting, mikrobiell aktivitet og temperaturforskjeller som kan påvirke gyting og eggutvikling, kan alle ha bidratt til dette. Mest sannsynlig var transport av eldre egg inn i ytre del av Repparfjorden i siste halvdel av april en viktig faktor i denne sammenheng. Temperatur innenfor de observerte nivåene er trolig mindre viktig, siden sammenhenger mellom temperatur og eggmengde ikke er statistisk signifikante. Forholdet mellom de to fjordene for egg i stadium 1 var imidlertid ikke avvikende sammenlignet med tidligere år, og stadium 1 representerer nærhet til selve gytingen. Reduksjonen i mengde egg i stadium 1 fra 2017 til 2019 var størst det siste året, tilsvarende 63 og 77 % av nedgangen de to årene for henholdsvis Repparfjorden og Revsbotn.

Mengden egg kan derfor først og fremst være et resultat av redusert gytebiomasse i april, som kan omfatte både lokal fjordtorsk og innsig av gytetorsk. Nedgangen i indeksen for kysttorsk i Vest-Finnmark de siste årene er spesielt interessant i denne sammenheng. Endringer og variabilitet i innsig og gytetidspunkt kan likevel ikke utelukkes som medvirkende årsak, da det ikke foretas eggtokt sent i mars eller ut i mai for å undersøke dette. Omfattende gyting i mars burde kunne observeres som forekomst av en del torskelarver i prøvene i april, men dette har ikke vært tilfelle. I 2015 ble gyting observert seint i mai, men det var relativt få egg som ble funnet på dette tidspunktet.

Observasjonene i 2019 viser ytterligere variabilitet til avvikene fra 2018, sammenlignet med det som er observert tidligere under eggundersøkelsene i Repparfjorden og Revsbotn. Dette understreker betydningen av tidsserier i denne typen studier der effekter på økosystemet skal vurderes før og etter en påvirkning fra menneskelig aktivitet.

6 - Litteratur

Espeland SH, Albretsen J, Nedreaas K, Sannæs H, Bodvin T, Moy F (2013). Kartlegging av gytefelt. Gytefelt for kysttorsk. Fisken og havet 1/2013, 43 s.

Falk AH (2014). Kartlegging av gytefelt for kysttorsk i Repparfjorden 2014. Akvaplan-Niva ref. 421.7009, Notat til Nussir ASA, 9 s.

Hansen, GH, Bergh, Ø, Michalsen, J, Knappskog, D (1992). *Flexibacter ovolyticus* sp. nov., a pathogen of eggs and larvae of Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L. International Journal of Systematic Bacteriology, 42, 451-458.

Dragesund, O, Godø, OR, Høyen, A (1986). Sluttrapport forskningsprogrammet for kystnære bunnfiskbestander. Norges Fiskeriforskningsråd, Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, februar 1986, 71 s.

Thompson BM, Riley JD (1981). Egg and larval development studies in the North Sea cod (*Gadus morhua* L.). Rapp. P.-v. Reun. Cons. Int. Explor. Mer, 178, 553-559.

van der Meeren, T, Jørstad, KE, Paulsen, OI, Dahle G (2012). Offspring from farmed cod (*Gadus morhua* L.) spawning in net pens: documentation of larval survival, recruitment to spawning stock, and successful reproduction. ICES CM 2012/P:11, (in mimeo), 12 s.

van der Meeren T (2015). Rapport fra eggundersøkelser i Repparfjorden og Revsbotn 2015. Rapport fra Havforskningen nr. 13-2015, 19 s.

van der Meeren T, Fosså JH (2017). Rapport fra eggundersøkelser i Repparfjorden og Revsbotn i april og mai 2016. Rapport fra Havforskningen nr. 9-2017, 20 s.

van der Meeren T (2018). Rapport fra eggundersøkelser i Repparfjorden og Revsbotn i april 2017. Rapport fra Havforskningen nr. 15-2018, 20 s.

van der Meeren T (2019). Rapport fra eggundersøkelser i Repparfjorden og Revsbotn i april 2018. Rapport fra Havforskningen nr. 5-2019, 33 s.



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes
5817 Bergen
E-post: post@hi.no
www.hi.no