



OVERVÅKING AV BLÅSKJELLBESTANDEN – GRUNNUNDERSØKELSE 2021 OG 2022

Tore Strohmeier, Øivind Strand, Paul Gatti og Antonio Aguera Garcia (HI)

RAPPORT FRA
HAVFORSKNINGEN
NR. 2022-38

Tittel (norsk og engelsk):

Overvåking av blåskjellbestanden – grunnundersøkelse 2021 og 2022

Rapportserie:

Rapport fra havforskningen 2022-38
ISSN:1893-4536

År - Nr.:

2022-38

Dato:

15.11.2022

Forfatter(e):

Tore Strohmeier, Øivind Strand, Paul Gatti og Antonio Aguera Garcia (HI)

Forskningsgruppeleder(e): Carsten Hvingel (Bentiske ressurser og prosesser)

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

Distribusjon:

Åpen

Prosjektnr:

15619-04

Oppdragsgiver(e):

NFD

Program:

Kystøkosystemer

Forskningsgruppe(r):

Bentiske ressurser og prosesser

Antall sider:

26

Sammendrag (norsk):

Blåskjell (*Mytilus sp.*) er utbredt langs hele kysten av Norge. I de siste 15 årene har Havforskningsinstituttet (HI) mottatt meldinger om at blåskjell er blitt borte fra steder hvor det vanligvis sankes skjell. HI utviklet i 2020 en metode for å overvåke regionale bestander av blåskjell. Overvåkingen har et overordnet mål om å klargjøre om blåskjellbestandene endres over tid. Dersom bestanden er i endring skal overvåkingen også fremskaffe datagrunnlag for å avdekke mulige årsaker til endringer. Overvåkingen ble startet i 2021 og er gjennomført for fire regioner (Øst, Sør, Vest og Nord). Innenfor hver region undersøkes 50 – 100 stasjoner langs tidevannsonen. Hver stasjon dekker vel 100 meter kystlinje. Alle stasjoner er tilfeldig trukket og forekomst av blåskjell bestemmes etter følgende kategorier: i. sammenhengende dekke, ii. flekkvis fordeling eller iii. få eller ingen blåskjell.

Grunnundersøkelsene for årene 2021 og 2022 viser at blåskjell forekommer i alle regioner, fra innerst i fjord til eksponert kyst. De største sammenhengende forekomstene finnes i midtre til indre del av Hardangerfjorden. Oslofjorden har minst sammenhengende forekomster av blåskjell, men mest flekkvis fordeling av blåskjell. Det bemerkes også at forekomsten av blåskjell i midtre og indre del av Oslofjorden har en dominans av eldre (e.g. store) skjell. Dette indikerer at senere års påslag av yngel har hatt en begrenset rekruttering inn i bestanden. Region Sør (kun data fra 2022) har størst andel av kystlinje med få eller ingen blåskjell, og sammenhengende og flekkvise bestander forekommer spredt over regionen. I nord finnes de største forekomster i kystnære områder og med vekslende og begrensede forekomster i midtre fjordområder.

Innhold

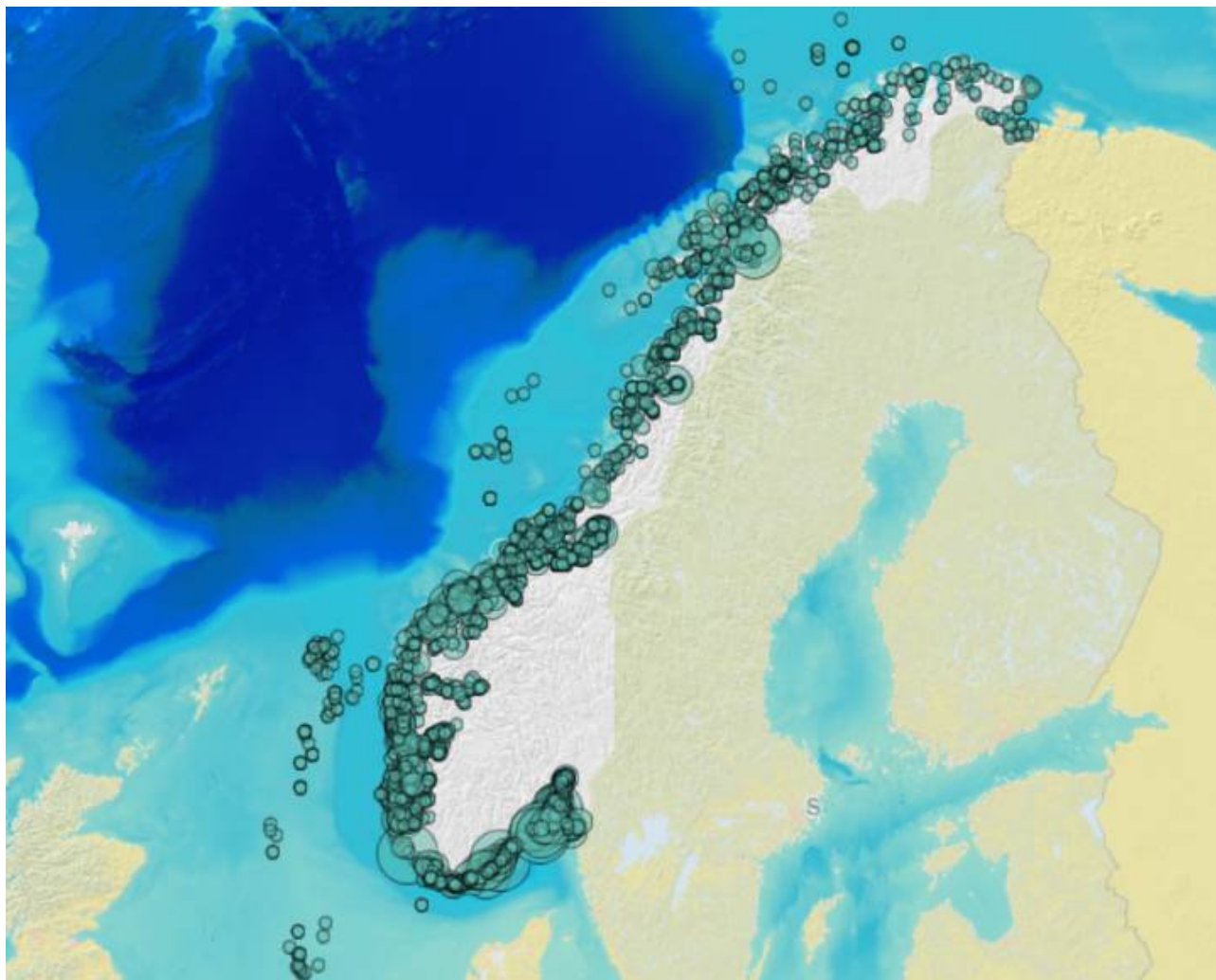
| | |
|------------------------------------|----|
| Innledning | 5 |
| Metode | 7 |
| Resultat og diskusjon | 10 |
| Referanser | 19 |
| Vedlegg | 20 |

Innledning

Blåskjell er utbredt langs hele kysten av Norge. I de siste 15 årene har HI mottatt meldinger om at blåskjell er blitt borte fra steder hvor det vanligvis sankes skjell [1]. Samtidig vet vi at utbredelsen av blåskjell i Nord Atlanteren er i endring [2-4, 7, 8, 12]. Blåskjellbestanden i Norge har så langt ikke vært overvåket og vi har begrenset kunnskap om naturlig variasjon i forekomst og mulige endringer i bestanden langs norskekysten. Med bakgrunn i den allmenne interesse og bekymring for tilstanden i bestander av blåskjell langs kysten og blåskjellenes viktige rolle i grunne økosystemer (i og under tidevannssonen) startet Havforskningsinstituttet prosjektet «Overvåking av blåskjellbestanden». Prosjektet har som overordnet mål «å klargjøre om blåskjellbestandene endres over tid, og starte innsamling av data for eventuelt kunne avdekke årsaker til endringer».

Kunnskap om lokal og regional forekomst av bestander med relevans for overvåkingen synes å være begrenset til følgende undersøkelser: Bøhle [5, 6] kartla forekomst i Oslofjorden ut til Rauer og Tønsbergfjorden, og omtalte forekomsten som «Blåskjell finnes i de fleste deler av fjorden ned til 10 m, men i svært varierende mengde». «Overalt i Oslofjorden finner en de største skjell på dypere vann». Nøland [9] analyserte data fra programmene Økokyst og Lange Tidsserier for endringer i forekomst av blåskjell i Ytre Oslofjord. Analysen viser nedgang i forekomst av voksne skjell i perioden 2000-2013, hvoretter bestanden synes å ha stabilisert seg. I motsetning til voksne skjell viser unge (juvenile) skjell en jevn økning i forekomst for perioden 1990-2020. Olafsson og Høisæter [10] utviklet metode for beregning av biomasse for bestander i Lindåspollene (Vestland) og fant gjennomsnittlig biomasse på 4 kg per meter over en strekning strandlinje på 86 km. I forbindelse med oppblomstringen av giftalgen *Chrysochromulina* i 1988 ble reetablering av bunnfauna på Sørlandet undersøkt frem til 1993. Her ble det vist hvordan store endringer i rovdyrbestand (primært sjøstjerne) påvirker forekomst av blåskjell (Leinestad m fl 1994). Tidligere undersøkelser utgjør et begrenset startpunkt for sammenligning av data i utvikling av bestanden.

Blåskjell er en nøkkelart i mange grunne marine økosystemer hvor de utfører en rekke tjenester [11]. Funn av blåskjell er tilgjengelig i artsdatbanken.no (se kart under) hvor bestanden er karakterisert som livskraftig. Blåskjell er utbredt langs hele norskekysten og forekommer fra indre deler av fjorder til ytre kyststrøk, inkludert på installasjoner langs kontinentalsokkelen. Blåskjell gyter fra våren og blåskjellarvene fester seg med byssustråder til en rekke ulike harde underlag. Normalt finnes muslingene i tidevannssonen og ned til ca. 10 meters dyp. De tolererer store variasjoner i saltholdighet og temperatur og finnes således i en rekke ulike habitater og geografiske miljøgradienter. Blåskjell er en viktig kilde til føde for mange rovdyr som inkluderer evertebrater (sjøstjerner, kråkeboller, krabber, snegler, etc), fisk (berggytter, ål, ørret, etc) og fugl (ærfugl, måker, tjeld, etc). Det er ukjent hvor mye bestandene variere mellom år, og det er nødvendig å klargjøre naturlig variasjon som del av en evaluering om det er endring i forekomst av bestanden. Dette vil kreve overvåking over atskillige år.



Registrerte funn av blåskjell (kart fra nov 2021). Artsdatabanken.

Metode

Metoden er utviklet med formål om å avklare om blåskjellbestanden er i endring. Dersom bestanden er i endring, skal metoden også kunne fremskaffe data for å avdekke mulige årsaker til endring. Ved utvikling av metoden har vi vektlagt at blåskjell forekommer tilnærmet langs hele Norskekysten, i de fleste grunne habitater og over store miljø- og geografiske gradienter. Dette fordrer en metode som dekker store avstander og som samtidig har høy tetthet av stasjoner, for å avdekke lokale endringer. For å oppnå tilstrekkelig tetthet av stasjoner er det behov for en enkel og hurtig klassifisering av forekomst og metadata. Havforskningsinstituttet (HI) har fått flest meldinger om nedgang i bestanden fra Øst-, Sør- og Vestlandet, og disse regionene er prioritert i overvåkingen.

Forekomst av blåskjell overvåkes i gradientene eksponering og salinitet. Dette er i praksis gradienten fra indre fjord og ut til og med eksponert kyst. Overvåkingen inkluderer også stasjoner over breddegrad, fra Arendal i sør til Tromsø i nord. Vi har startet overvåking i følgende fire regioner i. Øst (Oslo til Tønsberg/Hvaler), ii. Sør (Grimstad til Risør), iii. Vest (Hardangerfjorden, Osa til Selbjørn) og iv. Nord (Tromsø, Nordkjosbotn til Tromvik). Områdene er avmerket på kartet under.



Regionene har en utbredelse i luftlinje som strekker seg fra 60 til 130 km. Innenfor regionene er det stedefestet tilfeldig utvalg av stasjoner (randomized line sections, QGIS). Antall stedefestede stasjoner i hver region er høyere enn de som planlegges gjennomført (50-100 stasjoner), slik at en tar høyde for stasjoner som ikke kan undersøkes som naturreservater, travle havner, militære områder etc. Merk at stasjoner undersøkes selv om habitatet vurderes som uegnet for blåskjell. Hver stasjon har en lengde av ca 100 meter i horisontal utbredelse langs tidevannssonen.

Forekomst av blåskjellene registreres visuelt i tidevannssonen og ned til det dyp som sikten tillater. Registreringer gjennomføres enten ved å svømme langs tidevannssonen, å gå i tidevannssonen eller fra båt. Erfaring viser at hvor det er

liten forskjell i tidevannet (e.g. < 1 m) er svømming å foretrekke for de fleste typer av habitater. Dette inkluderer habitater med mye vegetasjon, steiner og sprekker og/eller hvor det er utfordrende å fote seg i tidevannsonen. Observatør logger GPS posisjon kontinuerlig (0.2 Hz). Registreringer (posisjon, tid, forekomst, alderssammensetning av blåskjell, habitat, annen utvalgt fauna og flora og bilder) gjøres i programvaren «Shellfish monitoring tool» (se under). Undersøkelsene gjennomføres i mai – juni i Sør-Norge og august – september i Nord-Norge. Data for baselineundersøkelse er gjennomført i 2021 og 2022 for region Vest, Øst og Nord og i 2022 for region Sør.

Forekomst av blåskjell bestemmes etter graden av horisontalt dekke etter følgende tre kategorier:

1. Sammenhengende forekomst. Tilnærmet sammenhengende horisontal forekomst av blåskjell i habitatet. Blåskjell dekker 100% av en tenkt horisontal linje i lokaliteten. Skjellene trenger dermed ikke å være ved siden av hverandre (selv om de ofte er det). Det tas ikke hensyn til tykkelsen (e.g. vertikal utbredelse) til den horisontale linjen. Det tillates opptil to meters avbrudd i forekomst. Forekomst etter kategori 1 medfører dermed at blåskjell forekommer sammenhengende minst to meter, men kan tidvis ha korter brudd på linjen korter enn 2 meter.
2. Flekkvis forekomst. Flekkvis forekomst av skjell inkluderer sammenhengende horisontal forekomst av skjell med mindre enn to meter i utbredelse, flekkvise grupper av skjell og enkeltskjell, hvor største avstand mellom horisontale observasjoner er satt til fem meter.
3. Ikke- eller svært begrenset forekomst. Enkelte blåskjell eller grupper med få blåskjell kan forekomme med mer enn fem meter horisontal avstand mellom observasjoner, men normalt observeres ikke blåskjell.

Observatør rapporterer også følgende metadata om forekomsten:

1. Dominerende habitat (type bunn: Fjell, steiner, grus, sand eller bløtbunn)
2. Alderssammensetning av blåskjell (0+, 1+, 2++)
3. Assosierte arter (flora og fauna, ~ 20 arter)
4. Georeferert bilde av stasjon over vann og bilder av dominerende habitat og skjellforekomst under vann.

Program for registrering og visualisering av observasjoner – «Shellfish monitoring tool».

Vi har utviklet programvaren Shellfish monitoring tool (http://shellfish.hi.no/monitoring_app/) til å registrere og georeferere data og bilder. Programvaren brukes til å registrere forekomst av blåskjell, metadata og til å synkronisere posisjonslogg med observasjoner og bilder. Programvaren «mussel population survey» (https://shellfish.hi.no/mussel_mapping/) presenterer kart over forekomst og viser bilder og data fra stasjonene. Programvaren utvikles i takt med erfaringer fra feltarbeid og klargjøring av behov. Programvaren for registrering og visualisering er per november 2022 begrenset til brukere med adgang til HI sine sikre servere.

Resultat og diskusjon

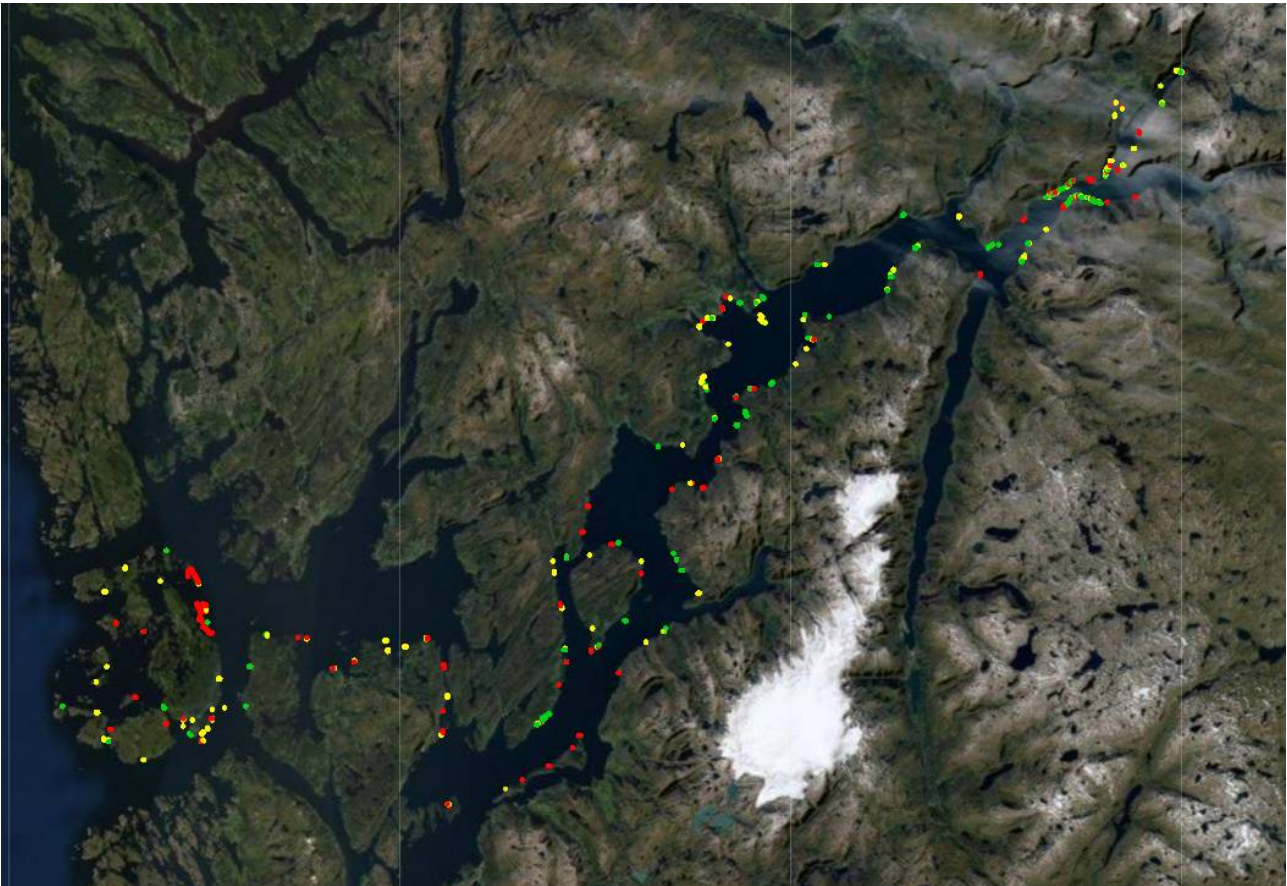
Region Vest - gradient fra Osa til Selbjørn

I Figur 1 er det 155 stasjoner med en gjennomsnittlig lengde på 128 meter. Disse stasjonene er tilfeldig utvalg (e.g. «randomized line sections»), og utgjør startpunkt for analyser av trender og fremtidig sammenligning av forekomst av bestanden. Resultatene for startpunkt er gitt i Tabell 1. I tillegg viser karter noen lengre linjer som vil bli brukt til stedsspesifikk vurdering av forekomst av bestanden over tid. Disse dataene inngår ikke startpunkt for analyser av trender og sammenligning av bestanden.

Grunnundersøkelsen viser 19,8 km med undersøkt kystlinje, og en kystlinje dominert av sammenhengende (36%) og flekkvis fordeling (38%) av skjell. Blåskjell forekommer i alle deler av den undersøkte regionen. De største sammenhengende forekomster finnes i indre til midtre deler av fjordsystemet, med en mer flekkvis fordeling av blåskjell og habitater uten skjell ut mot kysten. Generelt finnes det flere kohorter (aldersklasser) av blåskjell i fjordsystemet innenfor Tysnesøy, mens blåskjell i de utenforliggende områder domineres mer av yngre skjell (e.g. årets yngel (0+) og ett år gamle skjell (1+)). Flere år med overvåking vil gi et mer detaljert bilde over forekomst og naturlige svingninger i bestanden. Undersøkelsen viser at sammenhengende forekomst av blåskjell er mest fremtredende i region Vest.

Tabell 1. Forekomst av blåskjell i region Vest for 2021 og 2022.

| kategori | meter (m) | % |
|----------|-----------|-----|
| 1 | 7192 | 36 |
| 2 | 7489 | 38 |
| 3 | 5092 | 26 |
| sum | 19773 | 100 |



Figur 1. Kart over forekomst av blåskjell for region Vest. Dataene ble innsamlet våren 2021 og 2022. Grønt = tilnærmet sammenhengende forekomst, gult = flekkvis fordeling og rødt = ikke eller svært begrenset forekomst av blåskjell.

Estimat av biomasse i region Vest (Hardangerfjorden)

Som et tillegg til grunnundersøkelsen ble biomasse og størrelsesfordeling av skjell (e.g. skallende) undersøkt i region Vest i 2021. Total biomasse ble estimert til 14 407 tonn. Det bemerkes at antall prøvetakningsstasjoner var lavt (11), samt at variasjon i biomasse var høy innenfor kategoriene og stasjonene. Dette betyr at det er stor usikkerhet knyttet til estimert biomasse i Hardangerfjorden. Arbeidet er beskrevet i vedlegg 1.

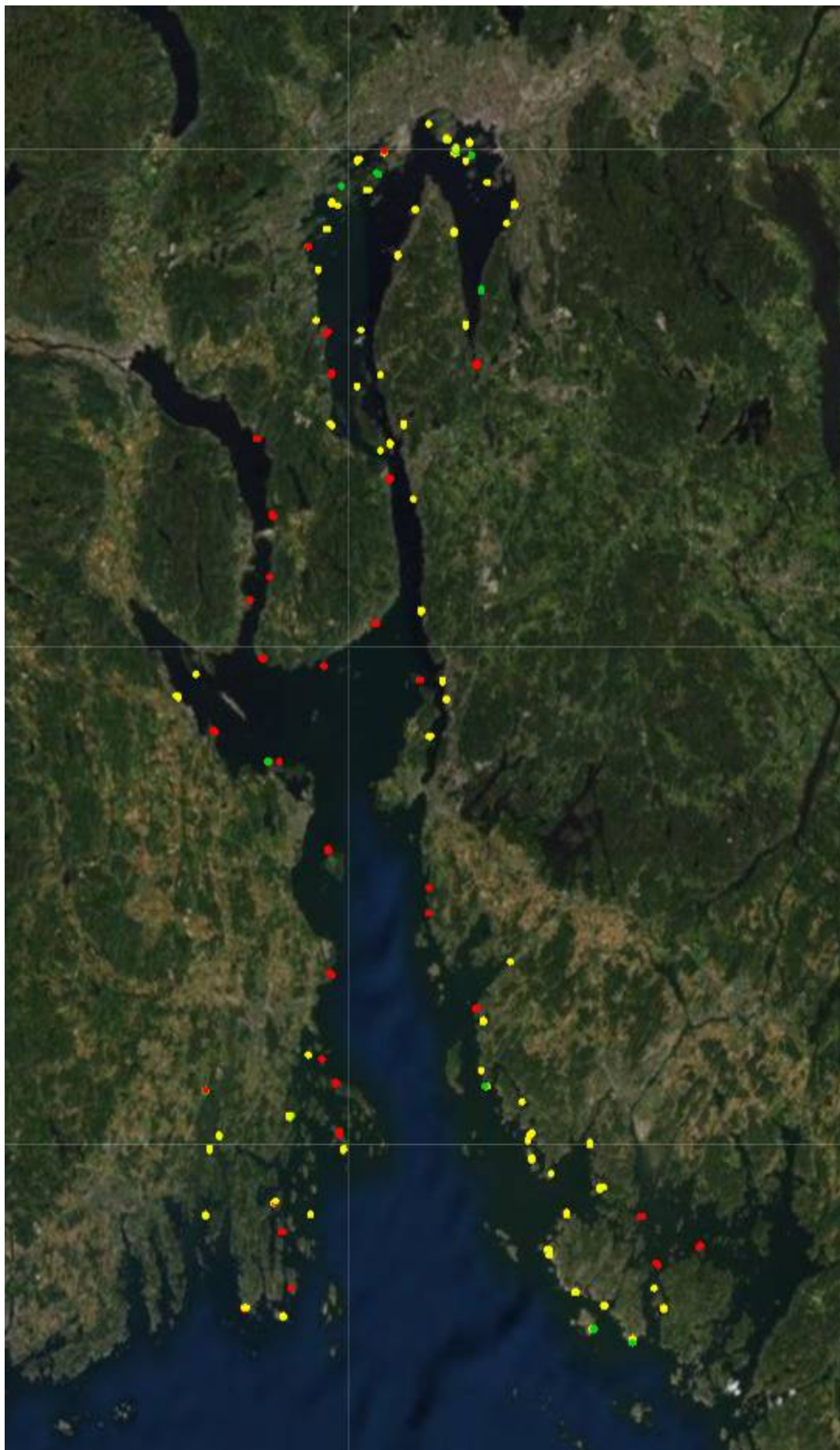
Region Øst – gradient fra Oslo til Tønsberg og Hvaler.

I Figur 2. er det 100 stasjoner med en gjennomsnittlig lengde på 133 m. Grunnundersøkelsen viser 13,3 km med undersøkt kystlinje. Kystlinjen er dominert av flekkvis fordeling (57 %, tabell 2) av skjell. Blåskjell forekommer i det meste av den undersøkte regionen med unntak av den sterkt ferskvannspåvirkede Drammensfjorden og ved utløpet til Glomma. Forekomsten av blåskjell er dog mest fremtredende i indre og ytre del av fjorden. Strekket fra Asker til Fredrikstad karakteriseres av flekkvise forekomster av blåskjell, mens det blir noe mer sammenhengende bestander i eksponerte deler av kysten av Hvaler.

Det ble observert lite yngel og små skjell i indre del av Oslofjorden, som motsvarer observasjonene fra ytre del av Hvaler. Dette indikerer at senere års påslag av yngel har hatt begrenset rekrutering inn i bestanden. Påslag og forekomst av yngel vil bli følg opp i kommende overvåking av blåskjellbestanden. Region Øst har lavest forekomst av sammenhengende blåskjell i overvåkingen, men har høyes forekomst av habitater med flekkvise forekomster.

Tabell 2. Forekomst av blåskjell i region Øst i 2021 og 2022.

| kategori | meter | % |
|----------|-------|-----|
| 1 | 1622 | 12 |
| 2 | 7544 | 57 |
| 3 | 4173 | 31 |
| sum | 13339 | 100 |



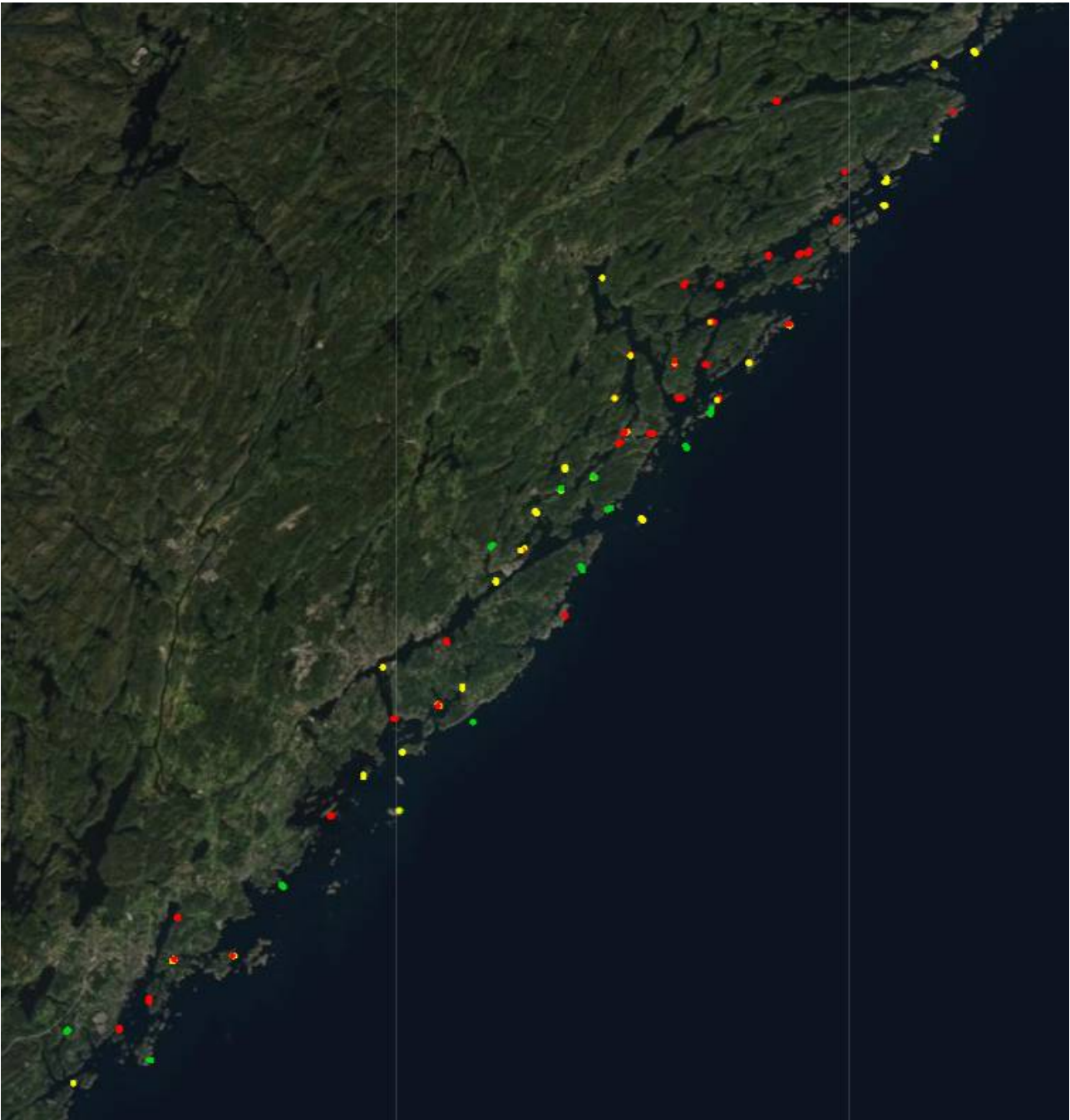
Figur 2. Kart over forekomst av blåskjell for region Øst. Grønt = tilnærmet sammenhengende forekomst, gult = flekkvis fordeling av skjell og rødt = ikke eller svært begrenset forekomst av blåskjell.

Region Sør– gradient fra Risør til Homborøya.

Data til forekomst av blåskjell i region i Sør er basert på kun ett feltarbeid, som ble gjennomført i 2022. I Figur 3. er det 60 stasjoner med en gjennomsnittlig lengde på 133 m. Grunnundersøkelsen viser 8 km med undersøkt kystlinje. Kystlinjen er dominert av få eller ingen blåskjell (46 %, tabell 2), og er dermed den regionen langs kysten med hyppigst fravær av blåskjell. Sammenhengende (24 %) og flekkvise bestander (31 %) av blåskjell forekommer spredt i regionen, hvor større sammenhengende bestander (voksne skjell) tenderer å forekomme i beskyttede, grunne sund med god vannutveksling eller som påslag av yngel på eksponert lokaliteter.

Tabell 3. Forekomst av blåskjell i region Sør i 2022.

| kategori | meter | % |
|----------|-------|-----|
| 1 | 1887 | 24 |
| 2 | 2438 | 31 |
| 3 | 3649 | 46 |
| sum | 7974 | 100 |



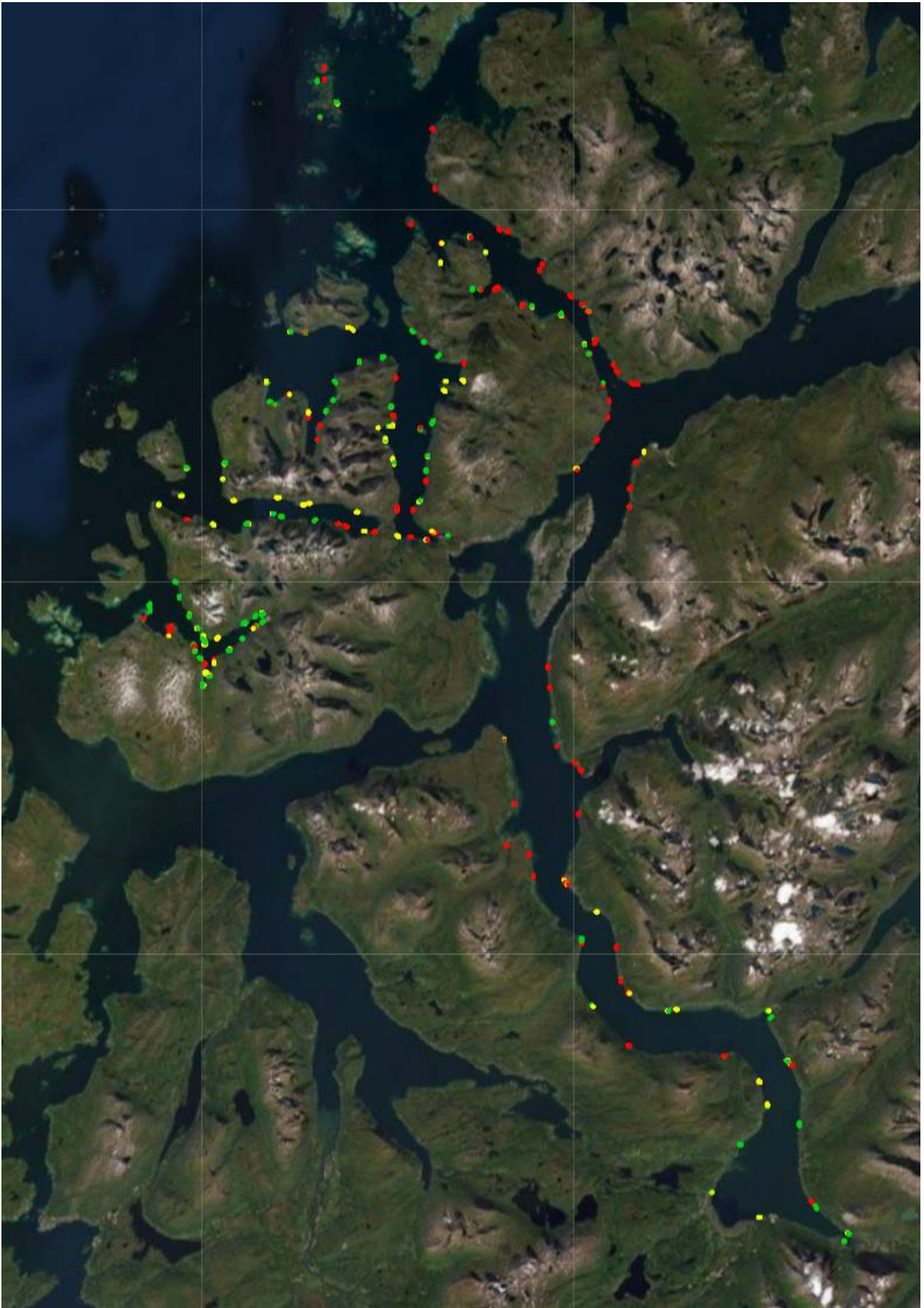
Figur 3. Kart over forekomst av blåskjell for region Sør. Grønt = tilnærmet sammenhengende forekomst, gult = flekkvis fordeling av skjell og rødt = ikke eller svært begrenset forekomst av blåskjell.

Region Nord – gradient fra Nordkjosbotn til kyst.

I Figur 4. er det 194 stasjoner med en gjennomsnittlig lengde på 137 m. Grunnundersøkelsen viser 26,5 km med undersøkt kystlinje. Hovedvekten av sammenhengende (32%) og flekkvise (26%) blåskjellforekomster finnes i ytre kystområder og i indre del av fjordsystemet. Større blåskjellbanker forekommer i ytre beskyttede kystområder. Det er relativt lav forekomst av blåskjell i midtre del av Balsfjorden og i Kvalsundet, og få eller ingen skjell utgjør totalt 42% for regionen (tabell 4).

Tabell 4. Forekomst av blåskjell i region Nord i 2021 og 2022.

| kategori | meter | % |
|----------|-------|-----|
| 1 | 8520 | 32 |
| 2 | 6950 | 26 |
| 3 | 11024 | 42 |
| sum | 26494 | 100 |



Figur 4. Kart over forekomst av blåskjell for region Nord. Grønt = tilnærmet sammenhengende forekomst,

gult = flekkvis fordeling av skjell og rødt = ikke eller svært begrenset forekomst av blåskjell.

Oppsummering av grunnundersøkelsen av blåskjellbestanden i Norge.

I dag har vi mer enn 500 undersøkte stasjoner i tidevannsonen. Vi finner blåskjell i varierende forekomst fra innerst i fjorder til eksponert kyst i alle undersøkte regioner. Miljøfaktorer som temperatur og salinitet synes å ha liten innvirkning på utbredelse, bortsett fra sterkt ferskvannspåvirkede lokaliteter (som f. eks. Drammensfjorden). Innenfor alle regioner er det mange og ofte hyppige endringer i mikrohabitater i tidevannsonen. Dette kan være endringer i strømhastighet, substrattypen (fjell, stein, grus, sand, mudder etc) og hellingsgrad- og retning. Noen habitater utelukker blåskjell, som mudder, sand- og rullesteinstrender, mens vekslende forekomster finnes på fjell og steingrunn. Artsmangfoldet av både planter og dyr øker fra indre deler av fjorder og ut mot kysten. Med dette øker også konkurransen om plass og muligheten for at blåskjell blir spist av rovdyr. For å bedre forstå hvordan miljøet, habitater og assosiert flora og fauna sammen er med på å forme utbredelse og forekomst av blåskjell i tidevannsonen vil vi starte habitatmodellering av bestanden neste år. Over tid ventes det at modelleringen vil peke på eventuelle endringer i bestanden og hva som er årsaken(e) til endringer.

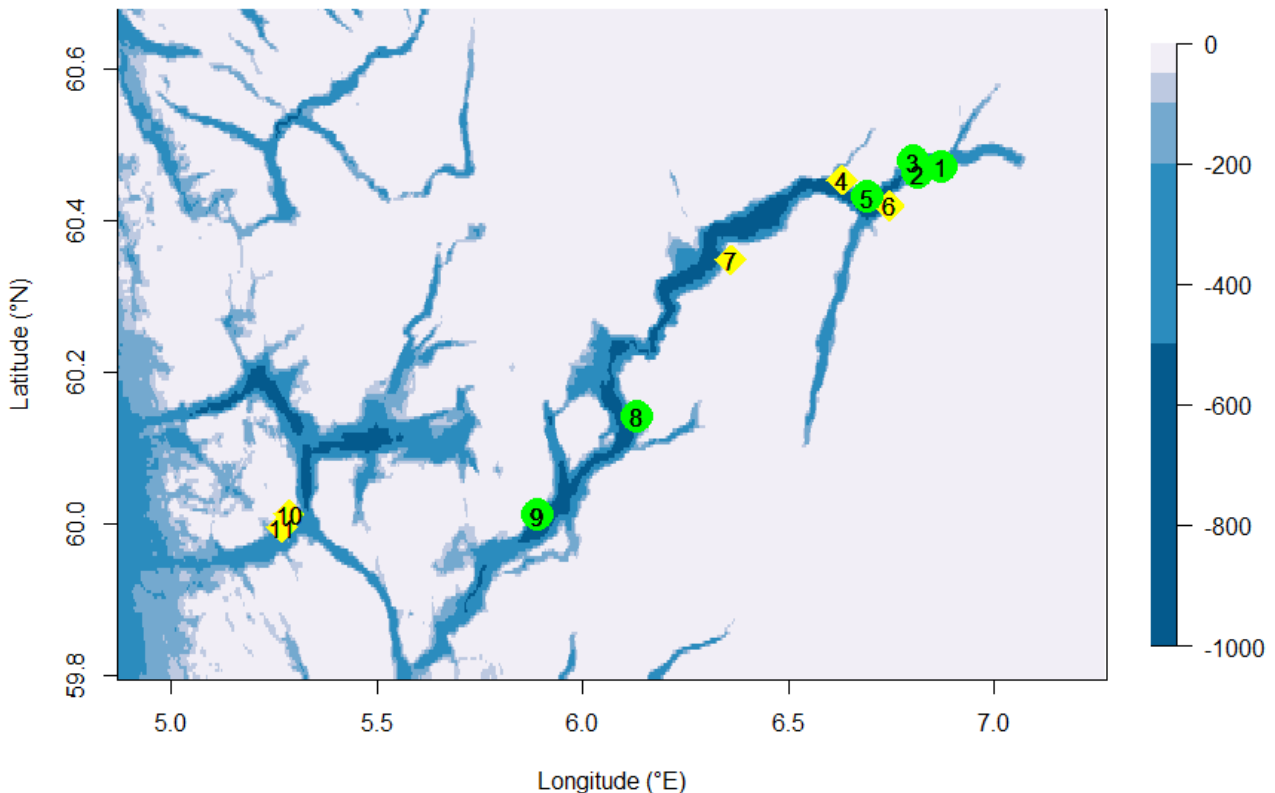
Referanser

1. Andersen S, Grefsrud ES, Mortensen S, Naustvoll LJ, Strand Ø, Strohmeier T, Sælemyr L (2017) Meldinger om blåskjell som er forsvunnet—oppsummering for 2016.
2. Baden S, Hernroth B, Lindahl OJJoSR (2021) Declining Populations of *Mytilus* spp. in North Atlantic Coastal Waters—A Swedish Perspective. 40:269-296
3. Berge J, Johnsen G, Nilsen F, Gulliksen B, Slagstad D (2005) Ocean temperature oscillations enable reappearance of blue mussels *Mytilus edulis* in Svalbard after a 1000 year absence. *Marine Ecology Progress Series* 303:167-175
4. Bos OG, Tamis JE (2020) Evaluation of OSPAR recommendations for endangered and/or declining species and habitats in the Netherlands. *Wageningen Marine Research*
5. Bøhle B (1963) Rapport om skjellundersøkelser med m/k" Gunnar Knudsen" 22. juli-1. august 1963.
6. Bøhle B (1965) Undersøkelser av blåskjell (*Mytilus edulis* L.) i Oslofjorden.
7. Jones SJ, Lima FP, Wethey DS (2010) Rising environmental temperatures and biogeography: poleward range contraction of the blue mussel, *Mytilus edulis* L., in the western Atlantic. *J Biogeogr* 37:2243-2259
8. Leinaas HP, Christie H, Rinde E (1994) Utviklingen i hardbunnsamfunn på Skagerrakkysten etter *Chrysochromulina*oppblomstringen våren 1988 - undersøkelser i 1992-93. NINA Oppdragsmelding. NINA
9. Lupo C, Bougeard S, Le Bihan V, Blin JL, Allain G, Azéma P, Benoit F, Béchemin C, Bernard I, Blachier PJRiA (2021) Mortality of marine mussels *Mytilus edulis* and *M. galloprovincialis*: systematic literature review of risk factors and recommendations for future research. 13:504-536
10. Nøland H (2021) Endring i forekomst av blåskjell (*Mytilus edulis*) i Oslofjorden - Analyse av populasjoner over tid og mulige årsaker til variasjon. Seksjon for akvatisk biologi og toksikologi Institutt for biovitenskap Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet. Oslo, Oslo
11. Ólafsson EB, Høisæter TJS (1988) A stratified. Two-stage sampling design for estimation of the biomass of *Mytilus edulis* L. in Lindåspollene, a land-locked fjord in western Norway. 73:267-281
12. Smaal AC, Ferreira JG, Grant J, Petersen JK, Strand Ø (2019) Goods and services of marine bivalves. *Springer Nature*
13. Sorte CJ, Davidson VE, Franklin MC, Benes KM, Doellman MM, Etter RJ, Hannigan RE, Lubchenco J, Menge BAJGcb (2017) Long-term declines in an intertidal foundation species parallel shifts in community composition. 23:341-352

Vedlegg

Estimat av biomasse i Hardangerfjorden

Feltarbeidet ble gjennomført i Hardangerfjorden fra 28 september til 1. oktober 2021. Det ble undersøkt størrelsesfordeling (skallengde) og biomasse av blåskjell fra 11 av stasjonene identifisert med kategori en eller to, basert på data fra overvåkingen i 2021. Det ble tatt fra tre til seks prøver per stasjon. Totalt ble det målt skallengde til 4200 skjell med en summert våtvekt på 42 kg.

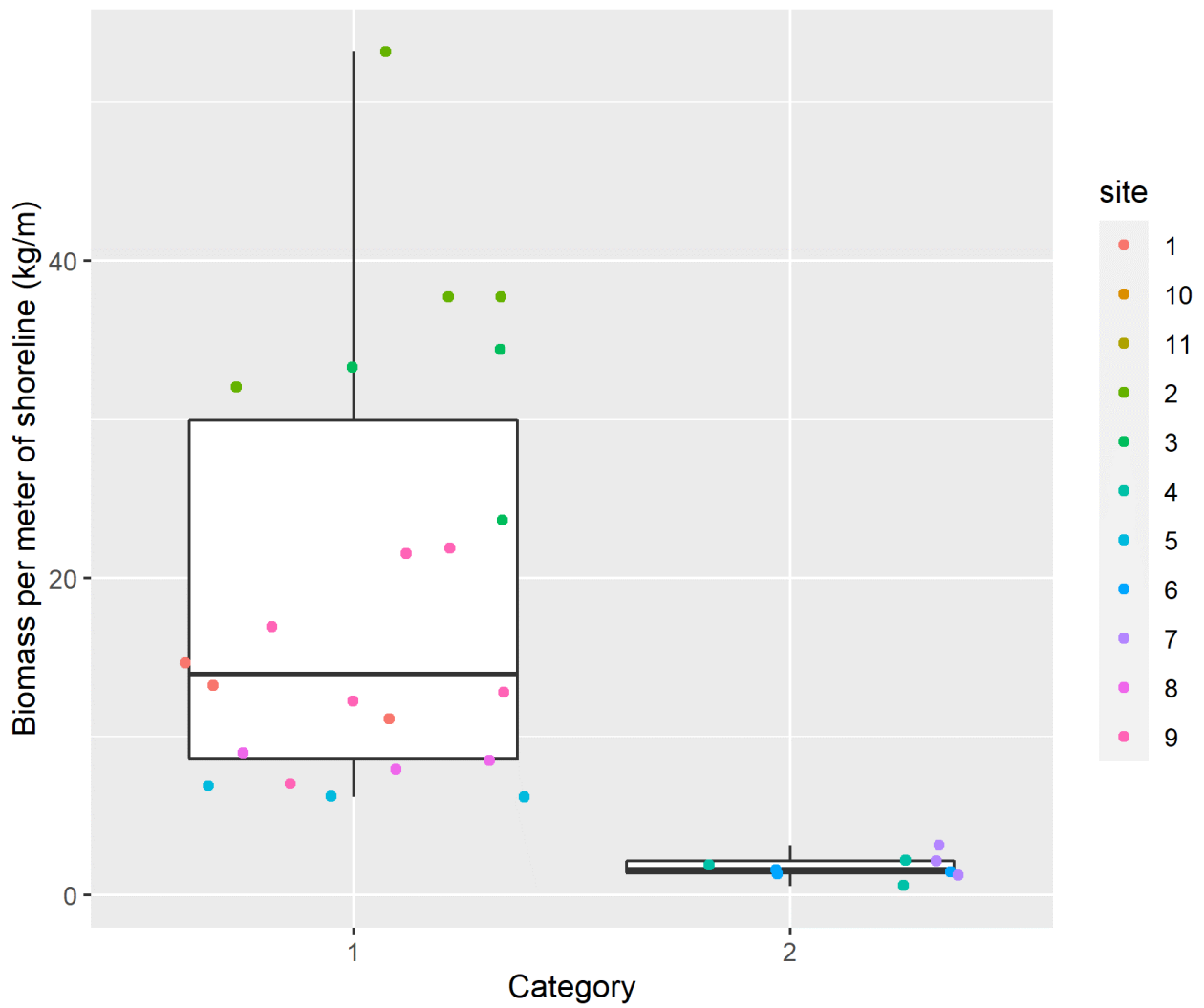


Figur A1. Prøvetakingslokaliteter. Lokalitet med kategori 1 merket med grønt og med kategori 2 med gult.

Gjennomsnittlig biomasse per kategori og per meter er gitt i tabellen under, og individuelle målinger er gitt i figuren under.

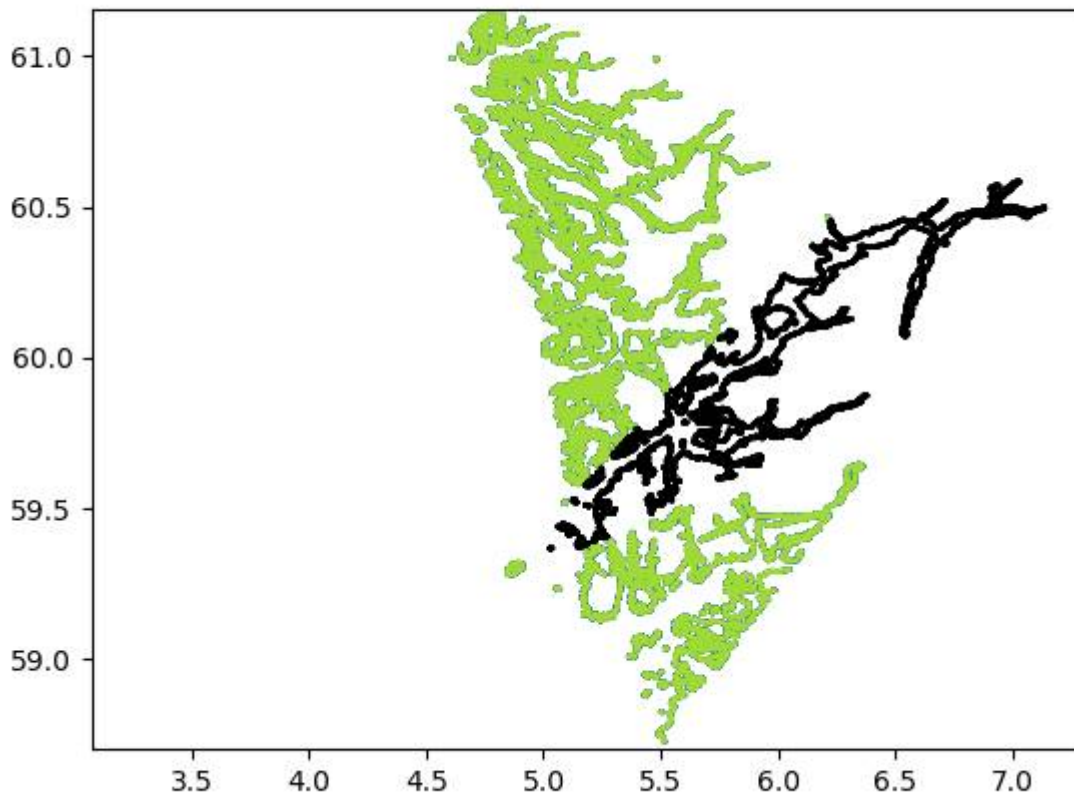
Tabell 1. Biomasse per kategori (kg/m)

| Kategori | snitt | Min | max | quantile_.25 | quantile_.75 |
|----------|-------|------|-------|--------------|--------------|
| 1 | 19.46 | 6.21 | 53.21 | 8.61 | 29.96 |
| 2 | 1.74 | 0.58 | 3.15 | 1.37 | 2.16 |



Figur A2. Biomasse til individuelle prøver etter kategori av forekomst.

Vi har estimert kystlinjen for Hardangerfjorden til 1685 km (Figur A3).



Figur A3. Estimert kystlinje i Hardangerfjorden (sort).

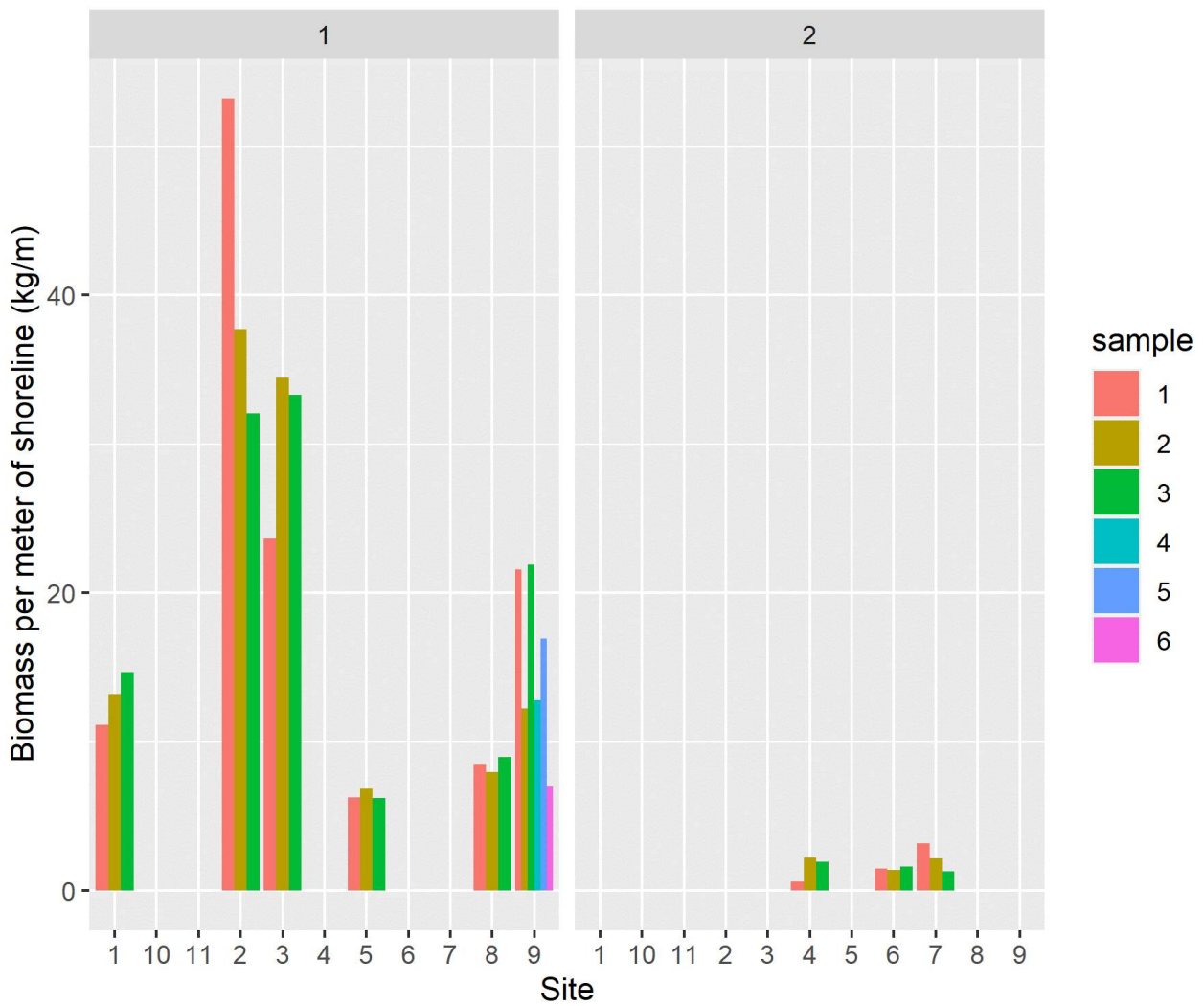
Basert på funnene av forekomst i regionen i 2021 (tabell under) har vi estimert gjennomsnittlig biomasse per meter kystlinje til: $= 19.46 * 40.6\% + 1.74 * 37.6\% + 0 * 21.8\% = 8.55 \text{ kg/m}$

Tabell 2. Andel av hver kategori i Hardangerfjorden

| Kategori | 1 | 2 | 3 |
|-----------------------------------|------|------|------|
| Kystlinje undersøkt (m) | 4837 | 4490 | 2595 |
| Andel av undersøkt kystlinjen (%) | 40.6 | 37.7 | 21.8 |

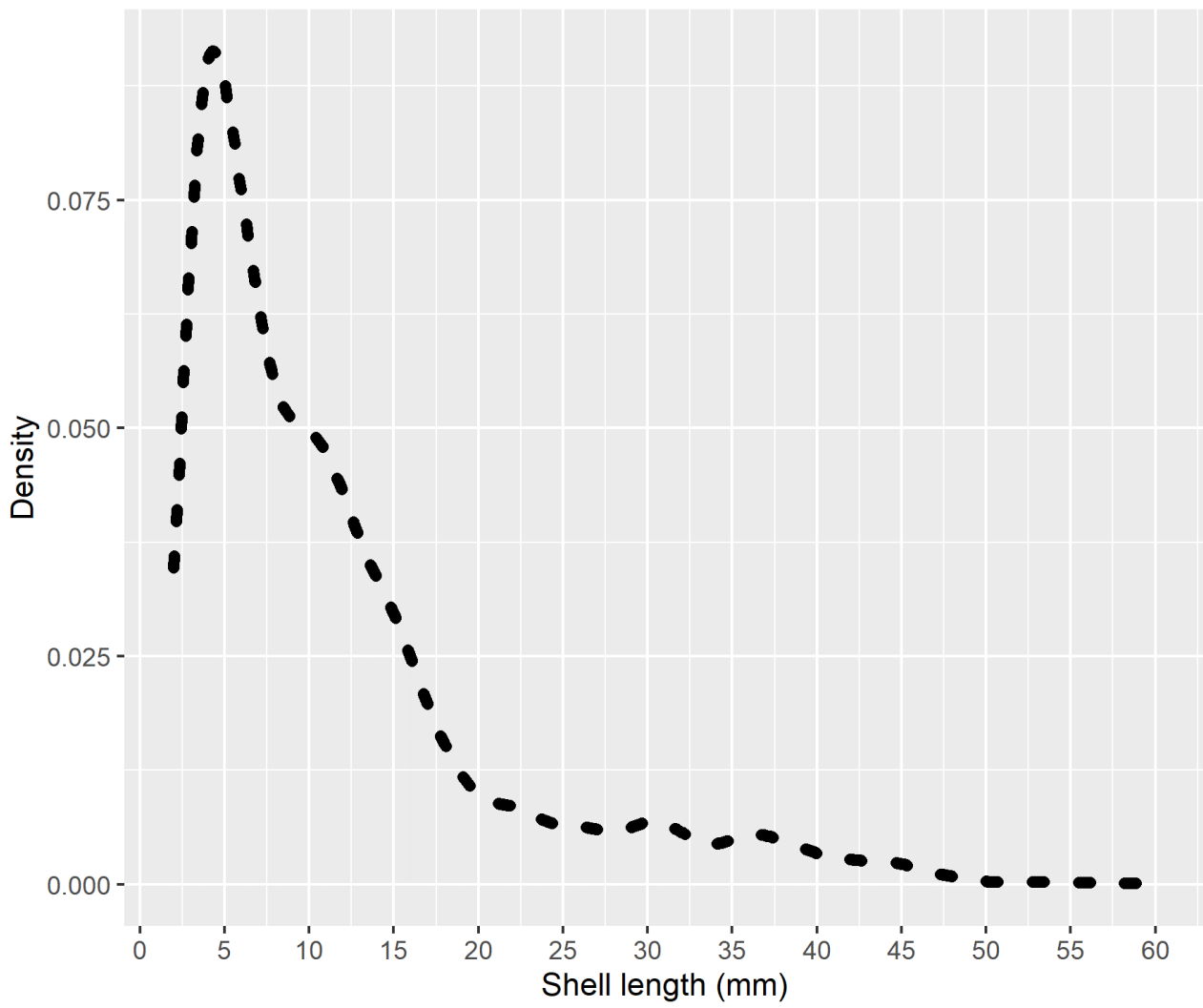
Total biomasse for kystlinjen kan da estimeres da som $= \text{Mean biomass per m} * \text{Shoreline} = 1685 * 1E3 * 8.35 / 1E3 = 14\ 407 \text{ tonn}$.

Det bemerkes at antall prøvetakningsstasjoner, spesielt i midtre og ytre del av fjordsystemet, er lavt, samt at variasjonen i biomasse er høy innenfor kategoriene og stasjonene, se figur under. Dette betyr at det er stor usikkerhet knyttet til estimert biomasse i Hardangerfjorden.



Figur A4. Variasjon i biomasse i henhold til kategori, lokalitet og prøve.

Lengdefordeling (mm) for skjell fra alle stasjoner og for de ulike stasjoner er gitt i figur A5. Antall skjell observert < 4 mm er sannsynligvis sterkt underrapportert her.



Figur A5. Lengdefordeling alle stasjoner.



Figur A6. Lengdefordeling for hver lokalitet (prøver er slått sammen).



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes

5817 Bergen

Tlf: 55 23 85 00

E-post: post@hi.no

www.hi.no