

2092

NINA Rapport

Kartlegging av den fremmede marine arten havnespy *Didemnum vexillum* ved hjelp av miljø-DNA

En rask respons undersøkelse

Frode Fossøy, Rolf Sivertsgård, Vegard M. Ambjørndalen, Hege Brandsegg, Ida Pernille Øystese Andersskog, Vivian Husa, Elisabet Forsgren



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er NINAs ordinære rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på engelsk, som NINA Report.

NINA Temahefte

Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. Heftene har vanligvis en populærvitenskapelig form med vekt på illustrasjoner. NINA Temahefte kan også utgis på engelsk, som NINA Special Report.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler og i populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Kartlegging av den fremmede marine arten *Didemnum vexillum* havnespy ved hjelp av miljø-DNA

En rask respons undersøkelse

Frode Fossøy
Rolf Sivertsgård
Vegard M. Ambjørndalen
Hege Brandsegg
Ida Pernille Øystese Andersskog
Vivan Husa
Elisabet Forsgren

Fossøy, F., Sivertsgård, R., Ambjørndalen, V.M., Brandsegg, H., Andersskog, I.P.Ø., Husa, V. & Forsgren, E. 2022. Kartlegging av den fremmede marine arten havnespy *Didemnum vexillum* ved hjelp av miljø-DNA. En rask respons undersøkelse. NINA Rapport 2092. Norsk institutt for naturforskning

Trondheim, Januar 2022

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4879-2

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Sebastian Wacker

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Ingeborg Palm Helland (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAKSGIVERS REFERANSE

M-2204 I 2022

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Egil Postmyr

FORSIDEBILDE

Venstre: filtrering av miljø-DNA © Vegard M. Ambjørndalen/NINA

Høyre: havnespy © Erling Svensen /HI

NØKKEWORD

- Norge
- Vestlandet
- Havnespy
- Japansk sjøpung
- *Didemnum vexillum*
- Kartlegging
- Overvåking
- Fremmed art
- Miljø-DNA

REVISJON

4. februar 2022

Korrigerings av kart for figurene 5, 6 og 10 med endring av status for to punkter (3D og 30B). Opprinnelig tabell er korrekt.

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor
Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo
Sognsveien 68
0855 Oslo
Tlf: 73 80 14 00

NINA Tromsø
Postboks 6606 Langnes
9296 Tromsø
Tlf: 77 75 04 00

NINA Lillehammer
Vormstuguvegen 40
2624 Lillehammer
Tlf: 73 80 14 00

NINA Bergen
Thormøhlens gate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Fossøy, F., Sivertsgård, R., Ambjørndalen, V.M., Brandsegg, H., Andersskog, I.P.Ø., Husa, V. & Forsgren, E. 2022. Kartlegging av den fremmede marine arten havnespy *Didemnum vexillum* ved hjelp av miljø-DNA. En rask respons undersøkelse. NINA Rapport 2092. Norsk institutt for naturforskning

Havnespy, også kjent som japansk sjøpung (*Didemnum vexillum*), er karakterisert som en fremmed art med svært høy risiko (SE). Arten stammer opprinnelig fra Japan, men har blitt spredd over store deler av verden som blindpassasjer med skipstrafikk og finnes nå i mange tempererte kystområder i Europa. Havnespy ble påvist i Engøysundet i Stavanger i november 2020 for aller første gang i Norge, og har senere også blitt funnet i Karmsundet i Haugesund samt Hanøytangen på Askøy utenfor Bergen. I desember 2021 ble den også oppdaget i Egersund.

I denne rapporten presenterer vi den første regionale kartleggingen av denne arten i Norge, gjennomført som en rask respons undersøkelse ved hjelp av miljø-DNA, med fokus på havner med stor internasjonal skipstrafikk. Totalt ble 106 vannprøver innsamlet i løpet av 5 dager fra Stavanger i sør til Fensfjorden i nord. De tre lokalitetene med kjent forekomst før 1. desember 2021, ble inkludert som positive kontroller og havnespy ble påvist med miljø-DNA på alle tre stedene.

Miljø-DNA-analyser påviste også havnespy for første gang ved Mongstad/Eidsbotn i Fensfjorden, Gulen kommune, der arten ser ut til å ha etablert seg flere steder. I tillegg antyder resultatene at havnespy kan ha etablert seg rundt Kollsnes i Øygarden kommune, men resultatene tillot ikke en sikker konklusjon. Denne lokaliteten bør undersøkes nærmere for å bekrefte eller avkrefte at arten har etablert seg. Men havnespy ble ellers ikke påvist på noen av de andre lokalitetene som ble undersøkt mellom Haugesund og Bergen. Generelt kan de spredte funnene så langt i Norge tyde på flere ulike spredningstilfeller gjennom skipstrafikk, og at lokal spredning fra etablerte kolonier har skjedd innenfor relativt små områder.

Prøvetidspunktet i starten av desember er erfaringsmessig ikke det beste for innsamling av miljø-DNA prøver, med tanke på lave temperaturer og liten aktivitet og vekst hos de fleste levende organismer. Men analysene påviste likevel havnespy på alle kontroll-lokaliteter, selv om ikke alle prøvene var positive. Basert på vekstrater gjennom sesongen og vanntemperaturer i sjøen, antar vi at prøvetaking mellom september og november vil være det beste tidspunktet. Vi anbefaler en uttesting av prøvetidspunkt for å se hvordan oppdagbarhet varierer gjennom sesongen.

Denne regionale undersøkelsen fant altså havnespy lengre nord enn tidligere funn i Norge. Men siden dette var den nordligste lokaliteten i analysen, kan vi ikke konkludere med en nordlig grense for utbredelsen av arten. Vi anbefaler derfor at denne undersøkelsen blir videreført med prøvetaking fra Sognefjorden og nordover samt andre regioner for en mer fullstendig kartlegging av havnespy.

Frode Fossøy, NINA, Trondheim, frode.fossoy@nina.no
Rolf Sivertsgård, NINA, Trondheim, rolf.sivertsgard@nina.no
Vegard M. Ambjørndalen, NINA, Trondheim, vegard.ambjorndalen@nina.no
Hege Brandsegg, NINA, Trondheim, hege.brandsegg@nina.no
Ida Pernille Øystese Andersskog, NINA, Trondheim, ida.andersskog@nina.no
Vivan Husa, Havforskningsinstituttet (HI), Bergen, vivian.husa@hi.no
Elisabet Forsgren, NINA, Trondheim, elisabet.forsgren@nina.no

Innhold

1 Innledning	6
2 Material og metode	8
2.1 Prøvetaking.....	8
2.2 Labanalyser	8
3 Resultater	10
4 Diskusjon	15
5 Referanser	16
6 Vedlegg	18

Forord

Spredning av fremmede arter er en stor trussel for mange naturmiljøer. Skipstrafikk er en viktig spredningsvei for mange marine fremmede arter og båthavner med stor internasjonal trafikk utgjør derfor ofte det første stedet for etablering av uønskete arter. Havnespy er en slik fremmed art med svært høy risiko og som kan medføre store økologiske og økonomiske konsekvenser. Havnespy ble påvist for første gang i Norge i november 2020, og overvåking av utbredelsen og videre spredning er svært viktig for å kunne se på mulige konsekvenser og eventuelle tiltak som kan begrense de negative konsekvensene av denne arten.

I denne rapporten presenterer vi resultater fra en første regional kartlegging på Vestlandet ved hjelp av miljø-DNA, gjennomført som en rask respons undersøkelse. Ved å fokusere på båthavner med stor internasjonal trafikk kunne vi gjennomføre feltarbeidet, utføre DNA-analyser og levere resultater i løpet av kort tid. Dette viser noe av potensialet for hvordan ny teknologi som miljø-DNA kan bidra til å effektivisere overvåking og forvaltning av fremmede arter.

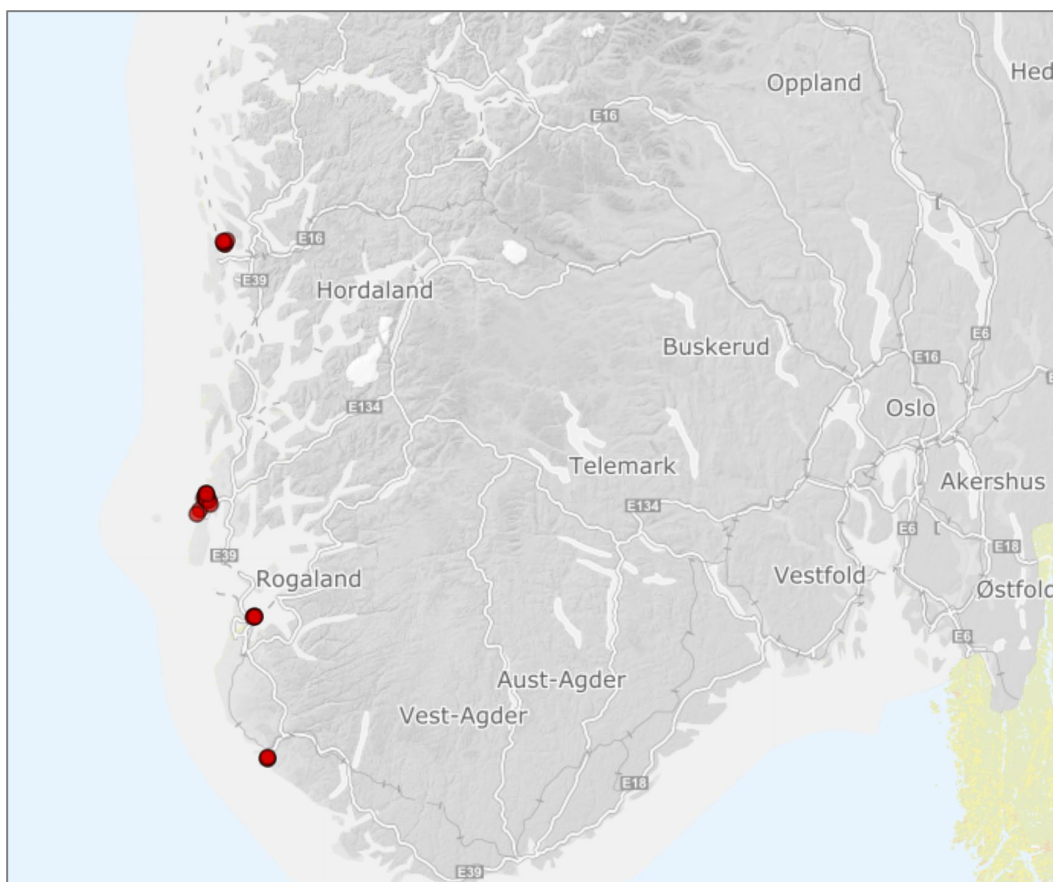
Vi ønsker å takke Miljødirektoratet og vår kontaktperson Egil Postmyr for tilrettelegging og oppfølging av prosjektet.

19. januar 2022, Trondheim

Frode Fossøy
Prosjektleder

1 Innledning

Havnespy, eller Japansk sjøpung (*Didemnum vexillum*), er karakterisert som en fremmed art med svært høy risiko i Norge (SE, Invasjonspotensiale 4AB, Økologisk effekt 4E, (Artsdatabanken 2018)). Arten har trolig sin naturlige opprinnelse i Japan, men har blitt spredd som blindpassasjer med internasjonal skipstrafikk over store deler av verden (Stefaniak mfl. 2009, Ordóñez mfl. 2015). Havnespy ble påvist i Engøysundet i Stavanger i november 2020 for aller første gang i Norge, og har senere også blitt funnet i Karmsundet i Haugesund samt Hanøytangen på Askøy utenfor Bergen. I desember 2021 ble den også oppdaget i Egersund (**Figur 1**). Nærmeste land hvor arten er påvist er Nederland og kysten av Sør-England, og trolig har den kommet til Norge med et fartøy fra en utenlandsk havn. Det er nærliggende å tro at havnespy er mer utbredt enn det som er påvist så langt. En videre kartlegging av utbredelsen er derfor høyst nødvendig for å øke kunnskapen rundt denne arten.



Figur 1. Registrerte funn av havnespy i Artskart, Artsdatabanken, hentet 19.01.2021.

Havnespy er et kolonidannende sekkedyr (Ascidacea) som vokser som et overtrekk på hardbunn og sand/steinbunn, men den blir ofte også funnet på kunstige substrater som for eksempel i båthavner og akvakulturanlegg (McKenzie mfl. 2017). Havnespy kan vokse over andre arter og fortrenge de fleste andre naturlig forekommende filtrerende former (hydroider, blåskjell, østers, sekkedyr, tare) der den etablerer seg. Arten tåler temperaturer mellom -2 og 24°C, så den har potensiale til å spre seg langs hele norskekysten inkludert Svalbard. Arten er også begrenset av lav saltholdighet, den trives best over 25 psu og dør under 20 psu, så den vil trolig holde seg under brakkvannslaget i norske fjorder. I Canada er den registrert helt ned til 65 meters dyp.

Havnespy har to måter å formere seg på. Arten produserer larver i sommerhalvåret (trolig ved temperaturer over 14 °C). Som de fleste andre sekkdyr har larvene begrenset spredningspotensiale da de slår seg ned på bunnen i løpet av 1 til 24 timer. Havnespy sprer seg også ved at små deler av kolonien avsnøres og danner en ny koloni som vokser raskt. Spesielt for denne arten av sekkdyr er de dryppende koloniene som henger på stein, båter eller annet substrat og drypper ned nye små kolonier som sprer seg utover bunnen (McKenzie mfl. 2017 og referanser i denne). Siden arten har begrenset egenspredning vil den trolig spres til nye områder i Norge med skips-trafikk, flytting av flytebrygger, fendere, fiskeredskap etc.

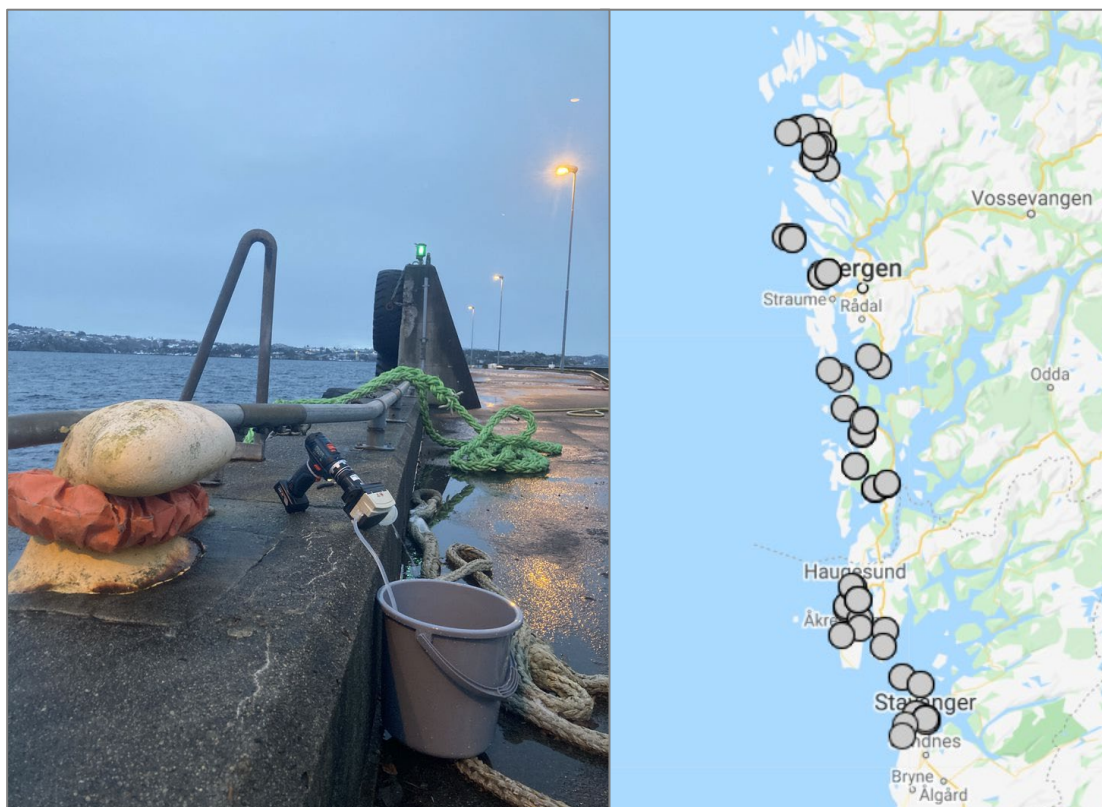
Analyser av miljø-DNA er en ny metode for overvåking av arter og økosystemer, og flere nye studier viser at miljø-DNA kan være effektiv metode også for kartlegging av havnespy (Gargan mfl. 2021, Matejusova mfl. 2021). Innsamling forgår ved filtrering av enkle vannprøver, og man bruker deretter genetiske verktøy for å lete etter spor av DNA i vannet. Denne metoden har vist seg å være svært effektiv med tanke på overvåking av sjeldne arter, samtidig som den muliggjør innsamling av prøver ved hjelp av publikum (Thomsen mfl. 2012, Biggs mfl. 2015, Balasingham mfl. 2017). NINA har i løpet av de siste årene utviklet både prøvetakingsutstyr og molekylære verktøy for analyser av miljø-DNA og har verifisert protokoller for mange akvatiske organismer (Fossøy mfl. 2018, Fossøy mfl. 2019, Wacker mfl. 2019, Bui mfl. 2021, Taugbøl mfl. 2021).

Miljø-DNA er også en velegnet metode for en rask respons undersøkelse, da innsamling av prøver kan gjennomføres relativt raskt over store områder med en målrettet undersøkelse. I denne undersøkelsen samlet to personer inn hele 106 prøver fra Stavanger i sør til ca. Sognefjorden i nord i løpet av 5 dager.

2 Material og metode

2.1 Prøvetaking

Totalt ble 106 vannprøver fra 14 kommuner innsamlet for miljø-DNA analyser (**Vedlegg Tabell 1**. Metadata for miljø-DNA prøvene innsamlet i dette studiet.) Vannprøver ble samlet inn og filtrert med hjelp av NINAs miljø-DNA kit (www.nina.no/miljo-DNA/miljo-DNA-i-vann). Samtlige prøver ble innsamlet fra land, der ca. 10 liter vann ble filtrert gjennom et lukket kapselfilter (NatureMetrics), ved hjelp av en batteridrevet peristaltisk pumpe (Bürkle Vampire) (**Figur 2**). I tillegg ble det tatt 2 negative feltkontroll prøver hver dag for å undersøke mulig kontaminering i felt, der 5 liter flaskevann ble filtrert ved hjelp av det samme utstyret som brukt til innsamling av prøvene. Etter fullført filtrering ble kapselfiltrene tilsatt ATL-buffer (Qiagen) for konservering frem til videre analyser i lab.



Figur 2. Foto av prøvetaking i felt til venstre, med oversikt over alle lokaliteter prøvetatt i dette prosjektet til høyre. Foto: Vegard M. Ambjørndalen/NINA. Kart basert på Google My Maps.

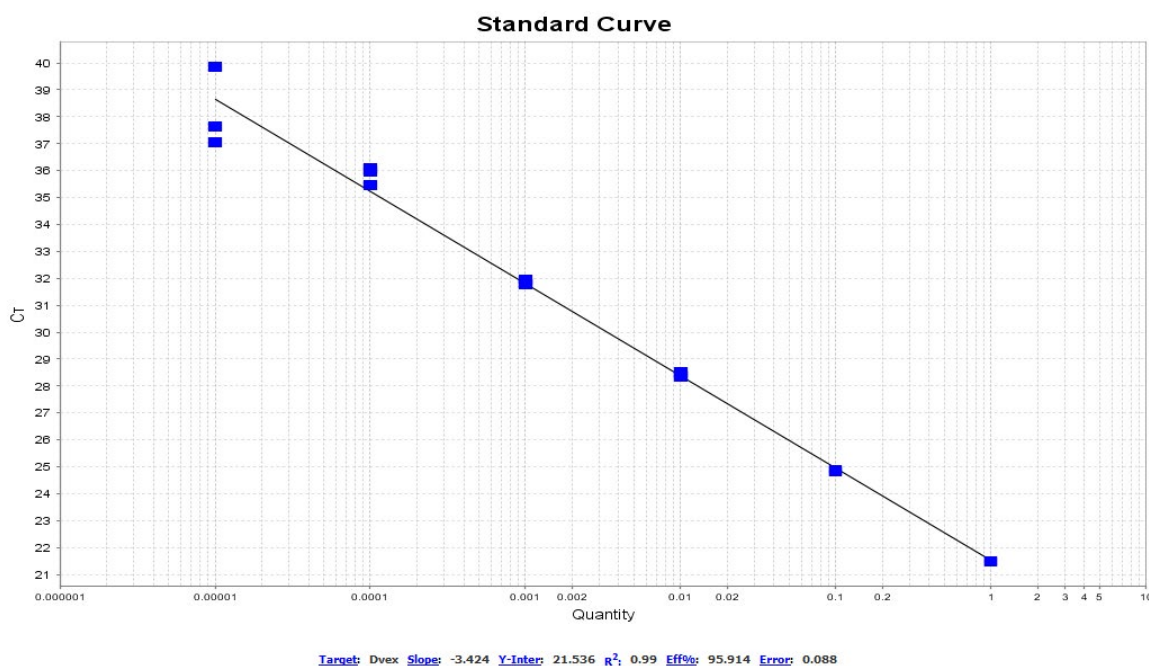
2.2 Labanalyser

Isolering av DNA ble startet med å tilsette 130 µl 1:10 fortynnet Proteinase-K (Qiagen) direkte i kapselfiltrene som deretter ble inkubert ved 56°C over natt. DNA fra væsken i filteret ble videre ekstrahert ved hjelp av NucleoSpin Plant II (Machery-Nagel) spin kolonner i kombinasjon med buffere fra Blood & Tissue kit (Qiagen). DNA ble eluert i 200 µl forvarmet AE-buffert og deretter reeluert på samme kolonne for å maksimere utbyttet av DNA.

En arts-spesifikk genetisk markør for havnespy (Gargan mfl. 2021) ble analysert ved bruk av qPCR (quantitative Polymerase Chain Reaction). En qPCR-analyse oppformerer en liten bit av DNA, bestemt av den genetiske markøren man bruker ved hjelp av et varmesensitivt enzym og en PCR-maskin som justerer temperaturen opp og ned i ca. 45 sykluser. Etter en test av de

publiserte PCR-betingelsene, økte vi annealing temperatur fra 55°C til 60°C for å få en bedre effektivitet i PCR-reaksjonen. Hver reaksjon ble utført i totalt 30 µL og bestod av 15 µL TaqMan Fast Advanced Master Mix (ThermoFisher Scientific), 0.9 µM av forward og revers primer, 0.25 µM probe, 4.5 µL dH₂O og 5 µL DNA-templat. PCR-programmet ble startet med 50°C i 2 min og 95°C i 10 min, etterfulgt av 45 sykluser med 95°C i 15 sekunder og 60°C i 90 sekunder. Alle analysene ble kjørt på en QuantStudio 5 qPCR-maskin (ThermoFisher Scientific).

En qPCR-prøve regnes som positiv dersom man ser en klar økning av DNA-konsentrasjonen, målt ved hjelp av fluorescens under PCR-analysen. C_T-verdien viser hvor mange PCR-sykluser det tar før DNA-mengden gir et klart fluorescens signal. Sammen med en standardkurve (**Figur 3**) basert på en kjent konsentrasjon av DNA, brukes dette til å angi konsentrasjonen av DNA i prøvene. En lavere C_T betyr derfor høyere konsentrasjoner av DNA. Forekomst av prøver med kun ett positivt replikat tolker vi som usikre, og disse kan tyde på behov for nærmere undersøkelser. Vi har likevel vist prøver med bare ett positivt replikat, med fargen lys gul i kartene som «usikker» da disse prøvene kan ligge rett under deteksjonsnivået vårt som følge av lav DNA-konsentrasjon i vannprøvene, og som vi foreslår bør undersøkes på nytt med miljø-DNA eller ved hjelp av undervannskikkert/dykkere. Falske positive resultater kan forekomme i miljø-DNA analyser, men vi prøver å unngå disse ved å sette strenge kriterier. Vi kan likevel ikke helt utelukke at noen av de positive prøvene kan være falske positive. Usikkerheten rundt en negativ prøve er ikke kjent. At en art *ikke* blir påvist kan skyldes flere årsaker, som for eksempel vannkvalitet i lokaliteten, temperatur, tetthet av arten, prøvevolumet som ble innsamlet samt behandling og analysering av prøven på lab. En negativ miljø-DNA-prøve bør derfor ikke sees på som et endelig bevis for at arten ikke finnes i lokaliteten.



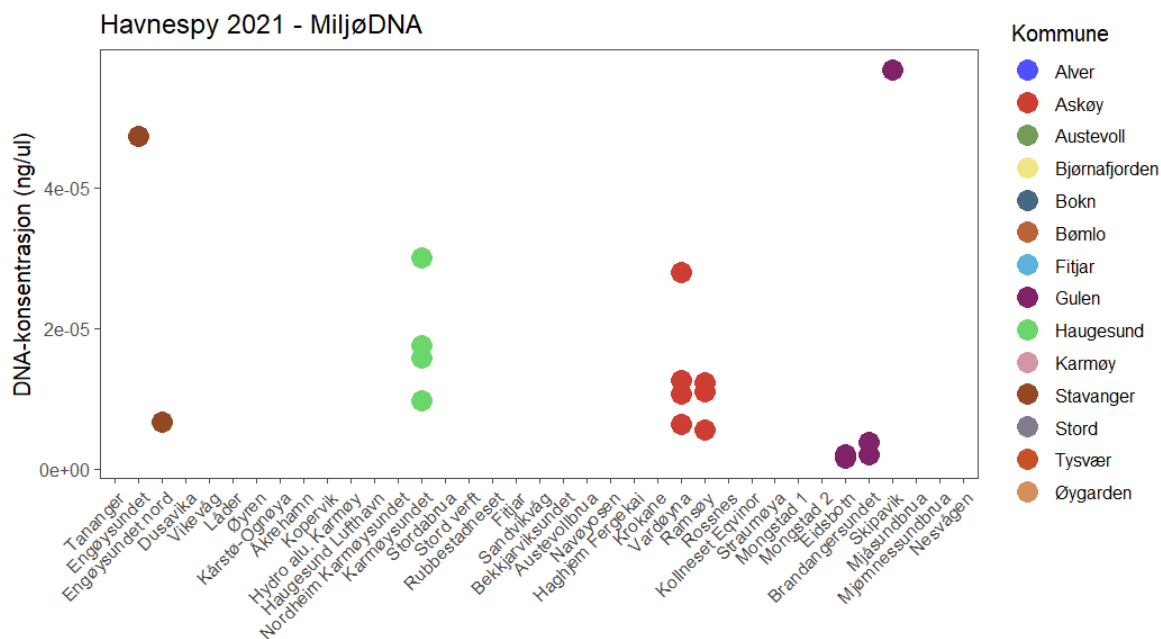
Figur 3. Standardkurve basert på en fortyningsserie av DNA isolert fra havnespy.

3 Resultater

Havnespy ble påvist på samtlige lokaliteter der tidligere undersøkelser har påvist arten **Figur 4**, **Figur 5**). Dette gjelder Engøysundet i Stavanger kommune (**Figur 6**), Karmsundet i Hauge-sund kommune (**Figur 7**) og Askøy kommune (**Figur 8**). I tillegg kunne vi påvise en helt ny lokalitet lengre nord enn tidligere påvist, ved Skipavik, Sløvåg og Brandangersundet bru i Gulen kommune (**Figur 9**). Verdier for enkeltprøver er listet i (**Vedlegg Tabell 2**).

En del av qPCR-analysene resulterte i atypiske amplifiseringskurver, som vi vanligvis ikke ser i slike analyser. Kurvene ser ut til å starte normalt, men flater så ut før de når den horisontale terskelverdilinj. For noen prøver kunne vi observere at en av triplikatene viste en normal positiv kurve, mens de to andre viste en atypisk kurve. For å se om dette skyldes inhibering av prøvene kjørte vi om igjen analysene med kun 1 µL DNA, men formen på kurvene forble de samme. Vi kan ikke utelukke at de atypiske kurvene viser forekomst av havnespy, og vi anbefaler derfor at disse lokalitetene undersøkes nærmere. Vi nevner spesielt lokalitetene rundt Kollsnes i Øygarden kommune (**Figur 10**), der alle prøvene viser atypiske kurver med noen få normale replikater. Vi kan per nå, altså ikke rapportere en sikker konklusjon for disse prøvene.

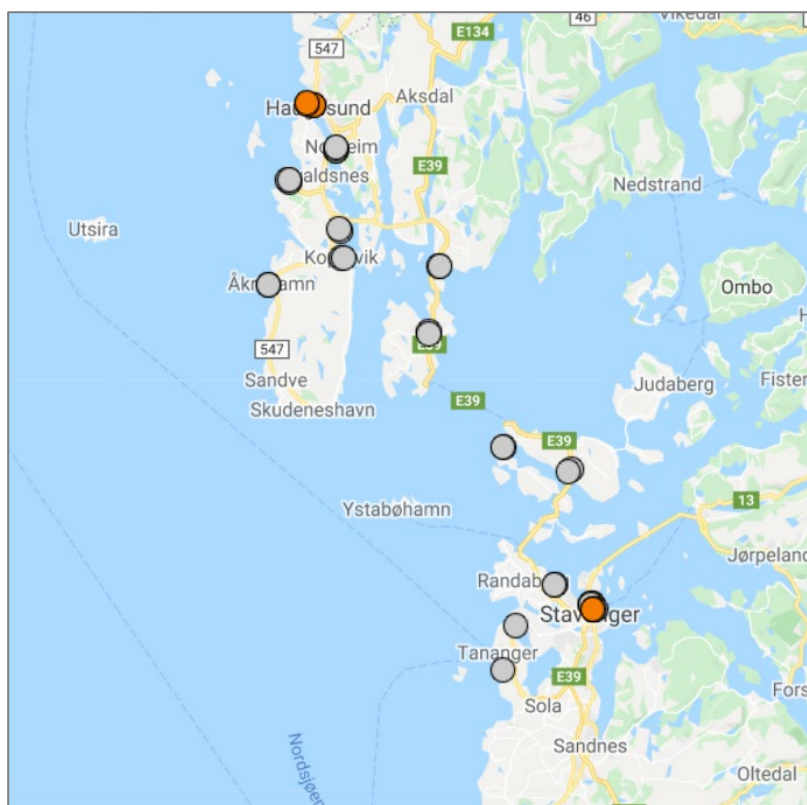
Alle negative feltkontroller basert på flaskevann, samt ekstraksjonskontroller og PCR-kontroller var negative og viste ingen tegn til krysskontaminering hverken i felt eller på lab. Positive kontroller amplifiserte som forventet og produserte en tilfredsstillende standardkurve (**Figur 3**).



Figur 4. Konsentrasjon av miljø-DNA basert på qPCR-analyser i forhold til lokalitet og kommune. Lokalitet på x-aksen er sortert fra sør til nord.

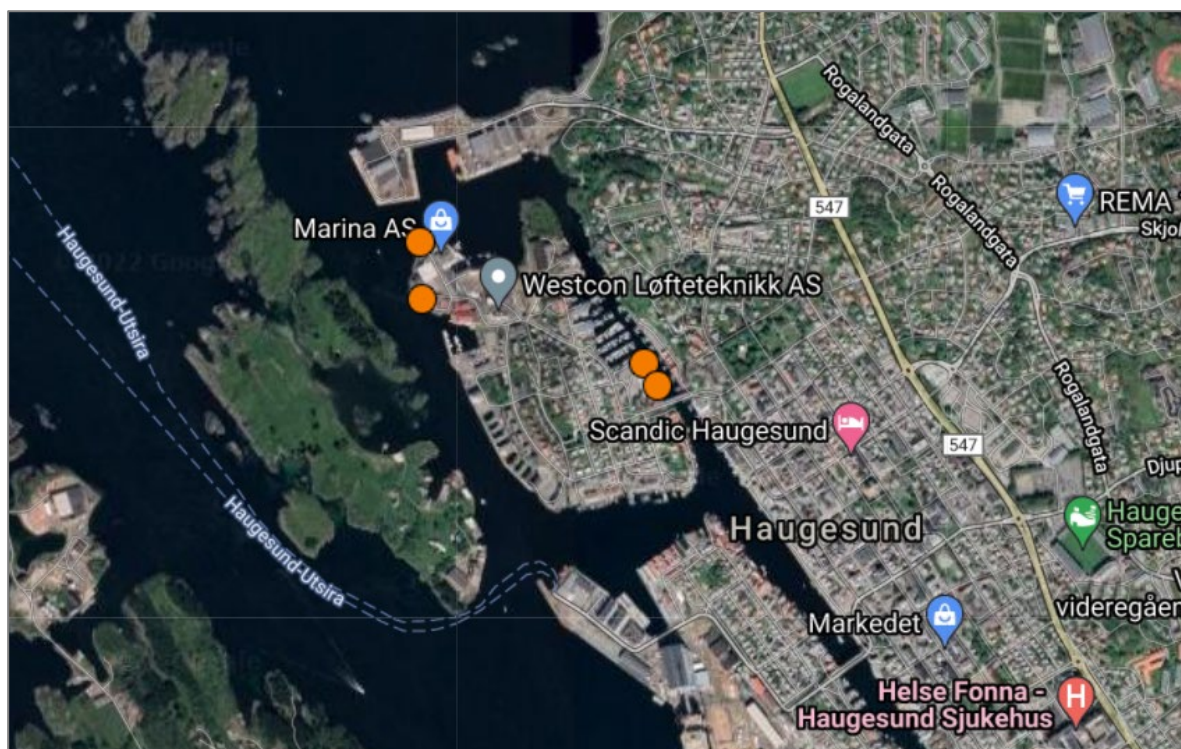


Figur 5. Resultater for prøvetaking nord for Haugesund (øverst) og Haugesund-Stavanger (nederst). Oransje sirkler angir påvisning av havnespy, gule sirkler angir usikre resultater som bør undersøkes på nytt, mens grå sirkler angir negative resultater. Kart basert på Google My Maps.

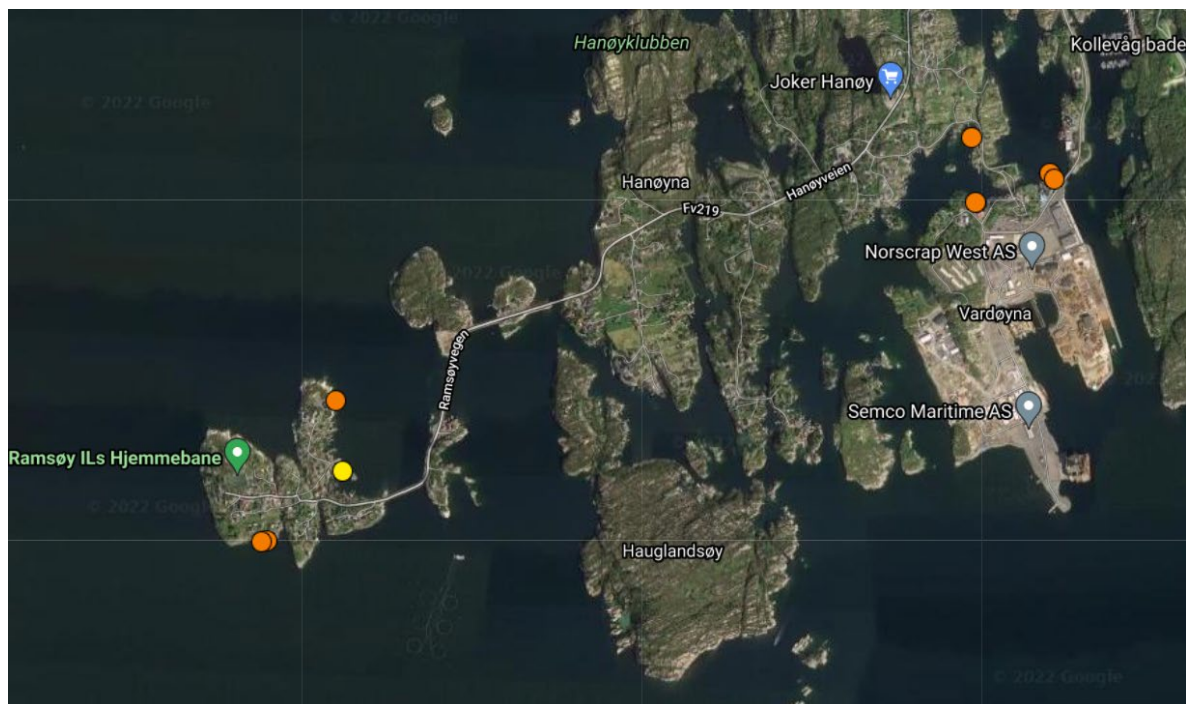




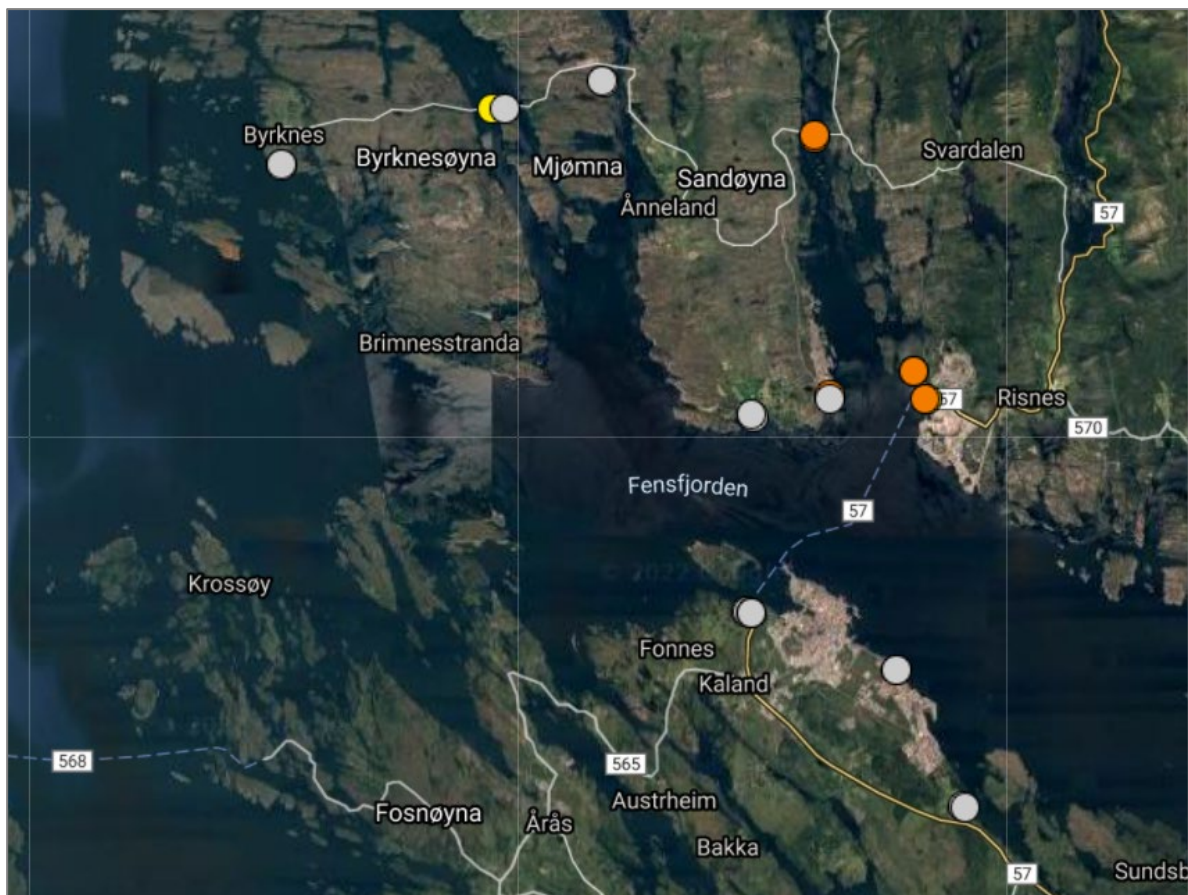
Figur 6. Resultater for prøvetaking rundt Engøy og Sølyst i Stavanger kommune. Oransje sirkler angir påvisning av havnespy, gule sirkler angir usikre resultater som bør undersøkes på nytt, mens grå sirkler angir negative resultater. Kart basert på Google My Maps.



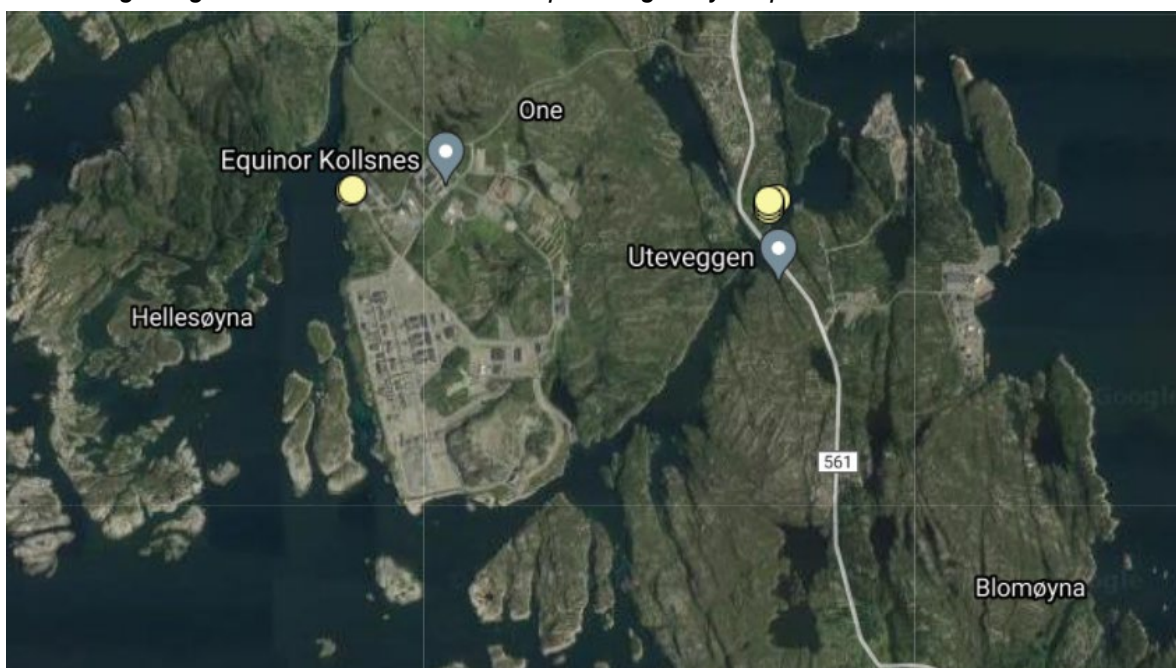
Figur 7. Resultater for prøvetaking Karmsundet i Haugesund kommune. Oransje sirkler angir påvisning av havnespy, gule sirkler angir usikre resultater som bør undersøkes på nytt, mens grå sirkler angir negative resultater. Kart basert på Google My Maps.



Figur 8. Resultater for prøvetaking rundt Hanøytangen og Ramsøy, Askøy, i Øygarden kommune. Oransje sirkler angir påvisning av havnespy, gule sirkler angir usikre resultater som bør undersøkes på nytt, mens grå sirkler angir negative resultater. Kart basert på Google My Maps.



Figur 9. Resultater for prøvetaking i Fensfjorden i Gulen kommune. Oransje sirkler angir påvisning av havnespy, gule sirkler angir usikre resultater som bør undersøkes på nytt, mens grå sirkler angir negative resultater. Kart basert på Google My Maps.



Figur 10. Resultater for prøvetaking rundt Kollsnes i Øygarden kommune. De lysegule sirklene i dette kartet angir prøver med atypiske amplifiseringskurver der vi ikke kan konkludere rundt forekomst av havnespy per nå, men anbefaler at disse lokalitetene undersøkes videre. Kart basert på Google My Maps.

4 Diskusjon

I denne rapporten presenterer vi den første regionale kartleggingen av den fremmede arten havnespy i Norge, der vi har benyttet miljø-DNA for å undersøke utvalgte båthavner med stor internasjonal skipstrafikk. Havnespy spres som blindpassasjer på båter, og arten kan derfor etablere seg langt fra tidligere forekomster. Arten stammer opprinnelig fra Japan, men finnes nå i mange tempererte kystområder i Europa. Havnespy ble påvist i Engøysundet i Stavanger i november 2020 for aller første gang i Norge, og har senere blitt funnet i Karmsundet ved Haugesund og på Askøy utenfor Bergen. I desember 2021 ble den også påvist i Egersund, og vi antar at havnespy har etablert seg flere steder i landet.

Denne undersøkelsen dekket de fleste store havnene på Vestlandet, og totalt ble 106 miljø-DNA prøver innsamlet og analysert. Vi inkluderte prøvetaking i lokaliteter med kjente forekomster som positive kontroller og vi kunne påvise havnespy i alle disse. Dette viser at miljø-DNA er en egnet metode for å påvise denne arten, selv om vi tror at tidspunktet for prøvetaking ikke var optimalt, med tanke på lave temperaturer og liten aktivitet og vekst hos de fleste levende organismer. Tidligere undersøkelser har derimot vist at prøvetaking gjennom året kan påvise havnespy fra februar til november (Matejusova mfl. 2021). Vi antar likevel at perioden mellom september og november vil være det beste tidspunktet for innsamling av miljø-DNA prøver for påvisning av havnespy. En sammenligning av ulike prøvetidspunkter gjennom sesongen for å se på sannsynligheten for påvisning av havnespy på norske lokaliteter med miljø-DNA hadde vært svært nyttig for fremtidig overvåking.

I tillegg til de kjente forekomstene, påviste vi havnespy for første gang ved Skipevika, Sløvåg og lenger nord i Brandangersundet i Gulen kommune, der arten ser ut til å ha etablert seg flere steder. Dette området bør nå raskest mulig undersøkes med konvensjonelle metoder for å se på utbredelsen og størrelsen på koloniene. DNA-konsentrasjonene er relativt lave for de fleste prøvene, og dette kan tyde på en nylig etablering av arten også i dette området. Dette funnet er lengre nord enn tidligere observasjoner i Norge. Men dette representerer også den nordligste lokaliteten i undersøkelsen vår, og vi kan derfor ikke si noe om utbredelsen til havnespy ut ifra dette studiet. Vi anbefaler derfor at denne undersøkelsen blir videreført med prøvetaking fra Sognefjorden og nordover samt andre regioner for en mer fullstendig kartlegging av havnespy nasjonalt.

Resultatene antyder også at havnespy kan ha etablert seg rundt Kollsnes i Øygarden og på Mongstad i Alver kommune, men atypiske amplifiseringskurver i qPCR-analysene gjorde tolkingen av disse resultatene vanskelige, og vi kan ikke gjøre en sikker konklusjon for denne lokaliteten. Vi anbefaler derfor at dette området også blir fulgt opp med konvensjonelle undersøkelser for å bekrefte eller avkrefte at havnespy har etablert seg rundt Kollsnes.

Vi kunne ikke påvise havnespy på noen av lokalitetene som ble undersøkt mellom Haugesund og Bergen, selv om det finnes flere båthavner med høy internasjonal skipstrafikk og vi tok prøver fra mange lokaliteter. Generelt kan de spredte funnene så langt i Norge tyde på flere ulike spredningstilfeller gjennom skipstrafikk, og at lokal spredning fra etablerte kolonier har skjedd innenfor relativt små områder. Men vekstdata viser at små kolonier kan 11-doble størrelsen på 14 dager (McKenzie mfl. 2017), og at denne arten kan bli svært problematisk over tid.

5 Referanser

- Artsdatabanken. 2018. Fremmedartslista 2018.
<https://www.artsdatabanken.no/fremmedartslista2018>.
- Balasingham, KD, Walter, RP, Mandrak, NE & Heath, Daniel D. 2017. Environmental DNA detection of rare and invasive fish species in two Great Lakes tributaries. *Molecular Ecology* 27(1): 112-127.
- Biggs, J, Ewald, N, Valentini, A, Gaboriaud, C, Dejean, T, Griffiths, RA, Foster, J, Wilkinson, JW, Arnell, A, Brotherton, P, Williams, P & Dunn, F. 2015. Using eDNA to develop a national citizen science-based monitoring programme for the great crested newt (*Triturus cristatus*). *Biological Conservation* 183(0): 19-28.
- Bui, S, Dalvin, S, Vagseth, T, Oppedal, F, Fossoy, F, Brandsegg, H, Jacobsen, A, Nordi, GA, Fordyce, MJ, Michelsen, HK, Finstad, B & Skern-Mauritzen, R. 2021. Finding the needle in the haystack: Comparison of methods for salmon louse enumeration in plankton samples. *Aquaculture Research* 10.1111/are.15202.
- Fossøy, F, Brandsegg, H, Sivertsgård, R, Pettersen, O, Sandercock, BK, Solem, Ø, Hindar, K & Mo, TA. 2019. Monitoring presence and abundance of two gyrodactylid ectoparasites and their salmonid hosts using environmental DNA. *Environmental DNA* 2(1): 53-62.
- Fossøy, F, Thaulow, J, Anglès d'Auriac, M, Brandsegg, H, Sivertsgård, R, Mo, TA, Sandlund, OT & T., H. 2018. Bruk av miljø-DNA som supplerende verktøy for overvåkning og kartlegging av fremmed ferskvannsfisk. NINA Rapport 1586. Norsk institutt for naturforskning.
- Gargan, LM, Brooks, PR, Vye, SR, Ironside, JE, Jenkins, SR, Crowe, TP & Carlsson, J. 2021. The use of environmental DNA metabarcoding and quantitative PCR for molecular detection of marine invasive non-native species associated with artificial structures. *Biological Invasions*.
- Matejusova, I, Graham, J, Bland, F, Lacaze, J-P, Herman, G, Brown, L, Dalgarno, E, Bishop, JD, Kakkonen, JE, Smith, KF & Douglas, A. 2021. Environmental DNA based surveillance for the highly invasive carpet sea squirt *Didemnum vexillum*: A targeted single-species approach. *Frontiers in Marine Science* 8: 1158.
- McKenzie, C, Reid, V, Lambert, G, Matheson, K, Minchin, D, Pederson, J, Brown, L, Curd, A, Gollasch, S, Gouletquer, P, Occhipinti-Ambrogi, A, Simard, N & Therriault, T. 2017. Alien species alert: *Didemnum vexillum* Kott, 2002: Invasion, impact, and control. ICES Cooperative Research Report, (335), p.33.
- Ordóñez, V, Pascual, M, Fernández-Tejedor, M, Pineda, MC, Tagliapietra, D & Turon, X. 2015. Ongoing expansion of the worldwide invader *Didemnum vexillum* (Ascidiacea) in the Mediterranean Sea: high plasticity of its biological cycle promotes establishment in warm waters. *Biological Invasions* 17(7): 2075-2085.
- Stefaniak, L, Lambert, G, Gittenberger, A, Zhang, H, Lin, S & Whitlatch, RB. 2009. Genetic conspecificity of the worldwide populations of *Didemnum vexillum* Kott, 2002. *Aquatic Invasions*(1): 29-44.
- Taugbøl, A, Bærum, KM, Dervo, BK & Fossøy, F. 2021. The first detection of the fungal pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis* in Norway with no evidence of population declines for great crested and smooth newts based on modeling on traditional trapping data. *Environmental DNA* 10.1002/edn3.180.

Thomsen, PF, Kielgast, JOS, Iversen, LL, Wiuf, C, Rasmussen, M, Gilbert, MTP, Orlando, L & Willerslev, E. 2012. Monitoring endangered freshwater biodiversity using environmental DNA. *Molecular Ecology* 21(11): 2565-2573.

Wacker, S, Fossøy, F, Larsen, BM, Brandsegg, H, Sivertsgård, R & Karlsson, S. 2019. Downstream transport and seasonal variation in freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) eDNA concentration. *Environmental DNA* 10.1002/edn3.10.

6 Vedlegg

Vedlegg Tabell 1. Metadata for miljø-DNA prøvene innsamlet i dette studiet.

Løpnummer	Stasjonsnavn	Kommune	Dato	Tidspunkt	Breddegrad	Lengdegrad	Vannvolum (L)	Vanntemperatur(°C)
1A	Tananger	Stavanger	01.12.21	12:00	58.9612624	5.605238	10	10.8
1B	Tananger	Stavanger	01.12.21	11:40	58.921219	5.583286	10	7.3
3A	Engøysundet nord	Stavanger	01.12.21	13:30	58.979776	5.7348045	10	9.3
3B	Engøysundet nord	Stavanger	01.12.21	13:40	58.980585	5.73809	10	8.8
3C	Engøysundet nord	Stavanger	01.12.21	15:01	58.9807076	5.7345357	10	9.3
3D	Engøysundet nord	Stavanger	01.12.21	14:10	58.979646	5.736035	10	9.1
2A	Engøysundet	Stavanger	01.12.21	14:35	58.9754672	5.7416417	10	9.4
2B	Engøysundet	Stavanger	01.12.21	14:40	58.976184	5.742639	10	10
2C	Engøysundet	Stavanger	01.12.21	15:01	58.975481	5.739895	10	9.3
2D	Engøysundet	Stavanger	01.12.21	15:15	58.975926	5.739048	10	8.9
4A	Dusavika	Stavanger	01.12.21	15:50	58.996821	5.675114	10	9
4B	Dusavika	Stavanger	01.12.21	16:00	58.996207	5.672803	10	5.4
5A	Vikevåg	Stavanger	01.12.21	16:59	59.098773	5.700784	10	8.5
5B	Vikevåg	Stavanger	01.12.21	17:05	59.096427	5.697563	10	7.5
6A	Låder	Stavanger	01.12.21	17:38	59.1186866	5.5853173	10	8.5
6B	Låder	Stavanger	02.12.21	17:39	59.118577	5.584098	10	8.9
7A	Øyren	Bokn	01.12.21	18:50	59.219373	5.458733	10	7.8
7B	Øyren	Bokn	01.12.21	18:50	59.218321	5.458566	10	6.7
8A	Kårstø-Ognøya	Tysvær	01.12.21	19:33	59.277065	5.475013	10	6.9
8B	Kårstø-Ognøya	Tysvær	01.12.21	19:33	59.2767322	5.4765497	10	6.6
9A	Åkrehamn	Karmøy	02.12.21	09:15	59.25974	5.182661	10	7.8
9B	Åkrehamn	Karmøy	02.12.21	09:13	59.260058	5.183253	10	7.6
10A	Kopervik	Karmøy	02.12.21	10:06	59.284224	5.306334	10	6.3
10B	Kopervik	Karmøy	02.12.21	10:06	59.284689	5.311322	10	6.3
11A	Hydro alu. Karmøy	Karmøy	02.12.21	10:45	59.3085582	5.3050629	10	7.8
11B	Hydro alu. Karmøy	Karmøy	02.12.21	10:45	59.309353	5.304917	10	7.5
12A	Haugesund Luft- havn	Haugesund	02.12.21	11:26	59.351184	5.219389	10	6.9
12B	Haugesund Luft- havn	Haugesund	02.12.21	11:28	59.350116	5.218176	10	7.2
12C	Haugesund Luft- havn	Haugesund	02.12.21	11:57	59.352998	5.215913	10	9
12D	Haugesund Luft- havn	Haugesund	02.12.21	11:57	59.352832	5.21808	9. 5	7.2

13A	Nordheim Karm- øysundet	Haugesund	02.12.21	12:49	59.377554	5.297195	10	6.9
13B	Nordheim Karm- øysundet	Haugesund	02.12.21	12:49	59.377933	5.2979636	10	7
13C	Nordheim Karm- øysundet	Haugesund	02.12.21	13:13	59.379477	5.298751	10	9
13D	Nordheim Karm- øysundet	Haugesund	02.12.21	13:13	59.380246	5.298605	9. 5	7.8
14A	Karmøysundet	Haugesund	02.12.21	14:49	59.417407	5.259878	10	6.7
14B	Karmøysundet	Haugesund	02.12.21	14:49	59.416884	5.260498	10	7.2
14C	Karmøysundet	Haugesund	02.12.21	15:21	59.418823	5.249926	10	9.3
14D	Karmøysundet	Haugesund	02.12.21	15:16	59.420146	5.2498	10	9.3
15A	Stordabrua	Stord	03.12.21	08:06	59.742532	5.407897	10	6.5
15B	Stordabrua	Stord	03.12.21	08:06	59.742262	5.408714	10	5.9
15C	Stordabrua	Stord	03.12.21	08:43	59.74293	5.40839	10	6.5
15D	Stordabrua	Stord	03.12.21	08:37	59.743384	5.409381	10	5.9
16A	Stord verft	Stord	03.12.21	09:43	59.756429	5.482317	10	6.2
16B	Stord verft	Stord	03.12.21	09:43	59.756451	5.483035	10	6.2
16C	Stord verft	Stord	03.12.21	10:18	59.761129	5.483936	10	6.1
17A	Rubbestadneset	Bømlo	02.12.21	17:47	59.816711	5.275665	10	6.9
17B	Rubbestadneset	Bømlo	02.12.21	17:54	59.81595	5.27554	10	6.8
17C	Rubbestadneset	Bømlo	02.12.21	18:12	59.8154964	5.2748716	10	6.9
17D	Rubbestadneset	Bømlo	02.12.21	18:12	59.8158333	5.2748179	10	6.8
18A	Fitjar	Fitjar	03.12.21	11:24	59.926202	5.31478	10	7.3
18B	Fitjar	Fitjar	03.12.21	11:24	59.926159	5.315514	10	7.2
16D	Stord verft	Stord	03.12.21	10:18	59.760213	5.48574	10	6.1
18C	Fitjar	Fitjar	03.12.21	11:51	59.92287	5.317749	10	9.5
18D	Fitjar	Fitjar	03.12.21	11:51	59.923247	5.317313	10	5.9
19A	Sandvikvåg	Fitjar	03.12.21	12:36	59.969314	5.336128	10	9.6
19B	Sandvikvåg	Fitjar	03.12.21	12:36	59.968685	5.335924	10	9.2
19C	Sandvikvåg	Fitjar	03.12.21	13:03	59.968513	5.33335	10	9.7
19D	Sandvikvåg	Fitjar	03.12.21	13:01	59.968611	5.33506	10	9.2
20A	Bekkarviksundet	Fitjar	03.12.21	14:36	60.0030293	5.2044827	10	7.3
20B	Bekkarviksundet	Fitjar	03.12.21	14:28	60.00336	5.20727	10	7.6
21A	Austevollbrua	Austevoll	03.12.21	15:36	60.106721	5.175579	10	6.9
21B	Austevollbrua	Austevoll	03.12.21	15:36	60.105836	5.176626	10	7.2
22A	Navøyosen	Austevoll	03.12.21	16:11	60.130803	5.107475	10	7.2
22B	Navøyosen	Austevoll	03.12.21	16:11	60.132307	5.10785	10	7.6
23A	Haghjem Fergekai	Bjørnafjorden	04.12.21	08:39	60.147447	5.426513	10	8.6
23B	Haghjem Fergekai	Bjørnafjorden	04.12.21	08:28	60.145749	5.427914	10	6.9
24A	Krokane	Bjørnafjorden	04.12.21	09:18	60.176212	5.359891	10	6.6
24B	Krokane	Bjørnafjorden	04.12.21	09:18	60.176478	5.359771	10	6.9
25A	Vardøyna	Askøy	04.12.21	15:53	60.448404	5.096957	10	4.9
25B	Vardøyna	Askøy	04.12.21	15:53	60.446336	5.097264	10	4.9
25C	Vardøyna	Askøy	04.12.21	16:26	60.447273	5.102004	10	5.9
25D	Vardøyna	Askøy	04.12.21	16:26	60.447085	5.102262	10	5.7
26A	Ramsøy	Askøy	04.12.21	14:34	60.435568	5.051428	10	7.3

26B	Ramsøy	Askøy	04.12.21	14:34	60.4355481	5.0510557	10	7.3
26C	Ramsøy	Askøy	04.12.21	15:10	60.440011	5.055876	10	7.7
26D	Ramsøy	Askøy	04.12.21	15:02	60.437798	5.056278	10	7.3
27A	Rossnes	Øygarden	04.12.21	12:39	60.557372	4.865586	10	9
27B	Rossnes	Øygarden	04.12.21	12:39	60.556979	4.864906	10	8.9
28A	Kollneset Eqvinor	Øygarden	04.12.21	12:10	60.557699	4.827494	10	8
28B	Kollneset Eqvinor	Øygarden	04.12.21	12:10	60.557699	4.827494	10	8
29A	Straumøya	Øygarden	04.12.21	11:21	60.557147	4.864934	10	7.9
29B	Straumøya	Øygarden	04.12.21	11:21	60.557247	4.864941	10	7.2
30A	Mongstad 1	Alver	05.12.21	15:49	60.804288	5.057848	3.5	8
30B	Mongstad 1	Alver	05.12.21	15:49	60.804288	5.057848	3.5	8
30C	Mongstad 1	Alver	05.12.21	16:29	60.780567	5.081549	10	8.4
30D	Mongstad 1	Alver	05.12.21	16:19	60.780396	5.082771	10	8
31A	Mongstad 2	Alver	05.12.21	17:03	60.81486	5.003729	10	8.2
31B	Mongstad 2	Alver	05.12.21	17:03	60.814826	5.004554	10	8.2
31C	Mongstad 2	Alver	05.12.21	17:28	60.814584	5.005361	10	8.2
31D	Mongstad 2	Alver	05.12.21	17:28	60.814584	5.005361	10	8.2
32A	Eidsbotn	Gulen	05.12.21	13:33	60.851777	5.068693	10	6.3
32B	Eidsbotn	Gulen	05.12.21	13:33	60.851927	5.068447	8	6.2
32C	Eidsbotn	Gulen	05.12.21	13:56	60.857079	5.064217	10	6
32D	Eidsbotn	Gulen	05.12.21	13:56	60.856842	5.064011	10	6
33A	Brandangersundet	Gulen	05.12.21	12:42	60.897803	5.027975	10	5.5
33B	Brandangersundet	Gulen	05.12.21	12:42	60.897958	5.027988	10	5.5
34A	Skipavik	Gulen	05.12.21	11:25	60.852625	5.033512	10	4.1
34B	Skipavik	Gulen	05.12.21	11:25	60.851912	5.033705	10	4.2
34C	Skipavik	Gulen	05.12.21	11:59	60.849044	5.006281	10	5.3
34D	Skipavik	Gulen	05.12.21	11:59	60.849116	5.005673	10	4.1
35A	Mjåsundbrua	Gulen	05.12.21	10:36	60.907007	4.952185	10	5.2
35B	Mjåsundbrua	Gulen	05.12.21	10:36	60.90763	4.951955	10	5.1
36A	Mjømnnessundbrua	Gulen	05.12.21	09:57	60.90267	4.912215	10	6.4
36B	Mjømnnessundbrua	Gulen	05.12.21	09:54	60.902832	4.917304	10	4.9
37A	Nesvågen	Gulen	05.12.21	09:16	60.892606	4.836775	10	6.7
37B	Nesvågen	Gulen	05.12.21	09:16	60.893152	4.836576	10	6.9
Neg 1	X-tra vann (Coop Extra)		02.12.21	09:00			5	
Neg 2	X-tra vann (Coop Extra)		02.12.21	09:00			5	
Neg 3	X-tra vann (Coop Extra)		02.12.21	18:45			5	
Neg 4	X-tra vann (Coop Extra)		02.12.21	18:45			5	
Neg 5	Eldorado vann (Kiwi)		03.12.21	18:25			5	

Neg 6	Eldorado vann (Kiwi)		03.12.21	18:25			5	
Neg 7	Bare rent vann (Rema 1000)		04.12.21	18:50			5	
Neg 8	Bare rent vann (Rema 1000)		04.12.21	18:50			5	
Neg 9	Bare rent vann (Rema 1000)		05.12.21	18:30			5	

Vedlegg Tabell 2. Resultater fra qPCR-analyser for påvisning av havnespy. Alle prøvene ble kjørt i PCR-triplikater, og en prøve ble karakterisert som positiv når minst to av triplikatene var positive. Kolonnen «qPCR» viser andel positive replikater med gjennomsnitt og standardavvik for C_T og DNA-konsentrasjon (ng/μL) listet i de påfølgende kolonnene.

Løpenummer	Kommune	Stasjonsnavn	Konklusjon	qPCR	C _T	C _T -standardavvik	DNA-konsentrasjon (ng/μL)	DNA standardavvik (ng/μL)
01A	Stavanger	Tananger	Negativ	0/3				
01B	Stavanger	Tananger	Negativ	0/3				
02A	Stavanger	Engøysundet	Negativ	1/3	41.71			
02B	Stavanger	Engøysundet	Negativ	0/3				
02C	Stavanger	Engøysundet	Negativ	0/3				
02D	Stavanger	Engøysundet	Positiv	3/3	36.63	1.09	4.74E-05	2.73E-05
03A	Stavanger	Engøysundet nord	Positiv	2/3	39.89	2.09	6.70E-06	7.20E-06
03B	Stavanger	Engøysundet nord	Negativ	1/3	40.11			
03C	Stavanger	Engøysundet nord	Negativ	0/3				
03D	Stavanger	Engøysundet nord	Negativ	1/3	37.77			
04A	Stavanger	Dusavika	Negativ	0/3				
04B	Stavanger	Dusavika	Negativ	0/3				
05A	Stavanger	Vikevåg	Negativ	0/3				
05B	Stavanger	Vikevåg	Negativ	0/3				
06A	Stavanger	Låder	Negativ	0/3				
06B	Stavanger	Låder	Negativ	0/3				
07A	Bokn	Øyren	Negativ	0/3				
07B	Bokn	Øyren	Negativ	0/3				
08A	Tysvær	Kårstø-Ognøya	Negativ	0/3				
08B	Tysvær	Kårstø-Ognøya	Negativ	0/3				
09A	Karmøy	Åkrehamn	Negativ	0/3				
09B	Karmøy	Åkrehamn	Negativ	0/3				
10A	Karmøy	Kopervik	Negativ	0/3				
10B	Karmøy	Kopervik	Negativ	0/3				
11A	Karmøy	Hydro alu. Karmøy	Negativ	0/3				
11B	Karmøy	Hydro alu. Karmøy	Negativ	0/3				
12A	Haugesund	Haugesund Lufthavn	Negativ	0/3				
12B	Haugesund	Haugesund Lufthavn	Negativ	0/3				
12C	Haugesund	Haugesund Lufthavn	Negativ	0/3				
12D	Haugesund	Haugesund Lufthavn	Negativ	0/3				
13A	Haugesund	Nordheim Karmøysundet	Negativ	1/3	43.89			
13B	Haugesund	Nordheim Karmøysundet	Negativ	0/3				
13C	Haugesund	Nordheim Karmøysundet	Negativ	0/3				
13D	Haugesund	Nordheim Karmøysundet	Negativ	0/3				

14A	Haugesund	Karmøysundet	Positiv	3/3	37.50	1.40	3.00E-05	2.15E-05
14B	Haugesund	Karmøysundet	Positiv	3/3	37.87	0.43	1.75E-05	5.27E-06
14C	Haugesund	Karmøysundet	Positiv	3/3	38.74	0.37	9.68E-06	2.34E-06
14D	Haugesund	Karmøysundet	Positiv	3/3	38.19	0.83	1.58E-05	9.71E-06
15A	Stord	Stordabrua	Negativ	0/3				
15B	Stord	Stordabrua	Negativ	0/3				
15C	Stord	Stordabrua	Negativ	0/3				
15D	Stord	Stordabrua	Negativ	0/3				
16A	Stord	Stord verft	Negativ	0/3				
16B	Stord	Stord verft	Negativ	0/3				
16C	Stord	Stord verft	Negativ	0/3				
16D	Stord	Stord verft	Negativ	0/3				
17A	Bømlo	Rubbestadneset	Negativ	0/3				
17B	Bømlo	Rubbestadneset	Negativ	0/3				
17C	Bømlo	Rubbestadneset	Negativ	0/3				
17D	Bømlo	Rubbestadneset	Negativ	0/3				
18A	Fitjar	Fitjar	Negativ	0/3				
18B	Fitjar	Fitjar	Negativ	0/3				
18C	Fitjar	Fitjar	Negativ	0/3				
18D	Fitjar	Fitjar	Negativ	0/3				
19A	Fitjar	Sandvikvåg	Negativ	0/3				
19B	Fitjar	Sandvikvåg	Negativ	0/3				
19C	Fitjar	Sandvikvåg	Negativ	0/3				
19D	Fitjar	Sandvikvåg	Negativ	0/3				
20A	Fitjar	Bekkjarviksundet	Negativ	0/3				
20B	Fitjar	Bekkjarviksundet	Negativ	0/3				
21A	Austevoll	Austevollbrua	Negativ	0/3				
21B	Austevoll	Austevollbrua	Negativ	0/3				
22A	Austevoll	Navøyosen	Negativ	0/3				
22B	Austevoll	Navøyosen	Negativ	0/3				
23A	Bjørnafjorden	Haghjem Fergekai	Negativ	0/3				
23B	Bjørnafjorden	Haghjem Fergekai	Negativ	0/3				
24A	Bjørnafjorden	Krokane	Negativ	0/3				
24B	Bjørnafjorden	Krokane	Negativ	0/3				
25A	Askøy	Vardøyna	Positiv	3/3	39.54	1.03	6.33E-06	3.43E-06
25B	Askøy	Vardøyna	Positiv	3/3	38.66	0.70	1.07E-05	4.77E-06
25C	Askøy	Vardøyna	Positiv	3/3	38.42	0.65	1.25E-05	5.95E-06
25D	Askøy	Vardøyna	Positiv	3/3	37.17	0.42	2.79E-05	7.26E-06
26A	Askøy	Ramsøy	Positiv	3/3	38.43	0.58	1.23E-05	4.78E-06
26B	Askøy	Ramsøy	Positiv	3/3	38.78	1.14	1.10E-05	7.45E-06
26C	Askøy	Ramsøy	Positiv	3/3	39.60	0.53	5.56E-06	2.14E-06
26D	Askøy	Ramsøy	Negativ	1/3	40.11			
27A	Øygarden	Rossnes	Negativ	0/3				
27B	Øygarden	Rossnes	Negativ	0/3				
28A	Øygarden	Kollneset Equinor	Negativ	0/3				
28B	Øygarden	Kollneset Equinor	Negativ	0/3				

29A	Øygarden	Straumøya	Negativ	1/3	43.10			
29B	Øygarden	Straumøya	Negativ	1/3	42.20			
30A	Alver	Mongstad 1	Negativ	0/3				
30B	Alver	Mongstad 1	Negativ	0/3				
30C	Alver	Mongstad 1	Negativ	0/3				
30D	Alver	Mongstad 1	Negativ	0/3				
31A	Alver	Mongstad 2	Negativ	0/3				
31B	Alver	Mongstad 2	Negativ	0/3				
31C	Alver	Mongstad 2	Negativ	0/3				
31D	Alver	Mongstad 2	Negativ	0/3				
32A	Gulen	Eidsbotn	Negativ	1/3	41.39			
32B	Gulen	Eidsbotn	Positiv	2/3	41.04	0.17	2.01E-06	2.30E-07
32C	Gulen	Eidsbotn	Negativ	1/3	41.64			
32D	Gulen	Eidsbotn	Positiv	2/3	41.61	0.86	1.49E-06	8.18E-07
33A	Gulen	Brandangersundet	Positiv	3/3	40.09	0.26	3.84E-06	6.30E-07
33B	Gulen	Brandangersundet	Positiv	2/3	41.15	1.00	2.08E-06	1.30E-06
34A	Gulen	Skipavik	Positiv	3/3	36.08	0.17	5.68E-05	6.27E-06
34B	Gulen	Skipavik	Negativ	0/3				
34C	Gulen	Skipavik	Negativ	0/3				
34D	Gulen	Skipavik	Negativ	0/3				
35A	Gulen	Mjåsundbrua	Negativ	0/3				
35B	Gulen	Mjåsundbrua	Negativ	0/3				
36A	Gulen	Mjømnnessundbrua	Negativ	1/3	40.38			
36B	Gulen	Mjømnnessundbrua	Negativ	0/3				
37A	Gulen	Nesvågen	Negativ	0/3				
37B	Gulen	Nesvågen	Negativ	0/3				
Neg1	Feltnegativ	NA	Negativ	0/3				
Neg2	Feltnegativ	NA	Negativ	0/3				
Neg3	Feltnegativ	NA	Negativ	0/3				
Neg4	Feltnegativ	NA	Negativ	0/3				
Neg5	Feltnegativ	NA	Negativ	0/3				
Neg6	Feltnegativ	NA	Negativ	0/3				
Neg7	Feltnegativ	NA	Negativ	0/3				
Neg8	Feltnegativ	NA	Negativ	0/3				
Neg9	Feltnegativ	NA	Negativ	0/3				

Norsk institutt for naturforskning, NINA, er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og samspillet natur–samfunn.

NINA ble etablert i 1988. Hovedkontoret er i Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driver NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskningsstasjonen for vill laksefisk på lms i Rogaland.

NINAs virksomhet omfatter både forskning og utredning, miljøovervåking, rådgivning og evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og erfaring med både naturvitere og samfunnsvitere i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene, samfunnets bruk av naturen og sammenhenger med de store drivkreftene i naturen.

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-4879-2

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger