

2142

NINA Rapport

Status for ungfisk og bunndyr etter fiskedød i Homla høsten 2018

Gunnbjørn Bremset, Hans Mack Berger, Knut Andreas Eikland & Steinar Gilleberg Stensli



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Det 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.

Status for ungfisk og bunndyr etter fiskedød i Homla høsten 2018

Gunnbjørn Bremset
Hans Mack Berger
Knut Andreas Eikland
Steinar Gilleberg Stensli

Bremset, G., Berger, H.M., Eikland, K.A. & Stensli, S.G. 2022. Status for ungfisk og bunndyr etter fiskedød i Homla høsten 2018. NINA Rapport 2142. Norsk institutt for naturforskning.

Trondheim, mai 2022

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4931-7

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Øyvind Solem

ANSVARLIG SIGNATUR

Forsknings sjef Ingebrigt Uglem (sign.)

BIDRAGSYTERE

Fylkesmannen i Sør-Trøndelag og Fylkesmannen i Trøndelag

OPPDRA GSGIVERS REFERANSE

2021/1025

KONTAKTPERSONER HOS BIDRAGSYTERE

Kjersti Hanssen & Kari Tønset Guttvik

FORSIDEBILDE

Homla oppstrøms E6-brua © Hans Mack Berger

NØKKEWORD

- Homla
- Nævra
- Høybybekken
- Malvik kommune
- Trøndelag
- Sjøvandrende laksefisk
- Ungfiskundersøkelser
- Bunndyrundersøkelser
- Bestandsstatus
- Påvirkningsfaktorer
- Vannforurensning
- Fysiske inngrep

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

Bremset, G., Berger, H.M., Eikland, K.A. & Stensli, S.G. 2022. Status for ungfisk og bunndyr etter fiskedød i Homla høsten 2018. NINA Rapport 2142. Norsk institutt for naturforskning.

Formålet med denne samler rapporten er å gi en oppdatert status for ungfiskbestander og bunndyrsamfunn i Homla. Det er benyttet data fra ulike ungfiskundersøkelser i perioden 1986-2021, samt data fra bunndyrundersøkelser i perioden 2017-2021. Mens ungfiskundersøkelsene i stor grad har hatt en generell og lite spesifikk innretning, har bunndyrundersøkelsene i større grad vært innrettet for å belyse eventuelle forskjeller i områder som har vært påvirket og upåvirket av kjemisk behandling. Resultatene som presenteres er i hovedsak basert på analyser av datasett som forfatterne har hatt full tilgang på. Resultater fra andre fagmiljøstudier er som hovedregel bare referert til, siden disse datasettene ikke har vært tilgjengelig for videre analyser. I tillegg til refererte studier er det gjennomført ulike undersøkelser av konsulentfirma og andre fagmiljø, som ikke har blitt inkludert siden aktuelle rapporter ikke har vært lett tilgjengelige på nettsider.

Det naturlige fiskesamfunnet i Homlavassdraget består av aure, laks, ål, trepigget stingsild og skrubbe. I tillegg er gjedde introdusert til de øvre delene av Homlavassdraget. Sjøvandrende laksefisk har tilgang på en om lag fem kilometer lang strekning i hovedelva, om lag 200 meter i sidevassdraget Høybybekken, samt i nedre deler av mindre tilløpsbekker. I senere tid er det påvist bestander av elvemusling i Homla, som har laksunger som vert i sitt parasittiske stadium. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning har vurdert laksebestanden etter kvalitetsnorm for villaks, og klassifiserte at Homla-bestanden i perioden 2010-2014 hadde svært dårlig kvalitet. På grunn av laksebestandens dårlige tilstand er også økologisk tilstand i Homla svært dårlig. Det er knyttet store usikkerheter til hva som er de viktigste årsakene til den negative bestandsutviklingen i Homla i løpet av de senere tiår. Som følge av denne utviklingen har det de siste årene ikke blitt åpnet for elvefiske i Homla.

I tillegg til undersøkelser av ungfisk, bunndyr og elvemusling, er det i senere år gjennomført årlige gytefiskundersøkelser i Homla. Siden gytefiskundersøkelsene startet høsten 2014 er det registrert mellom 50 og 236 gytelakser i Homla. Under gytefiskundersøkelsene i oktober 2018 ble det registrert bare sju levende gytelakser, mens resten av de observerte gytelaksene var døde. Med utgangspunkt i gjennomførte ungfiskundersøkelser i Homla i perioden 1986-2021, og gytefiskundersøkelser i perioden 2014-2021, synes produksjonen av sjøvandrende laksefisk å være lav sammenlignet med de fleste andre laksevassdrag i regionen. I perioden før observert fiskedød (1986-2018) ble det på et fast stasjonsnett estimert midlere tettheter av eldre ungfisk i størrelsesorden 13-23 individer per 100 m². Dette er vesentlig lavere ungfisktettheter enn hva som er funnet i de fleste andre laksevassdrag i regionen. Laksebestanden var derfor allerede i en sårbar situasjon før den akutte fiskedøden inntraff i oktober 2018.

Samlet sett virker bunndyrsamfunnet i Homla å ha hentet seg inn etter mulig negativ påvirkning av kjemisk behandling i oktober 2018. Det er imidlertid mangelfulle bunndyrdata fra perioden før observert fiskedød i Homla. Mangelfulle førdata gjør det vanskelig å konkludere om årsaken til de lave individtallene, og årsaken til det lave antallet taksa i øvre deler i november 2018. Videre er det vanskelig å konkludere hvorvidt disse resultatene kan tilskrives utfordrende prøvetakingsforhold på senhøsten 2018, lave vannføringer og høye vanntemperaturer sommeren 2018, eller om det skyldes andre påvirkninger. Til tross for økende antall taksa i løpet av undersøkelsesperioden, kan en reduksjon i individtall på en stasjon høsten 2021 indikere at Homlavassdraget er et akvatisk økosystem som er under kontinuerlig påvirkning. Det er derfor sannsynlig at det er flere faktorer som påvirker bunndyrsamfunn og ungfiskbestander i Homlavassdraget.

På bakgrunn av foreliggende kunnskapsgrunnlag synes årsakssammenhengene i Homlavassdraget å være sammensatte, og det er lite sannsynlig at det er én faktor eller få faktorer i nyere tid som forklarer nåværende bestandsstatus. Det er mer sannsynlig at det har vært et samvirke av flere negative påvirkningsfaktorer som over tid har påvirket laksebestanden negativt. Ut fra en samlet vurdering synes vannforurensning og vannkjemiske forhold å ha spilt en vesentlig rolle. Av spesielt stor betydning er deponering av store mengder kreosotholdig avfall i øvre deler av vassdraget på slutten av 1960-tallet. Selv om avfallet ble fjernet i 2011 ble det fortsatt funnet miljøgifter med sannsynlig opphav i dette deponiet i 2012 og 2013. De aktuelle forbindelsene er svært giftige med alvorlige langtidsvirkninger, og kan blant annet påvirke reproduksjonsevnen hos fisk. Det er derfor sannsynlig at kreosotavfallet har hatt negativ påvirkning på vekst og overlevelse hos laksebestanden i Homlavassdraget i flere tiår, og kan være en viktig del av forklaringen på de gjennomgående lave ungfisktetthetene i perioden 1986-2021.

En annen viktig forurensningskilde til Homla er veiavrenning. Det er grunn til å anta at samlet miljøbelastning fra veitransport har økt etter at E6-traséen ble lagt om, siden hele hovedstrengen nedstrøms E6-brua og nedre deler av Høybybekken er påvirket av veiavrenning. Disse vassdragsavsnittene utgjør en betydelig del av lakseførende strekning i vassdraget, og omfatter også de delene av Homla der det er påvist høyest ungfisktettheter i perioden 1986-2021. Det er flere kjemiske forbindelser i veiavrenning som kan ha negative effekter på miljøet. Omfanget på veisaltning har økt i løpet av de senere tiår. Natriumklorid i høye konsentrasjoner kan ha negative effekter på laks. I tillegg blir også magnesiumklorid og kalsiumklorid benyttet på veinettet. Fra asfalterte veier frigjøres en rekke organiske og uorganiske forbindelser som følge av slitasje, som drenerer til vassdrag i nedbørsperioder og i forbindelse med tunnelvasking. I et nylig studium fra USA er det påvist at et tilsetningsstoff i bildekk kan medføre omfattende, akutt fiskedød hos stillehavslaks. Det er foreløpig uavklart hvilke effekter denne kjemiske forbindelsen har på laks og andre elvelevende fisk i norske vassdrag.

I løpet av de senere tiårene har det skjedd en vesentlig urbanisering i de nedre delene av Homlavassdraget. Blant annet er munningsområdet til elva endret flere ganger. I perioden mellom 1963 og 1976 ble elvemunningen først utvidet, før munningsområdet de siste årene har fått et rent kanalpreg. I områder som tidligere hadde frodig kantskog er elva i dag forbygd, og det er lite eller ingen gjenværende kantvegetasjon i disse mer kanalpregete vassdragsavsnittene. I andre områder er tidligere kantskog fjernet og erstattet av ulike former for infrastruktur. Kantskog og annen kantvegetasjon har en stor betydning for produktiviteten i små elver. En gradvis utarming av kantvegetasjonen kan derfor være en medvirkende årsak til den moderate fiskeproduksjonen i Homla. Store naturinngrep som følge av de pågående veiarbeidene i nedre deler av Homlavassdraget, vil medføre ytterligere, negative påvirkninger av laksebestanden i Homla. I anleggsfasen vil de mest negative påvirkningene være fjerning av kantskog, etablering av anleggsveier og elvekryssinger, samt kraftig og vedvarende støy. I driftsfasen vil økte utslipp av miljøskadelige stoffer i veiavrenning og etter tunnelvask fortsatt påvirke laksebestanden negativt.

Gunnbjørn Bremset (Gunnbjorn.Bremset@nina.no), Norsk institutt for naturforskning (NINA), Postboks 5685 Torgarden.

Hans Mack Berger (hans.m.berger@gmail.com), Berger FeltBio, Flygata 6, 7504 Stjørdal.

Knut Andreas Eikland (Knut.Eikland@nina.no), NINA-Oslo, Sognsveien 68, 0855 Oslo.

Steinar Gilleberg Stensli (steinarstensli@gmail.com), Trondheim og Omland Fiskeadministrasjon (TOFA), Leirfossvegen 76, 7038 Trondheim.

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
1.1 Områdebeskrivelse.....	7
1.2 Fiskesamfunn	8
2 Metoder	9
2.1 Ungfiskundersøkelser	9
2.2 Bunndyrundersøkelser	15
3 Resultater	23
3.1 Ungfiskundersøkelser	23
3.1.1 Undersøkelser på ulike stasjoner i perioden 1986-2015.....	23
3.1.2 Undersøkelser på fast stasjonsnett i perioden 1986-2021.....	27
3.1.3 Endringer i ungfiskbestand i løpet av perioden 1986-2018.....	30
3.1.4 Endringer i ungfiskbestand etter fiskedød i 2018	31
3.2 Bunndyrundersøkelser	33
3.2.1 Undersøkelser i november 2018	35
3.2.2 Undersøkelser i mai 2019.....	36
3.2.3 Undersøkelser i oktober 2019	37
3.2.4 Endringer i undersøkelsesperioden.....	38
4 Diskusjon	40
4.1 Status for laksebestanden i Homlavassdraget.....	40
4.2 Mulige årsaker til dårlig bestandsstatus hos laks.....	41
4.3 Oppsummering	51
5 Referanser	52
6 Vedlegg	57

Forord

Dette prosjektet har blitt gjennomført i samarbeid mellom Norsk institutt for naturforskning (NINA), Trondheim og Omland Fiskeadministrasjon (TOFA), Berger FeltBio og Malvik kommune. Hans Mack Berger, Gunnbjørn Bremset, Lars Slettom og Steinar Gilleberg Stensli har vært hovedansvarlig for innsamling av ungfiskdata fra Homla og Høybybekken, mens Hans Mack Berger og Terje Bongard har samlet inn bunndyrprøver fra Homla og Nævra. Andre deltakere under feltarbeid i Homlavassdraget har vært (i alfabetisk rekkefølge): Vegard Ambjørndalen, Ole Kristian Berg, Anders Foldvik, Jan Gunnar Jensås, Per Harald Olsen, Laila Saksgård, Randi Saksgård, Odd Terje Sandlund, Magnus Berger Skjøstad, Mari Berger Skjøstad, Sigrid Skoglund, Maxim Teichert og Eva Marita Ulvan. Terje Bongard har analysert de innsamlede bunndyrprøvene, mens Knut Andreas Eikland har bearbeidet resultatene. Gunnbjørn Bremset har hatt hovedansvaret for utarbeidelse av rapporten, med bistand fra Knut Andreas Eikland, Hans Mack Berger og Steinar Gilleberg Stensli. Mari Berger Skjøstad i Veterinærinstituttet har bidratt med informasjon om utlegging av øyerogn og utsetting av yngel, mens Sondre Meland i Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har gitt tillatelse til å gjengi resultater fra et NIVA-notat.

Feltarbeidet er finansiert med tilskuddsmidler fra Direktoratet for naturforvaltning, Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, Miljødirektoratet og Statsforvalteren i Trøndelag. I tillegg har det blitt benyttet interne midler hos Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Norsk institutt for naturforskning og Malvik kommune. Utarbeidelsen av samler rapporten er finansiert med tilskuddsmidler fra Statsforvalteren i Trøndelag, samt med bruk av interne midler fra Norsk institutt for naturforskning. Nye Veier AS ble forespurt å bidra med midler for å utarbeide en mer omfattende statusrapport, som kunne benyttes som et grunnlag for å vurdere bestandsstatus før gjennomføring av omfattende vassdragsinngrep. Imidlertid var ikke Nye Veier AS villig til å bidra med noen tilleggsfinansiering. Som følge av begrensede midler omhandler rapporten i første rekke status for ungfisk og bunndyr etter fiskedød, samt en gjennomgang av noen mulige forklaringer til at status for laksebestanden i Homla har vært dårlig over lang tid. Det er derfor verdt å merke seg at samler rapporten ikke er utformet på en måte som kan erstatte behovet for grundig miljøkartlegging i forbindelse med det pågående veiutbyggingsprosjektet.

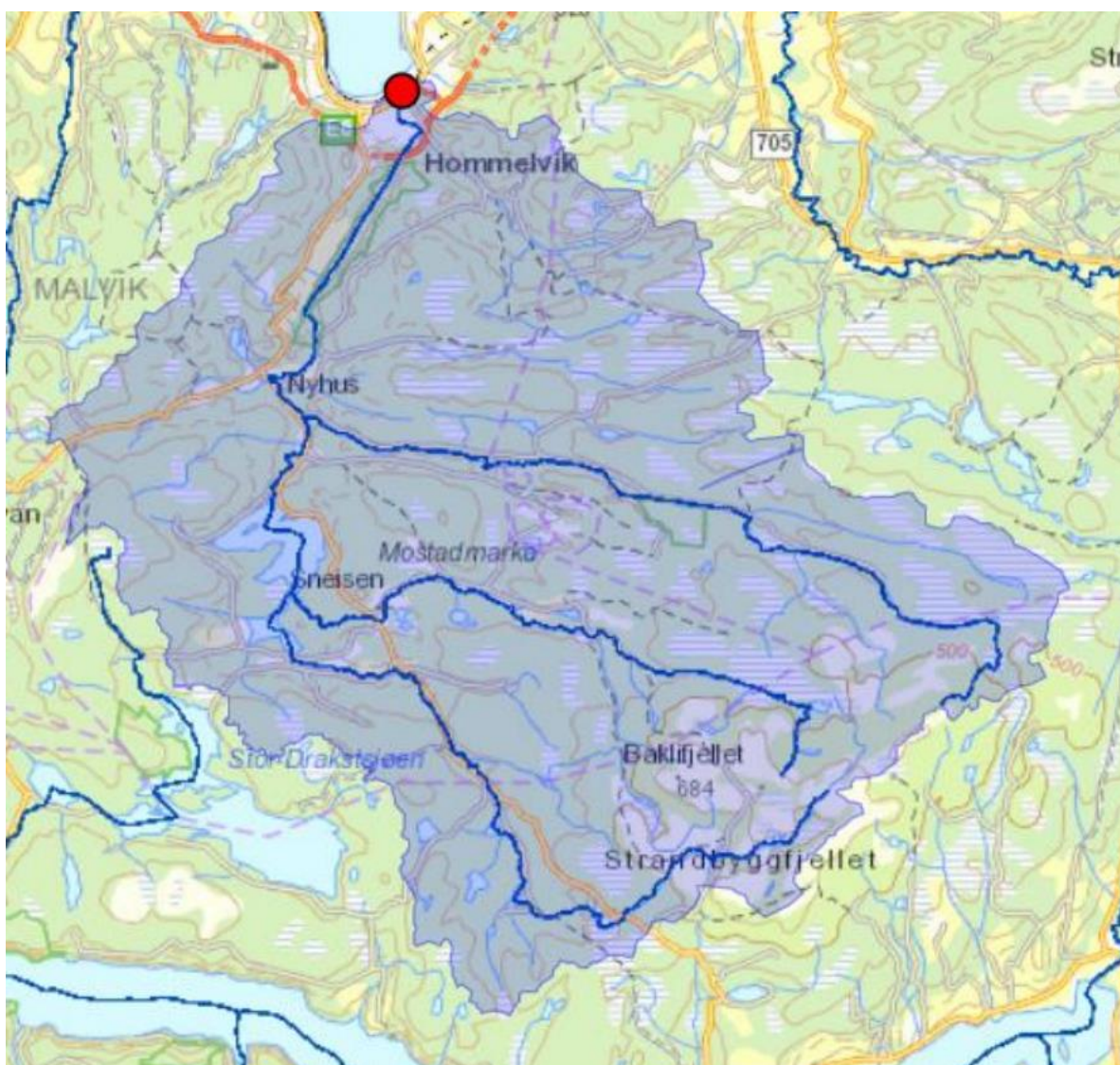
Trondheim 31. mai 2022,

Gunnbjørn Bremset,
prosjektleder

1 Innledning

1.1 Områdebeskrivelse

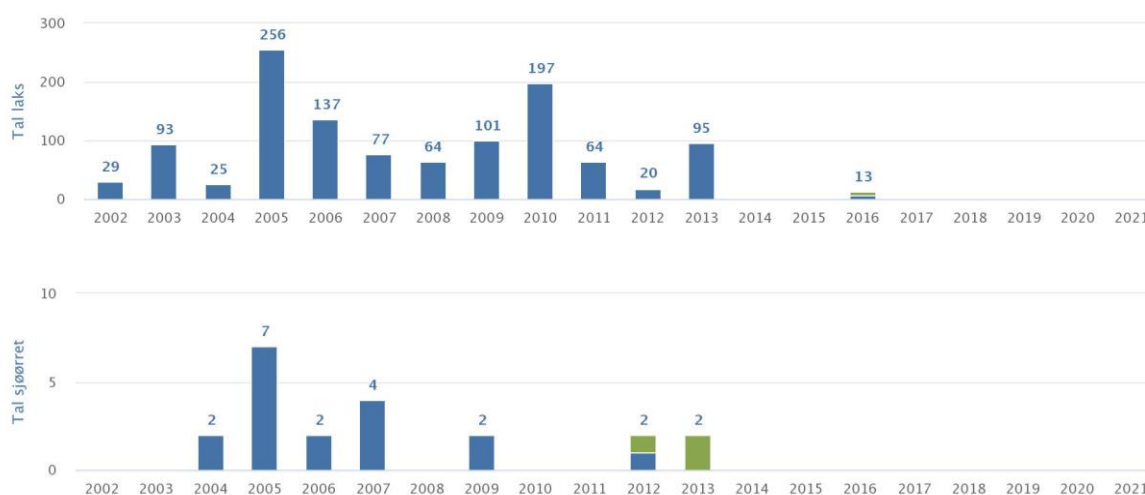
Homlavassdraget ligger i kommunene Malvik, Selbu og Stjørdal i Trøndelag (**figur 1**). Samlet nedbørsfelt er om lag 160 km², og middelvannføring ved utløpet i Hommelvika er om lag 4,2 m³/s (Arnekleiv et al. 1997). Vassdraget er et lavlandsvassdrag i barskogsregionen i Trøndelag med gran som dominerende treslag i nedbørfeltet. Homla drenerer fra Foldsjøen (206 m o.h.). Like nedstrøms Foldsjøen ligger Verksfossen. Nedstrøms Verksfossen er Homla relativt sentflytende ned til Storfossen og Dølanfossen, som er to mektige stupfossen med et samlet fall på om lag 90 meter (Arnekleiv et al. 1997). De største sideelvene i øvre deler nedstrøms Foldsjøen er Nævra og Krokotbekken. Nedstrøms Dølanfossen renner elva med jevnt fall gjennom en trang dal før utløp i Trondheimsfjorden ved Hommelvik. I nedre deler av Homlavassdraget er Høybybekken den viktigste tilløpsbekken til Homla.



Figur 1. Homlavassdraget i Malvik, Selbu og Stjørdal kommuner. Nedbørsfeltet er markert med blå skravering, mens de største elvene og bekkene er framhevet med tykke blå streker. Kartet er hentet fra www.nevina.nve.no.

1.2 Fiskesamfunn

Det naturlige fiskesamfunnet i Homlavassdraget består av aure, laks, ål, trepigget stingsild og skrubbe (Arnekleiv & Nøst 1987, Bremset et al. 2015b). I tillegg er det introdusert gjedde i flere vannforekomster i de øvre delene av Homlavassdraget (Arnekleiv et al. 1997, Sandodden et al. 2019). Sjøvandrende laksefisk har tilgang på en om lag fem kilometer lang strekning nedstrøms Dølanfossen, om lag 200 meter i den nederste strekningen av Høybybekken, samt i nedre deler av flere mindre tilløpsbekker. I perioden 2002-2021 har det vært store årlige variasjoner i mengde laks og sjøaure som har blitt fanget i Homla (**figur 2**). Siden 2014 har det med unntak av 2016 ikke blitt åpnet for elvefiske i Homla. Det er knyttet store usikkerheter til hva som er årsaken til bestandsutviklingen i Homla. Et par uker etter at det ble gjennomført utryddingstiltak mot gjedde i tre mindre vann med avrenning til Nævra, ble det i oktober 2018 registrert omfattende fiskedød i lakseførende deler av Homla (Lamberg & Gjertsen 2019). Årsaksforholdet til at gytefisk av laks og sjøaure døde er ikke avklart, men det er flere mulige forklaringer på den observerte dødeligheten i Homla (Hindar & Meland 2019). I senere tid er det påvist bestander av elvemusling i Homla (Berger et al. 2019), som har laksunger som vert i parasittstadiet (Larsen & Fossøy 2020).



Figur 2. Rapportert elvefangst av laks (øvre del) og sjøaure (nedre del) i Homla i perioden 2002-2021. Blå søyer angir antall avlivede individer, mens grønne søyer angir antall gjenutsatte individer. Kilde: Miljødirektoratet.

Homlavassdraget inngår i et nasjonalt overvåkingsprogram for referanseelver i Norge, som en del av basisovervåking som ble startet opp i 2017 (Moe et al. 2018). Homlavassdraget ble undersøkt både i 2017, 2019 og 2021. Basert på mengde påvekstlger og konsentrasjon av næringsstoffer, var konklusjonen at det var svært god tilstand med hensyn til eutrofiering (Moe et al. 2018, Thrane et al. 2020). Bunndyrundersøkelsene tilsa også at det på undersøkelsestidspunktene var svært god tilstand med hensyn til organisk belastning. Miljømålet i vannforskriften ble dermed nådd med tanke på eutrofiering og organisk belastning. Moderat kalkrike vannforekomster regnes generelt ikke som forsuringssensitive (Larsen & Fossøy 2020).

Det har vært gjennomført ungfiskundersøkelser i Homla med ujevne mellomrom i perioden 1986-2015, og årlige ungfiskundersøkelser i nedre deler av Homlavassdraget i perioden 2017-2021. LFI Vitenskapsmuséet gjennomførte ungfiskundersøkelser i 1985 og 1986 (Arnekleiv & Nøst 1987) samt i 1997 (Arnekleiv et al. 1997). NTNU gjennomførte ulike ungfiskundersøkelser på midten av 1990-tallet (Bremset & Berg 1997, Berg & Bremset 1998, Bremset 1999, Bremset & Berg 1999, Bremset & Heggnes 2001). NINA har gjennomført ungfiskundersøkelser i Homla i 2010 (Sandlund et al. 2011), 2014 (Bremset et al. 2015b) og 2015 (Bremset et al. 2016). TOFA har i perioden 2015-2021 gjennomført ungfiskundersøkelser i Homla og Høybybekken (Berger 2016, Berger 2018, Berger et al. 2019, Stensli & Berger 2021).

2 Metoder

De ferskvannsbiologiske undersøkelserne som omfattes av denne samlerapporten er ungfiskundersøkelser (**avsnitt 2.1**) og bunndyrundersøkelser (**avsnitt 2.2**). I tillegg er det gjennomført en rekke andre miljøundersøkelser i Homlavassdraget, som habitatkartlegging, overvåking av vannkvalitet, kartlegging av elvemusling og prøvafiske med garn i innsjøer. Resultatene fra slike undersøkelser er ikke inkludert i samlerapporten, siden de ikke anses å ha direkte relevans for hovedformålet med samlerapporten.

2.1 Ungfiskundersøkelser

Ungfiskundersøkelsene i Homla i perioden 1986-2021 har hatt ulike innretninger og omfang, ut fra hvilket formål de ulike fagmiljøene har hatt for sine undersøkelser. Undersøkelsene utført i regi av LFI-Vitenskapsmuséet har enten skjedd i overvåkingsøyemed (Arnekleiv & Nøst 1987) eller i forbindelse med planer om vannkraftutbygging i Homlavassdraget (Arnekleiv et al. 1997). Undersøkelsene i regi av NTNU ble gjennomført i forbindelse med et doktorgradsstudium, der ungfisksamfunn i dype kulpområder og grunne strykområder ble sammenlignet i tre vassdrag (Bremset & Berg 1997, Bremset 1999). I Homla ble et dypområde like nedstrøms Høybybekken (**bilde 1**) sammenlignet med tre strykområder henholdsvis 50, 100 og 200 meter oppstrøms dypområdet. I dypområdet ble ungfisk av laks og aure fanget med not, for å gjennomføre et bestandsestimat med bruk av Petersens merking-gjenfangst metode (Ricker 1975). I tillegg ble det gjennomført undervannsobservasjoner for å få kvalitativ informasjon om habitatbruk og atferd hos ungfisk (Bremset & Berg 1997, Bremset & Berg 1999, Bremset & Heggenes 2001). I de tre strykområdene ble det gjennomført elektrisk fiske, for å estimere bestandsstørrelsen ved hjelp av Moran-Zippins utfangstmetode (Moran 1951, Zippin 1958).



Bilde 1. I august 1994 ble det gjennomført flere ungfiskundersøkelser i nedre deler av Homla. Undersøkelsene ble utført i et dypområde like nedstrøms Høybybekken, samt i tre strykområder oppstrøms utløpet av bekken. I dypområdet ble det benyttet notfiske og undervannsobservasjoner, mens det i strykområdene ble benyttet elektrisk fiske. Flyfoto: www.kart.finn.no.

I perioden 2010-2015 ble det gjennomført eksperimentell utprøving av elektrisk fiske i fem vassdrag (Sandlund et al. 2011, Bremset et al. 2015b, Bremset et al. 2016, Hedger et al. 2018, Bremset et al. 2022). Blant de undersøkte laksevassdragene var Homla, der det ble gjennomført felteksperimenter ved fire anledninger; i september 2010, i november 2010, i november 2014 og i august 2015. Med unntak av felteksperimentet i november 2010, ble undersøkelsene gjennomført innenfor et avsperrt elveavsnitt om lag 100 meter oppstrøms utløpet av Høybybekken (**figur 3**). Forsøksområdet ble lagt i samme område som det midterste strykområdet som ble undersøkt i august 1994 (se ovenfor). Forsøksområdet på om lag 400 m² ble stengt av med finmaskete sperrenøter, slik at ungfisk innenfor forsøksområdet ikke kunne flykte ut fra området mens undersøkelsene pågikk. Det elektriske fisket ble utført av to personer, der én person opererte det elektriske fiskeapparatet mens den andre assisterte og tok vare på fanget fisk (**bildeserie 1**). I tillegg sjekket to personer den nedre sperrenota og tok vare på ungfisk som hadde havnet i nota. Etter hver omgang ble alle fangete fisk registrert med hensyn til art og lengde (mm).

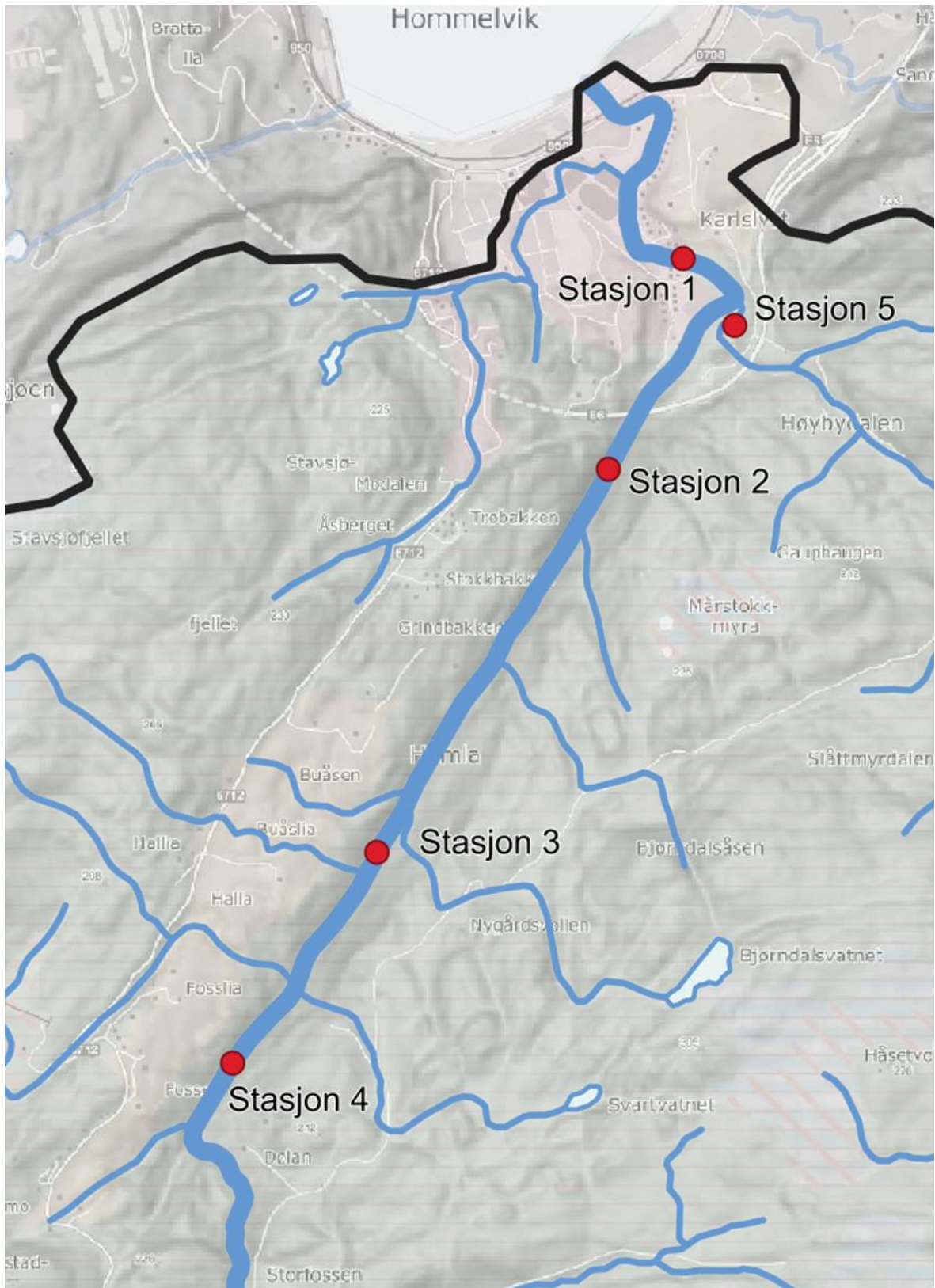


Figur 3. I perioden 2010-2015 ble det gjennomført eksperimentell utprøving av elektrisk fiske i nedre del av Homla. Et elveavsnitt på om lag 800 m² like oppstrøms Høybybekken ble avsperrt med sperrenøter (indikert med røde linjer). Flyfoto: www.kart.finn.no.

I perioden 2015-2021 er det gjennomført elektrisk fiske på fem stasjoner i Homlavassdraget. Fire av stasjonene er i nedre og midtre deler av Homla, mens den siste stasjonen er i nedre deler av Høybybekken (**figur 4**). Undersøkelsene på det faste stasjonsnettet er gjennomført i september 2015, august 2017, august 2018, august 2019, august 2020 og september 2021. Det ble gjennomført tre gangers overfiske for å estimere ungfisktetthet ved hjelp av utfangstmetoden. All fisk ble registrert med hensyn til art og lengde (mm). I tillegg til de ordinære feltrundene ble det gjennomført supplerende elektrisk fiske i forbindelse med observert fiskedød i Homla. Den første feltrunden ble gjennomført like etter observert fiskedød i oktober 2018, mens en oppfølgende feltrunde ble gjennomført i juni 2019.



Bildeserie 1. Finmaskete sperrenøter hindret at ungfisk flyktet ut av et forsøksområde i Homla, mens det ble gjennomført eksperimentell utprøving av strandnært elektrisk fiske. Foto: Gunnbjørn Bremset (øverste bilde) og Odd Terje Sandlund (nederste bilde).



Figur 4. Stasjonsnett i Homlavassdraget som har blitt undersøkt med elektrisk fiske i perioden 2015-2021. Stasjon 1 (**bilde 2**) og stasjon 2 (**bilde 3**) er i nedre del av Homla, stasjon 3 (**bilde 4**) og stasjon 4 er i øvre del av Homla, mens stasjon 5 (**bilde 5**) er i nedre del av Høybybekken. Stasjon 2 har også blitt undersøkt i forbindelse med nasjonal overvåking av økologisk tilstand i referansevassdrag (Moen et al. 2018, Thrane et al. 2020).



Bilde 2. Stasjon 1 er den nederste stasjonen i det faste stasjonsnettet i Homla, som har vært undersøkt i perioden 1986-2021 (se **figur 4** for lokalisering). Foto: Hans Mack Berger.



Bilde 3. Stasjon 2 i det faste stasjonsnettet i Homla (se **figur 4** for lokalisering). Det har også vært gjennomført bunndyrundersøkelser på stasjonen i 2017-2021. Foto: Hans Mack Berger.



Bilde 4. Stasjon 3 i det faste stasjonsnettet ligger ved Buhølen i de øvre delene av lakseførende strekning i Homla (se **figur 4** for lokalisering). Illustrasjonsbildet er fra en periode med høy vannføring i oktober 2018. Foto: Hans Mack Berger.



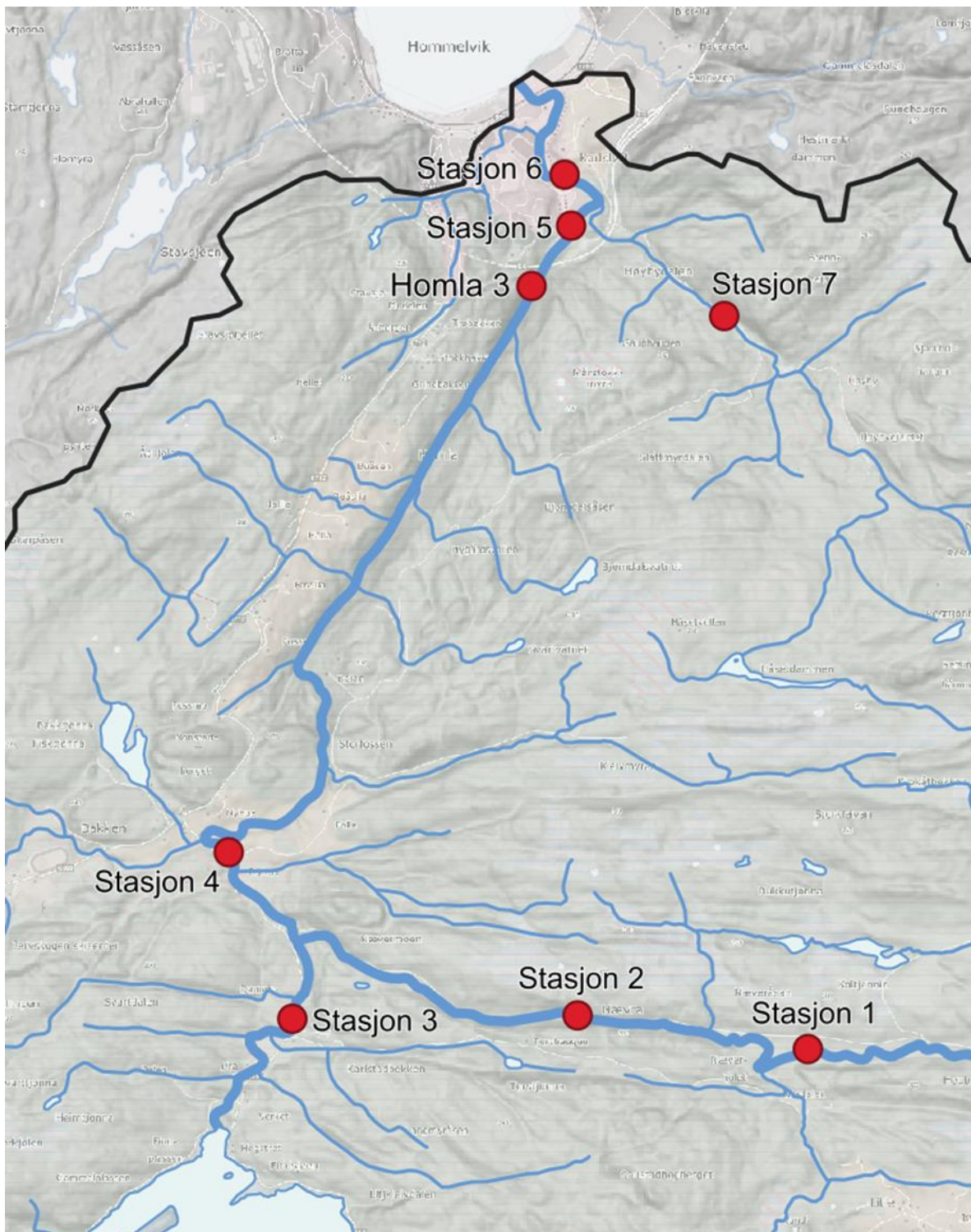
Bilde 5. Høybybekken er den viktigste tilløpsbekken i de nedre delene av Homlavassdraget. I perioden 2015-2021 er det gjennomført elektrisk fiske i deler av bekken som er tilgjengelig for sjøvandrende laksefisk. Foto: Hans Mack Berger.

2.2 Bunndyrundersøkelser

Undersøkelser av bunndyrsamfunnet i Homla har i de senere årene vært gjennomført som del av tiltaksrettet overvåking i forbindelse med veiutbygging (Ski 2019), og som del av nasjonal overvåking av økologisk tilstand i referansevassdrag hvert andre år fra og med 2017 (Moe et al. 2018, Thrane et al. 2020). I etterkant av at det ble observert fiskedød i nedre deler av Homla i oktober 2018, ble det etablert et nytt stasjonsnett for bunndyrundersøkelser i Homlavassdraget. I den første feltrunden i november 2018 ble det undersøkt til sammen seks stasjoner i Nævra og Homla, og stasjonsnettet ble i mai 2019 utvidet med en stasjon i nedre deler av Høybybekken (**tabell 1**). I denne rapporten er det inkludert resultater fra den nederste stasjonen som er undersøkt i forbindelse med det nasjonale overvåkingsprogrammet (**figur 5**).

Tabell 1. Lokalisering av stasjoner i Homla hvor det er gjennomført bunndyrundersøkelser i løpet av perioden 2017-2019. Stasjonene 1-7 utgjør stasjonsnettet som ble etablert i etterkant av observert fiskedød i Homla i oktober 2018. Homla 3 er den nederste stasjonen i det nasjonale programmet for overvåking av økologisk tilstand i referansevassdrag (Moe et al. 2018, Thrane et al. 2020). Stasjonen Homla 3 tilsvarer stasjon 2 i det faste stasjonsnettet for strandnært elektrisk fiske (se **avsnitt 2.1**).

Stasjonsnavn	Vassdragsavsnitt	Stedfesting (UTM)	Bildenummer
Stasjon 1	Øvre deler av Nævra	32 V 590214 7031701	6
Stasjon 2	Nedre deler av Nævra	32 V 590998 7026723	7
Stasjon 3	Øvre deler av Homla	32 V 589057 7026518	8
Stasjon 4	Øvre deler av Homla	32 V 588557 7027579	9
Stasjon 5	Nedre deler av Homla	32 V 590449 7032100	10
Stasjon 6	Nedre deler av Homla	32 V 590412 7032410	11
Stasjon 7	Høybybekken	32 V 591615 7031548	5
Homla 3	Nedre deler av Homla	32 V 590214 7031701	3



Figur 5. Lokalisering av stasjoner for bunndyrprøver i Homlavassdraget i perioden 2017-2019. Stasjonene 1 og 2 er i sidevassdraget Nævra, stasjonene 3 og 4 er i Homla oppstrøms anadrom strekning, stasjonene 5 og 6 er på anadrom strekning i Homla, mens stasjon 7 er i Høybybekken. I tillegg er én av stasjonene fra nasjonal overvåking (Homla 3) inkludert i figuren.

Stasjon 1 - Øvre Nævra

Habitat: Moderat vannhastighet (0,3-0,6 m/s). Vanddybde 0,05-0,4 m. Småstein og stein dominerer bunnsubstratet sammen med grus og finsubstrat. Enkelte spredte større steiner. Ingen vannvegetasjon. Noe overheng torv og kantvegetasjon av vesentlig gran. Denne stasjonen ligger oppstrøms vassdragsområdet som kunne bli påvirket av kjemisk behandling i oktober 2018.



Bilde 6. Stasjon 1 i øvre deler av Nævra der det ble gjennomført bunndyrundersøkelser i november 2018, juni 2019 og oktober 2019. Stasjonen ligger i et område som har vært upåvirket av kjemiske behandlinger i 2018. Foto: Hans Mack Berger.

Stasjon 2 - Nedre Nævra

Habitat: Moderat vannhastighet (0,3-0,8 m/s.) Vanndybde 0,05-0,5 m. Stein og storstein dominerer bunnsubstratet på stasjonen. Flekkvis med småstein og grus. Litt fjellgrunn. Ingen vannvegetasjon men noe overheng torv. Kantskog dominert av lauvskog med innslag av gran. Denne stasjonen ligger i et område som kunne ha blitt påvirket av kjemisk behandling i oktober 2018.



Bilde 7. Stasjon 2 i nedre deler av Nævra der det ble gjennomført bunndyrundersøkelser i november 2018, juni 2019 og oktober 2019. Stasjonen ligger i et område som kan ha vært påvirket av kjemiske behandlinger i 2018. Foto: Hans Mack Berger.

Stasjon 3 - Øvre Homla oppstrøms Nævra

Habitat: Moderat vannhastighet (0,3-0,8 m/s). Vanddybde 0,05-0,5 m. Stein og storstein (kuppelstein) dominerer bunnsubstratet, med noe innslag av småstein og noe grus. En god del begroing av elvemose (*Fontinalis antipyretika*), tjønnaks (*Potamogeton*) og alger. Noe kantvegetasjon av lauvtre, vesentlig gråor. Denne stasjonen ligger oppstrøms vassdragsområdet som kunne bli påvirket av kjemisk behandling i oktober 2018.



Bilde 8. Stasjon 3 i øvre deler av Homla der det ble gjennomført bunndyrundersøkelser i november 2018, juni 2019 og oktober 2019. Stasjonen ligger i et område som har vært upåvirket av kjemiske behandlinger i 2018. Foto: Hans Mack Berger.

Stasjon 4 - Øvre Homla nedstrøms Nævra

Habitat: Moderat vannhastighet (0,3-0,7 m/s). Vanndybde 0,05-0,4 m. Bunnsstrat på stasjonen finere enn på de øvrige stasjonene. Dominert av mindre stein og grus, samt finsubstrat og sand. Kun spredte større steiner. Påvekst av elvemose (*Fontinalis antipyretika*) enkelte steder. Noe overhengende kantskog, vesentlig gråor og selje, med innslag av gran. Denne stasjonen ligger i et område som kunne ha blitt påvirket av kjemisk behandling i oktober 2018.



Bilde 9. Stasjon 4 i øvre deler av Homla der det ble gjennomført bunndyrundersøkelser i november 2018, juni 2019 og oktober 2019. Stasjonen ligger i et område som var upåvirket av kjemiske behandlinger i 2018. Foto: Hans Mack Berger.

Stasjon 5 - Nedre Homla oppstrøms Høybybekken

Habitat: Moderate vannhastigheter (0,3-0,9 m/s). Vanndybde 0,1-0,6 m. Bunnsstrat på stasjonen dominert av stein og storstein, men med innslag av finere stein og grus. Noe påvekst av elvemose (*Fontinalis antipyretika*). Kantskog av vesentlig gran med innslag av gråor og bjørk. Denne stasjonen ligger i et område som kunne ha blitt påvirket av kjemisk behandling i oktober 2018.



Bilde 10. Stasjon 5 i nedre deler av Homla der det ble gjennomført bunndyrundersøkelser i november 2018, juni 2019 og oktober 2019. Stasjonen ligger i et område som kan ha vært påvirket av kjemiske behandlinger i 2018. Foto: Hans Mack Berger.

Stasjon 6 - Nedre Homla nedstrøms Høybybekken

Habitat: Moderate vannhastigheter (0,3-0,8 m/s). Vanndybde 0,05-0,4 m. Bunnsstrat på stasjonen dominert av stein og storstein, men med innslag av finere stein og grus. Så vidt påvekst av elvemose (*Fontinalis antipyretika*). Lite algevekst. Spredt kantskog av i hovedsak gråor, med noe bjørk og rogn. Denne stasjonen ligger i et område som kunne ha blitt påvirket av kjemisk behandling i oktober 2018.



Bilde 11. Stasjon 6 i nedre deler av Homla der det ble gjennomført bunndyrundersøkelser i november 2018, juni 2019 og oktober 2019. Stasjonen ligger i et område som kan ha vært påvirket av gjennomførte rotenonbehandlinger i 2018. Foto: Hans Mack Berger.

I november 2018, mai 2019 og oktober 2019 ble det tatt bunndyrprøver i Nævra og Homla. Sparkeметoden (NS-ISO 7828) ble anvendt med håndholdt elvehåv med åpning 25 x 25 cm og en maskevidde på 500 µm. Under prøvetakingen ble håven holdt ned mot bunnen med åpningen mot strømmen. Bunnsstratet oppstrøms håven ble sparket opp med foten slik at oppvirvlet materiale fulgte med vannstrømmen inn i håven. Etter avsluttet prøvetaking ble bunndyrene grovklassifisert i prøvetakingsbakk på NINAs laboratorium i Trondheim. Deretter ble bunndyrene spritfiksert for senere analyser i henhold til standard prosedyrer (Armitage et al. 1983) med bruk av binokulær lupe og mikroskop. Det taksonomiske nivået i analysene varierte mellom prøvene, men individer i de tre hovedgruppene døgnfluer, steinfluer og vårfluer (de såkalte EPT-taksa) ble prioritert, og så langt som mulig identifisert til art eller slekt. Bunndyrtetthetene ble beregnet som antall dyr per prøvetaking på minimum fire minutter (Bongard et al. 2011). Den generelle forventningen for bunndyrprøver i et vassdrag som Homla er at det skal være i størrelsesorden 500-600 bunndyr per minutt i en prøve.

3 Resultater

Samlerapporten omfatter resultater fra ulike ungfiskundersøkelser som er gjennomført i perioden 1986-2021 (**avsnitt 3.1**), samt bunndyrundersøkelser som er gjennomført i perioden 2017-2021 (**avsnitt 3.2**). Mens alle gjennomførte ungfiskundersøkelser har hatt en generell innretning i overvåkings- eller forskningsøyemed, har bunndyrundersøkelsene i stor grad vært innrettet for å kunne belyse endringer etter observert fiskedød høsten 2018.

3.1 Ungfiskundersøkelser

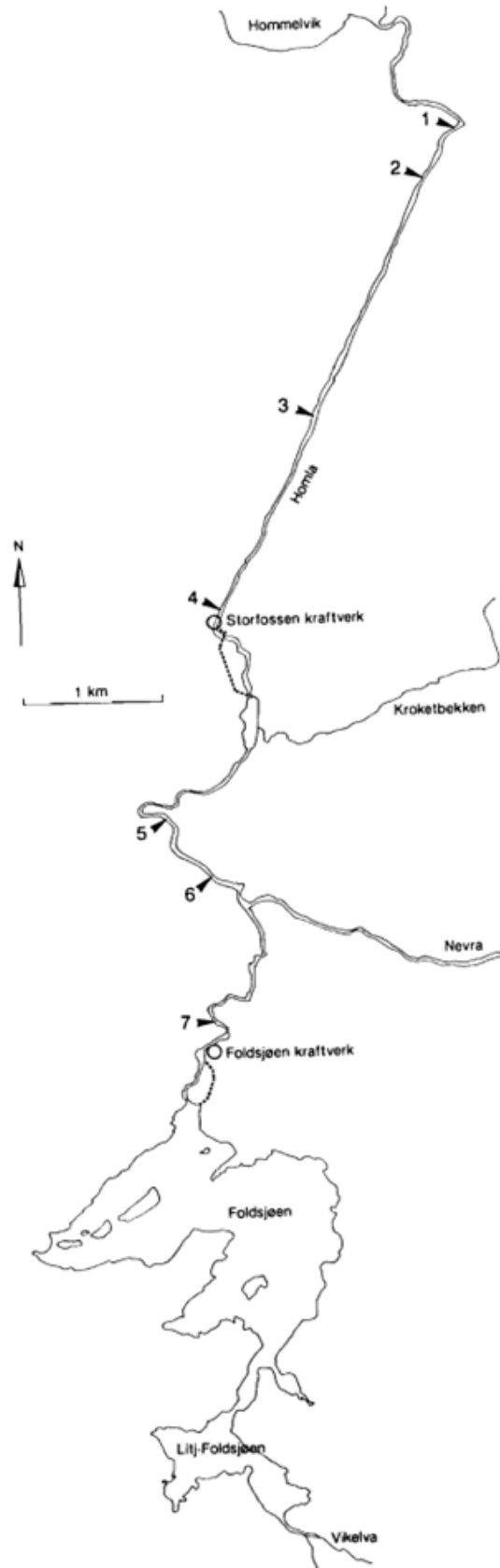
I perioden 1986-2015 ble det gjennomført sporadiske ungfiskundersøkelser i Homla, i ulike deler av vassdraget, med bruk av ulike metoder og med ulike formål (**avsnitt 3.1.1**). I perioden 2015-2021 har det vært gjennomført regelmessige undersøkelser av et stasjonsnett på fem stasjoner i overvåkingsøyemed (**avsnitt 3.1.2**). Fire av disse stasjonene har tidligere vært undersøkt i 1986 og 1997.

3.1.1 Undersøkelser på ulike stasjoner i perioden 1986-2015

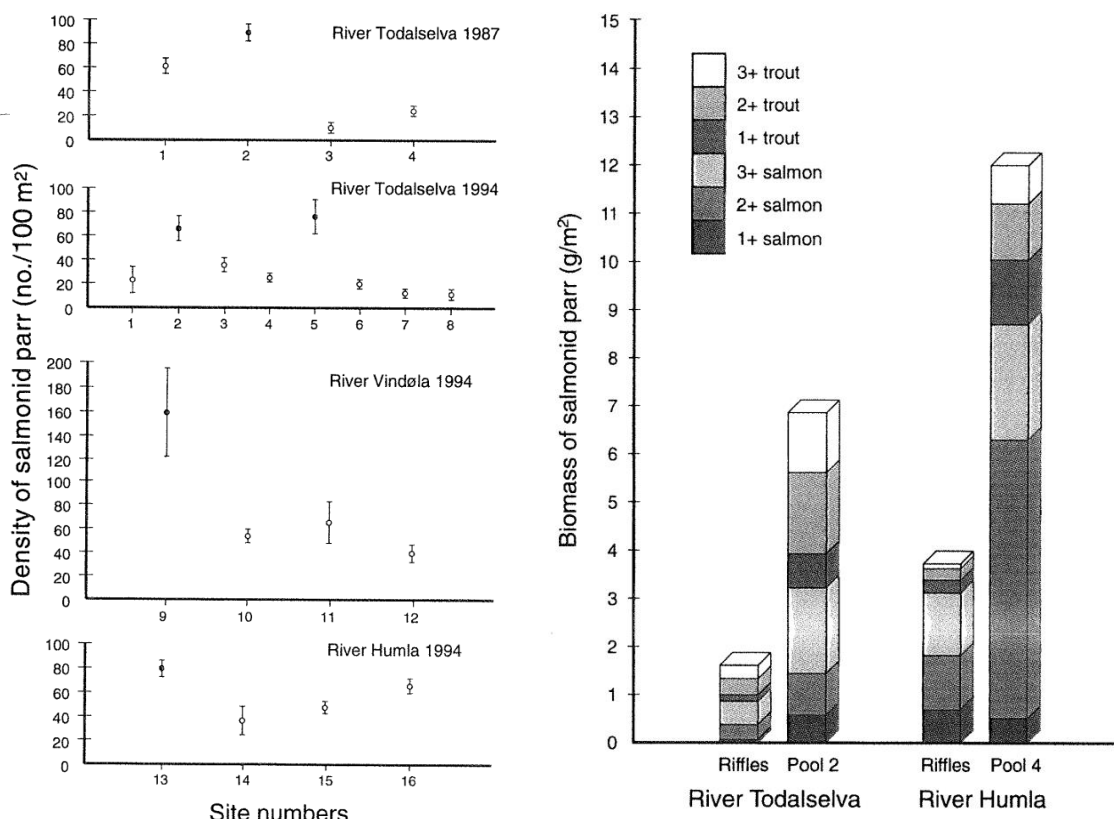
I forbindelse med AS Meraker Brugs planer om vannkraftutbygging i Homlavassdraget, ble det gjennomført flere fiskebiologiske undersøkelser i Homlavassdraget i 1985 og 1986, deriblant ungfiskundersøkelser på sju stasjoner i Homla i oktober 1986 (Arnekleiv & Nøst 1987). De fire nederste stasjonene lå på lakseførende strekning nedstrøms Storfossen (se **figur 6**). Estimerte tettheter av eldre laksunger varierte mellom 4,0 og 17,4 individer per 100 m², noe som er svært lavt sammenlignet med forventete tettheter i et smålaksvassdrag (Johnsen & Hvidsten 2005). De estimerte tetthetene av eldre aureunger var enda lavere; 1,0-10,4 individer per 100 m². Tilsvarende ble det estimert lave tettheter av årsyngel av både laks og aure, med gjennomsnittlige tettheter på henholdsvis 12,5 og 9,4 individer per 100 m² (Arnekleiv & Nøst 1987). I tillegg til ungfisk av laks og aure ble det fanget trepigget stingsild på flere stasjoner, samt skrubbe på den nederste stasjonen i Homla.

I oktober-november 1997 ble det gjennomført supplerende ungfiskundersøkelser i Homla (Arnekleiv et al. 1997), på de samme stasjonene som ble undersøkt i oktober 1986. De estimerte tetthetene av eldre laksunger varierte mellom 8,5 og 28,4 pr. 100 m². Arnekleiv et al. (1997) vurderte dette som lave til middels høye tettheter. Sammenlignet med forventningsverdier for små laksevassdrag (Johnsen & Hvidsten 2005), må estimerte tettheter lavere enn 30 individer per 100 m² karakteriseres som relativt lave. De estimerte tetthetene av eldre aureunger varierte mellom 0,0 og 18,7 individer per 100 m², mens gjennomsnittlige tettheter av årsyngel av laks og aure var henholdsvis 2,8 og 9,2 individer per 100 m². Arnekleiv et al. (1997) vurderte at det var svært vanskelig å få gode tetthetsestimater av årsyngel, på grunn av dårlige lysforhold og mørk elvebunn. I tillegg er det grunn til å anta at lave vanntemperaturer på senhøsten påvirket resultatene, og da i første rekke årsyngel som har uforholdsmessig lav fangbarhet ved lave vanntemperaturer (Hedger et al. 2018).

I komparative studier av ungfiskbestander i grunne og dype områder i august 1994, ble det funnet relativt store variasjoner i estimert tetthet av eldre ungfisk (Bremset & Berg 1997). I de tre undersøkte strykområdene varierte de estimerte tetthetene mellom 38 og 64 eldre ungfisk per 100 m², mens estimert tetthet i det undersøkte dypområdet var om lag 80 eldre ungfisk per 100 m² (**figur 7**). Det var i tillegg et større innslag av store individer i kulpområdet enn i strykområdene. Som følge av dette var biomassen av ungfisk om lag tre ganger høyere i dypområdet enn i strykområdene (**figur 7**). Lignende forskjeller i tetthet og biomasse ble funnet i to andre elver (Bremset & Berg 1997), og flere andre studier har vist at det kan være betydelige forskjeller i ungfisksamfunn i grunne og dype elveavsnitt (Gibson 1993, Bremset & Heggenes 2001, Harwood et al. 2002, Armstrong et al. 2003).

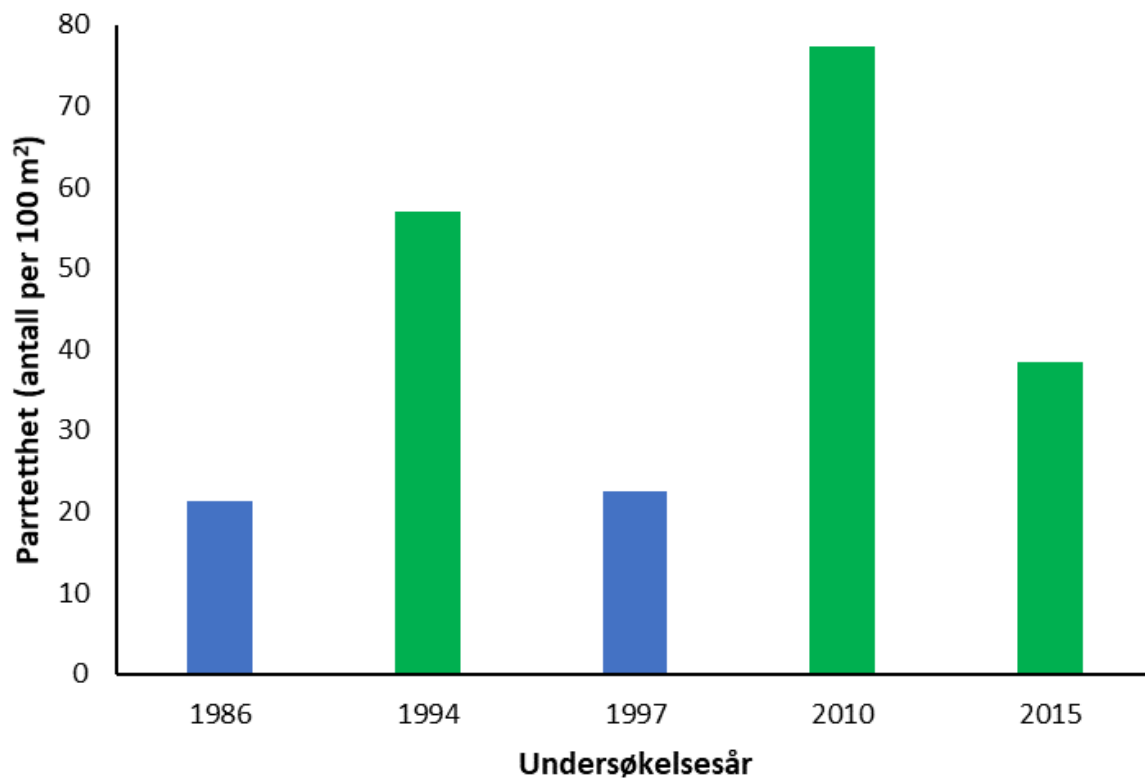


Figur 6. Oversikt over stasjoner i Homla som ble undersøkt med elektrisk fiske i 1986 og 1997. De fire nederste stasjonene (1-4) er senere undersøkt i perioden 2015-2021. Figuren er omarbeidet etter Arnekleiv et al. (1997), og viser aktuell lokalisering av tidligere planlagte kraftverk.



Figur 7. Sammenligning av tetthet (venstre panel) og biomasse (høyre panel) av eldre ungfisk av laks og aure i strykområder og dypområder i Homla og to andre elver. Dypområdet i Homla hadde vesentlig større tetthet og biomasse enn de tre strykområdene. Figurene er hentet med tillatelse fra Bremset & Berg (1997).

En sammenligning av samlet tetthet av eldre ungfisk viser betydelige årlige forskjeller i løpet av perioden 1986-2015 (**figur 8**). Det ble funnet vesentlig høyere ungfisktettheter på områdene som ble undersøkt i 1994, 2010 og 2015, enn det som ble funnet på de fire stasjonene i det faste stasjonsnettet i 1986 og 1997. Det er flere forklaringer på disse forskjellene. En viktig forklaring kan være at undersøkelsene i 1994, 2010 og 2015 ble gjennomført i et høyproduktivt vassdrags-avsnitt, mens det faste stasjonsnettet også omfatter områder som er mindre egnet som gyte- og oppvekstområde for laksefisk. Det er spesielt den øverste stasjonen som gjennomgående har lave tettheter av eldre ungfisk, og som dermed trekker ned gjennomsnittsnivået for hele stasjonsnettet. En annen viktig forklaring kan være at undersøkelsene i 1986 og 1997 skjedde på senhøsten, under temperaturforhold og lysforhold som er ugunstige for strandnært elektrisk fiske. En tredje forklaring er at undersøkelsene i 1994, 2010 og 2015 skjedde i hele elvetverrsnittet av et større område. Mens bruk av utfangstmetoden i åpne elveavsnitt ofte medfører underestimering (Hedger et al. 2018), vil undersøkelser i større og avstengte elveavsnitt trolig gi mer presise bestandsestimat (Bremset et al. 2015b).



Figur 8. Samlet tetthet (antall individer per 100 m²) av eldre ungfisk av laks og aure i Homla i perioden 1986-2015. I 1986 og 1997 (blå søyler) ble fire stasjoner fordelt over hele lakseførende strekning undersøkt på senhøsten. I 1994, 2010 og 2015 (grønne søyler) ble et større, relativt produkt vassdragsavsnitt i området ved Høybybekken undersøkt.

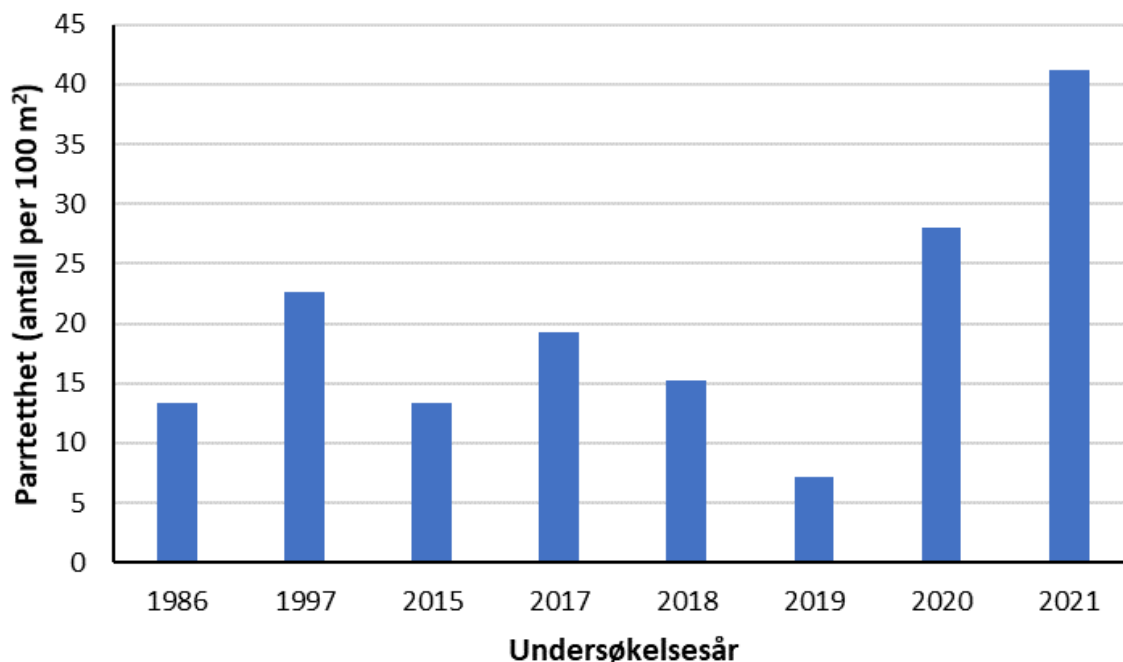
3.1.2 Undersøkelser på fast stasjonsnett i perioden 1986-2021

De samme fire stasjonene er undersøkt til sammen åtte ganger i løpet av perioden 1986-2021. I og med at undersøkelsene i 1986 og 1997 skjedde vesentlig senere på året enn undersøkelsene i perioden 2015-2021, har det vært ulike temperaturforhold og lysforhold under feltarbeidet. Forholdene under feltarbeidet i oktober 1986 var ifølge Arnekleiv et al. (1997) lite gunstige, slik at fangbarheten under det elektriske fisket sannsynligvis var relativt lavt. Dette framgår ved at estimatene på ungfisktetthetene hadde høye konfidensintervall (se **vedleggstabell 1**). De senere undersøkelsene er gjennomført under gunstigere feltforhold, og presisjonen på estimatene synes også å være bedre med gjennomgående lave konfidensintervall. Generelt sett er strandnært elektrisk fiske en velegnet metode i Homla, gitt at undersøkelsene skjer i grunne elveparter under gunstige temperaturforhold og vannføringsforhold (**bilde 12**).



Bilde 12. Under gunstige temperaturforhold og vannføringsforhold er Homla godt egnet for strandnært elektrisk fiske. Illustrasjonsbildet er fra stasjon 2 (se lokalisering i **figur 4**) under elektrisk fiske i august 2019. Foto: Hans Mack Berger.

I løpet av undersøkelsesperioden 1986-2021 har det vært til dels store årlige variasjoner i estimert tetthet av eldre ungfisk i Homla (**figur 9**). I perioden 1986-2018 varierte gjennomsnittlige tettheter mellom 13 og 23 eldre ungfisk per 100 m², før estimert tetthet sank til bare sju individer per 100 m² i 2019. Det er nærliggende å tro at en halvering i ungfisktetthet fra 2018 til 2019 kan relateres til observert fiskedød i Homla i oktober 2018. Imidlertid må slike endringer mellom år tolkes med forsiktighet, siden det også var en viss nedgang i ungfisktetthet mellom 2017 og 2018. Alternative forklaringer til dødelighet kan være at en spesielt sterk årgang har vandret ut som smolt, samtidig som at det har vært svak rekruttering fra den yngste årsklassen i bestanden. Den betydelige økningen i ungfisktetthet fra 2019 til 2020 og ytterligere økning i 2021, må sees i lys av at det ble gjennomført betydelige fiskeforsterkende tiltak i senere år (**tabell 2**).



Figur 9. Samlet tetthet (antall individer per 100 m²) av eldre ungfisk av laks og aure på fire faste stasjoner i Homla i perioden 1986-2021. Den store økningen i parrtetthet fra 2019 til de påfølgende undersøkelsesårene, må ses i lys av rognutlegginger og utsetninger av yngel i perioden 2019-2021. Datagrunnlaget er hentet fra Arnekleiv & Nøst (1987), Arnekleiv et al. (1997), Berger (2016), Berger (2018), Berger et al. (2019) og Stensli & Berger (2021).

I perioden 2019-2021 ble det satt ut i størrelsesorden 78 000 anleggsprodusert laks i Homla, fordelt på om lag 77 000 øyerogn og i overkant av 1 000 yngel (**tabell 2**). De utsatte fiskene har derfor inngått som årsyngel i 2019, 2020 og 2021, som ettåringer i 2020 og 2021, og som toåringer i 2021. Ungfiskundersøkelsen i 2019 ble gjennomført før utsettingene av yngel, slik at resultatene var helt upåvirket av utsatt fisk. Det begrensede omfanget på utsettingene i 2019 tilsier at innslaget av utsatte ettåringer var minimalt under ungfiskundersøkelsene i 2020, og utsatt fisk kan derfor i liten eller ingen grad forklare den betydelige økningen i mengde eldre ungfisk (**figur 9**). Øyerogn som ble lagt ut våren 2020 har trolig gitt et betydelig antall ettåringer i 2021, slik at rognutleggingen i 2020 kan forklare deler av økningen i mengde eldre laksunger fra 2020 til 2021.

Tabell 2. Oversikt over rognutlegging og yngelutsetninger i Homla i perioden 2019-2021. Mengden øyerogn er omtrentlig siden antall er basert på volummål og ikke telling.

År	Antall øyerogn	Antall yngel	Samlet utsetting
2019	0	1 050	1 050
2020	43 000	0	43 000
2021	34 000	0	34 000
2019-2021	77 000	1 050	78 050

I en rapport om andregenerasjons gytebestandsmål er det foreslått at gytebestandsmålet for Homla skal være 250 kilo hunnfisk (Hindar et al. 2019). Det foreslåtte gytebestandsmålet har en nedre og øvre grense på henholdsvis 188 og 313 kilo. Mengden gytende hunnfisk tilsvarer en årlig deponering på om lag 360 000 egg, for et beregnet vanndekt areal på om lag 90 000 m², som igjen gir en gjennomsnittlig tetthet på fire egg per m². Omfanget på rognplanting i 2020 og 2021 tilsvarer bare en drøy tiendepart av gytebestandsmålet. Det er imidlertid planer om vesentlig større omfang på reetableringsarbeidet i Homla, etter at det blir rognproduksjon fra anleggsprodusert stamfisk med opphav i Homla i levende genbankanlegg på Haukvik. Det vil derfor bli lagt ut vesentlig mer øyerogn (**bilde 13**) fra og med våren 2025.

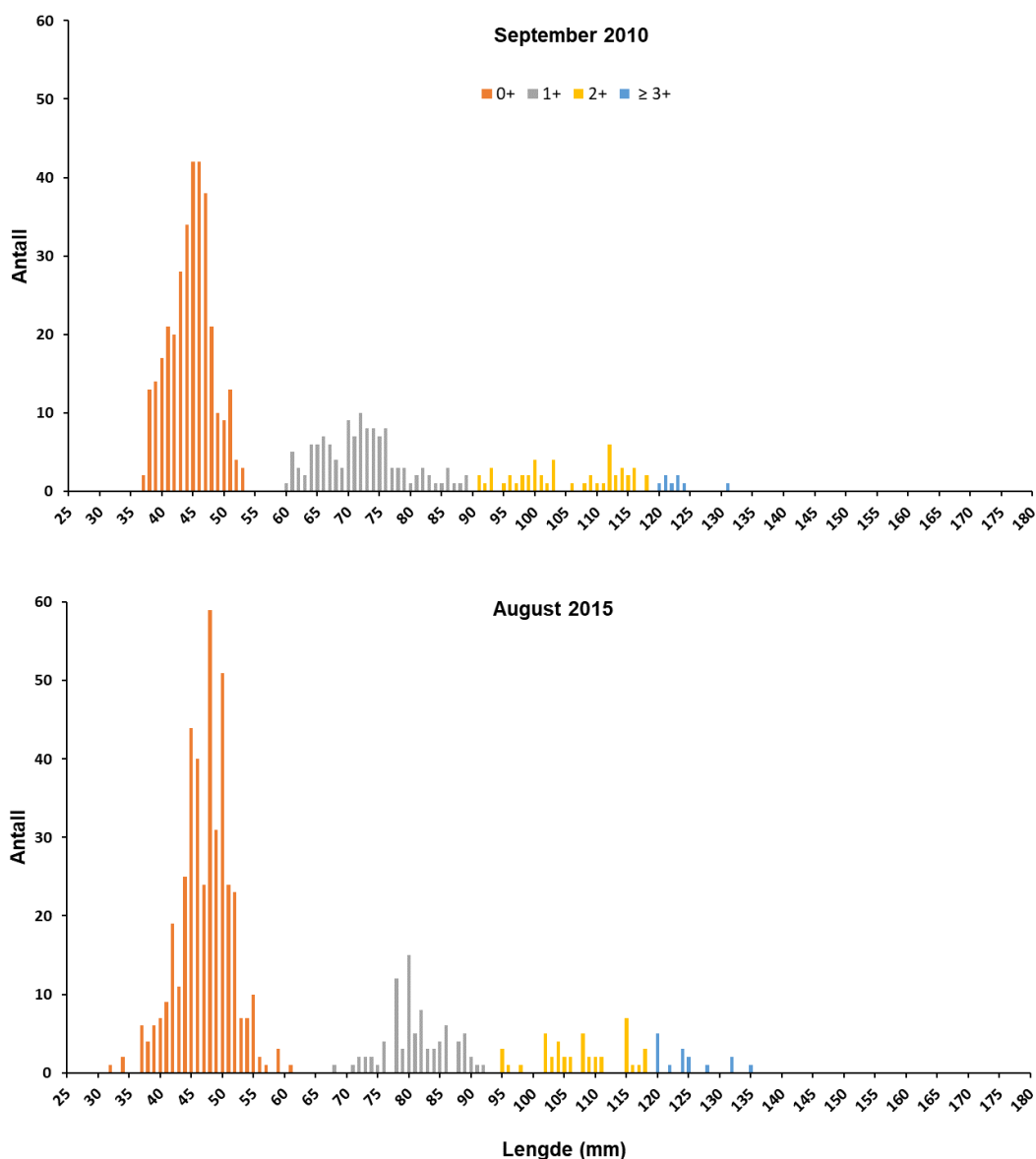


Bilde 13. Våren 2020 og våren 2021 ble det lagt ut øyerogn fra laks som ble fanget i Homla høsten 2019 og høsten 2020. Foto: Mari Berger Skjøstad, Veterinærinstituttet.

Mer utfyllende informasjon om undersøkelsene på det faste stasjonsnettet i perioden 1986-2021 er gitt av Arnekleiv & Nøst (1987), Arnekleiv et al. (1997), Berger (2016), Berger (2018), Berger et al. (2019) og Stensli & Berger (2021). Detaljerte opplysninger om estimerte tettheter av ungfisk på det faste stasjonsnettet er gitt i **vedleggstabell 1** (undersøkelsene i 1986 og 1997), **vedleggstabell 2** (undersøkelsene i 2015 og 2017), **vedleggstabell 3** (undersøkelsene i 2018 og 2019) og **vedleggstabell 4** (undersøkelsene i 2020 og 2021).

3.1.3 Endringer i ungfiskbestand i løpet av perioden 1986-2018

Det har vært store variasjoner i estimerte ungfisktettheter i Homla i løpet av perioden 1986-2021. Disse mellomårsvariasjonene framgår både av ulike studier i de nedre delene av Homla (**figur 8**), og fra undersøkelser som er gjort på de samme stasjonene som er undersøkt ved åtte anledninger (**figur 9**). I og med at undersøkelsene er gjennomført ved hjelp av ulike metoder, inkludert kontrollerte forsøk innenfor avstengte vassdragsavsnitt, er det grunn til å anta at resultatene gjenspeiler virkelige variasjoner, og ikke skyldes metodiske feil. Undersøkelser av det samme elveavsnittet i september 2010 og august 2015, viser store likhetstrekk i lengdefordelingen av laksunger (**figur 10**). Lengdefordelingen med avtakende mengde fisk med alder er som forventet i en laksebestand, og det er ingen indikasjon på at årsklasser mangler eller at det er uvanlig høy dødelighet i deler av ferskvannsfasen. Det kan derfor virke som at ungfiskbestanden i denne delen av vassdraget var stabil i perioden 2010-2015. Undersøkelsene på det faste stasjonsnettet tyder på at tetthetene av eldre ungfisk var på et stabilt nivå også i de påfølgende år.



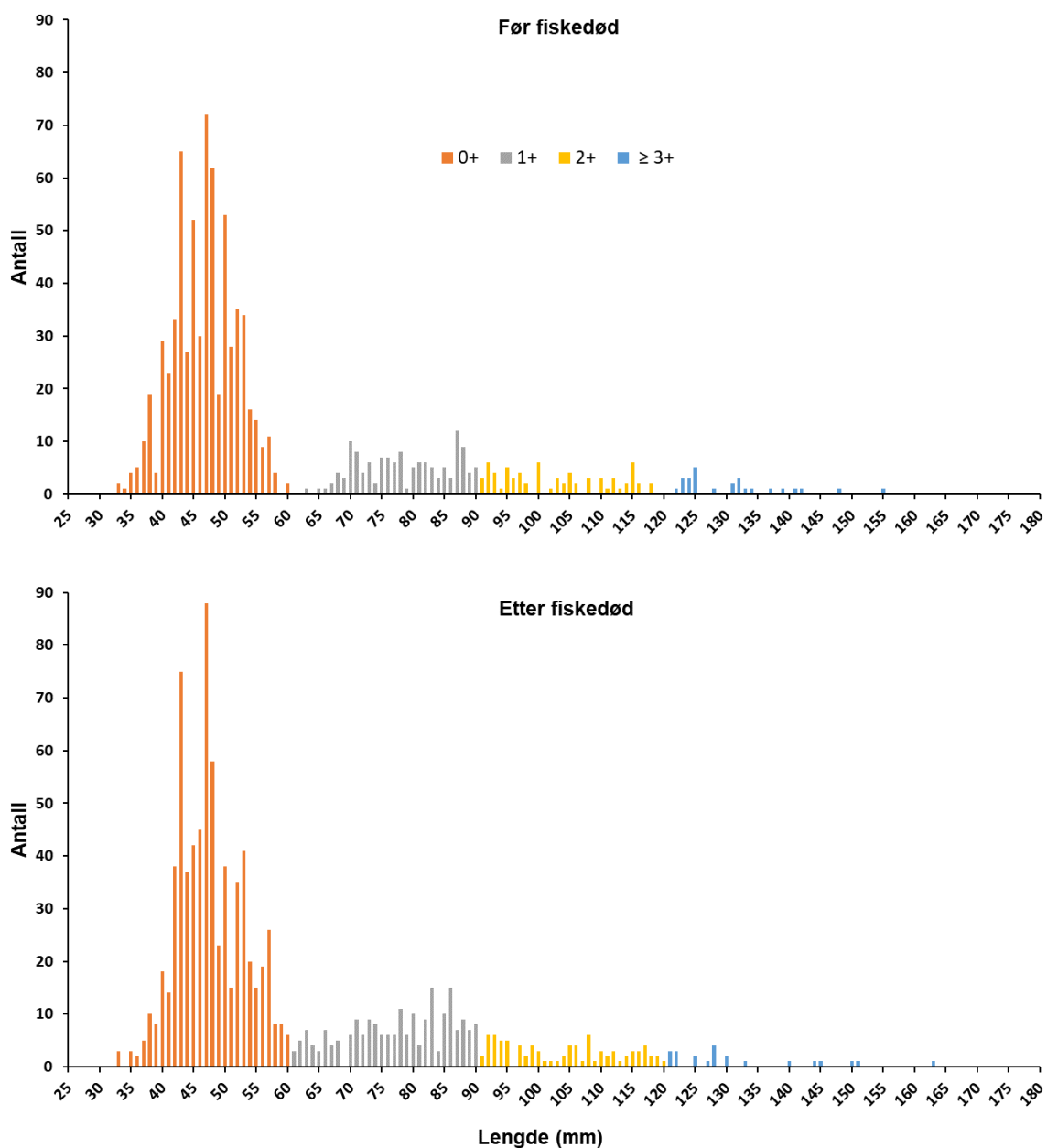
Figur 10. Lengdefordeling (mm) av laksunger fanget innenfor et elveavsnitt i nedre deler av Homla (se lokalisering i **figur 3**) i september 2010 (øvre panel) og august 2015 (nedre panel). Hvilke aldersgrupper som dominerer i de ulike lengdegruppene er indikert ved bruk av fargekoder. Datagrunnlaget er hentet fra Sandlund et al. (2011) og Bremset et al. (2016).

3.1.4 Endringer i ungfiskbestand etter fiskedød i 2018

Til tross for den betydelige nedgangen i ungfisktetthet på det faste stasjonsnettet mellom 2018 og 2019 (**figur 9**), er det ingen klare indikasjoner på at det skjedde omfattende dødelighet av ungfisk høsten 2018. Under elektrisk fiske i august 2019 var både laksunger og aureunger godt representert på alle fire stasjoner i stasjonsnettet (**vedleggstabell 3**). Selv på stasjonen som var nærmest behandlingsområdet, og som ville ha vært mest negativt påvirket av rotenonholdig vann, var alle årsklasser av laks og aure representert (**bilde 14**). På tre av stasjonene var estimert tetthet av årsyngel av laks på et tilsvarende nivå som i 2018. Siden all årsyngel som ble fanget i 2019 var resultat av naturlig gyting høsten 2018, tyder dette resultatet på at det må ha vært et visst omfang på gyteaktivitet på tross av registrert fiskedød. En sammenligning av lengdefordeling av laksunger før og etter fiskedød (**figur 11**), viser heller ingen klare endringer i alderssammensetningen i ungfiskbestanden. Lengdefordelingen var også svært lik fordelingene som ble funnet i 2010 og 2015 (**figur 10**), noe som ytterligere bekrefter hovedinntrykket av at det ikke skjedde noen større endringer i ungfisksamfunnet i løpet av høsten 2018.



Bilde 13. Alle årsklasser av laks og aure var til stede det første året etter observert fiskedød i Homla. Illustrasjonsbildet er fra 21. august 2019, og viser fangsten fra elektrisk fiske på den øverste undersøkte stasjonen. Stasjon 1 (se lokalisering i **figur 4**) ligger i den delen av lakseførende strekning som trolig var mest påvirket av den kjemiske behandlingen i oktober 2018. Foto: Hans Mack Berger.



Figur 11. Lengdefordeling (mm) av laksunger fanget i Homla i tre år før (øvre panel) og tre år etter (nedre panel) observert fiskedød i nedre deler av Homla. Hvilke aldersgrupper som dominerer i de ulike lengdegruppene er indikert ved bruk av fargekoder. Datagrunnlaget er hentet fra Berger (2016), Berger (2018), Berger et al. (2019) og Stensli & Berger (2021). Det er grunn til å anta at det er innslag av utsatt fisk blant årsyngel og ettåringer i 2020 og 2021. Imidlertid er innslaget av utsatt fisk trolig så pass begrenset, at utsatt fisk ikke påvirker lengdefordelingen i nevneverdig grad.

3.2 Bunndyrundersøkelser

Det har vært store variasjoner i diversiteten i bunndyrprøver fra Homlavassdraget i perioden 2017-2021 (**tabell 3**). Bunndyrprøvene er samlet inn i forbindelse med nasjonal overvåking i referansevassdrag, samt på et stasjonsnett som ble etablert etter observert fiskedød høsten 2018 (**figur 5**). Den høyeste diversiteten ble registrert ved stasjon S3 og stasjon H3, mens lavest diversitet ble registrert på stasjonene S1, S2 og S5. Stasjon S3 skiller seg positivt ut i både antall individer per minutt og antall taksa (arter, slekter, familier eller ordener). Artssammensetningen avviker noe fra de øvrige stasjonene med innslag av arter som marflo som knyttes til stillestående vann. Dette kan forklares av at denne stasjonen ligger nedstrøms Foldsjøen. Diversiteten øker etter flere tilløpsbekker på strekningen ned mot Hommelvikbrua (stasjon H3), før diversiteten tydelig reduseres på stasjon S5. På stasjon S6 etter samtløpet med Høybybekken øker diversiteten igjen noe. Samlet er det en økende trend i antall taksa i perioden etter 2018, noe som også speiles i en reduksjon i variasjon mellom stasjoner i 2019.

Tabell 3. Antall taksa (arter, slekter, familier eller ordener) av bunndyr i prøver tatt på åtte stasjoner i Homlavassdraget i perioden 2017-2021. I tillegg er det oppgitt gjennomsnittsverdier og standardavvik (SD) for hvert undersøkelsestidspunkt. Stasjonene S1-S7 ble etablert i forbindelse med observert fiskedød i oktober 2018, mens stasjon H3 er den del av nasjonal overvåking i referansevassdrag. Det er angitt årstall og hvorvidt prøvene er innsamlet om høsten (H) eller våren (V). Lave verdier er farget rødt, høye verdier i grønt. Taksalistene fra ulike dataleverandører er ikke harmonisert før sammenstillingen. Data fra eksterne leverandører er hentet fra Miljødirektoratets fagsystem Vannmiljø. Prøvene på stasjon H3 er innsamlet av Norsk institutt for vannforskning (1) og Multiconsult AS (2).

Tidspunkt	S1	S2	S3	S4	H3	S5	S6	S7	Snitt	SD
2017 (H)					35 ⁽¹⁾				35	
2018 (H)	18	11	38	26	19 ⁽²⁾	15	26		21,9	9,0
2019 (V)	12	12	39	20	30 ⁽¹⁾	16	22	30	22,6	9,7
2019 (V)					20 ⁽²⁾				20	
2019 (H)					29 ⁽²⁾				29	
2019 (H)	21	21	28	22	41 ⁽¹⁾	16	25	26	25,0	7,4
2021 (H)					33 ⁽¹⁾				33	

Antall individer i bunndyrprøvene varierte både mellom stasjoner, tidspunkt og elveavsnitt (**tabell 4**). De lave individantallene høsten 2018 øker våren og høsten 2019, og variasjonen mellom stasjoner gikk ned. Nedenfor er det gitt noen flere detaljer om bunndyrundersøkelsene som ble gjennomført like etter observert fiskedød (**avsnitt 3.2.1**), sju måneder etter fiskedød (**avsnitt 3.2.2**) og elleve måneder etter fiskedød (**avsnitt 3.2.3**).

Tabell 4. Antall individer av bunndyr per minutt sparkeprøve i prøver tatt på åtte stasjoner i Homlavassdraget i perioden 2017-2021. I tillegg er det oppgitt gjennomsnittsverdier og standardavvik (SD) for hvert undersøkelsestidspunkt. Stasjonene S1-S7 ble etablert i forbindelse med observert fiskedød i oktober 2018, mens stasjon H3 er den del av nasjonal overvåking i referansevassdrag. Det er angitt årstall og hvorvidt prøvene er innsamlet om høsten (H) eller våren (V). Lave verdier er farget rødt, høye verdier i grønt. Data fra eksterne leverandører er hentet fra Miljødirektoratets fagsystem Vannmiljø. Prøvene på stasjon H3 er innsamlet av Norsk institutt for vannforskning (1) og Multiconsult AS (2).

Tidspunkt	S1	S2	S3	S4	H3	S5	S6	S7	Snitt	SD
2017 (H)					423 ⁽¹⁾				423	
2018 (H)	142	9	516	182	119 ⁽²⁾	57	133		165,4	164,9
2019 (V)	87	85	787	390	169 ⁽¹⁾	180	291	313	287,7	229,1
2019 (V)					144 ⁽²⁾				144	
2019 (H)					96 ⁽²⁾				96	
2019 (H)	416	649	349	629	655 ⁽¹⁾	413	364	256	466,4	155,6
2021 (H)					172 ⁽¹⁾				172	

Tilstandsklassifisering

Bunndyr brukes som indikator for økologisk tilstand ved å ta utgangspunkt i kunnskap om bunndyrsamfunnets respons på en eller flere påvirkninger. Homla nedstrøms Foldsjøen er moderat kalkrik og humøs. Det er derfor mest aktuelt å benytte ASPT-indeksen (Armitage et al. 1983) som indikator på økologisk tilstand. Homla inngår med én enkelt stasjon i nasjonal overvåking med flere år med data. Dette er stasjon H3 som ligger om lag hundre meter oppstrøms E6-brua. Siden Homla inngår i overvåking er det benyttet tilgjengelige data fra Vannmiljø for å vurdere den økologiske tilstanden fra tilgjengelige data (**tabell 5**). I denne vurderingen er prøver tatt om våren utelatt.

Tabell 5. Beregnet ASPT for bunndyrprøver tatt på stasjon H3 oppstrøms Hommelvikbrua (se lokalisering i **figur 5**). Grønn farge indikerer god økologisk tilstand, mens blå farge indikerer svært god tilstand. Data er hentet fra Vannmiljøportalen (www.vannmiljo.miljodirektoratet.no), og det er benyttet klassegrenser i klassifiseringsveileder (Anonym 2018) for å vurdere miljøtilstand. Feltaktivitetene er i forbindelse med nasjonal overvåking i referansevassdrag (RELV) og tiltaks-overvåking (TILT).

Oppdragstaker	Aktivitet	Tidspunkt	ASPT
Norsk institutt for vannforskning	RELV	13.10.2017	6.94
Multiconsult	TILT	10.10.2018	6.27
Norsk institutt for vannforskning	RELV	15.10.2019	7.00
Norsk institutt for vannforskning	RELV	26.10.2021	7.25

3.2.1 Undersøkelser i november 2018

I og med at undersøkelsene måtte gjennomføres på svært kort varsel før islegging, var det ikke optimale forhold for å gjennomføre bunndyrundersøkelser mot slutten av november 2018. Det hadde allerede startet med en viss islegging i Nævra og øvre deler av Homla, slik at sarr og bunnis samlet seg i bunndyrhåven og reduserte effektiviteten på innsamlingen. Resultatene fra bunndyrundersøkelsene i november må derfor tolkes med forsiktighet. Nedenfor er de viktigste funnene fra de seks stasjonene gjengitt, med enkle vurderinger som ble publisert i et prosjekt-notat (Bremset et al. 2018). Mer utfyllende informasjon om resultatene i bunndyrprøvene er gitt i vedlegg (se **vedleggstabell 5**).

Stasjon 1

Antall individer var omtrent en fjerdedel av forventet bunndyrmengde i denne type vassdrag. Antall bunndyrarter var også under det som kan forventes i et vassdrag i denne regionen, og det manglet blant annet knottlarver på denne stasjonen.

Stasjon 2

På grunn av mye sarr på stasjonen var det vanskelige prøveforhold. Dramatisk få dyr med bare ni individer per minutt prøve, men likevel ble det funnet minst 11 forskjellige arter. En del av forklaringen på resultatet var lite prøvemateriale.

Stasjon 3

Referanseforhold med forventet antall bunndyr og forventete artsregistreringer. Det ble funnet en meget uvanlig, men ikke rødlistet vårflueart, *Hydatophylax infumatus*. Denne arten er tidligere ikke funnet av bunndyrspesialisten som analyserte prøvene.

Stasjon 4

Bunndyrprøven fra denne stasjonen var svært lik den ovenforliggende stasjonen. Den nettspinvende vårfluen *Hydropsyche siltalai* var erstattet av søsterarten, *Hydropsyche silfvenii*. Ganske vanlig at disse artene opptrer flekkvis. Det manglet knottlarver. Siden knottlarver er avhengige av driv og sitter i vannstrømmen, er de sannsynligvis sårbare for utslipp.

Stasjon 5

Bunndyrmengde om lag 10 % av forventet antall. Manglet store deler av forventete grupper og arter. Dominert av *Baëtis rhodani*, som rekoloniserer lett med driv fra ovenforliggende elv. For mange grupper og arter ble det bare registrert enkeltindivider i prøven.

Stasjon 6

Prøven hadde om lag en fjerdedel av det forventete antall bunndyr, og det manglet mange forventete arter og bunndyrgrupper. Det må tas med i vurderingene av resultatet at det var et lite prøvemateriale.

3.2.2 Undersøkelser i mai 2019

Bunndyrundersøkelsene i mai 2019 ble gjennomført under vesentlig bedre forhold enn i november 2018, da det ble gjennomført bunndyrundersøkelser på svært kort varsel før islegging vanskeliggjorde feltarbeidet. I mai 2019 ble stasjonsnettet utvidet med én stasjon i Høybybekken (se **bilde 4**), siden denne tilløpsbekken kunne ha blitt påvirket av kjemisk behandling i ovenforliggende vassdragsavsnitt. En oppsummering av hovedresultatene er gitt nedenfor. Mer utfyllende informasjon om resultatene i bunndyrprøvene er gitt i vedlegg (se **vedleggstabell 6**).

Stasjon 1

Bunndyrmengde om lag 20 % av forventet antall av forventet bunndyrmengde i denne type vassdrag. Antall bunndyrarter var også under det som kan forventes i et vassdrag i denne regionen.

Stasjon 2

Bunndyrmengde om lag 20 % av forventet antall av forventet bunndyrmengde i denne type vassdrag. Antall bunndyrarter var også under det som kan forventes i et vassdrag i denne regionen. I motsetning til i november 2018 ble det funnet knottlarver på stasjonen.

Stasjon 3

Referanseforhold med forventete antall bunndyr og forventete artsregistreringer for denne typen vassdrag. Det ble funnet en del flere individer og arter, enn det ble funnet på den samme stasjonen i november 2018.

Stasjon 4

Artsforekomsten hadde store likheter med det som ble funnet på stasjon 3. Den nettspinnende vårfluen *Hydropsyche siltalai* var erstattet av søsterarten, *Hydropsyche silfvenii*. I motsetning til i november 2018 ble det funnet knottlarver på stasjonen.

Stasjon 5

Bunndyrmengde om lag en tredjedel av forventet antall. Manglet flere av de forventete grupper og arter. Stasjonen var i likhet med i november 2018 dominert av *Baëtis rhodani*, som rekoloniserer lett med driv fra ovenforliggende områder.

Stasjon 6

Prøven hadde om lag halvparten av det forventete antall bunndyr, og det manglet flere forventete arter og bunndyrgrupper. For flere arter ble det bare funnet enkeltindivider.

Stasjon 7

Prøven hadde om lag halvparten av det forventete antall bunndyr, og det manglet flere forventete arter og bunndyrgrupper. Det ble funnet flere bunndyrarter i Høybybekken som ikke ble funnet på stasjonene i Homla.

3.2.3 Undersøkelser i oktober 2019

Bunndyrundersøkelsene i oktober 2019 ble gjennomført under lignende forhold som da undersøkelsene i mai 2019 ble gjennomført. Et generelt funn var at det var mye større likheter mellom stasjonene enn i de to foregående feltrundene. En oppsummering av hovedresultatene fra oktoberundersøkelsene er gitt nedenfor. Mer utfyllende informasjon om resultatene i bunndyrprøvene er gitt i vedlegg (se **vedleggstabell 7**).

Stasjon 1

Bunndyrmengde og antall arter og grupper var omtrent som forventet for denne type vassdrag, noe som var en vesentlig endring fra samme stasjon i mai 2019. Det var små forskjeller i bunndyrmengde og artsforekomst sammenlignet med stasjon 2.

Stasjon 2

Tilnærmete referanseforhold når det gjelder forventete artsregistreringer for denne typen vassdrag. Det var store likheter i bunndyrmengde og artsforekomst på denne stasjonen og de andre stasjonene i Nævra og Homla.

Stasjon 3

Tilnærmete referanseforhold når det gjelder forventete artsregistreringer for denne typen vassdrag. Det ble likevel funnet en del færre individer og arter, enn det ble funnet på den samme stasjonen i mai 2019.

Stasjon 4

Artsforekomsten hadde store likheter med det som ble funnet på stasjon 3. I motsetning til prøver fra tidligere feltrunder, ble den nettspinnende vårfluen *Hydropsyche siltalai* funnet på stasjonen.

Stasjon 5

Bunndyrmengde noe mindre enn forventet for denne typen vassdrag. Stasjonen var i likhet med tidligere feltrunder dominert av *Baëtis rhodani*. Sammenlignet med tidligere feltrunder var det større mengder og flere arter av steinfluer.

Stasjon 6

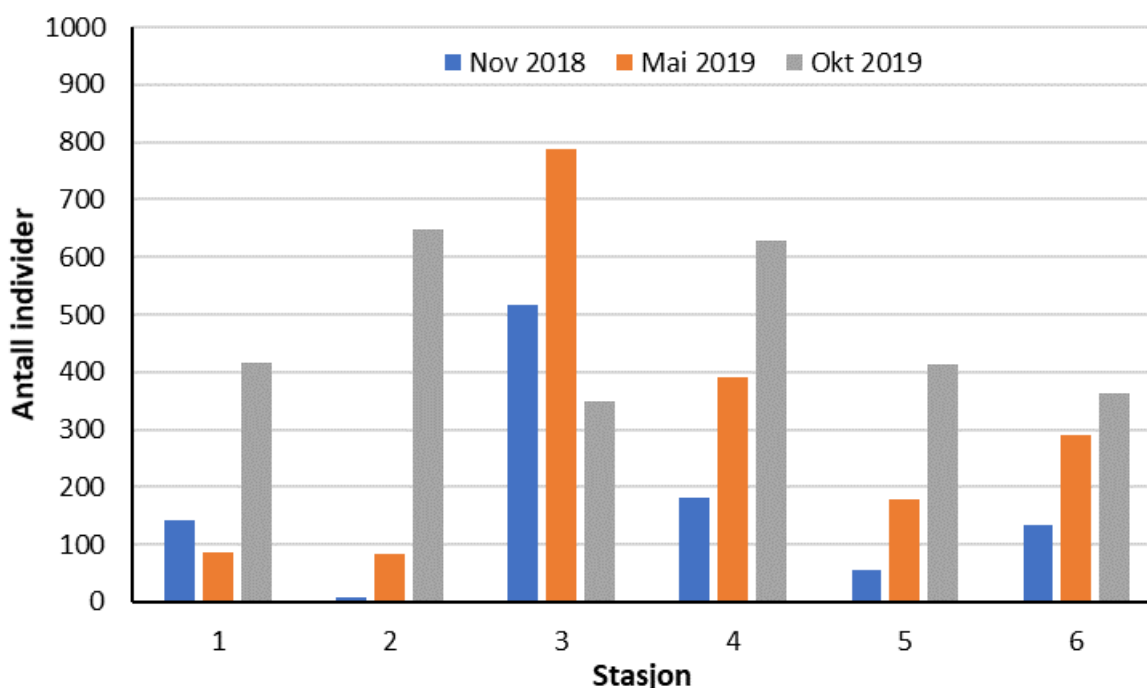
Bunndyrmengde noe mindre enn forventet for denne typen vassdrag, noe som i første rekke gjelder for døgnfluer og vårfluer. Steinfluer var bedre representert både med hensyn til artsantall og antall individer.

Stasjon 7

Prøven hadde om lag halvparten av det forventete antall bunndyr, og det manglet flere forventete arter og bunndyrgrupper. Det ble funnet flere bunndyrarter i Høybybekken som ikke ble funnet på stasjonene i Homla.

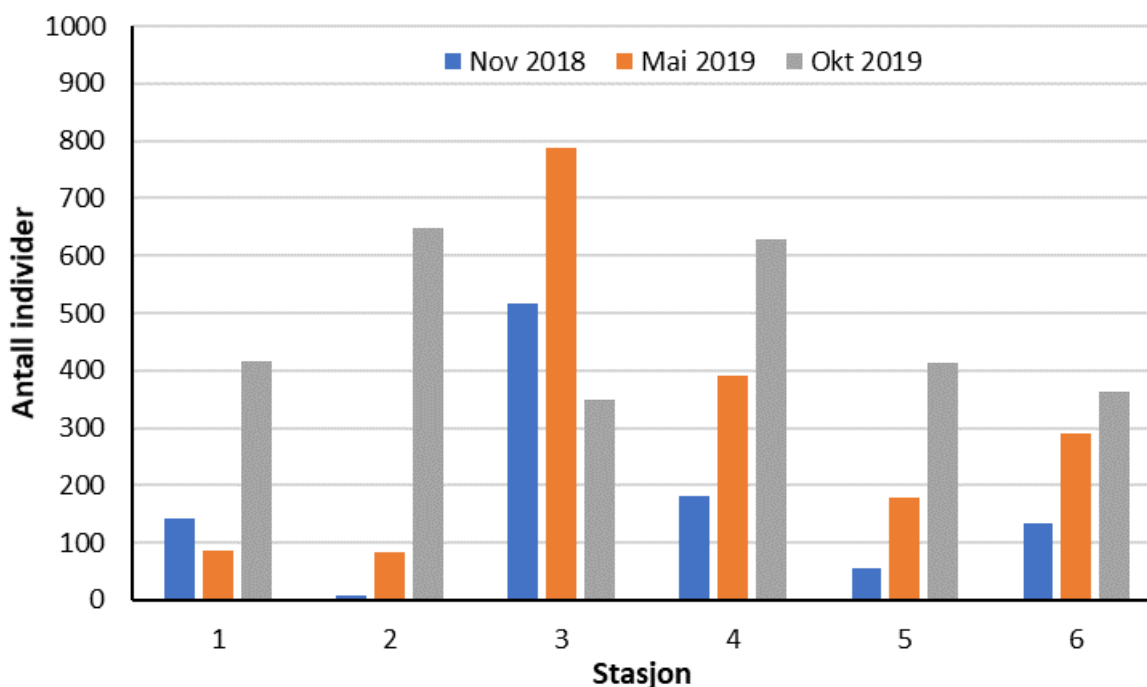
3.2.4 Endringer i undersøkelsesperioden

Samlet sett virker bunndyrsamfunnet i Homla å ha hentet seg inn etter mulig negativ påvirkning av kjemisk behandling i oktober 2018. Det er imidlertid mangelfulle bunndyrdata fra perioden før det ble observert fiskedød i Homla. Mangelfulle førdata gjør det vanskelig å konkludere omkring årsaken til de lave individtallene (**figur 12**), og årsaken til det lave antallet taksa i øvre deler i november 2018 (**figur 13**). Videre er det vanskelig å konkludere hvorvidt disse resultatene kan tilskrives vanskelige prøvetakingsforhold på senhøsten 2018, lave vannføringer og høye vann-temperaturer sommeren 2018, eller om andre faktorer har påvirket resultatene. Til tross for økende antall taksa i løpet av undersøkelsesperioden, kan en reduksjon i individtall ved stasjon H3 høsten 2021 indikere at Homlavassdraget er et akvatisk økosystem som er under kontinuerlig påvirkning. En påvirkningsfaktor av nyere dato er de pågående anleggsarbeider i forbindelse med omlegging av veitrasé. Ut fra en samlet vurdering er det sannsynlig at det er en rekke faktorer som påvirker bunndyrsamfunn og ungfiskbestander i Homlavassdraget (se **avsnitt 4.2**).



Figur 12. Bunndyrmengde (antall individer per minutt) i bunndyrprøver tatt på seks stasjoner i Homlavassdraget i november 2018, mai 2019 og oktober 2019. Stasjonene 1 og 2 er i sidevassdraget Nævra, mens stasjonene 3-6 er i hovedstrengen av Homla.

Høsten 2018 manglet knottlarver på enkeltstasjoner både oppstrøms og nedstrøms mulig påvirkningspunkt. Knott er en bunndyrgruppe som sitter eksponert og filtrerer næringsdyr fra vannstrømmen, og er derfor muligens lettere påvirket enn andre grupper av kjemiske utslipp. I nedre deler av Homlavassdraget er det flere mulige kilder til påvirkning. En økende påvirkning fra flere kilder nedover vassdraget kan derfor maskere effekten av et enkeltutslipp. Dessuten bidrar tilførselsbekker som kilde for tilførsel av bunndyrarter og individer til hovedelva. Et tilstrekkelig antall og god plassering av stasjoner er derfor avgjørende for mulighetene til å fange opp påvirkninger og langsiktige endringer. Økningen i diversitet på bunndyrstasjonen nedstrøms Foldsjøen i øvre deler, og etter utløpet av Høybybekken i nedre deler, understreker dette poenget.



Figur 13. Bunndyrmengde (antall individer per minutt) i bunndyrprøver tatt på seks stasjoner i Homlavassdraget i november 2018, mai 2019 og oktober 2019. Stasjonene 1 og 2 er i sidevassdraget Nævra, mens stasjonene 3-6 er i hovedstrengen av Homla.

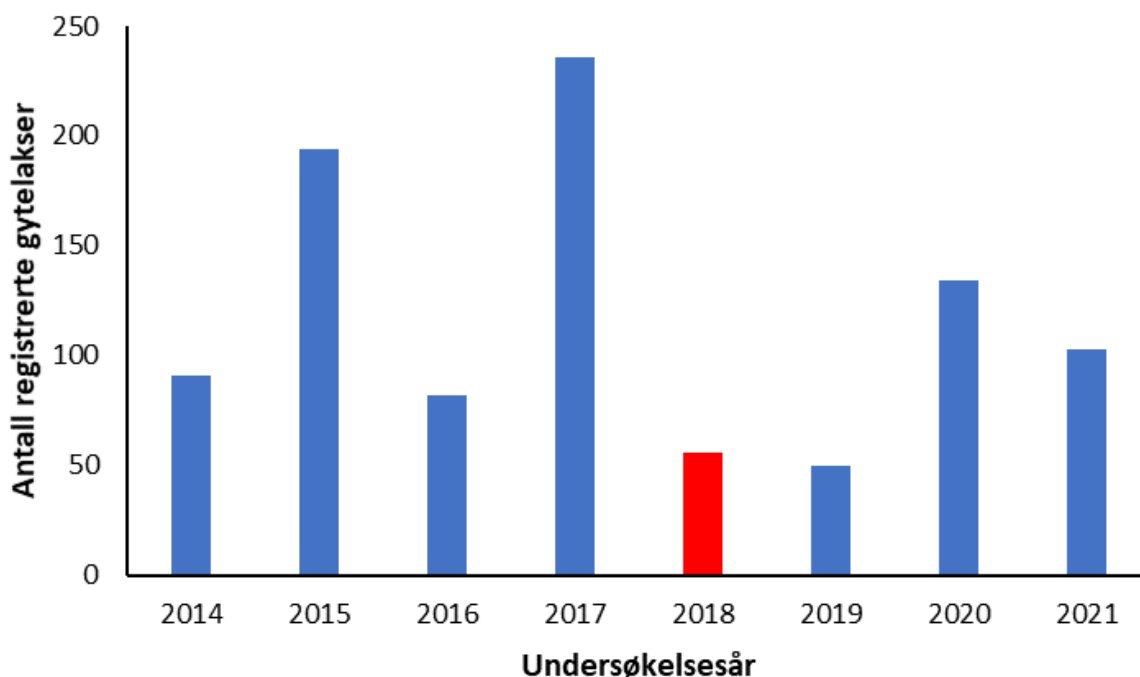
Indeksverdiene fra enkeltstasjonen indikerer en reduksjon i tilstand i 2018, med gjenhenting året etter. Stasjonen ligger et stykke ned i vassdraget, men oppstrøms strekningen som er mest påvirket. En indeksberegning vil imidlertid sjeldent gi et dekkende bilde av tilstanden, særlig når beregningen er gjort på et så lite grunnlag som en enkelt stasjon. Vurderingen av effektene på bunndyr er gjort på grunnlag av tre leverandører av data. Generelt er taksalistene fra Multiconsult AS kortere enn taksalistene fra Norsk institutt for vannforskning ved stasjon H3. Med variasjon i antall taksa og individer mellom år, og en rekke kjente påvirkningsfaktorer i Homlavassdraget (se **avsnitt 4.2**), er ikke variasjoner ensbetydende med at aktør har betydning for resultatet. Imidlertid er bruk av ulike aktører og feltpersonell en ekstra kilde til metodisk usikkerhet. Det er ikke prioritert å gjøre en harmonisering av taksalister før sammenligningen. En harmonisering reduserer slike metodiske forskjeller, men kan gi en lavere oppløsning på dataene, og dermed maskere påvirkninger på bunndyrsamfunnet.

4 Diskusjon

I dette kapitlet gjøres en samlet vurdering av nåværende status for laksebestanden i Homlavassdraget (**avsnitt 4.1**), samt en gjennomgang av mulige årsaker til dårlig bestandsstatus hos laks (**avsnitt 4.2**). Avslutningsvis gjøres det en oppsummering av de viktigste funnene (**avsnitt 4.3**). I gjennomgangen av årsakssammenhenger vil det i liten grad trekkes konklusjoner om hva som er de viktigste påvirkningsfaktorene, siden det foreligger et begrenset kunnskapsgrunnlag i form av eldre undersøkelser i Homlavassdraget.

4.1 Status for laksebestanden i Homlavassdraget

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (VRL) har vurdert laksebestanden etter kvalitetsnorm for villaks, og har klassifisert bestanden til å ha svært dårlig kvalitet for perioden 2010-2014 (Anonym 2017). Det samme gjelder for delnormene gytebestandsmål og høstingspotensial. Laksebestanden i Homlavassdraget var derfor allerede i en sårbar situasjon før akutt fiskedød i oktober 2018. På grunn av tilstanden til laksebestanden er også økologisk tilstand for Homla svært dårlig (Hindar & Meland 2019). Det har blitt gjennomført årlige gytefiskundersøkelser i Homla siden 2014. Antall registrerte gytelakser i perioden 2014-2021 har variert en god del, fra 50 individer høsten 2019 til 236 individer i 2017 (**figur 14**). Under gytefisktellingene i oktober 2018 ble det registrert bare sju levende gytelakser, mens mesteparten av de registrerte gytelaksene var døde (Lamberg & Gjertsen 2019). Det ble plukket et hundretalls døde gytelakser i løpet av oktober 2018, og det er usikkert hvor mye laks som kan ha vandret ut av Homla. Det er derfor grunn til å anta at gytebestanden av laks var en del høyere enn hva som ble registrert under gytefisktel-linger og innsamling av dødfisk. Denne antakelsen understøttes av at det ble funnet en god del årsyngel under elektrisk fiske i august 2019 (**vedleggstabell 3**).



Figur 14. Registreringer av gytelaks under drivtelling i Homla i perioden 2014-2021. Høsten 2018 (røy søyle) ble det registrert et hundretalls døde og bare sju levende gytelakser. Tallgrunnlaget er hentet fra Lamberg (2017), Lamberg & Gjertsen (2019) Lamberg (2020), Lamberg et al. (2021) og Lamberg et al. (2022).

Med utgangspunkt i gjennomførte ungfiskundersøkelser i Homla i perioden 1986-2021, synes produksjonen av sjøvandrende laksefisk å være lav sammenlignet med de fleste andre laksevassdrag i regionen. I perioden før observert fiskedød (1986-2018) ble det på det faste stasjonsnettet estimert midlere tettheter av eldre ungfisk i området 13,4-22,6 individer per 100 m². Dette er vesentlig lavere ungfisktettheter enn hva som er funnet i en rekke andre vassdrag i regionen. I et utvalg av 26 undersøkte laksevassdrag i Midt-Norge og i øvrige deler av landet (**vedleggstabell 8**), er det bare i Bævra, Namsen og Ogna at det i senere tid er funnet så lave gjennomsnittlige tettheter som i Homla. De lave tetthetene i Bævra og Ogna må ses i lys av at laksebestandene har vært infisert av *Gyrodactylus salaris*, og Bævra er i tillegg sterkt påvirket av vassdragsregulering og andre fysiske inngrep (Johnsen et al. 2009). De lave tetthetene i Namsen må ses i lys av at dette er et stort og dypt laksevassdrag, som gjør at det er metodisk vanskelig å gjennomføre strandnært elektrisk fiske på en representativ måte (Bremset et al. 2012).

4.2 Mulige årsaker til dårlig bestandsstatus hos laks

Ut fra en samlet vurdering synes årsakssammenhengene i Homlavassdraget å være sammensatte, og det er lite sannsynlig at det er én faktor eller få faktorer i nyere tid som forklarer nåværende bestandsstatus. Det er mer sannsynlig at det har vært et samvirke av flere negative påvirkningsfaktorer som over tid har påvirket laksebestanden negativt. Atle Hindar og Sondre Meland i Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har gjort en del faglige vurderinger omkring mulige årsaker til akutt fiskedød i oktober 2018 (Hindar & Meland 2019). Noen av de drøftete mulighetene er mer vidtrekkende enn den aktuelle episoden, og kan derfor ha relevans også for bestandsutviklingen fram til oktober 2018. I det følgende gjengis noen av vurderingene til Hindar & Meland (2019) når det gjelder vannkjemiske forhold, vannføringsforhold og veiavrenning. I det følgende er alle sitater fra det aktuelle NIVA-notatet gjengitt i kursivert skrift og med hermetegn. I notatet er det referert til ulike figurer. Disse figurene er av praktiske grunner ikke gjengitt i denne rapporten, og referering til figurene i sitatene er indikert med bindestrek.

«Den generelle vannkvaliteten i Homla er god, og høy pH og konsentrasjon av kalsium bidrar til å redusere giftigheten av eventuelle metallutslipp eller utsig fra grunnen og gamle deponier. Det er heller ikke funnet biologiske forhold utover fiskedøden og de omtalte problemene for laksebestanden som tyder på et generelt vannkvalitetsproblem. Det er derfor sett på om det kan ha vært spesielle forhold eller sammenfall av faktorer som kan knyttes til hendelsen. Bruken av rotenon i øvre del to uker før laksedøden er vurdert av andre som lite sannsynlig, men ikke utelukket. Effekter av tørkesommeren har vært nevnt, og NGU har antydnet oksidasjon av sulfider og påfølgende syreutvasking med nedbør. Veiavrenning, spesielt fra Stavsjøtunnelen, er nevnt av fylkesmannen».

«Rotenon ble brukt 2.-4. oktober 2018 i tre tjern (de to Koltjønnna og Hakktjønnna) i nedbørfeltet til tilløpselva Nævra (nedbørfelt 40,2 km²) i øvre del og i ett tjern (Lille Røsttjønnna) i øvre del av nedbørfeltet til Høybybekken (nedbørfelt ca 15 km²). - - -. Ifølge Fylkesmannen ble det dosert til en midlere rotenonkonsentrasjon på 15,4 µg/l, målt 1-2 døgn etter dosering, i de tre første lokalitetene og til 15,9 µg/l 2 døgn etter dosering i den fjerde. Prøver tatt i utløp Vestre Koltjønnna (nedstrøms de tre tjerna) samme dag som fiskedøden, hadde en rotenonkonsentrasjon på 3,3 µg/l. Utløpet har et nedbørfelt på 4,3 km². Utløpet av Lille Røsttjønnna har et nedbørfelt på 0,17 km², men her ble det ikke tatt prøver denne dagen. Disse to punktene har et nedbørfeltareal som er 10,7 % og 1,1 % av nedbørfeltene til hhv. Nævra og Høybybekken».

«Med en rotenonkonsentrasjon i utløpene av tiltaksområdet på i størrelsesorden 5 µg/l, vil fortynningen gi hhv. 0,5 µg/l og 0,05 µg/l i utløpet av respektive felt (Nævra og Høybybekken). Videre fortynning til utløp Homla gir 0,1 og 0,005 µg/l. Effekter av rotenonbehandlingen i Lille Røsttjønnna er derfor helt usannsynlig. En restkonsentrasjon på 0,1 µg/l er også vesentlig lavere enn den LC₅₀96timers-grenseverdien på 1,1 µg/l som fylkesmannen refererer til i sitt notat. Dette er teoretiske beregninger basert på nedbørfeltforhold. I perioden etter rotenonbehandlingen ble det sluppet forholdsvis mye vann fra Foldsjøen, slik at fortynningen var bedre enn de teoretiske forholdene skulle tilsi. - - -. Mens vannføringen i uregulerte områder (data fra Svarttjønnbekken)

gikk fra noe under tre ganger middelvannføring og ned mot middelvannføring i perioden etter rotenonbehandling, var vannføringen ut av Foldsjøen vesentlig høyere i forhold til middelvannføringen i Foldsjøens nedbørfelt. Det vil si at det fram til 13.10.2018 var vesentlig bedre fortykning av rotenon i Homla enn den teoretiske beregningen over skulle tilsi».

«Fortynningsforholdene i Homla var imidlertid vesentlig redusert rett før fiskedøden pga manøvreringen ved dam i Foldsjøen. Vannføringen ble holdt på omkring middelvannføring fra 13.10.2018 til 16.10.2018 klokka 15.00, mens døgnvannføringen i uregulerte felt økte til seks ganger middelvannføringen. På dette tidspunktet var rotenonkonsentrasjonen i utløp Nævra allerede blitt lav basert på prøven fra 16.10. (om lag 0,5 µg/l). Med fortykningen i Homlas restfelt (51,5 km²), ville konsentrasjonen være om lag 0,2 µg/l i lakseførende strekning. Målingen ble imidlertid gjort på prøver fra den 16.10., dvs. dagen etter den markante nedbør- og vannføringsepisoden. Hvis episoden førte til fortykning og eventuelt til en forbigående sjiktning i de rotenonbehandlede lokalitetene, kan det tenkes at rotenonkonsentrasjonen ville ha vært høyere hvis vannprøvene ble tatt før episoden. Det ville da vært mindre margin til grenseverdier for rotenon. Roar Sandodden (VI) mente at reduksjonen harmonerte med den generelt raske nedbrytingen/inaktivering av rotenon, særlig i humøse vannkvaliteter (pers. medd.). Vi kan imidlertid ikke helt utelukke at rotenonbehandlingen, i samspill med annen påvirkning (se nedenfor), kan ha hatt betydning for laksedøden».

«Sommeren 2018 var svært spesiell i Sør-Norge på grunn av vedvarende høy temperatur, lite nedbør og høy fordampning. Dette ble også reflektert i vannføringsforholdene i Trøndelag, representert med Svarttjønnbekken (- - -). NIVA har registrert effekter av sulfidoksidering under slike forhold tidligere (f.eks. Flagstadelva ved Hamar i 1995), og var oppmerksom på at dette kunne skje i 2018. Effekten ble registrert i et feltforskningsområde i Agder (Birkenes), og den var forholdsvis umiddelbar ved første større nedbørepisode. I Homla-området var det imidlertid en rekke nedbørepisoder fra midten av august og fram til oktober (- - -) uten at det ble registrert fiskedød. Sammenholdt også med den generelt høye pH-verdien i vassdraget, er det svært lite sannsynlig at sulfidoksidasjon har gitt et forsuringsproblem».

«E6 krysser Homla i nedre del, men oppstrøms Krana bru og den observerte fiskedøden (- - -). I vest ligger Stavsjøtunnelen, som har sitt endepunkt i lia ned mot Homla. Siste tunnelvask her var ca. 5. september 2018, og som en kan se av vannføringsmønsteret i området (- - -), kan såpe med forurensningskomponenter ha blitt ført ut i elva ved høy vannføring i slutten av september. På den annen side er det ingen oppsamling i dam eller renseinnretninger for verken tunnelvaskevann eller annen avrenning i tunnelen. Muligheter for akkumulering og forsinket utvasking finnes derfor. Hvite flak, trolig malingsflak fra hvit veimerking, er observert i en liten bekk fra tunnelåpningen og ned til Homla (- - -; Lars Slettom, pers. medd.)».

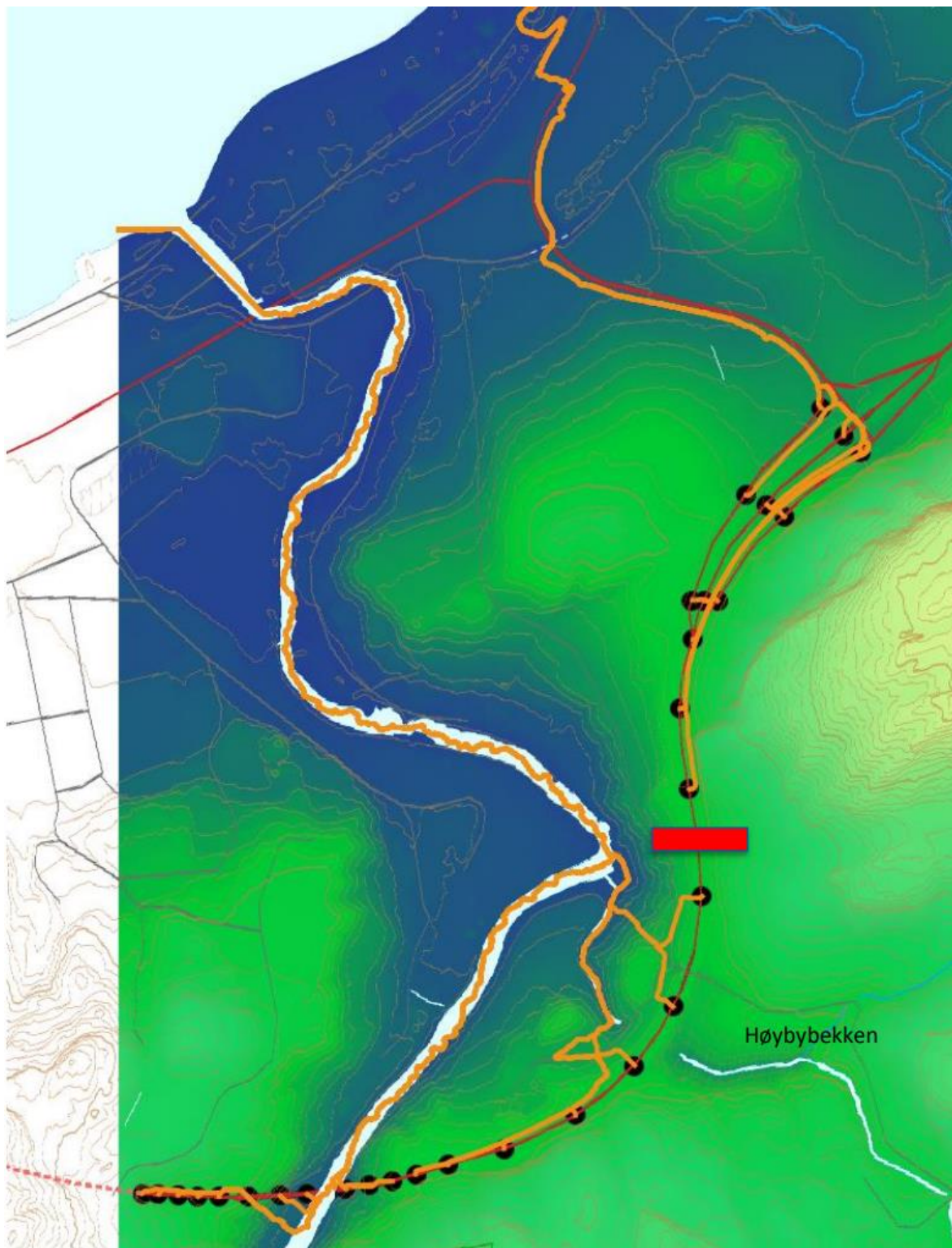
«Siden det ikke er noen form for oppsamling av veiavrenning eller tunnelvaskevann i kryssingsområdet for Homla, vil det si at avrenningen drenerer ukontrollert mot Homla. Om dette i episoder, slik som umiddelbart forut for fiskedøden (- - -), kan gi skadelig avrenning er ikke kjent og bør undersøkes. I Årungsella er sjørreten kortere (21 % kortere) i vekst nedstrøms tunnel/veiavrenning (tross rensing) enn oppstrøms (Meland mfl. 2010). Vi vet også at tunnelvaskevann kan være akutt giftig for amfibier som har etablert seg i rensebasseng (Johansen og Thygesen 2013). Veisalt kan være medvirkende til biologiske effekter, og laboratorieeksperimenter har vist effekter på larvestadiet hos laks (gennivå) under realistiske saltkonsentrasjoner (Tollefsen mfl. 2015; Mahrosh mfl. 2014). En stadig påvirkning kan gi subletale virkninger på enkeltindivider og eventuelt på laksebestanden, mens episodisk utspyling av miljøgifter kan gi akutte skader. En stadig påvirkning, spesielt av tunnelvaskevann (se under), kan potensielt være med å forklare de generelle problemene for laksebestanden i Homla».

«I tunnelvaskevann er det særlig tungmetaller og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) som kan utgjøre en trussel for vannlevende organismer (Meland og Rødland 2018). Median- og middelværdier for kopper (Cu) i tunnelvaskevann fra 34 SVV-tunneler lå eksempelvis i området 0,5-1 mg/l, som er 60-120 ganger over grenseverdiene i vannforekomster. Avviket fra grenseverdier er enda større for sink (Zn), som også i større grad er på løst form. Selv om mye antas å være bundet til partikler, og selv om vaskevannet blir fortynnet i resipienten, foreslår Meland og Rødland at det bør innføres obligatorisk rensing av vaskevann i alle nye tunneler. I veiavrenning er det generelt de samme stoffene som omtalt over, men i lavere konsentrasjoner. En generell belastning med miljøgifter kan redusere toleransen for andre stoffer. Det kan derfor tenkes at grenseverdien for rotenon i praksis burde ha vært lavere i Homla på grunn av eksponering for miljøgifter i veiavrenningen».

Avslutningsvis konkluderer Hindar & Meland (2019) med følgende i sitt notat (sitat): «Data fra rotenonbehandlingen er gjennomgått og sammenholdt med hydrologiske forhold. Manøvreringen av Foldsjøen kan først ha vært positiv mht fortynning av rotenon, men negativ under nedbørepisoden den 15.10. Vi utelukker heller ikke at rotenonkonsentrasjonen den 15.10. kan ha vært høyere enn den som ble målt etter fiskedøden den 16.10. Heller ikke vi kan utelukke at rotenonbehandlingen kan ha hatt betydning for den akutte laksedøden. Det er ingen oppsamling eller rensing av verken tunnelvaskevann eller overvann fra E6 før det slippes til Homla. Vi mener at miljøgifter i avrenningen fra E6 er en potensiell årsak til de generelle problemene for laksebestanden i Homla. Vi vil anbefale at potensialet for påvirkning undersøkes. En generell belastning av laks med miljøgifter fra E6 kan medføre lavere toleranse for andre stoffer og forhold. Vi ser derfor ikke bort fra at grenseverdiene for rotenon i praksis burde ha vært lavere enn angitt. En samvirkning mellom veiavrenning, rotenonbehandling og reduserte fortynningsforhold under nedbørepisoden den 15.10. kan ha gitt akutt fiskedød» (sitat slutt).

Det er grunn til å anta at samlet miljøbelastning fra veitransport har økt etter at E6-traséen mellom Trondheim og Stjørdal ble lagt om for drøye 30 år siden. En generell økning i trafikk har sannsynligvis medført økte utslipp av miljøskadelige stoffer. Dessuten har utslippene fra veitrafikken i større grad drenert til Homlavassdraget istedenfor sjøen, etter at den nye E6-traséen ble lagt et par kilometer lenger oppstrøms enn den gamle E6-traséen gjennom Hommelvik sentrum. Hindar & Meland (2019) har laget en GIS-modell over veiavrenning til Homlavassdraget (**figur 15**). Ut fra denne terrengmodellen er alle deler av hovedstrengen nedstrøms Homla bru samt nedre deler av Høybybekken påvirket av veiavrenning. Disse vassdragsavsnittene utgjør en betydelig del av samlet lakseførende strekning i Homlavassdraget, og omfatter også de delene av Homla der det er påvist høyest ungfisktettheter (Bremset & Berg 1997, Bremset et al. 2015a, Bremset et al. 2016). Gitt at veiavrenning inneholder miljøgifter som påvirker laksefiskenes vekst og overlevelse negativt (se nærmere omtale nedenfor), ligger det et klart potensial for negativ påvirkning på bestandene av sjøvandrende laksefisk i Homlavassdraget.

Det er flere kjemiske forbindelser i veiavrenning som kan ha negative effekter på miljøet. Veisalt er trolig blant de forbindelsene som har størst avrenning fra vei til vassdrag, spesielt etter den kraftige økningen i veisaltning i løpet av de senere tiår. Selv om den vanligste saltforbindelsen som benyttes finnes naturlig i sjøvann, kan natriumklorid i høye konsentrasjoner ha negative effekter på laks (Tollefsen et al. 2015). I tillegg til natriumklorid er også magnesiumklorid og kalsiumklorid benyttet på veinettet, blant annet for å redusere støvproblemene fra grusveier i tørre perioder. Fra asfalterte veier frigjøres en rekke organiske og uorganiske forbindelser som følge av slitasje, som drenerer til vassdrag før kjemikaliene til slutt havner i sjøen. Spesielt stor avrenning fra veibanen vil være i nedbørsperioder, og avrenning fra tunneler vil være betydelig i forbindelse med tunnelvasking (Meland et al. 2010). I et nylig publisert studium er det påvist at et tilsetningsstoff i bildekk kan medføre akutt fiskedød hos stillehavslaks (Tian et al. 2020). Kjemiske analyser viste at svært lave nivå av en antioksidant medførte omfattende dødelighet hos sølvlaks i elver på vestkysten av USA. Slike årlige episoder med dødelighet hadde blitt observert i nedbørsrike perioder i mange år, og fikk navnet «*urbant elvesyndrom*» ut fra en antakelse om at årsaken var urbanisering (Walsh et al. 2005). Det er foreløpig uavklart hvilke effekter denne kjemiske forbindelsen har på laks og andre elvelevende fisk i norske vassdrag.



Figur 15. GIS-modell over veiavrenning fra E6 til Homlavassdraget. Avrenning fra en rekke innlagte punkter er undersøkt (oransje streker). Rødt rektangel markerer overgangen i terrenget mellom drenering sørover og nordover. Figuren er utarbeidet av Jon Rune Selvik i Norsk institutt for vannforskning, og er hentet med tillatelse fra et notat utarbeidet av Hindar & Meland (2019).

Homlavassdraget har vært påvirket av menneskelige aktiviteter i svært lang tid, som har påvirket vannkvaliteten direkte og indirekte gjennom utslipp og avrenninger. Områdene i Malvikmarka, rundt Foldsjøen og Homla er gamle gruveområder, og nedbørsfeltet inneholder av den grunn en rekke slagghauger (Moen et al. 2019). I Malvikmarka har det trolig vært utnyttelse av jernmalmforekomster helt tilbake til eldre jernalder (**tabell 6**). I den første perioden ble myrmalm benyttet som råstoff i jernproduksjonen, men mot slutten av middelalderen gikk produksjonen over til bruk av bergmalm. I forbindelse med gruvedrifta har utvunnet bergmalm også inneholdt en rekke metaller og mineraler, og blant annet har tungmetaller samlet seg opp i slagghaugene etter at jernforbindelsene har blitt utvunnet. Det er kjent at avrenning av tungmetaller fra slagghauger kan gi dødelighet hos fisk i vassdrag (Moen et al. 2019).

Tabell 6. Oversikt over utnyttelse av jernmalforekomster i nedbørsfeltet til Homlavassdraget fra eldre jernalder fram til vår tid. Tabellen er utarbeidet på grunnlag av opplysninger fra Vidar Moen i Veterinærinstituttet.

Tidsrom	Utvinnings teknologi	Råstoff
Fra rundt 300 f.Kr.	Sjaktovn med slagg-grop	Myrmalm
800-1300	Sjaktovn med sidetapping av slagg	Myrmalm
1400-1800	Steinmurt gropovn uten slaggtapping	Myrmalm
Fra rundt 1500	Renneverk	Bergmalm
1622-1870	Masovnerk	Bergmalm
1955-1989	Elektro-råjernsovner	Bergmalm

Jernforbindelser i høye konsentrasjoner kan gi negative påvirkninger på akvatiske organismer. I oppløst form foreligger jernforbindelser som toverdig (Fe^{2+}) og treverdig (Fe^{3+}) jern. Toverdig jern er fargeløst og forekommer i grunnvann med lavt oksygeninnhold og høyt innhold av karbondioksid. Når toverdig jern kommer i kontakt med oksygen eller oksiderende komponenter, vil det endres til treverdig jern med en karakteristisk rustfarge. Treverdig jern er partikulært og avsettes som såkalt okerfelling. I høye konsentrasjoner kan okerfelling være skadelig og dødelig på fisk. Dødelighet hos settefisk i Meråker klekkeri for noen år siden ble satt i sammenheng med episoder med okerfelling i vannkilden til anlegget. Ut fra det store omfanget som jernutvinning har hatt i nedbørsfeltet til Homla i mange hundre år, er det ikke usannsynlig at avrenning av jernforbindelser har hatt negativ effekt på fiskebestandene. I nedbørsrike perioder har trolig avrenning fra slagghaugene vært stor, slik at det har blitt episoder med stor tilførsel av jern til elva.

Veiavrenning og jernutvinning har ikke vært de eneste kildene til vannforurensning i Homlavassdraget. Konsulentfirmaet COWI AS har på oppdrag for Malvik kommune gjennomført en kartlegging av miljøgifter i Homla (Saunes & Åkesson 2014). Som en del av oppdraget ble det gjort en gjennomgang av kjente forurensningskilder i nedbørsfeltet. Blant annet ble det i 1969 deponert om lag 160 tonn kreosotholdig materiale i Mostadmarka. I 2011 ble dette kreosotholdige avfallet samt de forurensete massene fjernet og levert til godkjent mottak. Kreosotavfall inneholder blant annet polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Prøvetaking fra grunnvann i 2012 og 2013 viste at det fortsatt ble spredt PAH fra det tidligere deponiet (Saunes & Åkesson 2014). PAH-forbindelser brytes svært sakte ned i miljøet og hoper seg lett opp i organismer. PAH-forbindelser som benzo-a-pyren er svært giftige med alvorlige langtidsvirkninger, og kan blant annet påvirke reproduksjonsevnen hos fisk (www.miljostatus.miljodirektoratet.no).

Kartleggingen som ble gjennomført av COWI AS avdekket at det er flere mulige påvirkningskilder til nedre deler av Homlavassdraget. Blant annet er det avløpsvann fra bebyggelse, industri og eventuell påvirkning fra forurenset grunn. Det har vært flere gamle, kommunale deponier langs med elva. Blant annet viser gamle flyfoto fra 1940-tallet at det var et deponeringsområde der fotballbanen ligger i dag. Det var også et deponi ved Nesset som trolig ble etablert på slutten av 1950-tallet. I dette området ble det deponert ulike typer avfall inkludert matavfall, og det blir også hevdet at et ukjent antall kjøretøy ble gravd ned på deponiet (Saunes & Åkesson 2014). I dag brukes området til kommunal lagerplass (**bilde 15**), med mellomlagring av jordmasser, asfaltrester, tømmer og betongrester.



Bilde 15. Tidligere avfallsdeponi på Nesset som nå brukes som kommunalt mellomlager for ulike typer av masser. Foto: Halvor Saunes, COWI AS.

I 2013 ble det gjennomført prøvetaking av sedimenter på tre stasjoner, som alle ligger på lakseførende strekning i Homla (**figur 16**). Det ble benyttet ulike instrumenter for å gjøre kvantitative målinger av organiske miljøgifter, frie metallforbindelser og svakt bundet metallkomplekser i vannforekomster. I tillegg ble det benyttet sedimentfeller for å avdekke transport av partikkelbundne miljøgifter i suspensjon. Det ble gjennomført prøvetaking på to tidspunkt med ulike vannføringsforhold: Første prøveperiode var fra midten av juli til midten av august 2013, mens andre prøveperiode var fra midten av august til midten av september 2013.



Figur 16. Prøvetakingsstasjoner for passive prøvetakere, sedimentfeller og elvededimenter i Homla i 2013. Figuren er hentet fra en rapport utarbeidet av Saunes & Åkesson (2014).

Prøvetaking i perioden juli-september 2013 viste at det forekommer flere vanlige miljøgifter i Homla. Saunes & Åkesson (2014) påviste blant annet polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), alkylhomologer av naftalener, fenantrener, antracener og dibenzothiofener (NPD), polyklorerte bifenyler (PCB), benzen, toluen, etylbenzen, xylen, oljehydrokarboner (THC) og tungmetaller (). Det høyeste PAH-nivået ble registrert på den øverste prøvestasjonen, og det var en markant konsentrasjon av varianten PAH-16 i elved sedimentet på stasjonen. Innholdet av PCB i prøvene økte nedover vassdraget, og PCB-nivået var høyest i perioder med høy avrenning og vannføring. Nivået av tyngre oljeforbindelser var høyest på den nederste prøvestasjonen, noe som kunne ha opphav i en lokal grunnforurensing, tilførsler fra avrenning eller fra aktiviteter som bruker oljeprodukter i nærområdet. Saunes & Åkesson (2014) konkluderte som følger: «*Selv om konsentrasjonene av ulike miljøgifter er lave, viser undersøkelsen at det forekommer en generell økning av de fleste undersøkte forbindelsene nedover i elven. Dette skyldes i hovedsak økt tilførsel via f. eks. punktkilder som utslipp av overvann/avløpsvann og mer diffuse kilder som avrenning fra sentrumsområdet og overvann fra E6 i forbindelse med tunnelvask*».

Ulike fysiske inngrep har hatt negativ effekt på fiskeproduksjonen i lang tid. Et flyfoto fra 1947 viser en tømmerfløtingsdam (**bilde 16**) i de deler av Homla som i senere tid har hatt størst lakseproduksjon. I tillegg til et kunstig vandringshinder medførte dammen at en elvestrekning endret karakter fra strykområde til sentflytende kanal. Utover 1900-tallet var det en vesentlig urbanisering med etablering av ny bebyggelse og industri. En sammenligning av flyfoto fra perioden 1963-2019 viser at det i årenes løp har skjedd store endringer i nedre deler av Homlavassdraget (**bilde serie 2**). Blant annet er munningsområdet til Homla endret flere ganger. I perioden mellom 1963 og 1976 ble elvemunningen først utvidet, før munningsområdet de siste årene har fått et rent kanalpreg. I områder som tidligere hadde frodig kantskog er elva i dag forbygd, og det er lite eller ingen gjenværende kantvegetasjon i disse mer kanalpregete vassdragsavsnittene. I andre områder er tidligere kantskog fjernet og erstattet av ulike former for infrastruktur, som offentlige bygninger, industribygg, forretninger, bolighus og idrettsanlegg.



Bilde 16. Flyfoto fra 1947 som viser en tømmerfløtingsdam i Homla i området ved utløpet av Høybybekken. Hele elveavsnittet opp til nåværende E6-bru var påvirket av oppdemming. Flyfotoet er hentet fra www.kart.finn.no.



Bildeserie 2. Den urbane infrastrukturen i de nedre deler av Homlavassdraget har endret seg betydelig fra 1963 (øverste bilde) og 1976 (midterste bilde), fram til hvordan det har sett ut siden 2019 (nederste bilde). Flyfotoene er hentet fra www.kart.finn.no.

Kantskog og annen kantvegetasjon har stor betydning for produktiviteten i små elver (**bilde 17**), siden løv, kvister, greiner og annet organisk materiale bidrar med mesteparten av energitilførselen til økosystemene i rennende vann (Allan 1995). Røtter og stokker fra skog har en tilleggsfunksjon ved å utgjøre skjul for fisk. En gradvis utarming av kantvegetasjonen i forbindelse med økt menneskelig påvirkning, kan derfor være en viktig medvirkende årsak til den moderate fiskeproduksjonen i Homla. De lave bunndyrtehetene som ble funnet i relativt upåvirkete vassdragsavsnitt i Nævra og Homla, kan være en indikasjon på at det er begrenset næringstilgang til de øvre delene av Homlavassdraget. I så fall vil trolig kantvegetasjonen i nedre deler av vassdraget ha en spesiell stor betydning for bunndyrsamfunn og ungfiskbestand. De pågående veiarbeidene i nedre deler av vassdraget vil med stor sannsynlighet medføre ytterligere, negative påvirkninger av laksebestanden i Homla. I anleggsfasen har omfattende fjerning av kantskog, etablering av anleggsveier, elvekryssinger og vedvarende støy, størst negativt potensial. I driftsfasen vil veiavrenning og utslipp av miljøskadelige forbindelser til vassdraget fortsatt påvirke laksebestanden negativt, med mindre det iverksettes effektive tiltak for å redusere tilførsler av miljøgifter som følge av veiavrenning og tunnelvasking.



Bilde 17. Godt utviklet kantskog som her i uberørte deler av Fættelva er en viktig næringskilde for bunndyr og ungfisk. I tillegg vil kvister, greiner, røtter og stammer fra kantskogen ha en viktig tilleggsfunksjon som skjulesteder for ungfisk. Foto: Gunnbjørn Bremset.

4.3 Oppsummering

Med utgangspunkt i gjennomførte ungfiskundersøkelser i Homla i perioden 1986-2021, og gytefiskundersøkelser i perioden 2014-2021, synes produksjonen av sjøvandrende laksefisk å være lav sammenlignet med de fleste andre laksevassdrag i regionen. I perioden før observert fiskedød (1986-2018) ble det på det faste stasjonsnettet estimert midlere tettheter av eldre ungfisk i størrelsesorden 13-23 individer per 100 m². Dette er vesentlig lavere ungfisktettheter enn hva som er funnet i en rekke andre vassdrag i regionen. Under de årlige gytefiskundersøkelsene har antall registrerte gytelaks variert en god del, fra bare 50 observerte gytelaks høsten 2019 til 236 observerte gytelaks i 2017. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning klassifiserte laksebestanden til å ha svært dårlig kvalitet i perioden 2010-2014. Laksebestanden var derfor allerede i en sårbar situasjon før akutt fiskedød i oktober 2018. Med bakgrunn i dårlig bestandsstatus for laksebestanden, er også økologisk tilstand for Homla vurdert å være svært dårlig.

På bakgrunn av foreliggende kunnskapsgrunnlag synes årsakssammenhengene i Homlavassdraget å være sammensatte, og det er lite sannsynlig at det er én faktor eller få faktorer i nyere tid som forklarer nåværende bestandsstatus. Det er mer sannsynlig at det har vært et samvirke av flere negative påvirkningsfaktorer som over tid har påvirket laksebestanden negativt. Ut fra en samlet vurdering synes vannforurensning og vannkjemiske forhold å ha hatt en vesentlig betydning over lengre tid. I denne forbindelse må det spesielt nevnes deponering av store mengder kreosotholdig avfall i øvre deler av vassdraget på slutten av 1960-tallet. Selv om avfallet ble fjernet i 2011 ble det fortsatt funnet miljøgifter med sannsynlig opphav i dette deponiet i 2012 og 2013. De aktuelle forbindelsene er svært giftige med alvorlige langtidsvirkninger, og kan blant annet påvirke reproduksjonsevnen hos fisk. Det er derfor sannsynlig at kreosotavfallet har hatt negativ påvirkning på vekst og overlevelse hos laksebestanden i Homlavassdraget i flere tiår, og kan være en viktig del av forklaringen på de gjennomgående lave ungfisktetthetene i perioden 1986-2021.

En annen viktig forurensningskilde til Homla er veiavrenning. Det er grunn til å anta at samlet miljøbelastning fra veitransport har økt etter at E6-traséen mellom Trondheim og Stjørdal ble lagt om, siden hele hovedstrengen nedstrøms E6-brua og nedre deler av Høybybekken er påvirket av veiavrenning. Disse vassdragsavsnittene utgjør en betydelig del av samlet lakseførende strekning i vassdraget, og omfatter også de delene av Homla der det er påvist høyest ungfisktettheter i perioden 1986-2021. Det er flere kjemiske forbindelser i veiavrenning som kan ha negative effekter på miljøet. Omfanget på veisaltning har økt i løpet av de senere tiår. Natriumklorid i høye konsentrasjoner kan ha negative effekter på laks. I tillegg er også magnesiumklorid og kalsiumklorid benyttet på veinettet. Fra asfalterte veier frigjøres en rekke organiske og uorganiske forbindelser som følge av slitasje, som frigjøres i nedbørsperioder og i forbindelse med tunnelvasking. I et nylig studium fra USA er det påvist at et tilsetningsstoff i bildekk kan medføre omfattende, akutt fiskedød hos stillehavslaks. Det er foreløpig uavklart hvilke effekter denne kjemiske forbindelsen har på laks og andre elvelevende fisk i norske vassdrag.

Det har skjedd en vesentlig urbanisering med etablering av ny bebyggelse og industri. Flyfoto viser at det har skjedd store endringer i de nedre delene av Homlavassdraget. Blant annet er munningsområdet til elva endret flere ganger. I perioden mellom 1963 og 1976 ble elvemunningen først utvidet, før munningsområdet de siste årene har fått et rent kanalpreg. I områder som tidligere hadde frodig kantskog er elva i dag forbygd, og det er lite eller ingen gjenværende kantvegetasjon i disse mer kanalpregete vassdragsavsnittene. I andre områder er tidligere kantskog fjernet og erstattet av ulike former for infrastruktur, som offentlige bygninger, industribygg, forretninger, bolighus og idrettsanlegg. Kantskog og annen kantvegetasjon har en stor betydning for produktiviteten i små elver. En gradvis utarming av kantvegetasjonen kan derfor være en medvirkende årsak til den moderate fiskeproduksjonen i Homla. De pågående veiarbeider vil medføre ytterligere, negative påvirkninger av laksebestanden i Homla. I anleggsfasen har omfattende fjerning av kantskog, etablering av anleggsveier, elvekryssinger og vedvarende støy, størst negativt potensial. I driftsfasen vil veiavrenning og utslipp av miljøskadelige forbindelser til vassdraget fortsatt påvirke laksebestanden negativt.

5 Referanser

- Allan, J.D. 1995. Stream ecology: structure and function of running waters. Chapman & Hall, London, 388 sider.
- Anonym 2017. Klassifisering av 148 laksebestander etter kvalitetsnorm for villaks. VRL Tema-rapport nr. 5. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning.
- Armitage, P.D., Moss, D., Wright, J.F. & Furse, M.T. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research* 17, 333-347.
- Armstrong, J.D., Kemp, P.S., Kennedy, G.J.A., Ladle, M. & Milner, N.J. 2003. Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. *Fisheries Research* 62, 143-170.
- Arnekleiv, J.V. & Nøst, T. 1987. Fiskeribiologiske undersøkelser i Homlavassdraget, Sør-Trøndelag, 1985 og 1986. Rapport i Zoologisk Serie 1987-3. LFI-Vitenskapsmuséet.
- Arnekleiv, J.V., Haug, A. & Rønning, L. 1997. Fiskeribiologiske suppleringsundersøkelser i Homlavassdraget, Sør-Trøndelag, 1997. Zoologisk notat 1997-6. NTNU-Vitenskapsmuséet.
- Arnekleiv, J.V., Kjærstad, G., Rønning, L., Koksvik, J. & Urke, H.A. 2000. Fiskebiologiske undersøkelser i Stjørdalselva 1990-1999. Del I. Vassdragsregulering, hydrografi, bunndyr, ungfisktettheter og smolt. Rapport Zoologisk Serie 2000:3. NTNU-Vitenskapsmuséet.
- Arnekleiv, J.V., Koksvik, J.I., Davidsen, J.G., Sjursen, A.D. & Rønning, L. 2013. Fiskebiologiske undersøkelser i lakseførende del av Nidelva, Trondheim, 2001-2010. NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2013-2. NTNU-Vitenskapsmuséet.
- Berg, O.K. & Bremset, G. 1998. Seasonal changes in the body composition of young riverine Atlantic salmon and brown trout. *Journal of Fish Biology* 52, 1272-1288.
- Berger, H.M. 2012. Ungfiskundersøkelser i Namsenvassdraget 2011. Overvåking av nasjonale laksevassdrag. Rapport utarbeidet av Sweco. Sweco AS.
- Berger, H.M. 2016. Tilstandsundersøkelse for ungfisk i Homla i Malvik kommune 2015. Notat utarbeidet av TOFA. Trondheim og Omland Fiskeadministrasjon.
- Berger, H.M. 2018. Ungfisk av laks og ørret i Homla i 2017. Notat utarbeidet av TOFA. Trondheim og Omland Fiskeadministrasjon.
- Berger, H.M. & Bremset, G. 2011. Status for laksebestanden i Verdalselva. Vurderinger av produksjonspotensial basert på ungfiskundersøkelser og bonitering. NINA Rapport 684. Norsk institutt for naturforskning.
- Berger, H.M., Berger, M.S., Ambjørndalen, V.M. & Slettom, L. 2019. Ungfisk av laks og ørret i Homla i 2018 og 2019. Notat utarbeidet av TOFA. Trondheim og Omland Fiskeadministrasjon.
- Berggård, O.K. & Berger, H.M. 2006. Yngel og ungfisk av laks og ørret i Namsenvassdraget, i Nord-Trøndelag 2006. Berger feltBIO Rapport 3-2008. Berger feltBIO AS.
- Bergheim, A. & Hesthagen, T. 1990. Production of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L., within different sections of a small enriched Norwegian river. *Journal of Fish Biology* 36, 545-562.

Bongard, T., Diserud, O.H., Sandlund, O.T., & Aagaard, K. 2011. Detecting invertebrate species change in running waters: An approach based on the sufficient sample size principle. *Benthem Open Environmental & Biological Monitoring Journal* 4, 72-82.

Bongard, T., Berger, H.M. & Bremset, G. 2018. Kartlegging av bunndyr etter fiskedød i Homla. Foreløpige resultat fra bunndyrundersøkelser i november 2018. NINA Prosjektnotat 121. Norsk institutt for naturforskning.

Bremset, G. 1999. Young Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brown trout (*Salmo trutta* L.) inhabiting the deep pool habitat, with special reference to their habitat use, habitat preferences and competitive interactions. Doktorgradsavhandling, Zoologisk institutt, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.

Bremset, G. 2000. Seasonal and diel changes in behaviour, microhabitat use and preferences by young pool-dwelling Atlantic salmon, *Salmo salar*, and brown trout, *Salmo trutta*. *Environmental Biology of Fishes* 59, 163-179.

Bremset, G. & Berg, O.K. 1997. Density, size-at-age and distribution of young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) in deep river pools. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54, 2827-2836.

Bremset, G. & Berg, O.K. 1999. Three-dimensional microhabitat use by young pool-dwelling Atlantic salmon and brown trout. *Animal Behaviour* 58, 1047-1059.

Bremset, G. & Heggenes, J. 2001. Competitive interactions in young Atlantic salmon (*Salmo salar* L) and brown trout (*Salmo trutta* L) in lotic environments. *Nordic Journal of Freshwater Research* 75, 127-142.

Bremset, G., Sættem, L.M. & Johnsen, B.O. 2009. Status for bestandene av laks og sjøaure i Nærøydalselva, Sogn og Fjordane. Samlerapport fra fiskebiologiske undersøkelser i perioden 2006-2008. NINA Rapport 475. Norsk institutt for naturforskning.

Bremset, G., Johnsen, B.O. & Bongard, T. 2011. Bestandsstatus for sjøvandrende laksefisk i Daleelva i Høyanger. Samlerapport fra ferskvannsbioologiske undersøkelser i perioden 2003-2010. NINA Rapport 602. Norsk institutt for naturforskning.

Bremset, G., Berg, M., Berger, H.M., Dokk, J.G. & Museth, J. 2012. Ungfiskundersøkelser i Namsen. Forsøk med bruk av elektrisk fiskebåt. NINA Rapport 870. Norsk institutt for naturforskning.

Bremset, G., Berg, M. & Saksgård, L. 2015a. Fiskebiologiske undersøkingar i Toåa. Ungfiskundersøkingar og gytefiskregistreringar i 2014. NINA Rapport 1198. Norsk institutt for naturforskning.

Bremset, G., Diserud, O., Saksgård, L. & Sandlund, O.T. 2015b. Elektrisk fiske - faktorer som påvirker fangbarhet av ungfisk. Resultater fra eksperimentelle feltstudier 2010-2014. NINA Rapport 1147. Norsk institutt for naturforskning.

Bremset, G., Diserud, O., Saksgård, L., Sandlund, O.T. & Ugedal, O. 2016. Elektrisk fiske - effekt av høy vanntemperatur på fangbarhet av ungfisk. Resultater fra eksperimentelt feltstudium sommeren 2015. NINA Kortrapport 13. Norsk institutt for naturforskning.

Bremset, G., Jensås, J.G., Berg, M., Havn, T.B., Bækkelie, K.A.E., Ulvan, E.M. & Jensen, A.J. 2019. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Sluttrapport fra undersøkelsene i perioden 2014-2018. NINA Rapport 1583. Norsk institutt for naturforskning.

Bremset, G., Ugedal, O., Diserud, O., Hedger, R., Saksgård, R., Myrvold, K.M. & Sandlund, O.T. 2022. Elektrisk fiske som undersøkelsesmetode i elv. En gjennomgang av metodens muligheter og begrensninger. NINA Rapport 2056. Norsk institutt for naturforskning.

Gibson, R.J. 1993. The Atlantic salmon in fresh water: spawning, rearing and production. Reviews in Fish Biology and Fishes 3, 39-73.

Harwood, A.J., Metcalfe, N.B., Griffiths, S.W. & Armstrong, J.D. 2002. Intra- and inter-specific competition for winter concealment habitat in juvenile salmonids. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 59, 1515-1523.

Hedger, R.D., Diserud, O.H., Sandlund, O.T., Saksgård, L., Ugedal, O. & Bremset, G. 2018. Bias in estimates of electrofishing capture probability of juvenile Atlantic salmon. Fisheries Research 208, 286-295.

Hesthagen, T. 1988. Movements of brown trout, *Salmo trutta*, and juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*, in a coastal stream in northern Norway. Journal of Fish Biology 32, 639-653..

Hindar, A. & Meland, S. 2019. Fiskedød i Homla i oktober 2018 - mulige årsaker. Notat utarbeidet av NIVA. Norsk institutt for vannforskning.

Hindar, K., Diserud, O.H., Hedger, R.D, Finstad, A.G., Fiske, P., Foldvik, A., Forseth, T., Forsgren, E., Kvingedal, E., Robertsen, G., Solem, Ø., Sundt-Hansen, L.E. & Ugedal, O. 2019. Vurdering av metodikk for andregenerasjons gytebestandsmål for norske laksebestander. NINA Rapport 1303. Norsk institutt for naturforskning.

Holthe, E., Bremset, G., Jensen, A.J., Berg, M. & Jensås, J.G. 2019. Reetablering av laks i Vefsna nedstrøms Laksforsen. Sluttrapport. Veterinærinstituttets rapportserie 12-2019. Veterinærinstituttet.

Holthe, E., Rikstad, A. & Sivertsgård, R. 2022. Ungfiskundersøkelser i Steinkjervassdraget, Steinkjer kommune, i 2021. NINA Rapport 2060. Norsk institutt for naturforskning.

Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O., Jensen, A.J., Fiske, P., Ugedal, O., Thorstad, E.B., Jensås, J.G., Bakke, Ø. & Forseth, T. 2004. Orkla – et nasjonalt referansevassdrag for studier av bestandsregulerende faktorer hos laks. Samlerapport for perioden 1979-2002. NINA Fagrapport 079. Norsk institutt for naturforskning.

Johansen, S.L. & Thygesen, H. 2013. Økologisk risikovurdering med biotisk ligandmodell: en feltstudie av tunnelvaskevann og vegavrenning i rensebasseng. Statens vegvesen rapport nr. 230. Statens vegvesen.

Johnsen, B.O. & Hvidsten, N.A. 2004. Krav til vannføring i sterkt regulerte smålaksvassdrag. Rapport miljøbasert vannføring 2004-4. Norges vassdrags- og energidirektorat.

Johnsen, B.O. & Hvidsten, N.A. 2005. Vassdragsregulering og sikringstiltak mot kvikkleireskred i Vigda og Børsaelva. Effekter på laks og laksefiske. NINA Rapport 35. Norsk institutt for naturforskning.

Johnsen, B.O., Bremset, G. & Hvidsten, N.A. 2009. Laks og sjøaurebestandene i Bævra, Møre og Romsdal. Undersøkelser i 2005-2008. NINA Rapport 497. Norsk institutt for naturforskning.

Johnsen, B.O., Hvidsten, N.A., Bongard, T., Bremset, G. & Diserud, O. 2012. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Surna. Framdriftsrapport 2012. NINA Rapport 857. Norsk institutt for naturforskning.

- Kanstad-Hanssen, Ø. & Lamberg, A. 2021. Reetablering av laks og sjørret i Ranaelva etter behandling med rotenon - resultater fra årene 2016-2020. Ferskvannsbiologen Rapport 2021-06. Ferskvannsbiologen AS.
- Lamberg, A. 2017. Drivtelling av laks og sjørret i Homla i 2017. SNA-rapport 11/2017. Skandinavisk naturovervåking AS.
- Lamberg, A. 2020. Drivtelling av laks og sjørret i Homla i 2019. SNA-rapport 02/2020. Skandinavisk naturovervåking AS.
- Lamberg, A., & Gjertsen, V. 2019. Drivtelling av laks og sjørret i Homla i 2018. SNA-rapport 01/2019. Skandinavisk naturovervåking AS.
- Lamberg, A., Jamtfall, E. & Gjertsen, V. 2021. Drivtelling av laks og sjørret i Homla i 2020. SNA-rapport 01/2021. Skandinavisk naturovervåking AS.
- Lamberg, A., Berggård, O.K. & Dahle, R. 2022. Drivtelling av gytefisk i Homla i 2021. SNA-notat 03/2022. Skandinavisk naturovervåking AS.
- Larsen, B.M. & Fossøy, F. 2020. Kartlegging av elvemusling i Homla (Malvik kommune) i 2020. NINA Prosjektnotat 204. Norsk institutt for naturforskning.
- Lie, E.F., Berger, H.M. & Solem, Ø. 2021. Ungfiskundersøkelser i Okسدøla høsten 2020. NINA Rapport 1958. Norsk institutt for naturforskning.
- Lund, R.A. & Heggberget, T.G. 1985. Growth analysis of presmolt Atlantic salmon *Salmo salar* at three sections of a small Norwegian river. *Holarctic Ecology* 8, 299-305.
- Lund, R.A. & Johnsen, B.O. 2006. Status for laks- og sjørretbestanden i Surna relatert til reguleringen av vassdraget. Undersøkelser i årene 2002-2005. NINA Rapport 164. Norsk institutt for naturforskning.
- Mahrosh, U., Kleiven, M., Meland, S., Rosseland, B.O., Salbu, B. & Teien, H.-C. 2014. Toxicity of road deicing salt (NaCl) and copper (Cu) to fertilization and early developmental stages of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Hazardous Materials* 280, 331-339
- Meland, S. & Rødland, E.S. 2018. Forurensning i tunnelvaskevann – en studie av 34 veitunneler i Norge. *VANN* 1, 54-65
- Meland, S., Borgstrom, R., Heier, L.S., Rosseland, B.O., Lindholm, O. & Salbu, B. 2010. Chemical and ecological effects of contaminated tunnel wash water runoff to a small Norwegian stream. *Science of the Total Environment* 408, 4107-4117.
- Moe, T.F., Thrane, J.E., Persson, J., Bækkelie, K.A., Myrvold, K.M., Olstad, K., Garmo, Ø.A., Grung, M. & de Wit, H. 2018. Overvåking av referanseelver 2017. Basisovervåking i henhold til vannforskriften. Rapport M-1002:2018. Miljødirektoratet.
- Moen, V., Peterson, C., Benden, T.F., Pettersen, R. & Garberg, M. 2019. Analyse av grunnstoff i skjell fra lakseunger i Homla. Notat utarbeidet av Veterinærinstituttet.
- Moran, P.A.P. 1951. A mathematical theory of animal trapping. *Biometrika*. 38, 307-311.
- Ricker, W.E. 1975. Computations and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada* 191, 382 sider.

Sandlund, O.T., Berger H.M., Bremset, G., Diserud, O., Saksgård, L., Ugedal, O. & Ulvan, E.M. 2011. Elektrisk fiske - effekter av ledningsevne på fangbarhet av ungfisk. NINA Rapport 668. Norsk institutt for naturforskning.

Sandodden, R., Moen, A. & Wist, A.N. 2019. Rotenonbehandling av gjedde på Leksdal statsallmenning i Stjørdal kommune. Veterinærinstituttet Rapport 9-2019. Veterinærinstituttet.

Saunes, H. & Åkesson, R. 2014. Sporing av miljøgifter i Homla, Malvik kommune. Miljøteknisk undersøkelse. Delrapport A039511-3. COWI AS.

Ski, S.A. 2019. E6 Ranheim-Værnes. Overvåkingsrapport - akvatisk økologi. Rapport E6RV-MUL-RPT-CA#00-0012. Multiconsult AS.

Solem, Ø., Bergan, M.A., Bremset, G., Jensås, J.G., Borgos, T., Nielsen, L.E. & Rognes, T. 2018. Ungfiskundersøkelser i Gaulavassdraget, Årsrapport 2017. NINA Rapport 1414. Norsk institutt for naturforskning.

Stensli, S.G. & Berger, H.M. 2021. Ungfisk av laks og ørret i Homla i 2020. Notat utarbeidet av TOFA. Trondheim og Omland Fiskeadministrasjon.

Thrane, J.E., Persson, J., Røst Kile, M., Bækkeli, K.A., Myrvold, K.M., Garmo, Ø.A., Grung, M., Calidonio, J.L.G, de Wit, H. & Moe, T.F. 2020. Overvåking av referanseelver 2019. Basisovervåking i henhold til vannforskriften. Rapport M-1660:2020. Miljødirektoratet.

Tian, Z., Peter, K.T., Gonzales, M., Wetzel, J., Prat, J., Mudrock, E., Hettlinger, R., Cortina, A.E., Biswas, R.G., Jenne, A., Lundeen, R., Gilbreath, A., & Kolodziej, E.P. 2020. A ubiquitous tire rubber-derived chemical induces acute mortality in coho salmon. *Science* 371, 185-189.

Tollefsen, K.E., Song, Y., Kleiven, M., Mahrosh, U., Meland, S., Rosseland, B.O., et al. 2015. Transcriptional changes in Atlantic salmon (*Salmo salar*) after embryonic exposure to road salt. *Aquatic Toxicology* 169, 58-68.

Ulvan, E.M., Havn, T.B., Bergan, M.A. & Solem, Ø. 2021. Ungfiskundersøkelser i Ferja (Årgårdsvassdraget). Høsten 2020. NINA Rapport 1938. Norsk institutt for naturforskning

Walsh, C.J., Roy, A.H., Feminella, J.W., Cottingham, P.D., Groffman, P. M. & Morgan, R.P. 2005. The urban stream syndrome: Current knowledge and the search for a cure. *Journal of North American Benthological Society* 24, 706-723.

Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. *Journal of Wildlife Management* 22, 82-90.

6 Vedlegg

Vedleggstabell 1. Estimerte tettheter (antall individer per 100 m²) med varians av to årsklasser av laks og aure på fire stasjoner i Homla i 1986 og 1997. Årsklassene er årssyngel (0+) og eldre ungfisk ($\geq 1+$). Varians er oppgitt som 95 % konfidensintervall der slike beregninger har vært mulig. Det er verdt å merke at flere av estimatene har svært høye konfidensintervall, noe som indikerer at det har vært vanskelige feltforhold og lav fangbarhet. Dataene er hentet fra Arnekleiv & Nøst (1986) og Arnekleiv et al. (1997).

År	Stasjon	Alder	Laksunger		Aureunger	
			Tetthet	Varians	Tetthet	Varians
1986	1	0+	11,7	15,2	5,8	4,0
		$\geq 1+$	7,4	1,8	6,0	0,2
	2	0+	12,3	4,4	7,4	1,8
		$\geq 1+$	3,0	0,6	10,4	1,8
	3	0+	27,0	21,0	23,6	2,0
		$\geq 1+$	17,4	4,0	1,0	-
	4	0+	0,0	0,0	0,0	-
		$\geq 1+$	4,0	0,4	7,4	1,8
1997	1	0+	0,0	-	-	-
		$\geq 1+$	14,1	4,2	0,0	-
	2	0+	10,2	1,2	8,7	1,8
		$\geq 1+$	8,5	0,6	5,0	0,1
	3	0+	0,0	0,0	12,9	11,8
		$\geq 1+$	10,8	1,6	18,7	72,6
	4	0+	1,1	0,0	-	-
		$\geq 1+$	28,4	26,0	4,8	2,2

Vedleggstabell 2. Estimerte tettheter (antall individer per 100 m²) med varians av to årsklasser av laks og aure på fire stasjoner i Homla i 2015 og 2017. Årsklassene er årsyngel (0+) og eldre ungfisk ($\geq 1+$). Varians er oppgitt som 95 % konfidensintervall der slike beregninger har vært mulig. Dataene er hentet fra Berger (2016) og Berger et al. (2017).

År	Stasjon	Alder	Laksunger		Aureunger	
			Tetthet	Varians	Tetthet	Varians
2015	1	0+	8,8	0,2	1,0	2,0
		$\geq 1+$	20,9	8,1	1,0	0,1
	2	0+	43,4	3,3	1,0	0,1
		$\geq 1+$	21,5	0,8	4,5	0,9
	3	0+	19,0	8,1	6,3	1,0
		$\geq 1+$	16,0	-	1,7	-
	4	0+	46,5	4,2	2,5	-
		$\geq 1+$	5,1	0,4	1,1	0,9
2017	1	0+	48,5	15,5	18,6	-
		$\geq 1+$	20,2	2,0	2,0	-
	2	0+	40,0	7,6	0,0	-
		$\geq 1+$	41,1	1,0	0,0	-
	3	0+	64,9	6,0	16,0	-
		$\geq 1+$	8,0	1,0	0,6	-
	4	0+	102,0	9,7	6,9	-
		$\geq 1+$	4,0	-	1,1	-

Vedleggstabell 3. Estimerte tettheter (antall individer per 100 m²) med varians av to årsklasser av laks og aure på fire stasjoner i Homla i 2018 og 2019. Årsklassene er årsyngel (0+) og eldre ungfisk ($\geq 1+$). Varians er oppgitt som 95 % konfidensintervall der slike beregninger har vært mulig. Dataene er hentet fra Berger et al. (2019).

År	Stasjon	Alder	Laksunger		Aureunger	
			Tetthet	Varians	Tetthet	Varians
2018	1	0+	73,9	11,1	4,7	0,8
		$\geq 1+$	8,4	0,4	2,9	3,7
	2	0+	49,6	10,7	0,0	-
		$\geq 1+$	13,9	3,0	0,0	-
	3	0+	54,4	8,7	0,8	0,0
		$\geq 1+$	20,6	3,6	3,3	0,0
	4	0+	37,1	17,4	0,0	-
		$\geq 1+$	9,4	5,9	2,3	-
2019	1	0+	64,8	4,8	5,2	0,4
		$\geq 1+$	3,7	0,3	0,5	0,5
	2	0+	86,8	5,6	13,7	3,9
		$\geq 1+$	12,6	0,6	0,0	-
	3	0+	43,1	8,6	2,5	0,6
		$\geq 1+$	3,5	1,6	0,8	0,0
	4	0+	9,1	-	1,1	0,0
		$\geq 1+$	7,5	2,0	0,0	-

Vedleggstabell 4. Estimerte tettheter (antall individer per 100 m²) med varians av to årsklasser av laks og aure på fire stasjoner i Homla i 2020 og 2021. Årsklassene er årsyngel (0+) og eldre ungfisk ($\geq 1+$). Varians er oppgitt som 95 % konfidensintervall der slike beregninger har vært mulig. Dataene er hentet fra Stensli & Berger (2021).

År	Stasjon	Alder	Laksunger		Aureunger	
			Tetthet	Varians	Tetthet	Varians
2020	1	0+	59,4	79,9	36,9	4,9
		$\geq 1+$	27,6	9,3	0,8	0,0
	2	0+	72,0	63,1	0,0	-
		$\geq 1+$	51,1	11,5	0,0	-
	3	0+	33,8	5,6	5,9	0,7
		$\geq 1+$	18,8	3,4	0,8	0,0
	4	0+	28,7	23,2	0,0	-
		$\geq 1+$	4,9	0,4	8,0	0,8
2021	1	0+	35,9	15,5	2,9	4,9
		$\geq 1+$	11,6	2,9	5,3	0,0
	2	0+	43,1	47,1	8,0	0,2
		$\geq 1+$	52,4	13,4	0,0	-
	3	0+	101,0	47,8	0,0	-
		$\geq 1+$	31,1	7,4	6,7	1,8
	4	0+	56,2	8,1	0,0	-
		$\geq 1+$	49,6	12,1	8,0	-

Vedleggstabell 5. Oversikt over arter og grupper av bunndyr registrert på seks stasjoner i Nævra (stasjonene 1-2) og Homla (stasjonene 3-6) 23. november 2018. Høybybekken (stasjon 7) ble ikke undersøkt i november 2018. Lokalisering av stasjonene framgår av **figur 5**.

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7
Gastropoda							
<i>Radix balthica</i>	0	0	50	15	0	2	-
<i>Gyraulus acronicus</i>	0	0	30	10	0		-
Oligochaeta							
	1	0	20	5	0	10	-
Acari							
	5	0	15	10	0	5	-
Ephemeroptera							
<i>Ameletus inopinatus</i>	0	1	0	0	0	0	-
<i>Baetis muticus</i>	0	0	60	0	0	0	-
<i>Baetis niger</i>	50	0	90	0	0	30	-
<i>Baetis rhodani</i>	380	3	900	300	110	90	-
<i>Centroptilum luteolum</i>	0	0	15	0	0	0	-
<i>Ephemerella danica</i>	0	0	2	10	0	0	-
<i>Ephemerella mucronata</i>	0	0	0	5	0	0	-
<i>Heptagenia fuscogrisea</i>	0	0	0	10	0	15	-
<i>Heptagenia dalearlica</i>	8	8	5	5	0	0	-
<i>Heptagenia sulphurea</i>	0	0	20	25	8	10	-
<i>Leptophlebia marginata</i>	0	0	15	20	5	35	-
Plecoptera							
<i>Amphinemura borealis</i>	15	0	0	0	0	0	-
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	0	1	40	20	10	20	-
<i>Brachyptera risi</i>	6	0	0	0	0	0	-
<i>Capnia atra</i>	8	0	5	0	0	0	-
<i>Capnopsis schilleri</i>	0	0	0	0	0	5	-
<i>Diura nanseni</i>	3	0	2	0	2	0	-
<i>Isoperla difformis</i>	0	0	2	0	0	0	-
<i>Isoperla grammatica</i>	5	0	80	5	2	20	-
<i>Leuctra hippopus</i>	0	0	25	15	8	20	-
<i>Nemoura cinerea</i>	0	0	0	0	1	0	-
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	10	0	0	0	0	0	-
<i>Protonemura meyeri</i>	0	0	15	0	0	5	-
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	3	0	10	0	0	1	-

Vedleggstabell 5 forts. Oversikt over arter og grupper av bunndyr registrert på seks stasjoner i Nævra (stasjonene 1-2) og Homla (stasjonene 3-6) 23. november 2018. Høybybekken (stasjon 7) ble ikke undersøkt i november 2018. Lokalisering av stasjonene framgår av **figur 5**.

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7
Coleoptera							
<i>Elmis aenea</i>	0	1	10	5	0	0	-
<i>Hydraenidae</i>	5	0	15	0	0	5	-
<i>Limnius volckmari</i>	0	2	2	5	0	0	-
Trichoptera							
<i>Agapetus sp.</i>	0	1	0	0	0	40	-
<i>Athripsodes cinereus</i>	0	0	0	0	0	1	-
<i>Halesus digitatus</i>	0	0	0	0	0	1	-
<i>Hydatophylax infumatus</i>	0	0	2	0	0	0	-
<i>Hydropsyche nevae</i>	0	0	0	0	1	5	-
<i>Hydropsyche siltalai</i>	0	5	30	0	0	15	-
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	0	1	15	25	0	0	-
<i>Hydropsyche silfvenii</i>	0	0	0	20	0	0	-
<i>Ithytrichia lamellaris</i>	0	0	5	0	0	0	-
<i>Lepidostoma hirtum</i>	0	Tomt hus	5	0	0	0	-
<i>Leptoceridae</i>	0	0	0	1	0	0	-
<i>Limnephilidae</i>	1	0	15	0	1	0	-
<i>Limnephilus sp.</i>	0	0	5	0	0	0	-
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	5	0	20	2	0	8	-
<i>Potamophylax latipennis</i>	0	0	0	1	0	0	-
<i>Rhyacophila nubila</i>	0	0	3	3	2	3	-
<i>Sericostoma personatum</i>	1	Tomt hus	1	3	0	1	-
<i>Silo pallipes</i>	0	0	0	1	0	0	-
Diptera							
<i>Ceratopogonidae</i>	0	1	8	0	0	0	-
<i>Chironomidae</i>	60	12	200	200	15	150	-
<i>Simuliidae</i>	0	0	300		40	30	-
<i>Tipulidae</i>	3	0	15	5	20	3	-
Antall individer per minutt	142	9	516	182	57	133	-

Vedleggstabell 6. Oversikt over arter og grupper av bunndyr registrert på sju stasjoner i Nævra (stasjonene 1-2), Homla (stasjonene 3-6) og Høybybekken (stasjon 7) 2. mai 2019. Lokalisering av stasjonene framgår av **figur 5**.

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7
Gastropoda							
<i>Radix balthica</i>	0	0	20	1	0	0	0
<i>Gyraulus acronicus</i>	0	0	180	0	0	0	0
Bivalvia							
<i>Sphaeriidae</i>	0	0	15	0	0	0	0
Hirudinea							
	0	0	1	0	0	0	0
Isopoda							
<i>Gammarus sp.</i>	0	0	7	0	0	0	0
Oligochaeta							
	4	3	30	20	10	3	3
Acari							
	1	2	5	5	5	5	20
Ephemeroptera							
<i>Ameletus inopinatus</i>	15	10	0	0	0	0	5
<i>Baetis muticus</i>	0	0	0	0	20	0	10
<i>Baetis niger</i>	0	0	0	0	0	0	5
<i>Baetis rhodani</i>	30	25	150	80	80	180	100
<i>Centroptilum luteolum</i>	0	0	1	0	0	0	4
<i>Ephemera danica</i>	0	0	0	0	4	0	0
<i>Ephemerella mucronata</i>	0	0	8	0	0	0	0
<i>Heptagenia dalecarlica</i>	10	15	0	0	0	1	5
<i>Heptagenia sulphurea</i>	0	0	8	2	3	3	0
<i>Leptophlebiidae</i>	0	0	1	0	0	0	0
Plecoptera							
<i>Amphinemura borealis</i>	0	0	0	3	0	6	3
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	0	0	5	5	0	5	5
<i>Brachyptera risi</i>	2	1	10	1	0	2	3
<i>Capnopsis schilleri</i>	0	0	0	0	0	2	1
<i>Diura nanseni</i>	0	0	0	0	0	0	1
<i>Isoperla grammatica</i>	0	0	35	2	4	1	5
<i>Leuctra hippopus</i>	0	3	25	5	10	15	8
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	1	1	1		2	1	2

Vedleggstabell 6 forts. Oversikt over arter og grupper av bunndyr registrert på seks stasjoner i Nævra (stasjonene 1-2), Homla (stasjonene 3-6) og Høybybekken (stasjon 7) 2. mai 2019. Lokalisering av stasjonene framgår av **figur 5**.

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7
Coleoptera							
<i>Dytiscidae</i>	0	0	0	0	1	0	0
<i>Elmis aenea</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>Hydraenidae</i>	0	0	10	0	6	0	3
<i>Limnius volckmari</i>	1	0	2	2	0	3	0
<i>Sialis fuliginosa</i>	0	0	0	0	0	0	1
Trichoptera							
<i>Agapetus sp.</i>	0	0	0	0	0	2	0
<i>Halesus digitatus</i>	0	0	0	0	0	0	6
<i>Hydropsyche nevae</i>	0	0	0	0	0	2	0
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	0	0	35	3	0	0	0
<i>Hydropsyche siltalai</i>	0	0	10	2	0	2	0
<i>Hydropsyche silfvenii</i>	0	0	0	2	0	0	0
<i>Hydroptila sp.</i>	0	0	5	0	0	0	0
<i>Ithytrichia lamellaris</i>	0	0	20	0	0	0	0
<i>Leptoceridae</i>	0	0	60	0	0	0	0
<i>Limnephilidae</i>	0	0	0	0	0	0	7
<i>Lype phaeopa</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>Micrasema setiferum</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>Molannodes tinctus</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	0	0	0	0	0	0	2
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	4	1	15	5	0	0	10
<i>Polycentropus irroratus</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>Potamophylax cingulatus</i>	0	0	0	0	0	0	2
<i>Potamophylax latipennis</i>	0	0	2	0	0	0	1
<i>Rhyacophila nubila</i>	0	0	5	1	2	1	2
<i>Sericostoma personatum</i>	0	0	10	1	1	1	0
<i>Silo pallipes</i>	0	0	1	0	2	0	2
<i>Rhyacophila nubila</i>	0	0	5	1	2	1	2
Diptera							
<i>Chironomidae</i>	10	8	100	150	30	40	90
<i>Pericoma sp.</i>	2	1	0	0	0	0	0
<i>Simuliidae</i>	5	15	0	100	0	15	5
<i>Tipuloidea</i>	0	0	3	0	0	1	2
Antall individer per minutt	87	85	787	390	180	291	313

Vedleggstabell 7. Oversikt over arter og grupper av bunndyr registrert på sju stasjoner i Nævra (stasjonene 1-2), Homla (stasjonene 3-6) og Høybybekken (stasjon 7) 7. oktober 2019. Lokalisering av stasjonene framgår av **figur 5**.

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7
Gastropoda							
<i>Gyraulus acronicus</i>	0	0	30	5	0	0	0
<i>Radix balthica</i>	0	0	2	5	0	0	0
Bivalvia							
<i>Sphaeriidae</i>	2	0	20	10	0	0	0
Isopoda							
<i>Asellus aquaticus</i>	0	0	0	0	1	0	0
Oligochaeta							
	2	5	4	10	2	3	1
Acari							
	6	2	2	5	0	3	2
Ephemeroptera							
<i>Ameletus inopinatus</i>	5	5	0	0	0	0	0
<i>Baetis muticus</i>	3	0	0	0	0	0	2
<i>Baetis niger</i>	10	40	30	0	0	8	5
<i>Baetis rhodani</i>	250	400	100	150	300	180	85
<i>Ephemera danica</i>	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ephemerella mucronata</i>	1	0	6	0	0	0	0
<i>Heptagenia dalecarlica</i>	2	5	0	5	0	0	1
<i>Heptagenia fuscogrisea</i>	0	0	0	0	0	0	1
<i>Heptagenia sulphurea</i>	1	0	4	20	5	9	1
Plecoptera							
<i>Amphinemura borealis</i>	5	0	40	30	1	15	0
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	0	0	8	200	20	5	13
<i>Brachyptera risi</i>	0	0	4	0	0	3	7
<i>Diura nanseni</i>	5	30	1	15	5	13	3
<i>Isoperla grammatica</i>	1	0	4	10	0	35	10
<i>Leuctra hippopus</i>	20	50	8	50	20	20	30
<i>Nemoura cinerea</i>	0	0	0	0	0	0	1
<i>Protonemura meyeri</i>	0	0	20	0	10	12	0
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	0	0	0	0	0	11	0
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	0	5	0	0	0	0	3

Vedleggstabell 7 forts. Oversikt over arter og grupper av bunndyr registrert på seks stasjoner i Nævra (stasjonene 1-2), Homla (stasjonene 3-6) og Høybybekken (stasjon 7) 7. oktober 2019. Lokalisering av stasjonene framgår av **figur 5**.

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7
Coleoptera							
<i>Elmis aenea</i>	0	10	2	0	0	0	0
<i>Hydraenidae</i>	0	3	1	0	0	0	0
<i>Limnius volckmari</i>	5	10	2	0	5	18	0
<i>Sialis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1
Trichoptera							
<i>Agapetus sp.</i>	0	0	0	5	3	4	1
<i>Hydropsyche nevae</i>	0	0	0	0	5	5	0
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	0	0	20	3	0	1	0
<i>Hydropsyche siltalai</i>	0	0	0	20	0	0	0
<i>Hydropsyche silfvenii</i>	0	0	4	0	0	0	0
<i>Hydropsyche sp.</i>	0	0	12	0	0	0	0
<i>Hydroptila sp.</i>	0	3	0	0	0	0	0
<i>Ithytrichia lamellaris</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lepidostoma hirtum</i>	0	0	0	0	0	3	7
<i>Limnephilidae</i>	8	5	2	0	0	9	35
<i>Micrasema setiferum</i>	0	0	2	0	0	0	0
<i>Philopotamus montanus</i>	0	0	0	0	0	1	0
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	0	5	0	1	0	0	0
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	5	15	0	10	0	1	0
<i>Potamophylax latipennis</i>	0	0	0	0	0	0	1
<i>Rhyacophila nubila</i>	2	3	2	10	3	3	2
<i>Sericostoma personatum</i>	0	2	0	0	0	0	1
<i>Silo pallipes</i>	0	0	0	0	0	1	0
Diptera							
<i>Chironomidae</i>	40	30	10	50	10	10	30
<i>Simuliidae</i>	40	20	4	10	20	0	10
<i>Tipuloidea</i>	3	1	4	5	3	1	2
Antall individer per minutt	416	649	349	629	413	364	256

Vedleggstabell 8. Estimerte tettheter (antall individer per 100 m²) av eldre ungfisk av laks og aure i 26 norske laksevassdrag. Utvalget er dominert av små og middels store laksevassdrag i Midt-Norge, siden forholdene i slike vassdrag er antatt å ligne mest på forholdene i Homla. Resultatene i Byaelva, Bævra, Ognå, Ranaelva og Vefsna må ses i lys av at laksebestandene i disse vassdragene har vært sterkt påvirket av *Gyrodactylus salaris*.

Vassdrag	Estimert parttetthet (antall per 100 m ²)			Referanse
	Laks	Aure	Begge	
Bjøra	33,3	8,4	41,7	Berger (2012)
Byaelva	30,0	2,1	32,1	Holthe et al. (2022)
Bævra	18,5	3,0	21,5	Johnsen et al. (2009)
Børselva	41,6	8,4	50,4	Johnsen & Hvidsten (2007)
Daleelva	21,8	13,8	35,6	Bremset et al. (2011)
Eira	28,9	5,5	34,4	Bremset et al. (2019)
Ferja	37,5	2,1	39,6	Ulvan et al. (2021)
Gaula	42,1	2,9	45,0	Solem et al. (2018)
Kvassheimsåna	34,3	7,1	41,4	Berghagen & Hesthagen (1990)
Levangerelva	32,8	7,5	40,3	Lund & Heggberget (1985)
Namsen	18,1	2,1	20,2	Berger (2012)
Nidelva	24,6	6,1	30,7	Arnekleiv et al. (2013)
Nærøydalselva	36,1	26,7	62,8	Bremset et al. (2009)
Ognå	17,1	0,5	17,6	Holthe et al. (2022)
Oksdøla	26,4	2,6	29,0	Lie et al. (2021)
Orkla	38,9	12,2	51,1	Hvidsten et al. (2004)
Ranaelva	29,9	3,9	33,8	Kanstad-Hanssen & Lamberg (2021)
Sanddøla	30,1	7,4	37,5	Berggård & Berger (2006)
Skjenaldelva	50,9	2,2	53,1	Johnsen & Hvidsten (2004)
Stjørdalselva	31,1	5,6	36,7	Arnekleiv et al. (2000)
Surna	22,5	5,8	28,3	Lund & Johnsen (2006)
Toåa	29,6	7,3	36,9	Bremset et al. (2015a)
Tverrelva	37,4	17,0	54,4	Hesthagen (1988)
Vefsna	24,1	3,9	28,0	Holthe et al. (2019)
Verdalselva	27,2	0,9	28,1	Berger & Bremset (2011)
Vigda	72,9	7,1	80,0	Johnsen & Hvidsten (2007)

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: 978-82-426-4931-7

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