

Torkild Bakken (red.)

Naturvitenskapelige kvaliteter i Gaulosen, Trondheimsfjorden – en statusrapport

**NTNU Vitenskapsmuseet
naturhistorisk rapport 2022-9**



NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2022-9

Torkild Bakken (red.)

Naturvitenskapelige kvaliteter i Gaulosen, Trondheimsfjorden – en statusrapport

NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport

Dette er en elektronisk serie fra 2013 som erstatter tidligere Rapport botanisk serie og Rapport zoologisk serie. Serien er ikke periodisk, og antall nummer varierer per år. Rapportserien benyttes ved endelig rapportering fra prosjekter eller utredninger, der det også forutsettes en mer grundig faglig bearbeidelse.

Tidligere utgivelser: <http://www.ntnu.no/web/museum/publikasjoner>

Referanse

Referanse til hele rapporten:

Bakken, T. (red.) 2022. Naturvitenskapelige kvaliteter i Gaulosen, Trondheimsfjorden – en statusrapport. NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2022-9: 1-55.

Referanse til delkapittel:

Bøe, R., Hansen, L. & Ottesen, D. 2022. Bunnforhold og sedimentasjonsprosesser. Side 11-18 i Bakken, T. (red.). Naturvitenskapelige kvaliteter i Gaulosen – en statusrapport. NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2022-9: 1-55.

Trondheim, oktober 2022

Utgiver

NTNU Vitenskapsmuseet
Institutt for naturhistorie
7491 Trondheim
Telefon: 73 59 22 80
e-post: post@vm.ntnu.no

Ansvarlig signatur

Ingrid Ertshus Mathisen (instituttleder)

Kvalitetssikret av

Ingrid Salvesen

Publiseringstype

Digitalt dokument (pdf)

Forsidefoto

Gaulosen sett fra rutefly. Foto: Torkild Bakken, NTNU Vitenskapsmuseet.

www.ntnu.no/museum

ISBN 978-82-8322-322-4
ISSN 1894-0056

Sammendrag

Bakken, T. (red.) 2022. Naturvitenskapelige kvaliteter i Gaulosen, Trondheimsfjorden – en statusrapport. NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2022-9: 1-55.

Gaulosen er en fjordarm i Trondheimsfjorden og er en av Norges få gjenværende elveosser, eller estuarier, som er svært lite påvirket av menneskelige inngrep. I 2016 ble den indre delen av Gaulosen vernet etter Naturmangfoldloven som marint verneområde. Med det tilgrensende Gaulosen naturreservat i nederste del av elva Gaula utgjør vernet et område på 13,7 km². Det samlede verneområdet er lite, men har stor verdi.

Gaulosen som estuarium er i betydelig grad påvirket av varierende vanntilførsel til fjorden. Gaula er en flomstor elv, med svært varierende vannføring, også med uregelmessige flommer. Elvevannets bidrag til elveosen og fjorden har betydning både fysisk og biologisk. Området er attraktivt som nærings- og rekrutteringsområde for en rekke dyrearter. Sjøørreten (*Salmo trutta*) som er under sterkt press, har Gaulosen som et viktig tilholdssted, ikke bare med utgangspunkt i Gaula, men også for fisk fra omkringliggende elver. De grunne områdene i fjæresonen er med sine bløtbunnsbanker avgjørende som næringsområde for en rekke fuglearter, da området er viktig som rasteplass for trekkende fugl. Gaulosen er i denne sammenheng ikke bare av nasjonal betydning, men også av internasjonal betydning.

De naturvitenskapelige verdiene i Gaulosen er store. En sammenstilling av eksisterende kunnskap viser dette på en rekke områder når det gjelder fysiske forhold for geologi, vannstrømmer og hydrografi, bunnlevende dyr, fisk og fugl. Det er nylig gjort en kartlegging som viser at området har rik forekomst av flere arter sjøfjær, en naturtype som står på OSPAR sin liste over naturtyper som er truet eller i nedgang. Kunnskapen om området er imidlertid ofte av eldre dato, til dels fragmentarisk for når og hvordan den har kommet til, i og utenfor det etablerte verneområdet, og med en del kunnskapshull som bør tettes. Forslag til hvordan sammensatte undersøkelser som ser på naturforhold og deres mekanismer i fjordarmen Gaulosen som en helhet for å bringe frem mer kunnskap diskuteres.

Gaulosen har med sine eksisterende naturkvaliteter og nærhet til en rekke kunnskapsinstitusjoner i Trondheim, svært gode forutsetninger for å være undervisnings- og formidlingsarena på alle nivåer fra barnehage til universitet. Allmenheten nyter allerede godt av tilrettelagte områder og tiltak. Dette kan utvikles og utvides på flere måter.

Nøkkelord: marine verneområder, verneområder, Trondheimsfjorden, naturverdier

Bidragstere i rapporten:

Reidulv Bøe, Louise Hansen, Dag Ottesen - Norges geologiske undersøkelse (NGU)

Jon Suul – privat, Trondheim

Grim Eidnes - OceanTherm AS

Ole Anders Nøst - oceanbox.io

Svein-Håkon Lorentsen, Arne Follestad, Johanna Järnegren - Norsk institutt for naturforskning

Jon-Arne Sneli, Jarle Mork, Thomas Kvalnes - NTNU Institutt for biologi

Jo Arve Alfredsen - NTNU Institutt for teknisk kybernetikk

Eli Munkebye - NTNU Institutt for lærerutdanning

Jarle Inge Holten – Terrestrisk miljøforskning

Torkild Bakken, Jan Grimsrud Davidsen, Gunnar Holt - NTNU Vitenskapsmuseet

Torkild Bakken (redaktør), NTNU Vitenskapsmuseet, Institutt for naturhistorie, NO-7491 Trondheim

Summary

Bakken, T. (red.) 2022. Naturvitenskapelige kvaliteter i Gaulosen, Trondheimsfjorden – en statusrapport. NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2022-9: 1-55.

Gaulosen is a side arm in the Trondheimsfjord and is one of Norway's few remaining river deltas, or estuaries, that is to a very low degree affected by human impact. In 2016, the inner part of Gaulosen was protected under the Natural Diversity Act as a marine protected area (MPA). With the adjacent Gaulosen nature reserve in the lower part of the river Gaula, the conservation area comprises an area of 13.7 km². The overall protected area is small but important.

The Gaulosen as an estuary is significantly affected by varying water discharge to the fjord. The river Gaula has highly variable discharge levels, also with irregular considerable floods. The river's discharge contribution to the estuary and the fjord has both physical and biological significance. The area is attractive as a feeding and recruitment area for several animal species. The sea trout (*Salmo trutta*), which is under great pressure, has Gaulosen, as an important residence area, not only starting from Gaula, but also for fish from surrounding rivers. The shallow areas in the littoral zone, with their soft-bottom banks, are crucial as a feeding area for a number of bird species, as the area is important as a resting place for migrating birds. In this context, Gaulosen is not only of national, but also of international importance.

The nature values in Gaulosen are great. A compilation of existing knowledge shows this in several areas in terms of physical conditions for geology, water currents and hydrography, benthic animals, fish and birds. A survey has recently been carried out which shows that the area has a rich abundance of several species of sea-pens, a habitat type that is on OSPAR's list of habitat types that are threatened or in decline. However, knowledge about the area is often of an older date, partly fragmentary as to when and how it came to be, inside and outside the established conservation area, and with a number of knowledge gaps that should be closed. Proposals for how multidisciplinary investigations that look at natural conditions and their mechanisms in Gaulosen as a whole, to bring forth more knowledge are discussed.

Gaulosen, with its existing natural qualities and proximity to several scientific institutions in Trondheim, has very good conditions for being a teaching and communication arena at all levels, from kindergarten to university. The public already benefits from organised areas for recreation and learning, such as bird observation towers. This can be developed and expanded in several ways.

Key words: Marine Protected Areas (MPA), protected areas, Trondheimsfjorden, nature values

Chapter authors:

Reidulv Bøe, Louise Hansen, Dag Ottesen - Geological Survey of Norway (NGU)

Jon Suul – private, Trondheim

Grim Eidnes - OceanTherm AS

Ole Anders Nøst - oceanbox.io

Svein-Håkon Lorentsen, Arne Follestad, Johanna Järnegren – Norwegian Institute for Nature Research

Jon-Arne Sneli, Jarle Mork, Thomas Kvalnes - NTNU Department of Biology

Jo Arve Alfredsen - NTNU Department of Engineering Cybernetics

Eli Munkebye - NTNU Department of Teacher Education

Jarle Inge Holten – Terrestrisk miljøforskning

Torkild Bakken, Jan Grimsrud Davidsen, Gunnar Holt - NTNU University Museum

Torkild Bakken (editor), NTNU University Museum, Department of Natural History, NO-7491 Trondheim

Innhold

Sammendrag	3
Summary	4
Forord	6
1 Verneområder i Gaulosen	7
2 Gaulosens naturhistorie	9
3 Bunnforhold og sedimentasjonsprosesser	11
3.1 Innledning	11
3.2 Sedimenter i deltaområdet	11
3.3 Skred, kanaler og raviner langs fjordsidene	13
3.4 Sedimenter og sedimentasjonsmiljø	16
4 Oseanografi	19
4.1 Strømforhold	19
4.2 Hydrografi	22
5 Bunndyr	24
5.1 Innledning	24
5.2 Resultater	25
5.3 Diskusjon	26
6 Fisk	28
7 Fugl	31
8 Kunnskapsbehov	35
8.1 Fysiske miljø - Bunnforhold og sedimentasjonsprosesser	35
8.2 Bunndyr	35
8.3 Fisk	37
8.4 Fugler	38
8.5 Kartlegging og miljøovervåking i et tverrfaglig perspektiv	40
8.6 Gaulosen som læringsarena	43
Artskunnskap, dybdekunnskap og undervisningstilnærminger	43
Naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter	45
Utdanning for bærekraftig utvikling	45
Avslutning	46
8.7 Formidlingssenter Gaulosen	47
9 Referanser	51

Forord

Etablering av Gaulosen marine verneområde sporet til en interesse for å se nærmere på kunnskapsstatus og hvilke naturverdier området har. Kunnskapsgrunnlaget om Gaulosen ble vurdert som tilstrekkelig da Fylkesmannen i daværende Sør-Trøndelag startet arbeidet med verneprosessen i 2014, men det var også tydelig at kunnskapen var spredt og noe sprikende. Hvor god var kunnskapen egentlig og hvilke åpenbare kunnskapshull finner vi? Det var spørsmål som kunne være interessante å se nærmere på.

Interessen startet i forbindelse med at forslaget til et marint verneområde var på høring. Etter initiativ fra Jarle Inge Holten ble et faglig forum med fagpersoner opprettet, i stor grad de samme personer som er forfattere i denne rapporten. Gruppa (internt omtalt som "Faglig forum for Gaulosen") hadde flere møter med ujevne mellomrom i perioden 2015-2017. Diskusjonene førte frem til flere skriftlige bidrag og vi ble enige om at dette skulle sammenfattes i en rapport. De fleste kapitlene i rapporten ble først skrevet ferdig i 2017. Arbeidet ble satt i bero til senhøsten 2021 og oppdatert og ferdigstilt med relevant kunnskap i september 2022.

I perioden fra gruppa møttes til arbeidet med rapporten ble ferdig døde Jon-Arne Sneli (2018) og Jarle Mork (2019). Vi er takknemlig for engasjementet og bidraget deres, ikke bare til denne rapporten, men gjennom deres virke i og med Trondheimsfjorden gjennom flere tiår.

Det faglige forumet for Gaulosen startet opp som en interessegruppe mellom fagfolk, og har fortsatt slik. Gruppa og rapportens forfattere har skrevet bidrag til rapporten ut fra sin faglige interesse. Arbeidet med rapporten har verken mottatt noen økonomisk støtte eller hatt noen bestilling.

Trondheim, 27. oktober 2022

Torkild Bakken (redaktør)

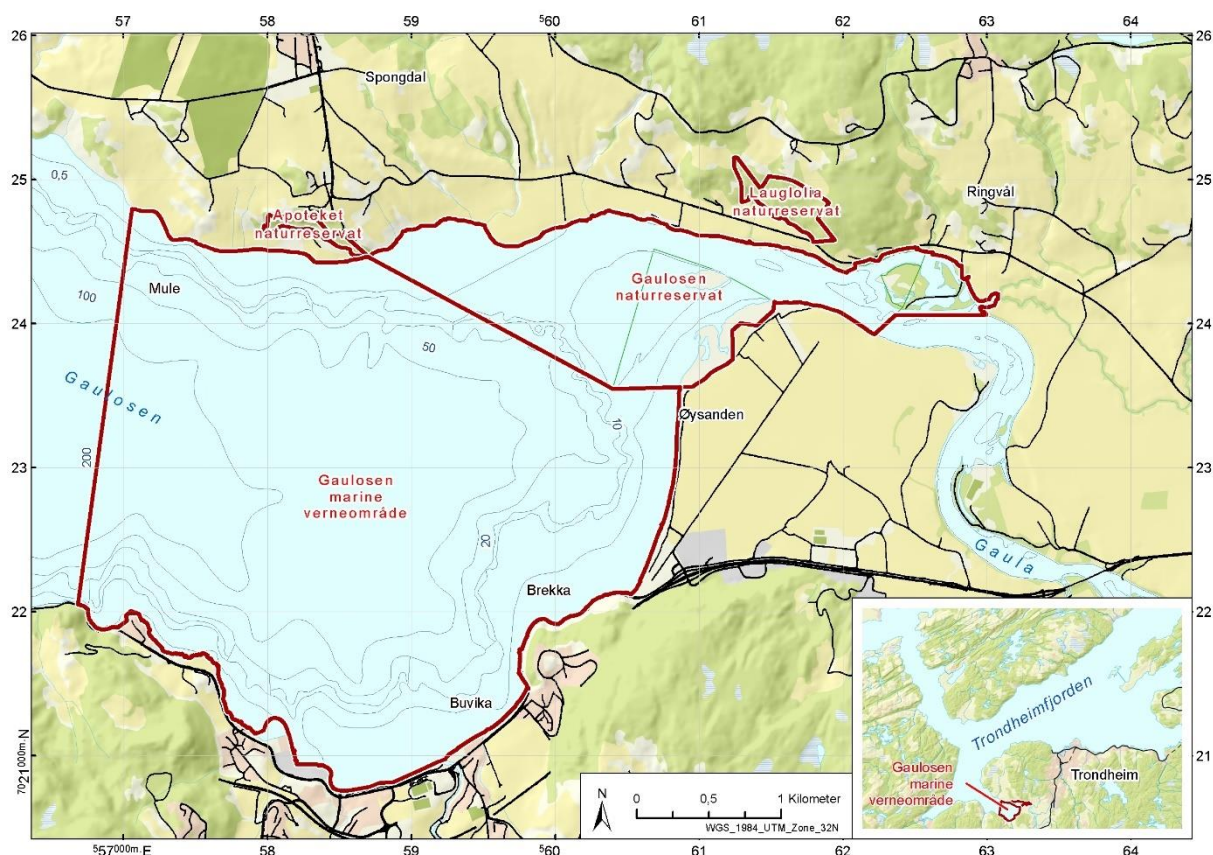
1 Verneområder i Gaulosen

Torkild Bakken

Gaulosen i Trondheimsfjorden er en av få gjenværende uberørte elveutløp og estuarier i Norge, og en av svært få i Sør-Norge. Dette var et viktig grunnlag for at området ble foreslått som vernet og en verneprosess ble satt i gang i 2014. I en kongelig resolusjon ble Gaulosen marine verneområde etablert i 2016 med hjemmel i Naturmangfoldloven. Hensikten med vernet er å ta vare på helheten i Gaulosen, med sine karakteristiske naturverdier, områdets økologiske funksjon, og som et viktig næringsområde for fugler og gyte- og oppvekstområde for fisk (Ulsund 2017; lovdata.no - Gaulosen marine verneområde). Vernet gjelder overflaten, sjøbunnen og vannsøylen. I 2017 kom en forvaltningsplan for verneområdet (Ulsund 2017). Gaulosen er også et Ramsar-område, en status som kun gis til områder med en spesiell verneverdi.

Det marine verneområdet utgjør 11 km² sjøareal som inkluderer landarealet som tørrfaller i tidevannssonen. Gaulosen marine verneområde grenser til Gaulosen naturreservat (lovdata.no - Gaulosen naturreservat) som med sine 2,7 km², hvorav 2,4 km² er sjøareal, dekker selve elveutløpet (Figur 1). Elveutløpet møter sjøen i disse verneområdene og setter opp en estuarin sirkulasjon. Det er dette området som dekkes av begge verneområdene i utløpet av Gaula og i Gaulosen som har vært av interesse for arbeidet som presenteres her, og som er avgrensningen for tekstene i rapporten.

Ved opprettelsen av det marine verneområdet kom det samtidig en ny forskrift for Gaulosen naturreservat. Den siste tok opp i seg den tidligere forskriften for Leinøra og Gaulosen naturreservater og Gaulosen landskapsvernområde som var etablert i 1983.



Figur 1. Gaulosen er en fjordarm i Trondheimsfjorden, der elva Gaula renner ut. Området har flere verneområder der Gaulosen naturreservat og Gaulosen marine verneområde samlet dekker et område på 13,7 km² i utløpet av elva og innerste del av fjordarmen Gaulosen.

Gaula er en av flere store elver som renner ut i Trondheimsfjorden fra et stort omliggende nedbørsfelt (Sakshaug & Killingtveit 2000). Den er den eneste av de større elvene der utløpet ikke er påvirket av menneskelige inngrep. Gaulosen er en sidearm til Trondheimsfjorden, og Orkdalsfjorden er en del av samme sidearm. For Trondheimsfjorden som helhet er sidearmen liten, men med utløp av to store elver, Gaula og Orkla, representerer dette en stor tilførsel av ferskvann fra Trondheimsfjordens dreneringsområde.

Elva Gaula er svært flompåvirket da det i vassdraget er liten naturlig magasineringskapasitet (Koksvik & Nøst 1981). Store flommer kan forekomme i ulike deler av året, både vår, sommer og høst (Pettersson 2000). Gaula har sine kilder i fjellområdene i Holtålen og løper gjennom Gauldalen, et trangt dalføre. Vassdraget har et betydelig nedbørfelt på 3655 km², og er det største vassdraget med utløp i Trondheimsfjorden. Gaula og sidevassdragene har store variasjoner med tanke på elvetyper og innsjøer av ulike størrelser. Enkelte av sidevassdragene er regulert for kraftformål (Koksvik & Nøst 1981).

Forvaltningsplanen for Gaulosen (Ulsund 2017) peker på at alle former for inngrep kan endre økosystemet og utgjøre en trussel mot verneverdien. Av den grunn er det både viktig og nødvendig å ha et godt kunnskapsgrunnlag som kan ligge til grunn for å følge med på og vurdere endringer som kan skje og skjer, på kort og lang sikt. En effektiv overvåking er nøkkelen til dette, uavhengig av hva som er årsaken til endringene. Forhold utenfor verneområde kan påvirke verneverdien. Det vil gjelde forhold lengre opp i Gaula, langs og på land og lengre ut i Gaulosen utenfor verneområdets grense. Forvaltningsplanen peker på masseuttak i Gaula, og uønsket tilførsel av næringsstoffer fra kloakk og avrenning som eksempler (Ulsund 2017). Men også på viktigheten av å ha oppmerksomhet på næringsaktivitet knyttet til Trondheimsfjorden. Her er det havner, arealendringer og øvrige menneskelige inngrep som kan ha betydning for verneformålet.

Det kan være lett å glemme at påvirkning utenfor verneområder kan ha betydning for verneområdet som sådan. Utløpet av Gaula og Gaulosen har en spesiell betydning når vi vet det er en av svært få estuarier i Norge som fortsatt er urørt. I Rødlista for naturtyper er landformen delta (aktive delta i elveoser) vurdert som sårbar VU (Erikstad mfl. 2018). Det understreker viktigheten å ta spesielt vare på de som fortsatt ikke er påvirket av menneskelige inngrep.

Gaulosen er et lett tilgjengelig område 20 km sør for Trondheim. Det er mye brukt til rekreasjon og friluftsliv med flere etablerte badeplasser og friluftsområder. I Gaulosen naturreservat på Øysand og på Byeneset-siden er det etablert observasjonstårn for fugler. Trafikken i området kan være stor (Ulsund 2017). Med nærhet til flere forsknings- og utdanningsinstitusjoner i Trondheim er det godt egnet for forskning, studier og utdanning. Det ligger til rette for å bruke området til læring og undervisning da det er lett tilgjengelig fra land, gode lokaliteter i tidevannssonen, og mulighet for bruk av småbåt til grupper i hele skoleløpet. For studenter kan feltøvinger med kortere eller lengre varighet settes i gang med relativt små ressurser. Her kan feltaktivitet legges inn i ordinær undervisning, gjennom feltkurs eller prosjektoppgaver. Oppgaver for skolelever og studenter vil som en del av en langvarig overvåking være godt egnet blant flere virkemidler for å innhente ny kunnskap som kan bidra til å tette kunnskapshull.

Vi ønsker med denne rapporten å dokumentere hvilken kunnskap som finnes for Gaulosen og verneområdene i sjø, og vise hvilke naturvitenskapelige verdier som finnes i dette området. Omkringingende land er ikke tatt med, men det er flere verdifulle naturverdier i omlandet, blant annet to mindre naturreservater på nordsiden av den indre delen av Gaulosen. Rapporten tar for seg gitte naturverdier i flere kapitler med dokumentasjon av eksisterende kunnskap. I kapittel 8 peker vi på kunnskapsmangler og hvilke tiltak vi mener er mest aktuelle for å fylle disse kunnskapshullene.

2 Gaulosens naturhistorie

Jon Suul

Elven Gaulas utløp i Gaulosen som omsluttet av det vakre og rike kulturlandskapet i bygdene Børsa, Buvik, Melhus, Leinstrand og Byneset, utgjør i dag den eneste intakte elvemunning til noen av de større elvene i Norge. Det er et biologisk møtepunkt for mange miljøer, habitater og forekomster, et mangfold med hensyn til naturstudier, naturopplevelse og friluftsliv.

Elven og fjorden er hovednerven i landskapet, og elven har skapt dalgangen og den sedimenterte landflaten på Øysand. Det store Gauldalsraset i 1345 og senere ras og storflommer har bidratt til det landskap vi ser i dag.

Gaula har lenge vært kjent som en av de store lakseelvene i landet vårt der sportsfisket har dype historiske røtter og vill-laksen og sjørreten ennå årlig finner sine gytegrunner. I Gaulosen er det registrert lodde, en relikte forekomst av den arktiske laksefisken, men det er aldri undersøkt hvorvidt arten gyter slik den gjorde/gjør utenfor Verdalselva der svartendene til rett tid samler seg for å beite på lodderogn. I gamle dager var det i Trondhjemsfjorden et «kobbeveide» på Tautra der steinkobben kastet unger på våren/forsommeren, og kunne jakte laks til langt opp i elvene, så også i Gaula der Storøra var en hvileplass. Nå som selen er blitt mer tallrik, er den observert igjen. Likeså oteren, den var også lenge borte.

I gamle dager hekket vandrefalk og havørn rundt Gaulosen, men etter siste krig kom de bort. I det siste 10-året har de gledelig nok atter funnet tilbake til sine gamle hekkeplasser. Artene på toppen av næringsstigen finner sin næring i både landfaunaen og den marine fauna i Gaulosen.

Gaulosens fugleliv trakk de første feltobservatører til området i 1960-årene. Naturverninspektør Kristen Krogh (1910 – 1998) (Suul 2010) hadde området på sin liste over «*Verneverdige områder og forekomster i Norge*», med informasjon i sirlige mapper innsamlet og for hånd (blyant) nedtegnet av han selv etter at han pr. 1.7.1960 fikk den første offentlige stilling innen norsk naturvernarbeid. Samme Krogh var den som fikk fredet den første nasjonalparken (Rondane) i 1962 og la fram forslag via Statens naturvernråd til den første landsplan for nasjonalparker i Norge i 1964. Han bidro til at Leinøra naturreservat i 1971 ble fredet ved kongelig resolusjon, av Kongen i statsråd, basert på den spesielt store forekomsten av tindved der. I 1972 ble Miljøverndepartementet opprettet, det første av sitt slag i verden. Dette la grunnen for en helt ny situasjon for naturvernarbeidet i Trøndelag, som i landet for øvrig, utover i 1970-årene.

Nedalen i Tydal var da neddemt, og arbeidet med vern av vassdrag starter på denne tid, en lengre prosess som endte opp med fire verneplaner der Gaula ble endelig varig vernet mot kraftutbygging.

I 1974 fikk fylkesmennene i oppdrag fra Miljøverndepartementet å utarbeide oversikter over aktuelle områder for naturvern, friluftsliv og fornminner. For Sør-Trøndelag var arbeidet ferdigstilt 1975 (Suul 1975).

I 1977 startet arbeidet med den andre norske fylkesvise verneplanen for våtmarker i Sør-Trøndelag via Fylkesmannen i Sør-Trøndelag etter oppdrag fra Miljøverndepartementet. Den første ble realisert for Vestfold. Til sammen 20 av 147 våtmarker ble vurdert, og av de 20 var Gaulosen sammen med Ørland våtmarkssystem (fem områder) de mest sentrale (Suul 1979). Prosessen var langvarig med registreringer og innsamlinger av tilgjengelig naturvitenskaplig kunnskap (geologi, biologi, landskap) og kulturhistorie som da var å oppdrive gjennom kontakter med grunneiere, kommuner og meningsberettigede, runder med endelige vurderinger av avgrensninger og vernebestemmelser og til slutt formelle høringer lokalt, regionalt og nasjonalt. Mange ulike fagfolk, institusjoner og organisasjoner var involvert i arbeidet. I 1983 ble verneplanen med 20 områder, herunder Gaulosen, endelig fredet ved kongelig resolusjon. Det var stor en nasjonal naturvernseier!

Arbeidet ble fulgt av flere andre faglige verneplaner i 1980-årene, blant annet en om edelløvskog der to reservater i Gaulosen ble opprettet; Lauglolia og Apoteket, begge på Byneset. Dertil har den

rike elvekantskogen med flommarker ved Gaula samt de meget utsatte strandengtypene hatt betydelig fokus.

Fra 1970-årene av har særlig mange ornitologer og også den ideelle fagorganisasjonen Norsk Ornitologisk Forening (nå Birdlife Norge) med både Trondheim lokallag, Sør-Trøndelag fylkeslag og riksorganisasjon engasjert seg i registreringsarbeid med videre i Gaulosen. Gjennom forvaltningen av området, de siste 10 år gjennom Statens naturoppsyn, har en rekke tiltak for publikum blitt gjennomført, blant annet er det bygget fugletårn for observasjoner.

Den tyske okkupasjonsmakten under siste krig (1940-45) så for seg en ny germansk by på Øysand, et vilt luftslott som heldigvis ble på tegnebrettet, bare en mindre realisering ville vært ødeleggende. Flere planer om inngrep i/ved Gaulosen var på trappene i 1970-årene da fredningsarbeidet pågikk. Nå er det igjen små og større farer som truer naturarven og helheten i landskapet.

Verdien av området har ikke blitt mindre etter fredningen i 1983, snarere tvert imot. Kunnskapsmengden har økt betydelig både med hensyn til fuglelivet, men også på flere andre felter. Så vel internasjonalt som nasjonalt er våtmarkene truet fra flere kanter og reduksjon av våtmarksarealer pågår hele tiden på grunn av inngrep av mange slag. Mange våtmarksarter er blitt rødlistet de senere år.

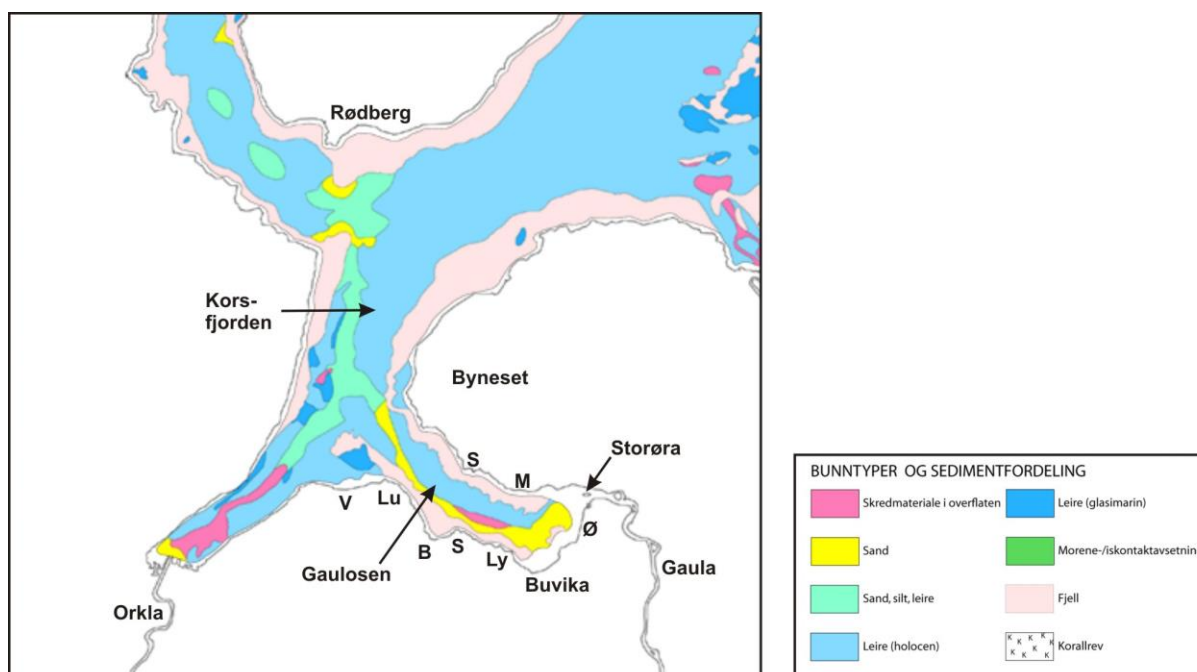
Det vedtaket som ble fattet i 1983 skal vi være glade for, men hadde fredningsarbeidet pågått i våre dager så ville verneområdet måttet blitt betydelig utvidet og sonert med mindre sterke og sterke vernebestemmelser for å sikre naturverdiene og mulighetene for naturopplevelse en lysende framtid!

3 Bunnforhold og sedimentasjonsprosesser

Reidulv Bøe, Louise Hansen og Dag Ottesen

3.1 Innledning

Gaulosen er en arm av Trondheimsfjorden som har mottatt store mengder sedimenter helt siden slutten av siste istid. I de ytre delene av Gaulosen ligger det over 800 m med leire, silt og sand under fjordbunnen (Rise mfl. 2006). Mektigheten avtar innover fjorden til mer enn 400 meter i deltaområdet (Ottesen 1990). Langs Byneset og mellom Buvika og Viggja er fjordsidene av Gaulosen bratte. Bunnen ligger på 120-400 meters dyp, og karakteriseres av en stor kanal i forlengelsen av Gaulas utløp, og av skredmasser, primært langs fjordsidene. Den store kanalen settes i forbindelse med flomhendelser i Gaula, som transporterer sedimenter ut Trondheimsfjorden, der sand og finkornige sedimenter avsettes (Figur 2). Det har aldri vært laget et detaljert bunnsedimentkart over hele Gaulosen. I avsnittene under oppsummerer vi den kunnskapen som finnes om bunnforhold og sedimentasjonsprosesser.



Figur 2. Bunntyper og bunnsedimenter i Trondheimsfjorden i Gaulosen og Korsfjorden. Fjordsidene i Gaulosen er dominert av bart fjell, mens bunnen ellers består av sandige og leirholdige sedimenter. Skredmasser finnes flere steder. V: Viggja; Lu: Lundneset; B: Børsa; S: Svalnestangen; Ly: Lykkjneset; Ø: Øysand; M: Mule; S: Steinshylla. Modifisert fra Bøe mfl. (2003a).

3.2 Sedimenter i deltaområdet

I 1990 ble det gjennomført en kartlegging av løsmassene i deltaområdet i regi av Fylkesmannen i Sør-Trøndelag (Ottesen 1990). Mellom hovedløpet av Gaula i nord og tidevannsløpet i sør ligger det en ca. 1200 m lang tidevannsflate på rundt 400 000 m², som inkluderer Storøra (Figur 2-4). Deltaoverflata domineres av sand (Ottesen 1990). I de ytre delene er det iblandet en del silt, mens lenger inne på flata er det også iblandet grus. Sedimentasjonen på deltaflata er sterkt påvirket av bølger.

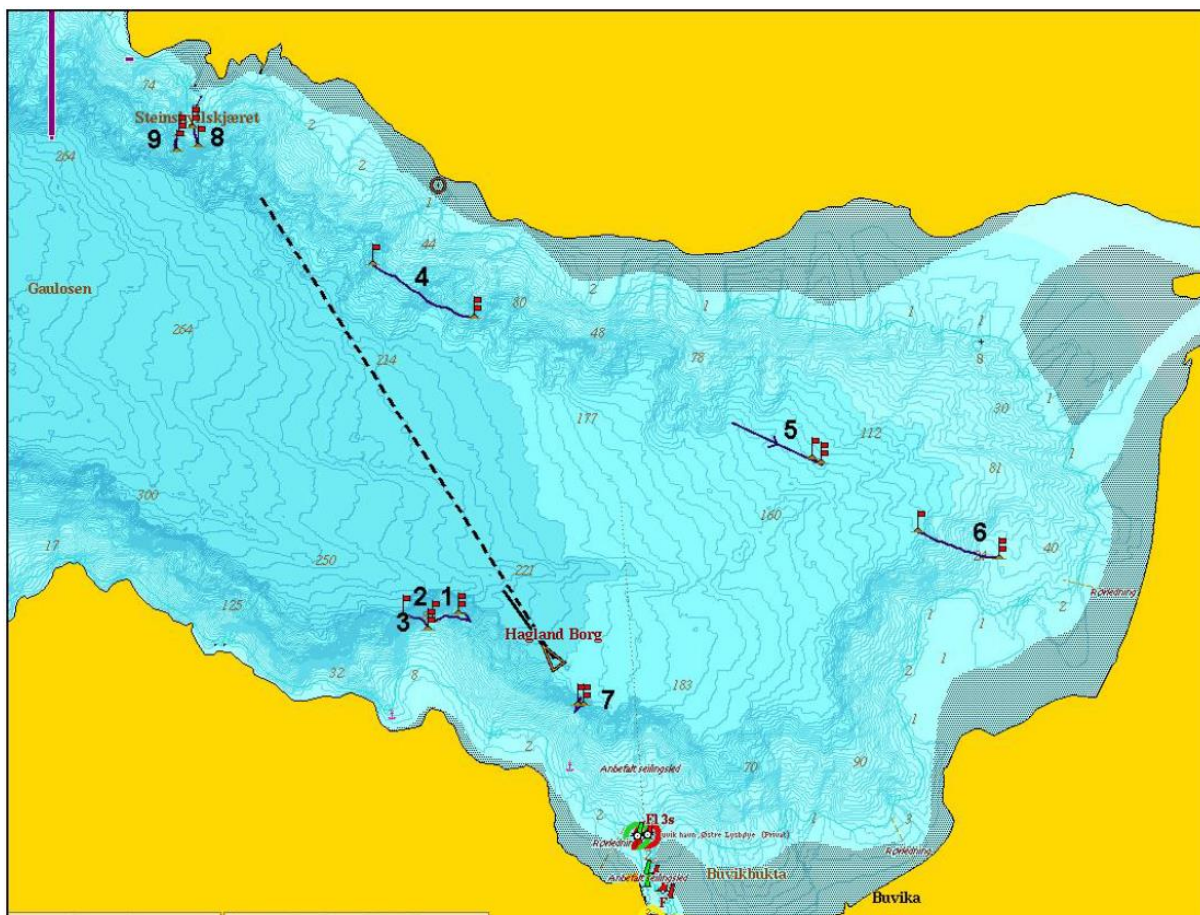
Gaula har avsatt sedimenter på begge sider av, og vest for Storøra. I perioden 1956-1970 ble det tatt ut ca. 600 000 m³ grus og sand fra vest av Storøra og to km oppover hovedløpet av elva (Ottesen 1990). På grunn av uttakene var Storøra rundt 1990 utsatt for erosjon. Elvebunnen var

blitt senket slik at deltaflata lenger ute fikk tilført mindre sedimenter under flom. Sedimentene som ble transportert av Gaula under flom ble fanget lenger opp i elven, der det var tatt ut sand og grus.

Storøra og tidevannsflata er bygget opp som et vanlig delta (Ottesen 1990), med et topplag av grove sedimenter, og underliggende skrålag, som heller utover mot fjorden. Topplagets kornsammensetning varierer, men det groveste materialet ligger ved roten av deltaet ved Storøra (Figur 3-4). Områdene med de grove avsetningene strekker seg vestover forbi Storøra ut på tidevannsflata samt langs Gaulas biløp på den sørøstlige delen av deltaflata. Langs Gaulas hovedløp vest for Storøra er det grove materialet overlagret av sandige masser. Skrålagene starter på ca. 4 meters dyp, og har en nokså fin kornsammensetning. De groveste partiene består av sand med noe grus, men det meste av deltaet har skrålag med siltig sand (Ottesen 1990).



Figur 3. Flybilde over indre del av Gaulosen. Storøra ligger innerst på tidevannsletten mellom de to hovedutløpene av Gaula. Skredmasser fra Bråfallene ligger i sjøen like nordvest for utløpet av Gaulas hovedløp, og er årsak til at elveløpet gjør en sving mot sørvest. Modifisert fra www.norgeibilder.no.



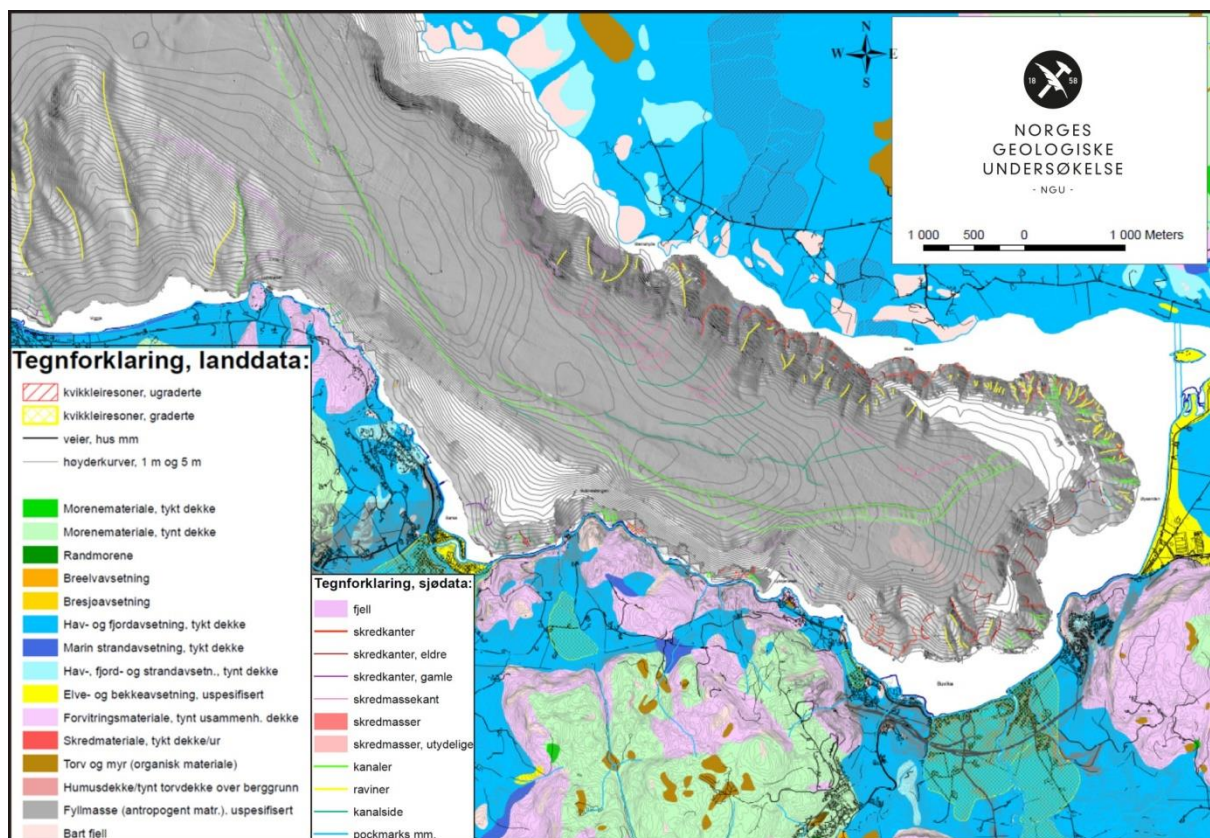
Figur 4. Dybdeforhold i Gaulosen. Storøra ligger innerst på tidevannsletten mellom de to hovedutløpene av Gaula. OLEX-kart fra Järnegren mfl. (2014).

3.3 Skred, kanaler og raviner langs fjordsidene

Fjordsidene i Gaulosen er bratte med mange spor etter skred, kanaler og raviner (Hansen mfl. 2005) (Figur 5). I flere områder finnes pockmark, som er groper i havbunnen dannet av grunnvann og/eller gass som har strømmet ut av sjøbunnen.

Mellom Steinshylla og Mule er det fjell på fjordbunnen i den vestligste delen av området (Figur 2, 4). Skredgroper, ofte skålformede og sammensatte, er vanlige i løsmassene ned til 50 meters vanddyb. På større dyp dominerer raviner, som kan transportere skredmassene ut på dypere vann. Skredmasser fra Bråfallene, som gikk i perioden 1865 til 1928 (<http://atlas.nve.no>), ligger i sjøen like nordvest for munningen av Gaulas hovedløp (Figur 3).

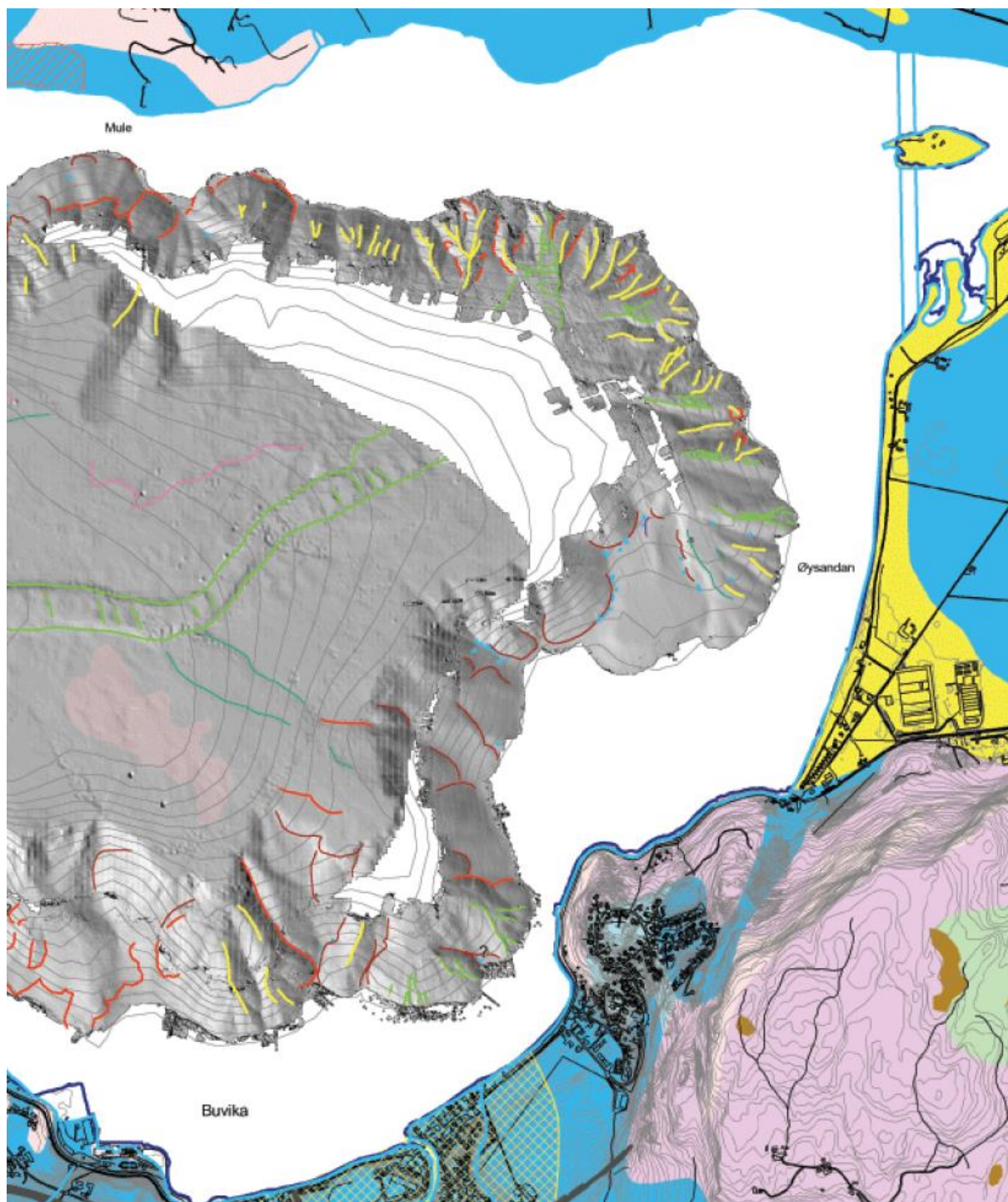
Deltafronten mellom Mule og Øysand (Figur 2, 6) karakteriseres av tettliggende raviner og kanaler. I de bredeste kanalene er det tversgående sandbanker. Kanaler står i forbindelse med aktive og tidligere aktive tilførselskanaler på deltaet. Tettliggende raviner med mange små skredgroper viser tilførsel av grove sedimenter fra Gaula, der høye sedimentasjonsrater resulterer i dannelse av bratte skråninger som raser ut med jevne mellomrom.



Figur 5. Sjøbunnstopografi (skyggerelieffkart belyst fra nord, 10 meters dybdekonturer) i Gaulosen sammenstilt med løsmassekart fra land. Se forstørret utsnitt av deltaområdet i figur 6. Modifisert fra Hansen mfl. (2005).

I de grunne områdene mellom Øysand og Buvika opptrer skredkanter (bakkanten av skred) og enkelte kanaler og raviner, særlig i Buvika (Hansen mfl. 2005) (Figur 2, 6). Skredkantene går helt inn til marbakken i områder med kvikkleire. I den nordligste delen av området er det flate områder (rygger) med mange pockmark. Kanalene i den østlige delen av Buvika finnes gjerne i forlengelsen av mindre bekkeløp og tidevannskanaler, men kan også stå i forbindelse med små utglidninger og/eller grunnvannsutslag i strandsonen. Ravinene i Buvika er trolig relatert til utglidninger i forbindelse med deltautbygging fra elven Vigda.

Området mellom Buvika-Lykkjeneset (Figur 2, 5) er karakterisert av fjellblotninger i veksling med hav- og fjordavsetninger (hovedsakelig leire, som stedvis kan være kvikkleire (Hansen mfl. 2005). Det finnes spor etter grunne, undersjøiske utglidninger, og nærmest Buvika er det ferske skredkanter nær en kvikkleiresone på land. I strandsonen nærmest Lykkjeneset forekommer mer diffuse spor etter eldre skred.



Figur 6. Forstørret utsnitt av kartet i figur 5 (Hansen mfl. 2005). Området med detaljerte dybdedata viser mange kanaler og raviner i marebakken utenfor Gaulas delta. Se figur 5 for tegnforklaring.

Strekningen mellom Lykkjeneset og Svalnestangen er karakterisert av bratt bunn (Figur 2, 5) (Hansen mfl. 2005). Bart fjell dominerer på land, og også flere steder under vann. I grunne områder i sjøen er det tallrike spor etter utglidninger i løsmassene, men flere kanaler viser også spor etter utraste fjellblokker og/eller erosjon fra grunnvannsutslag. Også mellom Svalnestangen og Børsa er det bratte fjellpartier på land og fjell på sjøbunnen. Ved Børsa finnes tykke hav- og fjordavsetninger inkludert områder med kvikkleire på land. I sjøen finnes spor etter grunne utglidninger, og delvis utvaskede spor etter skred. Kanaler kan knyttes til bekker på land.

Mellom Børsla og Lundneset finnes hav- og fjordavsetninger av varierende mektighet, og partier med blottet fjell (Figur 2, 5) (Hansen mfl. 2005). Det er få spor etter erosjon og skred langs den sørlige delen av området. Ved Lundneset er bunntopografien brattere, og fjell er eksponert under vann. Her finnes også noen kanaler. Kyststrekningen Lundneset-Viggja karakteriseres av tykke hav- og fjordavsetninger, og er relativt slak med lange undersjøiske raviner og enkelte kanaler.

3.4 Sedimenter og sedimentasjonsmiljø

Den mest fremtredende strukturen på fjordbunnen i Gaulosen er en opptil 150 meter bred og 12 meter dyp kanal, som kan følges kontinuerlig fra munningen av Gaula, ut Gaulosen og ned til 500 meters vanndyp i Korsfjorden sør for Rødberg (Figur 7-8). Utenfor deltaet går kanalen først mot sørvest mot sørsiden av Gaulosen før den tar en mer vestlig retning og deretter svinger mot nordvest. Sedimentene i kanalen består for det meste av sand. Detaljerte dybde-data innsamlet med flerstråleekkolodd viser at det i kanalen finnes sandbølger (sanddyner) som forflytter seg med bunnstrømmene (Bøe mfl. 2003a, 2004) (Figur 8).

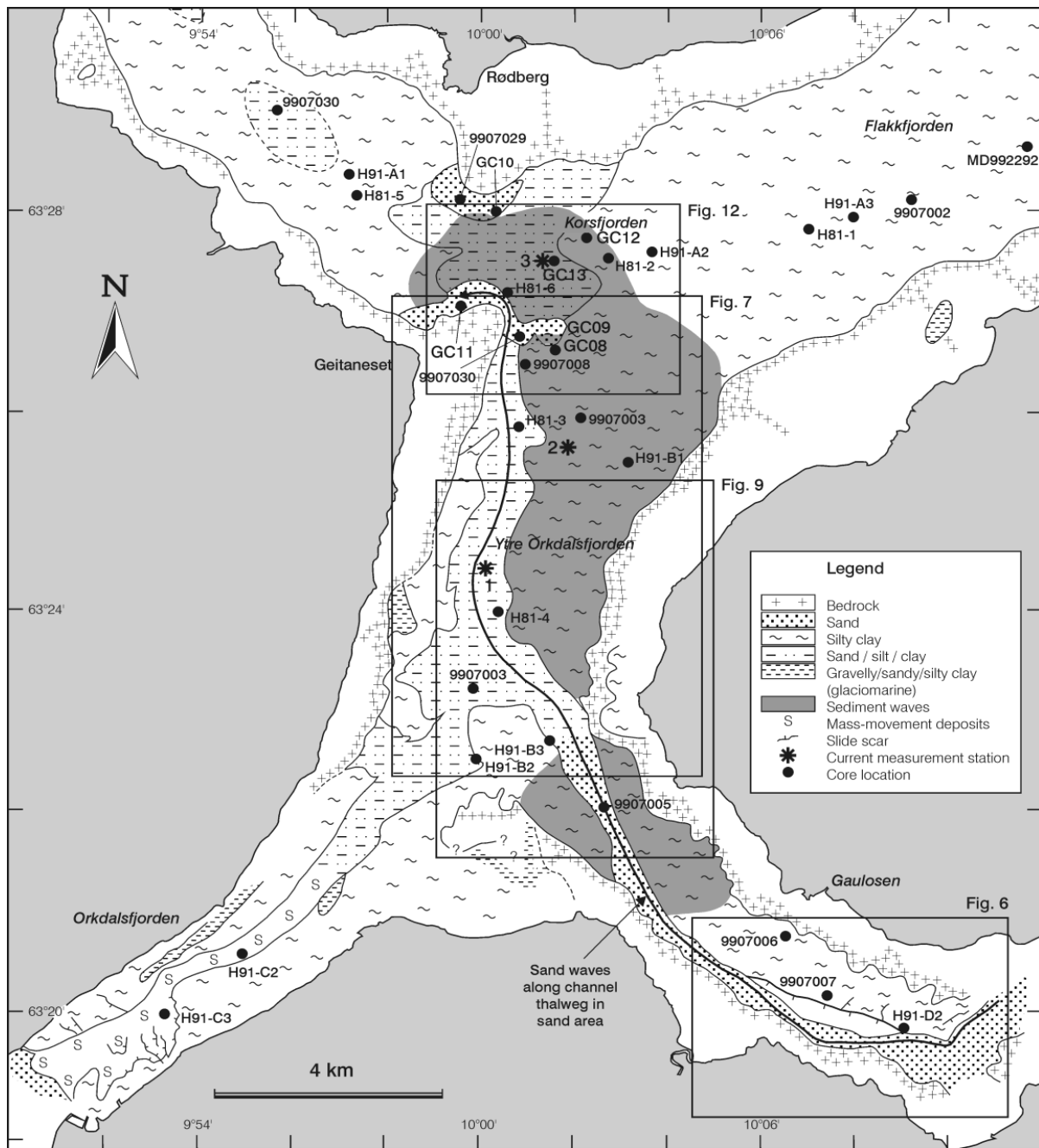
På fjordbunnen utenfor Buvika stikker det enkelte steder opp bart fjell, mens andre områder er dekket av leirholdige og/eller sandholdige sedimenter (Järnegren mfl. 2014). Sand dominerer langs deltaet, utenfor Øysand og langs sørsiden av kanalen. Nord for kanalen og i ytre deler av Gaulosen består bunnen av mer finkornige sedimenter, hovedsakelig slam (mudder) (Bøe mfl. 2004) (Figur 2, og 7).

Utenfor kanalen, i ytre Gaulosen/sørlige Korsfjorden, har fjordbunnen en bølgende form og er dekket av finkornige sedimenter. Avstanden mellom ryggene (bølgelengden) er opptil 1 km, lengden av ryggene er opp til 1 km, og de kan være opptil 8 m høye. Akkurat som sandbølgene i kanalen, er sedimentbølgene i de finkornige sedimentene på sidene av kanalen dannet av strømmer langs fjordbunnen.

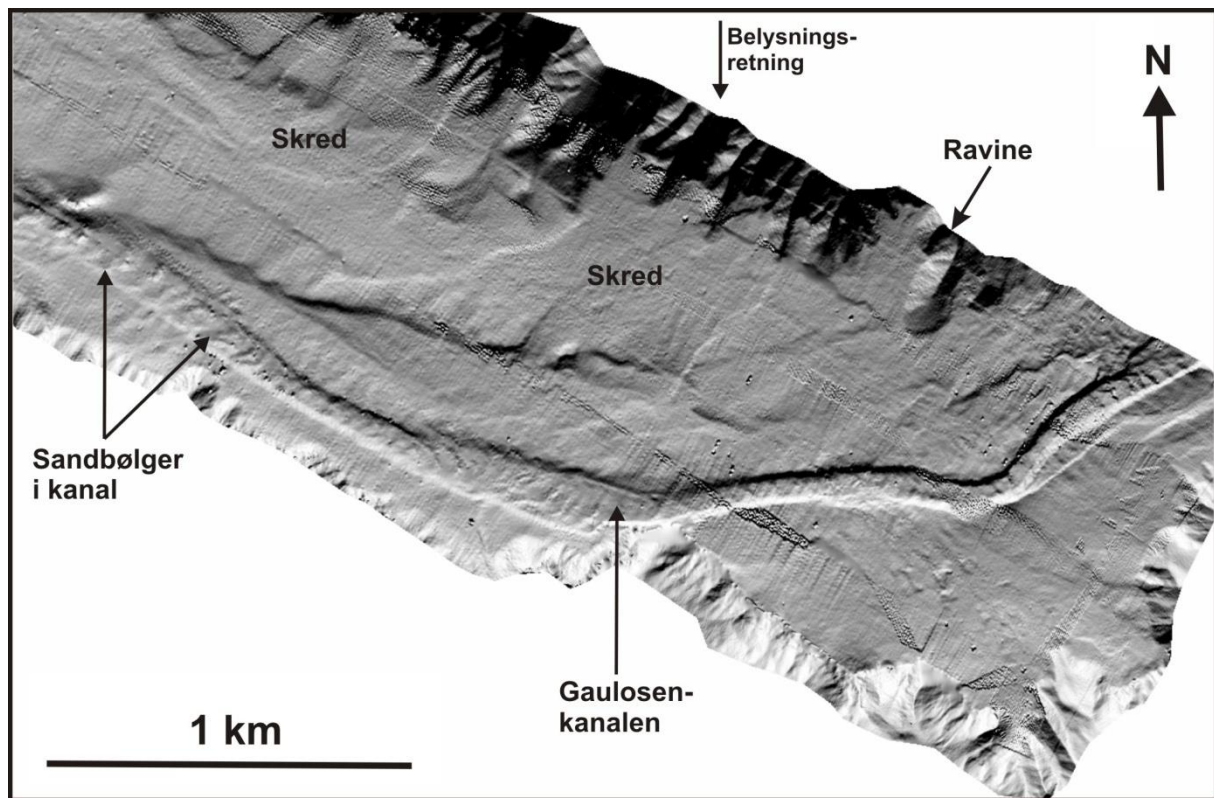
Undersøkelser har vist at bunnstrømmer opptrer med ujevne mellomrom, og er relatert til flomhendelser i Gaula (Bøe mfl. 2004). Flom opptrer under snøsmeltingen om våren, og i perioder med ekstremvær. Flom kan også opptre dersom det går ras som demmer opp elva, med påfølgende dambrudd. Flom i Gaula fører til at vannmassene drar med seg store sedimentmengder. Leire, silt og sand blir virvlet opp i vannmassene, noe som fører til at vannet får økt tetthet. Vannmassene med høyt sedimentinnhold danner en såkalt tetthetsstrøm, eller turbiditetsstrøm, som fortsetter nedover kanalen langs fjordbunnen. Tetthetsstrømmer må ha et sedimentinnhold på 35-45 kg/m³ for at de skal kunne fortsette å strømme langs bunnen.

De største sedimentpartiklene (sand) felles ut av tetthetsstrømmen først, mens silt og leir blir transportert lenger av gårde. Under ekstra store flommer vil tetthetsstrømmen flomme over kantene på kanalen og utover hele fjordbunnen, der de mer finkornige partiklene avsettes. På denne måten dannes sandbølger i kanalen, og sedimentbølger på sidene av kanalen, nesten som sandbølger oppstår i ørkenen, og snøfonner dannes på land på grunn av vind. Ved hjelp av seismiske data kan vi se ned i sedimentene under fjordbunnen. Dataene viser at dannelsen av sedimentbølger på bunnen av Gaulosen trolig har pågått helt siden slutten av siste istid, for mer enn 10 000 år siden (Bøe mfl. 2004).

Skred har satt sine tydelige spor på bunnen av Gaulosen. Skredene har gått i fjordsidene og på deltaskråningen. Skredavsetninger og kanaler som har fraktet skredmassene vises godt i bunntopografien, spesielt på nordsiden av Gaulosen (Figur 5, 6, 8). Skredformene midt i Gaulosen ser ut til å være dekket av yngre sedimenter, noe som viser at de er relativt gamle. I de seismiske dataene ser en også dypere, begravde skredmasser, som kan være flere hundre til flere tusen år gamle (Bøe mfl. 2003b).



Figur 7. Kart over bunntyper og bunnsedimenter i Gaulosen, Orkdalsfjorden og Korsfjorden. Fjordsidene langs Gaulosen består for det meste av fjell, mens sedimentene i Gaulosenkanalen og innerst ved deltaet er dominert av sand. Nord for Gaulosenkanalen og på dypere vann i Gaulosen består sedimentene av mer finkornige sedimenter (slam/mudder) med sedimentbølger. Fra Bøe mfl. (2004).



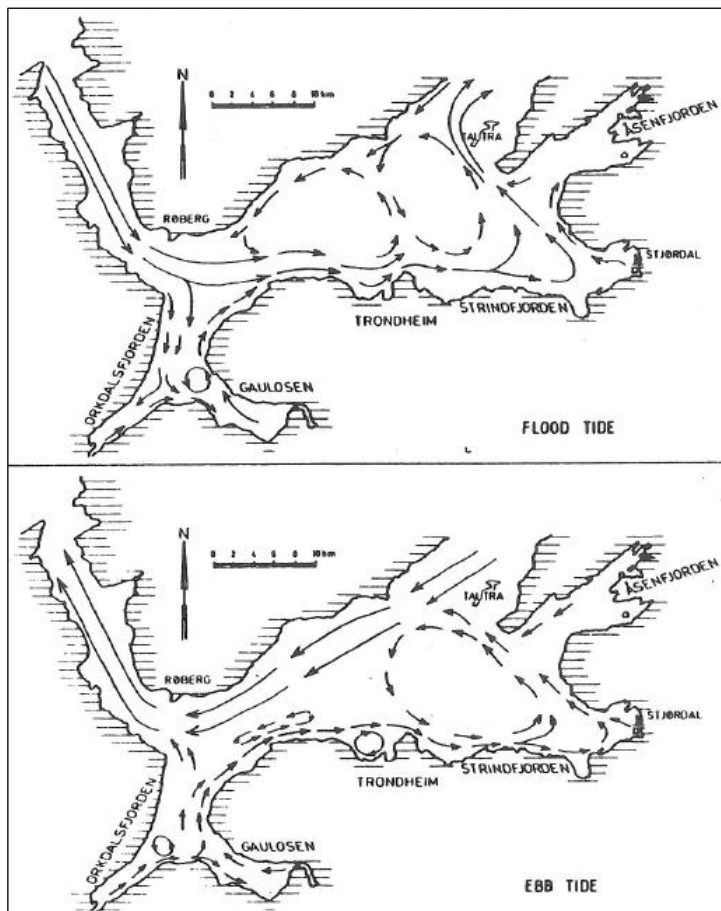
Figur 8. Skyggerelieffkart (bunntopografi belyst fra nord) fra bunnen av Gaulosen. Kanalen langs bunnen starter helt inne ved Gaulas delta, og kan følges ned på rundt 500 m vanndyp i Korsfjorden. I kanalen kan man se sandbølger (sanddyner), noe som indikerer periodevis sterke bunnstrømmer. Kartutsnittet er vist i figur 7 (markert som figur 6). Modifisert fra Bøe mfl. (2004).

4 Oseanografi

Grim Eidnes og Ole Anders Nøst

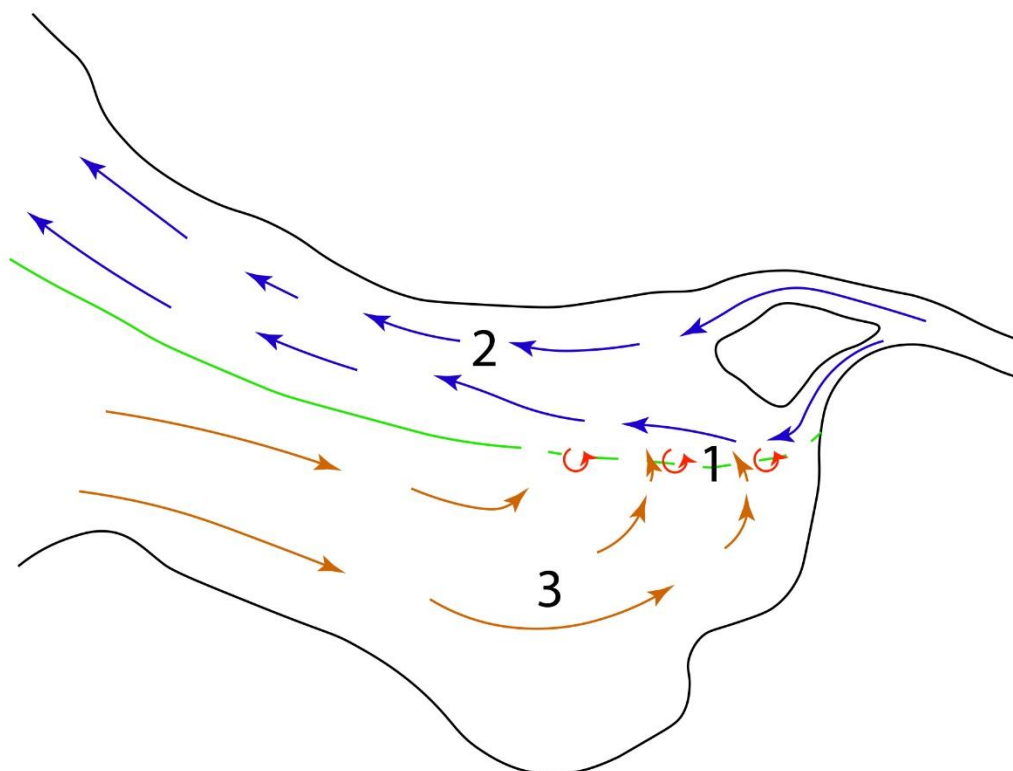
4.1 Strømforhold

Strømforholdene i Gaulosen styres i all hovedsak av Gaulas utløp. På grunn av utløpets retning og deretter Coriolis-effekten som leder all bevegelse over mot høyre (på den nordlige halvkule), følger elvevannet nordsida av Gaulosen, rundt Byneset og strømmer inn Trondheimsfjorden forbi Flakk og Trolla (jf. Figur 9). På fløende sjø vil elvevannet fra Gaula blandes med det innstrømmende tidevannet i Trondheimsfjorden, men det er interessant å merke seg at store deler av elvevannet fra Gaula passerer Trondheim og blir med hele Strindfjorden rundt før det finner sin vei ut fjorden. Avhengig av tidevannets fase og vindforhold, vil nok noe Gaulavann til tider også kunne passere Tautra og strømme enda lenger inn i fjordsystemet.



Figur 9. Storstilt strømmønster i overflatelaget i ytre del av Trondheimsfjorden ved fløende sjø (øverst) og fallende sjø (nederst). (Fra Jacobson, 1983).

Det utstrømmende elvevannet river med seg omkringliggende saltvann noe som gjør det gradvis saltere. Medrivningen (*entrainment*) av saltvann inn i elvestrålen må erstattes, og det skapes en trykkdrevet innstrømning i Gaulosen. Coriolis-kraften tar også tak i denne og dreier den over mot høyre. Dermed får vi brakkvannsutstrømning av opprinnelig Gaulavann langs nordsida av Gaulosen, og en saltere innstrømning langs sørsida. Innstrømningen skal altså erstatte vannet som er revet med av det utstrømmende Gaulavannet, og kalles derfor for kompensasjonsstrøm. Det totale strømbildet danner den klassiske estuarine sirkulasjonen. Skissen i Figur 10 illustrerer de dynamiske prosessene i Gaulosen.

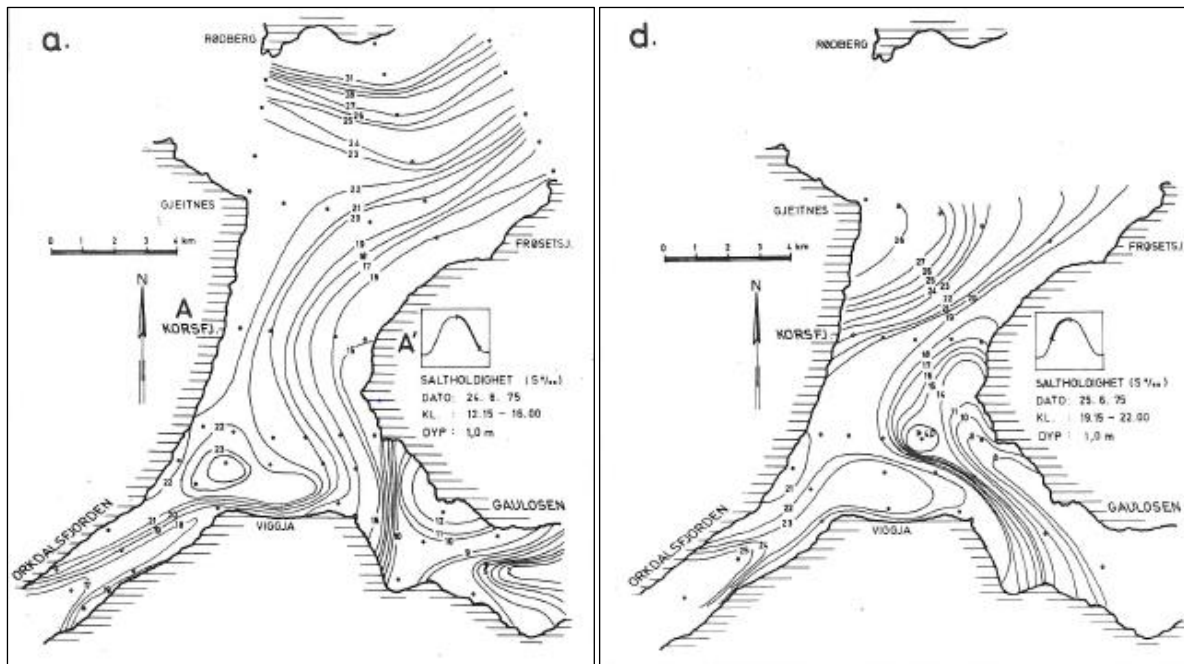


Figur 10. Skjematisk fremstilling av de dynamiske prosessene ved utløpet av Gaula. Når elva renner ut i fjorden blir det sterk turbulens ved fronten mellom ellevann og sjøvann (1). Denne turbulensen bidrar til å blande sjøvann inn i ellevannet. Strømmen av ellevann og medrevet sjøvann strømmer utover fjorden på høyre side grunnet Coriolis-kraften (2). Sjøvannet som blir revet med av ellevannet må erstattes og dermed får vi kompensasjonsstrøm (3).

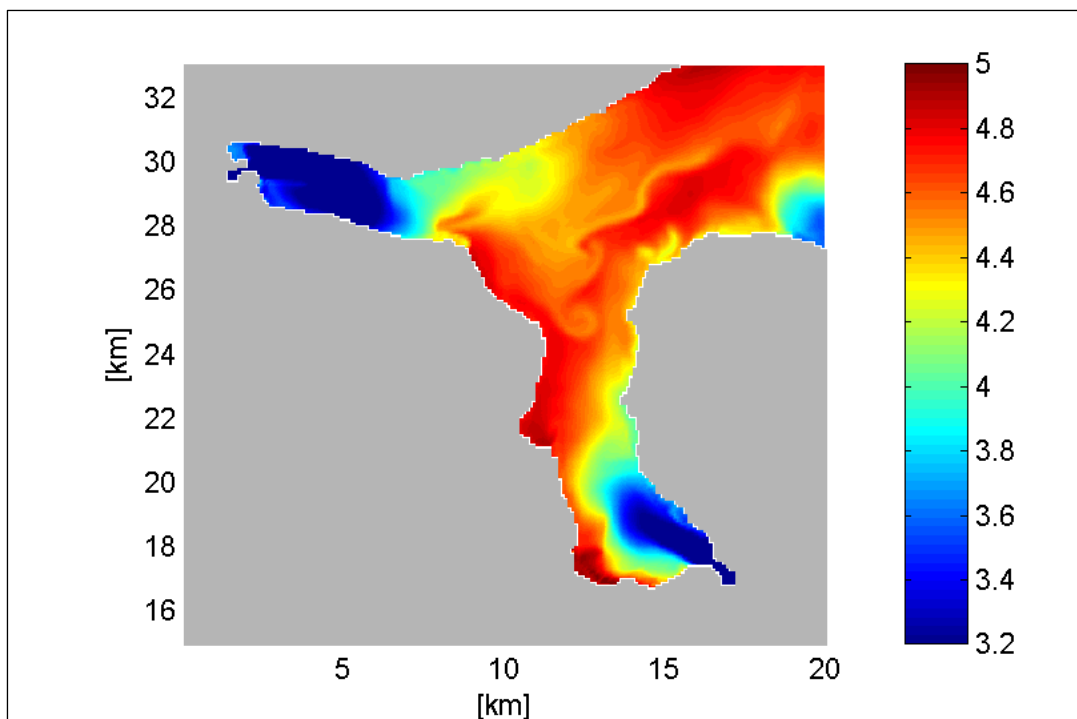
Den estuarine sirkulasjonen er også til stede i Orkdalsfjorden. Her er det opprinnelig vann fra Orkla som følger høyre side av fjorden utover, runder Viggja og strømmer inn Gaulosen. Kompensasjonsstrømmen i Gaulosen består altså i betydelig grad av ellevann fra Orkla. Avhengig av vannføringen vil Orklavann kunne blandes inn i det utstrømmende Gaulavannet allerede ved innløpet til Gaulosen (jf. Figur 9). Det er også rimelig å forvente at utstrømningen i overflatelaget ved stor vannføring i Gaula (og Orkla) kan dekke en større del og kanskje hele fjordbredden i Gaulosen (og Orkdalsfjorden). Kompensasjonsstrømmen vil da legge seg under det utstrømmende overflatelaget.

Det er altså ikke bare tidevannets periodiske inn- og utstrømning som styrer strømbildet. Varierende vannføringer og skiftende vindforhold vil også kunne medføre vesentlige endringer i strømforholdene. Strømmen er dynamisk og langt fra statisk.

Figur 9 viser det generelle, storstilte strømmønsteret. Det er basert på strømmålinger og hydrografiske undersøkelser igangsatt på 70-tallet av det såkalte Trondheimsfjordutvalget. Undersøkelsene gjorde det mulig å kartlegge, og med det oppnå en bedre forståelse av de hydrografiske og hydrofysiske forholdene i fjorden. Som eksempel er det i Figur 11 vist saltholdigheten i overflatelaget ved et intensivt tokt sommeren 1975. Isolinjene for saltholdighet (isohaliner) gjenspeiler strømmønsteret i Figur 9. Det generelle strømbildet er også bekreftet av nyere simuleringer med avanserte tre-dimensjonale numeriske strømmodeller, som vist i Figur 12. Her kommer også dynamikken i strømmen tydeligere fram med virvler og fronter. De tre-dimensjonale strømmodellene har også en annen åpenbar fordel, nettopp det at de også viser strømforholdene nedover i dypet.



Figur 11. Saltholdighet i 1 m dyp i Gaulosen, Orkdalsfjorden og Korsfjorden på fallende sjø 24. juni 1975 (til venstre) og på fløende sjø 25. juni 1975 (til høyre) (fra Jacobson 1977).



Figur 12. Modellsimulert overflatetemperatur i Gaulosen, Orkdalsfjorden og Korsfjorden. Øyeblikksbilde for 12. april 2002 kl. 02:00 (fra Ellingsen 2004).



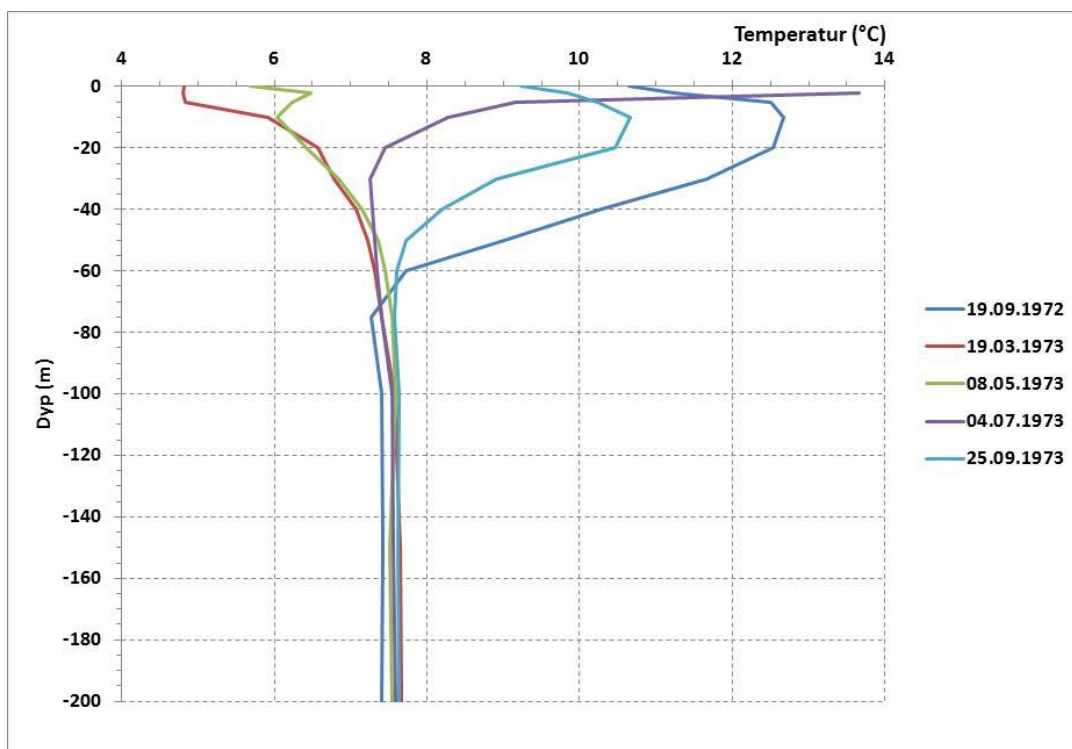
Figur 13. Korset i Korsfjorden. Det skarpe skillet mellom de forskjellige vannmassene i overflata (frontene) kan framstille et tydelig kors (fra Ellingsen 2004).

4.2 Hydrografi

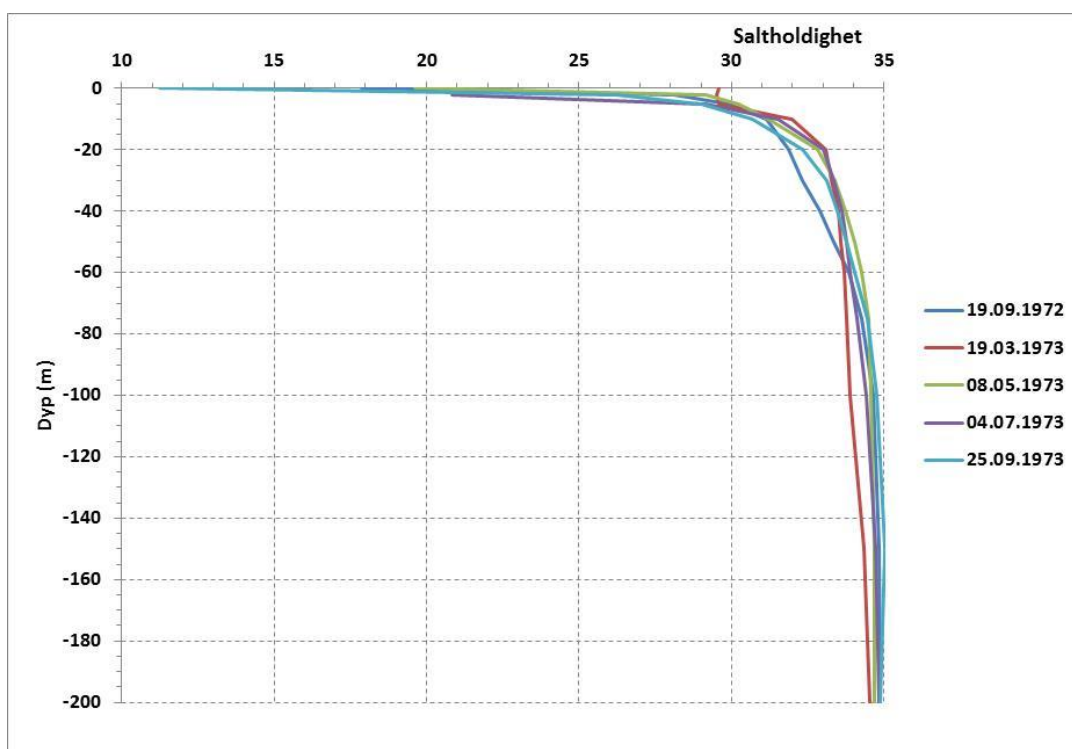
Under Trondheimsfjordundersøkelsen på 70-tallet ble det systematisk gjennomført hydrografi-målinger (temperatur og saltholdighet) ved opptil 18 faste stasjoner i Trondheimsfjorden. Målingene for flere av disse stasjonene har fortsatt også etter at denne undersøkelsen var avsluttet. Midt i Gaulosen var St. 12 plassert. Her har vi hydrografimålinger ned til 200 m dyp annen hver måned fra september 1972 – september 1973. Målestasjonens plassering er vist i Figur 14, mens Figur 15 viser vertikalprofilen av temperatur (Figur 15a) og saltholdighet (Figur 15b).



Figur 14. Posisjonen til målepunkt 12 under hydrografimålingene i 1972–1973.



Figur 15a). Vertikalprofil av temperatur i Gaulosen under Trondheimsfjordundersøkelsen i 1972-1973.



Figur 15b). Vertikalprofil av saltholdighet i Gaulosen under Trondheimsfjordundersøkelsen i 1972-1973.

5 Bunndyr

Jon-Arne Sneli, Johanna Järnegren og Torkild Bakken

5.1 Innledning

Som brakkvannsdelta ansees Gaulosen som et av få lite påvirkede elvedelta og estuarier i Norge. Området består av store tidevannsflater og grunne arealer med sand- og mudderbunn, samt relativt bratte skråninger med hardt fjell ned til den flate fjordbunnen med dyp på mer enn 200 meter ganske langt inn i fjordarmen (se dybdekart i Figur 1 og 4). Grunnområdene strekker seg videre på sørsiden av Gaulosen, og innenfor verneområdet i Buvika finnes også en stor bløtbunnsfjære.

I forlengelsen av Gaulas utløp karakteriseres bunnen av forskjellige typer bløtbunnssedimenter transportert dit gjennom flere hundre års flom i Gaula og av skredmasser, primært i forbindelse med fjordsidene. I flere områder er det små kratre på sjøbunnen dannet ved kortvarige utstrømninger av gass eller veske fra undergrunnen (såkalte pockmarks). Sedimentgraden i bløtbunnsområdene varierer fra grovere sand til slam. Det er denne variasjonen i ulike typer sediment som fører til det store mangfoldet av bløtbunnsarter i området. Antall arter på relativt grunt vann er høyt (Järnegren mfl. 2014). Sammen med ålegressområdene er det spesielt de store, grunne bløtbunnsområdene som er meget produktive, og gjør dem viktige som leve- og oppvekstområder for mange fiskearter, spesielt kutlinger og flyndrefisker, og for de store mengdene av fugler som finnes i området. I og med at områdene inn mot fjordbunnen har lav vannstand og at vi har store tidevannsforskjeller gjør området ved fjæra sjø lett tilgjengelig for mange fugler, og ved flo kommer fisk opp til grunnområdene for å beite på de dyra som da blir tilgjengelig for dem.

Mangfoldet av arter på grunt vann beskrives som høyt (Järnegren mfl. 2014). Det er vanskelig å få øye på artsmangfoldet i bløtbunnsområder da de fleste av bunndyrene er nedgravd i bunnsubstratet. Noen titter frem når fjæra oversvømmes, mens de fleste er bofaste i ganger og hulrom i sanda eller leira. Dyr som muslinger, krepsdyr og flerbørstemark er de gruppene som er representert med flest arter i sedimentet. De har en viktig funksjon ved at de rører om i bunnen (bioturbasjon), og får oksygen dypere ned i sedimentet. På denne måten kan de opprettholde et fuktig miljø og beskytte seg mot store temperatursvingninger. Mangel på oksygen kan ellers være et problem ettersom oksygenkonsentrasjonen bare noen få millimeter under en mudderflate kan bli svært lav på fjæra sjø.

For å få mer forståelse av estuariemiljøet i Gaulosen ble dette området ett av prøvelokalitetene til NTNU Vitenskapsmuseets "Trondheimsfjordundersøkelsene 1972-1975". I 1972-1973 ble området utenfor Buvika besøkt i juni og oktober begge år, og det ble tatt grabbprøver (kvantitativ undersøkelse) på 20 m, 50 m og 100 m dyp (Holthe 1977). Da hadde allerede i 1971 Lundneset, Stykkene, Svalnestangen og Steinshylla blitt undersøkt med trekantskrape. Prøvene der ble tatt av personale ved Trondhjem biologiske stasjon (Sneli og Gulliksen 2006).

I oktober 1981 gjennomførte Trondhjem biologiske stasjon en omfattende undersøkelse av bunnen i fjordområdet med de kvalitative innsamlingsredskapene Ockelmannslede, Beyerslede og Snelis-lede. Disse prøvene ble ikke opparbeidet på dette tidspunktet. Som et ledd i Norsk institutt for vannforskning (NIVA) sine undersøkelser av fjordene langs norskekysten, foretok NIVA i 1983 en grabbundersøkelse på fem dyp i Gaulosen (48 m, 102 m, 150 m, 200 m og 300 m). Det foreligger en rapport fra disse undersøkelsene (Rygg 1984). I 1993 foretok NTNU Vitenskapsmuseet en undersøkelse av dyrelivet i fjæra utenfor Buvika (Strømgren og Hokstad 1993). Det er også senere gjort undersøkelser i Buvika, da spesifikt for å se på fordeling og forekomst av muslingene pepper-skjell (*Scrobicularia plana*), østersjuskjell (*Limecola balthica*), saueskjell (*Cerastoderma edule*) og vanlig sandskjell (*Mya arenaria*) (Santos mfl. 2011, 2012), alle viktige næringsdyr for fugler. Områder i Buvika og Brekkgrunnen ble undersøkt i mars 2022 med ROV i forbindelse med konsekvensutredning for legging av vannledning. Flere transekter ble gjennomført for å kartlegge bunnen på grunt vann, blant annet større områder med naturtypen ålegresseng (*Zostera marina*) ble registrert (Huseklepp og Todt 2022).

I juli 2014 gjennomførte Norsk institutt for naturforskning (NINA) på oppdrag fra Fylkesmannen i Sør-Trøndelag en videoundersøkelse av de innerste delene av Gaulosen. Så vidt vi er kjent med, er dette den eneste undersøkelsen av hardbunn i Gaulosen med tanke på mangfold av arter. De gjorde også kvalitative undersøkelser av grunne bløtbunnsområder (Järnegren mfl. 2014).

5.2 Resultater

Undersøkelsene som ble gjennomført fra 1972 og frem til 2014 resulterte i at det i alt ble registrert 196 arter av bunndyr; de fleste av artene på bløtbunn, men det ble også funnet to korallarter på hardbunn risengrynskorall (*Primnoa resedaeformis*) og viftekorall (*Paramuricea placomus*) (Järnegren et al. 2014). På bløtbunn ble det funnet 75 arter flerbørstemark, 40 arter krepsdyr, 49 arter bløtdyr og 15 arter pigghuder (Tabell 1). Antall arter må forventes å være større fordi mange individer ikke er identifisert lengre enn til familie eller gruppe. Svært mange av de registrerte artene er typiske næringsemner for andefugler og andre fuglearter som har sitt tilholdssted i Gaulosen; for eksempel en rekke krepsdyrarter som pungreker (*Mysis oculata*), diverse halekreps, isopoder og amfipoder sammen med muslinger som pepperskjell (*Scrobicularia plana*), *Macoma calcarea* og arter i familien Thyasiridae. Disse artene lever opp mot flomålet og her finner vadefugler lett mat ved fjære sjø.

Tabell 1. Oppsummering av antall registrerte arter bunndyr i Gaulosen.

Rekke	Dyregruppe	Antall
Anthozoa (koralldyr)		10
Nemertini (slimormer)		1
Polychaeta (flerbørstemark)		75
Sipuncula (stjerneormer)		3
Hirudinea (igler)		1
Pycnogonida (havedderkopper)		1
Crustacea (krepsdyr)		40
	Muslingkreps (Ostracoda)	2
	Pungreker (Mysida)	1
	Halekreps (Cumacea)	6
	Isopoder (Isopoda)	9
	Ampfioider (Amphipoda)	14
	Tifotkreps (Decapoda)	8
Mollusca (bløtdyr)		49
	Ormebløtdyr (Aplacophora)	2
	Snegler (Gastropoda)	19
	Muslinger (Bivalvia)	26
	Sjøtenner (Scaphopoda)	2
Echinodermata (pigghuder)		15
	Sjøstjerner (Asteroidea)	3
	Slangestjerner (Ophiuroidea)	5
	Kråkeboller (Echinoidea)	5
	Sjøpølser (Holothurioidea)	2
Ascidacea (sekkdyr)		1
TOTALT		196

Generelt har bløtbunnsfjæra i Gaulosen en stor mengde av gravende dyr, hovedsakelig muslinger, krepsdyr og flerbørstemark. Av dyr større enn 1 mm er det ikke uvanlig med 20-25 forskjellige arter og et totalt antall individer på 2-3 tusen dyr per kvadratmeter. På enkelte stasjoner var det en meget høy tetthet av pungreker (Mysidae), spesielt ved Gaulas utløp. Fangstene ble estimert til over 1000 individer i et drag. Sandreker (*Crangon* sp.) økte i tetthet utover sesongen, og spesielt i september var det høy tetthet. På enkelte stasjoner var det mange strandkrabber (*Carcinus maenas*) (Järnegren mfl. 2014).

I Buvika er bunnssubstratet finere og langt mer slamaktig enn bunnssubstratene ellers i Gaulosen-området. Derfor er også faunaen annerledes sammensatt. I den nederste delen av Buvikfjæra dominerer en liten, 1 cm stor tangloppe. I Danmark er dette krepsdyret kjent som slamkreps, mens i Norge blir bare det latinske navnet *Corophium crassicornes* brukt. På fjære sjø lever den i huler den selv har gravd ut i bunnssubstratet. I Isefjorden i Danmark er det estimert opp mot 15 000 individer per kvadratmeter av disse dyrene nedgravd i sanden (Rasmussen 1973). Pepperskjellet (*Scrobicularia plana*) som lever nedgravd nederst i tidevannssonen kan forekomme med omkring 50-100 individer per kvadratmeter. Begge artene er en viktig del av dietten til ender og vadere (Hokstad mfl. 2000).

5.3 Diskusjon

De siste undersøkelsene som er gjort på sammensetning av faunaen på bunnen konkluderer med at Gaulosen har rik normal til rik bunnfauna. Stor tilførsel av organisk materiale fra Gaula gjør at fem arter av flerbørstemark sammen med muslingen *Thyasira* sp. og slangestjernen *Amphiura chiajei* dominerer i prøvene fra grabbundersøkelsene i 1972-1973 (Tabell 2). Muslingene *Abra nitida* og *Abra alba* er også arter som gjerne forekommer i områder med høy organisk tilførsel.

Ved gjennomgang av det innsamlete materialet fra 1981 i 2014 ble det registrert 78 arter eller artsgrupper, men den lange tiden mellom innsamling og bearbeidelse gjorde bestemmelsene vanskelige og antall arter i materialet må påregnes å være langt høyere.

Tabell 2. Oversikt over bunndyrarter som dominerte i prøver tatt med grabb i Gaulosen i 1972-1973.

Art/Dyp	20 m	50 m	100 m
<i>Scolopus armiger</i>			x
<i>Pholoe minuta</i>		x	x
<i>Praxillella praeterrissa</i>			x
<i>Diplocirrus glaucus</i>			x
<i>Polyphysia crassa</i>			x
<i>Thyasira</i> sp.	x	x	x
<i>Amphiura chiajei</i>	x		x

I prøvene fra dypere vann forekom mange av de samme artene i alle de gjennomførte undersøkelsene. Rygg (1984) påviste en normal diversitet i grabbprøvene som NIVA gjennomførte på flere dyp i 1983, og det kan antas at dette også er gyldig for undersøkelsene i 1972-73 og 1981.

Bildematerialet fra videoopptakene i juli 2014 viste flere spektakulære arter. Av koralldyr ble det observert viftekorall (*Paramuricea placomus*) og en gren fra en risengrynskorall (*Primnoa resedaeformis*) kom opp til overflaten sammen med videoutstyret. Fire arter sjøfjær (*Stylatula elegans*, *Virgularia mirabilis*, *Pennatulula phosphorea*, *Kophobelemnon stelliferum*), og sjørosa *Pachycerianthus multiplicatus* ble sett i større antall. Utenfor Trondheimsfjorden er utbredelsen til denne sjørosa lite kjent. Det ble sett en rekke hull i mudderbunnen, men ingen dyr kunne ses. Det er å anta at dyra ble skremt når videokameraet passerte. Vi tror likevel at hullene var bolig til en fler-

børstemark av familien Terebellidae og et krepsdyr, mudderkreps (*Calocaris macandreae*). OSPAR-kommisjonen (for beskyttelse av marint miljø i Nord-atlanteren) har denne naturtypen (*sea-pen and burrowing megafauna*) på sin liste over naturtyper som er truet eller i nedgang. Videoundersøkelsen (Järnegren mfl. 2014) viser at komplementære metoder som bruk av video med tradisjonell kvantitativ prøvetaking gir en langt bedre oversikt enn den enkelte metoden av alene, da de henter inn ulike typer data.

Studiene på muslinger i Buvika i 2008 og 2009 (Santos mfl. 2011; 2012) viser at fordeling av de studerte artene er avhengig av lokale forhold de lever i. Fordeling av hvordan pepperskjell (*Scrobicularia plana*) lever i bløtbunnsområdet var i Buvika korrelert med partikkelstørrelse i sedimentet, og hvor viktig komponenten av silt er for rekruttering og overlevelse. Det indikerer at påvirkning og endringer av forholdene i leveområdet vil direkte påvirke sammensetning og fordeling av muslingene som lever i bløtbunnsfjæra.

6 Fisk

Jarle Mork og Jan Grimsrud Davidsen

Den langgrunne tidevannssonen med mye brakkvann ved utløpet av Gaula er en typisk biotop for en fiskefauna med arter som er euryhaline (de tåler stor variasjon i salinitet), og gjerne finnes på grunt vann. De mest tallrike artene er som regel leirkutling (*Pomatoschistus microps*), sandkutling (*Pomatoschistus minutus*), mudderkutling (*Pomatoschistus norvegicus*) og unge individer av skrubbe (*Platichthys flesus*). De kan gå inn og ut med tidevannet, men noen vil stasjonere seg i tidevannspytt på fjære sjø, og dermed være en relativt lett tilgjengelig føde for fuglelivet i området.

Ved fløende sjø på vårparten vil man kunne finne årsyngel av flere flatfisk svømmende helt i fronten av det innkommende tidevannet. Etter som de vokser til vil de foretrekke noe dypere vann. En slik individuell størrelse-dyp sonering ser man hos mange fiskearter (bl.a. flatfiskene sandflyndre (*Limanda limanda*), rødspette (*Pleuronectes platessa*) og skrubbe og torskefiskene torsk (*Gadus morhua*), hyse (*Melanogrammus aeglefinus*), hvitting (*Merlangius merlangus*) og sei (*Pollachius virens*). At de største individene trekker dypest gjelder faktisk også for rekrutter fra samme gytesesong.

Utenfor tidevannssonen, men fremdeles på relativt grunt vann, vil man med økende salinitet finne en mer marin fiskefauna, bl.a. med eldre individer av rødspette (*Pleuronectes platessa*) og sandflyndre (*Limanda limanda*).

Der hvor det finnes skjul i form av tang, tare og berg eller steiner vil unge individ av torskefisker (torsk (*Gadus morhua*), hyse (*Melanogrammus aeglefinus*), hvitting (*Merlangius merlangus*) og sei (*Pollachius virens*) gjerne kunne bunnslå etter et flere måneder langt pelagisk liv i fjorden.

På noe dypere vann utenfor sand/leire-flatene vil større predator-fisk finnes både permanent og sesongvis. Sesong kan være deres egen gyteperiode, sildegyting i området, eller også et matsøk-opphold i forbindelse med smoltutgangen for sjørørret og laks. Smoltutgangen er både i Orkla og Gaula påvist å samle mange predatorer (fisk) som kan forsyne seg grovt av smolten i estuariet (Hvidsten & Lund 1988), hvorefter de drar fra området til andre steder i eller utenfor fjorden, avhengig av art. Før fredningsbestemmelsene ble det drevet kommersielt garnfiske (torsk, hyse, sei, lysing) på lokaliteter i Gaulosen og langs Bynesetlandet. Dette fisket er ennå i dag såpass lukrativt at det i noen grad finner sted langs Bynesetlandet utenfor vernesonen (pers. medd., Roger Kristiansen, Trondheim Fiskarlag, 2015). I litteraturen finner vi spredte opplysninger om fiske i Gaulosen, også noe fritidsfiske, men opplysningene er sparsomme. Blant annet gjengis opplysninger om et større fiske etter rødspette noen få år på 1850-tallet før det tok slutt, sannsynligvis fordi det ble overfisket (Mork 2000).

Sjørørretens områdebruk av Gaulosen ble i 2018-2019 kartlagt ved hjelp av akustisk telemetri (Figur 16) (Davidsen mfl. 2020; Omholt, 2020). Dette er en metode hvor enkeltfisk merkes med en akustisk sender som sender ut et kodet lydsignal med ID-nummer og eventuelle målinger av svømmedybde, temperatur etc.; alt avhengig av hvilke sensorer som fiskemerket er utstyrt med. Lyttestasjoner plassert i vannet fanger opp disse data, som etterpå kan overføres til en pc for analyser. Resultatene viste at sjørørreten bruker Gaulosen året rundt, med flest individer til stede vinter, vår og høst. Det var ikke kun sjørørret merket i området, men også sjørørret fra Vigda, Orkla og Nidelva som brukte Gaulosen. De store tidevannspåvirkede bløtbunnsområdene er kjent for å tilby gode beitemuligheter (f.eks. flerbørstemark og mindre fisk). Tilsvarende observasjoner av overvintrende sjørørret i estuarier med tidevannspåvirket bløtbunn er også gjort andre steder i Trøndelag (Davidsen mfl. 2014, Davidsen mfl. 2021a, Davidsen mfl. 2021b) og i andre deler av sjørørretens utbredelsesområde (Pratten & Shearer 1983, Chernitsky mfl. 1995, Jensen & Rikardsen 2012). Resultatene understreker viktigheten av å ta vare på eksisterende grunne brakkvannshabitat med bløtbunn. Slike områder er ofte en del av deltaer og er oppført som VU (sårbar) på «rødlista for naturtyper», blant annet på grunn av nedbygging (Erikstad mfl. 2018).

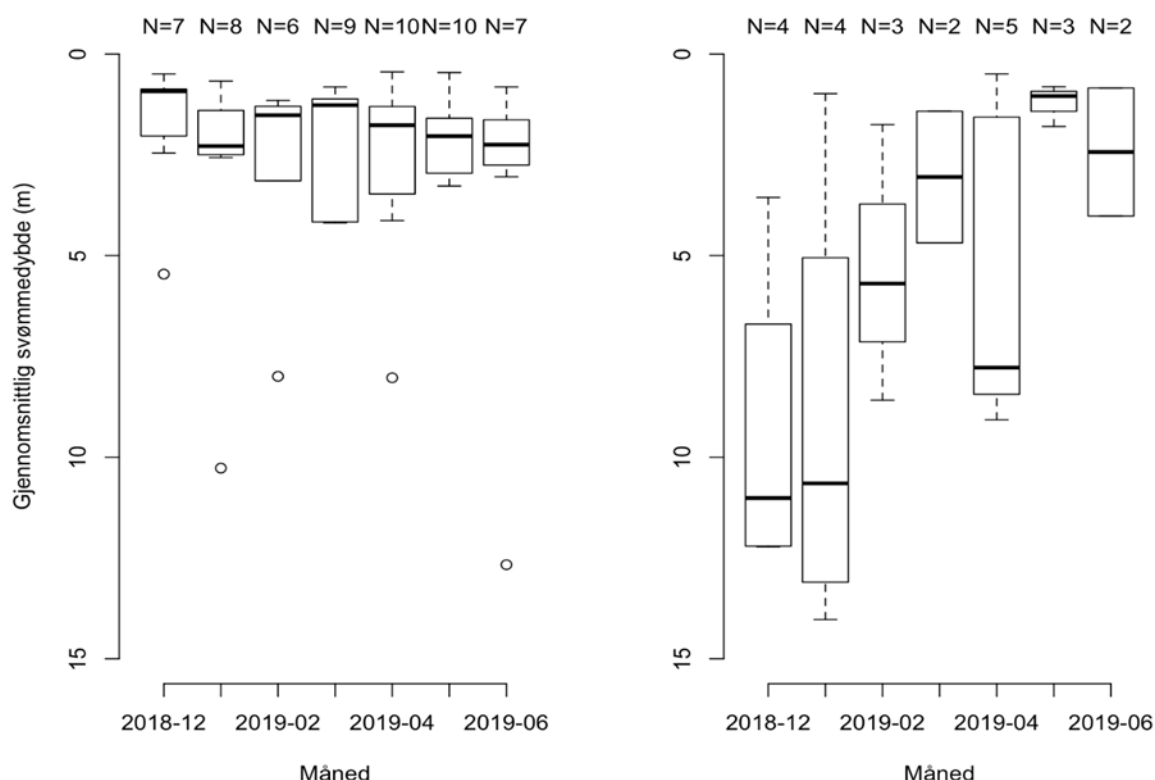


Figur 16. Plassering av lyttestasjoner (rød sirkel med hvit prikk) i Orkla, Gaulosen, Gaula, Nidelva og langs land mellom disse områdene, for studier av sjørøretens områdebruk i 2018-2019 (Fra Davidsen mfl. 2020).

I tillegg til at estuarier med tidevannspåvirket bløtbunn kan være viktige beitehabitater for sjørøret året rundt, er slike overgangssoner mellom ferskvann og sjøvann antakeligvis viktige for osmoreguleringen, og dermed energiforbruket, til spesielt mindre sjørørter ved lav vanntemperatur om vinteren og tidlig på våren (Davidsen mfl. 2017b). Dynamikken mellom ferskvannet fra elva og sjøvannet fra fjorden gir mulighet for sjørøreten til å veksle mellom ulike vannlag med variasjon i både vanntemperatur og nivåer av salinitet. Hvordan sjørøreten utnytter denne muligheten i praksis er fortsatt ukjent (se dog Risanger 2021).

I Gaulosen vandret de sjørøretene som i årene før merkingen hadde høyest vekst, oftere ut i fjorden enn de med lavere vekst. Dette indikerer at sjørøret med høy vekst har behov for en annen type beitedyr enn det som er tilgjengelig i Gaulosen. Det er tidligere vist at innslaget av pelagiske fisk i dietten øker med størrelsen (Davidsen mfl. 2017a), og det kan kanskje forklare hvorfor denne gruppen fisk trekker lengre ut i fjorden.

Variasjonen med litt dypere svømmedybde i fjorden enn i Gaulosen-estuariet og større svømmedybder om sommeren (juni-august) enn resten av året, tilsvarer tidligere observasjoner av svømmeatferd hos sjørøret i Trøndelag (Eldøy mfl. 2017) (Figur 17). Det antas at svømmedybden påvirkes av en kombinasjon av vanntemperatur og tilgjengelig mat. Som en vekselvarm organisme påvirkes metabolismen hos sjørøret av vannet som omgir den, og eksperimentelle forsøk har vist at den optimale temperaturen for vekst hos ørret er på 12-17°C (Elliot 2000, Elliot & Hurley 2000, Larsson 2005). Samtidig er fisken avhengig av å beite i de vannlag hvor det er gode sjanser for å finne egnet mat. En kan derfor anta at valg av svømmedybde er en tilpasning til både tilgang på byttedyr og mulighet for vekst.



Figur 17. Månedlig gjennomsnittlig svømmedybde til sjørret i Gaulosen-estuariet (venstre) og i fjorden utenfor (høyre) fra desember 2018 til juni 2019. I boks-plottet er medianverdien angitt med vannrett svart strek, mens 50 % av måleverdiene ligger innenfor boksen. Loddrette stiplede linjer angir 5 % og 95 % intervallet for målte verdier. Ekstremverdier er angitt med sirkel. (Fra Davidsen mfl. 2020).

Fiskefaunaen i det noe dypere (50-100 m) området utenfor Gaulosen er ikke mye undersøkt, men ligner mest sannsynlig på den man ser på lokaliteter med tilsvarende habitater og dyp i Trondheimsfjorden, f.eks. på 50-80 meters dyp innerst i Stjørdalsfjorden. Der er mange av artene i torskfamilien godt representert, blant annet torsk, hyse, hvitting, sei og sypike (*Trisopterus minutus*). Lyr (*Pollachius pollachius*) og kolmule (*Micromesistius poutassou*) er ikke så vanlige som tidligere, og øyepål (*Trisopterus esmarkii*) lever gjerne på enda dypere vann (> 100 m). Knurr (*Eutrigla gurnardus*) kan trives både på sand-, leire- og hardbunn.

Mot økende dyp ser man gjerne en sonering der torskfamilien (torsk, hyse, hvitting etc.), flatfiskene rødspette og skrubbe samt vanlig ulke (*Myoxocephalus scorpius*) finnes ned mot rundt 100 meter, mens de dypere områdene (ned til 500-600 m) er mer et habitat for diverse haifisker (først og fremst svarthå (*Etmopterus spinax*), hågjel (*Galeus melastomus*) og havmus (*Chimaera monstrosa*)) samt flatfiskene smørflundre (*Glyptocephalus cynoglossus*) og gapeflundre (*Hippoglossoides platessoides*). Disse ganske dyptlevende fiskeartene søker sin føde (skjell, flerbørstemark, slangestjerner) på og i sand- og bløtbunn. På de dypeste områdene fra Orkdalsfjorden mot Korsfjorden har det tidvis forekommet svært tette konsentrasjoner av skolest (*Coryphaenoides rupestris*) i tidsserier med bunntrål gjort ved Trondhjem Biologiske Stasjon, en og annen breiflabb (*Lophius piscatorius*), og skatene kloskate (*Amboraja radiata*) og spisskate (*Dipturus oxyrinchus*). Fiskefaunaen i dette dypområdet er ikke kjent å skille seg fra tilsvarende dyp andre steder i ytre og midtre deler av Trondheimsfjorden. I fjordens ytre basseng (fra Tautra-tersekelen til Agdenes) er det da også, rent topografisk, et sammenhengende dypområde.

Antatt avhengig av hvor regelmessig tidevannet beveger seg inn og ut av estuariet, årstidsvariasjon i mektigheten av Gaula, topografi og eventuelt andre fysiske faktorer kan det også tenkes å være salinitetsgradienter "på tvers av" Øysanden som påvirker fiskefaunaen i forskjellige deler av estuariet. I vernesammenheng er dette et interessant aspekt.

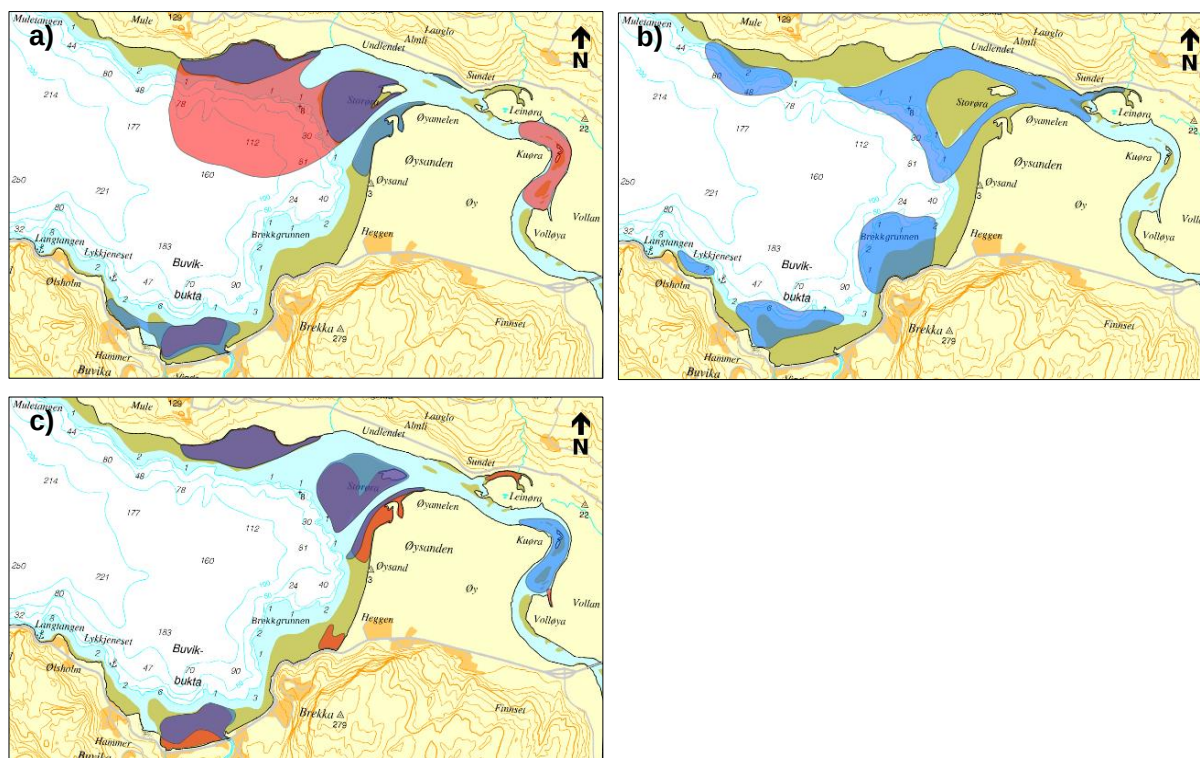
7 Fugl

Svein-Håkon Lorentsen, Arne Follestad og Thomas Kvalnes

Gaulosen med Buvika er et av få store, uberørte elvedeltaer i Sør-Norge og områdets økologiske verdi illustreres godt gjennom det omfattende vernet området har fått (Figur 1). Området er av meget stor betydning som trekk-, myte- og overvintringsområde for fugl, til og med i nasjonal og internasjonal målestokk. Våtmarkssystemene i området er et av de viktigste tilholdsstedene for ande-, vade- og måkefugler i fylket (Figur 18). Området har viktige funksjoner for et stort antall arter til alle årstider, selv om artsmangfold og antall er størst under vår- og høst-trekket. De ornitologiske verdiene i området er dokumentert blant annet av Suul (1975), Lorentsen & Bangjord (1982), Reitan (1994) og Størkersen (1994). Fram til 2009 var det registrert 215 fuglearter i området, (Solbakken & Angell-Pettersen 2009) og i 2017 var artslisten for Gaulosen, inkludert Gaulosen marine verneområde, oppe i 240 arter (Ulsund 2017). Etter den tid viser rapporterte funn i Artsobservasjoner at 17 nye fuglearter er observert i området, slik at antall fuglearter er oppe i 257 spontant forekommende arter pr. september 2022. Dette er et meget høyt antall i trøndersk sammenheng.

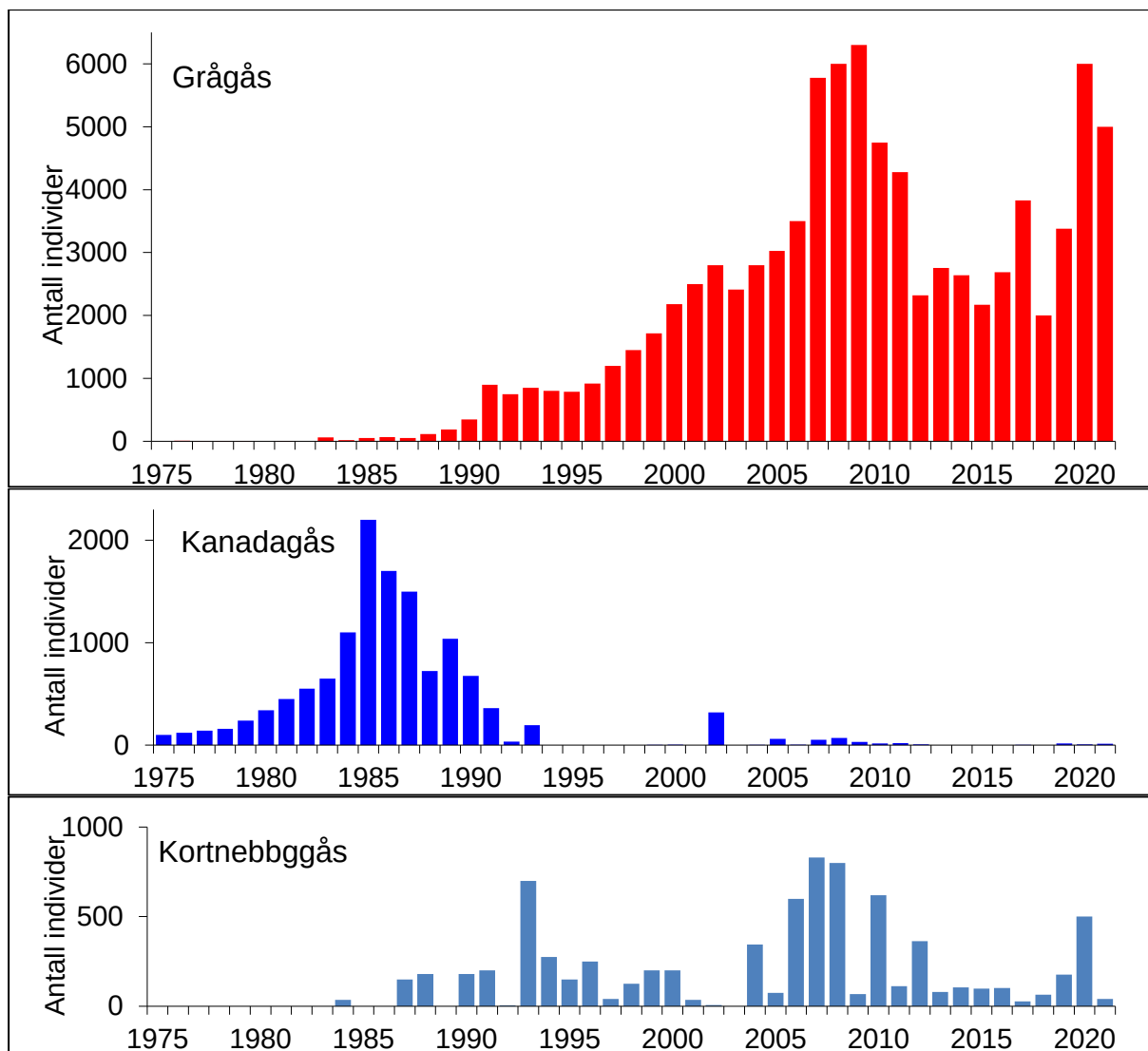
Hekkebestandene av våtmarksfugl i Gaulosen-Buvika-området er lave, men antallet av mange arter øker utover høsten og vinteren. I området overvintrer både lommer og dykkere, skarver og hegrer, og ikke minst gress- og dykkender. Buvika er godt kjent som et område med mye overvintrende stokkender (*Anas platyrhynchos*) og bestanden teller gjerne 500-800 individer (Figur 18a). De samles utenfor mølla der de finner spillkorn. Hvis man studerer flokkene med stokkand nøye, finner man også ofte krikkender (*Anas crecca*) og brunnakker (*Mareca penelope*), og noen ganger også mer uvanlige arter som stjertand (*Anas acuta*) og skjeand (*Spatula clypeata*). Studier tidlig på 1970-tallet viste at det kom stokkender fra hele Skandinavia for å overvintrere i området. Utløpet av Gaula er også kjent som en viktig overvintringsplass for sangsvane (*Cygnus cygnus*) i Trøndelag (Suul 1974, 1975, Lorentsen og Bangjord 1982). Årlig overvintrer rundt 100-200 individer som hovedsakelig holder til i de samme områdene som gressendene, i tillegg til å oppholde seg på åkrene på Øysand og langs elva fra Leinøra til Volløya (Figur 18a). Hvis man løfter blikket noe, og speider utover sjøen er det i vintersesongen flokker av kvinand (*Bucephala clangula*), havelle (*Clangula hyemalis*) og ærfugl (*Somateria mollissima*) som dominerer innenfor området Gaulosen-Buvika (Figur 18b). Antallet overvintrende kvinender ligger på rundt 100 individer. Overvintringsbestanden av havelle varierer mye, fra et titalls individer til over hundre. Brekkgrunnen utenfor Brekkberga var tidligere et viktig overvintringsområde for ærfugl. Her beitet de sannsynligvis på store forekomster av blåskjell (*Mytilus edulis*) i det grunne farvannet. Det ble årlig talt over 1000 overvintrende individer (Suul 1974, Bangjord og Lorentsen 1982), men i likhet med resten av Trondheimsfjorden (Det nasjonale overvåkingsprogrammet for sjøfugl) har bestanden gått tilbake også her. De siste 10 årene er det sjeldent talt mer enn 100 individer. Av andre andearter som overvintrer regelmessig, men i lavere antall innenfor området, kan nevnes svartand (*Melanitta nigra*), sjøorre (*Melanitta fusca*) og siland (*Mergus serrator*). Disse forekommer gjerne i noen titalls individer, men et betydelig større antall fugler raster årlig under vår- og høsttrekket. Svartand og sjøorre observeres regelmessig på næringssøk ved Brekkgrunnen, som lenge har vært regnet som det viktigste området for dykkender på næringssøk i Gaulosen (Størkersen 2004).

Gaulosen har blitt et stadig viktigere rasteområde for gjess (Figur 18a og 19). Tidligere var kanadagåsa (*Branta canadensis*) den mest tallrike gåsearten i Gaulosen og Buvika, både om høsten og vinteren. Vinterstid kunne man se barn håndmate noen av de i utløpet av elva Vigda i Buvika. I 1986 ble det imidlertid åpnet for jakt på arten, og kort tid etter sluttet de fleste kanadagjessene å bruke området. Ikke lenge etter begynte antallet rastende grågjess (*Anser anser*) å øke. Man ser dem i spesielt høye antall på sandbankene og i sjøen utenfor Storøra (Figur 18a), der de hviler etter å ha beitet på kornåkrene fra Byneset til langt forbi Klett. Antallet fugl varierer med flo og fjære, og i forhold til potensielle forstyrrelser i området (hovedsakelig jakt og fiske fra båt). Noen ganger kan til dels store flokker raste langs land rett vest for det nordre fugletårnet, i fjæra nedenfor Bråleiret/Apoteket, eller oppover elva ved Kuøra og mot Volløya, og ovenfor Udduvoll bru (Figur 18a). Under jakta kan store flokker legge seg til for natta langt ute i fjorden.



Figur 18. Kart som viser de viktigste tilholdsstedene for a) gressender (blå) og gjess (rød), b) dykkender og fiskender og c) måker (blå) og vadefugler (rød). Åkrene rundt området benyttes til næringssøk for blant annet gjess og gressender i området. Polygonene er lilla der hvor de røde og blå polygonene overlapper. Fjæresonen fra øvre til nedre flomål er vist med brungrønn farge. Fuglene forflytter seg mellom de ulike områdene for å finne plasser for å søke næring, raste og hekke. Hvilke områder som benyttes er avhengig av tidevann, tid på døgnet og tid på året. Basert på Suul 1975, Lorentsen og Bangjord 1982 og Reitan 1994. Kartkilde: Kartverket.

Store flokker av rastende grågjess er noe av det mest spektakulære en kan oppleve i Gaulosen om høsten, særlig når flokker på tusenvis av gjess kommer kaklende ned fra jordene for å hvile i osen. Særlig sent på kvelden, når det har blitt for mørkt til å beite, kan man oppleve dette. På det meste er det talt over 6000 grågjess i området (Follestad & Bollingmo in prep). Noen ganger er det over 1000 grågjess som overnatter i Buvika. Det er mulig at Buvika er et alternativt område til osen når de blir forstyrret der, bl.a. av jakt på åkrene inntil osen. Det totale antallet som raster i området kan være betydelig høyere enn dette, når en tar hensyn til at det kan skje store utskiftninger i flokkene, ettersom noen gjess trekker videre og nye kommer til. Regelmessige tellinger viser hvordan antallet økte jevnt og trutt fram til 2008-2009, da det sank relativt fort ned til et nivå på rundt 2500 individer, før det igjen økte (Figur 19). En mulig forklaring på reduksjonen i antallet grågås som raster i området kan være at de nå i langt større grad raster på Innherred, nord i Trøndelag, der antallet har økt parallelt med reduksjonen i Gaulosen (A. Follestad pers. obs.). Observasjoner av halsringmerkede grågjess viser at flere gjess som noen år rastet i Gaulosen, senere ble sett på Innherred. Senere har antallet igjen økt i Gaulosen, og vi ser at merkede fugler som først er sett på Innherred, nå også blir sett i Gaulosen. Dette viser hvordan Gaulosen er en viktig del av hele Ramsarområdet Trondheimsfjorden våtmarksområde. Fra slutten av september og i oktober kan det også raste flokker av kortnebbgås (*Anser brachyrhynchus*) i Gaulosen, noen ganger over 1000 individer. De siste årene har imidlertid de aller fleste kortnebbgjessene rastet fra Stjørdal og innover i fjorden. Dette er fugler som tilhører Svalbardbestanden av kortnebbgås.



Figur 19. Antall rastende grågås, kanadagås og kortnebbgås i Gaulosen og Buvika, vist for hvert år med det høyeste antallet som er sett på en dag i løpet av høsten. Antall kanadagås gikk ned etter at det ble åpnet for jakt i 1986 (fra Follestad & Bollingmo in prep.).

På grunn av den store tidevannsforskjellen i området eksponeres langstrakte fjæresoner og gruntvannsområder på lavvann i Gaulosen og Buvika. Sammen med strandengene på Øysand skaper dette viktige habitater for vade- og måkefugl (Figur 18c). Områder har viktige funksjoner for overvintring, hvile, næringssøk og hekking (Lorentsen og Bangjord 1982, Størkersen 2004). Blant måkene er det fiskemåke (*Larus canus*), hettemåke (*Chroicocephalus ridibundus*), gråmåke (*Larus argentatus*) og svartbak (*Larus marinus*) som er tallrike i området. Gråmåke og svartbak overvintrer i området, mens alle fire artene er tallrike under sommerhalvåret, og i trekketidene. I tillegg observeres sildemåke (*Larus fuscus*) jevnlig i området i sommerhalvåret, under trekket kan tidvis store antall sees rastende på Storøra og lengre oppover Gaula ved Volløya. Storøra huser en hekkekoloni med fiskemåke og noen få makrellterner (*Sterna hirundo*), tidligere var det en stor koloni av hettemåker her. For måkene utgjør sandbanken på Storøra en meget viktig plass for hvile og næringssøk (Figur 18c), hvor flere tusen individer tidvis kan observeres samtidig. Flere hundre måker søker også næring i fjæreområdene i Buvika. Spesielt området nederst i fjæra fra utløpet av elven Vigda til møllene er funnet å være spesielt viktige (Reitan 1994).

Artslisten over vadefugler som regelmessig observeres i Gaulosen og Buvika er lang (Lorentsen & Bangjord 1982). Flere av artene raster i kortere perioder i Gaulosen og Buvika i trekketidene, spesielt gjelder dette under vårtrekket. Under høsttrekket er det stort sett ungfugler som raster i Gaulosen,

og for noen arter varierer antallet ut fra om hekkesesongen i nord og østover inn i Russland har vært vellykket eller ikke. Områdets betydning som rasteplass må sies å være meget stor, det er et stort antall arter som er innom området og enkelte arter opptrer i store antall (Lorentsen & Bangjord 1982, Størkersen 2004). Arter som regelmessig observeres under trekket inkluderer blant annet dvergsnipe (*Calidris minuta*), myrsnipe (*Calidris alpina*), brushane (*Calidris pugnax*), gluttsnipe (*Tringa nebularia*), heilo (*Pluvialis apricaria*) og vipe (*Vanellus vanellus*) (Lorentsen & Bangjord 1982). Antallet vadefugler som hekker i området er beskjedent sammenliknet med antallet under trekket, men området er likevel regionalt meget viktig. Av hekkende vadefugler finner en tjeld (*Haematopus ostralegus*), temmincksnipe (*Calidris temminckii*), sandlo (*Charadrius hiaticula*), rødstilk (*Tringa totanus*), storspove (*Numenius arquata*) og strandsnipe (*Actitis hypoleucos*). De fleste av disse øker også i antall i området under trekket. I tillegg hekker dverglo (*Charadrius dubius*) litt lengre opp i Gaula og kan sees næringssøkende ved elvemunningen. Under næringssøk benytter fuglene ofte de øverste delene av fjæreområdene med de største ansamlingene på Storøra, i Buvika fra utløpet av Vigda til møllene og langs fjærene fra Mule mot Storøra (Figur 18c). Bruken av fjæreområdet ved campingplassen og nordover begrenses av aktiviteten til folk i området.

Mange av fugleartene som området har stor betydning for finner vi på den nasjonale rødlisten (Stokke mfl. 2021). Her er det blant annet arter som tidligere var tallrike i Gaulosen og Buvika, men der bestandene har gått tilbake nasjonalt. Av disse artene kan nevnes: Ærfugl (sårbar, VU), sjøorre (VU), svartand (VU), havelle (nær truet, NT), fiskemåke (VU), hettemåke (kritisk truet, CR), makrellterne (Sterkt truet, EN), horndykker (*Podiceps auritus*) (VU), alke (*Alca torda*) (VU), vipe (CR), storspove (EN), dverglo (VU) og brushane (VU). Dette er arter som det kan kreves å ta utvidet hensyn til gjennom spesielle forvaltningstiltak i området. Gaulosen inngår i Ramsarområdet Trondheimsfjorden våtmarkssystem og er dermed anerkjent som et internasjonalt verneverdig våtmarksområde. Det er Gaulosen som et uberørt elvedelta og de store antallene av rastende grågås og kortnebbgås, samt tidligere store antall ærfugl, som har gitt området Ramsar-status (Størkersen 2004). Ramsarkonvensjonen har retningslinjer for hvordan slike områder skal forvaltes for at verneverdiene skal ivaretas på en tilstrekkelig god måte.

De nasjonale og internasjonale verneinteressene i våtmarksområdene i Gaulosen-Buvika og nærheten til Trondheim, med sine utdannings- og forskningsmiljøer, gjør at området representerer en unik mulighet i forsknings- og utdanningssammenheng. Det er få sammenlignbare byer i Norge som har tilsvarende muligheter. Området som nå inngår i Gaulosen marine verneområde og Gaulosen naturreservat representerer et av få uberørte deltaområder i Norge, i motsetning til f.eks. Orkdalsøra, og vil for all tid være viktig som et referanseområde for forvaltningsmyndighetene. En del av de funksjonelt meget viktige områdene for fugl i Gaulosen står imidlertid fremdeles uten vern. Dette gjelder spesielt områdene ved Kuøra, Volløya og Stavsengan som består av elveører, flomskoger, kroksjøer, flomdammer og meanderende elveparti. Disse arealene gir livsrom for mange karakteristiske og truede arter, og bør snarest vurderes vernet som en del av et større verneområde for nedre del av Gaula.

8 Kunnskapsbehov

8.1 Fysiske miljø - Bunnforhold og sedimentasjonsprosesser

Reidulv Bøe

En bærekraftig utvikling av norske kystområder krever detaljert kunnskap som grunnlag for gode beslutninger. Norges geologiske undersøkelse (NGU), Kartverket og Havforskningsinstituttet (HI) foreslår å etablere kartleggingsprogrammet *Marine grunnkart i kystsonen*.

En moderne kartlegging av kystsonen gir ny kunnskap som kan gjenbrukes av en lang rekke samfunnsaktører i mange år fremover. Dette gjelder særskilt kommuner, fylkeskommuner, Fylkesmannen, Fiskeridirektoratet, Kystverket, Miljødirektoratet, Mattilsynet, Forsvaret, forsknings- og utviklingsmiljøer og næringslivsaktører innen fiskeri, havbruk og gruvedrift. Godt kartgrunnlag gir bedre beslutningsgrunnlag for miljøvern, bærekraftig utvikling og sikkerhet i kystsonen.

Gjennom et treårig pilotprosjekt (2020-2022) har etatene laget en portefølje på ca. 50 arealdekende datasett, som dekker behov som er meldt inn fra brukere i privat og offentlig sektor. Pilotprosjektet omfatter Stavanger kommune, og deler av Ålesund/Giske og Skjervøy/Kvæangen. Resultatene fra pilotprosjektet finnes på <https://www.kartverket.no/geodataarbeid/marine-grunnkart-i-kystsonen>. De tre samarbeidspartnerne har levert et satsingsforslag til Kommunal- og distriktsdepartementet om å gjennomføre Marine grunnkart i kystsonen som et nasjonalt program fra 2023. Satsingen har et budsjett på 4,8 milliarder kroner over 20 år.

Det er usikkert om programmet, hvis det får bevilgning, vil starte kartleggingen i Gaulosen i en tidlig fase. Det bør derfor utarbeides marine grunnkart for Gaulosen uavhengig av Marine grunnkart i kystsonen, spesielt fordi området allerede er vedtatt som et marint verneområde. Marine grunnkart består av et knippe kartprodukter som bygger på hverandre; dybdekart, geologiske kart, oseanografikart, naturtypekart og kart over miljøtilstand, i tillegg til mange avledede kartprodukter.

For Gaulosen marine verneområde og tilstøtende områder vil det i første omgang være viktig å utarbeide følgende kart:

- Detaljerte dybdekart – plattform for 3D terrengmodeller og temadatakart
- Kart over bunntyper og bunnsedimenter – plattform for temadatakart og naturtypekart
- Kart over miljøgifter i sjøbunnen – gir økt kunnskap om konsekvenser av forurensning
- Kart over bunnformer/skredområder
- Kart over strøm og bølgepåvirkning

Disse kartene, i kombinasjon med biologisk informasjon, danner igjen grunnlag for utarbeidelse av naturtypekart etter Natur i Norge (NiN).

Det foreslåtte kartleggingsprogrammet vil også gi det nødvendige datagrunnlaget for å gå videre med forvaltnings- og forskningsrelaterte prosjekter i Gaulosen marine verneområde. Dette kan være prosjekter relatert til sedimentasjonsprosesser, endringer i biologisk mangfold osv.

8.2 Bunndyr

Torkild Bakken, Jon-Arne Sneli og Johanna Järnegren

En samlet vurdering av kunnskap om bunndyr i Gaulosen er at denne i stor grad er av eldre dato, den er fragmentert og dermed ikke representativ for hele området. Selv om kunnskapsgrunnlaget basert på de undersøkelsene som finnes er bra, er det spinkelt fordi undersøkelsene er spredt i tid og geografisk. Kunnskap om artsmangfold på hardbunn er svært mangelfull.

De tidlige bunndyrundersøkelsene som ble gjennomført i Gaulosen fordeler seg på to undersøkelser med 0,1 m² grabb, én i 1972-73 og én i 1983, en relativt enkel fjæreregistrering og en større registrering med forskjellige kvalitative bunnredskaper i oktober 1981. Materialet fra innsamlingene i 1981 ble først behandlet i 2014 og en del av blant annet krepsdyrfaunaen lot seg vanskelig identifisere. I 2014 ble det foretatt en videoregistrering, og en innsamling av fauna med strandnot i Øysand-området (Järnegren mfl. 2014). I 2014 ble det også gjort undersøkelser i fjæra på Øysand i forbindelse med en mastergradsoppgave (Haugen 2016).

Gaulosen representerer en rekke ulike naturtyper både i fjæra, på grunt og dypt vann. Hvilke naturtyper som er representert er til nå mer antatt enn basert på vitenskapelig kunnskap. Hvordan de fordeler seg er heller ikke kartlagt. Hele Gaulosen sett under ett, inkludert områdene utenfor verneområdet, er svært sammensatt og er dermed et interessant område over relativt korte distanser. Det er bløtbunnområdene i fjæra og på dypt vann som er best undersøkt. Undersøkelsen i 2014 inkluderte hardbunnsområder med bruk av tauet videorigg. Dette representerer de eneste undersøkelsene av hardbunn, og er dermed bare for stikkprøver å regne.

En videreføring av innsamling med strandnot i de grunne områdene nært land og bruk av sleder til innsamling av dyr på dypere vann vil være av stor interesse for et bedre innblikk i bunnfaunaen i området. Fordi Gaulosen til dels er et estuarium er krepsdyrfaunaen sannsynligvis langt mer variert enn andre steder i Trondheimsfjorden, og det er påvist rik forekomst av flere arter sjøfjær. Grundigere undersøkelser både i fjæresonen og på de forskjellige naturtypene på dypere vann vil kunne gi langt mer kunnskap om denne faunaen enn hva vi vet fra tidligere undersøkelser.

Estuarier er for øvrig lite eller slett ikke undersøkt i Norge. Etter som Gaulosen er et av de største estuariene vi har, vil en mer total registrering av estuarie-arter, i tillegg til krepsdyrene gi svært god informasjon om slike arters utbredelse i norske farvann til bruk blant annet i forvaltningen. En detaljert kjennskap til hvilken fauna som finnes i Gaulosen-estuariet vil videre gi opphav til mer dyptgående studier av dyrelivet i dette spennende naturområdet, som også kan settes i system i undervisning og utdanning.

Overvåkingsprogrammet Økokyst i regi av Miljødirektoratet har en fast stasjon i Korsfjorden som omfatter hydrografi, plankton og bunnprøver (Dolven et al. 2016). Denne ligger et stykke fra verneområdet lengre ut mot selve Trondheimsfjorden.

Anbefaling

En mer detaljert kartlegging av det biologiske mangfoldet i sammenheng med naturtypene må settes i system slik at et godt kunnskapsgrunnlag for Gaulosen kan oppnås.

- Stasjonsnettet som er brukt for kvantitative undersøkelser på bløtbunn i 1972-73 og 1981 (Järnegren mfl. 2014) bør undersøkes med jevne mellomrom, for eksempel på 10-årsbasis. Kvalitative undersøkelser med bruk av tradisjonelle innsamlingsredskaper som sleder og skrapere gir den beste informasjonen om mangfoldet i de ulike naturtypene i området.
- Detaljert kunnskap kan med dagens og kommende teknologi til dels enkelt overvåkes med bruk av undervannsfarkoster, både fjernstyrte (ROV) og autonome (AUV). Det er likevel viktig å peke på at automatisert kartlegging og overvåking ikke kan erstatte bunnprøvetaking, men vil være et viktig supplement til dette. Metodene utfyller hverandre på en god måte og bør benyttes i sammenheng.
- Mer systematiske undersøkelser av lokaliteter med hardbunn må gjennomføres, med detaljert geolokalisering. Det er flere lokaliteter mellom Buvika og Børse (på begge sider av grensa til verneområdet) som besøkes jevnlig av dykkere for å fotografere koraller, spesielt viftekoraller. Det bør være naturlig å samarbeide med fritidsdykkere gjennom folkeforskning (citizen science) der dykkere og undervannsfotografer kan overvåke forekomst og påvirkning over tid. Internasjonalt (OSPAR) er ansamlinger av ulike arter koraller (*coral gardens*) en truet naturtype og har spesiell oppmerksomhet.
- En kartlegging av ulike bunnhabitater vil ha best effekt hvis den kan gjennomføres der kunnskap om geologiske og hydrografiske forhold ligger til grunn.

- På grunt vann bør det gjøres detaljerte undersøkelser i fjæra, men også overgangen til strandeng og andre terrestriske naturtyper vil være viktig å kartlegge.

8.3 Fisk

Jan Grimsrud Davidsen og Jarle Mork

Eksisterende oppfatninger om forekomst og diversitet for fisk i området Korsfjorden/Gaulosen er i betydelig grad basert på ekstrapolering fra undersøkelser på lignende lokaliteter i Trondheimsfjorden. Det generelle bildet for marin fisk er at forekomst og diversitet er tett koblet til breddegrad (temperatur) og dyp/sediment (temperatur, bentiske og pelagiske byttedyr). Et unntak er kunnskapen om sjørørretens bruk av Gaulosen som har blitt mer detaljert kartlagt (Davidsen mfl. 2020; Omholt, 2020).

Temperaturøkningen i det nordøstlige Atlanterhavet har medført forskyvninger av grenser for nordlig-sørlig utbredelse og forekomst langs norskekysten, for mange kommersielle fiskearter, som for eksempel torsk, hyse og hvitting. Det synes rimelig å anta at dette også gjelder for mindre påaktede fiskearter og deres diversitet, og som en effekt kanskje også selve økosystemene. Bunnlevende fisk utgjør kanskje et mer pålitelig mål for biodiversitet enn de pelagiske og migrerende fiskeartene. Det finnes historiske "inventar-lister" for Trondheimsfjorden, men de gjelder i hovedsak for dens indre deler (Mork 2000).

I takt med økningen i havtemperaturer kan man forvente forandringer i artssammensetning og -diversitet også i Trondheimsfjorden. Eventuelle nye arter i fiskefaunaen vil komme utenfra, og derfor tidligere til fjordens ytre deler enn til de indre. Korsfjorden tilhører dypområdet i ytre Trondheimsfjorden, og er et relevant område for overvåking av eventuelt nye fiskearter som etablerer seg i fjorden og, eventuelt, "gamle" arter som sliter med tilstedeværelsen.

Trondheimsfjordens hydrografi påvirkes betydelig av årvisse innstrømninger av vann fra kysten, som medfører utskifting av bunnvannet i fjorden (Jacobson 1983). Det innstrømmende vannet med tilhørende organismer er en kilde til påvirkning av det marine økosystemet i fjorden. Samtidig vil varmere vann i seg selv være en faktor for forandring. Tidsserier med hydrografi viser signifikante forandringer i bunnvannet i målinger fra 1963, og særlig fra ca. 1990, til i dag for temperatur (økning) og oksygenmetning (reduksjon).

En overvåking av fysiske faktorer er sentral og bør være en selvfølgelig del av en biologisk overvåking av Trondheimsfjorden med dens estuarier. Sammen med regelmessige undersøkelser av fiskefaunaen i Frohavet og Stjørnfjorden, som NTNU har etablert i forbindelse med undervisningen i marin biodiversitet, vil den danne en effektiv "førstelinje" for deteksjon av forandringer i biodiversiteten under et pågående klimaskifte.

Det meste av nåværende kunnskap om marin fisk i Trondheimsfjorden stammer fra vitenskapelige undersøkelser i indre fjord (Mork 2000). For Korsfjorden og de tilliggende estuarier i Gaulosen og Orkdalsfjorden er kunnskapen, med unntak av sjørørret (Davidsen mfl. 2020; Omholt, 2020; Davidsen mfl. 2021b) mye mer sparsom. Estuarier kan fort bli "hot-spots" for forandring i flere retninger på grunn av følsomheten for økende nedbørsmengder og økt tilførsel av organisk materiale.

Innsamling av oppdaterte data for marin fisk bør koordineres med fortsatte studier/overvåking av anadrom fisk i estuariet fordi de gjensidig påvirker hverandre. Eksempelvis er en av de første utfordringene for utvandrende anadrom smolt å komme seg forbi en årstidsynkronisert ansamling av predator-fisk i estuariene (torsk, hyse, sei) som er påvist å ta grådige for seg av smolten (Hvidsten & Lund, 1988). Basert på kunnskap fra andre elveosier i og utenfor Trondheimsfjorden, vil det forventes at laks (både smolt og veteraner) oppholder seg kortere tid i estuariet under inn- og utvandring, mens sjørørreten kan stå i dette området i uker eller måneder (Jonsson & Jonsson, 2011; Thorstad mfl. 2012; Davidsen mfl. 2021a; Davidsen mfl. 2021b).

Metoder for kartlegging og overvåking

For å kartlegge bruken av området i tid og rom til arter som eksempelvis torsk, hyse, sei, sjøørret og laks kan en benytte akustisk telemetri. Ved å plassere ut et stasjonsnett av automatiske lytte-stasjoner sammen med merking av individuell fisk med elektronisk merke, kan vandringer, habitatbruk og predasjon følges gjennom hele året (se eksempelvis Davidsen mfl. 2020 og Figur 16). Om en merker ulike arter samtidig vil en få verdifull kunnskap om graden av økologiske interaksjoner mellom artene, eksempelvis i form av predasjon fra torsk og sei på utvandrende lakse- og ørretsmolt.

For mer kvalitativ kartlegging av arters tilstedeværelse, eksempelvis for å overvåke om fremmede arter inntar Gaulosen, kan en bruke DNA-teknologi som miljøstrekkoding (eDNA) (se f.eks. Holman mfl. 2019, Dunshea mfl. 2021). Ved denne metoden samles sediment- og vannprøver inn fra det aktuelle området, og spor av DNA i disse prøvene vil avslører hvilke arter som er til stede. Metoden har sine svakheter, men er under stadig utvikling. En kan også bruke autonome farkoster som ROV eller AUV med ulike sensorer for å dokumentere arts mangfold og bunnforhold i Gaulosen.

Andre metoder som også kan være aktuelle er:

Fra Korsfjorden inn til ca. 20 m dyp i estuariet:

- Bunntrål med finmasket innlegg i trålposen.
- Teiner og ruser.

Mot land fra 20 m kote inn til ca. 3-5 m dyp (ca. ytre rekkevidde for strandnot):

- Dag og natt visuell observasjon:
 - SCUBA-dykking med video/foto
 - Undervannsdrone (ROV)
 - Videorigg stereo-BRUVS (Baited Remote Underwater Video Systems)
- Dag og natt fangstredskap: Teiner og ruser.

Tidevannssonen:

- Dag og natt visuell observasjon
- Strandnot/håndhåv på flo sjø.
- Teiner/ruser på flo sjø

Tidevannsbasseng:

- Visuell observasjon og håndhåv, eventuelt teiner og ruser.

8.4 Fugler

Thomas Kvalnes, Arne Follestad og Svein-Håkon Lorentsen

Kunnskapen om fugl i Gaulosen er god takket være den store interessen for fugl i området blant frivillige gjennom årtier. Erfaringer med rapporteringssystemet Artsobservasjoner viser at mange legger inn observasjoner, men unnlater å registrere mange av de vanligste artene. Overvåking av vanlige arter bør ikke baseres utelukkende på slike registreringer. Det er dermed et behov for å systematisere innsamlingen av data for å legge til rette for mer detaljert kunnskap som kan kaste lys på endringer i størrelsen på raste-, overvintrings- og hekkebestander, endringer i fuglenes bruk av området, og kartlegging og evaluering av trusler for det biologiske mangfoldet i området.

Noen av de største truslene for de fysiske kvalitetene i området kan ligge utenfor verneområdene oppstrøms langs Gaula og sidevassdragene (se bl.a. kapittel 1 og 3). For eksempel vil uttak av masser, steinsetting for å hindre erosjon og liknende tiltak kunne føre til erosjon av bløtbunnsområdene i Gaulosen. Forsøpling og forurensning oppstrøms vil føres til Gaulosen og true det biologiske mangfoldet. En bærekraftig forvaltning av verneverdiene i Gaulosen forutsetter et tilstrekkelig detaljert kunnskapsgrunnlag. I denne forbindelse vil kunnskap om utviklingen av fuglebestandene i Gaulosen være viktig i seg selv og vil i tillegg kunne benyttes som en tilgjengelig

generell indikator for økosystemets tilstand, da ulike arter responderer på ulike trusler og representerer ulike nivåer i næringskjeden.

Gjess

Gaulosen og Buvika er viktige raste- og hvileområder for flere gjess, særlig under høsttrekket (grågås og kortnebbgås) og vinterstid (kanadagås). For grågås er det en viss utveksling av fugler som bruker både Gaulosen-området og rasteplasser lenger inn i fjorden, med Stjørdal, Frosta, Levanger/Verdal som noen av de viktigste. Forekomsten av så store antall gjess som det er snakk om her, medfører både avlingstap i form av beiteskader i landbruket, og et attraktivt jakttilbud dersom jakta tilrettelegges på en god måte. Bedre innsikt i og kunnskap om hvordan gjessene bruker Gaulosen-området er ønskelig både for å kunne forvalte bestanden i dette området, og for å kunne evaluere tiltak som jakt på kortnebbgås som er brukt for å holde bestanden innenfor bestandsmålet på 60 000 individer som er satt i en internasjonal forvaltningsplan for arten (Madsen & Williams 2012).

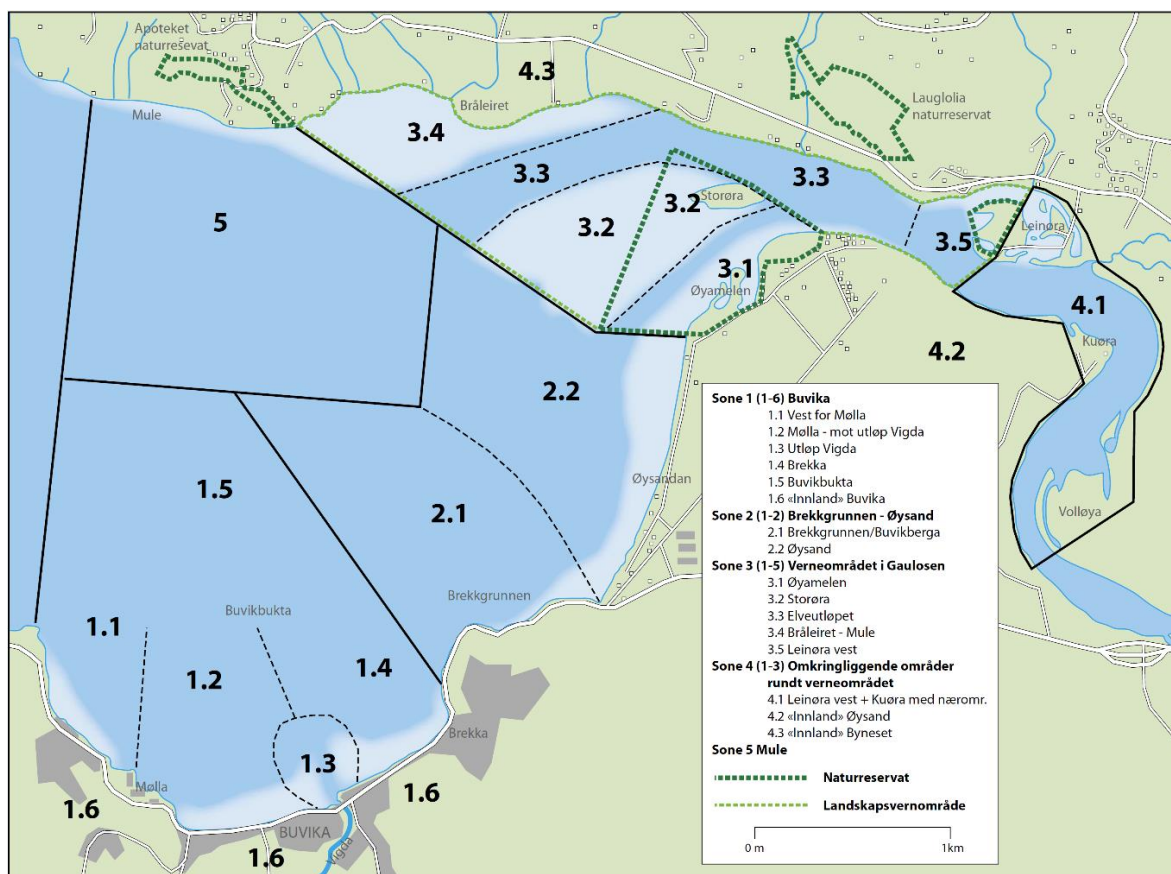
Overvåkning og kartlegging

Systematiske tellinger av fugler kan gi detaljert og enkelt tilgjengelig kunnskap. Blant annet om endringer i antall fugler, bevegelser mellom ulike nøkkelområder, endringer i nøkkelområdenes kvalitet og den relative bruken av ulike områder gjennom året. Slik kunnskap krever overvåkning over tid og kan benyttes av myndighetene til å tilpasse forvaltningen av området for å sikre god status for verneverdiene. Det er dermed viktig å fortsette den overvåkingen av hekke-, raste-, og overvintringsbestandene av fugl i området som er gjennomført og planlagt. Ukentlige totaltelling av fugl i området ble gjennomført i 2007 og i 2017. Gaulosen ble da delt opp i fem soner med en rekke mer detaljerte undersoner hver (Figur 20) og alle fugler av ulike arter ble registrert en gang i uken fra januar til desember. Hvert tiende år satt som et aktuelt intervall i «Forvaltningsplan for Gaulosen marine verneområde» (Ulsund 2017), slik at neste totaltelling er tenkt i 2027. Disse tellingene kan gi kunnskap om bruken av ulike deler av området gjennom året og kan informere om større trender over tid i bestandsstørrelser for rastende, overvintringende og hekkende fugler. Spesielt fokus kan gis karakterartene i området eller et utvalg arter som opptre i større antall og bruker området til hekking, overvintring eller rasting under trekket. Forekomsten av disse artene vil kunne fungere som indikator for endringer i den økologiske statusen til området.

Den tiårige overvåkingen av fuglene i området er imidlertid grovkornet slik at resultatene vil være avhengig av fuglenes årlige endringer i bestandsstørrelse og variasjon i områdebruk mellom år. Dette ser vi for eksempel fra de årlige tellingene av grågås og kortnebbgås som er gjort i Gaulosen (se kapittel 7). Tiårige tellinger vil derfor være vanskelig å benytte til å få en mekanistisk forståelse av prosessene som påvirker antall fugler som bruker området og vil være lite informative om bestandstrender over tid. Til dette anbefaler vi en hyppigere overvåkning av området. En halvering av tiden mellom tellingene til fem år ville gi en betydelig forbedring i forhold til blant annet å oppdage konsekvenser av miljøendringer og kartlegging av endringer i verneverdiene. Enda mer detaljerte og tilpassede undersøkelser vil kunne være nødvendige for å kartlegge for eksempel:

- Konsekvensen av økt ferdsel og tiltak for tilrettelegging og kanalisering av ferdsel i og ved verneområdet.
- Påvirkningen av erosjonssikring oppstrøms i Gaula for næringsgrunnlaget til fugler i Gaulosen.
- Viktigheten av intakte naturområder langs Gaula for ulike fuglearter som søker næring i Gaulosen.
- Årlig variasjon i hekke-, raste- og overvintringsbestander.

Samkjørte undersøkelser mellom Gaulosen og andre viktige våtmarksområder i Trondheimsfjorden våtmarkssystem kan også være aktuelt for å få en bedre forståelse av fordelingen av arter mellom ulike områder under trekk og overvintring.



Figur 20. Kart som viser inndelingen av soner som er brukt under totaltelling av fugl hver uke gjennom året. Totaltelling ble utført i 2007 og 2017. Kartet er utformet av Georg Bangjord, Statens Naturoppsyn.

8.5 Kartlegging og miljøovervåking i et tverrfaglig perspektiv

Jo Arve Alfredsen og Torkild Bakken

Undersøkelser av fjorden har ulike karakter etter hensikt og mål med undersøkelsene. Nysgjerrighet og oppdagende undersøkelser er blant slike undersøkelser. Selv fjorder og nære kystområder er dårligere undersøkt og kartlagt enn vi er klar over. Forskningsprosjekter og kartlegging av arter og naturtyper er aktiviteter som vil bidra med verdifull kunnskap. Slike aktiviteter kan gjennomføres isolert, eller være elementer i programmer eller overordnede prosjekter som setter innhenting av kunnskap i system og sammenheng. Prosjekter gjøres etter et opplegg (design) som er lagt opp etter de spørsmålene det skal svares på i prosjektet. Disse kan derfor ha svært ulike karakter. I flere sammenhenger er det aktuelt å bruke et etablert design, for eksempel etablert prøvetaking og behandling av innsamlede prøver og data etter gitte standarder. Informasjon og kunnskap kommer også på plass gjennom oppdagende aktivitet som ikke er planlagt, og ved tilfeldige observasjoner.

Et viktig tiltak med innsamling av data, av alle typer, er å samle disse i åpne registre og databaser etter gitte standarder. Det er også mange undersøkelser som gjøres der data og resultater ikke legges over i offentlig tilgjengelige databaser. Dette representerer et mulig kunnskapstap på sikt, og må unngås. Av den grunn er det viktig at forvaltningsmyndigheter på ulike nivåer stiller krav om leveranse av innsamlede data i aktuelle registre. Slike registre må være lagt til rette for enkel brukarmedvirkning, og knyttes sammen i åpne visningsportaler som henter informasjon fra dataeiere i sanntid. Det samme gjelder for aktiviteter og prosjekter som er egeninitiert og ikke er bestilt.

I forbindelse med kartlegging og miljøovervåking samles det ofte inn fysiske prøver av organismer og sedimenter. I sammenheng med disse gjerne også kjemiske prøver for miljøgifter. Data av vannkvalitet og oseanografiske data kan hentes inn gjennom faste bøyere som kan gjøre overvåking over tid. I Gaulosen vil dette være å anbefale. I regi av NTNU og SINTEFs etablering av Trondheimsfjorden som storskala forskningsinfrastruktur, en del av det såkalte OceanLab-prosjektet (www.ntnu.edu/oceanlab), er det installert sensorbøyere i nærheten av Gaulosen som allerede nå gir sanntidsmålinger av en rekke essensielle vannparametere. Målingene er i stor grad offentlige og åpent tilgjengelige gjennom [internett](#), og tidsserier lagres for ettertiden i skybaserte databaser.

Tradisjonelt har forskning på fjord og hav blitt utført ved hjelp av konvensjonelle overflatefartøyer, men framveksten av ulike typer robotiserte og autonome farkoster er i dag i ferd med å revolusjonere måten havforskning blir drevet på. Fjernstyrte undervannsfarkoster (ROV), autonome undervannsfarkoster (AUV), ubemannede overflatefartøyer (USV), og droner i lufta er eksempler på bevegelige plattformer som er godt egnet til å bære avanserte instrumenter og gir typisk et lite «fotavtrykk» i miljøene de ferdes. Slike roboter vil ikke bare effektivisere innhenting av data og informasjon fra fjord og hav, men vil også gi nye muligheter til å forstå hvordan ulike prosesser fungerer gjennom økt tilstedeværelse og dermed høyere oppløsning i tid og rom på måledata. Plattformene er egnet til å bære en rekke ulike instrumenter, som kameraer (konvensjonelle og hyperspektrale), sonarer og ekkolodd, og sensorer for ulike fysiske, kjemiske og biologiske vannparametere.

Med Gaulosens nærhet til forskningsmiljøene i Trondheim er stedet godt egnet til å teste ut, utvikle og ha aktiv bruk av nye måleplattformer og -teknologier gjennom ulike typer prosjekter. Som et eksempel på dette, har Gaulosen nylig blitt brukt som testområde for utviklingen av nye autonome overflatefarkoster utstyrt med sensorer for akustisk telemetri, det vil si roboter som på egenhånd kan søke etter, lokalisere og spore fisk og andre sjødyr som er utstyrt med miniatyriserte akustiske sendere. Figur 21 viser den bølgedrevne og stillegående autonome overflatefarkost «AutoNaut» (USV - *unmanned surface vehicle*), under utprøving i Gaulosen, og som senere har blitt brukt til kartlegging av vandringsatferd til laksesmolt i norske fjorder (Dallolio mfl. 2022). Tilsvarende viser Figur 22 en mindre elektrisk drevet katamaran og Figur 23 et autonomt undervannsfartøy (AUV) med samme kapasitet, der Gaulosen har fungert som testområde.

Grunnleggende og avanserte kurs og for studenter, små og store forskningsprosjekter kan med god planlegging bidra til at området blir kartlagt og overvåket innenfor de hensyn som må tas i et verneområde. På den måten kan mange lag med data og kunnskap knyttes sammen slik at all relevant informasjon blir tilgjengelig.

Miljøovervåking gjennomføres med prøvetaking av bløt eller hard bunn etter respektive standarder gitt fra miljømyndighetenes krav. Slike undersøkelser og overvåking kan utvides og suppleres med muliggjørende teknologier. Gaulosen vil være et godt egnet område for å jobbe med utvikling og testing av ulike typer teknologier.

Gaula har betydning for elveosen og fjorden utenfor utløpet. Det å se for eksempel hydrologi og transport av sedimenter og organisk materiale fra elva ut i Gaulosen i sammenheng, vil være interessante koblinger for hva som skjer i Gaulosen som marint miljø.



Figur 21. Den bølgedrevne autonome farkosten USV AutoNaut under uttesting i Gaulosen i september 2019. Farkosten er blant annet utstyrt med sensor for å søke etter og kartlegge bevegelser til akustisk merkede fisk. Foto Jo Arve Alfredsen.



Figur 22. Robotisert katamaranfartøy utstyrt med akustisk telemetrimottaker under utprøving ved Børsa. Foto Jo Arve Alfredsen.



Figur 23. Det autonome undervannsfartøyet «Harald» utstyrt med telemetrimottaker og vannkvalitets-sensorer i «snuten» under testing i Gaulosen. Foto Jo Arve Alfredsen.

8.6 Gaulosen som læringsarena

Eli Munkebye

Gaulosen naturreservat og landskapsvernområde, bestående av Gaulosen naturreservat, Leinøra naturreservat og Gaulosen landskapsvernområde og de nærliggende naturreservatene Lauglolia og Apoteket, utgjør et stort potensial som læringsarena både i barneskole, ungdomsskole og videregående skole.

Bruk av varierte læringsarenaer løftes fram i læreplanens overordnede del som viktig for å gi elevene praktiske og relevante erfaringer, for å fremme elevenes innsikt, samt motivasjon for læring (KD, 2017), dette på bakgrunn av nasjonal og internasjonal forskning (Kind 2003; Potvin & Hasni, 2014; Sjaastad mfl. 2014). En ny rapport fra norsk klasseromforskning peker på at det er relativt stor grad av elevaktivitet i naturfagtimene, hvor 57 % og 33 % av undervisningstiden på hhv. barne- og ungdomstrinnet var praktisk arbeid (Olufsen mfl. 2021). Dette i motsetning til tidligere klasseromsstudier som har vist til en klasseromspraksis hvor elevene lyttet, svarte på lærerens spørsmål og arbeidet med oppgaver (Klette 2003). Kvalitative studier av undervisning utenfor klasserommet har funnet at undervisningen her i stor grad preges av elevaktivitet (f.eks. Jordet, 2010; Munkebye, 2012; Remmen, 2014). Bruk av Gaulosen som undervisningsarena vil kunne bidra til en fortsatt positiv utvikling i retning av å gi elevene variert undervisning med større innslag av elevaktivitet som styrker elevenes læring og motivasjon.

Artskunnskap, dybdekunnskap og undervisningstilnærminger

Gaulosen og de tilgrensende naturreservatene har et rikt botanisk og zoologisk artsmangfold, i tillegg til ulike landskapstyper. Gaulosen naturreservat og landskapsvernområde består av et elvedeltaområde med truet og sårbar natur i form av aktivt marint delta og flomløp (Miljødirektoratet, Gaulosen). Her finner vi strandeng og strandsump, brakkvannsdelta, samt forekomster av tindved (*Hippophaë rhamnoides*). Det er registrert over 200 forskjellige fuglearter i området, hvor mer enn 40 av disse hekker her. I tillegg til hekkeplasser fungerer området som overvintringsplass og rasteplass for en rekke fuglearter. Området betegnes som et av de viktigste tilholdssteder for vann- og våtmarksfugl i søndre del av Trøndelag. Det er også påvist 151 sommerfuglarter i området. Av pattedyr, har området blant annet oter (*Lutra lutra*), grevling (*Meles meles*) og rådyr (*Capreolus capreolus*).

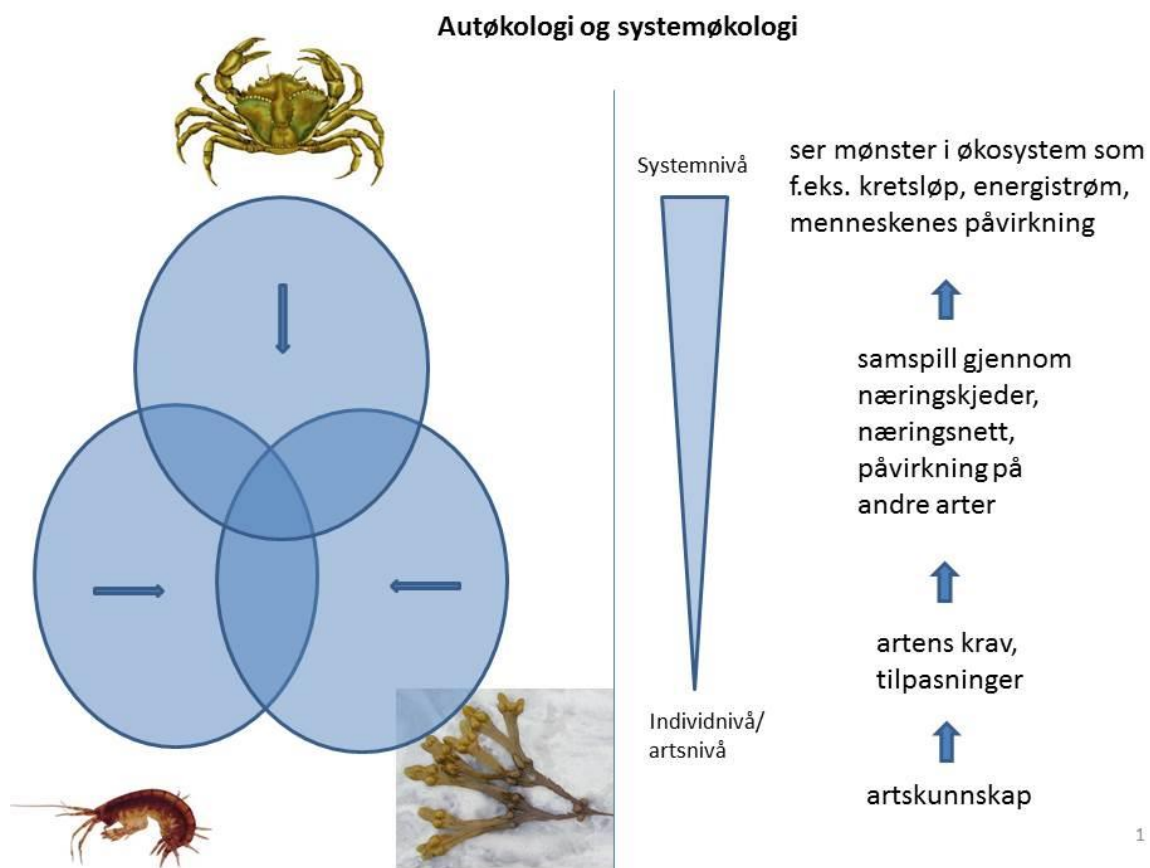
I Apoteket og Lauglolia naturreservat finner vi flere typer varmekjære plantesamfunn som tørrberg, tørrbakker, hasselkratt, almeskog og skogkantsamfunn (Miljødirektoratet, Apoteket). Lauglolia inkluderer også et område med grov og hurtigvokst gran (*Picea abies*) med trehøyde på over 25 meter (Miljødirektoratet, Lauglolia). Disse områdene representerer et meget gunstig utgangspunkt for økologiundervisning.

Tap av biologisk mangfold er en av de største miljøproblemene i dag, og redusert biodiversitet har avgjørende betydning for økosystemenes funksjon og menneskehetens overlevelse (Cardinale mfl. 2012; Hooper mfl. 2012). Denne forståelsen finner vi også igjen i læreplanens overordnede del, og der står det videre: "Barn og unge skal håndtere dagens og morgendagens utfordringer, og vår felles framtid avhenger av at kommende generasjoner tar vare på kloden." Dette kan forstås som at gjennom utdanning skal lærerne kvalifisere elevene til å møte og håndtere dagens og framtidige utfordringer, og vår felles framtid avhenger av at lærerne lykkes i dette. Dette skal skje gjennom utvikling av kompetanser, som for de yngre elevene oppnås via et fokus på lokale enkeltarter, og etter som elevene blir eldre utvides det med å se artenes tilpasning til det miljøet de lever i. På mellom- og ungdomstrinn utvides det ytterligere med et verne- og mangfoldsperspektiv.

Det nye læreplanverket som trådte i kraft høsten 2020 har færre kompetansemål enn tidligere læreplaner, og en tydeligere progresjon i læringsforløpet (KD, 2020), noe som er forventet å føre til dybdelæring. Dybdelæring beskrives i læreplanverkets overordnede del på følgende måte:

Dybdelæring i fag innebærer å anvende kunnskaper og ferdigheter på ulike måter, slik at elevene over tid kan mestre ulike typer faglige utfordringer individuelt og i samspill med andre. (KD, 2017, 11).

Gjennom dybdelæring skal elevene utvikle forståelse. Elever kan ha ulik grad av forståelse, og de kan opparbeide seg en gradvis forståelse over tid. Den kan utvikles fra en lav forståelse som kjennetegnes ved gjenkjennelse av begreper og det å kunne gjengi en definisjon, uten forståelse for betydningen av innholdet, til en aktiv forståelse hvor begrepene ses i sammenheng med andre relevante ord, hvor en kan bruke ordet i kjente og ukjente sammenhenger (Nagy & Scott 2000). Læreplanens tilnærming til økologi og naturmangfold kan, som vi så ovenfor, beskrives som en bottom-up-tilnærming hvor elevene starter på et individs-/artsnivå før de setter artene inn i en større økosystemsammenheng (Figur 24) (Magntorn & Hellden 2007). Dette i motsetning til en top-down tilnærming, hvor en starter på et systemnivå, for så å gå dypere inn i økosystemets enkelte deler etter hvert. I tillegg til å kunne navngi arter i nærmiljøet vil et artsfokus kunne by elevene glimt inn i fascinerende natur og påvirke elevene affektivt og dermed styrke elevenes interesse (Magntorn & Hellden 2007). Dette i motsetning til en top-down-tilnærming som viser seg å kunne svekke interessen (Magro mfl. 2001). Å ha tilgang til tilstrekkelig faglig kunnskap er en av faktorene som kan opprettholde og styrke barns interesse, men dette avhenger i stor grad av lærernes kompetanse (Skalstad & Munkebye 2022).



Figur 24. To ulike tilnærmingsmåter til økologi, systemtilnærming og autøkologisk (individ-) tilnærming (Fra Bakke & Munkebye 2016).

Gaulosen med sin artsrikdom og spesielle naturtyper representerer et stort potensial for undervisning som har som mål å lære elevene økologi og forberede dem på å møte fremtidige miljøutfordringer. De yngste elevene kan benytte området for å fokusere på enkeltarter, med progresjon i løpet av læringsløpet mot et systemfokus. Lærerne kan bruke tidligere undersøkelser/kartlegginger av arts mangfold for å få en ide om hvilke arter elevene kan forvente å finne. En slik forkunnskap vil kunne hjelpe lærerne til å utvikle godt tilpassede og relevante utfordringer til elevene. Elevene vil også kunne dra nytte av tidligere publikasjoner gjennom å sammenligne egne kartlegginger med disse. På nettsiden Miljølære.no og Artsobservasjoner.no kan elevene registrere sine artsfunn. Kartlegginger av arts mangfold, med påfølgende registreringer, vil gi undervisningen en samfunnsmessig relevans, noe som er ønskelig i norsk skole (Kunnskapsdepartementet, 2014).

Naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter

Naturfag omfatter ikke bare naturvitenskapelig kunnskap, men også hvordan kunnskap blir utviklet. Elevene skal ha kjennskap til naturvitenskapens egenart, gjennom blant annet å vite hva som kjennetegner naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter, som står fram som et kjerneområde i naturfaget i Fagfornyelsen (LK20). Gjennom opplevelse, undring, utforskning, erfaring og en praktisk tilnærming skal elevene få en forståelse for verden rundt seg i et naturfaglig perspektiv. Her trekkes naturvitenskapenes uttrykksformer, språk, tenke- og arbeidsmåter også fram som vesentlige.

Gaulosenområdets flora og fauna er godt beskrevet gjennom mange vitenskapelige publikasjoner og rapporter. Å lese hele eller deler av publikasjoner knyttet til det området som elevene benytter i undervisningen vil kunne være med på å gi undervisningen en virkelighetstilknytning, noe som ikke er så vanlig i skolen i dag. Publikasjonene kan være en måte å synliggjøre for elevene de ulike prosessene i en vitenskapelig undersøkelse og dette kan også være til inspirasjon for elevenes egne undersøkelser. Gjennom å lese publikasjoner vil elevene få erfaringer med autentiske naturvitenskapelige tekster som kan være modelltekster for elevene i dere egen skriving når de skal skrive rapporter fra egne undersøkelser.

Utdanning for bærekraftig utvikling

Skolen skal bidra til at elevene utvikler naturglede, respekt for naturen og klima- og miljøbevissthet. Mennesket er en del av naturen og har ansvar for å forvalte den på en forsvarlig måte. Gjennom opplæringen skal elevene få kunnskap om og utvikle respekt for naturen. De skal få oppleve naturen og se den som en kilde til nytte, glede, helse og læring. Elevene skal utvikle bevissthet om hvordan menneskets levesett påvirker naturen og klimaet, og dermed også våre samfunn. Skolen skal bidra til at elevene utvikler vilje til å ta vare på miljøet. (Kunnskapsdepartementet 2017:8).

Skolen er forpliktet til å undervise om og for bærekraftig utvikling på alle nivåer i utdanningen (Kunnskapsdepartementet 2017; NOU 2015:8). Bærekraftig utvikling er ett av tre tverrfaglige temaer som vektlegges i læreplanen, og anses som særlig viktig i framtidens skole (Kunnskapsdepartementet 2017; NOU 2015:8). Det har vært ulike tilnærminger til utdanning for bærekraftig utvikling. Fram til 1990-tallet hadde man stor tro på at faktakunnskap alene skulle føre til ønskede holdninger hos elevene og en derav påfølgende adferd, noe som viste seg ikke å stemme (Hungerford & Volk 1990). Denne tilnærmingen ble fulgt av en normativ tilnærming som bygde på tanken om skolen hadde en nøkkelrolle i å skape et bærekraftig samfunn så raskt som mulig, ved å lære elevene de nødvendige verdiene og holdningene for å endre elevenes adferd i ønsket retning. I dag har undervisningstilnærmingen gått i en pluralistisk retning med fokus på å vurdere ulike perspektiver (Øhman 2004).

Hungerford og Volks (1990) utviklet, med basis i en metaanalyse av 128 publiserte studier, en modell over prediktorvariabler for miljørettet adferd, hvor interaksjonen mellom disse variablene bidrar til endret adferd. I denne sammenhengen er det relevant å løfte fram variablene generell økologisk kunnskap, dybdekunnskap om miljøproblemer, samt ferdigheter i bruk av miljørettede handlingsstrategier som variabler som sannsynliggjør miljørettet adferd.

Gaulosen som en læringsarena for utvikling av artskunnskap og generell økologisk kunnskap ble vektlagt innledningsvis, men Gaulosen har også et potensial for utvikling av elevenes innsikt i miljøutfordringer. Gaulosen representerer de ulike verneformene naturreservat, landskapsvernområder og marine verneområder. Det er laget forvaltningsplaner for områdene. Forvaltningsplanen (Miljødirektoratet, Gaulosen) redegjør blant annet for bakgrunnen for fredningen. Her kan elevene få innsikt i hvordan prosessen kan være i forkant av en fredning, slik som f.eks. Gaulosen som i 1983 inngikk i verneplanen for våtmark i daværende Sør-Trøndelag, for så i 2002 bli utpekt som Ramsarområde.

Miljøproblem ses på som komplekse, sammensatte og verdiladde problem hvor ulike interesser står opp mot hverandre (Pryshlakivsky & Searcy, 2013). Forvaltningsplanen redegjør for brukerinteresser i områdene. Dette kan gi elevene innsikt i de samfunnsmessige og økonomiske sidene ved miljøspørsmål, i tillegg til miljøsidene. Forvaltningsplanen oppgir at verneområdene benyttes delvis til beite for storfe og at uttak av grus forekommer i begrenset omfang. Strandområdene på Øysand brukes som badeområde, noe som fører til en del ferdsel i verneområdene. Gaula er en populær lakseelv, noe som fører til økt ferdsel. I beskrivelse av områdets tilstand og hvilke trusler området står ovenfor synliggjøres ved for eksempel kart som viser slitasje på vegetasjon i 1984 og i 1995. De ulike interessene kan være utgangspunkt for reflekterte samtaler og elevenes egne undersøkelser. De vil også kunne være gode utgangspunkt for en pluralistisk tilnærming til disse problemene, hvor de kan vurdere de ulike perspektivene sett fra en samfunnsmessig, miljømessig og økonomisk side.

Forvaltningsplanen tar også for seg skjøtsel, i form av tiltak som skal gjøre for å opprettholde området i ønsket tilstand. For Storøra er det blant annet ønsket fri utvikling av plantelivet, med unntak av rynkerose (*Rosa rugosa*) og andre fremmede busker/trær. Skjøtsel i dette området, i forhold til denne målsettingen, blir derfor å fjerne alle forekomster av rynkerose, mispel (*Cotoneaster* sp.), alperips (*Ribes alpinum*) og andre fremmede arter av busker/trær. Dette er tiltak som forvaltningen kan utføre i samarbeid med skolen. Gjennom deltakelse i reelle og praktiske aktiviteter vil elevene kunne få kunnskap om en type miljøproblem og erfaring med miljørettede strategier, noe som kan bidra til økt miljøbevissthet hos elevene.

Avslutning

Gaulosen naturreservat og landskapsvernområde er et relativt uberørt elvedeltaområde som har et stort potensial som alternativ læringsarena. I tillegg til det konkrete naturområdet finnes det publikasjoner som beskriver områdets flora og fauna, samt en forvaltningsplan for områdene. For at en lærer skal kunne utnytte potensialet som ligger i en læringsarena, kreves det kunnskap om området både som ramme for læring og som kunnskapskilde (Jordet 2010). Det tilgjengelige skriftlige materiale knyttet til området vil kunne gi lærerne en innsikt i disse to ulike dimensjonene. Gaulosen som læringsarena har ikke bare et potensial i forhold til å utvikle naturfaglig kunnskap i økologi og artskunnskap. Undervisningsopplegg tilknyttet Gaulosen vil også kunne utvikle elevenes utforskende ferdigheter og forståelse av naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter, samt ferdigheter i å skrive og lese naturfaglige sjangre. Gaulosen vil også kunne være en godt egnet arena for å jobbe med bærekraftig utvikling i et tverr-/flerfaglig perspektiv.

Spørsmålet en kan stille seg er om alle lærere har den kompetanse som trengs for å utnytte Gaulosen som læringsarena. Ifølge Statistisk sentralbyrå har seks av ti lærere som underviser i naturfag studiepoeng i faget (Perlic 2019). Det er en positiv sammenheng mellom faglig dyktige lærere og elevenes læring, i tillegg gir høy fagkunnskap hos lærerne at de får tiltro til egne evner, en friere tilnærming til faget og mer variert undervisning (Nordenbo mfl. 2008; St. meld. nr. 28 (2015-2016)). Lærernes naturfaglige kompetanseprofil øker med klassetrinn, hvor 52% av lærerne på småskoletrinnet er uten kompetanse i naturfag, sammenlignet med ca. 14% på ungdomstrinnet (Perlic 2019). For å kunne utnytte Gaulosenområdets potensial som læringsarena ville det ha vært gunstig å ha tilknyttet en ressursperson med kunnskap om områdets biologiske/geologiske verdier og kjennskap til skolen og læreplanverket. En slik ressursperson vil kunne legge til rette ved å utvikle undervisningsopplegg og læringsmaterieell som knytter Gaulosen som læringsarena til det som skjer i klasserommet, slik at det blir et helhetlig undervisningsopplegg for dybdelæring. I tillegg ville en økt faglig ekspertise kunne vekke, opprettholde og styrke elevenes interesse, hvor interesse ses på essensielt for elevenes læring.

8.7 Formidlingssenter Gaulosen

Jarle Inge Holten og Gunnar Holt

Innledning

Gaulosen marine verneområde representerer et tilnærmet uberørt estuarium, og er i så måte et unikt elveutløp blant de større elvene i Midt-Norge. Gaulosen er en slags 'restlokalitet' blant mange større elveutløp som er utbygd på ulik måte. Utløpet av den nærliggende elva Orkla er et eksempel på det siste, hvor elveutløpet er rettet ut i forbindelse med industrialisering. Gaulosen er kanskje mest kjent som fuglebiotop og Ramsar-område. Likevel har Gaulosen mange andre naturvitenskapelige kvaliteter som er nært knyttet til elveutløpet, både marine og terrestriske økosystemer, foruten økosystemer knyttet til overgangen sjø-land (Skogen 1972, Kristiansen 1988, Thingstad & Daverdin 2012). På grunn av at så mange forskjellige intakte marine og terrestriske økosystemer ligger nær hverandre, blir det svært viktig å se på helheten i Gaulosen-området i forbindelse med kommende forskning, miljøovervåking og formidling av de ulike kvalitetene i det nye marine verneområdet. Den korte avstanden mellom forskningsmiljøene i Trondheim og Gaulosen er et stort pluss. Vi foreslår at det opprettes et formidlingssenter i Gaulosen som omfatter de ulike verneområdene, og de naturverdiene som finnes i Gaulosen-området i sin helhet (Figur 25). Formidling av naturverdiene i de ulike økosystemene har hver sine kvaliteter og byr på hver sine utfordringer i formidlingssammenheng. Forslaget vil derfor få ulik utforming for å representere dette mangfoldet.



Figur 25. Området der Gaula renner ut i Gaulosen. Flere verneområder faller sammen, som samlet sett kan utgjøre en helhet for formidling av naturverdier. Navnene i flyfotoet er nærmere omtalt i teksten. Kart: norgebilder.no.

Strømmer og sedimentering

Det er nær sammenheng mellom havstrømmer/estuarine strømmer og sedimentasjonsprosesser (se kapittel 3 og 4). Det er ønskelig at estuarine strømmer kan demonstreres fysisk gjennom fysiske forsøk nær selve elveutløpet, og hvordan strømmene påvirker sedimentene og bunnfaunaen. Gjennom kartlegging av naturtypene gjennom bruk av Natur i Norge (NiN) i det marine miljøet, og deretter filming av dem, vil vi få et utgangspunkt for formidling innendørs via en større videoskjerm plassert i 'Gaulosen formidlingssenter' (se nedenfor). Det er ønskelig å få filmet Gaulosen-kanalen under vårflommen for så å bruke resultatet i innendørs formidling.

Marint miljø

Plankton

Plante- og dyreplankton kan best presenteres i utstillingsrom for foto, plansjer og video-opptak. En del større planktonarter kan kanskje studeres i stereoluper.

Fisk

Fisk representerer kanskje den mest aktuelle organismegruppen i formidlings-sammenheng. Filming av fisk kan enkelt gjøres av sportsdykkere med gode kamera. En utfordring kan være uklar sjø på grunn av lokale strømmer, sedimentering og oppblomstring av plankton. Et godt alternativ vil være videoopptak med undervannsfarkoster, ROV og AUV. Det vil lett bli spektakulært å kunne se en torsk (*Gadus morhua*) ta en smolt i elveutløpet, eller en nise (*Phocoena phocoena*) forsyne seg i en sildestim, eller en svarthå (*Etmopterus spinax*) forsyne seg med småfisk på større dyp i Gaulosen. Enklere vil det være å få filmet en hegre som tar en kutling i algebeltet. For å få et nært forhold til det marine økosystemet, bør formidlingssentret utstyres med en båt som kan ta mindre grupper ut på turer utenfor selve elveutløpet, eventuelt utenfor Brekkgrunnen. Å demonstrere gode eksempler på predasjon vil bli viktig i formidlingen (se omtalen om fugl nedenfor).

Bunndyr

Bunndyr er viktig i et marint økosystem og representerer et fremmed element som kan være ukjent for mange. Mange bunndyr er lett synlig på overflaten av bunnen. Disse kan filmes på samme måte som nevnt over, og sekvenser vises frem på skjermer i senteret. Bunndyrs jakt og bevegelse i sitt naturlige miljø kan vise mange interessante situasjoner, og demonstrere godt hvordan dyr på havbunnen er knyttet sammen med livet omkring og de fysiske omgivelsene.

Overgangen sjø-land

Bunndyrfauna på tidevannsflater (mudderflater)

Tidevannsflatene i Gaulosen representerer svært artsrike, men samtidig svært sårbare økosystemer. Formidlingen må ta høyde for dette. Den leirholdige Buvikfjæra bør skjermes for ekskursjoner i større grupper. Uansett hvilken fjæra man skal ha ekskursjon til må gruppene være relativt små for å begrense slitasje. Likevel vil vel stein-/grusfjærene være relativt slitesterke for tråkk, i alle fall hvis besøkene ikke blir for hyppige. Klasseturer for barn (6-10 år) kan begynne med besøk til en grov stein-fjæra hvor de kan snu på steiner og tang for å studere for eksempel tanglopper, strandnegler og strandkrabbe (*Carcinus meanas*). Steinfjæra utenfor Brekkberga kan være et egnet sted for slike ekskursjoner. Der kan også gråhegre (*Ardea cinerea*) studeres når den forsyner seg av tangsprell (*Pholis gunnellus*) og annen småfisk i tangbeltet. Etterarbeid i formidlingssentret vil være optimalt for klassen. Andre bunndyrgrupper vil kunne studeres på andre typer substrat. Strandberg, grus- og steinstrender har gjerne et eget plante- og dyreliv som skiller seg mye fra mudderflatene.

Strandenger og ålegressenger

Det er dokumentert et svært stort artsmangfold av høyere planteliv på strandengene i elveutløpet. De beste eksemplene på godt utvikla strandenger er kanskje omkring fugletårnet på Øyamelen. Kristiansen (1988) har dokumentert strandvegetasjonen i Gaulosen, og skriver i sin rapport: *'det er sterke botaniske verneinteresser knytta til strandengområda og til den særegne tindved-skogen. Gaulosen er vurdert som internasjonalt verneverdig...'*

Strandengene på Øyamelen vil være det beste stedet for å studere soneringer av de mange strandengtypene i verneområdet (se Kristiansen 1988: 31). Dette området er relativt slitesterkt mot tråkk. Lenger inn på de homogene strandengene er saltsiv (*Juncus gerardii*) og fjørkoll (*Armeria maritima*) dominerende sammen med rødsvingel (*Festuca rubra*). På den åpne forstranda foran de sammenhengende strandengområdene, har man hyppig forekomst av skjorbuksurt (*Cochlearia officinalis*) og lokalt strandkjempe (*Plantago maritima*). Det vil være gunstig å ha små grupper på slike ekskursjoner, med opptil 10 deltakere.

Hovedområdene for strandengene i Gaulosen er Øyamelen, Storøra og Leinøra. Strandengene representerer overgangen fra marine til terrestriske miljøer. Karplanter i strandengene har ulik toleranse for saltholdighet i substratet. Bare et fåtall karplantearter er ensidig tilpasset høy saltholdighet i substratet, det vil si relativt lang 'oppholdstid' under sjøvann. Ved Trondheimsfjorden er ca. 30 karplantearter benevnt som halofytter, knyttet til substrat med høy saltholdighet (Fremstad & Siegel 2000).

En del av halofyttene på strandenger er viktige beiteplanter for flere sjøfuglarter. Karplantearten ålegress (*Zostera marina*) har sitt voksested i undersjøiske enger. Fra landsiden kan man bare finne den i den nedre del av tidevannssonen. Den har derfor hoveddelen av sitt liv undersjøisk. Ålegress er ikke minst en viktig beiteart for gressender. På grunn av sin forekomst i undersjøiske enger, blir den gjerne oversett og derfor lett underestimert av biologer. I formidlingssammenheng bør man vektlegge ekskursjoner og undersøkelser av ålegressforekomster til nippfjære sjø, eventuelt bruke båt i rolig sjø.

Tindvedkrattene i Leinøra naturreservat

Tindved (*Hippophae rhamnoides*) er en særegen art. Den er en svært konkurransesvak pionerart, og har kanskje sin verste konkurrent i gråor (*Alnus incana*). Tindved er en forvedet pionerart som tilhører den bakre/øvre del av strandengene. På Leinøra begynner tindvedbestanden å bli alderdommelig og kan være utdøende på grunn av en naturlig suksesjon mot annen vegetasjon hvor gråor kan bli en viktig bestanddel. Dette er et økologisk problem som bør overvåkes. Det foreslås at 3-5 rektangulære prøveflater fra sjø-/elvekanten til de høyestliggende tindvedbestandene (ca. 1,5-2 m.o.h.) undersøkes med jevne mellomrom. Elever på videregående skole vil være et gunstig alderstrinn for gjennomføringen av deler av overvåkingen, ledet av en naturfaglærer. Overvåkingen bør ledes, veiledes og igangsettes av en kyndig botaniker. Det siste vil representere en såkalt 'aktiv formidling' hvor deltakerne utfører jobben under kyndig veiledning av fagperson.

Rent metodisk kan man legge ut 3-4 transekter fra brakkvassengene nærmest Gaula og inn til de høyestliggende områdene (2-4 m.o.h.) på Leinøra. Hvert transekt kan ha fem permanente prøveflater (hver 2x2 eller 3x3 m²). Prøveflatene plasseres altså langs høydegradienten, det vil si langs en salinitets- og fuktighetsgradient. Et rimelig tidsrom for oppdatering av prøveflatene vil være 3-5 år. Det vil være fornuftig å utføre disse oppdateringene i tråd med forvaltningen og forvaltningsplanen for området.

Storøra

Plantelivet på Storøra bør på samme vis få en langsiktig overvåking gjennom permanente prøveflater, på grunn av en veldig aktiv fysisk dynamikk knyttet til i Gaula og tidevannskrefter, det vil si erosjon og akkumulering av grus/sand/silt/leire (se også kapitlet om Bunnforhold og sedimentasjonsprosesser foran). Det foreslås utlegging av 3-5 større prøveflater (5-5 m²) langs en høydegradient fra elvebredden av Gaula til det høyeste punkt på Storøra (helt i østenden av øya). På grunn av store ornitologiske verdier på Storøra bør ikke skoleklasser tas med dit. Prøveflatene bør oppdateres hvert tredje år av personer med botanisk kompetanse, og være i tråd med forvaltningsplanen for området.

Terrestrisk miljø

Fugl

Fuglelivet i Gaulosen-området overvåkes rutinemessig gjennom tellinger og registreringer. I dag er tellinger og registreringer mye gjennomført fra fugletårnene på Øyamelen og på Byneset-siden.

Det er selvsagt viktig å fortsette denne aktiviteten. Fugletårnet betraktes som ideelt sted for å betrakte fugler på høst- og vårtrekket på Storøra, Øyamelen og mudderflatene. Under trekket kan det være store flokker av gjess, måsefugl og vadere som lett kan studeres av grupper på terrassen i fugletårnet, ved hjelp av kikkert og teleskop på stativ.

Predasjon er meget utbredt i Gaulosen marine verneområde. Vi har predatorer som nise, torsk, sei og haifisker i sjøen, vi har oter i overgangsområdet sjø-land, og i terrestrisk miljø har vi grevling og rødrev (*Vulpes vulpes*). Svært viktig predator er havørna (*Haliaeetus albicilla*) både i det marine og terrestriske miljøet. Havørna har fast bosted i Øyberget, og er ofte på næringssøk i Gaulosområdet.

Observasjonspost på Øyberget

Det foreslås at det etableres en observasjonspost på Øyberget. Denne posten tenkes å få to funksjoner: 1 - Øyberget er et ideelt sted for å kunne se hele Gaulosen- og Øysand-området på landskapsnivå i tillegg til bestandene av edelløvskog i Lauglolia og Apoteket. 2 - Observasjonsposten på Øyberget vil være et ideelt utgangspunkt for studier av fordelingen av fuglelivet i Gaulosen- og Øysand-området gjennom hele året. Det foreslås en 3-veggs observasjonspost, altså et åpent skur i bakkant, med en benkeplate og åpning (bredt 'vindu') i fronten. På grunn av denne enkle og åpne 3-veggs-løsningen, bør det ikke være plassert permanent observasjons-utstyr der, men at større og mindre teleskoper bringes med for hvert besøk. Observasjonsposten vil ha enkel atkomst pr. god bygdevei fra Buvika til Kvernberget hvor det er gode parkeringsmuligheter. Den siste veibiten fram til observasjonsposten vil være en god og relativt flat skogsvei/sti.

Gaulosen formidlingssenter

Gaulosen marine verneområde har stor betydning som område for undervisning og formidling innenfor naturfagene. Området ligger i kort avstand fra mange skoler på alle trinn. Ikke minst ligger området helt nært forskningsmiljøet innenfor mange biologiske fag ved NTNU og NINA i Trondheim. Vi anbefaler at det legges godt til rette for felt-undervisning både i det marine og terrestriske miljøet i Gaulosområdet. Undervisningen bør utføres vår, sommer og høst og bør dekke både det marine og det terrestriske miljøet. På denne måten får vi dekt godt helheten og sammenhengen mellom de marine og terrestriske økosystemene.

9 Referanser

- Bakke, H. & Munkebye, E. (2016). Økologi i grunnskolelærerutdanningen. Lærebok for grunnskolelærerutdanningen 1- 7. Oslo: Cappelen Damms Akademika
- Bøe, R., Lyså, A., Longva, O., Mauring, E., Olsen, E., Rise, L. & Totland, O. 2003a: Avsetningsmiljø og sedimentære prosesser i Trondheimsfjorden og Trondheimsleia. Den 18. Vinterkonferansen, Oslo 6.-8. januar 2003. NGF Number 1, 2003, s. 14. Poster.
- Bøe, R., Rise, L., Blikra, L.H., Longva, O. & Eide, A. 2003b: Holocene mass movements in Trondheimsfjorden, Central Norway. Norwegian Journal of Geology 83, 3-22. https://njb.geologi.no/images/NJG_articles/NJG_83_3-22.pdf
- Bøe, R., Bugge, T., Rise, L., Eidnes, G., Eide, A. & Mauring, E. 2004: Erosional channel incision and the origin of large sediment waves in Trondheimsfjorden, central Norway. Geo-Marine Letters 24, 225-240.
- Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Gonzalez, A., Hooper, D. U., Perrings, C., Venail, P., ... & Naeem, S. (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. Nature, 486(7401), 59-67.
- Chernitsky, A.G., Zabruskov, G.V., Ermolaev, V.V. & Shkurko, D.S. 1995. Life history of trout, *Salmo trutta* L., in the Varsina River estuary, (The Barents Sea). Nordic Journal of Freshwater Research 71: 183-189.
- Dallolio, A., Bjerck H. B., Urke H. A., Alfredsen J. A. 2022. A Persistent Sea-Going Platform for Robotic Fish Telemetry Using a Wave-Propelled USV: Technical Solution and Proof-of-Concept. Frontiers in Marine Science, 9. doi: [10.3389/fmars.2022.857623](https://doi.org/10.3389/fmars.2022.857623)
- Daidsen, J. G., Eldøy, S. H., Sjursen, A. D., Rønning, L., Thorstad, E. B., Næsje, T. F., Uglem, I., Aarestrup, K., Whoriskey, F. G., Rikardsen, A. H., Daverdin, M. & Arnekleiv, J. V. (2014). Habitatbruk og vandringer til sjørret i Hemnfjorden og Snillfjorden. NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2014-6: 1-55.
- Daidsen, J.G., Knudsen, R., Power, M., Næsje, T.F., Sjursen, A.D., Rønning, L., Hårsaker, K. & Arnekleiv, J.V. 2017a. Trophic niche variation among sea trout *Salmo trutta* in Central Norway investigated by three different time-integrated trophic tracers. Journal of Aquatic Biology 26: 217-227.
- Daidsen, J.G., Sjursen, A.D., Rønning, L., Daidsen, A.G. & Daverdin, M. 2017b. Kartlegging av sjørret i habitatområde ved utløpet av Stjørdalselva, Nord-Trøndelag og konsekvensanalyse av tre utfyllingsalternativer. - NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2017-4: 27.
- Daidsen, J.G., Omholt, V., Eldøy, S.H., Sjursen, A.D., Rønning, L., Daidsen, A.G., Daverdin, M., Koksvik, J.I., Arnekleiv, J.V. & Kjærstad, G. 2020. Sjørretens vandringer og områdebruk i Gaulosen, Nidelva og Klefstadbekken, Trøndelag. NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2020-11: 1-36.
- Daidsen, J.G., Sjursen, A.D., Rønning, L., Daidsen, A.G., Eldøy, S.H., Daverdin, M. & Kjærstad, G. 2021a. Utbygging av ny E6 ved Hellstranda – kartlegging av områdebruk til sjørret og laks, samt forslag til kompenserende tiltak. NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2021-10:1-63.
- Daidsen, J.G., Sjursen, A.D., & Daidsen, A.G. 2021b. Utbygging av Orkanger havn - kartlegging av områdebruk til sjørret og forslag til kompenserende tiltak. NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2021-6:1-290.
- Dolven J. Lundsør E. & Andersen, GS. 2016. ØKOKYST – Delprogram Trøndelag. Årsrapport 2015. Miljødirektoratet Rapport M-541. 30 s.
- Dunsha, G., Martell, L., Bakken, T., Budaeva, N., Ekrem, T., Tandberg, A. H. S., Baussant, T., de Boer, H., Hestetun, J. T., Hobæk, A., Kallioniemi, E., Larsen, A., Markussen, S. S., Mauvisseau, Q., Ray, J. L., Yoccoz, N., & Willassen, E. (2021). Kunnskapsstatus for bruk av molekylære verktøy i kartlegging og overvåkning av biologisk mangfold i marine miljø. Miljødirektoratet Rapport M-2062: 1-76.
- Eldøy, S.H., Daidsen, J.G., Thorstad, E.B., Whoriskey, F.G., Aarestrup, K., Næsje, T.F., Rønning, L., Sjursen, A.D., Rikardsen, A.H. & Arnekleiv, J.V. 2017. Marine depth use of sea trout *Salmo trutta* in fjord areas of central Norway. Journal of Fish Biology 91: 1268-1283.
- Ellingsen, I. H. 2004. Internal tides and the spread of river plumes in the Trondheim Fjord, PhD thesis, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway.
- Elliot, J.M. 2000. Daily energy intake and growth of piscivorous brown trout, *Salmo trutta*. Freshwater Biology 44: 237-245.
- Elliot, J.M. & Hurley, M.A. 2000. Optimum energy intake and gross efficiency of energy conversion for brown trout, *Salmo trutta*, feeding on invertebrates or fish. Freshwater Biology 44: 605-615.

- Erikstad, L., Husteli, B., Dahl, R. & Heldal, T. 2018. Delta, Landform. I Norsk rødliste for naturtyper 2018. Trondheim: Artsdatabanken. Hentet (15. mai 2022) fra: <https://artsdatabanken.no/RLN2018/169>
- Fremstad, E & Siegel, K. 2000. Strendene - der fjord og land møtes. I Sakshaug, E & Sneli, J-A. Trondheimsfjorden: 169-184. Tapir forlag, Trondheim.
- Follestad, A. & Bollingmo, D. in prep. Rastende grågjess i Gaulosen, bestandsendringer og herkomst. – NINA Rapport, i manus.
- Haugen GS. 2016. Kartlegging av marin bløtbunnsfauna. Metodeutvikling i hydrolittoralsonen. Masteroppgave i realfag. Institutt for biologi, NTNU Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. 83 s.
- Hungerford, H. R. & Volk, T. L. (1990). Changing learner behavior through environmental education. Journal of Environmental Education, 21 (3): 8-22.
- Hvidsten, N.A. & Lund, R.A. 1988. Predation on hatchery-reared and wild smolts of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the estuary of River Orkla, Norway. Journal of Fish Biology 33, 121-126.
- Hansen, L., Eilertsen, R. & Longva, O. 2005: Skredkartlegging langs kystsonen i Trondheimsområdet, datagrunnlag og morfologi. NGU Rapport 2005.054, 27 s. + 5 kartbilag. https://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Rapporter/2005/2005_054.pdf
- Henriksen S. & Hilmo O. (red.) 2015. Norsk rødliste for arter 2015. Artsdatabanken, Norge
- Hokstad, S., A. B. Meisler & J.-A. Sneli 2000. Dyrelivet i fjæra. s. 149 – 156 i Sakshaug, E. & J.-A. Sneli (ed.): *Trondheimsfjorden*. Tapir forlag, Trondheim. 336 s.
- Holman, L.E., de Bruyn, M., Creer, S. et al. Detection of introduced and resident marine species using environmental DNA metabarcoding of sediment and water. Sci Rep 9, 11559 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47899-7>
- Holthe, T. 1977: Aquantitative investigation of the level-bottom macrofauna of Trondheimsfjorden, Norway. *Gunneria* 28: 1-64.
- Hooper, D. U., Adair, E. C., Cardinale, B. J., Byrnes, J. E., Hungate, B. A., Matulich, K. L., ... & O'Connor, M. I. (2012). A global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change. Nature, 486(7401), 105-108.
- Huseklepp, B. S. & Todt, C. 2022. Etablering av vannledning i Buvik i Skaun kommune. Konsekvensutredning av marint naturmangfold. Rådgivende Biologer AS, rapport 3695, 34 s.
- Hvidsten, N.A. & Lund, R.A. 1988. Predation on hatchery-reared and wild smolts of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the estuary of River Orkla, Norway. Journal of Fish Biology 33, 121-126.
- Jacobson, P. 1977. Resipientundersøkelse av Trondheimfjorden, River and Harbour Laboratory Report STF60 F76082.
- Jacobson, P. 1983. Physical Oceanography of the Trondheimfjord, Geophysical Astrophysical Fluid Dynamics, 26, 3-26.
- Jensen, J.L.A. & Rikardsen, A.H. 2012. Archival tags reveal that Arctic charr *Salvelinus alpinus* and brown trout *Salmo trutta* can use estuarine and marine waters during winter. - Journal of Fish Biology 81: 735-749.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. (2011). Ecology of Atlantic salmon and brown trout: habitat as a template for life histories. 680 p. London: Springer Science+Buisness Media B.V.
- Jordet, A. N. (2010). Klasserommet utenfor: tilpasset opplæring i et utvidet læringsrom. Oslo: Cappelen akademisk.
- Järnegren, J., Forsgren, E. & Sneli, J.-A. 2014: Marin fauna i Gaulosen – Trondheimsfjorden. Et foreslått marint verneområde. NINA Rapport 1097, 40 s.
- Kind, P.M. (2003). Praktisk arbeid og naturfagvitenskapelig allmenndannelse. I B. Bungum, D. Jorde & S. Sjøberg (Eds.), Naturfagdidaktikk: perspektiver, forskning, utvikling (s. 226-244). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Klette, K. (2003). Lærernes klasseromsarbeid; Interaksjons- og arbeidsformer etter Reform 97. I: Klette (red.). Klasserommets praksisformer etter Reform 97. Oslo: Pedagogisk forskningsinstitutt.
- Koksvik, J.I. & Nøst, T. 1981. Gaulavassdraget i Sør-Trøndelag og Hedmark fylker. Ferskvannsbioologiske undersøkelser i forbindelse med midlertidig vern. Kongelige norske Videnskabers Selskap, Museet Rapport Zoologisk serie 1981-24: 1-96.

- Kristiansen, J.N., 1988. Havstrand i Trøndelag. Lokalitetsbeskrivelser og verneforslag. *Økoforsk Rapp.* 1988: 7B: 1-139.
- KUF (1996). Læreplanverket for den 10-årige grunnskolen. Oslo: Det Kongelige Kirke-, Utdannings- og Forskningsdepartement.
- Kunnskapsdepartementet. (2017). Overordnet del – verdier og prinsipper for grunnopplæringen. Oslo: Kunnskapsdepartementet. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/37f2f7e1850046a0a3f676fd45851384/overordnet-del---verdier-og-prinsipper-for-grunnoppleringen.pdf>
- Kunnskapsdepartementet (2014). REALFAG, Relevante – Engasjerende – Attraktive – Lærerike. Rapport fra ekspertgruppa for realfagene. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/Rapport-fra-ekspertgruppa-for-relafagene/id2343488/>
- Kunnskapsdepartementet. (2020). Læreplan i naturfag: Nat1-03. Oslo: Utdanningsdirektoratet. Hentet fra <http://www.udir.no>
- Lagerstrøm, B. O., Moafi, H. & Revold, M. K. (2014). Kompetanseprofil i grunnskolen. Hovedresultater 2013/2014. Statistisk sentralbyrå rapport 2014/30. Hentet fra https://www.ssb.no/utdanning/artikler-og-publikasjoner/_attachment/197751?_ts=148a1618d30
- Larsson, S. 2005. Thermal preference of Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, and brown trout, *Salmo trutta* – implications for their niche segregation. *Environmental Biology of Fishes* 73: 89-96.
- Lorentsen, S.-H. & Bangjord, G. 1982. Ornitologiske registreringer i Gaulosen, Melhus og Trondheim kommuner, 1975-1981. *Trøndersk Natur Supplement* 1982: 1-43.
- Madsen, J. & Williams, J.H. (Compilers) 2012. International Species Management Plan for the Svalbard Population of the Pink-footed Goose *Anser brachyrhynchus*. AEWA Technical Series No. 48. Bonn, Germany.
- Magro A, Simoneaux L, Navarre, A & Hemptinne J-L. 2001. The teaching of ecology in the agricultural secondary curricula in France: a new didactic approach. In Proceedings of the III Conference of European researchers in Didactics of Biology. September 27- October 2. Santiago de Compostela 197-205.
- Magntorn, O. & Helldén, G. (2007). Reading nature from a 'bottom-up' perspective. *Journal of Biological Education*, 41(2) 68-75. Hentet fra <http://hkr.diva-portal.org/smash/get/diva2:173523/FULLTEXT01.pdf>
- Miljødirektoratet. (u.å). Naturbase. Gaulosen. Hentet fra <http://faktaark.naturbase.no/Vern?id=VV00000708>
- Miljødirektoratet. (u.å). Naturbase. Apoteket. Hentet fra <http://faktaark.naturbase.no/Vern?id=VV00001489>
- Miljødirektoratet. (u.å). Naturbase. Lauglolia. Hentet fra <http://faktaark.naturbase.no/Vern?id=VV00000869>
- Moksnes, Arne og Suul, J. 1976. Vern av strandenger og marine gruntvannsområder i Trøndelag (del I). *Norsk Natur nr. 4*: 121-124.
- Moksnes, Arne og Suul, J. 1976. Vern av våtmarker i Trøndelag (del II). *Norsk Natur nr. 6*: 186-188.
- Mork, J. 2000. Fisk og fiskerier i Trondheimsfjorden. I Sakshaug, E & Sneli, J-A. Trondheimsfjorden: 110-132. Tapir forlag, Trondheim.
- Munkebye, E. 2012. Dialog for læring. Den utforskende naturfaglige samtalen i uteskole. Avhandling Ph.d., Det Utdanningsvitenskapelige Fakultet, UiO.
- Nagy, W. E. & Scott, J. A. (2000). Vocabulary processing. I: M. L. Kamil, P. B. Mosenthal, D. P. Pearson, & R. Barr, (red.). *Handbook of reading research*, vol. III, s. 269-284. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Nordenbo, S., M. Larsen, N. Tiftikçi, R. Wendt & Østergaard, S. (2008). Lærerkompetanse og elevers læring i barnehage og skole. Et systematisk review utført for Kunnskapsdepartementet. Oslo. København: Danmarks Pædagogiske Universitetsforlag og Dansk Clearinghouse for Uddannelsesforskning.
- NOU 2015:8 (2015). Fremtidens skole. Hentet fra <https://nettsteder.regjeringen.no/fremtidensskole/files/2015/06/NOU201520150008000DDDPDFS.pdf>
- Olufsen, M., Mai, L. Suhr Lunde, & Kjærnsli, M. 2021. "Praktiske aktiviteter i naturfag – Muligheter for økt elevaktivitet og faglig fordypning?" In *Tettere på naturfag i klasserommet*, edited by Ødegaard, M., Kjærnsli, M., and Kersting, M, 87-106. Oslo: Fagbokforlaget.

- Omholt, V. 2020. Habitat use and depth preferences of sea trout (*Salmo trutta*) in a Norwegian estuary. Masteroppgave, NTNU. 40 sider.
- Ottesen, D. 1990: Løsmasseundersøkelser i Gaulosen, Sør-Trøndelag. NGU Rapport 90.041, 26 s. https://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Rapporter/1990/90_041.pdf
- Perlic, B. 2019. Lærerkompetanse i grunnskolen. Hovedresultater 2018/2019. Rapport 2019/18, Statistisk sentralbyrå.
- Pettersson, L-E. 2000. Flomberegning for Gaulavassdraget (122.Z) Flomsonekartprosjektet. NVE Dokument 2000-15: 1-22.
- Potvin, P., & Hasni, A. (2014). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: a systematic review og 12 years of educational research. *Studies in Science Education*, 50(1), 85-129.
- Pratten, D.J. & Shearer, W.M. 1983. The Migrations of Noth Esk sea trout. *Fisheries Management* 14: 99-113.
- Pryshlakivsky, J. & Searcy, C. (2013). Sustainable Development as a Wicked Problem. I Kovacic, S., F. & Sousa-Poza, A. (Red.), *Managing and Engineering in Complex Situations*, (s. 109-128). Nederland: Springer.
- Rasmussen, E. 1973. Systematics and ecology of the Isefjord marine fauna (Denmark). *Ophelia* 11: 1-495.
- Reitan, O. 1994. Buvikfjæra som fuglehabitat. - NINA Oppdragsmelding 324: 1-32.
- Remmen, K.B. (2014): Reconsidering recommendations for educational fieldwork in earth science: Exploring students' learning activities during preparation, in the field and follow-up work. Avhandling Ph.d, Universitetet i Oslo.
- Risanger, H. 2021. Temperature and salinity use of fjord migrating and estuarine resident veteran brown trout (*Salmo trutta*) in a fjord system in northern Norway. Masteroppgave, NTNU. 52 sider
- Rise, L., Bøe, R., Sveian, H., Lyså, A. & Olsen, H.A. 2006: The deglaciation history of Trondheimsfjorden and Trondheimsleia, Central Norway. *Norwegian Journal of Geology* 86, 419-438. https://njg.geologi.no/images/NJG_articles/Leif_Rise_et_al.pdf
- Rygg, B. 1984. Trondheimsfjorden. Biologiske undersøkelser i 1983. *NIVA-Rapport* nr. 0-8000308. 34 s.
- Sakshaug, E. & Killingtveit, Å. 2000. Elvene: et stort bidrag. I Sakshaug, E & Sneli, J-A. *Trondheimsfjorden*: 65-75. Tapir forlag, Trondheim.
- Santos, S., Cardoso, J..F.M.F., Carvalho, C., Luttikhuizen, P.C. & van der Veer HW. 2011. Seasonal variability in somatic and reproductive investment of the bivalve *Scrobicularia plana* (da Costa, 1778) along a latitudinal gradient. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 92:19-26. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2010.12.005>
- Santos, S., Aarts, G., Luttikhuizen, P.C., Campos, J., Piersma, T. & van der Veer HW. 2012. Site-specific distribution of the bivalve *Scrobicularia plana* along the European coast. *Marine Ecology Progress Series* 471:123-134. <https://doi.org/10.3354/meps10017>
- Sjaastad, J., Carlsen, T. C., Opheim, V. & Jensen, F. (2014). Evaluering av Den naturlige skolesekken: Utdanning for bærekraftig utvikling på ulike læringsarenaer. NIFU-rapport 38/2014. Oslo: Nordisk institutt for studier av innovasjon, forskning og utdanning.
- Skalstad, I. & E. Munkebye. 2022. How to support young children's interest development during exploratory natural science activities in outdoor environments. *Teacher and teacher education* 114: 103687. doi: [10.1016/j.tate.2022.103687](https://doi.org/10.1016/j.tate.2022.103687).
- Skogen, A., 1972. The *Hippophae rhamnoides* Alluvial Forest at Leinøra, Central Norway. A Phytosociological and Ecological Study. Det kongelige norske Videnskabs Selskabs Skrifter 4: 1972.
- Sneli, J.-A. og B. Gulliksen 2006: Prosobranch molluscs and ascidians in the Trondheimsfjord. *NTNU Vitenskapsmuseet Rapport zoologisk serie* 2006-1: 1-56.
- Solbakken, K. Aa. & Angell-Petersen 2009. Verneområdene i Gaulosen. Forvaltningsplan 2009-2019. Trondheim og Melhus kommuner. - Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, Rapport 1-2009. 24 s.
- St.meld. nr. 28 (2015-2016). Fag – Fordypning – Forståelse En fornyelse av Kunnskapsløftet. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/e8e1f41732ca4a64b003fca213ae663b/no/pdfs/stm201520160028000dddpdfs.pdf>

- Stokke BG, Dale S, Jacobsen K-O, Lislevand T, Solvang R, Strøm H (2021). Artsgruppeomtale fugler (Aves). Norsk rødliste for arter 2021. Artsdatabanken. <https://www.artsdatabanken.no/rodlisteforarter2021/Artsgruppene/Fugler> Nedlastet 9. oktober 2022.
- Strømgren, T. og S. Hokstad 1993. RV 65 Skaun kommune, kartlegging og beskrivelse av de marinbiologiske forhold i Buvikfjæra. *Universitetet i Trondheim, Vitenskapsmuseet Notat fra Zoologisk avdeling* 1993-14: 1-13.
- Størkersen, Ø.R. 1994. Ornitologisk vurdering av Buvika, Skaun kommune. - *Trøndersk Natur* 21: 22-30.
- Størkersen, Ø.R. 2004. Verneverdier i Buvika og vannflaten i Gaulosen, og forslag til nye verneområder. *Trøndersk Natur*, 31: 21-24.
- Suul, J. 1972. Leinøra Naturreservat. *Trøndersk Natur nr. 1*: 31.
- Suul, J. 1973. Strandanalyse. Trondheimsregionen og Stjørdal kommune, Regionplankontoret for Trondheimsregionen, stensilert rapport, 57 pp + kartheft.
- Suul, J. 1973. Oversiktsplan for naturvern i Trondheimsregionen, Inst. for By- og reg. NTH, stensilert rapport, 76 pp + fl.kart.
- Suul, J. 1974. Gulosen – Et viktig våtmarksområde. *Trøndersk Natur*, 3: 19-23.
- Suul, J. 1975. Rapport om arbeidet med registrering av områder som bør disponeres for formålene: naturvern, friluftsliv og fornminne i Sør-Trøndelag. Utbyggingsavdelingen, Sør-Trøndelag fylke, stensilert rapport, 58 pp, vedlegg + kart.
- Suul, J. 1975. Ornitologiske registreringer i Gaulosen, Trondheim og Melhus kommuner, Sør-Trøndelag. *K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Zool. Ser. 1975-8*: 1-43.
- Suul, J. 1976. Skjæregjøk - en ny art for Norge. *Sterna* 15: 33 -36.
- Suul, J. 1976. Store verneverdige interesser i Gaulosen. *Trondheim Omland Fiskeadministrasjon Årbok 1975/76*: 68 -73.
- Suul, J. 1979. *Utkast til verneplan for våtmarksområder i Sør-Trøndelag*. Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, 120 pp.
- Suul, J. 1981. Våtmarksvern i Sør-Trøndelag. *Vår Fuglefauna (4) 1*: 22-26.
- Suul, J. 1984. Rapport naturvern/friluftsliv 1984. Fylkesmannen i Sør-Trøndelag. Rapport 8: 50 pp.
- Suul, J. et al. 1984: Våtmarker av internasjonal verdi. Kriterier for utvalg. Oversikt over lokaliteter. Rapport til MD, 15 s.
- Suul, Jon. 2010. Nasjonalparkene far - Kristen Faye Krogh – Et 100-årsminne. I: *Årbok for Helgeland 2010*, s. 155-171.
- Thingstad, P.G. & Daverdin, M., 2012. Viltområdekartlegging i Trondheim kommune. *Zool. Notat* 2012-3: 1 – 45.
- Thorstad, E.B., Whoriskey, F., Uglem, I., Moore, A., Rikardsen, A.H. & Finstad, B. 2012. A critical life stage of the Atlantic salmon *Salmo salar*: behaviour and survival during the smolt and initial post-smolt migration. *Journal of Fish Biology* 81: 500-542.
- Ulsund, C. 2017. Forvaltningsplan for Gaulosen marine verneområde Trondheim, Melhus og Skaun kommuner 2017-2027. Fylkesmannen i Sør-Trøndelag Rapport 2-2017: 1-57.
- Öhman, J. 2004. Moral perspective in selective traditions of environmental education. In P. Wickenberg, H. Axelsson, L. Fritzén, G. Helldén, & J. Öhman (Eds.), *Learning to change our world* (pp. 33–57). Lund: Studentlitteratur.

NTNU Vitenskapsmuseet er en enhet ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU.

NTNU Vitenskapsmuseet skal utvikle og formidle kunnskap om natur og kultur, samt sikre, bevare og gjøre de vitenskapelige samlingene tilgjengelige for forskning, forvaltning og formidling.

Institutt for naturhistorie driver forskning innenfor biogeografi, biosystematikk og økologi med vekt på bevaringsbiologi. Instituttet påtar seg forsknings- og utredningsoppgaver innen miljøproblematikk for ulike offentlige myndigheter innen stat, fylker, fylkeskommuner, kommuner og fra private bedrifter. Dette kan være forskningsoppgaver innen våre fagfelt, konsekvensutredninger ved planlagte naturinngrep, for- og etterundersøkelser ved naturinngrep, fauna- og florakartlegging, biologisk overvåking og oppgaver innen biologisk mangfold.

ISBN 978-82-8322-322-4
ISSN 1894-0056

© NTNU Vitenskapsmuseet
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

www.ntnu.no/museum