



RESTAURERINGSPLAN FOR GJØLSJØEN NATURRESERVAT – 2020

MARS. 2021



RAPPORT 2020: 13

Utførende institusjon:

Dokkadeltaet Våtmarkssenter AS

Prosjektansvarlig:

Thorstein Holtskog

Prosjektmedarbeidere:

Børre K. Dervo, Marit Mjelde, Peggy Zinke, Magnus Nygård, Stine Wiger Elvigen, Anna Nilsson, Lea Hoch

Oppdragsgiver:

Haldenvassdraget vannområde

Kontaktperson:

Lars Kristian Selbekk

Referanse:

Holtskog, T., Dervo, B.K, Mjelde, M., Zinke, P., Nygård, M., Hoch, L., Elvigen, S.W., Nilsson, A. 2020. Restaureringsplan for Gjølssjøen - 2020. Dokkadeltaet Våtmarkssenter Rapport 2020- 13.

Sammendrag:

Dokkadeltaet Nasjonale Våtmarkssenter AS (DNV) har på oppdrag fra Haldenvassdraget vannområde utredet restaureringsforslag for Gjølssjøen naturreservat. Eksterne tiltak rettet mot reduksjon av nærings- og sedimenttilførsel fra avløp, jordbruk, grøftede myrer eller andre kilder må ha høyest prioritet. Storskala mudring og/eller fjerning av vannvegetasjon anbefales ikke uten betraktelig reduksjon av dagens tilførsel av næringssalter og sedimenter. Tilgroingen kan neppe stoppes uten eksterne tiltak, men det er mulig å etablere noen åpne kanaler eller vannflater som habitattiltak for fuglelivet.

Det har vist seg at det finnes svært lite hydrologiske og limnologiske data om Gjølssjøen. Flere tilleggsutredninger er nødvendig som grunnlag for tiltaksplanen og bør gjennomføres så snart som mulig f.eks. installasjon av vannstandsmålestasjoner.

I foreliggende rapporten har DNV også utarbeidet forslag for tilrettelegging for besøkende.

Det er viktig å utarbeide en visjon for Gjølssjøens utvikling hvor mange grunneiere og interessenter kan bidra og kjenner seg igjen. Vi anbefaler å lage et helhetlig overvåkingkonsept.

Emneord:

Marker kommune, skjøtsel, Gjølssjøen, våtmarksrestaurering, overvåking



Forord

Dokkadeltaet Nasjonale Våtmarkssenter AS (DNV) har på oppdrag fra Haldenvassdraget vannområde utredet restaureringsforslag for Gjølsjøen naturreservat. Utredningen er basert på tidligere data og diskusjoner/møter med oppdragsgiver. Det er og gjennomført to befaringer i 2020.

Prosjektet er gjennomført som et samarbeid mellom DNV, Norsk institutt for naturforskning (NINA), Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Sciencemonastery AS, med DNV som prosjektleder.

Rapporten er skrevet av Thorstein Holtskog (DNV), Børre K. Dervo (NINA), Marit Mjelde (NIVA), Peggy Zinke (Sciencemonastery AS), Magnus Nygård (DNV), Lea Hoch (DNV), Stine Wiger Elvigen (DNV) og Anna Nilsson (NINA).

Lars Kristian Selbekk har vært oppdragsgivers kontaktperson. Han har gitt viktig informasjon om Gjølsjøen og undersøkelsene som er foretatt der. Underveis har vi og hatt nyttige diskusjoner både med han, Gunnar Bjar hos Statsforvalteren i Oslo og Viken, samt Atle Haga i Viken fylkeskommune og Ingvar Spikkeland fra Müller-Sars Biologiske stasjon/Haldenvassdragets Kanalmuseum.

Takk til alle for godt samarbeid.

Dokka, 25.03.2021

Thorstein Holtskog



Innhold

Forord.....	3
1 Innledning	6
1.1 Bakgrunn og mål.....	6
1.2 Oppdragsbeskrivelse	6
Sammenstilling av data	7
2 Områdebeskrivelse.....	7
2.1 Generelt	7
2.2 Senkning av Gjølsjøen.....	9
2.3 Endringer i arealbruk (1800-tallet) – 1960 - 2020	10
2.4 Tidligere undersøkelser	10
2.5 Miljøsmål og tilstand	11
3 Hydrologi	11
3.1 Hydrologisk effekt av Gjølsjøens senkning.....	11
3.2 Effekt av myr- og våtmarksdrenering.....	13
3.3 Effekt av klimaendringer	15
4 Vannkjemi.....	16
4.1 Vurdering av foreliggende data	16
5 Makrovegetasjon.....	17
5.1 Definisjon	17
5.2 Foreliggende data	17
5.3 Endringer i artssammensetning i perioden 1969-2014 (-2020)	18
5.4 Arealendringer	18
5.5 Vurdering av data	23
6 Fuglelivet	24
7 Fisk og krepsdyr.....	24
Restaureringstiltak	26
8 Formålet med tiltak.....	26
8.1 Noen ord om innsjørestaurering i Norge	26
8.2 Gjølsjøen	26
9 Foreslåtte tiltak	27



9.1 Reduksjon av næringstilførsler	28
9.1.1 Tiltak på dyrket mark	29
9.1.2 Kantsone mellom Gjølsjøen og fulldyrka mark	30
9.1.3 Tiltak i forbindelse med dreneringsrør	33
9.1.4 Fangdammer	33
9.1.5 Avløp	35
9.1.6 Restaurering av myr	35
9.2. Biotopforbedrende tiltak med hensyn til fugl	35
9.2.1 Mudring mindre øyer og/eller områder med åpent vannspeil	37
9.2.2 Omfattende mudring Watermaster og IMS Versi Dredge	39
9.2.3 Beite	40
9.3 Tiltak som er vurdert, men ikke anbefalt	41
Tilrettelegging for besøkende	45
10 Anbefalte tiltak	46
11 Videre arbeid	48
11.1 Innhenting av manglende data	48
11.2 Videre utredning av tiltak som foreslås	48
11.2 Ettetanke	49
12 Referanser	50

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og mål

Gjølsjøen ved Ørje i Marker kommune har i mange år vært kjent som en meget rik fuglesjø (Viker og Hardeng 1992) og allerede i 1962 vurdert som nasjonalt verneområde. Innsjøen var vurdert som viktig i forbindelse med «Plan for opprettelse av fuglereservater» i 1967, «Vern av naturlige næringsrike innsjøer i Norge» i 1968 og «Landsoversikt over registrerte naturområder og forekomster» i 1978. Området ble foreslått fredet som naturreservat i Fylkesmannen i Østfold sitt «Utkast til verneplan for våtmarksområder i Østfold» i 1986.

Gjølsjøen ble vernet i 1992, og hensikten med fredningen var først og fremst å ta vare på det rike fuglelivet ved innsjøen. Siden den gang er det registrert endringer i artssammensetningen av hekkende fuglearter. Det er også registrert nedgang i hekkebestander av flere våtmarksfugl. Forvaltningsansvaret for vernebestemmelsene ble den gang tillagt Fylkesmannen i Østfold.

1.2 Oppdragsbeskrivelse

Haldenvassdraget vannområde skal på vegne av Statsforvalteren i Oslo og Viken lage en restaureringsplan for Gjølsjøen naturreservat.

Formålet med dette prosjektet er å foreslå en plan for restaureringstiltak i Gjølsjøen naturreservat. Restaureringstiltakene har som mål å få tilbake og styrke bestander av våtmarksfugl som enten ikke hekker i Gjølsjøen eller har færre hekkinger enn før. Restaureringstiltakene er ment å bedre forholdene for disse artene uten at det øvrige naturmangfoldet i Gjølsjøen reduseres. Det skal også utarbeides forslag for tilrettelegging for besøkende.

Planen inneholder:

- 1) forslag til restaureringstiltak og andre tiltak som kan bedre den økologiske tilstanden i Gjølsjøen,
- 2) plan for gjennomføring av tiltakene med forslag til praktiske og tekniske løsninger,
- 3) prisestimat på gjennomføring og drift /vedlikehold av foreslåtte tiltak,
- 4) rangering av tiltakene i prioritert rekkefølge, der tiltakene med størst effekt som samtidig er lettest å gjennomføre prioriteres høyest, og
- 5) plan for tilrettelegging for besøkende, med prisestimat på gjennomføring og drift/vedlikehold.

Tiltakene som presenteres her er basert på tilgjengelige data og kunnskap, og det er ikke foretatt nye feltundersøkelser utover to befaringer.

Vurdering av tiltak for å begrense flom ligger i hovedsak utenfor oppdraget, det samme gjelder for tiltak som har som formål å bedre fremkommeligheten i Gjølsjøen for båter, kanoer, etc.. Prosjektet tar for seg tiltak for å styrke blant annet fuglebestandene i Gjølsjøen, men gjør ikke en grundig faglig vurdering av årsakene til reduksjon i hekkebestander, da dette ligger utenfor oppdraget.

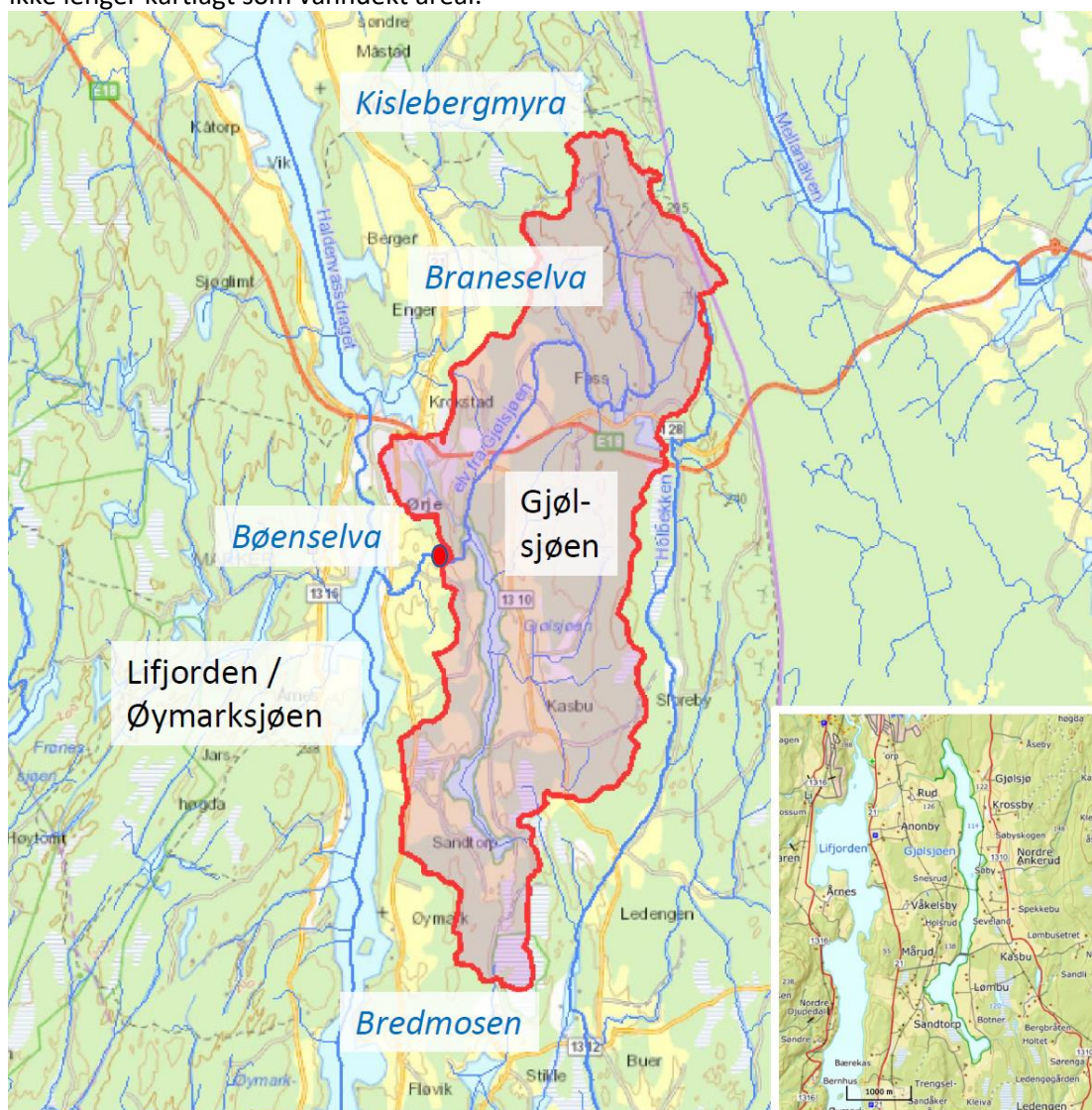


Sammenstilling av data

2 Områdebeskrivelse

2.1 Generelt

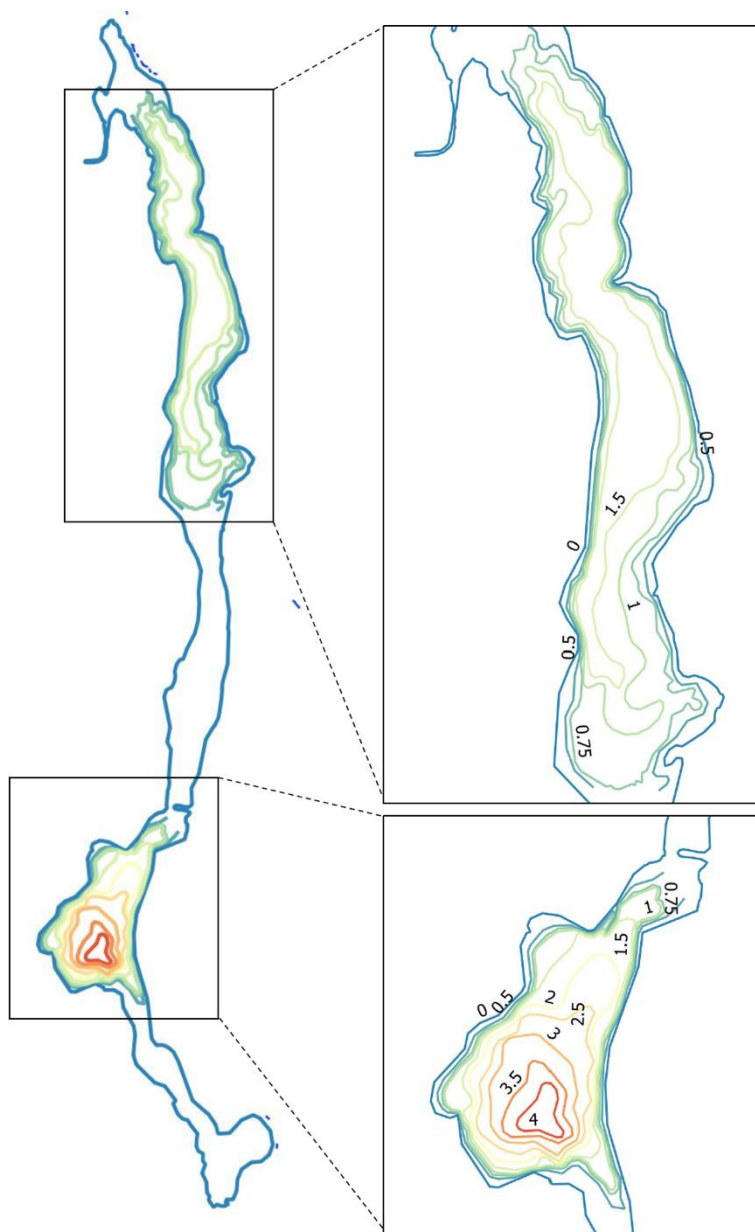
Gjølsjøen ligger 114 m.o.h. i den sørøstlige delen av Marker kommune, noen km sørøst for Ørje (**Figur 1**). Innsjøen har et areal på 0,98 km² og et maks dyp på 4,2 m. Innsjøen er lang (ca. 5 km) og smal og ligger i nord-sør-retning. I dag består innsjøen av tre mer eller mindre separate deler; nordre basseng med maks dyp på 1,5 – 1,6 m, Sandtorpfjorden i midten, med maks dyp på 4,2 m og Bottenfjorden i sør, hvor dybdemålinger mangler (**Figur 2**). Dybde-dataene er fra 1985, og det mangler en aktuell dybdekartlegging som gjenspeiler dagens situasjon. Grunnområdene mellom de tre bassengene er fullstendig gjengrodd med helofyttvegetasjon («siv»), og i dagens topografiske detaljkart (N10, se Zinke 2020) er disse ikke lenger kartlagt som vanndekt areal.



Figur 1. Gjølsjøen med nedbørsfelt, basert på NVEs NEVINA-applikasjon (www.nevina.no).



Nedbørsfeltet til Gjølsjøen er lite med et areal på 29,1 km² og høydevariasjoner mellom 114 og 291 m.o.h. (**Figur 1**). Nedbørsfeltet er for det meste dekket av skog (74 %). Dyrket mark utgjør bare 16 % av nedbørsfeltet, men store deler av jordbruksområdene grenser til innsjøen. I tillegg finnes flere myrområder, f.eks. Kislebergmyra i nord, Kolstadmosen vest for Sundtorpfjorden og myrområdet ved Svingen i sørvest. Store deler av disse myrområdene er drenert. Det gjelder også deler av Bredmosen sør for Gjølsjøen, som er innenfor nedbørsfeltet til Gjølsjøen. Denne høgmyra ble vernet som myrreservat i 1978.



Figur 2. Dybdekurver for Gjølsjøen basert på NVE-atlas.

Gjølsjøen ligger i et område med tykke havavsetninger og fyllmasse med flekker av torv og myr, omgitt av morener og bart fjell. Leirearealet utgjør 43 % av nedbørsfeltet. Berggrunnen i området er kalkfattig, dominert av mylonitt, blastomylonitt og sterkt deformert gneis (www.ngu.no).

Innsjøens største tilløp er Braneselva, som drenerer både skogs- og jordbruksområder i nord. Drenering fra Branesmosen nord for E6 har utløp i Braneselva. De to tilløpsbekkene fra vest; bekken fra Klevtjern og bekken ved Nordre og Søndre Gjølsjø, drenerer store jordbruksområder og munner ut i nordre basseng. Dreneringen fra myrområdet ved Svingen ser ut til å munne ut i det gjengrodde området nord for Bottenfjorden. Gjølsjøens utløp mot Øymarksjøen ligger helt i nordvest, like sør for innløpet av Braneselva. Denne plasseringen av største tilløpselv og utløpselva, kombinert med lite tilrenning ellers, gjør at Gjølsjøen kan beskrives som en stor «bakevje», dvs. At det meste av organisk stoff og lignende som havner i innsjøen blir værende og det er liten utskifting av vannet i innsjøen.

Verneområdegrensen følger i all hovedsak vannkanten (årsmiddel) i Statens kartverks N50. Totalt utgjør vernet areal ca. 1221 daa., herav ca. 994 daa vanndekt areal. Formålet med verneforslaget var å bevare et særlig verdifullt våtmarksområde. Stedet er hekkeplass for kravfulle arter dels med sparsom forekomst i fylket og landet ellers. Sjøen er også interessant som innsjøtype. Sjøen har vist seg å være etableringsområde for sørlige ekspanderende arter knyttet til våtmarksmiljøer (Spikkeland m.fl. 2020).

2.2 Senkning av Gjølsjøen

Historien til Gjølsjøen er nærmere belyst i en rapport fra 1992 (Viker & Hardeng 1992), som også inneholder historiske kart. Rapporten inneholder flere opplysninger om senkningen av Gjølsjøen og siterer et NIVA-dokument (Rørslett & Skulberg 1968) hvor det heter: «ifølge muntlige opplysninger ble innsjøen nedtappet omkring 2 m i 1850-årene».

Den samme rapporten gjengir også et eldre dokument fra Kanalvesenet (dagens NVE) som inneholder flere detaljer om senkningen (Kanalvesenet 1881):

I 1850 ba Smaalenenes Amt (sannsynligvis etter oppfordring fra landeierne) Ingeniør Vogt, som var ansatt som kontrollør ved de i nærheten liggende kanalarbeider ved Ørje og Strømfoss, om å gjøre en undersøkelse og kostnadsoverslag for senkning av Gjølsjøen. I 1859 ble han anstilt for det og leverte en første diskusjonsgrunnlag i 1861. I 1862 fikk Amtet beskjed fra landeierne om at de ville utrede «en 2/3 dele av Omkostningene ved en 4 Fods Sænkning av Seen²», og ingeniør Vogt utarbeidet et forslag. «Efter det skulde det insvindes 207 Maal Jord av Seen og alminnelig Flom ikke mere enn 2 Fod over kommende laveste Sommervandstand.» «Forskjellen mellem Lavvand og Høivand efter Sænkningen sandsynligvis vilde blive den samme, saa Seens Reguleringsevne kun vilde svækkes ubetydeligt, nemlig i Forhold til den Forringelse i Overfladen, som Seen fik i Flom etter Reguleringen.» Etter 1862 «foretog Landeierne en Sænkning uden at indhente Expropriationstilladelse». I 1880 søkte eierne om Kanaldirektørens assistanse for å få en kostnadsberegning «ved en fullstendig Udtapning av Seen».

Viker og Hardeng (1992) konkluderer i sine analyser rundt senkningens historie som følge «Hvor mye sjøen reelt er blitt senket tidligere, synes usikkert. Ut ifra kartskissen fra ca. 1890 kan det virke som om 2 m er for mye. En senkning på 2 m i dette overveiende flate terrenget,

ville trolig i større grad ha påvirket sjøens omriss på kartet». Zinke (2020) antyder en mer realistisk nedtapping på i størrelsesorden 1,3 – 1,4 meter.

2.3 Endringer i arealbruk (1800-tallet) – 1960 - 2020

Beskrivelse av sjøens dannelse og utvikling (Spikkeland m.fl. 2020) antyder at landhevingen, historisk myrbrann, klimaendringer, senkning av utløpet i 1862 for å skaffe mer jordbruksland, eutrofiering og drenering av arealer har vært viktige påvirkningsfaktorer.

Flyfoto fra 1965 og frem til i dag, viser at myr- og skogsområder rundt Gjølsjøen har gått litt tilbake siden 1965. Betydelige myrareal i nedbørfeltet er grøftet opp gjennom historien, og myr er stedvis oppdyrket rundt sjøen (Zinke 2020). Grøfting og oppdyrking av myr har trolig ført til økt tilførsel av næringsstoffer, partikler og organisk materiale til Gjølsjøen. Intensiveringen av jordbruket og bruk av kunstgjødse har trolig også ført til at påvirkningen på innsjøen har økt de siste hundre årene.

Flyfoto fra 1965 og frem til i dag dokumenterer en økning av arealet som er dekket av akvatiske makrofytter i Gjølsjøen, noe som er spesielt synlig i området nord for brua som krysser sjøen. Vannstanden på flyfotoene er ukjent og kan ha vært forskjellig og mengden akvatiske makrofytter kan variere sterkt fra vekstsesong til vekstsesong. Likevel kan man med utgangspunkt i flyfoto og beskrivelser fra de som kjenner innsjøen, si at den er betydelig mer gjengrodd nå enn den var på 1960-tallet.

I rapporten til Vikar og Hardeng fra 1992 er det nevnt at det var vinterveier mellom gårdene og husmannsplasser som gikk over Gjølsjøen, og at slått av elvesnelle var en viktig aktivitet på starten av 1900 tallet. Det ligger flere gjengrodd eller gjenplantede beitemarker rundt Gjølsjøen og det er grunn til å tro at beitedyrene hadde tilgang til grunne deler av innsjøen.

2.4 Tidligere undersøkelser

Haldenkanalen Kanalmuseum hos Østfoldmuseene foretok i 2018 og 2019 artskartlegging av ulike organismegrupper (Spikkeland m.fl. 2020). Målet med disse kartleggingene har vært å få en større forståelse av artssammensetning av ulike grupper, og hvordan disse påvirker hverandre i Gjølsjøen. Det ble bl.a. gjennomført en vid artsundersøkelse bestående av fugletellinger og undersøkelser av bunndyr, plante- og dyreplankton og fisk (Spikkeland m.fl. 2020). I tillegg foreligger det undersøkelser og vurderinger av utviklingen av slimalgen *Gonyostomum semen* i innsjøer (Rohrlick & Hagmann 2019).

Det foreligger også sammenstillinger av en rekke tidligere undersøkelser av biologiske og vannkjemiske forhold i Gjølsjøen (Spikkeland m.fl. 2019 og 2020). Rapportene fra undersøkelsene har pekt på mulige årsaker til nedgang i hekkebestandene, imidlertid er det ikke framkommet noen klare årsakssammenhenger.

2.5 Miljøsmål og tilstand

Gjølsjøen har vannforekomst ID 001-332-L og er kategorisert med svært dårlig økologisk tilstand ut fra de kjemiske prøvene som foreligger ifølge Vann-nett. Særlig verdiene for totalfosfor, klorofyll A og totalt biovolum planteplankton i vannet er svært høye. Men også parameter som bunnfauna, fisk, vannstandsvariasjon og totalnitrogen indikerer kun moderat tilstand. I Vann-nett er hoved-påvirkningsfaktorer diffus avrenning fra fulldyrket mark. Men også diffus avrenning fra spredt bebyggelse og at sjøen er senket for jordbruksformål er påvirkningsfaktorer (Vann-nett 2021).

Sjøen er en gjengroingssjø og klassegrensene i vannrammedirektivet er ikke helt tilpasset dette. Sjøen kan derfor bli unntatt fra deler av dagens miljømål som er god økologisk og kjemisk tilstand innen 2027 (Vann-nett 2021). Utsettelsen gjelder god økologisk tilstand som skal nå innen 2033, mens Gjølsjøen kjemisk tilstand skal nå miljømålet innen 2027. Målingene som ligger til grunn for kategoriseringen er gamle. Det bør derfor gjennomføres innsamling av nye data som grunnlag for en mer riktig tilstandsvurdering av Gjølsjøen.

3 Hydrologi

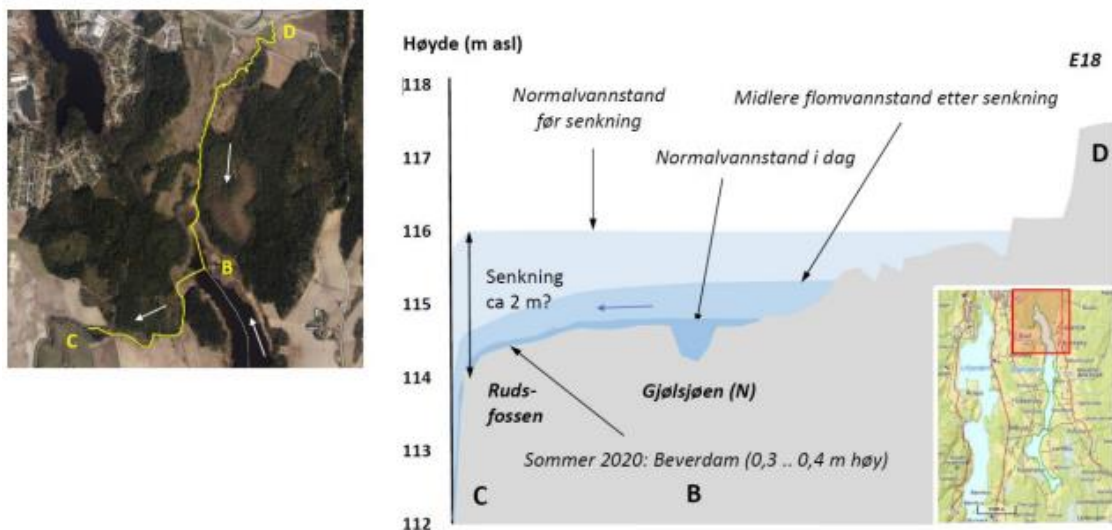
3.1 Hydrologisk effekt av Gjølsjøens senkning

Dette kapittelet er hentet fra Zinke, P. 2020. Bidrag til restaureeringsplan Gjølsjøen – hydrologiske forhold.

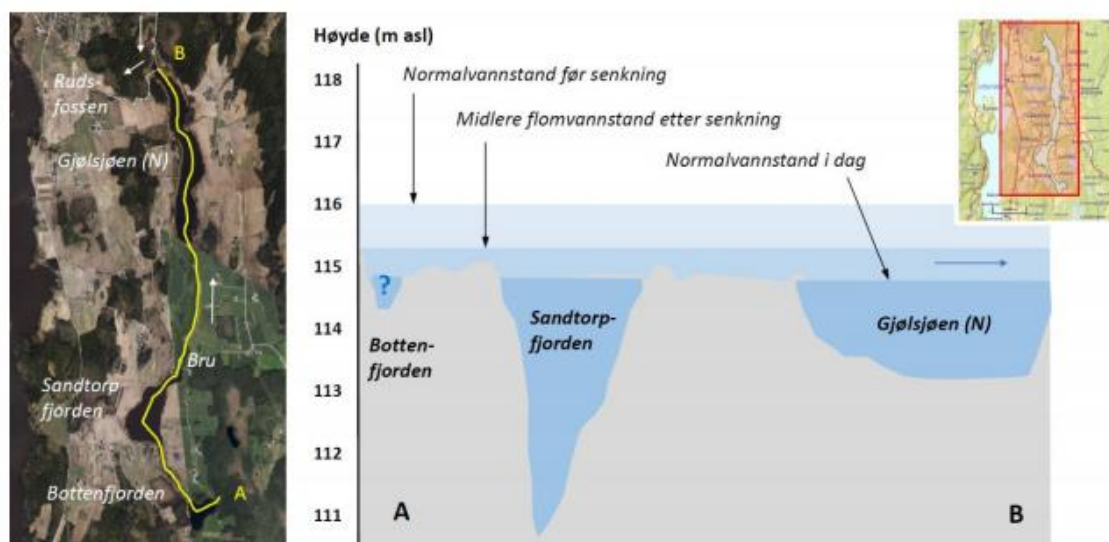
Man kan ta utgangspunkt i informasjonen om at den første senkningen ble foretatt omkring 1862. I dag minner store mosebegrodd steiner ved Rudsfossen om inngrepene som foregikk for over 150 år siden.

Dagens middelvannstand ligger antagelig på 114,7 til 114,8 m.o.h. (Zinke 2020). Profilskissene i **figur 3 og 4** illustrerer at de foreliggende informasjonene og de få foreliggende feltobservasjonene gir et usikkert, men plausibelt bilde, hvis man tolker situasjonen slik:

- Senkningen på 1860-tallet er beskrevet som «4 Fods Sænkning». En dansk fod er 0,314 meter, slik at en 4-fods-sænkning tilsvarer 1,26 m. Dermed kan den opprinnelige normalvannstanden ha ligget ved ca. (114,7 til 114,8 + 1,26) 116,0 m.o.h. (NN2000). Det er ca. i samsvar med høyden for overgangen mellom organisk jord og leire som ble funnet i den nordøstlige delen mellom Sæby og Sevland.
- Etter senkningsplanene skulle en middelflom ikke stige mer enn 2 Fod (0,62m) over kommende laveste sommervannstand. Det er samme størrelsesorden som den kartlagte flomkanten i den nordlige delen indikerer (Hvis man antar at den er fra en «middelflom»).
- DTM-1 tillater ikke å hente ut veldig detaljerte høydedata for elvestrengen ved Rudsfossen, men antyder et vannspeilnivå på ca. 114,1 m.o.h. ved Rudsfossen i dag. Vanndybden under befaringen var ikke mindre enn 0,1 m. Dagens elvebunn ved Rudsfossen kan dermed grovt estimeres å ligge på ca. 114 m.o.h. Før senkningen var det antagelig en veldig lav fallgradient mellom Rudsfossen og Gjølsjøen med liten forskjell på vannstanden. Det er derfor ikke usannsynlig at senkningen av elvebunnen ved selve Rudsfossen var på ca. 2 m. I dag er vannstanden mellom sjøen og Rudsfossen større.



Figur 3. Profilskisse fra D til C som viser antatte vannstandsforhold før og etter senkningen i nordlige del av sjøen og ved utløpet.



Figur 4. Profilskisse fra A til B som viser antatte vannstandsforhold før og etter senkningen i nordlige del av sjøen og ved utløpet.

Denne beskrivelsen eller «*modellen*» av senkningen er imidlertid svært forenklet og må sjekkes og sannsynligvis korrigeres eller justeres. Det er kjent at det finnes noen dokumenter fra reguleringstiden i NVE-arkivene som kan bidra til det.

De foreliggende dataene er ikke tilstrekkelig for å si mye om vannstandsgradienten langs Gjølssjøen, dvs. mulige vannstandsforskjeller mellom de ulike bassengene. De kan være forskjellige i løpet av året, særlig i flomsituasjoner. Det anbefales derfor å gjennomføre vannstandsmålinger på ulike steder langs Gjølssjøen.

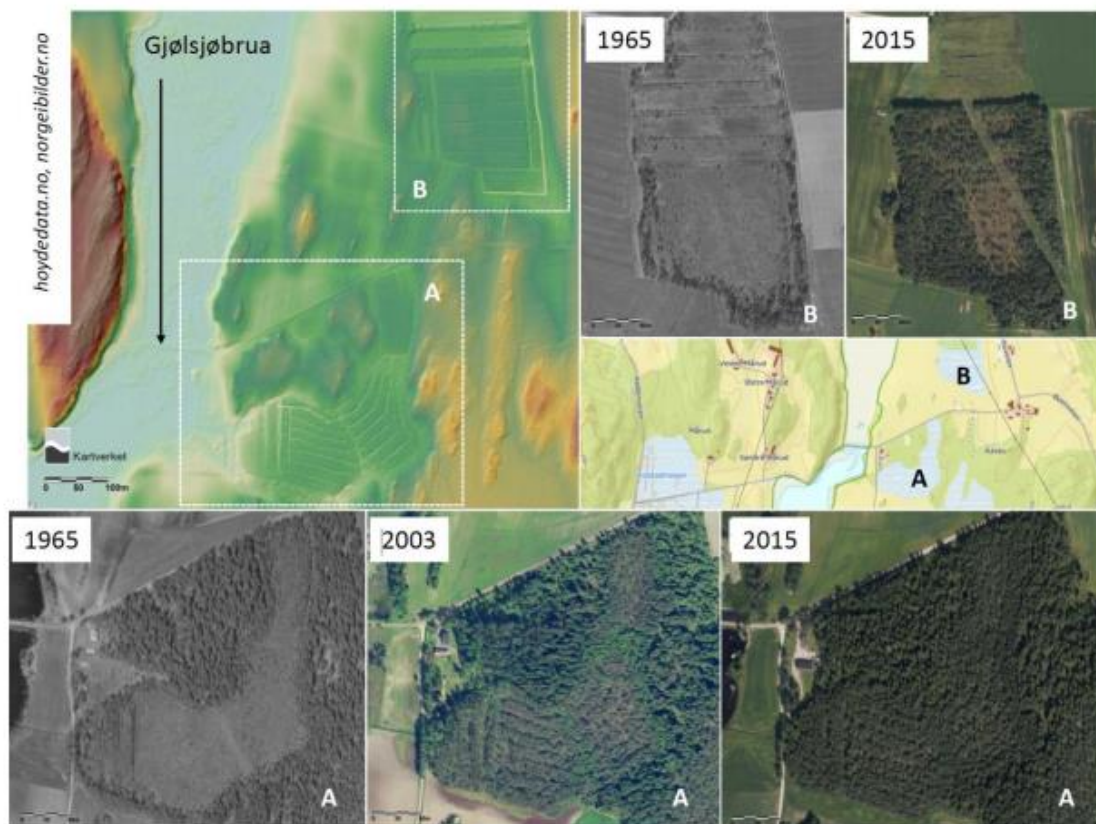
3.2 Effekt av myr- og våtmarksdrenering

Informasjonen fra offisielle kart (www.hoydedata.no, www.norgebilder.no) antyder at det har foregått betydelige hydrologiske forandringer i nedbørsfeltet i forbindelse med drenering av myr og våtmarksområder (**Figur 5**).

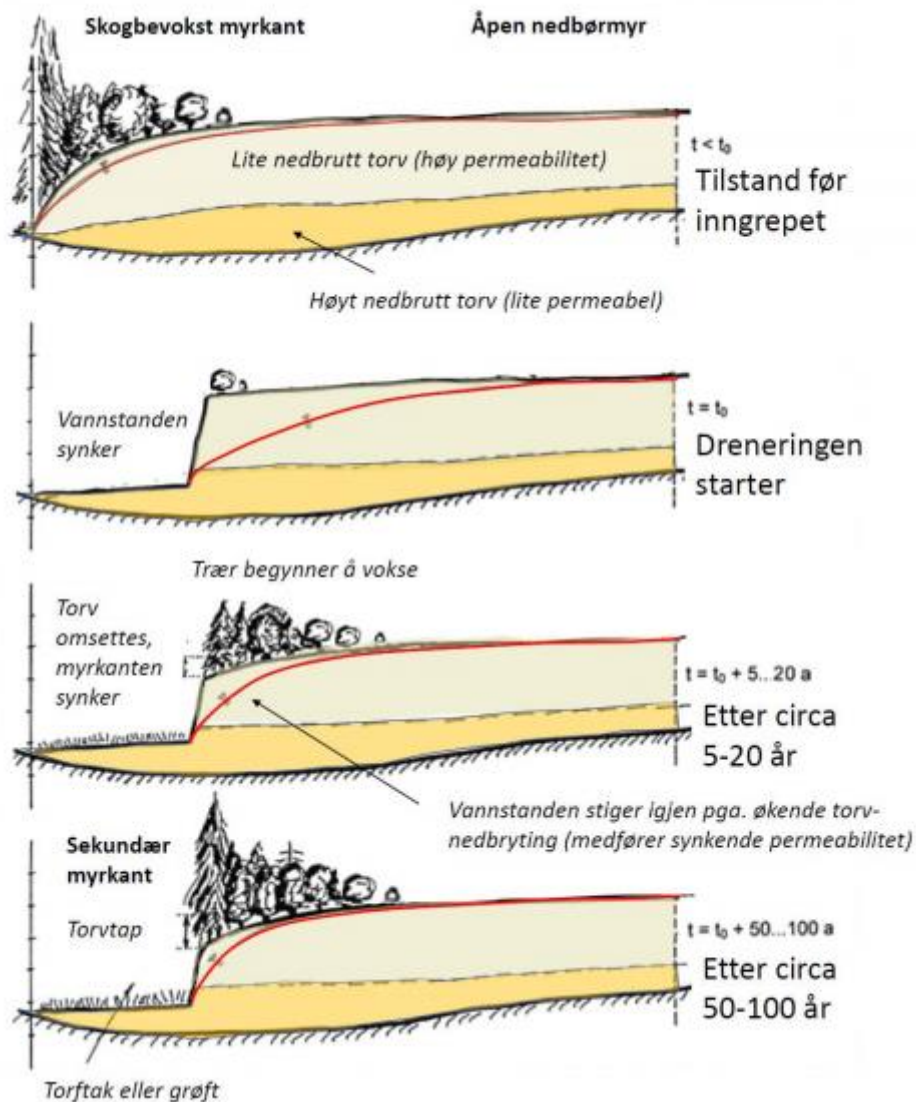
Myr inneholder et stort reservoar med karbon og har en meget viktig funksjon i stabilisering av Jordens klima. Karboninnholdet for hver enkelt myrlokalitet bestemmes av myrtypen og torvdybden. Sistnevnte varierer i Norge mellom 0,3 og 10 meter. Gjølsjøen ligger i «høymyr-regionen» (Moen 1998), dvs. her finnes spesielt mange myrer som får vann kun fra nedbør, uten kontakt med grunnvann og næring. Naturtypen høymyr kan ha svært dype torvlag, og er dermed blant de viktigste myrtypene for karbonlagring.

Pågående klima- og landskapsendringer har ført til en generell økning av konsentrasjoner av løste organiske stoffer (DOC), som ofte kalles «*browning*», i Nordens ferskvannssystemer (Finstad m.fl. 2016).

Hvis myra grøftes vil oksygen bli tilgjengelig og det organiske materiale blir omsatt til karbondioksid (CO₂) som bidrar til temperaturøkning i atmosfæren. Grøfting av høymyr fører til oksygenering og nedbryting av torv langs grøftekanter og påvirker den hydrauliske permeabiliteten, noe som fører til hydromorfologiske endringer og gunstige vekstforhold for trær (**Figur 6**). Ved et tilstrekkelig antall grøfter dekkes hele myra med skog, slik som det kan observeres på flere steder rundt Gjølsjøen (**Figur 5**).



Figur 5. Eksempler på grøfting av myr og forandringer gjennom årene i to områder øst for Gjølsjøbrua.



Figur 6. Skjema som viser hvordan et torvtak eller en grøft påvirker vannstands- og strømningsforhold i en høymyr, og hvordan en «sekundær skogsbevokst myrkant» dannes. Fra Zinke & Edom (2006), modifisert for norske forhold.

Myrgrøfting eller torvuttak har store hydrologiske og hydrokjemiske konsekvenser. Undersøkelser fra Finland (Kauppila m.fl. 2016) viser for eksempel at torvuttak og/eller grøfting av myr fører til økende overflateavrenning, flere flomtopper og til eksport av suspendert fast og løst organisk materiale. Utvasking av organisk materiale medfører ofte endringer i sammensetning av næringsstoffer, økt fargetall (brunt vann) og DOC konsentrasjoner, økt innhold av anorganiske og organiske løste partikler, forverrede oksygenforhold, økt intern opptak av fosfor og metaller fra dårlig oksygenerte sedimenter, og økt sedimentering av organisk materiale (EN: Dissolved humic matter, DHM) i innsjøer kan bli fotolysert og fotomineralisert av UV-B stråling og lys, noe som ofte medfører frigjøring av begrensede næringsstoffer som fosfor, nitrogen og jern (Steinberg 2004).



Effekten av tørrlegging/grøfting, omfanget av torvtapet og frigjøring av organiske- og næringsstoffer er imidlertid avhengig av myr- og torvtypene og regionale klimatisk-hydrologiske forhold. Standard utslippsfaktor for netto utslipp fra drenert myr i boreale og tempererte områder, er høye der arealet gjøres om til dyrket mark (36,5-37,2 tonn CO₂-ekvivalenter per ha og år), noe som er lavere der arealet gjøres om til beitemark (16,8-29,0 tonn), og betraktelig lavere der arealet gjøres om til skog (1,8-12,1 tonn), se Joosten m.fl. (2015). Succow & Joosten (2001) oppgir et torvtap av 5,8-13,4 tonn per ha og år, en frisetting av 1,16-16,1 kg fosfor og 75,4-469 kg nitrogen per ha og år som typiske verdier for næringsrike flatmyrer i Nordøst-Tyskland.

Utslippene fra drenert myr vil fortsette så lenge grøftene fungerer, frem til vannstanden økes (enten ved at grøftene naturlig eller ved restaurering tettes igjen) eller til torvlaget er fullstendig nedbrutt, se også MDir (2016).

3.3 Effekt av klimaendringer

Ifølge «Klimaprofilen» fra norsk Klimaservicesenter (2017) for Østfold er det forholdsvis små klimaforskjeller mellom ulike deler av Østfold. Det forventes ikke at det storstilte klimamønsteret, endres vesentlig (gjennomsnittlig årstemperatur på ca. 7°C i ytre kyststrøk mot Oslofjorden, og ca. 5°C i indre områder og en årsnedbør i hovedsak mellom 700 og 900 mm).

I rapporten til Norsk Klimaservicesenter (2017) heter det videre: «*Det beregnes at årstemperaturen i Østfold fra 1971-2000 til 2071-2100 vil øke med ca. 4°C; med størst økning om vinteren og minst om sommeren. Årsnedbøren er beregnet å øke med ca. 10 % med størst økning vinter og vår. Episoder med kraftig nedbør øker vesentlig både i intensitet og hyppighet. For vind viser beregningene små endringer, men usikkerheten er stor.*»

Den samme rapporten karakteriserer effekten av hydrologien i Østfold slik: «*Gradvis reduserte snømengder vil gi gradvis mindre snøsmelteflommer, mens økt nedbør vil føre til at regnflommene blir større. Økt forekomst av lokal, intens nedbør øker sannsynligheten for flom i tettbygde strøk og i små kystnære vassdrag som reagerer raskt på regn. Man må være spesielt oppmerksom på at mindre bekker og elver kan finne nye flomveier. Anbefalt klimapåslag på flomvannføring er 0 % i hovedløpet til Glomma, og minst 20 % for andre nedbørfelt. Det skal tas hensyn til flomfare i et endret klima ifølge TEK17.*»

Mulige effekter av denne prognosen for Gjølsjøen kan være:

- Økende vanntemperatur i sjøen.
- Økt tilførsel av næringsrikt vann og finsedimenter på grunn av økt avrenning og erosjon fra jordbruksområder ved lokale intense nedbørhendelser.
- Økt torvnedbryting og tilførsel av organisk materiale fra myr- og våtmarksområder, særlig fra grøftede myrer.
- Økende fordamping særlig fra åpent vann og våtmarksområder på grunn av økende temperaturer.
- Endringer i vannbalansen og større vannstandsforskjeller gjennom året i forbindelse med økende antall ekstremhendelser.

Det kan ikke utelukkes at biomassereduksjon kommer til å øke og tilgroingen kommer til å skje enda raskere under disse forholdene.

4 Vannkjemi

Vurderinger av endringer i vannkjemiske forhold er basert på alle tidligere tilgjengelige data (**Tabell 1**); 1967 (Skulberg 1969), 1988-2001 (Faafeng & Oredalen 2002), 2008 (Hagmann m.fl. 2014) og 2018-2019 (Spikkeland m.fl. 2020). Det finnes først og fremst data fra Sandtorpfjorden, noe data finnes for nordre del, mens data mangler for Bottenfjorden. Data for næringssalter er bare tilgjengelig for perioden 1988-2001. Det er ikke samlet inn vannkjemiske data i forbindelse med foreliggende prosjekt.

Tabell 1. Tilgjengelige vannkjemiske data fra Gjølsjøen. Dataene fra 1967 er enkeltmålinger fra mai og juni, de øvrige dataene er midlere verdier fra sommersesongen (Skulberg 1969, Faafeng & Oredalen 2002, Hagmann m.fl. 2014, Spikkeland m.fl. 2020).

	Sandtorpfjorden									Nordre basseng			Inn	Ut
Parameter	1967	1988	1992	1993	1997	2001	2008	2018	2019	1967	2018	2019	1967	1967
pH	6,9							6,9	7,2	6,9	6,9	7,4	6,3	6,7
farge	130							50	40	84	55	60	91	84
turbiditet	10,4									4			10,2	5,4
kalsium		5,7	6,5	6,2	7,57			7,3	9,8		5,9	8,9		
Total N		1272	1701	949	1528	1185	1208							
NO3	37									15			66	37
Total P		119,6	79,8	62,4	113,5	103	74,4							
PO4	6									2			4	2
Klorofyll a		90,8	29,9	13,8	65,1	38,8								
siktedyp		0,7	1,1	1,4	0,8			0,4	0,7		1,1	0,7		

Totalt sett kan Gjølsjøen anses som en middels kalkrik, humøs innsjø. Vannkjemiske data fra 1988-2001 (Faafeng & Oredalen 2002) viste at innsjøen var hypereutrof, med midlere totalfosforverdier rundt 100 µg P/l. Selv om det ikke foreligger vannkjemiske data etter 2001 antar vi at innsjøen fortsatt er hypereutrof. Dette gjelder hovedbassenget Sandtorpfjorden, de vannkjemiske forhold kan være noe annerledes i de to andre bassengene. I nordre basseng er nok mye av næringsstoffene bundet i vannvegetasjonen i vekstsesongen og vi regner derfor med at næringsinnholdet i de frie vannmassene her kan være noe lavere enn i Sandtorpfjorden. Imidlertid anser vi også dette bassenget for hypereutroft.

Viker og Hardeng (1992) skriver at: «*Det dannes trolig ingen permanent temperatursjiktning sommerstid i sjøen. Oksygensvinn kan forekomme i bunnlagene på ettersommeren og på ettervinteren etter lengre tids islegging. Således er mer omfattende fiskedød registrert, f.eks. våren 1979 og i 1975-76.*» Det finnes imidlertid ikke oksygendata fra den perioden, og heller ikke etter 1992.

4.1 Vurdering av foreliggende data

Gjølsjøen er en grunn innsjø omkranset av jordbruksområder. Den viktigste påvirkningen er derfor eutrofiering og oversikt over næringsstoffinnhold i innsjøen er derfor viktig. På grunn av gjengroingene mellom nordre basseng og Sandtorpfjorden og mellom Sandtorpfjorden og

Bottenfjorden er det grunn til å tro at vannutskiftingen mellom bassengene til tider er liten, slik at de vannkjemiske forholdene blir ulike. Næringstilførsler fra jordbruksområder, spredt bebyggelse, og fra tilførselsbekker og myrdraineringer vil variere mellom bassengene. Før man foretar store restaureringstiltak i innsjøen, f.eks. lager åpne passasjer i gjengroingsområdene, er det svært viktig at man har kunnskap om de vannkjemiske forskjellene i de ulike bassengene, slik at man ikke overfører problemer fra et område til et annet.

Det foreligger gode data for næringsinnhold i Gjølsjøen for perioden 1988-2008, men data etter 2008 mangler. Dessuten er disse dataene bare fra Sandtorpfjorden, data fra nordre basseng og Bottenfjorden mangler. Tilførselsberegninger mangler fullstendig. Gjølsjøen har sannsynligvis mottatt næringstilførsler fra omgivelsene i en årrekke. Det er derfor sannsynlig at sedimentet inneholder store mengder næringsstoffer. Mudring i et næringsrikt sediment kan føre til frigivelse av store mengder næringsstoffer som igjen kan føre til økt planteplanktonbiomasse.

Før eventuelle tiltak må de vannkjemiske dataene oppdateres, for alle tre bassengene, i hvert fall nordre basseng og Sandtorpfjorden (dersom tiltak ikke er aktuelt for Bottenfjorden). I tillegg bør man få oversikt over kilder til og omfang av næringstilførselene. Næringsinnholdet i sedimentet bør klargjøres.

5 Makrovegetasjon

5.1 Definisjon

Makrovegetasjon (høyere planter) er planter som har sitt normale habitat i vann. De deles ofte inn i helofytter («*sivvegetasjon*») og «ekte» vannplanter. Helofyttene er semi-akvatiske planter med hoveddelen av fotosyntetiserende organer over vannflata det meste av tida og et velutviklet rotsystem. De viktigste helofyttene omtales som makrohelofytter (jfr. NiN). De fleste av disse danner reinbestander og kan gå ut til 1-2 m dyp. Vannplantene er planter som vokser helt neddykket eller har blader flytende på vannoverflata. Disse kan deles inn i 4 livsformgrupper: isoetider (kortsukuddplanter), elodeider (langsukuddplanter), nymphaeider (flytebladplanter) og lemnider (frittflytende arter). De største algene, kransalgene, inkluderes som en egen livsformgruppe.

5.2 Foreliggende data

Det foreligger tidligere vegetasjonsdata fra 1968 (Skulberg 1969), 1978? (Skulberg 1978), 1986? (Ringby 1987) (omtalt i Spikkeland m.fl. 2014), egne upubliserte data fra 1997, 2013 (Blindheim & Olsen 2014), 2014 (Spikkeland m.fl. 2014). Det er ikke gjort feltregistreringer etter 2014. Det er heller ikke foretatt feltregistreringer i forbindelse med foreliggende prosjekt.

Dataene omfatter først og fremst artsregistreringer, samt semi-kvantitative vurderinger for enkelte år. Skulberg (1969) gjorde noen enkle anslag av utbredelsen av helofytt- og vannvegetasjon, mens Blindheim & Olsen (2014) beregnet arealutbredelsen av helofyttvegetasjonen i 2013. Bortsett fra dette er utbredelsen av helofyttvegetasjonen og enkelte arter i vannvegetasjonen omtalt mer generelt i teksten.



5.3 Endringer i artssammensetning i perioden 1969-2014 (-2020)

De viktigste helofyttene i Gjølsjøen har vært og er fortsatt flaskestarr *Carex rostrata*, sennegrass *C. vesicaria*, elvesnelle *Equisetum fluviatile*, takrør *Phragmites australis*, smal dunkjevle *Typha angustifolia*, bred dunkjevle *T. latifolia* og sjøsivaks *Schoenoplectus lacustris*. Starr-artene går ofte ikke dypere enn 0,5 m, mens de øvrige kan vokse ut til 1,5 – 2,5 m dyp avhengig av vekstforholdene. Alle disse s.k. makrohelofyttene (jfr. NiN) kan danne store bestander og er viktige arter i en tilgroingsprosess. Sverdlilje *Iris pseudacorus* forekommer helst i strandsona eller på helt grunt vann. Det er lite informasjon om mengdeforholdene mellom de viktigste helofyttene, men ut fra beskrivelsene er det klart at det har skjedd en suksesjon fra en vegetasjon dominert av elvesnelle og starr på 1960-tallet til en vegetasjon hvor takrør og dunkjevle er like vanlig om ikke vanligere enn elvesnelle. Sverdlilje er svært vanlig i de grunne helt gjengroddene områdene nord for brua (pers. obs. Marit Mjelde), men var også vanlig i 1969.

Vannvegetasjonen har helt siden 1960-tallet vært preget av flytebladvegetasjon, og stedvis stor forekomst av frittflytende planter. De fleste artene i undervannsvegetasjonen har hatt og har fortsatt en sparsom utbredelse og har stort sett bare forekommet i åpninger i helofyttbeltene. Imidlertid har det vært enkeltarter som i perioder og i enkelte områder har hatt stor forekomst.

Småttjønnaks *Potamogeton berchtoldii* (tidligere kalt *P. pusillus*), dannet tette undervannsenger på 1960- og 70-tallet (Skulberg 1969, 1978, Viker & Hardeng 1992). Sannsynligvis hadde disse engene størst forekomst i nordre basseng. Småttjønnaks ble så vidt funnet i 1997, men er ikke registrert etter det. På 1980-tallet ble broddttjønnaks *P. obtusifolius* registrert for første gang og dominerte undervannsvegetasjonen i 1997 (Mjelde, upubl.) og i 2013 fantes den i «ganske store mengder» i alle tre bassengene (Blindheim & Olsen 2014). Massebestander av hornblad *Ceratophyllum demersum* ble registrert i nordre basseng i 2000 og dekker i dag det meste av vannområdet utenfor helofyttvegetasjonen i nordre basseng (Spikkeland m.fl. 2020). Arten er ikke registrert i de øvrige bassengene.

Flere rødlistearter har vært nevnt for innsjøen tidligere, men ingen av disse er registrert i de siste årene. Korsevjeblom *Elatine hydropiper* (NT) ble registrert på 1960-70-tallet, men i dag regnes habitatet for denne arten å være forsvunnet eller kraftig redusert. Artsdatabankens (artskart.no) siste og eneste observasjon av arten i Gjølsjøen er fra 2004 (NINA). Tidligere nevnte arter granntjønnaks *Potamogeton pusillus* og broddttjønnaks *P. friesii* regnes som feilvurdert. Granntjønnaks er ikke nevnt i artskart.no og forekomsten i Gjølsjøen skyldes nok en sammenblanding med småttjønnaks, sannsynligvis forårsaket av at sistnevnte skiftet navn fra *P. pusillus* til *P. berchtoldii* på 1980-tallet. Gjølsjøen er ikke riktig habitat for broddttjønnaks og vi regner med at det er en forveksling med den nærlike buttjønnaks. Artsdatabankens (artskart.no) siste og eneste observasjon av arten i Gjølsjøen er fra 2004 (NINA). Funnet av dvergvasseleie *Ranunculus confervoides* i 1986 anses som usikkert.

5.4 Arealendringer

På 1960-tallet ble det anslått at helofytt- og vannvegetasjonen dekket ca. 50 % av innsjøarealet (Skulberg 1969). I 2014 ble arealet av helofyttvegetasjon anslått til 0,48 km² for hele innsjøen, dvs. ca. 50 % av innsjøarealet (Blindheim & Olsen 2014) og sammenstilt med dybdekartet fra



1985 ser helofyttene ut til å vokse ut til 1,5-1,6 m dyp. Areal av flytebladvegetasjon ble ikke vurdert av Blindheim & Olsen (2014).

Arealutbredelsen varierer mye mellom de tre bassengene. Den største tilgroingen har foregått i nordre basseng, selv om området nord i Sandtorpfjorden (like sør for brua) og partiet mellom Sandtorpfjorden og Bottenfjorden også viser økt tilgroing siden 1960-tallet. På grunn av dybdeforholdene og bratt littoralsone begrenses arealutbredelsen i Sandtorpfjorden, men fortetningen av eksisterende områder med vegetasjon har vært merkbar i perioden. Selv om vi mangler dybdedata fra Bottenfjorden antar vi at liten endring i arealutbredelsen også her har samme årsak som i Sandtorpfjorden.

Undersøkelser av nordre del i 1979 viste at helofyttvegetasjonen dekket ca. 40 % (inkludert 5 % takrør), mens flytebladvegetasjonen dekket ca. 20 % (**Tabell 2 og 3**). Ca. 40 % av nordre del hadde åpent vannspeil (Viker & Hardeng 1992). En del av området med åpent vannspeil hadde nok bestander av småtjønnaks. Denne arten er forholdsvis kortvokst og er rotfast på bunnen, utbredelsen er ikke like lett å vurdere. Basert på flybilder fra 2015 (**Figur 7**) og beskrivelser bl.a. i Blindheim & Olsen (2014) anslår vi at flytebladvegetasjonen og undervannsvegetasjonen (dominert av hornblad) i vekstperioden dekker ca. 100 % av vannområdet utenfor helofyttvegetasjonen i nordre basseng.



23.5.1963	6.8.2003	14.8.2015
-----------	----------	-----------

Figur 7. Flyfoto over Gjølsjøen tatt i 1963, 2003 og 2015. www.norgebilder.no.



Tabell 2. Makrohelofytter i Gjølsjøen, basert på data fra tidligere undersøkelser. N: nordre basseng, S: Sandtorpfjorden, B: Bottenfjorden. SK 1969: Skulberg 1969, SK 1978: Skulberg 1978, MJ 1997: Marit Mjelde, upubl. Data fra 1997, B&O 2014: Blindheim & Olsen 2014. Spikkestad m.fl. 2014.

Forekomst: 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=dominerende. x=forekommer. Arter som er mer knyttet til våtmark er ikke inkludert, se refererte rapporter for liste over disse.

Latinske navn	Norske navn	SK 1969 hele?	SK 1978 hele?	B&O 2014 N	MJ 1997 S*	B&O 2014 S	SP 2014 N+S	B&O 2014 B
<i>Acorus calamus</i>	kalmusrot					x		x
<i>Agrostis stolonifera</i>	krypkvein			x		x		
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	vassgro		3	x		x		
<i>Calla palustris</i>	myrkongle	3	2	x		x		
<i>Carex acuta</i>	kvass-starr			x				
<i>Carex rostrata</i>	flaskestarr	4	3	x		x	x	
<i>Carex vesicaria</i>	sennegras	4	4	x		x	x	
<i>Cicuta virosa</i>	selsnepe	2	3	x		x		
<i>Glyceria fluitans</i>	mannasøtgras	2		x		x	x	
<i>Eleocharis palustris</i>	sumpsivaks	3	3	x		x		
<i>Equisetum fluviatile</i>	elvesnelle	4	4	x	4	x	x	x
<i>Iris pseudacorus</i>	sverdlilje	3	3	x	x	x	x	x
<i>Phragmites australis</i>	takrør	2	2	x	4	x	x	
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	sjøsivaks		2	x	4		x	
<i>Sparganium erectum</i>	kjempepiggnopp	1	1	x		x	x	
<i>Typha angustifolia</i>	smal dunkjevle	3	3	x	4(5)	x	xx	x
<i>Typha latifolia</i>	bred dunkjevle			x	4	x	x	x

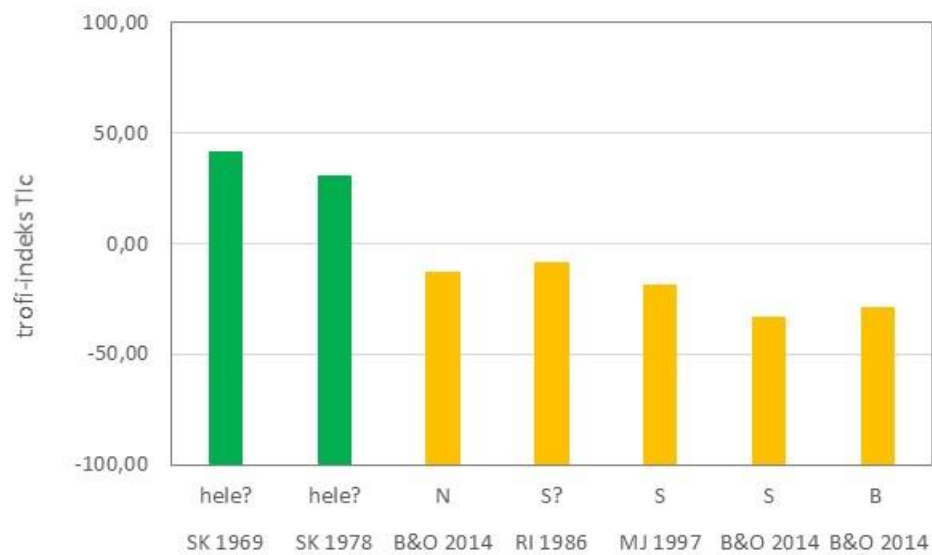
*: Bare dominerende arter er registrert



Tabell 3. Vannvegetasjon i Gjølsjøen, basert på data fra tidligere undersøkelser. N: nordre basseng, S: Sandtorpfjorden, B: Bottenfjorden. SK 1969: Skulberg 1969, SK 1978: Skulberg 1978, RI 1986: Ringby 1987, MJ 1997: Marit Mjelde, upubl. data fra 1997, B&O 2014: Blindheim & Olsen 2014. Spikkeland m.fl. 2014. (Det er litt usikkert om data fra Spikkeland m.fl. 2014 og 2020 også inkluderer data fra tidligere undersøkelser). Forekomst: 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=dominerende. x=forekommer. Rødlistestatus iht. Henriksen & Hilmo (2015): NT=nær truet.

Latinske navn	Norske navn	SK 1969 hele?	SK 1978 hele?	B&O 2014 N	RI 1986 S?	MJ 1997 S	B&O 2014 S	SP 2014 N+S	B&O 2014 B
ISOETIDER									
<i>Elatine hydropiper</i> ^{NT}	korsevjeblom	1	1						
<i>Eleocharis acicularis</i>	nålesivaks	1	2					x	
<i>Ranunculus reptans</i>	evjesoleie	1	2					x	
ELODEIDER									
<i>Callitriche hamulata</i>	klovasshår							x	
<i>Callitriche palustris</i>	småvasshår	1	2	x				x	
<i>Callitriche stagnalis</i>	dikevasshår							x	
<i>Ceratophyllum demersum</i>	hornblad			x				x	
<i>Hippuris vulgaris</i>	hesterumpe			x	x		x	x	
<i>Potamogeton alpinus</i>	rusttjønnaks	3	3					x	
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	småttjønnaks	4	4		x	1		x	
<i>Potamogeton gramineus</i>	grasttjønnaks	1	1						x
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	buttjønnaks			x	x	4	x	x	x
<i>Ranunculus convolvulus</i>	dvergassoleie				x				
<i>Utricularia intermedia</i>	gytjeblererot							x	
<i>Utricularia minor</i>	småblererot							x	
<i>Utricularia ochroleuca</i>	mellomblærerot							x	
<i>Utricularia vulgaris</i>	størblærerot				x	3		x	
NYMPHAEIDER									
<i>Nupha lutea</i>	gul nøkkerose	4	4	x	x	4	x	x	x
<i>Nymphaea alba</i>	hvit nøkkerose	2	2	x	x	2	x	x	x
<i>Persicaria amphibia</i>	vasslirekne								x
<i>Potamogeton natans</i>	vanlig tjønnaks	4	4	x	x	2		x	x
<i>Sparganium emersum</i>	stautpiggnopp				x	2	x	x	
<i>Sparganium glomeratum</i>	nøstepiggnopp	2	2					x	
<i>Sparganium natans</i>	småpiggnopp	1	1		x	2?			
LEMNIDER									
<i>Lemna minor</i>	andemat	3	4	x	x	4	x	x	x
<i>Ricciocarous natans</i>	svanemat		4	x	x	2	x	x	x
<i>Spirodela polyrhiza</i>	stor andemat							x	
KRANSALGER									
<i>Nitella opaca</i>	mattglattkrans					2		x	
Totalt antall arter		12	13	8	12	11	6	22	7

Vurdering av økologisk tilstand for vannvegetasjonen er basert på trofiindeksen Tlc, se beskrivelse i klassifiseringsveiledren (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2018) og vist i **figur 8**. Indeksen viser at vegetasjonen hadde god tilstand i 1969 og 1978, mens tilstanden i alle tre bassengene har vært dårlig i hele perioden 1986-2014. Det skyldes en klar forskyving fra sensitive og s.k. indifferente arter på 1960-tallet til dominans av tolerante arter i dag.



Figur 8. Økologisk tilstand i Gjølsjøen fordelt på ulike basseng og ulike år. Grønn farge: god tilstand, oransje farge: dårlig tilstand. N: nordre basseng, S: sandtorpfjorden, B: Bottenfjorden. SK 1969: Skulberg 1969, SK 1978: Skulberg 1978, RI 1986: Ringby 1987, MJ 1997: Marit Mjelde, upubl. data fra 1997, B&O 2014: Blindheim & Olsen 2014. Spikkeland m.fl. 2014. Data fra Spikkeland m.fl. 2020 er ikke inkludert, da vi antar at artslista også inkluderer data fra tidligere år.

5.5 Vurdering av data

Det foreligger ikke oppdaterte data for artssammensetning etter 2013, hverken for vannvegetasjon eller helofyttvegetasjon. Data om mengdeforhold og arealdekning er sparsomme.

Forekomsten av hornblad er vurdert som et problem i nordre basseng. Arten ble ikke sett ved båtbefaringen i juni 2020, men ble observert senere på sommeren (Spikkeland pers. medd.). I en så næringsrik innsjø som Gjølsjøen kan mengdeforhold mellom arter i vannvegetasjonen variere fra år til år, i hvert fall over en periode på 6 år (Mjelde & Berge 2011, van Donk & Gulati 1995). For å kunne vurdere effekter av tiltak, f.eks. en reduksjon av hornbladbestanden, er det derfor ikke tilfredsstillende å basere seg på forekomstdata fra 2014. Også for de to øvrige bassengene trengs oppdaterte data, særlig hvis man antar at tiltakene vil kunne ha effekt her.

Utbredelse av helofyttvegetasjon og flytebladvegetasjon kan vurderes ut fra flybilder dersom disse er tatt i sommersesongen. Flybildene fra 2015 er gode, men det er usikkert om de representerer forholdene i dag, særlig for nordre basseng som har store gruntområder. Her kan det tenkes å ha skjedd en tilgroing av helofytter etter 2015, evt. på bekostning av flytebladvegetasjonen. Flytebladvegetasjonen kan også ha ekspandert videre utover. For å kunne vurdere effekter av tiltak, f.eks. av mudring, bør arealdata oppdateres. Istedenfor flyfotografering, som kan være kostbart, kan fotografering vha. drone være mer kostnadseffektivt. Dersom man ønsker å vurdere muligheter for videre tilgroing mot åpent vann bør oppdaterte data på arealutbredelse kombineres med kartlegging av dybdegrensene for de viktigste artene i tilgroingen og oppdatering av dybdekart fra 1985 for aktuelle områder.

6 Fuglelivet

Totalt er det registrert 194 arter ved Gjølsjøen per 08.06.2020 (artsobservasjoner.no), og av disse er ca. 80 arter knyttet til vann og våtmark. Det har blitt gjennomført systematiske tellinger av vannfugl flere ganger bla. i 1979 og 2019. I tillegg er det gjort mange registreringer utenom. I 2019 var det totalt 14 arter med tilknytning til vann og våtmark som med all sannsynlighet hekket ved Gjølsjøen (Spikkeland m.fl. 2020). I 2013 ble det gjennomført en mindre mudring ved fugletårnet, men denne er ikke fulgt opp med kartlegginger i senere tid, som viser hvordan fuglelivet har blitt påvirket av dette.

Mellom 1979 og 2019 har det skjedd store endringer i fuglebestanden, både mht. arter og antall. De mest markante endringene har trolig mest sammenheng med regionale trender, men noen er også lokale. I rapporten til Spikkeland m.fl. (2020) er følgende lokale trender trukket frem:

- Sangsvane (*Cygnus cygnus*) har fortrenget knoppsvane (*Cygnus olor*). I perioden 2005-2009 hekket trolig begge arter årlig i sjøen med ett par hver.
- Grågås (*Anser anser*) har etablert seg som hekkefugl, første hekking med to par i 1999.
- Hettemåke (*Chroicocephalus ridibundus*) er forsvunnet som hekkefugl. I 1979 hekket 155 par, i 1992 hekket ca. 70 par, mens siste hekking med 10 par var i 2012. Hettemåkekolonier gir god beskyttelse også for reir av andre arter, og tilbakegangen av hettemåke kan derfor være medvirkende til tilbakegangen av hekkende ender og vannhøns.
- Sivsanger (*Achrocephalus schoenobaenus*) har gått sterkt tilbake.
- Myrsanger (*Achrocephalus palustris*) er nykommer med første hekking i 2000.

Andre endringer som trolig har mer nær sammenheng med gjengroing og endring av næringsgrunnlag er:

- Taffeland (*Aythya ferina*), toppand (*Aythya fuligula*), sivhøne (*Gallinula chloropus*) og sothøne (*Fulica atra*) har forsvunnet som hekkefugler. Taffeland er ikke konstatert hekkende etter 1979, men er observert nesten årlig på trekk. Siste hekking av toppand var ett par i 2011. Sivhøne forsvant som hekkefugl rundt år 2000, og ble siste gang observert i 2011. Sothøne ble siste gang konstatert hekkende med et par i 2012.
- Vannrikse (*Rallus aquaticus*), trane (*Grus grus*) og sivhauk (*Circus aeruginosus*) har kommet til som hekkefugler. Vannrikse ble hørt både i 1980 og 1984, og nesten årlig etter 2000. Første hekking av trane ble konstatert i 1993. Sivhauk er observert nesten årlig fra 1979, mens første registrerte hekking var i 2009.

7 Fisk og krepsdyr

Artssammensetning, aldersstruktur, tilvekst og tidspunkt for kjønnsmodning for de vanligst forekommende artene abbor (*Perca fluviatilis*) og mort (*Rutilus rutilus*) i Gjølsjøen er undersøkt av Sundet (2020). Denne undersøkelsen fant ikke tegn på endring i dominansforhold mellom disse to fiskeartene, men viste indikasjoner på rekrutteringssvikt hos mort i størrelsesklassen 10-13 cm. Det kan tyde på rekrutteringssvikt i enkelte år. Utover dette avdekket studien ingen tegn til forgubbing av fiskesamfunnet i Gjølsjøen, nærmere bestemt Sandtorpfjorden, som ble undersøkt med et standardisert prøvafiske med garn, fiske med elektrisk fiske fra båt og med



ekkolodd. Fiskearten sørv (*Scardinius erythrophthalmus*) ble også påvist under prøvafiske. Undersøkelsen viste at tre fiskearter, flire (*Blicca bjoerkna*), brasme (*Abramis brama*) og hork (*Gymnocephalus cernua*), med stor sannsynlighet har forsvunnet fra Gjølsjøen i det samme tidsrommet som nåleflagellaten *Gonyostomum semen* har hatt store oppblomstringer (Sundet 2020).

Krepsdyrsamfunnet i Gjølsjøen er undersøkt av Spikkeland m.fl. (2020). I disse undersøkelsene ble det registrert hele 78 arter av småkreps i Gjølsjøen, hvorav 51 vannlopper og 27 hoppekreps, noe som gjør at innsjøen har et av de mest artsrike småkrepsdyrsamfunn i Norge. Småkrepsdyrsamfunnet i Gjølsjøen har en relativt høy andel av store og predasjonssvake arter, som f.eks. krystallkreps *Sida crystallina* (i 20 % av prøvene, lengde 1,8-4,0 mm), nåledafnie *Daphnia longispina* (i 11 % av prøvene, lengde 0,9 – 2,3 mm), glassrovkreps *Leptodora kindtii* (kun i pelagiske prøver, lengde opptil 1,8 mm), møkkadamdafnie *Daphnia pulex* (i 9 % av prøvene, lengde 1,0 – 3,3), korthalehops *Macrocyclus albidus* (i 62 % av prøvene, lengde 1,5-2,5 mm) og grønnhops *Megacyclus viridis* (i 64 % av prøvene, lengde 1,2-1,3).

En nærmere analyse av krepsdyrsammensetningen i 2018 og 2019 viser imidlertid at Sandtorpfjorden skiller seg fra det nordlige bassenget ved å ha en høyere andel av små arter. I det nordlige bassenget er det ifølge Spikkeland m.fl. (2020) en dominans av de små artene børstesnabelkreps *Bosmina longirostris* (0,2 - 0,7 mm) og sylfidehops *Thermocyclops oithonoides* (0,8 - 1,0 mm). Det ble også observert stimer av småfisk under prøveinnsamlingen.

En forekomst av en stor andel store småkrepsarter indikerer lavt predasjonspress fra fisk i Sandtorpfjorden (Walseng og Jensen 2018, Walseng m.fl. 2020). Både status for fiskesamfunnet i Sandtorpfjorden og småkrepsdyrsamfunnet viser en normal og ikke «overbefolket» bestand av fisk. I det nordlige bassenget kan ifølge Spikkeland m.fl. (2020), sammensetningen av krepsdyrsamfunnet indikere et høyere predasjonspress enn i Sandtorpfjorden. Vi mangler imidlertid prøvafiskedata om fiskesamfunnet i dette bassenget. Krepsdyrprøvene angir også kun andelen av prøvene med forekomst av artene og har ingen informasjon om dominansforhold, utover kommentaren om børstesnabelkreps og sylfidehops. Det kan imidlertid ikke utelukkes at predasjonstrykket fra fisk er høyere her enn i Sandtorpfjorden.

Selv om tettheten av fisk skulle være høyere i det nordlige bassenget enn i Sandtorpfjorden, vil vi imidlertid ikke anbefale en utfisking. For det første kreves det veldig stor innsats over tid for å lykkes med å redusere fiskebestanden (Ugedal m.fl. 2007). For det andre vil en omfattende utfisking forstyrre øvrig fauna mer enn nytten av å redusere fiskebestanden.

Restaureringstiltak

8 Formålet med tiltak

Det er viktig at målsetningen med forvaltningen av Gjølssjøen er klar. Det vil være utfordrende og kostbart å lykkes med en fullstendig restaurering av Gjølssjøen, derfor er det viktig å ha et klart bilde av hva man skal oppnå med tiltakene, slik at man kan velge å prioritere tiltak ut ifra dette. En klar målsetting er også viktig for å kunne evaluere effekten opp mot målsetningen i ettertid.

I den videre diskusjonen om restaurering av Gjølssjøen er det naturlig å ta utgangspunkt i verneformålet: «Formålet med vernet er å bevare et viktig våtmarksområde og en interessant innsjøtype med vegetasjon, fugleliv og annet dyreliv som naturlig er knyttet til området. Gjølssjøen er hekkeplass for kravfulle arter, dels med sparsom forekomst i fylket og landet ellers. Det er også et viktig trekkområde». (jfr. Forskrift om Gjølssjøen naturreservat, Marker 8.5.1992).

Det er stor bekymring for utviklingen av våtmarksfugl i Gjølssjøen. Derfor er hovedformålet med restaureringstiltakene i denne planen å få tilbake og styrke bestander av våtmarksfugl som enten ikke lenger hekker i Gjølssjøen eller har færre hekkinger enn før. Tiltakene skal imidlertid være slik at forholdene for disse artene bedres uten at det øvrige naturmangfoldet i Gjølssjøen reduseres. I tillegg skal det utarbeides forslag for tilrettelegging for besøkende.

8.1 Noen ord om innsjørestaurering i Norge

Sammenlignet med en del andre land, som f.eks. Sverige, Danmark, Tyskland og USA har Norge gjort lite for å skjytte og restaurere/rehabiliterer innsjøer (Zinke 2020). Sammenstilling av mulige tiltak i forhold til uønsket vegetasjon er gjort av (Mjelde m.fl. 2009, Mjelde m.fl. 2012), for øvrig finnes foreslåtte tiltak i ulike områder (jfr. bl.a. Dervo m.fl. 2019, Aanes m.fl. 2016) og i forslag til nasjonal restaureringsplan for våtmark for perioden 2014-2018 inngår også noen flommarksområder (DN 2012). Det er også gjennomført restaurering av en rekke mindre innsjøer (Vedum m.fl 2004, Dervo & van der Kooij 2020).

Imidlertid mangler stort sett oppfølgingsprosjekter for å vurdere effekter av tiltak, likeså forskning på effekter og hvilke tiltak som er mest effektive, målt opp mot formålet.

8.2 Gjølssjøen

Som alle grunne innsjøer er Gjølssjøen gjenstand for naturlig suksesjon som blant annet inkluderer sedimentering av både uorganiske partikler (leirmateriale) og organisk materiale. Dette fører til en tilgrunning og tilgroing med både vann- og sumpvegetasjon, og etter hvert økt innslag av terrestrisk vegetasjon. Dette er i utgangspunktet en naturlig prosess. Senkningen av innsjøen på midten av 1800-tallet førte til at areal tilgjengelig for sump- og vannvegetasjon økte kraftig, og tilskyndet dermed tilgroingsprosessen.



Hvor fort tilgroingsprosessen går er generelt avhengig av dybdeforhold og utforming av strandområdene, kombinert med tilførsler av partikler (organisk materiale, leirpartikler) og næringsstoffer. Det er en tendens til at tilgroingen går fortere i næringsrike områder enn næringsfattige (Mjelde 1986).

Gjølsjøen har lenge vært påvirket av landbruksforurensning (Blindheim & Olsen 2014). Økt næringsinnhold medfører at tilgroingen går raskere. Slått av elvesnelle (og storfebeite) som var vanlig rundt nordre del fram til 1960, holdt deler av denne vegetasjonen nede (Blindheim & Olsen 2014).

Økende intensivering av jordbruket og økt bruk av kunstgjødsel etter 1900 har medført en gradvis økning av næringsstoffer til innsjøen. Avrenning fra spredt bebyggelse har også økt, særlig etter at vannklosett ble tatt i bruk. Selv om det nå er gjennomført enkelte tiltak i forhold til landbruk og bebyggelse, blant annet rådgiving om klima- og miljøvennlige driftsmåter, redusert jordbearbeiding, riktig gjødsling og vegetasjonssoner (Vann-nett), antar vi at store mengder av næringsstoffene som tidligere er tilført innsjøen fortsatt ligger i sedimentet. Hvor stor påvirkning sedimenterte næringsstoffer har vil variere fra innsjø til innsjø. Selv om det er satt inn tiltak tilføres Gjølsjøen fortsatt næringsstoffer gjennom avrenning og spredt avløp. På grunn av mye næringsstoffer i sedimentene vil det ta tid fra utslippene stoppes / reduseres til miljøet i innsjøen bedres, men med ytterligere tiltak kan tilgrunningen og økningen i eutrofiering bremses.

Rundt Gjølsjøen er det flere drenerte myr- og myrskogsområder. Omfanget og effekten av grøftingen er varierende. Noen av områdene er blitt til fastmark er noen gått fra myr til skogdekt grøftet myr eller er fortsatt å regne som myr. Fra områdene som fortsatt regnes som myr eller myrskog og der grøftene fortsatt fungerer er det grunn til å tro at det fortsatt transporteres sedimenter og næringsstoffer ut i Gjølsjøen. Utslipp fra grøftet myr kan inneholde både organisk materiale og næringsstoffer og kan blant annet føre til økt sedimentering, endring i sammensetning av næringsstoffer og forverring av oksygenforhold (Zinke 2020).

Gjølsjøen har største innløp i nord-nordvest og kan beskrives som ei stor bakevje, hvor tilført materiale i liten grad spyles ut. Nedbryting av store mengder organisk materiale, både fra myrene og fra vann- og sumpvegetasjon i innsjøen fører til høyt oksygenforbruk som kan gi perioder med oksygensvinn og få negativ innvirkning på både flora og fauna.

9 Foreslåtte tiltak

Tiltak som blir foreslått i denne rapporten for Gjølsjøen og omkringliggende areal er oppsummert i **tabell 4**, og nærmere beskrevet i kapitlet nedenfor. For å oppnå en varig bedring av tilstanden i Gjølsjøen er det viktig å begrense tilførsel av næringsstoffer og sedimenter fra nedbørsfeltet mest mulig og derfor ligger de viktigste tiltakene utenfor naturreservatet. Storskala mudring virker i hovedsak ikke som et egnet restaureringstiltak for Gjølsjøen, i alle fall ikke før man har kontroll på ekstern næringstilførsel. Det utelukker imidlertid ikke at man gjennomfører noen målrettede skjøtselstiltak som medfører lokal mudring, av hensyn til f.eks. fugl. Ifølge Miljødirektoratet (MDir 2016) har man ved å gjenskape mer åpent vannspeil i våtmarkssystemer, oppnådd gode effekter på antall fuglearter. Allerede

første trekk-/hekke-/mytesesong ble arealene tatt i bruk av mange av de artene en ønsket å få tilbake.

Tabell 4. Oversikt over anbefalte tiltak i Gjølsjøen naturreservat med prioritering, beskrivelse, tid for gjennomføring, grovt kostnadsoverslag (eks. mva.) og gjentakelse.

Tiltak	Prioritet	Beskrivelse	Gjennomføring	Estimert kostnad	Gjentagelse
9.1. Reduksjon av næringstilførsler					
Dyrket mark	1	Fortsette arbeidet med tiltak som mindre jordbearbeiding, etc. Vurdere muligheten for miljøavtaler		Grunneier søker RMP	Løpende
Kantsone	1	Utvikle og ivareta kantsone langs Gjølsjøen	Løpende	Grunneier søker RMP midler	Løpende
Fangdam	1		Sommer	100-650 kr/m ² Pris og prosjekt må utredes ytterligere.	Årlig vedlikehold
Spredte avløp	1	Opprydding i avløp fra spredt bebyggelse	Løpende		
Restaurering av myr	2	I nedbørsfeltet til Gjølsjøen	Løpende	100 kr pr. m og 50 000 kr i rigg	En gang
9.2. Biotopforbedrende tiltak med hensyn til fugl					
Mudre «øyer» med overvåking	3	Alternativ 1: Mudre flere «øyer» med overvåking. Uttak: 1 500 m ³ (300 kr/m ³) Riggkostnader: 50 000 kr.	Tørr høst/kald vinter (frost i bakken og < 50 cm snø)	450 000 kr	En gang
Omfattende mudring Watermaster og IMS Versi Dredge		Større mudringsprosjekt med spesialutstyr på flåte (uttak 5 000 - 10 000 m ³ og oppover).	Ved høy vannstand (flomlignende tilstander),	370 kr/m ³ , og rigg 1 000 000 kr.	En gang
Overvåking av mudring	3	Overvåking av mudring (lik for alternativ 1 og 2). Pris og prosjekt må utredes ytterligere.	Juli-september		Årlig i minst 3 år etter mudring
Beite	2	Opprette foreslått beite i nedbørsfeltet	Vår	100 kr/m gjerde, det er også en kostnad for rydding av traseen før gjerdning.	En gang

9.1 Reduksjon av næringstilførsler

Redusering av tilførsel av næringsstoffer til Gjølsjøen er trolig det viktigste tiltaket for å bedre både kjemisk og økologisk tilstand i innsjøen. Hvis ikke tilførsel av næringsstoffer reduseres kraftig, vil alle andre tiltak kun ha midlertidig effekt. Næringstilførselen bør reduseres gjennom flere ulike tiltak samtidig. De viktigste kildene til næringsstoffer er avrenning fra fulldyrka mark og avløp fra spredt bebyggelse. I tillegg kommer avrenning / erosjon fra grøftede myrer. Reduksjon av næringstilførselene er helt essensielt å få på plass før mudringstiltak e.l. (hvor man åpner opp mellom bassengene) gjennomføres.

Blant tiltakene som foreslås er fortsatt arbeid med tiltak dekket av RMP, bredere kantsoner mellom dyrket mark og innsjøen og restaurering av myr. Vi anbefaler også at man prøver å finne alternative løsninger slik at dreneringsrør ikke lenger går direkte ut i Gjølsjøen, et eksempel på dette kan være fangdammer.



9.1.1 Tiltak på dyrket mark

Dyrket mark utgjør 16 % av nedbørfeltet, og store deler av jordbruksområdene grenser til innsjøen (**Figur 9**). Deler av næringstilførselen og mye av tilførselen av jordpartikler og sediment i Gjølsjøen stammer fra jordbruksmark. Avrenning forgår enten som overflateavrenning eller gjennom grøfter og drenering. Avrenning og erosjon oppstår ved at regndråper slår løs jordpartikler, i tillegg til at vannet drar med seg, og løsner stadig nye partikler på vei nedover åkeren.

Erosjon er størst på jord med et høyt innhold av silt og finsand (Blankenberg m.fl. 2017). Rundt Gjølsjøen er siltig mellomleire eller sandig mellomleire den dominerende teksturen i overflatesjiktet (Blankenberg m.fl. 2017) og dermed er den dyrkede marken sterk utsatt for erosjon. Risikoen for erosjon varierer gjennom året, og er særlig høy vinter og vår. Jord uten plantedekke er mer utsatt enn jord med levende plantedekke, da planterøttene stabiliserer jorda. Et tett rotsystem øker jordas moldinnhold og porøsitet, gir lavere jordtetthet og bedre vannlagringsevne. Fosfor er den begrensende faktoren for algeoppblomstring (Schindler m.fl. 1974).

For å redusere avrenningen fra jordbruksmark bør generelt jordbearbeiding og gjødsling reduseres, og høstpløying bør unngås.



Figur 9. Intensivt drevet jordbruk dekker en relativt stor andel av nedbørsfeltet til Gjølsjøen (øverst t. v.). Avrenning fra jordbruksareal er høyest i deler av året når plantedekket er lavere(t.h.). Kantsone med hogstavfall. (nederst t. v.) (Foto: L. Hoch og M. Nygård 2020).

Anbefalte tiltak

Det er allerede satt i gang tiltak, dekket av RMP ordningen, for å begrense avrenning fra dyrket mark, vi anbefaler at dette arbeidet fortsetter. I tillegg bør det sees på muligheten for å sette inn ytterligere tiltak, som for eksempel miljøavtaler slik som man har gjort ved Vannsjø. Dette må i så fall gjøres i tett samarbeid med grunneierne.

I tillegg kan kommunen eller andre aktører søke om støtte fra [Klima- og miljøprogrammet](#) om midler til kunnskapsutvikling, utredning eller informasjonstiltak for å sette i gang endringer i nedbørsfeltet.

9.1.2 Kantsone mellom Gjølsjøen og fulldyrka mark

Avrenning fra fulldyrket mark er et problem alle steder der fulldyrket mark grenser til vassdrag og innsjøer og det antas at problemet øker med endret klima i Norge. Hyppigere og mer intense nedbørsp perioder gir økt fare for avrenning, med tilhørende tilførsel av jordpartikler, næringsstoffer og plantevernmidler til vassdrag og innsjøer.

Gode kantsoner mellom fulldyrket mark og vassdrag/innsjø kan redusere problemet. Når vannet renner gjennom en vegetasjonsdekt kantsone reduseres vannets hastighet og vannet



klarer ikke å bære med seg like mye partikler, næringsstoffer etc. Partiklene blir liggende igjen i kantsonen og næringsstoffene blir tatt opp av plantene (Blankenberg m. fl. 2017). I tillegg vil en god kantson stabilisere kantene til både vassdrag og innsjøer og begrense erosjon der dette er et problem. Tresatte kantsoner kan også bidra til å redusere temperaturen i innsjøen fordi de reduserer solinnstrålingen.

En god kantson bør ha både busker / trær og feltvegetasjon (gras og urter). Feltvegetasjonen bidrar til å bremse og filtrere vannet og røttene til busker og/eller trær gjør at vannet lettere trenger ned i grunnen. Busker og trær bidrar også til å stabilisere kanten ut mot innsjøen i større grad enn feltvegetasjon siden røttene trenger dypere ned i jorda. Det er viktig at ikke busksjiktet blir for tett på bekostning av feltsjiktet og kantsonene kan trenge skjøtsel, men man bør ikke fjerne alle busker og trær i kantsona.

Effekten av en buffersone starter så snart den er tilplantet og har utviklet et godt rotsystem. Imidlertid tar det fra 1 til 3 år før det utvikles et rotsystem som forbedrer jordstrukturen og porøsiteten til jorden slik at buffersonen kan fungere best mulig (Dorioz m. fl. 2006).



Figur 10. Bredden på kantsonene rundt Gjølsjøen varierer, men for å oppnå optimal effekt av kantsonene bør kantsonene generelt utvides (Foto: L. Hoch 2020).

Anbefalte tiltak

Vi anbefaler å etablere kantsoner på 10 meter eller mer mellom Gjølsjøen og all fulldyrket mark, optimalt sett bør kantsonene minst dekke alt flomutsatt areal. Hvis man av ulike grunner ikke kan etablere 10 meter brede kantsoner bør de være minst 6 meter brede. Kantsonene måles fra kanten av innsjøen ved normal sommervannføring (innsjøen regnes da som alt vanddekt areal uavhengig om det er åpent vannspeil eller dekt med vegetasjon). Minst 3 meter bør være naturlig vegetasjon, deler av kantsona kan være grasdekt og høstes, men ikke gjødsles, sprøytes eller pløyes.



Siden tiltakene rundt Gjølssjøen primært er rettet mot fugl og de ulike fugleartene som er knyttet til Gjølssjøen preferer ulike leveområder anbefaler vi at man prøver å få til en så stor variasjon i kantsonene som mulig. Fordi vi ønsker å skape størst mulig mangfold og fordi det er en del skog med høye trær rundt Gjølssjøen anbefaler vi i utgangspunktet ikke at det skal være større trær i kantsonene som etableres, men større trær som alt er i kantsonene kan gjerne stå. Mindre trær, for eksempel av seljearter, kan gjerne være i kantsonene og en større andel av kantsonene bør ha busker, men busksjiktet må ikke bli så tett at feltsjiktet (gress og urter) reduseres. Hvis det blir for tett må kantsonene skjøttes ved at man tynner busksjiktet.

Noen av artene som lever i og ved Gjølssjøen er knyttet til åpne våtmarks- og / eller jordbrukslandskaper. For å legge til rette for disse artene (blant annet vipe) bør kantsonene noen steder være åpne helt ned til vannet. Det vil si uten eller nesten uten busker og trær, men med et belte med naturlig vegetasjon, eventuelt i kombinasjon med et grasbelte som beskrevet over. Man kan likevel ikke jordbearbeide, sprøyte eller gjødsle kantsonene, men deler av de kan slås (utenfor hekkesesong). Det beste er å kombinere dette med beiteområder. Hvis beiting ikke er et alternativ bør de åpne kantsonene legges til områder der faren for avrenning er lavest (f.eks. avling som ikke medfører like mye jordbearbeiding, lavest helning i terrenget, etc.). Om området ikke kan beites må kantsona skjøttes for å holde den åpen.

Plan for gjennomføring

Grasdekte kantsoner som skal høstes kan etableres på våren. Ved etablering av tresatte kantsoner bør det skje ved at kantsonene gror naturlig igjen med lokale arter, dette gjelder også for andre kantsoner med naturlig vegetasjon. Det er viktig at ingen fremmede arter etablerer seg i kantsonen.



Figur 11. Noen steder er det allerede etablert grasdekte kantsoner rundt Gjølssjøen (øverst t.v), andre steder består kantsoner av naturlig vegetasjon, men er uten busker og trær. (Foto: L. Hoch 2020).

Pris

Hvis man lar kantsoner gro naturlig igjen vil kostnadene være knyttet til skjøtsel og tapt avling på arealet. Grasdekte kantsoner har kostnader knyttet til etablering og slått. Grunneierne kan søke tilskudd til skjøtsel av buffersonen gjennom RMP ordningen.

9.1.3 Tiltak i forbindelse med dreneringsrør

Flere steder langs Gjølsjøen går dreneringsrørene direkte ut i innsjøen, dette gjør at store mengder jordpartikler og næringsstoffer som kunne vært fanget opp havner i innsjøen og bidrar til tilgunning og eutrofiering.

Anbefalte tiltak

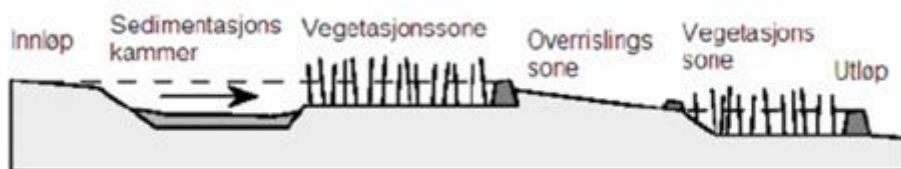
Det bør sees på muligheter for at vannet fra dreneringsrørene går gjennom en fangdam (se punktet under), kantsoner (se over) eller lignende for å fange opp mest mulig jordpartikler og næringsstoffer. Dette vil medføre en viss omlegging av dreneringen, for eksempel i form av at dreneringsrørene avsluttes tidligere, eksempelvis der kantsonen starter. Eller at vannet samles i et felles utløp som går gjennom en fangdam der det er mulig.

Plan for gjennomføring

Man må se hvert enkelt tilfelle for seg for å finne gjennomførbare tiltak.

9.1.4 Fangdammer

Fangdammer er konstruerte våtmarker som bidrar til fjerning av næringsstoffer, partikler og plantevernmidler fra vann gjennom biologiske prosesser (Grønsten m.fl. 2008). En fangdam består av flere komponenter. Plassert øverst er et sedimentasjonskammer (1,0 - 2,0 m dypt, utgjør 20-30 % av fangdammen) med et våtmarksfilter/vegetasjonssoner (0,1 - 0,8 m dypt, med lokale våtmarksplanter som for eksempel dunkjevele, takrør, strandrør, sverdlilje og elvesnelle), det neste en overrislingssone/tett terskel (kan tilplanter med lokale gressarter) og til slutt en utløpsdam (leca, singel, skjellsand og liknende) (**Figur 12**). Det må være tett terskel/permeabel demning mellom de ulike komponentene med overløp (Grønsten m.fl. 2008).



Figur 12. Prinsippskisse av fangdam med sedimentkammer, vegetasjonssoner/våtmarksfilter og overrislingssoner. Kilde Bent Baskerud i Grønsten m.fl. 2008.

Fangdamareal er avhengig av inngrep, størrelse på fangdam, adkomstvei og terreng (Grønsten m.fl. 2008). Størrelsen på fangdammen bør være ca. 0,4 % av nedbørfeltet. På grunn av sikkerhet og stabilitet bør ikke sidekantene på fangdammen ha brattere helling enn 1:2.

Sidekantene kan gjerne tilsås med gras. Det er viktig at trær ikke skygger på fangdammen for å opprettholde det optimale nitrogenopptaket (Grønsten m.fl. 2008).

En fangdam må vedlikeholdes og tømmes regelmessig, og det er viktig med enkel adkomstvei for større fangdammer. Små fangdammer kan vedlikeholdes med håndmakt eller med normal tilgang med landbruksmaskiner over jorder. Sedimentkammeret bør tømmes hvert år de første årene og i ettertid omtrent hvert 5 år. Vegetasjonssonene bør også tømmes for sedimenter og eventuelt anlegges på nytt (Grønsten m.fl., 2008).



Figur 13. Dreneringsrør rett inn i innsjøen eller bekker som fører til sjøen (til venstre) fører til økt næringstilførsel og dårlig vannkvalitet (nederst til høyre). Etablering av fangdammer der grøfter eller dreneringsrør ender i Gjølsjøen er et viktig tiltak for å begrense næringstilførselen. Bildene er fra dreneringsgrøft i nordre del av Gjølsjøen (Foto: L. Hoch og M. Nygård 2020)

Anbefalte tiltak

Etablere fangdammer ved grøfter og dreneringsrør som går ut i sjøen (**Figur 13**). En trenger ikke anlegge fangdam på mer eller mindre naturlige bekker.

Plan for gjennomføring

Fangdammene må anlegges om sommeren når det er lav vannføring. I forhold til løsninger vises det til beskrivelse over.

**Pris**

100-650/m² pris og prosjekt må utredes ytterligere.

9.1.5 Avløp

Spredt avløp er utslipp av sanitært avløpsvann (kloakk) fra boliger og andre virksomheter som ikke er tilknyttet kommunalt avløpsnett. EUs rammedirektiv for vann (Vanndirektivet) fra 2000, implementert i norsk rett fra 1. januar 2007 ved forskrift om rammer for vannforvaltningen (Vannforskriften), som krever at tilstanden i overflatevann (kystvann, brakkvann og ferskvann) og grunnvann skal beskyttes mot forringelse, forbedres og gjenopprettes med sikte på at vannforekomstene minst skal ha god økologisk og god kjemisk tilstand innen utgangen av 2027.

Kilder til forurensning rundt Gjølsjøen er i hovedsak fra landbruk og avløp i spredt bebyggelse. For å nå målsetningen må det settes i verk tiltak for alle forurensningskilder som påvirker vannforekomstene.

Anbefalte tiltak

Redusere forekomsten av spredte avløp rundt Gjølsjøen.

9.1.6 Restaurering av myr

Restaureringen må planlegges for hver enkelt myr og fremgangsmåten vil variere noe fra myr til myr. Generelt sett restaureres myrer ved at man lager demninger på tvers av grøftene og fyller igjen grøftene. Hvor tett demningene skal ligge vil variere fra myr til myr og avhenger blant annet av helningen på myra. Ofte må tilsynelatende gjengrodde grøfter også restaureres, da de kan være åpne under et lag med torv og fortsatt drenerer myra.

Anbefalte tiltak

Restaurering av alle myrer og områder med myrskogsmark i nedbørsfeltet som fortsatt kan regnes som våtmark.

Plan for gjennomføring

Bør gjennomføres når vannstanden er lav, gjerne sensommer eller høst

Pris

Kostandene for restaurering av myr varierer. Et anslag er 100 kr pr. m og 50 000 i rigg kostander. Kostnader ved eventuell hogst før restaurering kommer i tillegg.

9.2. Biotopforbedrende tiltak med hensyn til fugl

Biotopforbedrende tiltak er tiltak som i første omgang skal gjøre området mer attraktivt for enkelte arter. Disse tiltakene vil gjøre området mer egnet og dermed føre til at det blir flere av de artene som en retter tiltakene mot. Ved gjennomføring av biotopforbedrende tiltak er det viktig å tenke over hvilke arter en skal rette tiltakene mot. Enkelte tiltak som gjør det bedre for en art kan gjøre det verre for en annen. For arter i Gjølsjøen er det derfor viktig om en skal rette tiltakene mot arter som liker en viss grad av gjengroing eller arter som liker store åpne flater.



Mudring

Mudring i mindre områder er sannsynligvis det beste tiltaket for å øke og forbedre habitater for fugl. Mudring gjennom hele området er urealistisk og i strid med anbefalinger fra Miljødirektoratet før en har kontroll på ekstern næringstilførsel. Mudrede områder må vedlikeholdes med jevne mellomrom. Hvor ofte er avhengig av dybde og gjenngrøingshastighet. Ifølge Miljødirektoratet (MDir 2016) har man ved å gjenskape mer åpent vannspeil i våtmarkssystemer, oppnådd gode effekter på antall fuglearter for enkelte områder.

En kan åpne innsjøen på flere forskjellige måter gjennom mudring. Valg av strategi kommer i hovedsak an på kostnader, da mudring er forholdsvis dyrt.

- En kan grave opp enkelte områder som er gjengrodd. På den måten vil en få en mosaikk av åpent vannspeil i de gjengrodde områdene. Her kan en åpne ett eller mange områder og størrelsen kan med fordel variere.
- Kanaler: Ved å grave kanaler kan en åpne områder som er gjengrodde. På den måten kan en lage kunstige øyer som vil være utilgjengelige for predatorer som rev. En kan og grave en kanal rett gjennom området. Skal en imidlertid grave gjennom hele området som er gjengrodd kan kostnadene bli svært høye. Graving av en kanal rett gjennom anbefales derfor ikke før en har langt bedre kunnskap om de hydrologiske forholdene i Gjølsjøen.

Forberedelse før mudring

Før mudring må det tas sedimentsprøver for å påse at massene er godkjent for å deponeres/brukes på dyrket mark (i henhold til § 22-6 i Forskrift om begrensning av forurensning). Forurensset masse som ikke kan disponeres på dyrket mark, må leveres til godkjent deponi eller behandlingsanlegg. Denne rapporten tar utgangspunktet i at massene kan nyttes i nærområdet. Det er derfor ikke aktuelt å gjennomføre mudringsprosjekter av forurensede masser som må transporteres til godkjente deponi eller behandlingsanlegg.

Siden det praktiske arbeidet for det meste foregår innenfor verneområdegrensen, må det settes strenge miljøkrav til maskiner og gjennomføring. Kravene er listet opp nedenfor:

- Alle maskiner må vaskes grundig før og etter arbeidet for å hindre spredning av uønskede planter og organismer inn og ut av reservatene. Et vaskemiddel som foreslås å brukes er Vircon-S, dette er et desinfeksjonsmiddel som brukes til å drepe virus, mykoplasma, bakterier, sopp, sporer og lignende.
- Gravemaskinene må være godkjent (årskontroll) og må kontrolleres for eventuelle lekkasjer.
- Gravemaskinene bør bruke nedbrytbar hydraulikkolje og ha slangebruddsventil montert.
- Det skal alltid være tilgjengelig miljømerkede absorbenter som brukes ved eventuelle lekkasjer.
- Det bør være tilgjengelig olje-lenser/lense-pumpe eller dialog med brannvesenet som har egnede utstyr for lekkasje i vann.
- HMS-plan må foreligge.

**Negativ effekt på næring, infrastruktur og landbruk**

Tung transport på dyrket mark kan føre til jordpakking. Det kan også føre til betydelig skade på lokale veier. Det er derfor spesielt viktig at slik transport foregår når det er tørt eller frost i bakken for å unngå kjøreskader, spesielt når det er snakk om et betydelig antall lass. Det kan være aktuelt å ha alternative kjøretraséer dersom det oppstår kjøreskader. Skulle det bli vanskelige forhold for kjøring, må det vurderes å lagre massene på land for senere transport ut på jordene.

Overvåking

For å måle effekten av tiltaket er det viktig å overvåke området før, under og etter mudring. Det anbefales å foreta manuelle målinger av vanndybder kombinert med automatisk logging av vannstand (moh.) (Zinke & Dervo 2018), analyser av flyfoto/dronefoto, registrere vannplantesamfunn og hvor raskt helofyttsamfunnet reetablerer seg og i hvilket omfang i kantsonen. Det anbefales også at det tas vannprøver for å undersøke vannkvaliteten. Overvåkningen burde pågå minimum i tre år etter mudring.

Tidspunkt for gjennomføring

Anbefalt tidspunkt for gjennomføring er enten på en tørr høst etter at avlingene er høstet (september-oktober) eller på vinteren ved lite snø, frost i bakken og åpent vannspeil (desember-februar, < 0,5 m snø). Siden det for alternativet å mudre øyer skal brukes lekter på vannet er man avhengig av åpent vannspeil og en vanndybde på mer enn en meter i området som skal mudres. Skal man mudre øyer må derfor tiltaket gjennomføres når det er tilstrekkelig høy vannstand, for eksempel i forbindelse med en høstflom. Tiltak bør ikke gjennomføres i hekkesesongen.

9.2.1 Mudring mindre øyer og/eller områder med åpent vannspeil

Tiltaket vil bedre habitatet for vannfugler ved å åpne opp flere mindre områder. Slik kan vannfugler ha flere områder som fungerer som gode habitat. Ved å ha flere områder kan vannfugl lett flykte fra ett område over til et annet dersom de blir forstyrret. Dette kan gjøres ved å mudre øyer og/eller mindre områder med åpent vannspeil inne i sumpområdene.

Anbefalte tiltak

Mudre tre øyer i det gjenvokste området nord for brua og tre i området mellom Sandtorpfjorden og Bottenfjorden. (**Figur 14**). Alternativt kan en gjøre om noen av disse områdene til åpent vannspeil. Det beste er en kombinasjon av åpent vannspeil og øyer. Ved mudring av øyer graver en ut en sirkel med 5 meters bredde langs den røde streken markert på figur 14. Området i midten av sirkelen blir dermed stående igjen som en isolert øy ute i sumpområde. Ved mudring av åpent vannspeil mudrer en hele området innenfor den røde sirkelen, og en får dermed et større område med åpent vannspeil ute i sumpområde.

Plan for gjennomføring

Man kan lage tre øyer ved å mudre 60 m i en sirkel og omtrent 5,5 m bredt.

Anbefalt dybde 1,5 m. Ut fra disse målene er det estimert et mudringsuttak på 1500 m³ i teorien. Siden det er flytende masser anbefaler vi at dette i kalkylen blir doblet til omtrent 3000 m³ for å være mer realistisk med tanke på at massene trolig vil sige inn fra sidene.

Alternativ kan en mudre små vannspeil med overvåking. Det lages en mindre mudringstrasé med stor graver med lang rekkevidde fra land og direkte bortkjøring av masser med lastebiler eller traktor med stor henger. Skal en lage åpent vannspeil ute i sumpområde må en bruke lekter som ved mudring av øyer.

Følgende utstyr er anbefalt:

- To gravemaskiner (25 tonn) og 2 lektere
- Minst to lastebiler (kapasitet 10 m³ lasset)
- eller minst to traktorer med stor henger (kapasitet 10 m³ lasset)



Figur 14. Skisse som viser forslag til åpent vannspeil i nord og sør. De samme områdene kan og mudres som vannøyer. Ved utgraving av vannøyer graver en et 5 meter bredt belte rundt den røde streken og lar midten forbli en isolert øy med åpen kanal rundt.

Det anbefales ikke å bruke dumper til dette oppdraget. Kapasiteten er 20 m³ i timen, men det trengs spesialtransport og det er større sjanse for kjøreskader selv med frost og god bæreevne.



Det som anbefales er å bruke en gravemaskin på 25 tonn som står på en lekter med to støtteben som går ned til seks m. Lekteren stikker en meter dypt, og det kan være noe begrenset ferdsel inn mot land. Det er forholdsvis enkle adkomstveier for å gjennomføre anbefalt mudring, men det vil være noe behov for å forberede utsetting og innkjøring av lekter og utstyr. Det må brukes en ekstra lekter for transport av massene inn til land. Derfra må massene lastes med en gravemaskin over på lastebil eller traktorhenger og kjøres bort. Frakt av masser inn til land og ekstra omlastningen øker prisen og tidsbruk betydelig. Nærmere plassering av deponering av mudringsmasser avklares med grunneiere før oppstart. Det er viktig å hindre avrenning fra deponerte masser. Det anbefales å bruke minimum to lastebiler eller to traktorer m/stor henger (kapasitet 10 m³ per lass) for å kjøre vekk massene.

Beregnet tidsbruk: En vanlig lastebil eller traktor med stor henger greier 10 m³ i et lass hvis man regner med to lass i timen og bruker 2 og regner 8 timer per dag kan man klare 320 m³ pr dag. For å ta ut 3000 m³ trengs det minimum 9-14 dager bare for mudringsarbeidet. Det bør være mulig å gjennomføre arbeidet på 14-16 dager inkl. rigging og uforutsette situasjoner. Et uttak på 3000 m³ tilsvarer 300 lastebillass.

Pris

Anslåtte kostander eks mva.:

- Riggkostnader er omtrent 50 000 kr.
- 2 gravemaskiner og 2 lektre: 450 000 kr.
- 2 lastebiler eller traktorer (kapasitet 10 m³ lassett, 900 kr/t, transport <1 km): 150 000 kr.
- Totalsum blir 640 000 kr med uttak av 3000 m³. (213 kr/ m³).

9.2.2 Omfattende mudring Watermaster og IMS Versi Dredge

Større mudringsprosjekt med spesialutstyr på flåte (uttak 5 000 - 10 000 m³ og oppover). Dette alternativet er aktuelt hvis erfaringene etter gjennomføring av alternativene ovenfor er positive.

Anbefalte tiltak

Pr i dag vil langtidseffektene av omfattende mudring være begrensede og usikre, og det må trolig gjentas med relativt korte intervall. Vi vil derfor ikke anbefale mudring i denne størrelsen før en har begrenset tilførselen av partikler og næringsstoffer til Gjølsjøen betraktelig. Man trenger også mer informasjon om biomangfoldet i Gjølsjøen og effekten mudringen vil ha på de ulike artene (inkludert insekter, krepsdyr, etc.) før man kan gjennomføre et så omfattende tiltak.

Plan for gjennomføring

Ved et større mudringsprosjekt kreves det spesialutstyr som Watermaster (gravemaskin på en flåte/båt) eller IMS Versi dredge (flåte/båt med fres og pumpeutstyr som suger opp mudder inntil en km, brukt på Slevdalsvannet på Lista i 2014/2015 (Pers. med Eivind Hellerslien, miljøvern avdelingen Fylkesmannen i Vest-Agder). En slik omfattende mudring må foregå ved høy vannstand eller flom.

**Pris**

Dette spesialutstyret har en kostnad på 370 kr/m³, samt rigg- og driftskostnader for rundt 1 000 000 kr. I tillegg må dette utstyret brukes ved høyest vannstand (flomlignende tilstander), noe som vanskeliggjør tidspunkt for deponering på dyrket mark og øker sjansen for kjøreskader innenfor vernegrensene, lokale veier og dyrket mark.

For et uttak på 10 000 m³ blir kostnadene omtrent 4 750 000 kr. Mudring av 10 000 m³ dreier seg om å øke dybden med en meter over et område på 10 daa.

9.2.3 Beite

Beite av husdyr kan være fordelaktig for å redusere gjengroing, for arter knyttet til naturbeitemark som vipe og enkeltbekkasin, samt åpne mudderflater og pusleplantesamfunn (Mjelde & Johansen 1999). Det er per i dag ingen områder rundt Gjølssjøen der det går beitedyr, men det har gjort det tidligere. Det anbefales dersom mulig å opprette nye beiter rundt Gjølssjøen for en enda større artsdiversitet. Siden reservatgrensen i hovedsak følger vannkanten vil dette være et tiltak som er utenfor reservatet, men som vil kunne få positive konsekvenser i reservatet ved at en del av vegetasjonen langs land blir beitet ned. Det vil også være positivt med beiting ut i selve sjøen, slik at en kan beite ned vannplanter og siv. Beiting kan med fordel brukes der en har kantsone mellom dyrka mark og vannet, men en bør ikke hogge ned skog for å gjøre plass for beite. Det anbefales i hovedsak ikke at tunge kjøttfe eller større hesteraser beiter i kantsonene ned mot vannet da dette kan føre til mye tråkkskader.

Det kan være fordelaktig å kombinere forskjellige husdyr som kyr, hest og sau for å få en variasjon i beitingen. Sau har effektiv og skånsom beiting, i tillegg blir det mindre tråkkskader og slitasje, og kan være aktuelt i de fuktigste periodene

Beiting kan føre til økt tilførsel av næringsstoffer til Gjølssjøen ved tråkkskader og avføring. Det er derfor viktig at en satser på ekstensivt beite uten bruk av kunstgjødsel. Beiting kan og gi negativ effekt på sårbare vannplantesamfunn som kransalger og pusleplanter (Mjelde & Johansen 1999).

Anbefalte tiltak

Det anbefales å overvåke viktige artsgrupper knyttet til naturbeitemark, flomskogsmark, helofyttsump og åpen flomfastmark innenfor beitede areal. Det bør gjennomføres en artsregistrering innenfor de ulike naturtypene som følges opp en gang i løpet av sesongen. Denne registreringen vil være viktig for å justere tiltakene etter behov og for å påse at områdene opprettholder det biologiske mangfoldet.

Plan for gjennomføring

Opprettholdelse av eksisterende gjerde har kostnader som dekker rydding av kratt med ryddesag og vedlikeholde av gjerde (bytting av stolper, reparasjon av ødelagt gjerde o.l.). All typer rydding innenfor naturreservatet må skje i tett dialog med Statsforvalteren i Oslo og Viken. Rydding bør skje utenfor hekketiden.

Om mulig anbefales det å dele opp beiten, slik at det er mulig å stenge av deler av beitet i fuktige perioder for å unngå tråkkskader.



Pris

Ved beitedyr av sau bør det settes opp utmarksgjerde (kraftigere nettinggjerde), også på det eksisterende gjerdet. Utmarksgjerde for sau har kostnad på omtrent 100 kr per meter (inkl. materialkostnader av stålnetting, impregnerte stolper, kramper og topptråd, samt inkl. oppsettkostnader) (oppjustert fra utbetalte SMIL-midler 2017).

Det er også en kostnad for rydding av vegetasjon mm. før man rydder trassen for gjerde.

Ved opprettelse av nytt storfebeite må en regne kostnadene på omtrent 50 kr pr meter gjerde (inkl. materialkostnader av strømtråd, impregnerte stolper, kramper, evt. topptråd og oppsettkostnader) (oppjustert fra utbetalte SMIL-midler 2017).

9.3 Tiltak som er vurdert, men ikke anbefalt

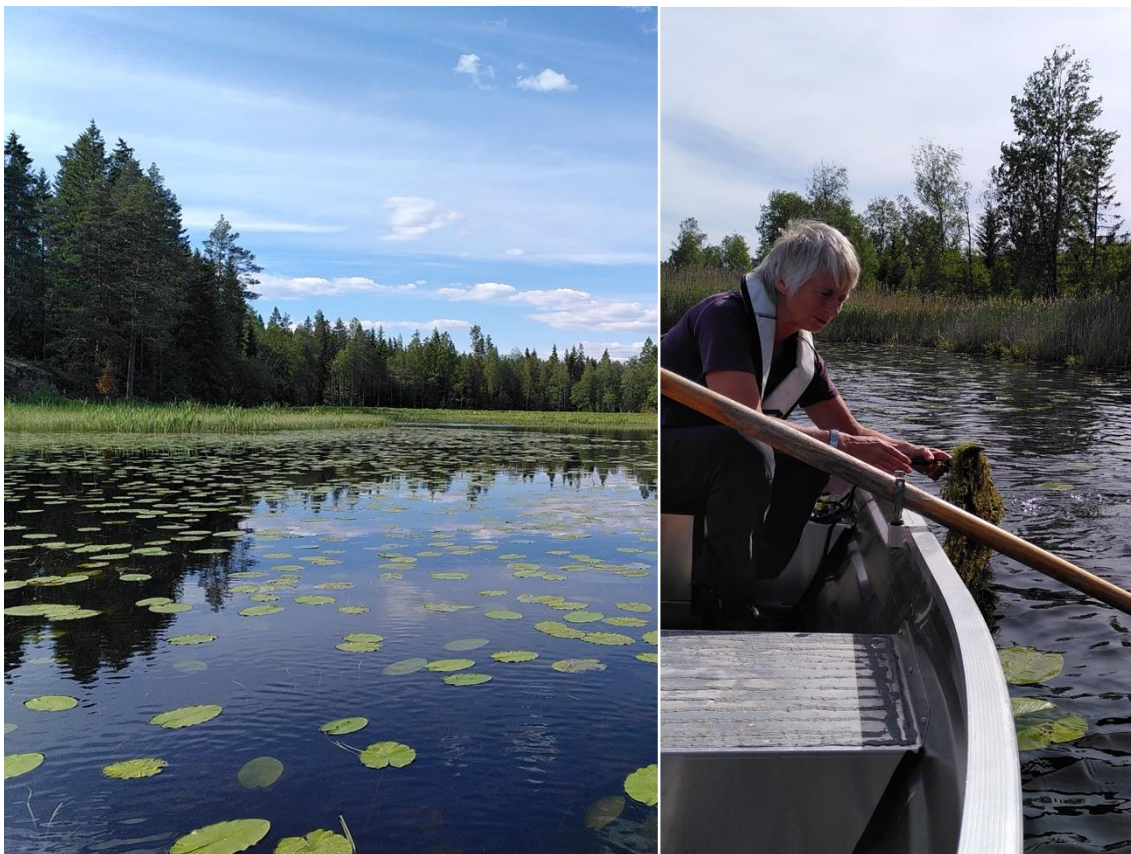
Reduksjon av næringsstoffer i innsjøen

Ved bestemte omstendigheter kan man etter en reduksjon av eksterne næringskilder også ta innsjøinterne tiltak i betraktning. Disse har som mål å endre den fysikalske, kjemiske eller biologiske strukturen til innsjøen, slik at de uønskede effektene av et for høyt næringsinnhold blir redusert (Lewandowski m.fl. 2013). Innsjøinterne tiltak gjennomføres for å redusere næringsinnhold i sjøen gjennom tiltak i vannet eller i sediment, eller ved å endre organismestrukturen.

Høsting av vannvegetasjon

Fjerning av vannvegetasjon, helt eller delvis, uten å redusere næringsinnholdet, kan føre til økt oppblomstring av alger, både planteplankton og begroingsalger (flytende algematter og/eller algevekst på vegetasjon og substrat) (Phillips m.fl. 1978, Scheffer m.fl. 1993, Mjelde & Faafeng 1997). Noe som vil være uheldig.

Begrenset høsting av vannvegetasjonen er mulig, og kan være positivt for fuglelivet. For de rotfaste plantene kan det gjøres med en vanngående gressklipper. Dette har vært gjort andre steder, men det vil fort kunne bli et evighetsprosjekt, for en må da mest sannsynlig klippe hvert år. Imidlertid er det en løsning at en først klipper, for så å fiske ut mest mulig etterpå. En kan da muligens få en positiv effekt på fuglelivet. Dette krever sannsynligvis at en har dedikerte personer som må vedlikeholde dette hvert år, jfr. Dag Berge, Hillestadvassdraget. Hornblad har ikke røtter og flyter stort sett fritt i vannsøylen. Disse må samles opp på en annen måte og fjernes fra innsjøen.



Figur 15. Undersøkelse av vannvegetasjon ved ut- og innløp i nordre basseng under befarings juni 2020. M. Mjelde til høyre (Foto: L. Hoch)



Kulvert/bru

Veifyllingen (**Figur 16**) over Gjølssjøen kan hindre noe av gjennomstrømmingen i flomperioden, og er med på å bidra til fragmentering og oppdeling av innsjøen i bassenger, som har ført til forskjellige vannkjemiske forhold og delvis ulike økologiske samfunn. Effekter av en forbedret gjennomstrømming kan vurderes.



Figur 16. Veifyllingen begrenser vannutbytte mellom bassengene. En større kulvert eller bru vil trolig bedre flomproblemene i sør (Foto: M. Nygård og L. Hoch 2020)

Først etter at en har gjennomført vannstandsmålinger i de forskjellige bassengene kan det være aktuelt å åpne brua på midten av Gjølssjøen. Tiltaket er imidlertid ganske dyrt, og effekten er svært usikker. En vil derfor ikke anbefale dette, før en har gjort grundige hydrologiske undersøkelser som viser at det vil gi en positiv effekt.

Mudre kanal gjennom sumpområde nord for brua

Store våtmarks- og sumpområder i eller ved sjøen bidrar til ifølge Janse m.fl. (2008) til å redusere eutrofieringseffekten, blant annet ved å bidra til økt sedimentering, ved å ta opp næringsstoffer og skape muligheter for denitrifisering, og ved å danne gode habitatforhold for predatorfisk. Storskala mudring virker derfor ikke som et egnet restaureringstiltak for Gjølssjøen, før man har kontroll på ekstern næringstilførsel. Det utelukker imidlertid ikke at man gjennomfører noen målrettede skjøtselstiltak som medfører lokal mudring, av hensyn til fuglelivet. I vassdragssammenheng brukes begrepet «restaurering» for gjenskaping av naturtypiske fysiske forhold inkludert tilhørende fluviale prosesser. «Habitattiltak» brukes om arbeid som fører til ønskede fysiske miljøforhold, uten at fysiske inngrep blir fjernet, og som ofte krever gjentakelse eller vedlikehold (Pulg m.fl. 2018).



Figur 17. Helofyttbelte nord for brua dekker store deler av arealet som tidligere var åpent vannspeil (Foto: L. Hoch og M. Nygård 2020)

Ved å mudre en kanal tvers gjennom det store helofyttbelte nord for brua (**Figur 17**). Eller mudre en kanal langs bredden på hver side av sumpområde nord for brua, slik at fuglearter som hekker i sumpområde ikke lenger er utsatt for predasjon fra bl.a. katt, rev og grevling kan vurderes. Dette er nevnt som et mulig tiltak i DN (2012), Blindheim & Olsen (2014) og Spikkeland m.fl. (2020). Tiltaket vil være svært kostbart og omfattende, så ut fra den informasjonen som foreligger om sjøen per dags dato vil en ikke anbefale en videre utredning på dette temaet.

Heving av vannstand

Innsjøen ble sannsynligvis senket med ca. 1,5 meter rundt 1862. Heving av vannstanden for å bremse opp tilgroingen er foreslått. For å ha noen effekt over tid bør nok en slik heving være på minimum 1-1,5 m. Hvilken betydning hevingen har for fugl er uklart. Områder som i dag består av sumpvegetasjon og noe terrestrisk vegetasjon vil bli mer forsumpet, og føre til at store deler av denne vegetasjonen dør, økt nedbryting av organisk materiale og økt oksygenforbruk. Generelt fører heving av vannstand til eutrofiering de første årene (se Prestvannet). Det kan være vanskelig å forutse effektene dette kan ha på limnologiske og ornitologiske forhold. Tiltaket anses som svært urealistisk. Området rundt innsjøen er såpass flatt at tiltaket vil føre til oversvømmelse av store jordbruksarealer. I tillegg til den åpenbare negative effekten for grunneiere i området vil dette føre til økt avrenning og tilførsel av både partikler, organisk materiale og næringsstoffer til innsjøen. Dette tiltaket anbefales derfor ikke videre utredet.

Spyling

Spyling eller «reduksjon av oppholdstid» er noen steder nevnt som et egnet tiltak for restaurering av innsjøer (Janssen m.fl. 2019). Intensjonen er å øke vannføringen i innsjøen, slik

at fytoplanktonbiomassen blir spylt ut. Dette gjøres f.eks. ved å tilføre rent vann med et neglisjerbart innhold av næringsstoffer gjennom rør. Dette tiltaket er svært kostbart, krever store inngrep og kan ha flere uforutsette negative konsekvenser. Det er også usikkert om tiltaket er gjennomførbart i Gjølsjøen og om det vil ha effekt. Vi vil derfor ikke anbefale dette for Gjølsjøen.

Fosfatfelling

Felling av fosfat i hypereutrofe innsjøer er en lite utprøvd metode i Norge, men er jevnlig brukt for å redusere fosfor i vannmassen i andre land, blant annet i Sverige, USA og Tyskland (Haande og Hobæk 2018). Særlig i hypereutrofe innsjøer med problematisk algeoppblomstring har metoden vist seg å være svært effektiv, rimelig og enkelt å gjennomføre (Huser m. fl. 2015). Kjemisk fosfatfelling baserer seg på tilførsel av uorganiske koaguler som binder løst fosfor permanent og meget effektivt. Det brukes jern- eller aluminiumbaserte produkter eller lantan. Utfelling binder fosfat permanent til innsjøsedimentene og har en rask effekt og positiv effekt på kjemisk vannkvalitet. Tiltaket anbefales ikke i et naturreservat.

Manipulering av fiskesamfunn

Vi anbefaler ikke utfisking eller andre former for manipulering av fiskesamfunnet. Dette gjelder også om tettheten av fisk skulle være høyere i det nordlige bassenget enn i Sandtorpfjorden. For det første kreves det veldig stor innsats over tid for å lykkes med å redusere fiskebestanden (Ugedal m.fl. 2007). For det andre kan en omfattende utfisking forstyrre øvrig fauna og vi har per dags dato ikke nok kunnskap om hverken fiskebestandene eller øvrig biologisk mangfold til å kunne si noe om mulig effekter eller potensielle negative konsekvenser av tiltaket. Det er og svært usikkert om tiltaket vil ha en positiv effekt på fuglelivet.

Hekkeflåter

Anlegning av hekkeflåter i de delene som ikke er gjengrodd kan muligens bidra til å få tilbake arter som hettemåke og sothøne. Det er også flere arter ender og grågås som kan benytte seg av disse. Hekkeflåter vil sannsynligvis ha mest nytte i Sandtorpfjorden, da den nordlige delen tidvis blir helt gjengrodd av hornblad. Imidlertid er det nok mer enn bare en hekkeflåte som skal til for at hettemåke og sothøne skal komme tilbake, så per dags dato anbefales ikke dette tiltaket da det antas å ha begrenset effekt på fuglelivet.

Tilrettelegging for besøkende

I dag er det et fugletårn ved brua på midten av sjøen (**Figur 18**) og et fugletårn i nord. Fugletårnet på midten er kun skiltet til fra vegen i vest, mens fugletårnet i nord ikke er skiltet til i det hele tatt. Ingen av parkeringene er heller skiltet. Stien ut til fugletårnet i nord mangler også merking. Dette tårnet bærer derfor preg av å være lite besøkt. Fugletårnet på midten har enkel adkomst og virker å være svært godt besøkt av folk fra fjern og nær, spesielt i trekketidene vår og høst. Utenom fugletårnene er området lite tilgjengelig.

Hovedprioriteten bør være å få plass enkle tiltak som bedre skilting til fugletårnene og parkering (**Tabell 5**). Stien til fugletårnet i nord burde også merkes, da denne ikke er særlig godt merket i dag. Ved fugletårnet ved brua bør en lage en større parkeringsplass som er skiltet. I dag er det en liten parkering, men denne er ikke skiltet.



Skal en lage et område som virkelig er verdt å besøke med stier og kanskje en klopp/bru ut i sumpområde, bør dette skje i området ved brua som i dag er det mest besøkte område. Utformingen av område kan gjøres på mange ulike måter og vi har ingen fasit på dette, men det fins en rekke områder som en kan se til f.eks. Ilene ved Tønsberg. Disse tiltakene har vi sett litt lenger ned på prioriteringslisten pga. kostnader og at det må gjøres en grundigere gjennomgang av hva en ønsker før en setter i gang, men enkle ting som natursti eller insektshotell og flere informasjonsplakater kan en sette i gang med relativt raskt.



Figur 18. Fugletårnet ved brua. I dag er dette det mest besøkte stedet ved Gjølsjøen, men med tiltak kan det bli enda bedre besøkt. Foto: M. Nygård og L. Hoch.

10 Anbefalte tiltak

Tabell 5. Oversikt over anbefalte tiltak knyttet til tilrettelegging for besøkende i Gjølsjøen naturreservat med prioritering, beskrivelse og grovt kostnadsoverslag (eks. mva).

Tiltak	Prioritet	Beskrivelse	Gjennomføring	Estimert kostnad	Gjentagelse
9.6.1 Anbefalte tiltak					
Skilting fra hovedvei	1	Sette opp skilt ved hovedvei som viser til Gjølsjøen	Krever kontakt med fylkeskommunen.	Kr 0-10 000,-	En gang



RESTAURERINGSPLAN FOR GJØLSJØEN

Skilting fugletårn ved brua samt parkeringsplass	1	Sette opp skilt som viser parkering til fugletårn	Lage avtale med grunneiere	Kr 3000 – 10 000,-	En gang
Skilting fugletårn i nord med parkeringsplass	1	Sette opp skilt ved hovedveien og ved parkering samt rødmerke stien ut til tårnet	Lage avtale med grunneiere	Kr 3000 – 10 000,-	En gang
Informasjonsskilt ved brua	3	Sette opp informasjonsskilt ved brua, samme type som i fugletårnet		Kr 30 000 – 50 000,-	En gang
Lage stier til noen utvalgte utsiktspunkter	2	Etablere enkle stier til noen få punkter	Kostnad vil variere med omfang.	Kr 30 000 – 50 000,-	En gang og noe vedlikehold av stiene
Informasjonsplakat over fuglekasser og reir	3	Enkel plakat som viser ulike fuglearter og hvilke kasser de bruker eller hvordan reiret ser ut	Lage forskjellige fuglekasser med tilhørende plakat	Kr 30 000	En gang
Etablere foto/fugleskjul på utvalgte punkter	3	Sette opp fotoskjul ved åpne vannspeil eller på andre punkt der en kommer tett inn på fuglelivet	Lage klopper frem til enkelt fotoskjul. Klopper kan lages av malmfuru.	100 000,-	En gang, men kan være behov for å flytte skjulet ved gjengroing
Etablere benker, bålpanne, utedo m.m ved turstinettet i nord.	3	Lage en rasteplass ved turstinettet i nord gjerne et sted en kan se ut over sjøen		50 000,-	En gang
Natursti med QR koder	2	Natursti med noen informasjonspunkter. Disse punktene kan ha en QR kode slik at noe informasjon kan oppdateres.	Omfang påvirker pris.	50 000 – 100 000,-	En gang, men kan oppdateres jevnlig
Kikkert ved fugletårn	3	Plassere ut noen enkle kikkert ved fugletårn. Disse kan sikres med kjetting.		20 000,-	En gang, men trenger trolig noe oppfølging da de kan bli stjålet eller ødelagt.



Insektshotell	2	Sette opp insektshotell rundt omkring ved Gjølsjøen	Kan gjennomføres som et skoleprosjekt	30 000,-	En gang, men må ses til av og til
---------------	---	---	---------------------------------------	----------	-----------------------------------

11 Videre arbeid

11.1 Innhenting av manglende data

For å kunne vurdere tiltak i forhold til bestandene av våtmarksfugl må det foreligge klare data på årsakssammenhenger, dvs. hvorfor hekker det færre fugler i Gjølsjøen. Dessuten, for at ikke tiltak ment for å styrke fuglebestandene skal forverre tilstanden for øvrig naturmangfold, må vi ha en god oversikt over generelt naturmangfold i innsjøen, og vite hvordan ulike tiltak innvirker på dette.

Forslag til data som må innhentes før tiltak iverksettes er i hovedsak vannstandsmålinger fra de ulike bassengene. I tillegg bør en foreta målinger for å oppdatere de vannkjemiske dataene for sjøen og foreta dybdemålinger. Fisk og bunndyr er kartlagt noe, men det kunne kanskje vært en fordel og fått en totalkartlegging i hele sjøen på vannvegetasjon, bunndyr, planteplankton og fisk. Hydrologien kunne og godt vært kartlagt bedre, men her får en litt oversikt ved å installere vannstandsmålinger. Ved disse målestasjonene kan en og samle inn mye annen data om vannkjemi osv.

11.2 Videre utredning av tiltak som foreslås

Reduksjon av næringsstoffer

For å kunne måle effekten av eksterne tiltak på næringssituasjonen i Gjølsjøen bør en analysere dens hydrologiske, fysikalske, kjemiske og biologiske struktur (Nixdorf m.fl. 2013). Innsjøer reagerer ofte forsinket eller ikke i forventet omfang på reduksjon av næringsstoffer. Detaljerte undersøkelser av sjøen og nedbørsfeltet (tilstandsanalyse, billansering av P-bilansen) kan hjelpe, med å identifisere defisitter og deres årsak (Hupfer m.fl. 2013). Avbøtende tiltak i forhold til endret arealbruk eller jordbruk er forventet å ha mye større effekt på vannkvalitet i innsjøer i Sør-Norge enn klimaendringene (Couture m.fl. 2014).

Mudring

For å måle effekten av tiltaket er det viktig å overvåke området før, under og etter mudring. Det anbefales å foreta manuelle målinger av vanndybde kombinert med automatisk logging av vannstand (m.o.h.) (Zinke & Dervo 2018), registrerte vannplantesamfunn. Det anbefales også at det tas vannprøver for å overvåke vannkvaliteten. Overvåkningen burde pågå minimum i tre år etter mudring (Dervo m.fl. 2019).

Beite

Dersom en oppretter områder med beitedyr anbefales det å overvåke vegetasjonen knyttet til de beitede arealene innfor naturreservatet. Det bør gjennomføres en artsregistrering innenfor de ulike naturtypene som blir omfattet av beitingen en gang i løpet av sesongen. Denne



registreringen vil være viktig for å påse at områdene opprettholder det biologiske mangfoldet og at beitetrykket ikke er for høyt for eventuelle sårbare arter.

Fjerning av vegetasjon

Fjerning av deler av helofyttvegetasjonen for å øke andelen åpent vannspeil er foreslått. Hvis det er ønskelig å gjennomføre dette tiltaket må det utredes ytterligere. Helofyttvegetasjon tar opp mye næringsstoffer fra vannet og hvis vegetasjonen fjernes kan dette føre til algeoppblomstringer. Fjerning av trær ute i sumpområde bør gjennomføres for å bremse ytterligere gjengroing.

11.2 Ettetanke

Uansett hvilke tiltak man bestemmer seg for er det viktig at suksesskriterier / målsetningen defineres på forhånd. Tiltakene må overvåkes i flere år etter gjennomførelse. Det er viktig å kunne forstå hvilke tiltak som er mest fornuftige eller gir de beste resultatene og eventuelt hva som ikke gikk som forventet og hvorfor. Overvåkningsdata er svært verdifulle men mangler på mange restaureringsprosjekter til tross for at de er helt essensielle for å kunne si noe om hvor vellykket restaureringen var.

12 Referanser

Aanes, K.J., Mjelde, M., Berger, H.M. 2016. Børselvassdraget, Ballangen kommune 2014 - 2015. Undersøkelser av vannvegetasjon, fisk og erosjon etter restaureringstiltak. NIVA-rapport Inr. 6900.

Berge, D., Mjelde, M., 2012. Slåing av vannvegetasjon i Grennesvatnet, Hof i vestfold, som tiltak mot gjen-groing. NIVA-rapport Inr 6321-2012.

Berthelsen, A., Olerud, S & Sigmond, E.M.O. 1996. Geologisk kart over Norge, berggrunnskart OSLO 1:250 000. Norges geologiske undersøkelse.

Björvall, A. & Ullström, S. 2005. Pattedyr. Alle Europas arter. 2. opplag. Cappelen. 291 s.

Blankenberg, A. B., Skarbørvik, E., Kværnø S. 2017. Effekt av buffersoner – på vannmiljø og andre økosystemtjenester. NIBIO rapport nr. 3 (14) 2017

Blindheim, T. & Olsen, K.M. 2014. Kartlegging av naturtyper (NiN) i Gjølsjøen NR, Marker kommune, Østfold. Biofokus-rapport 2014-3.

Brandrud, T.E. 2002. Kartlegging av biologisk mangfold (naturtypekartlegging) i ferskvann. Innsjøer. Fylkesoversikt i Oslo og Akershus. NINA Oppdragsmelding 764: 1-97.

Couture, R.M, Tominaga, K., Starrfelt, J., Moe, S.J., Kaste, Ø. & Wright, R.F. (2014). Modelling phosphorus loading and algal blooms in a Nordic agricultural catchment-lake system under changing land-use and climate. *Eviron. Sci.: Process Impacts*, 16, 1588.

Dervo, B.K., Zinke, P., Nygård, M., Strømme, A.-S.B., Often, A., Mjelde, M., Vedum, T. & Gjershaug, J.O. 2019. Våtmarksrestaurering i kroksjøer og evjer langs Storelva i Ringerike og Hole kommuner. NINA rapport 1640. Norsk institutt for naturforskning.

DN (2012). Nasjonal plan for restaurering av våtmark, Utvelgelse av lokaliteter – høring. Direktoratet for naturforvaltning.

Dorioz, J.M., Wang, D., Poulenard, J., Tre´visan, D. 2006. The effect of grass buffer strips on phosphorus dynamics—A critical review and synthesis as a basis for application in agricultural landscapes in France. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 117 (2006) 4–21.

Edom, F. & Golubcov, A.A (1996). Prognose einer potentiell-natürlichen Ökotoptzonierung für Mittelgebirgsregenmoore durch Berechnung hydrologischer Parameter. *IHI-Schriften* 2: 103-111.

Edom, F. & Wendel, D. (1998). Grundlagen zu Schutzkonzepten für Hang- und Regenmoore des Erzgebirges. In: *Ökologie und Schutz der Hochmoore im Erzgebirge*. Sächsische Landesstiftung Natur und Umwelt.

Espelund, M & Klaveness, D. 2014. Botulism outbreaks in natural environments – an update. *Front. Microbiol.* 5: 1-5.

Finstad, A. Andersen, T., Larsen, S., m.fl. (2016). From greeninng to browning: Catchment vegetation development and reduced S-deposition promote organic carbon load on decaded time scales in Nordic lakes. *Sci Rep* 6, 31944.

Fylkesmannen i Østfold. 1986. Utkast til verneplan for våtmarksområder i Østfold. 95-98.

Grønsten, H.A., Hauge, A., Borch, H. & Blankenberg, A.G.B. 2008. Faktaark: Fangdammer-effektive oppsammlere av jord og næringsstoffer. Vol. 3 Nr. 13, s 4.

Haande, S., Hobæk, A. 2018. Innsjørestaurering i Tunevannet
Utredning av fosforbindende stoffer. NIVA-rapport 7285-2018.

Hupfer, M., Gohr, F., Krause, D., Mathes, J., Spieker, J., Wanner, S. & Lewandowski, J. Vorbereitung und Auswahl von MaBnahmen zur Seentherapie, Korrespondenz Wasserwirtschaft, 6 (12), 710-717, 2013.

Huser, B. J., Egemose, S., Harper, H., Hupfer, M., Jensen, H., Pilgrim, K. M., Reitzel, K., Rydin, E. & Futter, M. (2016). Longevity and effectiveness of aluminum addition to reduce sediment phosphorus release and restore lake water quality. *Water research*, 97, 122-132.

Huser, B. J., Futter, M., Lee, J.T., Perniel, M. (2015). In-lake measures for phosphorus control: The most feasible and costeffective solution for long-term management of water quality in urban lakes. *Water research*, (2015) 1-11.

Janse, J.h., De Senerpont Domis L.N., Scheffer, M., Lijklema, L., Van Liere, L., Klinge, L. & Mooj, W.M (2008). Critical phosphorus loading of different types of shallow lakes and the consequences for management estimated with the ecosystem model PCLake. *Limnologica*, Vol. 38, Issues 3-4, 2008.

Janssen, A.B.G., van Wijk, D., van Gerven, L.P.A., Bakker, E.S., Brederveld, R.J., DeAngelis, D.L., Janse, J.H. & Mooij, W.M. (2019). Success of lake restoration depends on spatial aspects of nutrient loading and hydrology. *Science of The Total Evironment*, Vol. 679, 248-259.

Joosten, H., Barthelmes, A., Couwenberg, J., Hassel, K., Moen, A., Tegetmeyer C. & Lyngstad, A. (2015). Metoder for å beregne endring i klimagassutslipp ved restaurering av myr. NTNU vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2015-10: 1-83.

Kanalvesenet (1881). Kanalvesenets historie. Kanalkontoret/Kanalvesenet. Stenske boktrykkeri, Christiania (bd. 1, sider 99-101).

Kaupila, T., Ahokas, T., Nikolajev-Wikström, L. m.fl. (2016). Aquatic effekts of peat extraction and peatland forest drainage: a comparative sediment study of two adjacent lakes in Central Finland. *Eviron Eart Sci* 75, 1473 (2016).

Kålås, J.A., Viken, Å. & Bakken, T. (red.) 2006. Norsk rødliste 2009 – 2006 Norwegian Red List. Artdatabanken, Norway. 416 s.

- Lewandowski, J., Hoehn, E., Kasprzak, P., Kleeberg, A., Kurzreuther, H., Lücke, N., Mathes, J., Meis, S., Rönicke, H., Sandrock, S., Wauer, G., Rothe, M. & Hupfer, M. (2013). Gewässerinterne Ökotechnologien zur Verminderung der Trophie von Seen und Talsperren, Korrespondenz Wasserwirtschaft, 6 (12), 718-728, 2013.
- MDir 2016. Plan for restaurering av våtmark i Norge (2016-2020), med mål om reduserte klimagassutslipp, tilpasning til klimaendringene og bedret økologisk tilstand. Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet. M-644, 67s.
- Mjelde, M., Faafeng, B.A. 1997. Ceratophyllum demersum hampers phytoplankton development in some small Norwegian lakes over a wide range of phosphorus level and geographic latitudes. Freshwater Biology 37: 355-365.
- Mjelde, M. & Johansen, S.W. 1999. Vannvegetasjonen i små innsjøer, evjer og kroksjøer ved Glåma i Solør, Hedmark, Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernavdelingen, rapport nr. 1/99.
- Mjelde, M. & Berge, D. (2011). Betenkning om mulige tiltak mot vasspest i Østensjøvatn, Oslo kommune. NIVA-rapport nr. 6278-2011.
- Moen (1998). Nasjonalatlas for Norge, Vegetasjon. Statens kartverk, Hønefoss.
- Nixdorf, B., Rücker, J., Dolman, A.M., Wiedner, C., Hilt, S., Kasprzak, P., Köhler, A., Weyer, K. v. d., Sandrock, S., Scharf, E.-M. & Willmitzer, H. (2013). Prozessverständnis als Grundlage für die Gewässbewirtschaftung—Fallbeispiele für Limitation, Konkurrenz, Gewässerstruktur und Nahrungsnetzsteuerung, Korrespondenz Wasserwirtschaft, 6 (12), 693-701, 2013.
- Phillips G.L., Eminson D. & Moss B. 1978. A mechanism to account for macrophyte decline in progressively eutrophicated freshwaters. Aquatic Botany, 4: 103–126.
- Pulg, U., Barlaup, B.T., Skoglund, H., Velle, S., Gabrielsen, S.E., Stranzel, S. m.fl. (2018). Tiltakshåndbok for bedre fysiske vannmiljø: God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker. 4th ed. LFI-rapport 296. Bergen: Nowegian Research Centre, Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI).
- Ringsby, T.H. 1986. Kartlegging og beskrivelse av vegetasjonssamfunn i Gjølsjø, Marker kommune, Østfold. Hovedoppgave i natur- og miljøvern, Telemark Distriktshøgskole. 62 s.
- Rohrlack, T. & Hagmann, C. 2019. Sedimentanalyse og *Gonyostomum semen*. Er dominans av *Gonyostomum semen* en av grunnene til endring i fuglebestand i Gjølsjøen (marker kommune)? I: Spikkeland, I. (red.) 2019. Vannfugl i Gjølsjøen. Utviklingen av fuglebestandene sett i forhold til andre endringer i økosystemet. Østfoldmuseene, Avd. Haldenvassdragets Kanalmuseum. Rapport 1/2019. 31 s.
- Rørslett, B. & Skulberg, O. (1968). Vern av naturlige næringsrike innsjøer i Norge. En foreløpig oversikt over noen eutrofe innsjøer i Sør-Norge og deres botaniske forhold. NIVA Oslo.
- Scheffer, M., Hosper, S. H., Meijer, M. L., Moss, B., and Jeppesen, E. 1993. Alternative equilibria in shallow lakes. Trends Ecol. Evol. 8: 275–279.

Schindler, D.W. (1974). Eutrophication and recovery in experimental lakes – implications for lake management. *Science*, 184 (4139), pp. 897-899

Schütz, J. 2016. A comparison of two treatment methods to reduce internal phosphorous cycling in lakes: Surface versus injection application. Master thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. 62 s.

Skarbørvik, E., Blankenberg, A. G. (2019) Trær langs jordbruksvassdrag: Fordeler og ulemper. NIBIO POP rapport 5(3) 2019

Skulberg, O.M. 1969. Gjølsjø i Marker, Østfold. O-70/660. Norsk Institutt for vannforskning. 7 s.

Skulberg, O.M. 1978. En ny lemnide i norsk flora – svanemat (*Ricciocarpus natans*) i Gjølsjøen, Haldenvassdraget. *Blyttia* 36: 27 – 34.

Spikkeland, I., Dolmen, D. & Haga, A. 2020. Biologisk mangfold i Gjølsjøen, Marker. Müller-Sars Biologiske Stasjon. Ørje. Rapport 4. 2020.

Steinberg, C.E.W. (2004). Regulatory impacts of humic substances in lakes. In: *The Lakes Handbook Volume 1: Limnology and limnetic ecology*. Edited by P.E O'Sullivan and C.S. Reynolds. Blackwell Publishing, Oxford.

Succow, M. & Joosten, H. (2001). *Landschaftsökologische Moorkunde*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Sundet, Ø. (2020). Fiskesamfunnet i Gjølsjøen, Marker kommune etter gjentatte oppblomstringer av problemalgen *Gonyostomum semen*. Masteroppgave. NMBU Norges Miljø- og Biovitenskaplige Universitet.

Ugedal, O., Dervo, B.K. & Museth, J. 2007. Erfaringer med tynningsfiske i innsjøbestander i Norge. NINA rapport 282

Van Donk, E. & Gultati, R.D. (1995). Transition of a lake to turbid state six years after biomanipulation: Mechanisms and pathways. *Water Science and Technology*, 32(4), 197-206.

Vann-nett (2021). Gjølsjøen. Vann-nett. Hentet 10.02.20201 fra <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/001-334-L>.

Vedum, T.V., Hofstad, H., Østerem, S., Deegard, R., Dolmen, D., Sørensen, S., Vold, K.F. & Bryhn, K. (2004). Dammer i kulturlandskapet – til glede og nytte for alle. Fylkesmannen i Hedmark, rapport 03/04.

Viker, M. & Hardeng, G. (1992). Naturfaglige forhold i Gjølsjøen naturreservat i Marker. Miljøvernavdelingen, Fylkesmannen i Østfold. Rapport 8-1992.



Walseng, B. Hesthagen, T. & B. Skjelbred (2020). Introduksjon av sørv (*Scardinius erythrophthalmus*) – en katastrofe eller kun til irritasjon? En undersøkelse av 10 vann i Arendal kommune – Aust-Agder - NINA Rapport 1764. Norsk institutt for naturforskning.

Walseng, B. & Jensen, T.C. (2018). Krepsdyrsamfunn i vann med og uten sørv (*Scardinius erythrophthalmus*), Arendal kommune – Aust-Agder - NINA Rapport 1599. 61 s.

Welch, E.B. & Cooke, G.D. (1999). Effectiveness and Longevity of Phosphorus Inactivation with Alum. *Journal of Lake and Reservoir Management* 15(1):5-27. 24 s.

Zinke, P. & Edom, F. (2006). Hydraulische und hydrologische Erklärung von Ökotostrukturen am Regenmoor Kriegswiese im mittleren Erzgebirge. *Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung*, Juni 2006, 43-87.

Zinke, P. & Dervo, B. (2018). Utredning av tiltak for våtmarksrestaurering i kroksjøer og evjer langs Storelva i Ringerike og Hole kommuner i Buskerud – Delprosjekt Hydrologi. SINTEF Rapport nr. 2018:01208.



Dokkadeltaet Nasjonale Våtmarkssenter AS (DNV) ble etablert som et aksjeselskap i 2008 og eies av kommunene Nordre Land og Søndre Land. DNV tilbyr en rekke miljøfaglige tjenester og har opparbeidet betydelig kompetanse innenfor naturrestaurering, skjøtsel og naturtypekartlegging. Selskapet jobber for at naturmangfoldet ivaretas og brukes på en bærekraftig måte, og formidler dette gjennom nyskapende naturveiledning. Du finner oss ved Dokkadeltaet naturreservat. Våtmarkssenteret har rullerende utstillinger og er åpent for besøkende i sommermånedene.

Dokkadeltaet Nasjonale Våtmarkssenter AS Gamlevegen 84, 2870 Odnes Tel: +47 61100020 E-mail: post@dokkadeltaet.no www.dokkadeltaet.no

