

Østfold-Natur nr. 74

2022

ISSN 0803 – 4443

Sivklipping i Ilesjøen og Tunevannet

En biologisk vurdering av tiltaket

Ingvar Spikkeland, Atle Haga og Geir Hardeng



Müller-Sars Biologiske Stasjon

Ørje

Rapport 11

2022

Forord

Det er stedvis blitt klippet siv (takrør) i *Tunevannet* og *Isesjøen* fra 2009, hovedsakelig ved badeplasser. Det er bevilget SMIL-tilskudd (spesielle miljøtiltak i jordbruket) til arbeidet. I de senere år har det vært et ønske fra grunneierne om å utvide klippeområdene. I den anledning har kommunen ønsket en vurdering av hvilken effekt sivklipping har på biologisk mangfold i sjøene.

Oppdraget ble skissert i et møte 28.4.2021 mellom Sarpsborg kommune (oppdragsgiver) og Müller-Sars Biologiske Stasjon Ørje (konsulent). Dyreplankton, bunndyr (primært i strandsonen) samt registrering av vannplanter og fugler skulle undersøkes i Isesjøen og Tunevannet. Oppdraget omfattet ikke planteplankton, påvekstalger og fisk.

Kommunen ønsket vurdert hvorvidt og eventuelt hvordan sivklipping påvirker sjøene positivt og negativt, samt en vurdering av akseptabel klipping contra mulig ødeleggelse av habitater. Områder som til nå er klippet skulle vektlegges. Oppdraget omfattet en biologisk vurdering av sivklipping som miljøtiltak, og råd vedrørende eventuell fortsatt sivklipping, herunder hvilke områder som kan klippes og på hvilke steder bør man la det være.

Vår rapport baseres seg på 4 dagers feltarbeid samt grundige litteraturstudier over tidligere undersøkelser i de to vannene. I tillegg er gjennomgått nyere litteratur om sammenhenger mellom beliggenhet, påvirkning og artssammensetning i en innsjø, og herunder effekter av sivslått.

Ørje 14. mars 2022

Ingvar Spikkeland

Atle Haga

Geir Hardeng

Forsidebilder: Øverst til venstre: Områder ved båtutsett nord i Isesjøen, hvor det har vært sivslått. Øverst til høyre: Glisne takrørbestander danner helofyttsonen de aller fleste steder i Isesjøens nordlige del.

Nederst to bilder er fra Tunevannets sørende, hvor det er badeplasser og parkområder, og hvor takrør slås for å holde strendene åpne.

Innhold

Forord	2
Innhold	3
1. Materiale og metoder	4
2. Beskrivelse av innsjøene med prøvestasjoner	5
2.1. Isesjøen	5
2.2. Tunevannet	7
2.3. Zooplankton i Isesjøen og Tunevannet	10
2.4. Fiskefaunaen i Isesjøen og Tunevannet	11
3. Resultater	12
3.1. Vann- og sumpplanter i Isesjøen	12
3.2. Vann- og sumpplanter i Tunevannet	12
3.3. Isesjøen – biomangfold i takrør- og sivklipte områder	14
3.4. Tunevannet - biomangfold i takrør- og sivklipte områder	17
3.5. Vann – og våtmarksfugler ved Isesjøen	19
3.6. Vann- og våtmarksfugler ved Tunevannet	21
4. Generell diskusjon	23
4.1. Isesjøen og Tunevannet- likheter og forskjeller	23
4.2. Generelt om vegetasjonen i strandsonene	25
4.3. Sivslått – mulige biologiske effekter	26
5. Vurdering av sivslått i Tunevannet og Isesjøen	30
5.1. Vurdering av sivslått i forhold til Naturmangfoldloven	30
5.2. Konklusjoner	31
6. Referert litteratur	32

Vedlegg.

Vedlegg 1. Påviste arter av virvelløse dyr i 2021

Vedlegg 2. Aktuell litteratur om Tunevannet og Isesjøen

Vedlegg 3. Baser med vanndata fra Tunevannet og Isesjøen

1. Materiale og metoder

Det ble foretatt befaringer og gjennomført biologiske undersøkelser i Isesjøen 11. mai, 8. juni og 25. august og i Tunevannet 11. mai, 16. juni og 25. august 2021. Den 8. juni ble Isesjøens nordlige halvdel undersøkt ved hjelp av båt, og tilsvarende opplegg gjennomført i Tunevannet 16. juni, da hele innsjøen ble befart. Det ble i begge innsjøer tatt vannprøve av overflatevannet og gjennomført noen hydrografiske og kjemiske målinger, for å få et hovedinntrykk av vannkvaliteten, samt tatt en planktonprøve fra pelagisk sone.

Videre ble det tatt prøver av både zooplankton (krepsdyr) og bunndyr i strandsonen. Disse prøvene ble tatt på to forskjellige stasjoner i hver innsjø; Isesjøen 1/Isesjøen 2 og Tunevannet S/Tunevannet N (se Figur 1). På hver av stasjonene ble det tatt prøver både i et takrørområde og i et område hvor det hadde vært fjerning av vegetasjon/takrør («sivslått»), for å kunne sammenligne biomangfold og artsstruktur i de to forskjellige økosystemene. Den samme prosedyre ble gjennomført den 25. august i begge innsjøene, for å få et mer representativt materiale av litoralt zooplankton og bunndyrforekomstene gjennom sommersesongen. Det ble lagt vekt på å standardisere prøvetakingen mest mulig, slik at det skulle være mulig å sammenligne de forskjellige prøvene. Det er imidlertid ingen grunn til å legge skjul på at det er krevende å ta gode og representative prøver. For eksempel vil ulike vær- og spesielt vindforhold kunne påvirke tettheten av dyr på de ulike stasjonene.

Fra båt ble innsjøens siktedyp og innsjøfarge målt ved hjelp av en Secchi-skive med diameter 20 cm. Videre ble det tatt vannprøve fra overflatevannet. pH ble bestemt kolorimetrisk med BTB som indikator. Ledningsevnen ble målt med en ledningsevнемåler av typen VWR CO310M. Kalsium (mg/l) ble målt ved EDTA-titrering. HACKs metoder/kjemikalier og HACK Digitaltitrator ble benyttet. Vannfargen (mg Pt/l) ble bestemt med en Lovibond 1000 fargekomparator. Prøve av det pelagiske planktonsamfunnet ble tatt med en planktonhåv med maskevidde 100 µm, og prøvene oppbevart på 70 % etanol og talt opp på laboratoriet.

Vannplanter og sumplanter (helofytter) ble registrert i områdene ved prøvestasjoner, og ellers ble forekomst av vannplanter notert. Bunndyr ble samlet inn med en vanndyrshåv med maskevidde 0,5 mm. Vegetasjonen og bunnområdet i hhv. takrørområdene og i områdene hvor vegetasjonen var slått ble gjennom søkt med håven, og alle dyr overført til en bønne med innsjøvann. Eventuelle steiner og trerester på bunnen ble også undersøkt. Tidsforbruket på hver stasjon var en halv time. På laboratoriet ble alle dyr som var samlet inn på de forskjellige stasjonene plukket ut og overført til glass med 96 % etanol, som så ble artsbestemt på et senere tidspunkt. Litorale planktonkrepsdyr ble innsamlet ved å føre en planktonhåv med maskevidde 100 µm montert på teleskopstang gjennom vegetasjonen og langs bunnen. Prøvene ble lagret på 70 % etanol, og artsbestemt på laboratoriet.

Fuglelivet ble undersøkt 3 ganger i hver sjø. I nordre del av Isesjøen ble det registrert fra land fra i tre bukter (kalt Nordre bukt, Vestgårsbukta og Torgrimsbybukta) den 11. mai og 25. august. Den 8. juni ble fuglelivet registrert ved bruk av båt. Tilsvarende ble fuglelivet i hele Tunevannet kartlagt fra land hhv. 11. mai og 25. august, mens den 16. juni ble benyttet båt. Egne registreringer er supplert med øvrige fugledata fra 2010- 2021 som andre personer har lagt inn på www.artsobservasjoner.no, uten at man her har angitt hvor i sjøene observasjonene er foretatt.

2. Beskrivelse av innsjøene med prøvestasjoner

Isesjøen og *Tunevannet* (Figur 1) ligger umiddelbart nord for Raet. De to sjøene inngår i rekken av Ra-demte innsjøer i Østfold, som også omfatter Ørsjøen (demmet av «Lille-Raet»), Femsjøen og Rokkevann i Halden, samt Tvetervann, Vestvannet og Vansjø, alle demt opp av selve Raet. Sjøene har til felles at Ra-ryggen hindrer avrenning mot sør; Isesjøen har derfor utløp til Glomma via Isoa helt i nord, og Tunevannet via Stenbekken vestover til Vestvannet. Sjøene ligger ca. 40 m o.h., og således under marin grense (ca. 170 m o.h.). Isesjøen og Tunevannet mistet kontakten med havet for ca. 6 500 år siden, beregnet ut fra strandforskyvningskurve for Sarpsborg-området (Sørensen 1999, Klemsdal 2007).



Figur 1. Isesjøen (t.v.) og Tunevannet er begge Ra-demte innsjøer med utløp i nordenden. Prøvestasjonene er avmerket, og nedbørfelt og arealbruk for Tunevannet er angitt (etter Beckmann mfl. 2016).

2.1. Isesjøen

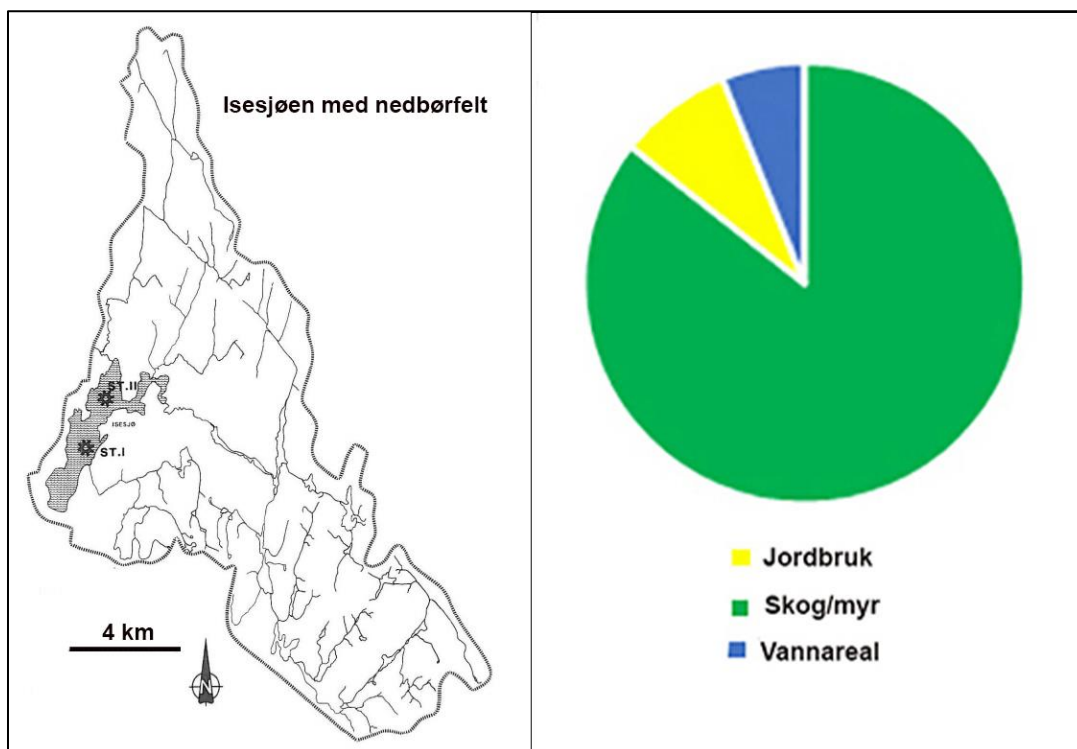
Isesjøen er en middels næringsrik til næringsrik innsjø, men har tidligere vært forholdsvis næringsfattig (Bjørndalen mfl. 1985a). Videre er den kalkfattig og noe humøs (jf. Faafeng mfl. 1993). Målinger i juni 2021 antyder at siktedypet har blitt sterkt redusert i de seinere år, samtidig som humusinnholdet og den gule fargekomponenten har økt (se Tabell 1). Gneiser og granitter dominerer i nedbørfeltet, som er dekket av store skog- og myrområder (85 % av nedbørfeltet), stedvis med lite løsmasser, dels grunnfjell i dagen og bunnmorene (Figur 2). Marine avsetninger er også vanlige, og nord for Isesjøen finnes betydelige områder med jordbruk på marin leire. Tilsig av næringsstoffer fra dyrket mark, bebyggelse og moderne skogbruk har gitt en tiltakende eutrofiering av innsjøen, noe også økende nedbør og høyere temperaturer kan ha bidratt til. Isesjøen har 3 innløp av større bekker; Øbybekken i nord,

Buerelva fra Børte vann i nordøst og Tveterbekken fra Opsjø i øst. Sjøen har utløp i nord via Isoa til Glomma (Figur 1).

Isesjøen har maksimalt dyp 22 m og middeldyp 9,5 m (Tabell 1). Spesielt i den sørlige delen består strendene mange steder av berg som faller bratt ned mot vannet, og videre ned mot dypet. Den nordlige delen har imidlertid større gruntvannsområder (Figur 3). Innsjøen ligger åpent til for vind, men pga. relativt stor dybde har den stabil temperatursjiktning og kaldt bunnvann hele sommeren.

Fosfat er vekstbegrensende faktor i store deler av sommerhalvåret (ca. 2,4 tonn P pr. år 1983 og 2003). Vannmassene er påvirket av eksterne tilførsler av partikulært materiale fra dyrket mark /marine avsetninger. Innsjøen har de seinere år hatt episoder med oppblomstring av blågrønne alger. Dessuten er problemalgen *Gonyostomum semen* vanlig i innsjøen.

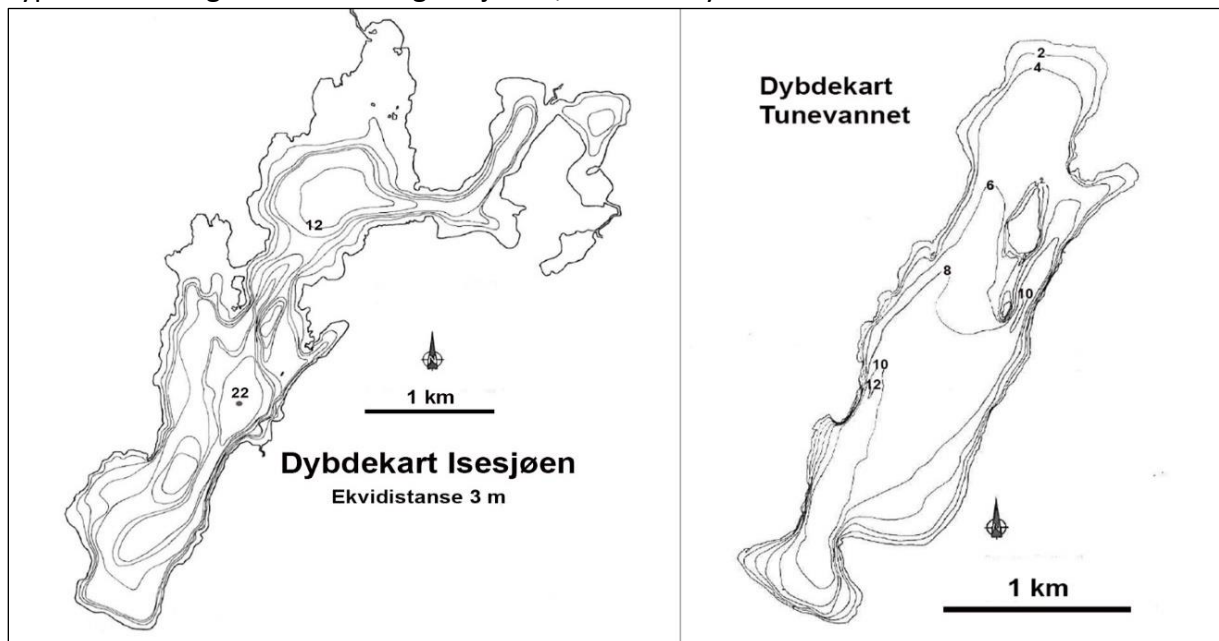
Det virker som miljøtilstanden i innsjøen nå er i en svak bedring, og i siste overvåkningsrapport er miljøtilstanden blitt klassifisert som moderat, på grensen til god (Stabell 2022).



Figur 2. Isesjøens nedbørfelt (t.v.) preges av store næringsfattig skogsområder. Til høyre nedbørfeltets relative arealfordeling (etter Bjørndalen mfl. 1985a). Arealfordeling: Skog og myr 85,6 %, jordbruksmark 8,3 % og vannareal 6,1 %.

Ved befaring med båt 8.6.21 ble den nordlige halvdelen av Isesjøen studert. Inne i den nordlige bukta, utenfor Isesjøen 2, er det en holme med hekkende vannfugl. Her er det også et par skogkledte øyer. Det finnes også noen holmer i innsjøens sørlige del. Typisk for sjøens strandsoner er takrørbremmer på 10-20 m bredde rundt store deler av sjøen, stedvis brutt av utstikkende fjellknauser. Takrørskogene er overveiende glisne (Figur 4). Større, tette høyvokste rørsoger, som i eutrofe sjøer, mangler. Typisk sonering fra vannsiden og innover:

Takrørbelte - svartor-strandskog med noe vier-gran-furuskog, alternativt dyrket mark. Den typiske soneringen for litoralvegetasjonen, med helofytter



Figur 3. Dybdekart for Ilesjøen (t.v.) og Tunevannet. (Fra Bjørndalen mfl. 1985a, b)

innerst, deretter flytebladsplanter, langskudds- og kortskuddsplanter, finnes bare unntaksvis i Ilesjøen. Utenfor takrørsonene mangler som regel synlig vegetasjon, men her og der finnes noe sjøsivaks og gul nøkkerose. Tusenblad ble registrert med Luttner-rive, men var åpenbart fåtallig.

De to prøvestasjonene, Ilesjøen 1 og Ilesjøen 2, ligger i den nordlige delen av innsjøen (Figur 2). Ilesjøen 1 ligger ved båtutsettet, lokalisert i en S-formet bukt som strekker seg østover i den nordlige delen av innsjøen, mens Ilesjøen 2 ligger inne i bukta helt nord i innsjøens hovedbasseng. Denne stasjonen er noe mer eksponert for SV vind enn Ilesjøen 1 (Figur 1). På begge stedene er det intakt, storvokst takrørskog og steder hvor rydding av takrør (sivslått/sivklipping) er blitt gjennomført. Takrør var helt dominerende der det ikke hadde vært slått ved Ilesjøen 1, mens floraen inneholdt noen flere arter i takrørsonen ved Ilesjøen 2. Der takrør var fjernet, var det enkelte steder tett bestand av nye takrørskudd, mens det andre steder var en mer variert vegetasjon. Floraen av strandplanter (helofytter) og vannplanter ved stasjonene er presentert under pkt. 3.2.

2.2. Tunevannet

Tunevannet er fra naturens side en middels næringsrik innsjø som i seinere år er blitt stadig mer eutrof pga. næringstilførsel fra menneskelig virksomhet (Sarpsborg kommune 2017). Berggrunnen i området er granitt, men jordsmonnet er preget av Ra-morenen og av marine avsetninger. Jordbruksområder finnes spesielt nord for innsjøen. I vest vokser endel skog, mens bebyggelse preger den sørlige delen av østsida. Tunevannet har sitt hovedinnløp via

Tabell 1. Noen morfometriske og kjemiske parametere for Isesjøen og Tunevannet (fra Bjørndalen mfl. 1985a,1985b, Sarpsborg kommune 2017, Spikkeland mfl. 2019 og egne målinger i 2021).

Parametere	Isesjøen			Tunevannet	
	1983	2.9.19	8.6.21	1984	16.6.21
Høyde (m o.h.)	38			40	
Innsjøareal (km ²)	6,4			2,4	
Nedbørfelt (km ²)	140			6,3	
Maks. dyp (m)	25			12	
Middeldyp (m)	9,5			5,4	
Teoretisk oppholdstid (år)	0,9			6,4	
pH	6,3-6,8	6,7	6,6	7,0-7,5	7,0
Konduktivitet (mS/m)	6,6-6,9	6,7	5,4	9,5-10,5	9,2
Kalkinnhold (Ca, mg/L)	Kalkfattig	3,3	2,4	Middels kalkrik	5,0
Siktedyp	2,80-3,75	1,8	1,2	1,95-2,70	1,6
Vannfarge (mg Pt/L)	Humøs	40	25	Klar	5
Innsjøfarge	Grønnl. gul-gul	Gul	Brunl. gul	Grønn-grønnlig gul	Grønnlig gul

Skjørenbekken i nord, og utløp via Stenbekken i vest mot Vestvannet, begge i nordenden av innsjøen. Vannet er middels kalkrikt og lite humuspåvirket, med et siktedyp 1,6 – 2,7 m (Tabell 1).

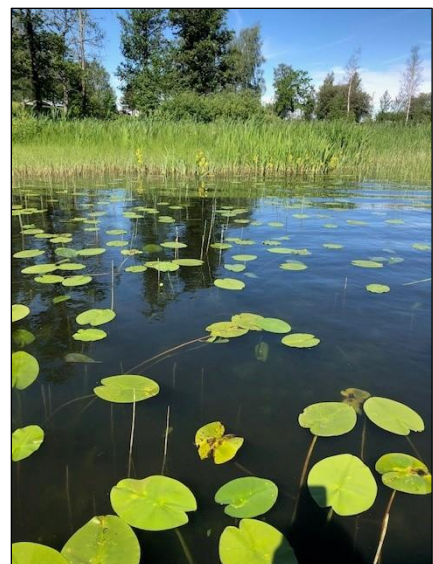
Tunevannet danner tette bestander av takrør på noe større arealer med bredere soner helt i nord, i SV og i en bukt N for tilrettelagt friluftsområde SØ i vannet. Stedvis inngår *elvesnelle* og *sjøsivaks* utenfor takrørbeltene. Innslag av nøkkeroser forekommer også. Takrørfeltene er ofte smale, glisne og lavvokste, og har dermed begrenset verdi for fugl. Strandsonene har også mye berg, dels bratt, og dermed lite utviklet sonering (helofytter / sumplanter, langskuddsplanter, flytebladplanter, kortskuddsplanter). Smale soner med svartor / vier opptrer innenfor sivvegetasjonen. Ved utløp av Skjørenbekken helt i nord er det betydelige arealer med takrør, bl.a. med *gulldusk*, *elvesnelle* og *sjøsivaks*.

Innsjøens areal utgjør hele 38 % av nedbørfeltet (se Figur 1). Vannmassene har lang teoretisk oppholdstid, vel 6 år. Nedbørfeltet domineres av marine avsetninger med skog, landbruk og urbane områder (Figur 1). Største dyp på 12 m ligger omtrentlig midt på innsjøen, ved den vestlige bredden (Figur 3). Innsjøen ligger åpen for sørvestlige vinder, og på grunn av liten dybde vil det vanligvis ikke være temperatursjiktning i vannmassene om sommeren. Ved Tunevannet ligger et større opparbeidet friluftsområde. Vannet har en roregattabane, er bebygd langs østsiden og har et tidligere vannuttak og lerduebane. Sedimentene er stedvis forurenset av bly pga. blyhagl fra en lerduebane.

De to prøvestasjonene i Tunevannet; Tunevannet S og Tunevannet N, ligger hhv. sørvest og nordvest i innsjøen. Både vann- og helofyttvegetasjonen er rik. Dette gjelder spesielt i den sørlige delen, hvor sand, grus og runde steiner fra Ra-morenen dominerer bunnsubstratet (Figur 5). I nordre delen finnes store jordbruksområder på marin leire inntil innsjøen, og på de grunne strendene vokser det betydelige arealer med storvokste takrørbestander.



Figur 4. Typisk strandsone i Isesjøens nordlige del, med brede, glisne takrørbestander. På bildet ser vi et felt med flytebladplater utenfor takrørsonen, men vanligvis er flytebladvegetasjonen og langskuddvegetasjonen svært lite utviklet.



Figur 5. Tunevannets sørvestlige del har en velutviklet helofyttvegetasjon med mange arter. I denne delen av innsjøen slås takrør for å holde strandsonen åpen. Th: I Tunevannet finnes også velutviklet flytebladsvegetasjon utenfor helofyttbeltet, som her i innsjøens sørlige del.

2.3. Zooplankton i Isesjøen og Tunevannet

Det ble tatt zooplanktonprøver i pelagisk sone i både Isesjøen og Tunevannet juni 2021, hhv. fra 20 m og 8 m dyp. Resultatene er angitt i Tabell 2. Planktonsamfunnene i de to innsjøene er ganske forskjellige. Forekomsten av hoppekrepsen *Cyclops scutifer* i Isesjøen peker i retning av relativt næringsfattige forhold der, da denne arten er vanlig i oligotrofe lokaliteter. Også mangel på *Daphnia cucullata* peker i samme retning, samtidig som artssammensetningen ikke tyder på spesielt stort predasjonstrykk fra fisk. Et interessant element i innsjøens planktonfauna er den betydelige forekomst av hoppekrepsen *Thermocyclops crassus*, som er en relativt sjelden sørøstlig art i Norge.

Planktonsamfunnet i Tunevannet indikerer eutrofe forhold, med stor forekomst av vannloppene *Daphnia cucullata* og *Bosmina coregoni*. De små artene *Chydorus sphaericus* og *Thermocyclops oithonoides* er også tallrike, noe som tyder på relativt stor fiskepredasjon. Forekomsten av de store artene *Limnosida frontosa* og *Eudiaptomus gracilis* indikerer imidlertid at fiskepredasjonen ikke er svært stor.

Faafeng mfl. (1993) antyder at istidskrepsen *Mysis relicta* trolig finnes i Isesjøen, siden dette er en vanlig art spesielt i innsjøer øst i fylket. Ut fra dybdeforholdene skulle innsjøen tilfredsstille de miljøkrav *Mysis* har, mens Tunevannet er for grunt for denne arten. Forekomsten til istidskreps i kystnære innsjøer i Østfold synes imidlertid å være knyttet utelukkende til innsjøer som er en del av større vassdrag, dvs. Glomma og Haldenvassdraget. Forklaringen er trolig at de lavtliggende, kystnære innsjøene er blitt avslørt fra et forholdsvis salt hav hvor istidskrepsene ikke kunne leve, i motsetning til de mer høyereliggende innsjøene i fylket som er mye eldre. Istidskrepsene har dermed kunnet vandre inn til innsjøer som Femsjøen, Vestvannet og Visterflo fra lokaliteter lenger oppe i vassdragene (Spikkeland & Vaaler 2016, Spikkeland mfl. 2019). Siden Isesjøen ligger i et sidevassdrag til Glomma, har istidskreps ikke hatt muligheter til å vandre inn. Vansjø synes å være et unntak, da *Mysis* finnes der, men nærmere undersøkelser tyder på at Lyseren i Indre Østfold tidligere drenerte til Mosse vassdraget, og at *Mysis* i Vansjø har innvandret derfra (Spikkeland mfl. i arbeid).

Tabell 2. Zooplanktonsamfunnet i pelagisk sone i Isesjøen og Tunevannet i juni 2021. Forekomsten av de ulike artene er angitt med relative tall, der 1 tilsvarer sjelden og 5 dominerende.

Art	Isesjøen 08.06.2021	Tunevannet 16.06.2021
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	2	3
<i>Limnosida frontosa</i>	-	2
<i>Daphnia cucullata</i>	-	4
<i>Daphnia cristata</i>	5	2
<i>Bosmina coregoni</i>	-	4
<i>Chydorus sphaericus</i>	-	3
<i>Leptodora kindti</i>	2	2
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	5	5
<i>Cyclops scutifer</i>	3	-
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	1	3
<i>Thermocyclops oithonoides</i>	3	4
<i>Thermocyclops crassus</i>	2-3	

2.4. Fiskefaunaen i Isesjøen og Tunevannet

Fiskefaunaen i en innsjø har stor innvirkning på zooplanktonsamfunnets sammensetning. Siden zooplanktonet i stor grad beiter på planteplankton, vil fiskesamfunnet indirekte påvirke mengdene av planteplankton. Isesjøen og Tunevannet har artsrike fiskesamfunn, som stort sett består av de samme artene (Tabell 3). Flest arter (11) er registrert i Isesjøen, mens 10 arter er påvist i Tunevannet, hvorav gjørs og trolig også sørv er utsatt. Den sjeldne karpefiskens stam er påvist i Tunevannet (Andersen mfl. 2005).

Karpefiskene laue, sørv og mort spiser mye dyreplankton, spesielt de yngre årsklasser, mens stor abbor, gjedde og gjørs spiser disse fiskeartene og bidrar dermed til mindre planktonspisende fisk. Det har vært antydning at den lille laksefisken krøkle trolig finnes i Isesjøen og Tunevannet (jf. Faafeng mfl. 1993, Fylkesmannen i Østfold 1988). Dette er en art som er spesialist på dyreplankton. Den er imidlertid ikke påvist i noen av innsjøene så langt vi kjenner til (jf. Andersen mfl. 2005). I Østfold opptrer ofte krøkle i innsjøer hvor det også finnes istidskreps («istidsrelikter»), og også krøkle er iblant betegnet som en istidskrelikt. Dette antyder at krøkle og istidskreps har en felles spredningshistorie, og det ville derfor være noe overraskende om krøkle skulle finnes i Isesjøen og Tunevannet.

Tabell 3. Fiskearter i Isesjøen og Tunevannet (div. kilder).

Fiskearter	Isesjøen	Tunevannet
Abbor	x	x
Brasme	x	x
Flire	x	-
Gjedde	x	x
Gjørs	x	x (utsatt)
Hork	x	x
Laue	x	x
Mort	x	x
Stam*	-	x *
Sørv	x	x (trolig utsatt)
Ørret	x	-
Ål	x	x

*Andersen mfl. (2005)

3. Resultater

3.1. Vann- og sumpplanter i Isesjøen

Forekomsten av karplanter ble notert i området ved prøvestasjonene, og resultatene er presentert i Tabell 4. Helofyttbestanden i innsjøen er nesten utelukkende monokulturer av takrør. I de områdene som ligger inn mot dyrka mark, danner takrør gjerne høye og tette bestander, men ellers er bestandene de fleste steder nokså glisne. Takrørbestanden på Isesjøen 1 var ren monokultur, mens det på Isesjøen 2 var noe mer variasjon i artssammensetningen. Dessuten var det også noe mer variasjon på det sivklipte området på denne stasjonen (Figur 6). Vi påviste 3 arter av ekte vannplanter ved de to prøvestasjonene (se tabell 4), mens antall arter av helofytter var i underkant av 20 arter. Denne store innsjøen har åpenbart mange flere arter, men det vil kreve en helt annen feltinnsats å kartlegge forekomstene. Et søk på Artskart viser bl.a. forekomst av 5 rødlistede arter av kortskuddsplanter, såkalte pusleplanter, som trives i innsjøer hvor næringsinnholdet er moderat (se s. 28).

Tabell 4. Vann- og sumpplanter registrert ved prøvestasjonene Isesjøen 1 og Isesjøen 2. På hver stasjon er arter som ble registrert i hhv. takrørområder og sivslåtte områder angitt.

Latinsk navn	Norsk navn	Isesjø 1		Isesjø 2	
		Takrør	Sivslått	Takrør	Sivslått
Vannplanter					
Lemna minor	Småandemat	-	-	-	x
Nuphar lutea	Gul nøkkerose	-	-	-	xx
Persicaria amphibia	Vasslirekne	-	-	-	xxx
Helofytter/sumpplanter					
Alismo plantago-aquatica	Vassgro	-	-	-	x
Caltha palustris	Bekkeblom	-	-	-	-
Carex acuta	Kvasstarr	-	xx	-	-
Carex spp.	Starr spp.	-	x	-	x
Carex vesicaria	Sennegras	-	xxx	-	xx
Comarum palustre	Myrhatt	-	x	-	-
Equisetum fluviatile	Elvesnelle	-	x	x	-
Galium palustre	Myrmaure	-	x	-	-
Juncus effusus	Lyssiv	-	x	-	-
Juncus filiformis	Trådsiv	-	x	-	-
Lysimachia vulgaris	Fredløs	-	x	xx	x
Lythrum salicaria	Kattehale	-	x	x	-
Persicaria hydropiper	Vasspepper	-	-	x	-
Phragmites australis	Takrør	xxx	xx	xxx	-
Schoenoplectus lacustris	Sjøsivaks	-	-	-	xx
Scirpus sylvaticus	Skogsivaks	-	xx	-	-
Solanum dulcamara	Slyngsøtvier	-	-	x	-

3.2. Vann- og sumpplanter i Tunevannet

Tunevannet har en rik flora av sumpplanter (helofytter). Omkring prøvestasjonene ble 30 ulike arter registrert (Tabell 5), men det er helt sikkert flere. Spesielt ved innsjøens sørlige bredd vokste mange arter av sumpplanter. Nikkebrønsle, som står på rødlista (Artsdatabanken 2021) i kategori EN (sterkt truet), ble påvist i stort antall enkelte

Tabell 5. Vann- og sumpplanter registrert ved stasjonene i Tunevannet. Rødliste kategori EN: Sterkt truet. Fremmedartkategori HI: Høy risiko. På hver stasjon er arter som ble registrert i hhv. takrørområder og sivslåtte områder angitt.

Latinsk navn	Norsk navn	Tunevannet S		Tunevannet N	
		Takrør	Sivslått	Takrør	Sivslått
Vannplanter					
<i>Batrachium</i> sp.	Vassoleie sp.	-	-	-	x
<i>Elatine hexandra</i> (EN)	Skaftevjebloom	-	-	-	x
<i>Eleocharis acicularis</i>	Nålesivaks	-	xx	-	-
<i>Lemna minor</i>	Småandemat	-	-	x	x
<i>Lobelia dortmanna</i>	Botnegras	-	xx	-	-
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	Tusenblad	-	x	-	-
<i>Nuphar lutea</i>	Gul nøkkerose	-	xx	-	xx
<i>Nymphaea alba</i>	Hvit nøkkerose	-	x	-	-
<i>Persicaria amphibia</i>	Vasslirekne	-	xx	x	-
<i>Potamogeton natans</i>	Vanlig tjønnaks	-	-	-	x
<i>Potamogeton perfoliatus</i> *	Hjertetjønnaks*	-	-	-	-
Sumpplanter/helofytter					
<i>Alismo plantago-aquatica</i>	Vassgro	x	xx	-	x
<i>Bidens cernua</i> (EN)	Nikkebrønsle	-	-	x	xx
<i>Calla palustris</i>	Myrkongle	x	-	-	-
<i>Caltha palustris</i>	Bekkeblom	-	-	-	-
<i>Carex acuta</i>	Kvasstarr	-	-	-	-
<i>Carex rostrata</i>	Flaskestarr	x	xx	-	-
<i>Carex</i> spp.	Starr spp.	-	-	-	x
<i>Carex vesicaria</i>	Sennegras	-	-	-	-
<i>Cicuta virosa</i>	Selsnepe	x	x	x	x
<i>Comarum palustre</i>	Myrhatt	-	-	-	-
<i>Eleocharis palustris</i>	Sumpsivaks		x		
<i>Equisetum fluviatile</i>	Elvesnelle	x	-	x	-
<i>Galium palustre</i>	Myrmaure	-	-	-	x
<i>Glyceria maxima</i> (HI)	Kjempesøtgras	-	xx	-	-
<i>Iris pseudacorus</i>	Sverdlilje	x	x	-	-
<i>Juncus effusus</i>	Lyssiv	-	-	-	xx
<i>Juncus filiformis</i>	Trådsiv	-	-	-	-
<i>Lycopus europeus</i>	Klourt	-	x	x	-
<i>Lysimachia vulgaris</i>	Fredløs	-	-	-	x
<i>Lythrum salicaria</i>	Kattehale	-	x	-	x
<i>Menyanthes trifoliata</i>	Bukkeblad	-	x	-	-
<i>Percicaria hydropiper</i>	Vasspepper	-	-	-	-
<i>Phragmites australis</i>	Takrør	xxx	x	xxx	-
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Sjøsivaks	xx	xx	-	-
<i>Scirpus sylvaticus</i>	Skogsivaks	-	-	-	-
<i>Scutellaria galericulata</i>	Skjoldbærer	-	-	x	-
<i>Solanum dulcamara</i>	Slyngsøtvier	xx	-	x	xx
<i>Sparganium erectum</i>	Kjempepiggeknope	-	-	-	x
<i>Sparganium natans</i>	Småpiggeknope	-	-	-	x
<i>Typha latifolia</i>	Bred dunkjevle	xx	xx	x	-

*Sett drivende i vannet



Figur 6. Til venstre tett takrørskog ved prøvestasjonen Isesjøen 1. Til høyre strandvegetasjon ved Isesjøen 2. Innerst i vika slås takrør, og der er det en variert vannflora.

avgrensede steder ved Tunevannet N. Dessuten ble fremmedarten kjempesøtgras påvist som vanlig forekommende sør i innsjøen. Denne arten står i kategori HI (Høy risiko) (Artsdatabanken 2018). Når det gjelder ekte vannplanter, ble 11 arter påvist (Tabell 5), hvorav skaftevjeblom er rødlistet i kategori EN (sterkt truet). Mer omfattende kartlegging i hele innsjøen ville selvsagt gitt et høyere artsantall også for vannplanter.

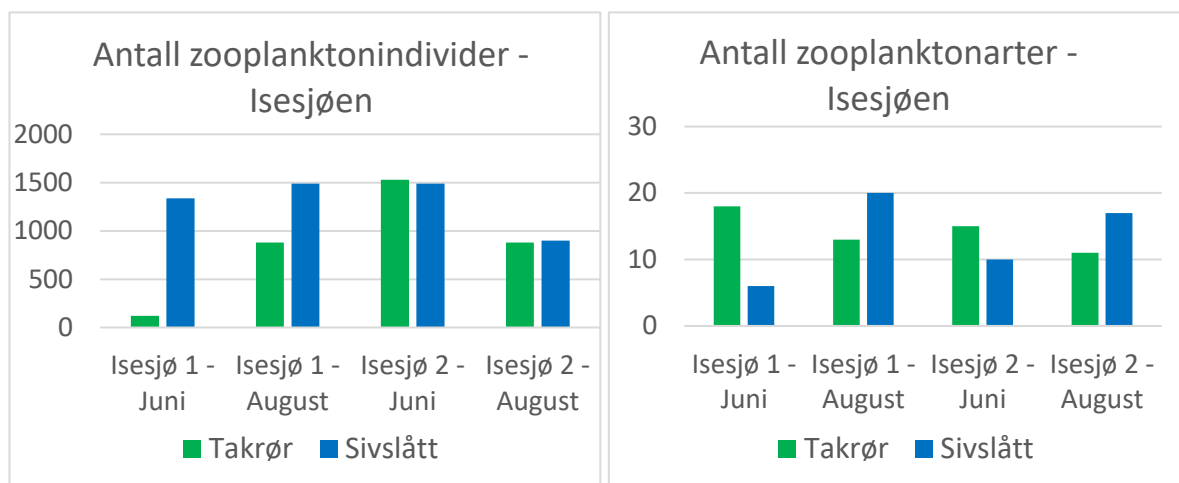
3.3. Isesjøen - biomangfold i takrør- og sivklipte områder

Zooplankton/småkreps i littoralsonen

Figur 7 viser til venstre forekomsten av antall individer av krepsdyr inne i takrørbestander og i områder hvor takrørbestandene og annen høy helofyttvegetasjon er fjernet. På stasjonen Isesjøen 1 var det størst tetthet av zooplankton i det sivklipte området, særlig i juni, men også i august. Dette tilsvarer det mønsteret vi også fant i Tunevannet, og kan ha sammenheng med mer mat (alger) i området med best lysforhold, og med mindre tetthet av yngel/småfisk som spiser dyreplankton.

På prøvestasjonen Isesjøen 2 var imidlertid tettheten omtrent den samme i begge typer økosystemer, både i juni og august. Selv om det var mange likheter mellom de to prøvestasjonene, er det en viktig forskjell når det gjelder vegetasjon. Det åpne området på Isesjøen 1 hadde sandstrand eller mudderbunn uten vegetasjon av flyteblad-, langskudds- og kortskuddsplanter, mens det åpne området på Isesjøen 2 hadde relativt variert forekomst av disse vegetasjonstypene.

At tettheten av zooplankton på Isesjøen 2 var mye lavere i august enn i juni, er ikke overraskende da fiskeyngelen som ble klekket om våren har vokst til og gir et større predasjonstrykk i august. Et tilsvarende mønster ser vi imidlertid ikke på Isesjøen 1, her er det heller motsatt. Metodiske utfordringer i forbindelse med undersøkelser i littoralsonen er imidlertid velkjente, og det er ikke overraskende at vi også har fått resultater som avviker noe fra det som er forventet.



Figur 7. Til venstre antall zooplankton-individer pr. planktonprøve i takrørområder og i områder hvor takrør/siv er fjernet. Resultatene er hentet fra de to prøvestasjonene Ilesjøen 1 og Ilesjøen 2. Til høyre en tilsvarende framstilling av antall zooplanktonarter pr. prøve i de to økosystemene i hhv. juni og august.

Når det gjelder antall zooplanktonarter, er det et klart mønster på begge stasjoner, med flest arter i takrørsonen i juni, og flest i sivklipte områder i august. Det er ingen åpenbare forklaringer på denne forskjellen mellom forsommer og ettersommer, men vi så det samme mønsteret i Tunevannet, men med ett unntak. Der fant vi flest arter inne i helofyttsonen sør i innsjøen også i august. Helofyttsonen der er imidlertid svært variert og artsrik, mens den i Ilesjøen nesten uten unntak er monokulturer av takrør.

Zooplanktonarter som hører hjemme i litoralsonen, er tilknyttet vegetasjonen og/eller bunnen i større og mindre grad, både for å finne skjul mot predasjon og for å finne næring. Artsantallet av zooplankton på åpne sand- og steinstrender er generelt betydelig lavere enn på vegetasjonsrike strender. Når det gjelder tettheten av zooplankton, vil den være avhengig av tettheten av predatorer, både småfisk og vannfugler. Noen ganger finner vi svermer av zooplankton på vegetasjonsløse strender, og da vil det gjerne være en eller få arter, f.eks. *Polyphemus pediculus* eller *Chydorus sphaericus* (jf. Wetzel 1975: 471). Men ved høye fisketettheter vil det normalt være liten individtetthet av zooplankton. Dette gjelder til en viss grad også inne blant helofyttvegetasjonen, dit småfisk søker for å unngå predasjon fra større fisk, samtidig som de beiter inne i disse områdene.

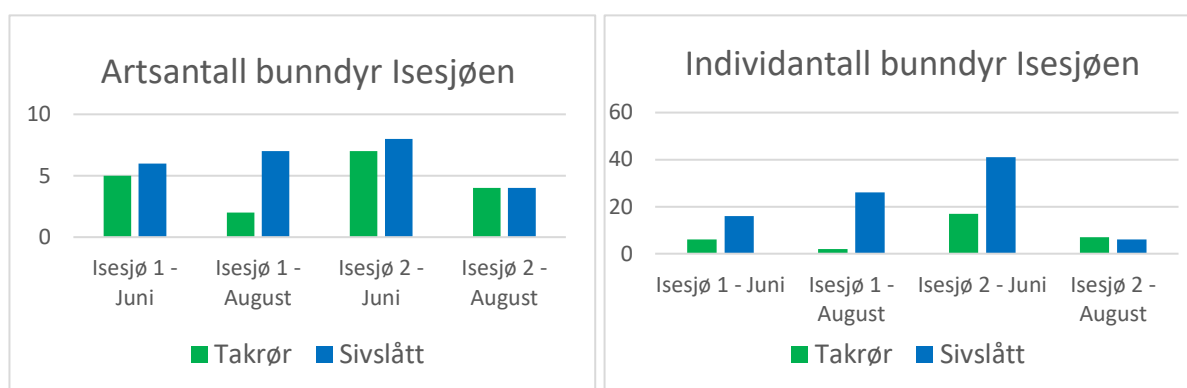
Konklusjoner: Når det gjelder forekomsten til littoralt zooplankton/småkreps i takrørbestander og i sivklipte områder, er det ikke klare indikasjoner på at det ene økosystemet har større arts- og individmangfold enn det andre, da disse forholdene ser ut til å variere i løpet av sesongen. Resultatene fra Ilesjøen 2 antyder imidlertid at forekomst av vegetasjon (ikke-helofytter) i de sivklipte områdene gir større biomangfold av zooplankton enn sivklipte områder uten høyere vegetasjon. Dette er da også noe en måtte forvente.

Bunndyr

Figur 8 viser individantallet og artsantallet av bunndyr pr. bunndyrprøve i takrørområdene og i områder hvor sivslått er gjennomført i Ilesjøen. Det generelle mønsteret er at

individantallet er høyest i områder med sivslått. Når det gjelder artsantallet av bunndyr, følger det samme trenden som individantallet, med noe flere påviste arter i sivslåtte områder enn i takrørområder. Det gjelder spesielt på stasjonen Isesjøen 1 i august, men ellers er ikke forskjellene så store.

Et annet mønster er at både individtall og artsantall synes å avta fra juni til august, og bare det sivslåtte området i Isesjøen 1 avviker fra dette. Dette mønsteret kan ha sammenheng med at bunndyrbestanden i stor grad består av insektlarver, som utvikles til adulte, forlater vannet og blir luftinsekter på forsommeren. Nye insektlarver klekkes riktig nok, men de vil kunne bli oversett på grunn av sine beskjedne størrelser på prøvetidspunktet.



Figur 8. Til venstre individantallet pr. bunndyrprøve i juni og august 2021 i takrørområder og i områder med sivslått. Til høyre en tilsvarende framstilling av artsantallet av bunndyr i de to vegetasjonstypene i hhv. juni og august.

Konklusjoner: Når det gjelder bunndyr i Isesjøen, antyder resultatene fra bunndyrprøvene at rydding av takrør gir en økning både i arts- og individtall sammenlignet med områder hvor takrør ikke er slått. Dette er som forventet, siden det inne i tette bestander av takrør samles organisk materiale på bunnen der det ofte blir oksygenmangel også i sommersesongen, spesielt om nettene og i stille vær. Denne effekten vil i mindre grad gjøre seg gjeldende i de mer vegetasjonsåpne områdene hvor strøm og bølger gir større omrøring. I Tunevannet var imidlertid resultatene mer sprikende, og spesielt når det gjelder artsantallet, var det bare juniprøven fra sørenden av Tunevannet hvor artsantallet av bunndyr var klart størst i sivslåtte områder.

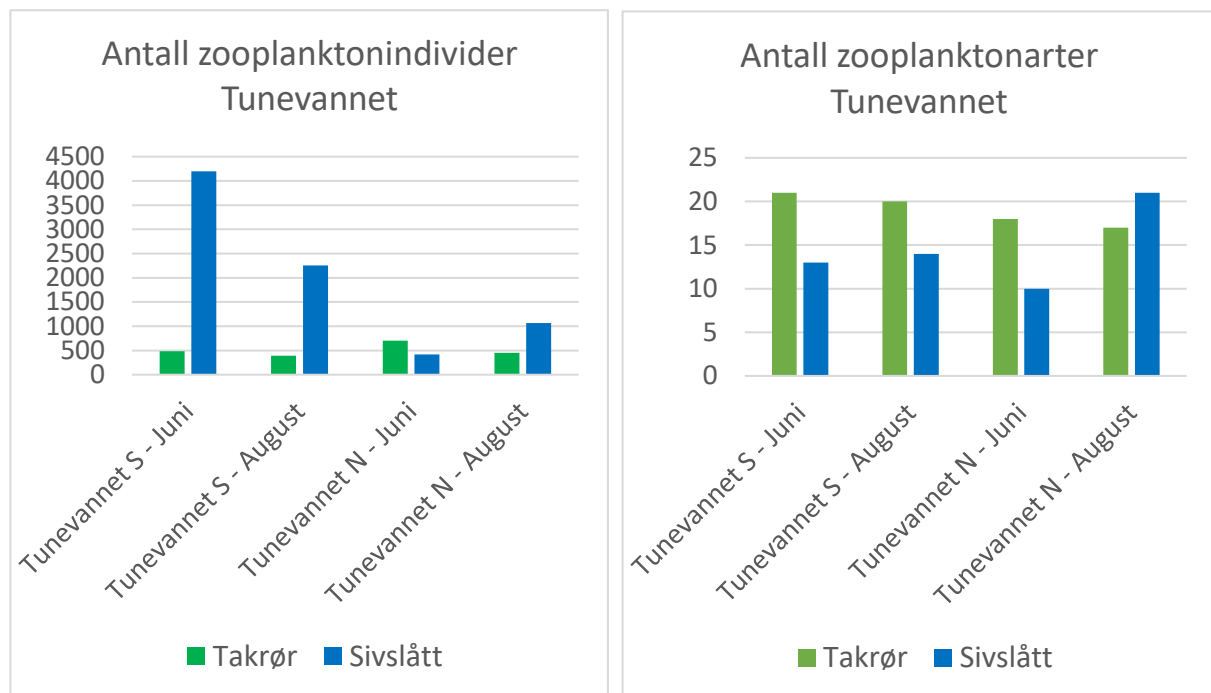
At individ- og artsantallet av bunndyr er størst i de sivslåtte områdene, kan også ha sammenheng med at det her gjerne utvikles et mer artsrikt samfunn av mindre vannplanter, noe som gir flere næringsnisjer for bunndyrene. Dette plantesamfunnet vokser og utvikles utover mot høsten, og gir fødegrunnlag for stadig flere individer og arter (jfr. Higler 1981). Forutsetningen er imidlertid at bunnssubstratet er egnet. I områder hvor takrør er blitt slått kan det dannes et tykt og hardt lag av organisk materiale og takrørrøtter. Dersom området ligger eksponert til, vil bølgeslag kunne hindre etablering av ny vegetasjon, og dermed vil det være lite bunndyr her.

3.4. Tunevannet - biomangfold i takrør- og sivklipte områder

Zooplankton/småkreps i littoralsonen

Figur 9 viser til venstre forekomsten av antall individer av zooplankton (krepssdyr) inne i takrørbestander og i områder hvor takrørbestandene og annen høy helofyttvegetasjon er fjernet. Hovedmønsteret er at sivklipte, åpne områder har mye større tetthet av plankton enn takrørområdene. Dette kan ha sammenheng med at større tetthet av alger, som er føden til dyreplanktonet, da lysforholdene i åpne områder er bedre enn inne i takrørbestandene. Trolig vil også tettheten av yngel og småfisk, som beiter på dyreplankton, være størst inne i vegetasjonen der de finner skjul mot predasjon fra større fisker.

Unntaket fra det generelle mønsteret er stasjonen nord i Tunevannet i juni, der registrert planktontetthet var liten i det sivslåtte området. Denne dagen var det ganske kraftig vind fra sør. Erfaringen viser at planktonet da vil samles på lesiden av innsjøen, noe som også synes å være tilfelle i Tunevannet denne dagen. Tettheten reduseres på vindsiden, motsatt av det en kanskje skulle forvente (jf. Langford & Jermolajev 1966).



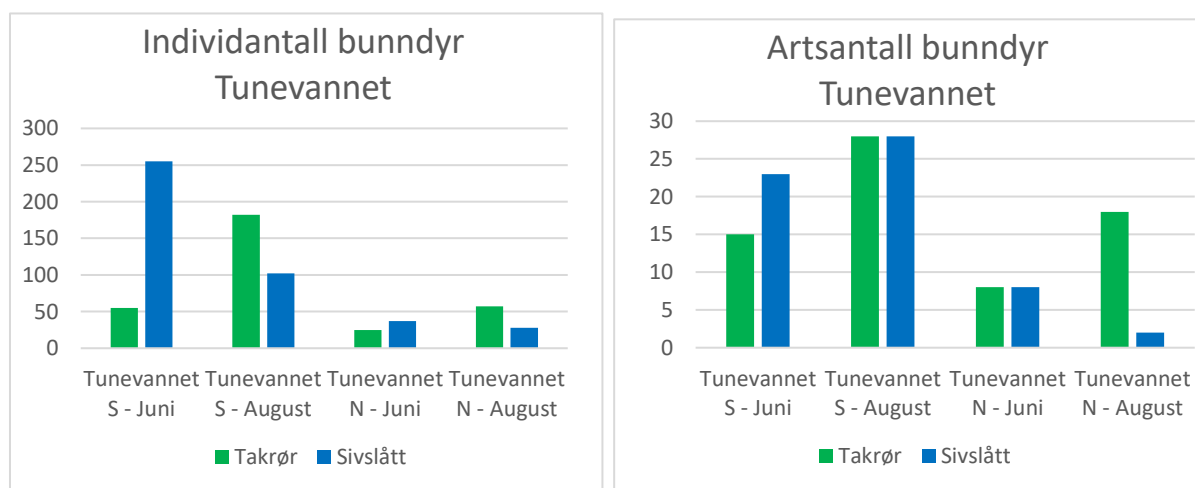
Figur 9. Til venstre antall zooplankton-individer pr. planktonprøve i takrørområder og i områder hvor takrør/siv er fjernet. Resultatene er hentet fra de to prøvestasjonene Tunevannet S og Tunevannet N hhv. i juni og august. Til høyre en tilsvarende framstilling av antall zooplanktonarter pr. prøve i de to økosystemene.

Artsantallet av zooplankton viste et motsatt mønster av individantallet, med klart flere arter inne i takrørbeltet enn i de åpne, sivklipte områdene. Forklaringen kan være at det inne i takrørbeltet vil være flere økologiske nisjer, som kan fylles av ulike arter. Siden det er få individer her, er trolig også konkurransen mindre. Men også her var det et unntak; artsantallet var størst i det sivklipte området nord i Tunevannet i august, men forskjellen var ikke stor.

Bunndyr

Figur 10 viser individantallet og artsantallet pr. bunndyrprøve i takrørområdene og i områder hvor sivslått er gjennomført. På prøvestasjonen nord i Tunevannet var det påfallende få bunndyr, spesielt i juni, men også i august, til tross for at undersøkelsene ble gjennomført etter samme mønster som på bunndyrstasjonen sør i sjøen. Trolig har det sammenheng med at litoral- og vannvegetasjonen i sørenden er mer variert enn i nord, noe som gir flere nisjer, flere arter og flere individer.

På stasjonen Tunevannet N besto helofyttvegetasjonen nesten utelukkende av takrør, mens det sivslåtte området hadde bunnen dekket av et tykt, hardt organisk lag gjennomvevd av takrørrøtter. Ofte lå det løse rester av takrørstengler oppå det harde bunnlaget, som var i stadig bevegelse på grunt vann pga. vind og bølger. Her fant vi praktisk talt ingen bunndyr, det virket som om substratet inneholdt lite tilgjengelige næring og var for ustabilt. Det vokste heller ingen arter av vannplanter på dette sivklippede bunnområdet, hvilket trolig har sammenheng med at stranda er eksponert for sørlige vinder.



Figur 10. Til venstre individantallet pr. bunndyrprøve i juni og august 2021 i takrørområder og i områder med «sivslått». Til høyre en tilsvarende framstilling av artsantallet av bunndyr i de to vegetasjonstypene i hhv. juni og august.

På bunndyrstasjonen sør i Tunevannet var det flest individer i det sivslåtte området i juni, og langt færre i august (Figur 10), noe som tilsvarer det vi fant i Isesjøen (se ovenfor). Innen i helofyttbeltet var det motsatt, her økte artsantallet fra juni til august. Helofyttvegetasjonen her var artsrik og variert. Mange permanent vannboende bunndyrarter dukket opp her utover sommeren, der de kunne skjule seg og unngå fiskepredasjon.

Når det gjelder artsantall på Tunevannet S, var det relativt høyt både på åpent, sivslått område og i helofyttbeltet i juni. Artsantallet økte begge steder utover sommeren, etter hvert som en relativt artsrik vegetasjon utviklet seg både i helofyttbeltet og i det sivslåtte området.

Konklusjoner: Figur 9 og 10 viser ingen klar lovmessighet vedrørende individantall og artsantall i åpne, sivslåtte områder og i takrørbeltet, verken for zooplankton eller bunndyr. De lokale forholdene er ulike f.eks. nord og sør i innsjøen, noe som også medfører ulik fordeling av både individantall og artsantall fra sted til sted.

Generelle synspunkter

Mer omfattende vitenskapelige studier har vist at vegetasjonen i litoralsonen har svært stor betydning for bunndyrfaunaen. Videre vil sand- og steinstrender generelt ha langt færre arter og individer enn vegetasjonsrike strender (jf. Wetzel 1975). Studier i Borrevannet ved Horten (Økland & Økland 1996: 157 ff.) viser det samme. En fant der at bunndyrene kunne fordeles på to klare grupper; en gruppe på 81 arter (45 % av alle arter) i selve innsjøen og en gruppe på 36 arter (20 %) i våtmarker sør i innsjøen (grunt vann, mye finmateriale, dominert av takrør, sjøsivaks og nøkkeroser). Artene som forekom i selve innsjøen kunne igjen fordeles på to klare grupper, 56 % foretrakk beskyttede steder med mye makrovegetasjon, bare 27 % på bølgeslagspåvirkete steder med steinstrand. Strandområder med en artsrik flora vil ha et rikere dyreliv enn strandområder med monokulturer, f.eks. av takrør. Dersom sivslått medfører strandområder uten noen vegetasjon, må en som en hovedregel forvente at både arts- og individantallet av bunndyr reduseres.

3.5. Vann- og våtmarksfugler ved Isesjøen

Som en middels stor og middels næringsrik sjø er det temmelig forutsigbart hvilke fuglearter som finnes, noe vi fikk bekreftet gjennom våre tre takseringer. Selv om vi bare kartla fuglelivet i nordre halvdel, har fuglene så stor bevegelighet at vi derved også har dekket det meste av fuglelivet i søndre del. Sammenfattet ble følgende fuglearter med tilknytning til vann og våtmark registrert ved Isesjøen.

Grågås – hekker. 8 indiv. rastende 12. mai. 1 indiv. næringssøkende 8. juni. 55 indiv., flest 1K, rastende på holme 25. august.

Kanadagås – hekker. 3 par 12. mai. 14 indiv., flest 1K, rastende på holme 25. august.

Stokkand – hekker. 16 indiv. rastende 12. mai. 12 hann og 1 hunn rastende 8. juni. 14 indiv. på hekkehølmene 25. august, herav flere 1K.

Krikkand – 1 par rastende 8. juni

Toppand – 1 hann næringssøkende 12. mai.

Kvinand – 2 hann og 1 hunn næringssøkende 12. mai.

Siland – 2 i par på holme 12. mai

Toppdykker – hekker. 1 indiv. rugende samt 2 indiv. næringssøkende Vestgårdbukta 12. mai. 3 par observert 8. juni.

Smålom – 1 indiv. næringssøkende 12. mai og 2 indiv. næringssøkende 8. juni.

Storskarv – 1 indiv. rastende både 12. mai og 8. juni.

Gråhegre – 2 indiv. næringssøkende 8. juni. 1 indiv. rastende 2. august.

Trane – 2 indiv. næringssøkende 12. mai.

Vipe – 2 i par på Nordre hekkehølmene 12. mai.

Tjeld – hekker. 1 indiv. rugende på Nordre hekkehølmene 12. mai og 1 par med engstelig adferd samme sted 8. juni.

Strandsnipe – hekker. 4 par med sang/spill 12. mai.

Fiskemåke – hekker. 28 indiv. på Nordre hekkehølmene 12. mai, minst 6 på reir, samt 22 indiv. næringssøkende. 32 indiv. samme sted 8. juni, samt mange kull. 2 par på holme sør for Fløvikøya med reir.

Hettemåke – hekker. 12 indiv. og minst to reir på Nordre hekkeholme 12. mai. 20 indiv. og flere kull med unger samme sted 8. juni.

Sildemåke – 3 indiv. rastende på Nordre hekkeholme 8. juni. 20 indiv. rastende på holme sør for Fløvikøya 12. juni

Gråmåke – 1 indiv. på Nordre hekkeholme 8. juni.

Svartbak – 1 indiv. på Nordre hekkeholme 12. mai.

Makrellterne – hekker. 1 par på Nordre hekkeholme 12. mai. 8 indiv. og flere kull samme sted 12 juni. 2 reir med egg på holme sør for Fløvikøya 12. juni.

Linerle – 2 i par med mat til unger på Nordre hekkeholme 8. juni.

Gulerle – 1 indiv. næringssøkende 12. mai

Rørsanger –hekker. 5 indiv. syngende 8. juni.

Sivspurv – hekker. 1 indiv. syngende 12. mai, og 4 indiv. syngende 8 juni.

Låvesvale – 3 indiv. næringssøkende 8. juni.

I tillegg har vi gjennomgått alt som ligger fra Isesjøen i 2021 på www.artsobservasjoner.no og der er følgende arter observert i tillegg:

Lappfiskand – 1 par 13. april (Morten Olsen, Thore R. Olsen, Kjell Olsen)

Fiskeørn – Reir i bruk (Rune Aae)

Sivhauk – 1 hunn Øby 15. april (Knut Andre Tronsen).

Myrsanger – 1 indiv. syngende Odden 24 mai (Knut Andre Tronsen).

Isesjøen er kjent som en god fuglelokalitet tilbake til 1800-tallet, da fabrikkbestyrer J. A. Thome fra Gressvik besøkte sjøen flere ganger. Han skriver bl.a. i dagboken fra 1883 at «jeg traf i år adskillige dobbeltbekkasin ved den nordøstlige ende af Isevandet i Skjebergdalen». Av interessante funn før 2010 kan nevnes hekking av gråhegre så tidlig som i 1964 (Sterna 4: 213), hekking av toppdykker i 1979 (Østfold-Natur 24: 90) og hekking av hvitkinngås i 2000, som første hekking av arten i Østfold (Vår Fuglefauna 24: 128 – 132). En død alkekonge, fastfrosset i isen, ble funnet i første halvdel av mars 1991 (Natur i Østfold 13:21), dvergmåke ble observert 29. august 1992 (Natur i Østfold 13: 20) og vannrikse 7. juni 1984 (Natur i Østfold 5: 61). Myrsanger ble hørt syngende 4. juli 1983 (Natur i Østfold 3: 43), gresshoppesanger syngende 29. mai 1984 (Natur i Østfold 5: 67), sivsanger syngende 7. juni 1984 (Natur i Østfold 5: 68). Svartand 1 hann og 2 hunner ble observert 3. mai 1992 og 5 indiv. av skjeggmeis i oktober 1993 (begge Knut A. Trondsen, jfr. Wergeland-Krog 2002).



Figur 11. Toppdykker hekker i Isesjøen. (Foto: Dag Krogstad)

Fra 2010 til 2020 er det ifølge www.artsobservasjoner.no registrert disse vann- og våtmarksfugler i tillegg:

Kortnebbgås – 1 indiv. rastende i nord 21.oktober 2016 (Knut Andre Tronsen)

Sangsvane – 2 indiv. 27 april 2013 (Knut Erik Vedahl), 6 indiv. 14 mars 2015 (Knut Andre Tronsen) og 1 par og 1 K 15. mars 2015 (Morten Olsen)

Gravand – 1 indiv. 14 april 2012 og 2 indiv. 2 juni 2013 (begge obs. Morten Olsen)
Brunnakke – 1 indiv. 2. mai 2012 (Morten Viker)
Skjeand – 1 par 27. april 2013 (Knut Andre Vedahl, Morten Olsen, Thore R. Olsen)
Laksand – Enkeltobservasjoner i april-mai i 2012, 2013, 2015, 2016 og 2017. 18 indiv. 1. mai 2020 Verket i nord (Knut Andre Tronsen)
Storlom – 1 par sang/spill Odden 4. mai 2018 (Knut Andre Tronsen), ellers tre obs. i 2018, to obs. i 2019 og to obs. i 2020.
Lerkefalk – Tre ganger observert på næringssøk, hhv. 20 mai 2017 (Knut Andre Tronsen), 9. mai 2020 (Knut Erik Vedahl) og 14. juli 2020 (Knut Andre Tronsen)
Myrrikse – 1 indiv. sang/spill i nord 9. juni 2013 (Roar Olsen, Magne Pettersen og Ole M. Olsen)
Storspove – 2 indiv. 2. mai 2012 (Morten Viker) og 1 indiv. i nord 21. april 2013 (Morten Olsen).
Skogsnipe – 2 indiv. 6. mai 2011 (Rune Zakariassen), 3 indiv. i nord 27 april 2013 (Knut Erik Vedahl) og 3 indiv. rastende Fløviktangen 26. april 2020 (Knut Andre Tronsen)
Gluttsnipe – 2 indiv. 2. mai 2012 (Morten Viker) og 3 indiv. Rørsjøen 19. mai 2015 (Morten Olsen, Thore R. Olsen)
Grønnstilk – 1 indiv. i nord 25 april 2012 (Roar Olsen), 1 indiv. Rørsjøen 19. mai 2015 (Morten Olsen, Thore R. Olsen), 2 indiv. Nordtjern 9. mai 2020 (Knut Erik Vedahl)
Krykkje – 1 indiv. (2K) funnet død i nord 15. mars 2015 (Morten Olen)
Alkekonge – 1 indiv. rastende i nord 30. november 2011 (Asgeir Larsen)

Konklusjoner: Samlet er det registrert 27 arter av vann- og våtmarksfugler ved Isesjøen i 2021, hvorav 11 ble påvist hekkende. Tar vi med alle kjente funn etter 2010, blir antall vann- og våtmarksfugler 42. I tillegg kan fremheves låvesvale, gulerle og linerle som finnes i mange miljøer, men som typisk søker næring ved ferskvann. Av arter som foretrekker større vegetasjonsbelter, ble det i 2021 registrert sivhauk, myrsanger, rørsanger og sivspurv, mens det i tillegg foreligger eldre funn av vannrikse, sivsanger og skjeggmeis. Alle vann- og våtmarksfugler vil imidlertid ha en mosaikk av ulik sumpvegetasjon og åpne vannflater både for hekking og næringssøk. Vegetasjonsbeltene inkludert takrør som omkranser store deler av Isesjøen, er derfor viktig for det relativt rike fuglelivet i innsjøen.

3.6. Vann- og våtmarksfugler ved Tunevannet

Tunevannet er relativt godt kjent i ornitologisk sammenheng, og våre tre dags-undersøkelser av fuglelivet i hele innsjøen bekreftet for en stor del tidligere funn.

Knoppsvane – hekker. Den 11. mai ble det observert to hunner på reir med tilhørende hanner, og et par uten hekkeadferd. Imidlertid ble det bare en vellykket hekking; den 16. juni observerte vi et par med 6 unger i sør, samt et par uten unger. 2 ad og 5 unger i sør 25. august.

Sangsvane – 1 par næringssøkende i nord 11. mai

Kanadagås – hekker. 1 par rastende i sør 11. mai. 1 par med 4 unger i sør 16. juni. 2 ad og 5 unger i sør 25. august.

Grågås – hekker. 1 indiv. rugende og 7 indiv. rastene i nord 11. mai.

Stokkand – hekker. 10 indiv. rastende den 11. mai. 1 kull med 6 unger og et med 2 unger den 16. juni, samt 10 voksne individer. 28 indiv., flest unger, rastende i sør 25. august.

Krikkand - 1 hann rastende i nord 11. mai
Kvinand – 7 indiv. næringssøkende 11. mai
Toppand – 3 indiv. rastende 11. mai
Laksand - ca. 100 indiv. obs. 3. april (Hermod Karlsen)
Storlom – 1 indiv. næringssøkende 11. mai. 2 indiv. overflyvende 16. juni.
Storskarv – 2 indiv. rastende 11. mai samt 3 indiv. rastende 16. juni. 110 individer obs. 22. april (Arnfred Antonsen)
Gråhegre – 1 indiv. rastende 11. mai. 2 indiv. rastende i nord 25. august.
Sivhauk – 1 hann næringssøkende i nord 16. juni og 25. august.
Fiskeørn – 1 indiv. næringssøkende 16. juni
Lerkefalk – 1 indiv. næringssøkende i nord 25. august
Tjeld – 1 indiv. næringssøkende i sør 11. mai. 1 par på liten holme midt i sjøen 16. juni.
Strandsnipe – **hekker.** 1 par pluss indiv. sterkt varslende 16. juni
Fiskemåke – **hekker.** 7 indiv. næringssøkende 11. mai. 1 indiv. rugende 16. juni samt 16 indiv. næringssøkende. 7 indiv. næringssøkende i nord og 2 i sør 25. august.
Hettemåke – 5 indiv. næringssøkende 11. mai og 10 indiv. næringssøkende 16. juni.
Sildemåke – 1 indiv. næringssøkende 11. mai. 2 indiv. rastende i sør 25. august
Gråmåke – 1 indiv. næringssøkende 16. juni.
Makrellterne – 2 indiv. næringssøkende 16. juni.
Låvesvale – på næringssøk begge dager, ca. 80 den 11. mai
Linerle – 3 indiv. næringssøkende begge turer
Rørsanger – **hekker.** 1 indiv. sang/spill 11. mai og 6 indiv. sang/spill 16. juni i hekkebiotop. 1 indiv. i sør 25. august.
Myrsanger – **hekker.** 1 indiv. sang/spill i hekkebiotop i nord 11. mai og 7. juni (Roar Olsen)
Sivspurv - **hekker.** 4 indiv. sang/spill i hekkebiotop 11. mai samt 1 hunn næringssøkende. 6 indiv. sang/spill 16. juni.



Figur 12. To par knoppsvaner hadde tilhold i Tunevannet i 2021, hvorav ett par med unger.
 Th: En sivhauk hann ble observert på næringssøk ved takrørskogen nord i Tunevannet både 16. juni og 25. august 2021. (Foto Atle Haga (t.v.) og Dag Krogstad (t.h.)).

Ved en gjennomgang av www.artsobservasjoner.no finner vi bare 3 observasjoner fra før 2008.:

- **Sivhøne** ble stadig sett her i 1954, fra april og utover (Sterna 3:95)
- **Rørsanger** – 2 indiv. og brukt reir 18. juni 1961 (Sterna 5: 167)
- **Gresshoppesanger** – 1 indiv. 3.-10. juni 2000 (NiØ 20:57)

Fra 2008 til 2020 er det angitt 6 vann- og våtmarksfugler som ikke vi har påvist. Disse er

Lappfiskand – 1 hunnfarget indiv. Klokkeørbukta 24. mars 2019 (Hermod Karlsen).

Toppdykker – 2 indiv. 29. mars 2012 (P. O. Suther), 4 indiv. 27. april 2013 (Knut Erik Vedahl) og 1 indiv. 15. april 2014 (Per Otto Suther).

Havsule – 1 indiv. rastende 22. oktober 2008 (Per Berglund).

Vannrikse – 1 indiv. sang/spill 16. juni 2019 (Magne Pettersen).

Myrrikse – 2 indiv. sang/spill 16.-21. juni 2019 (Magne Pettersen m.fl).

Vipe – 1 par rugende i nord 18. juni 2019 (Roar Olsen).

Svartbak – 1 indiv. 28. april 2011, 22. april 2012 og 24. mars 2013 (alle Per Otto Suther), 1 indiv. 21 mars 2015 (Carsten Line og Jon Evenrud) og 2 indiv. 19. april 2019 (Hermod Karlsen).

Konklusjoner: Samlet er det registrert 24 arter av vann- og våtmarksfugler ved Tunevannet i 2021, hvorav 9 ble påvist hekkende. Tar vi med alle kjente funn etter 2008, blir antall vann- og våtmarksfugler 33. I tillegg kan fremheves låvesvale og linerle som finnes i mange miljøer, men som typisk søker næring ved ferskvann.

Av arter som foretrekker større vegetasjonsbelter, ble det i 2021 registrert sivhauk, myrsanger, rørsanger og sivpurv, mens det i tillegg foreligger eldre funn av vannrikse. Alle vann- og våtmarksfuglene vil imidlertid ha en mosaikk av ulike sumpvegetasjon og åpne vannflater både for hekking og næringssøk. Vegetasjonsbeltene inkludert takrør som særlig finnes i nordre deler av Tunevannet, er derfor viktig for det relativt rike fuglelivet i innsjøen.

4. Generell diskusjon

4.1. Isesjøen og Tunevannet – likheter og forskjeller

Isesjøen og Tunevannet gir begge et inntrykk av å være eutrofe slettesjøer, ikke minst sett fra de nordlige breddene, der begge sjøer har grunne områder med mye strandvegetasjon som grenser til jordbruksområder. Det er likevel klare forskjeller mellom de to sjøene.

Isesjøen er over dobbelt så stor som Tunevannet, med et maksimaldyp på 22 m, mens Tunevannet har store grunne områder, spesielt i nord, med maksimaldyp 12 m.

Tunevannet, som ligger åpent til for vind fra sørlig kant, har ikke stabil sjiktning om sommeren (Beckmann mfl. 2016), mens Isesjøen på grunn av større dybde har en tydelig sjiktning med et kaldt bunnlag sommerstid. Videre drenerer Isesjøen et stort nedbørfelt (Figur 2), og vannmassene har en teoretisk oppholdstid ca. 1 år. Tunevannet får vanntilførsel fra et svært lite område (Figur 1), og vannmassene har en teoretisk oppholdstid på 6 år. Tunevannet er mer følsomt for forurensning, siden vannet skiftes ut i mye mindre grad. Isesjøens nedbørfelt omfatter dessuten store næringsfattige myr- og barskogsområder. 86 % av nedbørfeltet med moderne skogbruk og grøfting påvirker

Isesjøens næringsinnhold og vannfarge. Vannet er elektrolyttfattig og relativt surt, noe som setter et visst preg på innsjøen. Derfor beskrives Isesjøen i en rapport fra 1983 (Bjørndalen mfl. 1985a) som en næringsfattig til middels næringsrik innsjø etter NIVAs klassifiseringssystem. Tunevannet på samme tid klassifiseres som middels næringsrik til næringsrik (Bjørndalen m.fl. 1985b). Økende avrenning fra landbruket og næringstilførsel fra husholdninger medførte imidlertid en rask eutrofiering i Tunevannet i siste del av 1900-tallet. Isesjøen ble i 1988 beskrevet som middels næringsrik til næringsrik (Sarpsborg kommune 2005). Denne innsjøen har nå stor belastning av næringsstoffer og årlige algeoppblomstringer (Beckmann mfl. 2016).

Selv om begge innsjøene nå kan betegnes som eutrofe, er likevel Tunevannet betydelig mer næringsrik enn Isesjøen. Tunevannet har heller ikke den store tilførselen av vann fra næringsfattige skogsområder som Isesjøen har. Ut fra kriteriene i Vannforskriften karakteriseres miljøtilstanden i Tunevannet nå som moderat og i Isesjøen som moderat på grensen til god, etter en svak bedring i seinere år (Stabell 2022).

Det umiddelbare inntrykket i 2021 var at Tunevannet er en artsrik innsjø både når det gjelder vannplanter og virvelløse dyr. Isesjøen framstår som overraskende artsfattig, med langt mindre tetthet av vanddyr enn forventet, spesielt bunndyr. Mer omfattende undersøkelser vil kunne endre dette bildet noe, spesielt når det gjelder enkelte grupper vannplanter. Sammenlignet med f.eks. Tunevannet er forskjellene overraskende store. Det er nærliggende å anta at dette kan ha sammenheng med spesielt høy fiskepredasjon i Isesjøen, men zooplanktonsamfunnet i innsjøen antyder ikke det. Normalt skulle også høy fiskepredasjon medføre lav tetthet av fødeorganismer, med mindre interspesifikk konkurranse mellom arter som beites av fisk. Dette burde gi en økning i antall arter, men er altså ikke tilfelle i Isesjøen.

Isesjøens dannelseshistorie kan ha av betydning for innsjøens biomangfold. Den ble dannet for ca. 6500 år siden da bassenget ble isolert fra et salt hav eller brakkvannshav. En antar at svært få virvelløse dyr i dette bassenget overlevde overgangen til ferskvann. Ferskvannsartene måtte dermed vandre inn seinere fra andre ferskvann i området. For insekter som lever i luft som voksne (døgnfluer, steinfluer, vårfluer, øyestikkere) og for vanninsekter som kan fly (vannbiller og vannteger), vil mulighetene for spredning til nye områder være gode. Dette er vanskeligere for permanent vannboende arter (f.eks. krepsdyr, snegler, muslinger og igler som kan spres med fugler). De næringsfattige skogssjøene oppstrøms i Isesjøens vassdrag bidro den gang neppe med så mange arter. Isesjøen var en relativt næringsfattig innsjø fram til langt utpå 1900-tallet. Eutrofieringen pga. næringstilførsel fra menneskelig virksomhet i de siste 50 årene har foreløpig ikke gitt seg utslag i et plante- og dyreliv typisk for eutrofe innsjøer, da innvandring av nye arter er en tidkrevende prosess.

Tunevannet har langt på vei en tilsvarende historie, så det forklarer ikke forskjellene mellom innsjøene. Ulikheter i vannkvalitet kan være en viktig faktor. Isesjøen får i stor grad vanntilførsel fra næringsfattige skogsområder. Selv om marine avsetninger og avrenning fra jordbruk bidrar til å heve pH og næringsinnhold, er det sannsynlig at tilførsel av humusholdig vann fra næringsfattige skogsområder har effekt på biomangfold og individtetthet. Tunevannet har et svært lite nedbørfelt og ligger dels i et moreneområde. Det er svært kort avstand fra Tunevannet til artsrike vannområder tilknyttet Glomma både i øst og vest, mens Isesjøen ligger noe mer isolert. Dette øker sannsynligheten for overføring av arter til Tunevannet med f.eks. vannfugl. Tunevannet er dessuten omgitt av mye bebyggelse og også endel dyrka mark, og har høyere pH, saltinnhold og næringsinnhold enn Isesjøen.

Tunevannet har også større variasjon mht. vegetasjon, og stor menneskelig aktivitet ved og i innsjøen har åpenbart bidratt til at nye arter er blitt overført.

Isesjøen har i likhet med Tunevannet en rik fiskefauna. Mange fiskearter har stor evne til å vandre motstrøms, og har innvandret fra Glomma. Sannsynligvis har også mennesker bidratt med utsetting av fiskearter.

4.2. Generelt om vegetasjonen i strandsonene

Både Isesjøen og Tunevannet har store områder med høyvokst vegetasjon langs strendene, såkalt helofyttvegetasjon. Helofytter (sumpplanter) er semi-akvatiske planter som vokser i og langs kanten av innsjøer og elver. De har hoveddelen av sine fotosyntetiserende organer over vannflata og et velutviklet rotsystem. Den viktigste helofytten i både Isesjøen og Tunevannet er takrør *Phragmites australis*. Spesielt i Isesjøen er denne arten helt dominerende, særlig i innsjøens nordlige halvdel, der strendene nesten uten unntak har en bred sone innerst som er dekket av glisne bestander av takrør. En annen helofyttplante som også opptrer i bestander er sjøsivaks *Schoenoplectus lacustris*. Videre er f.eks. starrarter som kvasstarr og sennegrass vanlige helofytter.

Utenfor helofyttsonen finnes vanligvis en sone med flytebladsplanter, hvor typiske arter er gul og hvit nøkkerose, vanlig tjønnaks og vasslirekne. I Isesjøen har denne sonen svært liten utbredelse, men er mer utbredt i Tunevannet. Noe tilsvarende gjelder også langskuddsplantene, som lever neddykket i vann, og bare har blomsten over vann. Tusenblad, blærerot-artene og mange tjønnaksarter, f.eks. hjertetjønnaks og buttjønnaks, tilhører denne gruppen.

På bunnområdene med tilstrekkelig lys vokser såkalte kortskuddsplanter, som gjerne består av en bladrosett. Typiske arter er stivt og mykt brasmegrass. Botnegrass er en annen vanlig art. Den har en stengel som stikker opp over vannet, med klokkelignende blomster øverst. I eutrofe sjøer vil dårlig lystilgang og konkurranse fra andre større vannplanter medføre at kortskuddsplantene blir sjeldne eller forsvinner helt.

Vegetasjonssonene i en innsjø har stor innvirkning på innsjøens biologi, avhengig av hvor store vegetasjonssonene er i forhold til innsjøens areal. Punktene nedenfor er hentet fra Wetzel (1975), som har behandlet disse deler av en innsjø svært inngående. Noe er også hentet fra Økland & Økland (1996: 157ff.)

1. Plantene i helofyttsonen suger opp næringsstoffer både fra land og fra bunnområdene hvor røttene er, og frigjør både næringsstoffer og organiske stoffer fra undervannsblader til vannet. Plantene vil dessuten også hente næringsstoffer fra selve innsjøen.
2. Takrør utmerker seg spesielt ved at rotmassen utgjør en svært stor prosent av den totale biomassen (36-96 %).
3. Takrør utmerker seg også ved svært høy primærproduksjon pga. et omfattende rotsystem og stor bladmasse som driver fotosyntese.
4. Hos takrør vil biomassen nå et maksimum midt på sommeren, og avtar så gradvis, mens andre storvokste helofytter som f.eks. dunkjevle fortsetter å vokse helt til høsten.
5. Plantene i innsjøen øker fordampningen fra vannet og gir høyere luftfuktighet i områdene omkring. Dette gjelder i hovedsak helofyttvegetasjonen, som har det meste av bladene over vannet.

6. Undervannsdelen til vannplantene er levested for mange arter av alger (epifytter/påvekstalger), og disse algene har mye større primærproduksjon enn alger som vokser på dødt organisk underlag eller på sand- og steinbunn.
7. Produksjonen av bunndyr og litorale planktonarter i vegetasjonssonen er normalt svært høy sammenlignet med produksjonen på sand- og steinstrender. Bunndyrene er i sin tur viktig føde for fisk og vannfugl.
8. Omfattende studier i litoralsonen har vist at vegetasjonen har svært stor betydning for bunndyrfaunaen. Sand- og steinstrender vil generelt ha langt færre arter og individer enn vegetasjonsrike strender.
9. Som ellers i naturen vil det vanligvis være slik at en littoralsone med artsrikt planteliv vil ha et rikere dyreliv enn strandområder med monokulturer, f.eks. av takrør.
10. All plantemasse i våre innsjøer unntatt røttene visner normalt ned og dør om høsten, og organisk materiale samles på bunnen og langs strendene. Herfra frigjøres næring gradvis ved nedbrytning, og bidrar til innsjøens næringsinnhold. Samtidig vil mye av denne næringen tas opp igjen av vannplantene neste år. Graden av gjennomstrømning avgjør hvor mye av næringen som skal bli eksportert fra innsjøen og videre nedover i vassdraget i vinterhalvåret, og hvor mye som vil lagres i innsjøen. Er mengden av organisk materiale stort, vil kunne bidra til oksygenmangel i vannet i løpet av vinteren, særlig i grunne innsjøer under lang tids islegging. Dette medfører at fosfater som er bundet i sedimentet kan frigjøres, noe som kan akselerere eutrofieringen. Oppblomstring av planktonalger med etterfølgende nedbrytning vil selvsagt gi den samme effekten. I dagens situasjon synes ikke dette å være et aktuelt scenario, spesielt ikke i lsesjøen.

4.3. Sivslått – mulige biologiske effekter

Når det gjelder såkalt sivslått, er det primært helofyttvegetasjonen som er aktuell å slå. Både i Tunevannet og i lsesjøen dreier seg stort sett om rydding av takrørbestander. Takrør er Norges høyeste grasart, og ved gode næringsforhold kan takrørplantene nå høyder på over 3 m. Dette hindrer utsyn over vannet. Mye littoralvegetasjon er en utfordring i forbindelse med friluftsliv, båtliv og bading. Arten formerer seg med frø og med grove, innhule jordstengler som gjerne ligger dypt i sedimentene og som gradvis sprer seg. Hvor raskt dette foregår avhenger av bunnsubstrat, dybde, næringstilgang og eksponisjon. Tette bestander, der takrør visuelt helt dominerer, kalles *takrørskog*. På optimale steder kan produsert biomasse pr. m² og år sammenliknes med gjødslet korn- og grasmark. Takrør er imidlertid uegnet til å høstes som før, men yngre skudd beites av husdyr. For å hindre gjengroing med takrør på fuktige og våte enger av hensyn til fugler, er beiting et skjøtselstiltak i naturvernområder (våtmarksområder med strandenger, fuktenger).

Gjengroingen av strandsonen oppleves av mange som uønsket. Sivslått blir da et tiltak for å prøve å føre innsjøen tilbake til den tilstanden den var før gjengroing tok til. De andre vegetasjonstypene (flytebladsplanter, langskuddsplanter og kortskuddsplanter) lever stort sett under vann, og oppleves som mindre «problematiske». I forbindelse med bading, fiske og annet friluftsliv kan imidlertid også flytebladsplantene og langskuddsplantene være uønsket.

Når det gjelder sivslåttens effekter på innsjøens biologi, er det et komplisert fagfelt. Omfanget av sivslått er selvsagt en avgjørende faktor. Siden innsjøer er forskjellige mht.

trofigrad og vannkjemi, størrelse, dybdeforhold, gjennomstrømning, strandsonens utforming og strandvegetasjon, vil fjerning av helofyttvegetasjon ha ulike effekter i forskjellige innsjøer. En kan peke på mulige effekter ved å rydde littoralvegetasjonen, men på grunn av kompliserte sammenhenger er det umulig å forutsi totaleffekten. Nedenfor følger endel problemstillinger knyttet til sivslått.

Fjerning av takrør – hva er effekten på innsjøens næringstilstand?

I prinsippet vil planter som fjernes fra innsjøen, samtidig fjerne de næringsstoffene som plantene inneholder. Dette forutsetter at plantematerialet blir fraktet vekk fra innsjøen, og deponert eller anvendt slik at ikke avrenning av nedbrutt plantemasse kommer tilbake til innsjøen. Videre må plantenes slås når de ikke er i vekst, dvs. på ettersommer/høst, ellers vil røttene fortsette å pumpe næringsstoffer fra sedimentene ut i vannet. Dessuten må tiltaket gjøres i stor skala ved å kutte store deler av helofyttbestanden årlig, trolig i mange år før eventuelle effekter på innsjøens næringstilstand kan registreres. Slike tiltak er svært kostbare. Det vil være et mye mer effektivt tiltak å redusere utslipp av næringsstoffer fra menneskelig virksomhet. Sivslåtten i Isesjøen og Tunevannet har vært i så liten skala at det ikke bidrar til å redusere næringsinnholdet i innsjøen merkbart. Dessuten har plantematerialet som er fjernet i hvert fall i noen tilfeller blitt deponert på land like ved voksestedet (Figur 13). Da vil næringsstoffene snart bli ført tilbake til innsjøen.



Figur 13. Hauger av takrør fra forrige års slått ligger her i strandkanten ved prøvestasjonen Isesjøen 2.

Store bestander av helofytter/vannplanter – vil de fjerne næringsstoffer fra innsjøen?

Vegetasjonen langs strendene og på grunt vann vil ta opp næringsstoffer både fra vannet og fra bunnsedimentene. Spesielt langskuddsplanter med stor bladmasse nede i vannet og et svakt utviklet rotsystem vil hente mye næring direkte fra vannet og dermed redusere næringsinnholdet. Fra Gjølssjøen i Marker er det hevdet at svært velutviklet vegetasjonen i innsjøen har bidratt til å holde næringsinnholdet i vannet så lavt at det ikke har blitt algeoppblomstring (Olav Skulberg pers. medd.). I 2018 opplevde vi imidlertid en kraftig algeoppblomstring i Gjølssjøens sørlige basseng (Sandtorpfjorden), hvor forekomsten av vannvegetasjon er mer begrenset. I det vegetasjonsrike nordlige bassenget var det ikke tegn til algeoppblomstring, samtidig som vannets innhold av oppløste salter var lavere der.

Vegetasjonen i innsjøer kan også påvirke algene ved å skille ut biokjemiske stoffer som virker negativt inn på algeveksten, såkalt «kjemisk krigføring» (de Nie 1987).

Når plantene dør om høsten, vil vi få nedbrytning med medfølgende oksygenforbruk, samtidig som næringsstoffer frigjøres. Næringsstoffene kan igjen tas opp av vannplantene neste år. Samtidig kan helofyttvegetasjonen frigjøre næringsstoffer direkte fra bladene og ut i vannet, slik at forholdet er komplekst.

Konklusjon: Det er ikke gitt at mye planter i en innsjø gir mer næringsrike forhold. Det er heller motsatt, dvs. når innsjøens næringsinnhold øker pga. menneskelige utslipp, så øker også litoral- og vannvegetasjonen. Vegetasjonen utnytter endel av det økte næringsinnholdet, som dermed bindes i levende plantemateriale.

Vil innsjøbunnen føres tilbake til tidligere tilstand når takrør fjernes?

Når bestander av takrør kuttes, noe som fortrinnsvis bør skje på ettersommeren/høsten, vil nye skudd normalt spire neste vår. Disse må igjen kuttes for å holde vegetasjonen i sjakk. Innsjøsedimentet på voksestedet vil da være dekket av et tykt, hardt lag av organisk stoff som er gjennomvevd av takrørrøtter, delvis dekket med halvveis nedbrutte takrørrester. Dette er et lite egnet substrat for de fleste bunndyr. I den nordlige delen av Tunevannet så vi eksempler på områder hvor takrør var kuttet, uten at nye skudd var kommet fram. Bunnen var her som beskrevet ovenfor, og den var praktisk talt uten bunndyr.

Mangel på nye skudd skyldes trolig at plantespisende vannfugl, vesentlig grågås, har beitet så hardt på vegetasjonen at plantene har dødd. I Hæra naturreservat i Indre Østfold er takrørskogene nå helt borte trolig på grunn av grååsbeiting, og det samme har skjedd i den svenske Hornborgasjön. Dette kan også skje i Isesjøen og Tunevannet ved en økende gåsebestand. På noe sikt vil da det harde og tykke laget med humus og røtter gradvis brytes ned. Vi får da en mer naturlig innsjøbunn med grus, sand, silt, leire eller mudder avhengig av hvor eksponert stranda er. Dette er et mye bedre bunns substrat for utvikling av en artsrik bunnfauna enn et hardt organisk lag.

Vil fjerning av takrør fremme forekomsten av sjeldne og truede planter?

Takrør vokser i tette bestander, gir lite lys slik at andre planter fortrenses. Vi får dermed monokulturer av takrør. Andre store helofytter som dunkjevle og sjøsivaks vokser ikke fullt så tett. Innen i disse bestandene kan også andre planter vokse, noe vi ser sør i Tunevannet.

Små kortskuddsplanter, såkalte pusleplanter, er spesielt sårbare når en innsjø eutrofieres. Denne plantegruppen har mange rødlistede arter. Det gjelder f.eks. evjeblomslekten (*Elatine*), som har 4 arter i kategorien EN (sterkt truet) som alle finnes i Østfold. En av dem, skafteevjeblom *Elatine hexandra*, ble funnet nord i Tunevannet, like utenfor en klippet takrørsone. Ifølge Artskart (<https://artskart.artsdatabanken.no/>) er korsevjeblom *Elatine hydropiper* og trefelt evjeblom *Elatine triandra* påvist i Isesjøen, og der er også vasskryp *Lythrum portula* (EN) og firling *Crassula aquatica* (VU = sårbar) registrert, alle funn etter 2010. Dette tyder på at miljøtilstanden i Isesjøen foreløpig er tilfredsstillende for de sårbare pusleplantene.

Økende algevekst pga. eutrofiering medfører mindre siktedyp og dårligere lysforhold, slik at kortskuddsplantene forsvinner fra dypere deler av vokseområdet. I tillegg øker bestander av helofytter og langskuddsplanter på grunnere vann, slik at kortskuddsplantene konkurreres ut. Forutsatt at sivslått utrydder takrørbestander, og at det harde laget av røtter og humus etter hver brytes ned, vil andre arter kunne etablere seg. Hovedårsaken til at mindre arter forsvinner, er imidlertid økt næringstilførsel. For å få livskraftige bestander av de sårbare pusleplantene vil det beste tiltaket på sikt være å redusere næringstilførselen til innsjøen. Sivslått kan være en alternativ metode, men må da trolig foretas årlig og langt mer omfattende enn i dag. Beiting av strandsonen er tredje metode som kan holde de tette helofyttbestandene nede.

Vil fjerning av takrør øke mengden av andemuslinger, som fungerer som «vannrensere»?

Ved hjelp av såkalt Luttner-rive (kasterive), påviste vi forekomster av andemusling *Anodonta anatina* flere steder i Isesjøen. Metoden gir ikke grunnlag for å estimere tettheten av muslinger, men fangstene var relativt små, slik at det ikke kan være noen stor tetthet her. Til tross for søk flere steder i Tunevannet fant vi ikke stormuslinger her. Andemusling er imidlertid påvist i innsjøen (Larsen mfl. 1998), men tettheten kan ikke være stor.

Både andemusling og andre muslinger filtrerer vannet og siler ut partikler og bidrar på den måten til rensing av vannet. Beregninger antyder at et gjennomsnittsindivid årlig kan filtrere minst 2 m³ vann (Økland & Økland 1996). Med store bestander vil dette gi en stor renseeffekt i innsjøen. Fjerning av takrør i Isesjøen og Tunevannet foregår imidlertid i så liten skala at selv om muslingene på sikt vil kolonisere de områdene hvor vegetasjonen er fjernet, vil effekten være svært liten.

Vil fjerning av takrørbestander påvirke forekomsten av fisk, og dermed vannkvaliteten?

I vegetasjonsrike innsjøer har store mengder småfisk tilhold inne blant plantene for å finne skjul for predatorer (jf. Savino & Stein 1989). En kunne tenke seg at fjerning av takrørbestander vil øke predasjonen på småfisk, som i stor grad lever av zooplankton. Dette skulle i sin tur kunne gi mindre algeoppblomstring og bedre vannkvalitet, ved at zooplanktonet beiter ned algebestanden. I praksis er det ikke gitt at det vil virke slik, da også større fisk lever av plankton, samtidig som noen arter (f.eks. brasme) roter opp bunnmaterialet og bringer mer næringsstoffer opp i vannet. Dessuten er omfanget av sivslått i Isesjøen og Tunevannet så lite at den neppe har noen betydning for fisketettheten i sjøene. En kompliserende faktor er forekomsten av slimalgen *Gonyostomum semen* som er svært vanlig i perioder i Isesjøen (Stabell 2022), og som ikke beites av zooplankton. Denne algen synes å gi flere uforutsette og uønskede effekter (Rohrlack & Hagman 2018).

Vil fjerning av takrørbestandene påvirket fuglefaunaen positivt eller negativt?

Takrørbestandene er hekkeplass for en rekke fuglearter, samtidig som disse bestandene er viktige for fuglearter under trekk. Her finnes også store forekomster av frø som kan utnyttes av enkelte fuglearter vinterstid. På den annen side vil produksjonen av mange bunndyr være større i områder med variert vannflora, og slik sett være viktig for vannfugl. For fuglelivet vil det være ønskelig med en variasjon av vegetasjonstyper, da også åpne strandenger og strender uten tette helofyttbestander er viktige for endel arter.

Hekkende «takrør-spesialister» er *rørsanger*, *sivhauk* og *skjeggmeis*. Tetthet og høyde av fjorårsbestander med takrør er avgjørende med tanke på hekking, idet årsskuddene først når maksimal høyde langt ut i hekkesesongen. Glisne takrørbestander eller takrørfelt nedbrutt av vinter-is har minimal eller ingen verdi som hekkeplasser. Det samme gjelder steder der takrør blir slått. «Spesialistene» er også avhengig av rørskoger med en viss størrelse og dybde; lange smale bremmer har liten verdi for disse artene. Takrørskog er også viktig for hekking av *vannrikse*, *myrsanger*, *sivsanger* og *sivspurv*, de sistnevnte med innslag av takrør og vier.

Takrørskog har betydning under trekk og ved overvintring som samlings- og overnattingsplass for *låvesvale*, *linerle* og *stær* før og under trekk. Enkelte år danner arten melet plommebladlus *Hyalopterus pruni* på sensommeren masseforekomster på takrørblader. Slike år er bladlus en viktig næringskilde for en del spurvefugler, særlig for erler og sangere som næring til høsttrekket. Vinterstid er takrørfrø næring, eksempelvis for *blåmeis*, *gjerdesmett* og *skjeggmeis*.

5. Vurdering av sivslått i Tunevannet og Isesjøen

5.1. Vurdering av sivslått i forhold til Naturmangfoldloven

Kommunene har et ansvar for å bruke Naturmangfoldlovens prinsipper i kap. II §§ 8-12 ved utøving av offentlig myndighet, herunder ved tildeling av tilskudd og ved forvaltning av egen eiendom.

§ 8 Kunnskapsgrunnlag

Offentlige beslutninger skal så langt det er rimelig bygge på eksisterende vitenskapelig kunnskap om bestander, naturtypers utbredelse og effekten av påvirkninger. **Kravet til kunnskapsgrunnlag** skal stå i et rimelig forhold til sakens karakter og risiko for skade. Erfaringsbasert kunnskap skal vektlegges.

Vurdering: Vedr. kunnskapsgrunnlaget for Tunevannet og Isesjøen, vises til litteratur-oversikt i rapporten, samt liste over baser med data fra sjøene. - Foreliggende rapport har på vesentlige punkter bidratt til økt kunnskapsgrunnlag, vedr. strandvegetasjon, bunndyr, zooplankton og fugler. Sivslått som til nå er utført i de to sjøene har hatt et lite omfang i forhold til samlet areal og lengde strandsoner med siv- og takrørvegetasjon. Med overnevnte supplerende undersøkelser, samt kunnskap om sivslått fra innsjørestaureringer i Sverige, ansees kravet om kunnskapsgrunnlag oppfylt.

§ 9. Føre-var-prinsippet

Ved utilstrekkelig kunnskap om virkninger av et tiltak skal det tas sikte på å unngå vesentlig skade. Mangel på kunnskap kan ikke brukes som begrunnelse for å utsette eller unnlate å treffe et vedtak.

Vurdering: Ut fra overnevnte vurdering under § 8 over, foreligger det vedr. sivslått i de to sjøene et *tilstrekkelig* kunnskapsgrunnlag. Sivslått i et begrenset omfang som her, gir ikke *en risiko for alvorlig eller irreversibel skade på naturmiljøet* (lovtekst).

§10 Samlet belastning

Påvirkningen av tiltak, her begrenset til sivslått, skal vurderes ut fra den samlede belastning som økosystemet er eller vil bli utsatt for.

Vurdering: Isesjøen og Tunevannet preges av ulike typer påvirkninger, som eutrofiering pga. avrenning fra dyrket mark - og for Isesjø tilsig fra skog og myr (86 % av nedbørfeltet), med til dels intensivt skogbruk og grøfting. Videre er det bebyggelse i strandnære områder, særlig øst i Tunevannet, noe spillvannsutslipp og stedvis ulike mindre anlegg i strandsoner. Med det begrensede omfang sivslåttene har hatt til nå, vurderes en evt. videreføring på nåværende nivå ikke å påføre sjøene ytterligere belastning av vesentlig betydning.

§11 Kostnader ved miljøforringelse skal bæres av tiltakshaver

Vurdering: Dersom sivslått skal videreføres, bør *større mengder* slått siv og takrør fjernes fra strandsonene, og ikke deponeres konsentrert i strandsonene (se Figur 13). Kostnader til dette må belastes tiltakshavere, her grunneiere i Isesjøen og kommunen vedr. slått i friluftsområder / badeplasser i Tunevannet.

§12 Miljøforsvarlige teknikker og driftsmetoder

Vurdering: Dersom sivslått skal videreføres, bør det stilles krav om mest mulig skånsom drift og bruk av maskiner til slått og kjøring i strandsoner som setter lite spor. Uønskete tette takrørfelt bør ikke fjernes ved bortgraving og deponering av rotmasser i strandsoner.

5.2. Konklusjoner

Motivene for sivklipping er primært knyttet til bruk og vedlikehold av badeplasser, båt plasser / båtutsetting, tilgjengelighet i strandsoner og estetiske forhold / utsikt. De totale effektene av sivklipping på vannkvaliteten i en innsjø er et omfattende og komplekst tema.

Med det begrensede omfang sivslåttene i Tunevannet og Isesjøen har hatt til nå, vurderes imidlertid en evt. videreføring på nåværende nivå ikke å påføre sjøene noen ytterligere belastning av betydning. Nåværende begrensede omfang av sivslått vurderes ikke å ha en merkbar betydning for sjøenes vannkvalitet, verken positivt eller negativt.

I forhold til sjøenes totalareal, har begge sjøer begrensede forekomster av takrør. Av hensyn til mangfoldet av arter, spesielt fugler, er det en ulempe å redusere takrørarealene. I Tunevannet, der søndre del nærmest er et parkanlegg, er det behov for noe sivslått. Nord i Tunevannet er det positivt å beholde takrørskogen av hensyn til sjøens fugleliv. I Isesjøen har store deler av strandsonene mer glisne takrørbestander. Her kan dagens felter klippes uten vesentlig negativ påvirkning på annet plante- og dyreliv, og klipping kan dessuten skape noe mer variasjon i en ellers nokså ensartet takrørvegetasjon.

Dersom det fortsatt skal gis midler til klipping, bør flg. vilkår vurderes:

- Klipping i plantenes mest aktive periode for fotosyntese (april- juli) er ugunstig og bør ikke tillates. Avkuttet ledningsvev i takrør vil bidra til å «pumpe» næringsstoffer ut i vannet.
- Klipping må ikke finne sted i fuglenes hekkeperiode, dvs. april-juli.
- Ved større mengder slått siv og takrør må dette fjernes fra strandsonene - og ikke deponeres der (jf. Figur 13).
- Mest mulig skånsom bruk av maskiner ved slått og kjøring i strandsoner må tilstrebes.
- Ved evt. utgraving av tette takrørfelt ved båtplasser og brygger, skal massene ikke deponeres i strandsonene.

7. Referert litteratur

Andersen, K.W., Hauglin, B.A. & Båtvik, J.I.I. 2005. Biomanipulering ved utfisking av karpefisk i Tunevannet. *Natur i Østfold* 24 (1-2): 55-64.

Artsdatabanken 2018. Fremmedartslista 2018. Hentet (dato) <https://www.artsdatabanken.no/fremmedartslista2018>.

Artsdatabanken 2021, 24. november. Norsk rødliste for arter 2021. <https://www.artsdatabanken.no/lister/rodlisteforarter/2021>.

Beckmann, M., Haande, S., Kværnø, S., Poverud, L. M. & Turtumøygard, S. 2016. Evaluering og revidering av tiltaksanalyse for Tunevann. NIBIO-Rapport 2/115/2016. 53 s. + vedlegg.

Bjørndalen, K., Hauger T. & Vallner, P. 1985a. Isesjøen 1985a. En vannfaglig vurdering. Miljøvernavdelingen. Fylkesmannen i Østfold. Rapport nr. 2, 1985. 12 s. + vedlegg.

Bjørndalen, K., Hauger, T., Vallner, P. og Warendorph, H. 1985b. Tunevannet 1984. En vannfaglig vurdering. Miljøvernavdelingen. Fylkesmannen i Østfold. 20 s.

Fylkesmannen i Østfold 1988. Fiskekart for Østfold. Tema: Utbredelse av ferskvannsfisk, fiskekortområder i Østfold 1988. Målestokk 1: 170 000. Fylkesmannen i Østfold, miljøvernadv.

Higler, L.W.G. 1981. Bottom fauna and littoral vegetation fauna in Lake Maarsseveen. *Hydrobiological Bulletin* **15**, 82–86 (1981).
<https://doi.org/10.1007/BF02260261>

Klemsdal, T. 2007. Utvikling av landformene og løsmassene i og omkring Kalnesgropa. *Natur i Østfold* 26 (1-2): 27- 57

Langford, R. R. & Jernejalev, E. G. 1966. Direct effect of wind on plankton distribution. *Verh. Int. Ver. Limnol.* 16: 188-193.

Larsen, B.M., Hartvigsen, R., Økland, K.A. & Økland, J. 1998. Utbredelse av andemusling *Anodonta anatina* og flat dammusling *Pseudanodonta complanata* i Norge: en foreløpig oversikt. NINA Oppdragsmelding 521: 1-32.

de Nie, H.W. 1987 The decrease in aquatic vegetation in Europe and its consequences for fish populations. EIFAC/CECPI Occasional paper No.19. 52 s.

Rohrlack, T. & Hagman, C. 2018. Sedimentanalyse og *Gonyostomum semen*. Er dominans av *Gonyostomum semen* en av grunnene til endring i fuglebestanden i Gjølsljøen (Marker kommune)? I: Spikkeland, I. (red.) 2018. Vannfugl i Gjølsljøen. Utviklingen av fuglebestandene sett i forhold til andre endringer i økosystemet. Østfoldmuseene, Avd. Haldenvassdragets Kanalmuseum. Rapport 1/2019.

Sarpsborg kommune 2005: Isesjø. Tiltaksplan. 20 s.

<https://www.yumpu.com/no/document/read/37080630/tiltaksplan-for-isesja-sarpsborg-kommune>

Sarpsborg kommune. Strategi for miljøtiltak i landbruket. Sarpsborg kommune 2014-2019. <https://www.sarpsborg.com/globalassets/dokumenter/byggesak-og-teknisk/landbruk/strategi-for-miljotiltak-i-landbruket-for-sarpsborg-kommune-2014-2019.pdf>. 12 s.

Sarpsborg kommune 2017: Tunevannet. Handlingsprogram 2017-2021. 31 s.

Savino, J. F. & Stein, R. A. 1989. Behavioural interactions between fish predators and their prey: effects of plant density. *Animal Behaviour* 37: 311-321.

Schartau, A.K.L., Sandlund, O.T., Brabrand, Å., Breistein, J. & Saksgård, R. 1993. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Tunevannet i 1991-92. Tiltak for å forbedre vannkvaliteten. Oppdragsmelding 256: 1-24.

Spikkeland, I. & Vaaler, J.P. 2016. Biologisk overvåkning av Haldenvassdraget. Istidskreps i Femsjøen. En kartlegging av bestandene. Østfoldmuseene, avd. Haldenvassdragets Kanalmuseum. Rapport 1/2016. 13 s. + vedlegg.

Spikkeland, I., Kasbo, R. & Ørjasæter, H. 2019. Istidskreps i kystnære innsjøer i Østfold. Resultater fra en kartlegging høsten 2019. Müller-Sars Biologiske Stasjon Ørje, Rapport 1. 2019. 14 s.

Sørensen, R. 1999: En ¹⁴C datert og dendrokronologisk kalibrert strandforskyvningskurve for søndre Østfold, Sørøst-Norge. AmS (Arkeologisk museum, Stavanger)-rapport 12A:227-242.

Stabell, T. 2022. Tilstandsvurdering av innsjøer i Vannområde Glomma sør for Øyeren etter kvalitetselementet planteplankton Datarapport 2021 Oppdragsnr.: 5208872 Dokumentnr.: 02 Versjon: J01. Norconsult. 22s. ([Glomma sør Isesjø.pdf \(glomma-sor.no\)](#)).

Wergeland- Krog, O. 2002. Handlingsplan for biologisk mangfold i Sarpsborg kommune. Del II - status. Sarpsborg kommune og fylkesmannen i Østfold, miljøvernvdelingen, rapport nr.3, 2002. 139 s.

Wetzel, R. G. 1975. Limnology. Saunders. Philadelphia, London, Toronto. 743 s.

Økland, J. & Økland, K. A. 1996. Vann og vassdrag 2. Økologi. Vett og Viten. 309 s.

Vedlegg 1: Påviste arter av virvelløse dyr 2021

	Isesjø 1	Isesjø 1	Isesjø 1	Isesjø 1	Isesjø 2	Isesjø 2	Isesjø 2	Isesjø 2	Tunevannet S	Tunevannet S	Tunevannet S	Tunevannet S	Tunevannet N	Tunevannet N	Tunevannet N	Tunevannet N
	Takrør	Sivslått	Takrør	Sivslått	Takrør	Sivslått	Takrør	Sivslått	Takrør	Sivslått	Takrør	Sivslått	Takrør	Sivslått	Takrør	Sivslått
Art/taxa	08.06.2021	08.06.2021	25.08.2021	25.08.2021	08.06.2021	08.06.2021	25.08.2021	25.08.2021	16.06.2021	16.06.2021	25.08.2021	25.08.2021	08.06.2021	08.06.2021	25.08.2021	25.08.2021
Nesledyr																
<i>Hydra</i> sp.										4						
Flatormer																
<i>Dugesia</i> cf. <i>lugubris</i>												1				
<i>Dendrocoelum lacteum</i>									1		1				1	
<i>Polycelis tenuis/nigra</i>										24	2	1				
<i>Planaria torva</i>											1					
Snegler																
<i>Radix balthica</i>							1		3	8	14	12			2	
<i>Physa fontinalis</i>											5					
<i>Bathyomphalus contortus</i>									8		56	9			6	
<i>Gyraulus acronicus</i>					2	3	1					7				
<i>Gyraulus albus</i>	1															
<i>Gyraulus crista</i>									1							
<i>Hippeutis complanatus</i>									2		1	1	2	1		
<i>Acroloxus lacustris</i>									11				2	2		
<i>Succinea</i> sp.											2	1			3	
Muslinger																
<i>Sphaerium corneum</i>												2				
<i>Pisidium casertanum</i>							1									
<i>Pisidium pulchellum</i>												4				
<i>Pisidium milium</i>									2							
<i>Pisidium subtruncatum</i>											1					
<i>Pisidium</i> spp.											6	25				
Fåbørstemark indet.					1					4	1				1	
<i>Stylodrilus herengianus</i>										1						
<i>Stylaria lacustris</i>										68						
Igler																
<i>Helobdella stagnalis</i>										12		2		4		
<i>Hemiclepsis marginata</i>										4						
<i>Glossiphonia complanata</i>										1				3	1	
<i>Erpobdella octoculata</i>	1	1			1			1	1	2		1	1			
Krepsdyr																
<i>Asellus aquaticus</i>	2	2		3	8	25	4	3	12	24	24	10	16	20	14	
Vannmidd indet.			1	1	1			1		12	3					
Døgnfluer																
<i>Cloeon dipterum</i>						2								2	8	
<i>Cloeon inscriptum</i>									1	8			1			
<i>Cloeon</i> sp.											8	13				
<i>Caenis horaria</i>	1	1								8	2	6	1	3	4	

<i>Caenis luctuosa</i>		1								8							
<i>Caenis lactea</i>												1					
Øyenstikkere				1	3	1											
<i>Platycnemis pennipes</i>												1					
<i>Coenagrion puella/pulchellum</i>										1		1					
<i>Ischnura elegans</i>											9						
Zygoptera indet.								1			28					1	
<i>Aeshna</i> sp.											1					1	
<i>Sympetrum danae</i>																2	
<i>Sympetrum</i> sp.											2	1					
Teger																	
<i>Hydrometra gracilentia</i>												1					
<i>Gerris (Aquarius) paludum</i>		2		1													
<i>Nepa cinerea</i> L.											2						
<i>Notonecta glauca</i>											4						
<i>Notonecta</i> sp.						1				4							
<i>Sigara fossarum</i>												1					
<i>Hespercorixa linnei</i>									1								
<i>Micronecta poweri</i>										8							
Corixidae indet.										12	2	1				1	
Biller																	
<i>Noterus crassicornis</i>										8	1					5	
Larve indet.						7			7								
<i>Hygrotus versicolor</i>						1					2						
<i>Hygrotus inequalis</i>											2					2	
<i>Hydaticus seminiger</i>																2	
<i>Agabus</i> cf. <i>affinis</i>																1	
<i>Ilybius fenestratus</i>				7								3					
<i>Ilybius fuliginosus</i>				1													
<i>Ranthus suturellus</i>						1			1								
<i>Gyrinus aeratus</i>				12													
<i>Gyrinus marinus</i>										1							
<i>Gyrinus opacus</i>					1								1				
<i>Enochrus coarctatus</i>											1						
<i>Enochrus testaceus</i>											1						
<i>Haliphus ruficollis</i>												2					
<i>Sialis lutaria</i>														2		2	
Vårfluer indet.												1					
<i>Phryganea bipunctata</i>			1														
Limnephilidae indet.										1							
<i>Tranodes bicolor</i>									1	32		1					
<i>Oecetis</i> sp.												1					
<i>Mystacides azurea</i>												5					
Tovinger																	
Chironomidae									3		1					2	
Dixidae													1				
Ceratopogonidae	1																
Individantall	6	7	2	26	17	41	7	6	55	255	183	115	25	37	57	28	
Sum taxa	5	5	2	7	7	8	4	4	15	23	28	28	8	8	18	2	

Vedlegg 2: Aktuell litteratur om Tunevannet og Isesjøen

Isesjøen

Bjørndalen, K., Hauger, T. & Vallner, P. 1985b: Isesjø 1983.

En vannfaglig vurdering. Fylkesmannen i Østfold, Miljøvernadv., rapp. 2, 1985:1-17.

https://www.statsforvalteren.no/siteassets/fm-oslo-og-viken/miljo-og-klima/rapporter/miljo-og-viken-i-ostfolds-rapportserie-1985-2018/1985_02-isesjo-1983-vannfaglig-vurdering.pdf

Båtvik, J.I.I. 1995. Buerbekken, Børtevannet rundt, s.132-135 i

Melbøe, K. A. (red.) 1995. 40 trivelige turer i Østfold. - Vett & Viten A/S, Stabekk. 214s.

Faafeng, B., Brabrand, Å., Brettum, P. & Hessen, D.O. 1993. Isesjø i Østfold, tiltak for bedring av vannkvaliteten. NIVA - rapport. 66 s. ISBN - 577-2350-9.

Faafeng, B., Hessen, D.O. & Brettum, P. 1990. Landsomfattende trofiundersøkelse av innsjøer. Oppfølging av 49 av de 355 undersøkte sjøene i 1989. NIVA-rapport nr. 2476.

Statlig program for forurensningsovervåking, rapport nr.425/90:1-69.

Inkl. Isesjø.

Haga, A. & Hardeng, G. 1980. Ferskvannssøyer i Østfold med ornitologisk verneverdi.

Østfold-Ornitologen 7(3-4):85-89. s.89: Vestvannet. Flere holmer og skjær, ikke undersøkt.

Haga, J. & Wien, Ø. 2008. Optiske variabler som funksjon av løste substanser og partikulært materiale i 23 innsjøer med varierende siktedyp. Masteroppg. Inst. for Plante- og miljøvitenskap, Univ.miljø og biovitenskap. UMB, Ås. Siktedyp, lyssvekning, klorofyll a, seston, turbiditet, farge, konduktivitet, pH, temperatur. Mange sjøer, bl.a. *Isesjø, Børtevann*.

Hanssen, O. & Hansen, L.O. 1998. Verneverdige insekthabitater. Oslofjordområdet. NINA Oppdragsmelding nr.546:1-132. Bl.a. Børtevannsbekken i Skjeberg.

Hardeng, G. 1986. Våtmarksregistreringer i Østfold 1983. Rapport til Fylkesmannen i Østfold. Fredrikstad 1984. Østfold-Natur nr.24:68-109. Isesjø s.87-91. Buertjern drenert.

Huse, S. & Borgstrøm, R. 1995. Høye kvikksølvkonsentrasjoner i abboren i Langen. Jakt og fiske nr 5. 1995: 36-37.

Ihle, G. 1957. Isesjø, en limnologisk årsundersøkelse. Hovedfagsoppgave i fysisk geografi, Geograf, inst, Univ. i Oslo. Høsten 1957.

Kristiansen, Ø. 1993. Prøvefiske i Oppsjø, Sarpsborg kommune.

Fylkesmannen i Østfold, Miljøvernadv., rapp. 5, 2013:296-300.

Løfall, B.P., Båtvik, J.I.I., Engan, G., Åstrøm, Å. & Stabbetorp, O. 2005. Eksursjoner 2004. Bl.a. Buerbekken i Skjeberg. Blyttia 63: 100-102.

NIVA 1963. Undesøkelse Skjeberg vannverk. 1.7. + 26.9.1963.

NIVA 1967. Vannforsyning og avløpsforhold for Østlandsfylkene. Rapp. 1, del 4: Andre vassdrag og innsjøer. Isesjø s.194-196.

NINA 1978. Oversikt over fosfortilførsler til innsjøer. Oslo 14.12.78. 51s. Isesjø s.19-20, 41.

Sarpsborg kommune 1985. Isesjø. Tiltaksplan. 20 s.

Sarpsborg kommune 2005. Isesjø. Tiltaksplan. 19 s.

<https://www.yumpu.com/no/document/read/37080630/tiltaksplan-for-isesja-sarpsborg-kommune>

Sarpsborg kommune. Tiltak landbruk 2014-19.

<https://www.sarpsborg.com/globalassets/dokumenter/byggesak-og-teknisk/landbruk/strategi-for-miljotiltak-i-landbruket-for-sarpsborg-kommune-2014-2019.pdf> Bl.a. Isesjø og Tunevann.

Simonsen, L. 1998. Ferskvannsfisken i Sarpsborg. Kartlegging av viktige områder for fisk og fiske. Verdikategorisering av lokalitetene. Retningslinjer for forvaltning. Pro Natura, 34s. (Inkl. Isesjø).

Solberg, S. O. 1964. Hekkende hegrer ved Isesjø. Sterna 6: 213-214.

Spikkeland, I., Kasbo, R. & Ørjasæter, H. 2019. Istidskreps i kystnære innsjøer i Østfold. Resultater fra en kartlegging høsten 2019. *Müller-Sars Biologiske Stasjon Ørje. Rapport 1. 2019.* 14 s

Stabell, T. 2022. Tilstandsvurdering av innsjøer i Vannområde Glomma sør for Øyeren ette kvalitetselementet planteplankton Datarapport 2021 Oppdragsnr.: 5208872 Dokumentnr.: 02 Versjon: J01. Norconsult. 22s. Inkl. Isesjø.

Vannområde Nedre Glomma: Isesjø. Faktaark

https://glommasor.no/wp-content/uploads/2020/01/Glommasor_Isesjo%C3%B8.pdf

Tunevannet

Andersen, K.W., Hauglin, B.A. & Båtvik, J.I.I. 2005. Biomanipulering ved utfisking av karpefisk i Tunevannet. *Natur i Østfold* 24 (1-2): 55-64.

Bjørndalen, K, Hauger, T, Vallner, P & Warendorph, H. 1985a. Tunevannet 1984. En vannfaglig vurdering. *Fylkesmannen i Østfold, Miljøvernavd. rapport nr. 4*, 1985. [1985_04-tunevannet-1984-vannfaglig-vurdering.pdf \(statsforvalteren.no\)](https://statsforvalteren.no/1985_04-tunevannet-1984-vannfaglig-vurdering.pdf)

Berge, D. 2006. Kan vi redde våre eutrofierte innsjøer med innsjøinterne tiltak? *Vann* 41(4): 380-395. Tunevannet s.390-391 + litteratur.

Haande, S. & Hobæk, A. 2018: Innsjørestaurering i Tunevannet. Utredning av fosforbindende stoffer. NINA, løpenummer 7285-2018. 22.08.18. 48s

Molland, K. 1953. En limnologisk granskning av Tunevann. Hovedfagsoppgave, Univ. i Oslo. (Dybdekart 1:10.000, ekv. 2 m).

Sarpsborg kommune 2017. Tunevannet. Handlingsprogram 2017- 2021. 31s.

Schartau, A.K.L., Sandlund, O.T., Brabrand, Å., Breistein, J. & Saksgård, R. 1993. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Tunevannet 1991-92. Tiltak for å bedre vannkvaliteten. NINA - rapport 256:1-24+ vedlegg.

Simonsen, L. 1998. Ferskvannsfisken i Sarpsborg. Kartlegging av viktige områder for fisk og fiske. Verdikategorisering av lokalitetene. Retningslinjer for forvaltning. Pro Natura, 34s. (Inkl. Tunevann).

Stabell, T. 2022. Tilstandsvurdering av innsjøer i Vannområde Glomma sør for Øyeren etter kvalitetselementet planteplankton Datarapport 2021 Oppdragsnr.: 5208872 Dokumentnr.: 02 Versjon: J01. Norconsult. 22s. Inkl. Tunevann.

Vannområde Nedre Glomma: Tunevannet. Faktaark. https://glomma-sor.no/wp-content/uploads/2020/01/Glomma_sor_Tunevannet.pdf

Vedlegg 3: Baser med vanndata fra Tunevannet og Lsesjøen

Suppleres evt. med *Naturbasen* og *Artdatabanken*.

<https://artskart.artsdatabanken.no/>

Tunevannet

Vann.nett:

<https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/002-3451-L> Tunevann

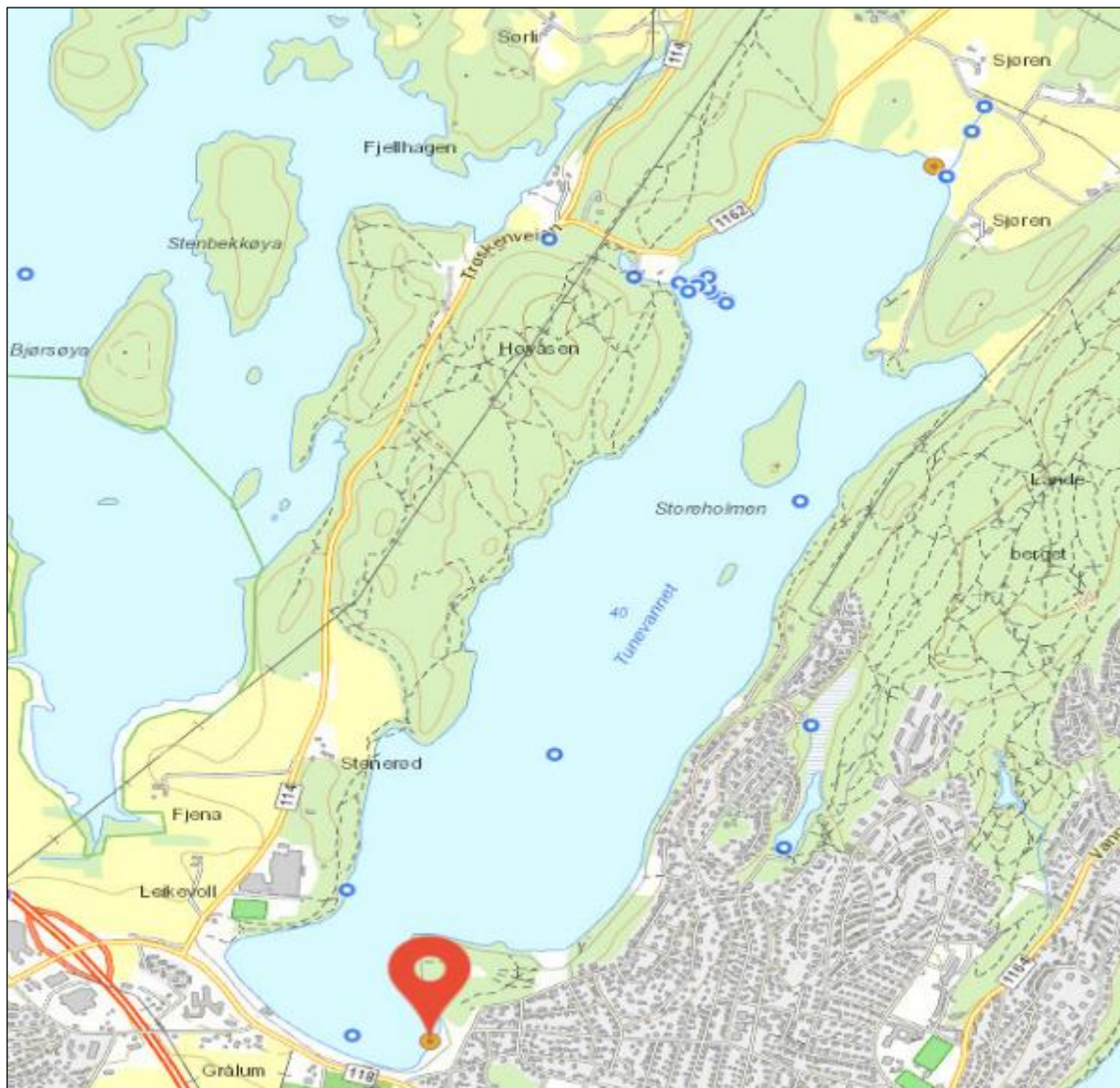
<https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/002-3492-R> : Skjørenbekken nord i Tunevann

Flg. lok. i Vannmiljø-basen: <https://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>

-Tunevannet

-Skjørenbekken, innløp i N

Overvåkingsstasjoner i og ved Tunevannet:



Isesjøen

Isesjø i Vann-nett: <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/002-133-L>

Inkl. data, klassifisert etter indeksene ASPT og PIT

Flg. lok. i Vannmiljø-basen: <https://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>

-Isesjø

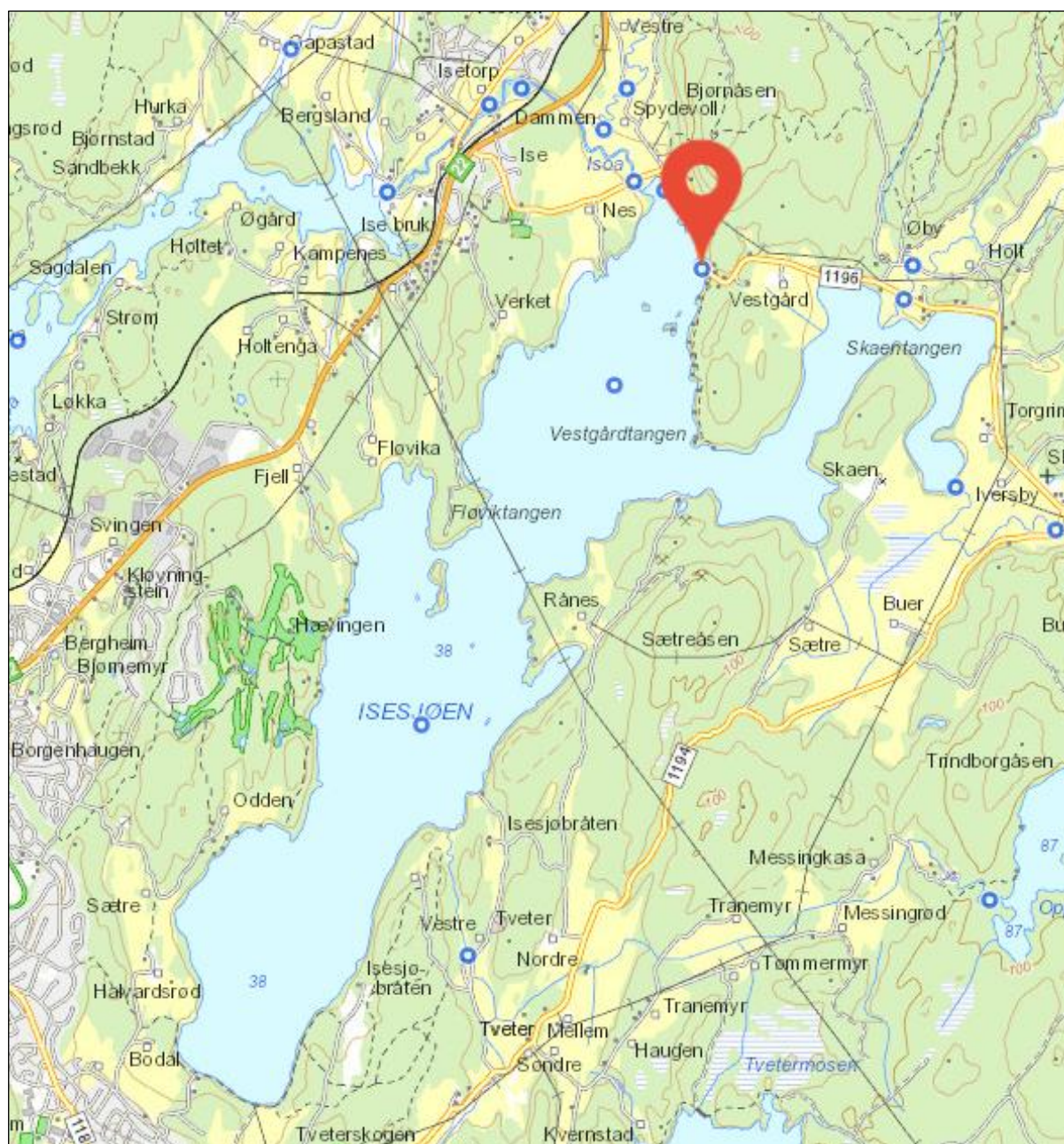
-Øbybekken, innløp i N

-Børte vann - Buerelva, innløp i NØ

-Oppsjø - Tveterbekken, innløp i Ø

-Isoa, utløp i N

Overvåkingsstasjoner i og ved Isesjøen:



Tidligere utgitte rapporter - Müller-Sars Biologiske Stasjon Ørje

1. Spikkeland, I., Kasbo, R. & Ørjasæter, H. 2019. Istidskreps i kystnære innsjøer i Østfold. Resultater fra en kartlegging høsten 2019. *Müller-Sars Biologiske Stasjon Ørje. Rapport 1. 2019.* 14 s.
2. Spikkeland, I. 2019. Bunndyr i Hallerødelva 2019. *Müller-Sars Biologiske Stasjon Ørje. Rapport 2. 2019.* 17 s.
3. Spikkeland, I. 2019. Vegetasjonen langs Svarelda, Aremark 2019. *Müller-Sars Biologiske Stasjon Ørje. Rapport 3. 2019.* 11 s. + vedlegg.
4. Spikkeland, I., Dolmen, D. & Haga, A. 2020. Biologisk mangfold i Gjølshøen, Marker. *Müller-Sars Biologiske Stasjon Ørje. Rapport 4. 2020.* 40 s. + vedlegg.
5. Spikkeland, I. & Haga, A. 2020. Biologisk mangfold i Hølvannet, Aurskog-Høland. rapport fra undersøkelser i 2020. *Müller-Sars Biologiske Stasjon Ørje. Rapport 5. 2020.* 29 s. + vedlegg.
6. Spikkeland, I. 2020. Istidskreps og store muslinger i Aurskog-Høland og Marker. Resultater fra en kartlegging høsten 2020. *Müller-Sars Biologiske Stasjon Ørje. Rapport 6. 2020.* 16 s.
7. Spikkeland, I., Haga, A. & Hardeng, G. 2020. Hellesjøvannet i Aurskog-Høland. Biologiske undersøkelser i juli 2020. *Müller-Sars Biologiske Stasjon Ørje. Rapport 7. 2020.* 12 s.
8. Spikkeland, I. 2021. Biologisk mangfold i Ledengstjern, Marker kommune. *Müller-Sars Biologiske Stasjon Ørje. Rapport 8. 2021.* 34 s. + vedlegg.
9. Spikkeland, I. & Haga, A. 2021. Biologisk mangfold i Store Le, Viken. *Müller-Sars Biologiske Stasjon Ørje. Rapport 9. 2021.* 43 s. + vedlegg.
10. Spikkeland, I., Dolmen, D. & Hardeng, G. & Nilssen, J. P. 2022. Biologisk mangfold i neglisjerte økosystemer. Undersøkelser av grøfter, sumper, kilder, dammer og temporære vannforekomster i Marker, Viken. *Müller-Sars Biologiske Stasjon Ørje. Rapport 10. 2022.*

