

Sarpsborg kommune

# ► Isesjø med nedbørsfelt

Farekartlegging og farehåndtering

Oppdragsnr.: 52204016 Dokumentnr.: 01 Versjon: J02 Dato: 2022-12-19



**Oppdragsgiver:** Sarpsborg kommune  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Sunniva Eide Sunde  
**Rådgiver:** Norconsult AS  
**Oppdragsleder:** Leif Simonsen  
**Fagansvarlig:** Mathias H. Kleppen  
**Andre nøkkelpersoner:** Anne-Marie Bomo  
Frida Celius Kalheim

J02	2022-12-19	Til bruk	MatKle, AMBo, LeSim, FriKa	AmBo, LeSim	MatKle
B01	2022-10-31	Til oppdragsgivers gjennomsyn	MatKle, AMBo, LeSim, FriKa	AMBo, LeSim	MatKle
<b>Versjon</b>	<b>Dato</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Utarbeidet</b>	<b>Fagkontrollert</b>	<b>Godkjent</b>

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

## ► Sammen drag

Norconsult har gjennomført en farekartlegging av forurensningsrisiko for drikkevannsressursen Isesjø med nedbørsfelt i Sarpsborg kommune. Farekartleggingen er et omfattende kunnskapsgrunnlag som danner basis for farehåndtering. Farehåndteringen er presentert som et sett med ulike tiltak. Samlet oppfyller disse elementene krav fremsatt i drikkevannsforskriftens §6.

Oppdraget har vært utført i tett samarbeid med Sarpsborg kommune, som har stilt med mannskap fra flere ulike sektorer. Mattilsynet har vært representert i to møter i løpet av arbeidsprosessen.

Isesjø har vært overvåket siden 1980-tallet, og tendensen mot en stadig mer næringsrik innsjø har blitt beskrevet ved flere anledninger. En fortsettelse av denne utviklingen er også dokumentert i foreliggende rapport. Dels er dette forklart med tilførsler fra landbruket, og dels med innsjøinterne prosesser. Et sett med tiltak som samtidig ser på flere ulike måter for å redusere tilførsel av fosfor er presentert.

Råvannet i Isesjø har et høyt fargetall (60-80 mg Pt/l). Dette tilskrives i hovedsak naturlige prosesser der fraværet av sur nedbør fører til økt avrenning av humus til innsjøen fra omkringliggende areal. Høyt fargetall gir en konkurransefordel for problemalgen *Gonyostomum semen*, og samlet gir disse effektene en stor belastning på vannbehandlingsanlegget, noe som fører til lavere produksjonskapasitet av rent drikkevann enn det anlegget opprinnelig var dimensjonert for.

Hygienisk forurensning vist ved parameterne *E.coli* og Intestinale enterokokker er påvist i hhv. 57% (*E. coli*) og 53% (Intestinale enterokokker) av råvannsprøvene. Årsakssammenhengen her er sammensatt. Opphavet kan være husdyr og bruk av husdyrgjødsel, ville dyr og fugler, anlegg for spredt avløp som ikke oppfyller rensekrav og/eller "spredt avløp" direkte på bakken fra friluftsliv- og rekreasjonsaktiviteter. Et sett med tiltak som samtidig ser på flere ulike måter for å redusere tilførsel av hygienisk/mikrobiologisk forurensning er presentert.

Sarpsborg kommune ønsker at Isesjø ivaretas som drikkevannskilde, som rekreasjonsområde for befolkningen og som leveområde for planter og dyr. Dette er lagt til grunn ved utarbeidelse av tiltak (farehåndteringen). Et viktig tiltak, i tillegg til reduksjon i næringsalter og mikrobiologisk forurensning, vil være å få vedtatt en hensynssone etter nedbørsfeltgrensene. Denne bør vedtas i Sarpsborg kommunes arealplan med bestemmelser som følger av gjeldene rammebetingelser. Dette vil synliggjøre vannverkseiers interesser på en tydelig måte. Hensynssonen er foreslått to-delt

med sone 1 nærmest Isesjø og en sone 2 som dekker det ytre nedbørsfeltet. Det bør legges til grunn en strengere praksis i sone 1.

Det antas at andre interessenter i nedbørsfeltet setter pris på kommunens ønske om å bevare Isesjø som rekreasjonsområde. Det vil være flere grupperinger som badegjester, fiskere m.m. som også ønsker renest mulig vann i Isesjø, og flere tiltak er rettet mot samhandling mellom vannverkseier og slike interessenter.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Bakgrunn for arbeidet</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Beskrivelse av drikkevannsvannkilden Isesjø med nedbørsfelt</b>	<b>8</b>
2.1	Vannkvaliteten i Isesjø og tilløpsbekker	15
2.1.1	<i>Vannkvalitet ved råvannsinntaket i Isesjø</i>	18
2.1.2	<i>Vannkvalitet i Isesjø og tilløpsbekker</i>	23
2.1.3	<i>Oppsummering -vannkvalitet</i>	45
<b>3</b>	<b>Isesjø vannverk</b>	<b>48</b>
3.1	Produksjon av drikkevann og forvaltning av råvann	48
3.2	Kort om Isesjø vannverk	50
<b>4</b>	<b>Isesjø med nedbørsfelt - kilder til forurensning</b>	<b>53</b>
4.1	Generelt om mikrobiologiske og kjemiske forurensninger, og naturlige endringer	53
4.2	Landbruk	53
4.2.1	<i>Jordbruk</i>	54
4.2.2	<i>Husdyrbruk</i>	70
4.2.3	<i>Skogbruk</i>	74
4.3	Avløpsvann	79
4.3.1	<i>Generelt</i>	79
4.3.2	<i>Kommunalt avløp</i>	80
4.3.3	<i>Spredt avløp</i>	81
4.4	Friluftsliv og rekreasjon	85
4.4.1	<i>Bodalstranda</i>	86
4.4.2	<i>Børtevann</i>	89
4.4.3	<i>Skjeberg golfklubb</i>	89
4.4.4	<i>Ise skytebane</i>	92
4.4.5	<i>Andre friluftaktiviteter</i>	95
4.5	Industri, fyllinger, deponier og lager	95
4.6	Samferdsel – forurensning fra veg	97
4.7	Naturlige årsaker til forverret råvannskvalitet	98
4.7.1	<i>Innsjøinterne prosesser</i>	99
4.7.2	<i>Klimaendringer og råvannskvalitet</i>	100
4.7.3	<i>Skogbrann</i>	101
<b>5</b>	<b>Tiltak</b>	<b>107</b>
5.1	Tiltak i innsjøen	108
5.2	Tiltak jordbruk	108
5.3	Tiltak husdyrbruk	114
5.4	Tiltak skogbruk og forebygging skogbrann	115

5.5	Tiltak etablere hensynssone etter nedbørsfeltgrenser	116
5.6	Tiltak forsterke informasjonsarbeidet	119
5.7	Tiltak hensynsfull bruk og ferdsel i Isesjø med nedbørsfelt	120
5.8	Tiltak spredt avløp	120
5.9	Tiltak prøvetaking	121
5.10	Tiltak rutiner for tilsyn i nedbørsfelt	122
5.11	Tiltak vannregimet i Isesjø	122
5.12	Oppsummering av tiltak	123
<b>6</b>	<b>Referanser</b>	<b>127</b>

## 1 Bakgrunn for arbeidet

Sarpsborg kommune skal revidere gjeldende handlingsplan for Isesjø (2005) samt fastsette bestemmelser i kommuneplanens arealdel som ivaretar Isesjø som råvannskilde for drikkevann.

I henhold til gjeldende handlingsplan skal Isesjø ivaretas som drikkevannskilde, som rekreasjonsområde for befolkningen og som leveområde for planter og dyr. Det er ønske om at målsetningene videreføres i revidert handlingsplan. Drikkevannsforskriften legger likevel til grunn at drikkevannshensynet skal være overordnet alle andre interesser tilknyttet innsjøen, og denne legges derfor inn som en overordnet føring ved revidering av handlingsplanen og fastsettelse av bestemmelser i arealplanen. I tillegg er kravet om god økologisk og god kjemisk tilstand etter vannforskriften viktige verktøy for å beskytte og ivareta råvannskvaliteten i Isesjø.

Sarpsborg kommunes arealplan er under rullering, og i den forbindelse er det påkrevd at kommunen inkluderer tydelige bestemmelser om restriksjoner/tiltak innenfor nedbørsfeltet til drikkevannskilden Isesjø. Det er i dag mange interesser tilknyttet innsjøen, og det er derfor behov for en solid faglig utredning om behovet for innføring av bestemmelser i arealplanen for å ivareta råvannskilden for drikkevann.

Formålet med oppdraget er å:

- 1) Fastsette et godt kunnskapsgrunnlag for videre arbeid opp mot vannforskriften, herunder miljømålene om god økologisk og god kjemisk tilstand (miljørapport) [1].
- 2) Utrede hvilke forhold som gir fare for forurensning og forringing av drikkevannskilden Isesjø og vurdere behov for restriksjoner /tiltak for å sikre at drikkevannskilden ikke forurenses og forringes (foreliggende rapport).

## 2 Beskrivelse av drikkevannsvannkilden Isesjø med nedbørsfelt

Isesjø ble dannet for ca. 10,700 år siden [2] i samband med oppbygging av raet, avsmelting av innlandsisen og tilhørende landhevning. Klimaendringer styrt av sol og planetære bevegelser (Milanković-syklusene) førte i starten (ca. 18,000 år siden) til en rask avsmelting av innlandsisen som hadde dekket hele Norge. Innen denne varmeperioden ble det periodevis kaldere og avsmeltingen avtok, innlandsisen gjorde da nye fremrykk og store endemorener som raet viser hvor isranden stod og produserte materiale i front før klimaet igjen ble varmere og isdekke fortsatte å svinne. Raet har nesten sammenhengende utstrekning over Halden - Sarpsborg – Moss – Horten – Larvik - Jomfruland og kan følges videre langs kysten, dels i sjøen, dels på land, både østover og vestover. Raet demmer opp bla. Farrisvannet, Vansjø, Isesjø, Tvetervannet og Vestvannet. Stedvis har store elver skåret gjennom morenen og skapt fossefall som i Sarpefossen, der Glomma har skjært seg gjennom morenen.

Landområdene i Isesjø sitt nedbørsfelt steg etter hvert opp av havet ettersom trykket fra innlandsisen avtok. Marin grense i dette området ligger i dag på mellom 180-190 moh. Isesjø ligger på ca. 38 moh. De lavereliggende områdene i nedbørsfeltet har løsmasser bestående av marine leirer, mens høyereliggende strøk er dekket av morener med varierende mektighet. Berggrunnen ved Isesjø er preget av østfoldgranitt (magmatisk bergart også kalt Iddefjordgranitt), grensen mot østfoldkomplekset som består av gneiser av sedimentær opprinnelse går rett i østkanten av Isesjø.

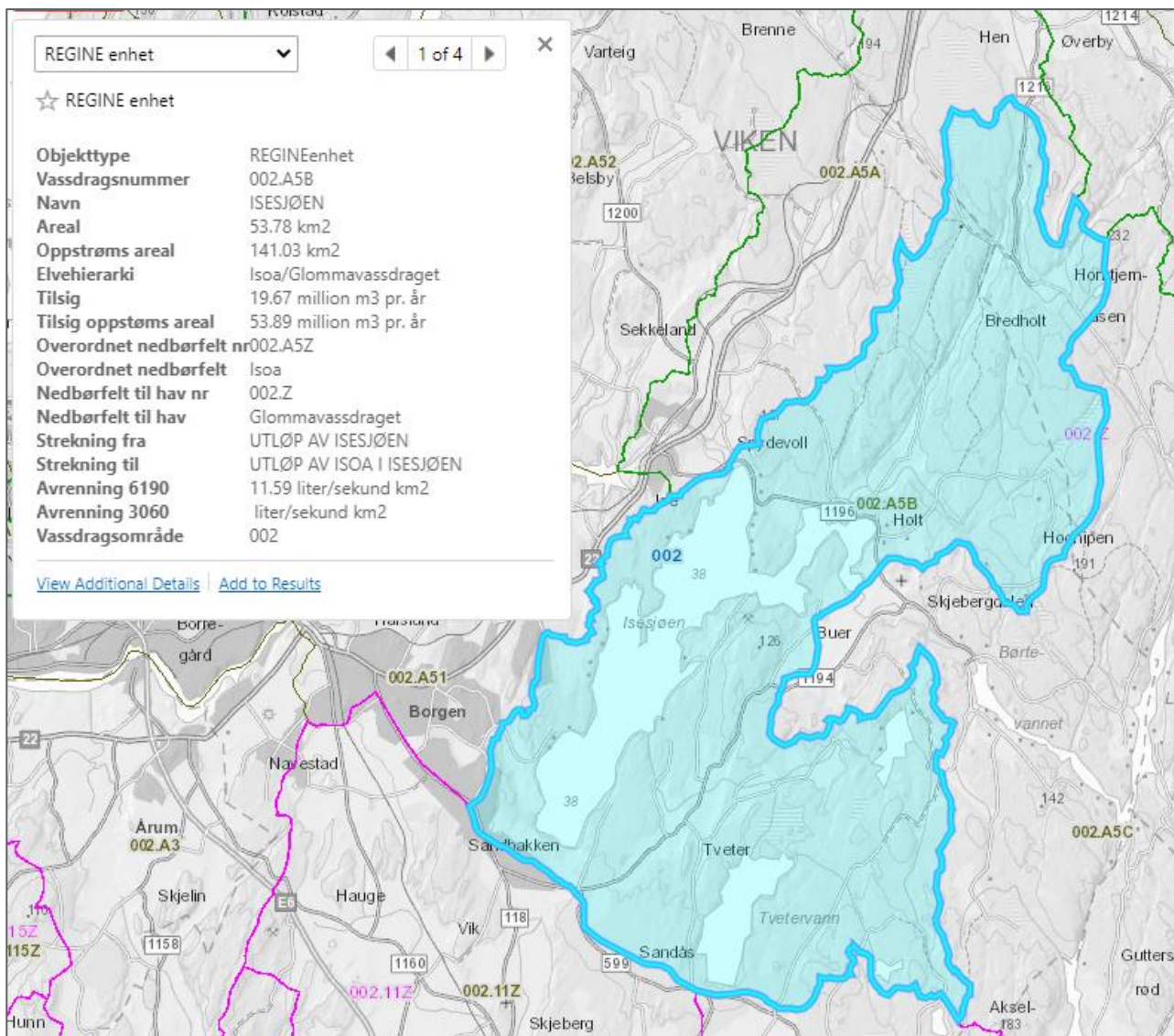
Isesjø er en relativt stor og kalkfattig, humøs ([L106](#)) innsjø (den største innsjøen i Sarpsborg kommune), med en vannflate på ca. 6,3 km<sup>2</sup>. Økologisk tilstandsklasse er satt til moderat [3], og når ikke miljømålene i vannforskriften. Innsjøen strekker seg ca. 6 km nordover fra raet som demmer opp innsjøen i sør. Isesjø har middeldybde 9,5 m og største målte dyp er 25 m i det sydlige bassenget. I det nordlige bassenget finner man både det største tilsiget via Buerelva som drenerer nedbørsfeltet østover, og hovedutløpet Isoa som igjen renner ut i Nipa i Glomma. De to bassengene har en såpass ulik karakter at de til en viss grad kan sees på som to ulike innsjøer der vannet i det nordlige basseng har en beregnet oppholdstid på 0,5 år, mens oppholdstiden i det sørlige basseng er beregnet til 5,2 år [4]. Teoretisk oppholdstid i snitt for hele Isesjø er av NVE beregnet til 1,23 år [5].



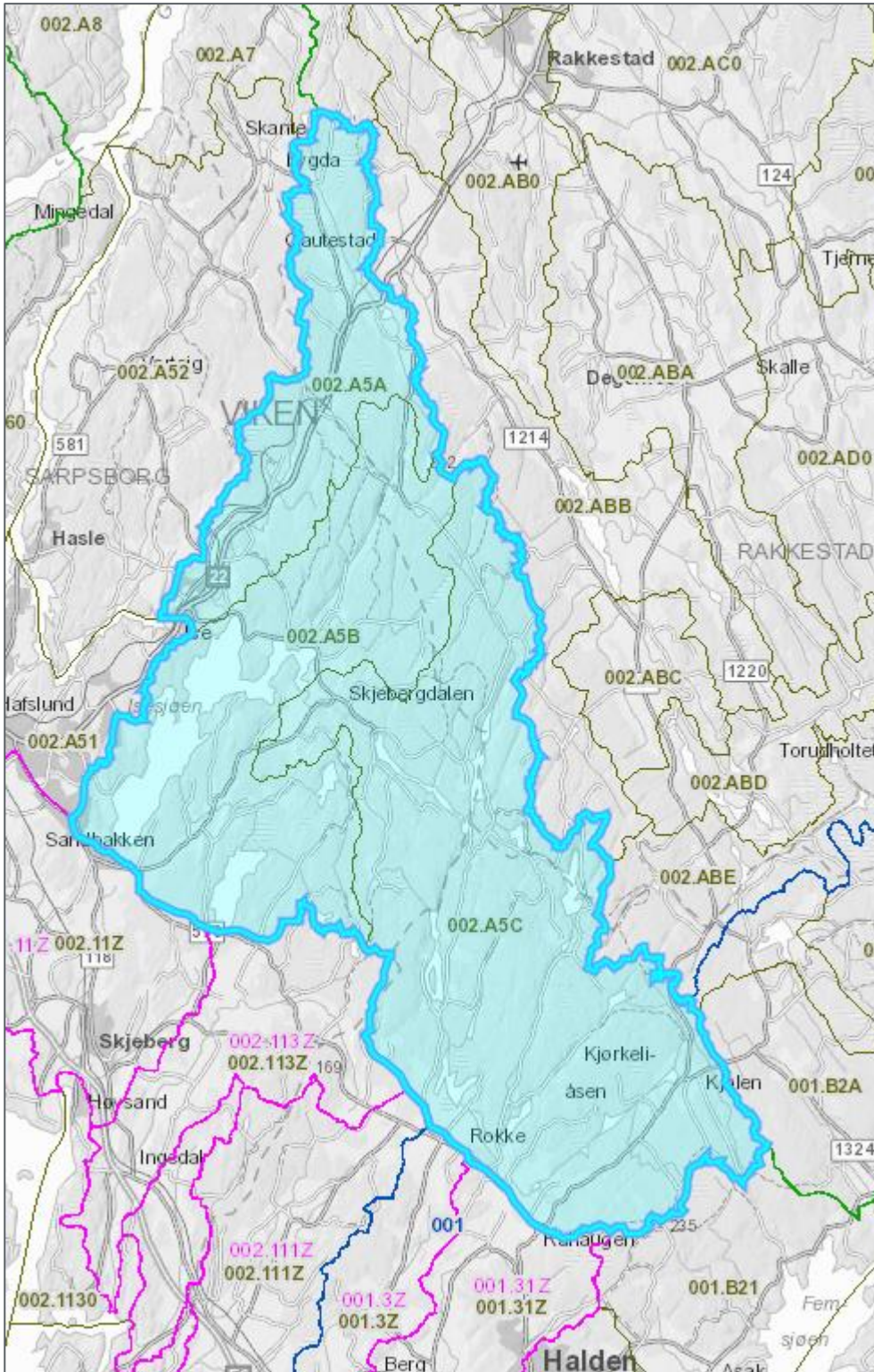
Tabell 1: Isesjø data for nedbørsfelt og innsjø [5, 6]

Nedbørsfeltet		Innsjøen	
Totalt areal (km <sup>2</sup> )	141,03	Overflateareal (km <sup>2</sup> )	6,3369
Vannareal (%)	9,97	Middeldyp (m)	9,85
Dyrket mark (%)	Ca. 6	Største dyp (m)	25,7
Utmark (%)	84	Volum (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	62,88
Vassdragsnummer	002.A5B	Teoretisk oppholdstid (år)	Ca. 1,23
Vatnløpenummer NVE	133	Årstilsig 61-90 (mill. m <sup>3</sup> pr. år)	53,89

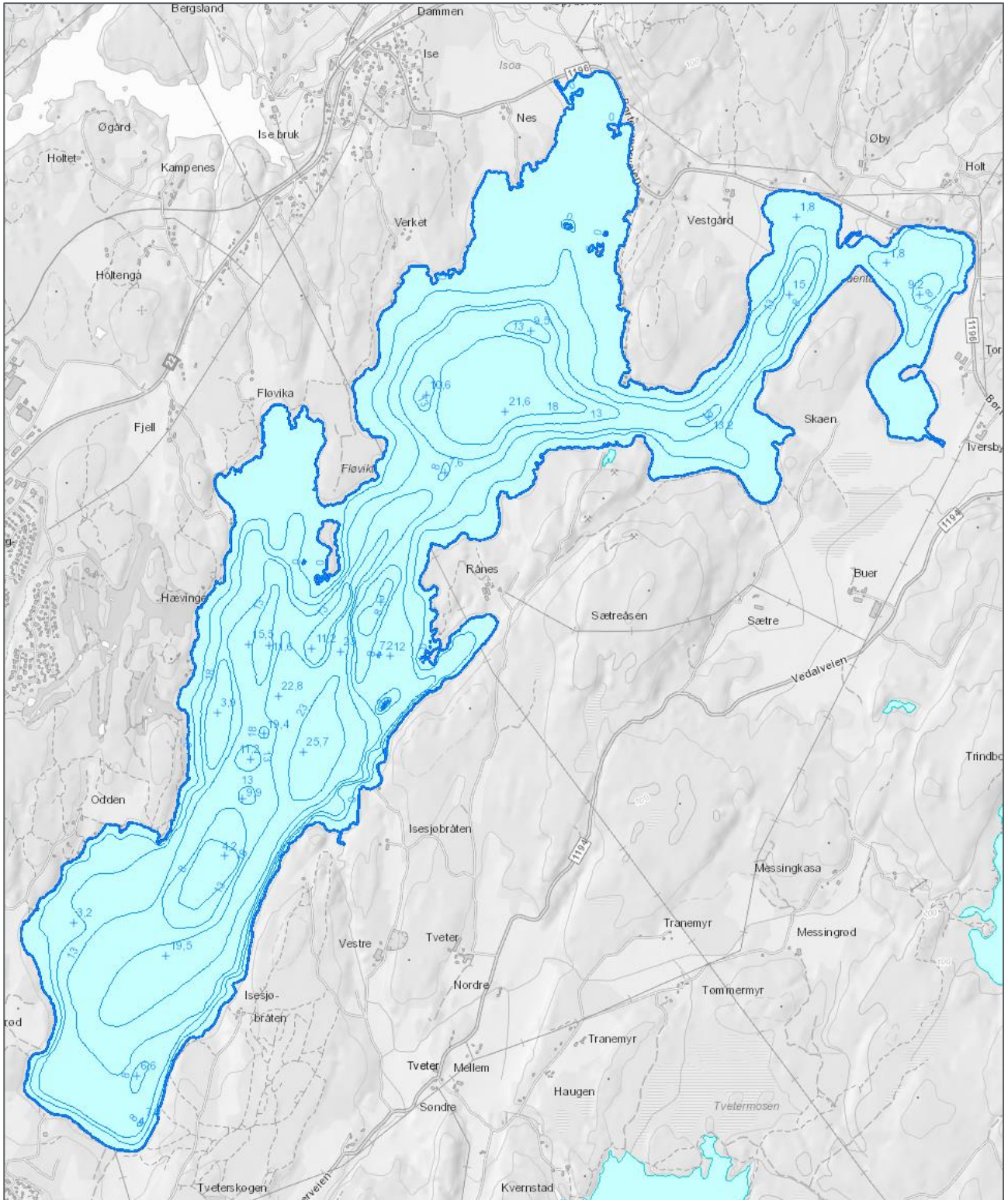
Aktiviteter innen nedbørsfelt Isesjø (Figur 1) er prioritert i denne farekartleggingen, de mer perifere arealene blir også inkludert i vurderingen og er vist i kart over nedbørsfelt Isoa (Figur 2). Dybdekart over Isesjø er vist i Figur 3.



Figur 1: Nedbørsfelt Isesjø, vassdragsnummer 002.A5B [7].

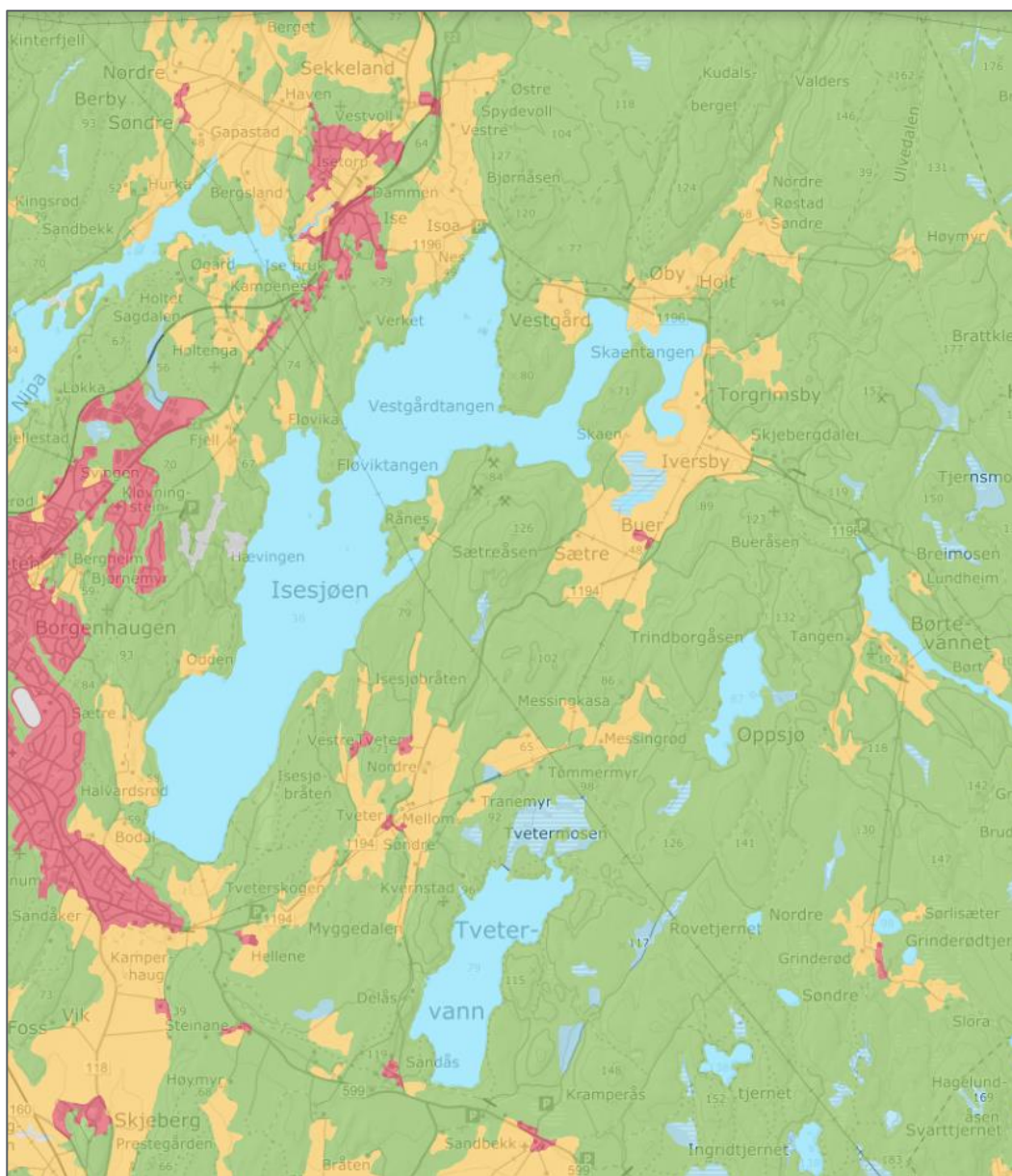


Figur 2: Nedbørsfelt Isoa bestående av 002.A5A, 002.A5B og 002.A5C [7].



Figur 3: Isesjø dybdekart [6].

Naturmiljøet i nedbørsfeltet er formet av samspillet mellom en rekke naturgeografiske komponenter, som bl.a. nevnte geologi (berggrunn) og kvartærgeologi (løsmasser), i tillegg til jordsmonn, vegetasjon, hydrologi og de til enhver tid gjeldende klimatiske forhold. Menneskets bruk av ressurser i naturmiljøet har etter hvert omformet store arealer i nedbørsfeltet til kulturlandskap gjerne i tilknytning til landbruk (jordbruk, husdyrbruk og skogbruk). Figur 4 viser arealtypenes fordeling slik de er i dag.



Figur 4: Generalisert fremstilling av arealtyper ved Isesjø (AR50). Grønt er barskog på lav bonitet, gul er fulldyrka eller overflatedyrka jord, rødt er bebygd og samferdsel, blå striper er åpen myr [8].

Vannkvaliteten i Isesjø har vært overvåket siden tidlig på 1980-tallet. I 1983 ble vannet karakterisert som næringsfattig til middels næringsrikt etter daværende SFTs klassifiseringssystem for ferskvann. I 1988 ble innsjøen beskrevet som middels næringsrikt til næringsrikt. I samme periode økte næringskonsentrasjonen med 50% (fosforverdien økte fra ca. 8 µg/l - 12 µg/l). Nyere målinger viser ytterligere dobling i Tot-P i Isesjø med gjennomsnittlig målte fosforverdier på 21 µg/l. Vannovervåkingen viste også en økende algemengde. Sammensetningen av alger i Isesjø på denne tiden tydet på at den økologiske balansen i vannet fortsatt var god. Målinger av forholdet mellom dyreplankton og alger tydet på at dyreplanktonet omsatte algeproduksjonen raskt. I henhold til dagens klassifisering ([www.vann-nett.no](http://www.vann-nett.no)) er Isesjø karakterisert som kalkfattig, humøs og med økologisk tilstandsklasse moderat, og vil ikke nå miljømålene i henhold til vannforskriften.

Isesjø er også mekanisk påvirket av menneskelig aktivitet ved en mindre demming/sluse ved Håkafoss. Isoa danner på sin vei fra Isesjø til Nipa tre fosser som offisielt heter Øvre, Midtre og Nedre Isefoss. I dagligtale brukes gjerne navnene Håkafossen, Møllefossen og Hagafossen. Slusa ved Håkafoss stod falleferdig og uvirksom i mange år, sammen med begrenset tappekapasitet i Isoa, bidro dette til et utilfredsstillende vannregime [9]. Det ble bevilget SMIL-midler til restaurering av slusa i 2020-2022. Høsten 2022 er status at første fase av arbeidene, som omfattet utskifting av stålkonstruksjon rundt slusa, er utført. Neste fase omfatter at lemmene i slusa (som senkes opp og ned og styrer vannstrømmen) skal byttes ut. Dette er et pågående arbeid som forventes slutført i løpet av 2022, og det forventes da at slusa skal være fullt operativ våren 2023. I forbindelse med dette er det også utført noe opprensning av Isoa sitt vannløp.

Det har over lengre tid vært betydelige variasjoner i vannstand i Isesjø (kote 36,8 – 39,57), med lav vannstand om sommeren og flom om høsten. Dette gir utfordringer i form av ulemper og skader knyttet til blant annet bebyggelse, jordbruk og vei. Ved høyvann oversvømmes ca. 722 dekar i nedbørsfeltet til Isesjø, hvorav fulldyrket mark utgjør ca. 40% av dette arealet og rammes dermed i størst grad. Dette har også negative effekter for vannkvaliteten, da oversvømmelser kan medføre betydelig næringstilførsel til Isesjø. Lav vannstand kan være ugunstig med hensyn til rekreasjon, for Isesjø som råvannskilde, for ev. vanninntak til vanningsanlegg i jordbruket og for vannkvaliteten, da næringsstoffer vil fortynnes i mindre grad. I tillegg vil vannet kunne varmes opp raskere, noe som blant annet kan være fordelaktig for cyanobakterier. Andel cyanobakterier i Isesjø i oktober 2016 var over 30% i nordre del og ca. 25% i søndre del. Cyanobakterier kan være giftproduserende, og er derfor en bekymring med hensyn til både bading og råvannskvaliteten. Det ble frarådet bading i

Isesjø grunnet cyanobakterier i 2014 [9], og i 2022. Oppblomstring av cyanobakterier, tilførsel av næringssalter (fosfor) omhandles i mer detalj i separat dokument (se miljørapport, separat rapport i oppdraget for Sarpsborg kommune).

I 1992 ble Sarpsborg utvidet gjennom kommunesammenslåinger med Tune, Varteig og Skjeberg. I dag er det ifølge SSB ca. 58,500 innbyggere i kommunen. Dette er ventet å øke til ca. 59,000 i 2030 og 62,500 i 2050 [10]. Hvor mange av Sarpsborgs innbyggere som benytter seg av Isesjø til friluftsliv og rekreasjon har man ikke statistikk på, men det er tilrettelagt med bl.a. badestrand med grillplasser, benker og gapahuk, turstier, golfbane og skytebaner, samt kajakk/kano/småbåt utleie ved Børte vann. Kommunen har et uttalt mål om at Isesjø skal ivaretas, ikke bare som drikkevannskilde og som leveområde for planter og dyr, men også som rekreasjonsområde for kommunens befolkning. Det er ingen landskapsvernområder eller naturreservat i Isesjø sitt nære nedbørsfelt, men flere viktige naturtypelokaliteter med forekomst av mange rødlistearter slik som; [Naturbase faktaark](#) – Buerelva, [Naturbase faktaark](#) – Rørsjøen og [Naturbase faktaark](#) – Isesjø NØ.

Det er i dag spredt bebyggelse i nedbørsfeltet til Isesjø, bestående av gårdsbruk, enkelte helårsboliger og hytter. Den dominerende anleggstypen for avløp er minirensanlegg etterfulgt av noen anlegg med tette tanker og slamavskillere. De spredte avløpsrenseanleggene dominerer langs østsiden og nordenden av Isesjø og langs Tveterbekken, Buerelva (elv mellom Børte vann og utløp i nordenden av Isesjø) og Øbybekken.

Den kommunale infrastrukturen (vann og avløpsledninger) ligger primært i sør-vest enden av Isesjø, i ytterkant av nedbørsfeltet (vestsiden) og i god avstand fra selve innsjøen.

Innenfor nedbørsfeltet er det etablert trykkavløp i sørvestenden, med tre trykkavløpspumpestasjoner.

Det er ingen kommunale rensanlegg med tilhørende utslipp og overløp i nedbørsfeltet til Isesjø.

Kommunen har åpnet opp for ny bebyggelse 200m fra sørenden av Isesjø, rett ovenfor Isesjø vannverk. Ca. 120 boenheter skal etableres, med tilhørende vann- og avløpsinfrastruktur og økt menneskelig ferdsel (ofte i forbindelse med luftturer for kjæledyr).

## 2.1 Vannkvaliteten i Isesjø og tilløpsbekker

For denne rapportens del er det innhentet vannkvalitetsdata fra databasen Vannmiljø ([www.vannmiljo.no](http://www.vannmiljo.no)), samt data på råvannskvalitet på inntaksvannet til Isesjø vannverk. Råvannsdata er mottatt fra Sarpsborg kommune. Fysisk-kjemiske parametere som ligger i Vannmiljø

kommer primært fra kommunenes resipientovervåking, mens biologiske kvalitetselementer (PIT, ASPT) stammer fra tiltaksovervåkingen fra Glomma sør. Overvåking av vannkvalitet som skjer i nedbørsfeltet er en sentral del av all overvåkingstilstand som følger av Vannforskriften<sup>1</sup>. I denne rapporten er data fra Vannmiljø-databasen brukt for å si noe om vannkvalitet og utvikling av denne i selve Isesjø og nedbørsfeltet for øvrig. Det er fokusert på enkeltparametere som har relevans for drikkevannskvalitet og som gir informasjon om hygienisk kvalitet, konsentrasjon av næringsalter og eutrofisituasjonen, og som kan si noe om utviklingen av vannkvaliteten over tid.

For vurdering av vannkvalitet i Isesjø med tilførselsbekker er følgende parametere vurdert:

- Hygieniske parametere (*E. coli*, Intestinale enterokokker)
- Næringsalter (fosfor (Tot-P) og nitrogen (Tot-N, ammonium, nitrat))
- Fargetall
- Turbiditet
- Organisk stoff (TOC)
- Planteplankton – klorofyll-a

For råvannskvalitet og parameterne knyttet til hygienisk sikkerhet er disse vurdert med henblikk på veilederen fra Mattilsynet: «Parametere for beskrivelse av råvannskvalitet» fra 2021.

Kriteriene i denne veilederen er til hjelp i vurdering av råvannskvaliteten og dermed evalueringen av kildens egnethet. Veilederen har utvalgte parametere som legger grunnlaget for helserisikovurdering, og er inndelt i parametere med direkte helserisiko og potensiell helserisiko (Tabell 2). Under direkte helserisiko er vannkvalitetsparameterne *E.coli*, Intestinale enterokokker, somatiske kolifager, totalt fosfor og klorofyll-a. Disse kan indikere forurensninger fra avløpsvann eller gjødsel og kan være en indikasjon på algeoppblomstring. Under potensiell risiko er vannkvalitetsparameterne oksygennivå, farge, turbiditet og temperatur. Disse kan føre til svikt i vannbehandlingen. Vannkvalitetsdata fra Isesjø inneholder noen av disse utvalgte parameterne og er vurdert i det videre (markert med uthevet skrift i Tabell 2).

---

<sup>1</sup> Tilstandsvurderinger av vannkvalitet foregår etter forskjellige kriterier. I henhold til vannforskriften skal alle vannforekomster ha minst god økologisk og god kjemisk tilstand. Det er utarbeidet egne grenseverdier for fastsettelse av miljøtilstand. Klassifiseringen omfatter både biologiske kvalitetselementer og fysisk/kjemiske støtteparametere.



Det presiseres at grenseverdiene som, er lagt til grunn for klasseinndelingen (Tabell 2) er basert på enkel vannbehandling. Forhold i kilden eller nedbørsfeltet som vil kreve utvidet vannbehandling eller forebyggende tiltak, vil medføre at vannkilden havner i kvalitetsklasse "ikke egnet".

Med tilpasset teknologi kan imidlertid nær sagt alt vann renses til tilfredsstillende kvalitet, **men** det er et viktig prinsipp i norsk vannforvaltning at man skal beskytte råvannkildene så godt som mulig, heller enn å innføre omfattende vannbehandling. Oppgradering og investering i vannbehandlingsteknologi er dyrt, teknologi kan svikte, og sårbarheten kan øke betydelig. Det er derfor grunnleggende at drikkevannskilder skal beskyttes mot forurensing slik at behovet for vannbehandling blir minst mulig.

Tabell 2: Parametere for vurdering av råvannskvalitet med grenseverdier for egnethet [11].

Parameter	Hoved- eller tilleggsparemet er	Enhet	Egnet	Mindre egnet	Ikke egnet
<b>Direkte helserisiko</b>					
<b>E. coli</b>	Hovedparamete r	CFU/100ml	0 <sup>70*</sup>	-	0 <sup>50</sup>
<b>Intestinale enterokokker</b>	Hovedparamete r	CFU/100ml	0 <sup>70*</sup>	-	0 <sup>50</sup>
Somatiske kolifager	Hovedparamete r	PfU/100ml	<50**	>50**	
<b>Total fosfor</b>	Hovedparamete r	µg/l	≤10	11-20	>20
<b>Klorofyll-a</b>	Hovedparamete r	µg/l	<4	4-7	>7
PFAS	Tilleggsparemet er	µg/l	<0,1	-	
Microcystin	Tilleggsparemet er	µg/l	<1	-	>1
Konduktivitet	Tilleggsparemet er	mS/cm			>300
<b>Potensiell helserisiko</b>					
Oksygen-nivå	Hovedparamete r	%	>70	<70	
<b>Farge</b>	Hovedparamete r	mg/l Pt	<10	10-20	>20

<b>Turbiditet</b>	Hovedparameter	NTU***	<1	-	>1
Temperatur	Hovedparameter	°C	<10****	-	
Jern	Hovedparameter	µg/l	<200	-	>200
Mangan	Hovedparameter	µg/l	<50	-	>50
<b>pH</b>	Hovedparameter	-	6,5-9,5	-	<6,5/>9,5

\* Minimum 70% av prøvene tilfredsstillende angitt verdi, øvrige resultat må ikke overstige 10 CFU/100ml. Drikkevannsforskriften bruker enheten CFU/100 ml for konsentrasjon av bakterier. CFU = Colony Forming Units. I vannanalyser for råvannsdatabasen (kap 2.1.1) og i vannmiljødatabasen (kap 2.1.2) er konsentrasjonen av *E. coli* målt som MPN/100 ml. I tekst og figur er det brukt samme enhet for konsentrasjon (MPN/100 ml) som i analyserapportene. 1 MPN = 1 CFU.

\*\* Ved mer enn 50 PfU skal det også analyseres for somatiske kolifager på behandlet vann. PfU = Plaque Forming Units.

\*\*\* NTU og FTU er begge måleenheter for turbiditet. NTU Nephelometric Turbidity Unit, FTU = Formazin Turbidity Unit. 1 FTU = 1 NTU. Drikkevannsforskriften bruker måleenheten NTU for turbiditet. I vannanalyser foretatt på råvannsdatabasen (kap 2.1.1) og i vannmiljø-databasen (kap 2.1.2) er turbiditet målt som FTU. I tekst og figurer er det benyttet samme måleenhet (FTU) som i analyserapportene.

\*\*\*\* Anbefalt temperatur på vanninntaket er lavere enn 10 grader

### 2.1.1 Vannkvalitet ved råvannsinntaket i Isesjø

Isesjø er råvannskilde for Isesjø vannverk. Råvannet hentes fra mer enn 10 meters dyp og inntaket ligger i sør-enden av innsjøen. Inntaksledningen er over 300 m lang og leder vannet opp til en råvannspumpestasjon, som igjen pumper råvannet gjennom en 50 m lang ledning opp til selve vannbehandlingsanlegget. Råvannsdatabasen er fremstilt i figurene nedenfor og baserer seg på måledata i perioden år 2000 - 2022. Parameterutvalg og analysehyppighet varierer fra år til år.

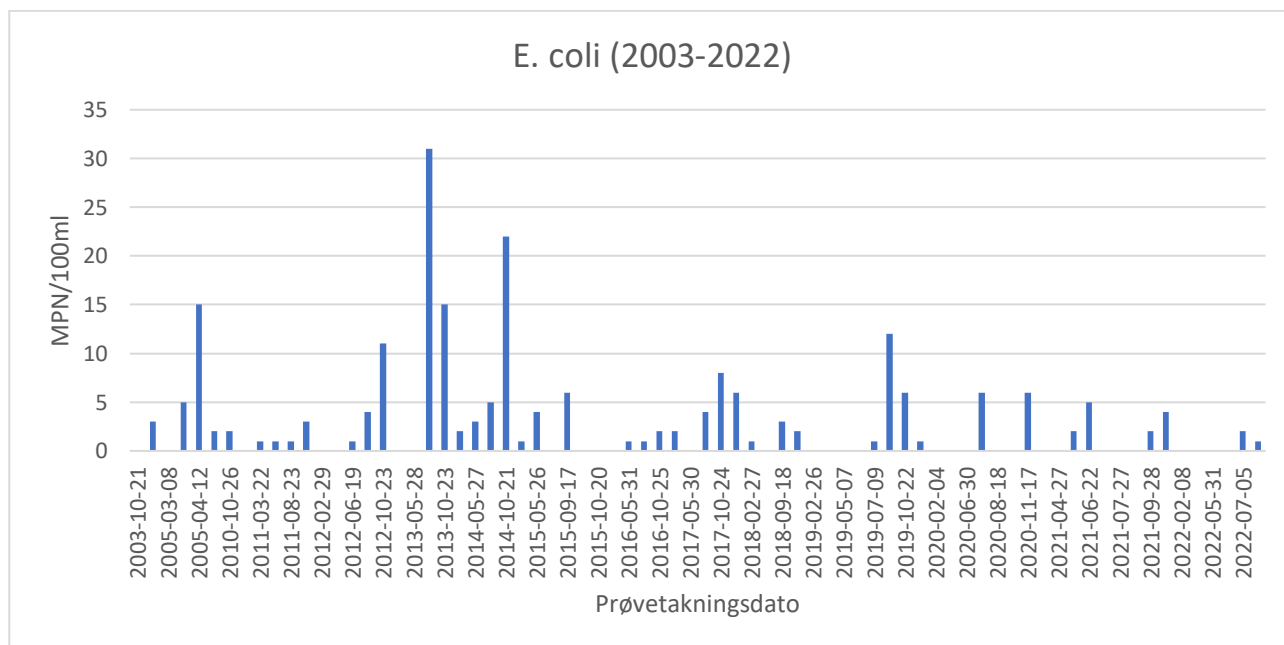
#### 2.1.1.1 Råvannskvalitet - parametere med direkte helserisiko

Vannanalysene viser at det er *E. coli* og Intestinale enterokokker i råvannet, men i moderate mengder. *E. coli* er en tarmbakterie fra mennesker og dyr. Disse kan ikke formere seg ute i naturen og overlever der kun kort tid. Påvisning av *E. coli* i en vannprøve er et sikkert tegn på at vannet nylig er forurenset av avføring fra mennesker eller dyr. Intestinale enterokokker er også en tarmbakterie som kan overleve relativt lenge i vann. Påvisning av intestinale enterokokker er en indikasjon på tarmbakterier og muligens virus i vannet.

Det er sporadisk analysert for *E. coli* med 7 målinger mellom 2003 og 2010. Mellom 2011 og 2022 er råvannet analysert for *E. coli* regelmessig (Figur 5). For egnet råvann anbefales at konsentrasjonen av *E. coli* er 0 CFU/100ml i 70 % av prøvetakingene. Prøvetakingene på inntaket målt mellom 2011 og 2022 viser at 38 av 67 prøver (57 %) overstiger denne verdien, med høyeste måling på 31 MPN/100ml<sup>2</sup> målt i august 2013. Kun 43 % av analysene er derfor innenfor anbefalt grenseverdi, mot anbefalt 70%.

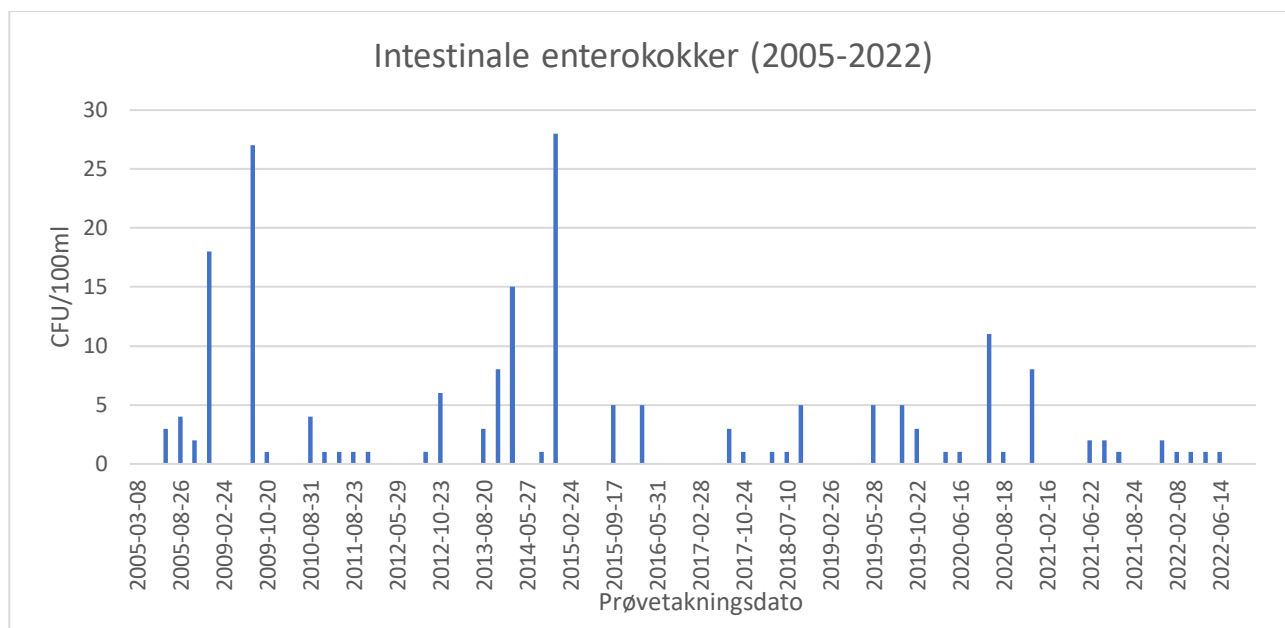
Det er sporadisk analysert for Intestinale enterokokker mellom 2000 og 2008. Fra 2019 til 2022 er det mer regelmessig prøvetakning (Figur 6). Analysene viser at 38 av 72 prøver (53%) overstiger anbefalt grenseverdi på 0 CFU/100ml. Høyeste måling er gjort i oktober 2014 med 28 CFU/100ml. Kun 47% av prøvene er innenfor grenseverdien.

Somatiske kolifager, totalt fosfor (Tot-P), klorofyll-a, PFAS og konduktivitet er også med i veilederen til Mattilsynet, under direkte helserisiko (Tabell 2), men er ikke inkludert i råvannsdataene mottatt fra Sarpsborg kommune. Noen av parameterne (klorofyll-a, Tot-P) er imidlertid inkludert i andre prøvetakningspunkter i Isesjø (data fra Vannmiljø) og er derfor beskrevet lenger nede (kap 2.1.2).



Figur 5: *E. coli* i råvannsprøver fra Isesjø vannverk. Vannprøver er analysert med Colilert-18 metoden og konsentrasjonen av *E. coli* oppgis som MPN/100 ml. MPN = Most Probable Number.

<sup>2</sup> Se fotnote i tabell 2 og figurtekst i figur 5 for bruk av enheten MPN og CFU

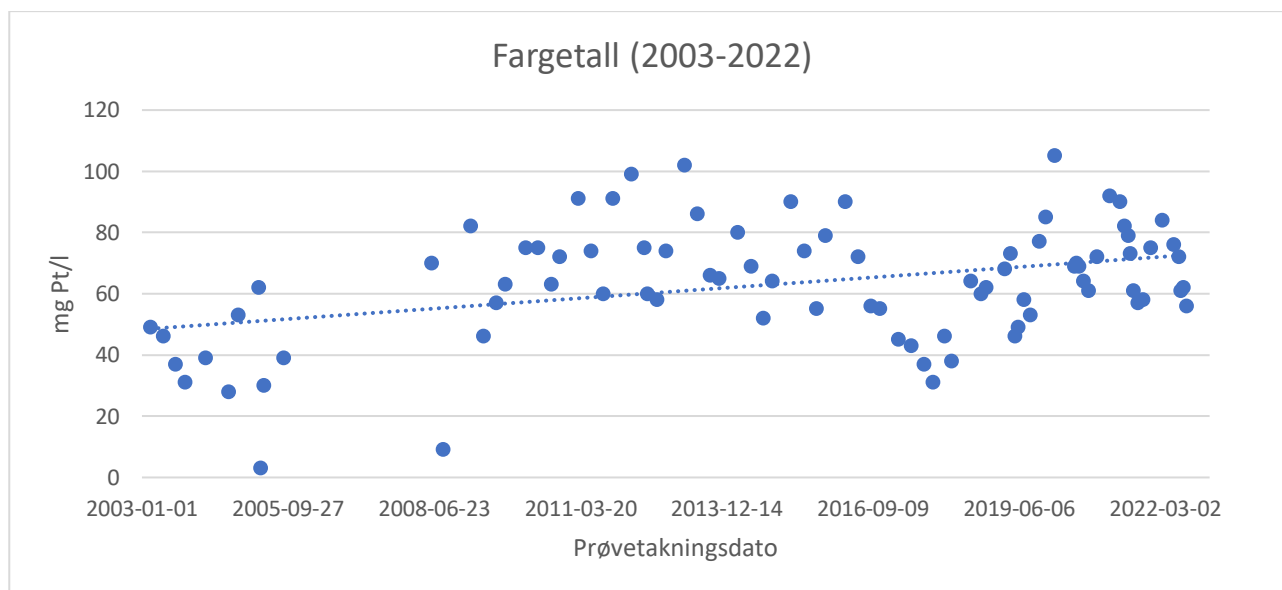


Figur 6: Intestinale enterokokker i råvannsprøver fra Isesjø vannverk. Vannprøvene er analysert med membranfiltermetoden (MF) og konsentrasjonen av Intestinale enterokokker er oppgitt som CFU/100 ml. CFU = Colony Forming Units.

### 2.1.1.2 Råvannskvalitet - parametere med indirekte helserisiko

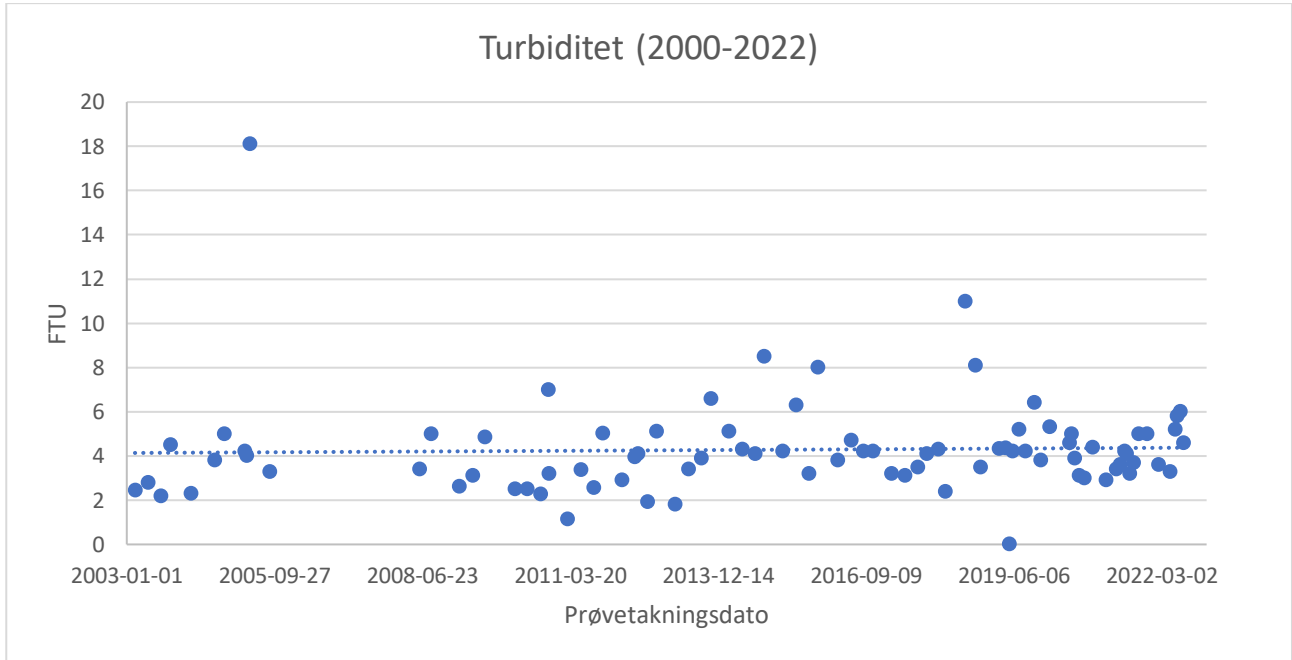
Fargetallet på inntaksvannet har vært økende og ligger nå mellom 60-80 mg Pt/l med sesongvariasjoner (Figur 7). Råvannet har fargetall over 20 mg Pt/l i hele perioden fra 2009 til 2022. De høyeste fargetallene er registrert i februar og mars hvert år. Høyeste måling er gjort i februar 2020 på 105 mg Pt/l. Fargetallet har vært økende gjennom de årene det er registrert verdier.

Fargetall bestemmes delvis av forekomst og sammensetning av partikler i det organiske materialet i vannet. Fargetall er et uttrykk for hvor påvirket vannforekomsten er av naturlig organisk materiale (NOM). Utfelling av jern og mangan kan også farge vannet. Humus har ingen direkte helseeffekt, men økt fargetall kan redusere virkningsgraden av ulike prosesser i desinfeksjonsprosessen. Humusinnhold vil kunne svekke strålingsintensiteten ved UV-bestråling. Desinfeksjon med klor kan også reduseres da organisk stoff reagerer med klor. Klor kan også binde seg til organisk stoff og skape helsefarlige forbindelser.



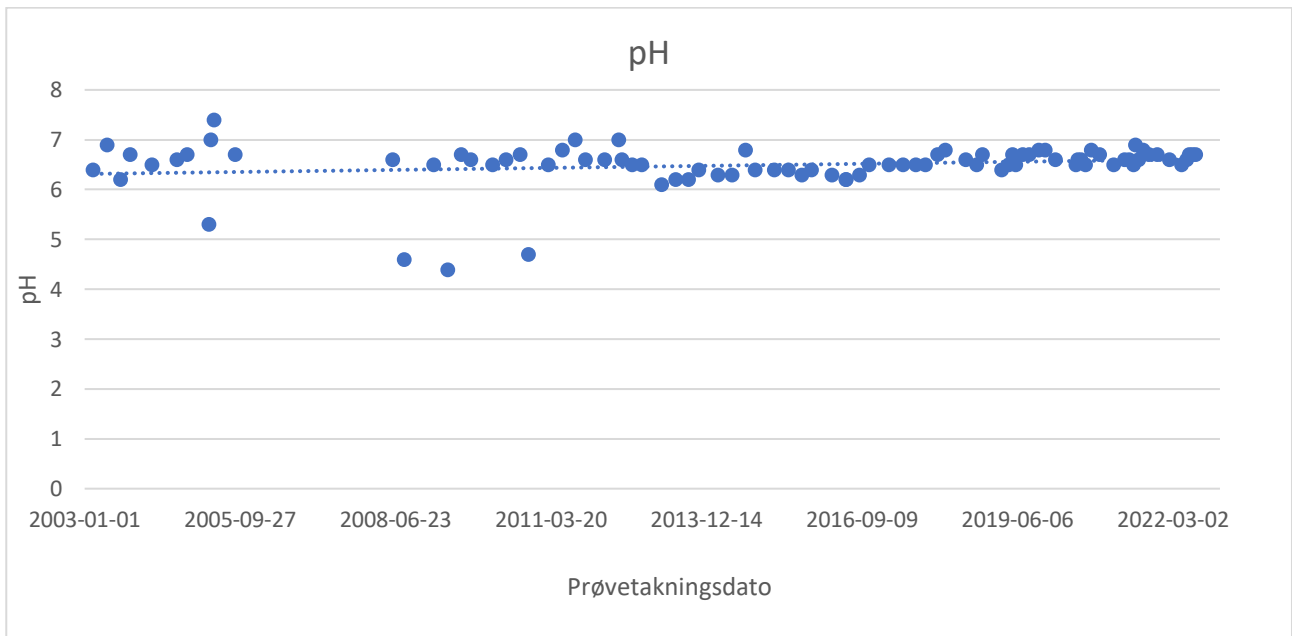
Figur 7: Fargetall i råvannsprøver fra Isesjø vannverk

Turbiditet er målt i årene 2003-2005 og 2008-2022 (Figur 8). Den høyeste turbiditeten målt er 18,1 FTU i april 2005 uten at det er funnet noen forklaring på den høye målingen. Turbiditeten ligger generelt mellom 2-6 FTU i hele måleperioden med noen sporadisk høyere målinger på sommeren og høsten. Turbiditet er et mål på partikkelinnholdet i vannet. Partikler kan beskytte mikroorganismer mot effekten av desinfeksjonsmidler og de kan fange/inneslutte tungmetaller og biocider. Endringer i turbiditet kan gi problemer med driften av vannbehandlingsanlegget som har betydning for desinfeksjon og kan gi økt risiko for patogener i drikkevannet. WHO anbefaler maks 1 NTU før desinfeksjonstrinnet. For bruk av måleenheten NTU og FTU for turbiditet, se presisering i fotnote \*\*\* under Tabell 2.



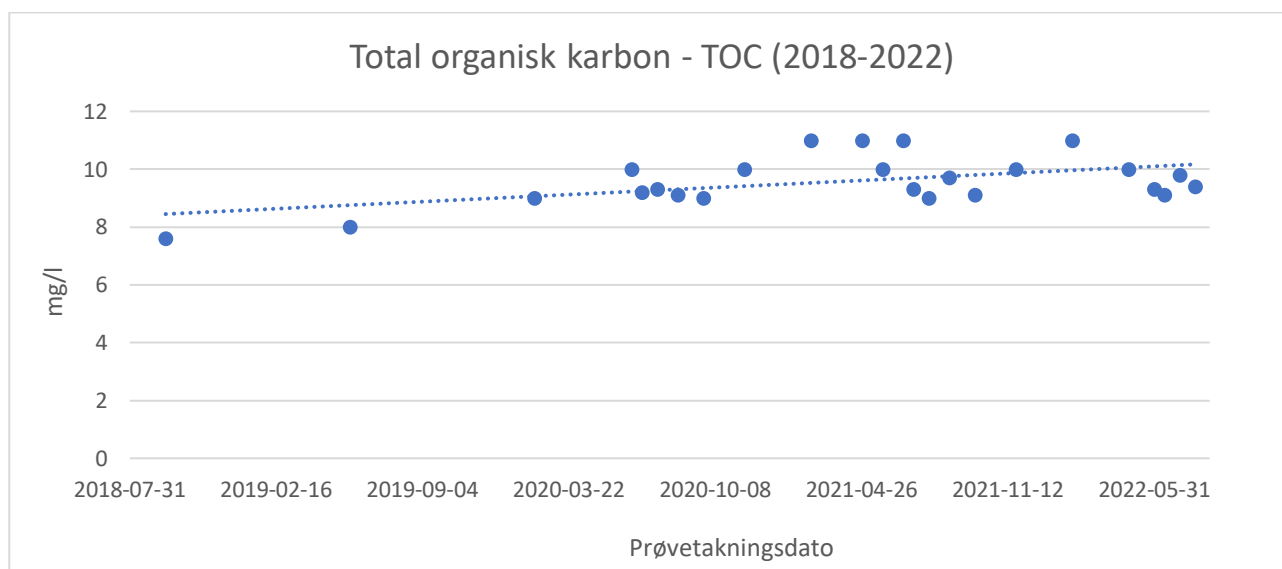
Figur 8: Turbiditet i råvannsprøver fra Isesjø vannverk

pH er en viktig parameter for å optimalisere behandlingsanleggets effektivitet og redusere korrosjon i distribusjonssystemet. Optimal pH er mellom 6.5 og 9.5. pH målingene ligger jevnt rett over eller rett under 6.5 fra 2011 og frem til i dag.



Figur 9: pH i råvannsprøver fra Isesjø vannverk

Konsentrasjonen av organisk stoff (TOC) ligger jevnt rundt 10 mg/l C de senere år (Figur 10). Det er ingen grenseverdi for organisk stoff mhp. drikkevann, men for høye konsentrasjoner av organisk stoff i vannet reduserer kvaliteten på råvannet med hensyn på lukt og farge og påvirker en rekke forhold som angår driften av et vannbehandlingsanlegg. Det har ingen direkte helsemessige konsekvenser, men ved klorering av drikkevann kan klor reagere med organisk stoff og danne forbindelser (trihalometaner, THM) som kan ha uheldige helsemessige konsekvenser. Høye konsentrasjoner av organisk stoff (spesielt naturlig organisk materiale) henger også sammen med fargetall, hvor høye fargetall reduserer effekten av UV bestråling.



Figur 10: Totalt organisk karbon (TOC) i råvannsprøver fra Isesjø vannverk

### 2.1.2 Vannkvalitet i Isesjø og tilløpsbekker

I Isesjø er det to målepunkter i Vannmiljø-databasen, ett i den nordlige enden av sjøen (ISE 2) og ett i den sørlige delen (ISE 1). I tillegg er det målepunkter i tilførselsbekkene Buerelva ved utløpet av Børtevann og innløpet til Isesjø, i Tveterbekken og Øbybekken. I tillegg er det et målepunkt ved utløpet til Isesjøen (Isesjø utløp) i begynnelsen av Isoa (Figur 11). Overvåkingen har pågått siden 80-tallet i noen av prøvepunktene, men det er stor variasjon i hyppigheten av målingene og hvilke parametere det er målt for. I denne delen av rapporten er det fokusert på analyseparametere av relevans for drikkevannskvalitet og de parametere som gir informasjon om hygienisk kvalitet på kilden. Det er også tilgjengelig data på næringsalter og klorofyll-a (indikasjon på eutrofiering og

algevekst). Noen av prøvepunktene har få målinger spredt over mange år og det er derfor vanskelig å si noe om trender. Det mangler også data fra nyere tid.

Tabell 3 viser oversikt over de ulike prøvepunktene i Isesjø med tilløpsbekker og hvilke vannanalyser som er utført for de ulike punktene. Bekkene Buerelva, Øbybekken og Tveterbekken er de dominerende tilførselsbekkene i nedbørsfeltet og er derfor fokusert på i det videre.



Figur 11: Målepunkter i databasen Vannmiljø (blå punkter) og utvalgte vannlokalteter som vurderes i denne rapporten. Navnsetting på målepunkter er den samme som er brukt i Vannmiljø-databasen.



Tabell 3: Oversikt over målepunkter i Vannmiljø med prøvetakingsperiode og analyseparametere. For selve Isesjø er det kun prøvepunkt ISE1 og ISE 2 som har analysedata av et visst omfang. Vannkvalitet i disse punktene er vurdert i det videre.

Lokalitet	Tidsperiode	Analyseparametere	Kommentar
<b>Innsjø</b>			
Isesjø - midt/sørlige basseng (ISE1) (002-30775)	1987 - 2019	Tot-N, Tot-P, fargetall, TOC, turbiditet, klorofyll-a, plankton	Tiltaksorientert overvåking vannområde, div aktører
Isesjø - nordlige basseng (ISE2) (002-31073)	1982 - 2021	Tot-N, Tot-P, TKB, fargetall, TOC, turbiditet, klorofyll-a, plankton	Tiltaksorientert overvåking vannområde, div aktører
Isesjø (prøvepunkt nordøst)	2012	Plankton/alger/taksonomi	Kun plankton, en årgang 2012, ingen andre parametere.  Ikke vurdert i det videre.
Isesjø utløp (prøvepunkt ved utløpet i nord))	1995, 2019	Tot-N, Tot-P, fargetall, TOC, metaller	Kun to år med en måling hvert år, få parametere.  Ikke vurdert i det videre.
<b>Tilløpsbekker og elver</b>			
Buerelva ved innløp til Isesjø *(002-50856)	2011-2022	Tot-N, Tot-P, TKB, STS, NH4 og NO3 målt i 2020 og 2022 (totalt kun 3 analyser)	Fysisk- kjemiske vannprøver – Sarpsborg kommunes resipientovervåking
Buerelva ved utløp fra Børtevaan (002-56196)	2020-2022	Tot-N, Tot-P, TKB, STS	NIVA
Øbybekken (002-50864)	2011-2022	Tot-N, Tot-P, TBK, STS, NH4 og NO3 målt i 2020, 2021 og 2022	Fysisk- kjemiske vannprøver – Sarpsborg kommunes resipientovervåking
Tveterbekken (002-50863)	2000-2022	Tot-N, Tot-P, TOC, TKB, STS, fargetall. NH4 og NO3 målt i 2020, 2021 og 2022	Fysisk-kjemiske vannprøver – Sarpsborg kommunes resipientovervåking

### 2.1.2.1 Hygienisk vannkvalitet i Isesjø og tilløpsbekker

I Isesjø nordlige basseng (prøvepunkt ISE2) er det utført 29 målinger mellom 2000 og 2003. Vannprøvene er tatt fra 4 m dyp. Hygieniske parametere er her målt som termotolerante koliforme

bakterier (TKB)<sup>3</sup>, og er påvist i 76% av prøvene. Konsentrasjonen er imidlertid lav, fra 0 – 18 CFU/100ml. Det er ingen nyere data på hygieniske parametere utover disse målingene fra 2000 – 2003. Det er svært få data og de er ikke fremstilt i figur.

For prøvepunkt i Isesjøes sørlige basseng (ISE 1) er det ikke analysert for hygieniske parametere.

Tveterbekken som renner ut i den sørlige delen av Isesjø har tidvis høye konsentrasjoner av termotolerante koliforme bakterier (TKB) (Figur 12). Det er gjort målinger opp til 3800 CFU/100ml og flere målinger over 1500 CFU/100ml. Målingene er tatt mellom 2011 og 2022 og det er påvises TKB i alle prøvene som er tatt (100% påvisning). Det er ikke utført fekal kildesporing (se lenger nede for Øybekken) i Tveterbekken, så man vet lite om kilden til denne forurensingen. Det er imidlertid gjort noen målinger av ammonium og nitrat-konsentrasjoner i Tveterbekken. Dette kan – sammen med påvisning av tarmbakterier si noe om forurensningskilde (se kapittel 2.1.2.2).

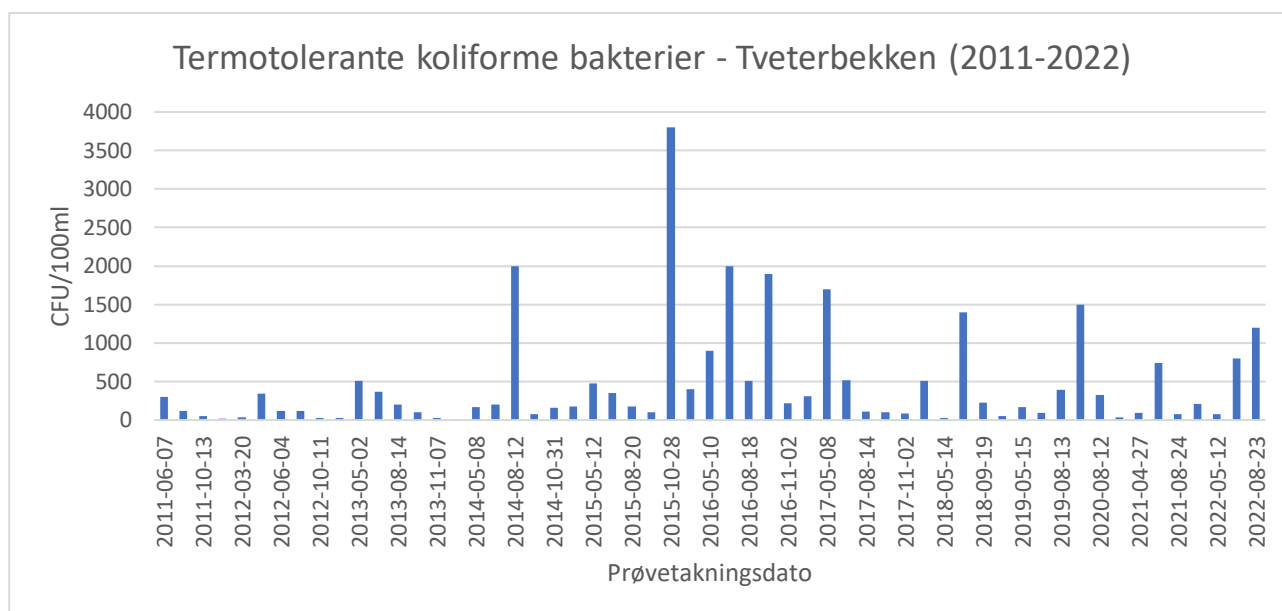
Buerelva har utløp nord-øst i Isesjø. Her er det gjort analyser av termotolerante koliforme bakterier (TBK) mellom 2011-2022 (Figur 13). Høyeste registrerte måling er på 1200 CFU/100ml fra 2014 og 2015. Bortsett fra disse toppene ligger konsentrasjonen stort sett mellom 1 – 100 CFU/100ml (middelverdi 85 CFU/100ml). Av nyere dato viser analyser fra 2021 og 2022 at høyeste målte konsentrasjon er 20 CFU/100ml. Av alle analyser tatt i perioden (2011 – 2022) påvises det TKB (positive prøver) i 98 % av analysene. I 2021 og 2022 er det også målt TBK i Buerelva ved utløpet fra Børtevann. Bakteriekonsentrasjonen (TKB) ligger mellom 0-9 CFU/100ml. På sammenfallende prøvetakningsdatoer fra Buerelva ved utløpet av Børtevann og innløpet til Isesjø er det en dobling av TKB i prøvene, eks. fra 0 CFU/100ml ved utløpet av Børtevann til 13 CFU/100ml ved innløpet til Isesjø i mai 2022. Målte TKB-konsentrasjoner er likevel lavt i denne perioden. Som for Tveterbekken er det ikke utført fekal kildesporing her.

Øybekken kommer nordfra og har sitt utløp nord i Isesjø. Som for Tveterbekken og Buerelva er det analysert for TKB i perioden 2011 – 2022 (Figur 14). I perioden er det påvist TKB (positive prøver) i 96,5 % av analysene. Høyeste målte verdi er > 2500 CFU/100ml (november 2020). Det synes å være en økning i antall prøver med høye TKB konsentrasjoner.

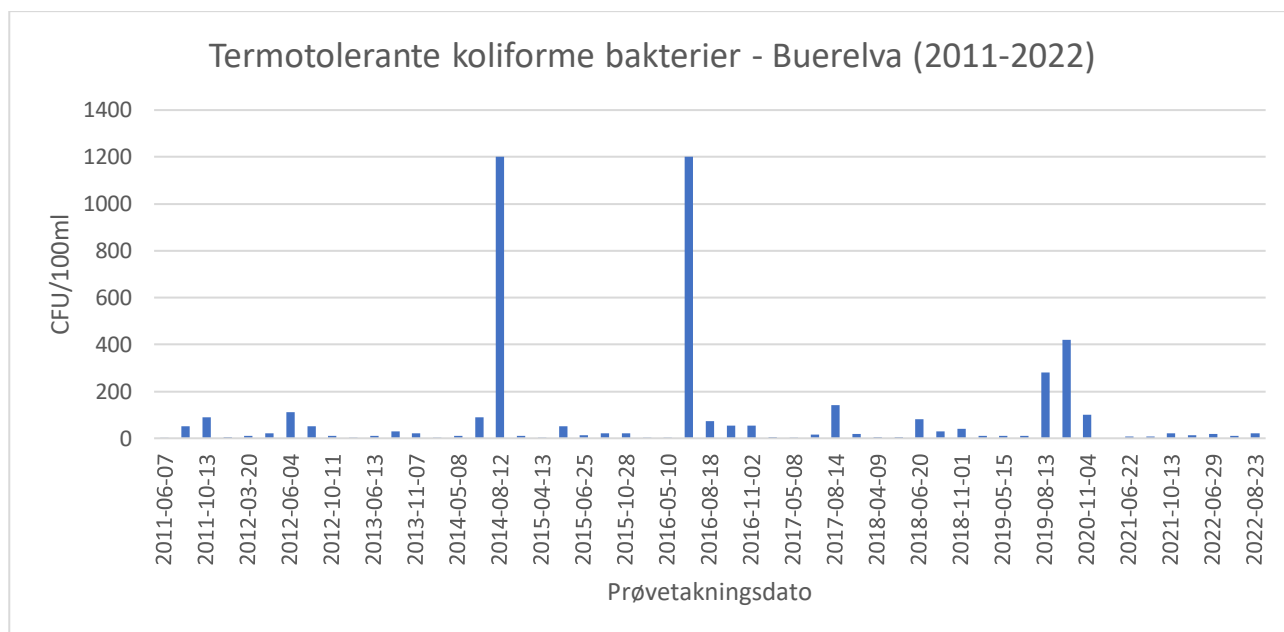
---

<sup>3</sup> TKB = termotolerante koliforme bakterier. Brukt her som indikator på hygienisk vannkvalitet. Kan forekomme i store mengder i avføring fra mennesker og dyr. I drikkevannssammenheng ble denne tidligere brukt som indikator på hygienisk forurensing, men er nå erstattet med indikatorbakterien *E. coli*. *E. coli* er den viktigste bakterien i gruppen TKB og kan utgjøre om lag 80 – 90 % av TKB. *E. coli* er mer feces-spesifikk enn TKB og den indikatorbakterien som benyttes i drikkevannssammenheng.

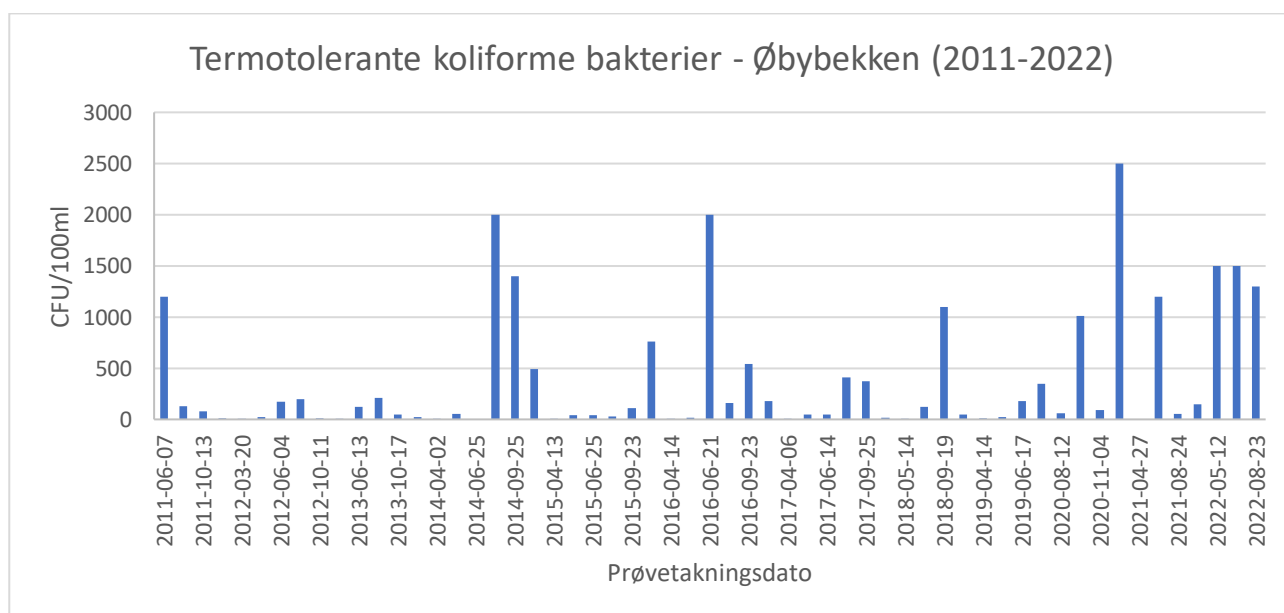
I regi av Sarpsborg kommune ble det utført fekal kildesporingsanalyse i september og november 2020 i Øbybekken (NIBIO, 2020). I begge prøvetakningene (september og november) ble det funnet både koliforme bakterier og *E. coli*. Det ble gått videre med DNA-analyse som kan skille mellom fekal forurensning fra mennesker, hester, griser og drøvtyggere (samlegruppe for f.eks. kyr, sau, geit eller hjortedyr) og gruppen “andre dyr” (samlebetegnelse for øvrige varmblodige dyr som f.eks. hund, katt, fugler, ville dyr, osv.). Prøven fra Øbybekken i september 2020 viste 95% fekal forurensning fra samlegruppen “andre dyr” og 5% fra hester. Analysen fra november viste 81% fekal forurensning fra samlegruppen “andre dyr”, 16% fra drøvtyggere og 3% fra hester. Ingen av prøvene påviste fekal forurensning fra mennesker i Øbybekken.



Figur 12: Termotolerante koliforme bakterier (TKB) i Tveterbekken.



Figur 13: Termotolerante koliforme bakterier (TKB) i Buerelva



Figur 14: Termotolerante koliforme bakterier (TKB) i Øbybekken

Oppsummert viser analysene av hygieniske parametere i Isesjø med tilløpsbekker at bekkene har en tilnærmet konstant forekomst av hygienisk forurensing. Råvannsinntaket til Isesjø vannverk i sørlige basseng er også påvirket av hygienisk forurensing. Selv om inntaket ligger på 12 m dyp, synes ikke dette å gi god beskyttelse mot forurensninger fra overflaten. For prøvepunktet i selve

Isesjø (ISE2) er datagrunnlaget begrenset, og gir lite grunnlag for å vurdere den hygieniske kvaliteten. For de prøvene som er tatt, viser imidlertid vannanalysene at vannet er hygienisk forurenset.

For Isesjø og de dominerende tilløpsbekkene i nedbørsfeltet er prosentandel prøver med påvisning av termotolerante koliforme bakterier (TKB) eller *E.coli*:

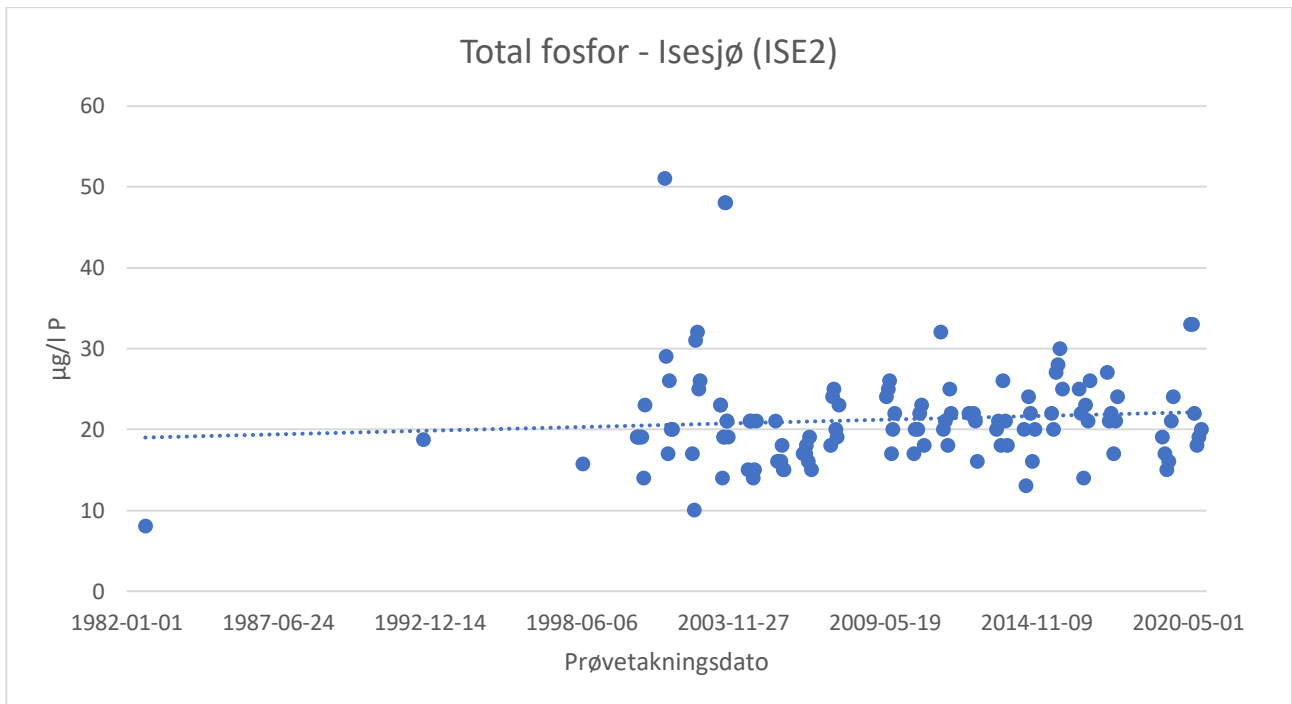
- Isesjø (nordligste basseng) 76% (2000-2003)
- Tveterbekken 100% (2011-2022)
- Buerelva 98% (2011-2022)
- Øbybekken 96,5% (2011-2022)
- Råvannsinntak Isesjø vannverk 56% (2011-2022)

I Isesjøs nordlige basseng og tilløpsbekker er det målt på TKB. I råvannsinntaket til Isesjø vannverk er det målt på *E. coli*.

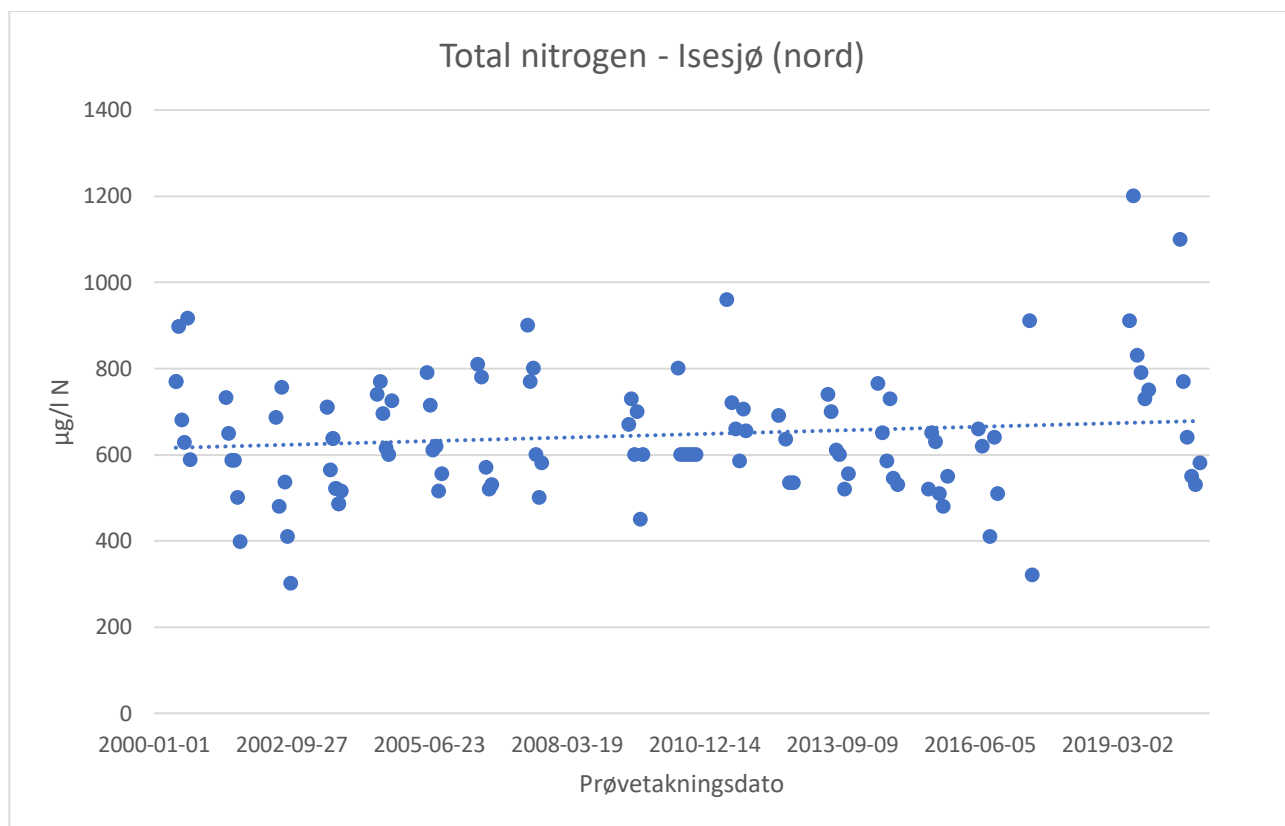
#### 2.1.2.2 Konsentrasjon av næringssalter (fosfor og nitrogen) i Isesjø og tilløpsbekker

Det er målt totalt fosfor (Tot-P) i 1982, 1992, 2000-2007, 2009-2017 og 2019-2020 i den nordlige delen av Isesjø (ISE2). Målingene er tatt på 4 m dyp. Gjennomsnittlig konsentrasjon er 21 µg/l, med den høyeste konsentrasjonen målt til 51 µg/l P. Analysene viser tidvis høye konsentrasjoner, og det synes å være en stigende utvikling når man ser på målinger utført på 1980 og til begynnelsen av 90 tallet, sammenlignet med de siste 10 år. Her ligger konsentrasjonen av totalt fosfor stort sett i intervallet 20 – 25 µg/l P.

Totalt nitrogen (Tot-N) er målt i 1982, 1992, 2000-2007, 2009-2017 og 2019-2020. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av nitrogen er 645 µg/l, med den høyeste konsentrasjonen målt til 1200 µg/l N i juni 2019.



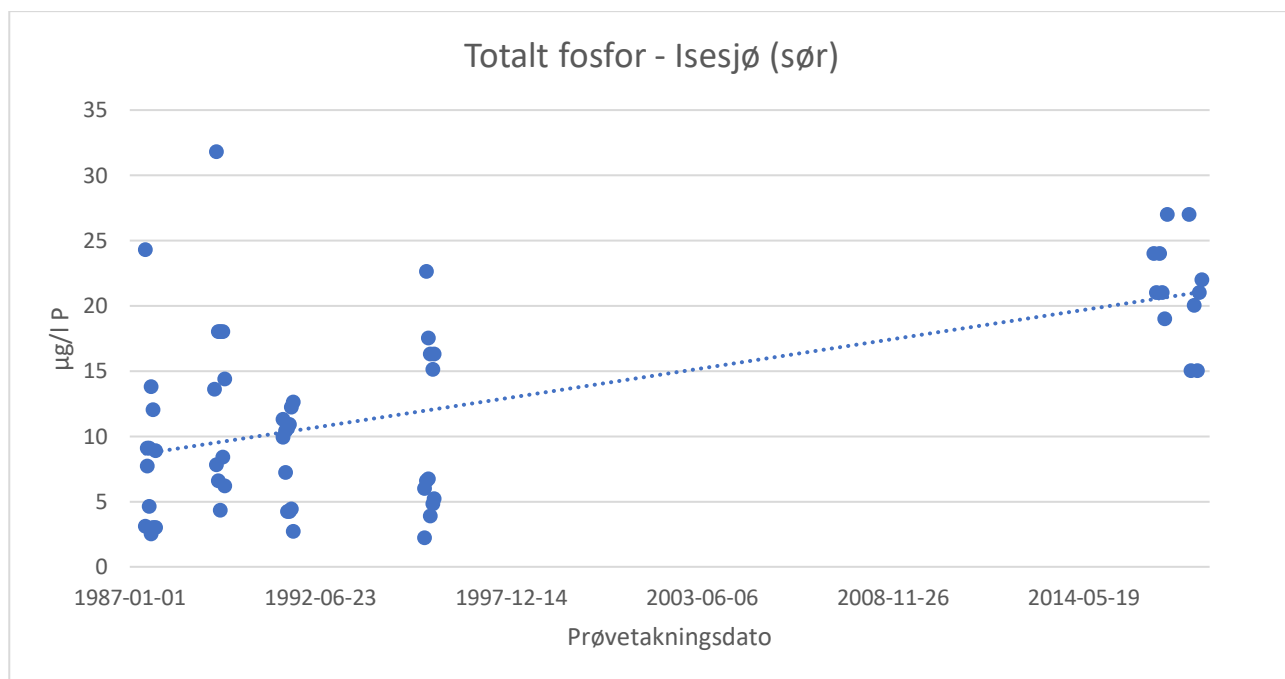
Figur 15: Tot-P i Isesjø – nordlig basseng (ISE2). Det er bare én måling i 1982/92/98



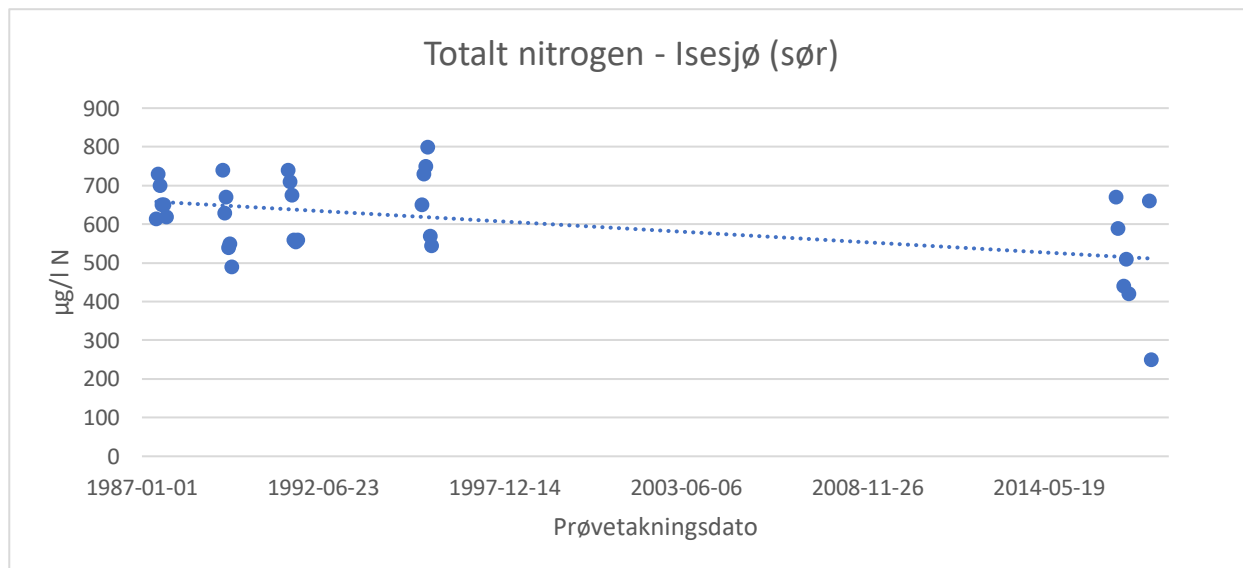
Figur 16: Tot-N i Isesjø – nordlig basseng (ISE2)

I det sørlige bassenget i Isesjø (ISE1) er det målt for totalt fosfor (Tot-P) sporadisk mellom 1987 og 2017, noen målinger er tatt på 4 meters dyp og noen på 10 meters dyp. Konsentrasjonen av Tot-P målt på 10 meters dyp er i gjennomsnitt litt lavere enn på 4 meters dyp. Målingene fra 2016-2017 er i gjennomsnitt høyere enn målingene gjort før 1996. Gjennomsnittskonsentrasjon av Tot-P på 4 m dyp i måleperioden er 12 µg/l P, med høyeste målte verdi på 32 µg/l P.

Totalt nitrogen (Tot-N) er målt på 4 meters dyp i 1987, 1989, 1991, 1995 og 2016-2017. I 1988-1989, 1991 og 1993 ble total nitrogen målt på 10 meters dyp. De høyeste konsentrasjonene er målt mellom mai og juli hvert år (avrenning fra gjødsling på våren). Gjennomsnittlig totalt nitrogen målt i den sørlige delen av Isesjø i perioden er 631 µg/l N. Målingene ligger normalt mellom 500 og 700 µg/l.



Figur 17: Tot-P i Isesjø – sørlige basseng (ISE1). Utdrag av målinger tatt på 4 meters dyp



Figur 18: Tot-N i Isesjø – sørlige basseng (ISE1)

Totalt nitrogen (Tot-N) er målt i Tveterbekken mellom 2020-2022. Konsentrasjon ligger jevnt mellom 800 og 1100 µg/l i perioden. Nitrogen er vannløselig, og hvis det forekommer topper skjer det ofte i forbindelse med nedbør, og etter gjødsling og såing.

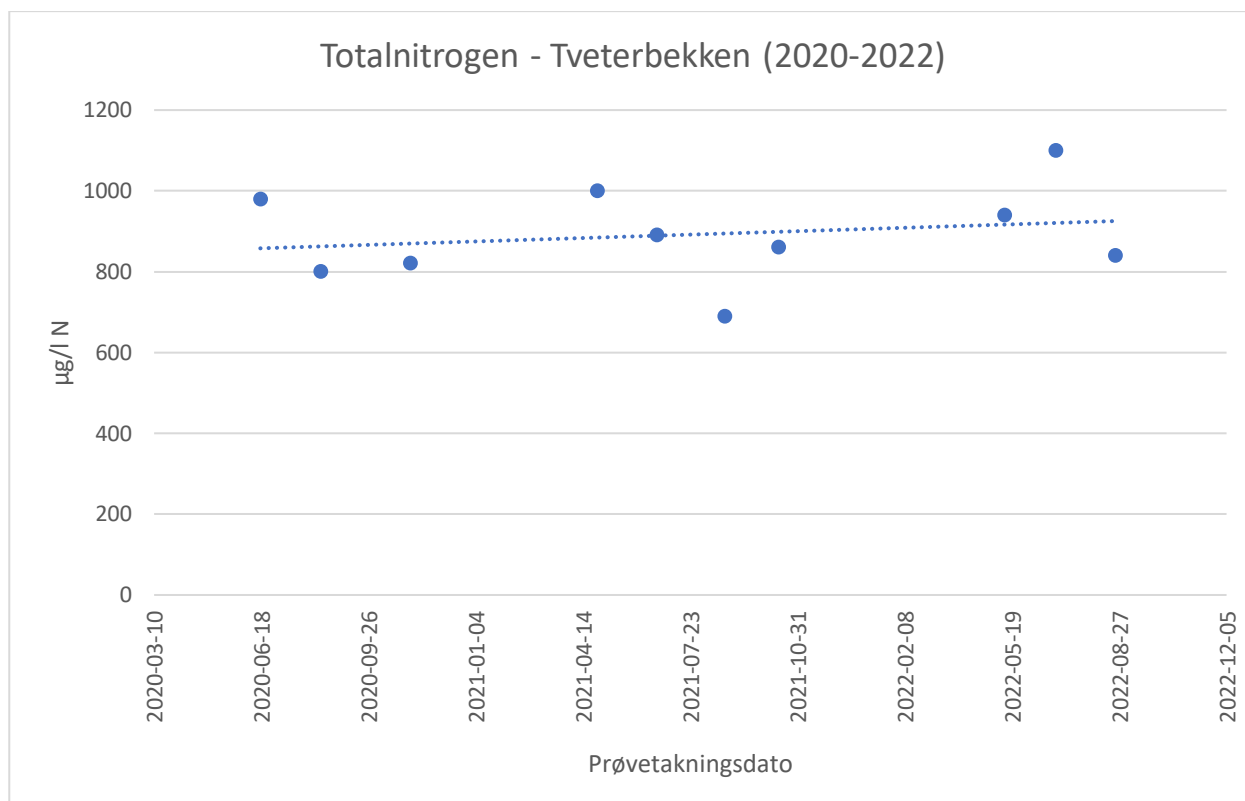


Det er også analysert for ammonium (NH<sub>4</sub>-N) og nitrat (NO<sub>3</sub>-N) i Tveterbekken for årene 2020, 2021 og 2022. Ammonium dannes i naturen ved biologisk nedbryting av nitrogenholdige plante- og dyrerester. Konsentrasjonen av ammonium i upåvirkede innsjøer er vanligvis lav da ammonium dels bindes i løsmasser og dels hurtig tas opp av organismer eller oksideres til nitrat når det er oksygen til stede. Høyt NH<sub>4</sub>-N innhold finnes i husdyrgjødsel og avløpsvann. Avrenning av disse ammoniumkildene til overflatevann kan dermed gi en økt ammoniumkonsentrasjon i vannet og indikere forurensing av vannet. Ammonium kan derfor sammen med analyse på tarmbakterier indikere forurensning fra husdyrgjødsel eller avløpsvann.

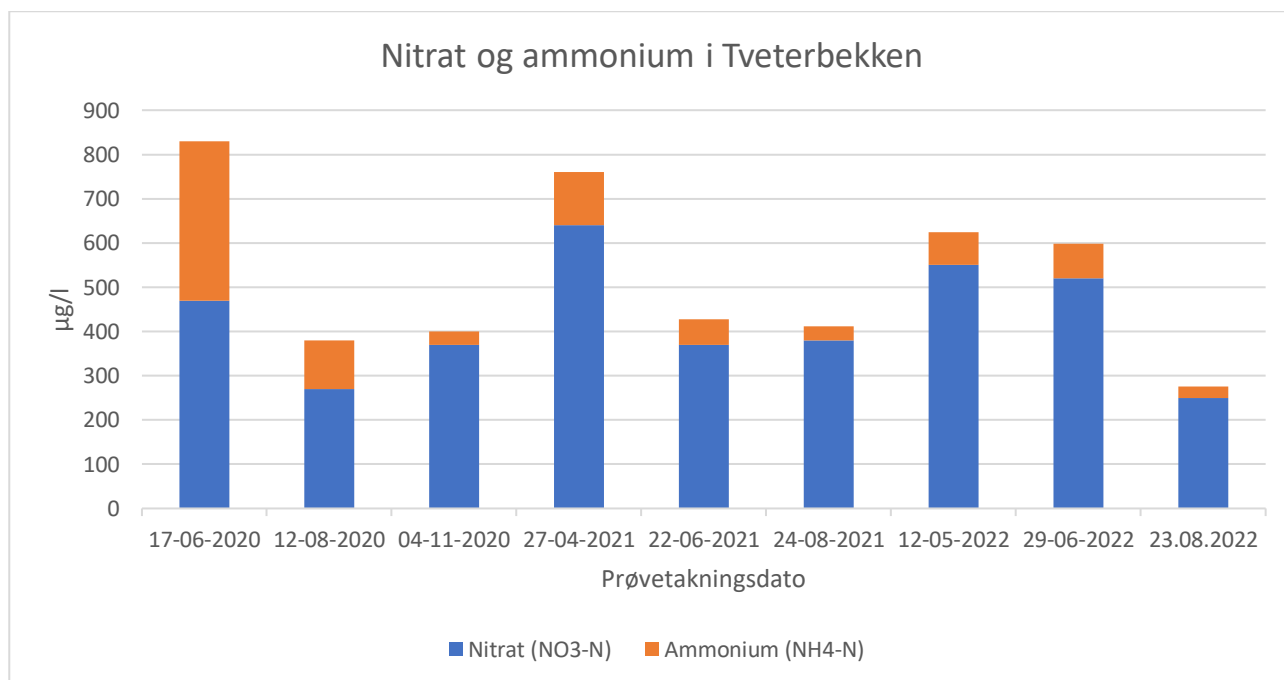
Nitrat i overflatevann dannes naturlig ved nitrifikasjon (biologisk oksidasjon) av ammonium. Forhøyede konsentrasjoner av nitrat finner man ofte i jordbrukspåvirkede vassdrag, som følge av gjødsling i jordbruket. Bruk av kunstgjødsel vil ofte kunne føre til avrenning av nitrogen i form av nitrat, hvor nitrat er relativt vannløselig og i liten grad bindes i løsmasser. I overflatevann hvor det ikke er jordbruk i nedbørfeltet eller annen N-tilførsel, er ofte nitratinnholdet i vannet tilsvarende det man finner i nedbøren.

Konsentrasjonen av ammonium og nitrat i Tveterbekken er vist i Figur 20. Konsentrasjonen av ammonium i Tveterbekken ligger mellom 26 – 360 µg/l. Konsentrasjonen av nitrat ligger mellom 270 – 640 µg/l. For alle analyser er konsentrasjonen av nitrat høyere enn ammonium (NO<sub>3</sub>-N > NH<sub>4</sub>-N), men det er ved enkelte prøvetakinger målt relativt høye konsentrasjoner av ammonium. Dette, sammen med tidvis høye konsentrasjoner av tarmbakterier (TKB) i Tveterbekken, kan tyde på påvirkning fra husdyrgjødsel og/eller avløpsvann.

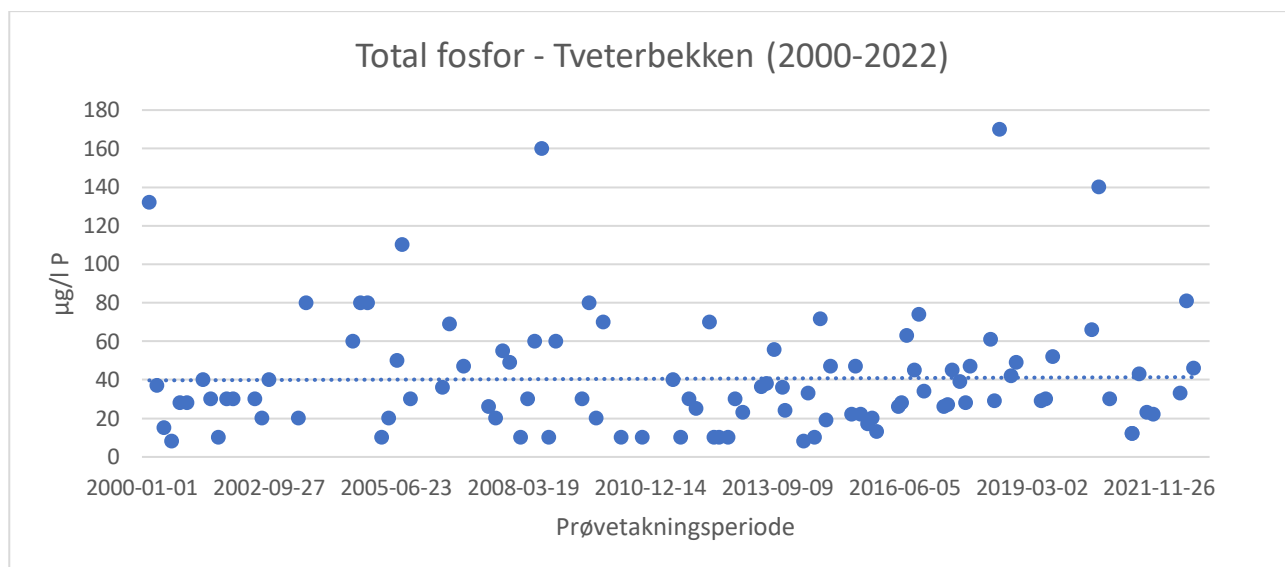
Totalt fosfor (Tot-P) er målt over et langt større tidsintervall, mellom 2000 og 2022, med konsentrasjoner varierende mellom 8 og 170 µg/l P (middelverdi 41 µg/l).



Figur 19: Tot-N i Tveterbekken i perioden 2020-2022



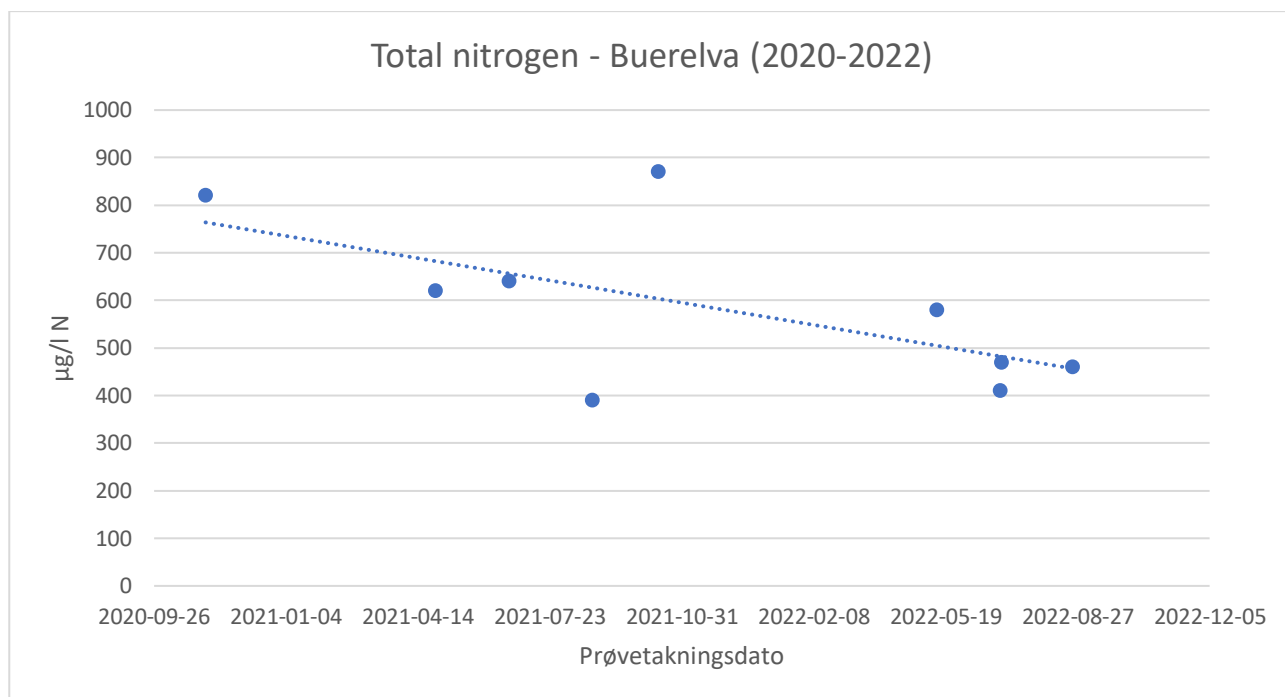
Figur 20: Ammonium og nitrat i Tveterbekken



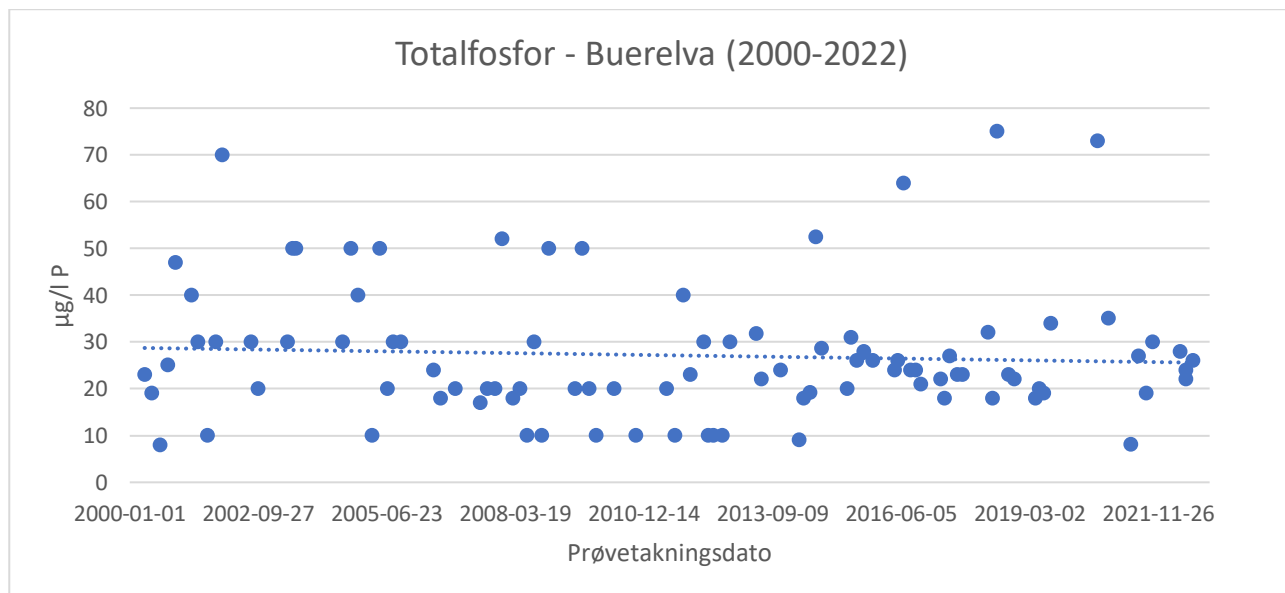
Figur 21: Tot-P i Tveterbekken i perioden 2000 - 2022

Totalt nitrogen (Tot-N) er målt mellom 2020 og 2022 i Buerelva. Konsentrasjonene ligger mellom 400-870 µg/l. De høyeste verdiene er målt på høsten, og det er sesongvariasjoner. Det er målt for nitrat og ammonium i Buerelva også, men kun ved tre anledninger (én analyse i 2020 og to i 2022). Det er lite datamateriale og vektlegges ikke i det videre.

Totalt fosfor (Tot-P) er målt mellom 2000 og 2022. Konsentrasjonene varierer fra 8 til 75 µg/l P (middelverdi 27 µg/l). Målingene er gjort mellom april og november, med noe variasjon i hyppighet.



Figur 22: Tot-N i Buerelva i perioden 2020-2022

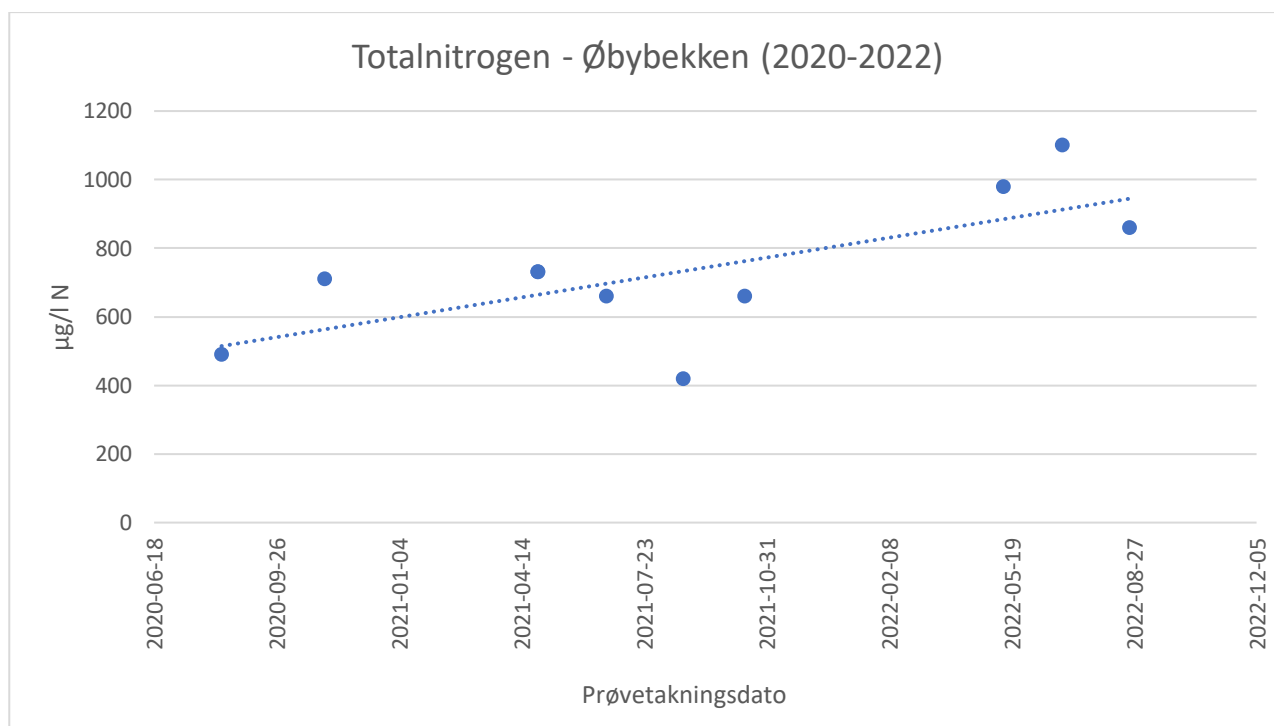


Figur 23: Tot-P i Buerelva i perioden 2000 - 2022

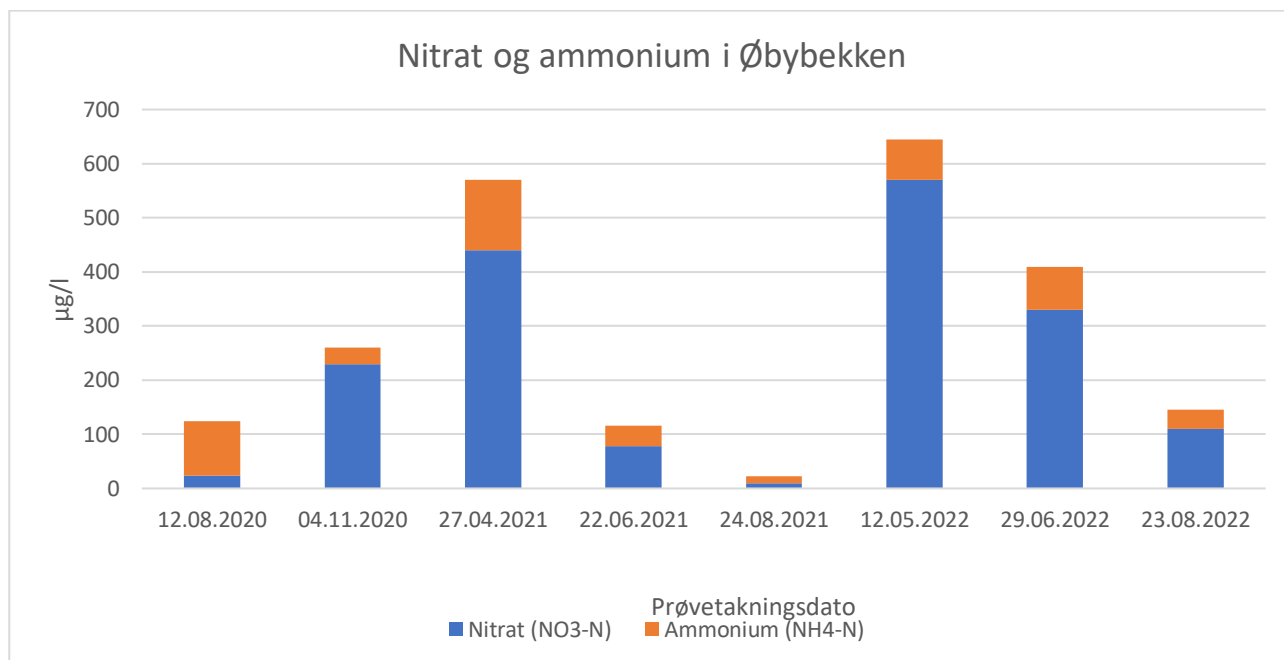
Øbybekken er analysert for Tot-N og Tot-P. Totalt nitrogen er analysert 10 ganger mellom 2020 og 2022. Konsentrasjonen varierer mellom 420 – 1100 µg/l N. Som for Tveterbekken er det også analysert for ammonium (NH<sub>4</sub>-N) og nitrat (NO<sub>3</sub>-N) i Øbybekken for årene 2020, 2021 og 2022. Konsentrasjonen av ammonium i Øbybekken ligger mellom 13 – 130 µg/l, og konsentrasjonen av

nitrat mellom 10 – 570 µg/l (Figur 25). Konsentrasjonen av nitrat er høyere enn for ammonium ( $\text{NO}_3\text{-N} > \text{NH}_4\text{-N}$ ) for alle analyser, med unntak av en prøvetaking hvor ammonium dominerer over nitrat (12.08.2020). Det er også i Øbybekken målt tidvis høye konsentrasjoner av ammonium, sammen med høye konsentrasjoner av tarmbakterier (TKB). Det er utført fekal kildesporing i Øbybekken som viste at fekal forurensing stammet fra dyr (husdyr, ville dyr og fugl) og ikke mennesker (avløp).

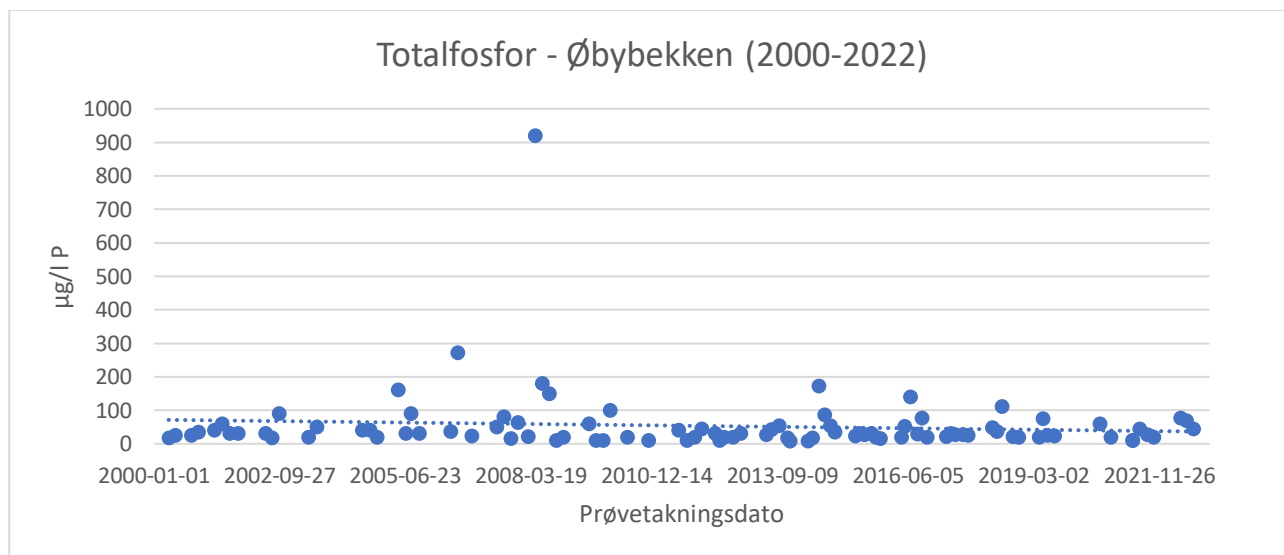
Total fosfor (Tot-P) er målt mellom 2000 og 2022. Konsentrasjonen varierer mellom 7 – 920 µg/l P (middelverdi 53 µg/l P).



Figur 24: Tot-N i Øbybekken i perioden 2020 – 2022



Figur 25: Ammonium og nitrat i Øbybekken



Figur 26: Tot-P i Øbybekken i perioden 2000 - 2022

Kort oppsummert viser resultatene med hensyn på næringsalter at konsentrasjonen av fosfor (Tot-P) er noe høyere i tilløpsbekkene enn i selve Isesjø. I Isesjø synes konsentrasjonen å være relativt stabil eller svakt økende i måleperioden, mens det er større variasjon i tilløpsbekkene. Lavere konsentrasjon i selve Isesjø skyldes blant annet effekten av fortykning og sedimentasjon. At

konsentrasjonen er relativt stabil er blant annet en effekt av at tilførselene ikke har gått ned i perioden. Mer detaljer rundt fosfortilførsel i nedbørsfeltet til Isesjø er beskrevet i egen rapport om tilførsler og avlastningsbehov (separat dokument, del av oppdraget for Sarpsborg kommune) [1].

For totalt nitrogen (Tot-N) er konsentrasjonene relativt like både i Isesjø og i tilløpsbekkene. For bekkene er imidlertid analyseperioden kort (2020 – 2022), mens for selve Isesjø strekker data seg tilbake til 1980-tallet. Verdiene synes å ligge relativt stabile mellom 500 – 700 µg/l N, uten noen stigende trend over perioden.

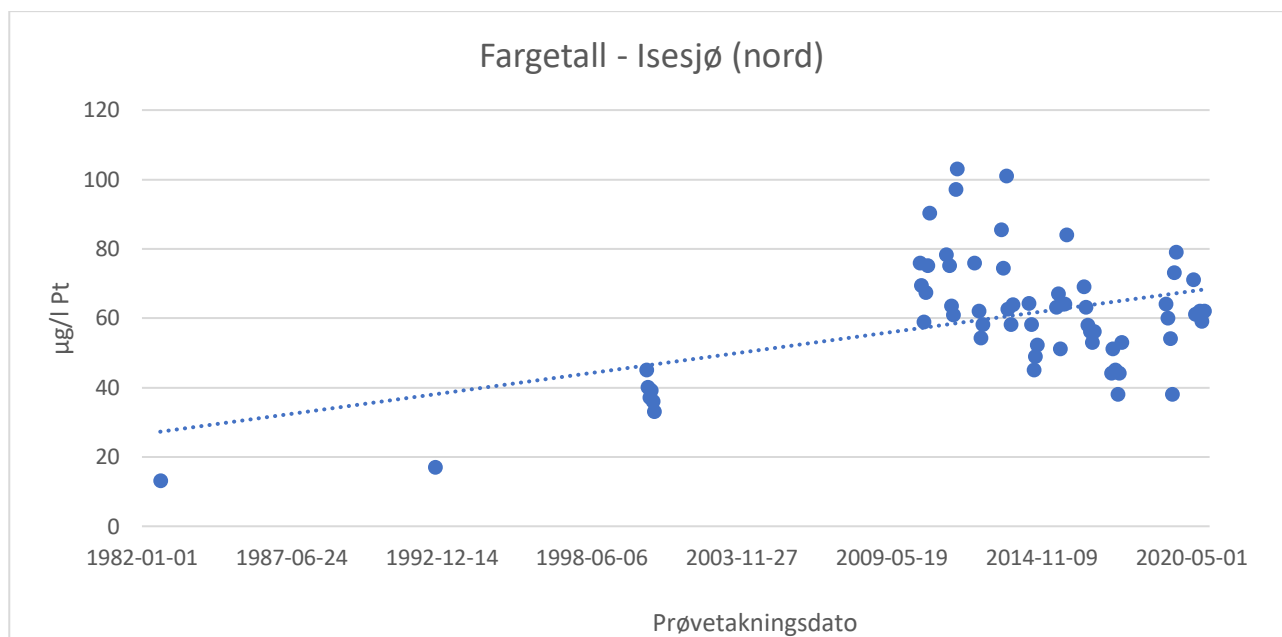
I henhold til Mattilsynets veileder og grenseverdier for råvann mhp. fosfor, er grenseverdien for egnet råvann < 10 µg/l. Med tanke på denne parameteren er fosforkonsentrasjonen noe høy i Isesjø, med en gjennomsnittskonsentrasjon på 21 µg/l P i nordlige basseng og 12 µg/l P i sørlige basseng. En slik råvannskvalitet tenderer mot mindre egnet til ikke egnet, og vil trenge mer utvidet vannbehandling eller tiltak i nedbørsfeltet.

#### 2.1.2.3 Fargetall i Isesjø og tilløpsbekker

Fargetallet i den nordlige delen av Isesjø (ISE2) er målt i 1982, 1992, 2000, 2010-2017 og 2019-2020. I 1982 var fargetallet mellom 10-20 mg Pt/l. Det har skjedd en tydelig økning frem til 2010, fra fargetall under 40 mg/l Pt til verdier over 80 mg/l Pt i 2010. De høyeste målingene ligger over 100 mg Pt/l og er tatt mellom 2011 og 2013. I perioden fra 2013 og frem til i dag ligger fargetallsmålingene jevnt over på et høyt nivå (mellom 40 – 80 mg Pt/l) og langt over det som er anbefalt nivå mhp. egnet råvannskvalitet (10 mg Pt/l). Det er også gjort målinger av fargetall i Isesjø's sørlige basseng (ISE1), men langt mer sporadisk (1987, 1989, 1991, 1993, 1995 og 2016-2017), og noen målinger er tatt på 4 meters dyp og noen er tatt på 10 meters dyp. Målinger tatt mellom 1987 og 1995 ligger mellom 20-30 mg/l Pt, målingene mellom 2016 og 2017 ligger mellom 50 og 70 mg/l Pt (ikke vist i figur).

Fargetallet fra Isesjø (ISE1 og ISE2 (middelverdi: 60 mg Pt/l)) er likt med fargetallet i råvannet til Isesjø vannverk (middelverdi 63 mg Pt/l) (se kap. 2.1.1.1). Det er et høyt nivå, og målingene viser også at det ikke er forskjell på fargetall på 4 m dyp (ISE2) og 12 m dyp (råvannsinntaket).

I Tveterbekken er fargetall målt tre ganger, i 2011, 2017 og 2020. Høyeste målte fargetall er på 140 mg/l Pt i 2020. Det er ikke målt fargetall i Buerelva og Øbybekken.



Figur 27: Fargetall i Isesjø – nordlig basseng (ISE2)

#### 2.1.2.4 Organisk stoff (total organisk karbon – TOC) i Isesjø og tilløpsbekker

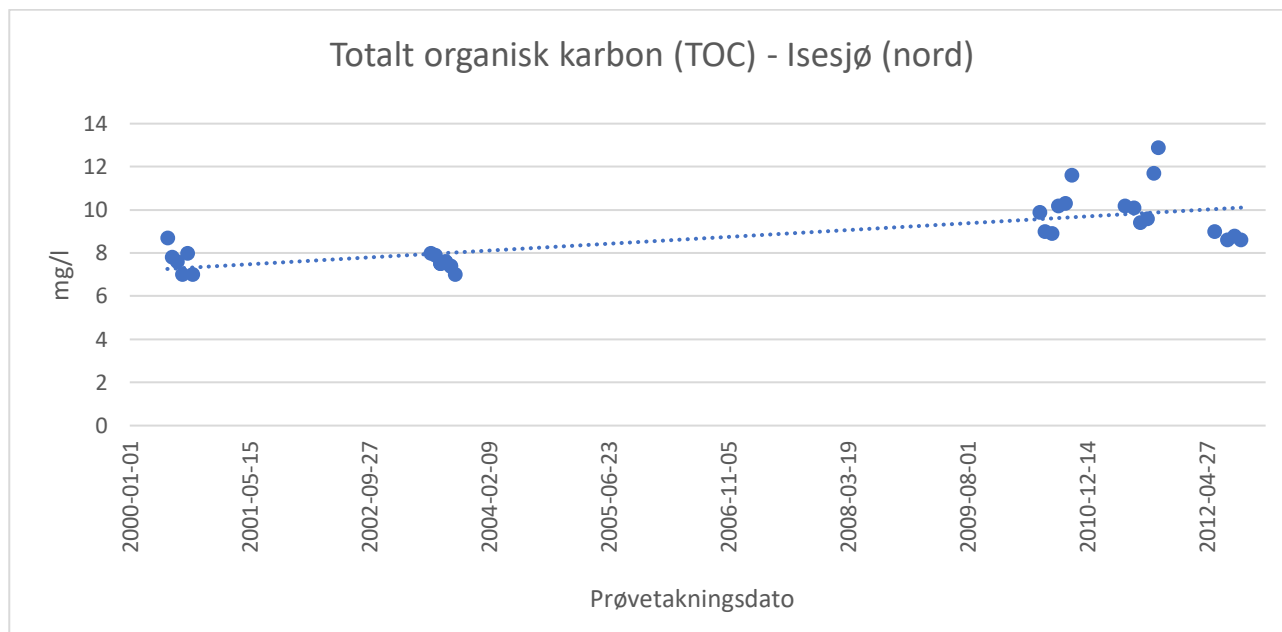
Det er målt konsentrasjon av total organisk karbon (TOC) i Isesjø's nordlige basseng (ISE2) for årene 2000, 2003, 2010-2012. Konsentrasjonen ligger mellom 7 og 12,9 mg/l C, og høyeste målinger er gjort i årene 2010 og 2011. For Isesjø's sørlige basseng (ISE1) er totalt organisk karbon (TOC) målt sporadisk mellom 1987 og 1995, noen av prøvene er tatt på 4 meters dyp og noen på 10 meter. Det er ingen store endringer mellom 1987 og 1995. Målingene tatt på 4 meters dyp ligger mellom 5-7 mg/l C, mens målingene tatt på 10 meters dyp ligger under 1 mg/l C. Målinger for ISE1 er ikke vist i figur.

TOC konsentrasjonene i Isesjø ISE2 er på samme nivå som målinger på råvannet til vannverket (se kap. 2.1.1.1). Det er ingen grenseverdier for konsentrasjon organisk stoff mhp. drikkevannskvalitet, men anbefales å være så lav som mulig. Dette da for mye organisk stoff kan gi utfordringer med lukt og smak og dannelse av uønskede biprodukter i vannbehandlingen. I en tidligere versjon av drikkevannsforskriften var det satt en anbefaling om lavere enn 5 mg/l C på rent vann.

Totalt organisk karbon (TOC) er målt to ganger i Tveterbekken, en gang 2017 og en gang i 2020. I 2017 var TOC målt til 21 mg/l. I 2020 var TOC målt til 16 mg/l. Begge målingene er gjort på høsten (okt., nov.). Resultatene er ikke vist i figur. Det er et tynt datamateriale, men resultatene viser likevel



langt høyere konsentrasjoner av organisk stoff i Tveterbekken enn i selve Isesjø. Det er ikke data på organisk stoff fra Øbybekken eller Buerelva.



Figur 28: Totalt organisk karbon (TOC) i Isesjø nordlig basseng (ISE2)

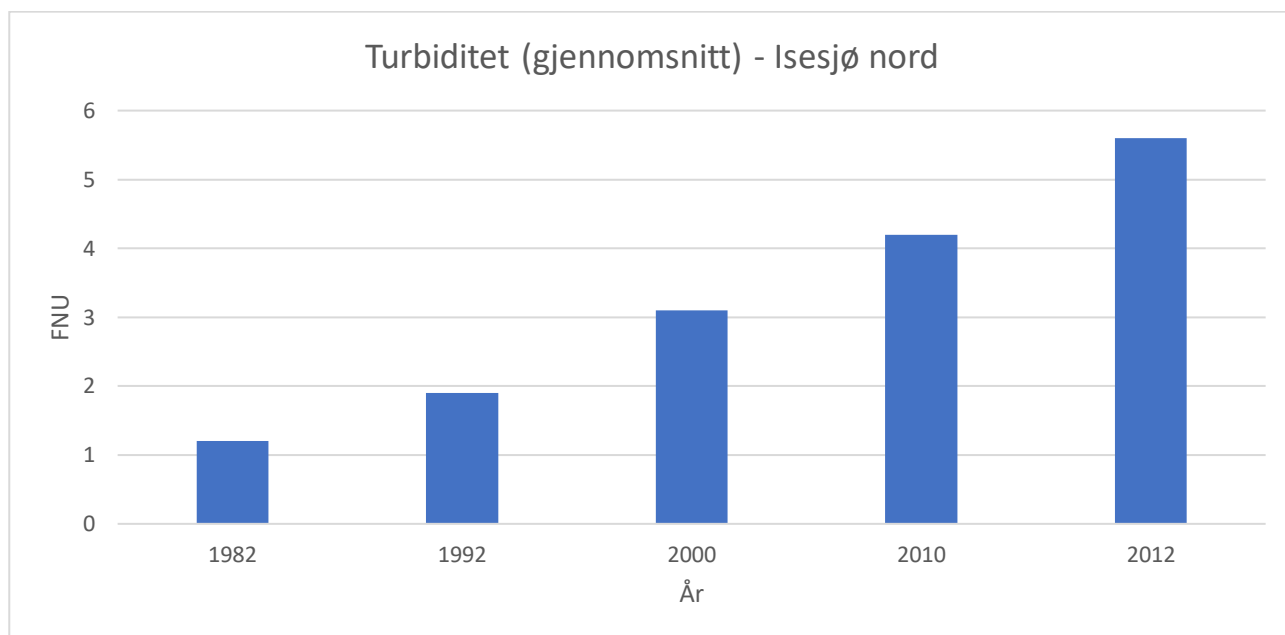
#### 2.1.2.5 Turbiditet i Isesjø og tilløpsbekker

Turbiditet er målt i Isesjø's nordlige basseng (ISE2) i 1982, 1992, 2000, 2010 og 2012. Turbiditeten ligger mellom 1 og 6 FNU, med en økning i turbiditet over måleperioden. Det er også tatt turbiditetsmålinger i den sørlige delen av Isesjø (ISE1), men de er av eldre dato. Det er tatt 11 målinger mellom 1991 og 1993. Vannprøvene er hentet fra 10 m dyp, og turbiditeten ligger mellom 0,5 – 3 FNU.

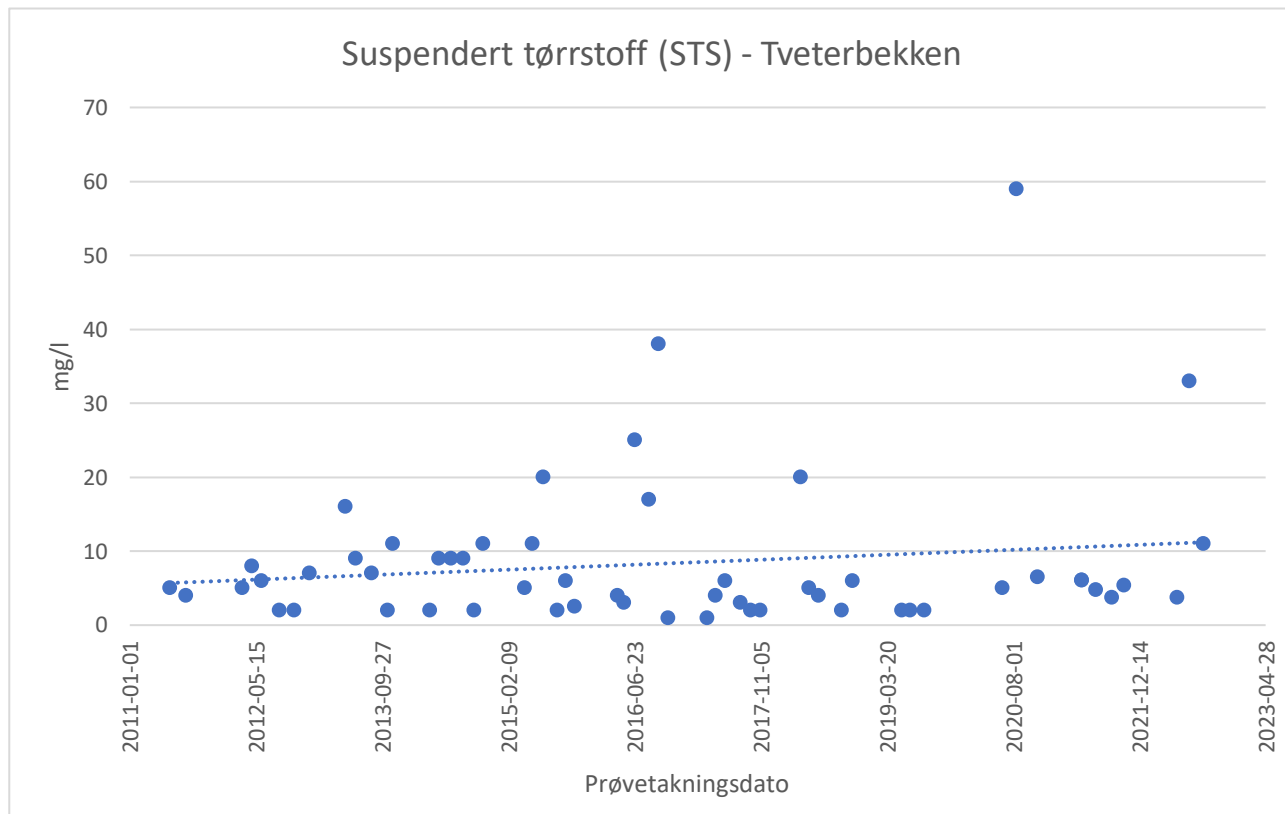
Det er relativt gamle data for Isesjø med få målinger, så vurderingsgrunnlaget er begrenset. Sammenlignet med turbiditetsmålinger på råvannsinntaket sees imidlertid at turbiditeten på råvannet ligger noe høyere (2-6 FNU) og med mer variasjon, selv på 12 m dyp. Overflatevannkilder vil alltid ha en viss turbiditet som vil kreve filtrering av vann som første trinn i behandling. Det anbefales at turbiditet ikke overstiger 1 NTU ut fra vannbehandlingsanlegg.

Det er ikke målt turbiditet i tilførselsbekkene, men det er målt suspendert tørrstoff (STS). Suspendert tørrstoff er også et mål på partikulært materiale i vannet.

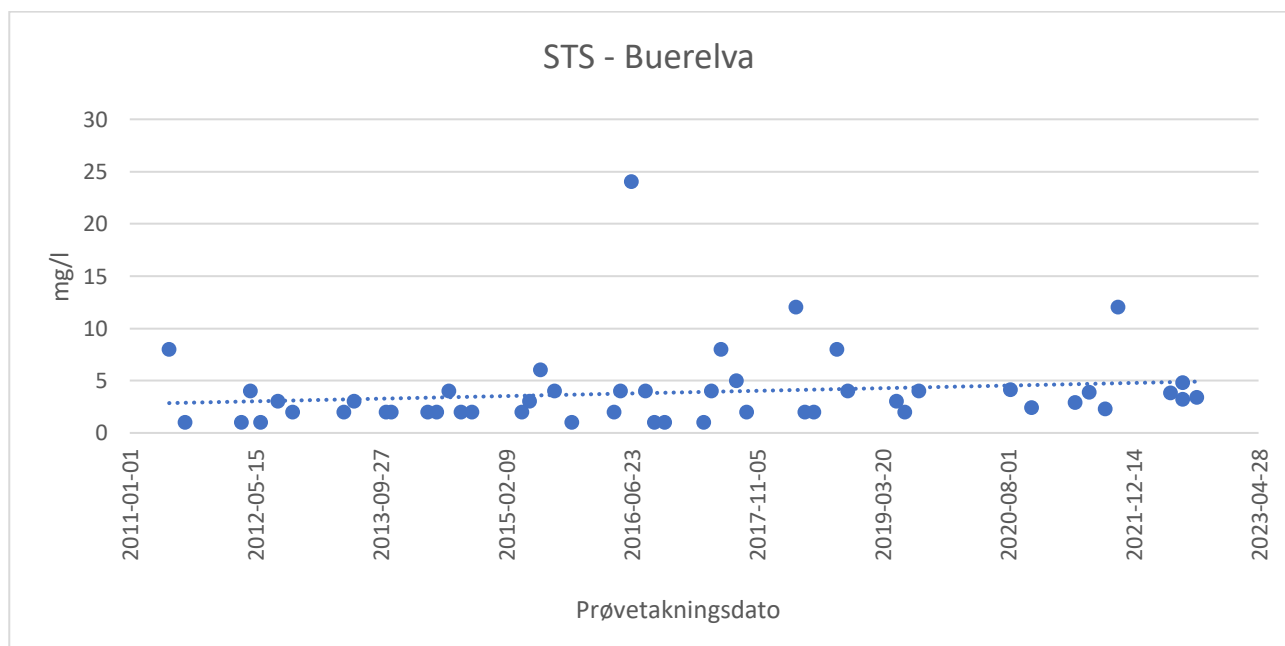
Suspendert tørrstoff i Tveterbekken er målt mellom 2011 og 2022, med konsentrasjoner fra mellom 1 og 59 mg/l (middelverdi 8,3 mg/l). I Buerelva viser målinger i samme tidsperiode konsentrasjoner mellom 1 – 24 mg/l (middelverdi 8,0 mg/l). For Øbybekken er nivåene tilsvarende som for Buerelva (1 – 24 mg/l) men med middelverdi på 3,9 mg/l.



Figur 29: Turbiditet i Isesjø – nordlige basseng (ISE2)



Figur 30: Suspendert tørrstoff (STS) i Tveterbekken



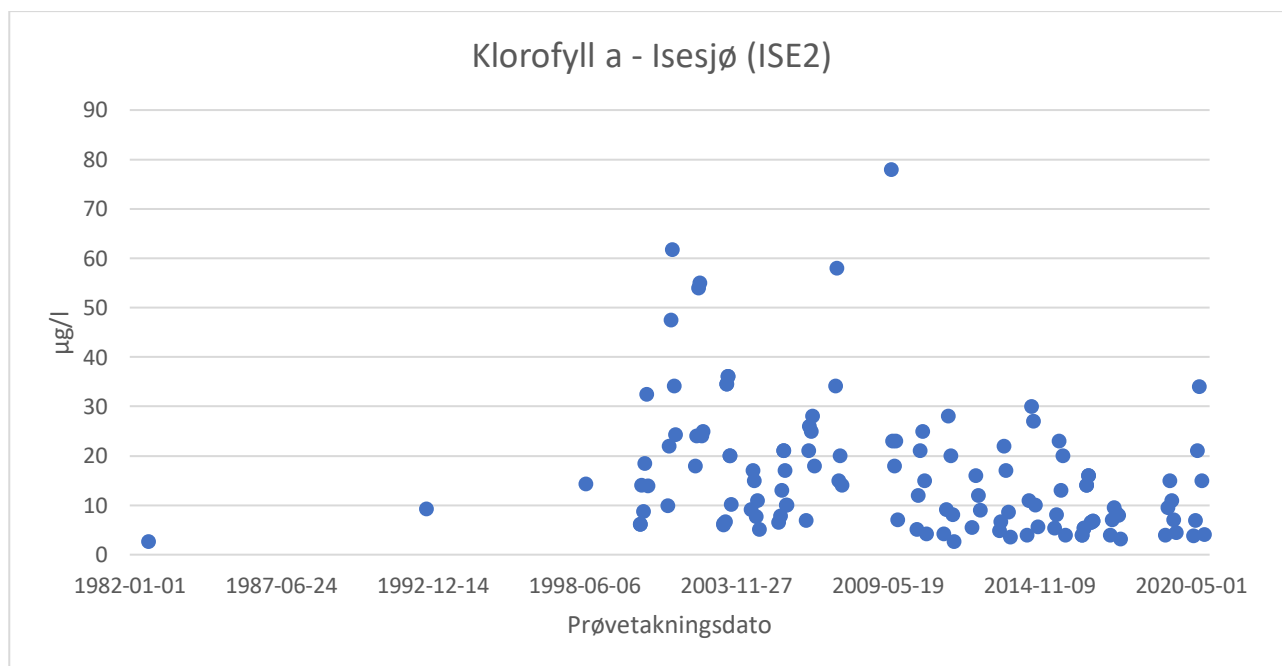
Figur 31: Suspendert tørrstoff (STS) i Buerelva

### 2.1.2.6 Plantep plankton – klorofyll-a i Isesjø

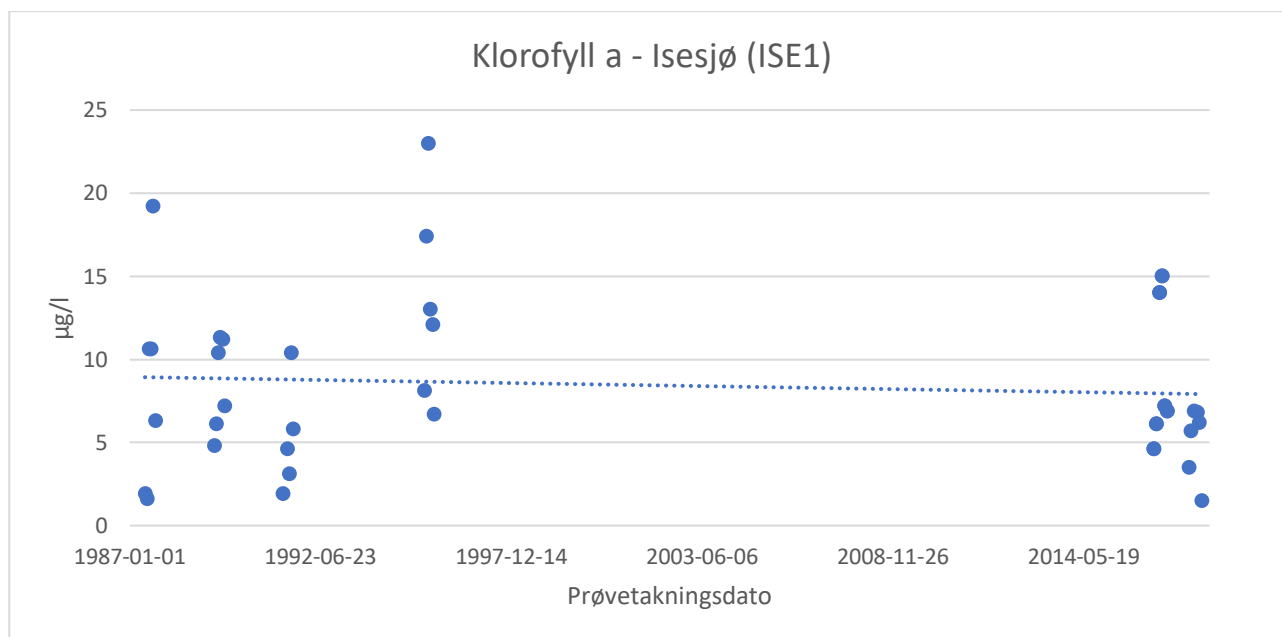
Måling av klorofyll-a gir et inntrykk av den totale mengde plantep plankton i vannet, og sier noe om eutrofi-situasjonen. Det er tatt målinger av klorofyll-a i Isesjø's nordlige basseng (ISE2) i 1982, 1992, 1998, 2000-2007, 2009-2017. Det er store variasjoner i målingene. Høyeste målte verdi er i 2009 på 78 ug/l. Etter dette synes konsentrasjonen å være avtakende. For Isesjø's sørlige basseng (ISE1) er klorofyll-a sporadisk analysert i 1987-1989, 1991, 1993, 1995 og 2016-2017. Noen prøver er tatt på 4 meters dyp, andre er tatt på 10 meters dyp. Konsentrasjonen varierer mellom 1,5- 37 ug/l. De fleste målingene ligger mellom 5 og 10 ug/l. Miljørapporten [1] beskriver mer utfyllende utviklingen av klorofyll-a i Isesjø.

I henhold til Mattilsynets veileder for råvannskvalitet er grenseverdien for klorofyll-a for egnet råvann < 4 ug/l. Konsentrasjonene i Isesjø er tidvis godt over denne grenseverdien.

Klorofyll-a er ikke målt i råvannet til Isesjø vannverk, og heller ikke i Tveterbekken, Buerelva og Øbybekken.



Figur 32: Klorofyll-a i Isesjø's nordlige basseng (ISE2). Data fra 4 m dyp.



Figur 33: Klorofyll-a i Isesjø's sørlige basseng (ISE1). Data fra 4 meters dyp

### 2.1.3 Oppsummering -vannkvalitet

I denne delen av rapporten er det gjort rede for utvalgte vannkvalitetsparametere målt i selve Isesjø, i tilførselsbekker og råvannsinntaket til Isesjø vannverk for å kunne si noe om vannkvaliteten og utviklingen av denne over tid. Det er lagt vekt på vannkvalitetsparametere som gir informasjon om hygienisk kvalitet, konsentrasjon av næringssalter og eutrofisituasjonen. Disse er knyttet opp mot Mattilsynets veileder for beskrivelse av råvannskvalitet. Vannkvalitetsparametere som er inkludert: er hygieniske parametere (*E.coli*, termotolerante koliforme bakterier (TKB), Intestinale enterokokker), næringssalter (fosfor (Tot-P), nitrogen (Tot-N)), fargetall, turbiditet, organisk stoff (TOC) og klorofyll-a. Målte parametere og frekvensen av prøvetakningene varierer.

Det foreligger analyser av råvannet til Isesjø vannverk for perioden 2000-2022 med økt frekvens i prøvetakningen fra 2010. Den hyppige deteksjonen av *E. coli* og Intestinale enterokokker og det økende fargetallet er viktige funn avdekket i denne gjennomgangen.

*E.coli* og Intestinale enterokokker er påvist i hhv. 57% (*E. coli*) og 53% (Intestinale enterokokker) av råvannsprøvene. I henhold til anbefalte verdier for råvannskvalitet er grenseverdi for egnet råvannskvalitet kun oppnådd i 43 % av vannanalysene for *E. coli*, mot krav om over 70 % (Tabell 4). Tilsvarende for Intestinale enterokokker er grenseverdi for egnet råvannskvalitet kun oppnådd i 47

% av vannanalysene mot krav om over 70 % (Tabell 4). Den høye frekvensen i deteksjon viser at her er en nokså jevn tilførsel av fekal forurensing til råvannsinntaket. At inntaket ligger på 12 m dyp, synes ikke å gi noen beskyttelse mot forurensing. Råvannet har et økende fargetall (60-80 mg Pt/l) og ligger i dag høyt over anbefalt verdi fra Mattilsynet (20 mg Pt/l) (Tabell 4).

Vannkvaliteten i selve Isesjø og tilførselsbekkene er analysert for flere vannkvalitetsparametere, men noe sporadisk fra begynnelsen av 1980-tallet, og mer kontinuerlig siste 10 år. I tillegg er en rekke rapporter og utredninger gjort i denne perioden, som også omhandler vannkvaliteten i Isesjø. Bakgrunnsinformasjon og vannkvalitetsdata gir et godt bilde av utviklingen av vannkvaliteten i Isesjø frem til i dag. Data på den hygieniske vannkvaliteten i Isesjø og tilløpsbekkene viser tidvis svært høye målinger av termotolerant koliforme bakterier (TKB) i Buerelva, Tveterbekken og Øbybekken. Målepunktet nord i Isesjø viser derimot lave konsentrasjoner av TKB, men i de målingene som er gjort påvises bakterier i 76 % av prøvene. Den fekale kildesporingsanalysen i Øbybekken fra 2020 viser at den dominerende kilden til fekal forurensing er fra såkalt "andre dyrearter" (samlebetegnelse for varmblodige dyr som hund, katt, fugler, ville dyr osv), etterfulgt av drøvtyggere og noe fra hest. Fekal forurensing fra mennesker ble ikke funnet i Øbybekken.

Det er en økning i konsentrasjonen av næringssalter i Isesjø (begge målepunkter) fra målingene startet på 1980-tallet. Mellom 1983 og 1988 øker fosforverdiene med 50% fra ca. 8 µg/l til 12 µg/l, og i perioden 2000-2022 er gjennomsnittlig Tot-P nesten doblet (21 µg/l). Tot-P målingene i tilløpsbekkene har store sesongvariasjoner og ligger i gjennomsnitt noe høyere enn i Isesjø. Målinger av Tot-N viser ingen store endringer mellom 2000-2022, men datamaterialet er begrenset og det er vanskelig å si noe om trender og utvikling.

Fargetallet målt i Isesjø har en middelvei på 60 mg Pt/l og ligger på samme nivå som i råvannsinntaket på 12 m dyp.

Klorofyll-a er målt både i nord og sør av Isesjø, men ikke i råvann og tilløpsbekker. Det er sesongvariasjoner i konsentrasjonene, men de fleste målingene ligger mellom 5 og 10 µg/l.

Samtlige vannkvalitetsparametere overstiger anbefalte grenseverdier for egnede drikkevannskilder<sup>4</sup> (Tabell 4) med unntak av pH. Isesjø vannverk produserer i dag rent og hygienisk trygt drikkevann, og vannkvaliteten i Isesjø synes ikke å gå utover kvaliteten på drikkevannet som produseres, men kvantiteten. Vannverket er dimensjonert til å produsere 10 000 m<sup>3</sup>/d, men produserer i dag ca. 3000

<sup>4</sup> Grenseverdier for egnethet med enkel vannbehandling.

m<sup>3</sup>/d. Råvannskvaliteten medfører en høy belastning på dagens rensemetoder (se også kapittel 3.2). Ved en ytterligere forverring av vannkvaliteten vil det bli vanskelig å produsere nok drikkevann i fremtiden.

Tabell 4: Sammenligning av vannkvalitet i Isesjø mot Mattilsynets anbefalinger for råvannskvalitet med enkel vannbehandling.

Parameter	Kilde	Analyseresultat	Egnet	Mindre egnet	Ikke egnet
<b>Direkte helserisiko</b>					
<i>E. coli</i> (CFU/100 ml)	Råvann	0 <sup>43</sup>	0 <sup>70*</sup>	-	0 <sup>50</sup>
Intestinale enterokokker (CFU/100 ml)	Råvann	0 <sup>47</sup>	0 <sup>70*</sup>	-	0 <sup>50</sup>
Total fosfor (Tot-P) (µg/l)	Isesjø - ISE1	Middelverdi: 12 Min/max: 2/32	≤10	11-20	>20
	Isesjø - ISE 2	Middelverdi: 21 Min/max: 8/51	≤10	11-20	>20
Klorofyll-a (µg/l)	Isesjø - ISE 1	Middelverdi: 8,5 Min/maks:1,5/37	<4	4-7	>7
	Isesjø - ISE2	Middelverdi: 16 Min/maks: 3 /78	<4	4-7	>7
<b>Potensiell helserisiko</b>					
Farge (mg/l Pt)	Råvann	Middelverdi: 63,4 Min/maks: 3/105	<10	10-20	>20
Turbiditet (FTU)	Råvann	Middelverdi: 4 Min/maks: < 1/18	<1	-	>1
pH	Råvann	Middelverdi: 6,5	6,5-9,5	-	<6,5/>9,5

## 3 Isesjø vannverk

### 3.1 Produksjon av drikkevann og forvaltning av råvann

Som undertittelen i denne rapporten understreker er det kravene i drikkevannsforskriftens §6 om farekartlegging og farehåndtering som ligger til grunn for arbeidet. Lovteksten er som følger:

*Vannverkseieren skal identifisere farene som må forebygges, fjernes eller reduseres til et akseptabelt nivå for å sikre levering av tilstrekkelige mengder helsemessig trygt drikkevann som er klart og uten fremtredende lukt, smak og farge.*

*Vannverkseieren skal sikre at tiltak som forebygger, fjerner eller reduserer farene til et akseptabelt nivå, identifiseres og gjennomføres.*

*Farekartlegging og farehåndtering skal danne grunnlag for beredskapsforberedelser som er beskrevet i [§11](#).*

*Vannverkseieren skal sikre at farekartleggingen og farehåndteringen er oppdatert.*

Også i §12 om beskyttelsestiltak henvises det tilbake til §6 om farekartlegging og farehåndtering. De to første ledd er som følger:

*Vannverkseieren skal sikre at drikkevannet beskyttes mot forurensning.*

*Vannverkseieren skal planlegge nødvendige tiltak for å beskytte vanntilsigsområdet og råvannskilden. Tiltakene skal være basert på farekartleggingen i [§6](#).*

Formålet med drikkevannsforskriften er å beskytte menneskers helse ved å stille krav om sikker levering av tilstrekkelige mengder helsemessig trygt drikkevann som er klart og uten fremtredende lukt, smak og farge. Siden drikkevann er et næringsmiddel er forskriften hjemlet i Lov om matproduksjon og mattrygghet mv., med Mattilsynet som tilsynsmyndighet.

Det er altså drikkevannet som skal beskyttes mot forurensning. Drikkevann er i §3 definert som alle former for vann som enten ubehandlet eller etter behandling skal drikkes, brukes i matlaging, til andre husholdningsformål eller i næringsmiddelforetak der det stilles krav om bruk av drikkevann. Dette må skilles fra råvann. Råvann er i samme paragraf definert som vann som brukes til produksjon av drikkevann. Vannforekomsten råvannet hentes fra kalles råvannskilde, og området, over og under bakken, som vannet i råvannskilden kommer fra kalles vanntilsigsområde eller nedbørsfelt.



Beskyttelse og god forvaltning av nedbørsfelt er viktig for å ha kontroll på risikoen for redusert råvannskvalitet. I Norge, og i stor grad internasjonalt, er det et viktig prinsipp innen vannforsyningen at man skal beskytte råvannskildene så godt som mulig, heller enn å innføre omfattende vannbehandling. Dårlig råvannskvalitet setter økte krav til vannbehandlingen. Oppgradering og investering i ny vannbehandling blir ofte kostbart.

Dårlig råvannskvalitet kan gi store utfordringer mhp. leveringssikkerhet. Leveringssikkerhet betyr at vannforsyningssystemene skal kunne levere drikkevann under alle påregnelige forhold (jf. drikkevannsforskriften §9). Dette inkluderer beredskap ved uforutsette hendelser. Konsekvensene ved bortfall av drikkevann er potensielt svært store. En rekke samfunnskritiske funksjoner, f.eks. helse- og brannvesen, vil møte problemer etter relativt kort tid. Avløpssystemet må også tilføres vann kontinuerlig for å fungere. Det er derfor helt nødvendig at vannforsyningen har god beredskap. En viktig del av denne beredskapen er råvannskilder med god kvalitet og balansert kontroll på aktiviteter i nedbørsfeltet.

### 3.2 Kort om Isesjø vannverk

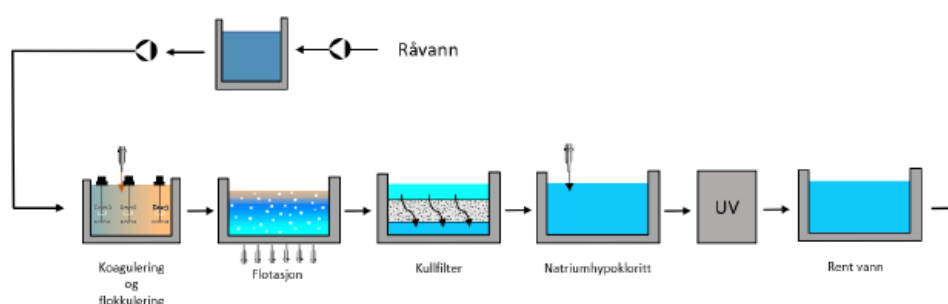


Figur 34: Isesjø vannverk

Isesjø vannverk ble bygget i 1977 for å forsyne tidligere Skjeberg kommune med drikkevann, og leverer også i dag drikkevann til deler av Skjeberg via sone Isesjø som dekker alle abonnenter på østsiden av jernbanen. Produsert drikkevann pumpes fra vannverket til høydebasseng før distribusjon til abonnenter. Opprinnelig har Isesjø en produksjonskapasitet på 10 000 m<sup>3</sup>/d, men på grunn av dårlig råvannskvalitet er kapasiteten redusert til ca. 3 000 m<sup>3</sup>/døgn [12]. Vannbehandlingen på Isesjø vannverk består av koagulering og flokkulering, flotasjon, kullfiltrering, klorering og UV desinfeksjon (Figur 35).

For at drikkevannet ikke skal utgjøre en helsemessig risiko er det i drikkevannsforskriften satt krav om *tilstrekkelig antall hygieniske barrierer*. I praksis betyr dette oftest en rekke delbarrierer i nedbørsfelt, råvannskilde og vannbehandling, samt et sluttrinns med desinfeksjon, som regel i form av UV eller klor. Summen av disse skal gi tilstrekkelig beskyttelse slik at drikkevannet er helsemessig trygt å konsumere. Hygienisk barriere er definert slik i drikkevannsforskriften: *naturlig eller konstruert*

*hindring eller tiltak som fjerner eller inaktiverer sykdomsfremkallende virus, bakterier, parasitter eller andre mikroorganismer, eller som fortynner, fjerner eller omdanner kjemiske stoffer til et nivå hvor de ikke lenger utgjør en helseisiko.*



Figur 35: Vannbehandling ved Isesjø vannverk. Figur hentet fra [13]

Råvannskvaliteten er styrende for det som kalles nødvendig barrierehøyde. Nødvendig barrierehøyde er den totale reduksjonen av patogene mikroorganismer som må oppnås på råvannssiden frem til ferdig produsert drikkevann, altså fra nedbørsfelt, via råvannskilden til og med vannbehandlingsanlegget. Den nødvendige barrierehøyden bestemmes ut ifra størrelsen på vannverket og vannkvalitetsnivået til råvannskilden. Den nødvendige barrierehøyden bestemmes som en del av første ledd i den mikrobielle barriereanalysen.

Mikrobiell barriereanalyse (MBA) utført for Isesjø vannverk [13] viser at vannverket har tilstrekkelige hygieniske barrierer. MBA er ment som et hjelpemiddel som primært skal føre vannverkseier til et godt beslutningsgrunnlag for valg av vannbehandling og spesielt sluttdeinfeksjon for å sikre at man har tilstrekkelige hygieniske barrierer i vannverket. I MBA studien for Isesjø ble vannkvalitetsnivå satt til Cc som igjen bestemmer nødvendig barrierehøyde (dvs. nødvendig log-reduksjon av bakterier, virus og parasitter). Anbefalinger viser imidlertid at dersom en overflatevannkilde mottar utslipp av avløpsvann (renset eller urenset) skal kilden uansett settes i strengeste kategori [14]. Med antagelse om at det er utslipp av avløpsvann i kilden (se kap 4.3 om forurensning fra avløpsvann), kan vannkvalitetsnivå i Isesjø settes til nivå Dd. Det krever en barrierehøyde i vannbehandling og eventuelt andre tiltak i nedbørsfeltet tilsvarende en log fjerning på 5,5 for bakterier og virus og 4,5 for parasitter. Med de forutsetninger som er lagt til grunn for mikrobiell barriereanalyse for Isesjø vannverk i Thorbjørnsen (2022) er det fremdeles tilstrekkelige hygieniske barrierer i vannbehandlingen, men med lavere margin, spesielt for parasitter.

Selv om vannbehandlingen synes tilfredsstillende med hensyn på hygieniske barrierer, er råvannskvaliteten så utfordrende at anlegget går med redusert kapasitet. Kraftig forverring av råvannskvalitet ble påpekt i tiltaksanalyse for Isesjø allerede i 2003 [5] og i rapporten fra COWI i 2016 [12]. Dette støttes også av gjennomgangen som er foretatt i foreliggende rapport. Både data på råvannskvalitet og fra selve Isesjø viser at parametere som er vesentlig for drikkevannskvalitet og –produksjon generelt er utfordrende med en utvikling mot dårligere kvalitet.

For å opprettholde drikkevannsproduksjonen og dekke vannbehovet i kommunen er det likevel vesentlig å beholde Isesjø som råvannskilde og opprettholde drift ved vannverket. Kommunen vil gjøre seg mer sårbar hvis vannproduksjonen fra Isesjø opphører. Isesjø har en viktig rolle for å opprettholde en robust vannforsyning og som en del av reservevannforsyningen i kommunen.

## 4 Isesjø med nedbørsfelt - kilder til forurensning

### 4.1 Generelt om mikrobiologiske og kjemiske forurensninger, og naturlige endringer

Det er som regel forurensningsfare fra flere kilder og aktiviteter i et nedbørsfelt, men omfang, forurensningstype og -potensiale varierer. Både mikrobiologisk og kjemisk forurensning er viktig å vurdere, og hvorvidt disse forurensningene kan forekomme i råvannet i mengder og type som kan overskride vannbehandlingens renskapasitet, forringe drikkevannskvaliteten og gi negative helseeffekter. Ofte kan man ha forurensningskilder som isolert sett ikke bidrar målbart, men sumeffekten av slike små bidrag kan likevel bli betydelig. Naturens egne kretsløp bidrar til ytterligere kompleksitet i farekartleggingen og farehåndteringen. Spesielt kan det være vanskelig å måle effekten av tiltak for å redusere menneskeskapt forurensning, da f.eks. økt nedbør/avrenning kan maskere ev. positive resultat.

### 4.2 Landbruk

Forurensningskildene fra jordbruk og husdyrhold er avføring fra husdyr, naturgjødsel og tilførsel av næringsstoffer/emner fra jordtap/erosjon og avrenning fra gjødsel (gjødslet mark, gjødselkjellere m.m.). Spesielt kan uheldige omstendigheter med gjødsling på jordene høst og vår, under sirkulasjonsperiodene i innsjøer, i kombinasjon med kraftig regnvær og avrenning av mikrobiell forurensning fra gjødsel til vannkilden. Lufting av dyr eller lekkasje av naturgjødsel på frossen mark i nedbørsfeltet innebærer spesiell risiko fordi avføring og gjødsel ikke suges opp av jordlag, og kan derfor transporteres raskere til drikkevannskilden.

Hvilke sykdomsfremkallende mikroorganismer som er mest vanlig, avhenger av dyreslag. De fleste sykdommer som kan spres fra husdyr til mennesker finnes hos storfe (kyr), eksempelvis EHEC-bakterien (*Enterohaemorrhagisk E. coli*), *Campylobacter*, *Salmonella* og parasittene *Giardia* og *Cryptosporidium*. Ungdyr anses som mest «aggressive» i forhold til smittefare, dette fordi ungdyr utskiller langt større mengder av bakterier og parasitter i avføringen enn eldre dyr. Risiko for virusmitte fra husdyr anses som lavere enn for bakterier og parasitter, da virus stort sett er svært artsspesifikke. Det har imidlertid vist seg at gris kan utskille hepatitt-e virus som er av samme type som forårsaker sykdom hos mennesker [15].

I det videre vil jordbruk, husdyrbruk og skogbruk omtales spesielt. Alle tre temaer vil omtales for hele nedbørsfeltet til Isesjø. For jordbruk og husdyrbruk vil det imidlertid legges spesiell vekt på det nære nedbørsfeltet til Isesjø da påvirkninger i områdene ved Rokkevann og Korsetvannet vil gå gjennom

et betydelig naturlig rensesystem av innsjøer, elver/bekker og våtmarker før de når Børtevann og deretter Isesjø.

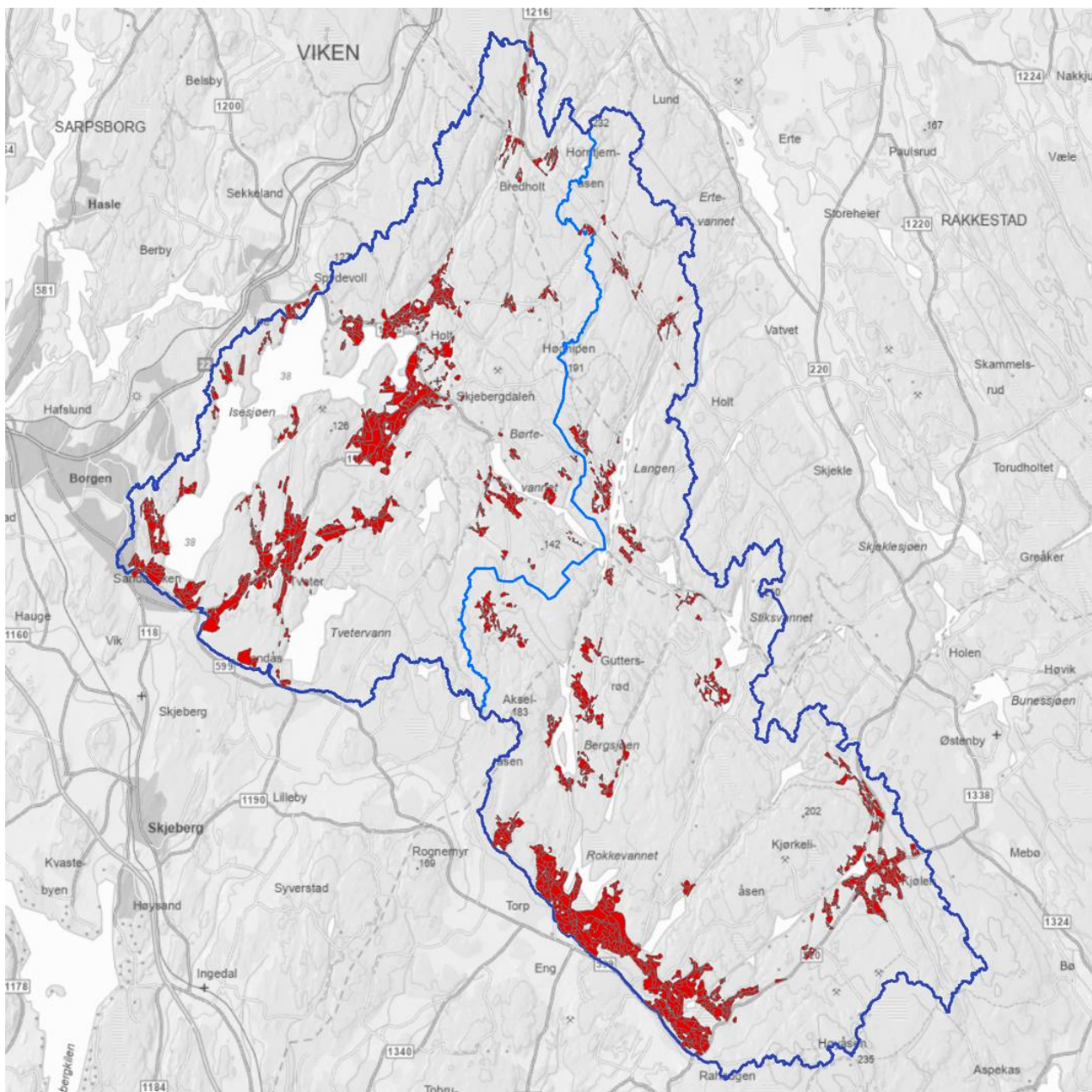
#### **4.2.1 Jordbruk**

##### **4.2.1.1 Generell arealbruk**

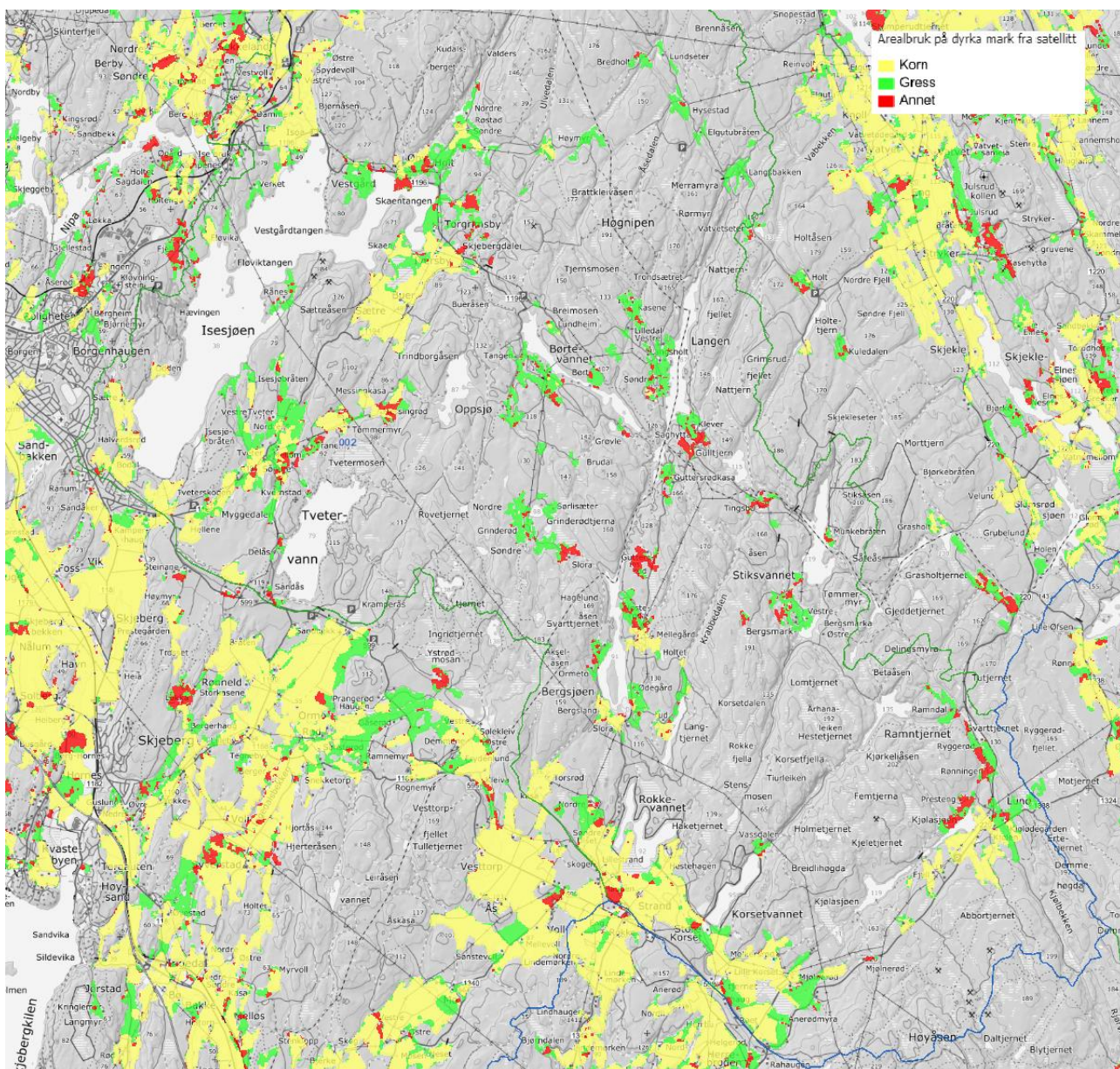
Figur 36 viser jordbruksarealer i nedbørsfeltet til Isesjø. Figur 37 viser arealbruk på dyrket mark analysert fra satellittdata fra 2019 (NIBIO). I beskrivelsen av jordbruksarealer deles nedbørsfeltet i to. Et felt oppstrøms utløpet til Børtevann og et felt nedstrøms som omfatter resten av feltet med kortere eller mer direkte avrenningsvei til Isesjø. Jordbruk i begge områder påvirker vann som renner til Isesjø, men det gjøres et skille da avstand til Isesjø, og karakteristikk i jordbruket er forskjellige.

I beskrivelsen av jordbruksdriften tas det utgangspunkt i den driften som ble observert under befaringen våren 2022 kombinert med satellittdataene fra 2019. På et overordnet nivå vil dette representere driftsbildet over tid, selv om kulturene som dyrkes kan skifte fra år til år.

Kartfigurene viser at det er størst arealer med dyrket mark nord, øst og sør for Isesjø, samt i områdene syd for Rokkevannet, Korsetvannet og delvis Kjølaskjøen helt i øst. Videre er det mest korndyrking rundt Isesjø og ved Rokkevannet og Korsetvannet. Rundt Børtevann og de andre innsjøene østover er det i all hovedsak små arealer som domineres av grasdyrking.



Figur 36: Dyrket mark i nedbørsfeltet til Isestjø markert med rød farge. Nedbørsfeltet er delt i to (blå streker). Det nære nedbørsfeltet til Isestjø er justert slik at Børtevann kommer med. Dette er gjort for å samstemme med grensen med foreslått avgrensning av en hensynssone [8].



Figur 37: Arealbruk på dyrket mark i nedbørsfeltet til Isesjø analysert fra satellittdata fra 2019. [8]. Kategorien Annet er arealer som den digitale analysen ikke med rimelig sikkerhet har klassifisert til gras eller korn. Se Figur 36 for tydeligere avgrensning av nedbørsfeltgrenser.

### Nært nedbørsfelt til Isesjø

Rundt Isesjø er de største dyrkede arealene knyttet til nord-, øst- og sørsiden av vannet. I tilknytning til disse arealene er det flere husdyrbruk og intensivt drevne fulldyrkede arealer. Korn dominerer, men det er også større arealer som brukes til grasproduksjon.



Langs Øbybekken i nord var det i 2022 en del åpenåker, men også beite eller arealer med grasproduksjon. Det var stedvis tydelig satt av areal som grasdekte vannveier eller grasdekket sone langs bekken (Figur 38). Langs Øbybekken er det også et aktivt husdyrbruk med storfe på beite. Beitet går noen steder på begge sider av bekken, og beitedyrene trækker dermed ut i bekken en rekke steder. Dette kan gi direkte avrenning av husdyravføring til bekken og deretter til Isesjø. Ved Vestgård dominerte grasproduksjon våren 2022.



Figur 38: Jordbruksområde oppe i Øbybekken. Åpen åker, beiter og grasdekte flater langs bekken. Foto: Mai 2022.

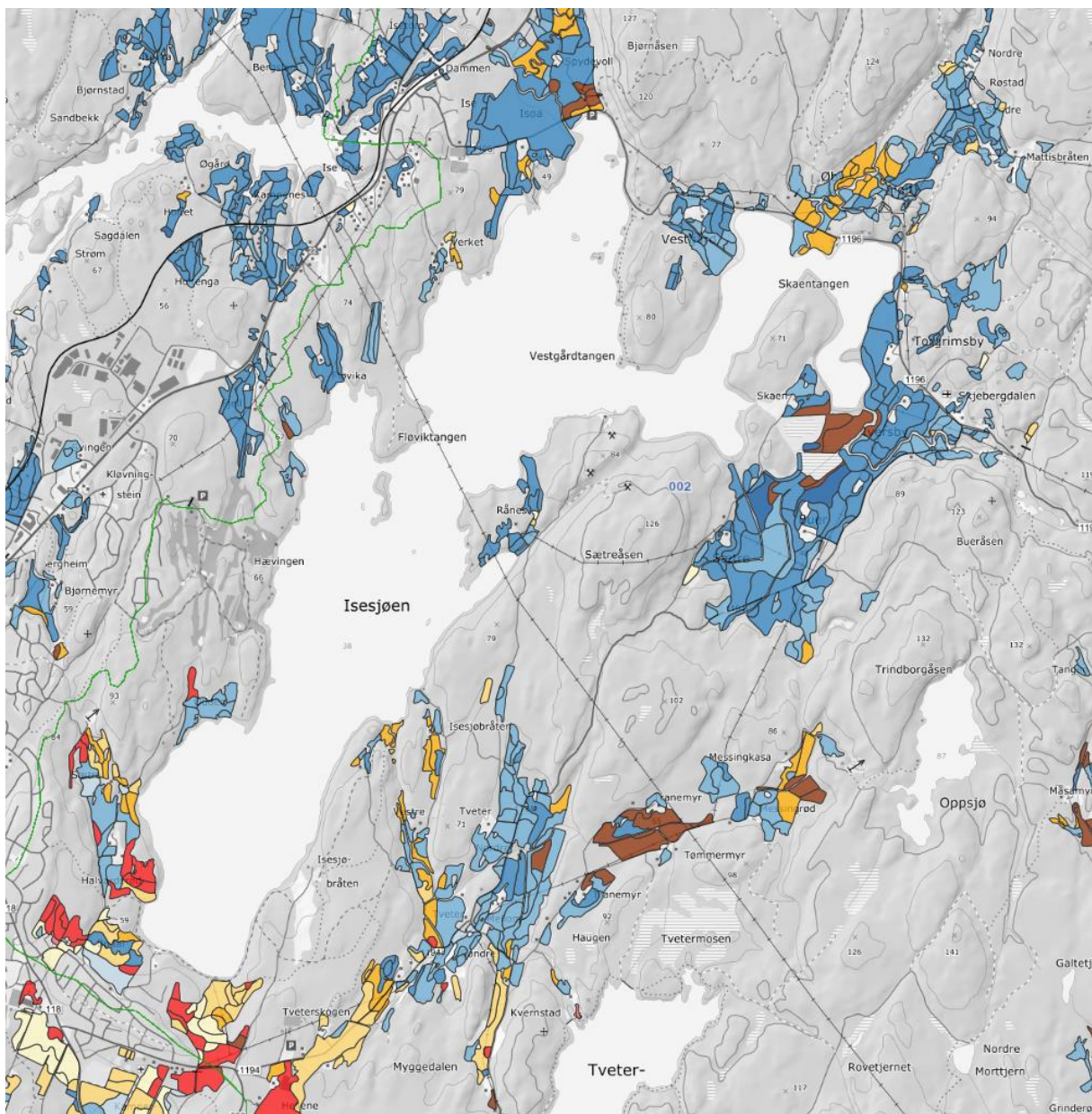
Ved Iversby, Buer og Sætre dominerte åpenåker og korn, mens det syd for Buer også var en del arealer med grasproduksjon. Ved Tveter, Bergheim og Hellene var det også en blanding av åpenåker med korn og grasproduksjon. Ved Hellene er det i tillegg veksthus. Bodalsområdet, Halvardsrød og Sætre i syd og sydvest domineres av korn. Rundt utløpselva Isoa i nordvest drenerer det meste av landbruksarealene til utløpselva, men arealene syd for Børtevannsveien drenerer direkte mot Isesjø. Kornarealer dominerer, men mellom kornarealene på gården Nes og Isesjø er grasarealer og en forholdsvis bred naturlig kantsone.

## **Børte vann og østover**

I nedbørsfeltet til Børte vann og videre østover er det i all hovedsak mindre dyrka arealer som er mer oppstykket. Teigene er ofte små, og grasproduksjon dominerer. Bare enkelte mer lettdrevne arealer har korn. I sydøst, sør for Rokkevannet og Korsetvannet, er det intensivt drevne jordbruksarealer der korn dominerer. Det er også noe grasproduksjon knyttet til storfehold i området.

### 4.2.1.2 Jordtyper

I Bodalsområdet syd for Isesjø dominerer siltige og sandige jordtyper (Figur 39). Dette gjelder også til en viss grad for arealer syd for Rokkevann og Korsetvannet samt nordøst for Kjølsljøen. Øvrige arealer domineres i stor grad av siltig leirjord med noe innslag av sandige jordarter og organisk jord (dyrkede myrer).

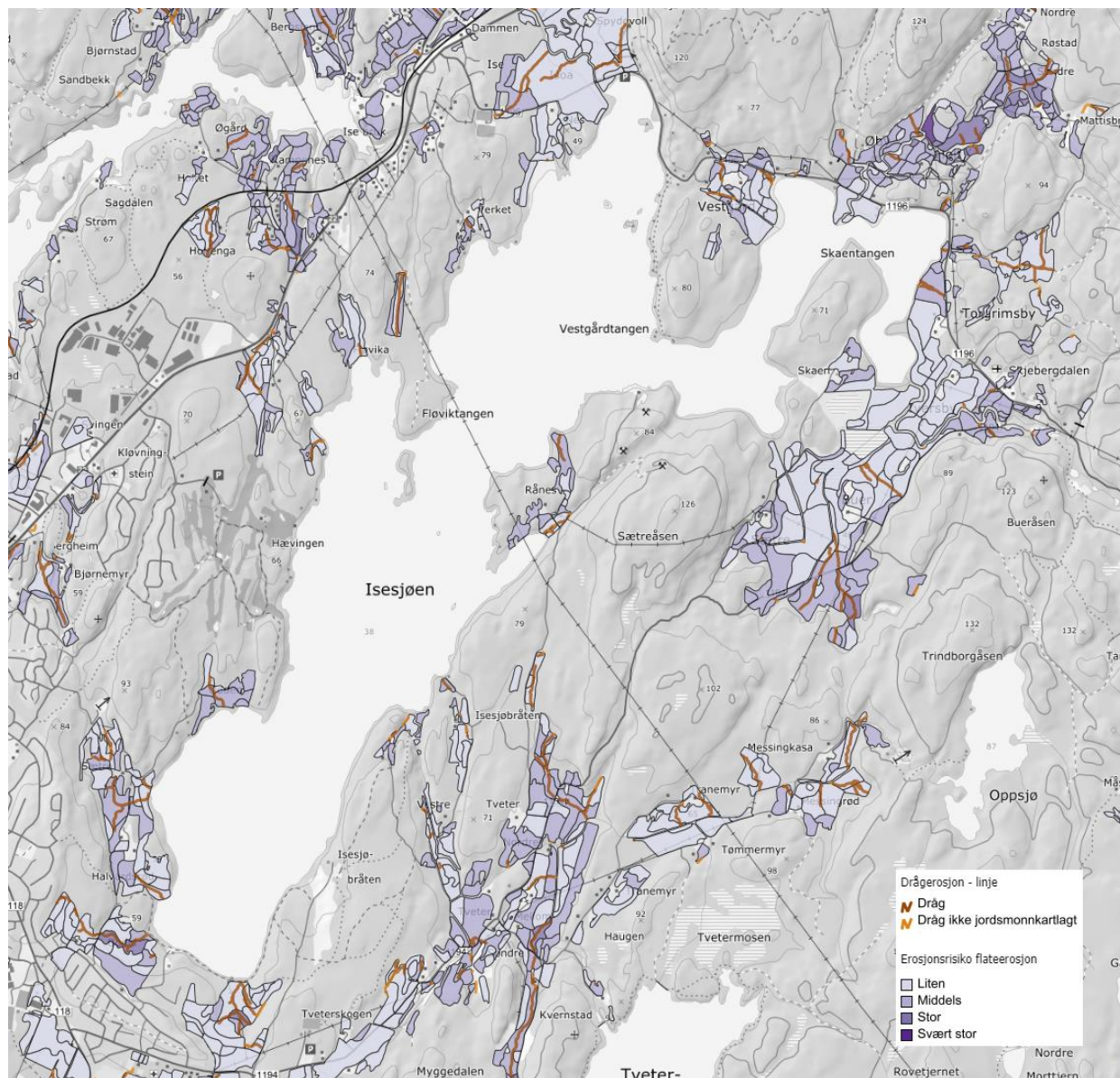


Figur 39: Dominerende jordtekstur i overflatesjiktet rundt Isesjø. Gule og røde felt er arealer dominert av siltig sand og sand. Lyseblå og mørkeblå felt er arealer dominert at siltig leire og tyngre leirer. Brune arealer er organisk jord som opprinnelig har vært myr. [8].

#### 4.2.1.3 Erosjon og hydrotekniske tiltak

Figur 40 viser at det rundt Isesjø dominerer arealer i erosjonsklasse 1 og 2 (liten og middels erosjonsrisiko). Noen områder langs Øybekken har imidlertid erosjonsklasse 3 og 4 (stor og svært stor erosjonsrisiko). Det er også andre mindre områder med erosjonsklasse 3. Figuren viser også områder med potensiale for drågerosjon. Det vil si overflateerosjon konsentrert i forsenkninger på

dyrka mark. Den reelle erosjonen vil avhenge av produksjon- og driftsform samt nedbørsforholdene i perioder når jorda er sårbar for erosjon. Grasproduksjon vil normalt gi god beskyttelse mot erosjon. Korndyrking har lenger perioder med åpen eksponert jord og dette kan føre til erosjon i nedbørsperioder.



Figur 40: Erosjonsrisikokart og dråg med risiko for erosjon for jordbruksområder rundt Isesjø. [8].

I det østre nedbørsfeltet fra Børte vann og østover er erosjonsforholdene av mindre betydning da det her i hovedsak er grasdekke på arealene. Sørøst i nedbørsfeltet, og særlig sør for Rokkevannet og

Korsetvannet er det mer åpen åker. Her dominere erosjonsklasse 1 og 2 med enkelte arealer i erosjonsklasse 3 og 4.

### **Spesielle områder**

Det er ikke gjort en detaljert kartlegging av områder med erosjonsproblematikk i dette prosjektet. Det er likevel søkt gjennom flybilder for å vurdere om det er noen områder som har spesielle utfordringer. Dette er supplert med de observasjonene som ble gjort under oversiktsbefaringen for tema landbruk.

Flybilder fra <https://norgebilder.no/> viser at det kan være utfordringer med fureerosjon knyttet til lukkede sidebækker til Øbybekken. Her kan det også være feil, skade eller for liten dimensjon på hydrotekniske tiltak som kummer eller rør. I Øbybekken er det også storfe som krysser bekken over en større strekning, og på den måten skaper nedtråkkede bekkkanter som er utsatt for erosjon ved flom. Det kan også gi direkte tilførsel av husdyravføring til vassdraget.

Langs Buerelva er det enkelte punkter der det er observert erosjon, antagelig som følge av skader på rør i utløpet av en lukket bekk eller samlegrøft (Figur 41). Under befaringen i mai ble det også observert en del erosjon i elv- og bekkkant (Figur 42). Kantsonen til elva er i hovedsak smal, men noen trær gir noe beskyttelse. Erosjon i elv- og bekkkant er en naturlig prosess, men dersom erosjonsproblematikken føles økende kan det også skyldes økt størrelse på flommer eller andre menneskeskapte forhold i nedbørsfeltet.

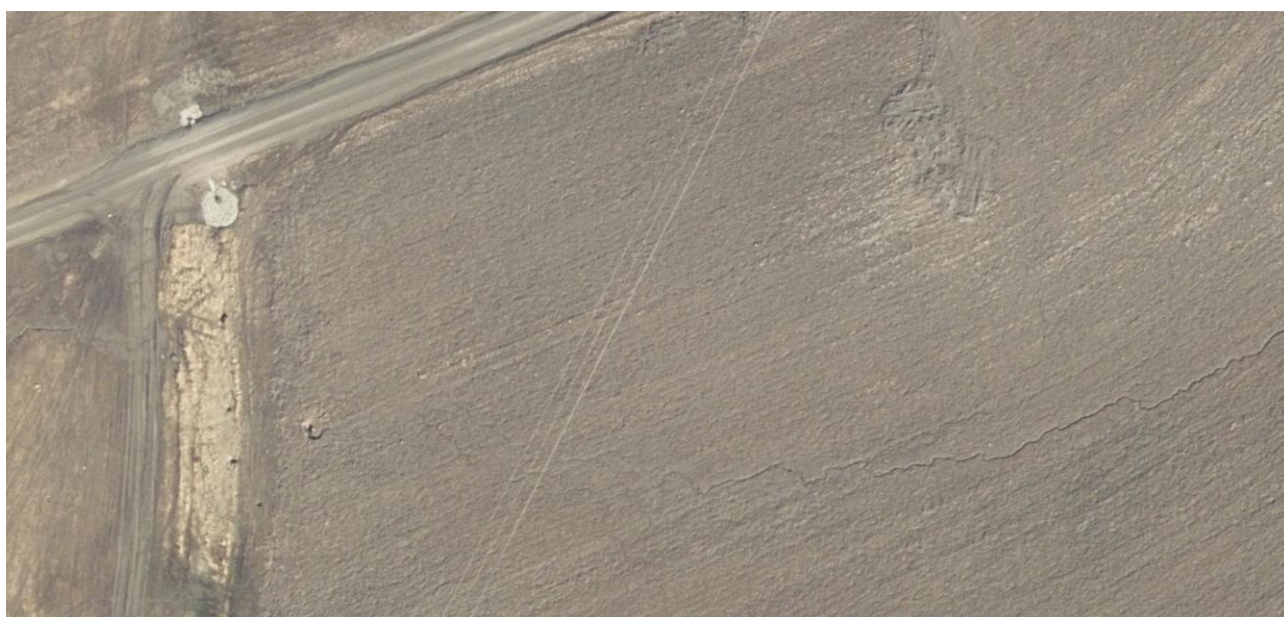


Figur 41: Eksempel på deler av rørutløp som ser ut til å være skadet (rød pil) og føre til erosjon og jordtap til Buerelva og Isesjø.



Figur 42: Erosjon i elvekant i Buerelva. Det er kort avstand til jordekant oppe til venstre. Svartor hindrer videre erosjon, men om treet velter kan det gir mer erosjon i bekkekanten. Foto: 13.05.2022

Ved Havnabakken sør for Buer er det en lukket bekk som ligger som grasdekket vannvei, antagelig på grunn av hyppige oversvømmelser ved mye nedbør. På flybilder fra 13. april 2018 kan det også sees fureerosjon inn mot den lukkede bekken. I tillegg sees noen svarte hull som antagelig er hull eller sprekker i rør som gjør at jord vaskes ned i rørsystemene under visse forhold (Figur 43). Det antas av mye av jorda vil sedimentere i Buertjern (nå nærmest bare en bekk) før det når Buerelva. De fineste partiklene med tilhørende partikkelbundne og løste næringsstoffer vil likevel kunne nå Nordtjern og etter hvert Isesjø.



Figur 43: Eksempel på grasdekket vannvei over en lukket bekk, fureerosjon på jordet og mørke felt som viser hull i rør eller andre deler av det hydrotekniske anlegget. Kilde: norgebilder.no med foto fra 13. april 2018.

Tveterbekken har et omfattende nettverk av sidebekker. I dette systemet viser flybilder at det stedvis er utfordringer med ras og erosjon. Man kan bl.a. se bekker som er i ferd med å erodere inn på jordbruksarealer (Figur 44). På samme figur ser man imidlertid også miljøtiltak som buffersoner mot bekk og stort potensiale for selvrensing i fangdammer og fuktområder. I slike områder kan kombinerte tiltak som reduserer erosjon og styrker selvrensingsevnen være av stor betydning.



*Figur 44: Sidebekk til Tveterbekken. Bekken er kraftig meandrert og står stedvis i fare for å erodere inn på jordet. Samtidig har bekken et betydelig selvrensningspotensiale på grunn av meandreringen, dammer og våtmarkspregede tilstøtende områder. Vi ser også buffersoner av gras ned mot bekken. Kilde: norgebilder.no med foto fra 8. april 2019.*

I Bodalsområdet syd i Isesjø er det også utfordringer med fureerosjon og erosjon knyttet til lukkede bekker. Flybilder fra 13. april 2018 viser betydelige erosjonsutfordringer (Figur 46). Samtidig ser man at det er betydelig sedimentasjon på den flate delen av jordet før kantsonen mot innsjøen. Den korte veien fra erosjonsområdene til innsjøen gjør likevel at finere partikler og vannløste næringsstoffer ganske raskt vil kunne nå innsjøen ved en erosjonshendelse.

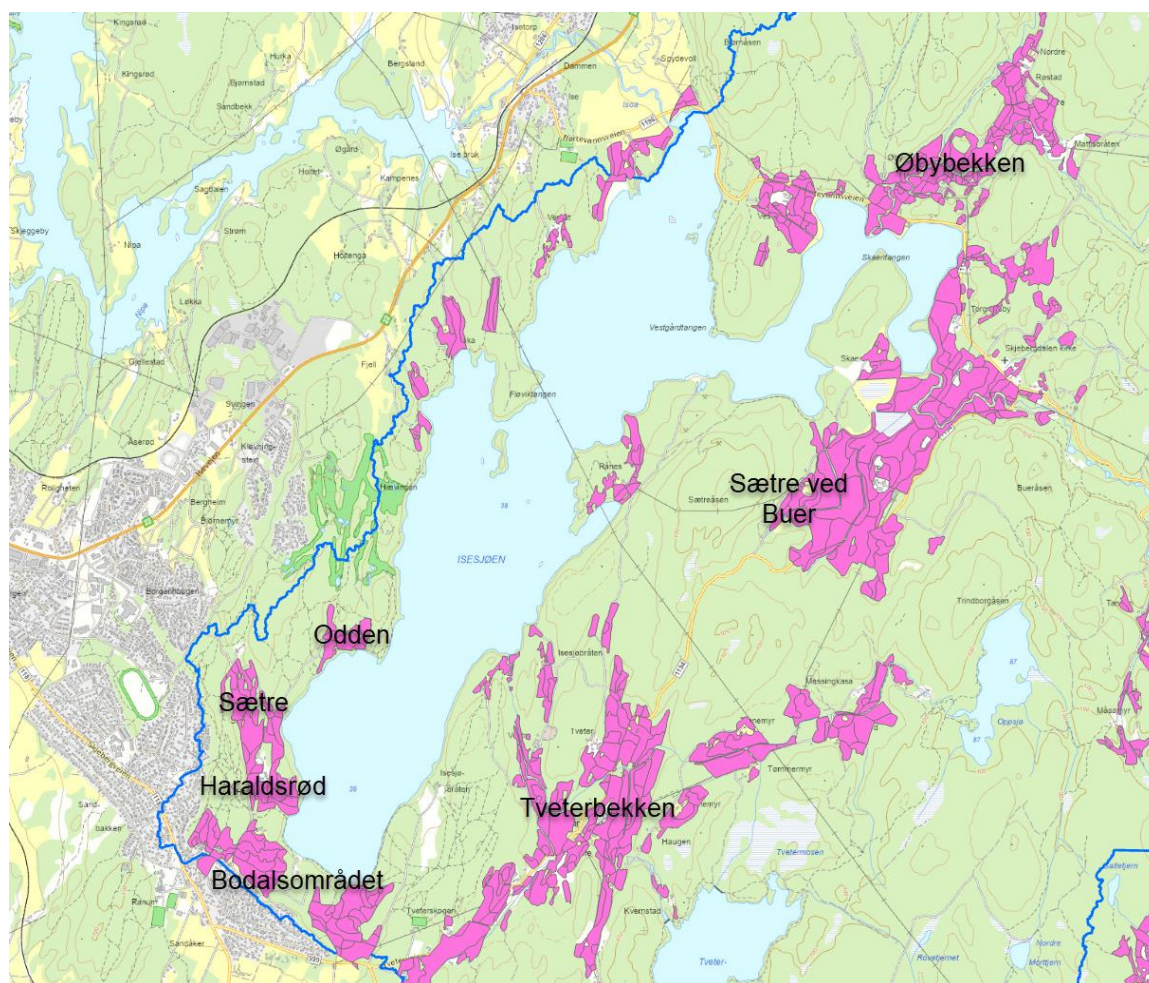
Eksemplene som er trukket frem her er noen av dem som vises tydelig på flybilder fra våren 2018. Andre år kan erosjonsutfordringen være mindre eller større, men så fremt det ikke er gjort gode tiltak vil slike erosjonshendelser kunne oppstå igjen.

Det er antagelig en lang rekke andre områder med tilsvarende erosjonsproblematikk i nedbørsfeltet, men som mindre enkeltpunkter. I sum kan disse også utgjøre en betydelig tilførsel av jord og næringsstoffer fra erosjon i punkter (f.eks. kummer, rørsprekker og rørutløp) eller linjer (fureerosjon). I tillegg kommer den generelle utvaskingen gjennom overflateerosjon og tap til grøftesystemer.



### Påvirkningsgrad fra forskjellige områder

Jordbruksarealer som drenerer til Øbybekken og Tveterbekken vil ha en tilførsel rett fra bekkene til Isesjø. Det samme gjelder jordbruksarealer i Bodalsområdet, Halvardsrød, Sætre, Odden og Sætre ved Buer. Dersom man skal prioritere tiltak innenfor nedbørsfeltet til Isesjø bør disse områdene vurderes prioritert (Figur 45). Fra Buer vil avrenningen først gå gjennom Buertjern og bekkene gjennom denne. Her kan det ligge til rette for sedimentasjon og renseprosesser som gjør at belastningen på Nordtjern og til slutt Isesjø blir mindre enn om det var direkte avrenning til Isesjø. Også fra Iversby og Løkkebråten er det avrenning til Nordtjern som kan gi noe renseeffekt før vannet renner videre til Isesjø.



Figur 45. Navnsatte jordbruksområder har ganske direkte avrenning til Isesjø eller avrenning til bekk med direkte avrenning til Isesjø.

Det ser ut til å være noen av de samme erosjonsutfordringene knyttet til jordbruksarealer som drenerer til Rokkevannet og Korsetvannet. Vannet som renner fra disse innsjøene, må imidlertid gjennom en lang rekke andre innsjøer og bekker/elver før det når Isesjø. Påvirkningen av partikler og næringsstoffer knyttet til jorderosjon i de østre delene av nedbørsfeltet forventes derfor å bli liten i Isesjø. Se imidlertid nærmere vurderinger i tiltakskapittelet.



Figur 46: Eksempel på fureerosjon på et jorde syd i Isesjø. Bildet viser også utfordringer med deler av det hydrotekniske anlegget. Kilde: norgebilder.no med foto fra 13. april 2018.

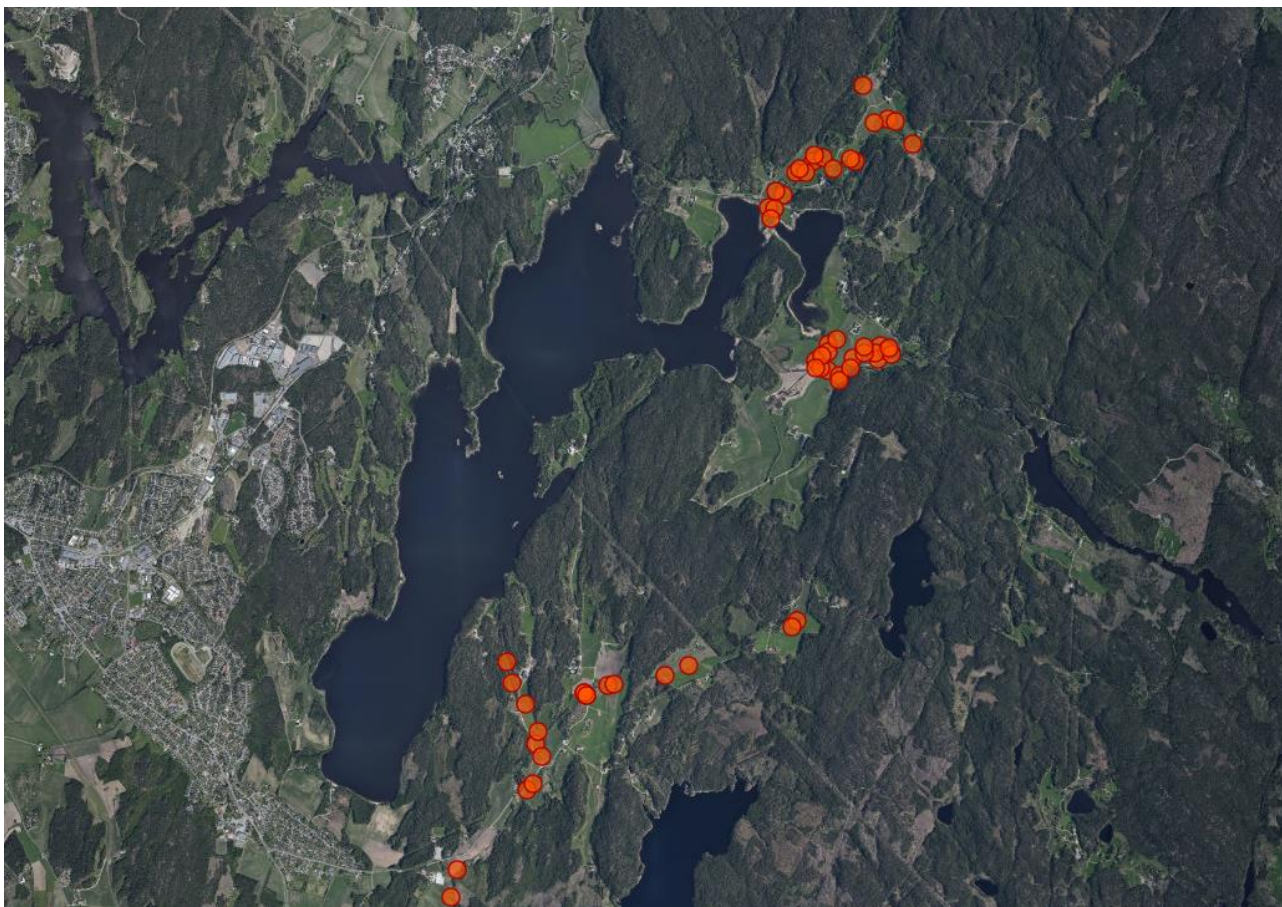
#### 4.2.1.4 Fosfor i jord - P-AL

Fosforinnholdet i jord i Norge analyseres med en ammoniumacetat-laktat løsning. Innholdet oppgis i enheten P-AL. I gjødselplanleggingen i Norge legges ofte et P-AL tall på 5 – 7 som mål for fosforinnholdet i jord. Det sikrer tilstrekkelig plantetilgjengelig fosfor i jorda. Ved høyere P-AL-verdier enn dette øker innholdet av lett vannløselig fosfor, og det gir grunnlag for større utvasking av fosfor til vann og vassdrag [16].

Høye P-AL-tall i jord kan skyldes sterk fosforgjødsling med mineralgjødsel, men som regel ser man høye P-AL-tall knyttet til arealer som har vært gjødslet mye med husdyrgjødsel. Det er ikke et offentlig tilgjengelig register over P-AL-tall på jordene rundt Isesjø. Sarpsborg kommune har selv gjort en kartlegging av P-AL-verdier langs Øbybekken, Buerelva og Tveterbekken i 2020 (Figur 47). Prøvene må anses som stikkprøver, og er derfor ikke nødvendigvis representative for hele skifter.

Oppsummert viser resultatene at det er generelt svært høye verdier på sørsiden av Buerelva (på jordbruksarealene sør for brua), generelt høye verdier på vestsiden av Øbybekken og noe lavere verdier ved Tveterbekken. Arealene med høye P-AL-verdier er også arealer der det er en del husdyrhold.

Det må forventes mer utvasking av vannløsning fosfor fra jord med høye P-AL-tall. At disse arealene også ligger nær bekker gjør veien kort for tilførsel av vannløst fosfor til vann og vassdrag.



Figur 47: Oversiktsbilde for lokaliteter for jordprøver i bekkenære områder ved Øbybekken, Buerelva og Tveterbekken utført av Sarpsborg kommune i 2020.

#### 4.2.1.5 Flom

I perioder kan det bli flom innover jordbruksarealer. Dette kan gjelde noen mindre arealer langs Isesjø, men i hovedsak er det snakk om arealer langs bekker og elver. Slik flom kan føre til at lette jordpartikler vaskes løs og føres ut i Isesjø. Det kan også gi utvasking av vannløselig fosfor. På den annen side kan flomområder langs elver fange opp finpartikler siden vannhastigheten faller og evnen til å holde partikler suspendert faller raskt. Dette kan ofte sees i graskledde kantsoner til flomutsatte elver og bekker. Her finner man gjerne igjen sedimenter som avsetter seg nettopp her som vannfarten faller raskt under flom.

Hvorvidt utvasking på flomarealer gir en større tilførsel av jord og vannløst fosfor til Isesjø enn under kraftige nedbørshendelser er vanskelig å vurdere da det er komplekse sammenhenger. Når det er

flom vil det i dette nedbørsfeltet som regel også være store nedbørshendelser som har ført til utvasking av vannløselige forbindelser samt erosjon av jord og næringsstoffer bundet til jord og organisk materiale.

Vannstanden i Isesjø bestemmes imidlertid i noen grad av nivået på dammen ved Håkafoss sluse. Denne kan gi en oppstuvningseffekt som kan føre til flom på spesielt utsatte arealer. Dersom arealer utsettes for flom uten at det samtidig har vært mye nedbør, kan utvasking fra flomutsatte arealer være en klar tilleggstilførsel til vassdraget.

#### 4.2.1.6 Tiltak

Anbefalinger om tiltak innen jordbruk er gitt i kapittel 5.

## 4.2.2 Husdyrbruk

### 4.2.2.1 Husdyrtall og gjødselmengde

Landbrukskontorene i kommunene i nedbørsfeltet har gitt informasjon om husdyr. Denne informasjonen har gitt husdyrtype, antall dyr og plassering i nedbørsfeltet. Figur 48 viser plassering i nedbørsfeltet og dyretype. Tabell 5 viser antall husdyr fordelt på dyretype og i hvilket delnedbørsfelt de har tilhold. Tabellen viser også et grovt estimat på produsert mengde fosfor fra husdyrgjødsel i hvert delfelt basert på inngangsverdiene vist i Tabell 6.

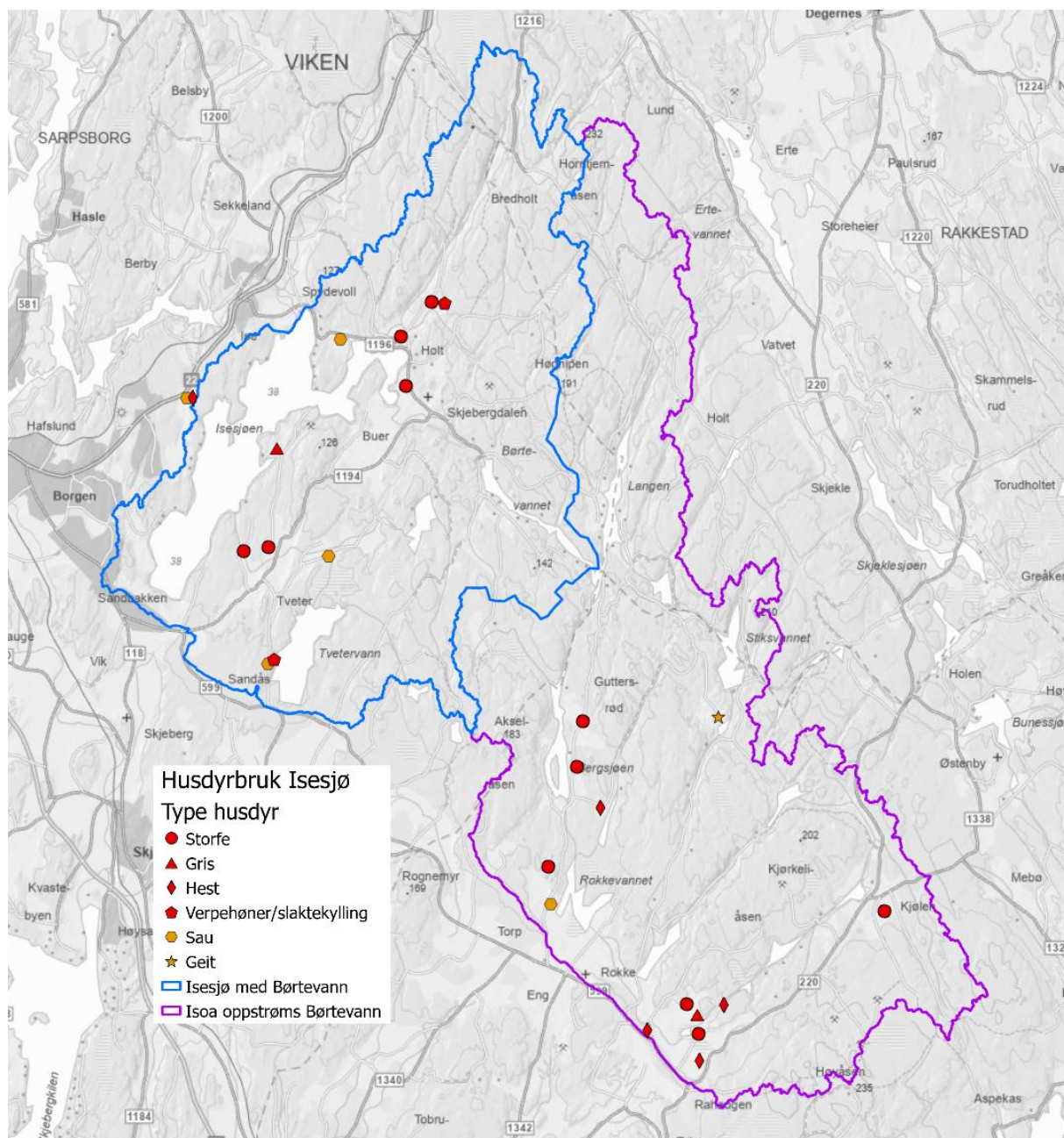
Antall dyr er i hovedsak basert på tilskuddssøknader. Alle dyr er ikke til stede hele året. Lam blir for eksempel født om våren og slaktes om høsten. Det er derfor usikkerheter i disse tallene med tanke hvor mange dyr som er i feltet til enhver tid. Produsert mengde gjødsel fra husdyr samt fosforinnhold er basert på tall hentet fra Bioforsk (nå NIBIO), NIVA og NORSØK [17, 18, 19]. Også her er det variasjon i inngangsverdier. Samlet sett må derfor produsert mengde fosfor fra husdyr sees som en indikasjon på størrelsesorden og ikke eksakte tall.

Tabell 5: Husdyrtall fordelt på delnedbørsfelt til Isesjø. Tall basert på søknad om produksjonstilskudd.

Dyretype	Nedbørsfelt Isesjø Antall dyr	Kg P/år	Nedbørsfelt Børtevang Antall dyr	Kg P/år
Storfe	444	2188	479	2360
Gris	585	2883	728	3587
Hest	1	5	94	463
Verpehøner	7200	35478	0	0
Sau	164	808	16	79
Geit	0	0	30	148
Sum		41 361		6 637

Tabell 6: Inngangsverdier for grovt estimat av gjødselproduksjon og fosforinnhold i husdyrgjødsel.

Dyretype	Kg P/tonn gjødsel [17]	Kg gjødsel/døgn [18]
Storfe	0,45	30
Gris	0,89	5
Hest	1	23
Verpehøner	8	0,120 [19]
Sau	2	1
Geit	2	1



Figur 48: Steder med husdyrhold og type dyr. For gårdsbruk der det er flere dyreslag er det gitt flere punkt med litt avstand slik at punktene skal vises i kartet. Kilde: Landbrukskontorene i kommunene.

#### 4.2.2.2 Storfe

Tallene viser at det er mellom 450 og 500 storfe i hvert delnedbørfelt. Rundt Isesjø er storfe knyttet til arealer nord og øst for innsjøen. I nedbørsfeltet oppstrøms Børtevann er storfe i all hovedsak knyttet til østre deler av feltet rundt Bergsjøen, Rokkevann og Kamhaugtjern.

Noe storfe går på talle, men det er også mye bløtgjødsel som da lagres i gjødseltanker og spres fortrinnsvis vår eller høst. Slik gjødselspredning kan gi rask avrenning til vassdrag dersom man ikke er nøye med avstand til vassdrag når det spres. Videre kan nedbør snart etter spredning også gi raskere avrenning til bekker og innsjøer. Dette kan påvirke den hygieniske kvaliteten på vannet i resipienten særlig dersom dette skjer under vår- eller høstsirkulasjon av Isesjø. Det kan også gi næring til planteplanktonvekst.

Avrenning av bløtgjødsel til Kamhaugtjern, Rokkevann og Bergsjø forventes å gi mer lokal virkning. Det forventes ikke hygieniske effekter i Isesjø, men restbidraget av næringsstoffer som når frem til Børtevann utgjør noe av bidraget til Isesjø.

Det legges til grunn at nær alle storfe også er på beite deler av sommeren. Dersom beiting skjer i eller svært nært vann og vassdrag kan dette også gi rask avrenning av storfeavføring til vassdraget.

Aktuelle tiltak for å redusere belastning på Isesjø er å sikre at gjødselspredning skjer i tilstrekkelig avstand fra vann og vassdrag. Videre at beitende storfe gjerdes ute fra direkte tilgang til vann og vassdrag. Disse tiltakene gjelder også for vannforekomster øst i nedbørsfeltet, men her gjelder dette i første rekke for å beskytte mot næringsstofftilførsel da man ikke forvente direkte hygieniske effekter på Isesjø fra dette området. Se mer om tiltak i eget tiltakskapittel.

#### 4.2.2.3 Gris

Det er også en god del gris i begge nedbørsfelt, ca. 600-700 stykk. Også her er det meste bløtgjødsel. Betrachningene rundt spredning av bløtgjødsel fra gris er det samme som for storfe (se over).

Det antas at det er lite utegris i området og at det ikke er utfordringer med gris som oppholder seg i eller nært vann og vassdrag.

#### 4.2.2.4 Hest

Det er få eller ingen registrerte hester i det nære nedbørsfeltet til Isesjø. I nedbørsfeltet oppstrøms Børtevann er det imidlertid registrert over 90 hester.

Fra hest er det tørrgjødsel. Lagring og spredning skjer på forskjellige måter avhengig av driftsform på den aktuelle hestelokaliteten. På gårdsbruk der det også er annen jordbruksdrift og husdyrhold vil ofte håndtering og spredning av husdyrgjødsel skje sammen med annen gjødselhåndtering. På



mindre gårdsbruk eller steder der det bare er hest, kan gjødselhåndteringen være mer uavklart. Det er ikke unormalt å finne at hestegjødsel er tippet utfor en kant i terrenget eller lagret i haug uten at det skjer en reel spredning på jordbruksarealer. I noen tilfeller kan dette også være mot bekkkanter med mulig avrenning mot vann og vassdrag. Det er i forbindelse med denne farekartleggingen ikke gjort en konkret kartlegging av hvordan gjødselhåndtering og -lagring skjer på den enkelte bruk med hest.

For hest på beite nær vannforekomster vil det også kunne bli en viss avrenning av hestegjødsel til vassdrag. Hvor mye vil bl.a. avhenge av helling på terrenget og avstand til vassdrag.

Basert på fordelingen av hest i nedbørsfeltet forventes det liten eller ingen hygienisk påvirkning av hestegjødsel til Isesjø. Eventuell avrenning eller påvirkning av hestegjødsel kan være størst i området mellom Rokkevannet og Kjølåsøyen. Her blir avstanden til Isesjø så stor at påvirkningen på Isesjø vurderes som minimal.

#### 4.2.2.5 Fjørfe

Det er to besetninger med verpehøns i det nære nedbørsfeltet til Isesjø. Hønsegjødsel er som regel tørr gjødsel og kan også være iblandet strø avhengig av hvordan driftsformen er. Dersom innsettet ikke passer normale spredetider for gjødsel, kan mellomlagring ute være aktuelt. Ved lagring på ugunstige plasser ute kan det bli avrenning til vassdrag. Hva som er tilfelle rundt Isesjø er ikke kartlagt i forbindelse med denne farekartleggingen.

Spredning av fjørfe gjødsel skjer som regel tørt med spredevogn. Dersom spredning ikke skjer direkte i vassdrag bør påvirkningen på vannmiljøet bli moderat eller liten. Gjødselen er da tørr og vil normal pløyes eller harves ned.

#### 4.2.2.6 Sau

Det er noe sauehold i det nære nedbørsfeltet til Isesjø med ca. 160 registrerte dyr, mens det i feltet oppstrøms Børte vann er registrert noe under 20 sau. Hvorvidt disse beiter innenfor nedbørsfeltet på sommeren er ukjent. Eventuelle beiter på arealer ned mot Isesjø eller andre vannforekomster kan gi tilførsel av ferskere gjødsel, særlig i nedbørsperioder. Direkte tråkk i bekk eller innsjø kan føre til det samme. Beiteområder for sau er ikke kartlagt i denne farekartleggingen.

Gjødselhåndteringen på det enkelte bruk er også ukjent, men det legges til grunn at oppsamlet gjødsel fra vintersesongen spres som tørrgjødsel.

#### 4.2.2.7 Geit

Det er et bruk med geit ved Bergsmarktjern. Det er langt unna Isesjø med mange vann og bekker mellom så eventuell avrenning fra dette husdyrholdet vil ikke påvirke hygienisk vannkvalitet i Isesjø. Påvirkningen på økologisk tilstand i Isesjø er også liten, selv om dette som alle andre kilder kan utgjøre et lite bidrag til fosforkonsentrasjonen ut av Børtevann.

#### 4.2.2.8 Tiltak

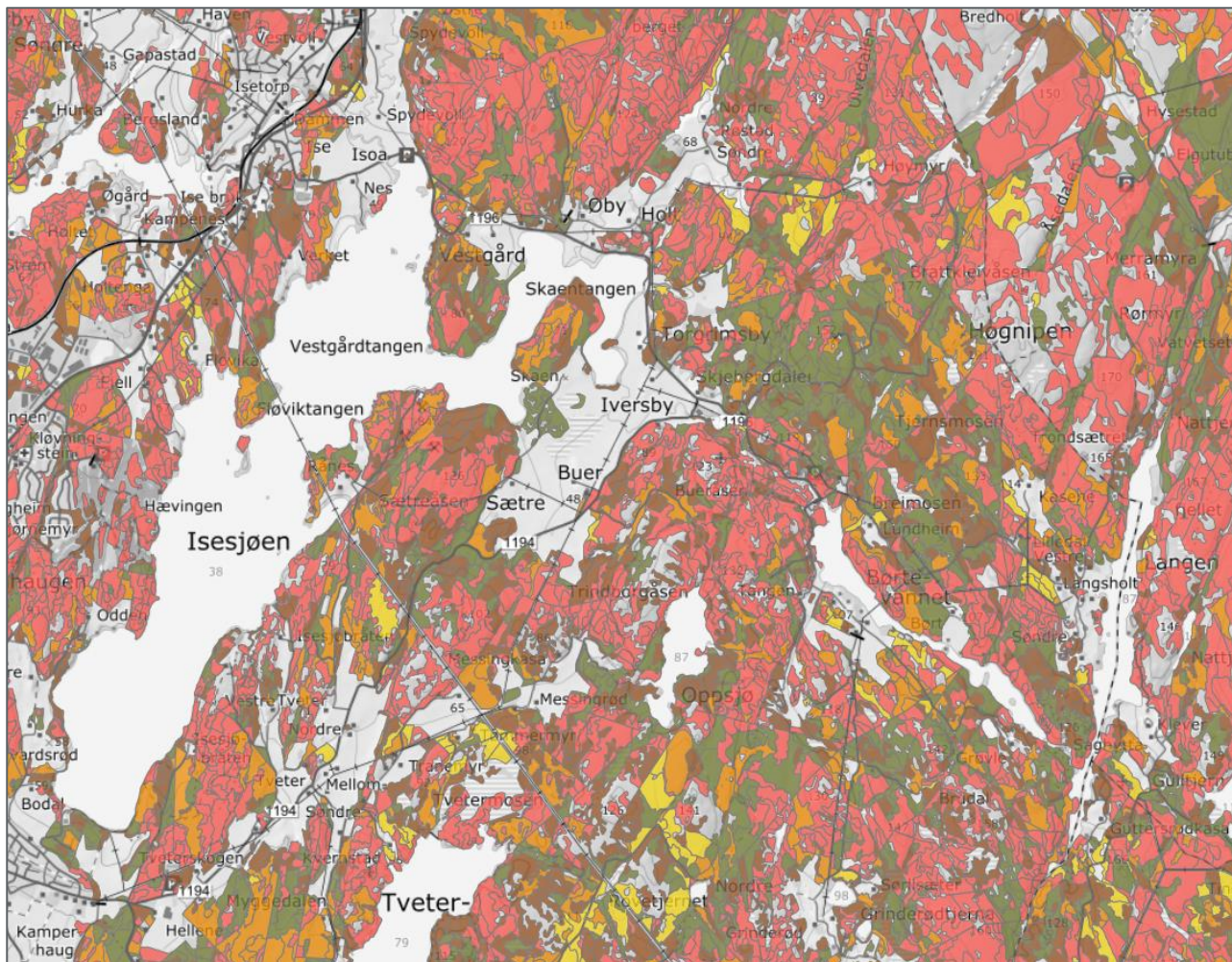
Anbefalinger om tiltak innen husdyr er gitt i kapittel 5.

### **4.2.3 Skogbruk**

Utmarksarealet (skog/myr/bart fjell) i nedbørsfelt Isoa er ca. 84% av totalarealet på ca. 140 km<sup>2</sup>. Store deler av dette arealet blir benyttet til skogsdrift. Figur 49 viser kart over hogstklasser nært Isesjø. Utviklingstrinn for skogbestand beskrives som oftest ved hjelp av hogstklasser som defineres ved en nedre aldersgrense for ulike boniteter. I skogbruksplanleggingen bruker benytter man 5 hogstklasser (HKL):

- HKL 1 (gul) - Snau skogsmark som skal forynges ved planting eller naturlig foryngelse.
- HKL 2 (oransje) – Ungskog som er etablert med tilfredsstillende tetthet.
- HKL 3 (grønn) – Yngre produksjonsskog som kan gi nyttbart virke.
- HKL 4 (brun) – Eldre produksjonsskog på vei til å bli hogstmoden. Tynning er ofte aktuelt.
- HKL 5 (rød) – Hogstmoden skog. Tilveksten stagnerer, og det er aktuelt med hogst av bestanden.

Skogen blir tidligere hogstmoden på høyeste bonitet, for barskog ved 70 års alder, senere på laveste bonitet, for barskog ved 110 års alder.



Figur 49: Skogsareal inndelt etter hogstklasser (Nibio kilden hentet 24 aug. 22).

Kartet viser at det er relativt store bestand av hogstmoden skog (rød farge) rundt Isesjø og videre utover i nedbørsfeltet, man kan derfor anta at det vil foregå skogsdrift på de teiger man anser som økonomisk drivverdige. I Isesjø sin sørøstlige del ble det under befaring lagt merke til at flatehogst foregår nesten ned til vannkanten av Isesjø. Aktiviteter i forbindelse med skogsdrift kan påvirke vannkvaliteten. Fra naturens side skjer det avrenning av næringsalter (nitrogen og fosfor) og organisk materiale (humus). Dette kan forsterkes ved erosjon av hogstflater der skogen er fjernet, eller ved erosjon fra kjøresår etter skogsmaskiner. Drenering av våte skogsareal for å bedre produksjonsforholdene har størst effekt på tilførsel av næringsalter og humus. Når vegetasjon etablerer seg igjen, vil denne effekten avta. Bruk av sprøytemidler for å bekjempe uønskede vekster og forurensing fra diesel og oljeprodukter fra skogsmaskiner kan også bidra til kjemisk forurensing.

Det er ikke funnet sprøytemidler i norske vannkilder i konsentrasjoner som kan medføre helsefare, dette skyldes dels at det er strenge restriksjoner på bruk av sprøytemidler, og dels at restprodukter etter sprøyting kan være utfordrende å få analysert i laboratorier. Forskrift om plantevernmidler setter regler og begrensninger på bruk og lagring av sprøytevernmidler. §20 omhandler plikt til å redusere risikoen for vannforurensning. I arbeidet med tilhørende miljørapport [1] ble muskelp prøver fra abbor og gjedde analysert for 26 ulike plantevernmidler. 24 av disse ble ikke påvist i prøvene fra abbor og gjedde. Det ble påvist heksaklorbenzen (HCB) i en prøve av abbor fra en prøvetakingsstasjon (ISE 1) og 4-4'-DDE ble påvist i abbor og gjedde fra to ulike prøvetakingsstasjoner (ISE 1 og ISE 2). HCB er en fungicid (soppgift), som ble forbudt i Europa i 1980, og globalt via Stockholm-konvensjonen i 2004. HCB-konsentrasjon påvist i prøven er under EQS-verdi for biota som er 10 µg/kg våtvekt. 4-4'-DDE stammer fra nedbryting av DDT. Det er ingen fastsatt EQS-verdi for dette stoffet. I Norge ble DDT forbudt i 1970. Unntatt var dypping av granplanter for bekjempelse av gransnutebille ved skogplanteskolene, men også denne bruken ble forbudt fra og med 1989. Fra et begrenset prøvetakingsomfang er det umulig å spore opphavet til plantevernmidlene, men det er antatt at dette er rester fra bruk flere ti-år tilbake i tid.

Intensivert skogsbruk er lansert som et klimatiltak for økt produksjon av biomasse og for å redusere bruk av fossilt brensel og økt karbonuttak (Mdir M-519 2016). Intensivert skogsdrift medfører gjødsling og skoguttak som igjen kan føre til økt avrenning, og økte verdier av nitrogen i overflatevann, (og grunnvann og kystvann (eutrofiering)). Det kan også mobilisere kvikksølv og føre til forsuring av overflatevann, med mulig påvirkning på fisk og økosystemer.

To prosjekter (SURFER [20] og BIOWATER [21]) ble gjennomført mellom 2015 - 2020. Disse undersøkelsene er delvis basert på litteraturstudier med andre gjødselregimer og delvis på feltforsøk. Førstnevnte prosjekt konkluderer med at utvasking av nitrogen i forbindelse med skoggjødsling kan ha negative konsekvenser i vannforekomster som er følsomme for eutrofiering eller forsuring. Ved valg av gjødslingslokaliteter bør det tas hensyn til om tilliggende vannforekomster er sårbare i forhold til eutrofiering eller forsuring. SURFER-prosjektet konkluderer også med at det kan være små effekter på N-konsentrasjonen i vann rett etter gjødsling, men at utvaskingen av nitrat blir høyere 5-10 år etter at den gjødslede skogen blir avvirket. Det blir også vist til at det er særlig viktig med gode buffersoner (uten hogst og gjødsling) rundt vannforekomstene [22]

«Med det grønne skiftet kan vi forvente mer næringsstoff inn til våre vassdrag om ikke korrekte tiltak blir iverksatt for å forhindre dette» [23].

Planting av skog i tidligere åpent landskap kan føre til økt avsetning av forsuringskomponenter ved at skogen virker som et filter for forurenset luft og nedbør, og økt jord- og vannforsuring ved at en større andel basekationer tas opp og lagres i tre-biomassen. Det er imidlertid for lite kunnskap i dag for å kunne vurdere mulige konsekvenser for vannkvaliteten av tettere planting på eksisterende skogsarealer.

Det ligger en mulig konflikt mellom å drive kommersielt og intensivt skogbruk i et nedbørsfelt og bevare god vannkvalitet i råvannskilden.

I Norge er praktisk talt alt skogbruk PEFC-sertifisert [24]. Slik er det også i nedbørsfeltet til Isesjø. Skogeier vil ikke få solgt tømmeret om det ikke er PEFC-sertifisert. PEFC systemets 4. revisjon er ferdig og trer i kraft 1. Mars 2023. Kravpunkt 27 i denne sertifiseringen gir standarder for vannbeskyttelse med krav til blant annet markberedning, bredde på kantsoner og gjødsling for å unngå næringstap og avrenning:

Skogsdrift i og i nær tilknytning til vann, elver, bekker og våtmarksområder skal tilpasses slik at vannkvalitet og livsmiljøer ved og i vann bevares eller utvikles.

Langs vann, elver og bekker med årssikker vannføring eller bredere enn en meter skal det bevares eller utvikles en flersjiktet/fleraldret kantsoner. Langs andre bekker skal buskvegetasjon og mindre trær spares for å sikre et vegetasjonsbelte.

Kantsonen skal være bred nok til å opprettholde kantsonens stabilitet og økologisk funksjon. Bredden kan variere langs én og samme kantsoner i tråd med naturlig variasjon i felt, og vegetasjonstype og terrengform skal være retningsgivende for utformingen. Med utgangspunkt i en bredde på 10-15 meter, justeres bredden for følgende:

- Edellauv-, høgstaude-, storbregne- og sumpskog – vesentlig bredere (25-30 meter)
- Tørre vegetasjonstyper eller bratt terreng mot vassdraget - smalere kantsoner.
- Énsjiktet furuskog - ned mot 5 meter.
- 1-2 meter brede bekker - ned mot 5 meter

For å fange opp de spesielle forholdene som oppstår i periodevis oversvømte arealer, skal alt oversvømmingsareal inngå i kantsonen.

Kantsoner skal normalt stå urørt. Eventuell hogst i kantsonen skal fremme stabilitet, sjiktning og naturlig treslagsfordeling. Utenlandske treslag fjernes, mens lauvtrær og stabile trær spares. Hogst i kantsonen skal dokumenteres.

Ensjikta, ustabil granskog i kantsoner kan hogges med sikte på å etablere stabilitet, sjiktning og naturlig treslagsfordeling. Stabile trær skal spares, og det tas særlig hensyn langs viktige gytebekker. Slik hogst skal begrunnes og dokumenteres. Det skal søkes dispensasjon der det er krav om dette etter lovverket.

Av hensyn til friluftsliv, viktige kulturlandskap, trafiksikkerhet eller driftstekniske nødvendigheter kan kantsonene stedvis åpnes. Unntakene skal begrunnes og dokumenteres.

Følgende krav skal ivareta hensynet til vannressursene:

- Ved planlegging i skogbruket skal det legges vekt på å ivareta hensyn til vannressursene, gytebekker for anadrom laksefisk og vassdrag med elvemusling, jf. kravpunkt 3 «Planlegging i skogbruket».
- Det skal legges vekt på å unngå forurensing av vann og vassdrag, jfr. kravpunkt 12 «Avfall og forurensning». Drivstoff skal f.eks. ikke lagres nærmere 50 meter fra vannkilde.
- Ved gjødsling i skog skal det legges vekt på å unngå avrenning mot vassdrag bl.a. ved å sette igjen en gjødslingsfri sone på 25 meter mot vann, elver og bekker (50 meter ved lav spredningspresisjon), jf. kravpunkt 19 «Gjødsling og næringsbalanse».
- Markberedning skal skje skånsomt og ikke nærmere enn 5 meter fra bekk med årssikker vannføring, jf. kravpunkt 16 «Markberedning»
- Ved grøfterensk og suppleringsgrøfting skal vannet ikke ledes rett ut i bekker, elver og vann, jf. kravpunkt 28 «Myr og sumpskog»
- Det skal legges vekt på å unngå og eventuelt utbedre hjulspor som forårsaker vannavrenning og erosjon. Ved kryssing av elver og bekker med skogsmaskiner skal det legges vekt på å unngå kjørespor som fører til erosjon ut i elva/bekken, jfr. kravpunkt 14 «Terrengtransport».
- Hogstavfall skal ryddes bort fra bekker, elver og vann, jfr. kravpunkt 11 «Hogst»

Det vises til kravpunktene i norsk PEFC skogstandard i Forskrift om bærekraftig skogbruk som gjelder all skog for mer detaljer. Det er relevant for vannverkseier å få vite om tilsyn ved hogst for å kontrollere at disse kravpunktene blir fulgt opp i praksis. I Lov om skogbruk (skogbrukslova) står det

i §20 om tilsyn, kontroll og rapportering, 1.ledd: *Kommunen skal føre tilsyn med at føresegnene i lova blir haldne, og kontrollere at vedtak med heimel i lova blir gjennomførte.*

Om det finnes skogseiere som ønsker frivillig vern av sine skogsarealer er dette noe vannverkseier bør støtte. Frivillig vern blir behandlet av Statsforvalteren ([Frivillig vern av skog i Norge](#)).

Skogbrann beskrives i kap. 4.7.2 om naturlige årsaker til forverret råvannskvalitet.

### 4.3 Avløpsvann

#### 4.3.1 Generelt

Avløpsvann fra bebyggelse og husholdninger inneholder mye bakterier, virus og parasitter som kan være sykdomsfremkallende. Det er viktig å unngå at dette når råvannskildene. Avløpsvann fra husholdninger inneholder også partikulært materiale, næringssalter (organisk stoff, nitrogen og fosfor) samt tilsetningsstoffer som brukes i såper og kosmetikk (siloksaner, parabener, PFAS og mikroplast). Av næringssalter dominerer organisk stoff, etterfulgt av nitrogenforbindelser og fosfor.

For sentraliserte avløpsløsninger (kommunalt avløpsnett) kan ledningsbrudd, overløp i pumpestasjoner og lekkasjer medføre utslipp av avløpsvann. Dette er spesielt uheldig hvis avløpsledningen eller pumpestasjonen ligger i eller nær vannet med fare for direkte utslipp i kilden. Utslipp fra sentraliserte løsninger vil som regel være konsentrerte i utbredelse (utslipp fra et lekkasjepunkt eller overløp), mens mengde vil avhenge av hvor mange abonnenter som er tilknyttet avløpssystemet.

Løsninger for oppsamling, behandling og disponering av avløpsvann som ikke er tilknyttet kommunalt system, er basert på mindre, private anlegg (< 50 pe) hvor avløpsvannet renses på stedet før det går til resipient eller infiltrerer i grunnen. Tall fra Statistisk sentralbyrå (SSB) viser at de fleste spredte avløpsløsninger i Norge baserer seg på slamavskiller alene, eller i kombinasjon med infiltrasjonsanlegg eller sandfilter. Feildimensjonering og dårlige infiltrasjonsforhold er noen årsaker til at avløpsvannet ikke renses tilstrekkelig og dermed kan gå urensert til resipient. Andre typiske årsaker er tette tanker som ikke tømmes og går i overløp eller lekker. Hovedutfordringene med spredte avløpsløsninger er lite kontroll på utslipp, dårlig vedlikehold og tilstand. Det er vanskelig å oppdage utslipp, gjerne fordi tankene er nedgravd og lite tilgjengelig. Det er også stor fare for

brugerfeil eller utilstrekkelig oppfølging. Sabotasje er også en mulig fare. Hvis disse anleggene samtidig ligger nær vannkilde med mulighet for direkte utslipp er risiko for forurensning høy.

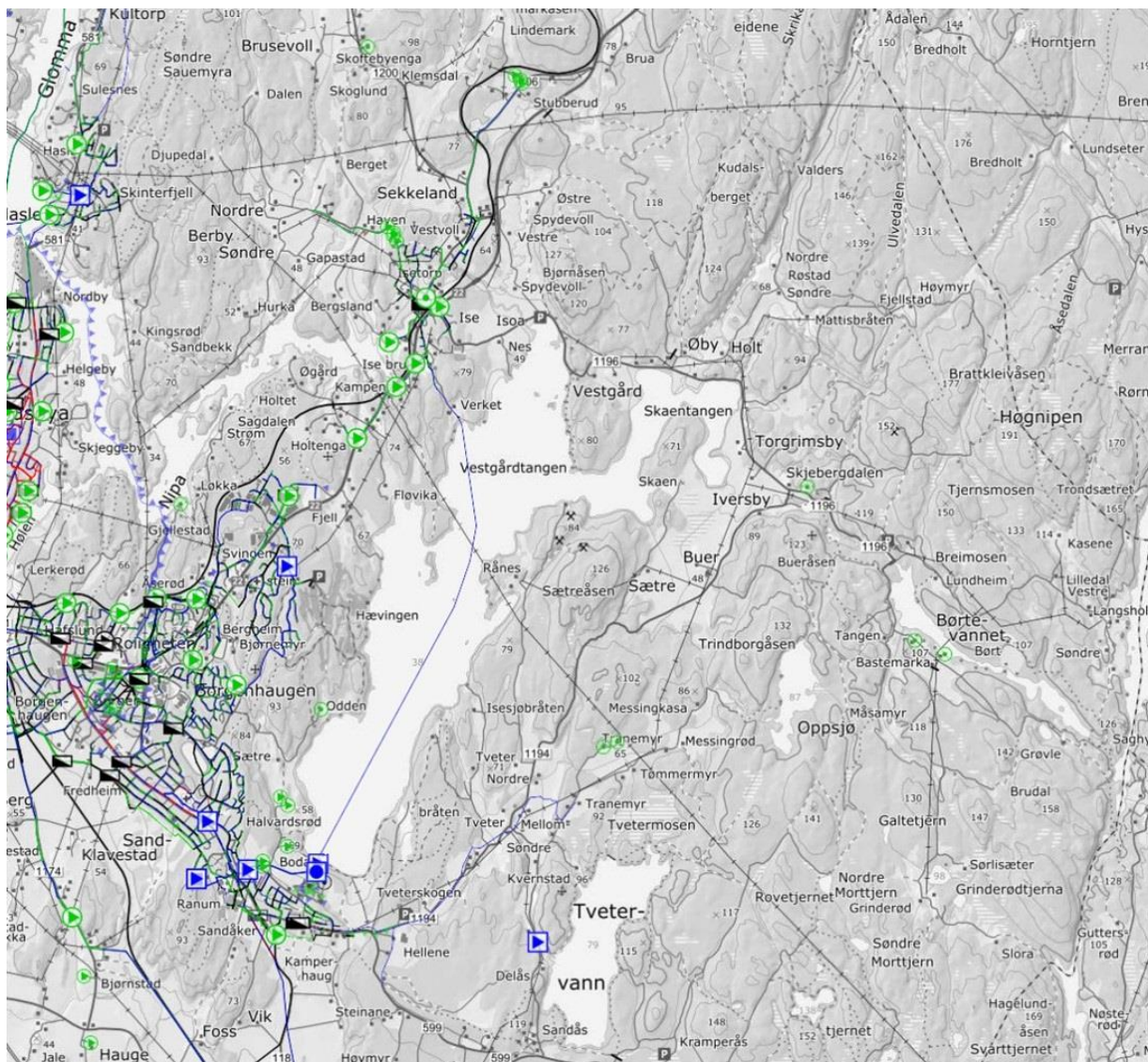
#### **4.3.2 Kommunalt avløp**

Det er lite kommunalt avløp i nedbørsfeltet til Isesjø. Den kommunale infrastrukturen (vann og avløpsledninger) ligger primært i sør-vest enden av Isesjø, i ytterkant av nedbørsfeltet (vestsiden) og i god avstand fra selve innsjøen (Figur 50). En eldre avløpsledning (pumpeledning, PVC) fra 1976 går fra vannverket i Isesjø og leder avløpsvannet herfra videre til avløpsrenseanlegget i kommunen. For bebyggelsen rett syd for Isesjø (sør for vannverket) pågår det nå utskiftning av spillvannsledningene til nye PVC ledninger. Dette er i tråd med tiltak skissert i tiltaksplanen fra 2005, hvor ledningsnettets skulle fornyes til nye PVC rør [4].

Det er ingen kommunale renseanlegg med tilhørende utslipp og overløp i nedbørsfeltet til Isesjø.

Innenfor nedbørsfeltet er det etablert trykkavløp i sørvestenden, med tre trykkavløpspumpestasjoner. Trykkavløp oppfattes ofte som en sikker løsning mht. redusert fare for overløp og ukontrollerte utslipp, og som et driftssikrere alternativ sammenlignet med spredte avløpsløsninger. Dette betinger imidlertid at anleggene er riktig dimensjonert, utstyrt med alarmer ved pumpestopp og at det ikke er tilrettelagt for overløp i pumpestasjonene. Pumpestasjonen må også ha et godt buffervolum, spesielt ved sammenkobling av flere husstander. Pumpestasjonene med tilhørende ledningsanlegg i nedbørsfeltet til Isesjø er av nyere dato (leggeår 2020, materiale: PE, dim 40 mm) og forventes ikke å utgjøre noen forurensingsbelastning på Isesjø.

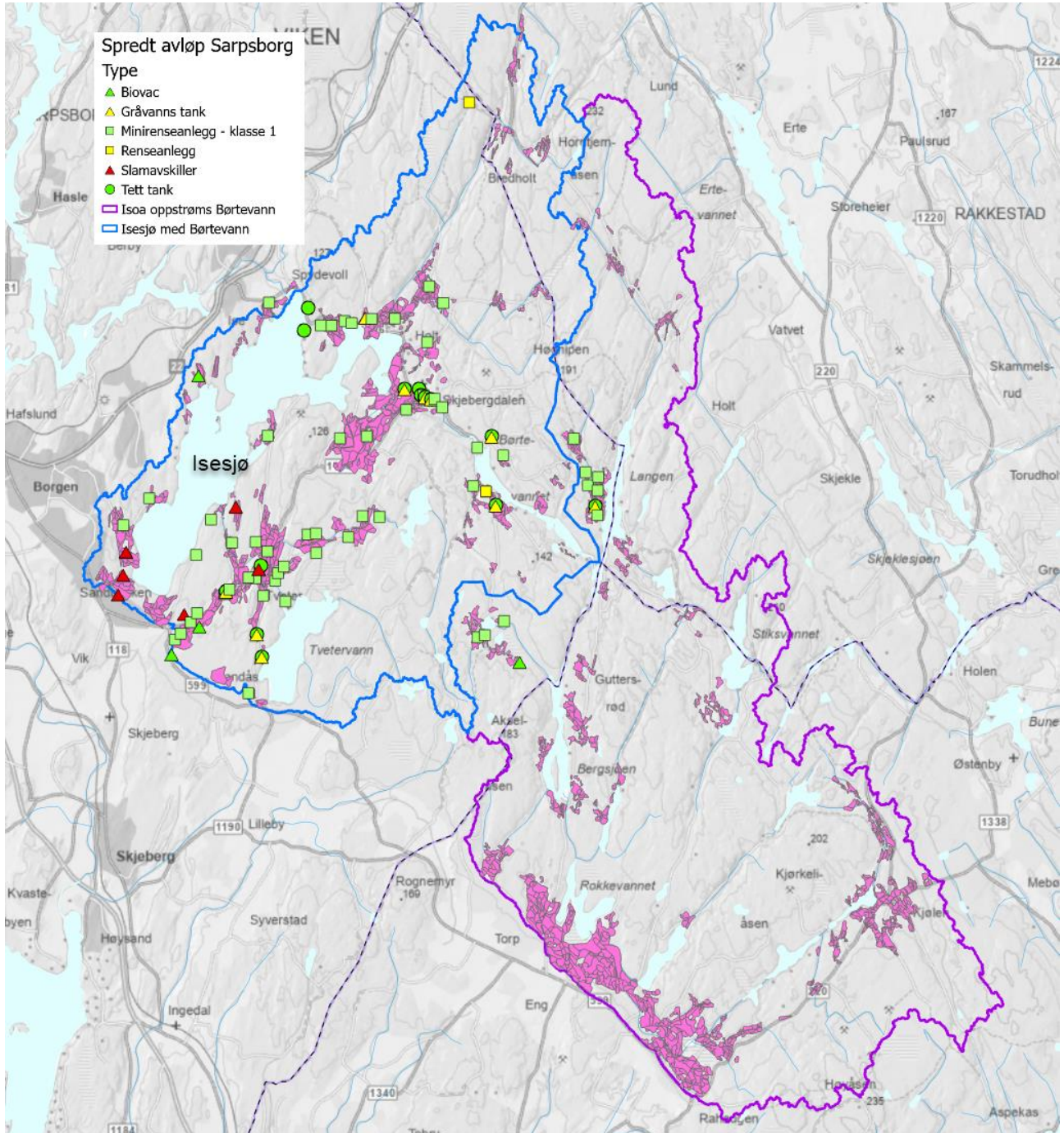




Figur 50: Oversikt over kommunalt avløp i nedbørsfeltet til Isesjø. Blå: Vannforsyning, grønn: Avløp Kilde: Gemini Portal

### 4.3.3 Spredt avløp

Spredt avløp dominerer fremfor kommunalt avløp i nedbørsfeltet til Isesjø. I henhold til data fra Sarpsborg kommune og tilsynsrapporter for spredt avløp var det 96 separate avløpsrensaneanlegg på tilsynslisten i 2021 [25]. Den dominerende anleggstypen er minirensaneanlegg (klasse 1, kjemisk/biologisk rensing), etterfulgt av noen anlegg med tette tanker og slamavskillere. De spredte avløpsrensaneanleggene dominerer langs østsiden og nordenden av Isesjø og langs Tveterbekken, Buerelva (elv mellom Børtevann og utløp i nordenden av Isesjø) og Øbybekken (Figur 51).



Figur 51: Spredte avløpsrensanlegg i nedbørsfeltet til Isesjø

#### 4.3.3.1 Kort historikk – spredt avløp

Ved en feltregistrering i 2003 ble 69 separate avløpsanlegg kartlagt i nedbørsfeltet til Isesjø. Beregninger fra kartleggingen viste at de separate avløpsanleggene bidro med hhv. 85 kg/år fosfor (P), 635 kg/år nitrogen (N) og 1480 kg/år karbon (C) til Isesjø. Rapporten konkluderte med at flere anlegg i nedbørsfeltet trengte fornyelse for å hindre direkte utslipp av avløpsvann til omgivelsene. Anlegg som kun omfattet slamavskiller, eldre sandfilteranlegg og eldre infiltrasjonsanlegg ble anbefalt prioritert i etablering av nye renseanlegg. Det ble konkludert med at eksisterende avløpsløsninger for boligbebyggelsen i stor grad omfattet kun slamavskillere som i flere tilfeller var i relativt dårlig stand og at denne typen anlegg i hovedsak bidrar til forurensningstilførselen fra avløp til Isesjø. I beregningene fra 2003 ville oppgradering av slamavskillere til andre anlegg med middel til høy miljøindeks kunne bidra til en reduksjon av fosfortilførsel på ca. 50 kg pr. år [5].

I tiltaksplanen for Isesjø fra 2005 var et av tiltakene for å redusere tilførselen av fosfor til Isesjø, utbedring av separate avløpsanlegg. Ifølge Sarpsborg kommune er en rekke tiltak iverksatt. I 2008 kom lokal forskrift om utslipp av sanitært avløpsvann fra bolighus, hytter og liknende. Området rundt Isesjø har blitt prioritert i arbeidet med utbedringer og i 2008/2009 ble det sendt ut pålegg om utbedringer til alle eiendommer i det som her kalles sone 1 (nedbørsfeltet til Isesjø og Tunevannet, ikke til forveksling med sone 1 og sone 2 i senere omtalte kart over foreslått hensynssone) og som ikke hadde gyldig utslippstillatelse. Dette førte til oppgraderinger av de fleste avløpsanlegg i 2010-2012. Det er ført tilsyn med avløpsanlegg i området rundt Isesjø i 2012-2013, men det foreligger ikke fullstendig rapport fra dette tilsynet.

#### 4.3.3.2 Dagens situasjon

Det foreligger rapporter fra nyere tilsyn av spredt avløp i Sarpsborg kommune (mellom 2018-2021). Anleggene er kategorisert etter tilsyn i hht. om de tilfredsstillt utslippskravene. Tilsynsobjektene i nedbørsfeltet til Isesjø er vist i tabellen under. Fargekodene indikerer om rensekrav er tilfredsstillt eller ei. Det presiseres fra kommunen at rød fargekode ikke differensierer på hva som var utslagsgivende for at anlegget ble plassert i denne kategorien. Dersom et anlegg presterer for dårlig på en av parameterne (Tot-P, TKB, BOF5) havner anlegget automatisk i rød kategori. Et anlegg kan derfor ha god renseevne for f.eks BOF og Tot-P, men likevel havne i rød kategori pga dårlig renseevne på bakterier. I mange tilfeller er det sammenheng mellom parameterne, og det sees ofte at et anlegg som havner i rød kategori presterer dårlig på alle parameterne.

Tabell 7: I hht. Sarpsborg kommune fordeler tilsynsobjektene i nedslagsfeltet til Isesjø seg på ulike kategorier. (Grønn= renser i henhold til kravene for Tot-P, BOF og termotolerante koliforme bakterier, gul= renser delvis i henhold til kravene, kan være behov for å utbedre anlegget, rød= renser ikke tilstrekkelig i henhold til kravene, behov for å utbedre anlegget, hvit = anlegg som ikke er prøvetatt).

Totalt antall anlegg	96
Anlegg ført tilsyn	58
Anlegg ikke ført tilsyn	38
Anlegg grønn	20
Anlegg gule	12
Anlegg røde	18
Anlegg hvite	7

Gjennomgående for tilsynene i 2018-2021 er at dårlig drift og vedlikehold er årsaken til at anleggene ikke tilfredsstillt kravene. Alle anlegg som havnet i rød kategori, er fulgt opp av kommunen, både mot anleggseier og anleggsleverandør. Det er viktig å følge opp leverandørene med hensyn på drift og vedlikehold. Kommunen bør også pålegge servicepersonell å måle slamnivå og rapportere til kommunen. Maks 70% fyllingsgrad bør tillates. Det konkluderes også med at mer fokus på service gir bedre resultater. Likevel viser tilsynene at anlegg flytter på seg mellom kategoriene. Anlegg synes å fungere bra i perioder, mens i andre perioder har anlegget store driftsforstyrrelser. Antall dager siden siste slamtømming og årstid vil kunne innvirke på resultatene.

Det opplyses av kommunen at det i hovedsak er minirenseanlegg som er prøvetatt under tilsyn. Av de anleggene som ikke er prøvetatt er det et fåtall av minirenseanlegg, men flest slamavskillere og gråvannsanlegg med tett tank for svartvann. En slamavskiller kan brukes som eneste rensetrinn i mindre følsomme områder hvor utslippet kan føres til god sjøresipient og er kategorisert med lav smittebeskyttelse (NIBIO). En slamavskiller som eneste rensetrinn egner seg derfor dårlig i nedbørsfeltet til drikkevannskilde og kan utgjøre en hygienisk risiko. Forventet renseevne i en slamavskiller og i minirenseanlegg – klasse 1 (kjemisk/biologisk renseanlegg) er vist i tabellen under.

Tabell 8: Forventet renseevne for næringsalter, organisk materiale og hygieniske parametere. Kilde: NIBIO.

Parameter	Slamavskiller	Minirenseanlegg – klasse 1
Total fosfor	5-10%	90%
Organisk stoff (BOF5)	20-30%	90%
Total nitrogen	5-10%	20%
Suspendert stoff	30-60%	-

Termotolerante bakterier/bakterier og virus	40-50%	99%
---	--------	-----

Det er tidvis høye målinger av termotolerante koliforme bakterier i tilførselsbekkene til Isesjø. Fekal kildesporingsanalyse i Øbybekken, med utløp nord i Isesjø, viser at den dominerende kilden til fekal forurensing er fra såkalt "andre dyrearter" (samlebetegnelse for varmblodige dyr som hund, katt, fugler, ville dyr osv), etterfulgt av drøvtyggere og noe fra hest. Dette kan stemme overens med kartleggingen av husdyrbruk i nedbørsfeltet som blant annet viser hønsehold i nærheten av Øbybekken. Fekal forurensing fra mennesker ble ikke funnet i Øbybekken.

I råvannsinntaket til Isesjø vannverk, plassert sør i Isesjø, er det målt *E.coli* i 57% av prøvene. Konsentrasjonene er lave, men frekvensen av prøver med positiv påvisning er høy. Det er ikke utført kildesporingsanalyse her, og det kan ikke utelukkes at *E.coli* stammer fra fekal forurensing fra avløp i dette området. Fortsatt arbeid og fokus på tilsyn og oppgraderinger av separate avløpsanlegg her er derfor viktig.

Arbeidet som er gjort viser at fokus på tilsyn har bedret situasjonen og det er et redusert antall enkle renseløsninger i nedbørsfeltet til Isesjø. Det anbefales at det prioriteres tilsyn med de anleggene som fortsatt består av kun slamavskiller da disse sannsynligvis er eldre anlegg og utgjør den største risikoen for forurensninger. Det er også viktig med tettere oppfølging av bestemmelsene i lokal forskrift samt forurensningsforskriften.

#### 4.4 Friluftsliv og rekreasjon

Sarpsborg kommune ønsker at Isesjø ivaretas som drikkevannskilde, som rekreasjonsområde for befolkningen og som leveområde for planter og dyr, der drikkevannshensynet veier tyngst. I nedbørsfeltet til Isesjø er det flere ulike organiserte og uorganiserte rekreasjonsmuligheter. De viktigste aktivitetene vil bli vurdert i større detalj i etterfølgende kapittel.

Nedbørsfeltet til Isesjø og selve innsjøen er et lokalt viktig friluftsområde for befolkningen som bor i nærheten. Man må anta at god vannkvalitet i Isesjø er viktig for de som benytter innsjøen til bading og fiske m.m. I dette ligger det et samarbeidspotensiale mellom vannverkseier og ulike interessenter innen friluftsliv og rekreasjon. Alle som ferdes i områder i nærheten av drikkevannskilder har en plikt til å vise hensyn. Ingen er gitt noen rettighet etter friluftsløven hvis det de gjør rammes av forbudet mot forurensning i drikkevannsforskriften (Veiledning til

drikkevannsforskriften §4). Balansegangen i dette utgjøres av det faktiske forurensningstrykk som rekreasjonen medfører (øker med antall mennesker) og vannverkets størrelse og kapasitet i vannbehandling. Man må kreve lavere sannsynlighet for smittestoff i det produserte drikkevannet fra større vannverk som forsyner mange mennesker, for å unngå store vannbårne utbrudd.

Tradisjonelt har norske vannverkseiere enten benyttet en streng klausulering av sine nedbørsfelt, eller motsatsen til dette der man ikke har vært tydelige nok på vannverkets behov, verken internt i kommunen mot andre etater eller mot andre interessent grupper, og med det mistet muligheten til å påvirke utviklingen i nedbørsfeltet. Man må gjerne ut av Norge for å få litt inspirasjon for hvordan dette kan endres til det beste for både vannverk og rekreasjonsinteressene. I Australia er ferskvann mangelvare og en naturressurs som blir nøye forvaltet. En kikk på South East Queensland Water (SEQwater) sin hjemmeside gir et innblikk i hva som er mulig å få til: [Things to do | Seqwater](#)

Overført til Isesjø kunne man se for seg at vannverkseier kommer i tettere dialog med f.eks. Isesjø grunneierforening, Skjeberg golfklubb, «Bodalsgjengen», Ise skytterlag, DNT nedre Glomma, Sarpsborg øst frivilligsentral «prosjekt nevenyttig», Sarpsborg frikirke (Isesjøbråten), lokale velforeninger, skoler og barnehager etc. Etter samtaler med vannverkseieren vil disse kunne informere sine egne om forhold knyttet til beskyttelse av Isesjø samt utføre visse tiltak ved behov. Mer om dette i kapittel 5 om tiltak.

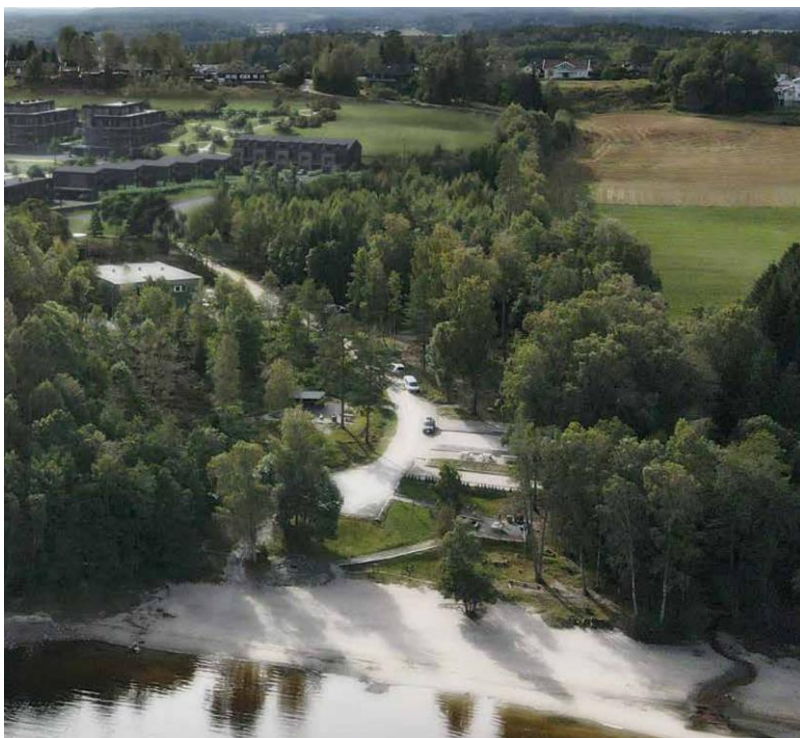
#### **4.4.1 Bodalstranda**

Bodalstranda er ligger i sørenden av Isesjø, rett ved Isesjø vannverk. Noen hundre meter utenfor stranda ligger råvannsinntaket. Bodalstranda er et yndet turmål for store og små. «Bodalsgjengen» er en gruppe frivillige som har lagt ned et stort dugnadsarbeid og anlagt gapahuk, bålplasser, benker og bord, samt tilrettelagt stranda for bevegelseshemmede. Det er ikke etablert sanitæranlegg, men ifm. utbygging av boligområde ved Bodalstrand skal dette etableres. Området har høy verdi både for friluftsjakter og vannverket. Samtidig har fremveksten av cyanobakterier redusert badevannskvaliteten og ført til utfordringer i vannbehandlingen. Det er Miljørettet Helsevern i Sarpsborg kommune som følger med på badevannskvaliteten via prøvetaking og visuell inspeksjon. Sensommeren 2022 ble det frarådet bading ved Bodalstrand pga. algeoppblomstring, dette har også skjedd tidligere år.

Mennesker som oppholder seg i nedbørsfeltet, kan i forbindelse med bading og annen rekreasjon være mulige kilder til mikrobiell forurensning. En person som bader avgir i gjennomsnitt 0,14 g

avføring enten ved direkte utskillelse eller fra uren hud [26]. Små barn avgir mer avføring enn voksne. Verst tenkelige tilfelle er direkteutslipp fra personer med akutt diare. Sannsynligheten for slike hendelser er som regel lav, men øker ved flere badende og mer ferdsel og rekreasjon. Data fra en studie i Ålesund kommune viste at bading *kan* forårsake mikrobiell forurensning av inntaksvannet på 35 m. dyp (primært virus og parasitter) under spesielle lokale forhold [27]. Studien var basert på modellering av spredning av patogener med lang overlevelse, etter et tenkt utslipp fra en badende med akutt diare, der patogener nådde råvannsinntaket i begynnelsen av høstsirkulasjonen.

Ilesjø har utløp i nord, og forurensninger fra vannet helt i sør vil kunne fraktes forbi råvannsinntaket når strømningene i vannmassene dras nordover. Denne bevegelsen er ved normale værforhold saktegående, søndre basseng i Ilesjø har en beregnet oppholdstid på 5,2 år. *E.coli* indikerer fersk fekal forurensning, denne bakterien som alle andre, vil over tid dø ut, sedimentere eller bli utsatt for predasjon. Badeaktiviteten er sesongbetont, mens funn av indikatorbakterien *E.coli* i råvannet viser ikke spesielle sesongvariasjoner i datagrunnlaget. Det antas at eventuell fekal forurensning ved Bodalstrand som følge av rekreasjonsaktiviteter har liten, men mulig, hygienisk påvirkning ved råvannsinntaket til vannverket under normale værforhold/sirkulasjonsperioder ved dagens bruk. Dette kan endres ved enten økt bruksfrekvens eller værforhold/sirkulasjonsperioder som frakter mikrobiologiske forurensninger raskere ned til råvannsinntaket.



Figur 52: Bodalstrand, vannverk og planlagt nybebyggelse (Kamperhaug Boligutvikling tomteprospekt).

Bygging av ca. 120 nye boenheter er igangsatt rett ovenfor Isesjø vannverk ved Bodalstrand. Området ligger utenfor langsiktig grense for tettbebyggelse [28]. I gjennomsnitt bor det ca. 2,2 personer pr. privathusholdning i Norge [10]. Det gir ca. 264 nye fastboende ved Bodalstrand. I tillegg kommer en viss andel kjæledyr (hund og katt), disse kan bidra til hygienisk forurensning avhengig av hvor nøye eierne er på å plukke opp deres etterlatenskaper.

Det er spesifisert i vedtatte reguleringsplan at utbyggingen ikke skal bidra til forurensning i Isesjø. Det skal også sikres en bred buffersone mot Isesjø. Videre skal det sikres turtrasè for allmenn ferdsel og trygge snarveier gjennom området [29]. Terrenget i prosjektområdet skråner ned mot Isesjø, det er bekkefar i samme terreng som transporterer overvann samme veg.

Det er etablert rensedam for å dempe utslipp av sediment i anleggsfasen, og ivareta overløpsvann fra planområdet i driftsfasen. Ansvarlig for skjøtsel og vedlikehold av rensedammen er utbygger frem til etablering av en velforening for boligene. Når dette er etablert, skal velforeningen være de ansvarlige for dammen [30]. Anlegget skal inspiseres og kontrolleres to ganger i året, en gang i mai og en gang i oktober måned. Inspeksjonskontroll skal alltid utføres etter en ulykke som har forårsaket utslipp innenfor det aktuelle området. I planen er det også spesifisert vinterdrift (økt frekvens på



ettersyn) og håndtering av slam. Optimal drift av denne rensedammen vil kreve god organisering og finansielle midler til vedlikehold.

Avløpsnettets blir det eneste kommunale avløpsanlegg innenfor Isesjø sitt nedbørsfelt, og bør ikke ha mulighet for overløp mot Isesjø. Etableringen er avklart med Virksomhet kommunalteknikk både i forhold til vei- og ledningsnett. Et nyanlegg vil ved riktig utførelse være tett, men over tid eldes komponentene og lekkasjer av avløpsvann vil oppstå. Avløpsnettets ved Bodalstrand vil da måtte bli et særlig prioritert driftspunkt. I forbindelse med boligutbyggingen følger det med veianlegg, dette er omtalt i kapittel 4.6 om samferdsel.

For å sikre at Isesjø ivaretas som drikkevannskilde, som rekreasjonsområde for befolkningen og som leveområde for planter og dyr bør ingen nye boligprosjekt bli godkjent i LNF området rundt Isesjø i fremtiden. Dette inngår implisitt av bestemmelser tilhørende foreslått ny hensynssone rundt Isesjø beskrevet i kapittel 5 om tiltak.

#### **4.4.2 Børte vann**

Børte vann er et annet populært utfartsområde oppstrøms Isesjø. De to innsjøene er forbundet av den ca. 3 km. lange Buerelva. Elva drenerer ut i Nordtjern i Isesjø sitt nordøstligste punkt. Børte vann kano og båtutleie leier ut kanoer, robåter og noen kajaker som mange benytter seg av i sommerhalvåret. Det er også populære turruter for gående og syklende på skogsstier og grusveier i området. Med unntak av et minirensesanlegg i tilknytting til kafedriften ved Grinerødveien er det ingen andre offentlige toalett i området. Det rapporteres om tidvis mye forsøpling og menneskelig avføring på bakken i visse områder. Et konservativt anslag over mengde spredt avløp på bakken basert på tilgjengelige opplysninger er 200kg/år. Dette er et betydelig estetisk problem for de som måtte støte på det, men vil ikke utgjøre en risiko for hygienisk forurensning av drikkevannet produsert ved Isesjø vannverk pga. avstand til råvannsinntaket (i sør) og gjeldene strømningsretning i vassdraget (innløp og utløp i nord).

#### **4.4.3 Skjeberg golfklubb**

Skjeberg golfklubb ligger på Hevingen vest for Isesjø Figur 53. Hele golfklubben sitt areal ligger i nedbørsfeltet til Isesjø.



Figur 53: Utsnitt av Skjeberg golfklubb sitt golfanlegg ved Hevingen. Isesjø i høyre bildekant (Norgeskart 14.12.2022).

Å ha et golfanlegg helt inntil en drikkevannskilde kan medføre en forverring av råvannskvaliteten pga. avrenning av næringsstoff, plantevernmidler og fungicider (kjemisk forurensning), eller så kan det ha en positiv effekt ved å fungere som en stor gressdekt kantsone.

Overforbruk av pesticider, insekticider, fungicider og kunstgjødsel samt dårlig håndtering av gressavklipp ser ut til å tilhøre fortiden. De nasjonale golfforbundene i Norge, Sverige, Danmark, Finland og Island sammen med Nordic Greenkeepers Association (NGA) etablerte i 2006 Scandinavian Turfgrass Environment Research Foundation (STERF).

Som diskutert i kap. 4.2.3 skogbruk ble det gjort funn av tungt nedbrytbart fungicid HCB i en abbor, og 4-4'-DDE - et nedbrytningsprodukt fra DDT – i en abbor og en gjedde fra to ulike stasjoner i Isesjø. Skjeberg golfklubb ble stiftet i 1986 og golfbaneområdet ble formelt overlevert til Skjeberg golfklubb i 1988. Den første delen av golfanlegget var en 8 hulls bane som ble innviet for spill i 1989, større utvidelser har skjedd senere. Det er flere år etter at bruk av HCB og DDT ble forbudt, og det er derfor lite trolig at golfbanen er opphav til disse stoffene.

STERF leverer kunnskap som er praktisk nyttig og ferdig til å brukes direkte i forbindelse med baneskjøtsel og i dialog med myndigheter og allmennheten for et troverdig miljøarbeid. Golfen står ovenfor flere viktige utfordringer som for eksempel klimaendringer, nye lover og restriksjoner, begrensede tilgang på og kostbare naturressurser, økt konkurranse om natur- og kulturverdier samt økonomiske utfordringer.

For å møte golfens utfordringer samt øke golfens samfunnsverdi har STERF sammen med golfsektoren, nordiske myndigheter og forskere identifisert fire viktige internasjonale fremtids- og utviklingsområder:

- Multifunksjonelle golfanlegg og økosystemer
- Integrrert plantevern (IPM)
- Strategier for god overvintring
- Bærekraftig bruk av vannressurser

I Norge er NIBIO sin Turfgras Research Group ved Landvik i Grimstad aktive for å finne bedre løsninger på golfens miljøutfordringer. De oppsummerer følgende i sitt temaskriv Golfens miljøutfordringer – en versting eller en positiv bidragsyter i miljøssammenheng? [31]:

*Anlegg og drift av golfbaner representerer ikke noen stor trussel mot naturmiljøet, men med relativt enkle midler kan forbedringer oppnås på mange områder. Bevisstheten om miljøansvaret synes å være høyere på golfklubbene i Danmark og Sverige enn i Norge. Dette kan delvis forklares med at danskene og svenskene i større grad benytter grunnvann som drikkevannskilde, men golf forbundene i våre naboland har også hatt større fokus på miljøarbeidet. I 2000 framla Svenska Golf förbundet dokumentet Golf sportens miljöpåverkan, og de har senere vedtatt miljøplaner som har fått konsekvenser for de enkelte golfklubbene. Dansk Golf Union legger mye arbeid i de grønne regnskapene. Dette gir god dokumentasjon og skaper stor bevissthet om miljøvern og ressursforbruk i golfbransjen.*

*STERF har bidratt sterkt til å utvikle kompetanse innenfor miljøforvaltning av golfbaner. Denne kompetansen er tilgjengelig for golfklubbene via hjemmesiden <http://sterf.golf.se>. Forskningsbasert veiledning til greenkeepere om riktig plantevalg, plantevern, gjødsling, vanning og gode vinterstrategier formidles gjennom Norwegian Greenkeepers Association sitt magasin Gressforum, det årlige Gresskurset og gjennom NGA sine anleggsseminarer som settes opp hvert semester.*

Skjeberg golfbane ligger i sin helhet inne i Isesjø sitt nedbørsfelt, med varierende terreng som har helling mot drikkevannskilden. Avrenning av sprøytemidler og næringsstoff vil kunne ende opp i Isesjø, og dette burde være grunnlag for at Skjeberg golfklubb bekoster både miljøplan og prøvetakingsprogram for å sikre optimal drift av banearealet og minimere risiko for forurensning av Isesjø. Kommunen bør kontrollere at dette er på plass, evt. hjelpe til med å få det etablert.

#### **4.4.4 Ise skytebane**

I nordenden av Isesjø ligger Ise skytebane. På Bjørnåsen rett øst for skytebanen ligger Isesjøbatteriet, et brystvern anlagt i 1902 med oppstilling for 9 kanoner. Anlegget ble fredet i 2004 og er i dag et populært turmål. Ise skytterlag ble stiftet i 1891 og skytebanen er fortsatt i aktiv bruk over 130 år senere i 2022. Banens utforming og retning har endret seg fra 1891 til i dag, dagens kulefang for 100, 200 og 300 meters bane ble sannsynligvis flyttet til skogkanten av Bjørnås i 1948. I så fall har det vært skyteaktivitet mot disse skivene i 74 år. Et anslag fra skytterlagets leder i 2013 da skytterlaget telte ca. 150 medlemmer var at det ble avfyrt ca. 45 000 skudd på en sesong ved baneanlegget [32].

Det antas at trening, skyteprøver og konkurranse ved banen hovedsakelig har bestått av gevær av kaliber 6.5x55, 308. og 30.06. (vanligste kaliber tillatt til storviltjakt) og noe kaliber 0.22LR (salongrifle, skiskytterrifle). De aller fleste prosjektiler (kuler/ammunisjon) til storviltjakt veier ca. 11 gram. Inni prosjektilet er det vanligvis bly og rundt blyet sitter en mantel av en kobberlegering.

##### 4.4.4.1 Tungmetaller fra prosjektiler i miljøet:

#### **Bly**

Bly (Pb) er et naturlig forekommende metall i jord, men er akutt giftig for pattedyr og akvatisk liv. Det akkumuleres gradvis i fisk og pattedyr og gir høyere konsentrasjoner med tiden. Bly kan gi irreversible skader på de nevrologiske og bloddannende systemene hos pattedyr. Det kan medføre fosterskader og skader på små barn i form av redusert IQ, finmotorikk, lesevansker og ADHD. Det er ikke fastsatt en nedre grense for effekter av bly eller nivå for høyest tolerabelt inntak [33, 34, 35, 36].

Største kilder til bly i naturen var inntil 2013 ammunisjon [33, 35, 36]. WHO har utpekt bly som ett av ti stoffer med alvorlige helseeffekter.

## Antimon

Den største kilden til antimon i naturen er kulefangere fra skytefelt. Antimon bindes i liten grad til jord og organisk materiale. Hos pattedyr tas antimon opp gjennom lungene, og binder seg så til de røde blodcellene. Antimon kan forstyrre cellemetabolismen i leverceller og føre til oppløsning av de røde blodcellene.

## Kobber og sink

Kobber og sink er hovedelementene i messing. Både kobber og sink er essensielt for alle levende vesener. For *mye* kobber er potensielt dødelig for mennesker og kan føre til skader på akvatisk dyreliv [35]. De fleste kobberforbindelser er giftige. Per i dag er det ingen kjennskap til kroniske sykdommer som følge av høy sinkkonsentrasjon i mennesker. Akutt sinkforgiftning gir en forbigående tilstand med kvalme, hoste, hodepine og feber.

### 4.4.4.2 Mengde og spredning av bly i Isesjø sitt nedbørsfelt

Spredning av bly fra fragmenterte blykuler i jord og vann kan utgjøre en betydelig risiko for ytre miljø og mennesker ved utendørs skytebaner [37, 38, 39, 40]. Et overslag av mengde bly i kulefangene ved foten av Bjørnås er 16,3 tonn (20,000 prosjektil/år á 11 gram i 74 år). Trekker man tilsvarende aktivitet tilbake 130 år får man 28,6 tonn fordelt på ulike skyteskiver i terrenget. Det er ukjent om det har foregått opprydding og ev. masseutskiftning av forurenset grunn i området.

Utfordringen med akkumulering av bly i støv- og partikkelform i overflatejord er at det ikke brytes ned på samme måte som andre miljøgifter som f.eks. hydrokarboner (PHA-forbindelser). En større analysestudie av prøver fra et kontaminert område over en tiårsperiode [41] indikerte en utlekkeshastighet på ca. 0.1%/år fra de øverste 25 cm overflatejord. Risikofaktorer knyttet til forurensning av bly i grunnen er imidlertid svært avhengig av lokale forhold knyttet til jordtype, jordkjemi, pH, grunnvannshøyde og naturlig utfelling [41, 42].

I forbindelse med utredning av miljøgifter i miljørapporten [1] ble det også tatt prøver ved Ise skytebane. Dreneringsgrøften som man kan se i kartverk var under feltarbeid helt tørr, så det ble tatt to sedimentprøver, en nord og en sør for kulefang. Prøvene ble klassifisert etter grenseverdier for jord (TA-2553), antimon ble klassifisert etter Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) sin veiledning for skytebaner. Alle metaller ble klassifisert som ren, utenom bly. Nordlige prøve havnet i tiltaksklasse

3 og sørlige prøve havnet i tiltaksklasse 4, altså relativt sterkt forurenset (skalaen stopper ved tiltaksklasse 5).

FFI har gjennom sine undersøkelser av skytebaner [43] anbefalt å unngå å etablere skytebaner områder med surt jordsmonn, og at avstand til bekk bør være > 250 m for at det skal være liten fare for spredning til bekk. De anbefaler videre at bekker som ligger nærmere enn dette legges i rør.

Kulefangene ved Ise skytebane har ikke tak. Kraftig nedbør kan føre til erosjon. Dette kan bidra til spredning av tungmetaller til jord og vann også utenfor skytebanen.

Ut fra topografien ved Ise skytebane og strømningsmønster i Isesjøvassdraget er det sannsynlig at ev. blyforurensning fra skytebanen primært vil holde seg på skytebanens nærområde og infiltrere til grunnvannsspeil der det følger videre med grunnvannsstrømningene, mens en mindre andel kan ved gitte værforhold og avrenning bli transportert til Isesjø sitt nordlige basseng (bukta NØ utløp Isoa), og bli sedimentert der eller gå videre med strømmen ut Isoa. Det er liten sannsynlighet for at blyforurensning fra Ise skytebane vil ha negativ konsekvens for drikkevannskvaliteten ved Isesjø vannverk, men det kan ha negativ konsekvens for innsjøens biota.

Forskrift om vannforsyning og drikkevann [44] har satt grenseverdier for bly og antimon på henholdsvis 10 µg/l og 5 µg/l. De siste årene har forskning vist at bly er mer skadelig for mennesket enn det man tidligere trodde, og det er godt mulig at grenseverdien for bly kommer til å bli satt lavere. Dette er forhold vannverkseier kan hensynta allerede nå på eget initiativ ved å sette strengere krav enn det som fremkommer av forskrift.

Andre kilder til blyforurensning i Isesjø sitt nedbørsfelt kan komme fra jakt. Spesielt produserer småviltjakt med blyhagl en del forurensning. I snitt regner man med at det går med fem haglpatroner pr. felt småvilt (jegeropplæring.no). Miljødirektoratet har nå varslet forbud mot bruk av blyhagl til jakt i Norge gjeldende fra 15 februar 2023. Forbudet mot bruk av blyhagl gjelder i og nær våtmark, slik våtmark er definert i Ramsar-konvensjonen. Den har en omfattende definisjon av våtmark, som i praksis betyr at den nye reguleringen er et totalforbud mot blyhagl i den mest vanlige skogs- og fjelljakta ([Slutt på blyhagl fra 2023 - NJFF](#)).

I tillegg til Ise skytebane har det vært skytebane ved Oppsjø. Aktiviteten her skal være avsluttet. Om ev. forurenset grunn er forsvarlig deponert er ukjent. Ved Oddenveien 34 finnes det også en skytebane, sannsynligvis pistol/revolverbane. Forurensning fra denne har ikke blitt vurdert, men ev. avrenning fra kulefang i dette området har kortere avstand til råvannsinntaket.

#### **4.4.5 Andre friluftaktiviteter**

Andre friluftaktiviteter som turgåing, hesteridning, sykling, fising m.m. er i utgangspunktet problemfritt så lenge utøverne ikke bidrar til forurensning eller forøpling. Mest utbredte problem knyttet til slike aktiviteter er spredt avløp på bakken (hygienisk/mikrobiologisk forurensning). Som nevnt fra området rundt Børtevann kan dette utgjøre en del om bruken av området blir tilstrekkelig stor. Hester bør ikke få direkte tilgang til vannkilden, og man bør gjøre det enkelt for hundeluffere å avhende poser med hundelort for eksempel ved å sette opp søppelkasser langs med turrutene.

Om forholdene ligger til rette vinterstid, kan det være aktivitet knyttet til ski, skøyter, aking etc. ved Isesjø. Også her vil problematikken med spredt avløp på bakken gjøre seg gjeldene. Tidligere ble det benyttet skadelige fluorforbindelser i skismøring. Fra 4. juli 2020 ble det forbudt å omsette blant annet skismøring som inneholder det perfluoreerte stoffet PFOA og stoffer som kan brytes ned til PFOA, i en konsentrasjon lik eller høyere enn 25 ppb av PFOA. Herunder også dens salter, eller 1 000 ppb av ett eller en kombinasjon av flere PFOA-beslektede stoffer. Forbudet gjelder C8-bindinger - altså fluorpulver og flytende fluor. C6 bindinger er fortsatt lov å selge og bruke.

Forurensningsrisiko i tilknytting til isfiske er i hovedsak knyttet til spredt avløp på bakken. I andre deler av Norge er det bruk av kjuke (ostemasse) for å føre i pilkehullene. Kjuke kan avgi store mengder koliforme bakterier, men det er ikke kjent at dette er en utbredt metode på Isesjø.

Motorisert ferdsel på Isesjø virker til å være på et begrenset aktivitetsnivå. Regulering av motorisert ferdsel på Isesjø har vært opp til diskusjon i Sarpsborg kommune (Saksnr. 21/07483) i 2021. Det ble da konkludert med at dagens aktivitet ikke ga grunnlag for regulering, men at tematikken må vurderes på nytt dersom aktiviteten tiltar.

#### **4.5 Industri, fyllinger, deponier og lager**

Det er ingen aktivitet som kan defineres som industri i Isesjø sitt nedbørsfelt, og heller ikke i det utvidede Isoa nedbørsfelt. Sarpsborg kommune var inntil oktober 2022 ikke kjent med at det skal ha vært, eller er, fyllinger og deponier i samme område. Det finnes heller ingen dokumentasjon på dette i tilgjengelige databaser (f.eks. Miljødirektoratets database Grunnforurensning), med unntak av et lite område midt ute på et jorde i sørenden av Isesjø, øst for vannverket. Lokaliteten heter Viig Østre 315, og er satt i påvirkningsgrad 2: akseptabel forurensning med dagens areal- og resipientbruk. I oktober 2022 ble kommunen gjort kjent med ulovlig massedeponi ved Isesjøbråten. Et område på ca. 7 mål, nære Isesjø har blitt fylt opp med masser, dels rene og dels forurensede. Massedeponiet

er ikke blitt omsøkt og er ulovlig. Det foregår i skrivende stund en prosess for hvordan massene skal håndteres i det videre. For å komme til leirstedet Isesjøbråten via bomveg må man passere informasjonskilt fra kommunen der det er forklart at Isesjø er drikkevannskilde og forurensning er forbudt. Man har allikevel tatt seg til rette med for eksempel tilkjøring av forurensende masser og oppføring av gapahuk i vannkanten uten å søke om dette. Denne erfaringen tilsier at vannverkseier bør etablere rutiner for jevnlig tilsyn i nedbørsfeltet slik at lignende forhold ikke skjer igjen.

Det antas at gårdsbrukene i nedbørsfeltet kan ha midlertidige lager av kunstgjødsel. Direktoratet for Samfunnssikkerhet har utarbeidet en [veiledning](#) om dette, og ved lagring av kunstgjødsel med høyt innhold av ammoniumnitrat (over 28% nitrogen fra ammoniumnitrat) gjelder bl.a. [Forskrift om håndtering av farlig stoff](#). [Forskrift om plantevernmidler](#) må følges ved oppbevaring av plantevernmidler. [Nedgravde olje- og parafintanker](#) kan medføre lokal grunnforurensning, det samme kan private [lagringstanker for dieselprodukter](#) medføre. Oljeprodukter legger seg på overflaten av åpne vannforekomster der det dunster vekk og blir spist av bakterier (avhengig av art og temperatur). Utslipp av oljeprodukter er derfor normalt ikke et problem i drikkevannskilder med råvannsinntak flere meter ned i vannmassene, men heller et problem for grunnvannskilder da selv små mengder hydrokarboner kan sette dårlig lukt og smak på drikkevannet.

Utslipp fra nedlagt industri eller næringsvirksomhet og utlekking fra gamle avfallsfyllinger, er blant de viktigste årsaker til forurensinger i grunnen (kjemiske stoffer, organiske stoffer). Slike forurensningskilder skal ikke forekomme i et nedbørsfelt til drikkevann, men man vet på generelt grunnlag (ikke spesifikt for Isesjø) at dette eksisterer («nedgravde synder»). Kartlegging av mulige lokaliteter med påfølgende overvåking og analyse av utlekkingsstoffer samt vurdering av tiltak som fjerning, innkapsling m.m. er i slike tilfeller nødvendig.

Det finnes nedlagte gruver i nedbørsfeltet. På det meste var det mellom 30 og 40 gruver i drift i Skjeberg. Den største gruva var Rånes gruva ved Isesjø. Denne var i drift fra begynnelsen av 1800-tallet til slutten av 1900-tallet. Det ble utvunnet kvarts og feltspat i et relativt begrenset omfang. Det er ingenting som tilsier at disse nedlagte gruvene i dag medfører forurensning til Isesjø.

Lagring av kjemiske forbindelser som olje og mineraloljeprodukter, fenoler, plantevernmidler, cyanider, tungmetallopløsninger med mer, kan forbyes på grunn av risikoen som følger med transporten av stoffene til og fra lagringsplasser. Det finnes også risiko for forurensning når stoffene føres over fra transportmiddelet til lagertanken, og ved selve lagringen. Ved menneskelig eller teknisk svikt, eller ved sabotasje, kan stoffene bli tilført drikkevannskilden. Forurensningsrisikoen



som følger med lagring av kjemikalier, krever en restriktiv holdning til etablering av f.eks. bensinstasjoner og militære beredskapslagre.

Det er ikke lov å varme opp privatboliger med mineralolje (Forskrift om forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger). Sarpsborg kommune har gjort en større jobb med å informere grunneiere om at de må sanere nedgravde oljetanker dersom de tas ut av bruk, noe man er påkrevd med mindre de skal konverteres til biofyringsolje. Det er lov å fyre med mineralolje til oppvarming i driftsbygninger frem til 2025. Kommunen bør kontrollere at forskriftskravene blir fulgt, spesielt i nedbørsfeltet til drikkevannskilder inkludert Isesjø.

Industri, fyllinger, deponi og lager med potensielt forurensende innhold bør på generelt grunnlag ikke forekomme i nedbørsfelt til drikkevannsforsyning. I dag er det slik sett gode forhold rundt Isesjø, med unntak av Isesjøbråten, og det er viktig med en fortsatt restriktiv holdning til dette om det skulle dukke opp forespørsler om nyanlegg i fremtiden.

#### **4.6 Samferdsel – forurensning fra veg**

Forurensning fra vegavrenning består i hovedsak av partikler, suspendert stoff, oljeforbindelser, organisk miljøgifter, PAH, metaller og vegsalt. Mengden av forurensninger fra veg til vann er avhengig av lengde på vegstrekning i nedbørsfeltet, trafikkmengde, type vegdekke, forbruket av salt og nærhet til vannkilden. Det er begrenset med trafikk i nedbørsfeltet til Isesjø, og det er ingen funn i miljørapporten [1] som tilsier opphav fra samferdsel. Forurensningsproblematikk fra samferdsel vil bli mer grundig beskrevet i farekartleggingsrapporter for Baterød og Vestvannet.

Det er allikevel noen mindre forhold man bør være oppmerksom på:

I forbindelse med etablering av boligfelt ved Bodalstrand vil det bli bygd nye stikkveier og eksisterende hovedtilførsel vil bli mer trafikkert. Fra vannverket opp til kryss med Bodalsveien er det ca. 22 m høydeforskjell. Vinterstid medfører dette vegvedlikehold med snøbrøyting og salting/strøing. På generelt grunnlag medfører både vegsalting og snødeponi miljøproblemer. Spesielt har forskning vist at dyreplankton er følsomme for økt kloridkonsentrasjon i vannmassene. Dyreplankton er en viktig næringskilde for flere fiskearter i Isesjø, om disse får dårligere levevilkår er det sannsynlig at planteplankton tar deres plass. Dette gir mørkere vann, og hindrer i større grad lys å trenge ned i vannmassene, og innsjøens økosystem vil etter hvert endres.

Børtevannsveien går langs nordenden av Isesjø og langs med Buerelva helt opp til Børtevann. Overvann fra veien vil renne til Buerelva. Om vi regner fra brua over Isoa kanalen til brua ved utløpet av Børtevann er det et vegstrekk på ca. 5,5 km. Snitt forbruk vegsalt på riks- og fylkesveier er 5 tonn pr km. Børtevannsveien er en mindre kommunal veg, men om vi antar 1,5 tonn pr km blir det 8,25 tonn salt med avrenning delvis direkte i Isesjøens nordlige basseng eller via Buerelva pr. år. Dette kan ha en negativ konsekvens Nordtjern – Rørsjøen – Vestgårdstangen, men i den grad det er gjort målinger av klorid (1988 og 1993) og konduktivitet (1987 og 1989) kan ikke negative konsekvenser påpekes via datagrunnlaget. Det anbefales å ta vannprøver av slike parametere tidlig vår for å ha kontroll på om ev. vegsalting påvirker Isesjø.

#### 4.7 Naturlige årsaker til forverret råvannskvalitet

I det følgende blir det fokusert på tre ulike naturlige årsaker til forverret råvannskvalitet i Isesjø.

Innsjøinterne prosesser er sett på som en interessant forklaringsvariabel spesielt når man ser på mengden fosfor (Tot-P) i Isesjø. Det er mistanke om at fiskesamfunnet har endret seg til fordel for karpefisker som spiser sediment og tilgjengeliggjør fosfor som igjen fører til økt vekst av planteplankton. Dette er kort omtalt kap. 4.7.1., og detaljert i miljørapporten.

Økt fargetall og økt organisk innhold er et problem i Isesjø. Dette knyttes til klimaendringer og den naturlige opphenting etter flere ti-år med påvirkning av sur nedbør (sulfat binder humus), som i sin tur førte til unormalt lavt nivå på farge og TOC i de fleste Nordeuropeiske innsjøer, kap. 4.7.2. Høyt fargetall gir et konkurransefortrinn til problemalgen *Gonyostomum semen*. Dette er nok en innsjøintern prosess som også henger sammen med tilgjengelig fosfor, og som er detaljert i miljørapporten.

Den tredje årsaken er skogbrann. Til forskjell fra de to foregående naturlige årsakene til forverret råvannskvalitet har ikke skogbrann vært en utfordring for Isesjø, men det er tatt med slik at man er klar over problemstillingen og hva man bør være oppmerksom på. En skogbrann sin effekt på råvannet vil variere med omfang og nærhet til råvannskilden eller vannforekomster som drenerer til råvannskilden. Dette er diskutert i kap. 4.7.3.

Effekter av suksesjon (livsløpet til en innsjø) har blitt diskutert, men det ble ikke funnet grunn til å tro at slike effekter har negative konsekvenser for råvannskvaliteten i Isesjø. Det er derfor ikke beskrevet i denne rapporten.

#### 4.7.1 Innsjøinterne prosesser

I miljørapporten for Isesjø [1] omtales innsjøinterne prosesser slik som resuspensjon av bunnsedimenter og næringsstoffer i disse som følge av dypt sprangsjikt, større relativt grunne områder og vind og bølgepåvirkning. Bioturbasjon ved at karpes fisk spiser sedimenter og bringer dette ut i vannmassene gjennom ekskrementer omtales også som en mulig innsjøintern prosess. Videre diskuteres forholdet mellom planteplankton, dyreplankton og planktonspisende fisk.

Basert på vurderinger av forholdet mellom planteplankton og dyreplankton virker det å være en rimelig beitekontroll av planteplanktonsamfunnet. Eggbærende Daphnia er imidlertid ganske små så det er et betydelig beitepress fra fisk på disse. Dersom beitepress på dyreplankton skulle øke, vil risikoen for oppblomstringer av planteplankton øke.

Ser man på utviklingen av konsentrasjonene for fosfor og planteplankton i Isesjø er det generelle bildet for perioden 2000 – 2022 at det ikke har vært noen økning i biomassen av planteplankton i Isesjø, snarere virker det motsatte mer sannsynlig. I samme periode har det ikke vært endring av konsentrasjonen av fosfor av betydning. Sammenliknet med data fra 1991 har det imidlertid skjedd en betydelig økning av fosforkonsentrasjonen og mengden planteplankton frem til 2000.

Det er ikke sammenliknbare data om fiskebestandene over tid i Isesjø. NIVAs undersøkelse i 1991 [45] og Norconsults undersøkelse i 2022 [1] kan imidlertid tyde på at dominerende fiskearter i innsjøen har endret seg. Om det har blitt en betydelig endring i perioden 1991 til 2000 kan endring i fiskesamfunnet være en medvirkende forklaring på endringene i konsentrasjonen av fosfor og planteplankton.

Biomanipulasjon ved utfiske av karpes fisk er vurdert. Eksempler fra Sverige viser at tiltaket kan ha god effekt på bl.a. siktedyp i innsjøer. Et tidligere utfiske i Tunevannet førte imidlertid til en ubalanse i planteplanktonsamfunnet, noe som antagelig var utløsende faktor for en stor algeoppblomstring. I vurderinger om utfiske i Østensjøvannet i Ås kommune pekes det også på faren for utilsiktede effekter på planteplanktonsamfunnet. Slike effekter kan være uheldig for Isesjø som råvannskilde til drikkevann.

Det må innhentes et bedre kunnskapsgrunnlag før man eventuelt foreslår utfiske av karpes fisk. Det foreslås en paleolimnologisk undersøkelse av Isesjø og en bedre undersøkelse av fiskesamfunnet som grunnlag for videre vurderinger.

#### 4.7.2 Klimaendringer og råvannskvalitet

Økningen i fargetall og TOC-konsentrasjon er et regionalt fenomen, som er godt dokumentert i Nord-Europa og i nordøstre deler av USA. De samme trendene gjør seg gjeldende også i Isesjø. I årene framover forventes kun mindre reduksjoner i sulfat, mens situasjonen for nitrat er mer usikker. Effekten av disse endringene på surheten og ionestyrken i jordvannet vil trolig være minimale, men forsuring vil fortsatt kunne være en driver for utviklingen i TOC og fargetall, men i langt mindre grad enn tidligere. Ytterligere temperaturøkning og eventuelt økt nedbør som del av klimaendringene kan spille en forholdsvis større rolle i framtida. Effektene av dette er uklare, også fordi de hittil kan ha vært maskert av den klare reduksjonen i sur nedbør og den påvirkningen dette har hatt.

Norges klimapolitikk bygger på FNs klimapanel (IPCC) sine modellprognoser. Norsk klimaservicesenter (NKSS) er et samarbeid mellom Meteorologisk institutt, Norges vassdrags- og energidirektorat og Uni Research. Senterets hovedformål er å gi beslutningsgrunnlag for klimatilpasning i Norge. I sammendraget fra deres rapport Klima i Norge 2100 [46] står bl.a. følgende:

- *Årstemperatur: Økning på ca. 4,5 °C (spenn: 3,3 til 6,4 °C)*
- *Årsnedbør: Økning på ca. 18 % (spenn: 7 til 23 %)*
- *Styrtregneepisodene blir kraftigere og vil forekomme hyppigere*
- *Regnflommene blir større og kommer oftere*
- *Snøsmelteflommene blir færre og mindre*
- *I lavtliggende områder vil snøen bli nesten borte i mange år, mens det i høyfjellet kan bli større snømengder i enkelte områder*

Disse kulepunktene er drivere for økt fargetall i vannforekomster, både som økende trend over mange år og som raskere endringer innen et kortere tidsrom.

*Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning [47] § 4.3 Krav til planprosess og beslutningsgrunnlag*, beskriver i andre ledd at høye alternativer fra nasjonale klimaframskrivninger skal legges til grunn.

Vi har levd med konsekvensene av sur nedbør så lenge at ingen som lever i dag i praksis har noen forestilling om hvordan vannet så ut før effektene av sur nedbør gjorde seg gjeldene. Spørsmålet blir da hvor langt opp fargetallet skal før man når en ny og upåvirket naturtilstand.

Man kan ikke få varig økt avrenning av humus fra et nedbørsfelt over tid, uten at man også har økt produksjon av humus i feltet, ellers vil det etter hvert renne tomt for humus. Økt temperatur og økt nedbør vil bidra til økt plantevekst i nedbørsfeltet. Dette gir økt dannelse og lagring av organisk materiale. Dessuten vil økt temperatur og økt nedbør bidra til økt mineralisering og avrenning fra eksisterende humusdekke. Det motsatte vil skje ved lavere temperaturer og mindre nedbør, men lave temperaturer og høy nedbør med sannsynlig høy utvasking av humus er også en mulighet. Effektene av sur nedbør har avtatt og den raske økningen i fargetall grunnet denne effekten vil med tiden avta. Nasjonal innsjøundersøkelse 2019 [48] beskriver dette i rapporten fra den siste undersøkelsen i 2019. TOC og fargetall kan likevel øke grunnet andre klimatiske effekter og antropogene effekter av f.eks. nedgang i utmarksbeite og/eller økning i intensivt skogbruk.

En økning i atmosfærisk CO<sub>2</sub> har gitt en grønnere planet over de siste ti-årene, i Norge har volumet i norske skoger blitt tredoblet siden andre verdenskrig. Dels pga. intensiv planting spesielt i 60-årene, og bedre vekstvilkår. På Landsskogstakseringens hjemmeside kan man lese at frem til 1950-tallet hogget man volum tilvarende tilvekst eller muligens litt mer, i nyere tid hogger man ca. halvparten av tilveksten.

En fortsatt økning i globale CO<sub>2</sub> utslipp må forventes. Videre utslippsreduksjoner i Norge og resten av Europa vil ha en begrenset effekt globalt. Utslipp fra Kina er dominerende og kommer til å være det i lang tid fremover, utslipp fra India er raskt økende og utslipp i forbindelse med videre industrialisering av mange land i ulike verdensdeler vil også bidra til økte utslipp inn i fremtiden.

Legger man høye alternativer for klimafremskrivninger til grunn for utviklingen av Isesjø er forventningen økt fargetall, økt total organisk karbon og økt algevekst der endrede konkurranseforhold også vil kunne forringe den økologiske kvaliteten. En slik problemstillingen vil kun løses med utvidet vannbehandling da tiltak i nedbørsfeltet vil være utilstrekkelig.

### **4.7.3 Skogbrann**

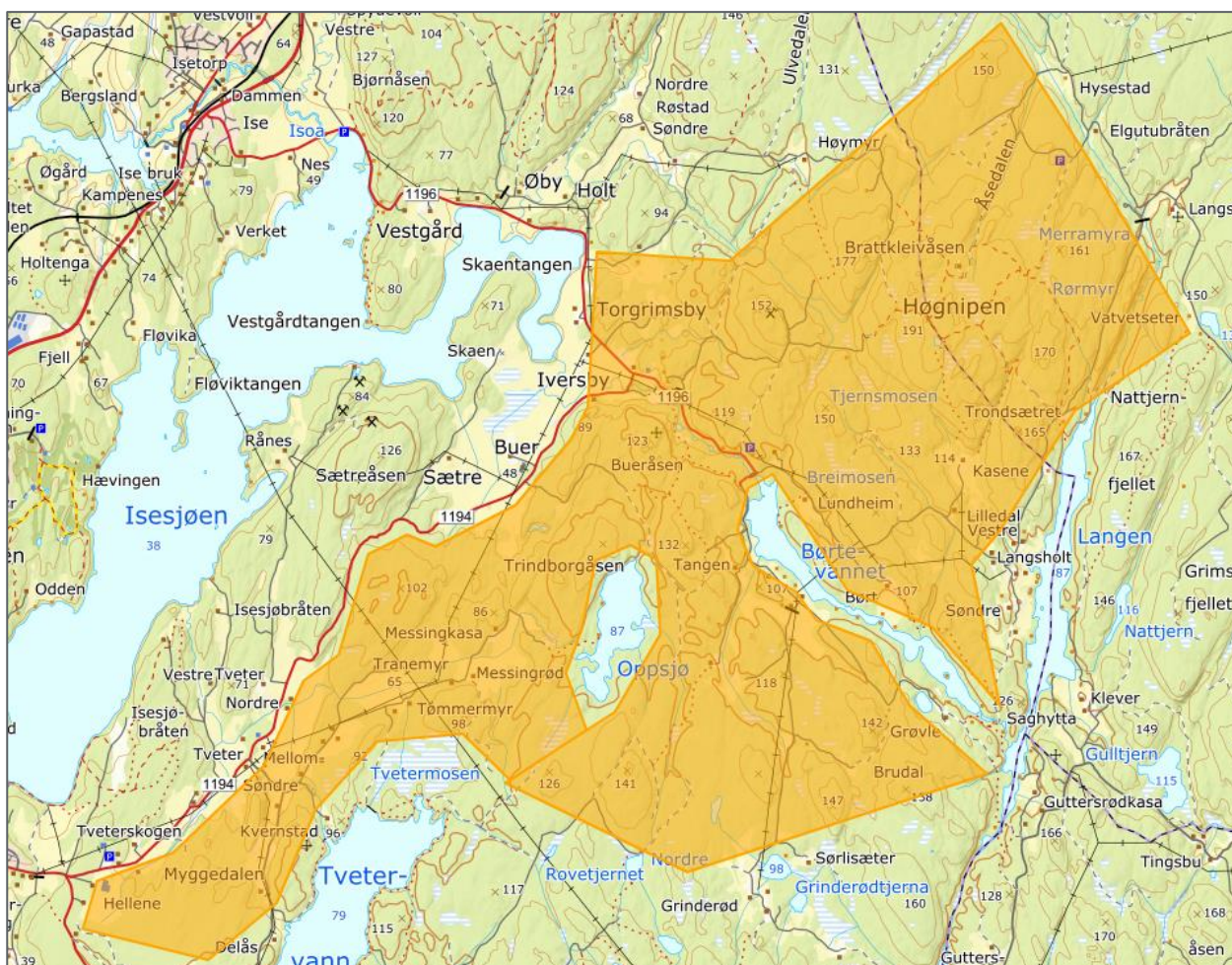
Som nevnt i kap. 4.2.3 om skogbruk er ca. 84% av Isesjø sitt nedbørsfelt skog og utmark. Registreringer av antall skogbranntilløp i perioden 1913 – 2000 for hele Norge viser et gjennomsnitt på 1100 branner pr. år, med en topp i perioden 1973 – 1982. Over 80% hadde en størrelse på under 5 da, mens bare 2% var over 100 da. Tar man med alt utmarksareal som brenner blir summen betydelig større enn kun det brente skogarealet [49]. I juni 2008 blusset den største skogbrannen i

nyere tid opp i Froland i Agder fylke. I løpet av ei uke ble 26,000 da rammet av brannen, derav 19,000 da produktiv skog. Dette var den største brannen i Norge på 100 år. Skogbranner av «normal» størrelse 5 -100 da vil ha liten til ingen konsekvens for vannforsyningen fra Isesjø (avhengig av avstand til tilførselsbekker og råvannsinntak). En katastrofal skogbrann av Froland størrelse vil i verste fall kunne gjøre Isesjø uegnet som råvannskilde i flere uker.

Lynnedslag, jernbane eller gnistrer fra kjetting på skogsmaskiner m.m. kan forårsake skogbrann, men det er i hovedsak menneskers uforsiktede omgang med ild (bålbrenning, engangsgriller, røyking etc.) som antenner flest skogbranner. Områder med typisk innlandsklima – varme, tørre somrer – er langt mer utsatt enn fuktigere områder med kystklima. Risikoen for utbredelse av branner er stor om våren før den grønne undervegetasjonen vokser opp.

CO<sub>2</sub> er en forutsetning og en vekstkraft som gir næring til alt liv på landjorden og i havet gjennom planters fotosyntese. Det finns ca. 50 ganger mer CO<sub>2</sub> oppløst i havet enn CO<sub>2</sub> i atmosfæren. Luften inneholder i dag ca. 0,04 volumprosent CO<sub>2</sub> (noe over 400 milliondeler). Kloden returnerer nå til en litt varmere tilstand i forhold til den svært kjølige perioden med tilnavnet «Den lille istid» (ca. 1250 – 1750). Når de trege havene etter hvert blir noe varmere fører det i sin tur til at noe av det oppløste CO<sub>2</sub> i havet slippes ut i og tas opp av atmosfæren. Dette vil sakte, men sikkert føre til økt vekst av all vegetasjon, og med tiden mer brennbart materiale i landets skoger. Da kan man også tenke seg skogbranner som overgår Froland brannen i 2008.

Figur 54 er en visualisering av en teoretisk ca. 26,000 da stor brannflate primært i utmarksområdene øst for Isesjø.



Figur 54: Visualisering av brannflate tilsvarende Froland brannen (26 km<sup>2</sup>) plassert ved Isesjø.

Skogbranner kan påvirke vannkvaliteten negativt i nærliggende bekker, elver og innsjøer i stor grad, og på ulike måter. Man kan forvente voldsomme økninger i turbiditet og fargetall, og økning i metaller og næringssalter. Blir jordsmonnet tilstrekkelig brent kan jordpartiklene få hydrofobiske egenskaper, dette kombinert med mangelen på vegetasjon fører igjen til liten infiltrasjonskapasitet av regnvann og kraftig eroderende overflateavrenning.

#### 4.7.3.1 Erfaringer fra Frolandsbrannen og USA

De kjemiske reaksjonene i innsjøer og bekker etter Frolandsbrannen ble meget tydelige på ettersommeren 2008. Da oppsto en økt utlekking av oppløste stoffer fra nedbørfeltene. Som følge av stor utlekking av sulfat, men relativt mindre økning av kationer, oppsto forsurening av lokalitetene med meget høye konsentrasjoner av giftig aluminium. De høyeste verdiene ble målt under flommen

midt i august. Senere på høsten sank nivåene igjen. I 2009 fortsatte reduksjonen mot en tilstand i nærheten av hva som ble målt i lokalitetene før påvirkning av avrenningsvannet fra de brente områdene. Den store sulfatutlekkningen kan skyldes mineralisering av organisk bundet sulfat opplagret gjennom lang tids deponering fra langtransportert sulfat i sur nedbør [50].

Som ventet økte næringsinnholdet i innsjøer og bekker etter brannen. I august 2008 økte fosforinnholdet raskt samtidig med utvasking av andre stoffer. I utløpet av Myklandsvatnet (Kvennåna) ble også ortofosfat målt til meget høye verdier. Imidlertid gikk konsentrasjonene raskt tilbake til nivåer fra før brannpåvirkning. Nitratinnholdet økte gjennom sommeren 2008. Konsentrasjonene av total nitrogen og ammonium økte under den kraftigste utlekkingsperioden i august 2008. Innholdet ble raskt redusert utover høsten 2008. I 2009 begynte våren med en del tilgjengelig nitrat i alle undersøkte lokaliteter, men det ble ikke observert høye konsentrasjoner i 2009. Unntaket var Heitjenn, som i 2009 hadde en økende konsentrasjon av total nitrogen og ammonium utover sommeren med derpå økende planktonvekst målt som klorofyll-a [50].

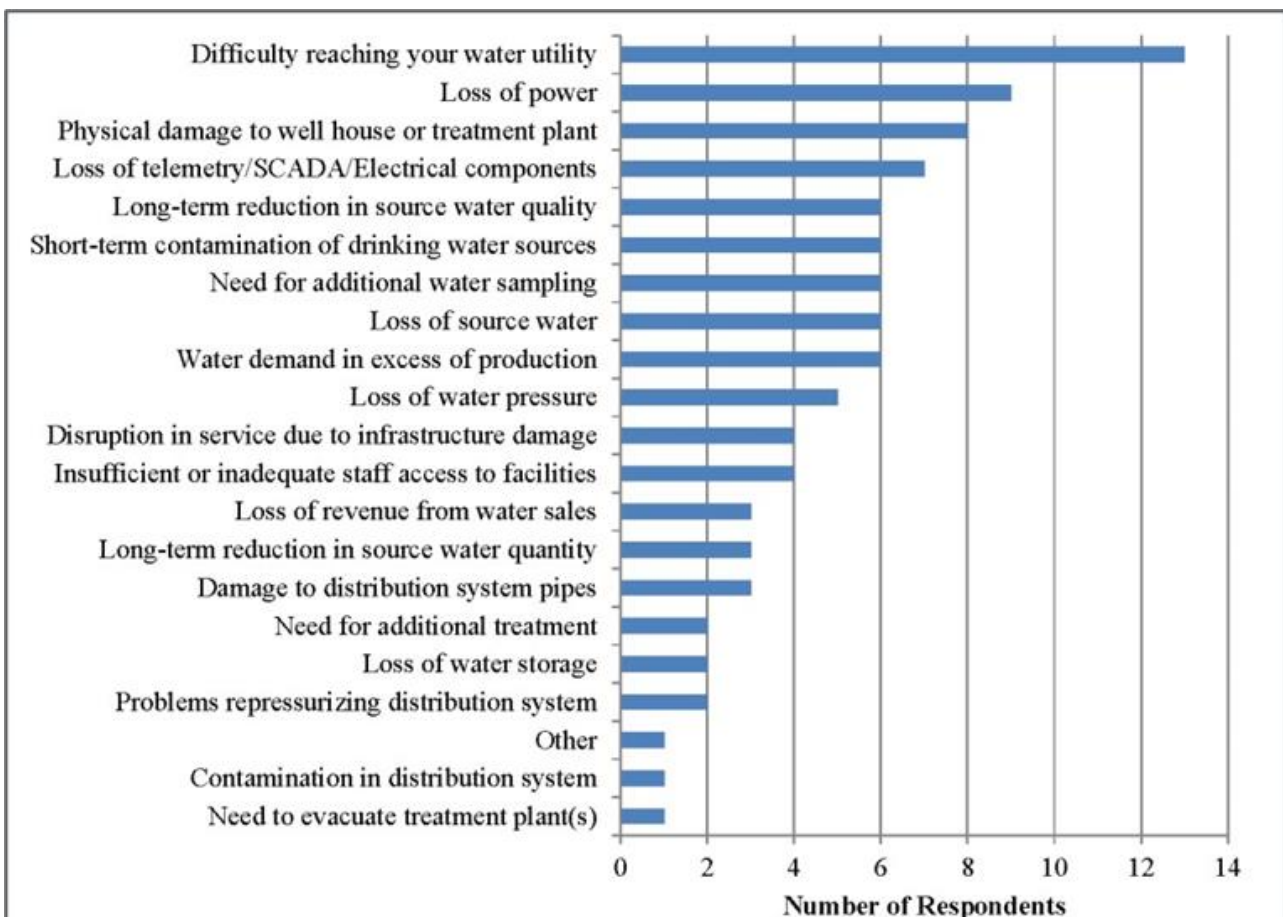
Metallundersøkelsene viste varierende reaksjon på brannen mellom de ulike metallene. Sink og i noen grad blykonsentrasjonene økte den første tiden etter brannen for så igjen å bli redusert. I Heitjenn økte blykonsentrasjonen gjennom sommeren 2009 mens sink ble redusert. En liten økning av kadmium, kobber og nikkel oppsto den første tiden etter brannen, men ble ikke målt utover normalverdier i 2009. Økende innhold av bly i Heitjenn tyder på utlekking av gammelt innlagret bly. Det var en liten økning i konsentrasjonene av kvikksølv i noen av lokalitetene. I Rasvassvatn var det en positiv korrelasjon mellom metylkvikksølv og TOC. Rasvassvatn viser økt aluminiumsutlekking som muligens har bundet seg til sotpartikler i vann fra brannfeltet. PAH i sedimenter fra flere av innsjøene viser høyere konsentrasjoner enn grenseverdier utarbeidet i forhold til sannsynlige økologisk effekter [50].

I USA og Canada er omfanget av skogbranner på en helt annen skala enn her i Norge. Som følge av dette har de også et stort tilfang av data og forskning på hvordan store skogbranner kan påvirke vannkvalitet. Følgende tall fra Rodeo Chediski og Wallow brannene i Arizona er ikke direkte representative for Norge fordi de foregikk i en klimasone med en annen naturtype som er mer utsatt for store skogbranner enn det vi har i Norge, men det illustrerer godt de voldsomme pulsene av forurensning som en stor skogbrann kan medføre. Det ble tatt målinger i Salt River der denne elva drenerer inn i Roosevelt Lake. Der ble det bl.a. målt turbiditet opp i 51,000 NTU (U.S. Environmental Protection Agency (EPA) sin grenseverdi er 5 NTU eller mindre). I forhold til EPA sine grenseverdier

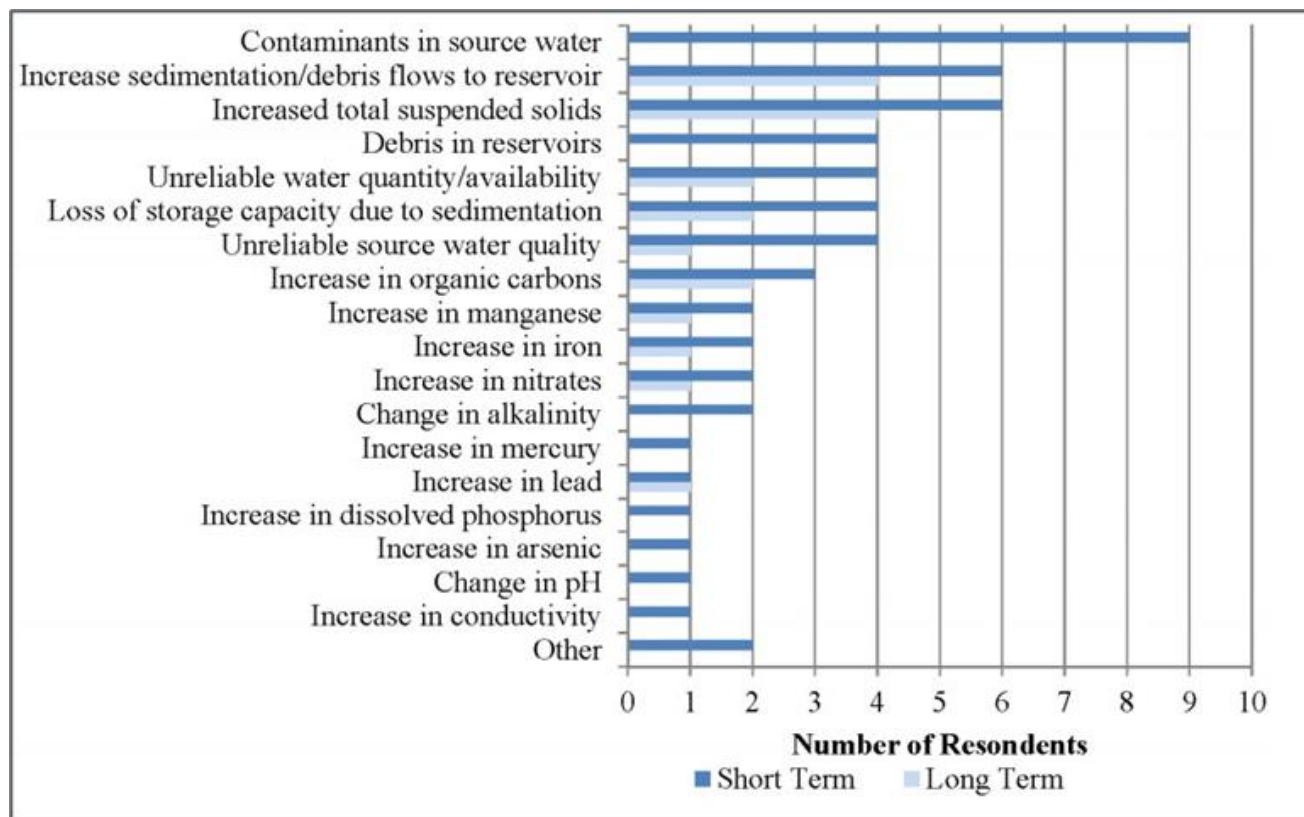


økte bly med 460%, jern med 3000%, kobber med 300% og arsenikk med 6850%. Fosfor, nitrogen og magnesium økte også dramatisk [51]. Undersøkelser fra nedbørsfeltet til Fourmile Creek i Colorado, som er noe mer likt norsk klima, viste også store negative påvirkninger på vannkilder etter skogbrann og påfølgende regnvær. Det ble målt bl.a. suspendert sediment, oppløst organisk karbon og nitrat konsentrasjoner fra 10-156 ganger høyere verdi nedstrøms i forhold til oppstrøms skogbrannfeltet [52].

Det er ikke bare vannkvaliteten som er en utfordring for vannverkseieren ved store skogbranner (Figur 55 og Figur 56). En undersøkelse fra USA viser hva ulike vannverkseiere, som alle hadde opplevd skogbrann, oppfattet som utfordringer [53]. Vannverkene hadde til sammen ansvar for å forsyne drikkevann til 7,8 mill. mennesker. (En respondent kan være ansvarlig for flere vannverk).



Figur 55: Problemer et vannverk kan møte ved skogbrann [53].



Figur 56: Kort- og langtidseffekter av skogbrann [53].

## 5 Tiltak

I det foregående er det gitt et kunnskapsgrunnlag i form av en farekartlegging av mulig forurensende aktiviteter i nedbørsfeltet til Isesjø. Farekartleggingen leder frem til hva som bør gjøres for å håndtere farene for forurensning, dvs. tiltakene som inngår i farehåndteringen.

Beskyttelse, aktiv og målrettet forvaltning av nedbørsfelt er viktig for å redusere risikoen for forverret råvannskvalitet. I veileder til drikkevannsforskriften §12 står det at det er viktig at vannverkseierne, gjennom beskyttelsestiltak reduserer risikoen for forurensning av kilden mest mulig. Dette gir bedre sikkerhet enn å måtte fjerne eller uskadeliggjøre forurensningen i vannbehandlingen, da vannbehandlingen kan oppleve teknisk svikt. Med beskyttelse menes den beskyttelse som trengs for at det ferdige *drikkevannet* som leveres er helsemessig trygt. Med andre ord så må råvannskvaliteten aldri være dårligere enn den renskapasitet som vannbehandlingen har.

Noen tiltak er omfattende og kostbare (f.eks. klausuleringer, ekspropriasjon, oppgradering av avløpsnett), mens andre tiltak er enkle og rimeligere å gjennomføre (f.eks. folkeopplysning, tilrettelegge for rekreasjon der det påvirker minst, inngjerding og vannposter for husdyr). Noen tiltak kan heller ikke måles i penger, men har en forebyggende effekt, jamfør føre-var-prinsippet. Drikkevannsforskriften er hjemlet i Matloven (drikkevann er et næringsmiddel), og tiltakene en vannverkseier fokuserer på er gjerne en funksjon av dette. I tillegg blir det gjennomført mange tiltak etter vannforskriften for å oppfylle kravene i EU's vanddirektiv som gjerne går parallelt, men ofte uten spesielt eierskap hos vannverkene.

I tiltaksplanen fra 2005 ble det lagt til grunn at reduserte fosfortilførsler var det tiltaket som ville ha best effekt på vannkvaliteten på sikt. Ut fra funn i foreliggende kunnskapsgrunnlag er dette fortsatt gjeldene og tiltak knyttet til fosforreduksjon både fra jordbruk og ev. innsjøinterne prosesser vil være viktige for å bevare Isesjø som drikkevannskilde i fremtiden. Det er også viktig at vannverkseier synliggjør sine interesser. Dette foreslås gjort ved å etablere hensynssone etter plan- og bygningsloven som blir vedtatt i kommunedelplanen. Restriksjonene som følger hensynssonen er i utgangspunktet basert på gjeldene rammebetingelser, der man legger til grunn en strengere praksis i sone 1 (det nære nedbørsfeltet). Mikrobiologisk forurensning kan ha mange ulike opphav, og det er derfor foreslått en rekke ulike tiltak for å sikre den hygieniske vannkvaliteten i Isesjø. Her oppfordres det til samarbeid med andre interessenter som benytter Isesjø og området rundt til

friluftsliv og rekreasjonsaktiviteter. Det antas at det er flere enn vannverkseier som ønsker renest mulig vann i Isesjø.

I det følgende vil ulike tiltak bli anbefalt med bakgrunn i funn fra farekartleggingen.

### 5.1 Tiltak i innsjøen

Det bør søkes et mer detaljert kunnskapsgrunnlag om årsakene til endringen i vannkvalitet fra 1991 frem til i dag, særlig for perioden 1991 til 2000, men også for en lengre periode tilbake hvis mulig. En måte å gjøre dette på er ut utføre en paleolimnologisk undersøkelse.

Det bør også gjennomføres mer detaljerte undersøkelser av fiskesamfunnet. Dette kan enten gjennomføres som en repetisjon av undersøkelsen utført av NIVA i 1991 [45], som et nytt moderne prøvegarnfiske etter oppdaterte metoder, eller som prøvefiske med not slik som selskapet Klara Vatten utfører (<https://www.klaravatten.se/>).

De to tiltakene er ikke avhengig av hverandre, men dersom man har både en paleolimnologisk undersøkelse og bedre kunnskap om fiskesamfunnet, vil man ha et betydelig bedre grunnlag for å forstå hvilke endringer som har skjedd over tid med planteplankton og forforkonsentrasjonen. Videre vil man få detaljert kunnskap om fiskesamfunnet. Det gir bedre grunnlag for å vurdere om biomanipulasjon ved utfiske kan anbefales.

### 5.2 Tiltak jordbruk

Innen jordbruket bør det legges spesiell vekt på tiltak som reduserer tilførsel av fosfor til Isesjø. Dette vil redusere grunnlaget for planteplanktonvekst, noe som er en utfordring for Isesjø som råvannskilde til drikkevannsproduksjon.

Det gjennomføres allerede en del tiltak som f.eks. åker i stubb over vinteren, grasdekte vannveier og grasdekte buffersoner (listen er ikke uttømmende). I tillegg er en rekke av tiltakene allerede nedfelt i egen forskrift med regionale miljøkrav som også gjelder Isesjø [54]. Tiltakene kan også bli ytterligere avklart og presisert i regionalt miljøprogram som for tiden er på høring.

## Forslag til tiltak – overordnet nivå

Under følger en liste over tiltak på overordnet nivå. Den er satt opp i en løst prioritert rekkefølge basert på følgende kriterier; 1) tiltak som vurderes å være lite inngripende økonomisk og driftsmessig (større sannsynlighet for å bli gjennomført) kommer før de som vurderes å være mer inngripende (mindre sannsynlighet for å bli gjennomført), 2) tiltak med antatt stor effekt i forhold til kostnad kommer før tiltak med antatt lav effekt i forhold til kostnad. Det presiseres likevel at alle tiltak som faktisk gjennomføres, og som gir mindre tilførsel til Isesjø enn i dag, vil være av betydning. Videre at det må gjennomføres så mange tiltak som mulig dersom man skal nå avlastningsmålet for Isesjø. Dermed må også lavere prioriterte tiltak iverksettes hvis mulig.

## Overordnede prinsipper for prioritering

- Tiltak i nærfeltet til Isesjø bør prioriteres før tiltak i nedbørsfeltet til Børte vann.
  - Begrunnelse: Selv om tilførslene av fosfor er størst fra Børte vann (ca. 65 % av all fosfortilførsel til Isesjø) vurderes jordbrukstiltak som reduserer tilførslene til Børte vanns nedbørsfelt å få mindre effekt i Isesjø enn de som gjennomføres nært Isesjø. Årsaken er at det meste av jordbruket i Børte vanns nedbørsfelt ligger helt øst ved Rokke. Tiltak som gjennomføres her vil gi størst effekt på nærliggende vannforekomster, men selvrensingseffekten igjennom vassdraget frem til utløpet av Børte vann gjør at effekten per innsatsenhet antagelig blir mindre enn om samme tiltak gjennomføres i nærfeltet til Isesjø. Likevel vil en redusert konsentrasjon på 1 µg Tot-P i Buerelva bety mer enn 1 µg Tot-P redusert konsentrasjon i Øybekken og Tveterbekken siden vannføringen i Buerelva er større.
- Tiltak som reduserer tilførsel av lett plantetilgjengelig fosfor til Isesjø i perioden mai til september bør prioriteres.
  - Begrunnelse: Innsjøen er mest sårbar for tilførsel av plantetilgjengelig fosfor i perioden fra mai til september da det kan gi spesielt utslag på vekten av planteplankton. Dersom det finnes tiltak som kan målrettes slik at det blir redusert tilførsel i denne perioden bør det prioriteres. Tilførsler utenfor denne perioden er likevel av betydning, spesielt med tanke på mer forsinkede og langsiktige virkninger i Isesjø. Derfor må også tiltak som gir effekt i perioden oktober til april gjennomføres.

## Punkt- og linjetiltak

- Særskilt fokus på reparasjon av skadde hydrotekniske anlegg som fører til erosjon og tap av jord og næringsstoffer til Isesjø. Prioriter det største og mest åpenbare først. Se bl.a. områder omtalt tidligere under tema jordbruk i denne rapporten. Vurder egen kartlegging av nye områder tidlig vår før våronn og oppfølging av grunneier med innspill til tiltak. Summen av jordtap rundt mange mindre skader kan blir betydelig. Dermed er også gjennomføring av mange mindre reparasjonstiltak viktig.
  - Begrunnelse: Reparasjon av hydrotekniske anlegg kan koste mye da rør og graving kan være dyrt. Det er imidlertid mulighet for SMIL-midler til slike tiltak. Dermed kan kostnaden for bonden blir mindre, og viljen til å gjennomføre tiltaket større. Tiltak mot de problemområdene som har størst tilførsel bør prioriteres først (et tiltak - stor effekt) selv om det kan ta mye av SMIL-potten et år. Summen av mange små tiltak vil likevel kunne holde tilbake betydelig mengder jord og næringsstoffer. Prioriteringen av tiltak må derfor vurderes fra år til år. Utført på en god måte vil tiltakene også vare i lang tid. Kostnad sett i forhold til summen av tiltakets effekt over tid kan derfor bli lav.
  
- Særskilt fokus på tiltak mot ras og erosjon i bekkekanter der det er kort avstand til aktivt dyrket jordbruksareal. Områder med stor naturlig avstand mellom eroderende bekkekant og jordekant bør nedprioriteres.
  - Begrunnelse: Ras og erosjon i elv- og bekkekant fører til tap av jord og næringsstoffer til vann og vassdrag. Likevel er dette ofte naturlige meanderingsprosesser. Det eroderes et sted og legges igjen masser et annet sted. Når slik erosjon er i ferd med å bryte inn på jordbruksarealer bør det imidlertid gjennomføres tiltak. Litt utretting og steinsetting er ofte benyttet som tiltak. I mindre landbruksbekker eller åpne grøfter med lite fall vil også grøfterensk være et aktuelt tiltak. Der avstand mellom erosjonspunkt i bekken og jordekanten er stor bør det prioriteres å la de naturlige elveprosessene foregå. Det må likevel gjøres en skjønsmessig vurdering i hvert enkelt tilfelle. Det vises også til begrunnelsen beskrevet under hydrotekniske tiltak. Den gjelder i stor grad også her.
  - Annet: Hvert område og hvert tiltak er forskjellig. Det må derfor gjøres en helhetlig vurdering fra tiltak til tiltak over hva som skal prioriteres og hvordan det er best å gjennomføre tiltaket. Tiltak kan kreve inngrep i kantvegetasjon og avklaring hos

Statsforvalter etter vannressursloven §11 om kantsoner. I tillegg kan det kreves tillatelse etter forskrift om fysiske tiltak i vassdrag

- Spesielt fokus på erosjonshindrende tiltak på jorder med kjent risiko for drågerosjon.
  - Begrunnelse: Dette er ofte kjente områder der det ofte skjer drågerosjon. Stedene er lette å identifisere ved befaringer tidlig om våren. Det foreligger også digitale kart i NIBIO Kilden der områder med potensiale for drågerosjon er vist. I spesielt utsatte områder kan det gå store mengder jord tapt. Tiltakene er ofte stubb i drågene/vannveiene eller grasdekke. Tiltakene kan oppleves som mindre krevende å gjennomføre for bonden enn justering av driftsopplegg på større arealer. Se også neste punkt om grasdekte vannveier.
  - Flere av tiltakene er allerede forskriftsfestet i forskrift om regionale miljøkrav for bla. Isesjø [54].
  - Tiltakene kan også bli avklart i regionalt miljøprogram som for tiden er på høring.

## Arealtiltak

- Spesiell fokus på grasdekte vannveier og buffersoner/kantsoner mot bekk der det er kjent at det er risiko for erosjon på arealer mot bekk.
  - Begrunnelse: Der det er korndyrking vil det de fleste steder bli pløying og eksponert jord. Dette kan lede til overflateerosjon. Videre erosjon i lavområder på jordet kan stoppes med grasdekte vannveier (se også punktet over) og jord kan sedimentere i buffersoner/kantsoner før dette renner over i vassdrag. Grasdekte buffersoner på jordene kan også redusere utvaskingen av jord og næringsstoffer ved flom. Tiltaket kan oppleves som utfordrende på gårdsbruk der det ikke er behov for gras i driften. Eventuelle tilskuddsordninger kan avhjelpe noe på gjennomføringsgraden.
  - Flere av tiltakene er allerede forskriftsfestet i forskrift om regionale miljøkrav for bla. Isesjø [54].
  - Tiltakene kan også bli avklart i regionalt miljøprogram som for tiden er på høring.
- Ugjødtslede buffersoner/kantsoner med gras i eng ned mot vassdrag.
  - Begrunnelse: En ugjødtslet sone av gras i eng ned mot vassdrag vil fange opp vannløst fosforavrenning i grasområder. Kravet gjelder både mineralgjødtsel og

husdyrgjødsel. Ved gjødsling med bløtgjødsel kan tiltaket også ha hygieniske effekter dersom det hindrer avrenning av nylig spredt gjødsel til vassdrag. Se mer om dette i NIBIOs tiltaksveileder for miljøtiltak i landbruket.

- Fortsatt fokus på tiltak som reduserer flateerosjon, for eksempel åker i stubb, fangvekster, redusert jordarbeiding om høsten osv.
  - Begrunnelse: Jordbruket rundt Isesjø domineres av arealer med lav erosjonsrisiko, men noen arealer er klart med erosjonsutsatte. Det bør fortsatt satses på tiltak som hindrer flateerosjon da dette i sum kan utgjøre et ikke ubetydelig bidrag til Isesjø.
  - Noen av tiltakene kan være forskriftsfestet i forskrift om regionale miljøkrav for bla. Isesjø [54].
  - Tiltak kan også bli tydeliggjort i regionalt miljøprogram som for tiden er på høring.
  
- Opprettholde eller øke bredden på kantvegetasjon og kantsoner til vassdrag. Kontroll at alle kantsoner har minimum 2 meter bredde mot arealer det søkes arealtilskudd/produksjonstilskudd for.
  - Begrunnelse: Generelt er det slik at økt kantsonebredde mellom jordbruksarealer og vassdrag holder tilbake mer jord og næringsstoffer fra jordene enn smale soner. Dermed er det et generelt ønske om brede kantsoner mellom jordbruksarealer og vassdrag. Kantsoner reguleres bl.a. av vannressursloven § 11 om kantsoner. Denne har imidlertid ikke tilbakevirkende kraft i 2001, og det kan dermed ikke kreves bredere kantsoner hvis dagens jordekant er på samme sted som i 2001. Kommunen kan etter § 11 fastsette bredden på vegetasjonsbeltet i kommuneplanen, men det kan oppleves som utfordrende dersom aktivt drevet jordbruksareal må tas ut av drift. Hvis det likevel vurderes å fastsette en minimumsbredde er 6 meter et mulig minimumstall. Dette er hentet fra nydyrkingsforskriften og gjelder vassdrag med årssikker vannføring.
  
- Tiltak for å redusere P-AL-tall der det er over P-AL 7
  - Begrunnelse: Når P-AL-tallet er høyt (ofte omtalt som høyere enn P-AL 7) vil vannløselig del av fosforet i jord øke. Dermed vil det også vaskes ut mer som vannløst fosfor ved nedbør. Ved P-AL lavere enn 7 vil større deler av fosforet være bundet



sterkere til jordpartikler. Høye P-AL-tall knyttes ofte over arealer som større tilførsel av husdyrgjødsel. Selv om påkrevde gjødselplaner tar høyde for aktuelle fosforinnhold i jorda, kan det likevel være utfordrende å redusere P-AL-tallet. Tiltaket er prioritert lavt da det ikke er juridiske eller økonomiske virkemidler for å få driveren av aktuelle arealer til å redusere fosforgjødslingen. Det kan imidlertid drives aktive informasjonsvirksomhet rundt temaet i håp om at det skal utløse tiltak.

### **Konkrete områder for tiltak**

Det er ikke gjort en detaljert kartlegging av områder hvor det bør gjennomføres tiltak i forbindelse med denne farekartleggingen. Det er imidlertid nevnt noen geografiske områder lengre opp i kapittelet som bør vurderes spesielt. For å få bedre oversikt over områder der det kan være behov for tiltak mot erosjon i punkt og linje, kan det gjennomføres et eget kartleggingsprosjekt. Alternativt kan det gjennomføres et eget informasjonstiltak der bønder oppfordres til komme med gode tiltak. Et innledende informasjonsskriv og ev. et infomøte kan være en god ide for å få inn søknader om gode tiltak.

### **Verktøy for tiltak – NIBIOs tiltaksveileder**

For helt konkrete beskrivelser av tiltakstyper vises det til NIBIOs nettside med tiltaksveileder for landbruket ([www.nibio.no](http://www.nibio.no)) og spesielt siden om vannmiljø. Denne er dagsaktuell i 2022 og antas å bli vedlikeholdt også fremover i tid. De fleste av disse tiltakene er godt kjent fra før, men her presenteres også resultater fra ny forskning og nye metoder. Utvalgte tiltak knyttet til vannmiljø fra NIBIOs tiltaksveileder er listet opp under:

- Grasdekte vannveier
- Tiltak mot punktkilder
- Fangvekster som vannmiljøtiltak
- Kantsoner mot vassdrag
- Bekkeåpning og restaurering
- Fangdammer og renseparker
- Gjødselplanlegging
- Hydrotekniske tiltak
- Miljøtilpasset jordarbeiding

## Dokumentasjon av tiltak

Det kan være utfordrende å se effekter av tiltak i vannforekomstene. Dermed vil det være pedagogisk utfordrende, både for landbruksforvaltningen og bøndene, å kommunisere at en rekke tiltak er gjort. For å dokumentere jordbrukstiltak, inklusive for husdyr (se under) foreslås det å samle data om pågående og nye tiltak for Isesjø. Dermed er det lettere å se hva som er gjort og hvordan tiltaksgjennomføringen har endret seg over tid.

### 5.3 Tiltak husdyrbruk

Under gis det forslag til tiltak i løst prioritert rekkefølge. Se kriteriene for prioritering i kapittel om tiltak i jordbruket.

#### Tiltak knyttet til husdyrhold

- Kontrollere at avløp fra innvendig vask av husdyrrom ikke renner ukontrollert til vassdrag.
  - Begrunnelse: Innvendig vask av husdyrrom kan føre til spesiell avrenning til vann og vassdrag dersom avløpsløsningen ikke er tilfredsstillende. Dette antas i størst grad å være en problemstilling i fjørfeholdet da det her ikke er bløtgjødsel og løsninger for bløtgjødsellagring. Videre må fjørfehus vaskes mellom hvert innsett. Dermed er det ofte slik vask en eller flere ganger i året. Det bør gjennomføres kontroll for å avklare om avløpssituasjonen er tilfredsstillende.
- Oppfølging og kontroll av at gjeldende regelverk om gjødsellagring overholdes. Sjekk at det ikke er lekkasjer i bløtgjødsellager. Det legges til grunn at regelverket følges. Det bør likevel vurderes tilsyn med gjødsellagring for å være sikker på at gjeldede regler blir fulgt.
  - Begrunnelse: Lekkasje og feil knyttet til gjødsellager kan potensielt gi stor påvirkning på nærliggende vannforekomster. Kontroll av at regelverket følges er en forholdsvis liten investering i forhold til effekten på vannmiljøet dersom det oppdages lekkasjer eller annet.
- Hindre at beitedyr trækker ned i bekk og bekkekant.
- Hindre at nylig spredt husdyrgjødsel renner av til vassdrag.
- Vurdere innføring av avstandskrav til vassdrag med tanke på spredning av husdyrgjødsel.

- Begrunnelse: Avrenning av husdyrgjødsel fra beiter nær bekker eller innsjøer kan utgjøre en klar påvirkning, både hygienisk og med tanke på næringsstoffer. Det samme gjelder beiteaktivitet eller dyreferdsel som foregår i bekker eller innsjøer. Beiteaktivitet i sårbar områder bør kartlegges. Dersom det er slik aktivitet må det vurderes om det er grunnlag for å gi restriksjoner i arealbruk til beiting.

#### 5.4 Tiltak skogbruk og forebygging skogbrann

Skogsdrift fører til avrenning av jordpartikler og næringsstoff, men i langt mindre grad enn jordbruksarealer. Skogbruksarealene er derimot av langt større utbredelse enn dyrket mark i nedbørsfeltet til Isoa og har med det en betydning for vannkvaliteten i Isesjø. Vannverksinteressene bør kommunisere at «klimaskog» tiltak i nedbørsfeltet til Isoa (sone 1 og 2), ikke bare Isesjø (sone 1), ikke bør tillates da dette vil føre til økt avrenning av næringsstoff.

PEFC skogstandard i Forskrift om bærekraftig skogbruk gjelder all skog. Det er relevant for vannverkseier å få vite om tilsyn ved hogst for å kontrollere at kravpunktene i PEFC skogstandard blir fulgt opp i praksis.

Om det finnes skogseiere som ønsker frivillig vern av sine skogsarealer er dette noe vannverkseier bør støtte. Frivillig vern blir behandlet av Statsforvalteren ([Frivillig vern av skog i Norge](#)).

Det viktigste man som vannverkseier kan gjøre ifm. skogbrann er å påvirke forebygging. Dette kan best gjøres ved å presentere konsekvensene av en mulig skogbrann i Isesjø sitt nedbørsfelt til brannvesen, kommunens landbruksavdeling og skogeierorganisasjonene. Det er brannvesenet som kan gi råd til kommunen om full stopp i skogsdrift når forholdene tilsier at det er nødvendig. Vannverkseier må også ha en etablert plan for reservevannsforsyning om råvannskilden blir forurenset av brannflateavrenning.

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) har en del nyttig info på sine [hjemmesider](#), inkludert ferdig informasjonsmateriell. De har i samarbeid med flere brannvesen, skogeierorganisasjonene, Maskinentreprenørenes forbund og Skogbrand Forsikringsselskap Gjensidige utarbeidet retningslinjer for skogsdrift og skjøtsel i skogbrannsesongen [55].

DSB har også utviklet en [temaveiledning](#): *Fastsette lokal forskrift om bruk av ild* [56]. Herunder er det mulig å laste ned et ferdig utarbeidet forskriftforslag. Det anbefales at vannverkseier jobber mot

at Sarpsborg kommune ferdigstiller og vedtar en slik forskrift. Den bør som minimum være gjeldene i hele hensynssonen til Isesjø som vist i Figur 58 nedenfor.

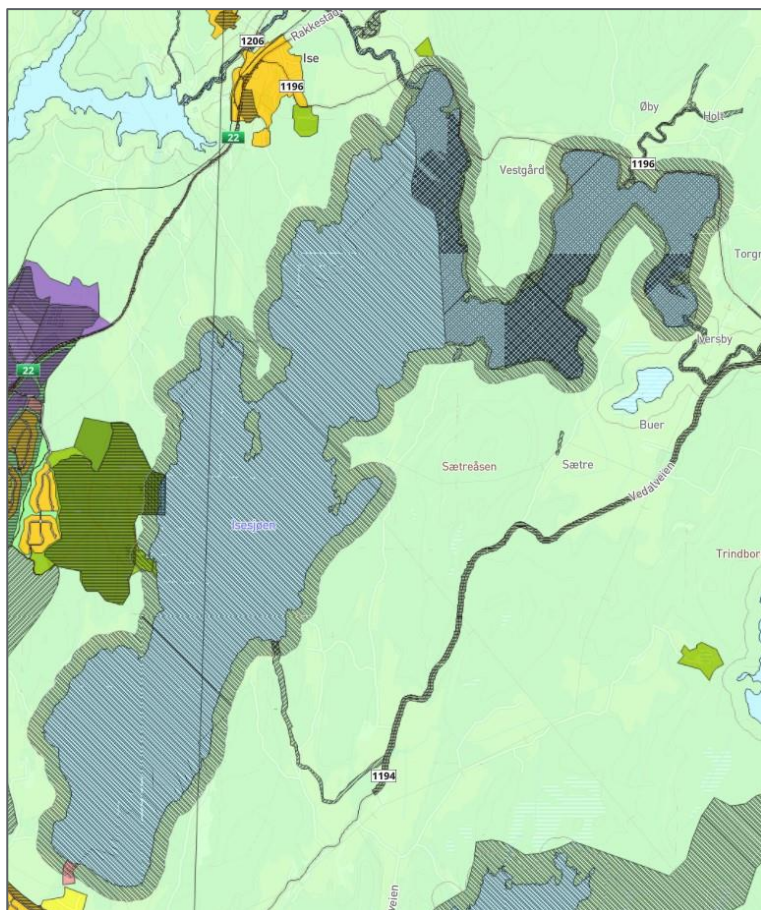
## 5.5 Tiltak etablere hensynssone etter nedbørsfeltgrenser

I praksis vil den beste måten å beskytte drikkevann og nedbørsfelt for drikkevannskilder på, være å benytte arealformål, hensynssoner og bestemmelser etter plan- og bygningsloven i kombinasjon med å stille krav til vannverkseier og vannforsyningsystem. Kommunen bør i tillegg benytte seg av hjemlene i forurensningslovgivningen, og i nødvendig grad supplere en forvaltningsbasert oppfølging med klausulering gjennom avtaler og ev. ekspropriasjon. Ikke minst viktig vil det være at kommunen driver aktiv ulovlighetsoppfølging.

Vannforskriften krever at hensynet til, og tiltak for å beskytte slike vannforekomster, skal avklares gjennom de regionale vannforvaltningsplanene. Tilsvarende krever drikkevannsforskriften i §26 og §27 at kommuner og statsforvalteren ivaretar drikkevannshensyn når de hhv. utarbeider arealdelen til kommuneplaner og i regionale planer. Forvaltningsplanene med tilhørende tiltaksprogram etter vannforskriften må derfor også forholde seg til kravene i drikkevannsforskriften. Drikkevannsforskriften er strengere enn vannforskriften mhp. hygienisk kvalitet og med det førende.

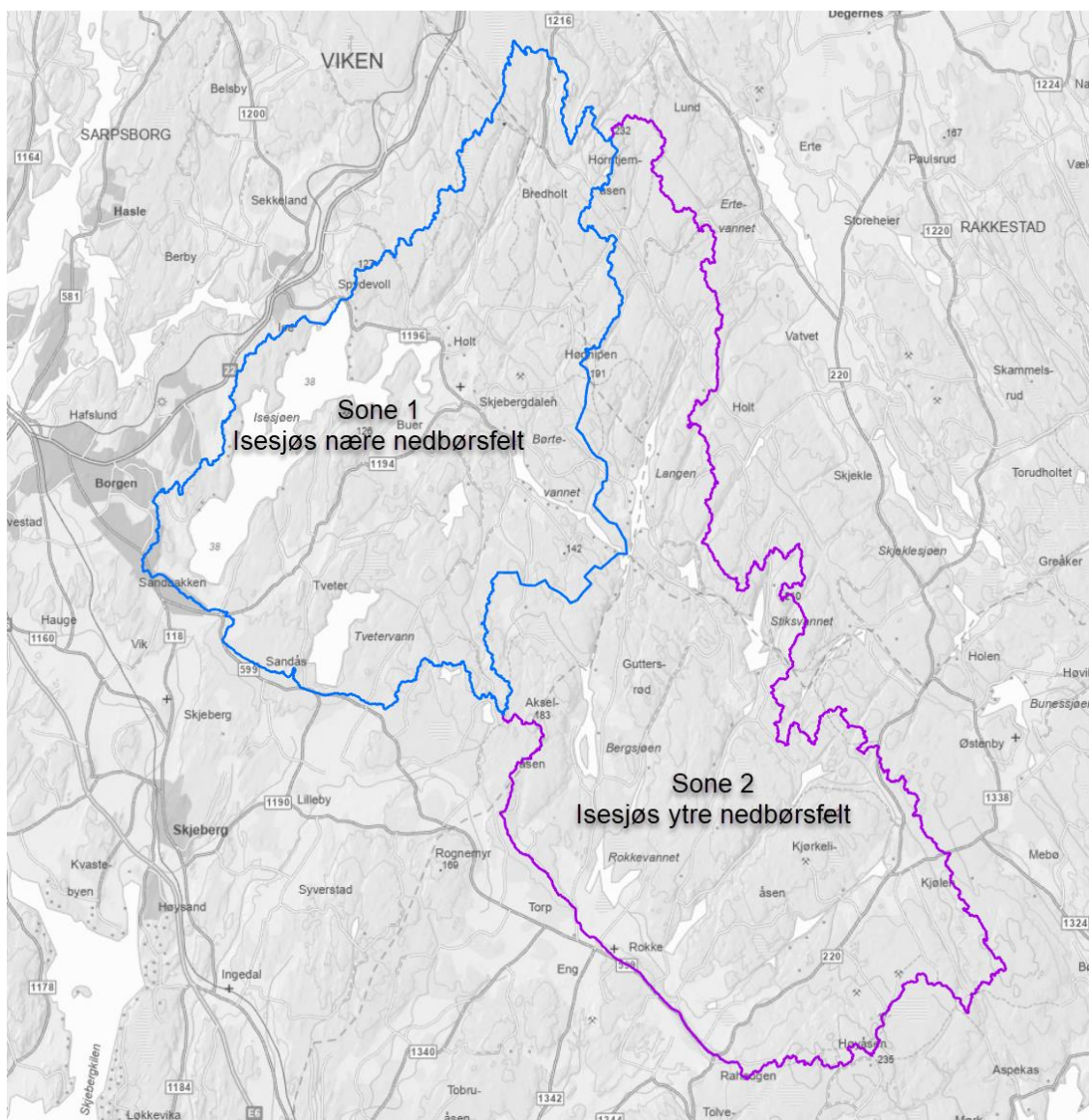
Alle overflate- og grunnvannsforekomster som benyttes til uttak av drikkevann for flere enn 500 fastboende, bør ha fått avsatt hensynssoner med tilhørende planbestemmelser etter §§11-7 og 11-8 i plan og bygningsloven, jf. drikkevannsforskriften §26. 4. Ny aktivitet eller nye inngrep i en vannforekomst som medfører at miljømålene i §§4 – 6 ikke nås eller at tilstanden forringes, skal ikke tillates når vannforekomsten benyttes til uttak av drikkevann dersom dette kan medføre økt behov for rensing av drikkevannet, jf. §§12 og 13 i vannforskriften og §4 i drikkevannsforskriften (Miljødirektoratet, nettside).

I kommuneplanens arealdel Sarpsborg 2021 – 2033, bestemmelser. Høringsutkast – til politisk behandling – formannskapet 27.08.2020 og bystyret 10.09.2020 står det følgende om hensynssoner for drikkevannskilder: *§3.1 Sikringssone nedslagsfelt drikkevann H110 (jf. pbl §11-8 a) Innenfor hensynssonen for drikkevannskilden Isesjø, Vestvannet/Isnesfjorden og reservevannkilden Tvetervannet, skal drikkevannsinteressen være overordnet alle andre interesser ved utøvelse av kommunal myndighet og eierskap. Tiltak som kan forringe drikkevannkvaliteten tillates ikke.* Hensynssonen rundt Isesjø er vist i kartet Figur 57.



Figur 57: Eksisterende hensynssone Isesjø.

Basert på ulike element diskutert i farekartleggingen (boligbygging, ulovlig massedeponi, tilrettelegging for rekreasjon nært råvannsinntak etc.) anbefales det at kommunen etablerer en hensynssone som dekker hele Isesjø sitt nedbørsfelt. Hensynssonen anbefales to-delt der sone 1 er det nære nedbørsfeltet til Isesjø og sone 2 er det ytre nedbørsfeltet som illustrert i Figur 58. Restriksjonene som følger en utvidet hensynssone kan i utgangspunktet være likelydende det som er foreslått i kommuneplanens arealdel §3.1 som nevnt over. Rammebetingelse som en vannverkseier har i ryggen, da spesielt innen plan- og bygningsloven, drikkevannsforskriften, vannforskriften, skoglova og forurensningsloven er sterke om man vil bruke de fullt ut, og de ligger til grunn i teksten til §3.1 (*Tiltak som kan forringe drikkevannkvaliteten tillates ikke*).



Figur 58. Foreslått hensynssone Isestjø.

Et alternativ til bestemmelser for Isestjø (ikke de andre råvannskildene i Sarpsborg kommune) er allikevel gitt i det følgende.

I medhold av plan- og bygningsloven §11-8 a) gjelder:

- 1) Tiltak som vil forurense eller kan representere en fare for forurensning av drikkevannskilden Isestjø og dennes nedbørsfelt er ikke tillatt, jf. §4 i Forskrift om vannforsyning og drikkevann av 2001-12-04 nr 1372. Dette gjelder både sone 1 og sone 2, men det legges til grunn en strengere praksis i sone 1.

*2) Det skal ikke etableres nye bygge- eller næringsområder i godkjente drikkevannskilders nedslagsfelt, med mindre det med konsekvensutredning klart kan dokumenteres at aktiviteten ikke kan medføre økt tilførsel av forurensning til vannkilden. Forslag til nye planer og tiltak skal høres hos berørte vannverkseier og Mattilsynet.*

Forskjellen på ordlyden i denne teksten og teksten foreslått i kommunens arealplan §3.1 er at arealplan-teksten snakker om å forringe drikkevannskvaliteten (altså kvaliteten på vannet etter vannbehandling), mens den alternative teksten beskriver fare for forurensning av drikkevannskilden (råvannet). Det er også viktig at man har muligheten til å kreve konsekvensutredning, og sikre seg at vannverkseier får mulighet til å uttale seg i tillegg til Mattilsynet.

Avhengig av fremtidig råvannsutvikling vil man ved behov kunne etablere mer differensierte planbestemmelser.

## **5.6 Tiltak forsterke informasjonsarbeidet**

Uansett hva man velger å vektlegge i sin forvaltningsstrategi bør det følges opp med informasjon til forbrukerne. Vannbransjen er for mange en relativt «usynlig» bransje i det daglige. Det positive med det er at drikkevannsforsyningen da stort sett fungerer som den skal, det negative er at det blir tatt for gitt at det skal fungere, at man ikke har forståelse for kostnader knyttet til VA-infrastruktur og drift, og heller ikke kjenner til hva man selv kan bidra med for å sikre en fortsatt trygg drikkevannsforsyning. God informasjon som gir innsikt i hva som inngår i å produsere rent drikkevann, og hvorfor man har innført tiltak i nedbørsfeltet for å sikre dette, kan gi en bevisstgjøring og mer velvilje hos forbrukerne.

«Nedbørsfeltforvalter» (eng. catchment manager) er en vanlig stillingstittel hos mange vannverkseiere i flere andre land. Dette bunner ut i at man har et behov for en annen type kompetanse, for å ivareta interesser i nedbørsfeltet og dele denne kunnskapen med andre aktører, enn den ingeniørtekniske som er behovet for å drifte selve vannbehandlingsanlegget og ledningsnett. I dette kan man også søke å skaffe den ansatte begrenset politimyndighet. Det kan også være naturlig at slike stillinger er delt mellom flere vannverkseiere. Sarpsborg kommune bør vurdere om dette er et behov, ev i samarbeid med FREVAR og MOVAR.

For å oppsummere bør vannverkseier utarbeide en kommunikasjonsstrategi, og bruke de virkemidler som finnes for å nå ut med sitt budskap. Dette gjelder da mer statisk informasjon som internettsider, avisannonser/artikler m.m., men også aktivt samarbeid med andre interessentgrupper som kan ta

denne informasjonen videre til sine respektive miljø. Vannverkseier vil ha Isesjø i god stand pga. drikkevannsproduksjonen, andre interessenter har andre fokusområder som f.eks. bevare Isesjø som et godt fiskevann eller et rent badevann, slike interesser, i tillegg til arbeidet som blir utført etter krav i vannforskriften, bør kunne dra lasset sammen i retning bedre råvannskvalitet i Isesjø.

### **5.7 Tiltak hensynsfull bruk og ferdsel i Isesjø med nedbørsfelt**

Dette tiltaket er nært knyttet til tiltaket om å forsterke informasjonssamarbeidet. Sarpsborg kommune har som mål at Isesjø skal bevares som rekreasjonsområde for kommunens befolkning. Hvilke restriksjoner eller forbud som skal pålegges allmenheten er en utfordrende balansegang innen nedbørsfeltforvaltningen. Der aktiviteten fra allmenheten er så stor at det utgjør en uakseptabel forurensningsrisiko i forhold til hva vannverket kan tolerere, kan det være nødvendig med et totalforbud på all aktivitet. Dagens aktivitetsnivå i tilknytning til friluftsliv- og rekreasjon i og rundt Isesjø ser ikke ut til å være hoved bidragsyter til mikrobiell forurensning av råvannet. Tiltak knyttet til husdyrbruk og spredt avløp bør være høyere prioritert per nå. Men det er også kjent at det forekommer uønsket oppførsel i nedbørsfeltet, som eksempel oppføring av ulovlig gapahuk og tilhørende turstier rett i vannkanten, og funn av mye spredt avløp på bakken spesielt i Børtevannområdet.

Kommunen bør vurdere behov for offentlig toalett ved Bodalstrand (dette er avklart skal bli etablert) og Børtevann, samt søppelkasser langs turstiene. Vedlikehold og drift av slike installasjoner er ofte en utfordring da de gjerne er åsted for hærverk og tilgrising. Et samarbeid med noen som kan være ansvarlige for drift og vedlikehold bør vurderes.

Om aktivitetsnivået skulle ta seg betydelig opp fra dagens situasjon, vil også risikobildet endre seg. Gitt et slikt scenario vil det være nyttig å allerede ha hensynssoner registrert, slik at planbestemmelsene kan endres for å sikre en fortsatt trygg råvannskilde.

### **5.8 Tiltak spredt avløp**

Det har vært utført en god innsats når det gjelder spredt avløp i Isesjø sitt nedbørsfelt, og det er viktig at man fortsetter denne innsatsen inntil alle anlegg møter rensekravene. Målsettingen bør være at alle anlegg er i grønn kategori. Rundt Isesjø sitt sørlige basseng der råvannsinntaket ligger er det fortsatt flere slamavskillere som har dårlig rensegrad. Man finner *E.coli* i mer enn 50% av råvannsprøvene fra inntaksledningen. Dette kan stamme fra flere ulike kilder, men anlegg for spredt avløp bør ikke være en av dem fordi det eksisterer bedre tekniske løsninger.



Virkemidler for å rydde opp i avløpsløsninger i spredt bebyggelse rundt Isesjø har hovedsakelig vært lokal forskrift om utslipp av sanitært avløpsvann fra bolighus, hytter og liknende, Sarpsborg kommune, Østfold (2008) i tillegg til veiledning i eldre tiltaksplan. Ved oppryddingen av mindre avløpsanlegg i spredt bebyggelse ble området rundt Isesjø prioritert først. Det ble sendt ut pålegg om utbedringer til alle eiendommer i sone 1 i 2008 og 2009 som ikke hadde gyldig utslippstillatelse, noe som førte til oppgradering av de fleste avløpsanlegg 2010-2012. Det gjenstår fremdeles noen etternølere som fremdeles har eldre utslippstillatelser og dermed eldre avløpsløsninger.

Det ble ført tilsyn med avløpsanlegg i området i 2012-2013, men det foreligger ikke fullstendig rapport fra tilsynet. Det har også blitt ført en del tilsyn med anleggene i 2019 og 2020. Det vil bli utført tilsyn med resterende anlegg i 2022. I sum vil dette gi et godt kunnskapsgrunnlag for å vurdere om oppryddingen av avløpsløsninger har hatt en effekt på rensingen av avløpsvannet. Videre arbeid for opprydding av utslipp av sanitært avløpsvann rundt Isesjø vil omfatte:

- utsending av pålegg om oppgradering av avløpsanlegg til eiendommer som ikke har registrert tillatelse (antatt mellom 5 og 20 eiendommer)
- oppheving av eldre tillatelser og utsending av pålegg om oppgradering av avløpsanlegg (antatt mellom 13 og 17 eiendommer)
- tilsynsvirksomhet på eksisterende godkjente anlegg for å sikre at disse driftes i tråd med gjeldende forskrift (gjenstår ca. 30-40 anlegg)
- sammenstilling av tilsynsresultater for å styrke kunnskapsgrunnlag om nye anleggs opprettholdelse av renskrav og dermed effekten av oppgraderingen av avløpsanlegg

## 5.9 Tiltak prøvetaking

Gjennomgang av vannkvalitetsdata viser at det er forekomst av hygienisk forurensing i kilden. Dette gjelder både tilløpsbekker, selve Isesjø og ved råvannsinntaket. Kildesporingsanalyse er utført i tilløpsbekker i nord (Øbybekken), men det er uvisst hva opphavet til mikrobiell forurensing er i sørlige deler av Isesjø, og spesielt i nærheten av råvannsinntaket. Kildesporing i dette området kan avklare om hygienisk forurensing kommer fra dyr eller mennesker (avløp). Det ligger relativt mange spredte avløpsrenseanlegg langs Tveterbekken, og noen anlegg (slamavskillere) helt i sørenden av Isesjø. En kildesporingsanalyse kan avklare hvorvidt det er nødvendig å sette inn tiltak på disse avløpsrenseanleggene.

Prøvetaking av råvann må fortsette og den må være i tråd med krav i Drikkevannsforskriften. Forskriften er nå under endring (antatt ikrafttredelse fra 1 januar 2023) og det forventes at nye parametere tas inn, både på råvann og rentvann. I denne rapporten er det referert til notat fra Mattilsynet om hva som er riktige parametere å overvåke/måle mhp råvannskvalitet. Parametere som omhandler hygienisk vannkvalitet, eutrofiering og algevekst anbefales spesielt å tas inn i fremtidige prøvetakingsplaner. Dette for å sikre ytterligere kontroll og oversikt over vannkvalitetsparametere som allerede i dag synes så være en utfordring.

Det anbefales også å etablere et prøvetakingsprogram for å følge opp Skjeberg golfbane (spesielt ulike sprøytemidler), skytebanene (tungmetaller) og det kan være av interesse å se om nordøstlige del av Isesjø blir negativt påvirket av vegsalting.

#### **5.10 Tiltak rutiner for tilsyn i nedbørsfelt**

Uansett om det blir ansatt eget personell for å håndtere tilsyn i nedbørsfeltet som nevnt i kap. 5.6, eller om mannskap fra virksomhet vann- og avløp utfører jobben, så bør denne arbeidsoppgaven formaliseres med rutiner for tilsyn i nedbørsfeltet. Det er viktig for vannverkseier å være informert om hva som foregår av aktiviteter i nedbørsfeltet, og rutinemessig tilsyn vil fange opp ulovlig virksomhet raskere enn om man ikke er tilstede i felt.

At man utfører tilsyn av nedbørsfelt bør være tydelig kommunisert via kommunens nettside uten å nevne når tid tilsynet foregår. Det bør også tilrettelegges for at vakttelefonen gjerne tar imot meldinger om uønsket/forurensende aktivitet i nedbørsfeltet, ikke bare tekniske problemer.

#### **5.11 Tiltak vannregimet i Isesjø**

Sarpsborg kommune ga i 2018 ut rapporten *Vannregimet i Isesjø. Grunnlag for videre utredning og gjennomføring av nytt tappe- og reguleringssystem*. Det vises til rapporten for detaljer rundt problemstillingen. I rapporten er det foreslått flere tiltak hvorav to blir ansett som spesielt aktuelle, dette er 1) Vedlikehold av Isoa – grave ut stein og løsmasser, og 2) Restaurere og benytte sluse/slusebygning (Håkafoss).

Regulering for å kunne dempe flom er et usikkert element og må utredes hydrologisk.

Kommunen innehar en koordinerende rolle i dette arbeidet, og anbefalt tiltak i denne sammenhengen (farekartlegging og farehåndtering) vil være at kommunen sørger for å føre arbeidet videre, herunder hydrologiske vurderinger.

Sarpsborg kommune innvilget i 2020 midler gjennom SMIL (spesielle miljøtiltak i jordbruket) til restaurering av Håkafooss sluse. Arbeidet er pågående og forventes slutført i løpet av 2022. Videre tiltaksgjennomføring, for eksempel aktiv bruk av slusa som flomdempende tiltak, må vurderes og gjennomføres i samarbeid med NVE.

## 5.12 Oppsummering av tiltak

Tabell 9 gir en oppsummering av tiltak som er foreslått i tidligere kapitler. Rekkefølgen de ulike tiltaksgruppene blir presentert i tabellen er ikke en prioritert rekkefølge. Tiltak i jordbruket er det mest omfangsrike og det er derfor gitt en anbefaling angående prioriteringer *internt* i denne tiltaksgruppen.

Tabell 9. Oppsummering av foreslåtte tiltak.

Tiltaksgruppe	Forslag til tiltak	Kommentar
<b>Internt i Isesjø</b>	<p>Gjennomføre paleolimnologisk undersøkelse for å kartlegge endring i mengde planteplankton og næringsstoffer over en lengre periode – særlig frem til år 2000.</p> <p>Gjennomføre fiskeundersøkelse der formålet er å få detaljert innsikt i fiskesamfunnet.</p> <p>Formålet med undersøkelsene er å skaffe kunnskapsgrunnlag til ny vurdering av biomanipulering ved utfiske.</p>	Tiltaksplan/handlingsplan
<b>Jordbruk</b>	<p>Hvis det må prioriteres bør tiltak i nært nedbørsfelt til Isesjø prioriteres før tiltak i fjernt nedbørsfelt.</p> <p>Hvis det må prioriteres bør tiltak som reduserer tilførsel av plantetilgjengelig fosfor til Isesjø i perioden mai – september prioriteres før tiltak som gir effekt i perioden oktober – april.</p> <p>Særskilt fokus på tiltak som stimulerer reparasjon av skadde hydrotekniske anlegg.</p> <p>Særskilt fokus på tiltak som stimulerer til reduksjon i ras og erosjon i bekkekanter der det er kort avstand til dyrka mark.</p> <p>Spesielt fokus på tiltak som stimulerer til redusert erosjon fra jorder med kjent risiko for drågerosjon.</p> <p>Spesielt fokus på tiltak som stimulerer til etablering av grasdekte vannveier og buffersoner/kantsoner mot bekk der det er kjent at det er risiko for erosjon.</p>	Tiltaksplan/handlingsplan

	<p>Jobbe for ugjødslede buffersoner/kantsoner med gras i eng ned mot vassdrag.</p> <p>Fortsatt fokus på tiltak som reduserer flateerosjon.</p> <p>Opprettholde eller øke bredden av naturlig kantsone mot vassdrag. Kontrollere at alle kantsoner mot jordbruksarealer er minimum 2 meter brede.</p> <p>Stimulere til tiltak på jordbruksarealer som reduserer P-AL-verdien der denne er over 7.</p> <p>Etablere system for dokumentasjon av hvilke tiltak som gjennomføres av formidlings hensyn.</p>	
<b>Husdyrbruk</b>	<p>Kontroller at avløp fra innvendig vask av husdyrrom ikke renner ukontrollert til vassdrag.</p> <p>Kontroller at gjeldende regelverk om gjødsellagring overholdes.</p> <p>Hindre at beitedyr trækker ned i bekk og bekkekant.</p> <p>Hindre at nylig spredt husdyrgjødsel renner av til vassdrag.</p> <p>Vurdere innføring av avstandskrav til vassdrag med tanke på spredning av husdyrgjødsel.</p>	Tiltaksplan/handlingsplan
<b>Skogbruk og skogbrann</b>	<p>Kommunisere at «klimaskog» tiltak i nedbørsfeltet til Isoa (sone 1 og 2), ikke bare Isesjø (sone 1), ikke bør tillates da dette vil føre til økt avrenning av næringsstoff.</p> <p>Vannverkseier bør meddele sine interesser med skognæringen, og jobbe mot at kontroll av kravpunktene i PEFC standarden blir fulgt opp i praksis.</p> <p>Om det finnes skogseiere som ønsker frivillig vern av sine skogsarealer er dette noe vannverkseier bør støtte.</p> <p>Presentere konsekvensene av en mulig skogbrann i Isesjø sitt nedbørsfelt til brannvesen, kommunens landbruksavdeling og skogeierorganisasjonene.</p> <p>Fastsette lokal forskrift om bruk av ild etter eksempel fra DSB.</p>	Tiltaksplan/handlingsplan

<b>Hensynssone</b>	<p>Etablere to-delt hensynssone og få denne vedtatt med tilhørende bestemmelser i kommunedelplan. Dette arbeidet bør få høyeste prioritet da det ligger til grunn for gjennomføringsevnen av andre tiltak i en egen handling/tiltaksplan.</p> <p>Planbestemmelse er i utgangspunktet anbefalt å være generelle (etter gjeldende rammebetingelser), avhengig av fremtidig utvikling av råvannskvalitet vil en kunne få vedtatt mer differensierte planbestemmelser ved hver rullering av planverket.</p>	Kommunedelplan
<b>Informasjon</b>	<p>Det anbefales at vannverkseier utarbeider en kommunikasjonsstrategi for å nå ut til forbrukere av sluttproduktet drikkevann og brukere av nedbørsfeltet til Isesjø. Vannverkseier må tydeliggjøre sine interesser og forventninger til andre interessenter i samme nedbørsfelt.</p>	Tiltaksplan/handlingsplan
<b>Hensynsfull bruk</b>	<p>Dette tiltaket har mye til felles med foregående (informasjon), men det sikter mot mer aktiv samhandling med, og ansvarliggjøring av, ulike brukergrupper i Isesjø sitt nedbørsfelt. Målsettingen er at flere tar ansvar for å holde Isesjø så ren som mulig.</p>	Tiltaksplan/handlingsplan
<b>Spredt avløp</b>	<p>Fortsette innsatsen med å oppgradere spredt avløp anlegg i Isesjø sitt nedbørsfelt inntil alle anlegg oppfyller rensekrav. Sone 1 er prioritet.</p>	Tiltaksplan/handlingsplan
<b>Prøvetaking</b>	<p>Vannkvalitetsdata er det beste man har for å kunne si noe håndfast om råvannskvalitet og drikkevannskvalitet. Prøvetakingsprogrammet vil måtte justeres når ny drikkevannsforskrift trer i kraft.</p> <p>Flere prøver på fast basis over året med flere parametere bør vurderes, spesielt fokus på hygienisk vannkvalitet, eutrofiering og algevekst.</p> <p>Det bør også være fast prøvetakingsprogram i tilførselsbekkene Buerelva, Tveterbekken og Øbybekken.</p> <p>Flere kildesporingsanalyser kan lette prioritering av tiltak, om man klarer å kartlegge opphavet.</p> <p>Golfbanen og skytebanene bør inngå i prøvetakingsplan, og det anbefales prøvetaking for å se effektene av vegsaltyng i Isesjø sin nordøstlige del.</p>	Tiltaksplan/handlingsplan

<b>Tilsyn</b>	<p>Det anbefales at vannverkseier er mer synlig og aktiv i nedbørsfeltet til Isesjø. Det bør utarbeides formaliserte rutiner for tilsyn i nedbørsfeltet. Sone 1 er prioritet.</p> <p>Vannverkseier bør legge til rette for at vakttelefonen kan ta imot melding om uønsket/forurensende aktivitet i nedbørsfeltet, og informere befolkningen om denne muligheten.</p>	Tiltaksplan/handlingsplan
<b>Vannregimet</b>	<p>Håkafoss sluse er i ferd med å bli ferdig oppgradert, dette gir mulighet for regulering av Isesjø. Vannverkseier bør ta initiativ til en hydrologisk vurdering for å undersøke effektene av ulike reguleringsmuligheter.</p>	Tiltaksplan/handlingsplan

## 6 Referanser

- [1] Norconsult, «Isesjø. Tilførsel og avlastningsbehov, økologisk og kjemisk tilstand, Biomanipulasjon,» Norconsult rapport 52204016-2, 2022.
- [2] T. Klemsdal, «Landformer i Østfold,» *Natur i Østfold 21(1/2)*, pp. 7-31, 2002.
- [3] T. Stabell, «Klassifisering av innsjøer i Vannområde Glommas sør for Øyeren etter kvalitetselementet "planteplankton",» FAUN rapport 001-2019, 2018.
- [4] S. kommune, «Isesjø - tiltaksplan,» Vedtatt av bystyret 12.05.2005, 2005.
- [5] Jordforsk, «Tiltaksanalyse for Isesjø. Beregninger av tilførsel av fosfor og forslag til tiltak innen landbruk og avlöp.,» JOrdforsk rapport nr. 97/2003, 2003.
- [6] NVE, «Atlas Innsjødatabase,» NVE, 2022.
- [7] NVE, «REGINE,» [Internett]. [Funnet 2022].
- [8] NIBIO, [Internett]. Available: [https://kilden.nibio.no/?topic=arealinformasjon&lang=nb&X=7195706.12&Y=284337.75&zoom=0.43839403988631903&bgLayer=graatone\\_cache](https://kilden.nibio.no/?topic=arealinformasjon&lang=nb&X=7195706.12&Y=284337.75&zoom=0.43839403988631903&bgLayer=graatone_cache). [Funnet 2022].
- [9] Sarpsborg kommune, «Vannregimet i Isesjø. Grunnlag for videre utredning og gjennomføring av nytt tappe- og reguleringssystem,» 2018.
- [10] SSB, «SSB,» SSB, 2022. [Internett]. Available: <https://www.ssb.no/kommunefakta/sarpsborg>. [Funnet 2022].
- [11] Mattilsynet, «Mattilsynet,» 20 11 2021. [Internett]. Available: [https://www.mattilsynet.no/mat\\_og\\_vann/drikkevann/registreringogplangodkjenning/vurdering\\_av\\_r\\_aavannskvalitet\\_i\\_overflate\\_og\\_grunnvannskilder.45028](https://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/drikkevann/registreringogplangodkjenning/vurdering_av_r_aavannskvalitet_i_overflate_og_grunnvannskilder.45028). [Funnet 08 2022].
- [12] COWI, «Økning av Drikkevannsproduksjonen i Sarpsborg, Alternativer og anbefalinger,» 2016.
- [13] S. C. Thorbjørnsen, «Mikrobiell barriereanalyse for Baterød- og Isesjø vannverk,» NMBU, 2022.
- [14] Norsk Vann, «Forvaltning av nedbørsfelt for overflatevannkilder,» Norsk Vann, 2020.
- [15] VISK, Handbok. Hur man arbetar for att minska samhällets sårbarhet for vattenburen virusmitta trots forandrat klima, VISK. Virus i Vatten - skandinavisk kunnskapsban, 2013.
- [16] NIBIO, «Fosforgjødsling til korn bestemt av P-AL,» NIBIO POP Vol. 4 - NR. 23 - Juni 2018, 2018.
- [17] Bioforsk, «Næringsinnhold i husdyrgjødsel. Analyse av husdyrgjødsel for storfe, sau, svin og fjørfe 2006-2011,» Bioforsk rapport Vol. 7 Nr. 24 2012, 2012.
- [18] NIVA, «Forurensingsanalyse - Farrisvannet,» NIVA Rapport L. 7051-2016, 2016.

- [19] NORSØK, «Fjølfe gjødsel i Norge. Håndtering og gassutslipp ved lagring,» NORSØK Rapport 6/3/2021, 2021.
- [20] NIVA, «The potential effects on water quality of intensified forest management for climate mitigation in Norway,» 2019.
- [21] BIOWATER, «Integrating land and water management for a sustainable Nordic bioeconomy,» [Internett]. Available: <https://biowater.info/reports/>.
- [22] Landbruksdirektoratet, «Vurdering av tilskuddsordninger for gjødsling av skog,» 2021.
- [23] d. W. e. al, «BIOWATER policy brief No. 1 2022,» 2020.
- [24] PEFC, [Internett]. Available: <https://pefc.no/revisjon-av-det-norske-pefc-systemet-2020-2022>.
- [25] Driftsassistansen i Viken, «Driftsassistansen i Viken,» 2021.
- [26] NIVA, «Forurensningsanalyse - Farrisvannet. Niva rapport nr. 7051-2016,» Norsk institutt for vannforskning, 2016.
- [27] A. Longva, A. Relling, E. Stranden og J. Gausdal, «Simulering av mikrobeforurensning i Brusdalsvatnet. Bacheloroppgave.,» NTNU, Ålesund, 2016.
- [28] Østfold fylkeskommune, «Fylkesplan for Østfold. Østfold mot 2050.,» Vedtatt av fylkestinget 21. juni 2018, 2018.
- [29] Sarpsborg kommune, «Planbeskrivelse til detaljreguleringsplan for Bodalstranda. Nasonal planID: 010527040,» 2019.
- [30] SWECO, «Plan for skjøtsel og vedlikehold , Kamperhaug boligutvikling AS, Overvannsdam, Bodalstranda,» 2021.
- [31] Bioforsk, «Golfens miljøutfordringer - En versting eller en positiv bidragsyter i miljøsammenheng?,» 2011.
- [32] *Varteig historielag - Høstvandring i Spydevollkroken*, 2013.
- [33] FHI, «FHI,» Folkehelseinstituttet, [Internett]. Available: <https://www.fhi.no/ml/miljo/miljogifter/fakta/bly-i-mat-og-miljo---faktaark/>. [Funnet 08 2022].
- [34] Miljødirektoratet, «[www.erdetfarlig.no](http://www.erdetfarlig.no),» [Internett]. [Funnet 2022].
- [35] Miljøstatus, [Internett]. Available: [www.miljostatus.no](http://www.miljostatus.no). [Funnet 2022].
- [36] WHO, [Internett]. Available: [www.who.int](http://www.who.int).
- [37] D. I. Bannon, J. W. Drexler, G. M. C. Fent, H. P. J. S. W., W. J. Brattin og M. A. Major, «Evaluation of small arms range soils for metal contamination and lead bioavailability,» *Environmental Science & Technology*, vol. 43, nr. 24, pp. 9071-9076, 2009.



- [38] A. Chen, «Lead dust from firearms can pose a silent health risk,» *Public Health*, p. 5, 2017.
- [39] R. K. Peddicord og J. S. LaKind, «Ecological and human health risk at an outdoor firing range,» *Environmental Toxicology and Chemistry*, vol. 19, nr. 10, pp. 2602-2613, 2000.
- [40] The Peregrine Fund, «Fact sheet on lead exposure from spent ammunition,» [Internett].
- [41] R. M. Semlali, J. B. Dessogne, F. Monna, J. Bolte, S. Azimi, N. Navarro, L. Denaix, M. Loubet, C. Chateau og F. Van Oort, «Modeling lead input and output in soils using lead isotopic geochemistry.,» *Environmental Science & Technology*, vol. 38, 2004.
- [42] M. A. S. Laidlaw, G. Filippelli, H. Mielke, B. Gulson og A. S. Ball, «Lead exposure at firing ranges - a review,» p. 15, 2017.
- [43] FFI, «Veileder for undersøkelse, risikovurdering, opprydding og avhenging av skytebaner og øvningsfelt,» FFI - Rapport 2010/00116, 2010.
- [44] Lovdata, «Forskrift om vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften),» [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2016-12-22-1868>. [Funnet 2022].
- [45] B. Faafeng, Å. Brabrand, P. Brettum og D. Hessen, «Isesjø i Østfold. Tiltak for forbedring av vannkvaliteten.,» NIVA Rapp. O-91121, 1993.
- [46] Norsk klimaservicesenter, «Klima i Norge 2100,» [Internett]. Available: <https://klimaservicesenter.no/kss/rapporter/kin2100>. [Funnet 2022].
- [47] Lovdata, «Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning,» 2018. [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2018-09-28-1469?q=statlige%20planretningslinjer%20klima>. [Funnet 2022].
- [48] NIVA, «Nasjonal innsjøundersøkelse 2019,» NIVA - Rapport L.NR. 7530-2020, 2020.
- [49] Skogbrukets kursinstitutt, «Dette skjer ikke hos oss... - om skogbrann og skogbrannvern,» 2009.
- [50] R. Høgberget, «Skogbrannen i Mykland 2008. Resultater etter to års oppfølging av kjemiske effekter i vann,» NIVA - Rapport I.NR. 5979-2010, 2010.
- [51] T. Neary, «Water quality impacts of forest fires.,» *Journal of pollution effects and control*. ISSN: 2375-4397 JPE, 2015.
- [52] Murphy, «Corrigendum: The role of precipitation type, intensity, and spatial distribution in source water quality after wildfire (2015 Environ. Res. Lett. 10 084007),» *Environmental research letters*, 2016.
- [53] C. H. Sham, M. E. Tuccillo og J. Rooke, «Effect of wildfire on drinking water utilities and best practices for wildfire risk reduction and mitigation,» Water Research foundation, 2013.
- [54] Lovdata, «Forskrift om regionale miljøkrav i jordbruket, Oslo og Viken,» 2023 01 01. [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2022-12-06-2182>. [Funnet 2022].

- [55] DSB, «Retningslinjer for: Skogsdrift og skjøtsel i skogbrannsesongen,» 2021.
- [56] DSB, «Temaveiledning: Fastsette lokal forskrift om bruk av ild,» dsb, juli 2020. [Internett]. Available: <https://www.dsb.no/lover/brannvern-brannvesen-nodnett/veiledning-til-forskrift/fastsette-lokal-forskrift-om-bruk-av-ild/#grunnlag-for-forbud>. [Funnet 2022].