

Sætersjøen i Nord-Odal

En undersøkelse av vannkvalitet med resipientvurdering i 2008



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Postboks 2026
5817 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 23 24 95

NIVA Midt-Norge

Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Sætersjøen i Nord-Odal En undersøkelse av vannkvalitet med resipientvurdering i 2008	Løpenr. (for bestilling) 5691-2008	Dato November 2008
	Prosjektnr. Undernr. O-28278	Sider Pris 13
Forfatter(e) Jarl Eivind Løvik	Fagområde Eutrofi ferskvann	Distribusjon Spærret
	Geografisk område Hedmark	Trykket CopyCat AS

Oppdragsgiver(e) Per Thomas Nyhuus	Oppdragsreferanse P. T. Nyhuus
---------------------------------------	-----------------------------------

Sammendrag

På grunnlag av undersøkelser i 2008 kan Sætersjøen karakteriseres som en grunn, markert humuspåvirket, kalkfattig og næringsfattig innsjø med lave konsentrasjoner av næringsstoffer og små algemengder. Vannkvaliteten kan betegnes som meget god (tilstandsklasse I) mht. algemengder og god (tilstandsklasse II) mht. konsentrasjoner av total-fosfor. Ut fra algemengden målt som klorofyll-*a* var Sætersjøen i svært god økologisk tilstand i henhold til Vanddirektivets/Vannforskriftens klassegrenser i forhold til overgjødsling. Dagens fosforbelastning og akseptabel fosforbelastning er beregnet til henholdsvis ca. 503 kg og ca. 620 kg pr. år. En hytteutbygging i den størrelsesorden som er planlagt, vil sannsynligvis ikke føre til så stor økning i belastningen av fosfor at det får negative konsekvenser for vannkvaliteten i innsjøen f.eks. i form av markerte algooppblomstringer.

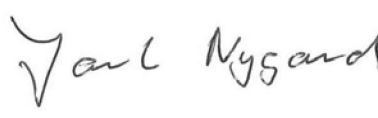
<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sætersjøen 2. Vannkvalitet 3. Økologisk tilstand 4. Resipientvurdering 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lake Sætersjøen 2. Water quality 3. Ecological state 4. Recipient assessment
---	---



Jarl Eivind Løvik
Prosjektleder



Unn Hilde Refseth
Forskningsleder



Jarle Nygard
Fag- og markedsdirektør

Sætersjøen i Nord-Odal

En undersøkelse av vannkvalitet med resipientvurdering
i 2008

Forord

Rapporten gir en beskrivelse av vannkvalitet og miljøtilstand i Sætersjøen i Nord-Odal, Hedmark, på bakgrunn av undersøkelser i 2008. Det gis også en vurdering av om innsjøen er overgjødslet og om den tåler ytterligere tilførsler av næringsstoffer. Undersøkelsen er gjort på oppdrag fra Per Thomas Nyhuus, som er grunneier i deler av innsjøens nedbørfelt, og som har planer om hyttebygging i området. Han har også bistått i feltarbeidet på innsjøen.

Jarl Eivind Løvik ved NIVA Østlandsavdelingen har vært prosjektleder for NIVA og har skrevet rapporten. Han har videre stått for feltarbeidet og analysert dyreplankton. Olaug Nordli har også deltatt i feltarbeidet. Kjemiske og mikrobiologiske analyser er utført ved LabNett as Eurofins, unntatt klorofyll-*a* som er analysert ved NIVA laboratorium i Oslo. Mette-Gun Nordheim har tegnet ut dybdekartet over innsjøen.

Samtlige takkes for godt samarbeid!

Ottestad, 27. november 2008

Jarl Eivind Løvik

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
1.1 Bakgrunn	6
1.2 Litt om innsjøen og nedbørfeltet	6
1.3 Målsetting	6
2. Materiale og metoder	7
3. Resultater og vurderinger	8
3.1 Dybdekart og hydrologiske forhold	8
3.2 Vanntemperatur	9
3.3 Vannkvalitet	9
3.4 Dyreplankton	10
3.5 Resipientvurdering	11
4. Litteratur	13

Sammendrag

Hovedhensikten med denne undersøkelsen har vært å skaffe fram data angående vannkvaliteten i Sætersjøen i Nord-Odal kommune for å kunne gjennomføre en resipientvurdering av innsjøen. Dette med tanke på planlagt hytteutbygging i nedbørfeltet. Videre ble innsjøen opploddet, det er utarbeidet dybdekart og gjennomført beregninger av hydrologiske og morfometriske forhold som middeldyp, volum og teoretisk oppholdstid på vannet.

Sætersjøen er en liten og grunn innsjø med et overflateareal på ca. 0,53 km² og middeldyp 5,5 m. Nedbørfeltet er relativt stort (99 km²) og består i hovedsak av skogområder. Innsjøen kan karakteriseres som sterkt humuspåvirket med noe sure vannmasser og lave konsentrasjoner av løste salter og kalsium. Det var lave konsentrasjoner av næringsstoffene fosfor og nitrogen samt lave algemengder målt som klorofyll-*a*. Sætersjøen kan derfor karakteriseres som en næringsfattig (oligotrof) innsjø.

Vurdert ut fra middelverdiene for klorofyll-*a* (1,9 µg/l) og total-fosfor (7,3 µg/l) i 2008 kan vannkvaliteten betegnes som henholdsvis meget god (tilstandsklasse I) eller god (tilstandsklasse II) i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Siktedypet var relativt lavt (gjennomsnitt 2,6 m) og tilsvarer tilstandsklasse III ("dårlig"), men dette er i hovedsak naturlig betinget og skyldes den markerte humuspåvirkningen. Basert på Vanndirektivets/Vannforskriftens grenseverdier for algemengde (klorofyll-*a*) er Sætersjøen i en svært god økologisk tilstand med hensyn til overgjødning (eutrofiering).

Dyreplanktonet hadde en sammensetning av arter som er karakteristisk for næringsfattige innsjøer med et sterkt predasjonspress (beitepress) fra planktonspisende fisk. Relativt gode bestander av flere forsurningsfølsomme arter indikerte at planktonet i liten grad var negativt påvirket av surt vann. En vesentlig årsak til dette er trolig den markerte humuspåvirkningen.

Ved hjelp av matematiske belastningsmodeller (Berge 1987, SFT 1995) og dataene fra 2008 har vi beregnet at Sætersjøen årlig tilføres ca. 503 kg fosfor årlig, mens øvre akseptable belastning er vurdert til å ligge på ca. 620 kg fosfor pr. år, dvs. at innsjøen tåler en økning i belastningen på inntil ca. 117 kg pr. år. Dette er basert på at innsjøens øvre akseptable middelkonsentrasjon av total-fosfor er foreslått satt til 9 µg/l, et nivå som er antatt å ikke skulle innebære noen ubalanse i økosystemet. En utbygging av 30-40 hytter med høy sanitær standard er beregnet å føre til en forurensningsproduksjon på ca. 4-8 kg fosfor pr. år, mens ca. 0,4-0,8 kg av dette vil bli tilført vassdraget forutsatt 90 % rensing. På grunnlag av dette anser vi det som lite sannsynlig at den planlagte hytteutbyggingen vil kunne føre til så stor økning i belastningen av næringsstoffer til Sætersjøen at det resulterer i økologiske forstyrrelser av betydning f.eks. i form av markerte algeoppblomstringer.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

NIVAs Østlandsavdeling ved Jarl Eivind Løvik fikk våren 2008 en henvendelse fra Per Thomas Nyhuus med forespørsel om muligheten for en resipientvurdering av Sætersjøen. Bakgrunnen for henvendelsen var Nyhuus' planer om hyttebygging i området. Utbyggingsplanene er innarbeidet i reguleringsplan for Nord-Odal kommune, men må godkjennes av Fylkesmannen i Hedmark. Kommunen krever en faglig vurdering av om innsjøen tåler en slik utbygging uten at det oppstår problemer med vannkvaliteten. En skisse til opplegg for en slik undersøkelse inklusive resipientvurdering og budsjett ble utarbeidet av NIVA og akseptert av oppdragsgiver 10. juni 2008 (e-post).

1.2 Litt om innsjøen og nedbørfeltet

Sætersjøen (også benevnt Kvitskjærsjøen) ligger 242 moh. i Nord-Odal kommune og har et overflateareal på 0,53 km². Størstedelen av nedbørfeltet ligger i Stange kommune, mindre deler er i kommunene Nord-Odal og Våler. Nedbørfeltet er relativt stort (99 km²) og består i hovedsak av barskogområder i høydesonen 250-550 moh., med en del myr og flere mindre innsjøer og tjern. Hovedtilløpet er Rasenåa som kommer inn fra nord. Vassdraget omfatter bl.a. innsjøene Malungstjennet, Fjæstadstjennet og nordre og søndre Rasen. Rasenåa er relativt stilleflytende på den ca. 1,5 km lange strekningen fra utløpet av søndre Rasen til innløpet i Sætersjøen, med en høydeforskjell på totalt 4 m. Rasenåa har også en nordvestlig gren, Gaukåa, som renner sammen med hovedvassdraget i søndre Rasen. Utløpselva fra Sætersjøen kalles Haugsåa eller Styggåa og er tilløpselv til innsjøen Råsen (136 moh.) som videre har utløp til Storsjøen i Odal ved Sand (Sandsjøen).

Sætersjøen besto opprinnelig av to innsjøer, men ved en oppdemming i forbindelse med tømmerfløting omkring 1880 ble det til én innsjø (P.T. Nyhuus pers. oppl.). Senere ble innsjøen regulert for kraftformål med en regulerings høyde på 0,9 m. Denne reguleringen varte fram til 1981, da konsesjonen opphørte, men kraftverksdammen eksisterer fortsatt.

Geologisk sett ligger nedbørfeltet innenfor det sørøst-norske grunnfjellsområdet, og berggrunnen består i hovedsak av gneis og granitt, dvs. tungt forvitrelige, sure bergarter. Det er svært lite dyrka mark og fastboende befolkning i nedbørfeltet. I øvre deler av feltet finnes imidlertid et serverings- og overnattingssted og et leirsted som benyttes av grunnskolen i Stange. Omkring innsjøen er det i dag ca. 35 hytter, og på vestsiden er det anlagt badeplass. Riksveg 24 mellom Stange og Skarnes går i nord-sør-retning tvers gjennom nedbørfeltet og "deler det" i en vestlig og østlig del. Ved vestsiden av innsjøen er det anlagt en rasteplass inntil Rv. 24, nær badeplassen.

Sætersjøen har bestander av ørret, abbor og muligens ørekyte (P.T. Nyhuus pers. oppl.). Abborbestanden er trolig tett og dominert av små individer.

1.3 Målsetting

Hensikten med undersøkelsen har vært å skaffe fram data om vannkvaliteten i innsjøen med hovedvekt på effekter av næringsstoffer og tarmbakterier. Dernest skulle det foretas en vurdering av om innsjøen er overbelastet med næringsstoffer (spesielt fosfor) og om den eventuelt tåler en ytterligere belastning som følge av den planlagte hytteutbyggingen.

2. Materiale og metoder

Vannprøver ble samlet inn 3 ganger i perioden juli-september 2008 fra det dypeste området, sentralt i bassenget sørvest for Eriksætra. Blandprøver fra sjiktet 0-5 m ble analysert mht. total-fosfor, total-nitrogen (næringsstoffer) og klorofyll-*a* (mål på algemengde). Ved prøverunden i juli ble prøven dessuten analysert mht. pH (surhetsgrad), alkalitet (mål på vannets evne til å motstå forsurening), fargetall (mål på konsentrasjonen av humussyrer) og kalsium. I august ble i tillegg konduktivitet (mål på konsentrasjon av løste salter) og totalt organisk karbon (TOC = mål på konsentrasjon av organisk stoff/humussyrer) analysert. En oversikt over metoder er gitt i Tabell 1. Konsentrasjonen av fekale indikatorbakterier (*E. coli*) ble analysert i prøver fra 1 m dyp på alle datoer.

Tabell 1. Oversikt over kjemiske og mikrobiologiske analysemetoder.

Variabel	Metode/labkode	Benevning	Laboratorium
Total-fosfor	ISO 6878	µg P/l	LabNett
Total-nitrogen	NS 4743	µg N/l	LabNett
pH	NS 4720		LabNett
Konduktivitet	ISO 7888	m S/m	LabNett
Alkalitet	Intern	mmol/l	LabNett
Fargetall	NS 4787	mg Pt/l	LabNett
Totalt organisk karbon	NSEN 1484	mg C/l	LabNett
Kalsium	ICP-AES	mg/l	LabNett
<i>E. coli</i>	US Standard methods, metode 9923 B	ant./100 ml	LabNett
Klorofyll- <i>a</i>	metanol, spektrofotometri, H 1-1	µg/l	NIVA

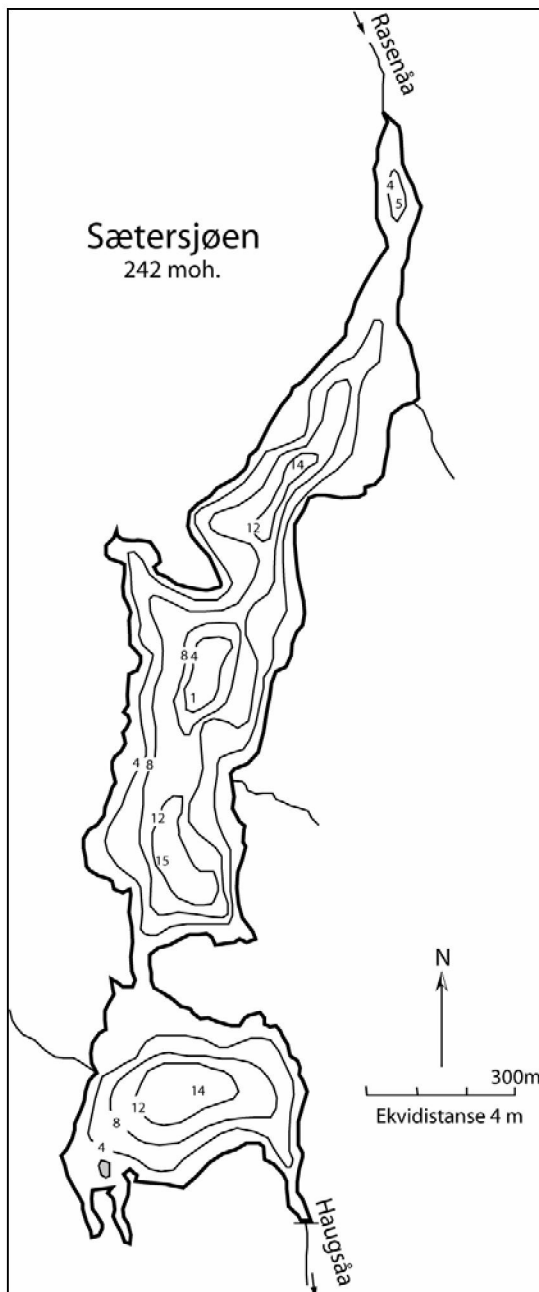
Prøver av dyreplankton ble samlet inn i form av vertikale håvtrekk fra sjiktet 0-10 m, og det ble gjort en kvalitativ vurdering av de ulike artenes/gruppenes mengdemessige forekomst i prøvene. Samtidig med prøvetakingen ble siktedypet målt og temperatursjiktningen klarlagt.

For å kunne vurdere innsjøens resipientkapasitet var det nødvendig å skaffe fram hydrologiske data som vannvolum, middeldyp og vannets oppholdstid. Det ble derfor foretatt en opplodding av innsjøen 1. juli 2008 med supplerende opplodding 29. september 2008. Opploddingene foregikk ved bruk av ekkolodd (Humminbird Matrix 27 fishing system) og GPS (Garmin etrex).

3. Resultater og vurderinger

3.1 Dybdekart og hydrologiske forhold

Dybdekart utarbeidet på grunnlag av opploddingene i 2008 er i Fig. 1 vist sammen med hydrologiske data for Sætersjøen.



Høyde over havet	Hoh.	m	242
Nedbørfeltets areal	A_N	km ²	99,4
Overflateareal	A_0	km ²	0,53
Største dyp	Z_{max}	m	15
Middeldyp	$Z=V/A_0$	m	5,5
Volum	V	mill. m ³	2,915
Midlere vannføring		m ³ /s	1,49
Årlig avrenning	Q	mill. m ³	47
Teoretisk oppholdstid	T_w	år	0,062

Figur 1. Dybdekart og beregnede hydrologiske data for Sætersjøen. Opploddet av Jarl Eivind Løvik og Per Thomas Nyhuus 1.7.2008 med supplerende dybdemålinger av Jarl Eivind Løvik og Olaug Nordli 29.9.2008. Totalt 93 målepunkter. Hydrologiske data er beregnet ut fra planimetring av arealer på kart i målestokk 1:50000, foreliggende dybdekart og NVEs avrenningskart.

3.2 Vanntemperatur

Temperaturmålingene viste at Sætersjøen var termisk sjiktet på alle observasjonsdagene med et temperatursprangsjikt i dypområdet ca. 6-9 m (Tabell 2). Innsjøen gjennomgår sannsynligvis de fire vanlige fasene med sirkulasjon av vannmassene om våren og høsten og såkalte stagnasjonsperioder med temperatursjiktning sommer og vinter.

Tabell 2. Målte vanntemperaturer (°C) i Sætersjøen i 2008.

Dyp, m	1.7.2008	24.8.2008	29.9.2008
0,5	19,4	17,2	11,1
2,5	18,3	16,4	10,5
5	14,3	15,3	10,5
7,5	7,5	9,3	9,7
10	5,4	6,2	6,5
12,5	5,1	5,7	5,6
14	4,8	5,3	5,2

3.3 Vannkvalitet

Resultatene av siktedypmålinger, vannkjemiske og mikrobiologiske analyseresultater er gitt i Tab. 3.

Sætersjøen er en saltfattig og kalkfattig innsjø (jf. konduktivitet og kalsium). Fargetall på 76 mg Pt/l og TOC på 10,2 mg/l viser videre at innsjøen er sterkt humuspåvirket. Videre hadde innsjøen relativt surt vann med pH 5,9 og mindre god evne til å motstå endring i pH ved tilførsel av surt vann (jf. alkalitet). Den lave pH er i stor grad forårsaket av humussyrer. Ut fra pH- og alkalitetsmålingene i juli er vannkvaliteten å betrakte som mindre god (tilstandsklasse II) med hensyn til forsurening (jf. SFT 1997).

Tabell 3. Siktedyp og innsjøens farge samt vannkjemiske og bakteriologiske analyseresultater fra Sætersjøen i 2008. Tilstandsklasser i henhold til SFT (1997) er også gitt.

	01.07.2008	24.08.2008	29.09.2008	Middel	Tilst.kl.
Siktedyp, m	2.7	2.4	2.8	2.6	III
Farge	Brun	Brun	Brun		
pH	5.9			5.9	III
Alkalitet, mmol/l	0.031			0.031	III
Kalsium, mg Ca/l	1.45			1.45	
Konduktivitet, m S/m			2.38	2.38	
Fargetall, mg Pt/l	76			76	IV
Totalt organisk karbon, TOC, mg C/l			10.2	10.2	IV
Totalfosfor, µg P/l	6.7	8.2	7.0	7.3	II
Totalnitrogen, µg N/l	233	295	309	279	I
E. coli, ant./100 ml	3	8	0	8*	II
Klorofyll-a, µg/l	1.9	2.7	1.2	1.9	I

* Høyeste verdi

Tilstandsklasser (SFT 1997):

Meget god	God	Mindre god	Dårlig	Meget dårlig
I	II	III	IV	V

Vannkvaliteten tilsvarende tilstandsklasse IV ("dårlig") med hensyn til organisk stoff. Dette er primært naturlig betinget (humus) og mer et uttrykk for at vannets egnethet til f.eks. drikkevann og klesvask er dårlig, enn et utslag av forurensning.

Konsentrasjonen av næringsstoffene fosfor og nitrogen var lave og viser at Sætersjøen kan karakteriseres som en næringsfattig (oligotrof) innsjø. Algemengden målt som klorofyll-*a* var også lav og bekrefter dette inntrykket. Det er vanlig at humuspåvirkede innsjøer har noe høyere konsentrasjoner av total-fosfor enn klare innsjøer. En betydelig del av fosforet er da bundet til humus og dermed lite tilgjengelig for algevekst. Dersom vi legger hovedvekten på algemengden, kan vannkvaliteten karakteriseres som meget god (tilstandsklasse I) med hensyn til effekter av næringsstoffer.

Det ble påvist fekale indikatorbakterier (*E. coli*) i 2 av 3 prøver, men konsentrasjonene var relativt lave. Dette indikerer at innsjøens øvre vannlag var lite til moderat påvirket av fekal forurensning fra f.eks. husdyr, mennesker eller varmblodige ville dyr.

I forbindelse med iverksettelsen av EUs Vanndirektiv, som også Norge er forpliktet av, skal en innsjøes økologiske tilstand legges til grunn for om det er behov for forurensningsbegrensende tiltak eller ikke (<http://www.vannportalen.no>). Økologisk tilstand inndeles i 5 klasser: svært god, god, moderat, dårlig og svært dårlig. Dersom økologisk tilstand blir klassifisert som moderat eller dårligere, er regelen at det skal utarbeides tiltaksplaner som iverksettes for å bedre tilstanden.

Klassifiseringen skal legge hovedvekten på biologiske kvalitetselementer som planteplankton, begroingsorganismer, vannplanter, bunndyr etc., mens kjemiske variabler primært skal benyttes som støtte for de biologiske. Nytt i forhold til SFTs klassifiseringssystem fra 1997 er det bl.a. at klassifiseringen skal ta utgangspunkt i vanntypen. Det er derfor utarbeidet en såkalt typologi for norske innsjøer og elver (Solheim og Schartau 2004). Typologien baserer seg på geografiske og vannkjemiske data som størrelse på vannforekomsten, høyde over havet, kalkinnhold og grad av humuspåvirkning.

I følge denne typologien havner Sætersjøen i type nr. 13, dvs. små (<5 km²), kalkfattige (<4 mg Ca/l) og humøse (>30mg Pt/l) innsjøer i skogområder (>200 moh.). Klassifiseringssystemet i henhold til Vanndirektivet er ikke ferdig utviklet, og når det gjelder de frie vannmasser i innsjøer er det bare for klorofyll-*a* det er fastsatt grenseverdier. Klassegrenser for klorofyll-*a* og total-fosfor (foreløpige) for type nr. 13 er gitt i Tab. 4.

Tabell 4. Grenseverdier for økologiske tilstandsklasser i henhold til Vanndirektivet mht. klorofyll-*a* og total-fosfor (foreløpige) for innsjøtype nr. 13 (<http://www.vannportalen.no/veileder>).

	Referanse- verdi	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Kl-a	2	<4	4-6	6-12	12-25	>25
Tot-P	7	<9	9-13	13-24	24-45	>45

Vurdert ut fra dette systemet kan økologisk tilstand i Sætersjøen klassifiseres som svært god med hensyn til eutrofiering (overgjødning).

3.4 Dyreplankton

Resultatene av dyreplanktonanalysene er gitt i Tabell 5-6. Sætersjøen hadde en sammensetning av dyreplankton som er karakteristisk for næringsfattige innsjøer med et sterkt predasjonspress (beitepress) fra planktonspisende fisk, her antagelig først og fremst abbor. Bestandene av relativt forsurningsfølsomme arter som *Heterocope appendiculata*, *Daphnia cristata* og *Daphnia longiremis* tyder videre på at planktonet i liten grad var negativt påvirket av surt vann. En vesentlig årsak til dette er trolig den høye konsentrasjonen av humus (jf. fargetall).

Tabell 5. Kvalitativ sammensetning av dyreplankton i Sætersjøen i 2008. Basert på vertikale håvtrekk fra sjiktet 0-10 m. +++ = Rikelig/dominerende, ++ = Vanlig, + = Sjelden/få individer.

Arter	1.7.2008	24.8.2008	29.9.2008
HJULDYR (Rotifera):			
Keratella hiemalis		+	++
Keratella serrulata	+	+	
Keratella cochlearis	+	++	++
Kellicottia longispina	++	+++	+++
Asplanchna priodonta			+
Polyarthra spp.	++	++	++
Conochilus spp.	+++	+	+
Rotifera ubest.			+
HOPPEKREPS (Copepoda):			
Heterocope appendiculata	++	++	+
Eudiaptomus gracilis	++	+++	+++
Cyclops scutifer	++	+	+
Thermocyclops oithonoides	++	+++	+
Cyclopoide copepoditer ubest.	++		
Cyclopoide nauplier ubest.	++	+++	+++
VANNLOPPER (Cladocera):			
Leptodora kindtii		+	
Diaphanosoma brachyurum		++	
Holopedium gibberum	++	+	
Daphnia cristata	++	++	++
Daphnia longiremis	+	+	++
Bosmina longispina	+++	+++	+
Bythotrephes longimanus	+		

Tabell 6. Lengder av dominerende vannlopper (voksne hunner) i Sætersjøen i 2008, mm.

	Min	Middel	Maks	Standardavv.	Antall (N)
Holopedium gibberum	0,86	1,17	1,30	0,14	8
Daphnia cristata	0,90	1,04	1,36	0,12	17
Daphnia longiremis	0,96	1,17	1,36	0,14	10
Bosmina longispina	0,46	0,56	0,64	0,05	20

3.5 Resipientvurdering

Fosfor regnes i praksis for å være begrensende næringsstoff for algevekst når forholdet mellom total-nitrogen og total-fosfor er større enn 12, mens ved lavere verdier er nitrogen begrensende (Berge 1987 med referanser). I Sætersjøen var dette forholdet 38,2 i 2008 (gjennomsnitt), dvs. at fosfor kan antas å være begrensende for algeveksten. For å kunne vurdere om innsjøen tåler en økning i tilførslene av fosfor uten at det får vesentlige konsekvenser for vannkvalitet og økologisk tilstand, bør det gjøres beregninger av dagens fosfor-belastning og hvor mye som kan ansees som akseptabel belastning.

Til dette er det utviklet ulike matematiske modellverktøy (Rognerud mfl. 1979, Berge 1987, SFT 1995a). Siden Sætersjøen har et middeldyp på mindre enn 15 m, er det naturlig å bruke modellen for grunne, norske innsjøer, den såkalte FOSRES-modellen utviklet av Berge (1987).

Med grunnlag i innsjøens fosfor-konsentrasjon i sommerhalvåret (P) og teoretisk oppholdstid (Tw) kan midlere årskonsentrasjon av fosfor i tilløpene (Pi) beregnes etter ligning (1):

$$(1) \quad P_i = 2,293 * P * T_w^{0,16} = 2,293 * 7,3 * 0,062^{0,16} = 10,7 \mu\text{g/l}$$

Multipliseres Pi med årlig avrenning, får en årlig fosforbelastning etter følgende ligning:

$$(2) \quad P(\text{inn}) = P_i * Q = 10,7 \mu\text{g/l} * 47 \text{ mill. m}^3 = 503 \text{ kg}$$

For å beregne hvor mye fosfor (P) som tilføres vassdraget som følge av planlagt hytteutbygging, må først potensiell forurensnings-produksjon beregnes. Vi følger beregningsmåten anbefalt i SFT-veiledning 95:02 (SFT 1995).

Følgende forutsetninger benyttes:

1,6 g P/pe, omregningsfaktor 0,8-1,0 pe/brukerdøgn, 30-40 døgn med 3 personer dvs. 90-120 brukerdøgn pr. år. Dette gir:

30 hytter – minimum: $30 * 1,6\text{g} * 0,8 * 90 = 3,5 \text{ kg}$

30 hytter – maksimum: $30 * 1,6\text{g} * 1 * 120 = 5,8 \text{ kg}$

40 hytter – minimum: $40 * 1,6\text{g} * 0,8 * 90 = 4,6 \text{ kg}$

40 hytter – maksimum: $40 * 1,6\text{g} * 1 * 120 = 7,7 \text{ kg}$

Hvor mye som tilføres vassdraget, er videre avhengig av renseeffekten i renseanlegget (se Tabell 7).

Tabell 7. Beregnet mengde fosfor tilført vassdrag fra hyttene årlig med ulik grad av rensing.

		P-prod	P tilført vassdrag (kg) ved ulik renseeffekt				
		kg	50 %	70 %	80 %	90 %	95 %
30 hytter	min	3.5	1.8	1.1	0.70	0.35	0.18
30 hytter	maks	5.8	2.9	1.7	1.2	0.58	0.29
40 hytter	min	4.6	2.3	1.4	0.92	0.46	0.23
40 hytter	maks	7.7	3.9	2.3	1.5	0.77	0.39

I følge beregningene vil det altså ved 50 % rensing tilføres 1,8-3,9 kg fosfor. Ved 90 % rensing, som oppgis å være sannsynlig renseeffekt (P.T. Nyhus pers. oppl. *), vil det tilføres 0,35-0,77 kg fosfor årlig.

For å finne ut hvor mye fosfor som kan tilføres Sætersjøen årlig, tar vi utgangspunkt i hvor høy fosfor-konsentrasjon som bør kunne aksepteres i innsjøen uten at det oppstår ubalanse i økosystemet. Dette kan f.eks. beregnes på grunnlag av middeldypet etter følgende formel gitt av Berge (1987):

$P = -8,68 * \ln Z + 30,13$, der P = midlere konsentrasjon av total-fosfor i innsjøen og Z = middeldyp

For Sætersjøen gir dette en akseptabel gjennomsnittlig P-konsentrasjon på 15,3 mikrogram/liter. Dette er ca. 2 ganger dagens fosfor-konsentrasjon, og kan synes vel høyt. Det vil videre kunne innebære en gjennomsnittlig algemengde på 8,4 mikrogram klorofyll-a pr. liter (jf. Berge 1987, ligning 3 nedenfor).

$$(3) \quad Kl-a = 0,6P^{0,96} = (0,6 * 9 \mu\text{g/l})^{0,96} = 8,4 \mu\text{g/l}$$

* Type Klargesten kan være et aktuelt alternativ. Dette er typekøkkjent av Det norske Veritas - EU testet i henhold til EN 12566-3. Har vært typegodkjent i Norge for klasse 1, 2 og 3 siden 1997.

Dette tilsvarer "dårlig vannkvalitet" (tilstandsklasse IV) i henhold til SFTs veiledning for klassifisering av miljøtilstand i ferskvann (SFT 1997). Undersøkelsen i 2008 kan imidlertid tyde på at Sætersjøen utvikler mindre algemengder pr. fosforenhet enn det ligning (3) skulle tilsi (1,9 µg/l mot 4,1 µg Kl-a/l). Den høye konsentrasjonen av humus kan være en mulig forklaring på dette.

I følge Vanddirektivet kan en kalkfattig, humuspåvirket innsjø som Sætersjøen (type nr. 13) ha en algemengde tilsvarende inntil 6 mikrogram klorofyll-*a* pr. liter og fortsatt befinne seg innenfor kategorien "god økologisk tilstand". Foreløpig grenseverdi mellom klassene "god" og "moderat økologisk tilstand" mht. totalfosfor er 13 mikrogram pr. liter for denne innsjøtypen (Tab. 4). Vanddirektivet sier imidlertid også at en vannforekomsts økologiske tilstand ikke skal tillates å bli dårligere. Det bør innebære at Sætersjøen ikke skal bevege seg fra tilstandsklassen "svært god" til "god". Grensen mellom disse går ved 9 mikrogram P pr. liter i det foreløpige klassifiseringssystemet.

Vi foreslår derfor at grensen for akseptabel P-konsentrasjon settes ved 9 µg/l. Ut fra sammenhengen mellom gjennomsnittlig totalfosfor-konsentrasjon og algemengde (ligning 3), skulle dette kunne gi en algemengde tilsvarende 5,0 µg/l klorofyll-*a*, eller muligens lavere i Sætersjøen.

Gjennomsnittlig P-konsentrasjon i innsjøen på 9 µg/l gir i følge ligning (1) en gjennomsnittlig P-konsentrasjon i innløpene på 13,2 µg/l og en total årlig tilførsel på 620 kg P (ligning 2). **Forskjellen mellom dagens belastning (503 kg) og akseptabel belastning (620 kg) blir dermed ca. 117 kg.**

Av dette ser vi at den planlagte hytteutbygging sannsynligvis vil innebære en meget liten økning i belastningen av fosfor, dvs. at belastningen etter utbygging fortsatt vil være langt lavere enn det som kan ansees som en akseptabel fosfor-belastning for Sætersjøen. Dette under de forutsetninger som er gitt i beregningene mht. antall hytter, årlig belegg på hyttene, renseeffekt etc. Det er viktig å være klar over at beregningene ovenfor er beheftet med en del usikkerhet. Bl.a. er vannkvalitetsdataene (totalfosfor og klorofyll-*a*) basert på bare 3 prøver, dvs. et mindre antall observasjoner enn det som anbefales (minst én gang pr. måned i perioden mai-oktober). Videre har vi i resonnementene ovenfor antatt at 2008 kan betraktes som et "normalår" med hensyn til nedbør og avrenningsforhold. Konklusjonen blir likevel at avstanden opp til et høyeste akseptabelt nivå mht. fosfor-belastning ser ut til å være relativt stor sjøl etter en utbygging av inntil ca. 40 hytter. Uansett er det viktig at det ved en hver økning i belastningen utvises årvåkenhet mht. mulige negative effekter for vannkvaliteten.

4. Litteratur

Berge, D. 1987. Fosforbelastning og respons i grunne og middels dype innsjøer. Hvordan man bestemmer akseptabelt trofinivå og akseptabel fosforbelastning i sjøer med middeldyp 1,5-15 m. NIVA-rapport 2001-1987. 44 s.

Rognerud, S., Berge, D. og Johannessen, M. 1979. Telemarksvassdraget. Hovedrapport fra undersøkelsene i perioden 1975-1979. NIVA-rapport 1147. 82 s.

SFT 1995a. Miljømål for vannforekomstene. Sammenhenger mellom utslipp og virkning. SFT-veiledning 95:01. 50 s.

SFT 1995b. Miljømål for vannforekomstene. Tilførselsberegninger. SFT-veiledning 95:02. 70 s.

SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning 97:04. 31 s.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no