

NIVA



RAPPORT LNR 4021-99

**U**ndersøkelser av  
vannkvalitet, plankton,  
begrøingsalger og bunndyr  
i Flensjøvassdraget i  
september 1998 og 1999



Flensjøen sett fra syd. Foto: *Edvin Grådal*

**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5008 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Akvaplan-niva**

9296 Tromsø  
Telefon (47) 77 75 03 00  
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Undersøkelser av vannkvalitet, plankton, begroingsalger og bunndyr i Flensjøvassdraget i september 1998 og 1999	Løpenr. (for bestilling) 4021-99	Dato Mai 2000
	Prosjektnr. Undernr. O-98137	Sider Pris
Forfatter(e) Gösta Kjellberg Pål Brettum Eli-Anne Lindstrøm	Fagområde Generelle vassdragsundersøkelser.	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Sør-Trøndelag/ Hedmark	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernavdelingen.	Oppdragsreferanse Vassdragsforvalter Tore Qvenild
------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------

**Sammendrag**

Flensjøvassdraget og Grådalsbekken ble undersøkt i begynnelsen av september 1998 og 1999. Flensjøvassdraget var forsuret og biologisk mangfold og total biologisk produksjonsevne var noe redusert i forhold til forventet naturtilstand. Mest forsuringspåvirket var bekkene som renner til Flensjøen og minst påvirket var Grådalsbekken. Forsuringen av Flensjøen synes å ha vært mest påtakelig fra slutten av 80-tallet til begynnelsen av 90-åra. Flensjøvassdraget har liten bufferkapasitet og er derfor meget følsom overfor pH-endringer ved tilførsel av surt vann. En eventuell økt forsurening vil raskt kunne ødelegge de naturlige rekrutteringsmulighetene for både ørreten og røya, samt redusere forekomsten av moderat forsuringsfølsomme invertebrater og planteplankton (muligens også enkelte vannplanter og moser). Vannkvaliteten har imidlertid vært relativt stabil de siste 7 til 8 årene og med den reduksjon som nå har skjedd i atmosfæriske avsetninger av syrer er det rimelig å forvente en bedring i Flensjøens vannkvalitet i tiden fremover.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Flensjøvassdraget</li> <li>2. Kjemiske forhold</li> <li>3. Biologiske forhold</li> <li>4. Forsuring</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Flensjøen river system</li> <li>2. Water chemistry</li> <li>3. Water biology</li> <li>4. Acidification</li> </ol>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

  
Prosjektleder

  
Forskningsleder

  
Forsknings sjef

O – 98137

Undersøkelser av vannkvalitet, plankton, begroingsalger og  
bunndyr i Flensjøvassdraget i september 1998 og 1999

Ottestad mai 2000.

Prosjektleder: Gösta Kjellberg

Medarbeidere: Pål Brettum  
Torleif Bækken  
Eli-Anne Lindstrøm  
Jarl Eivind Løvik  
Mette-Gun Nordheim  
*Arne Krohn*  
*Ole Nashoug*  
*Stein Ove Sommer*  
*Edvin Grådal*  
*Hans Ole Sæther*  
*Trygve Hesthagen*  
*Arve M. Røsten*

## Forord

Dette prosjekt er gjennomført på oppdrag av Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernavdelingen i henhold til kontrakt datert 3. mars 1998 og kompletterende undersøkelser som ble utført i 1999. Fiskeforvalter Tore Qvenild har vært kontaktperson i miljøvernavdelingen, mens Gösta Kjellberg ved NIVA's Østlandsavdeling har vært prosjektansvarlig.

Hensikten med prosjektet har vært å klarlegge forurensingssituasjonen i Flensjøen.

Feltarbeidet er utført av G. Kjellberg, konsulent Ole Nashoug, fjelloppsynsmann Arne Krohn og oppsynsmann Stein Ove Sommer (Røros Fjellstyre). Pål Brettum (NIVA Oslo) har utført analysene og gjort vurderingene av planktonalgene. Eli-Anne Lindstrøm (NIVA Oslo) har vurdert og bearbeidet prøvene av påvekstalgene fra bekkene, mens Torleif Bækken (NIVA Oslo) har artsbestemt bunndyrene. De kjemiske analyser i 1998 er utført av Labnett AS på Hamar. Klorofyll-a analysen og de vannkjemiske analyser fra 1999 er utført ved NIVA's laboratorium i Oslo.

Trygve Hesthagen (NINA i Trondheim), A. Krohn i Røros Fjellstyre, Hans Ole Sæther i Os Fjellstyre og Tore Qvenild (Fylkesmannen i Hedmark) har stilt resultater og prøvemateriale fra tidligere undersøkelser i Flensjøvassdraget til vår disposisjon. Videre har Arve M. Røsten, Eva Aas og Edvin Grådal gitt informasjon om fiskeforekomster og fisket i området fra perioden 1940 - 1999. E. Grådal har ført nøyaktig fangststatistikk fra og med 1974 til dags dato. Disse personer har også bidratt med opplysninger som er inkludert i rapporten. Gunnar Raddum (LFI, Bergen) og Anders Hobæk (NIVA's Vestlandsavdeling) har bidratt med opplysninger om forurensing i akvatisk fjellmiljø.

Prosjektleder vil takke alle for et godt og lærerikt samarbeid.

Ottestad, mai 2000

*Gösta Kjellberg*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>6</b>
<b>1. INNLEDNING</b>	<b>7</b>
1.1. Bakgrunn.	7
1.1.1. Generell beskrivelse av Flensjøen og dens nedbørfelt.	7
1.1.2. Vannkjemi.	11
1.1.3. Vegetasjon.	11
1.1.4. Fiske og fiskekultivering i Flensjøvassdraget.	11
1.1.5. Problemstilling.	14
1.2. Formål med undersøkelsen.	14
1.3. Tidligere undersøkelser.	14
1.3.1. Vannkjemi.	14
1.3.2. Biologiske prøver.	15
<b>2. MATERIALE OG METODER</b>	<b>17</b>
2.1. Undersøkelsen i 1998.	17
2.2. Undersøkelsen i 1999.	17
<b>3. RESULTATER OG VURDERINGER.</b>	<b>18</b>
3.1. Vannkvaliteten i Flensjøen.	18
3.2. Plantep planktonet i Flensjøen.	19
3.3. Krepsdyrplankton i Flensjøens fri vannmasser.	20
3.4. Algebegroing i Grådalsbekken og i større bekker som renner til Flensjøen.	22
3.5. Bunndyr i utløpsosen i Flensjøen.	23
3.6. Bunndyr i Tverrflena.	23
3.7. Fisk.	24
3.8. Konklusjon.	25
<b>4. REFERANSER.</b>	<b>26</b>
<b>5. VEDLEGG.</b>	<b>28</b>

---

## Sammendrag

**Kunnskapsnivå:** Kunnskapen om Flensjøvassdragets vannkvalitet og biologiske forhold bedømmes som relativ god. Vi mangler likevel mer detaljert kunnskap om naturgitt flora og fauna, samt naturgitt år til år variasjon. Videre er det ikke klarlagt hvilken miljøfaktor eller hvilke miljøfaktorer som er årsak til den økte "grønske"-forekomsten. Eventuelle økologiske konsekvenser av økt "grønske" er heller ikke klarlagt. Hvilken betydning har det for rekrutteringen av ørret at gyteplassene til tider blir overvokset og hva med bunndyrene og andre begroingsorganismer da habitatene blir forandret?

**Spesielt verneverdige arter:** Spesiell type av lokaltilpasset småprikkete ørretstamme ?

**Utvikling:** Flensjøvassdraget har i de siste 30 år blitt forsuringspåvirket. Økt forsurening vil raskt kunne ødelegge de naturlige rekrutteringsmulighetene for både ørreten og røya, samt redusere forekomsten av moderat forsuringsfølsomme invertebrater og alger (muligens også enkelte vannplanter og moser). Videre vil vi få minket forekomst av litt forsuringsfølsomme arter. Naturgitt biologisk mangfold og den totale biologiske produksjonskapasitet vil da bli ytterligere redusert. Vannkvaliteten har imidlertid vært relativt stabil de siste 7-8 årene og med den reduksjon som nå har skjedd i atmosfæriske avsetninger av syrer er det rimlig å forvente en bedring i Flensjøvassdragets vannkvalitet i tiden fremover. Reetablering av utslått fauna og flora bedømmes som gode da Flensjøvassdraget ligger nært "uforsurede" områder. Flensjøvassdraget har således stor tilgang på nærliggende s.k. donorområder og refugier.

**Er kalking nødvendig? :**

**Ja,** om naturgitt biologisk mangfold og produksjonskapasitet i den nærmeste tid skal reetableres og sikres.

**Nei,** om Flensjøvassdraget skal benyttes som referanseområde for å studere effektene av den reduksjon som nå har skjedd i atmosfæriske avsetninger av syrer. Obs! tilrennende bekker inkl. tjern må ikke kalkes, om Flensjøen skal benyttes til referanselokalitet.

**Annen miljøpåvirkning:** Markert økt forekomst av "grønske" og "slepe" i såvel tilrennende vassdrag som i utløpsbekken samt langs strendene i selve Flensjøen. Dette er til tider et problem ved utøvelse av fisket.

**Annen negativ påvirkning:** Skjer det for tiden et overfiske med garn ? Er dagens garnfiske og fangstutbytte i samsvar med nåværende avkastningspotensiale? Det er viktig at det blir ført fangststatistikk.

## Summary

Title: Water quality in the lake Flensjøen and tributaries.

Year: 1998 – 1999.

Author: Gösta Kjellberg

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3622-8

**Basic knowledge:** Relatively good, but detailed knowledge about natural flora and fauna and its yearly variation is still missing. Further, the factor(s) that cause increased growth of filamentous green algae ("grønske") are not fully understood, and the eventual ecological consequences of increased growth of algae have not been investigated. What is the impact of overgrown spawning grounds on the reproduction of trout and char? And, what are the impacts on benthic invertebrates and other biology?

**Species that need special protection :** Special type, "tribe", of locally adopted small spotted trout?

**Development:** Stable during the 8-9 last years. NB! Increased acidification can cause substantial damage by hampering the natural breeding of trout and char, and create intolerable conditions for a number of invertebrates, zooplankton and other acidification sensitive organisms presently living in the watercourse. This will in turn cause reduced natural biodiversity and disrupte/reduce the total production capacity of the organisms living in the watercourse.

**Is liming necessary? :**

**Yes,** if the aim is to restore and secure biological diversity and natural production capacity.

**No,** if Flensjøen and surrounding catchment are meant to serve as a reference to study the effects of the present declines in acid rain because of large reductions in SO<sub>4</sub> concentrations in precipitation.

**Other ecological impact:** Increased growth of filamentous green algae, "grønske", in the littoral of Lake Flensjøen, in its tributaries and the outlet of the lake. This does at times cause practical problems for fishing.

**Other negative impact :** To heavy netfishing? Is the daily netfishing to heavy for the present reproduction- and production capacity of the naturally occurring fish?

# 1. INNLEDNING

Nr. 1364 FLENSJØEN Kartblad 1719.1 og UTM-REF øst 6 433 nord 69 205.

## 1.1. Bakgrunn.

### 1.1.1. Generell beskrivelse av Flensjøen og dens nedbørfelt.

Flensjøen ligger på grensa mellom Sør-Trøndelag og Hedmark i Røros og Os kommuner vest for Femunden. Mesteparten av innsjøen og dens nedbørfelt ligger i Røros kommune. Flensjøvassdraget ligger i et fjellområde (Steinfjellet – Flenskampane – Falkfangarhøyda) som har forvittringsresistente kvartsrrike og kalkfattige bergarter (granitt og sandstein). Dette fører til at vassdragene generelt sett får lav bufferevne og høy følsomhet overfor pH endringer ved tilførsel av surt vann. Området blir regnet som det mest forsuringfølsomme i Sør-Trøndelag og et av de mest forsuringfølsomme i Hedmark (Figur 1, hentet fra Qvenild 1995). Basert på eldre biologiske undersøkelser er det rimelig å anta at naturgitte pH verdier i innsjøer og i større tjønn i hovedsak har variert innenfor området 5,5 til 6,0. Det er likevel ingen alvorlige forsuringproblemer i området. For eksempel er Flena, Tufsinga og Grådalsbekken bare i liten grad forsuret. Vi må likevel regne med at ved snøsmeltingen om våren kan Grådalsbekken og Flena ha vært og fortsatt er påvirket av surstøter. Flere mindre bekker og tjønn er likevel markert forsuret med pH-verdier i området pH 4,5 til 5,5. Blant annet har Flensjøen flere tilrenningsbekker med lave pH-verdier (Drabløs og Sevaldrud 1978, og A. Krohn pers medd.). I disse bekkene er det registrert forsuringsskader på flora og fauna (fisken har forsvunnet enkelte steder). Mange av tjønnene var gode fiskevann fram til 1960-åra. Siden ble fisket gradvis dårligere og det ble dårligere tilslag på utsetninger av yngel og småfisk. Flere av de forsurede tjønnene i Hedmark er kalket og inngår i kalkingsplanen for Hedmark. I disse tjønnene har det blitt gode fiskebestander og godt fiske slik som det også var i tiden før forsuringen. Eksempel på dette er Rundtjønnen, Raudtjønnen, Butjønn, Stortjønn og Korstjønnen (Qvenild 1995). Atmosfæriske avsetninger av langtransporterte svovel,  $H^+$  og nitrogen forbindelser er lav i området (Tørseth og Pedersen, 1994). I den siste tiden har det også funnet sted en reduksjonen i disse avsetningene og dette har gitt positive resultater på vannkvaliteten i denne delen av Østlandet (se figur 2, hentet fra Skjelkvåle 1995, og Skjelkvåle pers medd.). På svensk side av grensen har en i de siste 10-13 år også kunnet dokumentere en viss forbedring av vannkvaliteten i flere forsuringpåvirkede vassdrag som blir benyttet som referanse lokaliteter (Mannheimer et al. 1997 og Naturvårdsverket 1999). Videre kan vi nevne at konsentrasjonen av  $H^+$  og sulfat i nedbøren avtatt med 10 – 25% i store deler av østre USA i de senere år, mens konsentrasjonen av nitrat ( $NO_3$ ) ikke har endret seg (Lynch et al. 2000).

Nedbørfeltet til Flensjøen er på ca. 26 km<sup>2</sup> og består av snaufjell (780 til 1292 moh.). Berggrunnen består i hovedsak av sandstein (arkose og feltspatholdig kvartsitt). Jordsmonnet er tynt og nedbørfeltet har store andel bart fjell. Dette tilsier en rask avrenning, lav tilbakeholdning av nitrogenforbindelser i nedbørfeltet og liten utløsning av stoffer som øker motstandevnen mot pH endringer ved tilførsel av surt vann. I nordre del av feltet (Steinfjellet) er det flere myrområder og et 30-tall mindre tjønn, mens søndre del har store områder med bart fjell på nordsiden av Flenskampene.

Innsjøen har overflateareal på 341.4 ha og maksimumdyp på 20 meter. Middeldypet er av beregnet til ca. 8-9 meter og total vannvolumet til ca. 30 mill. m<sup>3</sup> (A. Krohn). Fire bekker (Kampbekken, Ytre Kampbekken, Steinfjellbekken og Nordvikbekken) renner til Flensjøen. Utløpet går via Tverrflena/Flena til Tufsinga og videre ned i Femunden (Trysilvassdraget). De viktigste innsjødata er gitt i figur 3.



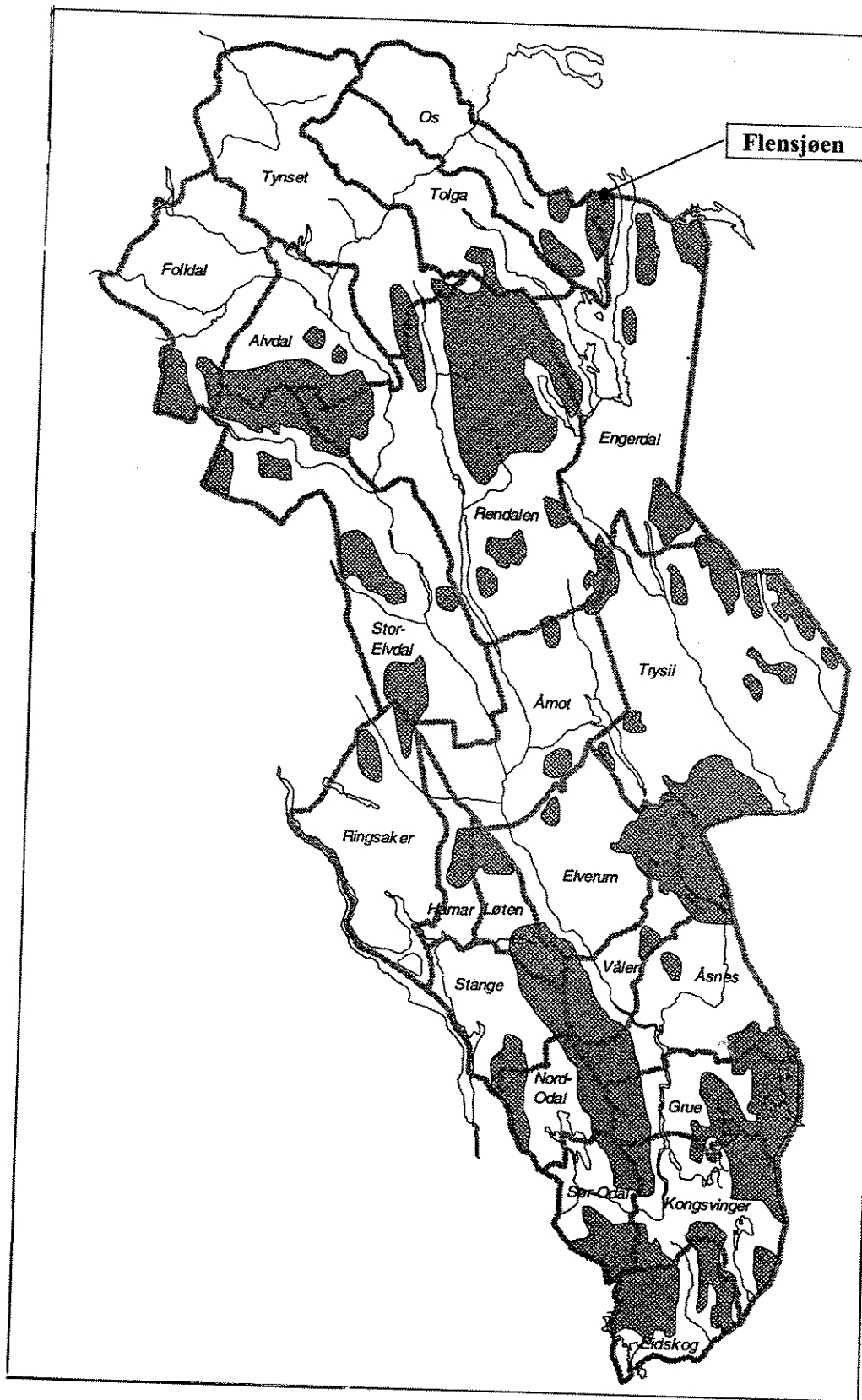


Fig.1 Oversikt over forsyningsfølsomme områder i Hedmark. Kartet er utarbeidet av Qvenild 1995.

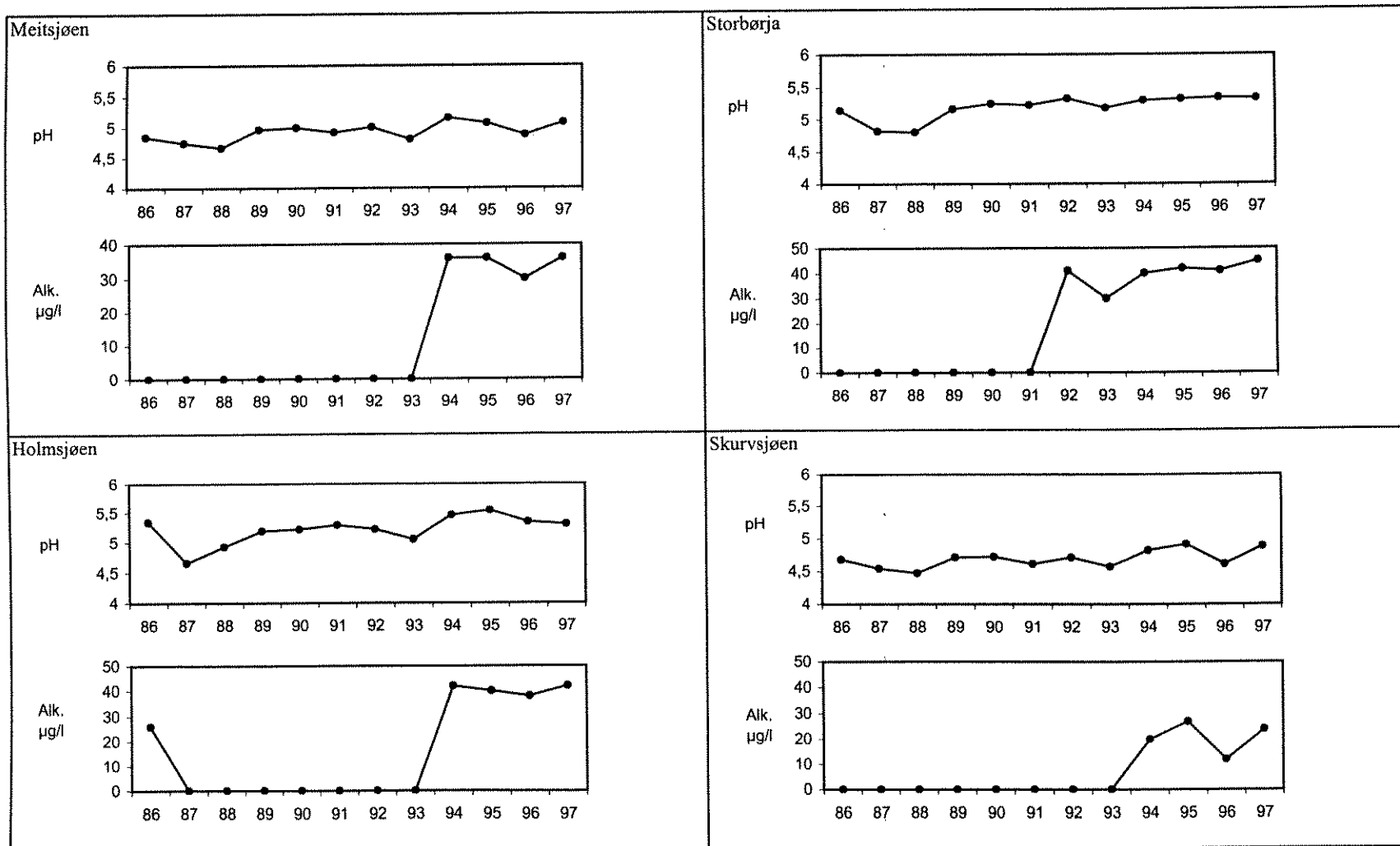


Fig.2 Utvikling av pH og alkalitet i fire referansesjøer i Hedmark. Referanselokalitetene inngår i SFT's "Regional innsjøundersøkelse".

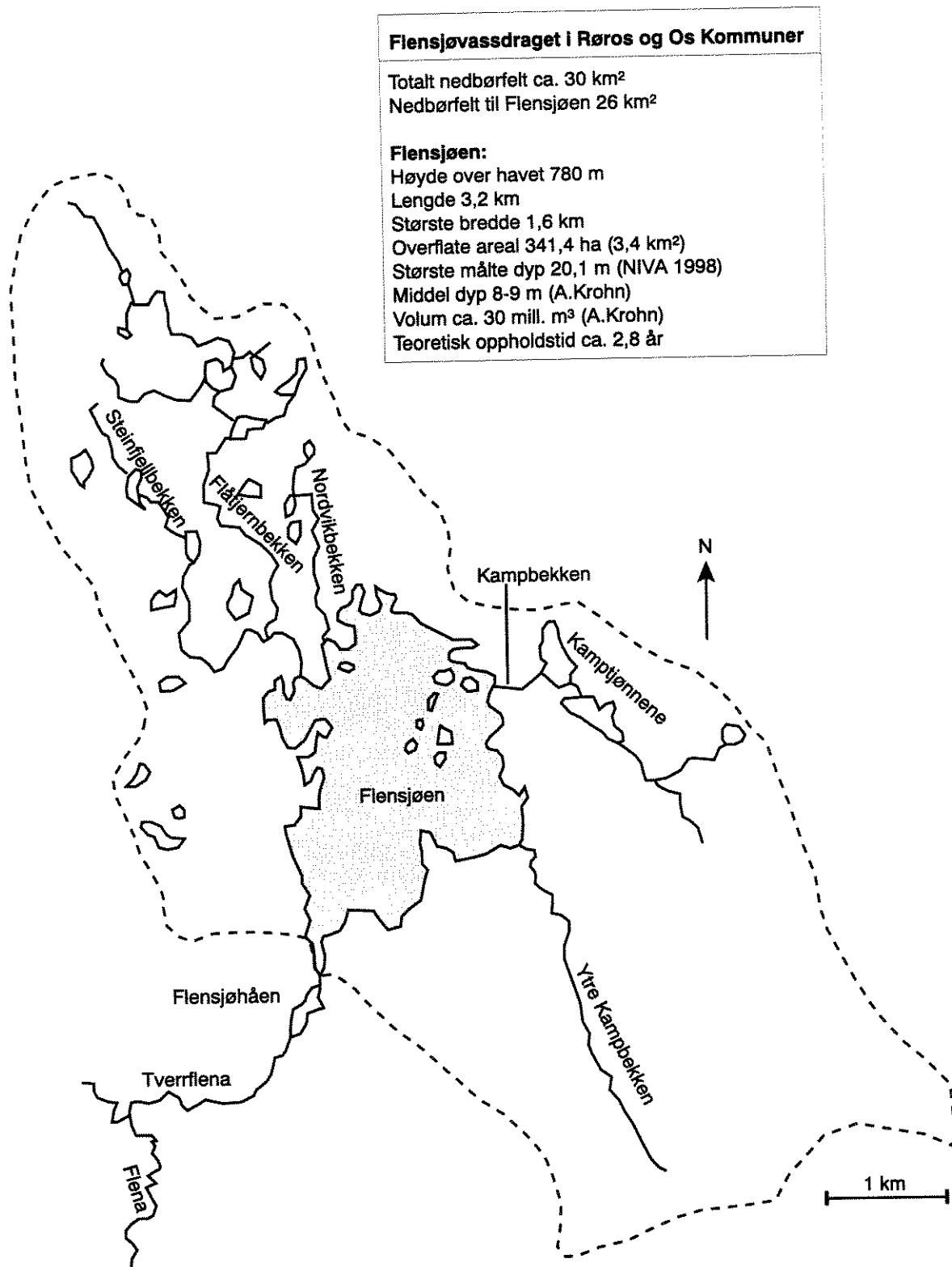


Fig.3 Kart og data for Flensjøvassdraget.

### 1.1.2. Vannkjemi.

Flensjøen er en ione- og næringsfattig klarvannsfjellsjø som til tider kan være noe humuspåvirket. Basert på vurdering av eldre data og de naturgitte forholdene i nedbørfeltet er det rimelig å anta at innsjøen fra naturens side har vært svakt surt, næringsfattig og har hatt lav alkalitet. Flensjøvassdraget er derfor meget følsomt for økt tilførsel av surt vann.

### 1.1.3. Vegetasjon.

Det er sparsomt med høyere vegetasjon i innsjøen. Størst forekomst er det av botnegras (*Lobelia dortmanna*) og moser (*Sphagnum*). Enkelte spredte bestander finnes av nøkkerose (*Nymphaea*), flotgras (*Sparganium angustifolium*) og starr (*Carex spp.*).

### 1.1.4. Fiske og fiskekultivering i Flensjøvassdraget.

Det som behandles i dette avsnittet er i hovedsak basert på interjuer og skriftlig meddelelse fra E. Aas (grunneier), H.O. Sæther (fjelloppsynsmann i Os fjellstyre), A.M Røsten (fisker), E. Grådal (grunneier) og A. Krohn (fjelloppsynsmann i Røros fjellstyre).

Flensjøen er kjent for å ha et godt røyefiske, men det finnes også ørret. I tiden frem til like etter krigen var innsjøen også kjent for sin storvokst ørret (4-5 kg). Denne ørretstammen hadde et spesielt utseende med små og mange prikker (se foto på side 12). I dag regnes ørret over 0,5 kg som stor, og det blir sjelden fanget ørret over 1 kg. Bestanden har i de siste 15 år vært relativt stabil og ørret har utgjort mellom 4 til 11 % av garnfangsten. Steinfjellbekken og utløpsbekken Tverrflena er de viktigste rekrutteringsområdene for ørret.

I tiden før midten av 1970-tallet var den røya som ble fanget liten, og bestanden ble vurdert som overbefolket. På bakgrunn av ett prøvofiske utført av DVF i 1978 ble det da også konkludert med at røyebestanden var overbefolket (T. Hesthagen NINA, pers. medd.). Hoveddelen av fisket etter røye foregår med garn under gytingen i september, og årlig uttak har tidligere vært ca. 800 kg (2,4 kg/ha). I senere tid har garnfisket økt (flere garnnetter, og flere garn) og i dag tas det årlig ut ca. 600-700 kg røye (2 kg/ha). Røye har i dag en vekt på 100-125 gram (ca. 8 fisk pr. kg). Siden 1975 har Edvin Grådal ført fangststatistikk i forbindelse med sitt årlige garnfiske. Disse resultatene er vist i tabell A i vedlegg B bak i rapporten. På bakgrunn av denne statistikken, og opplysninger fra de andre grunneierene, var utbyttet ca 4 fisk pr. garnnatt i perioden 1975 til 1982. Siden 1982 har fangstutbyttet blitt redusert til ca. 2,4 fisk pr. garnnatt. Det foregår også sportsfiske etter røye på vinteren, mens det benyttes oter og dorg om sommeren. Fangstutbyttet av røye ved isfiske har alltid vært lavt og Flensjøen blir ikke betraktet som noen god isfiskelokalitet. Fangstutbyttet ved oter- og dorgfisket har også gått sterkt tilbake i de seinere år.

Ørret finnes i Kampbekken, Steinfjellbekken, og i de større og dypere tjønnene i nedbørfeltet. Svarttjønnen og Langtjønnen i Steinfjellet har sannsynligvis fortsatt naturlige bestander. I disse lokalitetene finnes fortsatt enkelte eksemplarer av den småprikkete ørreten som tidligere var karakteristisk for vassdraget (se foto på side 12). Dette kan være en verneverdig variant av vanlig fjellørret som er spesielt tilpasset dette fjellområde. Stedegen stamme bør derfor benyttes i kultiveringsarbeidet.

Siden 1930 er det gjort fiskestellstiltak i Flensjøvassdraget, men også i andre vassdrag i området rundt Grådalen. Det har vært satt ut ørretrogn, ørretyngel og seinere tid også settefisk. Det har vært benyttet stamfisk fra Tufsingdalen, Tunhovdsfjorden og Korssjø. Det har også blitt flyttet småørret fra Grådalsbekken til enkelte av tjønnen på Steinfjellet. De som bodde på Grådalsgårdene har i lang tid gjort betydelige utsettinger av ørret i dette området.

I enkelte tjønn (bl.a. Kamptjønnene) som mangler gytemuligheter for ørret setter Røros Fjellstyre fortsatt ut settefisk (1-2 somrig). Det ble i 1978 også satt ut røye yngel i enkelte tjønner i Steinfjellområdet, men dette har ikke gitt resultat. De fleste mindre tjønn er permanent fisketomme som en følge av at de bunnfryser.

Flere av tjønnene er kalket i privat regi. I perioden 1986 – 1988 ble 10 st av tjønnene i Steinfjellområdet kalket av Røros Jeger- og Fiskeforening. Disse tjønners plassering og mengde kalk tilført og foretatte pH-målinger er gitt i vedlegg nr. 3 bak i rapporten. Våren 1995 ble Øvre og Nedre Kamptjønnene kalket med 400 respektive 600 kg kalksteinsmjøl som ble spredt på isen. Videre ble det tilført 400 kg i hver av tilløpsbekkene i august/september samme år.



Småprikket ørret fra Svarttjønn. Foto E. Grådal.





I begynnelsen av 1970-åra kunne en fortsatt få fine ørretfangster i småtjønnene på Steinfjellet (Foto fra 1972 tatt av Per Christiansen, Elverum).

### 1.1.5. Problemstilling.

I Flensjøen har fangstutbyttet av røye og til dels også av større ørret blitt betydelig redusert siste 20 årene. I løpet av siste 30 år har flere av småtjønnene i Steinfjellområdet, inklusive Kamptjønnene, blitt fisketomme, mens i enkelte andre tjønn er det bare få større ørreter igjen (P. Christiansen, A.M. Røsten og E. Grådal pers medd.). De to sistnevnte mener at forekomsten av trådformete grønnalger ("grønske") i tilrennende bekker har økt de siste 20 årene. Brunt slimete belegg på steinene (alger som lokalt kalles "slepe") har forekommet i Flensjøens strandsone helt siden 1950-åra, men forekomsten har økt, og den er nå et problem ved utøvelsen av garnfiske. Det er særlig ved sterk vind at disse løsvrevne algene setter seg fast i garna (E. Aas og E. Grådal pers medd.). Forekomsten av "grønske" er som regel størst og mest sjenerende i august og september. Dessuten er det tilsynelatende mest algemengde i de sureste bekkene. Det synes å være små år til år forskjeller selv om vannføringen kan variere betydelig. På 1930-tallet var ikke forekomsten av "grønske" sjenerende eller spesielt synlig i vassdraget (E. Aas og E. Grådal pers medd.). Videre mener enkelte fluefiskere, som i lang tid har fisket i utløpsosen og i Flensjøhåen, at klekkingen av døgnfluer er betydelig redusert (H.O.Sæther og A. Krohn pers. medd.). Vi mener det er rimelig å anta at det tidligere her har vært bestander av de storvokste døgnfluene *Ephemera vulgata*, *Centroptilum luteolum* og *Siphonurus spp*, men disse er nå forsvunnet sannsynligvis på grunn av forsurening. Folk som fisker i Flensjøen mener også at det blitt mindre forekomst av insekter på vannoverflaten.

Det er rimelig å anta at tilbakegangen i fangstutbyttet i Flensjøen har sammenheng både med en antatt forsurening og et mer intensivt garnfiske (særlig røye). Det antas at tilbakegangen av større ørret har sin årsak i et omfattende garnfiske av gytefisk i Flensjøhåen (E. Aas, A. Kron og E. Grådal pers medd.). Det er fra og med 1998 innført garnfiskerestriksjoner i Flensjøen og en håper i fremtiden på et bedre samarbeide om forvaltning av innsjøen.

Det har ikke skjedd noen større forandringer i fangstutbyttet av ørret i Tverrflena. I 1998 var det fortsatt godt sportsfiske i både Tverrflena og selve Flena (A. M. Røsten pers medd.). Den store grønnskeforekomst i disse vassdragene er tidvis til sjenanse for utøvelsen av fisket. Trådformete grønnalger fester seg på fiskeredskaper og utøvelsen av fisket blir vanskelig fordi algene gjør steinene svært glatte.

I Grådalsbekken som renner fra Grådalen har forekomsten av grønnske økt kraftig i de siste 15 år. I samme periode har fiskebestanden gått kraftig tilbake (E. Aas pers medd.). Dette kan ha en sammenheng, men dette er ikke vist videnskapelig. Vi kan her nevne at det går opp gytefisk fra Femunden til Grådalsbekken. Ørreter på 2 til 3 kg er ikke uvanlige. Det er fortsatt stor gytefisk i bekken, men bestanden er betydelig redusert.

## 1.2. Formål med undersøkelsen.

På bakgrunn av resultater fra undersøkelser av vannkvaliteten i Flensjøen med tilløpsbekker og utløpsbekk i september 1998 og 1999 skal NIVA vurdere i hvilken grad Flensjøvassdraget er forsuret.

## 1.3. Tidligere undersøkelser.

### 1.3.1. Vannkjemi.

Det foreligger enkelte vannkjemiske data fra perioden 1964 - 1996. De data som er sendt til oss er sammenstilt i tabeller bak i rapporten (vedlegg C og D). Resultatene av pH-målinger i Flensjøen er vist i figur 4 i teksten (kap. 3).

I 1969, 1978 og 1979 ble det målt pH i Flensjøen, Kamptjønnan, Sleppfisktjønn, Flåtjønn, Finntomastjønn og Stortjønn (Drabløs og Sevaldrud 1980). Flensjøen hadde da pH i området 5,4 – 5,8

og i tjernene varierte pH i området 5,2 – 6,1. A. Krohn i Fjellstyret i Røros har i sommerperioden fra midten av 1960-tallet utført pH-målinger i Kamptjønnene. Disse viste I tilløpet til Øvre Kamptjønn (1964-77) ble det registrert pH-verdier i området 4,8-5,1. Seinere har pH-verdiene økt noe til pH 5,0-5,2. I tilløpsbekken til Nedre Kamptjønn ble det i perioden 1964-78 målt pH i området 5,1-5,2. Senere ble pH målt til 5,4 (1993) og 5,2 (1996) I 1996 ble prøvene tatt av en representant for Røros kommune

Inge Mohus, som i lang tid har feriert i området, har i perioden fra 1970 til 1991 målt pH i Flensjøen og i fire tjønn i Steinfjellet (Øvre og Nedre Djuptjønn, Sleppfisktjønn og Langtjønn). PH verdiene i Flensjøen var 5,5 (1983) og 6,3 (1990), mens verdiene i tjønnene på Steinfjellet varierte i området 5,3 – 5,6 før de ble kalket. Etter kalkingen ble det målt pH-verdier i området 6,2 – 7,2. Inge Mohus tok også i perioden 1983 til 1990 vannprøver i Grådalsbekken. Samtlige av prøvene ble tatt i juli/august, og pH varierte i området 5,4 til 6,5. De laveste verdiene ble registrert i nedbørsperioder med økt eller stor vannføring.

Røros Jeger- og Fiskeforening har målt pH i 18 av tjønnene i Steinfjellområdet blant annet i forbindelse med kalkingsaktiviteten i slutten av 1980 tallet (se vedlegg C). I tiden før kalking varierte pH i området 5,0 – 6,9 (1964) og 5,2 – 5,4 (1985). Kalkingen førte til at pH økte til ca. 7 i de fleste av tjønnene, men verdiene har siden gått ned.

DVF- Fiskeforskningen/Norsk Institutt for Naturforskning (NINA) har i august i 1978 og hver måned i 1982 samt i perioden 1986 t.o.m. 1989 tatt ut vannprøver fra utløpet av Flensjøen (i Tverrfleina) i forbindelse med prosjektet "Biologisk overvåking av sur nedbør". Prøvene ble analysert på pH, alkalitet, hovedioner, organisk karbon, nitrogen og aluminium. NINA har også tatt prøver i Flensjøen og fra Ytre Kampbekken (Flenkambekken), Kampbekken (Kamptjernbekken), Nordvikbekken (Navnløsbekken) og Steinfjellbekken i sommeren 1992 (T. Hesthagen pers medd.). I utløpet av Flensjøen var pH 5.5 i 1978 og konsentrasjonen av kalsium 0.42 mg/l. I 1982 varierte pH i området fra 5,4 til 5,7 og konsentrasjonen av kalsium fra 0,42 til 0.60 mg/l. Laveste pH (5,4) ble registrert på senvinteren og våren. I Flensjøen sommeren 1992 var pH 5,7, alkaliteten ca. 5  $\mu\text{ekv/l}$ , konsentrasjonen av kalsium 0,43 mg/l og TOC-konsentrasjonen på 2.66 mgC/l. I tilløpsbekkene (1992) ble det registrert pH i området 4,8 til 5,3 og alkalinitet nær 0  $\mu\text{ekv/l}$ . Kalsiumkonsentrasjonen varierte i området 0.25 til 0,72 mg /l og TOC-verdiene varierte fra 3,84 til 9,12 mgC/l. Flåttjernbekken i Steinbekkenvassdraget var den av bekkene som var minst forsuret. Vi kan her også nevne at siktedypet i Flensjøen i august i 1978 ble målt til 8,0 meter, og i august i 1986 til 5,8 meter. Siktedypmålingene ble utført av NINA i forbindelse med prøvefiske.

I 1996 har Røros kommune tatt vannprøver i Flensjøen i april/mai, juli/august og oktober. pH varierte da i området 5.6 - 5.7 og alkaliteten varierte med verdier fra 40 til 46  $\mu\text{ekv/l}$ .

I slutten av mars 1995 ble det i forbindelse med et skoleprosjekt tatt kjemiprøver fra Flensjøen, Flåttjønn og en lokalitet nord i Steinfjellet. Gunnar Borgos ved Røros Videregående skole var ansvarlig for dette prosjektet og han har også analysert prøvene. Det ble da registrert lave pH-verdier (4,5 - 5,2) og alkalitet fra 0 til 0,064 mmol/l. Det sureste vannet ble registrert i Flensjøen (Borgos 1995).

### 1.3.2. Biologiske prøver.

Flensjøen og enkelte av de omkringliggende tjønn er prøvefisket sommeren 1978, 1982 (basert på fangstopp-gaver fra lokale fiskere), 1986 og 1992 av DVF-fiskeforskningen/NINA. Det siste prøvefisket i 1992 ga indikasjon på at røya i 1990 og 1991 sannsynligvis har hatt betydelige rekrutteringsproblemer (disse årsklasser manglet helt i prøvefiskematerialet). I 1998 og i 1999 indikerer fangster av smårøye at en viss grad av reproduksjon har funnet sted i den seinere tid (E. Aas pers. medd.).



I august 1986 hadde både røye og ørret spist vannloppen *Daphnia sp.*, mens ørreten også hadde spist snegl. Røros Fjellstyre har utført prøvafiske i Kamptjønnene i 1977 og 1995. Mageanalyser fra ørret fanget i Nedre Kamptjønn i 1995 viste at ørreten hadde spist enkelte damsnegl (*Radix/Lymnea peregra*). Denne sneglen betegnes som moderat forsuringfølsom (se vedlegg F) og forekomsten av denne art tilsier at pH ikke over lengre perioder har vært lavere en pH 5,0. Videre viste prøvafisket i Øvre Kamptjønn at det fortsatt var en svak naturlig rekruttering av ørret i dette vassdraget. Ved prøvafisket i 1977 ble det ikke påvist fisk i Øvre Kamptjønn.

DVF-fiskeforskningen/NINA har i 1977, 1982 og 1992 samlet inn krepsdyreplankton ved vertikale håvtrekk fra Flensjøens frie vannmasser (T. Hesthagen pers medd.). I planktonprøvene fra 1977 og 1982 var den moderat forsuringfølsomme vannloppen *Daphnia longispina* (se vedlegg F) dominerende art i krepsdyreplanktonet. Dette indikerer at forsureningen frem til dette tidspunktet har vært beskjeden og at den har hatt liten negative effekt på dyreplanktonet. Dyreplanktonprøvene fra 1992 viste at innsjøen da generelt sett hadde svært lav forekomst av krepsdyreplankton med en total krepsdyrbiomasse på <0,1 gram tørrvekt pr. m<sup>2</sup>. Vurderingsgrunnlag for krepsdyreplankton er gitt i tabell B i vedlegg E bak i rapporten.

I 1992 ble følgende arter registrert: Hoppekrepsene *Heterocope saliens*, *Mixodiaptomus laciniatus* og *Cyclops scutifer* samt vannloppene *Holopedium gibberum*, *Daphnia longispina* og *Bosmina longispina*. Det ble bare observert et fåtall individer av *D. longispina* og de utgjorde kun 0,4 % av biomassen. Resultatene fra 1992 kan indikere at Flensjøen da var så forsuret at det medført skadeeffekter på krepsdyreplanktonet. Vi vil imidlertid gjøre oppmerksom på at bestanden av dyreplankton kan variere betydelig over produksjonssesongen og denne konklusjonen blir derfor usikker.

## 2. MATERIALE OG METODER

### 2.1. Undersøkelsen i 1998.

Det ble samlet inn en vannprøve og biologiske prøver fra Flensjøens sentrale parti den 5. september 1998. Prøvene ble analysert på:

- En blandprøve fra 0 til 10 meters sjiktet ble analysert med hensyn på klorofyll a, planteplankton, totalfosfor, totalnitrogen, nitrat, ledningsevne, farge, total organisk karbon, pH og alkalitet.
- Relativ artsfordeling og forekomst av krepsdyrplankton fra vertikale håvtrekk med 60  $\mu$ 's håvduk fra sjiktet 0 til 15 meter. Håven som ble benyttet hadde en åpningsdiameter på 30 cm.

Videre ble det samme dag samlet inn semikvantitative (sparkemetoden) prøver av bunndyr fra Flensjøen like ved utløpsosen samt fra et strykparti i utløpsbekken (Tverrflena) ca. 1.5 km nedstrøms Flensjøen (oppstrøms en større kulp). Det ble også tatt prøver av begroingsalger i Kampbekken.

### 2.2. Undersøkelsen i 1999.

Det ble samlet inn komplementerende dyreplanktonprøver fra den sentrale del av Flensjøen den 9. september i 1999. Prøvene ble tatt som vertikale håvtrekk (0 til 15 meter) der maskevidden i hovduken var henholdsvis 60  $\mu$ m og 200  $\mu$ m. Håven med 60  $\mu$ m's duk hadde en åpningsdiameter på 30 cm og håven med 200  $\mu$ m's duk en åpningsdiameter på 1 meter. Videre ble det tatt vannprøver og prøver av begroingsalger i utløpsbekken Tverrflena og i følgende tilrennende bekker: Ytre Kampbekken, Kampbekken, Nordvikbekken og Steinfjellbekken. Det ble også tatt en algeprøve og vannprøve fra Grådalsbekken. Vannprøvene er analysert med hensyn på pH, ledningsevne, fosfor, nitrogen og organisk stoff. Algeprøvene ble tatt i de områdene som hadde størst forekomst av "grønske".

De vurderingsnormer som er brukt til å vurdere surhetsklasse og forsureingssituasjonen for krepsdyrplankton, bunndyr og fisk er gitt i vedlegg F bak i rapporten. For mer inngående informasjon om nevnte grupper samt for de andre organismer som blitt vurdert i forbindelse med denne undersøkelse henvises til Brettum 1992 (Planteplankton), Lindstrøm 1992 (Begroingsalger), Raddum og Hobæk 1977 (Dyreplankton), Walseng og Karlsen 1997 (Dyreplankton), Bækken et al. 1999 (Bunndyr), Degerman og Lingdell 1993 (Fisk) og Qvenild 1994 (Fisk).

### 3. RESULTATER OG VURDERINGER.

#### 3.1. Vannkvaliteten i Flensjøen.

Primærdata er gitt i tabell 1, 2 og 3 i vedlegg A. Resultatet av pH-målingene er vist i figur 4 i teksten hvor det også er tatt med tidligere måleresultater.

I september 1998 hadde Flensjøen lave konsentrasjoner av næringssalter ( $4\mu\text{g Tot-P/l}$  og  $136\mu\text{g Tot-N/l}$ ). Det var også meget lav konsentrasjon av nitrat ( $\text{NO}_3$ ) ( $8\mu\text{g N/l}$ ). Vannet var surt ( $\text{pH} < 6,0$ ), hadde meget lav bufferkapasitet ( $< 20\mu\text{ekv/l}$ ) og var noe humuspåvirket ( $20\text{ mg Pt/l}$ ). Siktedypet ble målt til ca. 6 meter og vannfargen vurdert mot "secchiskiven" var gulig-brun. I september i 1999 ble siktedypet målt til 8 meter og vannfargen var gulig grønn. Våre pH- og alkalitetsmålinger var i godt samsvar med resultatene fra de målinger som ble utført av NINA i 1992 (T. Hesthagen pers medd.). Vannanalysene fra 1992 viste at vannet var svært ionefattig ( $0,4\text{ mg Ca/l}$ ) og var noe humuspåvirket (TOC lik  $2.7\text{ mg C/l}$ ).

Oppsummering: Flensjøen er en sur, næringsfattig, klarvannsinnsjø med lav bufferkapasitet og den er tidvis noe humuspåvirket. Flensjøen er derfor sårbar for økt tilførsel av surt vann og det relativt lave humusinnholdet gjør at bindingen av toksiske Al-forbindelser, som opptrer i surt vann, blir av liten betydning. Det synes ikke som det har skjedd noen større forandringer i vannkjemien i Flensjøens fri vannmasser i de siste 7-8 årene.

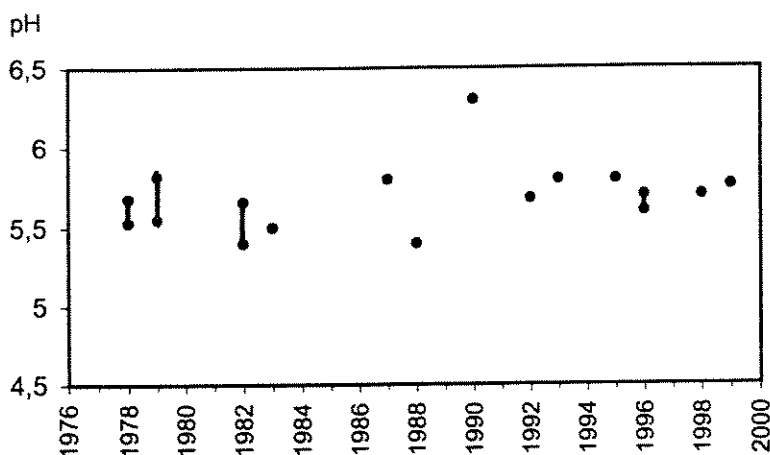


Fig.4 pH-registreringen i Flensjøen i perioden 1978-99.

### 3.2. Planteplanktonet i Flensjøen.

Primærdata er gitt i tabell 4 i vedlegg A. Planteplanktonets fordeling på større grupper er vist i figur 5 i teksten.

Planteplanktonvolumet i september i 1998 var svært lite ( $65 \text{ mm}^3$ , klorofyll-*a* konsentrasjon på  $1,09 \text{ } \mu\text{g/l}$ ) til å være på denne tiden av året. Det var videre svært lite antall arter, bare 21 arter ble registrert. Gullalger (*Chrysophyceae*) var den viktigste gruppen, og denne er som regel vanlig dominerende i næringssaltfattige innsjøer. Det var også et relativt sett, større innslag av arter innen gruppen rekylalger (*Cryptophyceae*) enn det som er vanlig i slike innsjøer.

Det lave antall arter tyder på forholdsvis sure vannmasser. Forekomsten av arten *Katablepharis ovalis* indikerer at pH sannsynligvis ikke har vært lavere enn 5,0 i vegetasjonsperioden. *Rhodomonas lacustris* er en art som praktisk talt forekommer i alle norske innsjøer med pH over 5,5, men forsvinner når pH blir mindre enn 5,5. Den er derfor en god indikator på surt vann. *R. lacustris* ble ikke registrert i våre prøver og dette indikerer at pH gjennomgående har vært lavere enn 5,5. Det ble videre registrert en del av cyanobakterien (blågrønnalgen) *Merismopedia tenuissima* som, i motsetning til de fleste andre arter innen denne gruppen, er vanlig i relativt sur miljø.

**Oppsummering:** På bakgrunn av planteplaktionsamfunnets størrelse og sammensetning er det rimelig å anta at pH i Flensjøen i sommeren 1998 har variert med verdier nær pH 5,5.

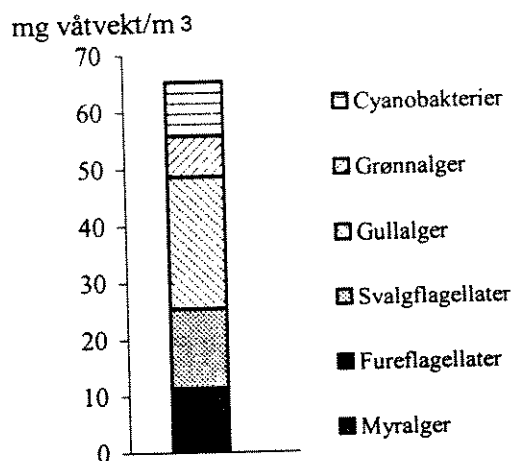


Fig.5 Planteplankton i Flensjøen den 5.september i 1998.

### 3.3. Krepsdyrplankton i Flensjøens fri vannmasser.

Primærdata er gitt i tabell 5 i vedlegg A. Prosentvis fordeling på større grupper for krepsdyrene er vist i figur 6 i teksten.

Dersom det antas at Flensjøen ikke var forsuret av atmosfæriske syreavsetninger, og forholdene ellers var slik som de er i dag, skulle hoppekrepsarter som *Heterocope saliens*, *Mixodiaptomus laciniatus* og *Cyclops scutifer* og vannlopper som *Holopedium gibberum*, *Bosmina longispina*, *Daphnia longispina* og *Bythotrephes longimanus* være vanlig forekommende. Samtlige av disse, med unntak av *D. longispina* og *B. longimanus*, er tolerante overfor surt vann.

Krepsdyrsamfunnet i 1998 og i 1999 var i antall dominert av vannloppen *B. longispina* som begge år utgjorde nær 70% av totalt antallet krepsedyr. Vanlig forekommende var også hoppekrepsene *C. scutifer*, *M. laciniatus* og vannloppen *H. gibberum* (gelekreps). I 1998 ble det bare funnet enkelte voksne individ av hoppekrepsen *H. saliens*, mens denne storvokste hoppekreps var vanlig i 1999. Det ble funnet noen få hanner av den moderat forsuringfølsomme vannloppen *D. longispina* både i 1998 og i 1999. I 1999 ble det også registrert enkelte "dafnia"-hunner med egg. Den rovlevende og storvokste vannloppen *B. longimanus* ble ikke registrert. *B. longimanus* blir betegnet som litt forsuringfølsom (se vedlegg F). Blant hjuldyrene var det *Kellicottia longispina* og *Conochilus sp.* som i begge år hadde størst forekomst. *K. longispina* er en forsuringstolerant art, mens *Conochilus* kan betegnes som litt forsuringfølsom (se Hobekk og Raddum 1977).

Det var god overenstemmelse mellom våre resultater fra 1998 og 1999 og NINA's resultater fra 1992 når det gjelder artsfordeling av dyreplanktonet. Det var i 1992 også sparsom forekomst av den moderat forsuringfølsomme vannloppen *D. longispina* og den storvokste vannloppen *B. longimanus* ble ikke observert. Det synes derfor ikke å ha skjedd noen større forandringer av krepsdyresamfunnet i løpet av de siste 7 år.

**Oppsummering:** Krepsdyrplanktonets sammensetning indikerer at Flensjøen i 1992-1999 har hatt pH verdier under pH 6,0, men at verdiene sannsynligvis ikke har vart særlig lavere en pH 5,0. Dersom innsjøen forsures ytterligere fra dagens tilstand vil den forsuringfølsomme vannloppen *Daphnia longispina* sannsynligvis forsvinne. Det er også sjanser for at arter som hoppekrepsene *Mixodiaptomus laciniatus* og *Cyclops scutifer* får redusert forekomst. Det er rimelig å anta at dette vil føre til en reduksjon i produksjon av dyreplankton. Risikoen for at dette skal skje er imidlertid liten da de atmosfæriske syreavsetninger for tiden er synkende.

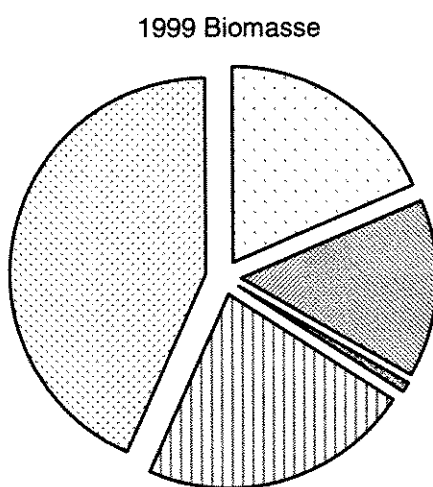
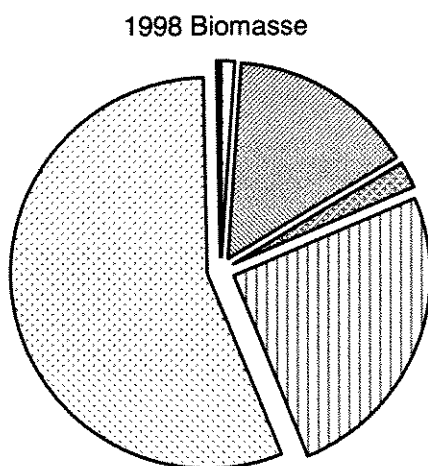
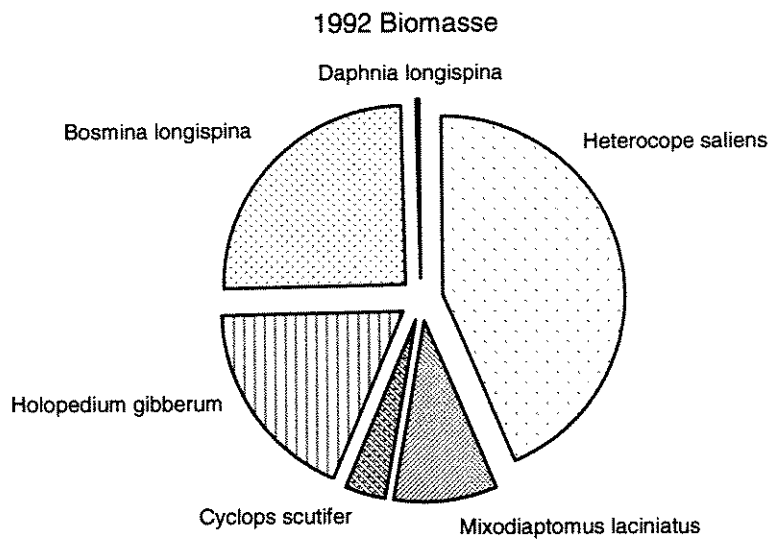


Fig.6 Fordeling av krepsdyrplankton biomasse fra vertikale håvtrekk fra Flensjøens frie vannmasser, sommeren 1992, 5.september 1998 og 9.september 1999. Resultatene er angitt som prosentandel, og biomassen er beregnet som tørrvekt.

### 3.4. Algebegroing i Grådalsbekken og i større bekker som renner til Flensjøen.

Primærdata er sammenstilt i tabell 6 i vedlegg A bak i rapporten.

Det var masseforekomst (tykke lysegrønne algematter) av den trådformete grønnalgen *Microspora palustris var minor* i samtlige stryk- og fossepartier i Kampbekken ved befaringen i 1998. Denne algen er forsuringstolerant og får ofte masseforekomst i forsurede vassdrag (Lindstrøm et al. 1999). Det har vist seg at begroingen er spesielt fremtredende i forsurede områder, og kalkning kan redusere mengdene (Lindstrøm 1993). Det er likevel ikke klarlagt om den økte algebegroingen er et resultat av forsuring, økte atmosfæriske avsetninger av næringssalter eller klimaendringer.

I 1999 var den trådformede algebegroingen helt dominert av de forsuringstolerante artene *M. palustris var minor*, *M. palustris* og *Binuclearia tectorum* i Kampbekken, Steinfjellbekken, Ytre Kampbekken og Nordvikbekken. I Ytre Kampbekken var det dessuten innslag av den svakt forsuringfølsomme *Hormidium rivulare*, som ser ut til å forsvinne når pH periodevis går ned mot 5.0. Algeveksten i Grådalsbekken skilte seg klart ut med dominans av markert forsuringfølsomme arter som *Microspora amoena*, *Mougeotia e* og *Oedogonium c*. Disse artene trives ikke i vassdrag der pH går ned mot 6.0 (*M. amoena* trives ikke når pH blir under 6,5).

Artssammensetningen av algebegroingen i Kampbekken, Steinfjellbekken og Nordvikbekken indikerer at pH antagelig i perioder har vært lavere enn pH 5,5. Ytre Kampbekken er muligens litt mindre preget av forsuring. Grådalsbekken skiller seg klart ut og har i følge algesammensetningen hatt en pH godt over 6.0 i hele vekstperioden i 1999. Den kan derfor ikke betegnes som forsuret. Hvorvidt det forekommer surstøt i forbindelse med snøsmeltingen tidlig på våren er vanskelig å bedømme på grunnlag av en enkelt observasjon sent i vekstperioden (september). Samtlige av de påviste begroingsalgene som hadde masseforekomst var slekter og arter som normalt forekommer i området og som kan betegnes som karakterarter i disse fjellområder (Lindstrøm et al. 2000).

Oppsummering: I den øvre delen av Flena-vassdraget er forsuring sannsynligvis en av årsakene til økt forekomst av begroingsalger, og da særlig av lysegrønne trådformete grønnalger (s.k. "grønske"). Andre årsaker kan være økte atmosfæriske avsetninger av næringssalter og endringer i klima. Med unntak av Grådalsbekken bestod "grønsken" av en eller flere utpreget forsuringstolerante arter som forekom i større mengder enn de som en normalt kan forvente å finne i slike områder

### 3.5. Bunndyr i utløpsosen i Flensjøen.

Primærdata er gitt i tabell 7 og 8 i vedlegg A bak i rapporten.

I Flensjøens utløpsos var bunndyrsamfunnet dominert av stankelbeinlarver i september 1998. Grupper som fåbørstemark, steinfluer og fjærmygg var også vanlig forekommende, mens grupper som døgnfluer, vårfluer og biller bare ble registrert i enkelte eksemplarer. Steinfluene var representert av følgende arter: *Diura nanseni*, *Nemoura sp.*, *Capnia atra* og *Leuctra fuscata*. Av døgnfluer ble bare arten *Leptophlebia marginata* registrert. Vårfluesamfunnet bestod av arter som: *Plectrocnemia conspersa*, *Polycentropus flavomaculatus* og Limnephelider. Flertallet av de registrerte bunndyr er forsuringstolerante arter, men steinfluen *D. nanseni* betegnes som litt forsuringfølsom og steinfluen *C. atra* som moderat forsuringfølsom. Forekomsten av den sistnevnte indikerer at pH-verdien ikke i vesentlig grad har vært lavere enn 5.0.

### 3.6. Bunndyr i Tverrflena.

Primærdata er gitt i tabell 7 og 8 i vedlegg A bak i rapporten.

I Tverrflenas fossestryk var det et generelt sett individfattig bunndyrsamfunn bestående av forsuringstolerante og litt forsuringfølsomme insektlarver i september 1998. Det ble hverken funnet moderate forsuringfølsomme eller meget forsuringfølsomme arter i prøvene. Størst forekomst hadde grupper som steinfluer, vårfluer og fjærmygg. Knottlarver var også vanlig forekommende, mens bare enkelte individ ble funnet av grupper som døgnfluer og stankelbein/klegg. Døgnfluene var representert av enkelte eksemplarer av arten *Baetis rhodani*. Steinflueartene *Taeniopteryx nebulosa* og *Amphinemura sp.* var vanlig forekommende, mens *Diura nanseni* bare ble funnet i enkelte eksemplarer. Vårflueartene *Neureclipsis bimaculata* og *Polycentropus flavomaculatus* var vanlig forekommende. *Micrasema gelidum* ble bare påvist i enkelte eksemplarer. Døgnfluen *B. rhodani*, steinfluen *D. nanseni* og vårfluen *Micrasema* betegnes som litt forsuringfølsomme og forekomst av disse indikerer at pH-verdien ikke har vært lavere enn pH 4.5, men at pH til tider sannsynligvis kan ha vært litt lavere enn 5.0. Trolig skjer dette i forbindelse med surstøt i våravsmeltingen.

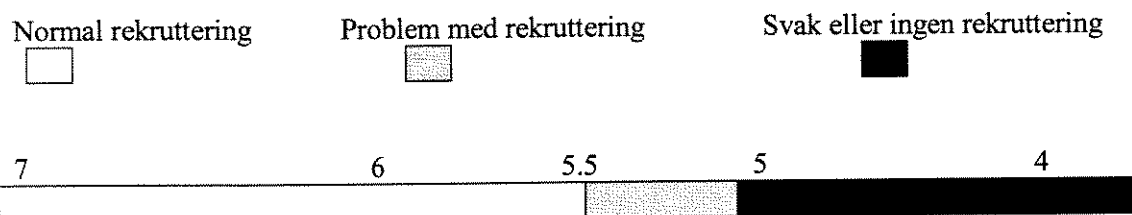
Oppsummering: Bunndyrforekomsten i Flensjøens utløpsos og i Tverrflenas strykparter indikerer at pH-verdien i Flensjøen i 1998 ikke har vært lavere enn pH 5.0, mens det i utløpsbekken Tverrflena til tider kan ha vært pH i området 4,5 til 5,0.



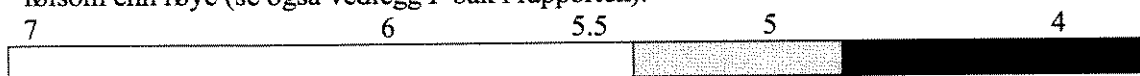
### 3.7. Fisk.

Forsurning fører ofte til rekrutteringssvikt i fiskebestander (Degerman og Lingdell 1993, Qvenild 1994 og 1995). Vi har vurdert rekrutteringen av røya og ørret i lys av den vannkvaliteten som ble registrert i 1998 og 1999. Flensjøen har for tiden pH verdier nær 5.5 og den er meget følsom overfor ytterligere tilførsel av surt vann. Utløpsbekken Tverrflena og særlig de tilrennende større bekkene kan til tider ha surstøter med pH verdier i området 4,5 til 5,0. Bufferevne er nær null og bekkene er således i likhet med Flensjøen svært sårbare for en økt tilførsel av surt vann.

En undersøkelse av forsurningsfølsomme røyevann i Sverige har vist at røyebestanden er følsomme og generelt utsatt for sviktende rekrutteringen ved pH lavere 6.0 (Nyberg et al. 1986). Ved pH mindre enn 5.1 til 5.5 (avhengig av humuskonsentrasjonen) har det vist seg at enkelte bestander har blitt slått ut p.g.a. rekrutteringssvikt. Dersom pH i lengre perioder er lavere enn pH 5.0 kan ikke røya forplante seg, og voksen røye blir fysiologisk stresset og avmagret. Sannsynligvis er dette til stor del en effekt av høye konsentrasjoner av toksisk labilt aluminium, særlig i klarvannsinnsjøer med lav humuskonsentrasjon (fargetall mindre enn 25 mg Pt/l). Dette er også i samsvar med erfaringer fra forsurede norske røyevann (T. Hesthagen, NINA pers medd.). Flensjøen befinner seg således i risikosone og det er ikke utelukket at røya til tider har hatt reproduksjonssvikt. Med de reduksjoner som nå observeres i atmosfæriske avsetninger av syrer er det rimelig å anta at rekrutteringsmulighetene for røya på sikt vil kunne bedres. Røyas pH-følsomhet er vist under (se også vedlegg F bak i rapporten).



Det er gjort en rekke undersøkelser som viser ørretens pH-krav (Degerman og Lingdell 1993, Qvenild 1994 og 1995). Ørretens pH-følsomhet er vist nedenfor og det går fram av figuren at ørret er mindre følsom enn røye (se også vedlegg F bak i rapporten).



Vi er ikke kjent med at ørreten gyter i selve Flensjøen så vi går utfra at reproduksjonen til innsjøen i hovedsak skjer via utløpsbekken og til viss del også fra Steinfjellbekken inkl. Flåtjønnbekken og Svarttjønnbekken. Utsetting av settefisk (1- og 2-somrig ørret) i vassdragene rundt innsjøen bidrar også til rekrutteringen.

Det skulle fortsatt være muligheter for en naturlig rekruttering av ørret i Tverrflena, selv om det enkelte år kan foreligge reproduksjonsforstyrrelser. Vannet i Steinfjellbekken er sannsynligvis til tider så surt at reproduksjonsforstyrrelser er vanlig og i enkelte år er det trolig også total reproduksjonssvikt.

**Oppsummering: Vannkvaliteten i Flensjøen i dag er slik at den periodevis kan forårsake rekrutteringssvikt for røya. Dette gjelder også for ørreten i de bekker som renner til Flensjøen. Med de reduksjoner som observeres i atmosfæriske avsetninger av syrer er det rimelig å anta at reproduksjonsmulighetene for både røya og ørret vil kunne bedres på sikt.**

### 3.8. Konklusjon.

Det var godt samsvar mellom de kjemiske målinger og de biologiske registreringene som vi har gjort i 1998 og 1999. I Flensjøen og i utløpsbekken Tverrflena besto flora og fauna av arter som var forsuretolerante med innslag av noen litt forsuringfølsomme arter og et fåtall individer av moderat forsuringfølsomme arter (vannloppen *Daphnia longispina*, steinfluen *Capnia artra* og sneglen *Radix peregra*). Dette indikerte at Flensjøen hadde surt vann, men at pH i hovedsak ikke har vært lavere enn pH 5,0, mens vannet i utløpsbekken Tverrflena til tider kan ha hatt pH-verdier i området 4,5 til 5,0. Flensjøvassdraget var påvirket av forsuring og dette har ført til at naturgitt biologisk mangfold og produksjonsevne har blitt noe redusert. Mest påvirket var bekkene som renner ut i Flensjøen (Ytre Kampbekken, Kampbekken, Nordvikbekken og Steinfjellbekken). På bakgrunn av eldre data ser det ut til at forsuringen var mest påtagelig i perioden fra midten av 1980-årene frem til begynnelsen av 1990-årene. I de siste 7-8 år (f.o.m. 1992 til 1999) har det ikke skjedd noen større forandringer i vannkvaliteten.

Det er rimelig å anta at forsuringen av Flena-vassdraget har ført til at:

- Ørreten har fått rekrutteringsproblemer i tilrennende vassdrag.
- Røya i Flensjøen til tider har hatt rekrutteringssvikt.
- Dyreplanktonarter som er meget eller moderat forsuringfølsomme har forsvunnet eller er betydelig redusert. Dette gjelder bl.a. en nøkkelart som vannloppen *Daphnia longispina* som er et viktig fødeobjekt for røye.
- Moderat og litt forsuringfølsomme arter av bunndyr har forsvunnet eller har fått markert redusert forekomst. Dette gjelder bl.a. en nøkkelart som den produksjonssterke døgnfluen *Baetis rhodani* som er et viktig byteobjekt særlig for ørretunger.
- Flena-vassdraget har mistet noe av sin naturgitte biomangfold og totale biologiske produksjonsevne.
- Foss- og strykpartiener i bekkene har til tider fått masseforekomst av trådformete grønnalger, men årsakene til dette er uklare.

Flensjøvassdraget er følsom overfor tilførsler av surt vann og en videre forsuring vil kunne ødelegge de naturlige forplantingsmulighetene for både ørreten og røya, samt slå ut moderat forsuringfølsomme invertebrater og planteplankton (muligens også enkelte vannplanter og moser). Risikoen for dette scenariet er imidlertid liten da de atmosfæriske syreavsetningene for tiden er synkende.

Siden midt på 1970-tallet har forekomst av trådformete lysegrønne grønnalger (s.k. "grønske") og sleipt/glatt belegg på steinene (s.k. "slepe") økt langs Flensjøens strender, i utløpsbekken Tverrflena og særlig i tilløpsbekkene. I bekkene er det først og fremst stor algeforekomst i foss- og strykpartiener og hele bunnen kan til tider være dekket av et algelag (lett synlige lysegrønne matter). Forekomsten av "grønsken" er som regel størst i august og september og tilsynelatende mest fremtredende i de mest forsurrede områder.

Den økte "grønske"forekomsten har ført til at:

- Strandsteinene i Flensjøen, småtjønnene, og i bekkene i perioder har blitt svært slimete og glatte. Dette gjør det bl.a. vanskelig å ferdes på disse stedene.
- Algene fester seg lett til kroker, sluker, fluer og fiskesnører er derfor til sjenanse for utøvelsen av fisket i bekkene og grunnere partier i tjønnene.
- Alger løsner ved sterk vind og setter seg i fiskegarn. Dette vanskeliggjør fisket.
- Gyteområdene for ørret blir til tider helt overdekket med tykke algematter. Det er mulig at dette kan ha en negativt effekt ved at gyteområdene reduseres.
- Spesielt gode habitater for bunndyr er til tider helt overdekket med tykke algematter. Dette kan medføre produksjonstap av bunndyr og en mindre næringstilgang for fisken.

## 4. REFERANSER.

- Borgos, G. 1995. Sur nedbør og forsurening av vann og vassdrag. Tverrfaglig prosjekt ved klasse 1A, AF, Røros v.g.s., 1995. 89s.
- Brettum, P. 1992. Tålegrenser for overflatevann. NIVA-rapp. Løpenr. 2800. 29s.
- Bækken, T., Kjellberg, G. og Linløkken, A. 1999. Overvåking av bunndyr i grensekryssende vassdrag i Østlandsområdet i forbindelse med vassdragskalking. Samlerapport for undersøkelsene i 1995, 1996 og 1997. DN-notat 1999-2.
- Degerman, E. og Lingdell, P-E. 1993. pHISCES- Fisk som indikator på lågt pH. Informasjon från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm 3: 37-54.
- Drabløs, D. og Sevaldrud, J. 1980. Fursuringstendenser, endringer i bruk av utmark og sur nedbør i utvalgte områder i Nord-Hedmark. SNSF-prosjektet "Sur nedbørs virkning på skog og fisk". JR 59/80. 131 s.
- Nyberg P., E. Degerman, C. Ekstrøm og E. Hörnström. 1986. Försurningskänsliga rödingsjöar i Syd- och Mellansverige. Informasjon från Sötvattenslaboratoriet. Drottningholm. Rapp. Nr. 6. 1986. 240 s.
- Lindström, E.A. 1992. Tålegrenser for overflatevann. NIVA-rapp. Løpenr. 2805. 49s.
- Lindström, E-A. 1993. Økende grønske i norske vassdrag. Resultater av en spørreundersøkelse. NIVA-rapp. Løpenr. 2859. 24 s.
- Lindström, E-A., Kjellberg, G. og Wright, R. F. 2000. Tålegrensen for nitrogen som næringsstoff i norske fjellvann: økt "grønske"? NIVA-rapp. Løpenr. 4187-2000. 40 s.
- Qvenild, T. 1994. Ørret og ørretfiske. Aschehoug, Oslo. 420 s.
- Qvenild, T. 1995. Kalking i Hedmark. Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernavdelingen. 71 s.
- Raddum, G. G. og Hobæk, A. 1977. Zooplankton i innsjøer med forskjellig surhet. (Integrerte innsjøundersøkelser del 1). SNSF-prosjekt TN 44/79: 1-35.
- SFT, 1999. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Overvåkingsprogram for skogskader. Sammendrag av årsrapporter 1997. SFT-rapport 770/99)
- Skjervåle, B. L. 1995. Regional innsjøundersøkelser 1995. NIVA-rapp. Løpenr. 3644-97. 69 s.
- Tørseth, K. and Pedersen, U. 1994. Deposition og sulphur and nitrogen components in Norway. 1988-1992. Norsk institutt for luftforskning (NILU): OR 16/94.
- Tørseth, K., Berg, T., Hansen, J.E. and Manø, S. 1999. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 1998. (Monitoring of long-range transported air and precipitation. Atmospheric deposition, 1998). Report 768/99.
- Walseng, B. og Karlsen, L.R. 1997. Reetablering av forsurningsfølsomme invertebrater etter kalking av ferskvann i Østfold. NINA Oppdragsmelding 490. 32s.

## **5. VEDLEGG.**

Vedlegg A. Primærdata for undersøkelsene i 1998 og 1999.

Vedlegg B. Fangststatistikk fra 1975 til 1999.

Vedlegg C. Kalking.

Vedlegg D. Tidligere foretatte kjemiundersøkelser.

Vedlegg E. Vurderingsgrunnlag for krepsdyrplanktonforekomst.

Vedlegg F. Klassifisering av surhetsgrad og vurdering av forsuring basert på forekomst av krepsdyreplankton, bunndyr og fisk.

- VEDLEGG A -

**Primærdata for undersøkelsene i 1998 og 1999.**

Tabell 1. Kjemiske analyseresultater fra vannprøve tatt som blandprøve fra sjiktet 0-10 m i Flensjøens sentrale parti, 5.september 1998.

Parameter	
Surhetsgrad (pH)	5,70
Alkalitet	<0,02 mmol/l
Fargetall (etter filtrering)	20 mg Pt/l
TOC, total organisk karbon	2,2 mg C/l
Konduktivitet 25°C	0,74 mS/m
Total fosfor (Tot-P)	4 µg P/l
Total nitrogen (Tot-N)	136 µg N/l
Nitrat (NO <sub>3</sub> )	8 µg N/l
Klorofyll <u>a</u> (KLA/S)	1,09 µg/l

Tabell 2. pH- og alkalitetanalyser fra Kampbekken, 5. september 1998.

Parameter	
Surhetsgrad (pH)	5,13
Alkalitet	<0,02 mmol/l

Tabell 3. Kjemiske analyseresultater fra vannprøver tatt fra bekker i Flensjøvassdraget samt Grådalsbekken den 9. september 1999.

Lokalitet	Parameter					
	pH	Kond. mS/m	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	NO <sub>3</sub> µg/l	TOC mg C/l
Flena	5,76	0,74	3	134	11	2,5
Kampbekken	5,34	0,69	4	160	3	3,2
Steinfjellbekken	5,74	0,88	5	165	3	4,4
Flenskampbekken	5,68	0,7	3	108	3	3,0
Norvikbekken	5,38	1,12	6	134	3	4,6
Grådalsbekken	6,84	2,34	3	92	4	2,1

Tabell 4. Planteplanktonforekomst uttrykt som volum  $\text{mm}^3/\text{m}^3$  og biomasse mg våtvekt pr.  $\text{m}^3$  i Flensjøen, 5. september 1998.

Dato $\Rightarrow$	980905
Gruppe	Volum
<b>Arter</b>	
<b>Cyanophyceae</b> (blågrønnalger)	
Merismopedia tenuissima	9.6
<b>Chlorophyceae</b> (grønnalger)	
Monoraphidium dybowskii	0.5
Oocystis rhomboidea	2.4
Oocystis submarina v. variabilis	0.4
Ubest. cocc. gr. alge (Chlorella sp.?)	3.8
<b>Sum</b>	7.1
<b>Chrysophyceae</b> (gullalger)	
Chromulina sp. (Chr. pseudonebulosa ?)	2.4
Craspedomonader	0.6
Cyster av Chrysolykos skjaj	1.4
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	3.5
Pseudokephyrion taeniatum	0.1
Små chrysomonader (<7)	7.8
Store chrysomonader (>7)	6.9
Ubest. chrysomonade (Ochromonas sp.?)	0.5
<b>Sum</b>	23.2
<b>Cryptophyceae</b>	
Cryptomonas marssonii	5.1
Cryptomonas sp. (l=20-22)	3.8
Cryptomonas spp. (l=24-28)	2.7
Katablepharis ovalis	0.8
Ubest. cryptomonade (Chroomonas sp.?)	1.6
<b>Sum</b>	14.0
<b>Dinophyceae</b> (fureflagellater)	
Amphidinium sp.	0.5
Gymnodinium sp. (l=14-16)	1.0
<b>Sum</b>	1.5
<b>My-alger</b>	
My-alger	9.9
<b>Total sum</b> ( $\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg våtvekt}/\text{m}^3$ )	65.2

Tabell 5. Fordeling av krepsdyrplankton fra vertikale håvtrekk (fra sjiktet 0-15m) fra Flensjøens frie vannmasser, sommeren 1992, 5. september 1998 og 9. september 1999. Resultatene er angitt som prosentandel. Biomassen er bergenet som tørrvekt.

Art	1992	1998		1999	
	Biomasse	Biomasse	Individ	Biomasse	Individ
<b>Hoppekreps:</b>					
<i>Heterocope saliens</i>	43,7	1,0	0,2	18,6	5
<i>Mixodiaptomus laciniatus</i>	9,0	15,4	10	14,9	12
<i>Cyclops scutifer</i>	3,7	2,1	15,7	0,6	6
<b>Vannlopper:</b>					
<i>Holopedium gibberum</i>	18,2	25,5	6	22,5	7
<i>Bosmina longispina</i>	25,0	55,6	68	43,4	70
<i>Daphnia longispina</i>	0,4	0,4	0,1 <sup>1)</sup>	+	+

<sup>1)</sup> Det ble bare funnet ?? i 1998.

+ Noen få eksemplarer av arten ble funnet.

Tabell 6. Artssammensetning av trådformete begroingsalger fra tilrennende bekker til Flensjøen samt fra Grådalsbekken. Prøvene ble tatt den 9. september i 1999. Algenes forekomst i prøvene er angitt som frekvens (1-10). Total frekvens pr. prøve er 10.

Lokalitet	Kamp-bekken	Stein-bekken	Ytre Kamp-bekken	Norvik-bekken	Grådals-bekken
Dekningsgrad i %	100	80	80	100	90
<i>Mougeotia a</i>			1		
<i>Mougeotia b2</i>			1		
<i>Mougeotia e</i>					3
<i>Zygnema a</i>				2	
<i>Microspora palustris var. minor</i>	9	10	3	6	
<i>Microspora palustris</i>	1			1	
<i>Microspora amoena</i>					1
<i>Binuclearia tectorum</i>			2	1	
<i>Hormidium rivulare</i>					
<i>Oedogonium b</i>					1
<i>Oedogonium c</i>					6



Tabell 7. Fordeling av bunndyr i utløpsoset av Flensjøen og i et fossestryk i Tverrflena, 5. september 1998. Resultatene er angitt som antall individ pr. 3. min. sparkeprøve. Metodikk: Handhåv med 200  $\mu$ 's duk og 0,5 mm såld.

Gruppe	Utløpsosen	Tverrflena
Fåbørstemark ( <i>Oligochaeta</i> )	57	-
Steinfluer ( <i>Plecoptera</i> )	17	114
Døgnfluer ( <i>Ephemeroptera</i> )	1	4
Vårfluer ( <i>Trichoptera</i> )	5	114
Biller ( <i>Coleoptera</i> )	2	-
Fjærmygg ( <i>Chironomidae</i> )	22	132
Knott ( <i>Simuliidae</i> )	-	24
Stankelbein ( <i>Tipulidae</i> )	260	2
Sum	364	390

Tabell 8. Artliste over døgnfluelarver (E), steinfluelarver (P) og vårfluelarver (T) i utløpsoset av Flensjøen og i et fossestryk i Tverrflena, 5. september 1998. Resultatene er angitt som antall individer pr. 3. min. sparkeprøve.

	Utløpsoset	Tverrflena
<b>Døgnfluer:</b>		
Baetis rhodani	-	4
Leptophlebia marginata	1	-
<b>Steinfluer:</b>		
Diura nanseni	3	2
Taeniopteryx nebulosa	-	49
Amphinemura sp.	-	3
Nemoura sp.	8	-
Capnia atra	2	-
Leuctra fusca	2	-
<b>Vårfluer:</b>		
Neureclipsis bimaculata	-	28
Plectrocnemia conspersa	1	-
Polycentropus flavomaculatus	3	24
Micrasema gelidum	-	4
Limnephilidae indet.	1	-
Sum E.P.T.	21	114

**VEDLEGG B -**

**Fangststatistikk.**

Tabell A. Fangststatistikk ført av Edvin Grådal i perioden 1975 – 1999.

	Ant.garnnetter	Ant.Ørret	% Ørret	Ant.Røye	Tot.ant.fisk	Snitt pr.garn
1975	144	80	13%	543	623	4,33
1976	54	53	41%	74	127	2,35
1977	252	71	9%	767	838	3,33
1978						
1979	115	65	15%	367	423	3,68
1980	50				263	
1981	55				142	
1982	175	34	11%	274	308	1,76
1983	183	28	8%	320	348	1,9
1984	186	45	7%	551	596	3,2
1985	192	21	3%	729	750	3,9
1986	474	124	7%	1567	1691	3,56
1987	367	44	9%	461	505	1,38
1988	426	68	6%	991	1059	2,49
1989	299	40	5%	811	851	2,84
1990	333	21	3%	571	592	1,77
1991	363	59	10%	523	582	1,6
1992	282	38	4%	809	847	3
1993	318	44	4%	964	1008	3,17
1994	377	118	11%	915	1033	2,74
1995	341	86	11%	732	818	2,4
1996	334	64	8%	690	754	2,26
1997	306	79	10%	671	750	2,4
1998	250	54	6%	857	911	3,6
1999	224	47	6%	702	749	3,3

- VEDLEGG C -

**Kalking**

DATA I FORBINDELSE MED KALKING I STEINFJELLOMRÅDET 1986-88.

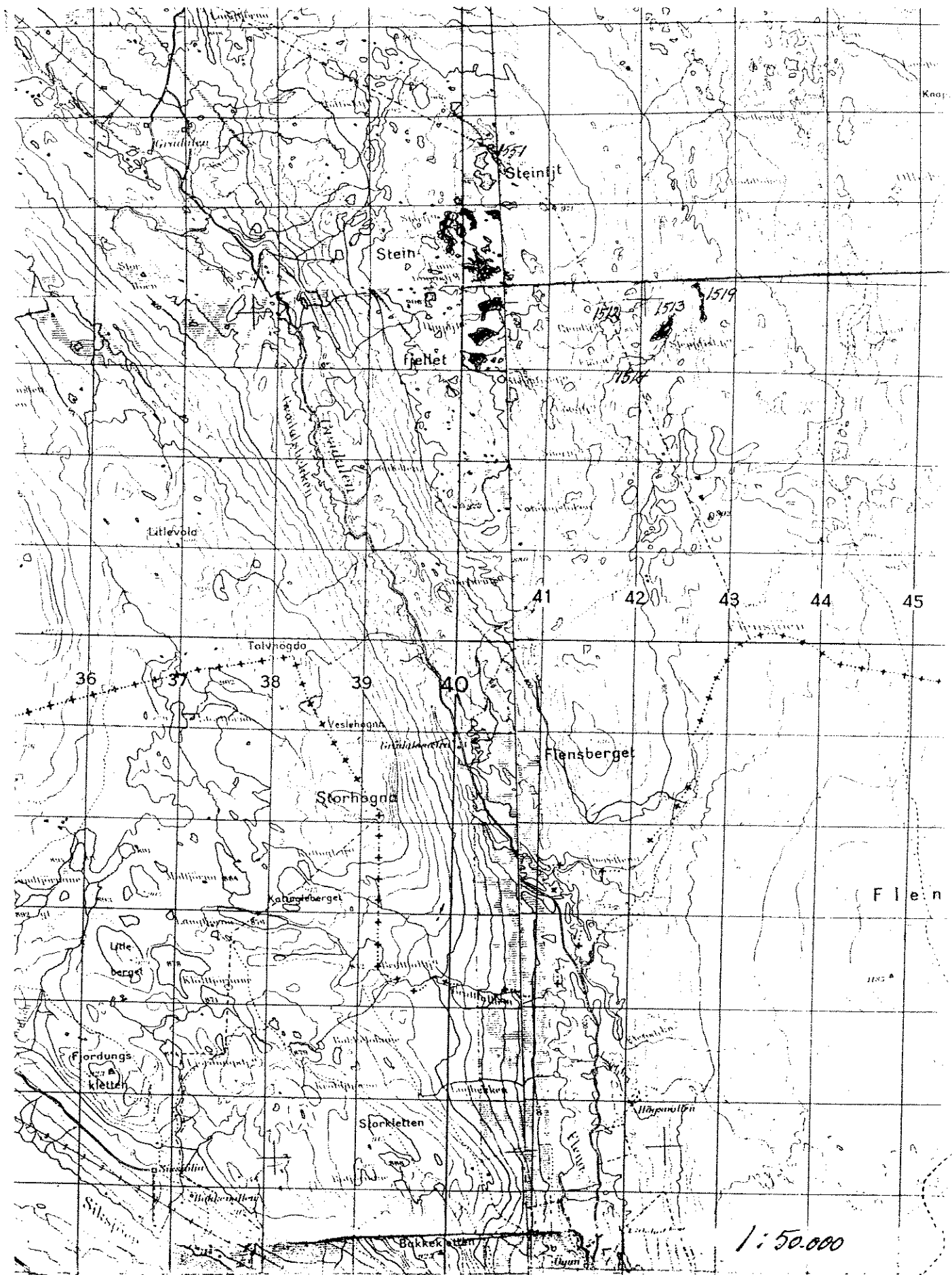
Lokalitet nr.	Areal i da	Tidligere ph-målinger	Kalk i kg 1986-88	Ph-målinger					
				1985	1986	1987	1988	1993	1996
1512	32	1964: 6,9			6,4			5,8	
1513	23,8	" 5,3	3.000		5,4		6,3		5,5
1514	20	" 5,7			6,2				
1519	12,5	" 5,4	1.200		5,3		5,4		
1551	17,1	" 5,1 1979: 4,8							
2	12,2	1964: 6,1	600	5,3	6,5	6,4			
3	17,1	" 5,7	900	5,2	6,8	6,5			
4	58,8	" 5,8	13.000	5,2	6,9	6,6	6,9		
5	46,5	" 5,7	5.200	5,4	7,0	6,6	6,6		
6	4,9	" 5,6							
7	12,2	" 5,3							
9A	11,2		700	5,4	7,0	6,6			
9B	30,8	" 5,6	6.400	5,4	7,2	6,3	6,6		
11	14,7	" 5,0							
12	33,3	" 5,4							
13	31,8	" 5,4	4.600	5,4	7,5	6,9	6,9		
15	19,6	" 5,1	1.180	5,2	6,8	6,0			
24	2,5								

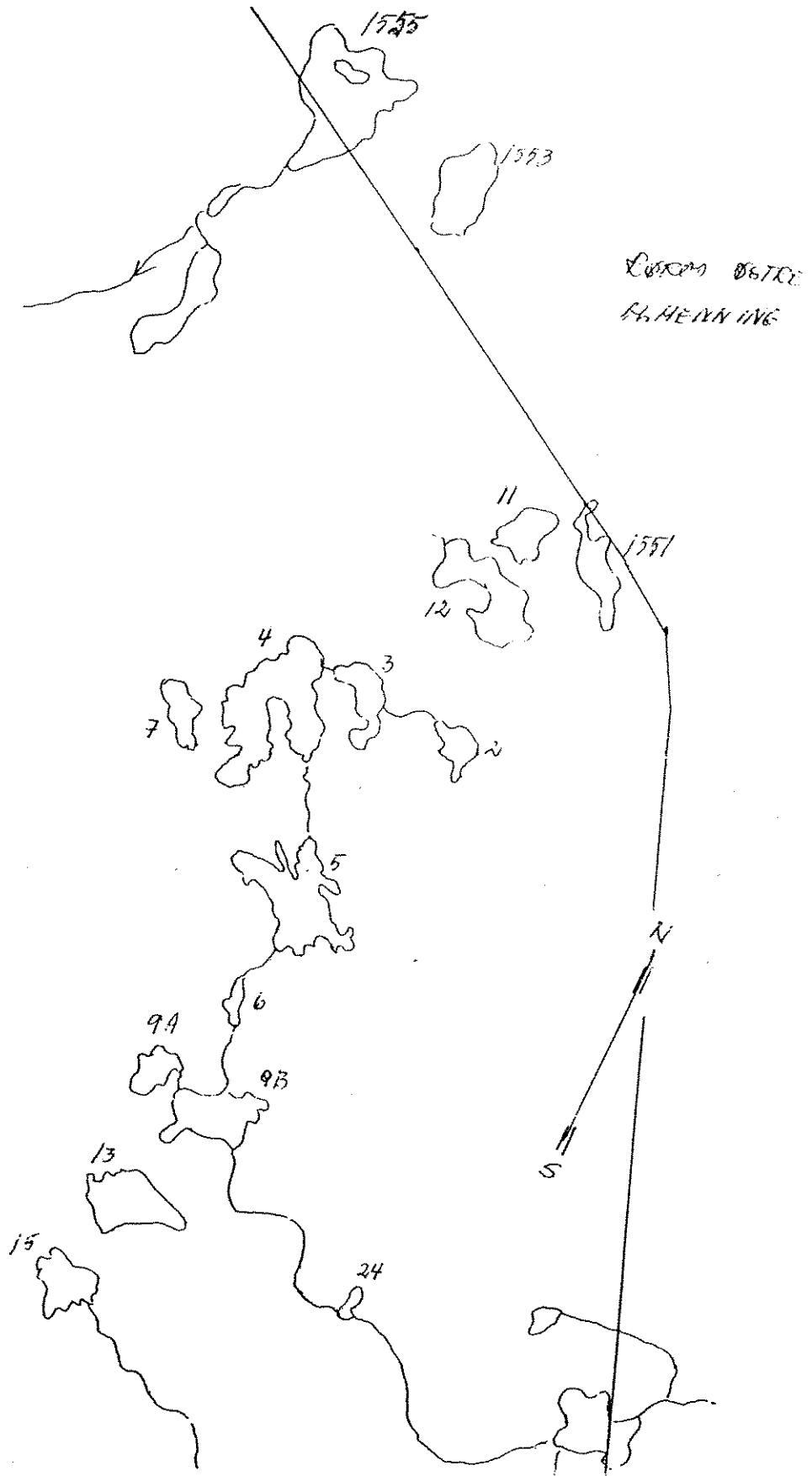
Røros fjellstyre 15/9-99.

*Arne Krohn*  
Arne Krohn  
sekretær

Tabell B.

NIVA 4021-99





- VEDLEGG D -

**Tidligere foretatte kjemiundersøkelser.**



Tabell C. pH-målinger i kamptjønnene utført av Røros Fjellstyre i perioden 1964 - 66.

Lokalitet	Tidspunkt	pH
Tilløp Øvre Kamptjønn	august 1964	5,0
"	juli 1977	4,8 - 5,1
"	juli 1993	5,4
Tilløp Nedre Kamptjønn	august 1964	5,1
"	25/7-1977	5,2
"	19/8-1978	5,1
"	17/8-1982	5,0
"	5/7 - 1988	5,0
"	4-7/10-1996	5,2

Tabell D. pH-målinger i Flensjøvassdraget utført av Inge Mohus i perioden 1982-91.

	1982	1983	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Nedre Djuptjern	5,3	5,3	5,3	7,5	5,6	7,2	7,0		6,3
Øvre Djuptjern						6,9	6,8		6,2
Sleppfisktjern							5,3		5,3
Langtjern									5,6
Rundtjern				6,8					
Grådalsbekken		6,2	5,8	6,5	6,1	5,4	6,4	6,3	
Flensjøen		5,5						6,3	

Tabell E. Kjemedata fra Flensjøen tatt i forbindelse med DVF's og NINA's prøvafiskeundersøkelser.

Flensjøen		1978	1982										1992
		18/8	24/1	14/2	14/3	12/4	15/5	18/7	16/8	16/10	14/11		
pH		5,53	5,54	5,47	5,40	5,57	5,42	5,63	5,65	5,66	5,61	5,7	
Ledn.evne	mS/m	0,74											
NO <sub>3</sub>	µg/l	10										20	
SO <sub>4</sub>	mg/l	1,6										1,45	
Cl	mg/l	0,4										0,63	
Na	mg/l	0,60										0,56	
K	mg/l	0,23										0,22	
Ca	mg/l	0,42	0,60	0,57	0,55	0,57	0,54	-	0,51	0,54	0,43	0,43	
Mg	mg/l	0,15	0,14	0,15	0,14	0,16	0,14	-	0,14	0,13	0,14	0,11	
Al	µg/l	50	63	55	51	52	58	-	-	30	63	15	
Cu	µg/l	3,5											
Zn	µg/l	10,0											
Cd	µg/l	0,1											
Pb	µg/l	1,0											
Farge	mgPt/l	31											
Turb.	FTU	0,7											
TOC	mg/l											2,65	
ANC	mmol/l											0,012	
Alk.	mmol/l											0,003	

## Tilløpsbekker

1992	pH	Alk.	ANC	Ca	Mg	Na	K	SO <sub>4</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>	Al	TOC
		mmol/l	mmol/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Ytre Kampbekken	5,14	0	0	0,35	0,08	0,56	0,19	1,46	0,67	19	11	4,09
Kampbekken	4,95	0	-2	0,25	0,06	0,54	0,14	1,30	0,65	14	20	3,84
Nordvikbekken	4,82	0	0	0,61	0,19	0,87	0,31	2,24	1,27	11	3	9,12
Steinfjellbekken	5,34	0,001	16	0,72	0,13	0,71	0,18	1,81	0,99	<7	3	6,11

Tabell F. pH-målinger i Flensjøvassdraget i forbindelse med prosjektet "Sur nedbørs virkning på skog og fisk".

Tidspunkt	Sommer 1969	Høst 1978	Vinter 1979	Vår 1979
Lokalitet				
Flensjøen	-	5,41	5,55	5,82
Kamptjønnan	-	5,00		
Tjøenner i Steinfjellet:				
Sleppfisktjønn	5,20		5,18	5,46
Flåtjønn	5,65		5,70	5,52
Finntomastjønn	5,60		5,70	6,08
Stortjønn	5,75		5,62	5,80

Tabell G. Kjemidata fra Flensjøvassdraget våren 1995, analysert av Gunnar Borgos ved Røros Videregående skole.

Parameter	Ledningsevne	pH	alkalitet	Ca
Lokalitet	mS/cm		mmol/l	mg/l
Flensjøen	10,8	4,47	0	0,64
Flåtjønn	19,5	4,88	0,038	1,64
"Stenfjellet"	18,8	5,22	0,064	1,57

Snøprøver	Ledningsevne mS/cm	pH
S-1	125	3,46
S-2	70,0	3,80

S-1: Snøprøve fra toppen av snøen

S-2: Snøprøve fra 20cm fra bunnen

Tabell H. Kjemiske måleresultater fra Flensjøen og Nedre Kamptjønnan i 1996. Undersøkelsen er utført av Røros kommune.

Lokalitet	april/mai			juli/august			oktober		
	pH	alk.	KMnO <sub>4</sub>	pH	alk.	KMnO <sub>4</sub>	pH	alk.	KMnO <sub>4</sub>
		mmol/l	O/l		mmol/l	O/l		mmol/l	O/l
Flensjøen	5,6	0,046	3	5,7	0,040	3	5,6	0,040	2
Nedre Kamptjønnan	5,2	0,056	94	5,2	0,030	5	5,2	0,028	4

Tabell I. pH-målinger i Flensjøen i perioden 1978 - 1999.

1978	august	5,53 - 5,68
1979	januar - november	5,55 - 5,82
1982	januar - november	5,40 - 5,66
1983	juli	5,50
1987	august	5,80
1988	sommer	5,40
1990	sommer	6,30
1992	august	5,68
1993	sommer	5,8
1995	mars	4,47
1995	sommer	5,80
1996	april - oktober	5,60 - 5,70
1998	september	5,70
1999	september	5,76

- VEDLEGG E -

**Vurderingsgrunnlag for krepsdyrplanktonforekomst.**

Tabell B. Middelbiomasse av krepsdyrplankton i vegetasjonsperioden (mai/juni – oktober) i noen oligotrofe og oligomesotrofe innsjøer i østlandsområdet. Store innsjøer er markert med utheving. Materialet er fra NIVA-undersøkelser.

	gram (T.W.)/m <sup>2</sup>	Årsproduksjon
<b>Einavann</b>	<b>1,6 – 2,5</b>	
<b>Mjøsa</b>	<b>0,9 – 1,9</b>	<b>20 gram (T.W.)/m<sup>2</sup> P/B=6-7</b>
<b>Randsfjorden</b>	<b>0,3 – 1,0</b>	
Strondafjorden	0,6 – 0,9	
<b>Osensjøen</b>	<b>1,0</b>	<b>5,2 gram (T.W.)/m<sup>2</sup> P/B=5-6</b>
<b>Storsjøen i Odal</b>	<b>0,8</b>	
<b>Hurdalssjøen</b>	<b>0,8</b>	
<b>Storsjøen i Rendalen</b>	<b>0,6 – 0,9</b>	
Vågåvatn	0,3	
Losna	0,2 – 0,3	
<b>Femunden</b>	<b>0,5</b>	
Synnfjorden	0,9	
Hedalsfjorden	0,7	
Heggefjorden	1,0	
Volbufjorden	1,6	
Sæbufjorden	1,8	
<b>Engeren</b>	<b>0,2</b>	
Vangsmjøsa	0,6	
<b>Sperillen</b>	<b>0,3 – 0,5</b>	
Slidrefjorden	0,6 – 0,8	
Næra	0,7	

VARIASJONSBREDDE: 0,2 – 2,5 gram (T.W.)/m<sup>2</sup>

MIDDELVERDI: 0,9 gram (T.W.)/m<sup>2</sup>

Vurderingsgrunnlag for krepsdyrplanktonbiomasse. Vurderingen er basert på beregnet middelbiomasse (gram tørrvekt (T.W.)/m<sup>2</sup>) i vegetasjonsperioden (mai/juni – oktober) og bygger på foreliggende resultater fra innsjøer i østlandsområdet. Videre at tørrvekten utgjør 10% av våtvekten (W.W.).

Svært høy	> 2,00	gram (T.W.)/m <sup>2</sup>	> 20,0	gram (W.W.)/m <sup>2</sup>
Høy	1,01 – 2,00	gram (T.W.)/m <sup>2</sup>	10,1 – 20,0	gram (W.W.)/m <sup>2</sup>
Middels	0,51 – 1,00	gram (T.W.)/m <sup>2</sup>	5,10 – 10,0	gram (W.W.)/m <sup>2</sup>
Lav	0,26 – 0,50	gram (T.W.)/m <sup>2</sup>	2,60 – 5,00	gram (W.W.)/m <sup>2</sup>
Svært lav	< 0,25	gram (T.W.)/m <sup>2</sup>	< 2,50	gram (W.W.)/m <sup>2</sup>

- VEDLEGG F -

**Klassifisering av surhetsgrad og vurdering av forsuring basert på forekomst av krepsdyreplankton, bunndyr og fisk.**

Tabell. Forsuringstoleranse for vanlig forekommende krepsdyreplankton i Østlandsområdet basert på laveste kjente pH område/nivå der arter er observert.

..... markerer at arten har større toleranseområde i humusrike vannforekomster. De forekommer da som regel med mindet individantall.

Arter som er aktuelle for Flensjøen er markert (•).

pH		5,5	5,0	4,5	4,0	3,5
Surhetsklasser		KI 1	KI 2	KI 3	KI 4	
Meget forsuringfølsomme arter	<i>Vannlopper</i>					
	<i>Daphnia cucullata</i>	—————	.....			
	<i>Daphnia longiremis</i>	—————	.....			
	<i>Leptodora kindti</i>	—————	.....			
Moderat forsuringfølsomme arter	<i>Hoppekreps</i>					
	<i>Heterocope appendiculata</i>	—————	.....			
	<i>Acathodiatomus denticornis</i>	—————	.....			
	<i>Vannlopper</i>					
	<i>Limnospida frontosa</i>	—————	.....			
	<i>Daphnia cristata</i>	—————	.....			
	• <i>Daphnia longispina</i>	—————	.....			
<i>Daphnia galeata</i>	—————	.....				
Litt forsuringfølsomme arter	<i>Hoppekreps</i>					
	<i>Eudiatomus gracilis</i>	—————	.....			
	• <i>Mixodiatomus laciniatus</i>	—————	.....			
	• <i>Cyclops scutifer</i>	—————	.....			
	<i>Mesocyclops leuckarti</i>	—————	.....			
	<i>Thermocyclops oithonoides</i>	—————	.....			
	<i>Vannlopper</i>					
	<i>Bosmina longirostris</i>	—————	.....			
	<i>Polyphemus pediculus</i>	—————	.....			
	• <i>Bythotrephes longimanus</i>	—————	.....			
Forsuringstolerante arter	<i>Hoppekreps</i>					
	• <i>Heterocope saliens</i>	—————	.....			
	<i>Vannlopper</i>					
	<i>Diaphanosoma brachyutum</i>	—————	.....			
	• <i>Holopedium gibberum</i>	—————	.....			
	<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	—————	.....			
	<i>Bosmina longispina</i>	—————	.....			
<i>Chydorus sphaericus</i>	—————	.....				

Obs! Klassifiseringssystemet viser bare de enkelte arters forsuringstoleranse og systemet må ikke brukes som pH-måler da det kan være andre faktorer enn pH som bestemmer om en art er tilstede eller ikke.





## Døgnfluer

Forsuringstoleranse for døgnfluer (Ephemeroptera) i humusrike vassdrag basert på laveste kjente pH område/nivå der arten er observert. Vanlig forekommende arter i østlandsområdet er markert (•). Arter som i hovedsak lever i innsjøer er markert med kursiv.

pH	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5
Surhetsklasser	KI 1	KI 2	KI 3	KI 4	
<b>Meget forsuringfølsomme arter</b> • <i>Caenis luctuosa</i> <i>Baetis digitatus</i> <i>Baetis macani</i> • <i>Caenis rivolorum</i> <i>Ephemera danica</i> <i>Heptagenia joernensis</i> <i>Metretopus borealis</i> <i>Paraleptophlebia standii</i> <i>Procloeon bifidum</i>	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____				
<b>Moderat forsuringfølsomme arter</b> • <i>Baetis muticus</i> <i>Baetis vernus</i> • <i>Caenis horaria</i> <i>Ephemera vulgata</i> • <i>Ephemerella ignita</i> <i>Baetis fuscatus/scambus</i> <i>Parameletus chelifer</i> • <i>Siphonurus alternatus</i> <i>Siphonurus aestivalis</i> • <i>Ephemerella aurivillii</i> <i>Ephemerella mucronata</i> <i>Heptagenia dalecarlica</i>	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____				
<b>Litt forsuringfølsomme arter</b> • <i>Centroptilum luteolum</i> • <i>Cloeon dipterum/inscriptum</i> <i>Cloeon simile</i> • <i>Baetis niger</i> <i>Ameletus inopinatus</i> • <i>Baetis rhodani</i> • <i>Heptagenia sulphurea</i> <i>Siphonurus lacustris</i>	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____				
<b>Forsuringstolerante arter</b> <i>Arthroplea congener</i> • <i>Heptagenia fuscogrisea</i> <i>Leptophlebia marginata</i> • <i>Leptophlebia vespertina</i>	_____ _____ _____ _____				





## Steinfluer

Forsuringstoleranse for steinfluer (Plecoptera) i humusrike vassdrag basert på laveste kjente pH område/nivå der arten er observert. Vanlig forekommende arter i østlandsområdet er markert (•). Arter som i hovedsak lever i innsjøer er markert med kursiv.

pH		5,5	5,0	4,5	4,0	3,5
	Surhetsklasser	KI 1	KI 2	KI 3	KI 4	
	<b>Meget forsuringfølsomme arter</b>					
	<i>Dinocras cephalotes</i>	_____				
	<b>Moderat forsuringfølsomme arter</b>					
	<i>Capnia bifrons</i>	_____	_____			
	<i>Capnia pygmaea</i>	_____	_____			
	<i>Capnia atra</i>	_____	_____			
	<i>Capnopsis schilleri</i>	_____	_____			
	<i>Diura bicaudata</i>	_____	_____			
	<b>Litt forsuringfølsomme arter</b>					
	• <i>Siphonoperla burmeisteri</i>	_____	_____	_____		
	<i>Xanthoperla apicalis</i>	_____	_____	_____		
	<i>Perlodes dispar</i>	_____	_____	_____		
	• <i>Amphinemura borealis</i>	_____	_____	_____		
	• <i>Diura nanseni</i>	_____	_____	_____		
	• <i>Nemoura avicularis</i>	_____	_____	_____		
	<b>Forsuringstolerante arter</b>					
	<i>Isoperla obscura</i>	_____	_____	_____	_____	
	• <i>Leuctra fusca</i>	_____	_____	_____	_____	
	• <i>Isoperla difformis</i>	_____	_____	_____	_____	
	• <i>Isoperla grammatica</i>	_____	_____	_____	_____	
	<i>Leuctra digitata</i>	_____	_____	_____	_____	
	• <i>Amphinemura sulcicollis</i>	_____	_____	_____	_____	
	<i>Amphinemura standfussi</i>	_____	_____	_____	_____	
	• <i>Brachyptera risi</i>	_____	_____	_____	_____	
	• <i>Leuctra hippopus</i>	_____	_____	_____	_____	
	<i>Leuctra nigra</i>	_____	_____	_____	_____	
	• <i>Protonemura meyeri</i>	_____	_____	_____	_____	
	<i>Nemurella pictetii</i>	_____	_____	_____	_____	
	• <i>Nemoura cinerea</i>	_____	_____	_____	_____	
	• <i>Taeniopteryx nebulosa</i>	_____	_____	_____	_____	



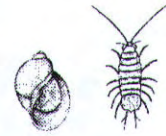


## Vårfluer

Forsuringstoleranse for vårfluer (Trichoptera) i humusrike vassdrag basert på laveste kjente pH område/nivå der arten er observert. Vanlig forekommende arter i østlandsområdet er markert (•). Arter som i hovedsak lever i innsjøer er markert med kursiv.

pH		5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	
	Surhetsklasser	KI 1	KI 2	KI 3	KI 4		
Meget forsuringfølsomme arter	• Ceraclea annulicornis						
	Cheumatopsyche lepida						
	Chimarra marginata						
	Wormaldia subnigra						
Moderat forsuringfølsomme arter	• Hydroptila spp.						
	Ithytrichia spp.						
	• Lepidostoma hirtum						
	• Athripsodes cinereus						
	• Agapetus ochripes						
	• Mystacides azurea						
	• Ceratopsyche silfvenii						
	• Oecetis testacea						
	Trianodes bicolor						
Litt forsuringfølsomme arter	Rhyacophila fasciata						
	Micrasema setiferum						
	<i>Tinodes waeneri</i>						
	Goera pillosa						
	Molanna angustata						
	Molannodes tinctus						
	<i>Mystacides longicornis/nigra</i>						
	• Oxyethira spp.						
	• Hydropsyche pellucidula						
	• Sericostoma personatum						
	• Silo pallipes						
	Forsuringstolerante arter	• Hydropsyche angustipennis					
		<i>Nemotaulius punctatolineatus</i>					
• Polycentropus irroratus							
<i>Athripsodes aterrimus</i>							
<i>Holocentropus dubius</i>							
• Polycentropus flavomaculatus							
• Neureclipsis bimaculata							
• Hydropsyche siltalai							
<i>Cyrmus flavidus</i>							
<i>Cyrmus insolutus</i>							
<i>Cyrmus trimaculatus</i>							
Glyptotelius pellucidus							
• Plectrocnemia conspersa							
• Rhyacophila nubila							





## Støttegrupper

Forsuringstoleranse for støttegrupper som igler (Hirudinea), krepsdyr (Crustacea), biller (Coleoptera), tovinger (Diptera), snegler (Gastropoda) og muslinger (Lamellibranchiata) i humusrike vassdrag basert på laveste kjente pH der arten er observert. Vanlig forekommende arter i østlandsområdet er markert med (•). Arter som i hovedsak lever i innsjøer er markert med kursiv.

pH		5,5	5,0	4,5	4,0	3,5
	Surhetsklasser	KI 1	KI 2	KI 3	KI 4	
Meget forsuringfølsomme arter	Krepsdyr: <i>Gammarus lacustris</i>	—				
	Igler: <i>Hemiclipsis marginata</i>	—				
	Snegler: <i>Bathyomphalus contortus</i> <i>Galba truneatula</i>	—				
		—				
Moderat forsuringfølsomme arter	Muslinger: <i>Margarita margaritifera</i> (Elvaperlemussling)	—				
	Snegler: <i>Ancylus fluviatilis</i> <i>Physa fontinalis</i> • <i>Radix peregra/ovata</i> • <i>Gyraulus acronicus</i> <i>Gyraulus albus</i>	—				
		—				
		—				
		—				
		—				
	Krepsdyr: <i>Astacus astacus</i> (krepes)	—				
	Tovinger: • <i>Dixa</i> spp.	—				
	Igler: <i>Erpobdella testacea</i> • <i>Helobdella stagnalis</i> • <i>Glossiphonia complanata</i>	—				
		—				
—						
Litt forsuringfølsomme arter	Muslinger: <i>Sphaerium corneum</i>	—				
	Biller: • <i>Limnius volckmari</i> • <i>Elmis aena</i>	—				
		—				
	Igler: <i>Haemopsis sanguisuga</i> • <i>Erpobdella octoculata</i>	—				
—						
Forsuringstolerante arter	Muslinger: • <i>Pisidium</i> spp.	—				
	Krepsdyr: <i>Asellus aquaticus</i> • <i>Eurycerus lamellatus</i>	—				
		—				
	Tovinger: • <i>Dicranota</i> spp.	—				



Tabell. Forsuringstoleranse <sup>1)</sup> for fisk basert på laveste kjente pH område/nivå der arter kan forplante seg på naturlig måte. Arter som er aktuelle for Flensjøen er markert (•).

— = Normal forplantning      ..... = Problem med forplantning

pH		7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0
	Surhetsklasser	K1 1			K1 2	K1 3	K1 4	
Meget forsuringfølsomme arter	Mort	—	.....					
	Laks	—	.....					
	Regnbueørret	—	.....					
	Stingsild	—	.....					
	Sørv	—	.....					
Moderat forsuringfølsomme arter	Brasme	—	.....					
	Kreps	—	.....					
	Harr	—	.....					
	• Røye	—	.....					
	Lagesild	—	.....					
	Sik	—	.....					
	Lake	—	.....					
	Karuss	—	.....					
	Bekkenøyve	—	.....					
	Ørekyte	—	.....					
Litt forsuringfølsomme arter	Bekkerøyve	—	.....					
	Steinulke	—	.....					
	Hork	—	.....					
	• Ørret	—	.....					
	Abbor	—	.....					
	Gjedde	—	.....					
	Ål (forekomst)	—	.....					
Forsuringstolerante arter	Ingen							

- 1) Kombinasjon av lav pH og høye konsentrasjoner av enkelte aluminiumforbindelser er som regel hovedårsaken til at fisk får forplantningsproblemer. Da pH i stor grad styrer forekomsten av disse aluminiumforbindelser er pH valgt som hovedparameter.

Obs! Klassifiseringssystemet viser bare de enkelte arters forsuringstoleranse og systemet må ikke brukes som pH-måler da det kan være andre faktorer enn pH som bestemmer om en art er tilstede eller ikke.