

Rapport nr. 4/92

Vannkvalitetsundersøkelse i Hedmark fylke

En regional undersøkelse av 220 innsjøer høsten 1988

av Sigurd Rognerud

**NB: Dette er et skannet og OCR-behandlet dokument.
Teksten er derfor ikke korrekturlest og rettet.
Det er bildet av teksten som er korrekt, ikke den kopierbare
teksten.**



FYLKESMANNEN I HEDMARK

HEDMARK FYLKESHUS - 2300 HAMAR
TELEFON (065) 14 400 - TELEX 21 623 - TELEFAX (065) 14 557

Rapport

Tittel: Vannkvalitetsundersøkelse i Hedmark En regional undersøkelse av 220 innsjøer høsten 1988	Rapport nr.: 4/92
	Dato: 14.12.92

Forfatter(e): Sigurd Rognerud	Antall sider: 30 + vedlegg
Prosjektansvarlig: Are Mobæk	ISSN-nr: ISSN 0802-7013
Finansiering: Fylkesmannen i Hedmark, Miljøvernavdelingen	ISBN-nr: ISBN 82-7555-020-3

Sammendrag:

Den foreliggende rapporten er en gjennomgang av resultatene fra en vannkvalitetsundersøkelse som ble gjennomført i Hedmark høsten 1988 og som omfattet 220 innsjølokaliteter spredt over hele fylket. Hensikten med undersøkelsen har blant annet vært å skaffe en basis for oppfølgende overvåking av vannkvalitetsutviklingen i fylket over tid. De kjemiske analysene er utført ved NINAs kjemilaboratorium i Trondheim, mens analyseresultatene er vurdert og sammenstilt av NIVAs Østlandsavdeling. Resultatene viser at Hedmark fylke har store forurensningsfølsomme områder, særlig i de midtre og sørøstlige delene. Mjøsområdet og områdene i de norlige delene av Østerdalen er mindre utsatt. Undersøkelsen forutsettes fulgt opp med jevne mellomrom.

4 emneord:

Vannkvalitet, overvåking, miljøvern, Hedmark

Referanse:

Rognerud S., 1992. Vannkvalitetsundersøkelse i Hedmark. En regional undersøkelse av 220 innsjøer høsten 1988. Fylkesmannen i Hedmark, Miljøvernavdelingen, rapport 4/92, 30 sider + vedlegg

Forord

Det gjennomførte prosjektet er i sin helhet finansiert av fylkesmannens miljøvernavdeling. Den økonomiske rammen har vært kr. 180.000, og størstedelen av dette beløpet er brukt til å finansiere datainnsamling og analyser.

Are Mobæk ved miljøvernavdelingen har organisert undersøkelsen og skrevet innledningen til rapporten. Feltarbeidet er utført av Are Mobæk, Tore Qvenild, Thor A. Nordhagen, Erling Maartmann og Ragnar Ødegaard alle miljøvernavdelingen. I tillegg deltok folk fra NIVAs Østlandsavdeling og Folldal Fjellstyre.

Ragnhild Skogsrud har beregnet arealet av nedbørfeltene, innsjøoverflatene og skog/myr/vann-andelen av nedbørfeltene.

De kjemiske analysene er utført ved NINAs kjemilaboratorium i Trondheim under ledelse av Inggard Blakar og Syverin Lierhagen.

Ole Nashoug har bidratt med geologisk lokalkunnskap og Mette-Gun Nordheim (NIVA) har gjort databehandlingen og figurframstillingene. Sigurd Rognerud (NIVA) har redigert rapporten og skrevet de faglige vurderingene.

Hamar, desember 1992



Olav Høiås
fylkesmiljøvern sjef



Sigurd Rognerud
forsker - NIVA

Vannkvalitetsundersøkelse

i

Hedmark fylke

En regional undersøkelse av 220 innsjøer høsten 1988.

Saksbeh. og redaktør: Sigurd Rognerud (NIVA)

Medarbeidere: Are Mobæk (MH)
Tore Qvenild (MH)
Thor A. Nordhagen (MH)
Erling Maartman (MH)
Ragnar Ødegard (MH)
Ragnhild Skogsrud (MH)
Ole Nashoug
Mette-Gun Nordheim (NIVA)
Inggard A. Blakar (NINA)
Syverin Lierhagen (NINA)
Folldal Fjellstyre

MH = Miljøvernadv., Hedmark

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning.....	1
2.	Metoder	2
2.1	Valg av innsjøer og prøvetakningstidspunkt.....	2
2.2	Prøveinnsamling	3
2.3	Kjemiske analyser	4
3.	Viktige naturgitte forhold som endrer vannkvaliteten fra nedbør til innsjø.....	5
4.	Resultater	12
4.1	Generelt.....	12
4.2	Natrium og klorid.....	13
4.3	Kalsium, magnesium og kalium.....	16
4.4	Sulfat.....	16
4.5	Nitrat	18
4.6	Surhetsgrad (pH), humus og aluminium	19
5.	Sluttkommentar og forslag til oppfølging	27
6.	Litteraturliste.....	29
7.	Vedlegg primærdata.....	30

1. Innledning

Hensikten med denne innsjøundersøkelsen var bl.a. å øke miljøvernmyndighetenes generelle kunnskap om naturforholdene i Hedmark fylke. Dernest å skaffe basis for en fremtidig overvåkning av utviklingen i innsjøenes vannkvalitet.

Miljøvernavdelingen har gjennom lengre tid følt behov for å framskaffe en mer systematisk oversikt over vannkvaliteten i ulike deler av fylket. Det har riktignok tidligere i andre sammenhenger vært gjennomført tildels omfattende studier av vannkvalitet og vannforekomster på en lang rekke enkeltlokaliteter. Felles for disse undersøkelsene er at de ofte har vært lokalisert til områder med lokale forurensninger. Slike undersøkelser har følgelig for en stor del vært konsentrert til områder med stor menneskelig aktivitet, det vil si til hoveddalførene, Mjøsområdet og sørfylket. Kunnskapen om vannkvaliteten i de mer perifere delene av Hedmark har derfor vært mangelfull.

For å bøte på dette satte miljøvernavdelingen våren 1988 i gang planlegging av en fylkesdekkende vannkjemisk innsjøundersøkelse blant annet for å skape grunnlag for en fremtidig overvåking av virkninger fra langtransporterte luftforurensninger på vannkjemiske forhold. Hedmark inngår riktignok i sentrale myndigheters landsdekkende overvåkningsprogrammer blant annet i tilknytning til SFT's 1000-sjøersundersøkelse og oppfølgingen av denne, (Henriksen et al.1989), men programmer av denne type begrenser seg bare til et fåtalls lokaliteter. Det synes derfor på lokalt nivå å være behov for større, geografisk spredning blant annet i forbindelse med utarbeidelse av lokale kalkingsplaner og fiskekultiveringstiltak forøvrig.

For å få gjennomført undersøkelsen innledet miljøvernavdelingen et samarbeid med NIVA's Østlandsavdeling blant annet for å nyte godt av den erfaringen denne institusjonen har fra gjennomføring av tilsvarende undersøkelser. Videre ble det inngått en samarbeidsavtale med Vannlaboratoriet ved Direktoratet for naturforvaltning i Trondheim (senere NINA) for vannanalyser.

Det viktigste som skiller innsjøundersøkelsen i 1988 fra tidligere vannkvalitetsundersøkelser i Hedmark er det store antall undersøkte enkeltlokaliteter, videre at prøveinnsamling og analyse skjedde over den samme og en relativt sett svært kort tidsperiode og til slutt at alle analyser er utført ved det samme laboratoriet.

2. Metoder

2.1 Valg av innsjøer og prøvetakingstidspunkt

Ved oppstartingen av prosjektet tok en sikte på å få undersøkt 100-200 innsjølokalteter. Det endelige antall ble 220 fordelt på de ulike kommunene slik som vist i fig.1.

Et av de viktigste kriteriene for valg av lokaliteter var at en ønsket å oppnå størst mulig spredning og dermed best mulig geografisk dekning innen fylket. Videre prøvde en også å velge ut lokaliteter som synes å være representative for større områder.

Et annet kriterium var at en i utgangspunktet helst ville velge forholdsvis store vannforekomster med fullsirkulasjon av vannmassene vår og høst. Dette for å oppnå mest mulig representative vannprøver som sammenligningsgrunnlag for senere, oppfølgende undersøkelser. Kravet om størrelse og fullsirkulasjon måtte en imidlertid fravike i flere tilfeller av hensyn til å oppnå god geografisk dekning.

Videre ønsket en å ta med flest mulig innsjøer fra områder som er vernet i medhold av naturvernloven og fra vassdrag som er varig vernet mot vannkraftutbygging. Dette for å skaffe ny kunnskap på et fagfelt som generelt er dårlig dekket i verneområdene.

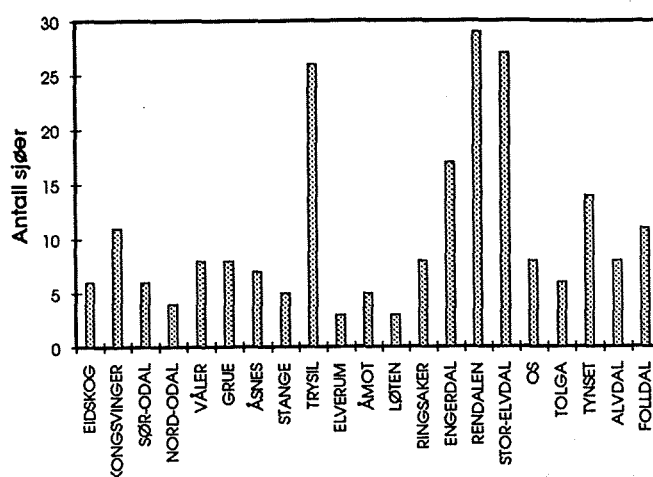


Fig.1 Kommunevis fordeling av de 220 undersøkte innsjøene.

En tok også hensyn til hvilke lokaliteter som tidligere er undersøkt i tilknytning til SFT's 1000-sjøers undersøkelse. For det første ønsket en å oppnå en viss sammenlignende overlapping, men hovedhensikten var å få god dekning fra områder som ikke er belyst gjennom SFT's undersøkelse. 1000-sjøers undersøkelsen var i hovedsak konsentrert til områder som er særlig utsatt i forsureingssammenheng, mens innsjøundersøkelsen 1988 skulle gi størst mulig geografisk dekning uavhengig av geologiske forhold m.v.

Prøvene ble samlet inn ved høstsirkulasjonen i midten av oktober 1988 da dette tidspunktet har vist seg å gi representative verdier for innsjøen på årsbasis (se Henriksen et al.1987).

2.2 Prøveinnsamling

Prøveinnsamlingen ble gjennomført i henhold til Norsk Standard som blant annet er beskrevet i SFT's oppslagsbok for vannkvalitetskriterier for ferskvann (SFT' 1988).

Ved prøveinnsamlingen fra de mest utilgjengelige lokalitetene ble det benyttet helikopter - en Hughes 300 fra firmaet Fjellfly. Denne helikoptertypen viste seg å være svært hensiktsmessig for denne typen oppdrag. En del av prøveinnsamlingen ble også utført via bil og befaringer til fots.

Ved prøveinnsamling fra helikopter ble det benyttet en Ruttner vannhenter som ble senket ned mens helikopteret svedde over innsjøen. Prøven ble fortrinnsvis tatt mest mulig midt i innsjøen slik at den skulle være mest mulig upåvirket av strandsonen. I enkelte tilfeller var det imidlertid behov for å gå ned og ta vannprøven i utløpet da vannforekomsten ellers allerede var tilfrosset. Vannprøver som ble tatt fra land ble alle tatt fra utløpsbekken. Prøveinnsamlingen foregikk i løpet av perioden 12.-21. oktober 1988.

Prøveinnsamlingen ved hjelp av helikopter i fjellområdene ble en god del hemmet av værforholdene. Særlig var det vanskelig å arbeide under forhold med kombinasjon av tåke og sterk vind. Deler av prøveinnsamlingsrutene måtte derfor omarbeides underveis og helikopterbruken ble noe mindre effektiv enn opprinnelig planlagt blant annet med to dager værfasthet.

Tidsforbruket for prøveinnsamlingen ble følgelig totalt satt noe lengre enn forutsatt. Dette virket imidlertid sannsynligvis lite inn på prøvematerialet ettersom det så å si

ikke falt nedbør i løpet av den aktuelle perioden.

Etter innsamling ble vannprøvene umiddelbart satt på kjølelager og etter få dager sendt laboratoriet puljevis i isolerte kasser for analyse. Gjennomsnittlig var tidsforbruket mellom innsamling i felt til påbegynt analyse ikke mer enn to døgn. Alle primærdata er gitt bak i rapporten.

2.3 Kjemiske analyser.

Analysearbeidene ble i sin helhet foretatt av vannlaboratoriet ved Direktoratet for naturforvaltning i Trondheim (senere NINA).

Vannprøvenes pH og alkalitet ble undersøkt umiddelbart, mens analyser på de øvrige parametre ble foretatt i løpet av våren 1989. Metoder benyttet er gitt i tab.1.

Tab. 1. Analyseprogram og analysemetoder

Komponent	Enhet	Analysemetode
surhetsgrad	pH	Radiometer PHM62 med separat glass og calomelelektrode
alkalinitet	µekv./l	Titring med syre til pH = 4,5 ved hjelp av radiometer Titrator TTT80, ABU80 Autobyrette og PHM80 pH-meter. Alkaliteten er deretter bestemt etter Henriksen 1980.
konduktivitet	µS/cm	Målt med platinaelektrode koblet til et Philips PW 9501, v. 25 °C.
turbiditet	FTU	Målt nefelometrisk med et HACH Mod. 2100 Turbidimeter.
farge	mg Pt/l	Bestemt spektrofotometrisk på membranfiltrert vann (0,45 µm) med Shimadzu UV-160 v. 410 nm i en 5 cm gjennomstrømningskuvette. Fargeverdiene ble beregnet etter Hongve (1984).
kalsium	mg/l	Atomabsorpsjonsspektrofotometri, (Perkin-Elmer mod. 603)
magnesium (Mg)	mg/l	samme
natrium (Na)	mg/l	samme
kalium (K)	mg/l	samme
kalsium (Ca)	mg/l	samme
sulfat (SO ₄)	mg/l	Målt konduktivimetrisk etter ionebytting av prøvene etter en modifisert metode (Mackereth 1963) tilpasset FIA Star 5020 Analyser.
klorid (Cl)	mg/l	samme
nitrat (NO ₃ -N)	µg/l	Målt etter redusering til nitritt i en kadmiumkolonne (Blakar 1975) tilpasset FIA (Flow Injection Analyzer) Star 5020.
ammonium (NH ₄ -N)	µg/l	Målt etter Solorzano, 1969.
reaktivt aluminium (Ala)	µg/l	FIA
organisk aluminium (Alo)	µg/l	FIA

3. Viktige naturgitte forhold som endrer vannkvaliteten fra nedbør til innsjø.

For å diskutere vannkvaliteten i en innsjø, er det viktig å være klar over at det er innsjøen sammen med hele dens nedbørfelt som danner den funksjonelle enheten. De terrestriske og akvatiske deler av nedbørfeltet knyttes sammen ved den gravitasjonsbetingede transporten av ioner og materiale (uorganisk og organisk) fra land til innsjøen.

Kvaliteten på nedbørvannet og atmosfæriske tørravsetninger påvirker innsjøens vannkvalitet direkte gjennom avsetning på innsjøoverflaten og indirekte gjennom avrenning fra nedbørfeltet (fig.2). Nedbørens vannkvalitet med bl.a. analyser av surhetsgrad og innhold av forurende forbindelser undersøkes av NILU gjennom et nasjonalt overvåkingsprogram (SFT, 1989). Hedmark mottar betydelige mengder forurenset nedbør. Det er likevel en avtagende tendens fra syd mot nord for disse forbindelsene og påvirkningene i fylkets nordligste deler er relativt beskjeden (fig.3).

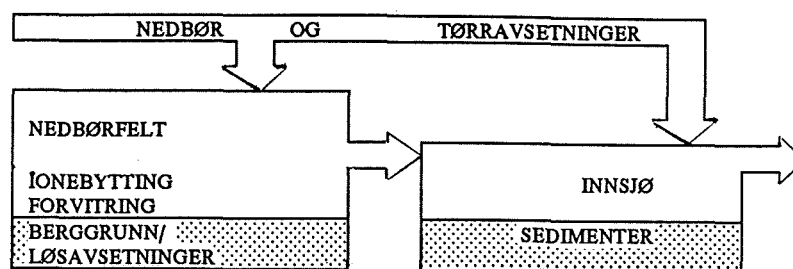


Fig.2 Skjematisk framstilling av tilførselskildene for vann og løste stoffer til en innsjø.

Nedbørvannet reagerer med de uorganiske og organiske deler av nedbørfeltet. Gjennom forvitring og andre kjemiske reaksjoner endres vannkvaliteten i avrenningsvannet generelt til en høyere saltkonsentrasjon. Hvor stor denne endringen skal bli, er avhengig av berggrunnsgeologien, mektighet og sammensetning av løsmassene, oppholdstid for vannet og karakteren av vegetasjonen. I fig.4 og 5 har vi vist en oversikt over berggrunnen (Sollid & Kristiansen 1983) og jordartsfordelingen (Thoresen 1990).

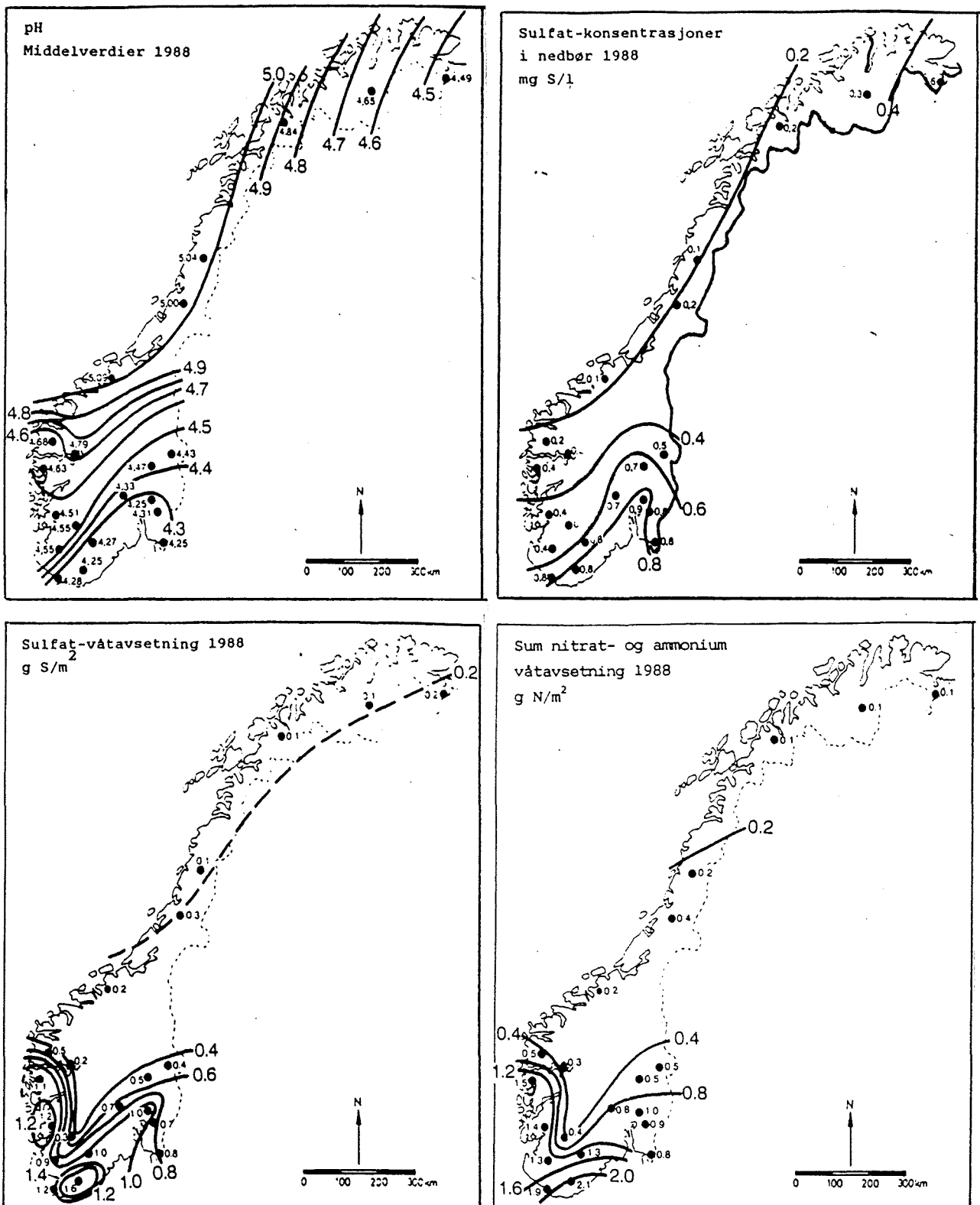


Fig.3 Årlige middelerverdier for pH og sulfatkonsentrasjoner samt våtavsetning av sulfat og nitrat + ammonium i 1988 (SFT 1989).

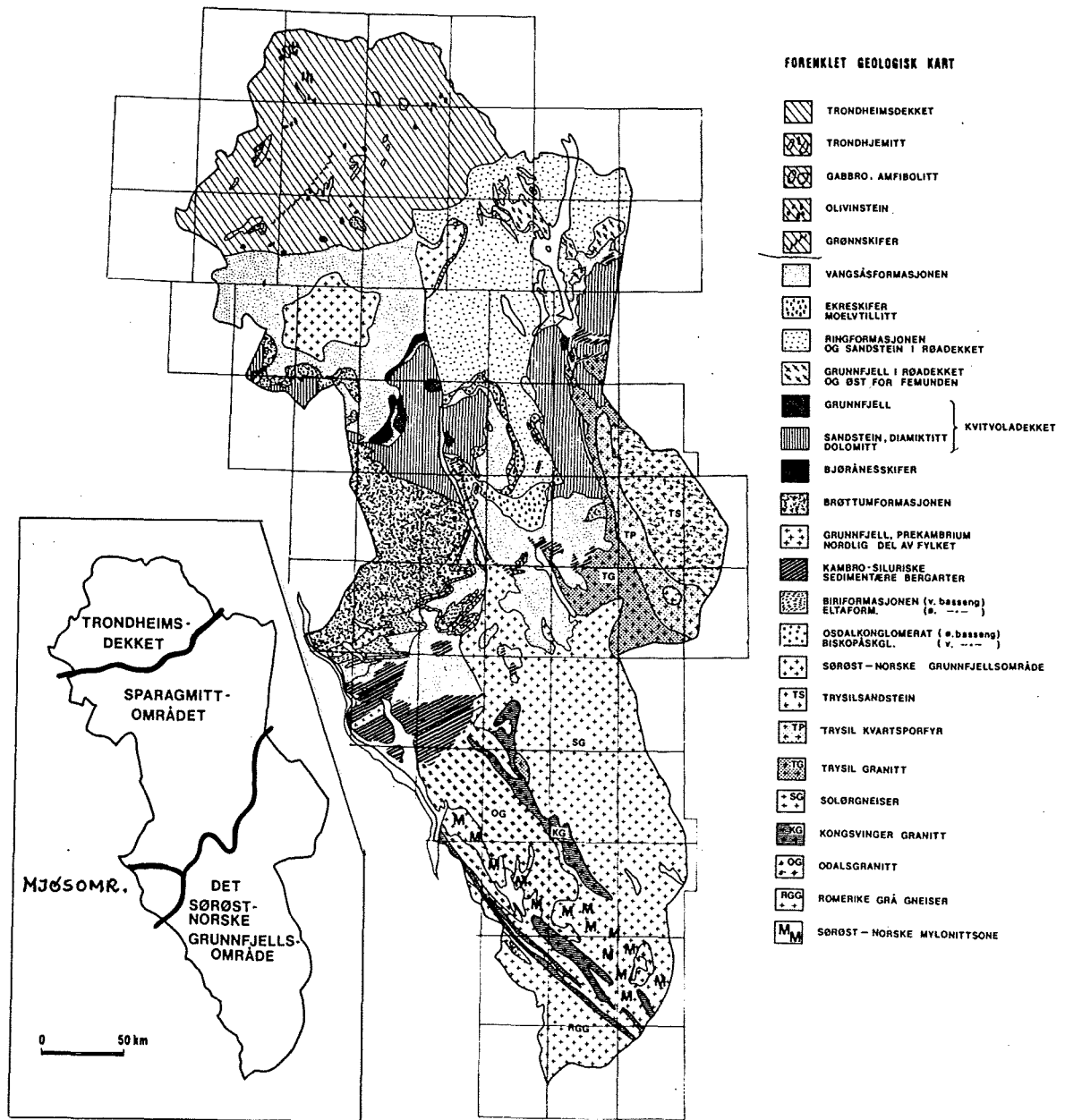
















Fig.4 Generalisert berggrunnskart over Hedmark fylke med inndeling av geologiske hovedområder (Sollid & Kristiansen 1983).

KVARTÆRGEOLOGISK KART OVER NORGE

Tema: Jordarter

TEGNFORKLARING Legend

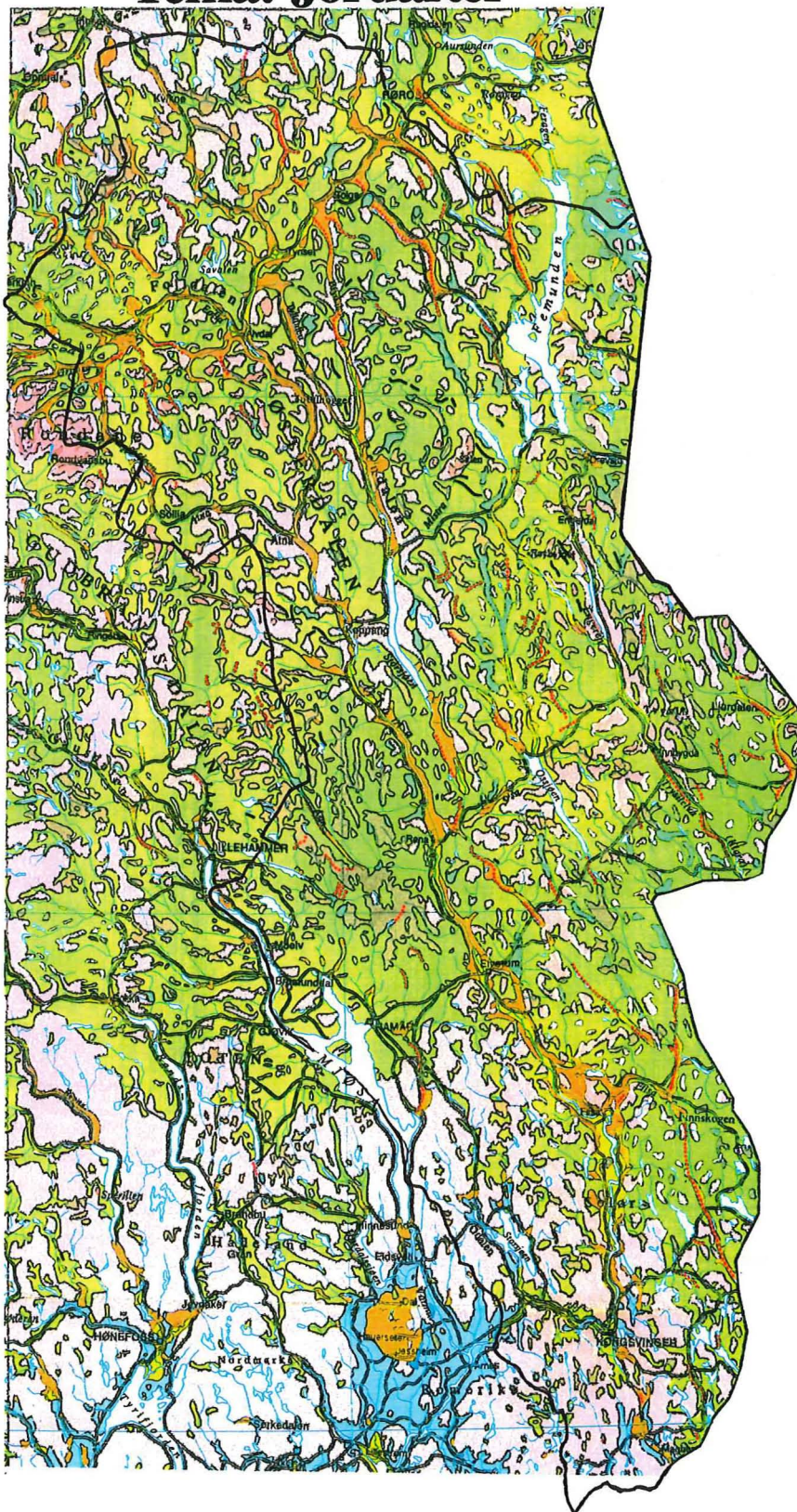
-  BART FJELL OG FJELL MED ET TYNT ELLER USAMMENHENGENDE LØSMASSEDEKKE
Bedrock and bedrock with a thin or discontinuous cover of surficial deposits
-  BLOKKHAV
Boulder field
-  MORENE
Till
-  MORENE MED UTPREGEDE EGENFORMER
Hummocky moraines
-  RANDMORENE/RANDMORENEBELTE
Marginal moraine/zone of marginal moraine
-  BREELV (GLASIFLUVIAL) OG/ELLER BRESJØ (GLASILAKUSTRIN) AVSETNING
Glaciofluvial and/or glaciolacustrine deposit
-  ESKER OG KAME
Esker and kame
-  ELVE- OG BEKKEAVSETNING (FLUVIAL AVSETNING)
Fluvial deposit
-  HAV- OG FJORDAVSETNING
Marine deposit
-  STRANDAVSETNING
Shore deposit
-  TORV OG MYR (ORGANISK MATERIALE)
Peat and bog (organic material)
-  SKREDMATERIALE (RASMATERIALE)
Rapid mass-movement deposit
-  VINDAVSETNING (EOLISK AVSETNING)
Eolian deposit
-  ISBRE
Glacier

Sammenstill ved Norges geologiske undersøkelse på grunnlag av kartmateriale i følge referanseliste som er ajour pr. 1.1. 1989. Referanselisten er trykt på baksiden av kartet. Arbeidet er utført av: Lars Harald Blikra, Tormod Henningsen, Erlend T.H. Lebesbye, Rune Lien og Morten K. Thorsen. Prosjektleder: Morten K. Thorsen.

Kartgrunnlag : Statens kartverks kart ifølge tillatelse
Reprografi : Norges geologiske undersøkelse

Referanse til kartet: Thorsen, M.K. -1990
Kvartærgeologisk kart over Norge. Tema: Jordarter. M 1:1 mill.
Norges geologiske undersøkelse.

Kartet inngår også i
NASJONALATLAS FOR NORGE
Hovedtema 2: Landformer, berggrunn og løsmasser
Kartblad 2.3.7. Jordarter



Målestokk (Scale) 1:1 mill.

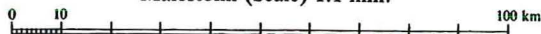


Fig.5 Jordartfordeling i Hedmark. Utsnitt fra kvartærgeologisk kart over Norge (Thorsen 1990).

I utgangspunktet er det karbonsyren (H_2CO_3) som driver forvittringsreaksjonene, men den økte surheten i nedbøren vil akselerere disse prosessene (Rosenqvist, 1977). Hedmark fylke mottar en nedbør som gjennomgående er surere enn pH 4,7 (fig.3). Det er derfor rimelig å anta at dette har ført til en økt forvitring i de mest utsatte områdene.

Den geokjemiske sammensetningen av berggrunn og løsmasser vil i høg grad være med på å påvirke konsentrasjonen av de ioner som løses ut som følge av forvitringen. Bergarter som inneholder kalkmineraler forbruker hydroniumioner og løser bl.a. ut kalsium, magnesium og bikarbonater (HCO_3^-) som er viktige for vannets evne til å motstå pH-endringer ved syreavsetninger. Forvitringen av silikatmineraler (unntatt kvarts) vil også forbruke hydroniumioner, men i langt mindre målestokk da de oftest er mer forvittrings-motstandige. Vi opplever derfor at i områder med bergarter som gneis og granitt skjer forvitringen av aluminium-silikat-mineralene såvidt seint at forvitringen (forbruk av hydroniumioner) og buffringen fra de små alkalitetsreservene ikke er nok til å motstå atmosfærens syreavsetninger. Ofte er også løsavsetningene sparsomme i slike områder og oppholdstiden på vannet i nedbørfeltet blir liten (små grunnvannsreserver). I slike tilfeller har vi det vi kaller forsuringfølsomme områder som kombinert med "sur nedbør" kan føre til betydelig forsuring av innsjøer. Silikatmineralenes forvitring fører også til dannelsen av aluminiumsforbindelser som er løselige i surt vann. Disse forbindelsene er ofte giftige ovenfor fisk når de overstiger ca 60 $\mu g/l$ og pH-verdiene er ca. 5. Sålenge nedbørfeltet inneholder kalkholdige mineraler, er det sjelden fare for forsuringseffekter i innsjøene. Hedmark fylke kan vi grovt sett dele i 4 geologiske hovedområder.

- Det sørøst-norske grunnfjellsområdet. Dette omfatter i hovedsak fylket syd for ei linje Stange - Rena - Osensjøen - Engerdal. Berggrunnen er relativt ensartet og består i hovedsak av gneis og granitt med enkelte lokale innslag av bl.a. gabbrobergarter. Gneis og granitt er forvittringsresistente og dette kombinert med begrensede løsavsetninger over den marine grense (220 m.o.h.) fører i hovedsak til relativt ionefattige vann i innsjøene. Dette gjelder spesielt områdene vest for Glåma (Fig.5). I områdene under den marine grense (store deler av dalførene langs Glåma, Odalen, Eidskog) blir vannkvaliteten preget av de store løsmassene og i mindre grad av den underliggende berggrunn. Det er imidlertid få innsjøer i materialet som ligger på disse avsetningene. I grunnfjellsområdet nord for Elverum - Lutnes er mektigheten og kvaliteten av løsmassene varierende (bl.a. innslag av kalk) noe som lokalt kan gi høyere saltinnhold i innsjøene.

- Sparagmittområdet som strekker seg fra "grunnfjellsområdet" og nord til Sølva-Glåma. Området har en varierende berggrunn, men det domineres av kvartsitt/kvartsskifer med innslag kalkskifer/kalkstein og fylitt. Dette kan skape klare lokale variasjoner i vannkvaliteten.
- Bergarter fra det såkalte Trondheimsdekket utgjør den nordligste delen (vest for Glåma) av fylket. Området har innslag av kvartsitt, fyllitt og gabbro samt betydelige bresjøsedimenter i dalførene. Dette fører generelt til en ionerikere vannkvalitet med bl.a. et høyere kalsiuminnhold i vannet.
- Kambro-silurske bergarter i "Mjøsområdet" omfatter deler av Stange, Hamar/Vang og Ringsaker. Disse bergartene forvitrer lett og inneholder mye kalk som generelt gir en ionerik vannkvalitet. Det er kun et par innsjøer som ligger i denne formasjonen.

Det er imidlertid ikke bare de uorganiske delene av nedbørfeltet som har betydning for vannkvaliteten. De organiske avsetningene slik som myr, humus- og vegetasjonsdekket er også viktig (Fig.6). I disse sjiktene skjer produksjon av bl.a. humussyrer som er med på å farge vannet brunt. Dessuten skjer det viktige kjemiske prosesser som kalles ionebyttereffekter dvs. at viktige ioner som f.eks. kalsium og magnesium kan byttes ut med bl.a. H^+ ioner som bidrar til en forsurening. Vegetasjonen tar også opp næringssalter og er derved med på å endre den kjemiske sammensetningen i avrenningsvannet.

Vi ser at de viktigste myr-områdene ligger i "Sparagmittområdet", men at grunnfjellsområdet også har betydelig innslag av skog/myr som gir humusrik avrenning. Myrarealene på Trondheimsdekket har en litt annen karakter som blant annet betinger en mindre produksjon av humussyrer.

Med denne generelle basiskunnskap vil en i det følgende drøfte resultatene av vannkvalitets-undersøkelsen.

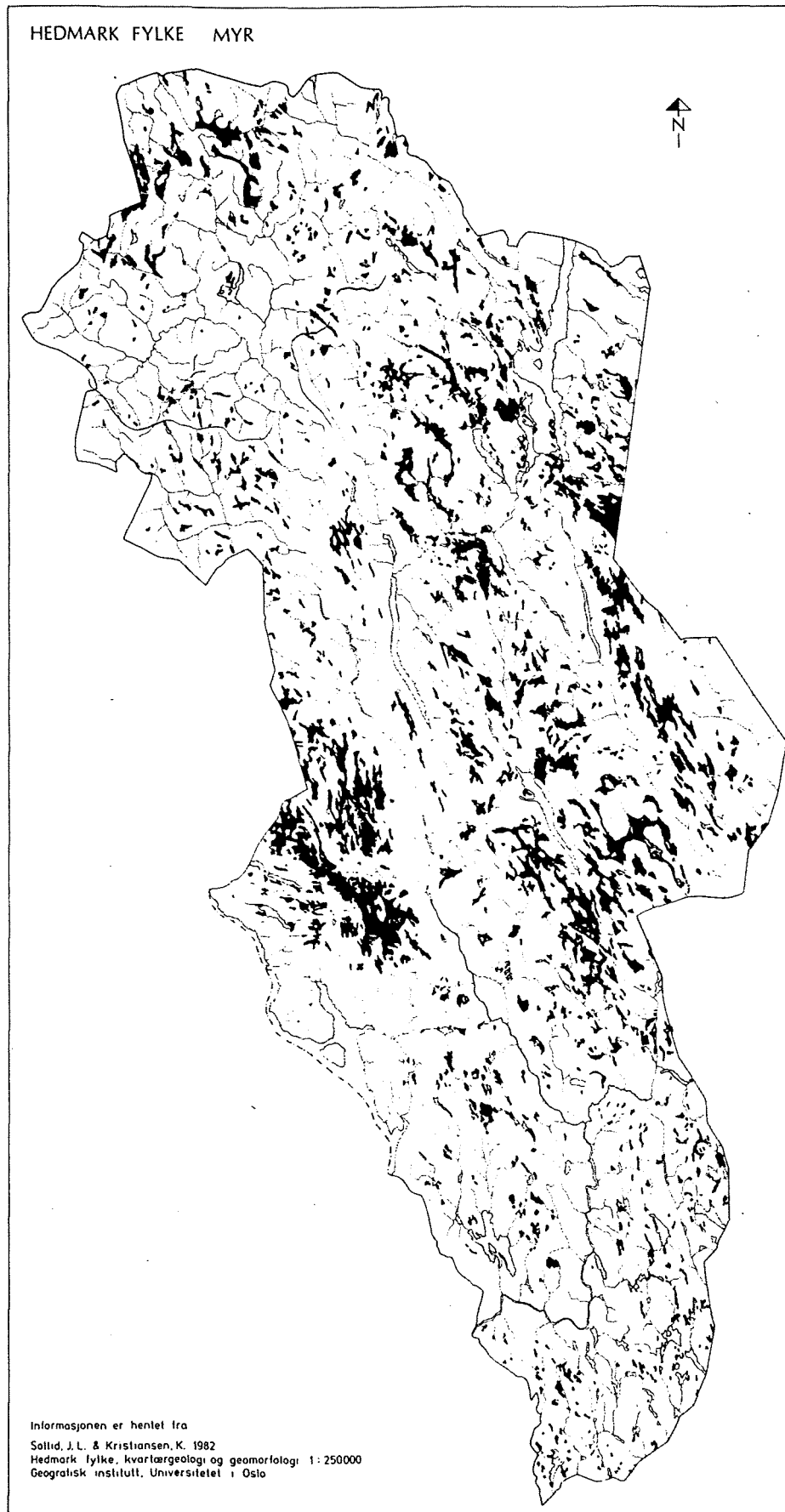


Fig.6 Myrdekte områder generalisert fra NGU's kartserie M 711 (hentet fra Sollid & Kristiansen 1983).

4. Resultater

Vi har valgt å fremstille resultatene som kommunevise middelveier og de totale variasjonsbredder (maks, min). Atypiske innsjøer som Vålertjernet (Stange) og Nygruvesjøen (Folldal) er utelatt. Fremstillingen starter i syd og ender opp med de nordligste kommunene. På denne måten vil en få inntrykk av variasjonen i en syd/nord gradient for de viktigste analysene. I tillegg til dette har vi sett på sammenhengen mellom en del ulike kjemiske forbindelser for å forsøke å gi noen generelle forklaringer på den regionale fordelingen.

4.1. Generelt

Vannkjemien i innsjøene vil i hovedsak være preget av nedbørfeltets egenskaper, men også innsjøens dybdeforhold, vannutskifting etc. har betydning. Det kanskje mest interessante forhold er at vannkvaliteten gjenspeiler nedbørfeltets evne til å motstå forsurening og feltets produksjon av humussyrer.

Den kjemiske sammensetningen av næringsfattige vann uten lokal forurensning er i hovedsak bestemt av bidrag fra 3 kilder (Henriksen et al. 1987).

1. Kalsium (Ca), magnesium (Mg), bikarbonat (HCO_3^-) og aluminium (Al) løses ut når nedbøren passerer nedbørfeltet. Bikarbonat måles som alkalitet.
2. Natrium (Na) og klorid (Cl) har sin vesentligste opprinnelse i sjøsalter fra havsprut.
3. Hydronium (H_3O^+), sulfat (SO_4^{2-}), nitrat (NO_3^-) og ammonium (NH_4^+) tilføres i betydelige kvanta via nedbøren.

I tillegg til disse kommer nedbørfeltets produksjon av humussyrer som er et resultat av humussjiktet og myrområdenes omfang samt nedbørsmengder og temperaturforhold. Ved økte nedbørsmengder og en høyere temperatur produseres mer humussyrer. Også vegetasjonen kan virke forsurende ved sitt opptak av kationer og utskillelse av H^+ ioner.

4.2. Natrium og klorid

Det er vanlig å anta at "sjøsaltene", natrium og klorid, transporteres til nedbørfeltet i samme forhold som de finnes i havvann. Videre antar vi at klorid i hovedsak tilføres via nedbøren (Henriksen et al. 1987).

Hedmark fylke ligger i en del av landet som i hovedsak er preget av nedbør fra sydøstlige vindretninger (SFT, 1989). Til tross for at fylket ligger et stykke fra havet så er det en klar syd/nord gradient i kloridkonsentrasjonene (Fig.7). Kommunene i de sydligste deler av fylket var mest påvirket av sjøsaltbidrag. Konsentrasjonene var i hovedsak mellom 1-2 mg/l, mens de var nær 0,2-0,3 mg/l i Rendalen, Engerdal og Storelvdal.

Kommunene i Nord-Østerdalen som delvis ligger på Trondheimsdekket viste i snitt noe høyere verdier som vi tror skyldes geokjemiske forhold og ikke økte sjøsaltbidrag fra nord/nordvest. Trajektor-studier støtter denne antagelsen (SFT, 1989).

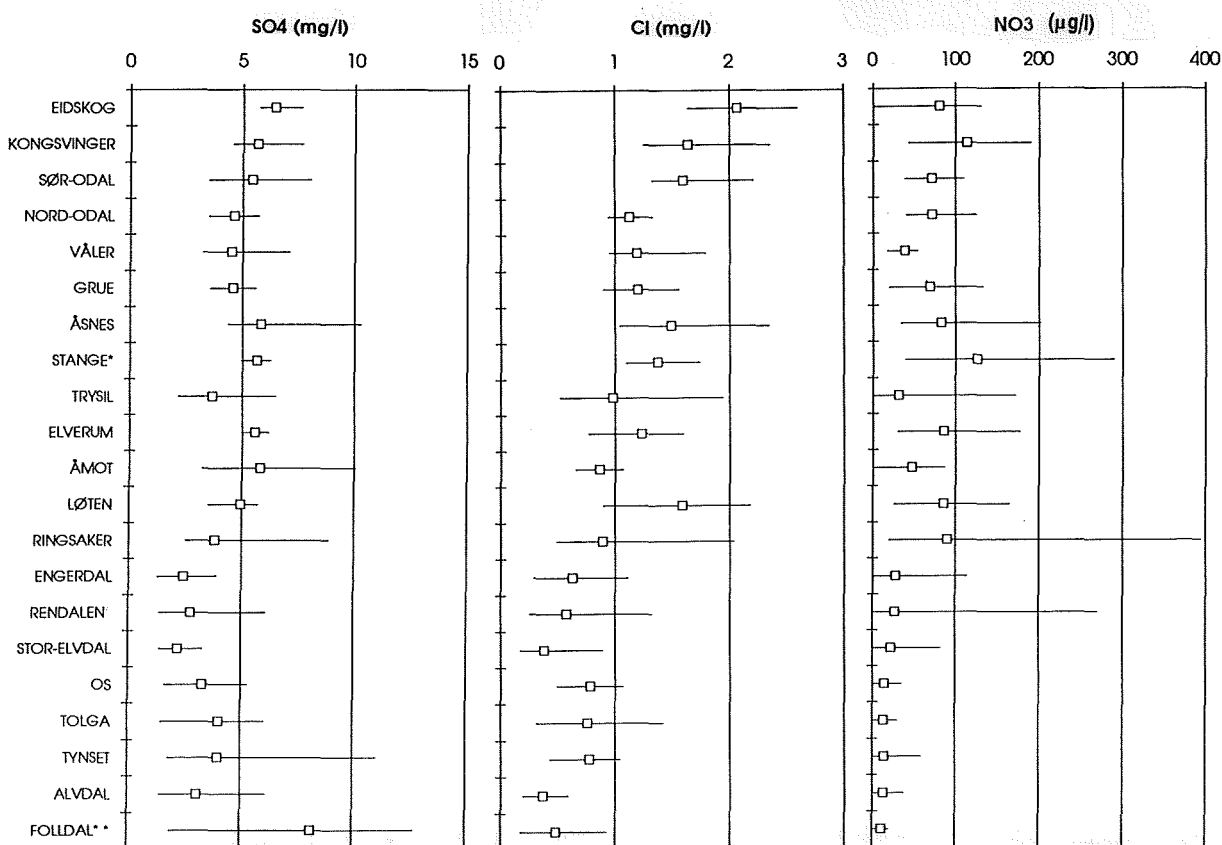


Fig.7 Middelerverdier og variasjonsbredder for de viktigste anionene sulfat (SO₄), klorid (Cl) og nitrat (NO₃) kommunevis fra syd til nord i fylket.
* en sjø utelatt, ** to sjøer utelatt.

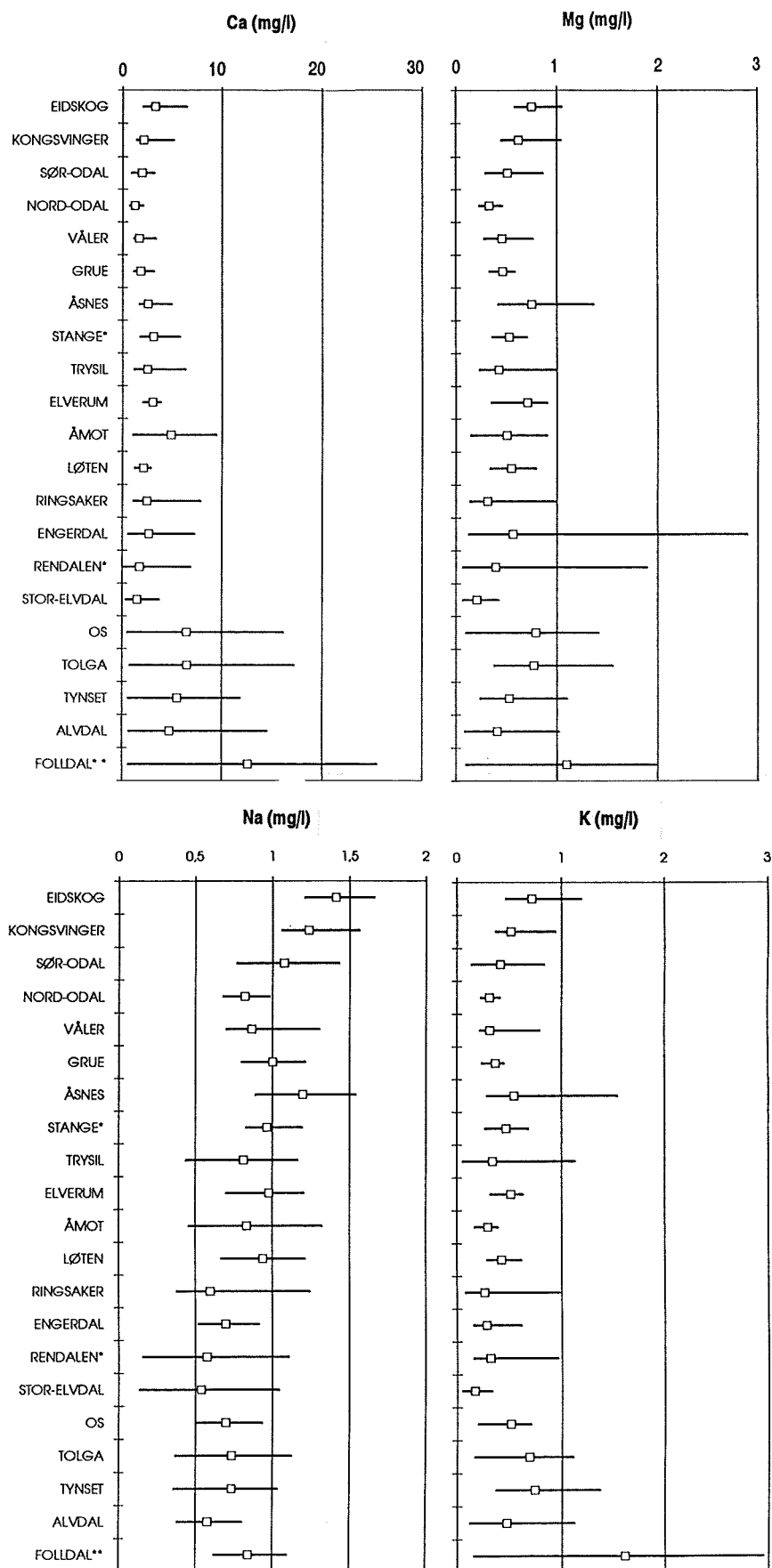


Fig.8 Middelværdier og variasjonsbredder for de viktigste kationene kalsium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na) og kalium (K) kommunevis fra syd til nord i fylket.

Det andre "sjøsaltet" natrium viste også en tilsvarende fordeling (Fig.8), med andre ord et generelt avtak nordover, men med en liten økning i innsjøene beliggende på Trondheimsdekket (dvs. Alvdal, Folldal, Tynset, Tolga, Os). Dette siste skyldes generelt et litt høyere ioneinnhold i vannet på grunn av mindre forvittringsresistent berggrunn og store løsavsetninger.

Generelt sett er det imidlertid en brukbar sammenheng mellom klorid og natriumkonsentrasjonen for alle innsjøene (Fig.9). Det er derfor rimelig å anta at nedbøren er hovedkilden for natrium i fylket, selv om en også har en viss spredning antagelig pga. geologiske forhold i denne sammenhengen.

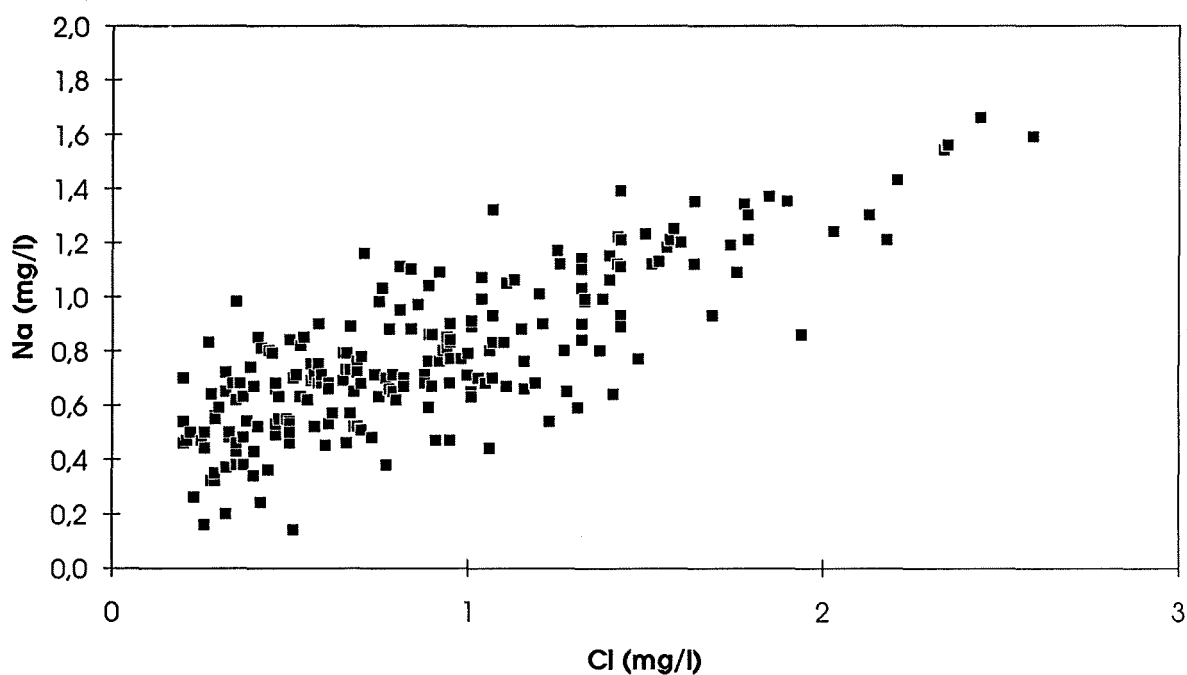


Fig.9 Sammenhengen mellom konsentrasjonene av natrium (Na) og klorid (Cl) for alle innsjøene.

4.3 Kalsium, magnesium og kalium.

Disse ionene frigjøres etter forvitring av kalkholdige mineraler. Kalsium var det dominerende ionet. Konsentrasjonene var gjennomgående 5 til 10 ganger høyere enn for magnesium og kalium (Fig.8). Kalsiumverdiene var svært lave og variasjonen liten for kommunene i "grunnfjellsområdet" syd for Elverum (unntak for Eidskog og Kongsvinger som hadde noen innsjøer under den marine grense).

Sparagmittområdet i den midtre del av fylket hadde også gjennomgående lave kalsium-verdier, men variasjonsbredden var større pga. lokale innslag av kalkholdige mineraler. Kommunene i Nord-Østerdalen hadde gjennomgående relativt høge kalsium-verdier, men variasjonsbredden var betydelig. De med de høyeste verdiene ligger på vestsiden av Glåma/Sølva, mens de laveste finnes syd/sydpå for denne grensen (Dette diskuteres nærmere i kapittel 4.6). Det kommunevise mønsteret fra syd til nord for kalium og magnesium hadde også store likhetstrekk med kalsium (Fig.8). Spesielt kalium er et viktig næringssalt for vegetasjonen slik at en relativt større variasjon kan forventes.

4.4 Sulfat

Sulfationet er den drivende kraften i forsurningsprosessen. Sulfat betraktes som et "mobilt anion" dvs. at alle de tilførte sulfationene går gjennom nedbørfeltet og viser seg i avrenningsvannet. Når dette skjer, transporteres en like stor mengde kationer hovedsakelig kalsium, magnesium, aluminium og hydronium (Henriksen et al. 1987). De to sistnevnte fører til en reduksjon i alkaliteten og eventuelt til en forsuring.

Fylkesoversikten for sulfat viser en avtagende syd/nord-gradient på tilsvarende måte som for klorid (Fig.7). Samvariasjonen med klorid (Fig.10) viser at den ovennevnte "mobilt anion"-teorien er anvendbar for fylket med unntak av innsjøer i Nord-Østerdal som ligger innenfor Trondheimsdekket og to innsjøer i fylittområdet ved Rena (Runddalsjøen og Deisjøen)(Fig.10). For disse sistnevnte innsjøene finnes det geokjemiske sulfatkilder i nedbørfeltene som gjør at "mobilt anion"-analysen ikke holder. En støtte for denne vurderingen er at høge sulfatverdier ofte var knyttet til høge kalsiumverdier for denne gruppen (Fig.11). All gruvevirksomheten i området er en god pekepinne på at det finnes naturlige sulfatkilder i disse områdene. Fyltitten (omdannet alunskifer) er også kjent som en sulfatholdig bergart.

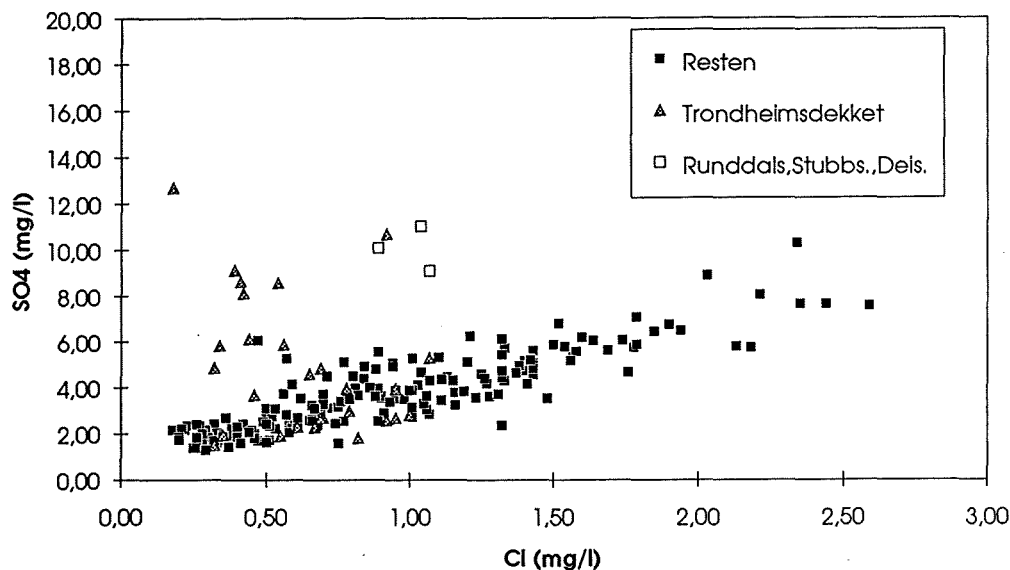


Fig.10 Sammenhengen mellom klorid (Cl) og sulfat (SO_4) for alle innsjøene. 10 innsjøer beliggende på "Trondheimsdekket" i Nord-Østerdalen og 2 innsjøer i fylltitten ved Rena og den gruvepåvirkede Stubbsjøen skiller seg ut.

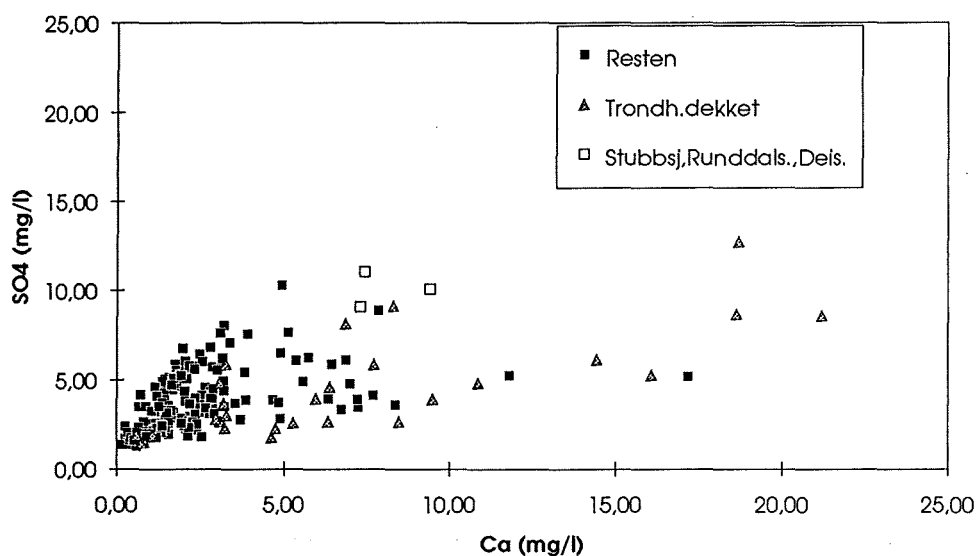


Fig.11 Sammenhengen mellom konsentrasjonene av kalsium (Ca) og sulfat (SO_4) for alle innsjøene.

Som en sammenfatning kan vi si at det er rimelig å anta at avtaket i sulfatkonsentrasjonene fra de sydligste deler av fylket og opp til Nord-Østerdalen gjenspeiler atmosfærens avsetninger av svovelforbindelser, mens dette neppe er tilfelle i Nord-Østerdalen (vest for Glåma) i Mjøsområdet og lokalt i midtfylket pga. geokjemiske kilder. Det er derfor sulfatinnholdet i nedbøren som er den drivende kraften i forsurings-problematikken i største delen av fylket.

4.5 Nitrat

Atmosfæriske avsetninger av ammonium og nitrat kan virke forsurende. Dersom alt nitrogen kom ut i avrenningsvannet som nitrat, ville forsureningen være tre ganger det den er i dag (SFT, 1989). Disse forbindelsene tas imidlertid opp i jord og vegetasjon, spesielt i vekstperioden, slik at forsureningsvirkningen ikke blir så stor. En stadig økende nitrogenavsetning i nedbøren og økte nitratverdier i elver og innsjøer tyder på at nitrat begynner å få betydning som forsurer. En tilstand der jorda ikke lenger har bruk for noe nitrogen, og der bundet nitrogen i jorda oksideres til nitrat, vil ha store følger for forsureningsforholdene i avrenningsvannet (SFT,1989).

Generelt viser nitratkonsentrasjonen høyest verdier på vinteren og lavest på sommeren i Glåmavassdraget (Holtan 1990). Undersøkelsen i Hedmark ble gjennomført på høsten da effekten av biologisk opptak var liten. Sesongvariasjoner i nitratkonsentrasjoner i elver og innsjøer viser at høstverdiene kan være representative for et årsgjennomsnitt (Henriksen et al. 1989, Holtan 1990). En må imidlertid forvente store konsentrasjonssvingninger i et så "biologisk aktivt" ion som nitrat. Fylkesoversikten over nitrat i innsjøer viser en syd/nord fordeling med de laveste konsentrasjonene i de nordligste deler av fylket (Fig.7). De sydligste og de midtre deler av fylket hadde stort sett de samme konsentrasjonsnivå. Dette har antagelig sammenheng med en økende nedbørmengde fra syd til midtre deler av fylket. Dette mønstret registreres også for sulfat (Fig.7). Innsjøene på "Trondheimsdekket" i Nord-Østerdal synes imidlertid ikke å ha geologiske nitratkilder slik som tilfellet var for sulfat. Nitratkonsentrasjonene var rimelig godt korrelert til klorid (Fig.12).

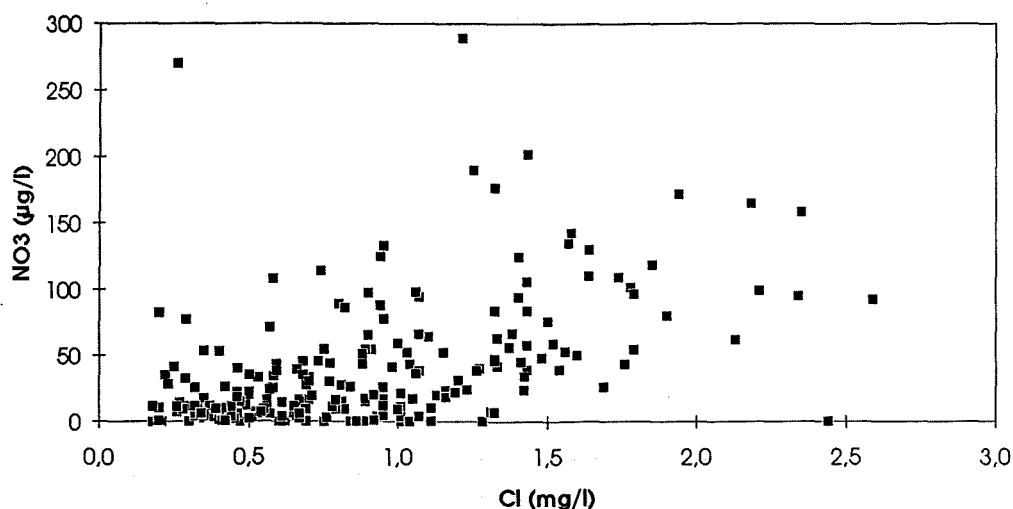


Fig.12 Sammenhengen mellom konsentrasjonene av klorid (Cl) og nitrat (NO_3) for alle innsjøene.

Dette peker på viktige atmosfæriske kilder for nitrat. I forsureningssammenheng er imidlertid nitrat underordnet sulfat. I de sydligste delene av fylket kan likevel bidraget gå opp mot 20%.

4.6 Surhetsgrad (pH), humus og aluminium.

Surhetsgraden i innsjøene er i hovedsak styrt av alkaliteten, men påvirkes også i noen grad av humusinnholdet. Alkaliteten (stort sett bikarbonat) dannes i hovedsak ved forvitningsreaksjoner og forbrukes av sterke syrer (svovelsyre, salpetersyre). Kalsiumbikarbonat er det viktigste forvitningsproduktet. Det er derfor en god sammenheng mellom alkalitet og kalsium-konsentrasjon (Fig.13).

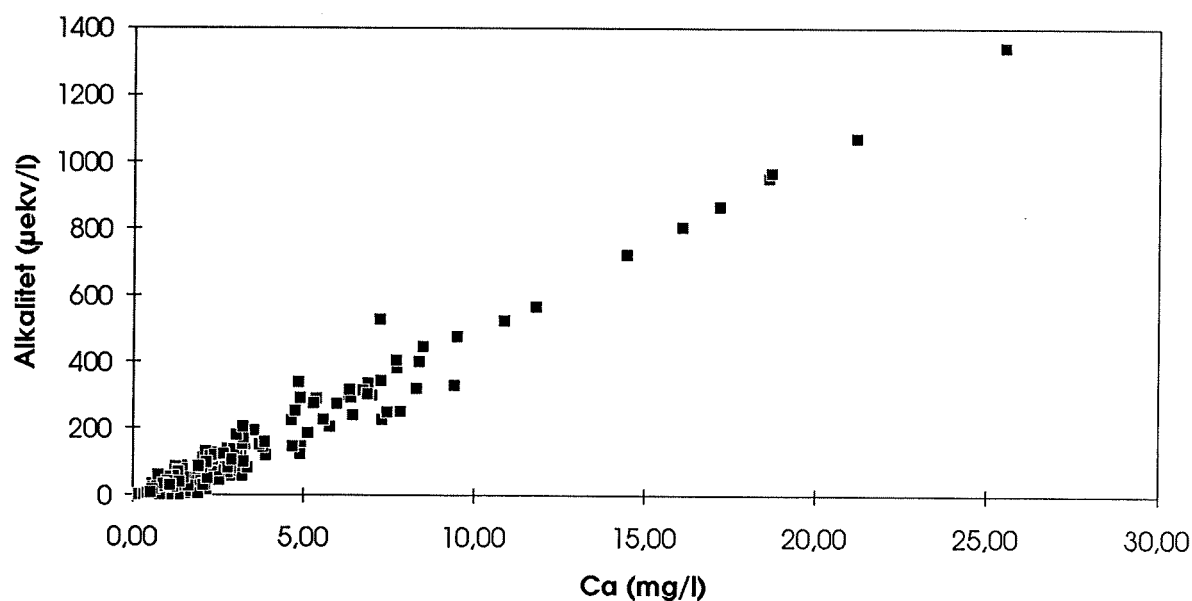


Fig.13 Sammenhengen mellom kalsium (Ca) og alkalitet for alle innsjøene.

Fylkesoversikten på kommunebasis viser også dette med økende verdier for kalsium (Fig.8) sammen med pH og alkalitet nordover i fylket (Fig.14). En mer detaljert oversikt for pH, kalsium og alkalitet er gitt i Fig.15. De lave alkalitetsverdiene er både et resultat av forvittringsresistent berggrunn, tynt jordsmonn og avsetning av syrer fra atmosfæren. Denne kombinasjonen har vi spesielt på østsiden av Glåma i den sydligste delen av fylket.

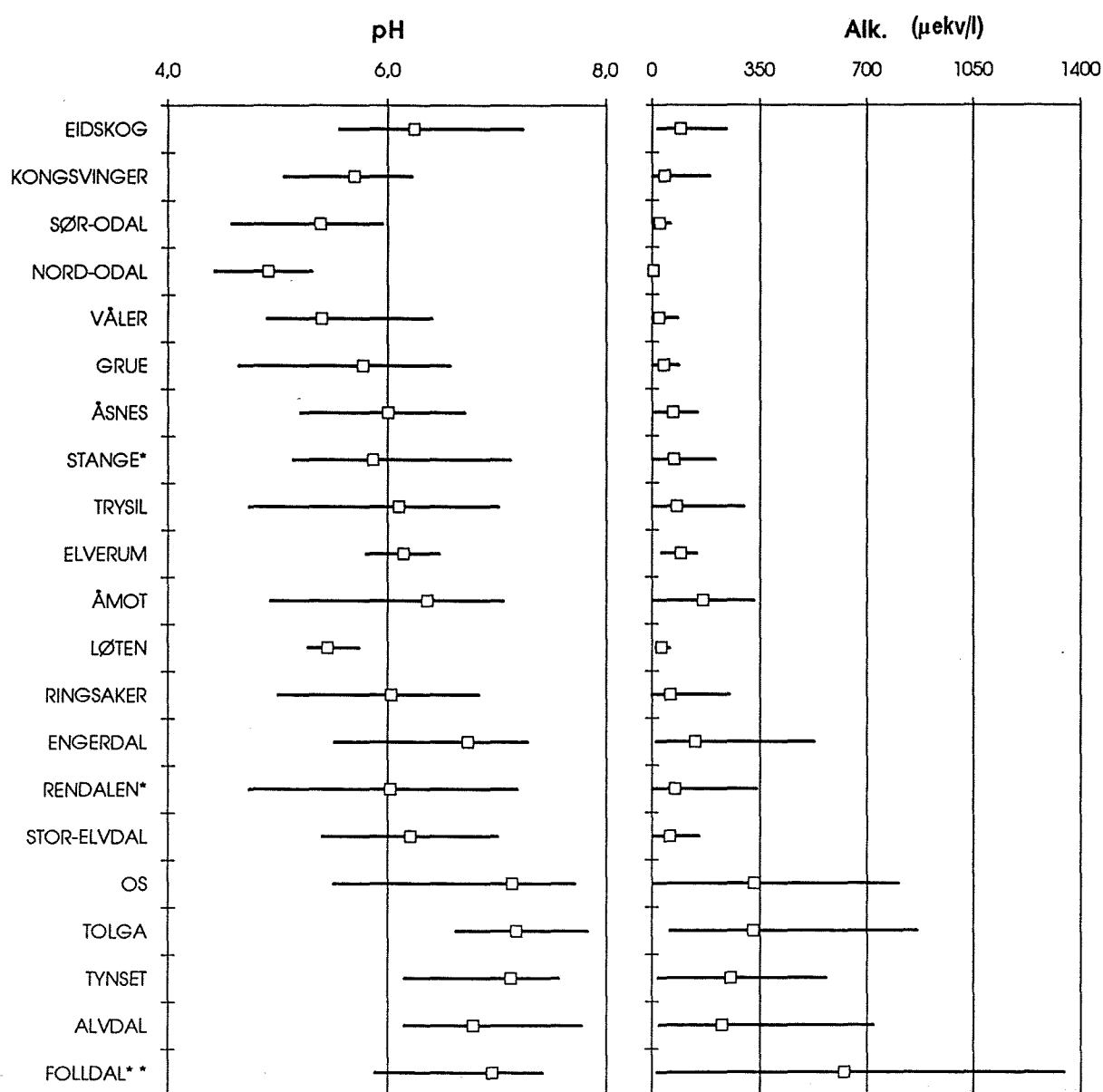


Fig.14 Middelerverdier og variasjonsbredder for pH og alkalitet kommunevis fra syd til nord i fylket.

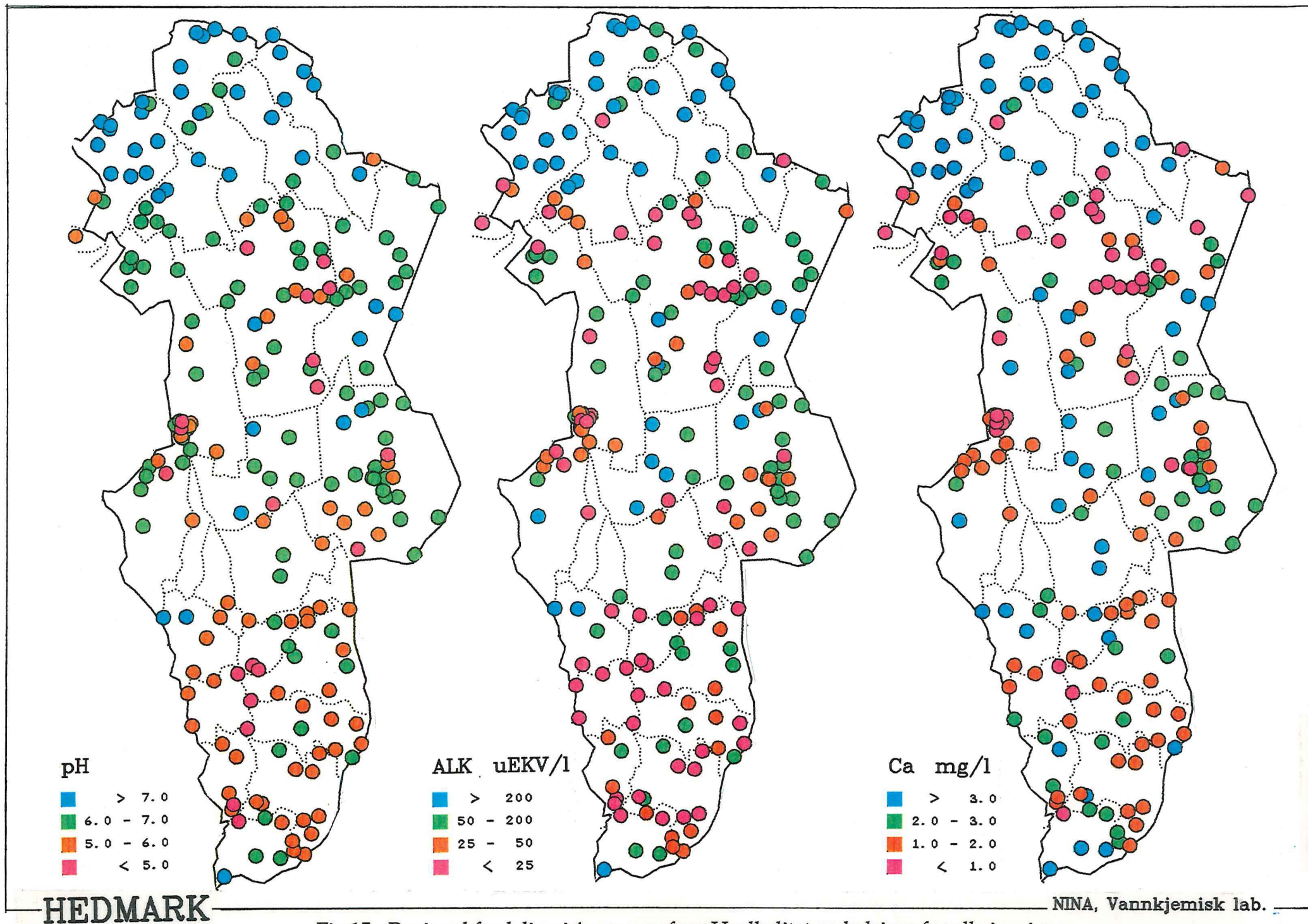


Fig.15 Regional fordeling i 4 grupper for pH, alkalitet og kalsium for alle innsjøene.

I sparagmittområdet i den midtre delen av fylket var imidlertid variasjonen større og alkalitetsverdiene gjennomgående noe høyere. Innslag av kalkskifer og store løsmasser er medvirkende årsaker. I de nordligste delene av fylket var alkaliteten høy som følge av stort geokjemisk bidrag og liten syredeposisjon fra atmosfæren.

Vi ser at hovedmønsteret i de kommunevise pH-verdiene er svært likt mønsteret for alkaliteten, men at pH kan variere betydelig innen hver kommune. Variasjoner i alkaliteten er hovedårsaken til pH-svingningene, men vannprøvenes innhold av karbondioksyd (CO_2) og humussyrer (målt som farge) er også av betydning. Generelt har vi at pH er styrt av forhold mellom bikarbonatkonsentrasjonen og CO_2 .

$$\text{pH} = 6,4 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3^*]}$$

der $[\text{H}_2\text{CO}_3^*] = \text{kons. av karbonsyra} = 1/31,6 \text{ pCO}_2$
 $\text{pCO}_2 = \text{partialtrykket av CO}_2$
 $[\text{HCO}_3^-] = \text{kons. av bikarbonat målt som alkalitet}$

I svært brune innsjøer kan bl.a. den bakterielle nedbrytningen av humus gi overmetning av CO_2 med påfølgende senking av pH. Likeledes er det også fastslått at organiske anioner bidrar i alkalitetstitreringen når fargetallet er høgt og pH nær likevektspunktet (Thompson, 1986). Dette gjør at vi får noe forskjellige sammenhenger mellom pH og alkalitet ettersom humuspåvirkningen øker (Fig.16). Hvilke som er viktigst av CO_2 eller organiske anioner i denne sammenheng er vanskelig å avgjøre, men det er rimelig å anta de organiske anionene er viktigst.

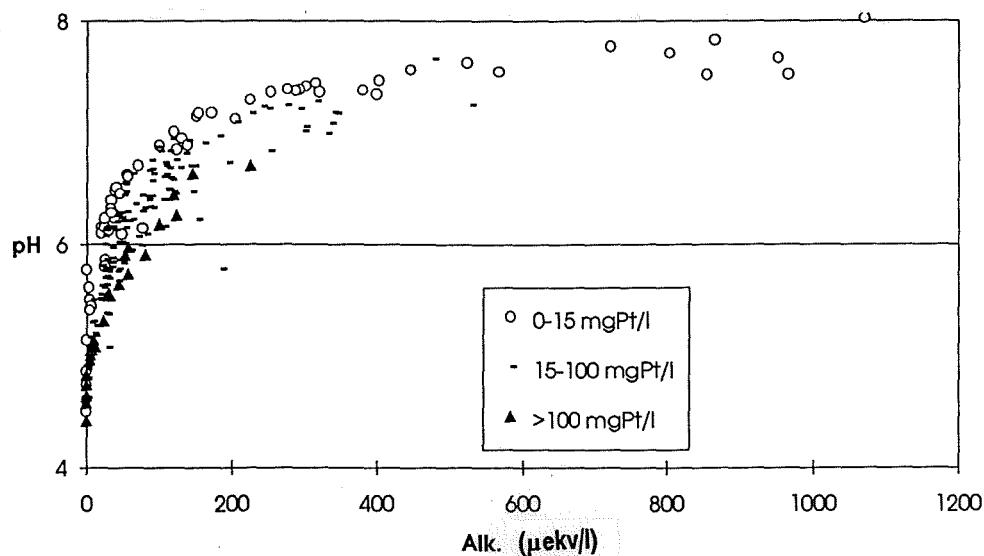


Fig.16 Sammenhengen mellom alkalitet og pH for alle innsjøene. Innsjøene er delt i tre grupper med hensyn til humuspåvirkninger (fargetall).

Det er utviklet metoder som gjør det mulig å beregne "naturlilstanden" dvs. alkaliteten i innsjøene før atmosfæren var nevneverdig forsuret (Henriksen, 1983). Derved kan alkalitetstapet fram til i dag være et uttrykk for forsureningen. Denne metoden forutsetter imidlertid at nedbørfeltet ikke har en nevneverdig kilde til sulfat og at humuskonsentrasjonen ikke er for høy (<40 mgPt/l). Innsjøene på "Trondheimsdekket" (+ noen andre) har klare geokjemiske sulfatkilder, og svært mange av innsjøene i Hedmark har "høge" fargetall (Fig.17). Vi har derfor ikke funnet det forsvarlig å gjøre beregninger av alkalitetstapet som et resultat av forsurening.

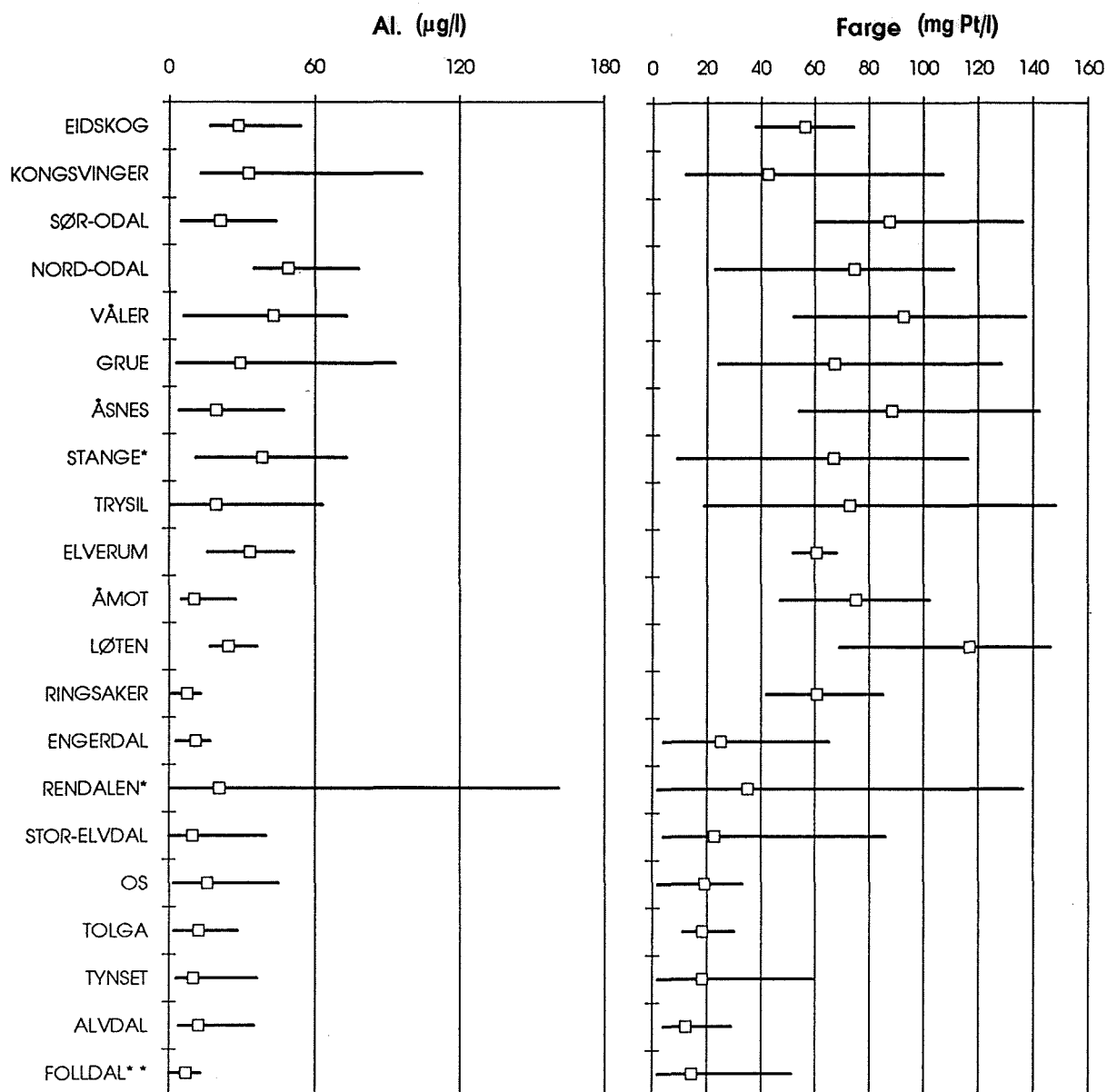


Fig.17 Middelveier og variasjonsbredder for ikke organisk løst aluminium og farge kommunevis fra syd til nord i fylket.

Slik som tidligere nevnt løses aluminium i surt vann. Det er derfor som forventet at vi finner de høyeste konsentrasjonene i den sydligste delen av fylket hvor også surhetsgraden gjennomgående var lavest (Fig.17). Sammenhengen mellom løst, ikke organisk bundet aluminium og pH viser at det er først ved $\text{pH} \approx 5,6-5,7$ at vi har flere innsjøer med aluminiumkonsentrasjoner over $60 \mu\text{g/l}$ (Fig.18). I slike tilfeller må vi forvente gifteffekter på fisk. De mest humusrike innsjøene ($>100 \text{ mg Pt/l}$) hadde imidlertid gjennomgående lavere konsentrasjoner av aluminium enn i "klare" innsjøer ved $\text{pH} 5,7$ og lavere. Dette er et kjent forhold og skyldes at humus kan binde aluminium i dette området og gjøre vannet mindre giftig ovenfor fisk (Henriksen et al. 1987). Vi kan derfor finne fisk i svært brune innsjøer til tross for at pH er temmelig lav. Humus virker som en "ekstra alkalitetsreserve", et forhold som bl.a. nyttes når tålegrense-begrepet for fisk diskuteres (Tor S. Traaen (NIVA pers.medd.).

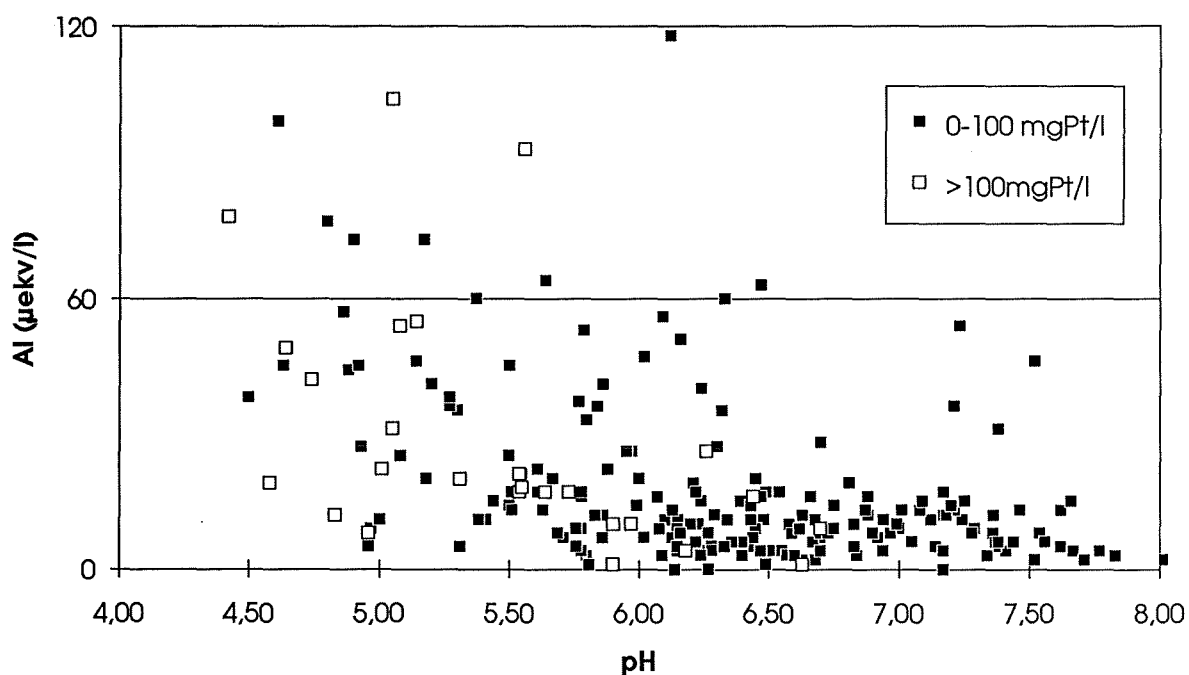


Fig.18 Sammenhengen mellom konsentrasjonen av pH og ikke organisk løst aluminium for alle innsjøene. Innsjøene er delt i to grupper med hensyn til humusfarging.

Fargen i innsjøen er i hovedsak et resultat av produksjon av humussyrer i skog/myrarealene i nedbørfeltet. Vi finner derfor de innsjøene som er mest humusfarget under tregrensen (<750 m.o.h). Innsjøene virker imidlertid også som "klarnings-basseng" d.v.s. at det i større innsjøer med lengre oppholdstid for vannet skjer en avfarging eller nedbrytning av humus (Nilsson et al. 1987).

Forholdet mellom innsjøens areal (A_o) og myrarealet i nedbørfeltet (A_{myr}) vil derfor være et forhold som ved økende verdier skulle gi mindre humusfarget vann. Vi har derfor sett på denne sammenhengen for alle innsjøene der disse er delt mellom de som ligger over 750 m.o.h. og de som ligger under (Fig.19).

Resultatet viser at fargen begynner å øke merkbart når forholdet A_o/A_{myr} kryper under 2. Denne tendensen var også tilstede for innsjøene over 750 m.o.h. selv om fargeverdiene var betydelig mindre.

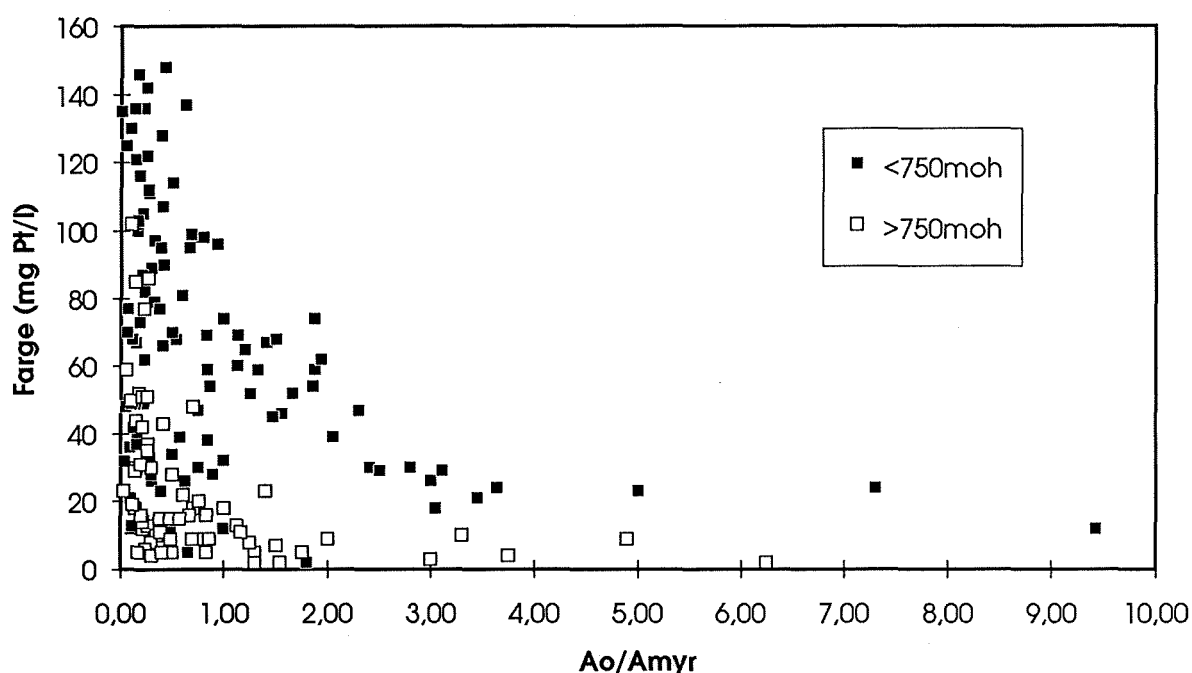


Fig.19 Sammenhengen mellom forholdet innsjøareal (A_o)/myrareal i nedbørfeltet (A_{myr}) og fargetall. Innsjøene er delt i to grupper de under og de over 750 m.o.h.

Det er også vanlig å observere et synkende fargetall når pH øker i innsjøene (Nilsson et al. 1987). I Hedmarksjøene var det en stor variasjon i farge fra de sureste innsjøene og opp mot nøytralt punktet (pH=7). De basiske innsjøene hadde gjennomgående lavere fargetall (Fig.20). For innsjøer med pH-verdier mellom 4,5 og 6,5 var det ikke noen sammenheng mellom pH og farge.

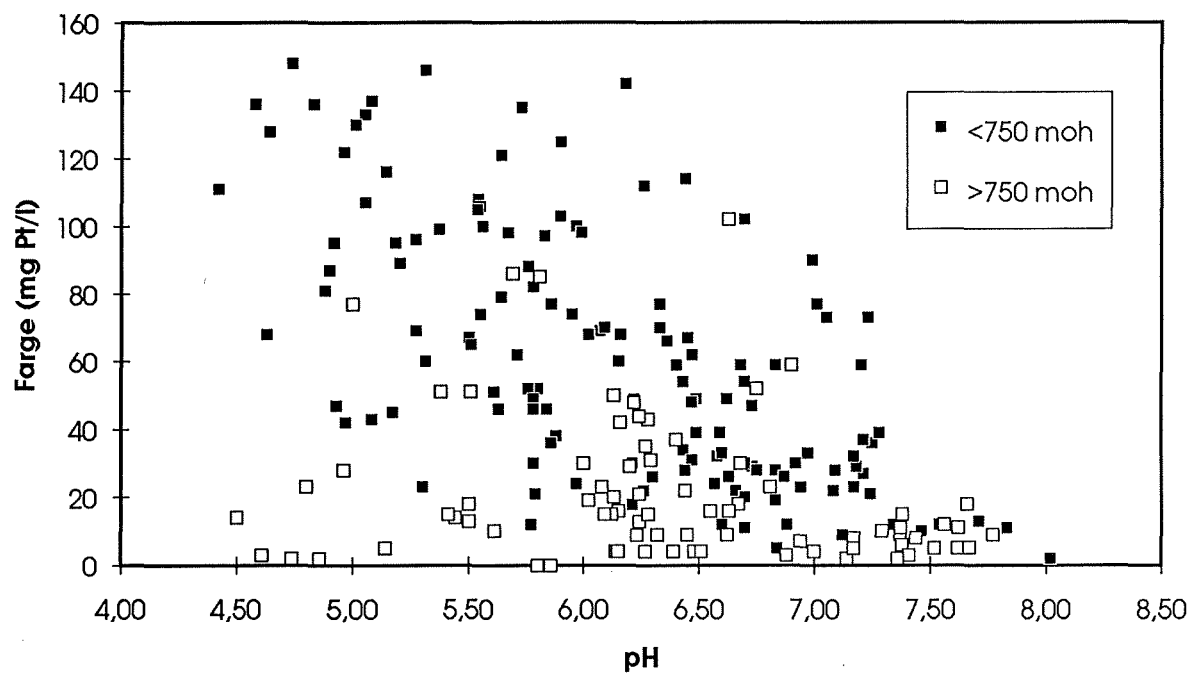


Fig.20 Sammenhengen mellom pH og farge for alle innsjøene. Innsjøene er delt i de over og de under 750 m.o.h.

5. Sluttkommentar og forslag til oppfølging.

Resultatene viser at Hedmark har store forsureningsfølsomme arealer (se røde og orange punkter på alk.-kartet side 21). Atmosfærens syreavsetninger er stor nok til at flere innsjøer i midtre og særlig sydlige deler av fylket er forsuret. Sulfat er den drivende kraften i forsureningssammenhengen, men nitrat bidrar i den sydligste delen av fylket.

Innsjøene nord og vest for Folla/Glåma i Nord-Østerdalen har generelt god vannkvalitet. Dette gjelder også for innsjøer på kambrosilurfeltet i Mjøsområdet, områdene under den marine grense i sør fylket og enkelte lokale steder med gunstig berggrunn spredt i midt fylket.

Svært mange av innsjøene under tregrensen har brunfarget vann som følge av produksjon av humussyrer i nedbørfeltet. Fargen stiger merkbart når forholdet mellom innsjøarealet og myrarealet i innsjøens nedbørfelt synker under 2. Dette skjer også i innsjøer over tregrensen, men her var fargeverdiene langt lavere. Humusfargingen reduserer primærproduksjonen i innsjøene ved at den nedsetter lysgjennomtrengeligheten og at humusstoffene binder næringsstoffer. Likevel er mange humussjøer relativt produktive fordi økosystemet bruker det tilførte organiske materiale fra myr/skogarealene som energikilde. Humus binder også mange metaller bl.a. aluminium som er giftig ovenfor fisk i visse situasjoner. Humusfargingen kan derfor virke gunstig for f.eks. fisk slik at populasjonen kan overleve også ved en forurening.

Vi vet at Hedmark fortsatt mottar mye sur nedbør. Nitrogenkonsentrasjonen i nedbøren viser en stigende tendens og nitrat begynner å bli en faktor å regne med i forureningssammenheng. Moderne skogdrift med store flatehogster, grøfting og slitasjeskader fra maskiner endrer hydrologien og vannkjemien i avrenningsvannet. Kalking kan ha positive sider for fiskepopulasjonene der den gjøres på riktig måte. Det kan imidlertid også hende at ukyndig kalking i enkelte tilfeller kan virke mot sin hensikt.

Den forurensede nedbøren over fylket inneholder også tungmetaller og organiske mikroforurensninger som har forurenset både innsjøsedimenter og fisk. Vi vet at f.eks. utslippene av kvikksølv til atmosfæren må reduseres betraktelig før en kan forvente å snu tendensen mot økende kvikksølvinnhold i fisken. Mange fiskepopulasjoner i de sydligere deler av fylket har i dag kvikksølvkonsentrasjoner som ligger nær og over grensen som er satt for konsum. Nivåene av organiske

mikroforurensninger er ikke kjent i Hedmarks natur. Internasjonalt vies disse en økende oppmerksomhet. Atmosfæren kan frakte sprøytemidler, klororganiske stoffer osv. over store avstander og gi opphav til akkumuleringer i næringskjeder langt fra kildene. Transporten til innsjøene og bioakkumuleringen av tungmetaller og organiske mikroforurensninger i innsjøenes økosystem har nær sammenheng med vannkvaliteten. Alle disse ovennevnte forhold gjør det svært viktig at en holder et våkent øye med utviklingen i vannkvaliteten i fylkets innsjøer.

En registrering av utviklingen i ca 200 av de innsjøene som inngikk i basisundersøkelsen hvert tiende år bør være en prioritert målsetning. Hvert femte år (dvs. 1993) bør et utvalg på ca. 50 innsjøer undersøkes for å overvåke utviklingen i vannkvaliteten. Med utgangspunkt i en slik målsetning har vi valgt ut 2-4 innsjøer fra hver kommune. De foreslåtte innsjøene er gitt i tab.2. Disse innsjøene må ikke kalkes eller utsettes for forurensende aktiviteter av betydning i nedbørfeltet. Det er viktig å ha et utvalg av referanselokaliteter som bakgrunn for vurderinger av langtidstrender i endringer av innsjøenes vannkvalitet. I denne sammenheng bør en også overveie å følge utviklingen i kvikksølvkonsentrasjonen i et utvalg fiskepopulasjoner (undersøkt i 1988) og tungmetaller i et utvalg av innsjøsedimenter (fra 1987). En bør også overveie å velge ut noen få innsjøer for å registrere tilstanden mht. forurensning av organiske mikroforurensninger, i innsjøsedimenter og fisk, som en bakgrunn for fremtidig overvåkning.

Tab.2 Oversikt over foreslåtte overvåkningslokaliteter (5 års intervaller).

KOMMUNER	LOKALITET
Sør-Odal	Dølisjøen, Storsjøen
Eidskog	Øyongen, N.Bellingen
Kongsvinger	Skasen, Varalden
Nord-Odal	Nøklevatn, Skurvsjøen
Grue	Meitsjøen, Namnsjøen
Åsnes	Baksjøen, Hukusjøen, Sørmsjøen
Stange	Harasjøen, Rasen
Våler	Halsjøen, Vålmangen
Løten	Geitholmsjøen, Store Bronken
Elverum	Bergesjøen, Ryssjøen
Ringsaker	Brumundsjøen, Grunna
Åmot	Holmsjøen, Osensjøen
Trysil	Flensjøen, Håsjøen, Rysjøen, Ørsjøen
Stor-Elvdal	Bjørsjøen, Kamphavet, Møklebysjøen, Trytjønnna
Rendalen	Finstadsj., Fuggsj., Sølensj., N.Osdalstj., Skardstj.
Engerdal	Femunden, Isteren, Svalsjøen
Alvdal	Breidsjøen, Savalen, Veslesølensjøen
Folldal	Døråltjønn, Sandtjønn
Tynset	Flåtotjørna, Rørtjønnna
Tolga	Langsjøen, Raudsjøen
Os	Flensjøen, Narsjøen

6. Litteraturliste

- Andersson, T., Å. Nilsson, L. Håkanson & L. Brydsten, 1987. Kvicksilver i svenska sjøar. Statens Naturvårdsverk, Stockholm. Rapport 3291. 92s.
- Henriksen, A. 1983. Forsurningsmodeller - kan de brukes? s.305-325 I: Nordforsk 19. Nordiska symposiet om Vattenforskning.
- Henriksen, A., L. Lien, T.S. Traaen & I.H. Sevaldrud, 1987. 1000 sjøers undersøkelsen 1986. Statlig program for forurensningsovervåkning. Rapport 282/87, 31s.
- Holtan, H. 1990. Glomma i Hedmark. Beregning av tilført fosfor og nitrogen fra skog og fjellområder. NIVA-rapport 2374. 19s.
- Rosenqvist, I. 1977. Sur jord - surt vann. Ingeniørforlaget. 123s.
- SFT, 1988. Vannkvalitetskriterier for ferskvann. TA 630, Statens Forurensningstilsyn.
- SFT, 1989. Nitrogen som bidragsyter til forurensning. Tilførsler og virkninger av langtransporterte luftforurensninger. Statlig program for forurensningsovervåkning. Rapport 351/89. 24s.
- SFT, 1989. Overvåkning av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1988. Statlig program for forurensningsovervåkning. Rapport 375/89.
- Sollid, J.L. & K. Kristiansen, 1983. Hedmark fylke. Kvartærgeologi og geomorfologi. Miljøverndepartementet. Avd. for naturvern og friluftsliv. Rapport T-543. 101s.
- Thompson, M. 1986. The effects of organic anions on alkalinity measurements in organic-rich waters in Nova Scotia. NWR1 Contrib. 86-9. Nat. Water. Res. Inst. Burlington, Ont. Canada.
- Thoresen, M.K. 1990. Kvartærgeologisk kart over Norge. Tema: Jordarter. M 1:1 mill. Norges Geologiske undersøkelse.

7. Vedlegg primærdata

VANNANALYSER 1988 I HEDMARK																					
Lokalitet	areal	NBF	skog	myr	vann	hoh	hoh	pH	alk.	Kond	Farge	Na	K	Ca	Mg	Si	NO3-N	SO4	Cl	R-Al	R-Al
	ha	km2	km2	km2	km2	m	max		uek/l	mS/m	mgPt/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/l	mg/l	mg/l	ug/l	ug/l
Kongsvinger																					
Bærelia	138	11	4,5	0,4	0,0	231	460	5,79	23	24,0	21	1,23	0,41	1,75	0,54	1,68	76	5,87	1,50	53	53
Bureien	276	231	189,2	19,0	20,0	212	581	5,50	17	21,6	67	1,11	0,40	1,60	0,51	2,08	84	5,05	1,43	25	25
Føskersjøen	48	4	3,4	0,2	0,0	185	394	5,78	185	47,1	30	1,56	0,94	5,13	1,04	1,36	159	7,64	2,35	16	16
Møkeren	1560	358				174		5,63	18	22,1	46	1,15	0,47	1,55	0,53	1,86	125	5,13	1,40	13	13
Nugguren	427	300	246,7	19,5	2,4	150	581	6,22	60	26,3	49	1,21	0,57	2,24	0,64	2,01	135	5,59	1,57	17	17
Sigmessjøen	213	32	28,7	0,7	0,7	182	460	6,21	48	29,4	18	1,37	0,60	2,47	0,67	1,57	118	6,42	1,85	19	19
Skasen	1320	65	50,3	1,4	0,3	266	581	5,77	0	20,9	12	1,17	0,37	1,42	0,45	1,67	190	4,58	1,25	37	37
Søndre Hersjøen	364	24	18,5	1,0	1,3	228	366	5,97	32	28,3	24	1,35	0,57	1,97	0,84	1,03	80	6,74	1,90	26	26
Tollreien	106	33	28,4	2,6	0,6	220	458	5,05	5	22,6	107	1,09	0,37	1,52	0,51	2,47	43	4,65	1,76	104	104
Utgardsjøen	325	447				127		5,08	28	24,6	43	1,25	0,55	1,78	0,61	1,84	143	5,55	1,58	25	25
Varalden	670	210				203		5,61	21	20,7	51	1,06	0,40	1,50	0,45	1,65	94	4,71	1,40	22	22
Ringsaker																					
Akksjøen	50	8	0,5	3,8	0,1	836	989	5,81	19	14,0	85	0,47	0,12	1,75	0,21	1,20	54	2,90	0,91	1	1
Brumundsjøen	165	14	5,0	7,3	0,1	633	826	5,71	25	14,0	62	0,48	0,20	1,57	0,22	0,68	45	3,12	0,73	7	7
Grunna	128	9	2,4	5,7	0,0	800	967	5,00	0	13,2	77	0,38	0,08	1,10	0,14	0,68	44	2,54	0,77	11	11
Kroksjøen	110	53	0,0	7,4	5,6	882	1083	6,24	45	14,3	44	0,52	0,18	1,73	0,21	0,32	27	2,87	0,69	3	3
Næra	1045	157	127,7	12,5	1,1	339	711	6,83	251	55,3	59	1,24	0,98	7,84	0,98	1,69	394	8,87	2,03	10	10
Sjusjøen	110	72	3,5	11,7	6,7	809	1083	6,13	38	14,4	50	0,52	0,17	1,70	0,22	0,62	45	3,19	0,68	13	13
Sør-Mesna	623	82	56,1	15,4	0,3	521	995	6,36	64	21,2	66	0,62	0,29	2,81	0,34	1,39	89	4,47	0,80	6	6
Øyongen	78	14	0,2	3,7	0,0	886	1090	6,16	34	11,5	42	0,54	0,09	1,28	0,18	1,21	20	2,53	0,50	8	8
Løten																					
Geitholmsjøen	90	67	60,1	5,4	1,0	311	624	5,31	23	21,9	146	0,93	0,38	2,20	0,51	2,35	26	5,61	1,69	20	20
Store Bronken	238	47	40,8	2,1	2,1	367	624	5,27	11	16,9	69	0,67	0,29	1,24	0,34	1,43	65	3,53	0,90	36	36
Vesle Rokosjøen	1	54	48,0	3,5	0,6	215	586	5,73	57	28,5	135	1,21	0,61	2,85	0,79	2,82	165	5,72	2,18	17	17
Stange																					
Bergsjøen	59	9	7,3	0,4	0,1	366	612	5,17	2	21,2	45	0,83	0,27	1,77	0,36	1,52	64	5,31	1,10	73	73
Harasjøen	188	54	49,0	2,4	0,2	280	561	5,99	72	28,7	98	1,19	0,61	3,12	0,63	2,50	109	6,06	1,74	14	14
Mjøsa	36500	16420				123		7,12	204	41,9	9	0,90	0,68	5,75	0,70	0,78	289	6,25	1,21	11	11
Rasen	105	103	94,5	6,0	1,7	246	641	5,14	10	21,8	116	0,93	0,31	1,79	0,42	2,08	39	4,94	1,43	55	55
Våletjern	3	4	1,0	0,0	0,0	218	260	7,20	2619	568,0	59	5,59	4,15	95,00	7,15	4,18	0	124	16	14	14
Nord-Odal																					
Otten	100	5	4,2	0,2	0,0	369	480	5,30	4	20,2	23	0,81	0,41	1,45	0,36	0,85	125	5,05	0,94	35	35
Tennungen	28	4	3,1	0,3	0,0	298	500	5,27	16	23,1	96	0,98	0,32	2,06	0,46	1,62	42	5,69	1,33	38	38
Nøkklevatn	160	18	12,7	3,0	0,6	424	555	4,63	0	20,4	68	0,68	0,23	0,68	0,23	1,07	78	3,51	0,95	45	45
Skurvsjøen	53	20	17,0	1,9	0,5	432	641	4,42	0	26,7	111	0,80	0,27	0,71	0,25	1,61	40	4,18	1,27	78	78
Sør-Odal																					
Breidsjøen	45	3	2,0	0,4	0,0	324	380	5,31	7	19,3	60	0,99	0,18	1,30	0,38	0,55	63	4,28	1,33	5	5
Dølisjøen	150	25	21,8	0,8	0,2	170	512	5,95	58	34,8	74	1,43	0,83	3,20	0,86	1,66	99	8,03	2,21	26	26

VANNANALYSER 1988 I HEDMARK																					
Lokalitet	areal	NBF	skog	myr	vann	hoh	hoh	pH	alk.	Kond	Farge	Na	K	Ca	Mg	Si	NO3-N	SO4	Cl	R-Al	R-Al
	ha	km2	km2	km2	km2	m	max		uek/l	mS/m	mgPt/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/l	mg/l	mg/l	ug/l	ug/l
Grønsjøen	8	1	0,7	0,1	0,0	341	380	5,67	41	24,7	98	1,13	0,43	2,33	0,54	1,71	39	5,77	1,54	20	20
Høljøen	100	8	5,4	1,7	0,0	327	437	4,88	0	22,7	81	0,99	0,31	1,37	0,42	1,34	67	4,92	1,38	44	44
Nygaardstjernet	9	1	0,3	0,4	0,0	332	340	4,58	0	22,8	136	0,77	0,14	0,88	0,29	1,03	48	3,52	1,48	19	19
Storsjøen	4550	782				132		5,86	42	26,0	77	1,12	0,59	2,54	0,56	1,77	110	6,02	1,64	12	12
Eidskog																					
Nessjøen	205	31	26,8	1,0	0,9	132	373	6,49	109	38,1	39	1,66	1,01	3,09	1,05	1,15	0	7,62	2,44	17	17
Nordre Bellingen	218	31	16,1	1,4	1,3	196	379	5,84	33	25,8	46	1,34	0,51	2,04	0,58	1,96	101	5,76	1,78	36	36
Skjervangen	600	334				176		7,23	240	43,3	73	1,21	0,47	6,44	0,61	1,48	96	5,86	1,79	54	54
Stangnessjøen	113	26	21,9	0,8	1,1	148	301	6,45	119	40,5	67	1,59	1,19	3,90	1,05	0,41	92	7,54	2,59	20	20
Søndre Bellingen	143	48	40,4	1,7	3,8	182	379	5,88	33	26,4	38	1,35	0,54	2,04	0,60	1,89	130	6,04	1,64	22	22
Øyongen	130	18	15,0	1,3	0,2	194	365	5,55	17	26,7	74	1,30	0,57	2,15	0,61	2,19	62	5,78	2,13	21	21
Grue																					
Frysjøen	448	41	34,1	1,6	0,7	205	424	6,21	56	25,0	30	1,21	0,45	2,31	0,57	1,67	58	5,59	1,43	19	19
Kalsjøen	73	4	3,6	0,1	0,0	381	519	6,57	86	25,2	24	0,85	0,24	3,16	0,38	1,20	88	4,91	0,94	3	3
Meitsjøen	114	21	16,7	2,9	0,3	358	514	4,64	0	24,6	128	0,80	0,38	1,15	0,38	1,47	56	4,61	1,37	49	49
Mellom-Røgden	492	129				330		5,78	23	16,7	49	0,86	0,39	1,33	0,33	1,92	97	3,60	0,90	4	4
Namnsjøen	91	71	62,9	5,8	1,5	198	581	5,56	30	22,6	100	1,18	0,41	1,80	0,58	2,81	53	5,17	1,56	93	93
Rotnessjøen	105	88	80,1	4,6	1,3	260	584	5,78	42	20,3	82	1,06	0,30	1,63	0,53	2,68	20	4,43	1,13	17	17
Store Helgen	57	170				243		5,76	40	20,9	88	1,14	0,36	1,67	0,54	2,67	47	4,44	1,32	5	5
Store Røgden	1920	265				280		5,86	25	18,0	36	0,90	0,41	1,39	0,38	1,88	133	3,93	0,95	41	41
Åsnes																					
Baksjøen	50	6	5,0	0,6	0,0	199	406	6,07	68	30,2	69	1,12	0,45	2,78	0,93	2,27	59	6,79	1,52	16	16
Gjersjøen	38	38	32,4	3,4	1,3	296	649	6,02	46	20,4	68	1,07	0,29	1,77	0,55	2,62	43	4,65	1,04	47	47
Gjesåssjøen	464	56	43,2	2,5	0,6	176	565	6,70	146	49,9	54	1,54	1,54	4,92	1,36	1,59	95	10,27	2,34	4	4
Grasåstjøenna	10	4	3,6	0,4	0,0	318	617	6,18	100	26,5	142	1,39	0,33	2,63	0,76	3,68	202	4,56	1,43	4	4
Hukusjøen	280	156	135,9	9,6	4,6	177	636	5,20	9	21,8	89	0,89	0,50	1,71	0,42	1,82	106	4,80	1,43	41	41
Sørmsjøen	23	8	6,7	0,7	0,1	317	474	5,83	48	23,5	97	1,22	0,34	1,89	0,71	2,75	34	5,24	1,42	12	12
Vermunden	312	309				215		5,97	57	21,0	100	1,12	0,37	2,01	0,50	2,59	38	4,38	1,26	10	10
Våler																					
Eidsmangen	148	51	45,2	3,8	0,8	386	635	4,92	0	19,1	95	0,70	0,23	1,41	0,29	1,55	38	4,28	1,07	45	45
Halsjøen	438	181				299		5,05	7	16,7	133	0,76	0,29	1,15	0,35	1,81	23	3,23	1,16	31	31
Holtsjøen	75	17	15,5	1,1	0,0	300	579	5,37	27	21,8	99	1,01	0,25	1,70	0,53	2,76	31	5,11	1,20	60	60
Nordre Bjølsjøen	65	13	9,8	2,0	0,1	388	511	5,64	24	16,2	79	0,77	0,24	1,38	0,43	1,79	41	3,50	0,98	64	64
Nordre Fløgen	125	8	5,5	1,0	0,1	313	590	5,76	27	19,4	52	0,77	0,28	1,42	0,47	1,06	17	3,90	0,95	9	9
Søndre Fløgen	88	18	15,7	1,4	0,0	326	590	5,08	12	21,5	137	0,90	0,22	1,63	0,53	2,21	46	4,71	1,32	54	54
Søråssjøen	75	12	10,4	0,4	0,0	209	465	6,40	83	33,0	59	1,30	0,79	3,36	0,76	1,87	54	7,07	1,79	6	6
Vålmanngen	100	95	86,6	4,9	2,5	351	635	4,90	0	18,8	87	0,70	0,22	1,20	0,28	1,42	52	4,11	1,03	73	73
Elverum																					
Bergesjøen	58	14	12,5	0,3	0,0	322	702	6,47	144	33,2	62	1,03	0,60	3,81	0,87	2,49	177	5,41	1,32	16	16

VANNANALYSER 1988 I HEDMARK																						
Lokalitet	areal	NBF	skog	myr	vann	hoh	hoh	pH	alk.	Kond	Farge	Na	K	Ca	Mg	Si	NO3-N	SO4	Cl	R-Al	R-Al	
	ha	km2	km2	km2	km2	m	max		uekl	mS/m	mgPt/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/l	mg/l	mg/l	ug/l	ug/l	ug/l	
Lisjøen	75	8	7,1	0,5	0,0	316	519	6,16	105	32,0	68	1,20	0,63	3,14	0,90	1,88	50	6,18	1,60	51	51	
Ryvsjøen	83	4	2,8	0,5	0,0	286	626	5,80	32	19,2	52	0,70	0,32	2,08	0,35	0,92	30	5,08	0,77	33	33	
Trysil																						
Blanksjøen	5	1	0,7	0,1	0,0	423	452	6,43	86	18,5	34	0,89	0,26	2,18	0,31	1,61	16	2,95	0,67	14	14	
Drevsjøen	35	71			1,5	737	1040	6,60	103	43,6	33	0,9	0,5	2,21	0,28	1,89	34	2,23	0,58	3	3	
Eltjøen	75	28	22,3	2,0	0,0	596	1071	7,01	298	39,2	77	0,76	0,26	6,32	0,80	1,88	0	3,94	0,89	13	13	
Flekksjøen	33	281				436		5,55	31	17,8	106	0,66	0,32	2,12	0,32	1,94	18	3,78	1,16	18	18	
Flensjøen	20	21	14,0	3,4	0,5	642	960	6,33	76	19,1	70	0,83	0,50	1,91	0,51	0,94	94	2,84	1,07	60	60	
Flersjøen	13	16	14,6	0,9	0,2	423	826	6,49	110	20,7	49	0,98	0,29	2,62	0,35	2,49	0	3,16	0,75	1	1	
Gjeddsjøen	20	4	2,8	0,4	0,0	535	697	6,44	119	25,4	114	0,88	0,36	2,78	0,99	3,10	52	4,30	1,15	16	16	
Gløtsjøen	18	2	1,0	0,3	0,0	823	931	6,44	49	13,8	22	0,75	0,34	1,18	0,30	1,29	25	2,58	0,58	5	5	
Håsjøen	50	49	42,2	5,3	0,1	450	746	5,01	5	18,4	130	0,54	0,33	1,53	0,28	1,58	24	3,57	1,23	22	22	
Langsjøen	90	4	2,4	0,3	0,0	486	572	6,63	88	20,7	26	0,78	0,22	2,38	0,50	1,42	16	3,70	0,70	12	12	
Mjølsjøen	15	7	0,9	1,0	0,0	882	1011	6,68	126	19,2	30	0,82	0,18	2,39	0,38	2,57	6	2,19	0,53	2	2	
Munksjøen	53	4	3,0	0,8	0,0	570	776	5,18	11	15,4	95	0,44	0,20	1,65	0,24	0,82	36	3,05	1,06	20	20	
N.Fuglsjøen	10	2	2,0	0,2	0,0	432	628	6,09	80	23,0	70	1,05	0,42	2,79	0,34	2,86	10	4,33	1,11	56	56	
N.Grønsjøen	30	6	4,1	1,8	0,0	624	805	5,90	80	20,7	103	0,65	0,06	2,87	0,51	2,33	0	3,60	1,28	1	1	
Rundsjøen	23	6	5,4	0,4	0,1	392	650	6,59	112	27,3	39	1,11	0,26	2,84	0,46	2,98	15	3,91	0,81	8	8	
Rysjøen	93	11	7,4	2,2	0,1	535	726	4,74	0	20,4	148	0,59	0,40	1,35	0,29	0,19	7	3,71	1,31	42	42	
Sendsjøen	371	3230				520		6,83	111	19,1	19	0,68	0,34	2,07	0,51	1,33	43	2,25	0,59	10	10	
Store Kolosjøen	25	30	24,3	5,2	0,1	460	805	6,47	117	24,9	48	1,10	0,33	3,17	0,39	3,15	0	4,37	0,84	63	63	
Svarttjøenna	10	2	1,1	0,4	0,0	630	695	4,96	4	22,3	122	0,89	0,15	1,91	0,45	1,62	11	5,25	1,01	8	8	
S.Ulvsjøen	75	34	29,3	2,8	0,4	521	854	6,26	123	35,5	112	0,86	1,13	4,89	0,50	1,82	172	6,47	1,94	26	26	
S.Grønsjøen	30	5	2,7	1,4	0,1	584	805	5,54	32	16,1	105	0,68	0,11	1,51	0,51	2,37	17	3,31	1,05	17	17	
Tørbergsjøen	120	56	44,6	8,4	0,8	466	776	5,64	44	20,5	121	0,64	0,50	2,53	0,41	1,53	45	4,14	1,41	17	17	
Vesle Kolosjøen	10	5	4,7	0,1	0,0	488	735	6,58	115	25,1	32	1,16	0,37	2,86	0,45	3,25	19	4,48	0,71	10	10	
Vestadtjøenna	3	3	2,8	0,1	0,0	360	1020	6,30	73	21,8	26	0,80	0,46	2,48	0,36	2,33	98	3,64	1,06	27	27	
Vestsjøen	30	322				388		5,54	30	17,7	108	0,68	0,34	2,06	0,33	1,99	22	3,82	1,19	21	21	
Ørsjøen	43	2	1,0	0,5	0,0	615	805	6,43	82	20,9	54	0,95	0,23	2,79	0,23	2,06	27	3,96	0,81	11	11	
Åmot																						
Deisjøen	25	15	13,0	1,8	0,0	391	804	6,70	225	45,8	102	1,32	0,33	7,29	0,55	2,79	66	9,07	1,07	9	9	
Hemsjøen	35	5	2,2	1,9	0,1	353	438	7,05	299	40,3	73	0,71	0,28	6,99	0,61	0,91	43	4,78	0,88	6	6	
Holmsjøen	115	5	3,8	0,5	0,0	559	722	4,93	0	14,9	47	0,46	0,17	1,05	0,15	0,66	39	3,24	0,66	27	27	
N.Slemsjøen	70	149	131,7	10,7	1,2	465	1039	6,33	88	20,4	77	0,97	0,30	2,32	0,46	2,48	0	3,99	0,86	5	5	
Osensjøen	4510	1186				436		6,15	51	18,2	60	0,70	0,39	2,19	0,33	1,63	86	3,66	0,82	5	5	
Runddalsjøen	33	7	5,4	0,8	0,0	332	486	6,99	329	56,8	90	1,04	0,24	9,42	0,90	1,69	54	10,06	0,89	10	10	
Stor-Elvdal																						
	1	3	1	0,0	0,0	0,1	1060	1110	6,09	48	15,7	15	0,84	0,14	1,54	0,15	1,49	7	2,35	1,32	3	3
	2	6	1	0,0	0,0	0,0	1060	1104	5,86	26	10,1	0	0,46	0,12	0,93	0,13	1,24	82	2,20	0,20	7	7

VANNANALYSER 1988 I HEDMARK																					
Lokalitet	areal	NBF	skog	myr	vann	hoh	hoh	pH	alk.	Kond	Farge	Na	K	Ca	Mg	Si	NO3-N	SO4	Cl	R-Al	R-Al
	ha	km2	km2	km2	km2	m	max		uek/l	mS/m	mgPt/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/l	mg/l	mg/l	ug/l	ug/l
3	3	1	0,0	0,0	0,0	1060	1081	4,50	0	17,1	14	0,20	0,13	0,24	0,07	0,11	25	2,41	0,32	38	38
4	3	1	0,0	0,0	0,1	1040	1104	5,80	25	9,8	0	0,50	0,14	0,83	0,13	1,45	35	2,16	0,22	3	3
5	3	1	0,0	0,0	0,0	1050	1080	4,61	0	14,7	3	0,26	0,05	0,23	0,05	0,07	28	2,35	0,23	99	99
Atnsjøen	518	438						6,10	20	8,4	7	0,32	0,25	0,82	0,14	1,09	77	1,48	0,29	11	11
Atnsjøen								6,15	25	9,8	8	0,35	0,30	0,85	0,14	1,09	77	1,46	0,29	11	11
Bjørnsjøen	58	4	3,7	0,0	0,0	647	928	6,70	106	18,3	20	0,68	0,26	2,16	0,42	1,51	3	2,70	0,36	8	8
Finnsjøen	40	10	2,1	1,5	0,3	877	1200	6,40	103	19,3	37	0,86	0,33	2,32	0,38	1,71	15	2,56	0,89	3	3
Gråsjøen	53	9	1,5	0,8	0,1	914	1193	6,55	48	11,4	16	0,48	0,11	1,55	0,13	1,32	9	2,01	0,33	4	4
Gråsjøen								6,54	51	11,8	16	0,48	0,10	1,56	0,12	1,33	10	1,96	0,37	17	17
Hamntjern	7	3	0,7	0,1	0,0	773	1075	6,67	87	14,1	18	0,56	0,25	1,44	0,41	1,96	0	2,15	0,18	6	6
Helgetjern	30	1	0,0	0,0	0,0	1048	1082	6,27	37	9,9	4	0,47	0,12	0,98	0,13	0,05	0	2,21	0,21	0	0
Hemmelsjøen	23	5	0,4	0,9	0,3	909	1086	6,27	40	12,6	35	0,53	0,12	1,46	0,19	0,99	22	2,79	0,50	8	8
Kamphavet	8	1	0,0	0,4	0,0	951	1000	5,38	24	12,9	51	0,14	0,07	1,07	0,15	3,67	2	1,70	0,51	11	11
Langtjern	15	9	4,1	0,1	0,1	771	1075	6,94	130	17,7	7	0,70	0,31	2,13	0,32	1,86	1	1,86	0,20	11	11
L. Møklebysjøen	10	5	0,0	0,9	0,1	1020	1123	6,02	41	10,3	19	0,56	0,07	1,00	0,17	1,56	11	2,15	0,29	7	7
L. Skollsjøen	3	1	0,0	0,1	0,0	1050	1090	6,14	77	14,1	4	0,83	0,17	1,46	0,15	1,62	14	2,34	0,27	0	0
Møklebysjøen	235	19	0,0	3,1	0,7	989	1123	6,13	25	8,4	20	0,43	0,09	0,82	0,12	0,14	2	1,91	0,35	7	7
Negardsjøen	28	3	1,1	0,4	0,0	876	996	6,22	151	23,7	48	0,52	0,23	3,70	0,31	1,67	24	2,79	0,57	6	6
N. Helgetjern	30	1	0,0	0,0	0,0	1050	1063	6,24	44	11,6	21	0,54	0,10	1,35	0,12	0,81	4	2,23	0,38	40	40
Setningsjøen	70	204				757		7,00	119	18,3	4	0,59	0,25	2,53	0,26	1,59	0	1,82	0,30	9	9
Skollsjøen	15	2	0,0	0,8	0,1	1065	1090	6,29	52	13,5	31	0,71	0,09	1,55	0,17	1,49	7	2,73	0,52	12	12
Storhovden	88	12	6,3	3,3	0,1	750	979	5,69	28	13,8	86	0,51	0,11	1,64	0,24	0,90	33	3,29	0,70	8	8
Svartåstjern	5	1	0,0	0,0	0,0	952	990	5,41	4	10,4	15	0,50	0,14	0,65	0,12	0,79	7	2,38	0,26	11	11
Trytjern	13	1	3,8	0,6	0,0	896	1320	5,44	6	8,3	14	0,47	0,26	0,37	0,07	1,54	41	1,38	0,25	15	15
Rendalen																					
Andtjønnna	15	6	5,0	0,2	0,5	556	803	6,73	193	29,4	47	0,88	0,48	3,54	0,80	2,63	10	3,70	0,78	8	8
Arasjøen	102	25	12,3	7,5	0,7	690	1060	4,83	0	15,1	136	0,65	0,19	0,80	0,31	1,32	0	2,72	1,01	12	12
Dam Nekmyrene								5,70	22	10,1	83	0,63	0,09	0,64	0,13	1,51	54	1,56	0,75	426	426
Drevsjøen								6,34	84	14,5	20	0,43	0,18	1,25	0,65	1,74	3	2,03	0,40	11	11
Finstadsjøen	115	268				516		6,88	138	23,0	12	0,84	0,38	2,77	0,46	2,42	35	3,10	0,50	16	16
Fuggsjøen	23	19	11,2	4,8	0,1	698	1070	5,90	52	15,8	125	0,63	0,27	1,51	0,68	2,13	4	3,15	1,01	10	10
Harsjøen	225	19	15,5	1,7	0,0	676	843	6,68	111	22,2	59	0,59	0,28	2,99	0,58	1,34	17	5,54	0,89	11	11
Lomnessjøen	480	1173				256		7,08	335	51,7	22	1,10	0,96	6,87	1,09	2,24	84	6,09	1,32	13	13
Neksjøen	53	11	1,1	1,8	0,0	919	1436	6,00	22	8,6	30	0,55	0,16	0,62	0,15	1,52	0	1,67	0,47	20	20
Nordre Missjøen	48	10	0,8	1,0	0,1	867	1161	6,28	34	9,9	15	0,63	0,43	0,68	0,20	1,42	3	1,89	0,37	5	5
N.Rensjøen	58	22	6,2	1,4	1,7	802	1136	6,28	44	11,9	43	0,55	0,20	1,34	0,24	1,17	12	2,50	0,49	4	4
Nordre Ørsjøen	25	4	0,0	0,3	0,1	854	948	5,14	0	8,2	5	0,32	0,24	0,27	0,09	0,62	9	1,72	0,28	46	46
N.Osdalstjønnna	50	7	1,4	1,0	0,3	759	944	4,96	0	12,8	28	0,45	0,25	0,82	0,14	1,03	0	2,65	0,60	5	5
Ryensjøen	20	2	0,0	0,0	0,0	850	884	4,86	0	10,3	2	0,24	0,30	0,27	0,07	0,19	26	2,40	0,42	57	57

VANNANALYSER 1988 I HEDMARK																					
Lokalitet	areal	NBF	skog	myr	vann	hoh	hoh	pH	alk.	Kond	Farge	Na	K	Ca	Mg	Si	NO3-N	SO4	Cl	R-Al	R-Al
	ha	km2	km2	km2	km2	m	max		uek/l	mS/m	mgPt/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/l	mg/l	mg/l	ug/l	ug/l
Røbutjønnna	5	1	0,5	0,4	0,1	690	742	4,97	0	10,3	42	0,49	0,25	0,34	0,12	0,79	6	1,85	0,46	9	9
Skardstjønnna	23	2	0,0	0,0	0,0	1202	1688	4,74	0	11,6	2	0,16	0,18	0,19	0,08	0,13	270	1,38	0,26	161	161
Skårsjøen	33	3	0,3	0,1	0,0	914	1034	5,61	3	7,4	10	0,50	0,20	0,39	0,09	0,56	10	1,64	0,33	17	17
Storbekktjønnna	28	2	0,0	0,2	0,0	900	969	4,80	0	10,9	23	0,34	0,20	0,35	0,10	0,64	0	2,04	0,40	77	77
Storsjøen	4810	2268				251		7,17	225	41,2	23	0,88	0,70	5,57	0,83	1,79	26	4,91	0,84	12	12
Stortjønnna	13	2	1,6	0,0	0,0	690	860	5,78	28	14,2	46	0,57	0,37	1,27	0,27	1,46	0	3,51	0,62	9	9
S.Kivsjøen	42	8	3,5	4,3	0,1	807	945	6,63	145	26,5	102	0,47	0,30	4,68	0,34	1,25	26	3,86	0,95	1	1
S.Osdalstjønnna	28	2	0,0	0,2	0,0	777	866	6,08	23	10,4	23	0,34	0,25	1,19	0,10	0,78	53	2,30	0,40	9	9
Sølsjøen	2268	370				688		6,47	51	11,5	31	0,53	0,32	0,96	0,34	1,49	40	1,99	0,46	4	4
S. Spekesjøen	53	22	3,4	2,0	0,0	824	1436	6,24	38	9,7	13	0,67	0,24	0,75	0,13	1,87	1	1,86	0,40	15	15
S. Missjøen	43	235				686		6,26	39	11,2	22	0,79	0,25	0,80	0,20	2,44	2	2,13	0,45	4	4
Valsjøen	25	8	7,6	0,1	0,1	586	860	7,18	338	41,9	29	0,69	0,46	4,85	1,89	1,34	16	3,72	0,56	12	12
Vekksen	218	16	13,2	0,7	0,0	660	922	6,73	105	19,3	29	0,63	0,25	2,35	0,47	0,98	33	3,07	0,53	8	8
Vesle Sølsjøen	45	208				702		6,44	73	14,1	28	0,70	0,26	1,24	0,40	2,63	3	2,31	0,51	7	7
Øversjøen	45	10	1,9	0,4	0,1	797	1572	5,50	4	9,0	13	0,46	0,36	0,43	0,10	1,12	53	1,74	0,35	14	14
Engerdal																					
Drevsjø	98	92	53,1	25,6	4,8	668	1142	7,17	342	16,9	32	0,67	0,16	7,25	0,55	2,24	0	3,44	1,11	17	17
Engersjøen	1400	395				472		7,21	291	36,5	27	0,70	0,33	4,90	1,12	1,56	71	2,81	0,57	13	13
Femunden	20419	1745				662		6,70	70	14,9	11	0,68	0,29	1,34	0,40	1,00	108	2,04	0,58	7	7
Fjellgutussjøen	205	35	11,9	3,3	1,2	734	1344	6,87	94	17,8	26	0,69	0,25	2,14	0,46	0,91	6	2,57	0,65	13	13
Galten	375	2422				643		6,66	83	17,8	22	0,71	0,40	2,03	0,40	1,02	114	2,43	0,74	16	16
Gutulissjøen	210	77	44,2	5,4	5,2	692	1344	6,94	115	19,4	23	0,73	0,26	2,26	0,57	0,99	12	2,62	0,66	4	4
Hyllsjøen	88	21	5,9	5,1	0,8	802	1114	6,75	120	19,5	52	0,73	0,18	2,39	0,58	1,77	15	2,51	0,67	9	9
Isteren	2938	2389				645		6,83	98	17,7	28	0,65	0,39	2,15	0,37	1,12	35	2,34	0,68	5	5
Nedre Roasten	140	453				720		6,60	56	11,9	12	0,66	0,24	1,20	0,19	0,94	22	1,79	0,46	3	3
Revlingsjøen	43	24	2,0	0,5	0,5	870	1374	6,45	46	10,2	9	0,72	0,19	0,83	0,14	1,97	4	1,69	0,32	9	9
Rønsjøen	150	16	2,1	0,4	0,1	888	1401	6,39	34	8,0	4	0,55	0,17	0,59	0,13	1,08	32	1,28	0,29	15	15
Stor-Jyltingen	170	19	13,7	1,9	0,6	682	1011	6,75	86	17,1	28	0,79	0,27	1,93	0,40	1,59	4	2,56	0,66	14	14
Svaisjøen	120	12	4,4	1,0	0,0	661	1079	5,51	16	10,5	65	0,68	0,26	0,65	0,26	1,07	0	2,37	0,61	17	17
Vesle Engeren	48	77	62,7	5,8	0,1	548	1153	7,25	527	61,1	36	0,91	0,61	7,21	2,89	2,41	21	3,89	1,01	15	15
Volsjøen	98	6	2,3	0,2	0,2	820	1020	6,62	55	11,4	9	0,62	0,23	0,97	0,30	1,08	17	1,86	0,35	9	9
Vonsjøen	325					788		6,48	39	9,6	4	0,52	0,22	0,83	0,16	0,50	0	1,58	0,41	11	11
Vurussjøen	500	152	99,5	31,9	6,7	663	1142	7,28	314	40,0	39	0,80	0,37	6,74	0,61	0,94	4	3,35	0,93	8	8
Tolga																					
Gjersjøen	70	19	0,0	1,8	0,3	975	1229	7,37	288	44,2	11	0,63	0,60	5,37	1,55	1,11	15	6,06	0,47	6	6
Langsjøen	615	423				709		6,70	140	22,40	30	0,68	0,48	3,08	0,38	1,65	30,00	2,67	0,70	28	28
Raudsjøen	25	4	0,0	0,3	0,0	1072	1305	6,63	60	10,4	16	0,37	0,17	0,76	0,47	0,97	6	1,49	0,32	2	2
Stikkelen	125	91	42,0	9,1	2,9	764	1543	7,66	476	57,6	18	0,83	1,01	9,49	0,61	1,21	5	3,93	0,95	15	15
Store Tallsjøen	200	36	25,4	4,1	0,8	665	1210	7,83	865	97,4	11	1,12	1,11	17,18	0,93	1,51	24	5,18	1,42	3	3

VANNANALYSER 1988 I HEDMARK																					
Lokalitet	areal	NBF	skog	myr	vann	hoh	hoh	pH	alk.	Kond	Farge	Na	K	Ca	Mg	Si	NO3-N	SO4	Cl	R-Al	R-Al
	ha	km2	km2	km2	km2	m	max		uek/l	mS/m	mgPt/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/l	mg/l	mg/l	ug/l	ug/l
S.Magnillsjøen	15	35	6,3	6,9	0,2	817	1229	6,81	133	27,0	23	0,76	0,76	3,05	0,68	1,93	0	4,83	0,69	19	19
Tynset																					
Børsjøen	125	22	10,8	1,8	1,1	910	1303	7,37	380	52,5	9	0,75	1,37	7,72	0,89	1,42	11	5,87	0,56	5	5
Børstusjøen	105	11	6,3	1,4	0,2	725	995	6,92	137	24,0	30	0,79	0,69	2,95	0,55	1,04	59	2,80	1,00	7	7
Flåtojtjønn	8	1	0,0	0,0	0,0	1110	1146	6,15	21	9,4	4	0,36	0,45	0,61	0,24	0,24	4	2,05	0,44	4	4
Holbekktjønn	3	1	0,0	0,6	0,1	878	900	6,90	159	27,5	59	0,71	0,50	3,86	0,66	0,84	9	3,86	1,00	8	8
Kasttjern	25	19	11,2	2,6	0,5	716	1062	7,54	566	67,8	12	0,71	0,62	11,80	0,74	1,61	6	5,25	0,57	8	8
Lille Hiåsjøen	43	11	0,0	1,8	0,3	948	1258	7,38	293	41,0	6	0,79	0,97	6,38	0,43	1,40	11	4,59	0,65	31	31
Lille Svergiesjøen	50	10	0,0	1,7	0,3	887	1258	7,44	315	39,0	8	0,72	0,82	6,34	0,34	0,78	9	2,67	0,69	6	6
Nappsjøen	63	7	0,0	1,8	0,4	854	1018	7,29	224	28,9	10	0,67	0,48	4,63	0,26	0,48	9	1,79	0,82	9	9
Rørtjønn	13	2	2,1	0,2	0,0	535	946	6,84	123	23,6	5	1,03	0,50	2,66	0,40	0,32	3	3,41	0,76	3	3
Store Ensjøen	123	7	0,0	0,8	0,0	974	1170	7,14	151	25,4	2	0,65	0,60	3,27	0,39	0,25	9	2,98	0,79	5	5
Stor-Innsjøen	75	9	2,6	3,5	0,0	824	953	7,56	446	51,3	12	0,84	0,98	8,49	0,56	0,94	12	2,67	0,95	6	6
Stubbsjøen	106	81	55,3	7,0	1,4	676	1294	7,21	248	55,1	37	0,99	1,23	7,43	1,10	2,03	0	11,02	1,04	36	36
Tronsjøen	20	6	4,9	0,2	0,2	702	1051	7,34	399	49,3	12	0,68	0,75	8,37	0,49	0,70	51	3,60	0,88	3	3
Rivtjønn	20	20	12,6	1,9	0,3	716	1168	6,62	106	19,7	49	0,57	0,37	2,91	0,29	1,75	2	3,09	0,67	9	9
Alvdal																					
Breidsjøen	75	51	6,1	3,8	1,2	951	1827	6,15	24	7,7	16	0,38	0,21	0,71	0,13	1,39	11	1,42	0,37	9	9
Hautsjøen	60	23	13,7	0,8	0,4	857	1247	7,77	722	83,6	9	0,80	1,12	14,45	1,02	2,25	11	6,12	0,44	4	4
Kjemsjøen	35	4	0,3	0,3	0,1	990	1131	7,62	523	62,1	11	0,65	0,75	10,87	0,62	1,59	11	4,85	0,32	13	13
Kvislåtjønn	20	2	0,0	0,0	0,0	1241	1429	6,51	41	9,7	4	0,54	0,14	1,02	0,15	1,33	10	1,74	0,20	4	4
Savalen	1603	106				707		7,46	403	50,2	10	0,71	1,09	7,69	0,88	1,42	38	4,13	0,59	13	13
Stortjønn	40	10	1,5	0,2	0,1	868	1215	6,23	25	9,2	9	0,64	0,14	0,96	0,09	1,88	9	1,99	0,28	10	10
Stråsjøen	25	9	0,3	1,9	0,2	929	1348	6,20	39	11,7	29	0,46	0,12	1,37	0,21	1,23	2	2,42	0,50	10	10
Veslesønsjøen	63	13	0,0	1,3	0,3	1052	1827	6,32	33	9,4	9	0,44	0,22	0,90	0,15	1,59	11	1,83	0,26	35	35
Folldal																					
Depltjønn	8	3	0,0	0,2	0,0	1150	1535	7,67	952	109,4	5	0,85	2,17	18,62	1,32	2,69	10	8,64	0,41	4	4
Dørråltjønn	10	2	0,1	0,4	0,1	1011	1080	5,51	17	9,7	51	0,62	0,16	0,59	0,10	2,15	9	1,89	0,55	13	13
Elgvatnet	23	6	0,3	0,4	0,0	965	1611	6,12	30	9,8	15	0,38	0,10	1,09	0,11	1,28	4	1,91	0,35	118	118
Kroktjønn	18	5	4,2	0,1	0,2	666	1000	8,02	1071	121,2	2	0,85	1,43	21,20	1,27	1,43	7	8,57	0,54	2	2
Kvittjønn	55	6	0,0	0,0	0,2	1102	1582	7,41	302	50,8	3	0,81	1,29	6,86	0,96	1,86	0	8,13	0,42	4	4
Marsjøen	263	23	0,0	1,5	0,5	1064	1641	7,17	154	26,8	5	0,68	0,81	3,20	0,47	1,26	18	3,67	0,46	0	0
N. Marsjøtjønn	5	1	0,0	0,1	0,2	1109	1230	7,52	966	119,2	5	0,99	2,69	18,70	1,98	2,87	11	12,69	0,18	2	2
Nygruvtjønn	13	1	0,5	0,1	0,0	968	1051	7,52	854	171,6	5	0,98	1,50	26,24	3,43	0,47	5	39,72	0,35	46	46
Råtåsjøen	13	3	0,0	0,1	0,0	1169	1502	7,36	320	55,7	2	0,74	1,08	8,30	0,68	2,22	9	9,13	0,39	12	12
Rundtjønn	5	2	0,0	0,3	0,2	990	1368	7,62	1343	151,4	5	1,09	2,95	25,52	1,98	2,21	20	10,68	0,92	5	5
Sandtjønn	30	3	0,0	0,1	0,0	1104	1641	6,88	99	26,6	3	0,68	0,57	3,24	0,43	1,86	6	5,82	0,34	12	12
Os																					
Fiellsjøen	50	6	0,0	0,4	0,0	974	1212	7,17	172	24,0	8	0,53	0,38	3,23	0,56	0,48	4	2,27	0,61	4	4

VANNANALYSER 1988 I HEDMARK																					
Lokalitet	areal	NBF	skog	myr	vann	hoh	hoh	pH	alk.	Kond	Farge	Na	K	Ca	Mg	Si	NO3-N	SO4	Cl	R-Al	R-Al
	ha	km2	km2	km2	km2	m	max		uek/l	mS/m	mgPt/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/l	mg/l	mg/l	ug/l	ug/l
Flensjøen	280	31	0,0	2,8	1,8	780	1292	5,50	6	8,3	18	0,50	0,20	0,53	0,10	1,09	35	1,61	0,50	45	45
Forolsjøen	375	15	0,0	0,6	0,2	993	1332	7,36	253	32,4	2	0,57	0,70	4,76	0,53	0,43	6	2,27	0,67	8	8
Hanksjøen	43	44	9,7	4,8	0,0	726	1246	7,24	273	38,4	21	0,66	0,52	5,96	0,61	1,11	11	3,96	0,78	11	11
Langen	45	37	26,2	4,2	1,3	719	1210	7,71	804	90,8	13	0,93	0,68	16,09	0,97	1,59	4	5,29	1,07	2	2
Narsjøen	193	117	24,0	6,8	2,0	737	1595	6,97	180	24,9	33	0,66	0,37	3,03	0,90	1,73	14	2,67	0,61	8	8
Sætersjøen	198	25	7,2	5,2	0,1	806	964	7,38	276	35,5	15	0,76	0,67	5,29	0,61	0,92	1	2,57	0,92	6	6
Siksjøen	265	108	65,1	8,9	11,0	708	1119	7,09	204	30,2	28	0,71	0,36	3,21	1,41	0,93	16	3,49	0,79	15	15