

# Kalkingsplan for Meland kommune 1995



Annie Elisabeth Bjørklund  
Geir Helge Johnsen  
&  
Steinar Kålås

Rådgivende Biologer AS  
INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

Rapport nr. 188, april 1996.



# Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

RAPPORTENS TITTEL:

Kalkingsplan for Meland kommune, 1995.

FORFATTERE:

Cand.scient. Annie E. Bjørklund    Dr.philos. Geir H. Johnsen    Cand.scient. Steinar Kålås

OPPDRAGSGIVER:

Meland kommune, ved miljøvernrådjevar Henning Stakseng, Meland kommune.

OPPDRAGET GITT:

Februar 1995

ARBEIDET UTFØRT:

1995

RAPPORT DATO:

30.april 1996

RAPPORT NR:

188

ANTALL SIDER:

32

ISBN NR:

ISBN 82-7658-093-9

RAPPORT SAMMENDRAG:

I Meland kommune er det særlig i de nordre og høyereliggende områdene en finner forsuringsproblemer. Her er det to stabilt sure områder, men også moderat sure områder. I dette området er det meldt om innsjøer med reduserte fiskebestander. Dette gjelder Havrevatnet, Liavatnet og Midtvatnet. Disse ligger i samme vassdrag, og det er anbefalt å kalke det øverstliggende Liavatnet samt legge ut kalksteinsgrus i innløpsbekkene for å sikre gyteforhold for fisken her.

EMNEORD:

- Forsuringstilstand  
- Fiskestatus  
- Kalkingsplan  
- Meland kommune

SUBJECT ITEMS:

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS  
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen  
Foretaksnummer 843667082  
Telefon: 55 31 02 78    Telefax: 55 31 62 75



## FORORD

Rådgivende Biologer as. har utarbeidet en kalkingsplan for Meland kommune. Gjennomføringen av arbeidet er utført i henhold til de krav som er gitt av Fylkesmannens miljøvernavdeling for dette arbeidet. Arbeidet er finansiert likelig fra Fylkesmannen og fra Meland kommune, og planen er en direkte oppfølging av "Vassdragskalking i Hordaland. Rammeplan 1995-2005" som ble utgitt av Fylkesmannens miljøvernavdeling i 1994. Planen for Meland inngår som en av 29 kommunale kalkingsplaner som er utarbeidet i Hordaland i løpet av 1995. Denne serien av kommunale kalkingsplaner utgjør et sentralt grunnlag for den offentlige forvaltningen av de statlige kalkingsmidlene i Hordaland i årene som kommer.

Det er imidlertid viktig å understreke at dette er en KALKINGSPLAN og ikke et KALKINGSPROGRAM for Meland kommune. På grunnlag av den informasjon som her er framkommet, vil det være mulig å få offentlig tilskudd til prioriterte kalkingsprosjekter i Meland. Ved tildeling av statlige kalkingsmidler vil disse prosjektene ut fra dagens prioriteringskriterier bli vurdert i forhold til de øvrige aktuelle og pågående kalkingsprosjekter i hele Hordaland. Gjeldende prioriteringskriterier kan bli endret i framtiden, slik at det ikke er en selvfølge at middels høyt prioriterte prosjekt nødvendigvis vil rykke oppover på listen i framtiden.

Planen er utarbeidet som et samarbeide mellom miljøvernrådgjevar Henning Stakseng og Arnt Brakstad i Meland, fylkesmannens miljøvernavdeling og Rådgivende Biologer as. Brakstad besørget organisering og lokal innsamling av 60 vannprøver våren og høsten 1995, samt opplysninger om fiskestatus i kommunen. Alt materialet er bearbeidet og sammenstilt av Rådgivende Biologer as, mens fylkesmannens miljøvernavdeling har bidratt generelt ved både utforming og utarbeidelse av samtlige av de 29 foreliggende kommunale kalkingsplanene.

pH-prøvene er analysert av Rådgivende Biologer, mens de utvidete vannkjemiske analysene er utført ved Fylkeslaboratoriet i Hordaland.

Rådgivende Biologer as. takker for et godt samarbeide gjennom hele prosjektet, og særlig Arnt Brakstad.

Rådgivende Biologer as. takker Meland kommune for oppdraget.

Høringsutkastet er datert: Bergen, 24.oktober 1995.  
Rapporten er datert: Bergen 30.april 1996.



## INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD .....	3
INNHALDSFORTEGNELSE .....	4
Liste over figurer .....	5
Liste over tabeller .....	5
SAMMENDRAG .....	6
SURHET I VASSDRAG OG VILKÅR FOR KALKING .....	8
Surhet i vassdrag .....	8
Kalking og kalkingskriterier .....	13
SURHETSTILSTAND .....	16
Surhet i Meland i 1995 .....	16
Variasjon i surhet gjennom året .....	17
Oversikt over forsurede områder .....	18
Aluminiumsinnhold i vassdragene .....	20
Syrenøytraliserende kapasitet i vassdragene .....	21
BIOLOGISK TILSTANDSBESKRIVELSE .....	22
Status for innlandsfiskebestander .....	22
Status for anadrome bestander .....	24
Vurdering av forsurede bestander .....	24
Andre ferskvannsorganismer av særlig verdi .....	24
KALKINGSPLANLEGGING FOR MELAND .....	25
Behov for kalking i Meland kommune .....	25
Forslag til prioritering .....	25
Kalkingsstrategi for aktuelle prosjekt .....	26
Hvor bør en overvåke .....	27
LITTERATURREFERANSER .....	28
VEDLEGGSTABELLER .....	29
Surhetsdata for Meland 1995 .....	29
Kart over prøvetakingspunktene .....	31
Status for fiskebestandene .....	32



## LISTE OVER FIGURER

FIGUR 1.1: Modell for sammenheng mellom buffersystem og variasjon i surhet .....	9
FIGUR 2.1: Surhetstilstanden i Meland kommune i 1995 .....	16
FIGUR 2.2: Fordeling av surhet i innsjøene i Meland i 1995 .....	17
FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i fire innsjøer .....	18
FIGUR 2.4: Oversikt over sure områder i Meland i 1995 .....	19
FIGUR 3.1: Fangst av fisk ved elektrofiske i Bjørndalstjørna og Kvernelva .....	23
FIGUR 3.2: Fangst av fisk ved elektrofiske i Brakstadvatnet og bekken mellom Åsebøtjørn/Storavatn	23
FIGUR 3.3: Fangst av fisk ved elektrofiske i Kvitstigtjørna og Brotshaugvatnet .....	24

## LISTE OVER TABELLER

TABELL 1.1: Tålegrenser med hensyn ANC-verdi for laks, ørret og røye .....	12
TABELL 1.2: DN's overordnede prioriteringskriterier for kalkingsmidler .....	14
TABELL 2.1: Arealfordeling av sure områder .....	20
TABELL 2.2: Skjematisk og teoretisk kalkbehov for hele kommunen .....	20
TABELL 2.3: Innhold av aluminium i tre vannprøver fra mai 1995 .....	20
TABELL 2.4: Syrenøytraliserende kapasitet i tre vannprøver fra mai 1995 .....	21
TABELL 4.1: Prioritering av kalkingsprosjekter .....	26
TABELL 4.2: Hydrologiske og morfologiske forhold .....	26



## SAMMENDRAG

Rådgivende Biologer as. har på oppdrag fra Meland kommune, utarbeidet et forslag til kalkingsplan for Meland. Arbeidet er utført i løpet av 1994 og 1995 som en direkte oppfølging av Fylkesmannens miljøvernmyndighets arbeid med beskrivelse av surhetstilstanden i Hordaland (Johnsen & Kambestad 1994) og kalkingsplanlegging i fylket (Kambestad mfl. 1995).

### **NATURGRUNNLAGET**

Berggrunnen i kommunen er en del av Bergensbuene, og er derfor meget variert. Dominerende bergarter er granitt, mangeritt, gabbro og anorthositt. Grovt sett er imidlertid den østre delen av kommunen preget av bergarter som forvitrer lettere enn bergartene vest i kommunen. Helt nord i kommunen og i et belte fra lo til Litlebergen ligger et lag med bergarter som domineres av mere basiske bergarter som amfibolitt og grønnskifer. De lavereliggende deler av kommunen har trolig en del marine avsetninger.

### **SURHET**

Det er to små områder i kommunen som er så sterkt påvirket av sure tilførsler at vannkvaliteten er stabilt sur hele året. Dette gjelder de høyereliggende områdene i kommunen; i nord ved Eldsfjellet og sørøst for Rylandsvatnet i områdene ved Brakstadjellet og Røysetfjellet.

Det er også et par områder i kommunen som er moderat forsuret. Det største området omfatter den nordlige delen av kommunen nord for Storavatnet, mens et noe mindre område finnes sør for Storavatnet. I disse områdene er det store variasjoner i pH gjennom året.

Største delen av kommunen er imidlertid lite påvirket av sure tilførsler. I disse områdene er vannkvaliteten relativt stabilt god hele året, noe som delvis skyldes at berggrunnen er mere kalkrik og delvis skyldes at de lavereliggende deler i kommunen har løsmasseavsetninger.

### **FISK**

Fra innsjøene er det rapportert om aure, røye, stingsild, regnbueaure og ål. Stingsild og ål finnes trolig i de fleste innsjøene i kommunen. Åtte av de 25 omtalte innsjøene er overbefolket med aure, åtte har en god bestand av aure, seks har en tynn bestand av aure og to innsjøer har ingen aurebestand. En av disse ansees som tapt mens det i den andre innsjøen trolig aldri har vært noen aurebestand. I fem av de omtalte innsjøene er aurebestandene blitt redusert de siste årene.

### **FISKE**

Det er organisert fiskekortsalg bare i Rylandsvatnet, men allmennheten får lov å drive sportsfiske i de aller fleste innsjøene. Bare i Eikelandsvatnet er det fiskeforbud. Sportsfiske har størst omfang i Storavatnet, Rylandsvatnet og Bjørndalsvatnet, men i en rekke andre innsjøer er det også et fåtall personer som driver sportsfiske.



## **KALKING**

Det er ikke foretatt kalking med offentlig støtte i Meland kommune. Det er meldt om nedgang i fire aurebestander og en tapt aurebestand. Dette gjelder Grasdalsjørn (34), Havrevatnet (21), Liavatnet (ved 20) og Midtvatnet (nedenfor 21).

Grasdalsjørn har ikke forsuringsproblemer, og tilbakegangen i aurebestanden må der skyldes andre forhold. De tre øvrige innsjøene ligger i et område der surheten i perioder kan være lav. De tre innsjøene ligger i samme vassdrag, med Liavatnet øverst, Midtvatnet i midten og Havrevatnet nederst.

Dersom kalking av disse innsjøene er aktuelt, er det nok å kalke opp Liavatnet. Avrenningen herfra vil avhjelpe situasjonen i de andre to innsjøene nedenfor. En må her foreta en nærmere vurdering av om det er nødvendig med utlegging av kalksteinsgrus i gytebekkene inn i Liavatnet.



## 1. Surhet i vassdrag og vilkår for kalking

Denne kalkingsplanen utfyller rapportene "Vassdragskalking i Hordaland. Rammeplan 1995-2005" (Kambestad mfl. 1995) og "Forsuringsstatus for vassdrag i Hordaland, 1993" (Johnsen og Kambestad 1994),- og inngår som en av 29 kommunale kalkingsplaner som er utarbeidet i Hordaland i løpet av 1995.

Grovt sett viser de foreliggende rapportene at det er fire områder i Hordaland som er **sterkt preget av forsuring**: 1) Høyfjellsområdene på grensen mot Rogaland, 2) deler av Bergensbuene i Bergen og Nordhordland, 3) enkelte av øyene langs kysten; Askøy, Sotra, Øygarden og Fedje og til slutt 4) grunnfjellsområdene i nord bestående av Masfjorden, Modalen og deler av Osterøy. Områdene som er **minst preget av forsuring** finnes i 1) Ytre Sunnhordland, 2) Midthordland med Tysnes, Fusa, deler av Samnanger og Kvam og 3) Indre Hardanger med Ullensvang, Granvin, Ulvik og Eidfjord med deler av Hardangervidda. I de andre områdene i fylket er surhetsnivået meget variabelt, både i tid og geografisk.

Surheten i innsjøer og vassdrag i fylket varierer altså mye, både innen relativt små geografiske områder og i løpet av korte perioder. Dette skyldes at surhet er resultatet av mange forhold. Vi skal innledningsvis prøve å belyse noen av de sentrale forhold som vil ligge til grunn for forståelsen av det videre innhold i denne kalkingsplanen. Den kjemiske sammensetningen av overflatevann i vassdrag er i hovedsak styrt av bidrag fra følgende fire kilder, der de tre første dominerer i vannforekomster uten særlig lokal forurensning:

- 1) **Naturgrunlaget**, - berggrunnen og jordsmonnet bestemmer hvilke stoffer som løses ut når nedbøren passerer nedbørfeltet. Dette gjelder viktige stoffer som kalsium, magnesium, bikarbonat og aluminium.
- 2) **Langtransportert forurensning** som kommer med nedbøren eller som tørravsetninger. Denne tilfører nedslagsfeltene og vassdragene betydelige mengder syre (hydrogenioner), forsurende stoffer som sulfat og nitrat, samt miljøgifter som kvikksølv og andre metaller. Slike tilførsler kan også komme fra lokale forhold som gruvedrift.
- 3) **Sjøsalter** som føres inn over landet med vind og nedbør. Dominerende stoffer her er klorid og natrium, men også sulfat og magnesium tilføres derfra. Veisalt og veisalting kan faktisk også gi påviselige effekter på vannkvalitet.
- 4) Lokale tilførsler fra **menneskelig aktivitet**, det være seg kloakk, industriutslipp eller avrenning og tilsig fra jordbruksaktiviteter. Dette gir særlig fosfor- og nitrogenforbindelser, organisk stoff og tarmbakterier av forskjellig slag. Dette er en type forurensning som ikke har direkte innvirkning på surhetsnivået, men et forhøyet ioneinnhold og bedre næringsgrunnlag for algevekst fører indirekte til bedret bufferevne og demper dermed både nivået og variasjonen i surheten. Utstrakt jordbrukskalking vil imidlertid kunne påvirke vannkvaliteten betydelig i perioder.

### NATURGRUNNLAGET I MELAND

Berggrunnen i kommunen er en del av Bergensbuene, og er derfor meget variert. Dominerende bergarter er granitt, mangeritt, gabbro og anorthositt. Grovt sett er imidlertid den østre delen av kommunen preget av bergarter som forvitrer lettere enn bergartene vest i kommunen. Helt nord i kommunen og i et belte fra lo til Litlebergen ligger et lag med bergarter som domineres av mere basiske bergarter som amfibolitt og grønnskifer. De lavereliggende deler av kommunen har trolig en del marine avsetninger.





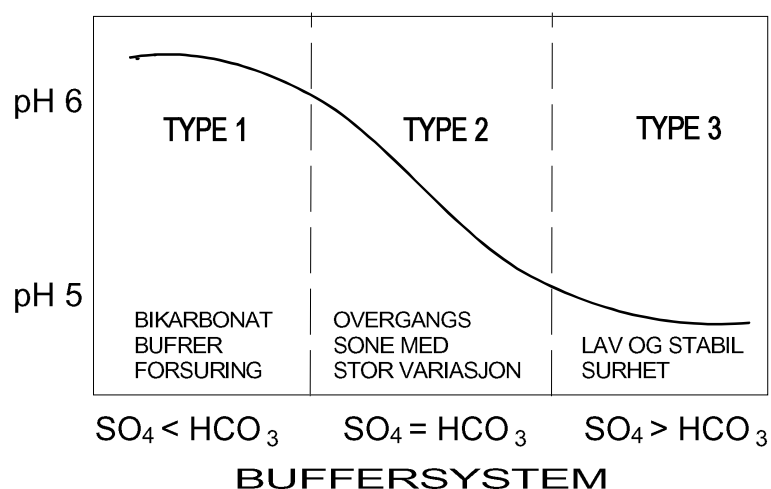
Berggrunn, jordsmonn, løsmasseavsetninger og marine avsetninger har avgjørende betydning for vannkvaliteten i et vassdrag. Etersom lite av nedbøren faller direkte i vassdragene, vil det meste renne via jordsmonnet i nedslagsfeltet, der kjemisk forvitring og ionebytting derfor er viktige prosesser som endrer mengden og sammensetningen av ioner i avrenningsvannet. De viktigste ionene i denne sammenheng er basekationene kalsium, magnesium, kalium og natrium. Et nedslagsfelt med en berggrunn som forvitrer lett, et rikt jordsmonn, store løsmasseavsetninger eller marine avsetninger vil avgi store mengder basekationer. Disse kan buffre den sure nedbøren slik at avrenningsvannet er adskillig mindre surt når det når vassdraget. Et nedslagsfelt som domineres av en hard berggrunn, som forvitrer sakte, og et skrint jordsmonn vil derimot ha et lavt innhold av basekationer, og derfor liten evne til å endre ionesammensetningen i regnvannet. Avrenningsvannet fra slike områder vil derfor være omtrent like surt som nedbøren når det når vassdragene.

Den varierende berggrunnen i kommunen består av bergarter med meget varierende kvaliteter, både med hensyn på ioneinnhold og forvittringshastighet. Vannkvaliteten i kommunen vil derfor være varierende og preget av lokale forhold. Grovt sett er imidlertid den østre delen av kommunen mere preget av bergarter som forvitrer lettere enn bergartene vest i kommunen, slik at vannkvaliteten med hensyn på forsuring vil være noe bedre øst i kommunen enn i vest. Vassdrag med utspring i beltet med basiske bergarter vil imidlertid ha en høyere tålegrense med hensyn på forsuring. Imidlertid vil marine avsetninger i enkelte lavtliggende innsjøer føre til at vannkvaliteten vil kunne være noe bedre enn berggrunn og jordsmonn for øvrig skulle tilsi.

## VARIERENDE BUFFERSYSTEM

Ulikt naturgrunnlag i Meland, fører altså til at det er stor variasjon i vassdragenes surhetsnivå fordi bufferevnen i jordsmonnet er forskjellig. På grunn av ulikt naturgrunnlag vil imidlertid selve vannet i vassdragene også få ulik bufferkapasitet. Denne bufferevnen er avhengig av vannets innhold av (hovedsakelig) bikarbonat, som for det meste tilføres fra nedslagsfeltet. Innholdet av bikarbonat har betydning for vannets evne til å motstå en ytterligere forsuring ved tilførsler av sur nedbør, og har derfor betydning for stabiliteten av surhetsnivået i vassdrag. Ulikt innhold av bikarbonat i vannet fører til at noen vassdrag kan ha en variasjon i surhetsnivået på opp til to pH-enheter fra det laveste til det høyeste, mens andre vassdrag kan være jevnt sure og andre igjen jevnt bra det meste av året.

*FIGUR 1.1: Teoretisk sammenheng mellom type av buffersystem i en innsjø og variasjonen i forsurningsnivå. I innsjøer med et høyt innhold av bikarbonat vil pH være god, og variasjonen liten (type 1). I et system der innholdet av bikarbonat og sulfat er omtrent likt vil pH være dårligere og svært variabel (type 2). Et sterkt forsuret system vil ha lite bikarbonat, aluminiumsforbindelsene har overtatt som buffersystem og pH vil være lav og stabil. Figuren er tilpasset fra Mason (1991).*





I områder der tilførslene av sure stoffer er relativt moderate og innholdet av bikarbonat høyt, vil pH vanligvis være høy og stabil til tross for periodevise sure tilførsler (TYPE 1 i figur 1.1).

I områder der jordsmonnets bufferkapasitet er utarmet etter en langvarig påvirkning av sure tilførsler, vil innholdet av bikarbonat avta fordi tilførslene fra nedslagsfeltet helt eller delvis erstattes av sulfat. Sulfationene kan ikke virke som buffer, og derfor blir slike vann meget følsomme for sure tilførsler. I innsjøer der bikarbonat og sulfat begge finnes i omtrent like mengder, vil pH være lavere og variere mye, avhengig av mengde sure tilførsler (TYPE 2 i figur 1.1).

I områder der tålegrensen for tilførsler av sure stoffer er langt overskredet, vil innholdet av bikarbonat være meget lavt, og aluminiumsforbindelser vil overta som buffersystem. Disse vassdragene vil ha en lav og stabil pH (TYPE 3 i figur 1.1).

## LANGTRANSPORTERTE FORURENSNINGER

Meland kommune ligger i den lavtliggende og ytre delen av Hordaland, der nedbørmengdene er mindre enn i de indre- og høyereliggende deler. Med en årlig middelavrenning rundt 50 liter pr. sekund pr. km<sup>2</sup> (NVE 1987), vil derfor våtavsetningen av forsurende stoffer i Meland være lavere enn i de indre og høyereliggende kommunene i Hordaland. Innen Meland kommune er imidlertid nedbørmengdene stort sett like store, slik at belastningene av forsurende stoffer antas å være tilnærmet lik i hele kommunen.

De viktigste forsurende stoffer i nedbøren er svovel- og nitrogenforbindelser. Disse påvirker forsureningen i vassdragene både direkte ved at vassdragene tilføres sterk syre, og indirekte ved at jordsmonnet utarmes fordi lageret av basekationer reduseres. Den indirekte virkningen av sur nedbør har dermed betydning for den langsiktige utviklingen i vassdragene og for evnen til å komme tilbake til den opprinnelige tilstanden dersom de sure tilførslene reduseres.

Når sulfat-ioner, og enkelte steder også nitrat-ioner, passerer gjennom jordsmonnet vil de binde til seg like store mengder basekationer fra jordsmonnet og frakte dem ut i vassdraget. Dersom mengden av basekationer som på denne måten transporteres bort fra jordsmonnet er større enn mengden basekationer som tilføres jordsmonnet, vil jordsmonnet utarmes og evnen til å buffre de sure tilførslene avtar. Når så basekationene i jordsmonnet er borte, vil effekten av de sure tilførslene forsterkes ved at sulfat- og nitrat-ionene frakter med seg hydrogenioner og aluminium i stedet, slik at avrenningsvannet i slike områder blir enda surere og i tillegg får et høyt innhold av aluminium.

Mengden av slike sure tilførsler vil imidlertid variere både fra år til år og i løpet av året, avhengig av mengden nedbør og hvor den kommer fra. Siden slutten av 1970-årene har svovelkonsentrasjonen i nedbør avtatt med omtrent 30%, men nitrogenkonsentrasjonen har endret seg lite og nedbørmengdene har økt (SFT 1994). Dette har ført til at de samlede sure tilførsler ikke er særlig redusert på Vestlandet de siste årene. Utviklingen i surhet i vassdragene vil likevel være ulik i de enkelte vassdrag avhengig av hvor utarmet nedslagsfeltene er. Langs kysten, som i Meland, der nedslagsfeltene ligger lavt, er vassdragene vanligvis surest på vinteren og minst sure om sommeren (Johnsen og Kambestad 1994).

## SJØSALTEPISODER

Kystnære områder som Meland kommune mottar ofte sjøsalter med nedbøren,- særlig i perioder med kraftig vind. Store mengder sjøsaltpåvirket nedbør kan føre til at vannet i vassdragene blir enda surere enn tilførslene fra den vanlige nedbøren skulle tilsi. Dette skyldes at natrium-ioner fra sjøsaltene i nedbøren holdes igjen i nedbørfeltet ved ionebytting med hydrogen og aluminium. Store mengder surt og



aluminiumsrikt avrenningsvann vil derfor kunne gi surstøtepisoder i vassdrag. Slike surstøtepisoder er vanligvis kortvarige, men det sure vannet kan imidlertid oppholde seg lenge i innsjøer og dermed gi surt vann til vassdrag over et noe lengre tidsrom. På grunn av lav pH og mye aluminium, som i slike tilfeller foreligger i store mengder i den labile formen som er giftig for fisk og bunndyr, vil slike perioder kunne føre til akutt dødelighet for vannlevende organismer.

En forutsetning for at dette skal skje er imidlertid at jordsmonnet allerede er helt eller delvis utarmet for basekationer på grunn av langvarig eksponering for sur nedbør. Surstøt vil derfor kun finne sted i områder der det allerede er moderat eller kraftig surt, men kan ventes å ha størst effekt der forholdene er moderate. De siste årene har hatt ekstremperioder med mye nedbør og sterk vind om vinteren, og dette har ført til surstøtepisoder i flere vassdrag med slike utarmede nedslagsfelt (Hindar mfl. 1993; Kroglund mfl. 1993).

Sjøsaltilførsel er imidlertid helt naturlig langs kysten, der en i de ytterste områdene som Meland har en nærmest kontinuerlig tilførsel av salter (Johnsen & Bjørklund 1993). I slike områder vil det alltid være mye natrium i jordsmonnet, og det er derfor mindre sannsynlig at surstøtepisoder vil finne sted i slike vassdrag. I de deler av Meland der vannkvaliteten allerede er påvirket av sur nedbør, vil en imidlertid kunne få surstøtepisoder med et høyt innhold av labilt aluminium i slike spesielle situasjoner.

## ALUMINIUM OG GIFTIGHET FOR FISK

Innholdet av totalaluminium i overflatevannet i Hordaland er stedvis meget høyt, og særlig i kystområder som i Meland (Johnsen og Kambestad 1994). Aluminium er meget vanlig i jordsmonnet, og stammer hovedsakelig fra forvitret berggrunn. Ved forsuring øker løseligheten av aluminium og konsentrasjonen i avrenningsvannet blir høyere.

Spesielt den labile fraksjonen av aluminium øker når vannet blir surere, og det er denne delen som utgjør det største problemet for fisken i forsurete vassdrag. Dette skyldes at aluminium legger seg på gjellene og kan i verste fall føre til akutt død. Konsentrasjoner over 40 : g pr. liter med labilt aluminium kan under gitte forhold være giftig for fisk (Rosseland mfl. 1992). For laksesmolt diskuteres for tiden om enda lavere konsentrasjoner kan medføre problemer ved utvandring. I humusrike vannforekomster, spesielt langs kysten, kan imidlertid innholdet av aluminium være ekstremt høyt (Johnsen & Kambestad 1994), uten å være et problem for fisken. I slike tilfeller er aluminiumet bundet til humuspartikler, og denne formen for organisk bundet aluminium er ikke giftig for fisk.

Innholdet av aluminium i overflatevannet varierer ikke bare mellom steder med forskjellig surhetsnivå og varierende berggrunnsforhold. Det varierer også over tid på hvert enkelt sted. I periodene med lavere pH-verdier vinterstid vil derfor aluminiumsinnholdet i vassdragene være høyere enn ellers i året. Også i spesielle surstøtepisoder vil aluminiumsinnholdet øke i vassdragene.

## ALUMINIUM I BLANDSONER

I vassdragsområder der forskjellige vannkvaliteter møtes, vil en kunne oppleve særlige forhold knyttet til disse blandsonene. Der svært sure og aluminiumsrike vannmasser møter vesentlig mindre sure vannmasser, vil selve surhetsnivået relativt fort utjevnes, mens aluminiumsforbindelsene trenger noe lenger tid på å stabiliseres. I denne fasen kan det oppstå særlig giftige komplekser av aluminium, slik at det kan bli akutt giftige forhold for fisk i blandsonerområder (Rosseland mfl. 1992 b).



Dette er viktige forhold som må tas hensyn til i både forvaltning og direkte utnyttelse av vassdrag, og slike situasjoner finner en for eksempel:

- der sure sideelver møter større vassdrag med bedre vannkvalitet,
- der kalkede vassdragsdeler møter sure og ukalkede greiner,
- ved utslipp fra kraftverk
- i oppdrettsanlegg der en foretar en behandling av det sure råvannet før det slippes til fiskene,- men uten at vannet får modnet slik at aluminiumskompleksene har fått stabilisert seg.

## TÅLEGRENSER OG SYRENØYTRALISERENDE KAPASITET

Det er utarbeidet tålegrenser for mange ferskvannslevende organismer,- både for mange fiskearter og for evertebrater av forskjellig slag. Disse tålegrensene er basert på vannkvalitet, der de vannkjemiske målingene er sammenstilt i uttrykket **syrenøytraliserende kapasitet = ANC (Acid Neutralizing Capacity)**. Dette er et begrep som sammenstiller balansen mellom basekationer og sterke syrers anioner, altså forskjellen mellom mengde tilførte forsurende stoffer og jordsmonnets mengde av tilgjengelige basekationer.

$$\text{ANC} = \text{basekationer} - \text{sterke syrers anioner} = (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^{+} + \text{K}^{+}) - (\text{Cl}^{-} + \text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_3^{-})$$

Selve beregningen av ANC inkluderer også en del omregninger, slik at en ikke uten videre kan foreta en summering av målte konsentrasjoner slik som vist over. Mange av stoffene angitt over stammer også fra sjøsaltilførsler til vassdragene (se side 10 foran), men disse tilførslene er kompensert for i beregningen av ANC, slik at det kun er tilførslene fra nedslagsfeltet og fra sur nedbør som inngår i beregningen.

Det er påvist betydelige forskjeller i tålegrenser for ulike fiskearter, der abbor er den fiskearten som tåler de laveste ANC-verdiene, mens laks synes å være mest følsom. Laks og ørret er derfor foreslått som indikatorarter for fisk på surt vann i Norge (Lien mfl. 1991). En ANC-verdi på 20 : ekv/l er foreslått som akseptabel tålegrense for fisk og evertebrater i Norge. Verdier under dette kan føre til skade på bestandene.

For laks skal ikke ANC-verdiene komme særlig under 0 før det er kritisk, mens ørret tåler noe dårligere vannkvalitet med lavere ANC-verdi. Allerede ved ANC=10 vil 25% av laksebestandene være redusert mens ved ANC=0 vil 50% være utdødd. Røye har tilsvarende toleranser som ørret (tabell 1.1)(Lien mfl. 1991).

TABELL 1.1: ANC-konsentrasjon (: ekv/l) for laks, ørret og røye hvor henholdsvis 25% og 50% av bestandene er redusert eller dødd ut. (fra Lien mfl. 1991).

ART	% REDUSERTE BESTANDER		% UTDØDDE BESTANDER		ANTALL BESTANDER
	25 %	50 %	25 %	50 %	
Laks	ANC = 10	ANC = 5	ANC = 5	ANC = 0	n = 30
Ørret	ANC = 10	ANC = 0	ANC = -10	ANC = -20	n = 827
Røye	ANC = 10	ANC = -5	ANC = -10	ANC = -15	n = 169

Årsaken til at laks og ørret er særlig sårbare arter, ligger i at de gyter i elver der yngelen og ungfisken også lever de første årene av livet sitt. Vannkvaliteten varierer mer og er periodevis mer ekstrem i elver enn i innsjøer. For innlandsørret er det derfor oftest rekrutteringen som først lider under forsurening, slik at kalking



av gytebekker ofte er viktigere enn kalking av innsjøer der den voksne fisken lever. Røye er innsjøgytende, og røyeyngelen er derfor ikke like utsatt for varierende vannkvalitet og dermed surstøtepisoder som ørret yngelen.

De vannkjemiske målingene som danner grunnlaget for beregning av ANC, gir også grunnlag for utarbeidelse av naturens tålegrenser for tilførsler av forsurende stoffer (Henriksen mfl. 1992). Denne tålegrensen avhenger av områdets evne til å "produsere" basekationer som kan motvirke de sure tilførselsene. På grunnlag av kjennskap til dagens tilførsler av forsurende stoffer, kan en dermed beregne hvorvidt tålegrensene for slike tilførsler i dag er overskredet. Med framtidige utslippsreduksjoner og dermed reduksjon i sure tilførsler, kan en også beregne hvor store reduksjoner i overskridelsene dette da vil føre til. Tålegrensekart og slike overskridelseskart for Hordaland er senest presentert i "Rammeplan for kalkingsvirksomheten i Hordaland" (Kambestad mfl. 1995).

## KALKING OG KALKINGSKRITERIER

Sur nedbør er hovedårsaken til den forsuringssprosessen landet vårt har opplevd. Den industrielle revolusjon førte til en kraftig økning i utslipp av svovel- og nitrogenforbindelser fra ulike menneskelige aktiviteter som industri, kraftproduksjon og samferdsel, og allerede før århundreskiftet gav dette seg utslag på Sørlandet, men også de naturlig sure områdene i Hordaland opplevde sannsynlig en økt forsuring allerede rundt århundreskiftet.

Kalking har av flere grunner vist seg som det beste "reparerende" tiltaket for å hindre at sur nedbør ødelegger økosystemer i ferskvann. Kalken øker pH i vannet, samtidig som giftvirkningen av aluminium reduseres. Det er imidlertid viktig å være klar over at kalking aldri vil kunne reversere utviklingen og føre oss tilbake til den tilstanden man hadde i økosystemet før forsuringen. Målet ved valg av kalkingsstrategi er imidlertid å komme så nær den opprinnelige tilstanden som mulig.

### MÅLSETTING MED VASSDRAGSKALKING

Direktoratet for Naturforvaltning har definert følgende to hovedmålsettinger for den statlig finansierte kalkingen i vassdrag i Norge:

- Å REDDE FORSURINGSTRUEDE ORGANISMER
- Å LEGGE TIL RETTE FOR FRITIDSFISKE I FORSURINGSRAMMETE OMRÅDER.

Videre er det i stadig større grad fokusert på bevaring av det biologiske mangfoldet også i forbindelse med kalking de siste årene, og det er høyst sannsynlig at dette vil bli mer framtrepende også i framtiden.

### PRIORITERING AV OFFENTLIGE KALKINGSMIDLER

For at kalkingsprosjekter skal få statlig støtte må forskjellige vilkår oppfylles. Fordi hvert kalkingsprosjekt vil binde opp midler helt til forsuringssituasjonen har bedret seg, er det viktig å ikke sette i gang kalkingen før det er gjort grundige vurderinger. I "Vassdragskalking i Hordaland. Rammeplan 1995-2005" er det gitt en oversikt over hva slags lokaliteter staten vil prioritere i årene framover, og det er også listet opp krav som må oppfylles for å få statlig støtte til kalkingstiltak.

Direktoratet for Naturforvaltning har utarbeidet et sett med overordnede kriterier for prioritering av kalkingslokaliteter. Prioriteringskriteriene tar delvis hensyn til at vi i visse deler av Norge må leve med et tilnærmet evig forsuringssproblem. Enkelte områder vil fremdeles være forsuret etter de utslippsreduksjoner som ble avtalt våren 1994. Ved plassering av lokaliteter i prioritert 3 og nedover tar man hensyn til en slik



framtidig forsuringssituasjon ved å nedprioritere områder som vil være forsuret i overskuelig framtid. Inntil videre har man valgt ikke å gjøre dette innenfor de to øverste prioriteringene. Vi må i årene framover vente en politisk diskusjon om skjebnen til de "evig" forsurrede områdene.

*TABELL 1.2: Direktoratet for Naturforvaltning sine overordnede prioriteringskriterier for tildeling av kalkingsmidler. Prioriteringen går fra 1 til 6, avhengig av om det er forbundet store interesser til området, hvorvidt området vil oppleve en reduksjon i forsuringen ved framtidig reduksjon i sure tilførsler og hvorvidt de forsuringstruede organismene allerede er utdødd.*

		FISKEINTERESSER		TILSTEDE	FORSURINGS- TRUETE ORGANISMER
		STORE	MINDRE		
TILSTAND ETTER UTSLIPPS- REDUKSJON	LIKEGYLDIG	PRI = 1	PRI = 2	ALLEREDE UTDØDD	
	BEDRET	PRI = 3	PRI = 5		
	FORSURET	PRI = 4	PRI = 6		

Det gis bare statlig støtte til kalking i lokaliteter der det er dokumentert at forsuring har medført, eller vil medføre, endringer i det biologiske mangfoldet. Dette betyr at forsuringsskade eller reell forsuringstrussel må kunne dokumenteres.

Videre er det mange andre forhold som også inngår i en samlet vurdering fram mot den endelige prioritering av aktuelle kalkingsprosjekter. Disse er detaljert gjennomgått i "Rammeplan for kalkingsvirksomheten i Hordaland". Et sentralt forhold her er almenhetens tilgang til fisket,- noe som vil være bortimot et krav for å bli prioritert ved tildeling av offentlige kalkingsmidler.

### KOST / NYTTE - VURDERING

For å kunne vurdere effekten av de forskjellige prosjektene opp mot hverandre, er det benyttet et enkelt kost / nytte forhold. Dette er skjønsmessig vurdert i denne sammenhengen, mens det i andre sammenhenger kan benyttes vitenskapelige metoder der elementene i detalj er gjort rede for.

Kostnadene for et kalkingsprosjekt vil i hovedsak være styrt av hvor store vannmengder som skal kalkes opp og hvor sure disse er. I tillegg vil transport- og spredningskostnadene være viktige. Helikopterkalking er dyrere enn kalking av innsjøer som ligger langs vei, og elvekalking med doseringsanlegg er mer kostbare enn innsjøkalking der en kan spre kalken ut i en enklere operasjon. Kalking av gytebekker med skjellsand eller kalksteinsgrus kan være billig.

Nytteverdien til et kalkingsprosjekt kan beregnes på mange detaljerte måter, men i denne sammenheng er det ikke foretatt noen vitenskapelig vurdering av hvert enkelt prosjekt. Her er det i hovedsak snakk om hvor mange som kan ha nytte av og eventuelt vil benytte seg av tilgangen til fisket, samtidig som kalking av en truet lakse-bestand gir mer "nytte" enn kalking av en truet sjøaure-bestand, som gir mer "nytte" enn kalking av en truet innlandsaure-bestand.

Kost/nytte-effekten vil således kunne være høy for både enkle prosjekt med begrenset nytteverdi og for mer omfattende og kostbare prosjekt der nytteverdien er meget høy. Og til tross for at små prosjekter kan oppnå en fordelaktig kost/nytte-effekt, kan en likevel oppleve at disse blir prioritert lavt. Dette vil være tilfellet der den generelle "nytte-verdien" er svært begrenset i forhold til større prosjekter med "større verdi".



## **FORBEDRING I FRAMTIDEN ?**

Siden utslippene av forsurende stoffer i stor grad passerer landegrensene med vær og vind, er det inngått internasjonale avtaler for å redusere disse utslippene betraktelig innen år 2010. De siste årene har en som et resultat av dette, opplevd en reduksjon i svoveltilførslene til Norge på nærmere 30%. Men selv med disse utslippsreduksjonene vil deler av Hordaland sannsynligvis fortsatt ha forsurede vassdrag også etter år 2010.

Statiske teoretiske modeller kan enkelt beregne tilstanden i vassdragene etter utslippsreduksjoner i henhold til de inngåtte avtaler. Dette baserer seg på at naturen er i stand til å reagere umiddelbart på reduksjoner i sure tilførsler, og at dette kan spores i vannkvaliteten direkte. Rammepplanen for kalkingsvirksomheten i Hordaland (Kambestad mfl. 1995) viser en oversikt over hvordan områdene i Hordaland vil fortone seg i år 2010 basert på en slik teoretisk beregning av tålegrenseoverskridelser ved avtalte reduserte utslipp.

Men både kjemiske og biologiske forhold virker forsinkende inn på tiden det tar før reduserte utslipp gir positive utslag på miljøet. Det er derfor utarbeidet dynamiske teoretiske modeller som tar hensyn til dette i beregningene (Wright 1994). Her er en kommet fram til at nylig forsurede områder vil kunne ta seg igjen raskere enn gamle forsurete området. I områder med stor grad av forsurening vil det imidlertid kunne ta fra 10-100 år før jordsmonnets evne til å buffre sure tilførsler er fullt restituert selv om tilførslene opphører.

Overvåkingen av utviklingen i vassdrag i Norge synes å indikere at forholdene i enkelte slike forsurede områder faktisk er på bedringens vei, i tråd med det de statiske teoretisk modellene antar. Men det gjenstår mye videre arbeide for å slå fast om dette faktisk er tilfellet. I de områdene der surheten i dag varierer mye (type II, se side 10) vil en eventuelt forvente den raskeste bedringen.

## **KALKING,- BARE ETT LEDD I KULTIVERINGEN**

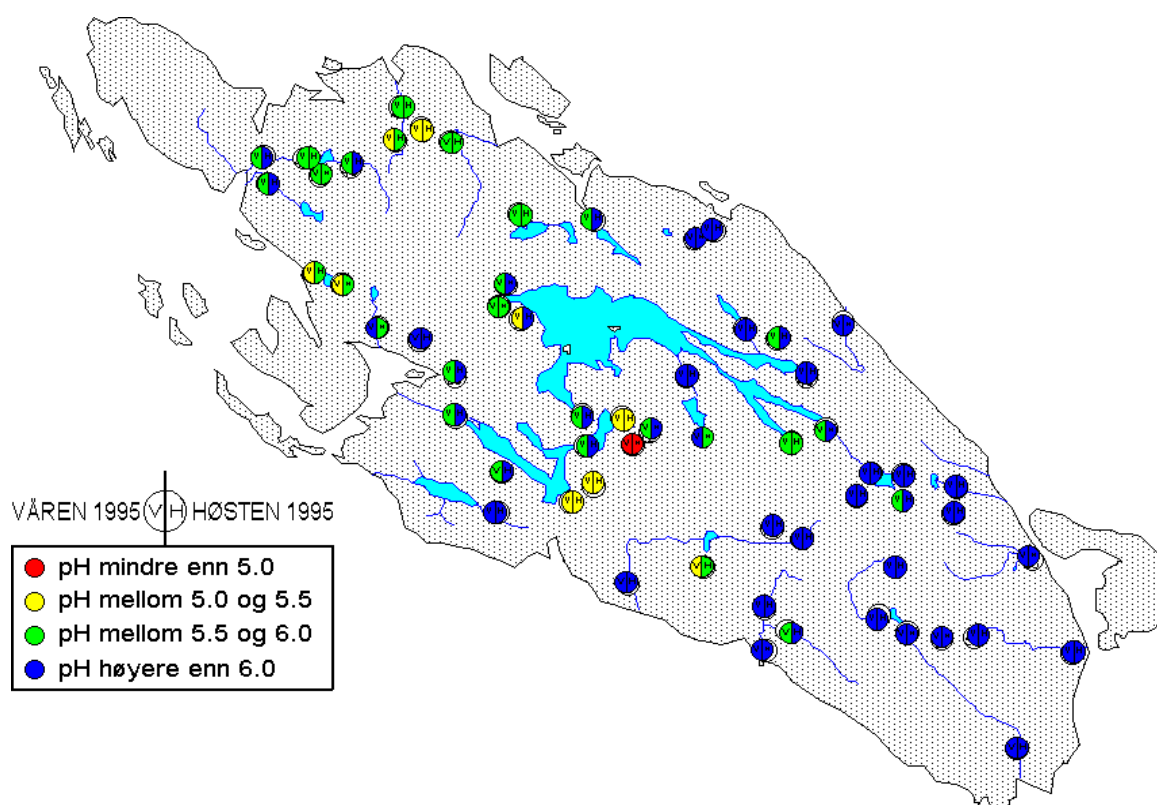
Kalking er et egnet virkemiddel der forsurening er årsaken til reduksjonene i fiskebestandene. I de innsjøer der også andre forhold skaper problemer for fiskebestandene, vil ikke kalking nødvendigvis være løsningen. I mange innsjøsystem kan det være oppvandringshindre som demninger eller veibygging, som har ødelagt for rekrutteringsmulighetene. Dessuten observeres tilbakegang i anadrome bestander av laks og sjøaure også i ikke-sure vassdrag.

På den annen side vil kalking i et tidligere "tusen-brødre" system, der fisken har gått tilbake, kunne gi det resultat at en får tilbake tusenbrødre-systemet med liten fisk med dårlig kvalitet. Kalking i innsjøer der gyteforholdene er gode vil således kunne resultere i en reduksjon i fiskens kvalitet. En må derfor være klar over at kalking ikke alltid er eneste medisin for å bøte på skrantende forhold.



## 2. Surhetstilstand i Meland kommune

Størstedelen av Meland kommune hadde gode forhold med hensyn på surhet ved prøvetakingene høsten og våren 1995, med pH-verdier over 6,0 (figur 2.1). Noe surere forhold ble målt i den nordre delen av kommunen, der pH lå ned mot 5,0 i målingene på våren. Også et område sentralt i kommunen like øst for Rylandsvatnet og Bjørndalsvatnet hadde noe surere forhold, med pH ned mot 5,0 ved målingene både på våren og høsten. pH under 5,0 ble kun registrert i Storedalsbekken.



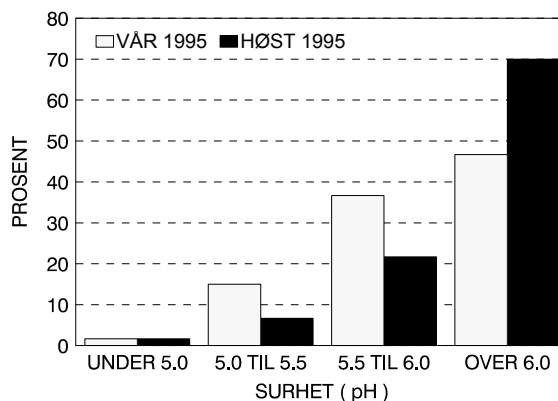
FIGUR 2.1: Surhetsmålinger i Meland kommune i 1995. Kartet baserer seg på pH-målinger fra 60 prøver våren og høsten 1995. Alle enkeltmålingene er presentert i vedleggstabell 1 bakerst i denne rapporten. Prøvene er samlet inn i regi av miljøvernrådsgjevar Henning Stakseng og Arnt Brakstad.





Størstedelen av Meland kommune hadde en relativt god vannkvalitet med hensyn på forsurening ved prøvetakingene i forbindelse med denne undersøkelsen (figur 2.2). Nesten halvparten av prøvetakingslokalitetene hadde pH-verdier over 6,0 ved begge prøvetakingene, mens kun 12,5% av lokalitetene hadde pH under 5,5 ved begge prøvetakingene (vedleggstabell 1).

FIGUR 2.2: Fordeling av surhet i de 60 innsjøene i Meland som ble undersøkt våren og høsten 1995 (se kartet i figur 2.1).



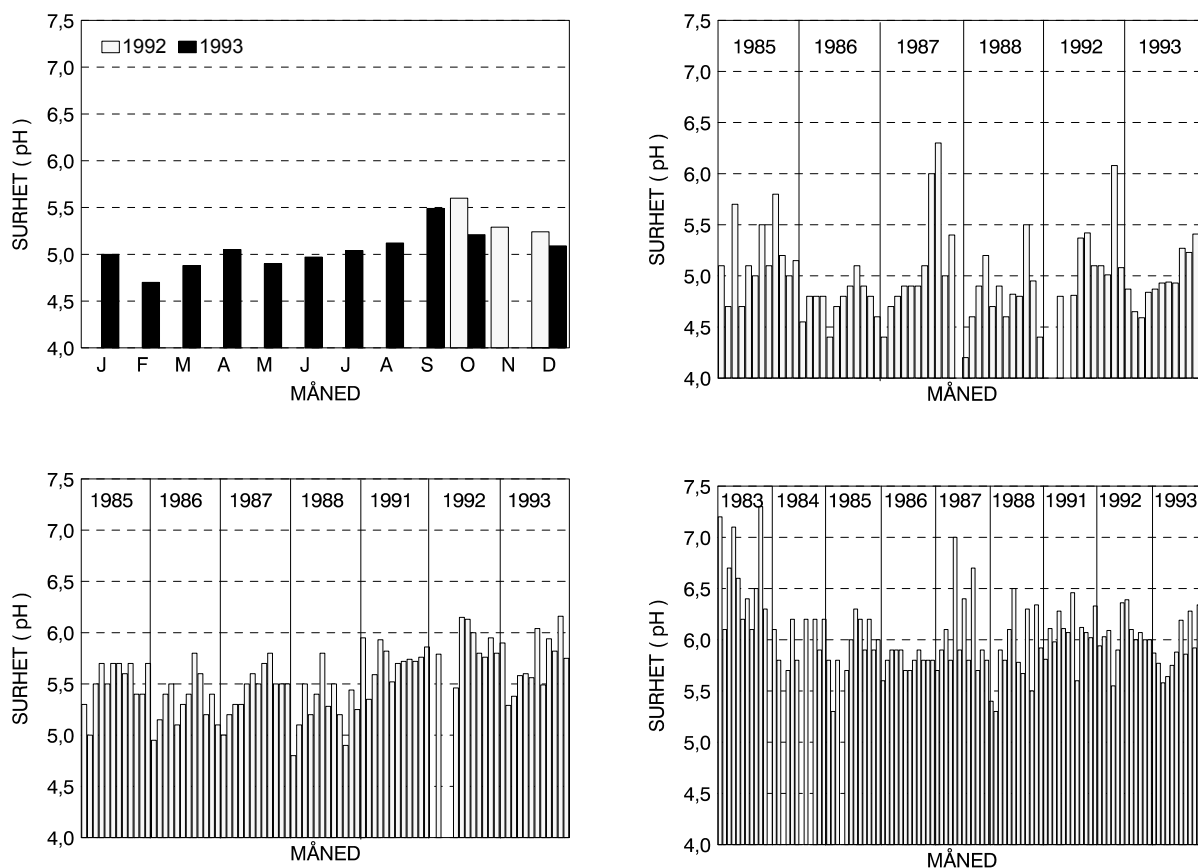
## VARIASJON I SURHET GJENNOM ÅRET

I Meland viser årsvariasjonen i surhet i vassdragene et mønster som er vanlig i kystkommunene i Hordaland, der en de siste årene har hatt de sureste periodene på vinteren (figur 2.3). De beste periodene har vært på sommeren og høsten. Det er imidlertid stor variasjon i surhetsforløpet gjennom året i de forskjellige innsjøene, noe vi har illustrert ved å vise variasjonen i fire drikkevannskilder i kommunen (figur 2.3).

Husebøvatnet og Storatjærnet er råvannskilder for henholdsvis Husebø vannverk og Rossland vannverk. Begge innsjøene ligger nordvest i kommunen i et av de områdene i Meland som var sure ved målingene i 1995. I disse innsjøene er forholdene stabilt sure, med pH-verdier rundt og under 5,0 (figur 2.3 oppe). Dette skyldes at bikarbonatbuffersystemene i innsjøene stort sett er "brukt opp", slik at det er lite eller ingen bufferkapasitet igjen.

Råvannskilden til Fløksand vannverk ligger også i et av de områdene i kommunen som var surere ved undersøkelsen i 1995. I dette vassdraget er pH relativt lav men variabel, og i perioder er pH rundt og under 5,0 (figur 2.3, nede til venstre). Der vil surheten i større grad variere fordi det er noe bufferkapasitet igjen i området, men i perioder med store sure tilførsler vil ikke dette være nok. I perioder vinterstid kan surhetsnivået der komme faretruende lavt, og forholdene kan være problematiske for fisk.

Kvernavatnet, vannkilden for Meland vannverk, ligger i det området som ikke var surt ved målingene i 1995. Der er pH også varierende, men generelt sett er det relativt gode pH-verdier gjennom året (figur 2.3, nede til høyre). Der er buffersystemet fremdeles i stand til å møte selv de sureste tilførslene, slik at pH aldri blir meget lav.



FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i fire innsjøer i Meland. Husebøvatnet (oppe til venstre) og Storvatnet (oppe til høyre) er typiske for en sure innsjøer med liten årsvariasjon (buffersystem type 3), mens Fløksand vannverk (nede til venstre) er typisk for vassdrag med stor variasjon i surhet gjennom året (buffersystem type 2). Kvernavatnet (nede til høyre) har jevnt høye pH-verdier gjennom året (buffersystem type 1). Målingene er rutinemessig utført av Næringsmiddeltilsynet for Nordhordland og Gulen på råvann fra drikkevannskildene.

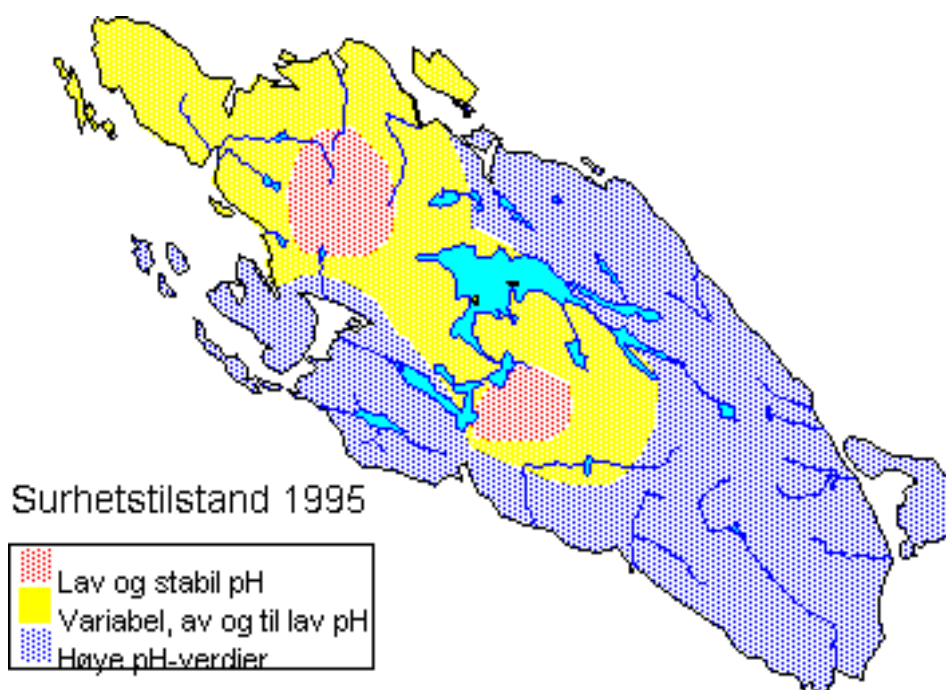
## OVERSIKT OVER FORSURINGSTRUEDE OMRÅDER

Det er to små områder i kommunen som er så sterkt påvirket av sure tilførsler at vannkvaliteten er stabilt sur hele året (figur 2.4). Dette gjelder de høyreliggende områdene i kommunen; i nord ved Eldsfjellet og sørøst for Rylandsvatnet i områdene ved Brakstadjellet og Røysetfjellet.

Det er også et par områder i kommunen som er moderat surt. Det største området omfatter den nordlige delen av kommunen nord for Storavatnet, mens et noe mindre område finnes sør for Storavatnet (figur 2.4). I disse områdene er det store variasjoner i pH gjennom året; vanligvis er forholdene relativt bra, men i perioder med store mengder sure tilførsler eller sjøsaltepisoder vil vannkvaliteten kunne bli så dårlig at forholdene vil være kritiske for fisk.



Største delen av kommunen, og spesielt de lavereliggende deler, er imidlertid lite påvirket av sure tilførsler. I disse områdene er vannkvaliteten relativt stabilt god hele året, noe som delvis skyldes at berggrunnen er mere kalkrik og delvis skyldes at de lavereliggende deler i kommunen har løsmasseavsetninger.



FIGUR 2.4: Oversikt over surhetstilstanden i Meland kommune i 1995. De blå områdene har stabilt høye pH-verdier rundt 6.0 (buffersystem type 1), de gule områdene har variable pH-verdier vanligvis mellom 5.3 og 6.0, men av og til ned i 5.0 (buffersystem type 2), mens det røde området har pH-verdier stabilt rundt og under 5.0 (buffersystem type 3). Kartet baserer seg på målingene i figur 2.1, sammenstilling av drikkevannsmålingene og tidligere sporadiske målinger samt en generell forståelse av naturgrunnlaget i kommunen.



Av kommunens totalareal er det bare i underkant av 8 % som er sterkt preget av forsuring, 35 % er moderat sure, mens hele 57 % av kommunen ikke har vassdrag som er vesentlig påvirket av den sure nedbøren (tabell 2.1).

*TABELL 2.1: Arealfordelingen av sure områder i Meland,- basert på kartet i figur 2.4.*

TOTALT AREAL	IKKE SURT	MODERAT SURT	STERKT SURT
91 km <sup>2</sup>	52 km <sup>2</sup>	32 km <sup>2</sup>	7 km <sup>2</sup>

Tabell 2.1 viser og kartet i figur 2.4 viser hvor store områder i kommunen som er preget av forsuring. Tabell 2.2 viser det teoretiske kalkbehovet dersom en skal avsyre alt avrenningsvannet i de sure områdene, mens det reelle behovet for kalk til de aktuelle kalkingsprosjektene selvsagt vil være vesentlig mindre.

*TABELL 2.2: Skjematisk og teoretisk beregning av kalkbehov med grove behov for Meland kommune, basert på arealfordelingen i tabell 2.1 og figur 2.4.*

FORSURET AREAL ( km <sup>2</sup> )	AVRENNING ( l/s/km <sup>2</sup> )	SNITT pH	KALKBEHOV (g CaCO <sub>3</sub> / m <sup>3</sup> )	TONN CaCO <sub>3</sub>
Sterkt forsuret: 7 km <sup>2</sup>	50	5,0	4,0	45
Moderat forsuret: 32 km <sup>2</sup>	50	5,3	2,9	145

## ALUMINIUMSINNHOOLD I SURE VASSDRAG

Innholdet av aluminium er meget høyt i hele kommunen, både denne undersøkelsen og tidligere undersøkelser viser dette (Jensen og Leivestad 1989, drikkevannsanalyser). I forbindelse med denne kalkingsplanen er to innsjøer undersøkt; Brathaugsvatnet og Bjørndalstjørna, som begge ligger i området som er moderat påvirket av sure tilførsler. Innholdet av labilt aluminium var meget høyt i Bjørndalstjørna med hele 65 : g Al/l, men noe lavere i Brathaugsvatnet (tabell 2.3). Imidlertid var konsentrasjonene i begge innsjøene over mengden på 30 : g Al/l, som ansees å kunne ha skadelig effekt på fisk. Mengden reaktivt aluminium var imidlertid meget høyt i begge vassdragene (tabell 2.3), og i spesielt sure perioder vil den reaktive aluminiumen kunne gå over til labilt aluminium.

*TABELL 2.3: Surhet, fargetall og innhold av aluminium i to vannprøver fra Meland kommune. Prøvene er tatt 26. april 1995 av Arnt Brakstad i forbindelse med utarbeidelsen av kalkingsplanen, og analysert av Hordaland Fylkeslaboratorium. Lokalitetsnummeret står i parentes, og er i henhold til nummereringen i vedleggskartet bak i rapporten.*

PRØVETAKINGSSTED	Surhet pH	Fargetall mg Pt/l	Reaktivt Al : g Al / l	Illabilt Al : g Al / l	Labilt Al : g Al / l
Brathaugsvatnet (47)	5,35	23	100	65	35
Bjørndalstjørn (58)	5,31	68	165	100	65



## SYRENØYTRALISERENDE KAPASITET I SURE VASSDRAG

Vassdragenes syrenøytraliserende kapasitet (ANC) ble også undersøkt i området som er moderat surt. Ved prøvetakingen våren 1995 var ANC god i Bjørndalstjørna med ANC-verdi på 54 : ekv/l (tabell 2.4). I Brathaugsvatnet var ANC-verdien lavere og var på 6 : ekv/l. Generelt antas at ørret trives best når den syrenøytraliserende kapasiteten er over 20 : ekv/l, mens fisken får store problemer når den er rundt 0 eller lavere.

Alkaliteten i begge innsjøene var imidlertid meget lav (tabell 2.4), og viser at begge innsjøene er meget følsomme for ytterligere forsurening i periodene med store mengder sure tilførsler eller stor sjøsaltpåvirkning.

*TABELL 2.4: Vannkjemiske målinger og beregnede ANC-verdier fra Meland kommune. Prøvene er samlet inn 26. april 1995 av Arnt Brakstad i forbindelse med utarbeidelsen av kalkingsplanen, og analysert av Hordaland Fylkeslaboratorium. Lokalitetsnummeret står i parentes, og er i henhold til nummereringen i vedleggskartet bak i rapporten.*

Sted	Alkalitet mmol/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Na mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> : g N/l	ANC : ekv/l
Brathaugsvatnet(47)	< 0,02	0,54	0,53	0,28	5,03	8,4	2,4	33	6
Bjørndalstjørn (58)	< 0,02	0,73	0,58	0,73	6,75	9,9	2,96	< 10	54



### 3: Biologisk tilstand i Meland i 1995

#### STATUS INNLANDSFISKEBESTANDER

Meland kommune har 66 innsjøer med et samlet areal på 5,42 km<sup>2</sup>. De fleste er små men 11 er større enn 50 da (Nordland 1983). Fiskestatusen i 25 innsjøer i Meland er kartlagt gjennom spørreundersøkelser utført av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989 og fulgt opp av Rådgivende Biologer i 1995 (vedleggstabell 2).

Fra innsjøene er det rapportert om aure, røye, stingsild, regnbueaure og ål. Stingsild og ål finnes trolig i de fleste innsjøene i kommunen. I følge denne undersøkelsen er åtte innsjøer overbefolket med aure, åtte har en god bestand av aure, seks har en tynn bestand av aure og to innsjøer har ingen aurebestand (vedleggstabell 2). Aurestatusen er ukjent i en innsjø. Tettheten av fisk uendret i 15 innsjøer, økt i en, den har gått ned i fem mens en bestand er tapt og i en innsjø har det trolig aldri vært noen aurebestand. I tre innsjøer er det ikke kjent om det har skjedd endringer i tettheten av aure. Røye finnes i fire av innsjøene. Tre bestander er tynne mens Storavatnet er overbefolket med røye. I Rydlandsvatnet og Bjørndalsvatnet er røyebestandene reduserte trolig grunnet reduksjon i gyteområder.

Det er gode eller brukbare gyteforhold for aure i nesten alle innsjøene som er med i denne undersøkelsen (vedleggstabell 2). Bare i en innsjø er det kjent at det mangler gytemuligheter, og dette skyldes at vannet er demmet opp.

Det er organisert fiskekortsalg bare i Rydlandsvatnet, men allmennheten får lov å drive sportsfiske i de aller fleste innsjøene. Bare i Eikelandsvatnet er det fiskeforbud. Sportsfiske har størst omfang i Storavatnet, Rydlandsvatnet og Bjørndalsvatnet, men i en rekke andre innsjøer er det også et fåtall personer som driver sportsfiske (vedleggstabell 2).

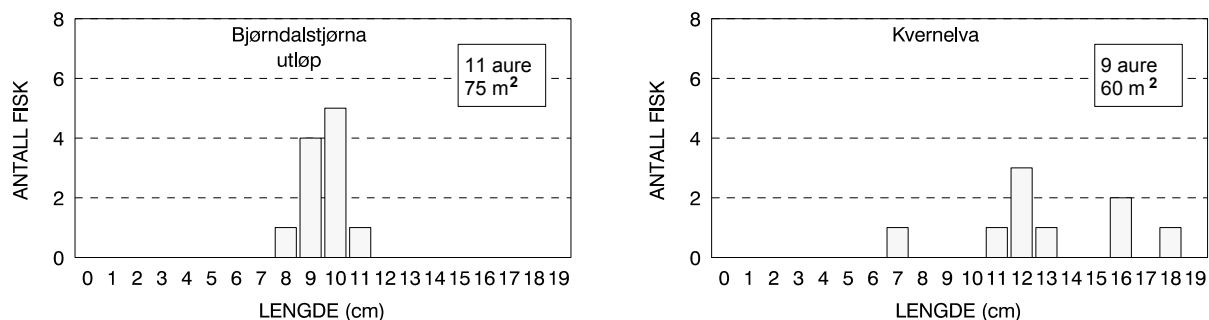
Det er satt ut regnbueaure i Eikelandsvatnet for å bedre vannkvaliteten i innsjøen. Ellers er det ikke kjent at det er satt ut fisk i kommunen. Vassdragskalking er heller ikke utført.

Som en del av arbeidet med kalkingsplanen for Meland kommune ble flere vassdrag i kommunen undersøkt ved elektrofiske 15. mai 1995. Følgende lokaliteter ble undersøkt:

- inn og utløpsbekken til Bjørndalstjørna (KN 872 201 & KN 869 204)
- Kvernaelva (KN 935 179)
- innløpsbekk til Brakstadvannet (KN 883 180)
- bekk mellom Åsebøtjørna og Storavatnet (KN 848 223)
- Landsvikvassdraget (KN 842 250)
- utløpsbekk fra Brotshaugvatnet (KN 815 247)
- to innløpsbekker til Rydlandsvatnet (KN 860 191 & 863 195)
- utløpsbekk fra Vikebøtjørna (KN 842 212)



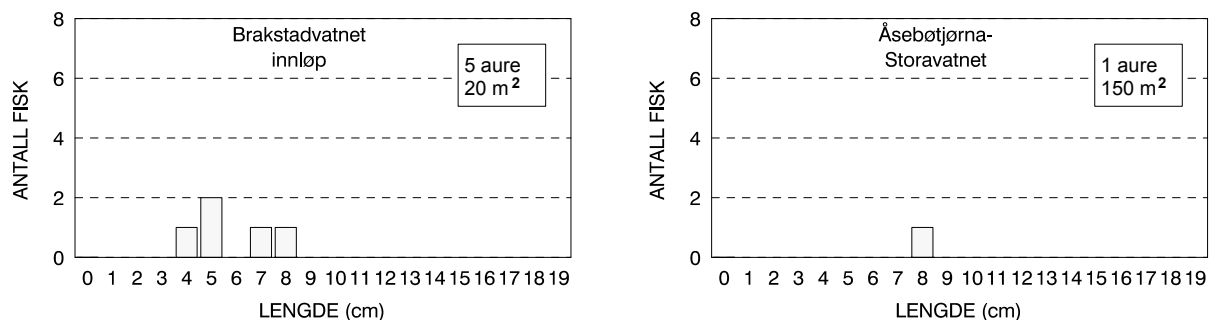
Innløpsbekken til Bjørndalsvatnet skjærer seg gjennom et jorde ned mot Bjørndalstjørna. Bunnen, med grus og stein skulle være bra for gyting. Her ble det verken fanget eller sett fisk. Denne bekken er svært sur. Utløpsbekken fra Bjørndalstjørna (figur 3.1) er en rolig bekk med kulper og litt stryk, grus og stein på bunnen og den er litt begrodd. Vi observerte store mengder årsyngel og noen større fisk.



**FIGUR 3.1:** Fangst av aure ved elektrofiske i utløpet av Bjørndalstjørna (utm KN 869 204) og Kvernelva (utm KN 935 179) 15.mai 1995. Årsyngel er ikke med i figuren. Ingen fisk større enn 20 cm ble fanget.

Kvernelva er en elv med gode gyteområder for aure. Det er oppgangsmuligheter for sjøaure til denne elva. Ved elektrofiske ble det funnet små mengder aure, men alle forventede størrelsesklasser var representert (figur 3.1).

Innløpsbekken til Brakstadvatnet har fine gyte og oppvekstforhold for aure. Sjøaure kan vandre opp til denne bekken. Ved elektrofiske ble det funnet noen få årsyngel (figur 3.2). Det er trolig at fisken her har så god vekst at den vandrer ut i innsjøen allerede som ettåringer.

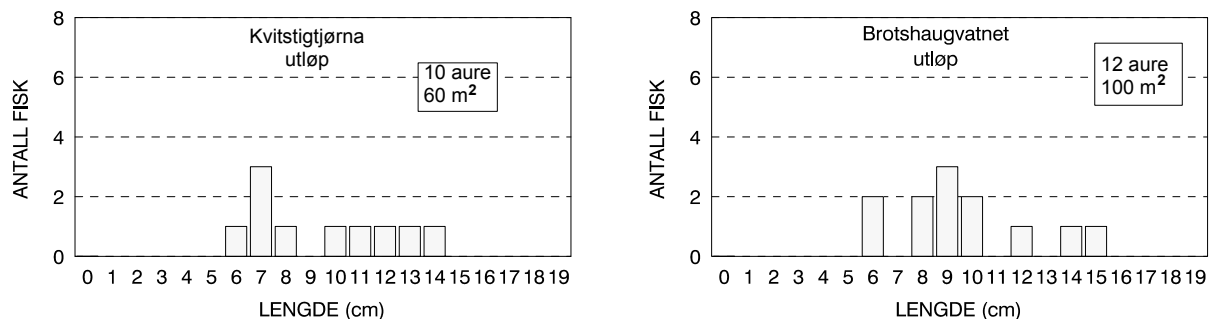


**FIGUR 3.2:** Fangst av aure ved elektrofiske i innløpet til Brakstadvatnet (utm KN 883 180) og i bekken mellom Åsebøtjørn og Storavatnet (utm KN 848 223) 15.mai 1995. Årsyngel er ikke med i figuren. Ingen fisk større enn 20 cm ble fanget.

Bekken mellom Åsebøtjørna og Storavatnet er omlag 150 meter lang og muret opp på begge sider. Bunnen består nesten utelukkende av perfekt gytegrus. Sjøaure kan vandre opp til bekken. Vi fisket hele bekken og fikk bare en ungfisk (figur 3.2), men det ble observert svært høye tettheter av årsyngel. Disse ble ikke målt og er derfor ikke med i figuren. Bekken er praktfull for gyting, men er nesten uten skjul for større fisk. Sannsynligvis går yngelen ut i Storavatnet eller Åsebøtjørna første høsten etter den har klekket. Her er oppgangsmuligheter for sjøaure.



Utløpet av Kvitstigtjørna i Landsvikvassdraget er en grov og steinet elv med kulper og stryk. Dette er et sjøaurevassdrag. Området vi fisket er ca 100 meter nedenfor en foss som er oppgangshinder. Små mengder fisk av alle forventede størrelsesklasser ble funnet i bekken (figur 3.3).



**FIGUR 3.3:** Fangst av aure ved elektrofiske i Kvitstigtjørna (utm KN 842 250) og i utløpsbekken fra Brotshaugvatnet (utm KN 815 247) 15.mai 1995. Årsyngel er ikke med i figuren. En fisk større enn 20 cm ble fanget i utløpet fra Kvitstigtjørna.

Utløpsbekken fra Brotshaugvatnet er en myrpåvirket bekk med kulper og stryk. Bunnen består av fjell, stein, grus og mudder. Det er litt begrodd, men det er usikkert om dette skyldes tilsig fra landbruk. Alle forventede størrelsesklasser av aure ble funnet, og det ble i tillegg observert en del årsyngel.

To innløpsbekker til Rylandsvannet ble fisket (KN 860 191 & KN 863 195). Disse er typiske myrbekker med mudder og litt grus på bunnen, og de virker ikke særlig egnet for fisk. Her fikk vi ingenting og det ble heller ikke observert fisk.

Utløpsbekken fra Vikebøtjørna (KN 842 212) er sterkt påvirket av kloakk og søppel. Den har nok vært en fin bekk før, men er nå svært begrodd. Ingenting ble fanget eller observert.

## STATUS ANADROME BESTANDER

Det finnes ingen større elver i Meland kommune med bestander av anadrom fisk. Kommunen har imidlertid mange mindre vassdrag med muligheter for sjøaure. Det finnes få opplysninger om bestander av sjøaure i Meland. Vi har fått opplysninger om at det er middels bestander av sjøaure i Kårbøtjørna og Bratshaugvatnet og her er mengden fisk uendret. I Husebøvatnet har det vært sjøaure men denne bestanden er utdødd. I Holmavatnet er det også sjøaure men statusen til denne bestanden er ukjent. Det finnes også bestander av sjøaure i mange bekker som ikke er knytt til innsjøer, så som Mjåtveitelven.

## VURDERING AV FORSURINGSTRUDEDE BESTANDER

Det er meldt om nedgang i fire aurebestander og en tapt aurebestand fra Meland. Vi har analysert vannprøver for surhet fra to av innsjøene med tynn og redusert bestand og fra innsjøen med tapt bestand. Vannkvaliteten med hensyn på surhet var god i disse innsjøene. Vi har derfor ikke funnet indikasjoner på at disse fiskebestandene i Meland er truet av forsuring. Tilløp til noen innsjøer er svært sure og reproduksjonen i disse elvene kan være hemmet eller hindret.

## ANDRE FERSKVANNSORGANISMER AV SÆRLIG VERDI

Frosk og padde finnes men det er ikke kjent om det har vært endringer i tetthet eller utbredelsen til disse bestandene. Ved en undersøkelse i 1975 ble det påvist marflo i Storavatnet.





## 4: Kalkingsplanlegging i Meland

### BEHOV FOR KALKING I MELAND

Det er meldt om tynne bestander med nedgang i fire innsjøer og en tapt aurebestand i Meland. Dette gjelder Grasdalstjørn (34), Havrevatnet (21), Liavatnet (ved 20) og Midtvatnet (nedenfor 21).

Grasdalstjørn har ikke forsuringsproblemer, og tilbakegangen i aurebestanden må der skyldes andre forhold. De tre øvrige innsjøene ligger i et område der pH-verdiene i perioder kan være lav, men det kan hende at utlegging av kalkgrus eller skjellsand i forbindelse med gytebekker kan være tilstrekkelig til å bøte på forholdene i disse innsjøene. En må i alle tilfelle gjennomføre en nærmere vurdering av fisken i disse innsjøene før en anbefaler kalking som tiltak. Også tilløpene til andre innsjøer kan i perioder være svært sure og reproduksjonen i disse elvene kan være hemmet eller hindret.

Skurtveitvatnet (18) har tapt sin aurebestand, og dette kan sannsynligvis tilskrives forsurening.

Det er ingen pågående kalkingsprosjekt i Meland kommune som mottar offentlig støtte.

### NOEN OMRÅDER BØR IKKE KALKES

Kalking vil ikke være ønskelig eller tillatt i flere verneområder, foreslått vernede områder eller i de fleste referanseområder i kommunen. Bakgrunnen for dette er nærmere beskrevet i "Vassdragskalking i Hordaland.- Rammeplan 1995-2005" (Kambestad mfl. 1995). I tabell 4.2 er mulige slike konflikter markert. Dette betyr imidlertid ikke at kalking er utelukket disse stedene, men at Fylkesmannen må foreta en overordnet og nøyere vurdering før kalking eventuelt kan iverksettes.

### FORSLAG TIL PRIORITERING

De tre innsjøene ligger i samme vassdrag, med Liavatnet øverst, Midtvatnet i midten og Havrevatnet nederst. Dersom kalking av disse innsjøene er aktuelt, er de nok å kalke opp Liavatnet. Avrenningen herfra vil avhjelpe situasjonen i de andre to innsjøene nedenfor. En må imidlertid også vurdere hvorvidt gytemulighetene er gode i disse innsjøene, slik at en eventuelt kan sørge for utlegging av kalkgrus eller skjellsand i gyteelvene.



TABELL 4.1: Prioritering av kalkingsprosjekter i Meland med oversikt over prioriteringsgrunnlaget. SURHETSSTATUS er klassifisert som 1=stabil surt (rødt område på kartet i figur 2.4), 2 =variabelt og periodevist surt (gult område på kartet i figur 2.4) og 3=lite surt (blått område på kartet i figur 2.4). FISKESTATUS er klassifisert som 1=redusert bestand, 2=utdødd bestand og 3=god bestand. ANTATT BRUK antyder potensiale for framtidig utnyttelse som antall fiskedøgn årlig, , 1= over 100 døgn, 2 = opp til 100 døgn, 3= opp til 50 døgn og 4= 10 døgn eller mindre. DN prioriteringene går fra 1-6 (se side 15). KONFLIKT dekker opp både verneinteresser, drikkevannskilde, og eventuelt andre bruks- eller eierinteresser. KOST/NYTTE-EFFEKT er klassifisert fra 1 = meget høy til 5 = meget lav.

STED	Kalket før	Surhet status	Fiske status	Antatt bruk	DN-prioriter	Konflikt	Kost / nytte	TOTAL PRIOR.
Liavatnet	Nei	2	1	3	2	Nei	3	1

Med dagens prioriteringskriterier for bruk av offentlige kalkingsmidler vil det ikke være aktuelt å prioritere kalking av innsjøer der fiskebestandene i utgangspunktet er tapt. Disse innsjøene er derfor ikke med i den videre prioritering eller prosjektering i denne planen. Det må imidlertid understrekes at kalking i lokal regi i forbindelse med fiskeutsetting ofte kan være av stor nytte for bedring av de lokale fiskemulighetene. En må derfor vurdere de her omtalte prioriteringene på dette grunnlaget, slik at en ikke uten videre utelukker tiltak i innsjøer som er omtalt men lavt prioritert.

## KALKINGSSTRATEGI FOR NYE PROSJEKT

I det foreslåtte vassdraget er det tilstrekkelig å kalke Liavatnet øverst. De nedenforliggende innsjøene vil dra nytte av dette, samtidig som elvene mellom innsjøene får bedret sin vannkvalitet. Innløpsbakkene til Liavatnet bør imidlertid vurderes med hensyn på utlegging av kalksteinsgrus.

I tabell 4.2 er det foretatt grove kalkberegninger basert på anslag over innsjøvolum og tilrenning, med benyttet kalkdosering i henhold til kalkingshåndboken (DN 1990). Ved eventuell iverksetting av kalking må en derfor foreta nærmere og mer nøyaktige beregninger. Kalkbehovet er beregnet i tonn  $\text{CaCO}_3$  basert på et behov på 2,9 gram  $\text{CaCO}_3 / \text{m}^3$  for tilrenning og førstegangskalking av innsjøen, mens det for gjenkalking av innsjøvolumet er regnet 1,0 gram  $\text{CaCO}_3 / \text{m}^3$ . Gjenkalkingsmengdene er fordelt på årlige mengder, slik at innsjøer som kalkes sjeldnere er ført opp med sin årlige andel av kalkingsmengden.

TABELL 4.2. Hydrologiske og morfologiske forhold knyttet til de aktuelle kalkingsobjektene. Areal og nedslagsfelt er hentet fra kartverkets M-711-serie i målestokk 1:50.000, gjennomsnittsdyp er anslått, mens avrenning er hentet fra NVEs avrenningskart (NVE 1987). Beregning av kalkbehov er utført i henhold til kalkingshåndboken (DN 1990),- se for øvrig teksten. Første tallet er behov ved førstegangskalking mens det andre er for gjenkalking. Innsjøene må her kalkes årlig

STED	Areal $\text{km}^2$	Snittdyp meter	Volum mill. $\text{m}^3$	Nedslagsfelt $\text{km}^2$	Avrenning l / s / $\text{km}^2$	Tilrenning mill. $\text{m}^3 / \text{år}$
Liavatnet	0,11	10	1,10	0,75	50	1,2
Midtvatnet	0,08	7	0,56	1,20	50	1,9
Havrevatnet	0,09	7	0,63	2,30	50	3,6



## HVOR BØR EN OVERVÅKE

Generelt sett bør en overvåke tilstanden i de områder der forholdene i dag gjør at kalking ikke er umiddelbart aktuelt, men der forholdene "ligger på vippen" og der det KAN bli aktuelt dersom bedre kunnskap eller en videre negativ utvikling tilsier det. Dette kan gjelde i områder der: 1) det har vært enkeltstående episoder med fiskedød som kan tilskrives ekstreme surstøt, 2) der det er surt, men fisken ennå ikke har store problemer, og 3) der det er surt, fisken har vært skadd men det synes å foregå en bedring i forholdene.

I Meland kommune kan dette gjelde høytliggende innsjøer i de nordlige områdene.



## LITTERATURREFERANSER

- BJØRKLUND, A., G.H.JOHNSEN, A.KAMBESTAD & Å.ÅTLAND 1992. Vannkvalitet og vannforsyning. Konsekvensutredninger for Saudautbyggingen. Rådgivende Biologer rapport nr. 72, 228 sider.
- HENRIKSEN, A., L.LIEN, T.S.TRAAEN & S.TAUBØLL 1992. Tålegrenser for overflatevann - Kartlegging av tålegrenser og overskridelser av tålegrenser for tilførsler av sterke syrer. NIVA-rapport nr 2819, 29 sider.
- HENRIKSEN, A., K.TØRSETH, E.JORANGER, E.LYDERSEN, T.HESTHAGEN, A.FJELLHEIM & G.G.RADDUM 1993. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1992. Statlig program for forurensningsovervåking, rapport 533/93, 296 sider.
- HINDAR, K., A.HENRIKSEN, K.TØRSETH & L.LIEN 1993. Betydningen av sjøsaltanriket nedbør i vassdrag og mindre nedbørsfelt. Forsuring og fiskedød etter sjøsaltepisoden i januar 1993. NIVA-rapport nr. 2917, 42 sider.
- JOHNSEN, G.H. & A.BJØRKLUND 1993. Naturressurskartlegging i kommunene Sund, Fjell og Øygarden: Miljøkvalitet i vassdrag. Rådgivende Biologer, rapport 93, 75 sider.
- JOHNSEN, G.H. & A.KAMBESTAD 1994. Forseringsstatus i Hordaland 1993. Rådgivende Biologer, rapport 105, 54 sider, ISBN 82-7658-018-1
- KAMBESTAD, A., V.BJERKNES, T.E.BRANDRUD, A.FJELLHEIM, K.HEGNA, A. HENRIKSEN, A.HOBÆK, G.H.JOHNSEN, G.G.RADDUM, Ø.VASSHAUG & P.VIKSE 1995. Rammeplan for kalkingsvirksomheten i Hordaland 1994-2005. Fylkesmannens miljøvernnavdeling, ikke ferdigstilt ennå.
- KROGLUND, F., M. BERNTSSEN, Å. ÅTLAND & B.O. ROSSELAND. 1993. Er laksen truet selv ved moderat forsuring? Eksempler fra Vosso, Hordaland, 1993. NIVA-rapport Inr. 2947.
- LIEN, L., RADDUM, G. G. & FJELLHEIM, A. 1991. Tålegrenser for overflatevann - Fisk og evertebrater II. NIVA-rapport nr O-89185-2.
- LURA, H. & S. KÅLÅS. 1994. Ferskvassfiskane si utbreiing i Sogn og Fjordane, Hordaland og Rogaland. Zoologisk museum, Universitetet i Bergen. 59 sider.
- MASON, C.F. 1991. Biology of fresh water pollution. Longman Scientific & Technical, N.Y. 351 sider.
- NVE 1987. Avrenningskart over Norge. Referanseperiode 1.9.1930 - 31.8.1960. NVE. Vassdragsdirektoratet, Hydrologisk avdeling, Kartblad nr. 1.
- ROSSELAND, B.O., P.JACOBSEN & M.GRANDE 1992. Miljørelaterte tilstander. Side 279-287 i: T.T.Poppe (red.): Fiskehelse, sykdommer, behandling, forebygging. John Grieg Forlag, 422 sider
- ROSSELAND, B.O., I.A.BLAKAR, A.BULGER, F.KROGLUND, A.KVELLESTAD, E.LYDERSEN, D.OUGHTON, B.SALBU, M.STAURNES & R.VOGT 1992. The mixing zone between limed and acid waters: Complex aluminium chemistry and extreme toxicity for salmonids. Environmental pollutin: 78.
- WRIGHT, R.F. 1994. Bruk av dynamiske modeller for vurdering av vann- og jordforsuring som følge av redusert tilførsel av sur nedbør. NIVA-rapport 3148, 13 sider, ISBN 82-577-2622-2



## 5: Vedleggstabeller over enkeltresultatene

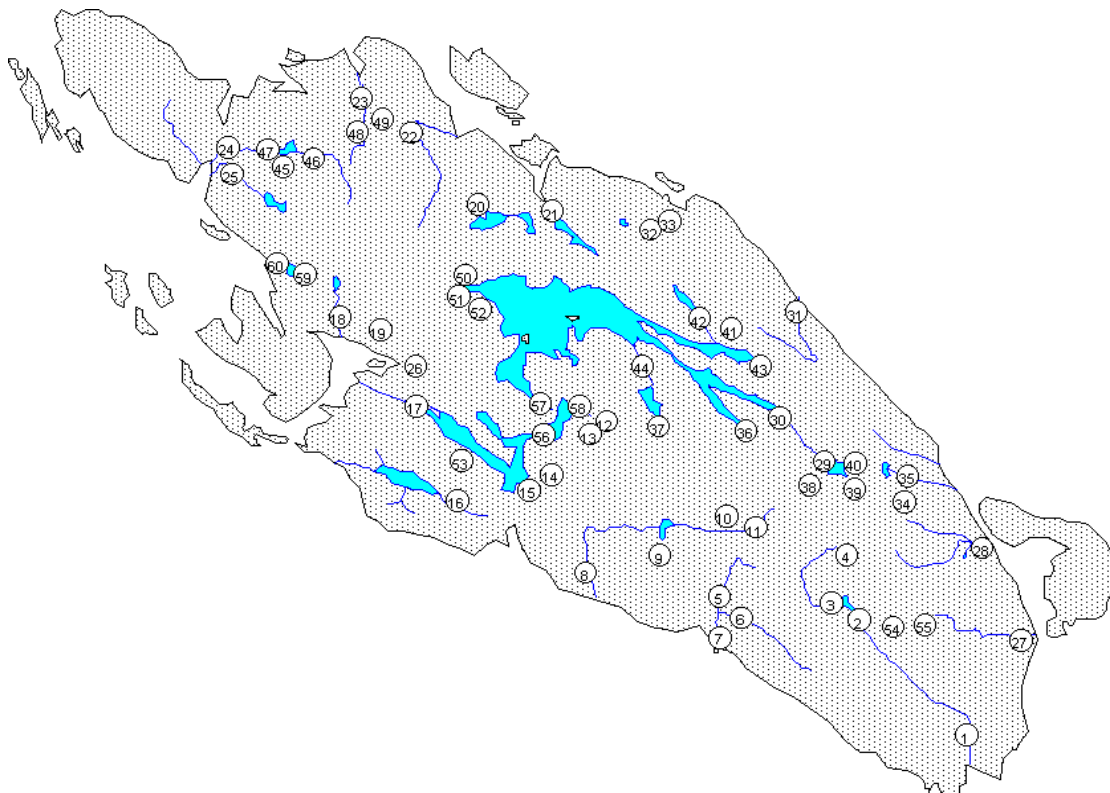
VEDLEGGSTABELL 1: Analyseresultat fra vannprøver samlet inn i forbindelse med kalkingsplanen for Meland kommune. Prøvetakingsstedets nummer henviser til vedleggskart nr. 1 og er det samme som benyttes ved omtale av fiskebestandstatus. Ledningsevne er oppgitt i : S/cm. Analysene er utført av Rådgivende Biologer as. Tabellen fortsette på neste side.

NR	PRØVETAKINGSSTED	HØYDE (moh)	KOORD (UTM)	24.-25.2.95		1.9.95	
				pH	LED	pH	LED
1	Mjåtveitselva	20	KN 932 150	6,62	95,8	6,65	87,5
2	Utløp Dalevatnet	45	KN 914 164	6,72	147,9	6,57	78,2
3	Bekk til Dalev. fra Meland	50	KN 910 170	6,78	104,1	6,59	115,8
4	Bekk, Erstad, fra --" & Bjørnes	120	KN 908 178	6,07	116,1	6,06	11,2
5	Sandskarelva på holme	20	KN 892 172	6,10	106,1	6,63	112,7
6	Hoplandselva på Holme	40	KN 896 168	5,95	134,1	6,48	115,2
7	Elva fra Holmevatnet	2	KN 892 164	6,36	97,8	6,21	138,4
8	Fløksandselva v/nye vegen	20	KN 872 173	6,23	120,7	6,56	112,8
9	Elva fra Byskaret	34	KN 883 180	5,41	124,6	5,76	100,4
10	Elv på Valde, fra Røyset	34	KN 885 184	6,33	141,2	6,21	130
11	Røysetelva, i Røysettræna	60	KN 897 183	6,17	149,8	6,24	110,9
12	Sjurdalselva	20	KN 873 199	5,77	127,5	6,13	152
13	Storedalsbekken	20	KN 871 198	4,97	129,4	4,98	80,2
14	Bekk fra Brakstadmarka	20	KN 863 194	5,12	141,6	5,12	121,8
15	Røselva	9	KN 859 192	5,03	156,1	5,09	74,7
16	Bekk fra Leirvik til Eikelandsv.	20	KN 846 187	6,41	156,6	6,46	168,3
17	Utløp, Rylandsvassd. v/Rosland skule	9	KN 836 207	5,73	107,4	6,08	78,3
18	Bekk fra Skurtveittjørn	3	KN 828 219	6,45	108,3	5,97	44,2
19	Bekk til Mjelkevika, Skurtveit	10	KN 835 216	6,16	166,9	6,25	56,6
20	Bekk til Liavatnet, Landsvik	20	KN 853 237	5,58	109,8	5,78	55,7
21	Elv fra Havrevatnet	10	KN 863 238	5,84	200	6,22	49,6
22	Bekk fra Kvitstijtjørn	2	KN 845 251	5,69	143,6	5,87	51,1
23	Bekk fra Kårbøtjørn	10	KN 833 254	5,62	130,0	5,74	53,0
24	Bratshaugelva	5	KN 812 247	5,78	173,1	6,04	36,9
25	Bekk fra Husebøvatnet	5	KN 812 244	5,61	124,2	6,21	52,7
26	Bekk fra Vikebøtjørn	5	KN 841 212	5,66	140,8	6,04	72,5
27	Fosseelva	10	KN 942 164	6,62	101,5	6,73	81,6
28	Kvernelva på Sunde	5	KN 936 180	6,60	112,8	6,43	60,4
29	Utløp, Grasdalsvatnet	20	KN 907 196	6,17	135,9	6,23	70,3
30	Auståna, på Hestnes	12	KN 905 201	5,97	91,4	6,07	53,0



VEDLEGGSTABELL 1 fortsetter: Analyseresultat fra vannprøver samlet inn i forbindelse med kalkingsplanen for Meland kommune. Prøvetakingsstedets nummer henviser til vedleggskart nr. 1 og er det samme som benyttes ved omtale av fiskebestandstatus. Ledningsevne er oppgitt i : S/cm. Analysene er utført av Rådgivende Biologer as.

NR	PRØVETAKINGSSTED	HØYDE (moh)	KOORD (UTM)	25.-28.2.95		1.9.95	
				pH	LED	pH	LED
31	Bekk fra Stemmev. på Gaustad	2	KN 904 221	6,21	132	6,42	52,2
32	Utløp Odlandstjørn	10	KN 883 233	6,19	108,6	6,35	69,9
33	Bekk til Odlandsvågen	10	KN 886 232	6,14	118,5	6,37	56,3
34	Bekk fra Grasdalsstjørn	20	KN 923 192	6,27	93,8	6,20	54,3
35	Bekk fra Espetveittjørn	5	KN 922 196	6,54	94,2	6,49	63,2
36	Hestdalselva	10	KN 897 200	5,99	121,5	5,98	61,9
37	Bekk til Myrtveittjørn	40	KN 882 200	6,02	106	5,92	54,4
38	Bekk fra Meland til Grasdalsv.	25	KN 908 192	6,40	151,4	6,35	62,4
39	Bekk til Grasdalsvatnet	25	KN 913 191	5,92	91,1	6,51	57,9
40	Bekk til Grasdalsvatnet	25	KN 914 192	6,26	111,1	6,44	59,6
41	Utløp, Svartatjønn	40	KN 893 219	5,73	112,6	6,37	44,3
42	Utløp Kvernavatnet	12	KN 890 216	6,10	79,6	6,45	49,8
43	Gaustadelva	10	KN 899 212	6,01	109,9	6,45	43,8
44	Gripaelva	15	KN 878 213	6,26	110,9	6,39	56,5
45	Bekk til Bratshaugvatnet	27	KN 820 246	5,62	91,0	5,89	45,9
46	Bekk til Bratshaugv. fra Dyrdal	27	KN 826 246	5,56	125,8	6,07	35,1
47	Utløp Bratshaugvatnet	27	KN 817 246	5,54	113,7	5,84	36,2
48	Bekk til Kårbøtjørn	15	KN 833 252	5,44	87	5,88	41,9
49	Bekk til Kårbøtjørn	15	KN 836 252	5,13	75	5,00	47,3
50	Bekk fra skytebane til Storavatn	12	KN 848 225	5,60	67	6,19	55,3
51	Bekk fra Rosslund til Storavatn	11	KN 846 223	5,65	59	5,84	61,6
52	Bekk fra Åsebøtjørn	11	KN 848 222	5,46	70	6,02	56,2
53	Bekk fra Rylandstjørn	15	KN 846 197	5,67	86	6,03	99,2
54	Bekk fra Øvre Sagstad	40	KN 921 164	7,04	84	6,93	130,2
55	Bekk fra Fossemyra	40	KN 921 162	6,52	82	6,85	158,8
56	Utløp Bjørndalsvatnet	10	KN 862 198	5,95	66	6,05	97,2
57	Utløp Storavatnet	10	KN 864 203	5,95	65	6,36	78,1
58	Utløp Bjørndalstjørn	15	KN 870 202	5,32	77	5,48	71,6
59	Bekk til Hagarstjørn	20	KN 823 226	5,40	64	5,89	70,7
60	Utløp Hagarstjørn	20	KN 820 228	5,34	64	5,82	50,2



*VEDLEGGSKARTNR. 1: Oversikt over de omtalte prøvetakingsstedene i Meland kommune. Nummerene samsvarer med vedleggstabell 1 over vannkjemi og vedleggstabell 2 over fiskestatus.*



**VEDLEGGSTABELL 2:** Status for ferskvannsfiskeressursene i Meland kommune. **Status:** 1=overbefolket, 2=god/middels bestand, 3=tynn bestand, 4=fisketom, 5=ukjent. **Endring:** 1=øket bestand, 2=uendret bestand, 3=redusert bestand, 4=tapt bestand, 5=ukjent. **Gyte**=Gyteforhold for aure: G=gode, B=brukbare, D=dårlige, I=ingen, U= ukjent. **Fiske**= antall personer som fisker pr år, U=ukjent. **Andre arter:** Å=ål, S=stingsild, RB=regnbueaure. **Grunnlag: Data:** 1=spørreundersøkelse, 2=prøvefiske. **Ref:** 1=samlet inn i samband med denne kalkingsplanen, 2=samlet inn av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989. Nummer i første kolonne refererer til vannprøvetakingsstasjoner (Vedleggstabell 1).

NR	STED	UTM	AURE		RØYE		GYTE	FISKE	ANDRE ARTER	GRUNNLAG	
			Status	Endring	Status	Endring				DATA	REF
58	Bjørndalstjørn	KN 872 202	1	2			B	5	S,Å	1	1
56	Bjørndalsvatn	KN 865 205	2	2	3	3	B	15	S,Å	1	1,2
	Brakstadvatn	KN 883 183	1	2			B	15	S,Å	1	1
47	Bratshaugvatn	KN 820 246	1	5			G	5	Å	1	1,2
2	Dalevatn	KN 913 168	1	2			G	10	S,Å	1	1
	Eikelandsvatn	KN 842 192	2	2	3	5	B	U	RB,S,Å	1	1,2
35	Espetveittjørna	KN 920 193	2	2			B	5	Å	1	1
34	Grasdalsstjørna	KN 920 193	3	3			B	2	S,Å	1	1
29	Grasdalsvatn	KN 910 193	1	2			G	10	S,Å	1	1,2
60	Hagarstjørn	KN 822 227	4	2			U	0		1	1
21	Havrevatn	KN 865 233	3	3			B	4	Å	1	1,2
7	Holmevatnet	KN 891 169	5	5			B	U	Å	1	1
25	Husebøvatnet	KN 817 238	3	2			U	U	Å	1	1
42	Kvernavatn	KN 887 220	1	2			G	U	Å	1	1,2
23	Kårbøtjørna	KN 833 253	1	2			G	10	Å	1	1,2
	Liavatn	KN 855 235	3	3			G	3	Å	1	1,2
	Midtvatn	KN 860 234	3	3			B	3	Å	1	1,2
	Mørtveitvatn	KN 880 205	1	2			G	10	S,Å	1	1,2
17	Rylandsvatn	KN 850 197	2	3	3	3	B	30	S,Å	1	1,2
	Skartjørna	KN 912 197	2	2			B	U		1	1
18	Skurtveittjørna	KN 828 224	4	4			I	0	Å	1	1
31	Stemmevatnet	KN 907 212	3	5			B	U	Å	1	1
57	Storavatn	KN 870 220	2	1	1	1	G	50	S,Å	1	1,2
41	Svartatjørna	KN 894 219	2	2			G	3		1	1
32	Ådlandstjørna	KN 884 232	2	2			B	5	S,Å	1	1