

RAPPORT LNR 3578-96

Overvåking av grunnvann

Resultater 1995 og trender
1980 - 1995



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

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

Vestlandsavdelingen

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

Akvaplan-NIVA A/S

Søndre Tollbugate 3
9000 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

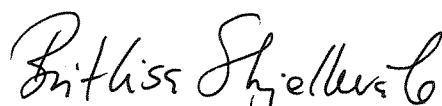
Tittel Overvåking av grunnvann. Resultater 1995 og trender fra 1980-1995	Løpenr. (for bestilling) 3578-96	Dato 15.4.97
	Prosjektnr. Undernr. O-8006-04 E-96418	Sider Pris 21
Forfatter(e) Brit Lisa Skjelkvåle	Fagområde Sur nedbør	Distribusjon
	Geografisk område Sør-Norge	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Norges geologiske undersøkelse (NGU) og NIVA	Oppdragsreferanse
--	-------------------

Sammendrag

Overvåking av grunnvann har inngått som en del av SFT's program "Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør" siden 1980. NIVA har hatt ansvaret for den kjemiske overvåkingen, mens Norges geologiske undersøkelse (NGU) har stått for vannstandsmålinger. På grunn av nedskjæringer på budsjettet fra SFT, ble grunnvann i 1995 tatt ut av overvåkingsprogrammet. NIVA og NGU fortsatte likevel prøvetakingen ut 1995 med egne midler. Denne rapporten presenterer resultatene fra 1995 samt langtidstrender fra 1980 - 1995 for stasjonene som tidligere inngikk i SFT's overvåkingsprogram.

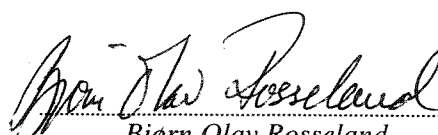
<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Grunnvannskjemi 2. Sur nedbør 3. Lang-tids trender 4. Forsuring 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ground water chemistry 2. Acid rain 3. Long-term trends 4. Acidification
--	---



Brit Lisa Skjelkvåle

Prosjektleder

ISBN 82-577-3130-7



Bjørn Olav Rosseland

Forskningsjef

Overvåking av grunnvann.

Resultater 1995 og trender fra 1980-1995

Forord

Overvåking av grunnvann har inngått som en del av SFT's program "Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør" siden 1980. NIVA har hatt ansvaret for den kjemiske overvåkingen, mens Norges geologiske undersøkelse (NGU) har stått for vannstandsmålinger.

På grunn av nedskjæringer på budsjettet fra SFT, ble grunnvann i 1995 tatt ut av overvåkingsprogrammet. NIVA og NGU fortsatte likevel prøvetakingen ut 1995 med egne midler. Fra og med 1996 opphørte denne prøvetakingen.

Det er svært beklagelig at grunnvannsstasjonene er gått ut av SFT's overvåkingsprogram og at 16 års dataserier på grunnvannskjemi nå er brutt. Overvåkingen har vist at grunnvann har en senere og ikke så tydelig respons på reduksjoner i sulfattilførsler som overflatevann. Den positive utviklingen vi ser i vannkvalitet for overflatevann (avtagende sulfat, økende ANC, pH), har derfor ikke vært like tydelig i grunnvann. Siden grunnvann nå er gått ut av overvåkingsprogrammet vil vi ikke kunne vite hvordan grunnvannskjemien endrer seg i forhold til reduserte sulfattilførsler i fremtiden.

NIVA har imidlertid fortsatt med prøvetaking på Langvasslia, som et internt NIVA-prosjekt. Nedbørfeltet til Langvasslia ble snauhogd i 1986 og grunnvannskjemien er fremdels, mer enn 10 år etter, sterkt påvirket av denne hogsten. Det er derfor av stor interesse å følge opp vannkjemien i Langvasslia grunnvannsmagasin for å dokumentere effektene av hogst og reduserte sulfattilførsler på grunnvannskjemi.

Denne rapporten presenterer resultatene fra 1995 samt langtidstrener fra 1980 - 1995 for stasjonene som tidligere inngikk i SFT's overvåkingsprogram.

Oslo, 15. April 1997

Brit Lisa Skjelkvåle

Innhold

Sammendrag	5
1. Overvåking av grunnvann	6
2. Resultater 1995 og diskusjon av trender fra 1980 - 1995	6
2.1 Birkenes - sjøsaltpåvirket grunnvannsmagasin	8
2.2 Evje og Åmli	8
2.3 Langvasslia - effekt av snauhogst på et grunnvannsmagasin	9
3. Referanser	14
Vedlegg A.	15

Sammendrag

Overvåking av grunnvann har inngått som en del av SFT's program "Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør" siden 1980. NIVA har hatt ansvaret for den kjemiske overvåkingen, mens Norges geologiske undersøkelse (NGU) har stått for vannstandsmålinger. På grunn av neskjæringer på budsjettet fra SFT, ble grunnvann i 1995 tatt ut av overvåkingsprogrammet. NIVA og NGU fortsatte likevel prøvetakingen ut 1995 med egne midler. Denne rapporten presenterer resultater fra 1995 samt langtidsutvikling fra 1980 - 1995.

Forsuringsutviklingen i grunnvann er blitt overvåket på Sørlandet (Birkenes, Åmli, Evje) og Østlandet (Langvasslia). Birkenes er sterkt påvirket av sjøsalter, mens Langvasslia er påvirket av snauhogst i 1986. Grunnvannsmagasinerne i Åmli og Evje ligger geografisk nær hverandre og er tildels like i vannkvalitet, men viser likevel forskjellige trender.

Grunnvannsmagasinet i Birkenes viser en økende forsuringsutvikling fra 1987-1992, med en klar nedgang i ANC. Fra 1993 til 1995 har ANC verdiene stabilisert seg og viser en svakt økende tendens. Sulfatkonsentrasjonen i Birkenes økte hvert år fra 1984 til 1987 gikk deretter ned hvert år fram til 1992. De siste tre årene har vist stabile verdier. Siden vinterstormene i januar 1993 har det ikke vært noen sterke sjøsaltepisoder på Sørlandet og utviklingen i vannkjemien i 1994 og 1995 viser svak nedgang i klorid og aluminium, men en kraftig økning i ikke-marin natrium. pH viser nedgang fra 1993 til 1994, men i 1995 skjer det en markert økning i pH. Nitratkonsentrasjonene i Birkenesmagasinet gikk ned etter de meget høye nivåene i begynnelsen av 80-årene, men konsentrasjonene er igjen i ferd med å stige.

Grunnvannsmagasinet på Evje viser ingen endring i pH fra 1982 til 1995. Grunnvanns-

magasinet på Åmli har vist en avtakende tendens i pH frem til 1990, men har deretter vist en klar økning. Fra 1994 til 1995 skjer det en kraftig økning i årsmiddelverdi av pH fra 5.41 til 5.59 som er den høyeste pH verdien som er registrert for Åmli. Sulfat i Evje viser en nedgang til 1989, deretter har den holdt seg stabil. Åmli viser stabile sulfatverdier gjennom hele måleperioden, og har samme årsmiddelverdi i 1995 som i 1980. Konsentrasjonene av reaktivt aluminium sank markert i Evje fram til 1989, men har i perioden 1990-1995 ligget på et nærmest konstant nivå. Åmli viser stabile konsentrasjoner av aluminium gjennom hele måleperioden. ANC-verdiene har vært stabile i Åmli siden 1982. Evje har også vist svært stabile verdier fra 1987 - 1994, men verdien for 1995 viser en liten nedgang. Konsentrasjonen av ikke-marin Ca+Mg viser også små forandringer i måleperioden både for Evje og Åmli. Nitratkonsentrasjonene i Evje er lave og stabile. I Åmli steg nitrat-nivåene markert fra 1980 til 1984 for deretter og avta fram til 1988. Fram til 1994 har nitratverdiene ligget på et stabilt nivå, men viser en liten nedgang i 1995.

Snauhogst i Langvasslias nedbørfelt i 1986 har gitt en klar økning i grunnvannets konsentrasjoner av nitrat, kalium og organisk stoff. Snauhogsten har påvirket konsentrasjonene av nitrat og kalium mest. Årsmidlene for nitrat har øket for hvert år etter snauhogsten, men fra 1992 - 1995 har N-verdiene vært stabile. Kalium viser en svak nedgang i samme periode, mens organisk stoff nå er tilbake til nivået før snauhogsten. pH har øket jevnt siden 1984, med en kraftig økning fra 1994 til 1995. ANC og ikke-marine basekationer har økt jevnt siden snauhogsten i 1986, mens aluminium har avtatt. Sulfatkonsentrasjonene i grunnvannsmagasinet avtok fra 1984 til 1987, men har siden ligget på et stabilt nivå.

1. Overvåking av grunnvann

Overvåking av grunnvann har inngått som en del av SFT's program "Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør" siden 1980 (SFT, 1995). NIVA har hatt ansvaret for den kjemiske overvåkingen, mens Norges geologiske undersøkelse (NGU) har stått for vannstandsmålinger. På grunn av nedskjæringer på budsjettet fra SFT, ble grunnvann i 1995 tatt ut av overvåkingsprogrammet. NIVA og NGU fortsatte likevel prøvetakingen ut 1995 med egne midler. Denne rapporten presenterer resultater fra 1995 samt langtidsutvikling fra 1980 - 1995.

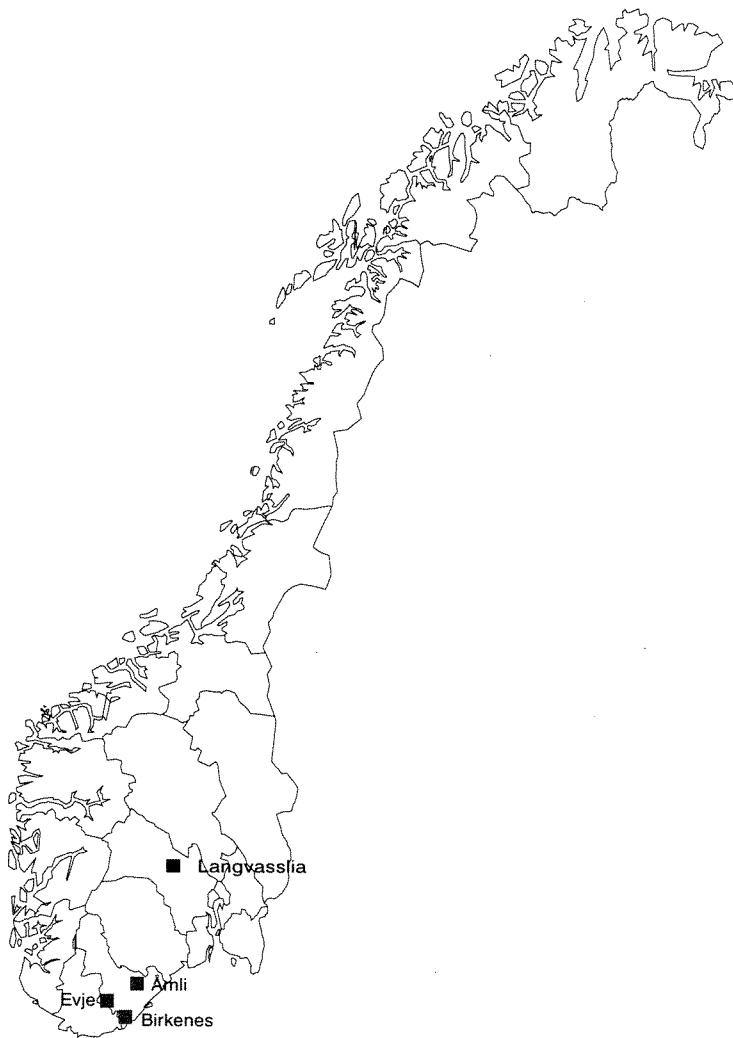
I 1980 ble det opprettet en stasjon for overvåking av eventuell forsuringsutvikling i

grunnvann i løsavsetninger i, eller nær, hver av de fire feltforskningsområdene Birkenes, Storgama, Langtjern og Kårvatn med månedlig prøvetaking. Stasjonene ble opprettet i samarbeid med Landsomfattende grunnvannsnett (LGN) som ledes av Norges geologiske undersøkelse (NGU) og Hydrologisk avdeling i Norges vassdrags- og energiverk (NVE). Høsten 1982 ble Kårvatn erstattet med ny grunnvannstasjon nær Evje i Setesdal, fordi en ønsket å utvide overvåkingsnettets på Sørlandet, og fordi dette grunnvannet er spesielt saltfattig og derved meget forsuringsfølsomt. Lokalisering av grunnvannstasjonene er vist i figur 1.

2. Resultater 1995 og diskusjon av trender fra 1980 - 1995

Resultatene til og med september 1981 er omtalt i egen rapport (Henriksen og Kirkhusmo, 1981) og tyder på at i områder der overflatevannet er forsuret, er også de øvre deler av grunnvannet forsuret, men ikke i samme grad som overflatevannet. Resultatene fra grunnvannsovervåkingen til og med 1984 er også diskutert i egen publikasjon (Henriksen og Kirkhusmo 1986). Konklusjonen her var at alle de fire grunnvannstasjonene i Sør-Norge har lav pH, lave konsentrasjoner av kalsium og høye konsentrasjoner av sulfat og aluminium.

Grunnvannet er overmettet med karbondioksid og har mye høyere konsentrasjoner av aluminium enn overflatevann. I Birkenes, Åmli og Storgama foreligger aluminium som uorganiske kationer også ved $\text{pH} > 5$. Ved Langtjern er ca. halvparten av aluminiumet bundet til organisk stoff. Forsuring av grunnvann gir økning i ioneformet aluminium selv om alkalitet er tilstede. Aluminiumets bidrag til forsuringen er ca. 35% ved Langtjern, ca. 40% ved Birkenes, ca. 50% i Åmli og nesten 100% i Evje.



Figur 1. Lokalisering av grunnvannstasjonene

Grunnvannstasjonene i Birkenes (BIG01), Åmli (AMG01), Langtjern (LAG01) og Evje (EVG01) er av sandspisstypen (filterbrønn).

Alle de overvåkede grunnvannstasjonene i Sør-Norge har lav pH og lave kalsium konsentrasjoner, mens konsentrasjonene av sulfat og aluminium er høye. Natrium- og kloridkonsentrasjonene gjenspeiler avstanden fra havet, med de høyeste konsentrasjonene ved Birkenes og de laveste ved Langtjern. Konsentrasjonen av organisk stoff (målt som COD-Mn) er mindre enn 0,5 mg O/l i

grunnvannsmagasinerne på Sørlandet og måles derfor ikke rutinemessig. I grunnvannsmagasinet i Langvasslia er konsentrasjonen av organisk stoff høy, fordi magasinet er meget grunt. Dette forklarer også de høye konsentrasjonene av organisk aluminium i Langvasslia.

I figurene 2 til 9 presenteres årlig middelværdi for endel utvalgte kjemiske variabler i de fire grunnvannsmagasinerne for perioden 1980-1995.

2.1 Birkenes - sjøsaltpåvirket grunnvannsmagasin

Birkenes peker seg ut som det klart mest sjøsaltpåvirkede av de fire grunnvannsmagasinerne. Grunnvann har oftest en lang oppholdstid i forhold til overflatevann. Effekten av sjøsaltepisoder vil derfor virke over vesentlig lengre tid og også gi seg utslag på et senere tidspunkt enn i overflatevann. Det synes derfor som om den såkalte sjøsalteffekten også gjør seg sterkt gjeldende i grunnvannet i kystnære områder og at de hyppige sterke sjøsaltepisodene i perioden 1989-1993 har ført til en større forsurening i grunnvannsmagasinet i Birkenes.

Karakteristisk for vannkjemien i grunnvannsmagasinet i Birkenes i perioden 1990-1993 er en sterk påvirkning av sjøsaltepisoder med samtidig økning i konsentrasjonene av H⁺ (nedgang i pH), aluminium og nitrat. Siden vinterstormene i januar 1993 har det ikke vært noen sterke sjøsaltepisoder på Sørlandet og utviklingen i vannkjemien i 1994 og 1995 viser svak nedgang i korid og aluminium, men en kraftig økning i ikke-marin natrium. pH viser nedgang fra 1993 til 1994, men i 1995 skjer det en markert økning i pH.

Nitratkonsentrasjonene i Birkenesmagasinet gikk ned etter de meget høye nivåene i begynnelsen av 80-årene, men konsentrasjonene er igjen iferd med å stige. Årsaken til de høye verdiene i begynnelsen av 80-årene er ikke klarlagt, men i 1984 antok en at de kunne være forårsaket av en episode med uvanlig mye sur nedbør med høyt nitratinnhold i nedbøren høsten 1981. Også i februar 1982 var det mye nitrat i nedbøren. Slike ekstreme episoder om høsten og vinteren, da vegetasjonen opptar lite nitrogen, kan bygge opp høye nitratkonsentrasjoner i grunnvannet som det kan ta tid og vaske ut. Det ble ikke registrert noen form for menneskelig aktivitet i nedbørfeltet som kunne forklare fenomenet. Skogshugst ville også ha medført høye konsentrasjoner av kalium, slik som det er registrert i Langvasslia (se nedenfor). Økningen i nitrat i 1992 startet i mars og steg

til ca. 450 µg/l i mai. Nivået holdt seg på ca 400 µg/l resten av året og øket videre i 1993 til opptil 600 µg/l. Dette er det høyeste nivået som er målt siden 1984. I 1994 har nitratkonsentrasjonene igjen sunket noe, og i 1995 er nitratnivåene tilbake til det "normale" på under 100 µg N/l.

ANC (differansen mellom summen av basekationer og summen av sterksyreanioner) er en egnet forsuringsindikator. Grunnvannsmagasinet i Birkenes viser en økende forsuringsutvikling fra 1987-1992, med en klar nedgang i ANC. Det er grunn til å anta at dette hovedsakelig skyldes en sjøsalt-påvirkning, både på grunn av mer sjøsaltholdig nedbør og ikke minst milde vintre uten snødekke, slik at vinternedbøren i stor grad har gått ned i grunnvannsmagasinet om vinteren istedenfor å smelte under en relativt kort periode om våren. Under slike forhold vil sannsynligvis vinternedbøren påvirke grunnvannets kjemiske sammensetning i langt sterkere grad enn under en normal snøvinter med snøsmelting. Fra 1993 til 1995 har ANC verdiene stabilisert seg og viser en svakt økende tendens, men fortsatt er ANC verdiene i grunnvannet svært lave (gjennomsnitt for 1995 er -56 µekv/l)

Sulfatkonsentrasjonen i Birkenes økte hvert år fra 1984 til 1987, men har deretter gått klart ned. I 1991 og 1992 var sulfatkonsentrasjonene de laveste hittil, og har frem til 1995 stabilisert seg og viste en liten tendens til økning.

2.2 Evje og Åmli

Grunnvannsmagasinet på Evje viser en tendens til økning i pH inntil 1990, og har siden vist en tendens til nedgang, mens verdien for 1995 igjen viser en liten økning. Totalt sett over alle årene fra 1982 til 1995 ligger pH på omtrent samme nivå, det er ingen tendenser til økning eller nedgang i denne perioden. Grunnvannsmagasinet på Åmli har vist en avtakende tendens i pH frem til 1990, men har deretter vist en klar økning. Fra 1994 til 1995 skjer det en voldsom økning i årsmiddelverdi av på fra

5.4 til 5.6 og dette er den høyeste pH verdien som er registrert for Åmli.

Sulfat i Evje viser en nedgang til 1989, deretter har den holdt seg stabil. Åmli viser stabile sulfatverdier gjennom hele måleperioden, og har samme årsmiddelverdi i 1995 som i 1980.

Konsentrasjonene av reaktivt aluminium sank markert i Evje fram til 1989, men har i perioden 1990-1995 ligget på et nærmest konstant nivå. Åmli viser stabile konsentrasjoner av reaktivt aluminium gjennom hele måleperioden.

Grunnvannsmagasinerne i Åmli og Evje er noe påvirket av sjøsalter, som man kan se av kurvene for klorid. Dette kan man også se ut av kurvene for ikke-marin natrium som varierer en god del i måleperioden, som er typisk for nedbørfelt som er påvirket av sjøsalter.

ANC ligger rundt 0 $\mu\text{ekv/l}$ i Åmli og rundt -25 $\mu\text{ekv/l}$ i Evje. ANC-verdiene har vært stabile i Åmli siden 1982. Evje har også vist svært stabile verdier fra 1987 - 1994, men verdien for 1995 viser en liten nedgang. Konsentrasjonen av ikke-marin kalsium+magnesium viser også små forandringer i måleperioden både for Evje og Åmli

Nitratkonsentrasjonene er lave i Evje, og har ligget mellom 20 og 40 $\mu\text{g N/l}$ gjennom hele måleperioden. I Åmli steg nitrat-nivåene markert fra 1980 til 1984 for deretter og avta fram til 1988. Fram til 1994 har nitratverdiene ligget på et stabilt nivå, men viser en liten nedgang i 1995.

2.3 Langvasslia - effekt av snauhogst på et grunnvannsmagasin

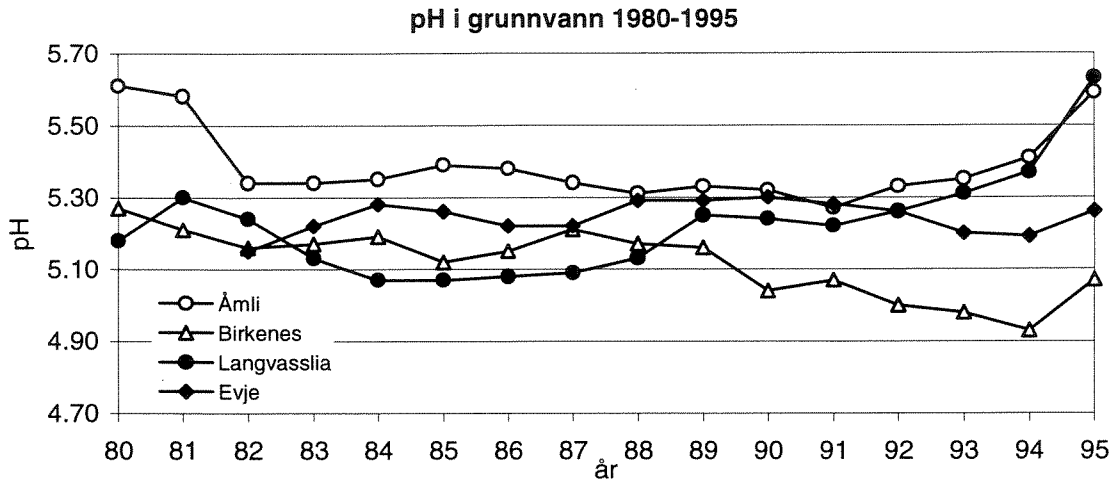
Nedbørfeltet til grunnvannsmagasinet i Langvasslia ble snauhogd i perioden 24/9-6/10 1986. Det ble tilplantet med furu og noe gran i 1988, og feltet ble sprøytet med glyfosat i 1991 for å fjerne løvtrærne. Snauhogsten har hatt en markert og langvarig effekt på grunnvannets kjemiske sammensetning.

Snauhogsten har påvirket konsentrasjonene av nitrat og kalium mest. Årsmidlene for nitrat har øket for hvert år etter snauhogsten, men fra 1992 - 1995 har N-verdiene stabilisert seg mellom 340 - 390 $\mu\text{g N/l}$, selv om 1995 verdien er den laveste i denne perioden. Om sommeren har konsentrasjonene hittil gått ned til nær null hvert år, men sommeren 1992 var nitratkonsentrasjonene høye hele sommeren, sannsynligvis på grunn av at løvtrærne ble fjernet året før. Kaliuminnholdet økte også sterkt kort etter snauhogsten og ligger fortsatt på et nivå vesentlig høyere enn før snauhogsten, men det er en klar tendens til nedgang fra 1988 til 1991, og deretter en oppgang til 1993, muligens som en effekt av sprøyting med glyfosfat. I 1994 og 1995 har kaliumverdiene sunket noe. Det er en vanlig effekt at konsentrasjonene av næringsaltene nitrat og kalium øker i avrenningsvannet etter snauhogst. Virkningen er ofte kortvarig, inntil vegetasjonen igjen tar opp overskuddet av næringsalter, men fortsatt er konsentrasjonsnivået for næringssaltene høyt, 10 år etter snauhogsten. Konsentrasjonen av organisk stoff steg også etter snauhogsten. Det var mye nedbør i 1987 og 1988, slik at de høye konsentrasjonene av organisk stoff kan skyldes større utvasking av humusstoffer fra jorda. I 1989 og 1990 var det mindre nedbør, og konsentrasjonene av organisk stoff var lavere disse årene. De forhøyede konsentrasjonene av organisk stoff skyldes sannsynligvis økt produksjon av humusstoffer på grunn av økt nedbrytning etter snauhogsten, muligens forårsaket av en økt solinnstråling på skogbunnen. Konsentrasjonen av organisk stoff er imidlertid nå på samme nivå som før snauhogsten.

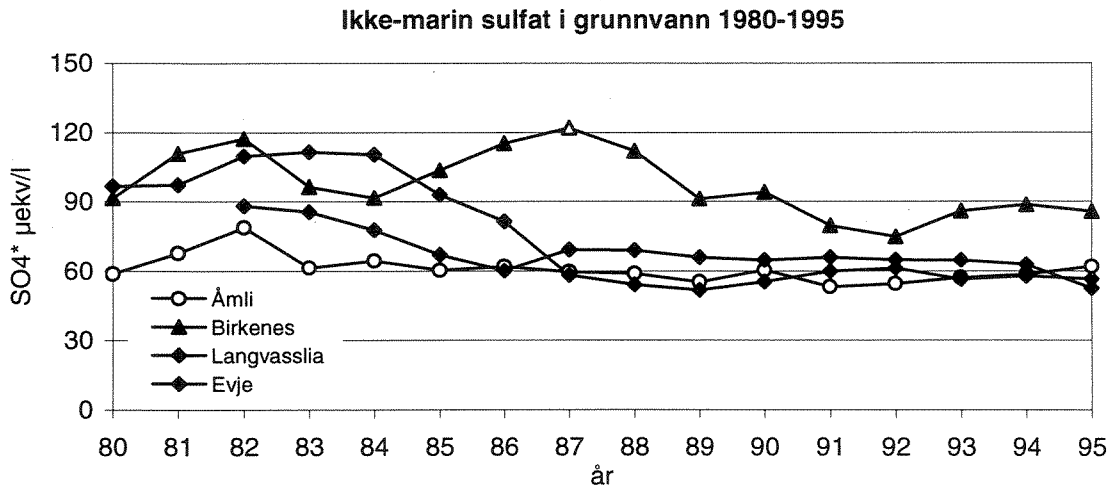
pH viser en tendens til nedgang fra 1981 til 1984, men fra 1986 øker pH igjen. pH steg markert fra 1988 til 1989, og har øket videre de siste årene. Fra 1994 til 1995 har pH gjort et hopp fra en årsmiddelverdi på 5.37 i 1994 til 5.63 i 1995. ANC og ikke-marine basekationer har økt jevnt siden snauhogsten i 1986, mens aluminium har avtatt.

Sulfatkonsentrasjonene i grunnvannsmagasinet avtok fra 1984 til 1987, men har siden ligget på

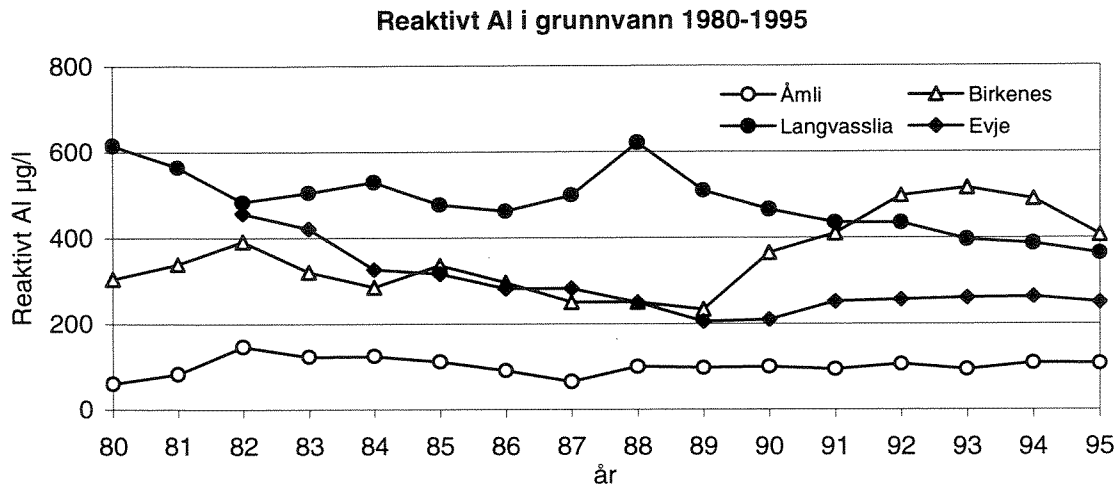
et stabilt nivå.



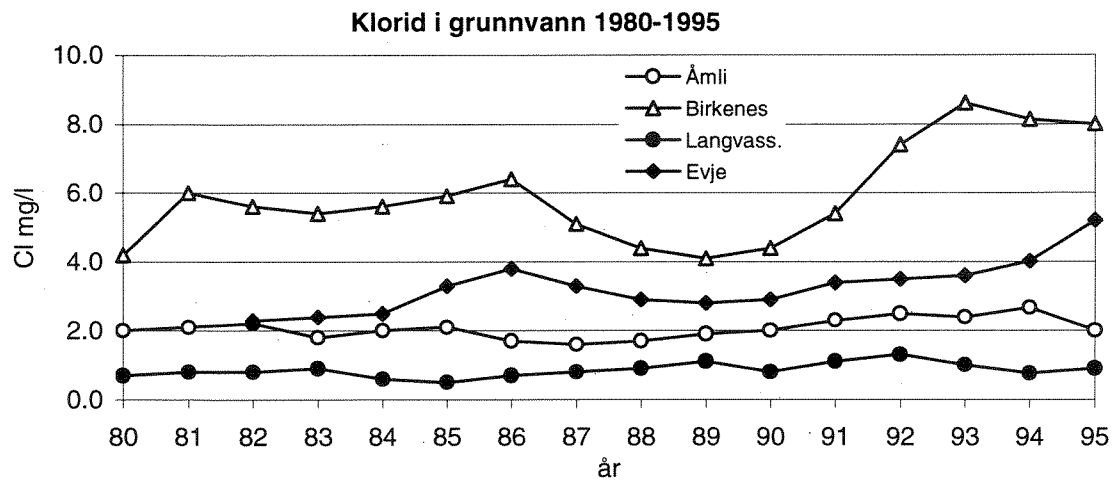
Figur 1 Årlig middelværdi av pH i grunnvannsmagasiner for perioden 1980-1995.



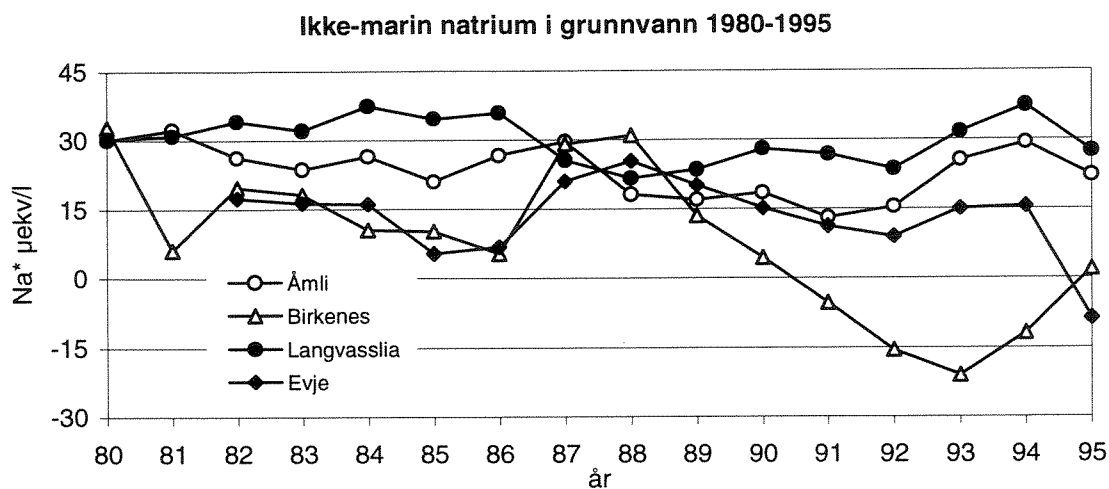
Figur 2 Årlig middelværdi av ikke-marin sulfat i grunnvannsmagasiner for perioden 1980-1995.



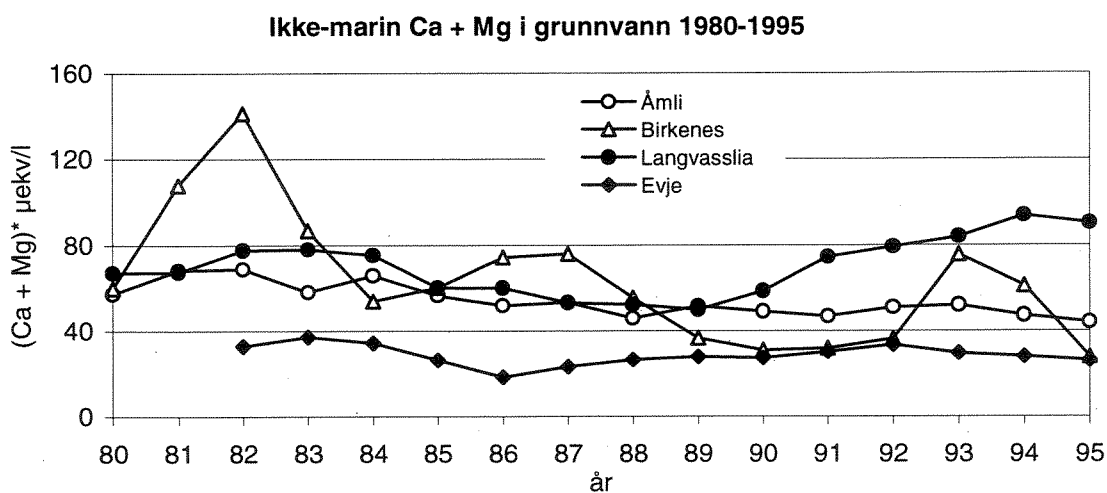
Figur 3 Årlig middelværdi for reaktivt aluminium i grunnvannsmagasiner for perioden 1980-1995.



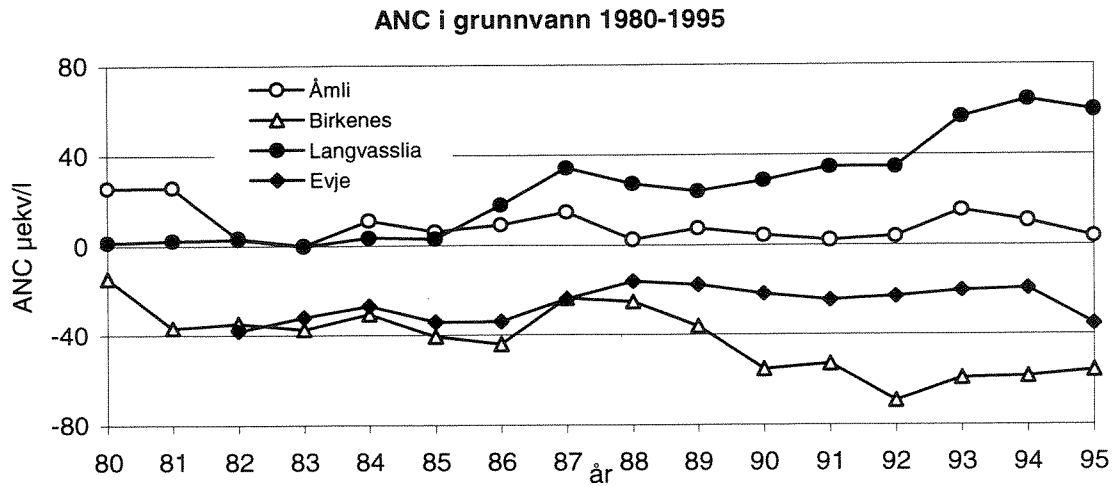
Figur 4 Årlig middelværdi for klorid i grunnvannsmagasiner for perioden 1980-1995.



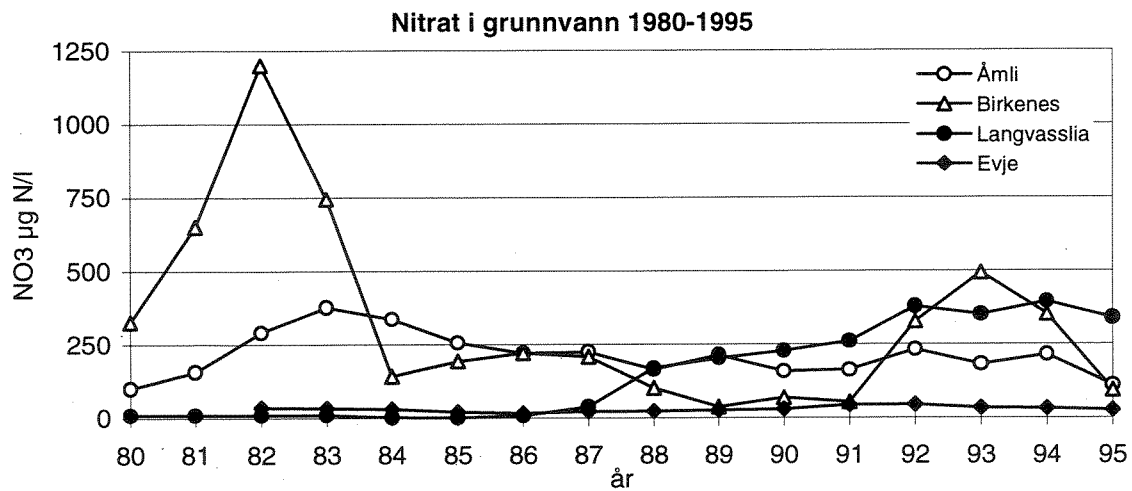
Figur 5 Årlig middelværdi for ikke-marint natrium i grunnvannsmagasiner for perioden 1980-1995.



Figur 6 Årlig middelværdi for ikke-marint Ca+Mg i grunnvannsmagasiner for perioden 1980-1995.



Figur 7 Årlig middelværdi for ANC i grunnvannsmagasiner for perioden 1980-1995.



Figur 8 Årlig middelværdi for nitrat i grunnvannsmagasiner for perioden 1980-1995.

3. Referanser

Henriksen, A. og Kirkhusmo, L. (1981). Forsuring av grunnvann. Oslo, SFT (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapp. 24/81, SFT/NIVA)

Henriksen A. og Kirkhusmo, L. 1986. Water chemistry of acidified aquifers in Southern Norway. Water Qual. Bull. 11. 34-38

SFT, 1995. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1994. SFT 628/95.

Vedlegg A.

Analyseresultater 1995 Årsmiddelverdier 1980 - 1995

Forklaring til parameterforkortelsene i tabellene og analysemetode:

Kode	Variabelnavn	Enhet	Analysemetode
pH	pH		Potensiometri
Kond	Konduktivitet	mS/m 25°C	Elektrometri
Ca	Kalsium	mg/l	ICP - (Induktivt koblet plasma - atomemisjon)
Mg	Magnesium	mg/l	ICP - (Induktivt koblet plasma - atomemisjon)
Na	Natrium	mg/l	ICP - (Induktivt koblet plasma - atomemisjon)
K	Kalium	mg/l	ICP - (Induktivt koblet plasma - atomemisjon)
Cl	Klorid	mg/l	Ionekromatografi
SO ₄	Sulfat	mg/l	Ionekromatografi
NO ₃	Nitrat	µg N/l	Automatisert kolorimetri
Alk	Alkalitet	µekv/l	Potensiometrisk titrering til pH = 4.5
RAI	Reaktiv Aluminium	µg/l	Automatisert kolorimetri
IIAI	Ikke Labil Aluminium	µg/l	
LAI	Labil Aluminium	µg/l	
Perm	Permanganattall	mg O/l	Jodometrisk bestemmelse av permanganat
Turb	Turbiditet	FTU	Nefelometri
SiO ₂	Silika	mg/l	Fotometri

Grunnvannsmagasiner 1995

Birkenes (BIG01)

Dato	pH	Kond mS/m	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3 µgN/l	Alk µekv/l	Reaktiv Al µg/l	I.Labil		Labil		Turbid- itet FTU	SiO2 mg/l
												Al µg/l	µg/l	Al µg/l	µg/l		
18.01	5.02	4.42	1.11	0.38	4.29	0.34	8.1	5.0	104		494	5	489	0.44	5.0		
21.02	5.05	4.43	1.06	0.41	4.40	0.33	7.9	5.3	98	4.1	490	5	485	0.24	5.1		
21.03	4.98	4.49	1.12	0.46	4.76	0.23	8.0	5.5	120	2.9	494	<10	484	0.25	5.3		
24.04	4.94	4.61	1.03	0.43	5.06	0.37	8.6	5.4	106		312	<10	302	0.33	5.1		
23.05	5.01	4.56	1.00	0.43	4.49	0.37	8.6	5.3	100		491	<10	481	0.19	5.1		
24.07	5.08	4.59	0.96	0.41	4.33	0.34	8.6	5.1	82	1.6	471	<10	461	0.48	5.0		
22.08	5.23	4.34	1.02	0.46	4.70	0.38	8.6	4.3	81		264	11	253	1.90	5.0		
20.09	5.00	4.44	0.95	0.42	4.80	0.37	8.3	5.0	105		443	<10	433	0.40	5.0		
18.10	5.04	4.22	0.82	0.38	4.80	0.39	7.7	5.1	89		446	<10	436	0.44	4.9		
22.11	5.15	3.98	0.72	0.34	4.12	0.36	6.7	5.6	82		342	<10	332	0.24	5.0		
21.12	5.32	3.77	0.75	0.34	3.97	0.37	6.6	5.3	67	4.1	218	17	201	1.50	5.1		

Åmli (AMG01)

Dato	pH	Kond mS/m	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3 µgN/l	Alk µekv/l	Reaktiv Al µg/l	I.Labil		Labil		Turbid- itet FTU	SiO2 mg/l
												Al µg/l	µg/l	Al µg/l	µg/l		
18.01	5.54	2.05	0.79	0.19	2.00	0.31	2.3	2.9	150	22.9	113	5	108	0.27	6.7		
21.02	5.70	1.94	0.69	0.20	1.72	0.29	2.1	3.3	116	22.9	86	5	81	0.27	6.8		
21.03	5.68	1.92	0.72	0.20	1.78	0.21	1.9	3.5	104	18.6	87	<10	77	4.20	6.7		
24.04	5.53	2.06	0.75	0.17	1.87	0.38	2.1	3.6	136	16.4	114	<10	104	0.26	6.9		
23.05	5.52	1.98	0.72	0.19	1.71	0.36	1.9	3.7	132	17.5	111	<10	101	0.29	6.8		
24.07	5.60	2.04	0.74	0.20	1.67	0.32	1.8	3.7	107	17.5	139	<10	129	0.30	7.0		
22.08	5.75	1.88	0.72	0.22	1.66	0.33	1.8	3.5	107	16.4	69	<10	59	0.71	6.9		
20.09	5.62	2.01	0.79	0.23	1.74	0.33	2.0	3.6	105	22.9	129	<10	119	0.20	7.0		
18.10	5.49	2.14	0.88	0.25	1.85	0.35	2.2	3.6	98	30.4	102	<10	107	0.60	7.0		
22.11	5.57	2.11	0.89	0.25	1.67	0.34	2.1	3.6	78	27.2	94	<10	84	0.23	7.2		
21.12	5.47	2.13	0.89	0.23	1.58	0.35	2.3	3.7	82	29.3	153	11	142	0.40	7.6		

Langvasslia (LAG01)

Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO4	NO3	Alk	Reaktiv Al	I.Labil Al	Labil Al	Turbiditet	SiO2	Per-manganat
		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µgN/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	FTU	mg/l	mgO/l
13.01	5.51	2.37	1.50	0.35	1.26	0.66	0.9	2.7	505	49.3	362	254	108	0.44	8.4	6.82
04.02	5.52	2.14	1.37	0.33	1.23	0.64	0.8	2.8	365	50.4	389	249	140	0.92	8.3	4.04
08.04	5.54	2.34	1.54	0.37	1.25	0.69	0.9	2.6	800	47.2	340	213	127	0.73	7.3	6.38
28.04	5.35	2.74	1.80	0.45	1.14	0.78	0.7	2.8	1380	29.3	372	227	145	0.52	7.8	7.19
03.06	5.52	1.79	1.23	0.25	0.96	0.69	0.4	2.6	265	39.9	422	330	92	0.64	5.7	10.5
03.08	5.67	2.20	1.43	0.28	1.07	0.72	0.7	3.1	5	65.0	429	326	103	0.97	8.9	10
31.08	5.67	2.10	1.55	0.29	1.28	0.79	0.8	3.2	5	77.5	359	290	69	5.90	9.8	14.51
29.09	5.58	2.40	1.51	0.33	1.22	0.76	0.8	3.2	28	95.1	388	251	137	1.80	9.5	10.2
01.11	6.02	2.69	1.53	0.32	1.54	1.05	1.6	2.9	37	101.3	259	240	19	2.20	8.8	11.12
02.12	5.96	2.25	1.31	0.29	1.06	0.66	1.0	3.0	4	72.3	317	227	90	1.60	8.7	7.6

Evje (EVG01)

Dato	pH	Kond	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO4	NO3	Alk	Reaktiv Al	I.Labil Al	Labil Al	Turbiditet	SiO2
		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µgN/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	FTU	mg/l
18.01	5.23	2.88	0.68	0.32	2.66	0.14	5.1	3.2	34	6.4	331	11	320	1.50	4.9
21.02	5.25	2.94	0.68	0.33	2.80	0.14	5.4	3.2	32	8.7	281	5	276	0.81	4.8
21.03	5.23	2.87	0.71	0.31	2.85	0.08	5.0	3.3	28	12.0	365	<10	355	0.67	4.9
24.04	5.17	2.88	0.67	0.27	2.83	0.15	5.1	3.5	23	7.6	109	<10	99	0.43	4.8
23.05	5.24	2.87	0.70	0.29	2.69	0.16	5.1	3.4	22		317	<10	307	0.69	4.8
24.07	5.22	2.85	0.65	0.26	2.62	0.12	5.0	3.4	23	2.9	90	<10	80	1.10	4.9
22.08	5.27	2.78	0.70	0.30	2.83	0.15	5.0	3.3	26	5.3	274	11	263	1.40	4.9
20.09	5.31	2.84	0.72	0.31	2.75	0.15	5.2	3.3	25	7.6	280	11	269	1.60	4.8
18.10	5.24	2.85	0.73	0.31	2.96	0.16	5.2	3.3	25	7.6	200	10	190	1.20	4.7
22.11	5.43	2.86	0.74	0.31	2.81	0.15	5.3	3.3	25	9.8	198	<10	188	2.80	4.8
21.12	5.28	2.92	0.72	0.30	2.72	0.16	5.3	3.3	26	12.0	303	17	286	1.10	5.2

Årsmiddler for grunnvannsmagasiner

(Gjennomsnitt av målte verdier gjennom året)
konsentrasjoner

Birkenes (BIG01)

År	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ µg/l	Alk µek/l	RAI µg/l	IIAI µg/l	LAI µg/l	COD mgO/l	Turb FTU	SiO ₂ mg/l
1980	5.27	1.01	0.45	3.07	0.36	4.2	5.0	326	13.3				0.4	0.2	5.0
1981	5.21	1.97	0.60	3.47	0.35	6.0	6.2	650	13.5				0.5	0.2	5.3
1982	5.16	2.51	0.64	3.55	0.37	5.6	6.4	1199	18.1				0.6	0.7	5.0
1983	5.17	1.55	0.55	3.41	0.36	5.4	5.4	744	11.7	310	10	300	1.4	0.4	5.0
1984	5.19	1.08	0.44	3.34	0.35	5.6	5.2	141	4.6	290	8	282	0.5	0.3	5.0
1985	5.12	1.17	0.50	3.54	0.34	5.9	5.8	193	5.2	336	10	326	0.5	0.4	5.3
1986	5.15	1.50	0.50	3.67	0.38	6.4	6.4	221	3.6	296	10	286	0.5	0.3	5.3
1987	5.21	1.39	0.48	3.50	0.38	5.1	6.6	208	6.3	250	10	240	0.6	0.3	5.2
1988	5.17	1.04	0.40	3.16	0.36	4.4	6.0	101	4.7	250	10	240	0.3	0.3	5.0
1989	5.16	0.73	0.32	2.56	0.35	4.1	5.0	37	3.3	233	10	222	0.5	0.4	4.9
1990	5.04	0.64	0.34	2.53	0.39	4.4	5.1	68	1.3	365	10	355		0.2	5.1
1991	5.07	0.71	0.37	2.92	0.37	5.5	4.7	53	2.7	409	10	399	0.5	0.3	5.3
1992	5.00	0.95	0.46	3.77	0.43	7.4	4.6	327	2.0	497	13	484	0.7	0.2	5.2
1993	4.98	1.74	0.55	4.30	0.41	8.6	5.3	493	3.4	516	11	505	0.7	0.3	5.3
1994	4.93	1.51	0.48	4.25	0.36	8.1	5.4	352	0.7	490	11	479	0.6	0.3	5.3
1995	5.07	0.96	0.41	4.52	0.35	8.0	5.2	94	3.2	406	10	396		0.6	5.1

**Åmli
(AMG01)**

År	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ µg/l	Alk µek/l	RAI µg/l	IIAI µg/l	LAI µg/l	COD mgO/l	Turb FTU	SiO ₂ mg/l
1980	5.61	0.96	0.27	1.80	0.19	2.0	3.1	100	56.0				0.4	0.9	7.3
1981	5.58	1.12	0.31	1.91	0.20	2.1	3.5	156	47.1				0.5	0.4	8.2
1982	5.34	1.09	0.35	1.80	0.34	2.2	4.1	291	23.1				0.7	1.0	6.7
1983	5.34	0.95	0.27	1.52	0.28	1.8	3.2	376	18.8	99	5	94	1.4	1.2	7.2
1984	5.35	1.09	0.30	1.73	0.31	2.0	3.4	336	26.9	126	8	118	0.5	0.5	7.6
1985	5.39	0.97	0.27	1.67	0.30	2.1	3.2	255	20.5	112	10	102	0.5	0.3	7.5
1986	5.38	0.89	0.23	1.56	0.34	1.7	3.2	220	20.3	90	10	80	0.5	0.4	7.6
1987	5.34	0.90	0.23	1.57	0.31	1.6	3.1	224	22.0	65	10	55	0.5	0.3	7.3
1988	5.31	0.78	0.22	1.38	0.37	1.7	3.1	164	14.2	100	10	89	0.3	0.3	7.1
1989	5.33	0.87	0.25	1.45	0.39	1.9	2.9	213	26.7	97	10	87	1.6	0.6	7.4
1990	5.32	0.87	0.22	1.52	0.36	2.0	3.2	157	23.3	99	10	89		0.3	7.4
1991	5.27	0.90	0.23	1.59	0.32	2.3	2.8	177	22.6	88	10	78	0.5	0.4	7.1
1992	5.33	0.95	0.25	1.77	0.37	2.5	3.0	232	26.7	106	10	96	0.5	0.3	7.5
1993	5.35	0.99	0.22	1.92	0.34	2.4	3.1	182	27.3	93	10	83	1.4	0.3	7.7
1994	5.41	0.90	0.24	2.16	0.35	2.7	3.2	215	21.5	109	10	98	0.5	0.3	7.3
1995	5.59	0.78	0.21	1.75	0.32	2.0	3.5	110	22.0	107	7	101		0.7	7.0

**Langvasslia
(LAG01)**

År	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ µg/l	AIK µek/l	RAI µg/l	IIAI µg/l	LAI µg/l	COD mgO/l	Turb FTU	SiO ₂ mg/l
1980	5.18	1.09	0.21	1.10	0.07	0.7	4.4	10	14.7				8.7	1.7	8.9
1981	5.30	1.08	0.22	1.13	0.09	0.8	4.4	10	16.8				8.3	2.7	8.5
1982	5.24	1.24	0.26	1.23	0.07	0.8	5.1	10	16.6				7.1	1.8	8.2
1983	5.13	1.26	0.25	1.23	0.09	0.9	5.1	10	8.5	407	233	174	8.4	1.8	8.2
1984	5.07	1.20	0.24	1.22	0.07	0.6	5.0	2	6.1	452	219	233	8.7	1.3	8.2
1985	5.07	0.95	0.20	1.09	0.05	0.5	4.5	1	4.0	476	278	198	8.3	0.9	8.5
1986	5.08	0.94	0.21	1.19	0.16	0.7	4.0	8	3.7	461	260	202	8.7	2.9	8.7
1987	5.09	0.85	0.20	1.03	0.66	0.8	2.9	38	5.9	498	285	213	11.1	0.7	7.4
1988	5.13	0.86	0.19	1.00	0.77	0.9	2.7	169	9.6	621	276	345	13.0	1.0	7.4
1989	5.25	0.79	0.21	1.16	0.67	1.1	2.6	202	14.1	509	232	277	10.7	1.2	7.5
1990	5.24	0.92	0.22	1.11	0.54	0.8	2.8	227	10.4	465	214	252	10.5	0.9	7.1
1991	5.22	1.19	0.27	1.21	0.47	1.1	3.0	260	20.0	435	262	174	9.0	1.0	7.9
1992	5.26	1.28	0.29	1.28	0.80	1.3	3.1	378	17.4	434	289	145	8.0	2.3	8.3
1993	5.31	1.32	0.30	1.27	0.90	1.0	2.8	351	30.7	395	310	85	8.5	0.9	8.5
1994	5.37	1.44	0.33	1.28	0.76	0.8	2.9	394	43.5	386	286	100	8.4	1.0	8.4
1995	5.63	1.48	0.33	1.20	0.74	0.9	2.9	339	62.7	364	261	103	8.8	1.6	8.3

Evje
(EVG01)

År	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ µg/l	Alk µek/l	RAI µg/l	IIAI µg/l	LAI µg/l	COD mgO/l	Turb FTU	SiO ₂ mg/l
1982	5.15	0.53	0.25	1.65	0.12	2.3	4.6	35	25.0				0.5	1.3	4.6
1983	5.22	0.61	0.27	1.72	0.13	2.4	4.4	33	19.4	310	10	300	0.5	4.2	4.7
1984	5.28	0.61	0.25	1.77	0.13	2.5	4.1	30	15.6	320	8	312	0.5	0.9	4.7
1985	5.26	0.57	0.24	1.96	0.15	3.3	3.7	20	13.3	316	10	306	0.6	1.6	4.7
1986	5.22	0.51	0.22	2.28	0.14	3.8	3.4	16	6.9	282	10	272	0.5	0.6	4.7
1987	5.22	0.51	0.23	2.30	0.14	3.3	3.8	22	7.6	282	11	270	0.5	0.5	4.7
1988	5.29	0.52	0.24	2.19	0.13	2.9	3.7	23	15.5	249	11	239	0.7	1.0	4.9
1989	5.29	0.53	0.24	2.03	0.13	2.8	3.6	26	16.4	205	12	194	0.5	1.3	5.0
1990	5.30	0.56	0.23	1.98	0.14	2.9	3.5	29	10.7	209	11	198		1.8	5.0
1991	5.28	0.65	0.25	2.18	0.16	3.4	3.6	43	12.6	251	10	241	0.5	1.0	5.0
1992	5.26	0.71	0.26	2.17	0.15	3.5	3.6	44	10.9	256	11	245	0.8	0.7	5.0
1993	5.20	0.68	0.23	2.35	0.14	3.6	3.6	33	8.4	260	12	248	1.5	0.7	5.1
1994	5.19	0.66	0.26	2.59	0.14	4.0	3.6	31	6.2	263	10	252	0.8	0.8	4.9
1995	5.26	0.70	0.30	2.77	0.14	5.2	3.3	26	8.0	250	11	239		1.2	4.9

Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,
oppgi løpenummer 3578-96

ISBN 82-577-3130-7