

NGU Rapport 95.038

Grunnvann i Nord-Trøndelag og Fosen,
sluttrapport for oppfølgende grunnvanns-
undersøkelser i perioden 1990-1994.

Rapport nr. 95.038		ISSN 0800-3416	Gradering: åpen	
Tittel: Grunnvann i Nord-Trøndelag og Fosen, sluttrapport for oppfølgende grunnvannsundersøkelser i perioden 1990-1994.				
Forfatter: Bernt Olav Hilmo		Oppdragsgiver: Nord-Tr.lag fylke, Sør-Tr.lag fylke og NGU.		
Fylke: Nord-Trøndelag og Sør-Trøndelag		Kommune:		
Kartbladnavn (M=1:250.000) Trondheim, Namsos og Grong		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 49	Pris: Kr. 85,-	
Feltarbeid utført: 1990-1994.		Rapportdato: 07.03.95	Prosjektnr.: 63.2509.60	Ansvarlig: <i>Ola M. Sæther</i>
Sammendrag: <p>I prosjektet <i>Grunnvann i Norge (GiN)</i> og oppfølgende grunnvannsundersøkelser foretatt i perioden 1990-1994 er det gjort detaljert kartlegging av grunnvannsressursene ved ca. 40 forsyningssteder i 20 kommuner. Det er gjort over 5 km med sonderboring, satt ca. 150 prøvebrønner, gjort 18 langtids prøvepumper, boret 23 fjellbrønner og foretatt 565 vannanalyser. Det er gjort sikker påvisning av både tilstrekkelig kapasitet og god kvalitet av grunnvannsforekomster som kan forsyne 27 av stedene, noe som samlet innebærer vannforsyning til ca. 15 000 personer. Det er allerede utbygd eller vedtatt utbygd 14 grunnvannsanlegg, mens ytterligere 7 anlegg er under vurdering for utbygging. I tillegg er det kartlagt flere større forekomster som det ikke er aktuelt å bygge ut i dag, men som har regional interesse og som det er viktig å sikre for eventuell framtidig bruk.</p> <p>Grunnvannskjemien i Nord-Trøndelag og Fosen er meget variert, og gjenspeiler i en viss grad den geokjemiske sammensetningen av berggrunnen. Ca. 50 % av 186 prøvetatte fjellbrønner og 40 % av 164 prøvetatte løsmassebrønner har grunnvann hvor alle analyserte parametere tilfredsstiller de nye kravene til drikkevann. De største problemene med grunnvannskvaliteten er at 25-35 % av både fjell- og løsmassebrønnene har for høye konsentrasjoner av jern og/eller mangan. Ellers har knapt 15 % av fjellbrønnene for høyt innhold av fluorid og knapt 30 % av løsmassebrønnene for lav pH-verdi. Det er ikke påvist koliforme bakterier i noen av ca. 50 grunnvannsprøver som er analysert på hygieniske parametere.</p>				
Emneord: Hydrogeologi		Grunnvannsforsyning		Geofysikk
Sonderboring		Prøvepumping		Grunnvannskvalitet
Borebrønn		Regional kartlegging		Fagrapport

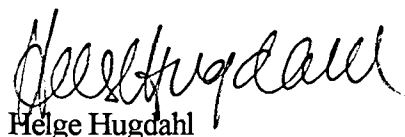
FORORD

Etter initiativ fra Miljøverndepartementet gjennomførte Norges geologiske undersøkelse (NGU) i perioden 1989-1992 prosjektet *Grunnvann i Norge (GiN)*. Det overordnede mål for GiN-prosjektet var å skape grunnlag for økt bruk og bedre beskyttelse av grunnvannsressurser. En viktig del av prosjektet bestod i registrering av potensielle grunnvannsressurser i 301 av landets kommuner. Registreringen ble gjennomført dels ved feltarbeid (30 % av kommunene) og dels ved gjennomgang av eksisterende bakgrunnsmateriale. I alle kommunene i Nord-Trøndelag og Fosen ble grunnvannsmulighetene vurdert både ut fra feltregistreringer og eksisterende data.


I tilknytning til NGU's gjennomføring av *Geologisk undersøkelsesprogram for Nord-Trøndelag og Fosen* ble det fra fylkesmyndighetene ønsket en videreføring av GiN-prosjektet der siktemålet var en dokumentasjon av vannkvalitet og utnyttbar vannmengde for utvalgte lokaliteter.

I samråd med fylkesmyndighetene ble det ut fra resultatene fra GiN-prosjektet og kvaliteten på eksisterende vannforsyning valgt ut 12 kommuner for oppfølgende grunnvannsundersøkelser. Disse undersøkelsene ble organisert i prosjektet *GiN fase 2 i Nord-Trøndelag og Fosen*. I tillegg er det på oppdrag fra andre kommuner og vannverk gjort undersøkelser i 10 andre kommuner, slik at det totalt i perioden 1990-1994 er gjort oppfølgende grunnvannsundersøkelser til over 40 forsyningssteder i 22 kommuner. Arbeidet i de enkelte kommuner er planlagt i samarbeid med teknisk etat.

Prosjektene med oppfølgende grunnvannsundersøkelser har hatt en total kostnadsramme på ca. 5.5 mill. kr. og er finansiert av Nord-Trøndelag fylkeskommune (ca. 25%), Sør-Trøndelag fylkeskommune (ca. 10 %), de enkelte kommuner (ca. 20%) og NGU (ca. 45%). I tillegg har kommunene/vannverka bidratt med en vesentlig egeninnsats ved å legge forholdene til rette og ved å bistå med deler av undersøkelsene.



Helge Hugdahl
Programleder



Bernt Olav Hilmo
Forsker

INNHALDSFORTEGNELSE

	FORORD.....	3
	KONKLUSJON.....	5
1	INNLEDNING.....	6
	1.1 Bakgrunn.....	6
	1.2 Formål.....	6
2	GJENNOMFØRING.....	7
3	RESULTATER.....	9
	3.1 Flatanger.....	9
	3.2 Grong.....	9
	3.3 Leksvik.....	9
	3.4 Levanger.....	10
	3.5 Meråker.....	10
	3.6 Namsskogan.....	10
	3.7 Nærøy.....	11
	3.8 Overhalla.....	11
	3.9 Røyrvik.....	11
	3.10 Snåsa.....	11
	3.11 Steinkjer.....	12
	3.12 Verran.....	12
	3.13 Bjugn.....	12
	3.14 Osen.....	13
	3.15 Rissa.....	13
	3.16 Åfjord.....	13
	3.17 Andre kommuner.....	14
	3.18 Sammenstilling av resultater.....	14
4	VANNKVALITET.....	17
	4.1 Prøvetaking.....	17
	4.2 Generell beskrivelse av grunnvannskjemi.....	18
	4.3 Grunnvannskvalitet kontra drikkevannskrav.....	19
	4.4 Tolking av kjemiske parametere.....	20
	4.4.1 pH, alkalitet og kalsium.....	20
	4.4.2 Ledningsevne.....	21
	4.4.3 Jern og mangan.....	21
	4.4.4 Aluminium.....	22
	4.4.5 Natrium.....	22
	4.4.6 Magnesium.....	23
	4.4.7 Kalium.....	23
	4.4.8 Klorid.....	23
	4.4.9 Sulfat.....	23
	4.4.10 Nitrat.....	24
	4.4.11 Fluorid.....	24
	4.4.12 Andre parametere.....	24
	4.4.13 Mikrobiologisk kvalitet.....	24
	REFERANSER.....	25
	VEDLEGG.....	28

KONKLUSJON

I prosjektet Grunnvann i Norge (GiN) ble mulighetene for grunnvannsforsyning vurdert til over 100 forsyningssteder i Nord-Trøndelag og på Fosen. Ved en videreføring av dette prosjektet er det i perioden 1990-1994 gjort oppfølgende grunnvannsundersøkelser ved over 40 forsyningssteder i 22 kommuner, der siktemålet har vært å påvise sikre grunnvannsforekomster som kan benyttes i vannforsyningen. Det er gjort sikker påvisning (kvalitet/kapasitet) av utnyttbare grunnvannsforekomster for 27 av stedene noe som samlet innebærer vannforsyning til ca. 15 000 personer. For 4 forsyningssteder er mulighetene for å benytte grunnvann nedvurdert i forhold til konklusjonene i GiN-fase 1.

I tillegg til vurdering av grunnvannspotensialet til forsyningssteder med "akutte" behov for forbedret vannforsyning, er det også kartlagt flere store forekomster av regional interesse. Det er også viktig at det blir tatt hensyn til alle påviste grunnvannsforekomstene i kommunenes arealplaner slik at de blir sikret for eventuell framtidig bruk.

Det er ikke garantert at de påviste grunnvannsressursene alltid vil gi bedre og billigere vannforsyning enn andre alternativer, men ut fra beregninger av totalkostnader på bygde og prosjekterte grunnvannsanlegg kontra rensing av overflatevannskilder, kan utbygging av de påviste grunnvannsforekomstene bli flere titalls millioner kroner rimeligere enn å rense overflatevann.

Mange av de større vannverkene (> 2000 p.e.) har nylig bygd eller er i gang med bygging av rensesanlegg. Dette, sammen med økt bruk av grunnvann, gjør at andelen med godkjent vannforsyning vil øke fra ca. 20 % i 1990 til ca. 80 % i 1996.

I forbindelse med GiN-prosjektet og de oppfølgende undersøkelser er det samlet over 500 grunnvannsprøver fra kilder, undersøkelsesbrønner i løsmasser, produksjonsbrønner i løsmasser og borede fjellbrønner. Et utvalg av disse vannanalysene sammen med tidligere vannanalyser av fjellbrønner i Nord-Trøndelag er lagt inn i en egen database. Databasen gir muligheter til å lage regionale oversikter over grunnvannskjemi, sammenligne grunnvann fra fjell og løsmasser, sammenligne grunnvannskjemien med overflatevannskjemi og berggrunnens geokjemi og sammenligne grunnvannskjemien med de krav som stilles til drikkevann.

Litt over 40 % av grunnvannsprøvene fra løsmassebrønner og ca. halvparten av prøvene fra fjellbrønner tilfredsstiller de nye kravene til drikkevann. Hovedproblemet med grunnvannet fra både fjell- og løsmassebrønner er for høye konsentrasjoner av jern og/eller mangan. Ca. 30 % av grunnvannsprøvene har for høyt manganinnhold (> 0.05 mg/l), mens jerninnholdet er for høyt i ca. 20 % av prøvene (> 0.2 mg/l). I tillegg har ca. 15 % av fjellbrønnene for høyt F-innhold (> 1,5 mg/l), mens nesten 30 % av løsmassebrønnene tilfredsstiller ikke kravet til pH-verdi på mellom 6.5 og 8.5 i de nye drikkevannsforskriftene.

I forbindelse med langtids prøvepumping av grunnvannsbrønner er det også tatt vannprøver for analyse av hygieniske parametere. Det er ikke registrert koliforme bakterier i noen av de ca. 50 vannprøvene som er innsendt til næringsmiddelkontrollene.

1 INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Vannforsyningen i Nord-Trøndelag og på Fosen har hovedsakelig vært basert på urensede overflatevannskilder. I følge Folkehelsa (1992) og fylkesmannens vassverksregister (1990) har over 80 % utilfredsstillende drikkevannskvalitet først og fremst på grunn av høyt humusinnhold og tidvis bakteriologisk forurensning, mens bare 6-7 % av befolkningen bruker grunnvann som vannkilde.

Vannkvaliteten er gjennomgående bedre i grunnvannsanleggene, men også enkelte av disse har for dårlig bakteriologisk kvalitet på grunn av mangelfull sikring rundt brønnstedet og for høye konsentrasjoner av jern og mangan (Hilmo, 1992). Mange grunnvannsbrønner har også bruksmessige ulemper på grunn av hardt vann.

Det har derfor vært et klart behov for en bedring i vannkvaliteten, og det investeres nå betydelige midler i vannforsyning. Hovedvannverkene i Stjørdal, Verdal, Inderøya, Steinkjer, Namsos, Overhalla, Nærøy/Vikna og Meråker har installert eller har planlagt installasjon av renseanlegg basert på direktefiltrering/koagulering eller membranfiltrering.

I prosjektet Grunnvann i Norge (GiN) ble mulighetene for grunnvannsforsyning til prioriterte forsyningssteder vurdert i alle kommunene i Nord-Trøndelag og Fosen. Vurderingene som ble gjort på bakgrunn av eksisterende data, feltbefaringer og enkelte sonderboringer, indikerte muligheter for bruk av grunnvann til over 100 forsyningssteder (Hilmo, 1992).

GiN-prosjektet førte generelt til bedre kunnskap om grunnvann og egne grunnvannsressurser i kommunene. Dette var viktig, men uten en videre oppfølging var det en fare for at grunnvannsinteressen og kunnskapene hadde avtatt raskt. Flere kommuner har dessuten ansett resultatene fra GiN-kartleggingen såpass usikre at de ikke blir tatt tilstrekkelig hensyn til i planarbeidet.

NGU startet i 1987 opp et samordnet geologisk undersøkelsesprogram for Nord-Trøndelag og Fosen, hvor formålet er kartlegging av utnyttbare mineralske ressurser, hvor grunnvann inngår.

Disse momentene sammen med interesse fra fylkesrådmennene i Nord- og Sør-Trøndelag talte for en videreføring av GiN-prosjektet, og i løpet av 1990-1994 har NGU gjort oppfølgende grunnvannsundersøkelser i Nord-Trøndelag og Fosen.

1.2 Formål

Formålet med prosjektet har vært å påvise sikre grunnvannsressurser som er praktisk utnyttbare først og fremst til drikkevann. Andre målgrupper har vært næringsmiddelindustrien og turistnæringen. Prosjektet har også som mål å drive FoU-virksomhet innen hydrogeologi og å få en generell oversikt grunnvannskvaliteten i Nord-Trøndelag og Fosen.

2 GJENNOMFØRING

I prosjektet *GiN fase 2, Nord-Trøndelag og Fosen* ble det i samarbeid med fylkesgeologene i Trøndelagsfylkene prioritert 12 kommuner for oppfølgende grunnvannsundersøkelser (6 kommuner i 1992 og 6 i 1993). Prioriteringen av kommuner ble hovedsakelig gjort ut fra behovene for forbedret vannforsyning og resultatene fra GiN. Ønske om en god geografisk spredning og faglig interessante oppgaver ble også tillagt en viss betydning.

Det ble satt opp detaljerte arbeidsplaner for hver enkelt kommune etter at kommunene selv hadde gjort en prioritering av aktuelle forsyningssteder. I de fleste tilfeller ble det valgt ut steder med "akutte" behov for bedre vannforsyning og som ut fra GiN-rapportene krevde mer detaljerte undersøkelser for en sikker vurdering av mulighetene for grunnvannsforsyning. I andre tilfeller ble det prioritert oppfølgende undersøkelser av løsmasseavsetninger som ikke er aktuell for grunnvannsuttak nå, men som har stor regional betydning. Det ble også lagt vekt på å velge ut områder hvor det er viktig å utrede grunnvannsressursene ut fra kommunenes arealplaner.

Undersøkelsene har stort sett vært delt i to faser der fase 1 har omfattet:

- Studier av eksisterende data
- Feltbefaringer
- Geofysiske undersøkelser (georadar og refraksjonsseismikk)
- Sonderboringer med Borros borerigg og Pionar slagbormaskin
- Nedsetting av 32 mm testbrønner for prøvetaking av grunnvann og løsmasser
- Prøvetaking av grunnvann fra eksisterende brønner og kilder
- Laboratorieanalyser av grunnvannsprøver
- Analysering av masseprøvenes kornfordeling.

Fase 2 har omfattet:

- Boring av fjellbrønner med Nemec borerigg
- Korttidstesting og prøvetaking av fjellbrønner
- Nedsetting av prøvebrønner for prøvepumping
- Igangsetting av prøvepumping
- Overvåkning og prøvetaking under prøvepumpingsperioden (min 3 mnd.)
- Analysering av grunnvannsprøver fra prøvepumpingen.

Langtids prøvepumping forutsetter positive resultater fra de innledende undersøkelsene. I samråd med kommunen ble det valgt ut 1-2 steder i hver kommune hvor det ble utført en slik prøvepumping. Til prøvepumpingene er det benyttet elektriske sugepumper. Kommunene har stått for framlegging av strøm, innhentet tillatelse fra grunneiere og hatt ansvaret for måling av grunnvannstanden under prøvepumpingsperioden. Kommunene har også hatt ansvaret for prøvetaking og innsendelse av grunnvannsprøver til næringsmiddelkontrollene for analysering av mikrobiologiske parametre.

Vurdering av muligheter for grunnvannsuttak fra fjell er basert på lokalisering av borpunkt for fjellbrønner ut fra geologiske kart, flyfoto og tidligere boringer. Det er til sammen boret 23 borhull i fjell og i 5 av disse er det forsøkt å øke kapasiteten ved hydraulisk trykking. I fjellbrønnene er kapasiteten målt med en korttids pumpe-test.

Kornfordelingsanalyser av masseprøver og analyser av vannprøver er utført ved NGU's laboratorium (Ødegård & Andreassen, 1986). Vannprøvene er analysert på følgende fysikalsk-kjemiske parametre:

- ledningsevne
- alkalitet
- pH-verdi
- turbiditet (bare enkelte)
- fargetall (bare enkelte)
- 30 kationer
- 7 anioner

I tillegg til de 12 prioriterte kommunene har NGU gjort oppfølgende undersøkelser for påvisning av grunnvannsressurser til forsyningssteder i 10 andre kommuner i programområdet. Disse undersøkelsene er gjort enten på direkte oppdrag fra en kommune/vannverk eller som samarbeidsprosjekt. Framgangsmåten har stort sett vært den samme som beskrevet foran.

Tabell 1 viser omfanget av boringer, prøvepumper og vannprøvetaking i kommuner hvor NGU har gjennomført oppfølgende grunnvannsundersøkelser i perioden 1990-1994.

Tabell 1 Omfanget av boringer, prøvepumping og vannprøvetaking i kommuner hvor NGU har gjennomført grunnvannsundersøkelser i perioden 1990-1994. Kommuner merket med *) er undersøkt i forbindelse med prosjektet GiN fase 2 i Nord-Trøndelag og Fosen, mens undersøkelsene i de andre kommunene er foretatt i forbindelse med GiN fase 1 eller på oppdrag fra de enkelte kommuner/vannverk.

Kommune	Sonderboring (m)	Rørdriving (m)	Testpumper (antall)	Langtids prøvepumping	Borede fjellbrønner	Vannprøver
Flatanger*	300	100	26	1	5	33
Grong*	300	60	14	0	0	15
Leksvik*	220	70	15	0	4	8
Levanger*	570	290	50	2	0	45
Overhalla*	140	60	7	0	0	10
Røyrvik*	150	70	24	1	0	22
Snåsa*	570	340	64	2	0	70
Steinkjer*	740	360	43	2	0	60
Verran*	170	100	20	1	0	24
Meråker	150	110	20	1	0	25
Namsskogan	80	40	9	1	0	7
Nærøy	160	70	14	1	0	20
Verdal	200	100	24	0	0	18
Bjugn*	60	20	6	0	8	10
Osen*	320	190	59	2	3	45
Rissa*	390	190	34	2	3	55
Åfjord	510	170	37	2	0	48
Andre kommuner	400	150	25	0	0	50
SUM	5430	2500	491	18	23	565

I forbindelse med prosjektet GiN fase 2 i Nord-Trøndelag og på Fosen har alle de prioriterte kommunene fått egne rapporter. I tillegg er det utarbeidet egne rapporter for alle andre oppdrag, slik at det til sammen er utgitt 26 rapporter (se referanseliste).

3 RESULTATER

Nedenfor følger en kort kommunevis oppsummering av grunnvannsundersøkelsene.

3.1 Flatanger

Mulighetene for grunnvannsforsyning ble vurdert til Utvorda, Hasvåg og Småværet (Banks, 1993). Ved Utvorda ble 5 strandavsetninger undersøkt, og de beste forhold for grunnvannsuttak ble funnet i en strandavsetning ved Frøsendal. En prøvepumping viste tilstrekkelig kapasitet og god vannkvalitet.

Ved Hasvåg og Småværet ble det boret fjellbrønner. I to brønner ved Hasvåg ble kapasiteten vurdert til henholdsvis ca. 4000 l/t og 10 000 l/t. Den ene brønnen har noe for høye konsentrasjoner av jern og mangan, mens den andre brønnen ved Åkvika har grunnvann med akseptabel kjemisk kvalitet. De tre brønnene som ble boret ved Småværet har alle forholdsvis små vannmengder, selv etter hydraulisk trykking. En av brønnene har tilfredsstillende kvalitet og muligens tilstrekkelig kapasitet, men en sikker vurdering krever langtids prøvepumping.

Det er bygd ut et grunnvannsanlegg i Hasvåg og et grunnvannsanlegg ved Frøsendal (Utvorda v.v.) er under utbygging.

3.2 Grong

Undersøkelsene som omfattet områdene Værem, Sem og Bergsmoen, ble gjort med tanke på vannforsyning til Bergsmo-område (Storrø, 1993).

I en testbrønn ved Værem ble det påvist god vanngjennomgang i sand/grusmassene. Grunnvannstanden i området er sterkt påvirket av vannstanden i Namsen og synker i perioder ned i det vannførende laget, men det finnes sansynligvis nærliggende lokaliteter med større mektighet av vannmettet sand og grus.

Det ble også påvist muligheter for grunnvannsuttak fra en testbrønn ved Sem, men på grunn av dårlig kjemisk vannkvalitet anses lokaliteten som lite egnet for grunnvannsuttak. Deler av Sem-området forsynes i dag fra et privat vannverk basert på grunnvann fra et oppkomme. Kapasiteten på denne kilden antas å være tilstrekkelig til å forsyne hele Bergsmo-Sem-området, men kvalitet og kapasitet må dokumenteres gjennom regelmessig kapasitetsmålinger og prøvetaking.

I Bergsmo-området ble det ikke funnet løsmasser egnet for større grunnvannsuttak fra rørbrønner.

I tillegg til disse områdene er det gjort grunnvannsundersøkelser ved Harran med tanke på ny grunnvannskilde til Harran vannverk. Innledende undersøkelser av en løsavsetning viste marginale forhold, men sikker konklusjon kan først gjøres etter nedsetting av prøvebrønn og langtids prøvepumping (Storrø, 1994).

3.3 Leksvik

Mulighetene for grunnvannsuttak er undersøkt i områdene Sæter/Hindrem, Fjølvikbotn, Dalsaunet, Breili, Omundvågen, Kråkmo og Rolia (Jæger, 1994). Det er ikke funnet løsmasser egnet for større grunnvannsuttak i noen av områdene. I området Sæter/Hindrem ble det boret fjellbrønner med for lav kapasitet i forhold til vannforbruket, mens borede fjellbrønner ved Breili og Omundvåg gir nok

vann til lokalt bruk. Grunnvannet fra fjellbrønnen ved Omundvåg har for høye konsentrasjoner av jern og mangan, mens grunnvannet fra fjellbrønnen ved Breili er av god kjemisk kvalitet.

3.4 Levanger

Det ble foretatt oppfølgende grunnvannsundersøkelser i 5 forskjellige områder (Hilmo, 1994).

I en brelvavsetning i Torsbustaden og i en elveavsetning like øst for Okkenhaug er det ved langtids prøvepumping dokumentert sikre grunnvannsforekomster som kan brukes til drikkevannsforsyning. Et grunnvannsanlegg som skal forsyne Okkenhaugområdet er under utbygging, mens et anlegg i Torsbustaden er under planlegging. Ytterligere et grunnvannsanlegg som skal forsyne Kvernbecken vannverk er under bygging. Anlegget er basert på uttak fra en kartlagt grunnvannsforekomst ved Granheim.

I en israndavsetning mellom Hoklingen og Movatnet er det ut fra sonderboringer med rørdriving og pumpetester påvist muligheter for betydelige grunnvannsuttak. Forekomsten kan være aktuell som en framtidig vannkilde til Levanger vannverk, men en sikrere vurdering krever fullskala langtids prøvepumping.

Ved Ekne ble det ikke påvist muligheter for grunnvannsuttak fra løsmasser, men det ble foretatt befaringer og lokalisert borpunkter for fjellbrønner.

På Ytterøya ble det foretatt en registrering av dagens vannforsyning som består av små enkeltanlegg basert på fjellbrønner og kilder/bekker. Det ble lagt spesiell vekt på undersøkelse av vannkvaliteten i fjellbrønner. I tillegg ble det kartlagt lokaliteter for fjellbrønner til ny vannforsyning til skolen og eldresenteret. Det er allerede boret to fjellbrønner med godt resultat, og nytt grunnvannsanlegg er under bygging.

3.5 Meråker

De oppfølgende grunnvannsundersøkelsene i Meråker har hatt som hensikt å påvise en grunnvannsforekomst som kan benyttes til Gudå-området og som eventuelt senere kan benyttes som reservevannkilde til Meråker vannverk ved en sammenkobling. Ved sonderboringer, enkle testpumper og en langtids prøvepumping ved Kastet like øst for Gudå er det påvist store grunnvannsressurser (Hilmo, 1994). Under prøvepumping ble det tatt ut over 15 l/s over en ca. 3 mnd. periode, men på grunn av for høyt innhold av jern og mangan er vannet dårlig egnet til drikkevann uten videre rensing. Ved senere sonderboringer og testpumper er det avdekket gode muligheter for grunnvannsuttak både vest og øst for prøvepumpingsbrønnen, og en ny prøvepumpingsperiode vil bli satt i gang våren 1995.

3.6 Namsskogan

Det er gjort oppfølgende grunnvannsundersøkelser ved Brekkvasselv i form av sonderboringer, enkle testpumper og langtids prøvepumping for påvisning av en alternativ vannkilde til Brekkvasselv vannverk (Hilmo, 1992 og Jæger, 1994). Prøvepumpingen påviste tilstrekkelig kapasitet og god kvalitet på et grunnvannsuttak fra en brelvavsetning på vestsida av Namsen ved Brekkvasselv.

3.7 Nærøy

Det ble gjort opfølgende grunnvannsundersøkelser ved Eidshaug, Foldereid og Salsbruket (Hilmo, 1992 og Hilmo, 1993). Ved Salsbruket og Foldereid viste sonderboringene små muligheter for grunnvannsuttak fra løsmasser, men ved Foldereid kan foreslåtte sikringstiltak rundt eksisterende brønn gi godkjent vannkvalitet. I en brelvavsetning ved Eidshaugvatnet ble det kartlagt en grunnvannsforekomst som kan forsyne hele Eidshaug og Måneset. Tilstrekkelig kapasitet og god vannkvalitet er påvist gjennom en langtids prøvepumping. Det er satt ned to produksjonsbrønner, og forekomsten er vedtatt utbygd.

3.8 Overhalla

Undersøkelsene omfattet områdene Selleg, Gansmo og Skistad/Brennmoen (Storrø, 1993). Ved Sellegg ble det registret grunnvannskilder med en samlet kapasitet på ca. 10 l/s som renner ut i overgangen mellom et grovt topplag og tettere bunnsedimenter. Vannet i kildene er mindre egnet som drikkevann på grunn av høyt nitratinnhold, men ut fra grunnvannstemperaturen representerer de et betydelig energipotensial (ca. 1 GWh).

Undersøkelsene ved Gansmo viste muligheter for grunnvannsuttak i størrelsesorden 20-30 l/s fra en enkelt brønn, men på grunn av praktiske problemer og liten interesse fra kommunen ble det ikke igangsatt langtids prøvepumping.

Boringer i området Skistad/Brennmoen viste at denne avsetningen var dårlig egnet til større grunnvannsuttak fra borede brønner.

3.9 Røyrvik

Mulighetene til grunnvannsuttak til Røyrvik sentrum og til bebyggelsen rundt Østgård-Myrmo er vurdert ut fra georadarmålinger og boringer på 3 løsavsetninger (Bredesen og Mauring 1994). De beste forhold for grunnvannsuttak ble påvist i en brelvavsetning ved Landingen hvor en langtids prøvepumping ga dokumentasjon på en sikker vannkilde med god fysikalsk-kjemisk kvalitet. På de andre avsetningene ble det ikke påvist grunnvann av ønsket kapasitet og/eller kvalitet.

3.10 Snåsa

Grunnvannsundersøkelsene i Snåsa er gjort med tanke på ny vannforsyning til Snåsa vannverk, Øverbygda vannverk og Sørbygda vannverk. Det er gjort forundersøkelser i form av sonderboringer, rørdriking og enkle testpumper med prøvetaking på 4 løsavsetninger (Hilmo og Bredesen, 1993). Det ble påvist muligheter for grunnvannsuttak både fra et elvedelta ved Sandnes, fra et elvedelta ved Sagbakken, fra en brelvavsetning på Korsvollan og fra en brelvavsetning ved Ålmo. Ut fra grunnvannskvalitet og beliggenhet ble elvedeltaet ved Sagbakken valgt for videre undersøkelser i form av langtids prøvepumping for vurdering av ny vannkilde til Snåsa vannverk, og på bakgrunn av NGU's undersøkelser har Snåsa vannverk i 1994 bygd ut ny vannforsyning fra to grunnvannsbrønner på Sagbakken.

På Ålmoavsetningen er det foretatt langtids prøvepumping med positivt resultat. Det er satt ned produksjonsbrønner og Sørbygda og Øverbygda vannverk vil trolig gå sammen om utbygging av denne grunnvannsforekomsten.

3.11 Steinkjer

Det er gjort grunnvannsundersøkelser i områdene Svarva-Jådåren, Røsegg, Følling, Hyllbrua, Heistad-Hofstad og Stod-Kvam (Skullerud og Jæger, 1993). Hensikten var å kartlegge muligheter for grunnvannsforsyning lokalt og eventuelt for større deler av kommunen. Det ble foretatt langtids prøvepumping av grunnvannsmagasin i breelvavsetninger ved Svarva og Røsegg. Ved Svarva viste prøvepumpingsresultatene at det er mulig å ta ut minst 8 l/s, mens ved Røsegg ble kapasiteten beregnet til ca. 5 l/s. På begge stedene er det mulig å øke kapasiteten ved kunstig infiltrasjon. Grunnvannskvaliteten er god på begge stedene.

Ved Følling er det påvist grunnvann av god kvalitet som kan dekke det lokale vannbehovet, mens det på en breelvavsetning ved Skjålågrind, nordøst for Hyllbrua er påvist en stor grunnvannsføremst (kapasitet min. 20 l/s) som trolig vil bli benyttet som ny vannkilde til Hyllbruområdet (Hilmo, 1994).

I de andre områdene ga grunnvannsundersøkelsene i løsmasser negativt resultat, men grunnvannsuttak fra fjellbrønner kan være aktuelt for området Heistad-Hafstad, mens i Stod-Kvam området kan økt grunnvannsuttak fra en eksisterende brønn ved Utgård eller fra en breelvavsetning ved Sagtangen være aktuelle løsninger.

3.12 Verran

Forsyningsstedene Malm og Follafoss ble prioritert for oppfølgende grunnvannsundersøkelser (Hilmo, 1991 og Bredesen, Storrø og Tønnesen, 1994). På begge stedene er elvevifter bygd ut i fjorden aktuelle for grunnvannsuttak. Ut fra avsetningens beliggenhet og oppbygging, tidligere undersøkelser og geofysiske målinger i form av georadar, ble det konkludert med små muligheter for grunnvannsuttak fra elvevifta i Follafoss. I Malm har tidligere undersøkelser av NGU og Kummeneje A/S vist muligheter for grunnvannsuttak. Ut fra supplerende undersøkelser i form av georadar og flere sonderboringer med rørdriking og enkle testpumper, ble det valgt en lokalitet for nedsetting av brønner for prøvepumping. Langtids prøvepumping viste tilstrekkelig kapasitet (ca 15 l/s), og god kvalitet bortsett fra litt for høy konsentrasjon av jern. Kommunen har installert pumpe, slik at grunnvann fra prøvepumpingen har vært benyttet til vannforsyning. Grunnvannsmagasinet ligger stort sett i et bebygd område, slik at nødvendig klausulering kan bli omfattende og relativt kostbar.

3.13 Bjugn

Det ble foretatt grunnvannsundersøkelser for vurdering av nye vannkilder til Nes vannverk, Aune og Oksvoll vannverk og Bjugn kommunale vannverk avd. øst (Elveng). Grunnvannsmulighetene ble vurdert ut fra lømasseboringer og boringer av til sammen 9 fjellbrønner (Hilmo, 1994). For Nes vannverk ble det ikke påvist muligheter for grunnvannsforsyning. For Aune og Oksvoll vannverk kan det være muligheter for grunnvannsforsyning fra en strandavsetning i Steinvikskardet, men en sikker vurdering krever videre undersøkelser. Ved Elveng kan grunnvann fra borede fjellbrønner være et godt alternativ til ny vannkilde, og kommunen vil vurdere utbygging av vannforsyning fra to av de fem fjellbrønnene som ble boret.

3.14 Osen

Det ble foretatt grunnvannsundersøkelser med tanke på ny vannkilde til Osen og Strand vassverk, Åsegg vassverk, Vingsand vassverk og Sætervika vassverk (Hilmo og Sæther, 1993). Innledende undersøkelser i form av sonderboringer, rørdriking og enkle testpumper viste gode muligheter for grunnvannsuttak flere steder langs Steinsdalselva, og det ble satt ned brønner for langtids prøvepumping ved Nordmeland (Osen og Strand vannverk) og Åseggfossen (Åsegg vannverk). Resultatene fra prøvepumpingene viste at kapasiteten var mer enn tilstrekkelig på begge stedene. Grunnvannskvaliteten er god ved Nordmeland, mens det ved Åseggfossen er noe for høye konsentrasjoner av jern og mangan. Begge disse grunnvannsforekomstene er utbygd.

Ved Vingsand ble det boret en fjellbrønn som gir nok vann av god kvalitet til å dekke det oppgitte vannbehovet. Brønnen er tatt i bruk som vannkilde til Vingsand.

To borede fjellbrønner i Sætervika ga for lite vann i forhold til vannbehovet, men det er foreslått et område for boring av flere fjellbrønner.

3.15 Rissa

Følgende forsyningssteder ble prioritert for oppfølgende grunnvannsundersøkelser: Selnes, Råkvåg-Husbysjøen, Rissa sentrum og Bergmyran (Hilmo og Skullerud, 1994). Ved Selnes er det boret to fjellbrønner med for liten kapasitet i forhold til vannbehovet, men det vil bli boret ytterligere 1-2 brønner.

Grunnvannsuttak fra to løsavsetninger ved Osavatna er vurdert med tanke på ny vannkilde til Råkvåg og Husbysjøen. Ut fra sonderboringer, rørdriking og enkle testpumper ble det foretatt langtids prøvepumping på et elvedelta i sørøstenden av Inner Osavatnet. Kapasiteten er mer enn tilstrekkelig og grunnvannskvaliteten er god bortsett fra noe lav pH og alkalitet. Grunnvannsforekomsten er vedtatt utbygd.

Mulighetene for grunnvannsuttak i nedre deler av Skaudalen og ved Flytas utløp i Botnen, ble undersøkt med tanke på ny vannkilde til Rissa vannverk. Ut fra sonderboringer og rørdriking ble det konkludert med små muligheter for større grunnvannsuttak.

Den store breelvavsetningen ved Bergmyran, på kommunegrensa mellom Rissa og Verran, representerer en stor grunnvannsressurs. Kapasiteten på kildeutslag i vestenden av avsetningen er anslått til ca. 100 l/s. Vannkvaliteten på kildeutslagene er god. Det ble også foretatt en langtids prøvepumping fra en rørbrønn på toppen av avsetningen. På grunn av liten brønndimensjon har prøvepumping foregått med et uttak på ca 3.5 l/s. Dette er mer enn nok til å dekke det lokale vannbehovet, men Rissa kommune vil også foreta vurderinger av grunnvannsforsyning til Rissa vannverk fra Bergmyran.

3.16 Åfjord

Formålet med grunnvannsundersøkelsene i Åfjord var todelt. Den ene hensikten var å finne en grunnvannsforekomst med god nok kvalitet til produksjon av mineralvann, mens den andre hensikten var å gjøre en generell kartlegging av grunnvannsforekomster som kan benyttes til drikkevannsforsyning. Det er ut fra geofysiske målinger, sonderboringer og enkle testpumper påvist grunnvannsforekomster som kan nyttes til drikkevannsforsyning på elvedeltaet øst for Stordalsvatnet, ved Norddalselva, ca. 500 m NØ for Børmarkgårdene og ved Stordalselva like øst for Åfjord sentrum (Klemetsrud, 1993 og Hilmo, 1994). På den sistnevnte lokaliteten ble det først gjennomført langtids prøvepumping på nordsida av elva. Kapasiteten på fire Ø50 mm brønner var til sammen ca. 8 l/s. Vannkvaliteten var god, bortsett fra litt for høye konsentrasjoner av jern og

mangan. Det ble senere satt ned to Ø200 mm produksjonsbrønner på sørsida av elva. Kapasiteten på disse er til sammen 4.5 l/s. Vannkvaliteten er meget god, idet vannet tilfredsstillende alle kravene til drikkevann. Denne grunnvannsforekomsten blir vurdert for produksjon av mineralvann.

3.17 Andre kommuner

I tillegg til de nevnte kommuner har NGU i perioden 1990 til 1994 foretatt innledende grunnvannsundersøkelser i Høylandet, Namsos, Fosnes, Vikna, Verdal og Stjørdal. Disse undersøkelsene ble gjort i tillegg til det ordinære GiN kartleggingen som ble foretatt i alle fylkene i Nord-Trøndelag og Fosen. På Jøa i Fosnes kommune ble det påvist en grunnvannsforekomst som senere er tatt i bruk som vannkilde. Ved Sundby i Verdal ble det gjennomført langtids prøvepumping av en stor grunnvannsforekomst for å utrede mulighetene for grunnvannsforsyning til Verdal vannverk, men på grunn av for høyt saltinnhold i grunnvannet ble denne forekomsten ikke utbygd.

3.18 Sammenstilling av resultater

I tabell 2 er det vist konklusjonen fra GiN-rapportene og resultatet fra de oppfølgende undersøkelsene. Det er her bare tatt med forsyningssteder hvor grunnvannspotensialet er vurdert ut fra oppfølgende undersøkelser i perioden 1990-1994. I GiN-rapportene ble grunnvannspotensialet til hvert prioriterte forsyningssted inndelt i *God*, *Mulig* og *Dårlig*. Betegnelsen *God* ble bare brukt der det var påvist sikre utnyttbare grunnvannsressurser eller der vannbehovet var svært lavt i forhold til forventet vanngiverevne, mens *Mulig* ble brukt der det ikke gjennomført detaljundersøkelser eller slike undersøkelser ikke har gitt entydig resultat. *Dårlig* brukes når det er gjort detaljundersøkelser med negativt resultat. Det er angitt om vurderingene er basert på grunnvannsuttak fra løsmasser (L) eller fjell (F).

Tabellen viser at for 27 av 38 forsyningssteder er det konkludert med gode muligheter for grunnvannsforsyning, 20 av disse har fått oppvurdert grunnvannspotensialet fra *Mulig* til *God*, mens 4 forsyningssteder har fått nedvurdert grunnvannsmulighetene. Noen forsyningssteder har fått konklusjonen *Mulig* også etter de oppfølgende undersøkelsene. Dette er i tilfeller hvor det er et klart behov for videre undersøkelser i form av langtids prøvepumping eller undersøkelser i andre områder. Enkelte områder og forsyningssteder som er vurdert i dette prosjektet ble ikke vurdert i GiN-prosjektet.

Det må poengteres at selv om det er konkludert med gode muligheter for grunnvannsforsyning til et forsyningssted er det ikke sikkert dette er det beste og billigste alternativet, men det gir kommunene/vannverkene et alternativ ved valg av løsning.

Ut fra de oppgitte vannbehovene og et vannforbruk på 350 l/døgn pr. p.e. kan de 27 forsyningsstedene med konklusjon *God* forsyne ca. 32 000 p.e., mens ut fra folketallet på forsyningsstedene vil ca. 15 000 personer forsynes med grunnvann.

I GiN-kartleggingen ble det registrert *Gode* og *Mulige* grunnvannsforekomster som kan forsyne ca. 60 000 personer i Nord-Trøndelag og på Fosen. På bakgrunn av vannforsyningssituasjonen, resultatene fra grunnvannsundersøkelsene og prosentandelen som har fått vurdert grunnvann som ny vannkilde, er det rimelig å anta at grunnvann kan være et godt alternativ til minst 30 000 personer i Nord-Trøndelag og Fosen.

Tabell 2 Vurderinger av grunnvannspotensialet ut fra oppfølgende undersøkelser (GiN, fase 2) sammenlignet med GiN.

KOMMUNE	FORSYNINGSTED	Vannbehov i l/sek.	Konkl. GiN	Konkl. GiN, fase 2
Flatanger	Hasvåg	0.2	God (F)	God (F)
	Utvorda	1.5	Mulig (L)	God (L)
Grong	Bergsmo	2.5	Mulig (L)	Mulig (L)
Leksvik	Sæter-Hindrem	1.7	God (L)	Dårlig (L)
	Dalsaunet-Fjølvikbotn	1.2	Mulig (F)	God (F)
Levanger	Kråkmoen	1.0	Dårlig (F)	God (F)
	Okkenhaug	7.0	God (L)	God (L)
	Halsan-Torsbustad	2.5	God (L)	God (L)
	Levanger S.	ca 50		Mulig (L)
	Ekne	4.0		Mulig (F)
Meråker	Gudå	3.0	Mulig (L)	Mulig (L)
Namsskogan	Brekkvasselv	2.0	Mulig (L)	God (L)
Nærøy	Eidshaug	3.0	Mulig (L)	God (L)
Overhalla	Overhalla v.v.	25	Mulig (L)	Mulig (L)
Røyrvik	Røyrvik S.	4.0	Mulig (L)	God (L)
	Østgård-Myrmo	0.5	Mulig (L)	God (L)
Snåsa	Snåsa S.	12.0	Mulig (L)	God (L)
	Sørbygda	3.0	Mulig (L)	God (L)
	Øverbygda	6.0	God (L)	God (L)
Steinkjer	Følling	1.0	God (L)	God (L)
	Jådåren/Beitstad	8.0	Mulig (L)	God (L)
	Stod-Kvam	1.3	God (L)	God (L)
	Rarnem-Hafstad	0.4	Mulig (L)	Mulig (L)
	Hyllbrua	1.5	God (L)	Mulig (L)
Verran	Follafoss	5.0	Mulig (L)	Dårlig (L)
	Malm	15.0	Mulig (L)	God (L)
Bjugn	Nes	3.0	Mulig (F)	Dårlig (F)
	Aune-Oksvoll	3.5		Mulig (L)
	Ny-Jord	1.0	Mulig (F)	God (F)
Osen	Osen og Strand v.v.	8.0	Mulig (L)	God (L)
	Åsegg v.v.	4.0	Mulig (L)	God (L)
	Vingsand	0.3	Mulig (F)	God (F)
	Sætervik	0.5	Mulig (F)	Mulig (F)
Rissa	Rissa S	ca 20	Mulig (L)	God (L)
	Råkvåg og Sørfjord	8	Mulig (F)	God (L)
	Selnes	0.3	Mulig (F)	God (F,L)
	Bergmyran	0.9	Mulig (L)	God (L)
Åfjord	Åmes	15	Mulig (L)	God (L)
	Stordalen	3	Mulig (L)	God (L)

Erfaringsmessig tar det flere år før en grunnvannskilde er påvist og til den er utbygd. Likevel er det allerede bygd ut åtte grunnvannsanlegg, mens seks er vedtatt utbygd eller under bygging. Ytterligere sju påviste grunnvannsforekomster er under vurdering for utbygging.

Av de store kartlagte forekomster med regional interesse kan nevnes den store breelavsetningen på kommunegrensen mellom Rissa og Verran. Ut fra kapasitetsanslag av kilder og vurdering av nedbørsforhold og nedbørsfelt, er samlet kapasitet anslått til ca. 100 l/sek. En annen viktig forekomst er israndavsetningen mellom Movatnet og Hoklingen i Levanger kommune. Denne forekomsten ligger meget gunstig i forhold til eksisterende ledningsnett i Levanger.

Beregninger av kostnader til utbygging og drift for utbygde anlegg (Snåsa vannverk og Osen og Strand vannverk) viser at bruk av grunnvann vil gi en besparelse på ca. 5 mill. kr. (beregnet nåverdi) for Osen og Strand vannverk og ca. 2.5 mill. kr for Snåsa vannverk sammenlignet med rensing av overflatevann. Pr. innbygger gir dette en besparelse på ca. 5000 kr i gjennomsnitt for disse to vannverkene. Selv om en ikke oppnår såpass store besparelser i gjennomsnitt, er det klart at utbygging av de påviste grunnvannsforekomstene kan gi flere ti-talls millioner kroner i totale besparelser sammenlignet med rensing av overflatevann. Besparelsene på de grunnvannsanleggene som allerede er utbygd eller vedtatt utbygd er langt større enn de totale kostnadene på ca. 5.5 mill. kr for oppfølgende grunnvannsundersøkelsene til ca. 40 fosyningssteder. Det kan derfor hevdes at arbeidet har hatt en god kost-nytte verdi.

4 VANNKVALITET

4.1 Prøvetaking

Under feltarbeidet ble det samlet inn 565 vannprøver som er analysert på uorganisk-kjemiske parametere på NGU's laboratorium. Vannprøvene ble samlet inn fra :

- Eksisterende gravde brønner, rørbrønner i løsmasser og fjellbrønner (ca. 35 stk.).
- Oppkommer og kildehorisonter (ca. 70 stk.)
- Undersøkellesbrønner i løsmasser (ca. 280 stk)
- Langtids prøvepumping av brønner i løsmasser (ca. 150 stk.)
- Korttidstesting av borede fjellbrønner (ca. 20 stk.)
- Overflatevann i nærheten av undersøkte akvifere (ca. 10 stk.)

Formålet med prøvetakingen har vært å kartlegge grunnvannskjemien i magasiner som er aktuelle for grunnvannsutttak. I tillegg er det tatt vannprøver for å undersøke grunnvannskjemien i eksisterende grunnvannsanlegg. Prøvetakingen av overflatevann er gjort for å vurdere kvaliteten på vann som infiltreres i de aktuelle magasinene.

I tillegg til NGU's prøvetaking av grunnvann, har Nord-Trøndelag fylkeskommune i regi av fylkesgeolog Ole S. Hembre prøvetatt grunnvannsbrønner i flere perioder siden 1983 (Buan og Rueslåttén, 1984 og Ekker, 1992). Også disse vannprøvene er analysert på NGU's laboratorium. I denne databasen finnes kjemiske data på ca. 160 brønner, hovedsakelig fjellbrønner. Gjesteforsker Etrit Taushani (1994) har sammenstilt analyseresultatene fra fylkeskommunens database med analyseresultatene våre. I og med at det i forbindelse med testpumping av undersøkellesbrønner og langtids prøvepumping er tatt mange vannprøver fra samme brønn, er ikke alle analyseresultatene lagt inn i databasen, men det er forsøkt å velge ut minst en representativ vannprøve fra hver lokalitet. Til sammen inneholder databasen fysikalsk-kjemiske analyser på ca. 170 fjellbrønner, 130 løsmassebrønner og 50 oppkommer/kildehorisonter hvorav flesteparten har utspring fra løsmasser.

Tolkningen av de sammenstilte analyseresultatene av grunnvannskjemien har flere feilkilder. Grunnvannsprøvene er tatt over en lang periode, de er tatt med forskjellig formål og av mange aktører. Dette har gjort at prøvebehandlingen før analyse har vært ulik, særlig med hensyn på lagringstid og surgjøring og filtrering av prøver. Selv om prøvene er analysert ved samme laboratorium, har analyseinstrumentene variert. Grunnvannsprøvene fra fjellbrønner som ble tatt i 1983 ble analysert på en ICP med høyere deteksjonsgrenser for bl.a. Al, Fe og Mn enn resten av prøvemateriale.

Da hovedhensikten med prøvetakingen har vært å vurdere vannets egnethet som drikkevann, er prøvetettheten meget variabel. Det er tatt langt flere prøver i områder med mange produksjonsbrønner og der det har vært gjennomført grunnvannsundersøkelser sammenlignet med andre områder (vedlegg 5).

Disse momentene gjør de regionale vurderingene av grunnvannskjemien mer usikker enn om man hadde tatt grunnvannsprøver av et bestemt prøvemedium (f.eks. kilder) i et kort tidsrom, med lik prøvebehandling og analysemetodikk og med en gitt prøvetetthet.

4.2 Generell beskrivelse av grunnvannskjemi

Grunnvannets kjemiske sammensetning er et produkt av alle kjemiske reaksjoner som den opprinnelige nedbøren har gjennomgått. Derfor er grunnvannskjemien avhengig av kjemisk sammensetning på infiltrert overflatevann, berggrunnens og løsmassenes mineralsammensetning, forvittringsreaksjoner, grunnvannets oppholdstid, marin påvirkning og antropogene prosesser.

Alle disse faktorene viser store variasjoner i Nord-Trøndelag og Fosen.

Berggrunnen i Nord-Trøndelag og Fosen er meget variert og domineres av mer eller mindre omdannede sedimentære og vulkanske bergarter (vedlegg 4). Sure bergarter av gneis og granitt er dominerende vest for linjen Fosdalen-Snåsavatnet-Kongsmoen og finnes også i området Lierne-Grong og i mindre felt ellers. Berggrunnen øst for linjen Fosdalen-Snåsavatnet (Tronheimsfeltet) og i området Grong-Røyrvik (Grongfeltet) er dominert av mer basiske bergarter som glimmerskifer, fyllitt, omdannet sandstein, kalkstein, grønnstein og gabbro. I tillegg finnes flere større områder med intrusivbergarter av granittisk og gabbroid sammensetning.

Grunnvannets oppholdstid varierer sterkt med prøvedyp, brønnens avstand fra åpent vann og grunnvannets strømningsmønster. Generelt har grunnvannsprøvene fra fjellbrønner lengre oppholdstid enn grunnvann fra løsmassebrønner og grunnvann fra testbrønner som er pumpet bare i kort tid før prøvetaking har lengre oppholdstid enn produksjonsbrønner med kontinuerlig uttak. I hvilken grad forvittringsprosessen influerer på grunnvannskjemien er avhengig av mineralsammensetningen i løsmasser og berggrunn og oppholdstiden. De fleste bergartsdannende mineraler er i termodynamisk ulikevekt med det overflatenære miljøet, og vil derfor gjennom hydrolysereaksjoner, ionebytting og oksidasjonsreaksjoner nedbrytes og omdannes til ioner og forvittringsprodukter av f.eks. oksyder og nye mineraler. Når en ser bort fra marin påvirkning er forvittringsreaksjonene hovedkilden til de mest vanlige ionene i grunnvann Ca, Mg, Na, K, HCO₃ og SO₄.

Det marine bidraget kan skyldes infiltrasjon av nedbørsvann rikt på havsalter, direkte inntrengning av sjøvann eller utlutning av fossilt salt fra marine sedimenter. Derfor er det marine bidraget avhengig av avstand fra kysten og høyde over havet (brønnens beliggenhet i forhold til øvre marin grense, MG).

De antropogene prosessene kan skyldes gjødsling, kloakkutslipp, avrenning fra deponier og forurenset grunn og sur nedbør.

Det er derfor ikke overaskende at grunnvannskjemien i Nord-Trøndelag og Fosen viser store variasjoner. Konsentrasjonen av de fleste kationer og anioner i grunnvannsprøvene spenner over mer enn en tierpotens. Vedlegg 1.1-1.4 viser frekvensfordelingskurver for Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, Si, Br, Cl, F, NO₃, SO₄, pH-verdi, elektrisk ledningsevne og alkalitet. Det er skilt mellom brønner/oppkommer i fjell (186 stk.) og brønner/oppkommer i løsmasser (164 stk.).

Kurvene viser at det er liten forskjell på innholdet av Ca, Fe, Mn, Si, Br, NO₃ og SO₄ i grunnvann fra fjell- og løsmassebrønner, mens fjellbrønnene gjennomgående har høyere konsentrasjoner av K, Mg, Na, Cl og F og høyere pH-verdi, elektrisk ledningsevne og alkalitet. Noen løsmassebrønner har for høye verdier av Al på grunn av for dårlig filtrering og dermed partikler i vannet ved analyse. Dette forklarer forskjellen på kurvene for grunnvannsprøver fra fjell og løsmasser.

Vedlegg 2 viser korrelasjonskoeffisienter mellom hovedelementene, pH, ledningsevne og alkalitet. Det er skilt mellom grunnvannsprøver fra fjell- og løsmassebrønner. Korrelasjonskoeffisienten uttrykker graden av samvariasjon, idet fullstendig positiv samvariasjon gir +1 i korrelasjonskoeffisient, negativ samvariasjon gir -1 og ingen samvariasjon gir korrelasjonskoeffisienter i nærheten av 0.

Vedlegg 3.1-3.14 viser regionale oversikter i form av symbolkart over pH, ledningsevne, alkalitet, Al, Fe, Mn, Ca, Mg, Na, K, Cl, F, NO₃ og SO₄ i grunnvann fra henholdsvis fjell- og løsmassebrønner.

Ut fra de store variasjonene i mineralsammensetning i løsmasser og berggrunn, oppholdstid og marint bidrag, er det naturlig at pH-verdi, alkalitet, ledningsevne og de fleste kationer og anioner viser store regionale variasjoner. Tolkninger av den regionale fordelingen av hovedelementene er gitt i kap. 4.4.

På grunn av at grunnvannskjemien er sterkt påvirket av forvittringsreaksjoner, kan en ikke forvente gode korrelasjoner med overflatevannskjemien, men dette er avhengig av vannføringen under prøvetaking av overflatevann. Hvis prøvetakingen hadde skjedd om vinteren etter en langvarig kuldeperiode hadde grunnvannsbidraget i vassdragene vært mye større enn etter snøsmelting eller nedbørsrike perioder.

Uorganiske kjemiske parametere i overflatevann i Nord-Trøndelag og Fosen ble målt i 635 lokaliteter (Ryghaug et al, 1994). Sammenligningen mellom dette datasettet og uorganiske kjemiske parametere i grunnvann viser som forventet best korrelasjon med vannkjemien i løsmassebrønnene, i og med at grunnvann i løsmasser har kortere oppholdstid og har bedre hydraulisk kontakt med vassdragene enn grunnvann i fjell. Det er best regional samvariasjon mellom grunnvann fra løsmassebrønner og overflatevann for parametere hvor den marine innvirkning har stor innflytelse på vannkjemien (f.eks. ledningsevne, Na og Cl) og mindre for ioner hvor forvittringsreaksjoner spiller større rolle (f.eks. Fe, Mn, Al, SO₄).

Datasettet for kjemiske parametere i overflatevann viser forhøyede konsentrasjoner av Ca, Mg, Na, K, SO₄ og forhøyet ledningsevne og alkalitet i et område under MG øst for Trondheimsfjorden og nordover til Snåsavatnet og i kystområdene på Fosen og ytre Namdalen.

Den samme regionale fordelingen kan også antydes for disse parametrene i grunnvann, særlig i løsmassebrønnene. Nitratinnholdet i overflatevann viser forhøyede verdier i områder med intensiv jordbruk. Særlig overflatevann i lavområdene på østsiden av Trondheimsfjorden har langt høyere nitratkonsentrasjoner enn i nedbøren. I dette området er det også registrert mange brønner med høye nitratkonsentrasjoner, men generelt viser nitratinnholdet i grunnvann store lokale variasjoner, mest på grunn av brønnenes beliggenhet i forhold til dyrket mark.

4.3 Grunnvannskvalitet kontra drikkevannskrav

Tabell 3 viser en oversikt over prosentandelen av grunnvannsprøvene som faller innenfor Folkehelsas normer for god vannkvalitet (1987) og nye forskrifter til drikkevann (Det kgl. sosial- og helsedepartement, 1995). Det er skilt mellom løsmassebrønner og fjellbrønner. De nye kravene er omtrent de samme som EU's drikkevannsdirektiv fra 1980. Unntakene er kravet til nitratinnhold hvor EU's krav er maks. 50 mg/l, mens i forslaget til nye drikkevannsforskrifter er kravet maks. 44 mg/l, Mg-innhold hvor EU's krav er maks. 50 mg/l mot 20 mg/l i de nye forskriftene og pH-verdi hvor det ikke er fastsatt endelige krav i EU's normer mens i de nye forskriftene er foreslått at pH skal være mellom 6.5 og 8.5.

Tabell 3. Kjemisk kvalitet på grunnvannsprøver sammenlignet med Folkehelsas normer for godt drikkevann (1987) og kravene i de nye drikkevannsforskriftene (Det kgl. sosial- og helsedepartement (1995).

Parameter	Standarder		prosentandel av grunnvannsprøvene som tilfredsstillter kravene			
	Nye krav til drikkevann mg/l	SIFP (1987) mg/l	Brønner i fjell, 186 stk.		Brønner i løsmasser 164 stk.	
			Nye krav	SIFP	Nye krav	SIFP
Fe	< 0.2	< 0.1	83	65	76	64
Mn	< 0.05	< 0.05	72	72	70	70
Al	< 0.2	< 0.1	95	89	85	77
Ca		15-25		18		18
Mg	< 20	< 10	94	83	100	97
Na	< 150	< 20	96	50	98	92
K	< 12	< 10	99	96	100	99
Cl		< 100		94		98
NO ₃	< 10	< 11	99	93	100	94
SO ₄	< 100	< 100	98	98	99	99
F	< 1.5	< 1.5	86	86	100	100
pH	6.5-8.5	7.5-8.5	92	57	71	36
Totalt			50	2	41	3

Tabellen viser at det er meget få grunnvannsprøver som tilfredsstillter **alle** Folkehelsas normer for godt drikkevann. Hovedårsaken til det er normene til Ca-innhold (15-25 mg/l) og pH-verdi (7.5-8.5). Disse verdiene er myntet på alkalisert overflatevann hvor man ved kalktilsetning kan regulere pH og Ca konsentrasjonen. I forslaget til nye forskrifter om drikkevannskvalitet er det ikke spesifisert krav til Ca-innhold, mens kravet til pH-verdi er endret til 6.5-8.5. I tillegg er kravet til maks. Na-innhold økt fra 20 til 150 mg/l. Disse endringene gjør at halvparten av grunnvannsprøvene fra fjellbrønner og 41 % av grunnvannsprøvene fra løsmassebrønner tilfredsstillter **alle** de nye kravene til drikkevann gitt i tabell 3. Til sammenligning kan nevnes at under 10 av ca. 130 vannverk basert på overflatevann i Nord-Trøndelag har en råvannskvalitet som tilfredsstillter kravene til pH og fargetall (Fylkesmannen i Nord-Trøndelag (1990).

4.4 Tolking av kjemiske parametere

4.4.1 pH-alkalitet-kalsium

pH-verdi, alkalitet og kalsiuminnhold i grunnvann er sterkt påvirket av likevekten i karbonat-systemet. Alkaliteten skyldes hovedsakelig oppløsning av karbonater f.eks. CaCO₃. Dette er også en vesentlig kilde til Ca-innholdet i grunnvann, men marin påvirkning og forvitring av andre Ca-holdige mineraler som f.eks. plagioklas kan også bidra til Ca-innholdet.

I de nye drikkevannsforskriftene er det ikke satt krav til Ca-innhold eller alkalitet, mens kravet til pH-verdi er 6.5-8.5. Tabell 3 viser at 8 % av fjellbrønnene og 29 % av løsmassebrønnene ikke tilfredsstillter dette kravet. Alle løsmassebrønnene som ikke tilfredsstillter kravet har pH-verdi under 6.5. Til sammenligning kan nevnes at ca. 60 % av overflatevannsprøver fra 635 lokaliteter i Nord-Trøndelag og Fosen har pH mindre enn 6.5 (Ryghaug et al, 1994).

Alkaliteten og pH-verdien er gjennomgående høyere i fjellbrønner enn i løsmassebrønner (vedlegg 1.1), mens forskjellen i Ca-innhold mellom fjell- og løsmassebrønner er mindre (vedlegg 1.3). Høyere pH og alkalitet i fjellbrønnene skyldes større innvirkning av forvitningsreaksjoner grunnet lengre oppholdstid på grunnvannet og større prøvedyp (forvitringen fjerner H^+ -ioner).

Tabellen i vedlegg 2 viser negativ korrelasjon mellom alkalitet og pH og Ca og pH i fjellbrønner, mens det i løsmassebrønnene er en klar positiv korrelasjon. Dette kan skyldes at vannprøvene fra fjellbrønnene er mettet på $CaCO_3$ i langt større grad enn grunnvann fra løsmassebrønner, og derfor vil Ca-innholdet være styrt av likevekten i karbonatsystemet som tilsier at økt pH gir mindre løselighet av Ca ved et gitt CO_2 trykk. Større metning på $CaCO_3$ i fjellbrønner i forhold til løsmassebrønner skyldes trolig lengre oppholdstid og at vannførende sprekkesoner i fjell ofte har utfellinger av kalsitt. En annen viktig grunn til dårligere korrelasjon mellom alkalitet og pH i fjellbrønnene er at løseligheten til CO_2 er lavere grunnet gjennomgående høyere ionekonsentrasjoner i forhold til løsmassebrønnene.

Det er også dårligere korrelasjon mellom alkalitet og Ca i fjellbrønnene enn i løsmassebrønnene noe som kan skyldes at alkalitet og Ca-innhold i fjellbrønner skyldes andre ting enn oppløsning av $CaCO_3$. Utvasking av leire i sprekkesoner kan gi økning i både pH og alkalitet på grunn av utlutning av OH^- -ioner. Høyt Ca-innhold i forhold til alkaliteten skyldes at Ca stammer fra andre kilder enn oppløsning av $CaCO_3$, f.eks. fra ionebyttereaksjoner eller fra forvitring av Ca-plagioklas.

Symbolkartet for pH-verdien og alkalitet (vedlegg 3.1 og 3.2) viser ingen klar regional fordeling hverken i fjell- eller løsmassebrønnene, og det er liten samvariasjon med berggrunnsgeologien, særlig for fjellbrønnene. Grunnvann fra løsmassebrønner i område Overhalla-Grong-Snåsa har gjennomgående lav pH, noe som kan forklares ut fra berggrunnen som hovedsakelig består av gneis og granitt. Også mange løsmassebrønner i grunnfjellsområdet på Fosen og ytre Namdalen har lav pH, alkalitet og Ca-innhold, men i dette området finnes også flere brønner med relativt høy pH, alkalitet og Ca-innhold, trolig grunnet løsmasseavsetninger med høyt innhold av biogen karbonat (skjellsand).

4.4.2 Ledningsevne

I de nye drikkevannsforskriftene er det oppgitt en veiledende verdi på ledningsevnen på mindre enn $400 \mu S/cm$. Ca. 75 % av fjellbrønnene og 90 % av løsmassebrønnene tilfredsstiller denne normen. Det er som ventet samvariasjon mellom ledningsevnen og Ca, Mg, Na, Cl, SO_4 og HCO_3 (alkalitet) som er hovedelementene i grunnvann (vedlegg 2)..

Ledningsevnen gir et mål på det totale ioneinnholdet, og det er derfor naturlig at fjellbrønnene på grunn av dypere inntak og lengre oppholdstid gjennomgående har høyere ledningsevne enn løsmassebrønnene (vedlegg 1.1) Ledningsevnen er generelt høyest i brønner med marin påvirkning og i brønner med mer lettløselige mineraler i berggrunn/løsmasser. Selv om det ikke er klare regionale forskjeller finnes brønnene med lavest ledningsevne i områdene over MG (f.eks. Lierne og Røyrvik) og i brønner i grunnfjellsområdene (vedlegg 3.3).

4.4.3 Jern og Mangan

Hovedproblemene med grunnvannskvaliteten både i grunnvann fra fjell- og løsmasser er for høye konsentrasjoner av jern og mangan. Tabell 3 viser at 17 % av grunnvannsprøvene fra fjellbrønner og 24 % av vannprøvene fra løsmassebrønner har for høyt jerninnhold, mens ca. 30 % av vannprøvene fra både fjell- og løsmassebrønner har for høyt manganinnhold.

Innholdet av jern og mangan er avhengig av grunnvannets Eh - pH-forhold. Lavere pH gir høyere løselighet av jern og mangan og muligheter for høyere jern og mangankonsentrasjoner i grunnvannet. Vedlegg 2 viser at det er liten eller en svak negativ samvariasjon mellom pH og jern og mangan. Som ventet er det liten samvariasjon mellom Fe og Mn og de andre ionene.

Årsaken til at det ikke er bedre negativ samvariasjon med pH, er at også andre faktorer virker inn på Mn og Fe-konsentrasjonene i grunnvann.

Ved nedbryting av organisk materiale forbrukes oksygen noe som gir lavere Eh-verdi og større løselighet av jern- og mangan. I tillegg kan jern- og manganioner binde seg til organiske forbindelser og dermed få større løselighet enn det man kan forvente ut fra pH-Eh-forholdene. Løsmasseavsetninger med høyt organisk innhold kan dermed gi høyere konsentrasjoner av jern og mangan i grunnvannet sammenlignet med avsetninger med rent mineralogisk materiale. Likeså vil fjellbrønner i eller i nærheten av myrområder ofte ha høyt jern- og manganinnhold.

Av løsmasseavsetningene er det særlig postglasiale elveavsetninger og strandavsetninger som kan ha høyt organisk innhold, og det er påvist høye konsentrasjoner av jern og mangan i elveavsetninger i Rissa, Åfjord, Meråker, Snåsa og Verran, mens det i Fosnes, Flatanger og Leka er påvist strandavsetninger med for høye konsentrasjoner av jern og mangan.

Symbolkartene for jern og mangan (vedlegg 3.5 og 3.6) viser ingen klare regionale forskjeller, og det er tydelig at jern- og manganinnholdet **ikke** kan relateres til områder med berggrunn rik på jernholdige mineraler (f.eks. grønnstein og amfibolitt). Det virker snarere som om gneisområdene på Fosen og i ytre Namdalen har gjennomgående høyest jern- og manganinnhold. Dette viser at pH-Eh-forholdene har større betydning for jern- og mangankonsentrasjonene enn innholdet av jern og mangan i berggrunnen i og med at dette området generelt har grunnvann med lav pH-verdi og berggrunn med relativt lavt jerninnhold.

4.4.4 Aluminium

Tabell 3 viser at ca. 5 % av fjellbrønnene og ca. 15 % av løsmassebrønnene har over 0.2 mg Al/l som tilsvarer den nye grenseverdien for Al-innhold i drikkevann.

På samme måte som jern og mangan er konsentrasjonen av aluminium avhengig av pH forholdene og innholdet av organisk materiale i løsmasseavsetningene. Ved de målte pH-verdier i grunnvannet (4.8-9.8) kan Al være løst som aluminasjoner ved de høyeste pH-verdiene, mens Al^{3+} -ioner ikke er løselig ved de målte pH-verdier (Millot, 1970). Så og si alle grunnvannsprøvene fra løsmassebrønner med mer enn 0.2 mg/l Al, har også et jerninnhold på over 0.2 mg/l. Denne samvariasjonen (korrelasjonskoeffisient = 0.58) skyldes enten økt løselighet for jern og aluminium grunnet organisk innhold eller påvirkning av ikke filtrerte partikler av leirmineraler eller Fe/Al-oksyder/-hydroksyder ved analyseringen. Derfor er de registrerte konsentrasjonene av jern og særlig aluminium for høy for endel prøver.

Vedlegg 3.4 viser at det ikke er betydelige regionale forskjeller i Al-innhold hverken i fjell- eller løsmassebrønnene.

4.4.5 Natrium

Ca. 50% av vannprøvene fra fjellbrønner har for høyt Na-innhold (> 20 mg/l) i forhold til Folkehelsas normer, mens den tilsvarende andelen i forhold til de nye drikkevannsforskriftene er bare ca. 4 % (tabell 3). Høye Na-konsentrasjoner i fjellbrønner skyldes hovedsakelig inntrengning av sjøvann, utvasking av fossilt salt fra leire i svakhetssoner og fjellsprekker eller ved forvitring og oppløsning av Na-holdige mineraler i bergarten. I løsmassebrønner er høyt Na-innhold et mindre problem, men i enkelte tilfeller kan inntrengning av sjøvann og utluting av fossilt salt fra marine leirer gi høye Na-konsentrasjoner. Derfor er Na innholdet høyest i brønner under MG (øvre marine grense) og nærmest kysten (vedlegg 3.9).

4.4.6 Magnesium

Innholdet av Mg er generelt høyere i fjellbrønner enn i løsmassebrønner (vedlegg 1.3). Dette kan skyldes lengre oppholdstid og dermed bedre anledning til forvitring av Mg-holdige mineraler. Høye Mg-konsentrasjoner kan også skyldes marin påvirkning, enten ved direkte inntrengning av sjøvann eller ved utluting av fossilt salt fra marine sedimenter. De relativt høyeste Mg-konsentrasjoner finnes i grunnvannsprøver fra Leka (vedlegg 3.8). Mg-innholdet i disse vannprøvene stammer hovedsakelig fra forvitring av Mg-rike ultramafiske bergarter. Ellers er det ingen klare regionale forskjeller i Mg-innhold hverken i fjell- eller løsmassebrønnene.

For høyt Mg-innhold i grunnvannet er et beskjedent problem for drikkevannskvaliteten idet bare 6 % av fjellbrønnene og ingen løsmassebrønn ligger over kravet på 20 mg/l.

4.4.7 Kalium

Tabell 3 viser at alle grunnvannsprøvene, unntatt to prøver fra fjellbrønner, tilfredsstiller de nye drikkevannskravene med hensyn til K-innhold (maks. 12 mg/l), og fra vedlegg 1.3 går det klart fram at også K-innholdet er høyere i fjellbrønner enn i løsmassebrønner.

Kalium stammer hovedsakelig fra forvitring av glimmermineraler og K-feltspat, fra ionebyttereaksjoner og/eller antropogen påvirkning (gjødsling).

Symbolkartene for K-innhold i fjell- og løsmassebrønner i vedlegg 3.10 viser ingen regionale forskjeller, men K-innholdet i løsmassebrønnene er høyest i brønner tatt under MG og/eller i brønner på eller i nærheten av dyrket mark.

4.4.8 Klorid

I de nye drikkevannsforskriftene er det ikke satt krav til maksimumskonsentrasjon av klorid, mens Folkehelsen angir maksimum 100 mg Cl/l for god vannkvalitet. Det er bare 2% av løsmassebrønnene og 6% av fjellbrønnene som overskrider denne verdien (tabell 3). Alle brønnene med for høyt kloridinnhold er påvirket av marine forhold. Det er videre en klar tendens til økt Cl-innhold mot kysten og at Cl-innholdet er større i grunnvannsprøver tatt under MG enn over (vedlegg 3.11). Dette kan forklares med det økende Cl-innholdet i nedbøren mot kysten og at utluting fra marine sedimenter gir et bidrag til Cl-innholdet. Det er derfor god korrelasjon mellom Cl og Na og mellom Cl og Br (vedlegg 2) i og med at også Na og Br hovedsakelig har marin opprinnelse.

4.4.9 Sulfat

Det er bare en løsmassebrønn og tre fjellbrønner som har mer enn 100 mg/l SO₄ som er grenseverdien for sulfatinnhold (tabell 3). Ingen av disse brønnene har spesielt høye Cl-konsentrasjoner, slik at sulfatinnholdet i disse brønnene stammer hovedsakelig fra oppløsning og oksydering av sulfidmineraler eller oppløsning av sulfatmineraler. Ellers er det relativt liten forskjell i sulfatinnholdet mellom fjell- og løsmassebrønner (vedlegg 1.4).

Symbolkartet (vedlegg 3.14) viser at sulfatinnholdet i løsmassebrønner er lavest i området Lierne-Røyrvik-Namsskogan. Dette skyldes først og fremst at alle disse vannprøvene er tatt over MG og derfor ikke er påvirket av marine forhold som kan være en betydelig kilde til sulfat i grunnvann. Sulfatinnholdet i fjellbrønnene viser ingen klare regionale forskjeller, heller ikke med hensyn på avstand til kysten og høyde over havet. Dette indikerer at marin påvirkning har relativt mindre innflytelse på sulfatinnholdet i fjellbrønnene, noe som kan skyldes at sulfat som stammer fra forvitring overskygger sulfat med marin opprinnelse.

4.4.10 Nitrat

For høye konsentrasjoner av NO_3 i grunnvann skyldes antropogen påvirkning og gjødsling av dyrket mark gir trolig det største bidraget. Likevel er for høye nitratkonsentrasjoner i grunnvannet et beskjedent problem i Nord-Trøndelag og Fosen sammenlignet med mange europeiske land med intensivt jordbruk. Bare en vannprøve har for høyt NO_3 -innhold i forhold til de nye kravene på maks. 44 mg/l, mens 6-7 % ligger over Folkehelsas anbefalte grense på 11 mg/l (tabell 3). Alle brønnene med for høyt nitratinnhold ligger i eller ved dyrket mark. Det er noe overraskende at nitratinnholdet er like høyt i fjellbrønnene som i løsmassebrønnene (vedlegg 1.4). Dette tyder på at også fjellbrønnene i jordbruksområder kan være utsatt for nedsiving av nitrat holdig overflatevann.

4.4.11 Fluorid

Fluoridinnholdet i grunnvann fra fjell er gjennomgående høyere enn i grunnvann fra løsmasser (vedlegg 1.4). Ca. 14 % av vannprøvene fra fjellbrønner og ingen løsmassebrønn har mer enn 1.5 mg F/l som er grenseverdien i drikkevann. Fjellbrønner med høye F-konsentrasjoner finnes spredt utover hele Nord-Trøndelag og Fosen, og i områder med forskjellig berggrunn og marin påvirkning (vedlegg 3.12). Fluorid viser også dårlig samvariasjon med alle andre parametere (vedlegg 2). De høye F-konsentrasjonene i fjellbrønner skyldes trolig oppløsning av fluoridholdige mineraler (f.eks. flusspat og fluorapatitt), og disse dannes ofte på vannførende hydrotermale soner og fjellsprekker. Andre F-kilder kan være marin påvirkning enten direkte fra havvann eller fra utluting av marine sedimenter (Sæther et al., 1995).

Selv om enkelte brønner ligger over normen på 1.5 mg F/l, betyr det ikke at vannet er uegnet som drikkevann, men det er mindre behov for andre F-kilder (fluorskylling, fluortannkrem etc.) for tannpleie.

4.4.12 Andre parametere

Konsentrasjonen av sølv, kadmium, krom, kobber, sink, nikkel og fosfat ligger innenfor de nye kravene, mens to fjellbrønner har for høyt innhold av nitritt, trolig på grunn av nedsiving av forurenset overflatevann. Innholdet av kvikksølv, selen, antimon og arsen er ikke målt. For bly ligger deteksjonsgrensen over grenseverdien i drikkevannsforskriftene (0.02 mg/l), men det er mindre enn 0.05 mg Pb/l i alle prøvene.

Grunnvannstemperaturen er markert høyere i fjellbrønner enn i løsmassebrønner (vedlegg 1.1). Medianverdien er 5.8 °C for løsmassebrønnene og 7.5 °C for fjellbrønnene. Denne forskjellen skyldes at fjellbrønnene tar vann på mye større dyp enn løsmassebrønnene. Andre årsaker kan være at vannprøvene av fjellbrønnene i større grad er oppvarmet i pumpe eller i ledningsnettet. Oppvarming i pumpe vil bli mye mindre i løsmassebrønner grunnet større vannuttak, og nesten alle grunnvannsprøvene fra løsmasser er tatt direkte fra undersøkelsesbrønner.

4.4.13 Mikrobiologisk kvalitet

Den hygieniske kvaliteten er som oftest god. Under langtids prøvepumper ble det tatt vannprøver til analyse av bakteriologiske parametere av Næringsmiddelkontrollene. Det ble ikke registrert koliforme eller termotabile koliforme bakterier i noen av de ca. 50 vannprøvene. Fargetallet er målt på bare et fåtall av prøvene, og noen få av disse har fargetall over 10 (kravet er maks. 20), mest på grunn av utfellinger av jern/mangan eller høy turbiditet i vannet.

REFERANSER

GiN-rapporter

- Grønlie, A. og Soldal, O., 1991: Grunnvann i Åfjord kommune. *NGU Rapport 91.115.*
- Grønlie, A. og Soldal, O., 1991: Grunnvann i Osen kommune. *NGU Rapport 91.129.*
- Hilmo, B. O., 1992: Grunnvann i Nord-Trøndelag fylke. *NGU Rapport 92.167.*
- Hilmo, B. O., 1992: Grunnvann i Flatanger kommune. *NGU Rapport 92.196.*
- Hilmo, B. O., 1992: Grunnvann i Grong kommune. *NGU Rapport 92.193.*
- Hilmo, B. O., 1992: Grunnvann i Høylandet kommune. *NGU Rapport 92.192.*
- Hilmo, B. O., 1992: Grunnvann i Inderøy kommune. *NGU Rapport 92.202.*
- Hilmo, B. O., 1992: Grunnvann i Leksvik kommune. *NGU Rapport 92.197.*
- Hilmo, B. O., 1991: Grunnvann i Lierne kommune. *NGU Rapport 91.096.*
- Hilmo, B. O., 1992: Grunnvann i Meråker kommune. *NGU Rapport 92.194.*
- Hilmo, B. O., 1992: Grunnvann i Mosvik kommune. *NGU Rapport 92.200.*
- Hilmo, B. O., 1992: Grunnvann i Namdalseid kommune. *NGU Rapport 92.195.*
- Hilmo, B. O., 1992: Grunnvann i Namsskogan kommune. *NGU Rapport 92.198.*
- Hilmo, B. O., 1992: Grunnvann i Overhalla kommune. *NGU Rapport 92.203.*
- Hilmo, B. O., 1992: Grunnvann i Røyrvik kommune. *NGU Rapport 92.199.*
- Hilmo, B. O., 1992: Grunnvann i Steinkjer kommune. *NGU Rapport 92.201.*
- Hilmo, B. O., 1992: Grunnvann i Bjugn kommune. *NGU Rapport 92.205.*
- Hilmo, B. O., 1992: Grunnvann i Roan kommune. *NGU Rapport 92.206.*
- Hilmo, B. O., 1992: Grunnvann i Ørland kommune. *NGU Rapport 92.204.*
- Hilmo, B. O., og Storrø, G. 1991: Grunnvann i Fosnes kommune. *NGU Rapport 91.132.*
- Hilmo, B. O. og Storrø, G., 1991: Grunnvann i Leka kommune. *NGU Rapport 91.095.*
- Hilmo, B. O. og Storrø, G., 1991: Grunnvann i Levanger kommune. *NGU Rapport 91.097.*
- Hilmo, B. O. og Storrø, G., 1991: Grunnvann i Namsos kommune. *NGU Rapport 91.131.*
- Hilmo, B. O. og Storrø, G., 1991: Grunnvann i Nærøy kommune. *NGU Rapport 91.094.*
- Hilmo, B. O. og Storrø, G., 1991: Grunnvann i Snåsa kommune. *NGU Rapport 91.100.*
- Hilmo, B. O. og Storrø, G., 1991: Grunnvann i Stjørdal kommune. *NGU Rapport 91.099.*
- Hilmo, B. O. og Storrø, G., 1991: Grunnvann i Verdal kommune. *NGU Rapport 91.098.*
- Hilmo, B. O. og Storrø, G., 1991: Grunnvann i Verran kommune. *NGU Rapport 91.130.*
- Hilmo, B. O. og Storrø, G., 1991: Grunnvann i Vikna kommune. *NGU Rapport 91.093.*
- Hilmo, B. O., Storrø, G. og Grønlie A., 1991: Grunnvann i Frosta kommune. *NGU Rapport 91.109.*
- Soldal, O., 1992: Grunnvatn i Sør-Trøndelag fylke. *NGU Rapport 92.166.*
- Soldal, O. og Grønlie, A., 1992: Grunnvann i Rissa kommune. *NGU Rapport 91.119.*

Rapporter fra prosjektet *GiN fase 2, Nord-Trøndelag og Fosen*

- Banks, D., 1993: Grunnvannsundersøkelser i Flatanger kommune. Oppfølging av GiN prosjektet i Nord-Trøndelag fylke. *NGU Rapport 93.034.*
- Bredesen, O. og Mauring E., 1994: Grunnvannsundersøkelser i Røyrvik kommune. Oppfølging av GiN-prosjektet i Nord-Trøndelag fylke. *NGU Rapport 94.057.*
- Bredesen, O., Storrø, G. og Tønnesen, J., 1994: Grunnvannsundersøkelser i Verran kommune. Oppfølging av GiN-prosjektet i Nord-Trøndelag fylke. *NGU Rapport 94.057.*
- Hilmo, B. O., 1994: Grunnvannsundersøkelser i Bjugn kommune. Oppfølging av GiN prosjektet i Sør-Trøndelag fylke. *NGU Rapport 94.032.*

- Hilmo, B. O., 1994: Grunnvannsundersøkelser i Levanger kommune. Oppfølging av GiN prosjektet i Nord-Trøndelag fylke. *NGU Rapport 94.026.*
- Hilmo, B. O. og Bredesen, O., 1994: Grunnvannsundersøkelser i Snåsa kommune. Oppfølging av GiN-prosjektet i Nord-Trøndelag fylke. *NGU Rapport 93.039.*
- Hilmo, B. O. og Skullerud, E., 1994: Grunnvannsundersøkelser i Rissa kommune. Oppfølging av GiN-prosjektet i Sør-Trøndelag fylke. *NGU Rapport 94.033.*
- Hilmo, B. O. og Sæther O. M., 1993: Grunnvannsundersøkelser i Osen kommune. Oppfølging av GiN-prosjektet i Nord-Trøndelag og på Fosen. *NGU Rapport 93.042*
- Jæger, Ø., 1994: Grunnvannsundersøkelser i Leksvik kommune. Oppfølging av GiN prosjektet i Nord-Trøndelag fylke. *NGU Rapport 94.021.*
- Skullerud, E. og Jæger, Ø., 1993: Grunnvannsundersøkelser i Steinkjer kommune. Oppfølging av GiN prosjektet i Nord-Trøndelag fylke. *NGU Rapport 93.040.*
- Storrø, G., 1993: Grunnvannsundersøkelser i Overhalla og Grong kommuner. Oppfølging av GiN-prosjektet i Nord-Trøndelag fylke. *NGU Rapport 93.041.*

Andre NGU-rapporter vedrørende grunnvannsundersøkelser i Nord-Trøndelag og Fosen (1990-1994).

- Banks, D., 1992: Lia vassverk, Jøssund. En vurdering av grunnvannskvalitet. *NGU Rapport 92.316.*
- Hilmo, B. O., 1990 : Prøvepumping av grunnvannsbrønner ved Sundby, Verdal kommune. *NGU Rapport 90.133.*
- Hilmo, B. O., 1991: Grunnvannsundersøkelser i Verran, Nærøy, Vikna og Namsos. *NGU Rapport 91.231.*
- Hilmo, B. O., 1992: Grunnvannsundersøkelser i Røyrvik og Namsskogan. *NGU Rapport 92.308.*
- Hilmo, B. O., 1993: Grunnvannsundersøkelser ved Eidshaug og Foldereid, Nærøy kommune. *NGU Rapport 93.036..*
- Hilmo, B. O., 1994: Grunnvannsundersøkelser ved Gudå, Meråker kommune. *NGU Rapport 94.015.*
- Hilmo, B. O., 1993: Grunnvannsundersøkelser ved Bjørli, Høylandet kommune. *NGU Rapport 93.025..*
- Hilmo, B. O., 1994: Oppfølgende hydrogeologiske undersøkelser i Åfjord kommune. *NGU Rapport 94.018.*
- Hilmo, B. O., 1994: Grunnvannsundersøkelser ved Skjålågrind, Steinkjer kommune. *NGU Rapport 94.072..*
- Hilmo, B. O. og Ekker, S., 1991: Grunnvannsundersøkelser i Tjelderdalen, Verdal kommune. *NGU Rapport 91.144.*
- Hilmo, B. O., Olsen, L. og Sveian, H., 1991: Egnethetsvurderinger (grunnvann, byggeråstoff og fyllplass) av sand- og grusforekomster i Lierne kommune for kommuneplanens arealdel. *NGU rapport 91.138.*
- Jæger, Ø., 1994: Grunnvannsundersøkelser ved Brekkvasselv, Namsskogan kommune. *NGU Rapport 94.012.*
- Klemetsrud, T., 1993: Hydrogeologiske undersøkelser i Åfjord kommune. *NGU Rapport 93.074.*
- Koziel, J., Tønnesen, J. og Hilmo, B.O., 1992: Geofysiske grunnvannsundersøkelser i Åfjord kommune. *NGU Rapport 92.297.*
- Storrø, G., 1994: Bafaring av potensielle grunnvannsområder i Harran, Grong kommune. *NGU Rapport 94.051.*

Publikasjoner

- Hilmo, B. O., 1993: GiN fase 2, Nord-Trøndelag og Fosen. *Vann, 4 - 1993*, 402-407.
- Hilmo, B. O., Sæther, O. and Tvedten, S., 1992: Groundwater chemistry during test-pumping at Sundby, Verdal, Mid-Norway. *NGU Bulletin 422*.
- Sæther O., Reimann C., Hilmo, B. O. and Taushani, E., 1995: Chemical composition of hard- and softrock groundwaters from central Norway with special consideration of fluoride and Norwegian drinking water limits (in press).

Annen litteratur

- Buan, J. E. og Rueslåttén, H., 1984: Vannkvalitet i fjellbrønner, Nord-Trøndelag. *NGU Rapport 84.099*.
- Ekker, S., 1992: Oppdatering av brønnregisteret for Nord-Trøndelag (upubl.).
- Folkehelsa, 1992: Resultater fra Driftsoppfølgingsprogrammet (DOP) på vassverk i Nord-Trøndelag.
- Folkehelsa, 1992: Resultater fra Driftsoppfølgingsprogrammet (DOP) på vassverk i Sør-Trøndelag.
- Folkehelsa (SIFF), 1987: Kvalitetsnormer for drikkevann. *Veiledning G2*.
- Fylkesmannen i Nord-Trøndelag, 1990: Fylkesmannens vassverksregister.
- Garrels, R. M., & Christ, C. L., 1965: Solution, Minerals and Equilibria. *Harper & Row, New York*.
- Gaut, A., 1992: Grunnvannsmuligheter i Norge. *GiN-veileder nr. 8. NGU*.
- Millot, G., 1970: Geology of Clays. *Springer verlag*.
- Ryghaug, P., Hilmo, B. O., Sæther, O. og Nilsen, R., 1994: Vannkvalitet i Nord-Trøndelag og Fosen - Målinger av uorganiske kjemiske parametre i overflatevann. *NGU rapport 94.077*.
- Solli, A., 1995: Digitalt berggrunnskart over Nord-Trøndelag, upubl.
- Sosial- og helsedepartementet, 1995: Forskrifter om vannforsyning og drikkevann m.m.
- Taushani, E., 1994: Statistical analysis of the chemistry of groundwater in Nord-Trøndelag (upubl.).
- Ødegård, M. og Andreassen, B. Th., 1986: Methods for Water Analysis at the Geological Survey of Norway. In: *Låg, J. (ed): Geomedical Consequences of Chemical Composition of Freshwater. Universitetsforlaget*.

VEDLEGG

- 1.1-1.4 Frekvensfordelingskurver for temperatur, ledningsevne, alkalitet, pH, Al, Si, Fe, Mn, Sr, Na, K, Mg, Ca, Cl, F, Br, NO₃ og SO₄ for grunnvannsprøver fra fjellbrønner og løsmassebrønner.

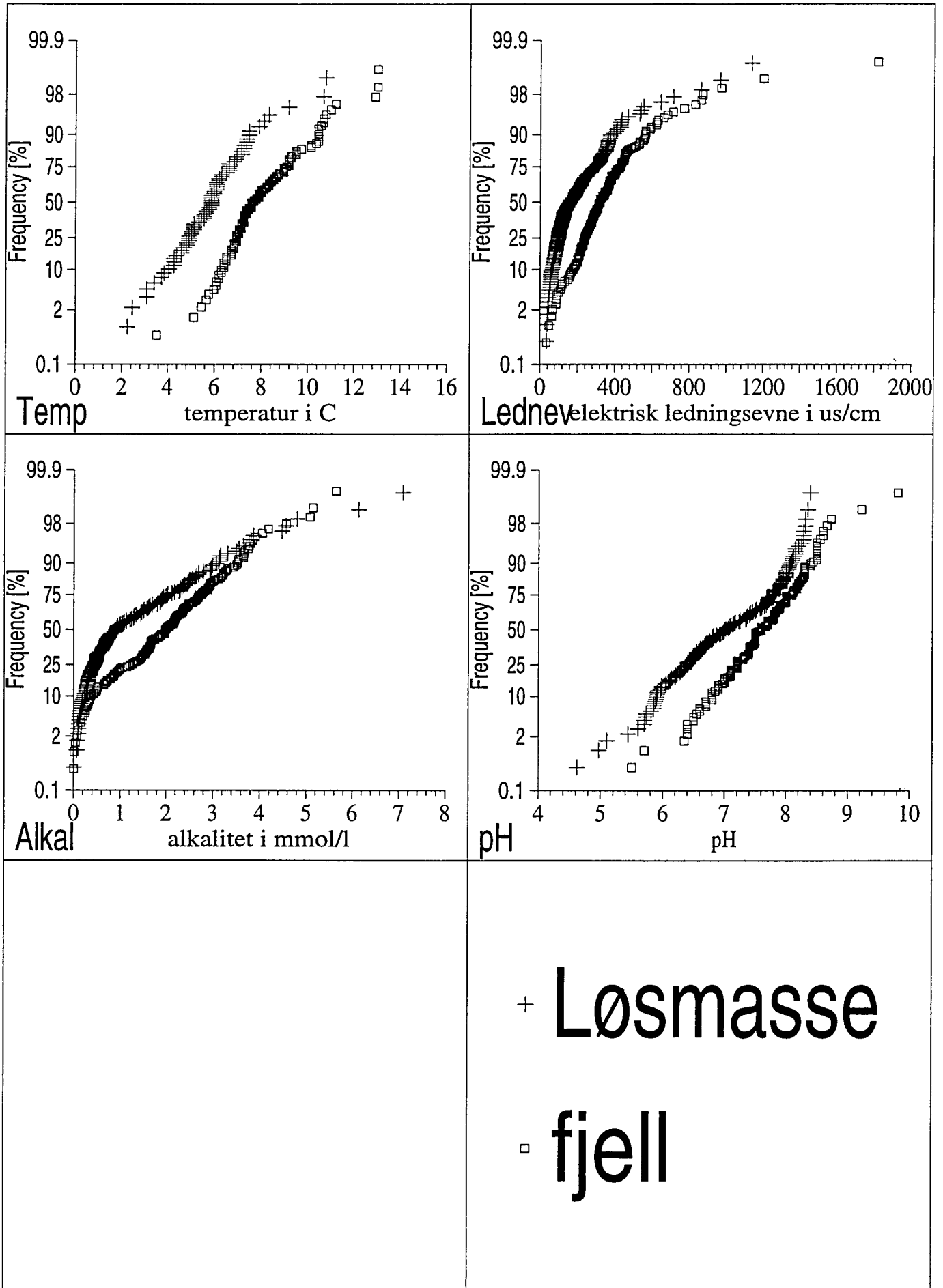
- 2 Korrelasjonskoeffisienter for pH, ledningsevne, alkalitet, Si, Al, Fe, Mg, Ca, Na, K, Mn, Sr, Cl, F, Br, NO₃ og SO₄ for grunnvannsprøver fra fjellbrønner og løsmassebrønner.

- 3.1-3.14 Regionale oversikter over pH, alkalitet, ledningsevne, Al, Fe, Mn, Ca, Mg, Na, K, Cl, F, NO₃ og SO₄ i grunnvannsbrønner i Nord-Trøndelag og Fosen.

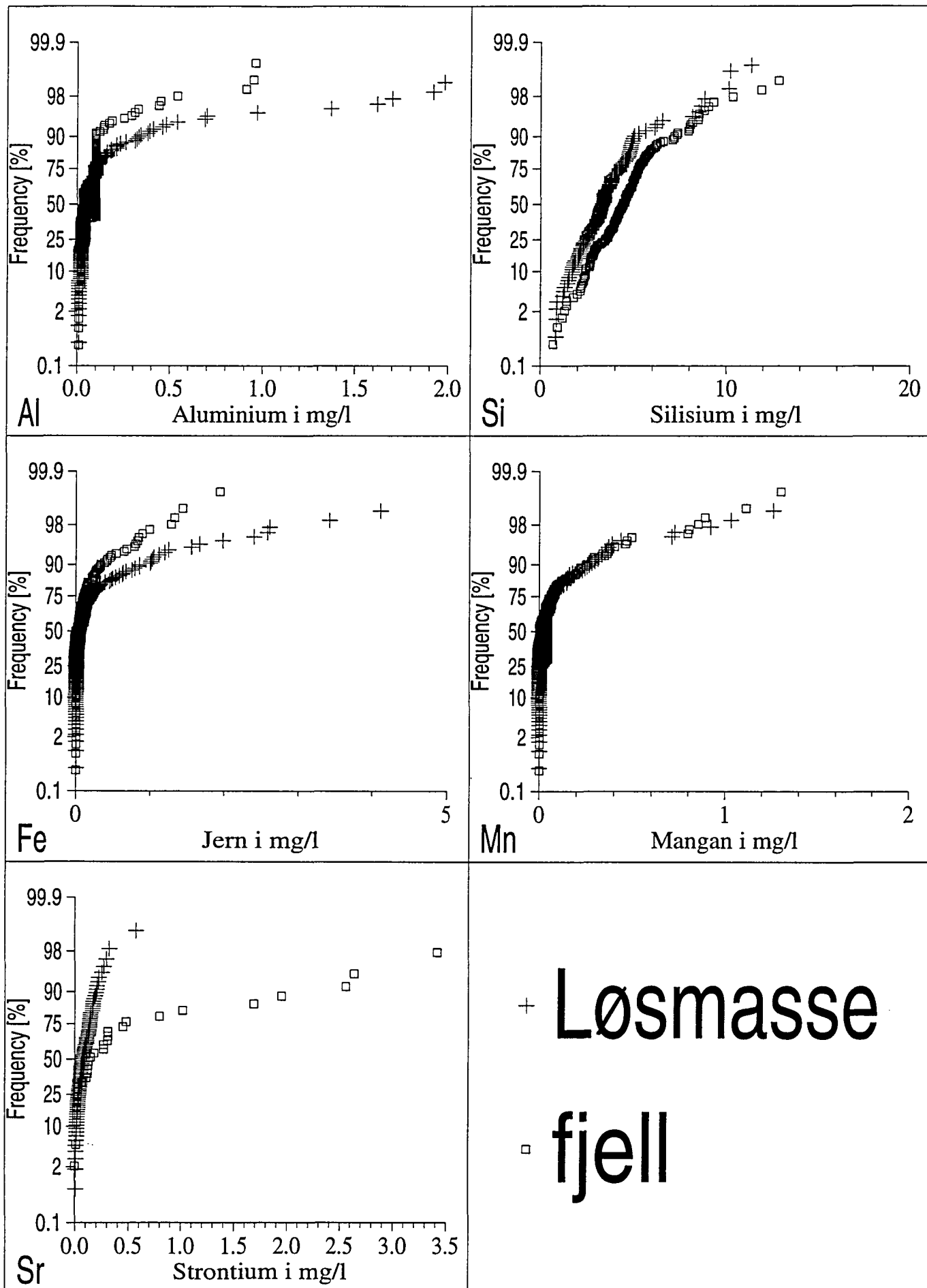
- 4 Forenklet berggrunnskart over Nord-Trøndelag og Fosen. Basert på digitalt berggrunnskart over Nord-Trøndelag og Fosen (Solli, 1995 upubl.).

- 5 Lokalisering av grunnvannsprøver tatt fra løsmassebrønner og fjellbrønner i Nord-Trøndelag og Fosen.

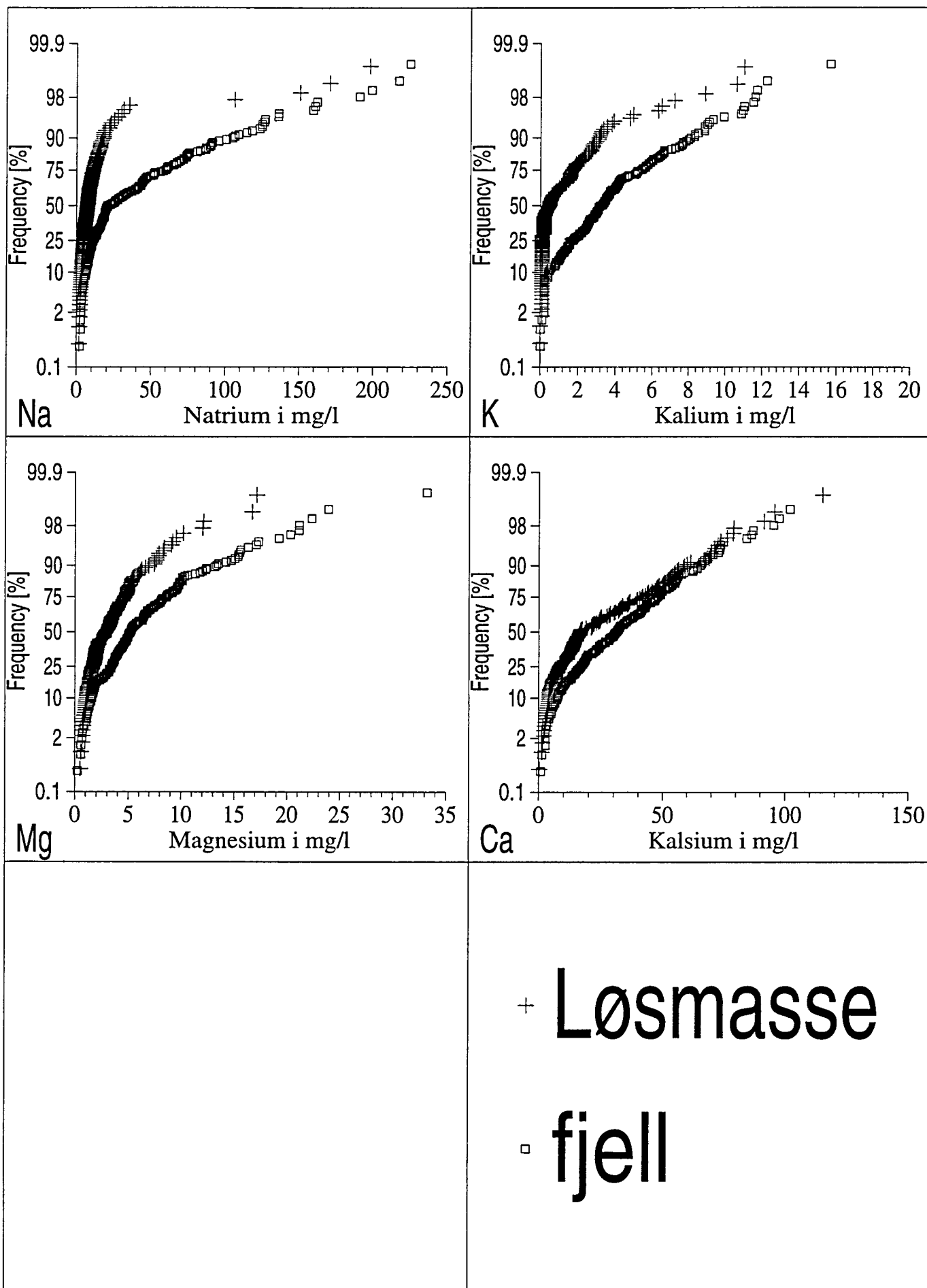
Vedlegg 1.1 Frekvensfordelingskurver for temperatur, ledningsevne, alkalitet og pH for grunnvann fra henholdsvis fra 186 fjellbrønner og 164 løsmassebrønner.



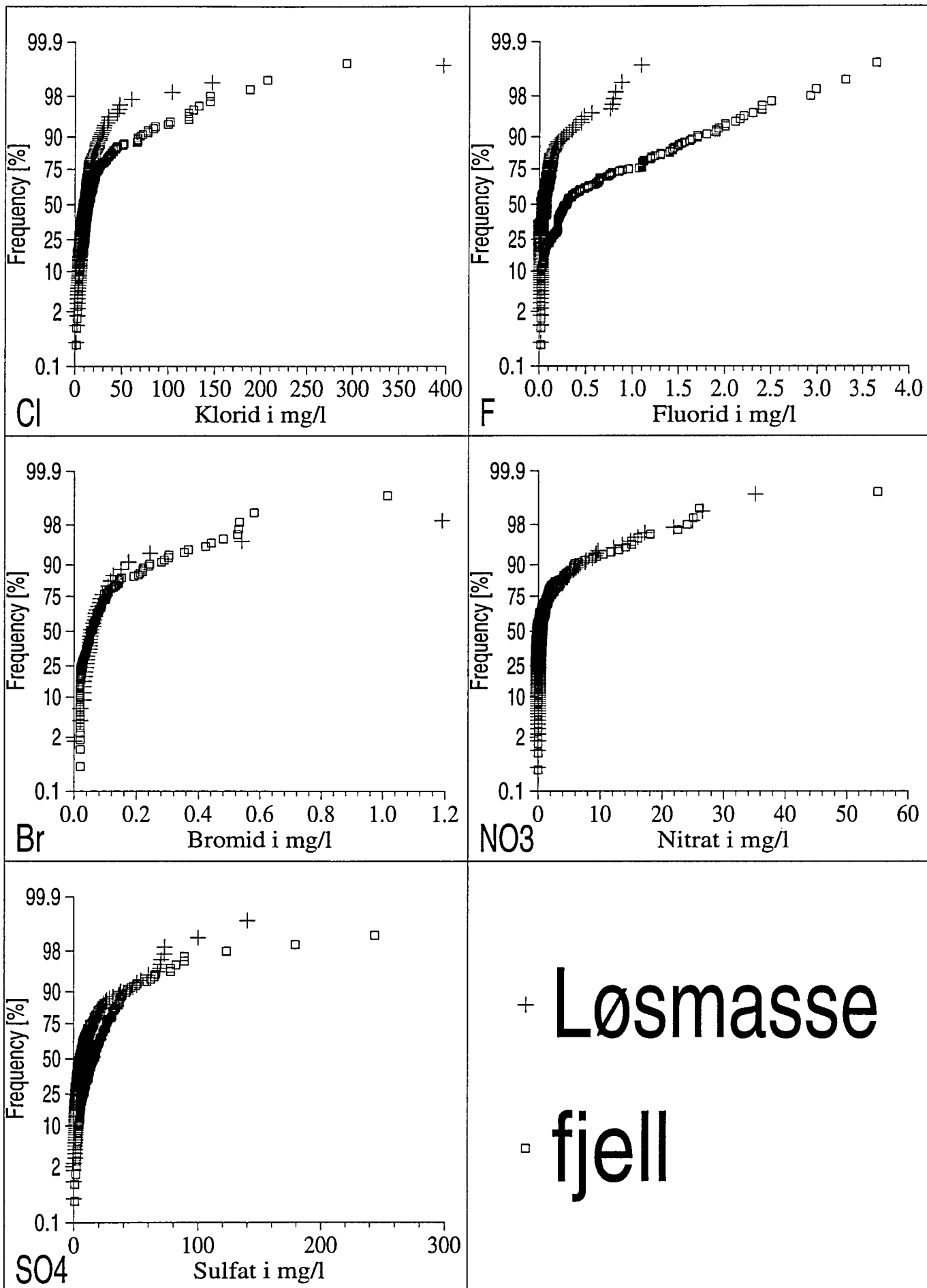
Vedlegg 1.2 Frekvensfordelingskurver for Al, Si, Fe, Mn og Sr for grunnvann fra henholdsvis 186 fjellbrønner og 164 løsmassebrønner.



Vedlegg 1.3 Frekvensfordelingskurver for Na, K, Mg og Ca, for grunnvann fra henholdsvis fra 186 fjellbrønner og 164 løsmassebrønner.



Vedlegg 1.4 Frekvensfordelingskurver for Cl, F, Br, NO₃ og SO₄ for grunnvann fra henholdsvis 186 fjellbrønner og 164 løsmassebrønner.



Vedlegg 2

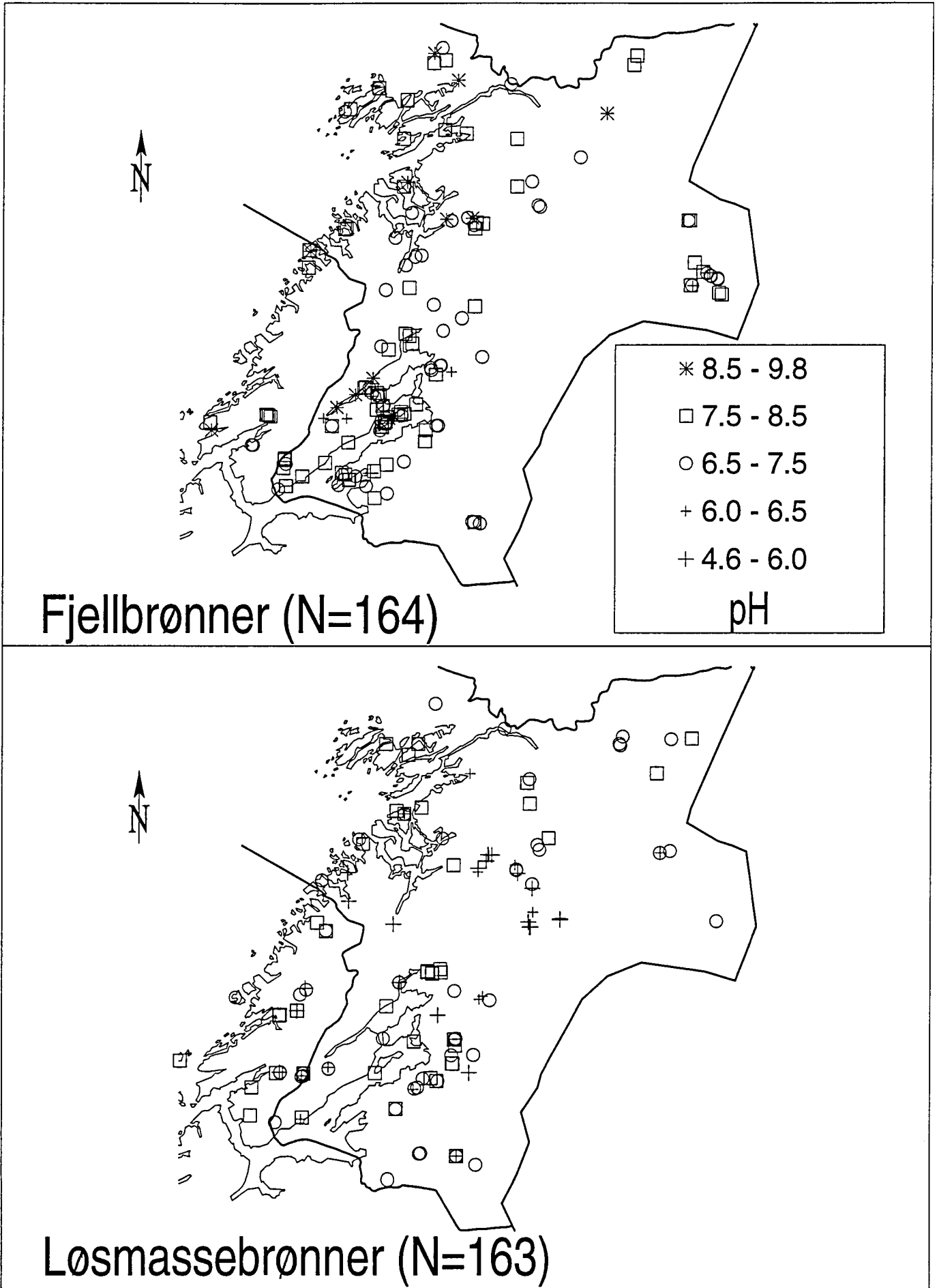
Korrelasjonskoeffisienter for pH, ledningsevne, alkalitet, Si, Al, Fe, Mg, Ca, Na, K, Mn, Sr, Cl, F, Br, NO₃ og SO₄ for grunnvann fra henholdsvis 186 fjellbrønner (hard) og 164 løsmassebrønner (soft).

	Lednev	Alkal	Si	Al	Fe	Mg	Ca	Na	K	Mn	Sr	Cl	F	Br	NO ₃	SO ₄
Lednev	+ 0.52 ▫ 0.40															
Alkal	+ 0.75 ▫ -0.06	+ 0.82 ▫ 0.17														
Si	+ -0.05 ▫ 0.10	+ 0.33 ▫ 0.15	+ 0.30 ▫ -0.05													
Al	+ -0.01 ▫ -0.16	+ -0.15 ▫ -0.10	+ -0.17 ▫ -0.23	+ 0.16 ▫ 0.16												
Fe	+ -0.12 ▫ 0.02	+ -0.05 ▫ 0.04	+ -0.13 ▫ -0.14	+ 0.19 ▫ 0.22	+ 0.58 ▫ 0.34											
Mg	+ 0.31 ▫ -0.05	+ 0.87 ▫ 0.46	+ 0.68 ▫ 0.53	+ 0.52 ▫ 0.09	+ -0.16 ▫ -0.11	+ -0.03 ▫ -0.03										
Ca	+ 0.63 ▫ -0.24	+ 0.82 ▫ 0.26	+ 0.90 ▫ 0.65	+ 0.19 ▫ -0.06	+ -0.27 ▫ -0.30	+ -0.24 ▫ -0.25	+ 0.68 ▫ 0.57									
Na	+ 0.28 ▫ 0.37	+ 0.68 ▫ 0.67	+ 0.37 ▫ -0.28	+ 0.22 ▫ 0.27	+ 0.16 ▫ 0.11	+ 0.26 ▫ 0.13	+ 0.59 ▫ 0.13	+ 0.24 ▫ -0.32								
K	+ 0.28 ▫ -0.05	+ 0.42 ▫ 0.32	+ 0.40 ▫ 0.17	+ 0.20 ▫ 0.37	+ 0.06 ▫ 0.17	+ -0.11 ▫ 0.19	+ 0.49 ▫ 0.49	+ 0.41 ▫ 0.19	+ 0.20 ▫ 0.26							
Mn	+ -0.00 ▫ -0.38	+ 0.10 ▫ -0.07	+ 0.16 ▫ 0.11	+ 0.34 ▫ 0.30	+ 0.19 ▫ 0.35	+ 0.48 ▫ 0.35	+ 0.24 ▫ 0.19	+ 0.08 ▫ 0.18	+ 0.09 ▫ -0.17	+ 0.09 ▫ 0.36						
Sr	+ 0.54 ▫ 0.27	+ 0.82 ▫ 0.50	+ 0.82 ▫ 0.50	+ 0.23 ▫ -0.02	+ -0.13 ▫ -0.41	+ -0.11 ▫ -0.50	+ 0.68 ▫ 0.63	+ 0.90 ▫ 0.67	+ 0.38 ▫ 0.10	+ 0.44 ▫ 0.32	+ 0.04 ▫ 0.02					
Cl	+ 0.13 ▫ 0.23	+ 0.64 ▫ 0.68	+ 0.24 ▫ -0.18	+ 0.15 ▫ 0.09	+ 0.02 ▫ 0.10	+ 0.15 ▫ 0.17	+ 0.57 ▫ 0.27	+ 0.22 ▫ -0.12	+ 0.88 ▫ 0.80	+ 0.19 ▫ 0.24	+ -0.03 ▫ -0.07	+ 0.37 ▫ 0.11				
F	+ 0.26 ▫ 0.20	+ 0.30 ▫ 0.31	+ 0.30 ▫ -0.06	+ 0.38 ▫ 0.35	+ 0.13 ▫ 0.10	+ 0.04 ▫ 0.14	+ 0.39 ▫ 0.11	+ 0.22 ▫ -0.11	+ 0.23 ▫ 0.41	+ 0.30 ▫ 0.18	+ 0.21 ▫ 0.07	+ 0.19 ▫ 0.37	+ 0.15 ▫ 0.21			
Br	+ -0.12 ▫ 0.21	+ 0.54 ▫ 0.61	+ 0.16 ▫ -0.18	+ 0.31 ▫ 0.13	+ -0.30 ▫ 0.10	+ 0.03 ▫ 0.14	+ 0.56 ▫ 0.29	+ 0.20 ▫ -0.11	+ 0.56 ▫ 0.70	+ 0.23 ▫ 0.24	+ 0.09 ▫ -0.01	+ 0.24 ▫ -0.00	+ 0.66 ▫ 0.89	+ -0.14 ▫ 0.19		
NO ₃	+ -0.05 ▫ -0.33	+ 0.03 ▫ -0.00	+ 0.03 ▫ 0.26	+ -0.03 ▫ -0.27	+ 0.07 ▫ -0.00	+ -0.17 ▫ -0.26	+ 0.02 ▫ 0.23	+ 0.06 ▫ 0.41	+ -0.05 ▫ -0.22	+ 0.32 ▫ 0.07	+ -0.30 ▫ 0.05	+ 0.14 ▫ 0.47	+ 0.04 ▫ -0.02	+ -0.07 ▫ -0.23	+ -0.05 ▫ -0.06	
SO ₄	+ 0.27 ▫ 0.19	+ 0.55 ▫ 0.59	+ 0.47 ▫ 0.04	+ 0.21 ▫ -0.01	+ -0.07 ▫ -0.01	+ -0.26 ▫ -0.09	+ 0.52 ▫ 0.27	+ 0.53 ▫ 0.16	+ 0.30 ▫ 0.54	+ 0.46 ▫ 0.27	+ 0.04 ▫ -0.16	+ 0.42 ▫ 0.37	+ 0.29 ▫ 0.45	+ 0.38 ▫ 0.28	+ -0.21 ▫ 0.33	+ 0.08 ▫ 0.09

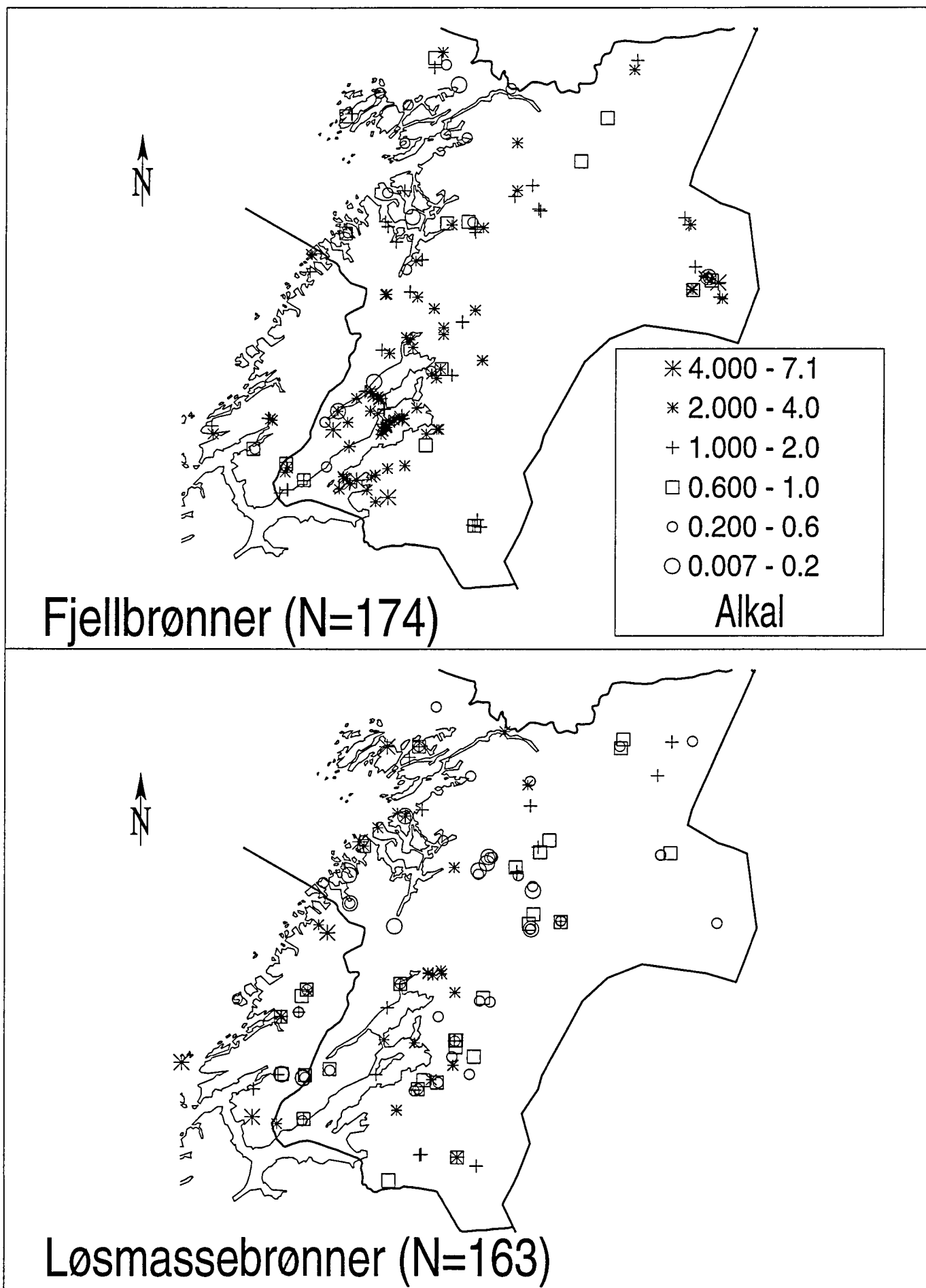
+ soft

▫ hard

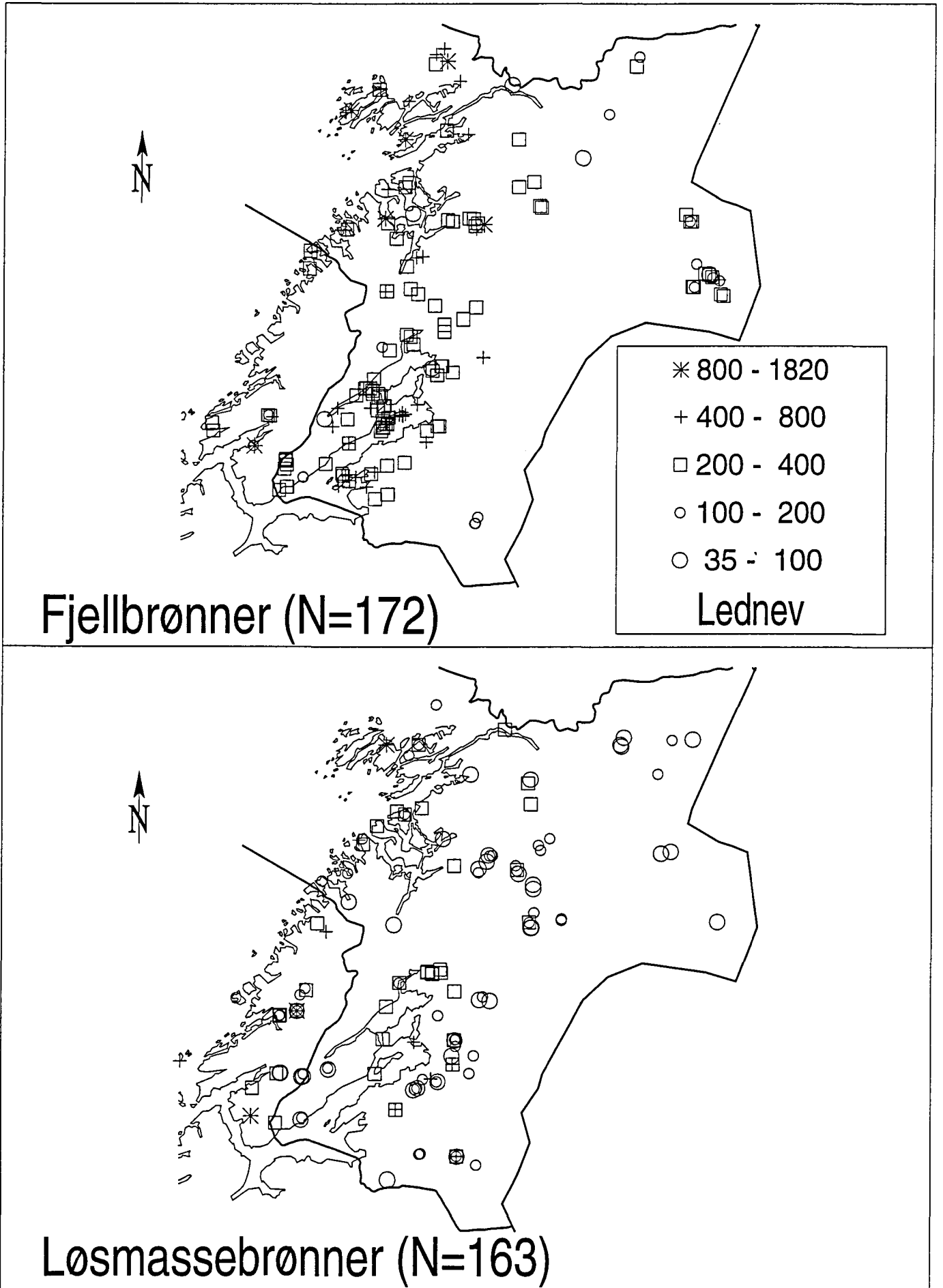
Vedlegg 3.1 Regional oversikt over pH-verdi i grunnvannsbrønner i Nord-Trøndelag og Fosen. M 1:2060000.



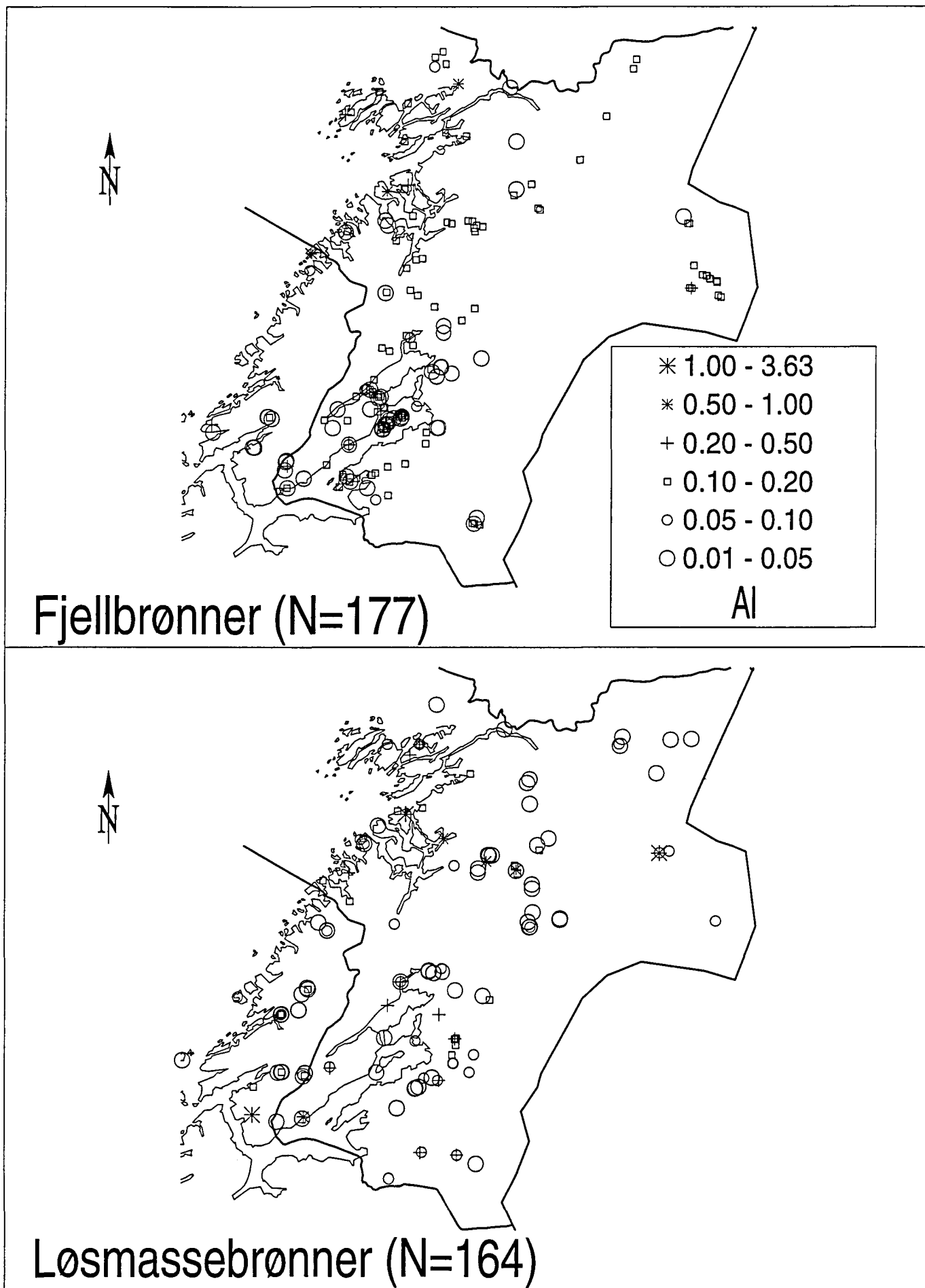
Vedlegg 3.2 Regional oversikt over alkalitet (mmol/l) i grunnvannsbrønner i Nord-Trøndelag og Fosen. M 1:2060000.



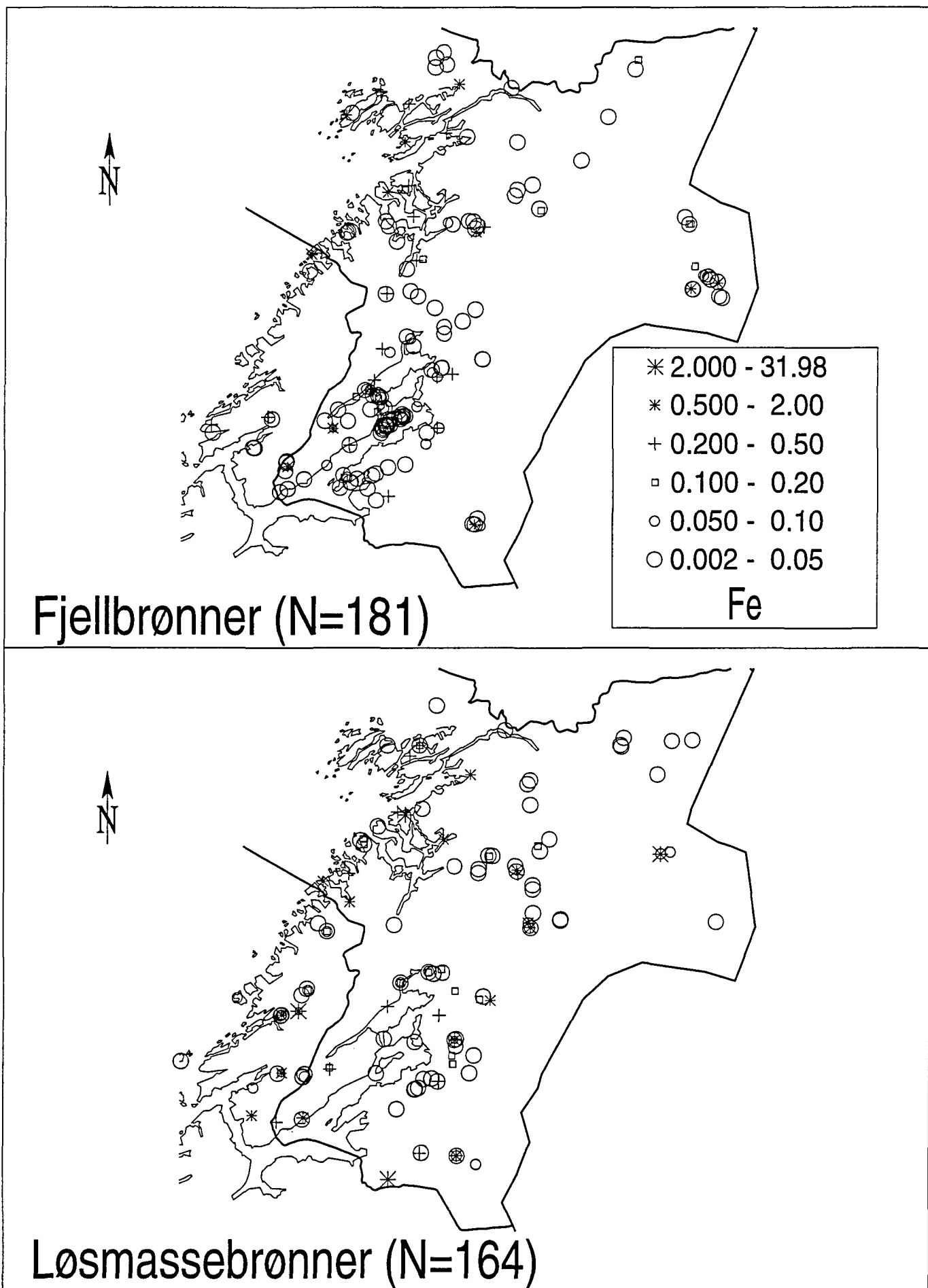
Vedlegg 3.3 Regional oversikt over ledningsevne ($\mu\text{S}/\text{cm}$) i grunnvannsbrønner i Nord-Trøndelag og Fosen. M 1:2060000.



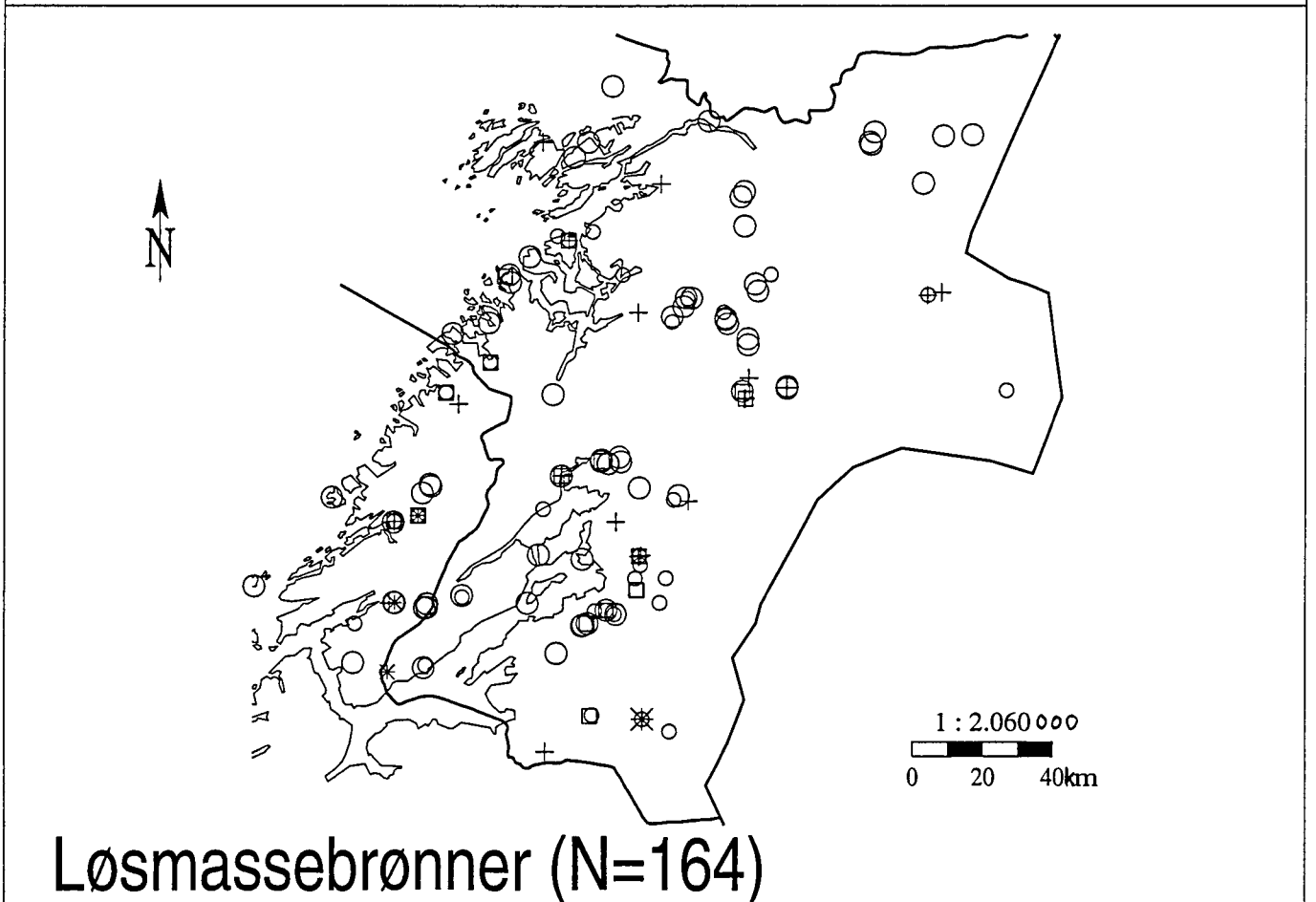
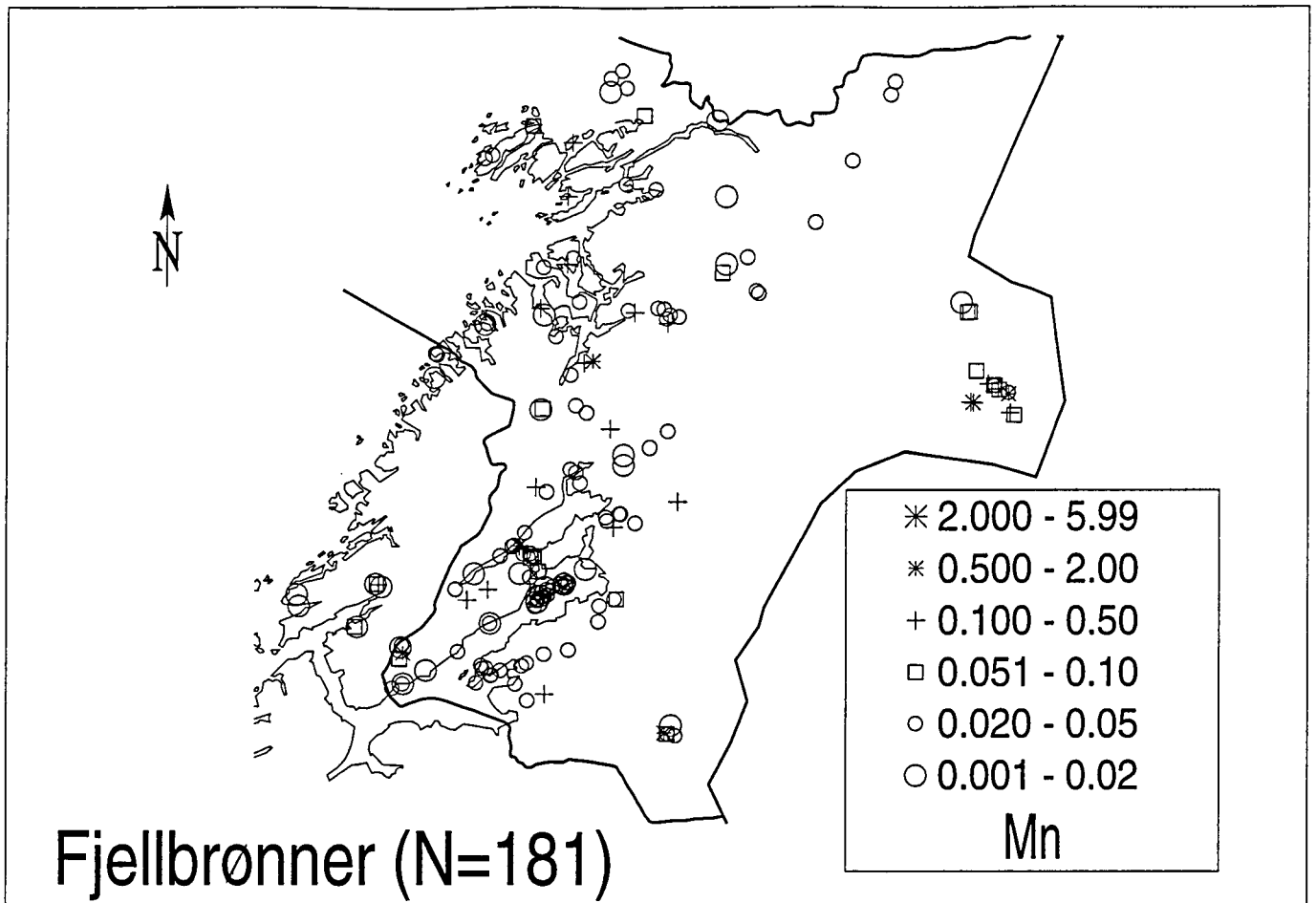
Vedlegg 3.4 Regional oversikt over aluminium (mg/l) i grunnvannsbrønner i Nord-Trøndelag og Fosen. M 1:2060000.



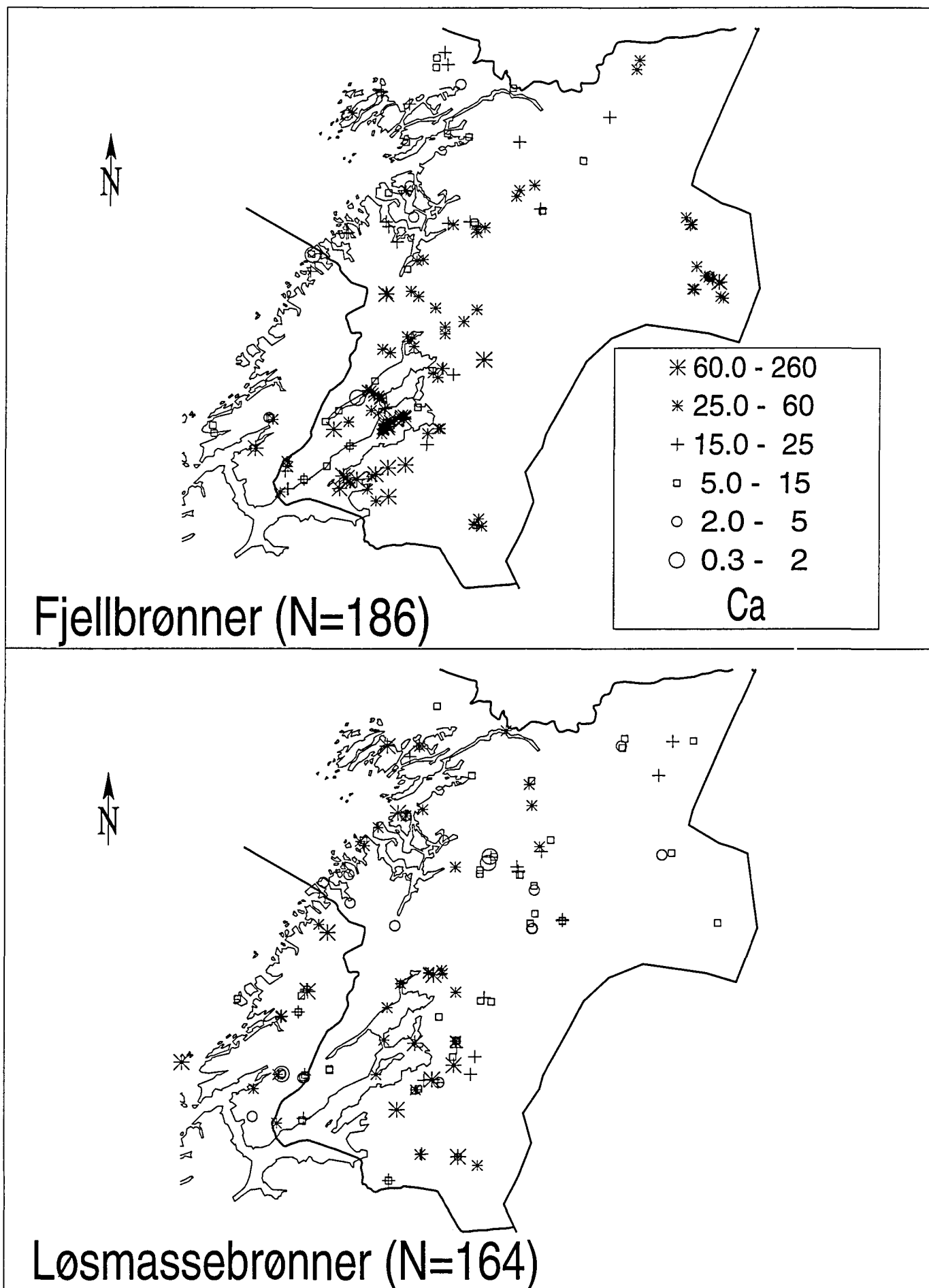
Vedlegg 3.5 Regional oversikt over jern (mg/l) i grunnvannsbrønner i Nord-Trøndelag og Fosen. M 1:2060000.



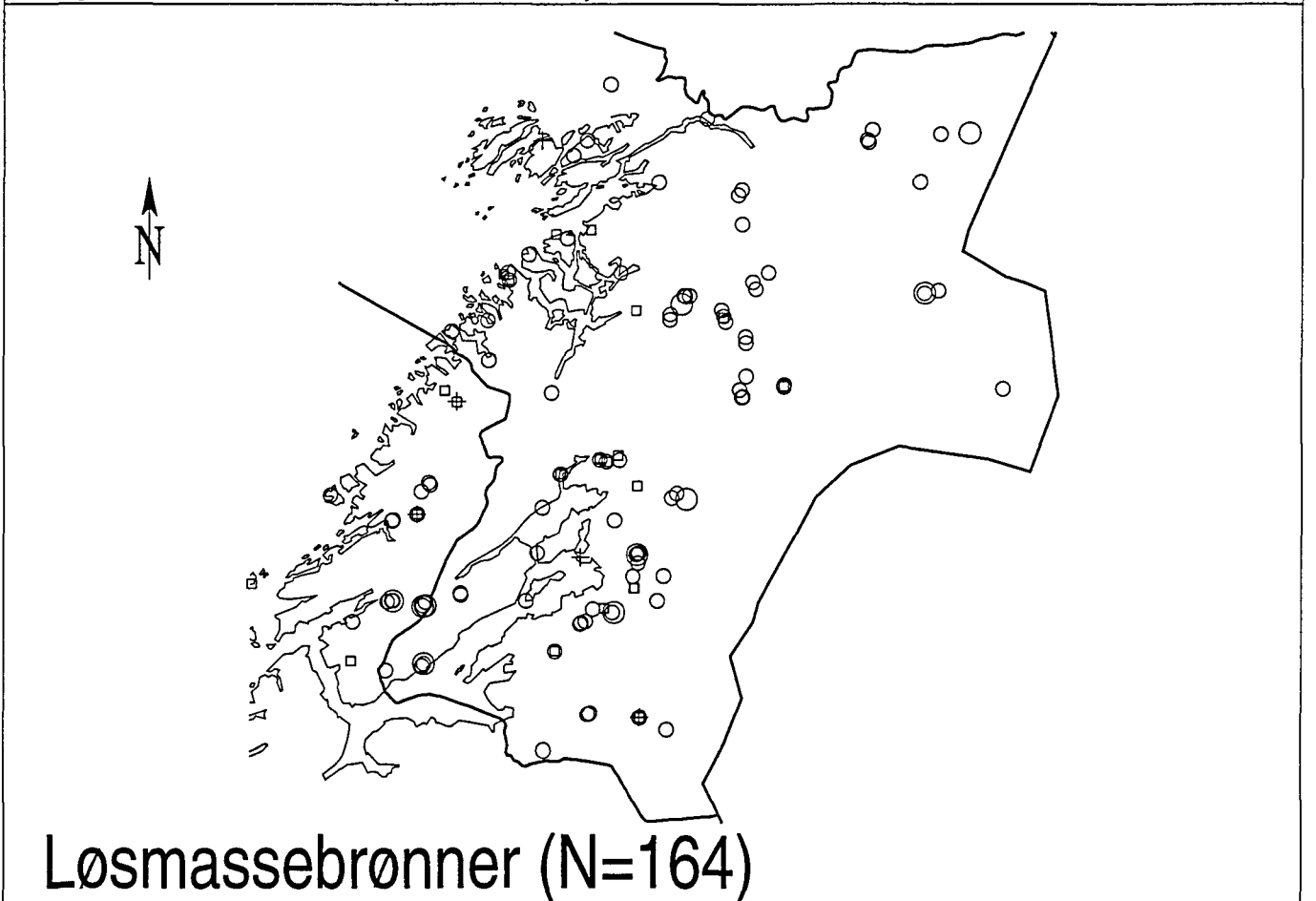
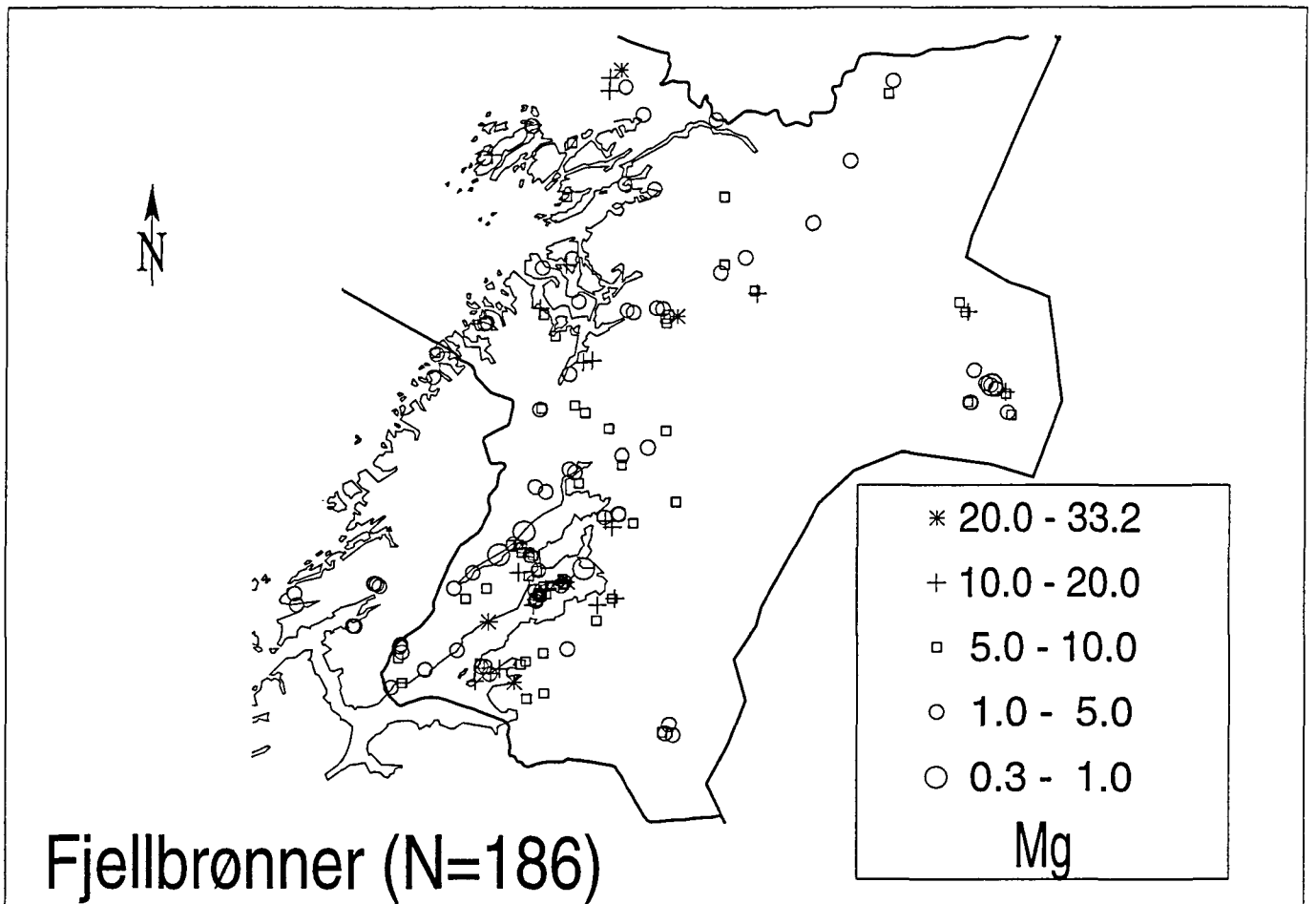
Vedlegg 3.6 Regional oversikt over mangan (mg/l) i grunnvannsbrønner i Nord-Trøndelag og Fosen. M 1:2060000.



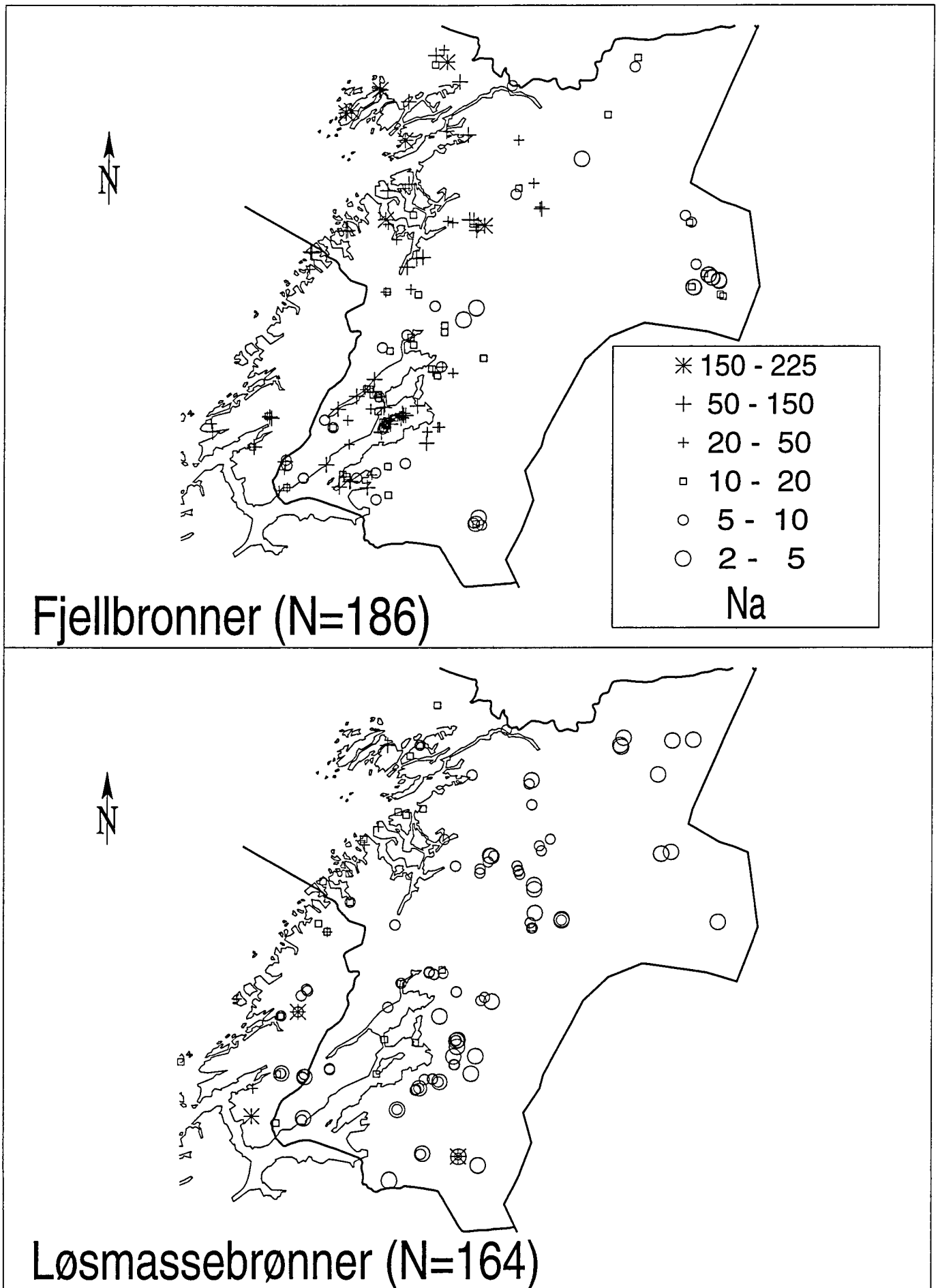
Vedlegg 3.7 Regional oversikt over kalsium (mg/l) i grunnvannsbrønner i Nord-Trøndelag og Fosen. M 1:2060000.



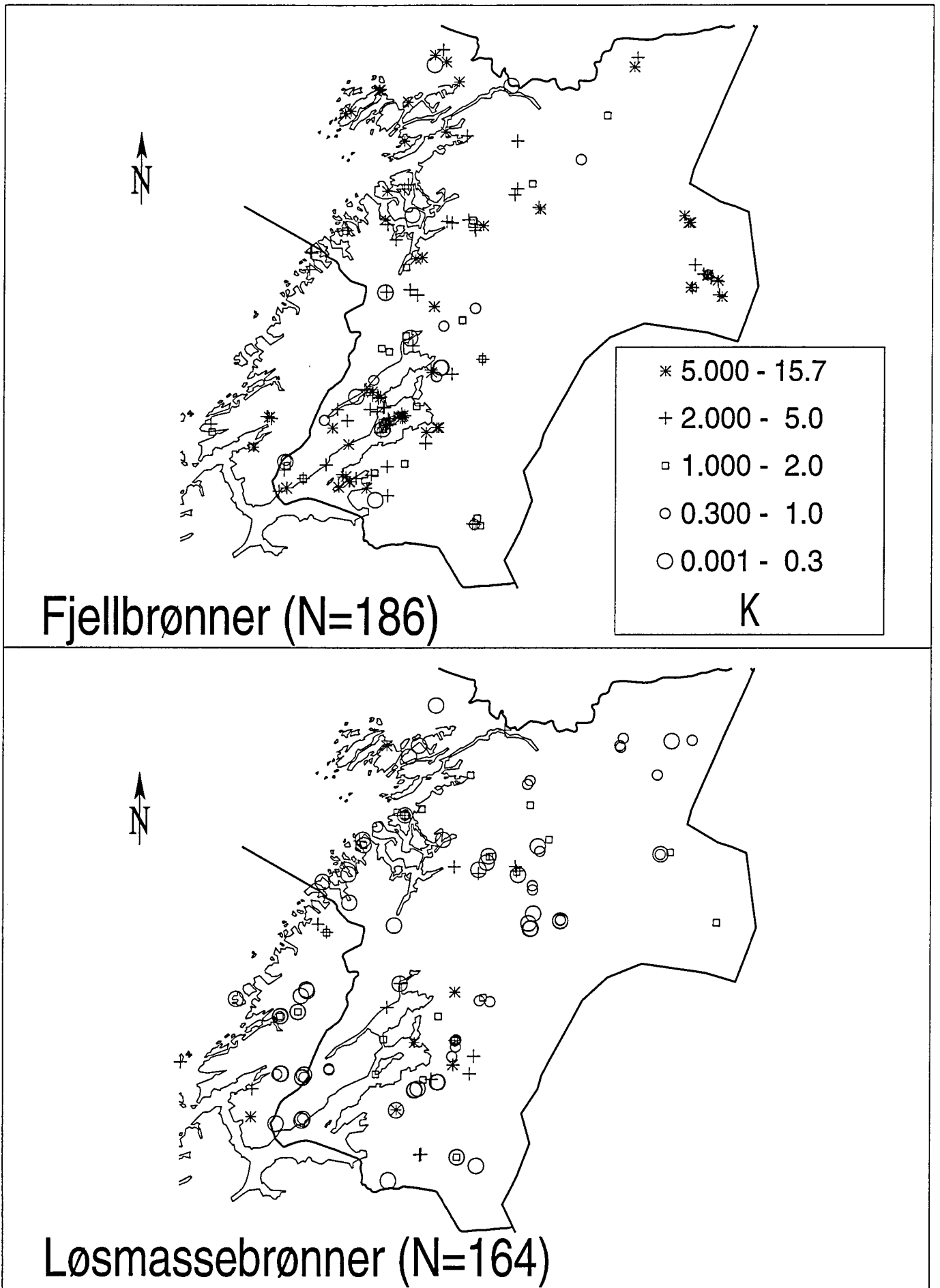
Vedlegg 3.8 Regional oversikt over **magnesium** (mg/l) i grunnvannsbrønner i Nord-Trøndelag og Fosen. M 1:2060000.



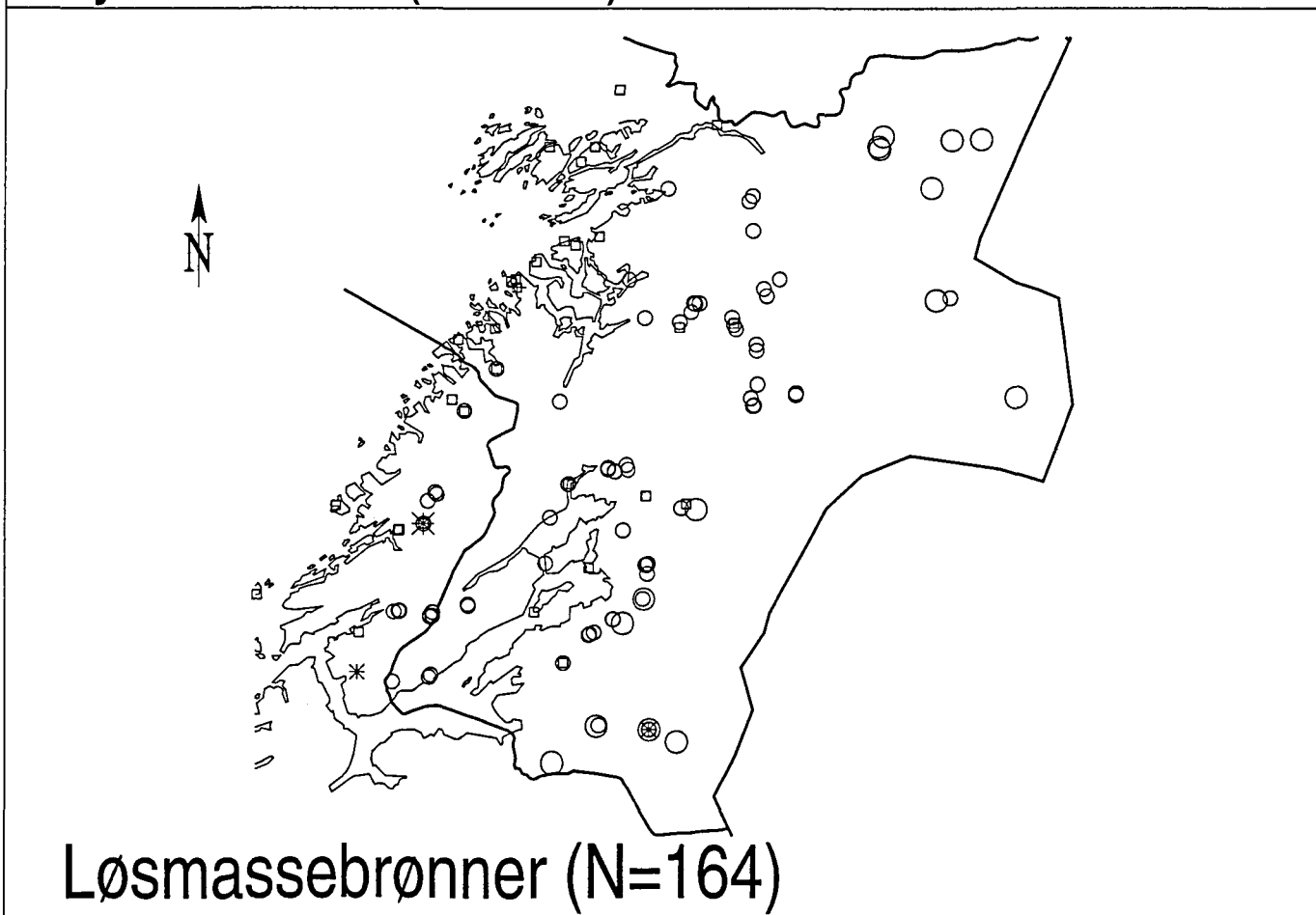
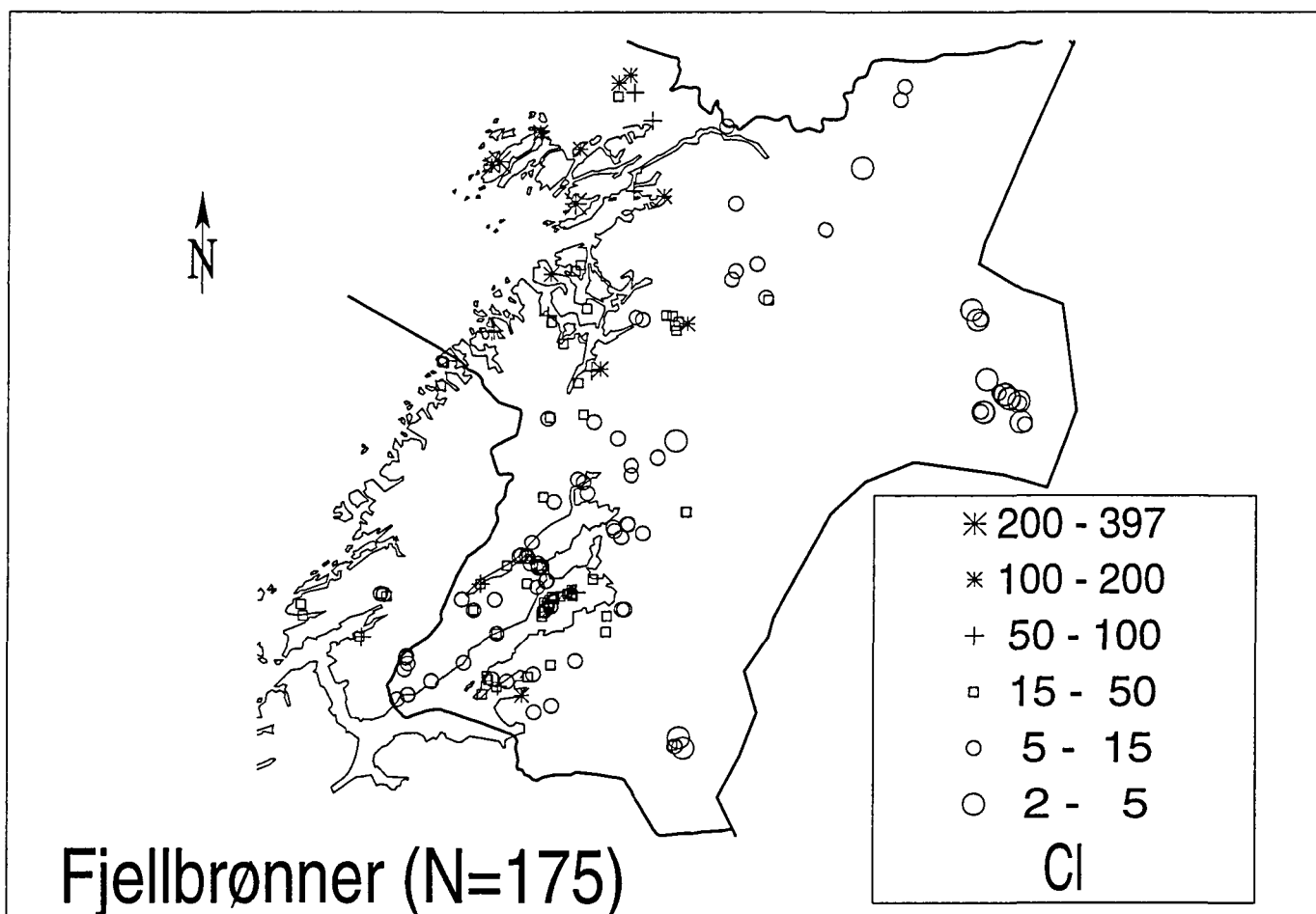
Vedlegg 3.9 Regional oversikt over **natrium** (mg/l) i grunnvannsbrønner i Nord-Trøndelag og Fosen. M 1:2060000.



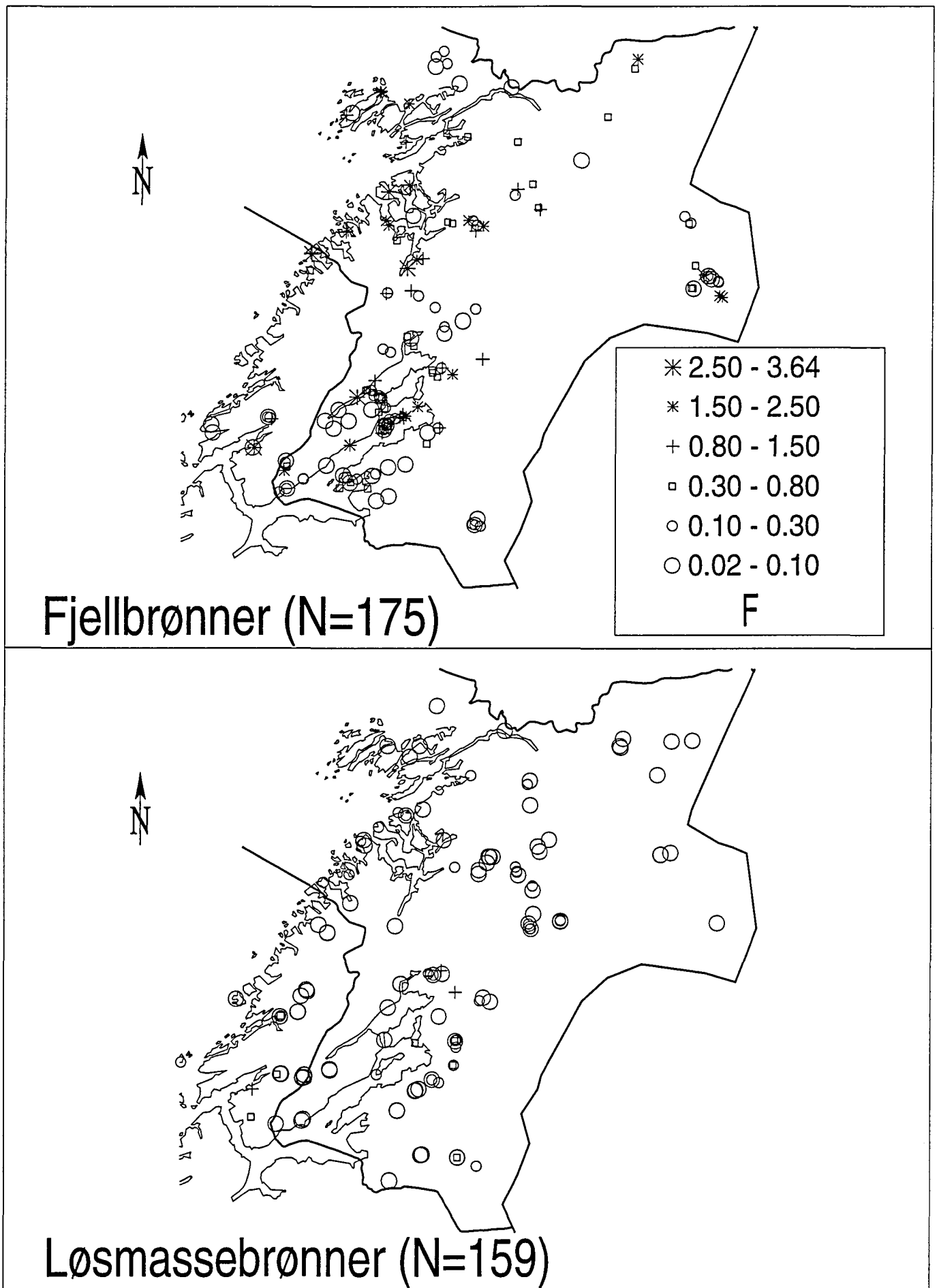
Vedlegg 3.10 Regional oversikt over kalium (mg/l) i grunnvannsbrønner i Nord-Trøndelag og Fosen. M 1:2060000.



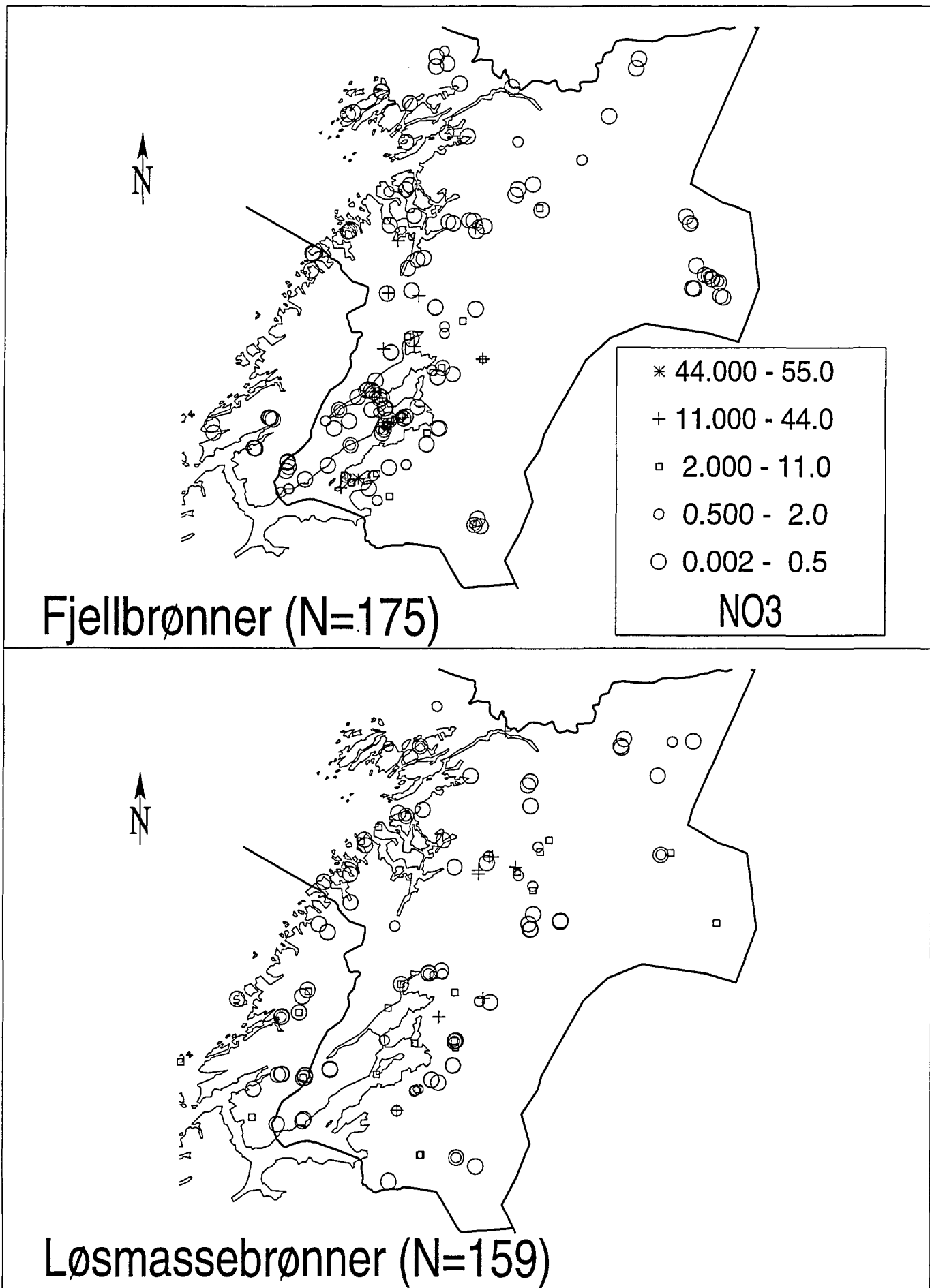
Vedlegg 3.11 Regional oversikt over klorid (mg/l) i grunnvannsbrønner i Nord-Trøndelag og Fosen. M 1:2060000.



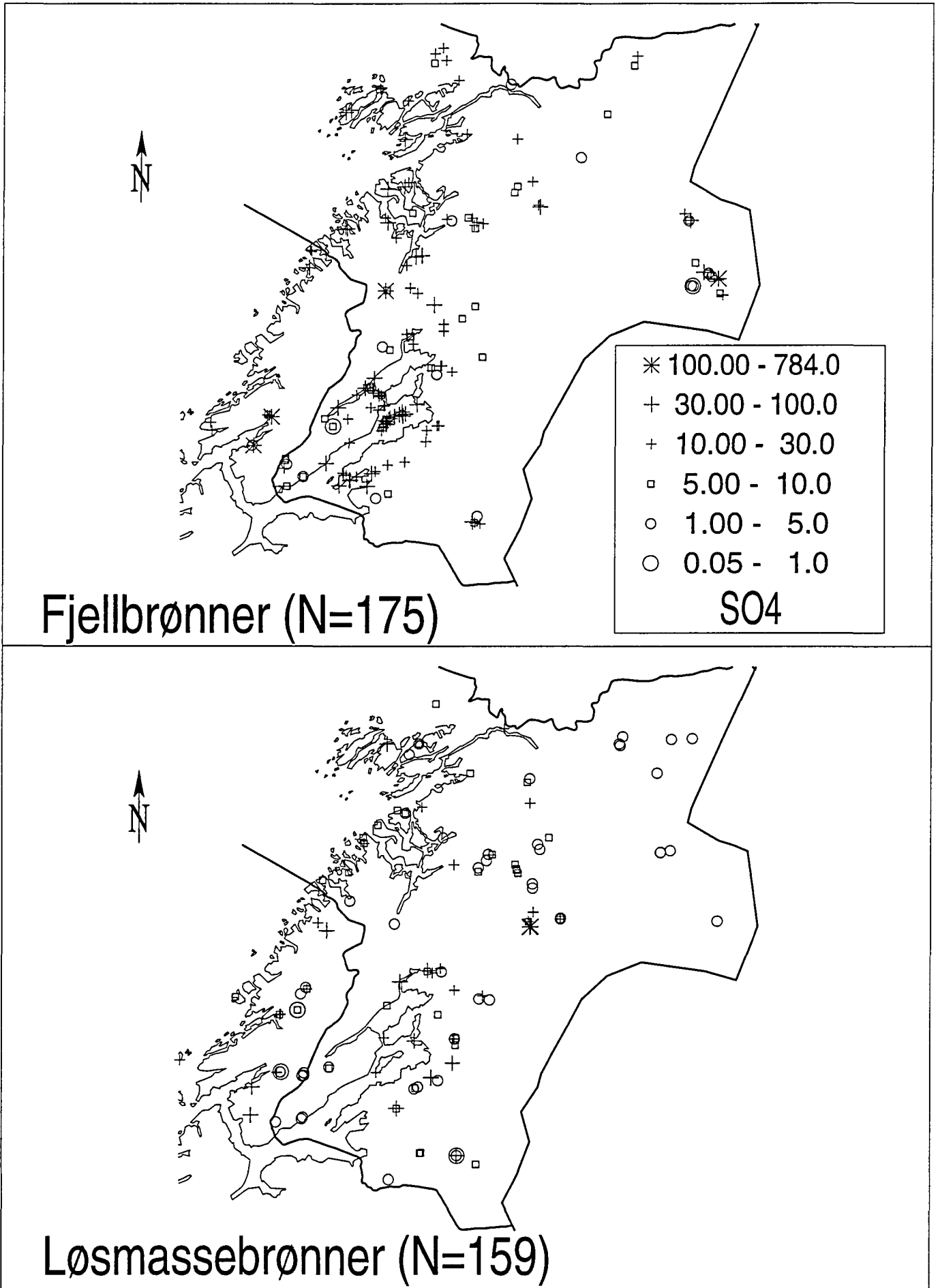
Vedlegg 3.12 Regional oversikt over fluorid (mg/l) i grunnvannsbrønner i Nord-Trøndelag og Fosen. M 1:2060000.



Vedlegg 3.13 Regional oversikt over nitrat (mg/l) i grunnvannsbrønner i Nord-Trøndelag og Fosen. M 1:2060000.



Vedlegg 3.14 Regional oversikt over sulfat (mg/l) i grunnvannsbrønner i Nord-Trøndelag og Fosen. M 1:2060000.



FORENKLET BERGGRUNNSKART OVER NORD-TRØNDELAG

DEVONSKJE BERGARTER

 Sandstein og konglomerat


KALEDONSKJE DYPBERGARTER

 Granittiske bergarter


 Gabbro, dioritt og ultramafiske bergarter

KALEDONSKJE SEDIMENTÆRE OG VULKANSKE BERGARTER

 Fyllt, leirstein, kalkrik glimmerskifer, kalkstein og gråvakker

 Glimmerskifer og glimmergneis

 Sandstein, kvartsitt og kvartsskifer

 Grønnstein, grønskifer og amfibolitt

PREKAMBRISKE BERGARTER

 Prekambriske granittiske gneiser med enkelte gabbroer

0 20 100km



 **NGU**
NORGES GEOLOGISKE UNDERØKELSE



Kilde:

Digitalt berggrunnskart over Nord-Trøndelag og Fosen

Soll, A. 1995

Vedlegg 5 Lokalisering av grunnvannsprøver tatt fra løsmassebrønner og fjellbrønner i Nord-Trøndelag og Fosen. M 1: 1.300.000.

