

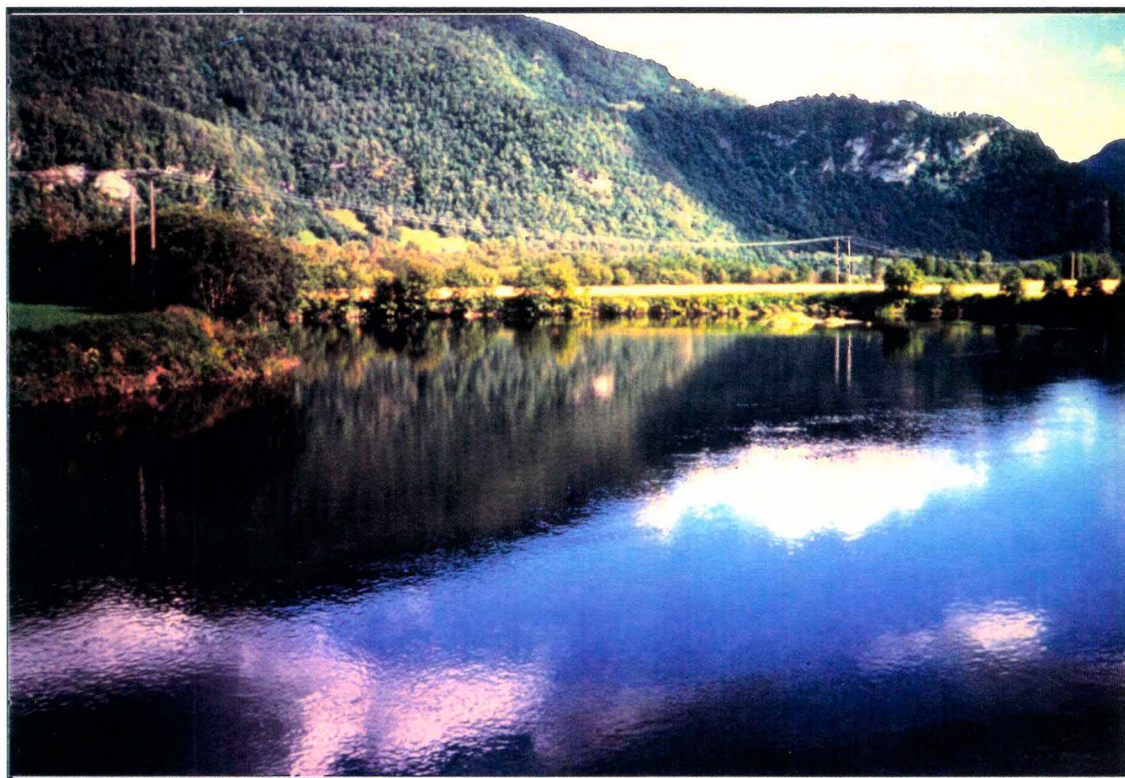


NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

Heidrun Kårstein (red.)

HYDROLOGISK MÅNEDSOVERSIKT

Artikkelsamling 1991-1992



HYDROLOGISK AVDELING

NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIDIREKTORAT
BIBLIOTEK

PUBLIKASJON

Nr 11
1993



NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

TITTEL HYDROLOGISK MÅNEDSOVERSIKT - Artikkelsamling 1991-1992	PUBLIKASJON 11
	DATO 28.06.93
FORFATTER Heidrun Kårstein (red)	ISBN 82-410-0195-9
	ISSN 0802-2569

SAMMENDRAG

Hydrologisk avdeling, NVE, gir hver måned ut "Hydrologisk månedsoversikt".

Månedsoversikten inneholder bl.a. en temaartikkel som omhandler aktuelle interesseområder og arbeidsoppgaver på Hydrologisk avdeling. Disse spenner fra forvaltningsoppgaver til forskning. Denne publikasjonen inneholder temaartiklene fra september 1991 til desember 1992.

Temaartiklene er skrevet av ansatte ved Hydrologisk avdeling.

"Hydrologisk månedsoversikt" presenterer innsamlede hydrologiske data fra siste måned. Vannføring, grunnvannstand og nedbør er presentert hver måned. Data for snøfordeling, vanntemperatur, istykkelse, sedimenttransport og hastighets- og akkumulasjonsmålinger på bre presenteres med jevne mellomrom.

ABSTRACT

The Hydrology Department, NVE, publishes a monthly report "Hydrology review"

The reports contain articles on topics within hydrology which are of broad interest for the management of national water resources.

This report includes articles from September 1991 until December 1992.

The articles are authored by staff members of the Hydrology Department.

"Hydrology review" presents hydrological data from the previous month. Discharge, groundwater level and precipitation are presented monthly. Measurements of snow, water temperature, ice thickness, sediment transport and glacier movement and massbalance are presented when appropriate.

EMNEORD /SUBJECT TERMS

Hydrologisk månedsoversikt, temaartikler, hydrologi, Norge

Hydrology review, articles, hydrology, Norway

ANSVARLIG UNDERSKRIFT

Arne Tollan
avdelingsdirektør

Nytt telefonnr. 22 95 95 95 og nytt faxnr. 22 95 90 00

Kontoradresse: Middelthunsgate 29
Postadresse: Postboks 5091, Maj.
0301 Oslo 3

Telefon: (02) 95 95 95
Telefax: (02) 95 90 00
Telex: 79397 NVEO N

Bankgiro: 0629.05.75026
Postgiro: 0803 5052055

FORORD

Temaartiklene som er samlet i denne publikasjonen er tidligere trykt i "Hydrologisk månedsoversikt", i perioden september 1991 til desember 1992. Bidragsgiverne er ansatte i NVE - Hydrologisk avdeling. Stoffet omhandler avdelingens ulike interessefelter og arbeidsoppgaver.

Rapporten, som tidligere bare inneholdt data for grunnvannsstand, ble fra september 1991 utvidet til å omfatte flere hydrologiske parametre. Månedsoversikten gir et oversiktsbilde av Norge for de parametre som til enhver tid er med i rapporten.

Oversikten omfatter alltid observasjoner av vannføring, grunnvannstand og nedbør. Vanntemperatur, istykkelse, snø, sedimenttransport, hastighet og akkumulasjon på bre blir presentert til vekslende tidspunkt, avhengig av sesongene.

Vi håper at denne artikkelsamlingen vil ha en egenverdi som et tverrsnit av løpende hydrologiske arbeidsoppgaver.

"Hydrologisk månedsoversikt" blir utarbeidet av overing. Inger Karin Engen og avd.ing. Heidrun Kårstein ved seksjon Vannbalanse, Hydrologisk avdeling.

Denne publikasjonen er redigert av avd.ing. Heidrun Kårstein.

Oslo, juni 1993



Arne Tollan
avdelingsdirektør

INNHold:

FORORD	3
Vanntemperaturforhold i elver og innsjøer Arve M. Tvede, seksjon Miljøhydrologi	7
Breers massebalanse Bjørn Wold, seksjon Bre og snø	8
Grunnvannsforhold i Norge i 1991 Øystein Aars, seksjon Vannbalanse	9
Vi varsler flommen! (Info-ark) Inger Karin Engen, seksjon Vannbalanse	12
Sedimenttransport Jim Bogen, seksjon Miljøhydrologi	14
Hydrometriske undersøkelser på Svalbard Lars Evan Pettersson, seksjon Vannbalanse	17
Start-systemet (Info-ark) Svein Taksdal, seksjon Data	20
LGN - Landsomfattende grunnvannsnett (Info-ark) Heidrun Kårstein, seksjon Vannbalanse	22
Flomberegning Steinar Myrabø, seksjon Vannbalanse	24
Måling av bretykkelse med radar Mike Kennett og Tron Laumann, seksjon Bre og snø	30
Fascinerende utsikt under bakken Nils Otto Kitterød, seksjon Vannbalanse	32
Konsesjonspålegg vedrørende hydrologiske undersøkelser Sverre Krog, seksjon Hydrometri	34
NVE som temasenter for ferskvannsektoren Svein Homstvedt, seksjon Miljøhydrologi	37
Snømålinger/hydrologi/analyser (Info-ark) Gunnar Atterås, seksjon Bre og snø	39
Vannføring med den relative saltfortynningsmetode Leif Johnny Bogetveit, seksjon Hydrometri	42

Vanntemperaturforhold i elver og innsjøer

Arve M. Tvede, seksjon Miljøhydrologi.

Hydrologisk avdeling har et omfattende og landsdekkende stasjonsnett for registrering av vanntemperatur i elver. Sommeren 1991 var ialt ca 270 stasjoner i drift. Av disse registreres temperaturen ved 210 stasjoner med spesialkonstruerte dataloggere av norsk fabrikat. Loggerne kan ligge ute i elva 6-9 måneder før datalageret er fullt. Loggeren byttes da ut med en ny. De første loggerne av denne typen ble lagt ut i 1982; før den tid var den vanligste målemetoden manuell måling med kvikksølvtermometer 3-6 dager pr. uke om morgenen og kvelden. De gjenværende manuelle målestasjoner er nesten alle i avløpskanaler fra kraftverk hvor stasjonsbetjeningen har dette som en av sine daglige oppgaver.

NVEs målestasjoner med de lengste kontinuerlige måleserier startet i 1962, men først på begynnelsen av 1970-tallet øket tallet på stasjoner vesentlig. Dette hadde sammenheng med det store tallet kraftanlegg som i denne perioden var under planlegging eller bygging. Ca 75 % av vanntemperaturstasjonene er oppdragsfinansiert. Temperaturprofiler i innsjøer måles i ca 50 innsjøer i mars og i august. Ved disse to tidspunktene er innsjøenes varmeinnhold normalt på sitt laveste, resp. høyeste. I noen få innsjøer er det satt ut loggere som registrerer temperaturen i 11 dyp hver time.

Vanntemperaturdata blir brukt av ulike fagmiljøer, spesielt innen fiskeribiologi og forurensingsspørsmål. I tillegg er vanntemperaturen opplagt en interessant parameter for almenheten, spesielt for baderne. Kartlegging av variasjoner fra år til år og evt. endringer som følger av inngrep i vassdragene er av vesentlig betydning for brukerne.

(Artikkelen er noe forkortet av red.)

Breers massebalanse.

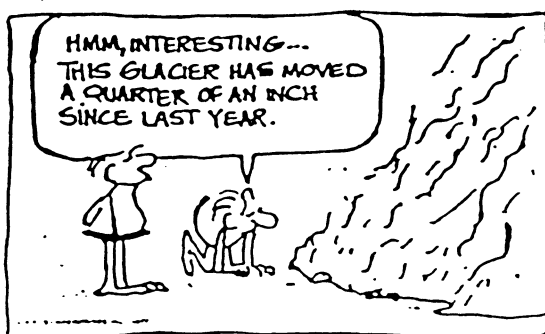
Bjørn Wold, seksjon Bre og snø.

Folk flest mener nok at en bre vokser når den går fram ved brefronten, og at den minker når brefronten trekker seg tilbake. Over lange tidsrom er dette riktig, men ikke over kort tid, og for en bre er ett år meget kort tid. Når glasiologer snakker om at en bre vokser eller minker mener de breens massebalanse, eller hvordan det totale volum øker eller minker fra år til annet.

Massebalansen beregnes etter at man har målt hvor mye snø som har falt på breen i løpet av vinteren (vinterbalansen), og hvor mye snø og is som har smeltet vekk i løpet av sommeren (sommerbalansen). Nettobalansen er vinterbalanse (tilskudd til breens volum) minus sommerbalanse (det som renner vekk). En positiv nettobalanse betyr at breen vokser og at breen har holdt igjen en del av den nedbøren som falt. Omvendt betyr en negativ nettobalanse at breen minker, og at den har gitt fra seg mer vann til vassdraget nedenfor enn det som kom som nedbør siste år. Breen virker dermed som et langtids naturlig reguleringsmagasin.

Om sommeren er all snø vanligvis borte fra breens nedre deler og det kan smelte mange meter med is. Derimot er det sjelden at all vintersnøen smelter øverst på breen. Grensen mellom snø og is på slutten av sommersesongen kalles vanligvis for likevektslinjen, d.v.s. det sted på breen hvor det smeltet like mye i løpet av sommeren som det falt som snø i løpet av vinteren. Den ubalanse som ulik nedbør og smelting tilsynelatende fører til utjamnes ved at breen beveger seg. Alle breer er i kontinuerlig bevegelse. Dels sklir de på underlaget og dels foregår det en deformasjon inne i breen (som kan sammenlignes med en plastisk masse). Masseoverskudd på breens øvre deler kan bruke flere år på å forplante seg ned til brefronten. Raskest går det på korte og bratte breer som kan gå fram i fronten 4-5 år etter at de har hatt store masseoverskudd. På lange breer kan det ta betydelig lengre tid før brefronten reagerer. Noen ganger kan sågar hele overskuddet smelte vekk før det kommer så langt som til brefronten. Årlige endringer i massebalansen vil sjelden gi seg særlige utslag i brefronten. Det må være tydelige trender som varer over flere år.

De første massebalansemålinger på en norsk bre ble satt i gang i 1949 på Storbreen i Jotunheimen av Norsk Polarinstitutt. Fra 1962 har NVE drevet målinger på en rekke breer. Før denne tid ble variasjonene bare målt i brefrontene. Med enkelte unntak har alle norske breer hatt en jamn tilbakegang siden midten av 1700-tallet. Noen gikk litt fram i begynnelsen av 1900-tallet, men siden 1930 har de fleste hatt en meget rask avsmelting og tilbakegang som mange steder kulminerte omkring 1960. De siste 30 årene har de kontinentale breene fortsatt en langsom tilbakegang, mens mange av de maritime breer (de som får mye nedbør) har hatt en jamn vekst som noen steder begynner å vise seg ved at brefrontene går fram igjen.



Grunnvannsforhold i Norge i 1991.

Øystein Aars, seksjon Vannbalanse.

Grunnvannsforholdene i Norge er sterkt varierende, både lokalt og regionalt. Dette skyldes at de forhold grunnvannet opptre under er influert av en rekke faktorer, i første rekke hydrologiske og geologiske. Det er derfor ikke mulig å gi en detaljert oversikt over forholdene. Men de store trekk kan vi si noe om, og det er også grunnlaget for de vurderinger vi kommer med i månedsoversiktene fra Hydrologisk avdeling.

Grunnvannsforholdene gjennom 1991 er behandlet i rapportene for hver måned. For å få en forenklet, samlet vurdering har vi tatt for oss noen få stasjoner, i alt 6. Det er følgende:

2	Settaldalen	Et høyfjellsfelt på Dovre
7	Fura-Løten	Lavlandet, nær Mjøsa
13	Groset 1	Høyfjell, ved Møsvatn i Telemark
22	Nordfjordeid	Et Vestlandsfelt, lavland
24	Overhalla	Nord-Trøndelag, lavland
29	Øverbygd	Troms, lavland

Disse 6 stasjonene fordeler seg over hele landet, og kan sies til en viss grad å representere forskjellige hydrologiske regimer. Dette forstår man når man sammenligner f.eks. middelkurvene for grunnvannstand gjennom året for de forskjellige stasjoner. Se diagrammene på sidene 13-21.

Vi har sett på grunnvannstanden gjennom året, sammenlignet med middelerverdier og ekstremverdier for observasjonsperioden. Videre har vi sett på hvorledes grunnvannstanden har variert gjennom de siste 10 år, slik det vises i de gjengitte diagrammer. Disse diagrammene er ganske illustrerende, de viser hvorledes mønsteret i grunnvannsvariasjonene gjentar seg fra år til år. Etter få års observasjoner kan det med andre ord være mulig i grove trekk å si hva grunnvannstandene vil bli i et observasjonspunkt til et gitt tidspunkt. Men det er tydelig at noen stasjoner er mer "stabile" enn andre, så det er ikke like lett for alle.

Settaldalen og Groset-Møsvatn

Dette er høyfjellsfelt i Sør-Norge. Vi ser det generelle mønsteret med oppfylling av grunnvannsmagasinet under snøsmeltingen, og så en gradvis uttapping av dette gjennom året og ettervinteren. Groset viser en mindre oppfylling om høsten, noe som er mer markert for felt i lavere strøk. Grunnvannstandene i 1992 var noe under det vanlige det meste av året. Oppfyllingen av magasinene var riktignok kraftig, men deretter sank grunnvannstanden i begge felt til ganske lave nivåer utover høsten. Ser vi på 1991 i forhold til tidligere år, så kan vi legge merke til at grunnvannsmagasinet i begge felt hadde en relativt kort periode fra fylling startet til magasinet hadde tømt seg.

Fura-Løten

Dette lavlandsfeltet på Østlandet representerer et typisk regime med oppfylling av grunnvannsmagasinet både vår og høst, i forbindelse med vårfloppen og med høstregnet. Men i 1991 ble det faktisk fylt 3 ganger (det har også hendt tidligere, som i 1989). Før magasinet ble fylt opp siste gang var grunnvannstanden sunket ganske dypt. 10-årskurven viser et grunnvannsmagasin med store variasjoner, og forholdene er vanskelige å forutsi, bortsett fra at det er tydelig at magasinet årlig fylles helt opp til markoverflaten. Men det er relativt store variasjoner i hvor dypt det tappes ut. I 1995 var uttappingen ganske kraftig.

Nordfjordeid

Nordfjordeid representerer typiske kystforhold, dvs et maritimt klima. Her er magasinet fylt opp om vinteren, når fordunstningen er liten og det skjer infiltrasjon. Men denne er svært avhengig av værforholdene (temperatur og nedbør), så forholdene kan variere sterkt fra år til år. Dette er tydelig av 10-årsdiagrammet. Med svært god vilje kan en her spore en tre-årsperiode. Dette er trolig tilfeldig. Det kan synes som grunnvannsmagasinet i 1991 var svært redusert. Men sammenligner vi med middelverdien, så viser det seg at grunnvannstandene nok var lave i de 3 første kvartalene, men ikke så mye under middels. Og siste del av året var de heller i overkant av middelet for årstiden. Kontrasten er bare at de foregående to årene var svært vannrike.

Overhalla

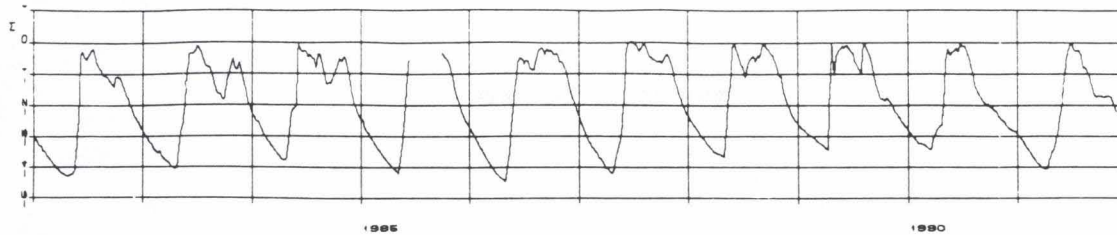
Dette er også et kystfelt, og vi ser hvor likt mønsteret i vannstandsvariasjonene er dem vi hadde i Nordfjord. Magasinet er oppfylt om vinteren og er på det laveste etter sommeren, akkurat som ved kysten lenger sør. Ser vi på 10-årskurven, er også denne ganske urolig. Vi ser også for denne likheter med Nordfjordeid, spesielt de to foregående "gode" årene. Grunnvannstandene i 1991 var nokså middels, men i sommerperioden var de lavere enn vanlig.

Øverbygd

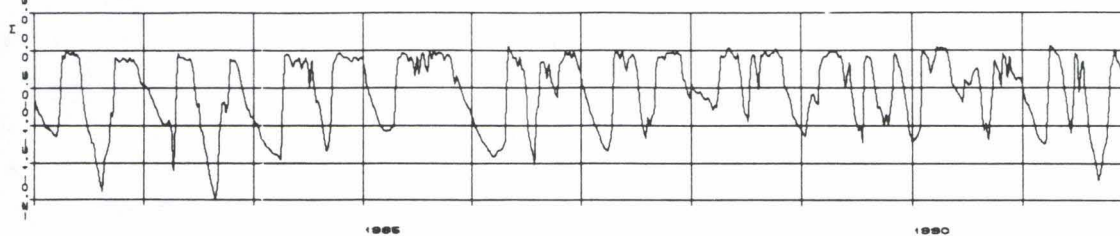
Et lavlandsfelt i Troms innland. Her finner vi samme variasjonsmønster som for Østlandsfeltene i overgangen fjell-lavland. Det skjer en oppfylling av magasinet om våren. Dette avtar så gjennom sommersesongen, og så kommer det ofte en større eller mindre stigning i grunnvannsnivåene igjen med høstregnet. Første del av 1991, på ettervinteren, var grunnvannsnivåene høyere enn noensinne i observasjonsperioden (fra 1980). Fra april og ut året var nivået jevnt høyt. 10-årskurven viser betydelige variasjoner fra år til år. P.g.av mulige usikkerheter i materialet analyseres ikke kurven nærmere.

GRUNNVANNSTAND 1982 - 1991

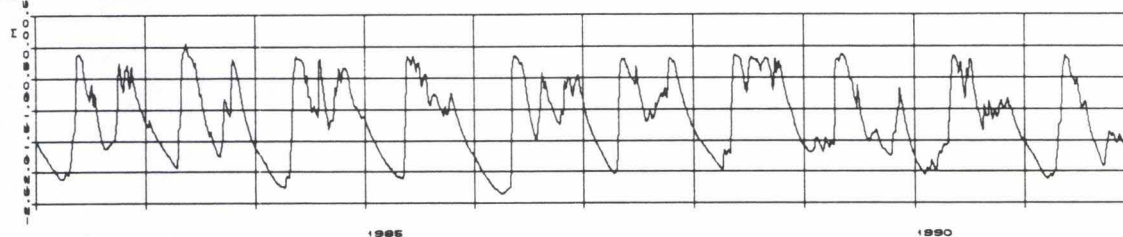
2 Settaldalen



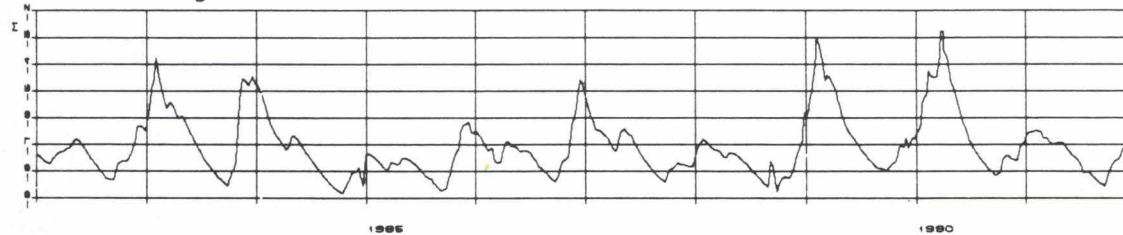
7 Fura-Løten



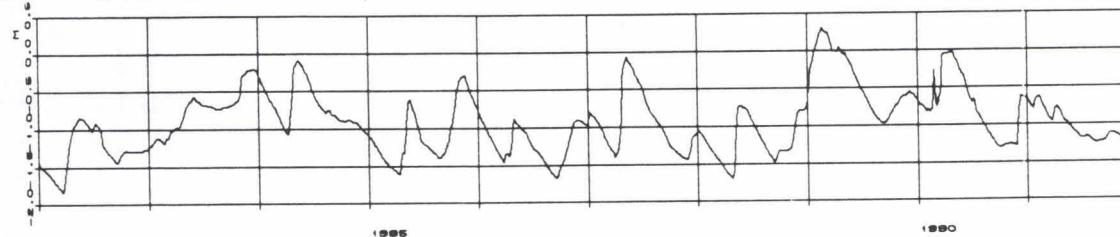
13 Groset 1



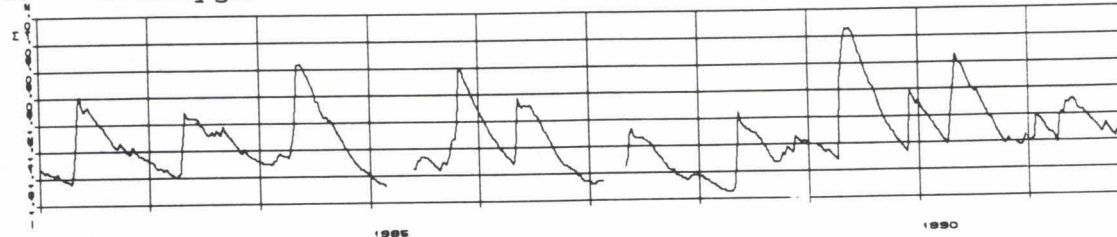
22 Nordfjordeid



24 Overhalla

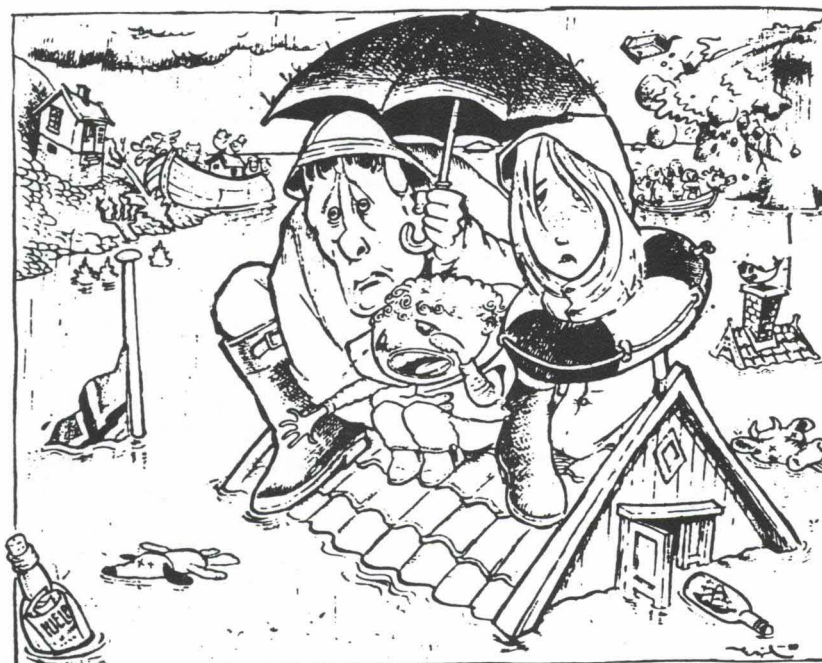


29 Øverbygd



Vi varsler flommen!

Inger Karin Engen, seksjon Vannbalanse.



Tegning: Egil Myhr

Tiltak forut for en flomsituasjon kan redde store materielle verdier. Seksjon vannbalanse ved Hydrologisk avdeling driver derfor kontinuerlig og landsomfattende flomvarsling.

Flomvarsler sendes pr. telefax til NRK's distriktskontorer, fylkesmenn og enkelte regulanter i områder flomvarselet gjelder for.

I tillegg finnes det til enhver tid oppdatert vannføringsprognose med eventuelt flomvarsel på TEKST-TV side 329.

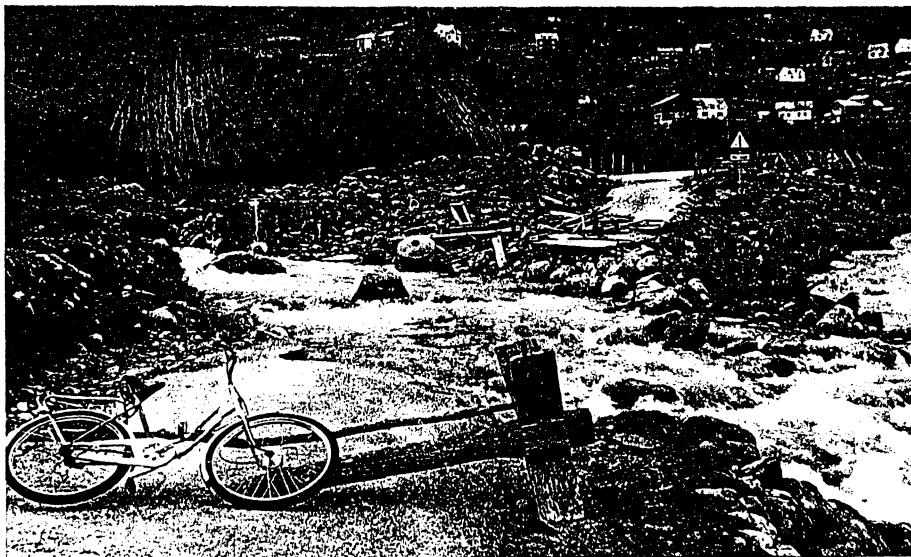
Seksjon vannbalanse ved Hydrologisk avdeling driver kontinuerlig og landsomfattende flomvarsling basert på :

- observasjoner fra et landsdekkende nett av avløpsstasjoner med fjernoverføring av data
- kvantitative og kvalitative prognoser fra Det norske meteorologiske institutt
- hydrologiske varslingsmodeller
- kontakt med observatører og ansatte på NVE's distriktskontorer
- snømålinger for å bestemme snømagasinet
- kvalifisert vurdering fra vakthavende hydrolog

Flom fører ofte til store materielle skader. Flomvarslingen kan gjøre det mulig å treffe tiltak før en flomsituasjon oppstår slik at skadene kan reduseres.

Prognosetjenesten er stadig under utvikling. Antall avløpsstasjoner med fjernoverføring av data og antall hydrologiske varslingsmodeller økes, slik at grunnlaget for vannføringsprognosene stadig blir bedre. Satelittbilder vil også bli tatt i bruk for å gi tilleggsinformasjon om snømagasinet.

Vakthavende hydrolog kan gi utfyllende opplysninger om aktuell vannføring og forventet utvikling på telefon 22 95 93 60 mellom kl. 8.00 og 22.00.



Flommen i Jostedalen i august 1979. Elva har brutt veien.

18. 2. 1993.

Sedimenttransport.

Jim Bogen, seksjon Miljøhydrologi.

Hydrologisk avdeling måler sedimenttransporten i vassdragene. Sedimenttransporten deles inn etter transportprosessen. Det suspenderte materialet holdes svevende i vannet mens det tyngre bunntransporterte materialet beveger seg i kontakt med bunnen. Karakteristiske trekk ved suspensjonstransporten ved to stasjoner er vist i figurene 1 - 6.

Blakkåga

Stasjonen ved Bjørforsmo i Blakkåga registrerer transporten i et felt på 303 km² som drenerer den østlige delen av Svartisen. Den overveiende del av materialtransporten i Blakkåga kommer fra isbreer. 17.2% av feltet er bredekket. Sedimenttransporten i Blakkåga er av betydelig størrelse. I måleperioden i 1991 gikk det 93 836 tonn forbi måleprofilen. Den største døgnttransporten ble registrert under regnflommen i september. Se forøvrig tabellen med månedsoversikten.

Det er tatt kornfordelingsanalyser av det suspenderte materialet gjennom hele sesongen. Det er derfor mulig å angi hvordan transporten av de forskjellige kornfraksjonene varierer med tiden (Fig. 1).

Suspensjonsmaterialets konsentrasjon varierer mye. De største konsentrasjoner forekommer under flommene (Fig. 2).

I motsetning til mange andre elver så forandrerer kornfordelingen på suspensjonsmaterialet seg forholdsvis lite gjennom sesongen. Det er imidlertid noe mer sandfraksjoner tidlig i sesongen (Fig. 3).

Krokfoss

Krokfoss er en målestasjon i Leira - vassdraget på Romenike. Nedbørfeltet til stasjonen er på totalt 418 km². Av dette er 180 km² marine leiområder og 50 km² er områder med intensiv jordbruk.

I 1991 gikk en betydelig del av transporten i en snøsmelteperiode i begynnelsen av april med vannføringer opp mot 45 m³/s. Sent på året inntraff en regnflom som kulminerte på 70 m³/s. Den døgnlige suspensjonstransporten under denne flommen var imidlertid langt lavere enn under vårfloppen. Totalt for 1991 var transporten på 30020 tonn. Suspensjonstransporten gjennomløper store variasjoner med tiden (Fig. 4) og konsentrasjonene kan bli langt større enn i Blakkåga men varierer mer (Fig. 5).

Målingene av kornfordeling viser at materialsammensetningen i suspensjonsmaterialet kan variere fra måned til måned (Fig. 6). Variasjonene har sannsynligvis sammenheng med at sedimentkildene skifter med tiden. I vårfloppen er materialet finfordelt med mye leire. Under flommen i november er imidlertid materialet grovt med et større innslag av sandfraksjoner.

Blakkåga 1991 Sedimenttransport i forskjellige kornfordelingsintervall

måned	Q	Gs	cum.	< 2µm	2 - 15µm	15 - 63µm	63 - 75µm	75 - 125µm	125 - 250µm	250 - 500µm	> 500µm
	m ³ /s	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
Juni	76	1180	24770	4499	11707	3515	1699	2306	842	185	11
Juli	85	986	30561	3011	12553	7409	2196	3558	1655	166	16
August	53	503	15597	1136	6088	4726	1113	1766	702	57	3
Sept.	33	764	22908	2013	8939	6472	2620	2052	724	62	0
År	10.06 - 02.10		93836	10659	39287	22122	7628	9682	3923	470	30

Krokfoss 1991 Sedimenttransport i forskjellige kornfordelingsintervall

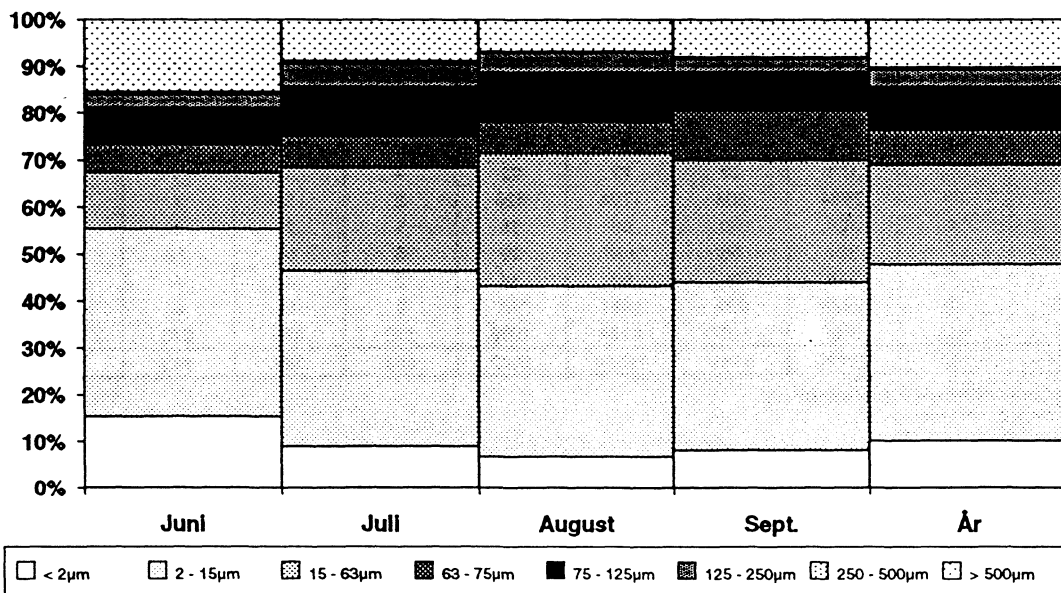
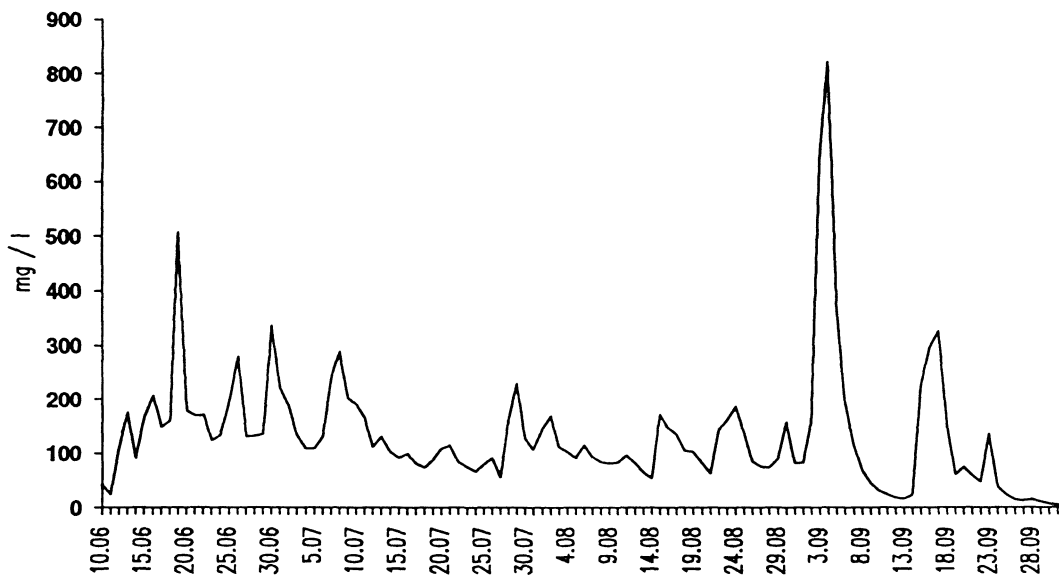
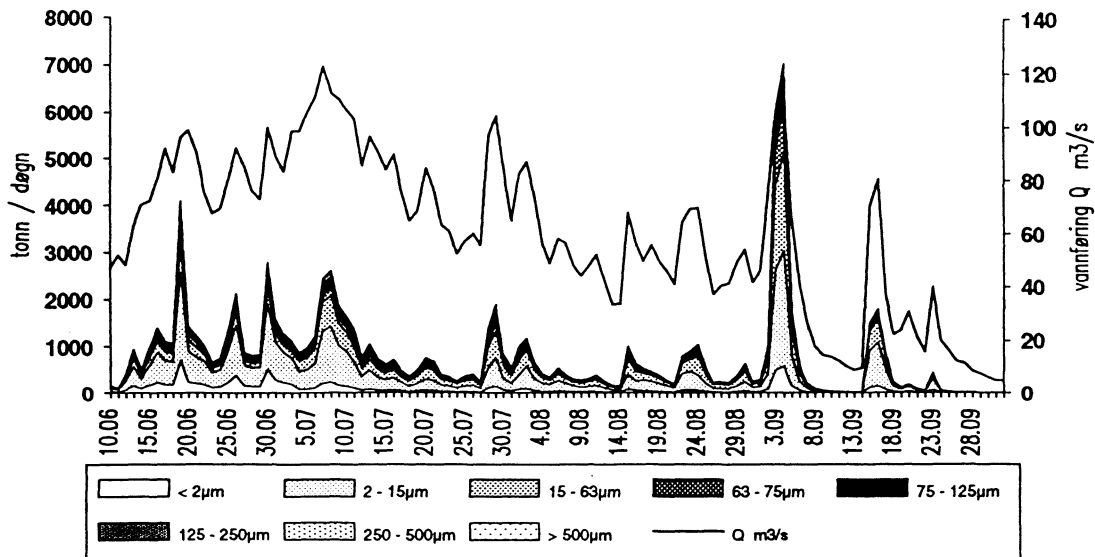
måned	Q	Gs	cum.	< 2µm	2 - 15µm	15 - 63µm	63 - 75µm	75 - 125µm	125 - 250µm	250 - 500µm	> 500µm
	m ³ /s	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
Mars	17	305	3658	1031	2309	302	6	5	2	2	0
April	24	497	14899	2566	8972	2962	197	172	42	13	0
Mai	9	4	121	23	72	22	1	1	1	1	0
Juni	9	98	2934	804	1701	426	2	2	1	0	0
Juli	6	4	126	39	65	18	1	2	1	0	0
Aug.	4	7	225	58	102	29	5	14	14	3	0
Sept.	4	7	218	95	98	14	2	4	4	1	1
Okt.	12	73	2273	839	1221	181	9	10	8	6	1
Nov.	31	618	5566	1194	2134	1088	230	373	270	104	172
År	20.03 - 09.11		30020	6649	16674	5042	453	583	343	130	174

Gs: midlere døgnl. suspensjonstransport i hver måned

Q: midlere døgnl. vannføring i hver måned

Cum.: total månedlig suspensjonstransport

Blakkåga 1991



Krokfoss 1991

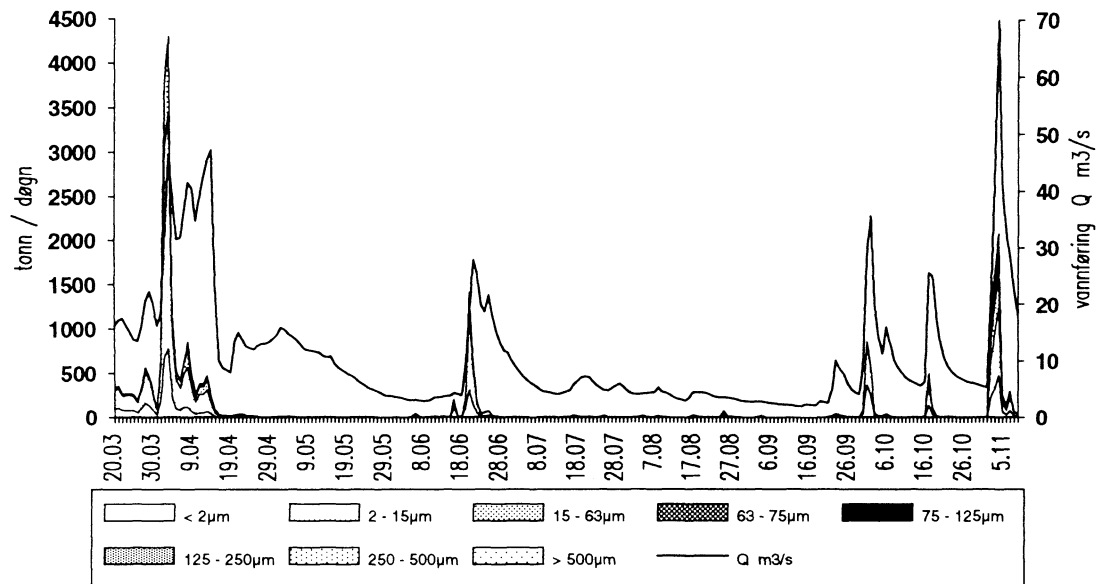


Fig.4 Suspensjonstransport for hver kornfraksjon

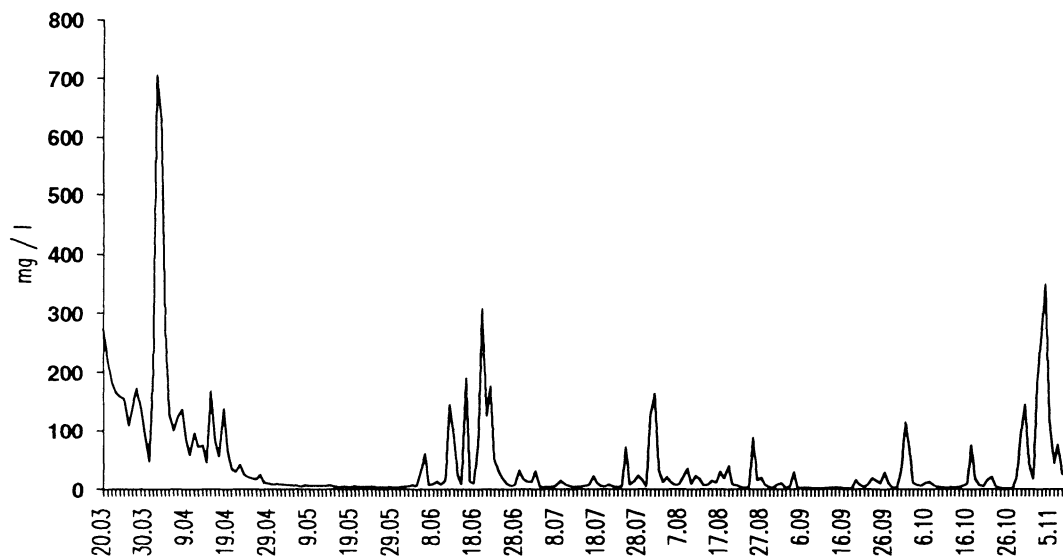


Fig.5 Døgnmiddelkonsentrasjon

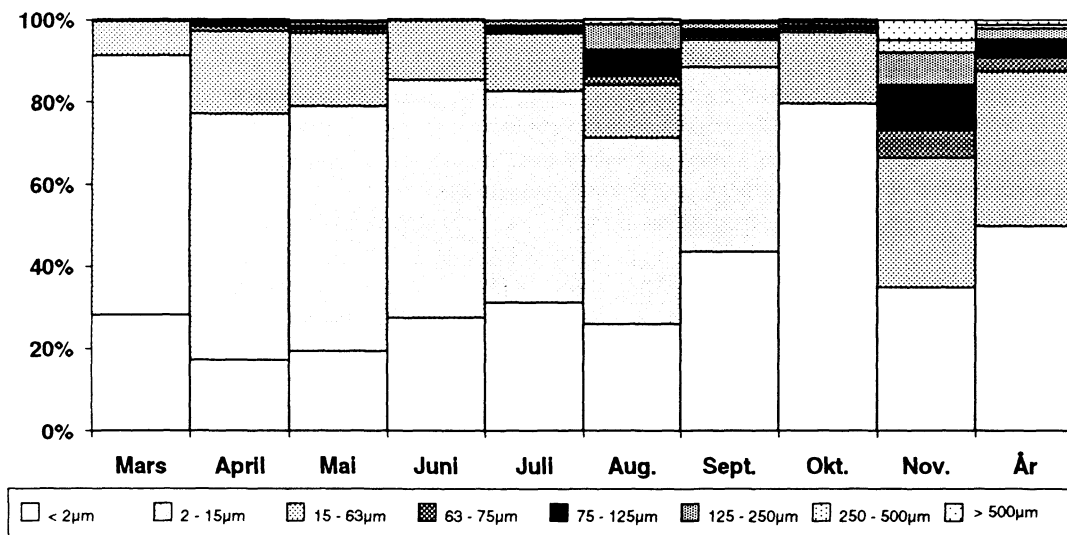


Fig.6 Månedsmiddel for suspensjonstransportens kornfordeling i vektprosent

Hydrometriske undersøkelser på Svalbard.

Lasse Petterson, seksjon Vannbalanse.

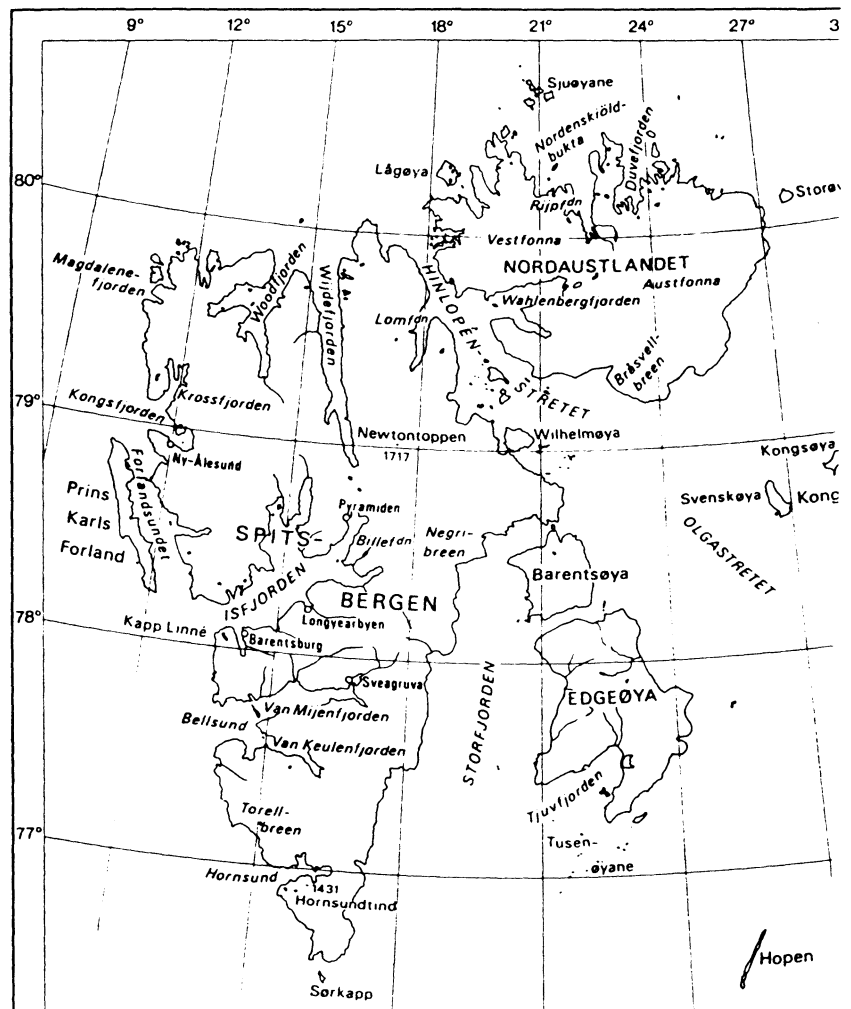
Svalbards hydrologi har lenge vært et forsømt fagområde. De undersøkelser og målinger som har vært foretatt, er det enten studenter eller utenlandske institusjoner som har stått for. Noe langsiktig måleprogram var ikke satt igang og dette forholdet ønsket man å rette på. I 1987 opprettet Norsk Hydrologisk Komite (NHK) en gruppe som skulle forberede hydrologiske undersøkelser og forskning på Svalbard. Det viktigste resultatet av gruppens arbeid var anbefalinger om å opprette hydrologiske målestasjoner på noen utpekte, velegnete steder. Kontinuerlige dataserier, i første omgang for avrenning, er det meget viktig å fremskaffe. De vil ligge til grunn både for hydrologisk forskning og for forvaltning av vannressursene på Svalbard. Det var naturlig at Hydrologisk avdeling ved Norges Vassdrags- og Energiverk etablerte målestasjonene og at avdelingen også står for driften av disse.

Det ene stedet som ble utpekt var Bayelva ved Ny-Ålesund (figur 1 og 2, side 24). Elva er både lettilgjengelig og velegnet for avrenningsmålinger. Nedbørfeltet er på drøyt 30 km² hvorav ca. 50% er bredekket. I 1988 ble det bygget en måledam i Bayelva, for å få stabile forhold i den meget sterkt sedimenttfførende og eroderende elva. I tre sesonger har avrenningen blitt observert. I tillegg er det tatt jevnlig vannprøver for å beregne sedimenttransporten i vassdraget, og en logger har registrert vanntemperaturen i elva.

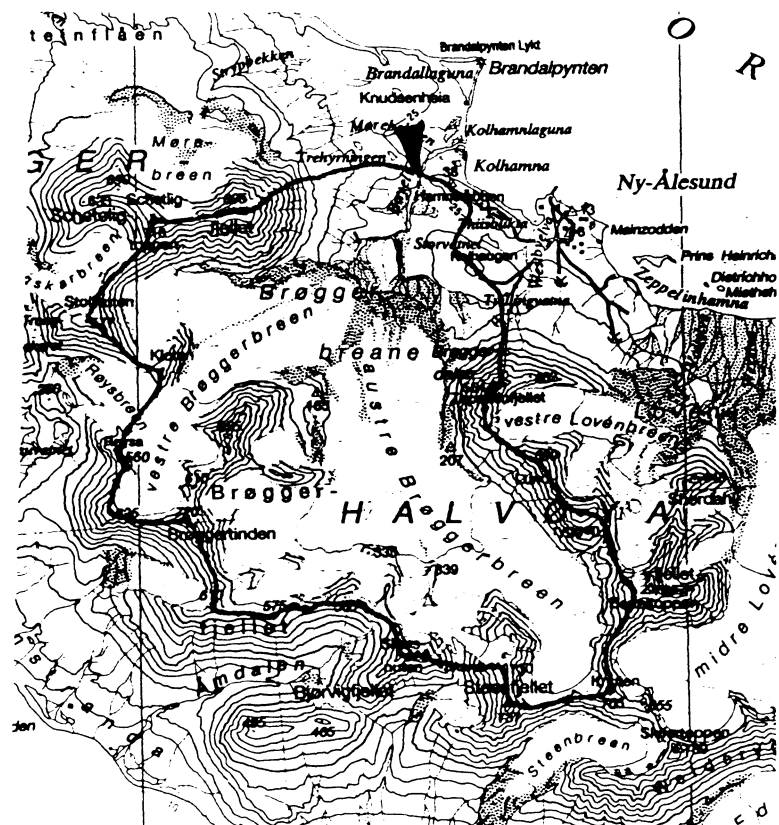
Vannføringen i Bayelva i 1991 er vist i figur 3 side 25. I vinterhalvåret, fra oktober til mai, er det ingen avrenning. Snøsmeltingen i 1991 begynte i slutten av mai, noe som er forholdsvis normalt for Ny-Ålesundområdet. På grunn av smeltevannets gjenfrysning og dempning i snølaget varte det noen dager før avrenningen gjorde seg gjeldende ved måledammen. I begynnelsen av sesongen er det snøsmeltingen fra de brefrie delene av feltet som dominerer avrenningen, mens det i juli og august er bresmeltingen som har størst betydning. I 1991 avtok avrenningen ganske brått i slutten av august. Det var lav avrenning hele september, og den stoppet opp helt i slutten av måneden. Både i 1989 og 1990 var forholdene annerledes. Det falt mye nedbør i form av regn i september, som førte til store flommer begge disse årene. Flommen i 1990 kulminerte på ca. 32 m³/s som døgnmiddel, mens høyeste flom i 1991 kun var på 11.6 m³/s. Middelvannføringen i juni-september 1991 var 2.8 m³/s eller ca. 88 l/s*km². Beregnet over hele året var den spesifikke vannføringen ca. 29 l/s*km².

Høsten 1990 ble en vannføringsstasjon satt igang i De Geerdalen, ca. 20 km nordøst for Longyearbyen (figur 4 side 25). Dette stedet ble anbefalt av NHK-gruppen spesielt på grunn av at elva her passerer en kløft og danner et fosseparti med fjellterskler. Det er sjelden å finne slike stabile profiler i elvene på Svalbard. De Geerelvas nedbørfelt ved målestasjonen er på nesten 80 km² hvorav breer utgjør 16%. Snøsmeltingen og avrenningen starter normalt noe tidligere her enn i Bayelva, på grunn av feltets sørligere beliggenhet. Det er foreløpig ikke etablert vannføringskurve for målestasjonen og avrenningen kan derfor ikke beregnes. I De Geerelva observeres også vanntemperatur, mens sedimentprøver kun tas sporadisk.

Drift av de to målestasjonene i Bayelva og De Geerelva vil utgjøre Hydrologisk avdelings hovedinnsats på Svalbard i framtida. Andre prosjekter som avdelingen vil medvirke i vil i første omgang være av mer kortvarig karakter.

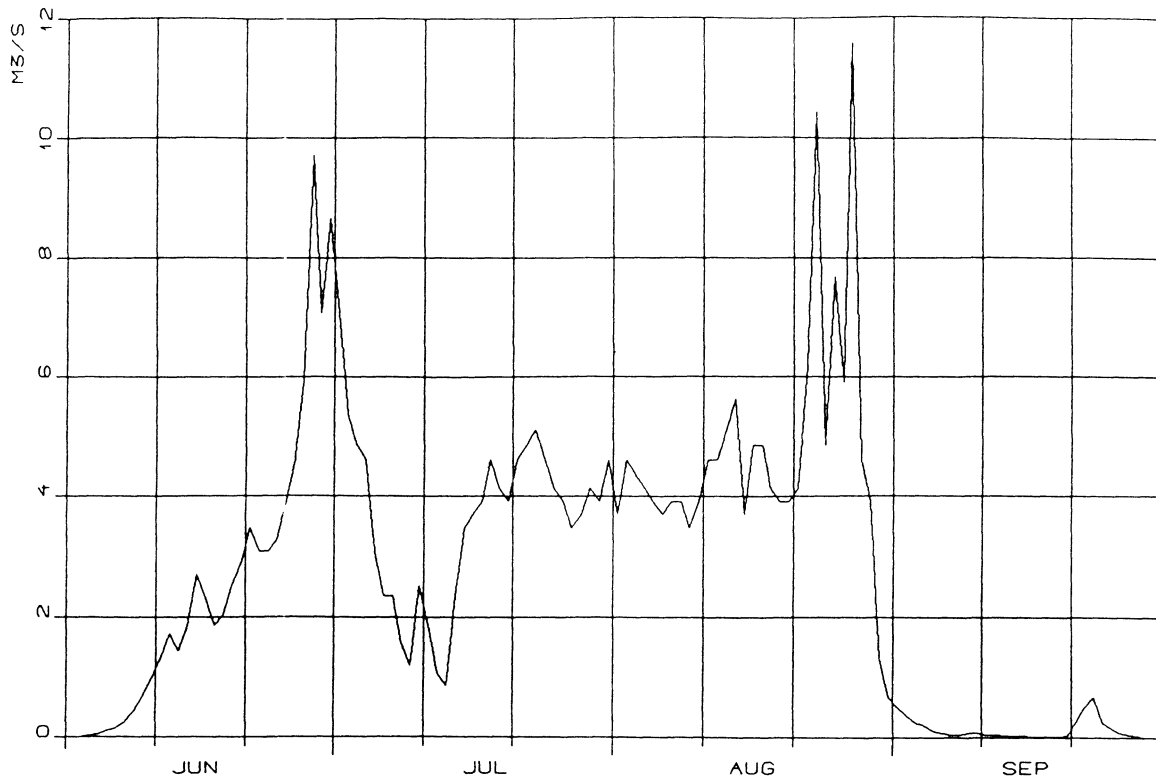


Figur 1. Kart over Svalbard

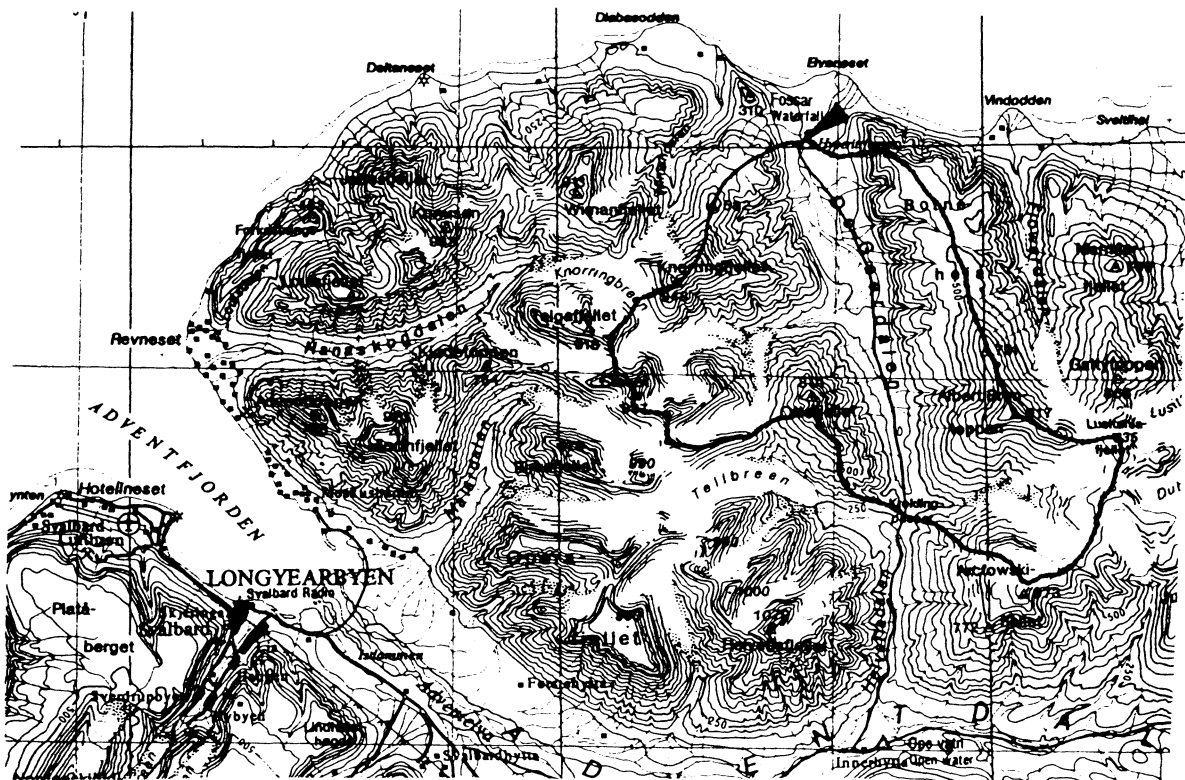


Figur 2. Nedbørfeltet til Bayelva,
1:100 000

VANNFØRINGSDATA (DØGN-VERDIER) I 1991
STASJON: 2852 - Ø BAYELVA



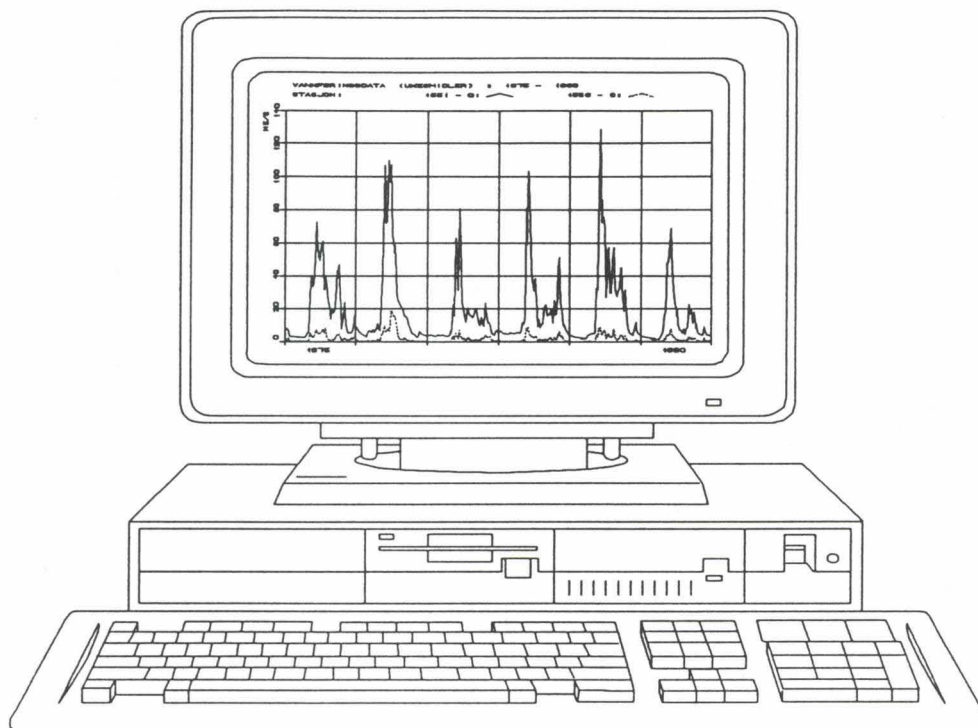
Figur 3. Vannføringen i Bayelva 1991



Figur 4. Nedbørfeltet til De Geerdalen, 1:200 000

Start-systemet:**Allsidig analyseverktøy for hydrologiske data**

Svein Taksdal, seksjon Data.



- Direkte tilgang til store mengder hydrologiske data
- Grafisk presentasjon av data og analyseresultater
- Stort utvalg av statistiske analyser og modeller
- Overføring av data til andre systemer, direkte eller via diskett
- Tilgjengelig for eksterne brukere via telenettet

START-systemet

Hydrologisk avdeling driver store landsomfattende stasjonsnett for innsamling av hydrometriske data, vanntemperatur, isdata og grunnvannsdata. Dessuten drives flere mindre stasjonsnett for innsamling av snødata, bredata, slamtransportdata og markvannsdata. For tiden har vi f.eks 840 vannføringsstasjoner og 490 vannstands/magasinstasjoner i drift.

De fleste av disse dataene ligger idag lagret i en sentral database. Eksempelvis inneholder basen nær 60000 stasjonsår med vannstandsdata. En ny base som skal dekke alle datatyper på en effektiv og fleksibel måte er under utvikling.

START-systemet består av en samling applikasjoner for framhenting, analyse og presentasjon, ialt 60 - 100. Disse er tilgjengelige for intern og ekstern bruk.

Brukeren kommuniserer med programsystemet vha brukervennlige rullemenyer og med støtte i hjelpefunksjoner.

START-systemet består av programmer for:

- dataframhenting og -overføring
- enkel datapresentasjon
- dataplotting
- kvalitetskontroll av data
- beregning av vannføringskurver
- statistiske analyser
- hydrologisk modellsimulering
- spesialprogrammer for andre data enn vannstand/vannføring

LGN - Landsomfattende grunnvannsnnett.

Heidrun Kårstein, seksjon Vannbalanse

- LGN er et samarbeidsprosjekt mellom NGU og NVE.
- LGN's formål er å skaffe tilveie kunnskap om regionale og tidsmessige variasjoner i grunnvannets mengde og beskaffenhet, og hvordan disse varierer i ulike geologiske, topografiske og klimatiske forhold.
- LGN registrerer grunnvannstand, grunnvanns-temperatur og grunnvannskjemi, samt enkelte steder snø- og teledyp.

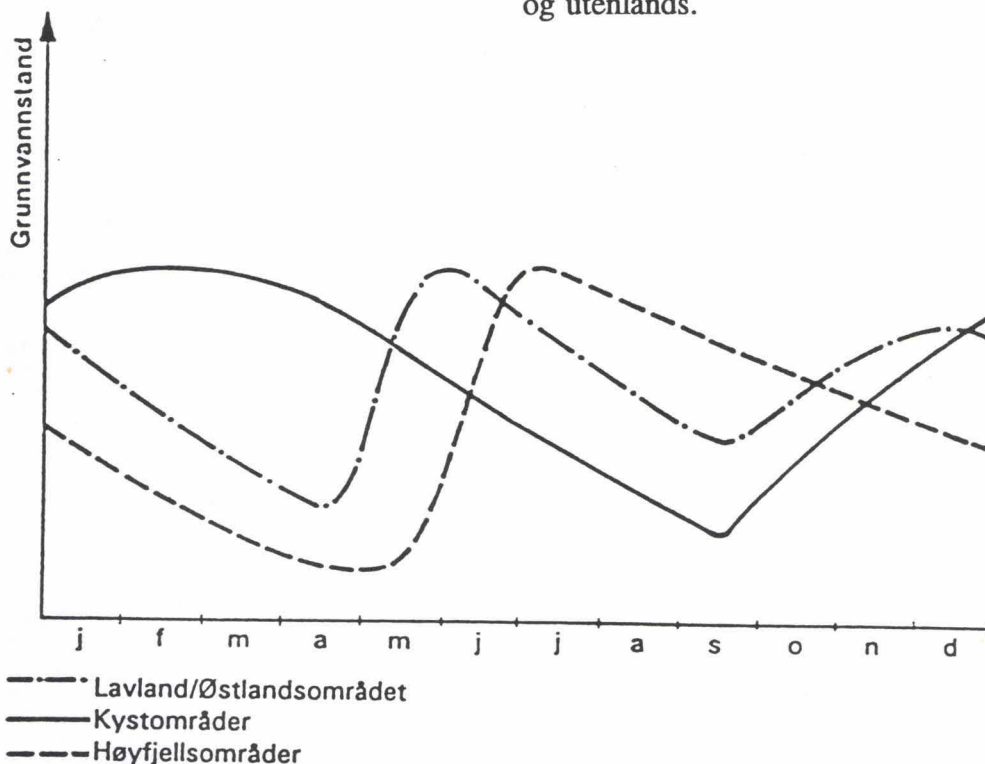


Stasjonsnettet består av vel 40 observasjonsområder.

■ Data blir brukt som referansemateriale i en rekke prosjekter, spesielt innen miljøovervåkning.

■ Data brukes også i Hydrologisk månedsoversikt utgitt av NVE-Hydrologisk avdeling.

■ Data brukes ofte i samarbeidsprosjekter både innen- og utenlands.



Karakteristiske årsvariasjoner i ulike grunnvannsregioner.
 (Kirkhusmo, NHD report no 23)

-Lavland/Østlandsområdet: To maksima, etter snøsmelting og etter høstnedbør.

-Kystområder: Mye av vinternedbøren faller som regn, slik at maksimum oppstår om vinteren.

-Høyfjellsområder: Maksimum etter snøsmelting. Avhengig av snø- og teleforhold kan en topp oppstå om høsten.

Figuren viser ulike variasjonsmønstre som reflekterer nydannelse av grunnvann under ulike nedbør- og avsmeltingsforhold.

Vannstandsvariasjonene er også forskjellige i ulike geologiske avsetninger. F.eks. kan variasjonen i morene med liten effektiv porøsitet være ca. 1-3m, mens den i bre- og elveavsetninger vil være mindre p.g.a. større effektiv porøsitet.

Flomberegning.

Steinar Myrabø, seksjon Vannbalanse.

Innledning

Flomberegninger utføres for å anslå størrelsen på vannføringer og vannstander med forskjellig gjentaksintervall. De er nyttige ved områdeplanlegging i nærheten av vassdrag og ved vurderinger av inngrep i vassdragene, der det inngår en vurdering av risiko og økonomi. De fleste flomberegningene blir benyttet til dimensjonering av dammer, bruer, kulverter og andre inngrep i vassdrag.

I forbindelse med et samarbeidsprosjekt om "Flomberegning og kulvertdimensjonering" skulle Hydrologisk avdeling, NVE arbeide med kapittelet om flomberegning, og bl.a. gi en oversikt over enkelte metoder. En av målsetningene med prosjektet var å legge grunnlag for bedre metoder for beregning av dimensjonerende flom i små nedbørfelt, og å se på datagrunnlaget. Spesielt skulle en prøve å forbedre og deretter verifisere den rasjonelle formel for små naturlige felt.

I dette innlegget blir hovedvekten lagt på en presentasjon av datagrunnlaget og en del analyseresultater for små nedbørfelt.

Dimensjonerende flom

Dimensjonerende flom (l/s) er avhengig av en rekke forhold, hvor de viktigste er :

- ▶ Klimatiske forhold
- ▶ Forekomst av tette flater og utbredelse av mettede areal (der grunnvannstanden går opp til jordoverflata).
- ▶ Feltets form, bratthet, krumning, kuperthet osv.
- ▶ Jordsmonn og vegetasjon.
- ▶ Den relative størrelsen på innsjøer, samt plasseringen av disse.
- ▶ Nedbørfeltets størrelse.

Metoder

Den sikreste metoden for flomberegning gjøres på grunnlag av målt avrenning i vassdraget. Metoden baserer seg på flomfrekvensanalyse av vannføringen ved den aktuelle målestasjonen. Når en ikke har registreringer av vannføringen i feltet og/eller velger andre metoder for flomberegning skiller en mellom små og store felt.

En må da huske på at ved økende feltstørrelse, og ellers like feltforhold, får langtidsregn og kombinasjonen regn/snøsmelting økende betydning for flomforholdene.

a) Små felt

Ved felt mindre enn 2-5 km² kan den rasjonelle formel brukes. Ved Hydrologisk avdeling i NVE pågår arbeid for videreutvikling og verifisering av formelen. Formelen baserer seg på målt nedbør.

Avrenningen (Q) er gitt ved : $Q = C \cdot i \cdot A$

der

C	=	avrenningsfaktor , dimensjonsløs
i	=	dimensjonerende nedbørintensitet , l/(s · ha)
A	=	feltareal , ha

b) Store felt

Ved felt større enn ca. 5 km² kan NVE's nedbør/avløpsmodell for flommer benyttes. Forutsetningen er at en har representative nedbørdata tilgjengelig i eller nær feltet. Modellen er tilgjengelig med retningslinjer og brukerveiledning ved henvendelse til Hydrologisk avdeling i NVE.

Flom-modellen kan, med visse modifikasjoner, benyttes i felt helt uten avløpsregistreringer. Modellen er enkel å bruke og trenger kun 4 parametre (helningsparameter, areal, effektiv sjøprosent, normalavløp). Den er spesialisert for å simulere enkeltflommer (maks. flom) og kan ikke benyttes til å simulere avløpsforholdene over lengre tidsperioder.

Datagrunnlag og beregninger

Det er et relativt begrenset antall målestasjoner for små felt her i landet. For å kunne benyttes til dimensjonering må tidsoppløsningen være bedre enn et døgn, helst også bedre enn en time.

For å verifisere den rasjonelle formelen for naturlige felt ble det benyttet data med fin tidsoppløsning fra 23 forskjellige små felt med rimelig lengde på observasjonsperioden. Stasjonene og en del sentrale feltparametre er presentert i tabell 1. Posisjonene til feltene og de benyttede nedbørstasjonene sees i figur 1.

VMNR	Stasjon	Periode (FINDA)	Eff reg år	Periode (F2)	Areal km ²	Lengde km	H m	Eff Sjø %
1162	Sørre	1952-90	29	1952-88	6.0	2.3	132	0.0
2192	Hokfossen	1969-85	17	1969-80	8.0	3.4	260	4.0
2193	Svarttjønnbekken	1969-85	17	1971-80	3.4	1.7	240	3.0
2194	Hestsjøbekken	1969-85	17	1972-80	1.8	1.8	220	0.0
1571	Skjaastad	1966-90	22	1967-87	9.7	5.1	1289	0.0
842	Ullebøelv	1982-90	8	1957-90	8.6	5.7	575	1.3
931	Herviksvatn	1985-90	5	1934-89	7.0	5.5	435	17.4
603	Kløvtveitvatn	1972-89	18	1922-90	4.3	2.3	232	21.3
1794	Hielva	1974-90	16	1974-90	9.4	6.2	1000	1.2
2205	Dyrdalsvatn	1978-89	12	1978-89	3.2	2.3	372	4.2
2307	Fønnerdalsvatn	1980-90	9	1980-90	6.8	5.0	1031	2.3
2085	Tysvær	1986-90	5	1974-90	3.0	2.6	50	20.3
1852	Saglandsvatn	1974-89	16	1971-85	1.9	1.8	186	20.3
1927	Tveitdalen	1973-89	17	1979-90	0.4	0.8	80	0.0
1829	Gravå	1970-90	16	1970-90	6.3	4.4	690	0.0
2020	Åbogtjern	1974-85	11	1973-83	1.2	1.3	218	4.0
1945	Rauåna	1972-90	13	1972-90	8.6	5.8	541	0.0
2424	Tjellingtjernbekk	1985-90	6	1981-89	1.9	2.3	257	0.1
2072	Storgama	1974-91	14	1974-91	0.6	1.4	122	5.5
2018	Skornetten	1974-89	16	1974-89	2.6	2.7	344	0.0
1128	Grosettjern	1953-90	23	1949-90	5.9	2.9	182	2.7
1687	Gryta	1967-90	23	1967-90	7.6	3.6	277	0.5
2017	Langtjørnbekk	1974-90	14	1972-90	4.9	3.1	246	5.4

Tab. 1 Felt med tilhørende feltparametre som er benyttet i analysen ; Stasjonsnummer og navn , observasjonsperiode og antall effektive registreringsår på findatabasen , observasjonsperiode på døgndatabasen , feltareal , lengde , høydeforskjell og effektiv sjøprosent.

Som en ser av tabell 1, så har en i denne analysen tatt med felt helt opp mot 10 km² for at datamaterialet skulle bli størst mulig. En legger også merke til at antall effektive registreringsår ofte er mye kortere enn observasjonsperioden. Årsaken til dette er hull i seriene for fin oppløsning. Det fører til at enkelte av flomtoppene for disse seriene mangler, mens de er rekonstruert på døgnbasis og ligger inne på databasen for døgndata.

For alle feltene har det blitt utført frekvensanalyse på årlige maksimalflommer, både for momentanverdier og døgnverdier. Momentanverdiene ble sammen med nedbørintensiteter for den mest representative nedbørstasjonen i nærheten brukt til å beregne avrenningsfaktoren (C) for ulike gjentaksintervall.

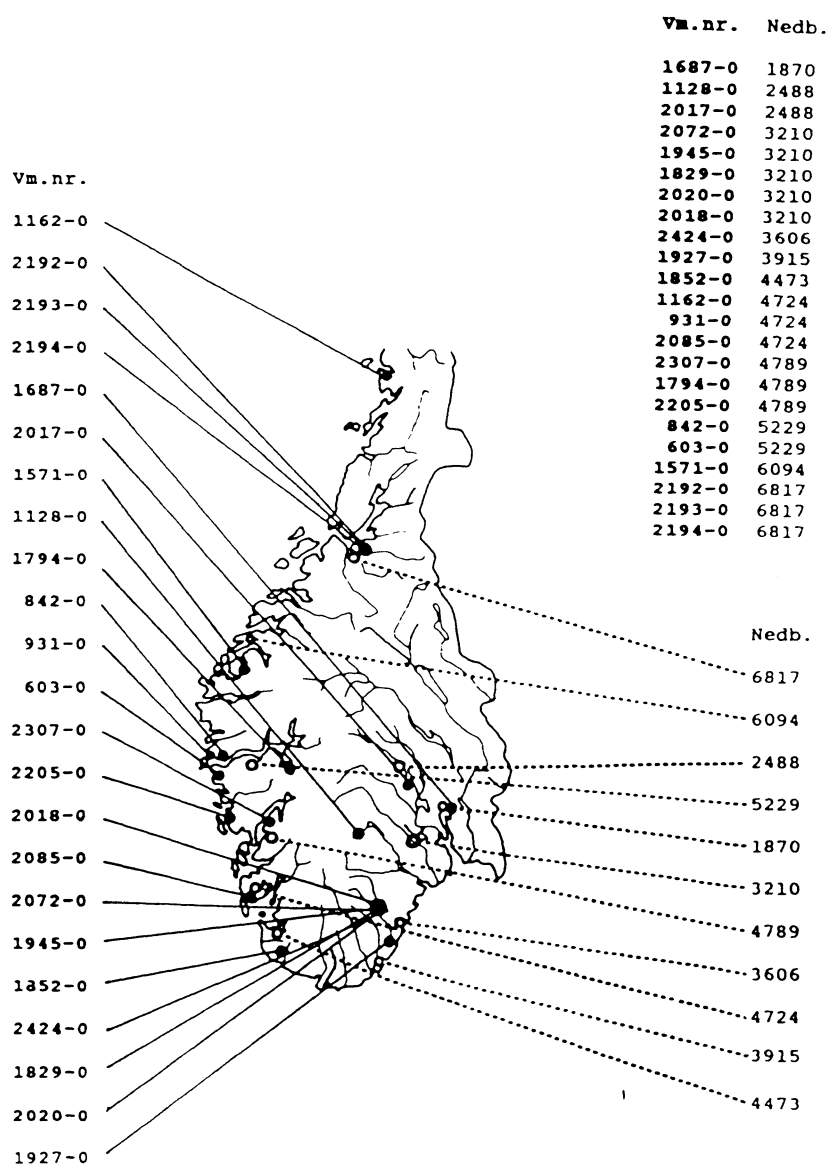


Fig. 1 Kartet viser posisjonene til avløps- og nedbørstasjonene benyttet i analysen.

Tabell 2 viser en del beregninger som ble utført. Enkelte av verdiene er noe usikre p.g.a. usikkerheten både i datamaterialet og i interpolasjonen til høye gjentaksintervall. En har dessuten benyttet ulike fordelinger ved frekvensanalysen (for best mulig tilpasning) og findataene har mange hull. Det siste fører til at en mister en del flomtopper med momentanverdier, mens en på databasen for døgndata har rekonstruert flommer der en mangler data. Observasjonsperiodene for h.h.v. findataene og døgndataene er heller ikke sammenfallende (se tabell 1), og enkelte av de største døgndagflommene kan dessuten være spissverdier i perioder med døgndaglig avlesning. Dette er lett å se spesielt for de stasjonene som får nesten lik eller større døgndagflom enn momentanflom (som Tveitdalen).

Hvis en tar hensyn til dette så bekrefter verdiene i tabellen at feltegenskapene spiller mye større rolle for størrelsen av flomvannføringer for små felt enn for store felt, spesielt når en ser på momentanverdier. Det er vanskelig å finne noe regionalt mønster og/eller bare avhengighet av areal. Dette har nok sin årsak i at feltparametrene og betydningen av de ulike avløpsprosessene varierer fra felt til felt. Variasjonene i feltforhold, som fører til mettet overflateavrenning under flomsituasjoner er trolig av overordnet betydning.

Utenom de feltene som er benyttet her eksisterer det også flere stasjoner for små felt, med muligheter for fin tidsoppløsning på dataene (se figur 2). Dataene for disse feltene ligger enten ubehandlet på limnigrafskjema eller observasjonsperioden er for kort til at den kan brukes til analyser.

I tillegg eksisterer det også data fra små felt hos universitet, høyskoler, forskningsinstitusjoner og kommuner.

VMNR	Qmi l/s·km ²	Qmm l/s·km ²	Qmd l/s·km ²	QMm l/s·km ²	QMd l/s·km ²	QMm/Qd	Q50m/Qmm
1162	42	1208	547	4714	2233	2.1	2.6
2192	28	449	294	864	413	2.9	2.4
2193	26	609	285	1351	382	16.6	2.2
2194	30	889	383	1436	500	11.6	2.1
1571	70	594	299	1107	412	3.0	2.0
842	90	1615	1257	1783	2941	2.5	1.4
931	60	265	229	364	343	1.1	1.5
603	141	521	453	621	582	1.1	1.5
1794	64	1434	646	2097	6010	9.4	2.4
2205	122	2137	1178	2885	1656	2.5	1.6
2307	145	1842	1050	3463	1470	4.5	2.3
2085	35	216	200	257	299	1.1	1.5
1852	39	209	195	346	294	1.2	2.1
1927	36	1828	2350	3450	3000	1.2	2.1
1829	20	249	178	460	270	1.7	2.0
2020	28	523	358	788	500	1.7	2.4
1945	23	643	291	1053	442	2.3	2.2
2424	32	843	521	1878	684	1.9	2.7
2072	28	614	417	1648	667	1.9	1.9
2018	26	842	400	1190	538	2.5	1.5
1128	22	295	275	549	542	1.4	2.1
1687	18	260	186	773	368	2.1	2.6
2017	20	181	61	243	286	1.1	1.4

Tab. 2 Forskjellige vannføringsverdier for de enkelte feltene.

Qmi er middelvannføringen, Qmm er momentanverdi for middelflom, Qmd er døgndagverdi for middelflom, QMm og QMd er maksimalt registrerte momentan- og døgndagverdi, Qd er døgndagverdi for den maksimale momentanflommen og Q50m er momentanverdi for 50 år's flom.

Urbanstasjoner er heller ikke tatt med i denne analysen. Det eksisterer en god del av dem "spredt" rundt i landet hvor det er muligheter å få data fra. Data fra de fleste stasjonene finnes imidlertid hos Hydrologisk avdeling i NVE (se figur 3).

Til f.eks. flomberegninger og for senere bearbeiding av den rasjonelle formelen, kan en sannsynligvis fremskaffe data for de fleste av disse feltene.

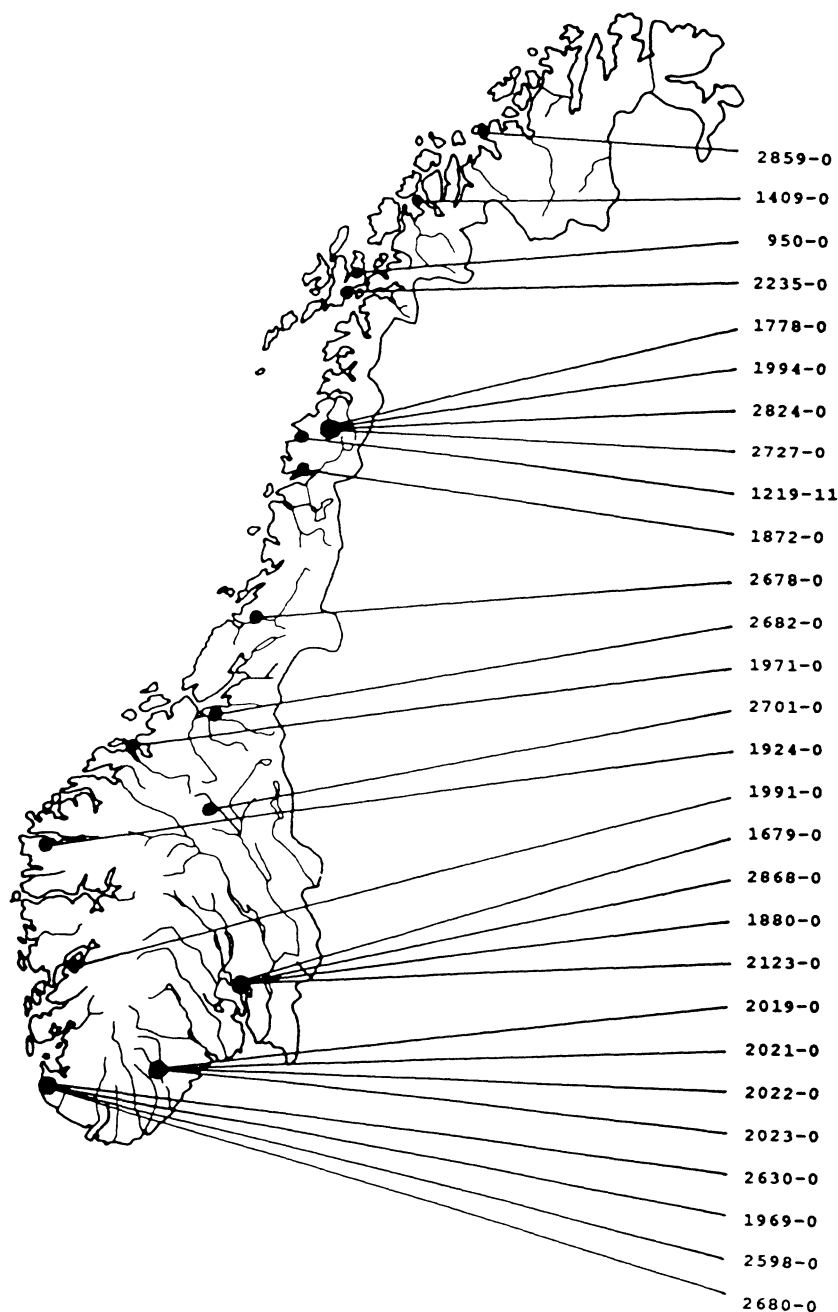


Fig 2. Andre små felt med avløpsdata i NVE's arkiver som ikke er med i denne analysen.

Konklusjon : En nødvendig forutsetning for å forbedre flomberegninger og andre analyse-resultat i små nedbørfelt er at datagrunnlaget forbedres. Det må satses mer på avløps-registreringer og analyser av data fra denne typen felt. En må fremskaffe flere , lengre og bedre serier , og helst ha samtidige registreringer av nedbør og avløp på hver enkelt stasjon.

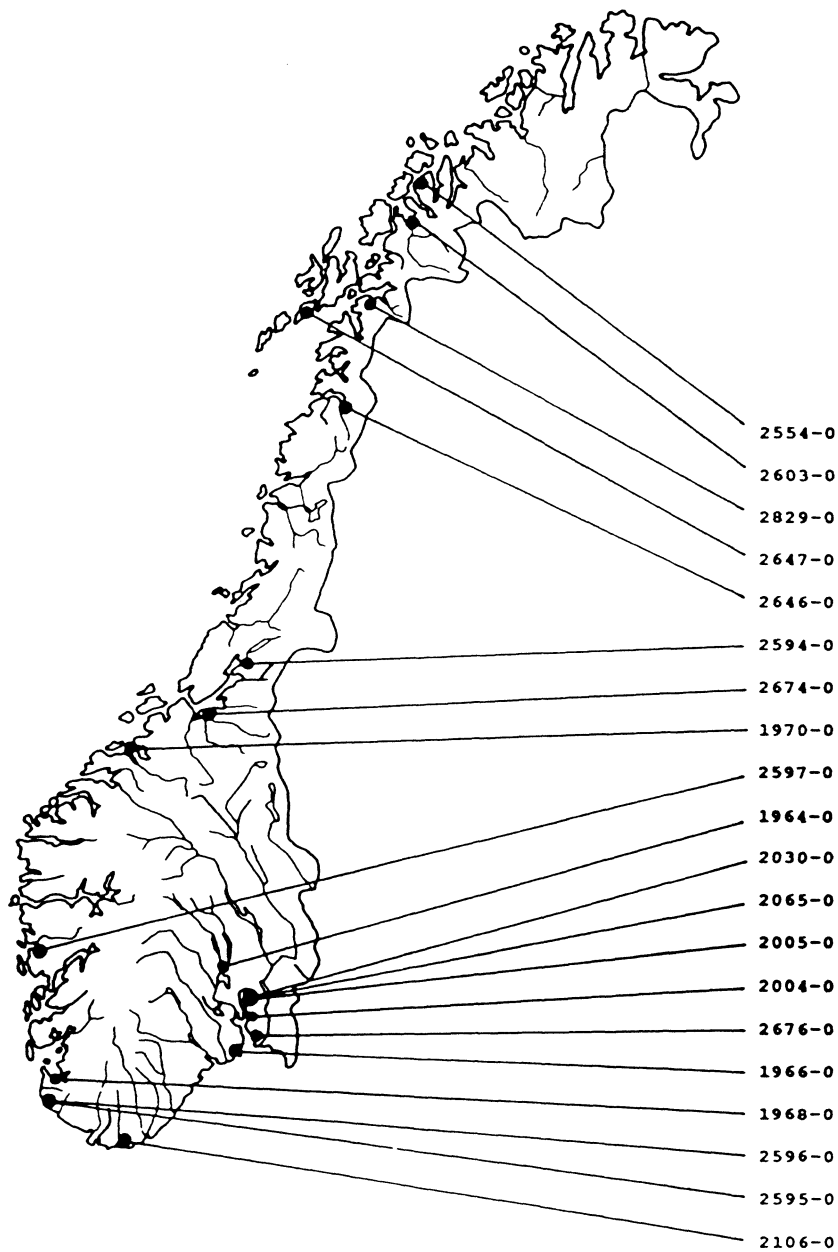


Fig. 3 Urbanhydrologiske stasjoner med data i NVE's arkiver.

Måling av bretykkelse med radar.

Mike Kennett og Tron Laumann, seksjon Bre og snø.

Temaartikkelen denne måneden beskriver radar, og hvordan radar benyttes til å måle bretykkelse. Til slutt forteller vi om et helt nytt radarsystem utviklet på HB for bruk fra helikopter.

HB anskaffet en breradar i 1981 og har siden fått mye erfaring med radarmålinger. Radaren har blitt brukt til kartlegging av istykkelse på en rekke norske breer, bl.a. Jostedalsbreen og Svartisen.

Radar brukes i mange sammenheng, f.eks. flyovervåkning, havovervåkning fra satellitt, måling av nedbør intensitet og analyse av løsmasser. Det sistnevnte er emnet for en senere temaartikkel. En radar består av en sender og mottaker, hver med sin antenne. En kraftig elektromagnetisk puls fra senderantennen treffer flater eller objekter og reflekteres tilbake til mottakeren. Ved analyse av de motatte signalene får man informasjon om reflektorer som kan være langt unna eller forholdsvis utilgjengelig (f.eks. månen eller brebunnen).

Breradar kan brukes til å studere bl.a. ruhet i brebunnen, plassering av vannkanaler og ishastighet, men den brukes vanligvis til istykkelsesmålinger. Istykkelse måles på samme måte som vanddyp måles med ekkolodd. Brebunnen reflekterer pulsen, og tiden fra en puls sendes ut til det reflekterte signalet mottas, gir et mål på bretykkelsen.

Bretykkelse er av interesse for mange. Den trengs for å beregne feltgrenser på platåbreer, plassering av vannveier under breer, og fjelloverdekning for eventuelle tunneller under breer. Den er også en vesentlig parameter i HB's datamodeller av brebevegelse. Målinger utført av HB på Jostedalsbreen er blitt brukt til å lage den siste attraksjonen på Brebreen i Fjærland - en plastmodell av området rundt Jostedalsbreen, der "breen" kan løftes hydraulisk for at folk kan se topografien under breen.

Is og snø som smelter på breens overflate danner vannkanaler i breen, og disse svekke radarsignalene. Ved å bruke lave frekvenser og lange antenner (ca. 15 m) kan likevel istykkelse måles med god nøyatighet. Radaren og antennene dras vanligvis over breoverflaten med snøscooter. Teknikken fungerer meget bra på breplatåene, og istykkelser opptil 600 m er blitt målt (på Svartisen). Selv om istykkelsen på brearmene sjelden er større enn 300 m, har målinger på brearmene ofte vært vanskelig å utføre pga. sprekker og en bratt isoverflate.

I samarbeid med Statkraft satte HB igang med utvikling av et helikopterbåret radarsystem i 1990. Istykkelsesmålinger fra helikopter har ikke vært gjort tidligere. Statkraft var spesielt interessert i istykkelsesmålinger på Engabreen, en brearm av Svartisen, i forbindelse med bygging av et vanninntak under denne breen.

De to 15 m lange antennene er for lange til å kunne monteres på helikopteret. Forsøk med kortere antenner førte ikke frem. Med hjelp fra helikopterfirmaet A/S Lufttransport fant vi i 1991 en løsning der antennene henger på en spesiell mast 20 m under helikopteret (Fig. 1). Istykkelser opptil 190 m ble målt på Engabreen med systemet i 1991.

Parallelt med utvikling av antennesystemet er radar-elektronikken oppgradert til et digitalt system der radardataene lagres på PC. Etter den siste utviklingen av radarmottakeren klarte vi å måle opptil 330 m istykkelse i april 1992, også på Engabreen. Fig. 2 viser et eksempel på et radarprofil. HB har planer om videre utvikling av radaren fremover for å kunne måle enda tykkere is.

Dette systemet gir oss muligheten til å måle istykkelser på steder som tidligere har vært utilgjengelig for radarmålinger. Det er også raskere og mer effektivt enn bakke-baserte systemer

og kan brukes uansett snøforholdene på breen (i motsetning til målinger med snøscooter). Den eneste begrensningen nå er været. Det har vi foreløpig ikke kontroll over.

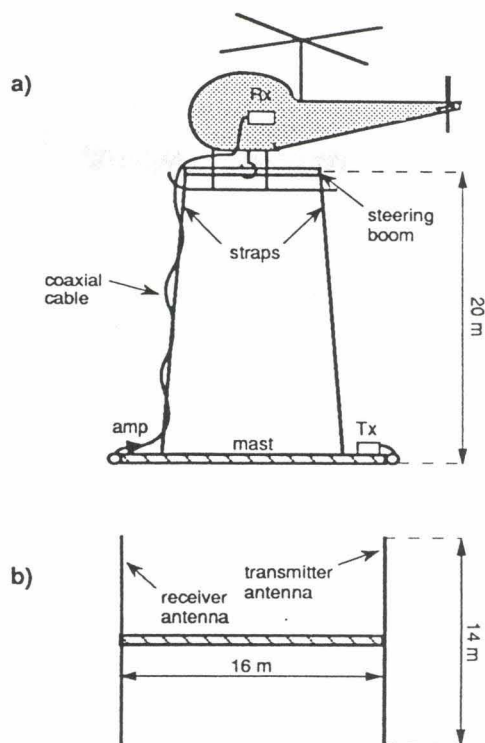


Fig. 1. Antennesystemet: a) fra side, b) fra ovenfor. Tx - sender, Rx - mottaker, amp - forsterker.

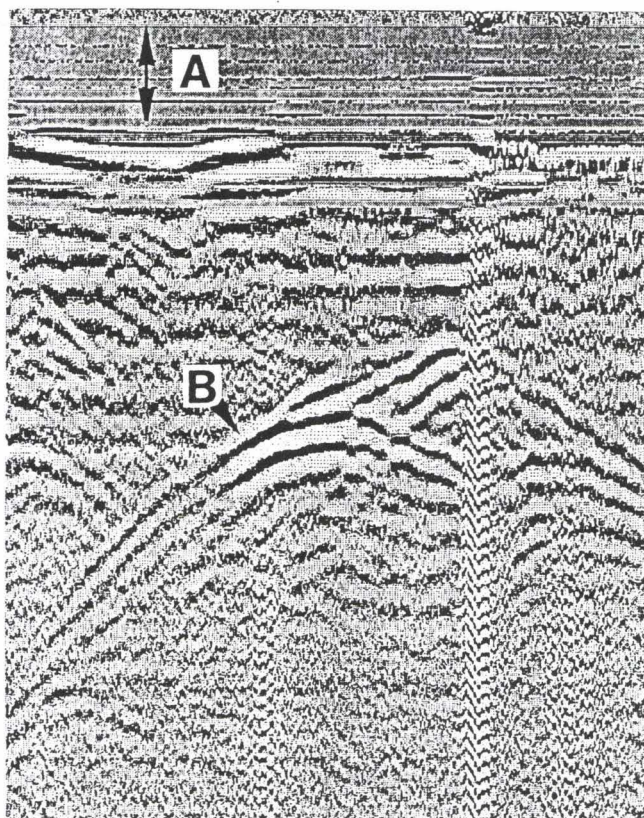


Fig. 2. Et eksempel på et radarprofil fra Engabreen. Bredden på figuren tilsvarer ca. 800 m langs profilet, og høyden ca. 320 m istykkelse. Refleksen fra isoverflaten er skjult av pulsen som går direkte fra senderantennen til mottakerantennen (A), mens bunnrefleksen (B) er tydelig.

Fascinerende utsikt under bakken

Nils-Otto Kitterød, seksjon Vannbalanse .

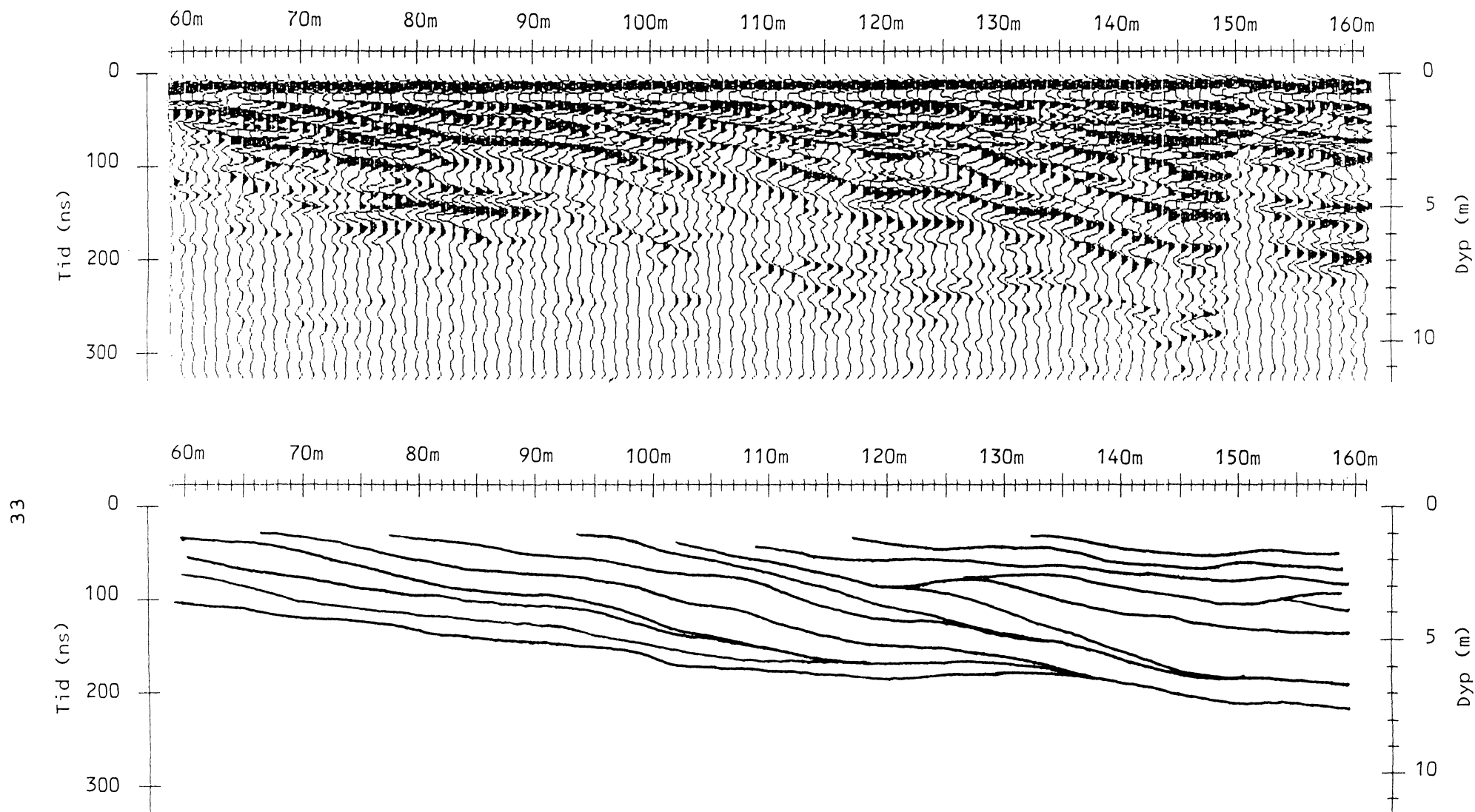
Forrige måned dreide temaartikkelen seg om målinger av bretykkelse med radar. Denne temaartikkelen tar for seg et annet anvendelsesområde for radarteknikken, nemlig kartlegging av geologiske strukturer under bakken, og som dataeksempelet nedenfor viser kan "utsikten" være meget fascinerende.

Først litt om hvorfor det er nødvendig med instrumenter som kan "se" under markoverflaten. Vi i Norge har lenge vært bortskjemt med rikelige mengder rent vann. Dessverre trues stadig mer av vårt overflatevann av forurensning. Svært mange vannverk i Norge tilfredsstiller ikke de hygieniske krav. Det antas at ca. 1. million nordmenn ikke har tilfredsstillende drikkevann. Mange kommuner må derfor ta drikkevannsforsyningen opp til ny vurdering. Dette har ført til økt oppmerksomhet om grunnvann som alternativ vannkilde. Samtidig hører vi stadig om tilfeller hvor grunnvannet står i fare for å bli forurenset, eller i verste fall allerede er ødelagt som drikkevannsressurs.

Under markoverflaten skjer all forurensningstransport av betydning via vann. Hvis man er i stand til å beskrive vannets bevegelse, kan man også forutsi hvordan en forurensning vil spre seg utover i undergrunnen. Hvis forholdene under bakken hadde vært ensartede, ville dette vært en relativt enkel oppgave. Alle som har lekt i en sandkasse, eller tatt et spadetak i hagen, vet at jordsmonnet i Norge langtifra er ensartet. Overalt finner vi større eller mindre inhomogeniteter. Disse "uregelmessighetene" i geologien viser seg å være av aller største betydning for spredning av forurensning. Og det er nettopp i denne sammenhengen georadaren viser seg å være en meget interessant teknikk. Dersom forholdene tillater det - georadaren har selvsagt også sine begrensinger - kan man se inhomogeniteter i undergrunnen som kan ha avgjørende betydning for vanntransporten.

I korte trekk består teknikken i å sende ut radar bølger med frekvenser i MHz området (NVE har i sine prosjekter benyttet frekvenser fra 50 - 200 MHz). Disse bølgende forplanter seg i undergrunnen med hastigheter fra 0.13 - 0.05 m/ns ($1\text{ ns} = 10^{-9}\text{s}$). Reflekser fra inhomogeniteter i undergrunnen registreres av en mottakerantenne. Spesielt interesserte anbefales å ta kontakt med Norges Geologiske Undersøkelse og bestille NGU-rapport 91.270 (pris kr. 200,-), hvor teknikken er omtalt nærmere.

Dataeksempelet nedenfor er hentet fra et sandtak på Øvre Romerike. En av hensiktene med profilering i sandtaket var å undersøke hvor nøyaktig vi kunne kartlegge sedimentære strukturer ved hjelp av georadar. Under nedsmeltingen etter siste istid (for ca. 10 000 år siden) var det et mektig deltasystem i området på Øvre Romerike. Dataeksempelet viser et utsnitt gjennom dette deltaet slik det framstår i dag. For geologisk interesserte framstår tydelig skrå-lagene i deltaet. Dette viser hvilken vei deltaet har bygd seg ut. Spesielt interessant er de tydelige storskala bølgeformene i skrålagene. Det er foreløpig ikke klart for oss hva disse "bølgene" skyldes, men forklaringen kan muligens være setninger i sedimentet etter at skrålagene var avsatt.



Utsnitt av georadarprofil fra bunnen av et grustak på Øvre Romerike mai 1992 (Franzefoss-sør, Grefsrud avd. Vilberg). Georadaren (Pulse Ekko IV, Sensors and Software Inc. Canada) har senderstyrke på 400 V og i dette profilet ble antenner med senterfrekvens på 50 MHz benyttet. I dybdekonverteringen er det antatt en hastighet på 0.07 m/ns. Med frekvenser på 50 MHz kan man skille mellom lag som har en tykkelse på ca. 50 cm i umettet sone og ca. 25 cm i mettet sone. Dette eksempelet viser geometrien i skrålagene og hvor komplisert avsetningen er i dette området.

Konsesjonspålegg vedrørende hydrologiske undersøkelser

Sverre Krog, seksjon Hydrometri.

Grunnlaget for påleggene

Alle konsesjoner vedrørende vassdragsreguleringer inneholder et punkt om hydrologiske observasjoner. Formuleringen er vanligvis denne:

"Reguleringsanleggenes eier skal etter nærmere bestemmelse av Olje- og energidepartementet utføre de hydrologiske observasjoner som i det offentlige interesse finnes påkrevet og stille det innvunne materiale til disposisjon for det offentlige."

Dette er ingen ny bestemmelse. Selv om ordlyden kan ha endret seg noe gjennom årene har punktet hatt sin faste plass i konsesjonsdokumentet gjennom praktisk talt hele vår kraftutbyggingshistorie.

Hydrologisk avdeling ved NVE (tidligere Kanalvesenet) har hele dette hundreår drevet hydrologiske undersøkelser, hovedsakelig avløpsmålinger, som et ledd i kartlegging av våre vannressurser. Når et vassdrag utbygges er det imidlertid vanlig at regulanten overtar ansvaret for disse undersøkelser i det området som berøres av utbyggingen. For å få et enhetlig preg over undersøkelsenes omfang er det naturlig nok det offentlige som har det avgjørende ord. Olje- og energidepartementet har følgelig bemyndiget NVE, Hydrologisk avdeling, til å utferdige påleggene om hydrologiske undersøkelser.

Hva omfatter påleggene?

I tidligere tider omfattet påleggene nesten utelukkende stasjoner for måling av vassføring ulike steder i det utbygde felt, samt vannstandsobservasjoner i reguleringsmagasinene. Etterhvert er det blitt nødvendig å føye til noen flere typer målinger. Av disse kan følgende nevnes:

- a) Vanntemperaturmålinger (av stor betydning for fiske, isforhold, frostrøyk m.m).
- b) Grunnvannsmålinger (endringer p.g.a. reguleringer kan ha innvirkning på jordbruk, vannforsyning m.m.).
- c) Snømålinger (snømengden har avgjørende betydning for kraftverkenes tilsig i smeltesesongen).
- d) Breundersøkelser (i felter med bre har breenes avsmelting og massebalanse stor betydning for kraftverkenes tilsig).
- e) Måling av erosjon og sedimenttransport (dette er et spesielt aktuelt tema i områder med bre).

Saksgangen ved utarbeidelse av pålegg

Når et nytt pålegg skal gis benyttes følgende saksgang:

- a) Hydrologisk avdeling utarbeider etter beste skjønn et balansert forslag til pålegg, der de aktuelle typer undersøkelser blir vurdert.
- b) Forslaget sendes regulanten, som gis en rimelig tidsfrist til bemerkninger.
- c) Dersom en av partene ønsker det, foretas en befaring i utbyggingsområdet der ulike sider ved forslaget kan diskuteres.
- d) Regulantens kommentarer vurderes av Hydrologisk avdeling. Eventuelle uavklarte spørsmål og punkter det er uenighet om diskuteres mellom partene.
- e) Hydrologisk avdeling utarbeider det endelige pålegg og sender regulanten.
- f) Regulanten har, ifølge Forvaltningsloven, rett til å påklage avgjørelsen. Klageinstans er Olje- og energidepartementet, og klagefristen er 3 uker fra pålegget er mottatt.

Hvem skal utføre undersøkelsene?

Det er som nevnt Hydrologisk avdeling ved NVE som avgjør hvilke hydrologiske undersøkelser som skal utføres. På den annen side er det regulanten selv som bestemmer hvorvidt han vil gjøre arbeidet selv eller sette dette bort til andre. I siste tilfelle er det vanlig at Hydrologisk avdeling, som sitter inne med faglig ekspertise på de ulike områder, og som driver utstrakt oppdragsvirksomhet, blir bedt om å påta seg oppgaven.

Velger regulanten å utføre undersøkelsene selv, oppstår det imidlertid et kontrollbehov. Denne kontroll er NVE pålagt å utøve. Følgelig kan regulanten ikke, om han måtte ønske det, fri seg fra å få sitt arbeid kontrollert og vurdert.

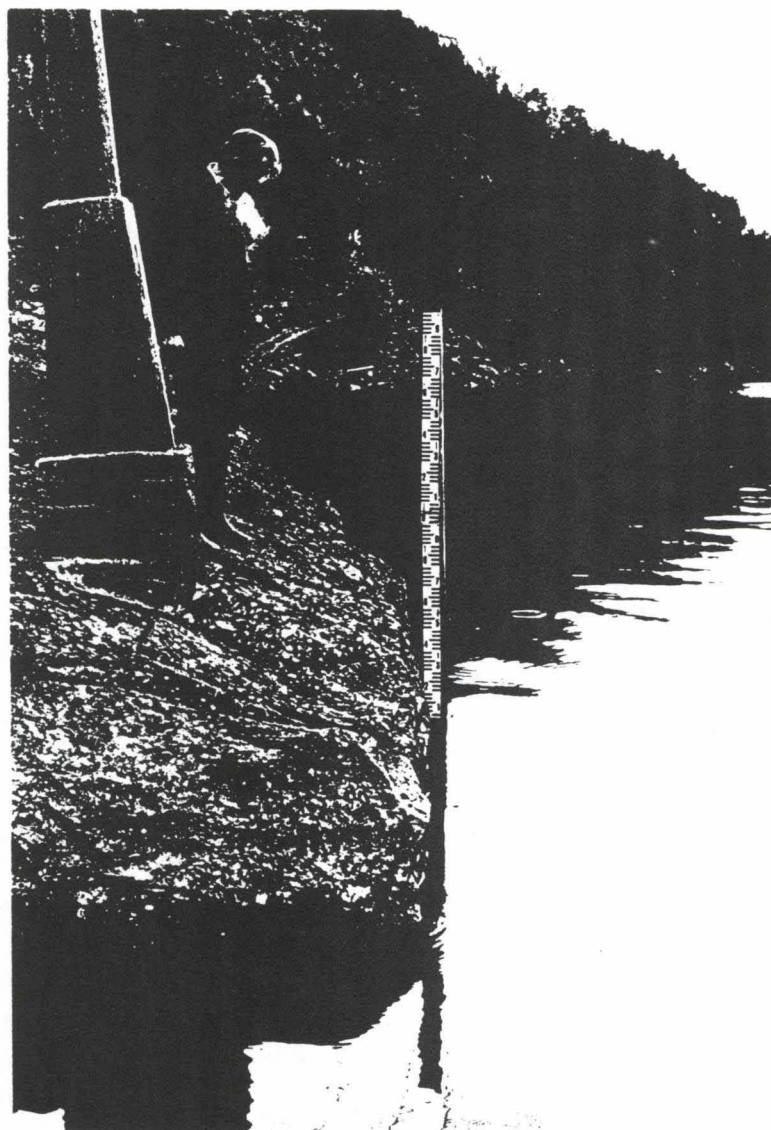
Hvor ofte Hydrologisk avdeling bør foreta kontroll av regulantens målestasjoner og arbeid avhenger av mange forhold. En hovedregel er imidlertid at kontrollene må foretas så hyppig at en sikrer at de innsamlede hydrologiske data har en kvalitet i samsvar med godkjente standarder.

Utgifter forbundet med kontrollarbeidet belastes konsesjonæren.

Fremtidsplaner

Alle regulanter skal motta et skriftlig pålegg om hydrologiske undersøkelser kort tid etter at konsesjon er gitt. Imidlertid er dette, beklagelig nok, et felt der Hydrologisk avdeling, i en tid med omfattende kraftutbygging, er blitt hengende noe etter. Resultatet er at enkelte regulanter fortsatt venter på sitt skriftlige pålegg. Dette er en situasjon som er lite tilfredsstillende for begge parter.

Avdelingen har nå satt seg som mål å ta det forsømte igjen i løpet av de nærmeste tre årene. Klarer avdelingen denne oppgave, vil alle regulanter ha fått sitt konsesjonspålegg i skriftlig form i løpet av denne periode.



NVE blir temasenter for ferskvannssektoen.

av Svein Homstvedt, Seksjon Miljøhydrologi.

Miljøverndepartementet ønsker å organisere miljøinformasjonsvirksomhet i Norge på en annen måte enn tidligere. En utpekt samordningsmyndighet skal stå for generelle retningslinjer og strategier for all informasjonsvirksomhet, mens ca. 10 tunge informasjonsprodusenter skal få en koordinerende rolle innenfor sine fagfelt. NVE er utpekt til temasenter for ferskvannssektoen, og denne sektoen er tenkt som en spydspiss for samordningsarbeidet. Dette gir NVE både ansvar og nye muligheter.

Bakgrunn

Miljøverndepartementet har tatt skritt for å samordne miljøinformasjonen, gjennom å opprette såkalte temasentre som skal ivareta faglige oppgaver innenfor sin "sektor". Initiativet til dette ble tatt våren 1992, etter en lengre modningstid innenfor Departementet. Bakgrunnen for opplegget er erkjennelsen av at det gjøres mye godt arbeid i de enkelte institusjoner, som hver for seg kan bidra til å styrke vår erkjennelse om miljøet, men som blir erkjennelse på et fragmentarisk nivå, fordi databehandling og informasjonsarbeidet er alt for lite koordinert.

I tillegg blir det kostbart for samfunnet: Statsbudsjettets grønne bok viser at det hvert år brukes over 1 milliard kroner til informasjonsinnsamling og håndtering, og at disse midlene gjennom samordningstiltak kunne vært nyttet atskillig mer effektivt.

Ekstern organisasjonsmodell

Departementet tenker seg en organisasjonsmodell for samordningsarbeidet med 4 nivåer:

1. **Miljøverndepartementet.** Departementet skal være toppen eller kjernen i systemet, stå for overordnede retningslinjer og utøve en slags styringsfunksjon for arbeidet.
2. **En utpekt samordningsmyndighet.** Dette vil være en organisasjon på direktoratsnivå, som skal stå for utøvelsen av samordningsarbeidet og formidle Departementets tanker og strategier. I perioden 1988-92 har denne myndigheten vært utøvet gjennom MISAM-programmet, som administreres fra Statens kartverk. Programperioden er nylig forlenget til ut 1993.
3. **Temasentrene.** Dette vil fortrinnsvis være "tunge" fagorgan på direktoratsnivå, som har tilstrekkelig faglig prestisje og bredde til å stå for den konkrete, samordnende virksomheten i hverdagsarbeidet. Det er foreløpig gjort avtale med følgende temasentre for de opplistede fagområdene:

DN	Økologi og biologi	SK	Generell kartlegging
SFT	Forurensing	RA	Kultur- og fornimner
NVE	Ferskvann	Jordforsk	Jordbruk
NGU	Geologi	NIJOS	Skogbruk
SSB	Miljøstatistikk		

NILU og HOV-senteret er aktuelle som temasentre for henholdsvis luft og hav.

Det er sannsynlig at det kan bli endringer i ansvarsforholdene for noen av aktørene. Stikkordlista viser en blanding av forvaltningsområdene, med store "gråsoner" mellom aktørene. Det er også verdt å merke seg at viktige miljøpolitiske elementer som spørsmål knyttet til energi eller samferdsel ikke er med, annet enn indirekte gjennom f.eks. de forurensingseffekter dette skaper.

4. **Produsentene.** Dette er informasjonsproduserende, store og små institusjoner. Produsentene vil være av varierende størrelse og eierform, og ha forskjellige oppgaver i samfunnet. Så vidt forskjellige institusjoner som NIBR, Fylkesmannens miljøvernavdelinger, Vegdirektoratet, Glommens og Laagens brukseierforening og Rogalandsforskning kan betraktes som produsenter av miljøinformasjon. Temasentrene er også produsenter av miljøinformasjon.

Initiativet til å danne faglige temasentre markerer en utvidelse av Miljøverndepartementets "konserntenkning", som i flere sammenhenger hittil har begrenset seg til de institusjoner der departementet har hatt direkte instruksjonsmyndighet. De avtalefestede forholdene gjelder temasentre som også er underlagt andre departementer; Olje- og energidepartementet, Næringsdepartementet, Landbruksdepartementet og Finansdepartementet.

Temasentrenes ansvarsområde

Departementet har tilkjennegitt følgende ansvarsområde for temasentrene:

- * Avklare faglige ansvarsområder. Utarbeide en handlingsplan for disse.
- * Koordinere informasjonsarbeidet med andre temasentre innenfor miljøinformasjonsverdenen.
- * Fastsette aktører innenfor temasenterets ansvarsområde.
- * Forsøke å koordinere arbeid innenfor datainnsamling og informasjonslagring i sin sektor.
- * Utforme standarder og retningslinjer for miljøområdet innenfor sektoren, og sørge for at disse får fotfeste innenfor de aktuelle produsentene.
- * Dersom det vedtas en referansetjeneste for miljøinformasjon; bistå med faglige og administrative oppgaver slik at informasjonsflyten mellom aktørene blir så god som mulig.
- * Arbeide med å utvikle og befestе en fagterminologi og en tesaurus for fagområdene.
- * Etablere og drive et samarbeidsorgan for faglige spørsmål innen samordningsprogrammet.

Oppgavene som er gitt fra Miljøverndepartementet, er runde i formen, og det er opp til de enkelte temasentrene å utforme operasjonelle tiltak som kan styrke miljøarbeidet.

Vannsektoren som spydspiss

Det er imidlertid erkjent at det er både urealistisk og faglig uheldig å forsøke å gjennomføre en omfattende samordning for alle miljøsektorer på en gang. Man ser det derfor som ønskelig å utprøve samordningsfilosofien på ferskvannsektoren i første omgang, og deretter foreta en trinnvis innføring av samordningen innenfor andre sektorer. Årsaken til at akkurat ferskvannssektoren velges, ligger i flere forhold, det faller for langt å gjengi dette her.

Muligheter og krav

Det har tidligere vært gjort flere hel- og halvhjertede forsøk på å samordne og strukturere miljøinformasjon, spesielt vassdragsinformasjon. Status for miljøinformasjonsarbeidet viser at de ikke har hatt suksess.

Det ligger imidlertid en større organisatorisk tyngde bak de bestrebelser som nå gjøres for å strukturere miljøinformasjonsvirksomhet. Det utarbeides etableringsplaner, med mål, milepæler og ressurstilgang knyttet til tjenesten. Dette gir større muligheter for temasentrene til å utøve praktisk samordning med autoritet, men vil også kreve konkret oppfølging og egeninnsats fra temasentrene. NVE vil på sin side utarbeide planer for hvordan dette ansvaret skal utøves. Vi vil skille mellom interne oppgaver, som går på opprydding og bedre strukturering av datatilfanget i NVE, og eksterne oppgaver, som skisserer hvordan NVE skal forholde seg til omverdenen i tida framover. Dette vil vi komme tilbake til.

Snømålinger/snøhydrologi/snøanalyser.

Gunnar Atterås, seksjon Bre og snø.

SNØMÅLINGER.

Hydrologisk avdeling kan utføre oppdrag innenfor:

- * Alle typer tradisjonelle snømålinger (inkludert snøens fysiske og mekaniske egenskaper).
- * Utvikling og tilrettelegging av snømåleopplegg for alle typer felt.
- * Utviklingsarbeid og rådgiving på bruk av automatisk måleutstyr.
- * Utviklingsarbeid på bruk av fjernanalyse innenfor snøhydrologi.
- * Salg av snømåleutstyr.

Hydrologisk avdeling har arbeidet med snømålinger i snart 100 år. Vi har en stab av dyktige fagfolk med bred erfaring fra alle typer feltarbeid.

Avdelingen har erfaringer med utvikling av mange typer måleutstyr. Vi har betydelig kompetanse på bruk av moderne fjernmåleutstyr, bl.a. radar.

Enkeltmålinger av snødybden har begrenset interesse innenfor operativ hydrologi. Årsaken til dette er at snødybden ofte varierer stort over små avstander på grunn av terrengforhold, vind, klima etc. Det er heller ingen entydig sammenheng mellom snødybden og snøens vannekvivalent.

Dybdemåling av snø baseres fortsatt i stor grad på manuelle metoder ved bruk av sonderingsstenger eller faste staker. I tillegg finnes flere typer instrumenter for automatisk registrering med ultralyd eller infrarødt lys.

Snøens vannekvivalent er en mer interessant størrelse enn snødybden. Måling av snøens vannekvivalent ved automatisk måleutstyr kan utføres ved bruk av snøputer eller ulike instrumenter basert på snøens absorpsjon av stråling.

Snøputer ble tatt i bruk i Norge i 1967 og avdelingen har flere i operativ bruk. Erfaringer viser at metoden gir muligheter for en kontinuerlig registrering av snøens akkumulasjon og avsmelting med stor driftsikkerhet.

Direkte måling av avsmelting fra snødekket kan gi verdifull informasjon for prognoseformål. Spesielt kan det ha betydning for å bestemme avsmeltingsforholdene i starten av en smelteperiode, noe som kan være vanskelig å beregne eksakt ved en hydrologisk modell.

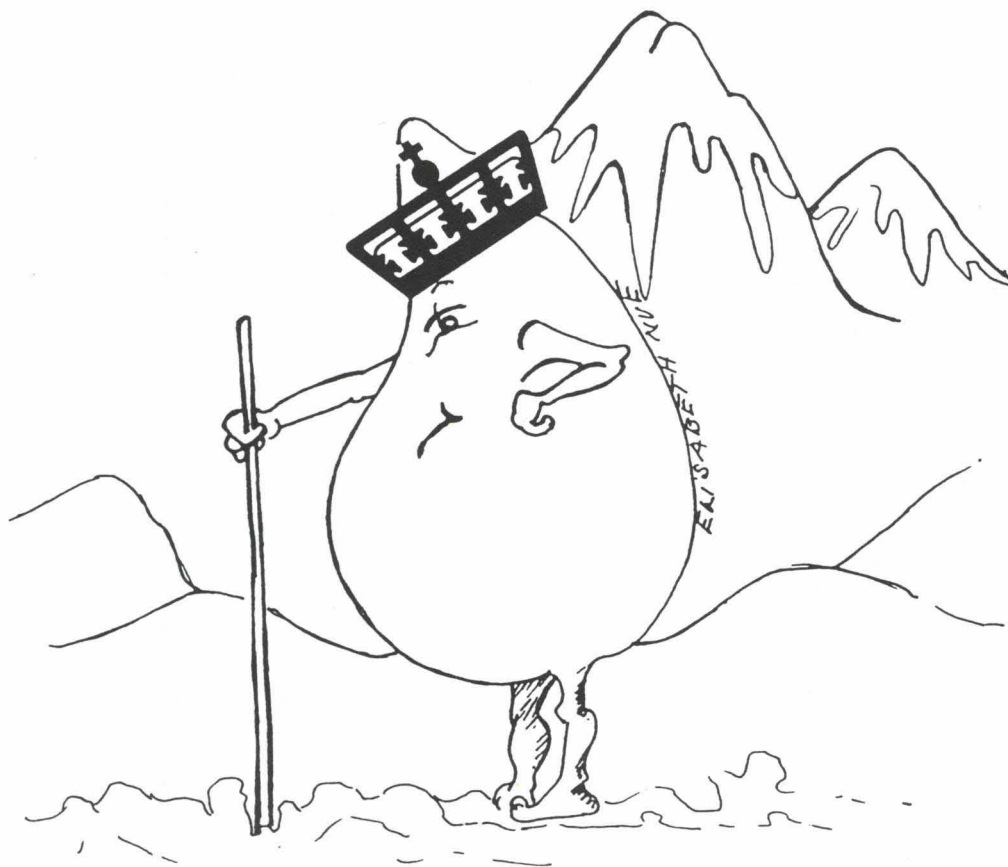
Hydrologisk avdeling har lang erfaring med forskjellige typer smeltevannsmålere. Smeltevannsmålere kan som sagt gi informasjon om når snøsmeltingen starter, intensitet og varighet. I perioder uten snø fungerer de som gode nedbørmålere.

For alle typer sensorer er det imidlertid viktig å vise stor omtanke ved plassering av disse, slik at en oppnår den hydrologisk sett beste plassering. Her har vi lang erfaring og vil kunne veilede brukere.

Det er i de senere år brukt mye ressurser på fjernanalyse og utvikling av en snøradar for operativ bruk. Bruk av satellittbilder og radar gjør at våre muligheter for prognosering av vårflom bedres betydelig.

Brukere av våre tjenester er etater innen kraftverksbransjen, samferdsel, forsvar, undervisning og forskning, sport og fritidssentre med flere.

Vi kan yte hjelp til interesserte ved planlegging og gjennomføring av konkrete tiltak i forbindelse med alle typer snøproblematikk. I tillegg kan vi påta oss alle typer måle-, analyse-, eller utviklingsoppdrag til avtalte priser eller på timebasis.



SNØHYDROLOGI / SNØANALYSER

Hydrologisk avdeling driver Norges nasjonale hydrologiske database. Alle snømålinger som utføres i Norge blir fortløpende arkivert i denne. Databasen kombinerer data fra manuelle og automatiske snømålinger med meteorologiske datafiler, der nedbør og temperatur inngår.

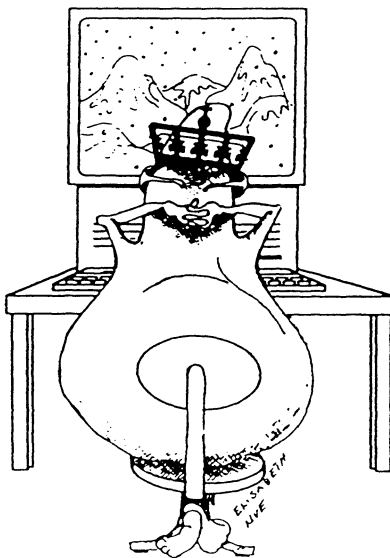
Snødatabasen inneholder i dag 29 felt med tilsammen 894 stasjoner. Antall stasjonsår er over 16000. For enkelte områder av landet foreligger tidsserier fra 1930 og fram til i dag.

Dataene kan presenteres både som enkeltdata og tidsserier i grafisk form eller som tabeller.

Foruten databaseutskifter kan vi også tilby en rekke analyser, som f.eks.:

- * Beregning av snømagasin i nedbørfelt.
- * Korrelasjonsberegninger mellom alle typer snømålinger.
- * Statusrapporter om snøforholdene i enkelte områder.
- * Fordeling av snønedbør avhengig av vindretning og vindstyrke.
- * Korrelasjon mellom snøfordeling og høydevariasjon.
- * Fordunsting fra snø og is.
- * Snømagasinets smelteforløp.

Snødatabasen og den programvaren som er utviklet er av interesse for brukere innen kraftverksbransjen og offentlig forvaltning, samt undervisning og forskning. Spesialanalyser og programvare utvikles på forespørsel.



Vannføring med den relative saltfortynningsmetode.

Leif Jonny Bogetveit, seksjon Hydrometri.

Hydrologisk avdeling utfører vannføringsmålinger vesentlig i forbindelse med målestasjoner som registrerer vannstand. Målet er å gi grunnlag for en vannføringskurve som viser sammenhengen mellom vannstand og vannføring på stedet. Avdelingen tar også på seg kampanjemålinger på oppdragsbasis. Flygelmåling er den mest utbredte metode for måling av vannføring.

Den relative saltfortynningsmetode er imidlertid mest aktuell ved måling i sterkt turbulente elver. Metoden er velkjent og har vært i bruk siden Aastad og Søgner lanserte den i 1928. I det følgende vil vi redgjøres for teorien og se på nytt teknisk og elektronisk måleutstyr.

Vannføringsmåling med den forenklede, relative saltfortynningsmetode går i korthet ut på at en kjent saltmengde (NaCl) tilføres elvevannet. Det betinges gode blandingsforhold med turbulent strømning, slik at jevn blanding oppnås nedstrøms der konduktivitetssensor plasseres.

Konduktiviteten (elektrisk ledningsevne) registreres kontinuerlig når saltbølgen passerer, slik at arealet under kurven, med naturlig konduktivitet som nedre begrensning, kan beregnes (se figur).

Konduktiviteten er tilnærmet proporsjonal med tilsatt saltmengde innenfor de grenser for konduktivitet som vi normalt har ved vannføringsmålinger i Norge.

Vannføringen q er gitt ved:

$$M/q = A/k \text{ eller omgjort: } \text{Vannføringen } q = M \cdot k/A.$$

M er tilsatt saltmengde i elva i mg.

q er vannføring i l/s.

A er arealet under kurven når saltbølgen passerer, der konduktiviteten fremstilles som funksjon av tiden (se figur).

k er kalibreringsfaktor som uttrykker konduktivitetsøkningen ved tilsetning av for eksempel 1 mg salt til 1 liter vann.

Det har de senere år kommet på markedet nye instrumenter for måling av konduktivitet, dataloggere til billige priser samt rimelige bærbare datamaskiner. Ved hydrologisk avdeling har man valgt konduktivitetssensor og instrument av typen WTW.

Dataoppløsning i det aktuelle måleområdet er 0-200 $\mu\text{S/cm}$ med steg på 0.1 $\mu\text{S/cm}$.

Instrumentet har millivolt-utgang 0-2000 mV som passer sammen med en Kane-May datalogger. Loggeren produserer ascii-filer med format: År, måned, dag, time, minutt, sekund, måleverdi. Dataoppløsning for logger er -1000 til 2000 mV med steg på 1 mV og loggerintervall 1 sekund. Data kan overføres fra logger til en PC i felt for grafisk kontroll. Utrekningsprogram for beregning av vannføring er laget ved hydrologisk avd.

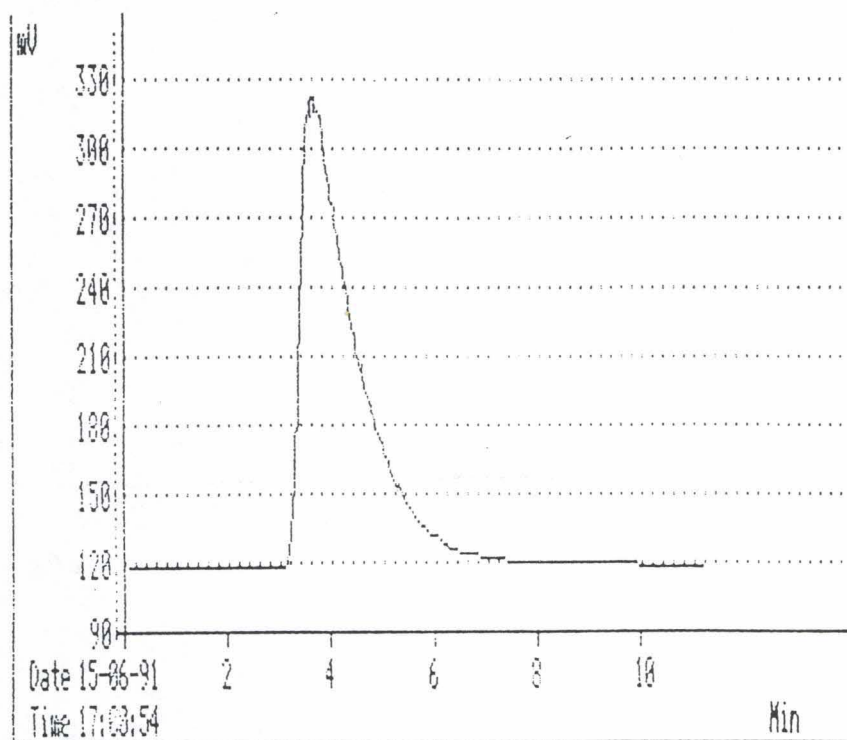
Under vannføringsmåling i felt utføres det alltid to uavhengige målinger for å få en kontroll på om vi har homogen saltblanding i måletverrsnittet. Anbefalt dosering av salt er 0.5 -2 kg pr. m^3/s . Stedet der saltet tilføres må ha god turbulens for å unngå bunnfall, og målestrekningen ned til det tverrsnittet der sensor er plassert, må vurderes ut fra lokale forhold.

Når målingene i elva er fullført, utføres kalibrering for å bestemme kalibreringsfaktor, k . En prøveløsning med konsentrasjonen 4000 mg salt / 1000 ml vann er oppmålt i

laboratoriet på forhånd. Med pipette tilsettes denne prøveløsning i et kalibreringskar på 7.00 liter og vi kan lese av instrumentutslagene. Eksempelet er fra Sula på Fillefjell.

Tilsatt prøveløsning ml	Instrument-avlesning WTW $\mu\text{S}/\text{cm}$	Instrument- avlesning KM mV	vann temperatur $^{\circ}\text{C}$
0	12.4	124	3.4
10	24.5	245	3.5
20	36.7	367	3.5

Ved tilsetning av 20 ml prøveløsning får vi kalibreringsfaktor: $k = \frac{36.7 - 12.4}{4000} \cdot \frac{0.02}{1.00} = \underline{\underline{2.13}}$



Figuren over viser saltbølge registrert av logger.

Id:	1647-0	Dato:	91\06\15	Fra:	17:00:57	Til:	17:12:06
Initialer :	LJB	Tot_sek:	595				
Instrument:	WTW/KM	Maks(mV):	321.0				
Vst:	1.245 m	Min(mV):	117.0				
Temp:	3.4 $^{\circ}\text{C}$	Integrert:	15681.0				
K:	2.13						
Salt:	3.000 kg						
Q:	4.055 m^3/s						

Tabellen viser utskrift fra beregningsprogrammet som gir vannføring 4.055 m^3/s .

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energiverk (NVE)

Adresse: Postboks 5091 Majorstua, 0301 Oslo

I 1993 ER FØLGENDE PUBLIKASJONER UTGITT:

- | | | |
|----|----|--|
| Nr | 1 | Inger Marie Traagstad og Svein Homstvedt: Seminarrapport: Vassdragsinformasjon i forvaltningen. (168 s.) |
| " | 2 | Oddvar Fossheim (red.): Retningslinjer for inngrep i vassdrag. Saksbehandling i forhold til vassdragslovens §§ 104-106 m.v. (almene interesser). (35 s.) |
| " | 3 | Opprusting og utvidelse av vannkraftverk. Erfaringer fra gjennomførte prosjekter, Toverud kraftverk, Oppland. (90 s.) |
| " | 4 | Sverre Husebye: LRV-Prosjektet: Utnyttelse av vannvolumet under laveste regulerte vannstand i ekstreme tørrår. (51 s.) |
| " | 5 | Knut Gjermundrød (red.): Veiledning i planlegging av mikro- og minikraftverk. (32 s.) |
| " | 6 | Arne Venjum (red.): Oversikt over vedtak i tvistesaker 1991 og 1992. Tariffer og vilkår for overføring av kraft. (34 s.) |
| " | 7 | Katinka L. Greve og Pål Meland: Drøfting av målene for norsk enøk-politikk. (17 s.) |
| " | 8 | Marit Lundteigen Fossdal og Nils Roar Sæltun (redaktører): Energiplanleggingsmodeller - klimaendringer. Rapport fra nordisk ekspertmøte. (Energy planning models - climate change). (135 s.) |
| " | 9 | John Cock: Pris på elektrisk kraft til husholdning 1993. (7 s.) |
| " | 10 | Christian H. Johansen: Kraftmarkedundersøkelse - pr. 1.1.1993. (24 s.) |
| " | 11 | Heidrun Kårstein (red.): Hydrologisk månedsoversikt - Artikkelsamling 1991-1992. (43 s.) |