

KNAPPOM I FLISAVASSDRAGET

TILPASSING AV HYDROLOGISKE MODELLER

PROSJEKT HYDROLOGISKE PROGNOSEMODELLER

NVE

HYDROLOGISK AVDELING

**NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIDIREKTORAT
BIBLIOTEKET**

KNAPPOM I FLISAVASSDRAGET

Tilpasning av hydrologiske modeller

PROSJEKT HYDROLOGISKE PROGNOSEMODELLER

Nils Roar Sælthun

NVE

Hydrologisk avdeling

INNHOLDSFORTEGNELSE	Side
SAMMENDRAG	2
1. FELTBESKRIVELSE	2
2. DATAGRUNNLAG	3
2.1 Avløp	4
2.2 Nedbørdata	4
2.3 Temperaturdata	7
2.4 Andre data	7
3. MODELLTILPASNING	9
3.1 HBV-3 modellen	9
3.1.1 Nedbørkorrektsjoner	10
3.1.2 Temperaturkorrektsjoner	10
3.1.3 Snøparametere	10
3.1.4 Fordampning	11
3.1.5 Modellparametere	11
3.1.6 Routing	12
3.1.7 Tilpasningsresultat	12
3.2 SNSF-modellen	13
3.2.1 Modellparametere	13
3.2.2 Tilpasningsresultat	14
3.3 Sammenligning av modellene. ARIMA-modeller.	14
4. OPERASJONELT BRUK	15
Litteraturliste	15
Vedlegg:	
A: HBV-3 modellen	
Plotting for hele perioden	
Pentadatabell for kontrollperioden	
B: SNSF-modellen	
Plotting for hele perioden	
C: Systemskisser	
HBV-3 -modellen og SNSF-modellen	

SAMMENDRAG

HBV-3, SNSF og ARIMA-modeller er tilpasset Flisavassdraget, en sideelv til Glomma. Feltet er på 1625 km^2 . Modellene beregner avløp på grunnlag av nedbørstasjoner fra nedbørstasjonene 0646 Finnskog, 0649 Rundberget og 0655 Ørbekkedalen, og døgnmiddeltemperatur fra værstasjonen Flisa. Modellene er tilpasset observert avløp for perioden 1968-1971, og kontrollert på perioden 1972-1975. Modellene fungerer brukbart, men har enkelte år problemer med å simulere vårfloemforløpet korrekt. Mulige forklaringer på dette er:

- fylling av fløtingsdammer
- uheldig observasjonstidspunkt for avløpet
- ikke-representative temperaturdata
- for dårlig snørutine

Det er også gjort simuleringer mot nedbørstasjonen 0649 Rundberget alene. Dette gir nærmest like gode resultat som bruk av samtlige tre stasjoner innen feltgrensen.

1. FELTBESKRIVELSE

Feltet er det naturlige nedslagsfeltet til Flisa, avgrenset ved vanrmerket 410 KNAPPOM, ca. 5 km ovenfor samløpet med Glomma. Feltet er på 1625 km^2 og strekker seg noe inn i Sverige. Se kartskisse, fig. 1, på neste side.

Feltet ligger i høydeintervallet 164-805 m.o.h. med medianhøyde 398 m.o.h. Feltets høydefordeling er vist i fig. 2. Det er stort sett skogdekket, med 1,2% sjø, 28% myr og 3% snaufjell. (Opplysninger fra K. Nordseth, Geografisk Institutt, Universitetet i Oslo). Terrenget er relativt lite kupert.

Området har relativt tørt innlandsklima, men med nokså store nedbørvariasjoner. Feltet har en dominerende vårfloem i april/mai, men mindre høstflommer er også nokså vanlige. Midlere spesifikt avløp er ca. 14 l/skm^2 .

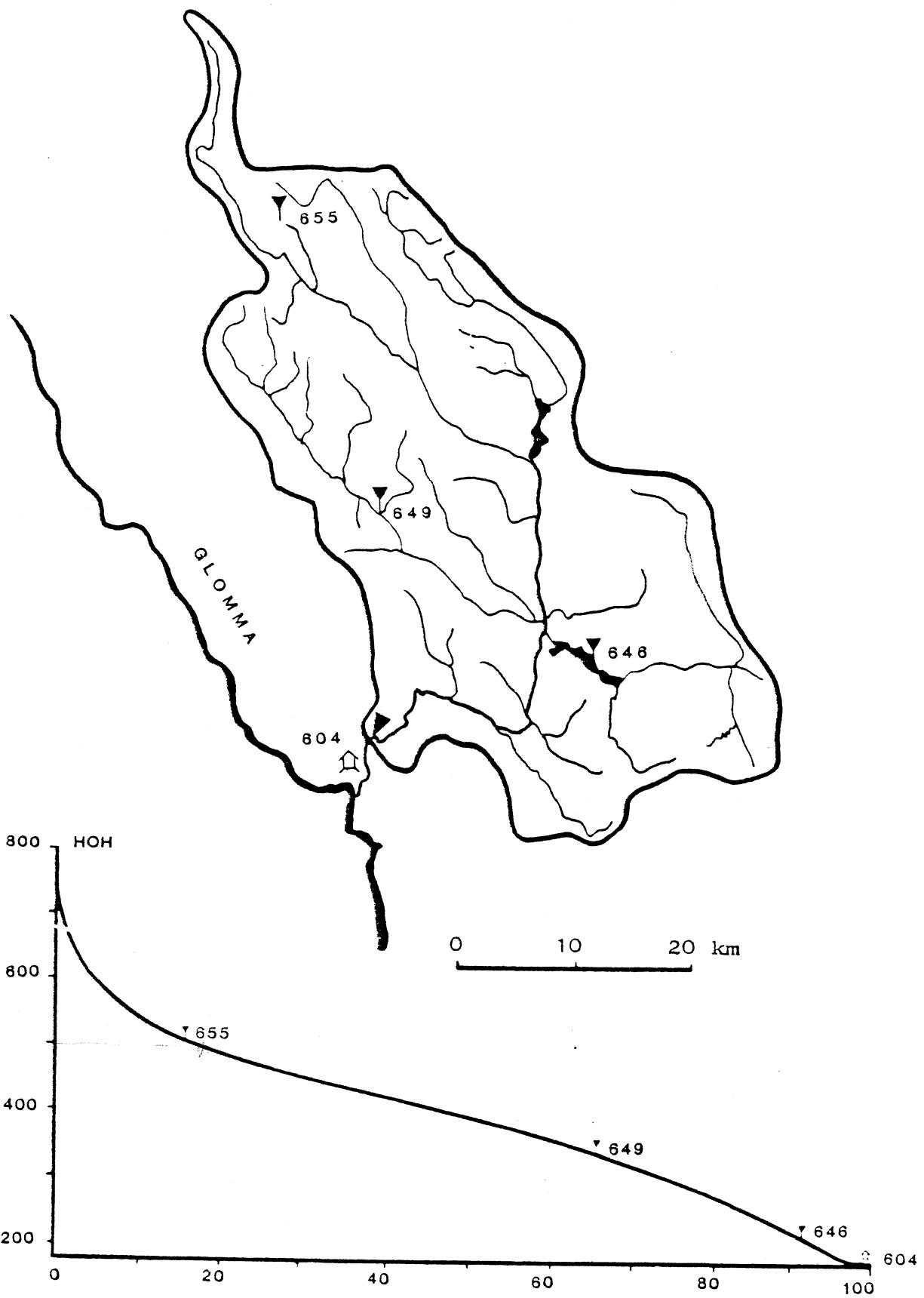


Fig. 1 Kart og hypsografisk kurve for nedslagsfeltet til 410 Knappom.

Feltet er av kraftverkhydrologisk interesse som en betydelig bielv til Glomma, på en strekning hvor det er aktuelt å kjøre døgnregulering, og som referansefelt for uregulert lokaltilsig i denne delen av hovedvassdraget. Vassdraget benyttes til fløting, og har mange mindre fløtedammer. To dammer har magasin av betydning: Vermunden, 7 mill.m³ og Halssjøen, 12 mill.m³. Fløtingen innebærer at ca. 3% av årstilsiget trekkes fra vannføringen på slutten av vårfloammen og slippes i løpet av sommermånedene. Vermunden og Halssjøen regulerer 35% av feltet.

2. DATAGRUNNLAG

2.1 Avløp

Avløpsserien bygger på de daglige vannstandsobservasjonene ved vannmerket 410-0 Knappom. Observasjonene har pågått siden 1916. Vassføringskurven er bra bestemt, høyeste observerte vannstand tilsvarer ca. 350 m³/s, mens det er gjort vassføringsmålinger opp til ca. 200 m³/s. På grunn av isoppstuvning er vintervassføringene nokså usikre. I ett av de årene som er benyttet i denne undersøkelsen (1974) er det mulig at flom på islagt elveløp gir feil i vassføringer i starten av vårfloammen.

At vannstand bare observeres en gang i døgnet (kl 08.00) er en klar ulempe. Bortsett fra at det forårsaker tilfeldige feil som skyldes at vassføringen ved observasjonstidspunktet ikke representerer middelvassføringen for døgnet, kan det gi systematiske feil i snøsmeltingen på grunn av døgnvariasjonen i avløpet. Det er ukjent hvordan observasjons-tidspunktet faller i forhold til døgnvariasjonen i smelteavløpet for Knappom, men den ligger sannsynligvis nærmere minimum enn maksimum i den regelmessige døgnvariasjonen av smelteavløpet.

Avløpet er ikke korrigert for magasinforandringer i fløtningsmagasinene på grunn av manglende data. Dette gir en systematisk feil i tilsigs-forløpet, for lite vann i vårfloammen og "falske" flommer i juni-juli.

2.2 Nedbørdata

Nedbørstasjonene i området går fram av fig. 1 og tabell 1. Forholds-tall for nedbør for de forskjellige stasjonene sammenlignet med 0649

Rundberget er også gitt i tabell 1. I sammenligningen er bare tatt med dager med samme nedbørstype på de stasjonene som sammenlignes.

Tabell 1

Nedbørsammenligning mot 0649 Rundberget.

Periode: 1969-1975

Stasjon		h.o.h.	skjerm	regn	snø	sludd	total	$\frac{Snø}{regn}$
0580	Meldalen	293		0.95	0.83	0.84	0.92	0.87
0604	Flisa	183		0.83	0.78	0.83	0.81	0.94
0646	Finnskog	222		0.81	0.58	0.57	0.74	0.72
0649	Rundberget	347	x	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0655	Ørbekkedalen	513		1.12	0.98	1.25	1.06	0.88
0663	Elverum-Vier	221	x	0.87	0.90	0.98	0.87	1.03
0701	Haugedalshøgda	240	x	1.01	1.01	0.84	1.00	1.00
0703	Osfaller v/Rena	248		0.82	0.72	0.66	0.78	0.88
0725	Ossjøen	450	x	0.97	0.79	0.86	0.90	0.81
0736	Osdalen-Bekken	531	x	1.00	0.88	1.22	0.95	0.88

Plotting av forholdstallet for regn viser en kraftig nedbørökning med høyde over havet, ca. 10% pr. 100 m. Se fig. 2. Denne tendensen er imidlertid i nokså sterkt grad styrt av 0655 Ørbekkedalen, så vi kan ikke se bort fra at denne stasjonen kan være påvirket av lokale forhold. Det kompliserer sammenligningen at få stasjoner i området er utstyrt med skjerm. Ved å sammenligne forholdstallet for regn med forholdstallet for snø ser vi tydelig at oppfangsevnen for målere uten skjerm reduseres kraftig ved snøfall. 0646 Finnskog faller sterkest av fra 0.81 til 0.58, en reduksjon på nesten 30%. 0604 Flisa faller minst av, fra 0.83 til 0.78, 6% reduksjon.

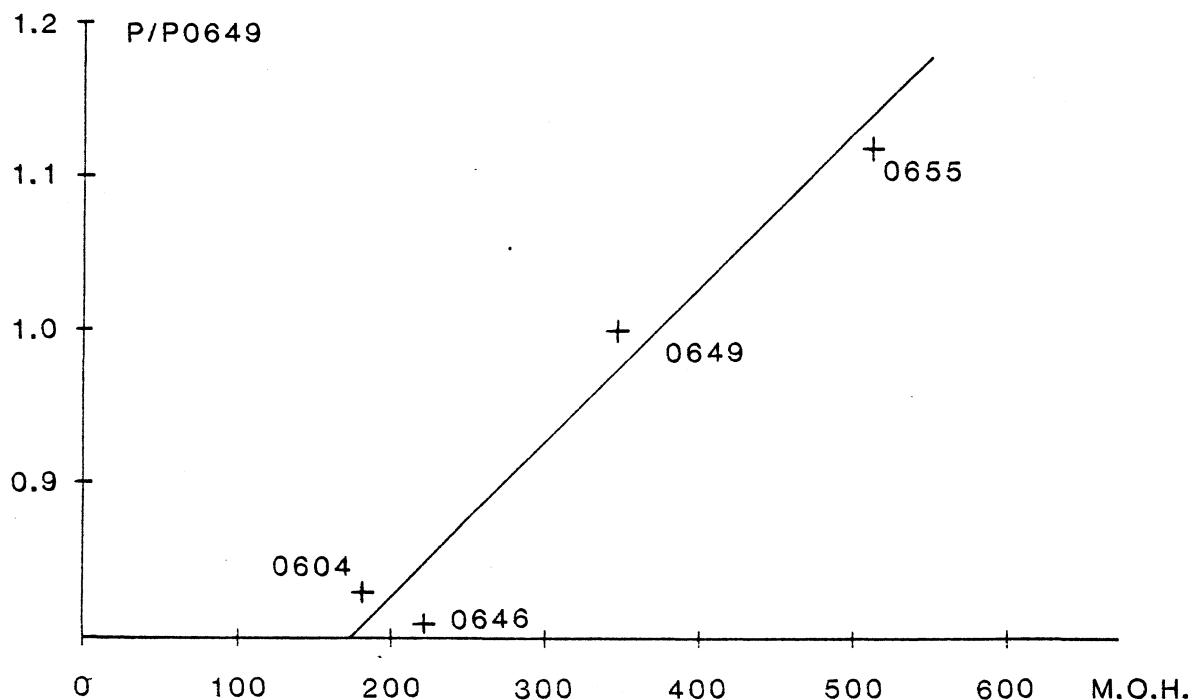


Fig. 2 Nedbørsmengder som regn relativt til 0649 Rundberget som funksjon av høyde over havet.

Disse tallene kan nok også forklares som lokale variasjoner i nedbørsmønsteret sommer og vinter, men vi har valgt å tolke dem som uttrykk for sviktende oppfangsevne ved snøfall. Ut fra dette er nedbørstallene for de aktuelle nedbørstasjonene oppjustert med følgende faktorer ved snøfall.

0604 Flisa	:	1.17
0646 Finnskog	:	1.53
0649 Rundberget	:	1.10
0655 Ørkebekkedalen	:	1.25

Justeringsfaktoren for Rundberget skriver seg fra innledende modellkjøringer mot denne stasjonen alene.

Ved modelltilpasningen ble data fra de tre stasjonene innen feltet benyttet og de ble veid etter den andel av feltet som lå i høydeintervallet nærmere stasjonen enn de øvrige. Stasjonene blir altså antatt å representere ett høydenivå, ikke et areal. Dette ga vektene 0.2 for 0646 Finnskog, 0.4 for de to øvrige. Nedbøren er forøvrig fordelt på de to kalenderdøgnene observasjonsdøgnet dekker. Dette fjerner systematiske

tidsforskjeller mellom observert nedbør og avløp, men gir til gjen- gjeld en viss utjevning av nedbørdata.

2.3 Temperaturdata

Det finnes ingen værstasjoner i feltet, men tre i rimelig nærhet, Flisa, Trysil og Haugedalshøgda. Flisa ligger nærmest og ble valgt som temperaturstasjon, da det viste seg at nedbørstype på nedbørstasjonene i feltet var best korrelert med denne stasjonen. Se fig. 3 og 4. Flisa ligger imidlertid lavt, 183 m.o.h., og i hoveddalføret, og det vil alltid være usikkert hvor godt en slik stasjon representerer temperaturer i feltet i smelteperioden, særlig etter at stasjonsområdet er snøfritt.

Dersom vi definerer omslagstemperatur snø/regn som den døgnmiddeltemperatur med 50% av nedbørtilfellene med snø eller regn er notert som snø og 50% som regn, får vi en omslagstemperatur på 1°C for Flisa og 0.6°C for Haugedalshøgda. Dataperioden er 1957-75 for Flisa og 1958-1975 for Haugedalshøgda. Fig. 3. og 4 viser nedbørtypefordelingen for de aktuelle nedbørstasjonene som funksjon av døgnmiddeltemperaturen. Variasjonen med høyde over havet er ikke entydig, men antyder en temperaturgradient på ca. -0.4°C pr. 100 m for dager med nedbør vår og høst. Se fig. 5.

2.4 Andre data

Slik modellen er i dag kan de ikke direkte utnytte annen informasjon enn nedbørsmengde og temperaturdata. Ved operasjonelt bruk av modellene er det imidlertid klart at særlig nedbørstype observert på nedbørstasjonene i feltet vil være nyttig informasjon særlig fordi nedbørstasjonene dekker så godt høydenivåene i feltet.

Ellers vil mer sofistikerte snø- og fordampningsrutiner kunne utnytte flere observasjonstyper fra værstasjonene, f.eks. luftfuktighet, vind, minimum - og maksimumstemperaturer o.a.

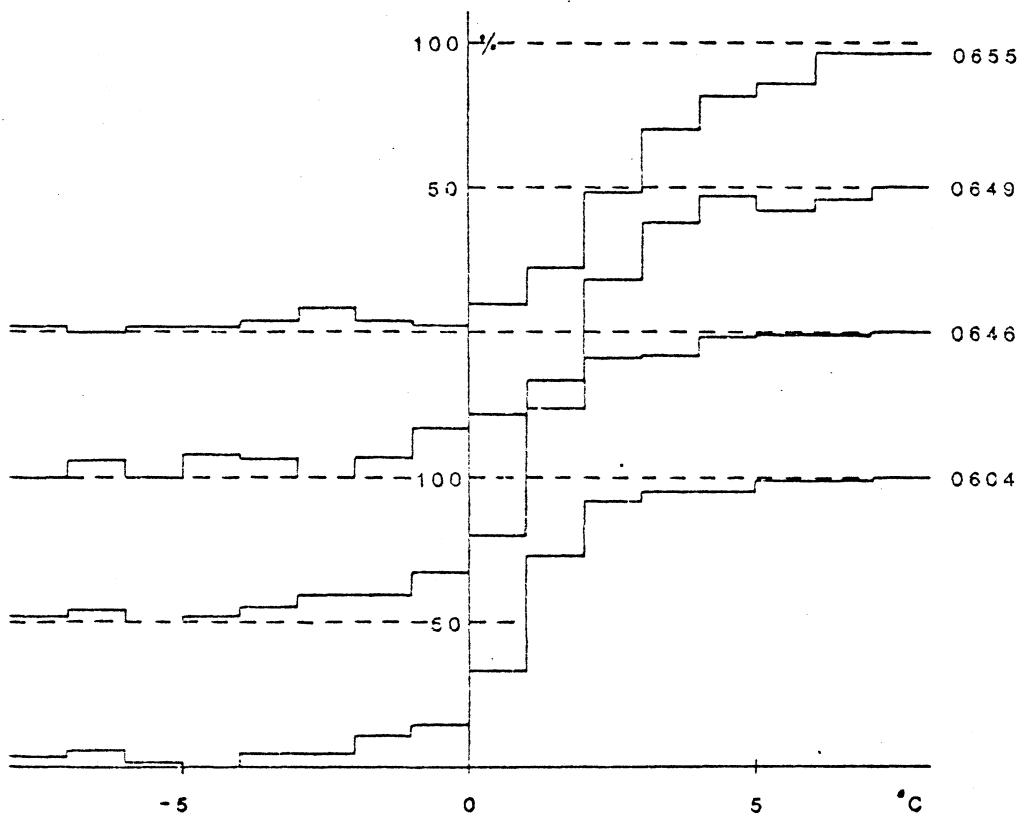


Fig. 3 Nedbørfordeling som funksjon av døgnmiddeltemperaturen på Flisa.

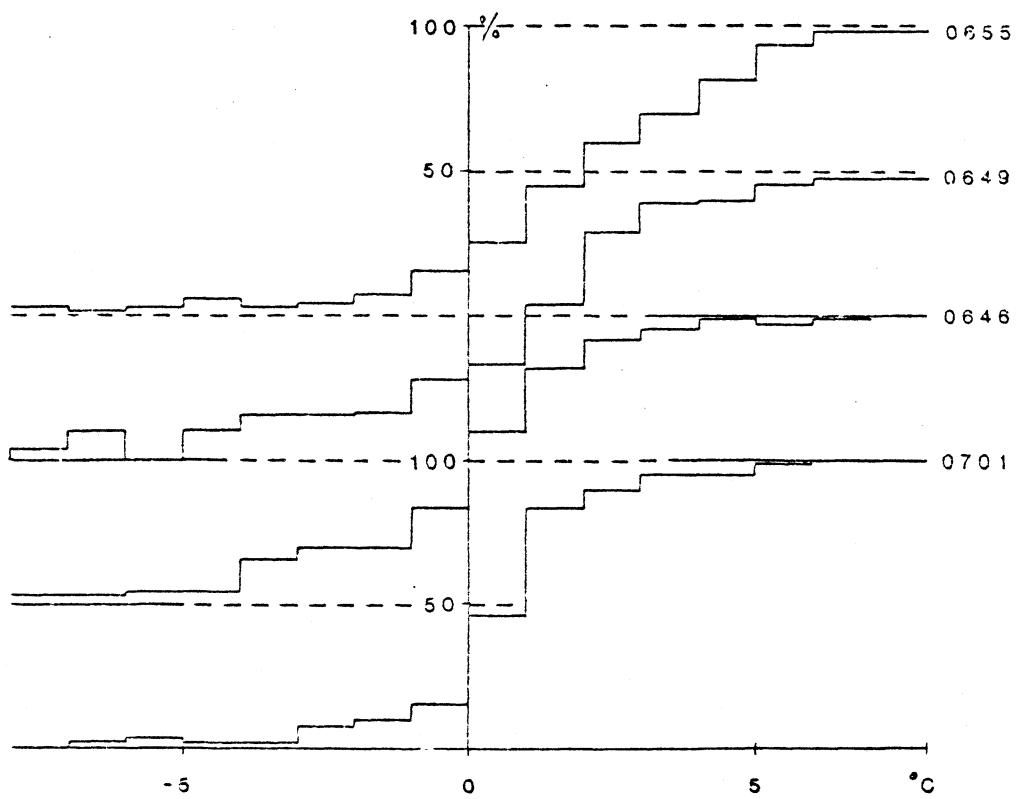


Fig. 4 Nedbørfordeling som funksjon av døgnmiddeltemperaturen på Haugedalshøgda

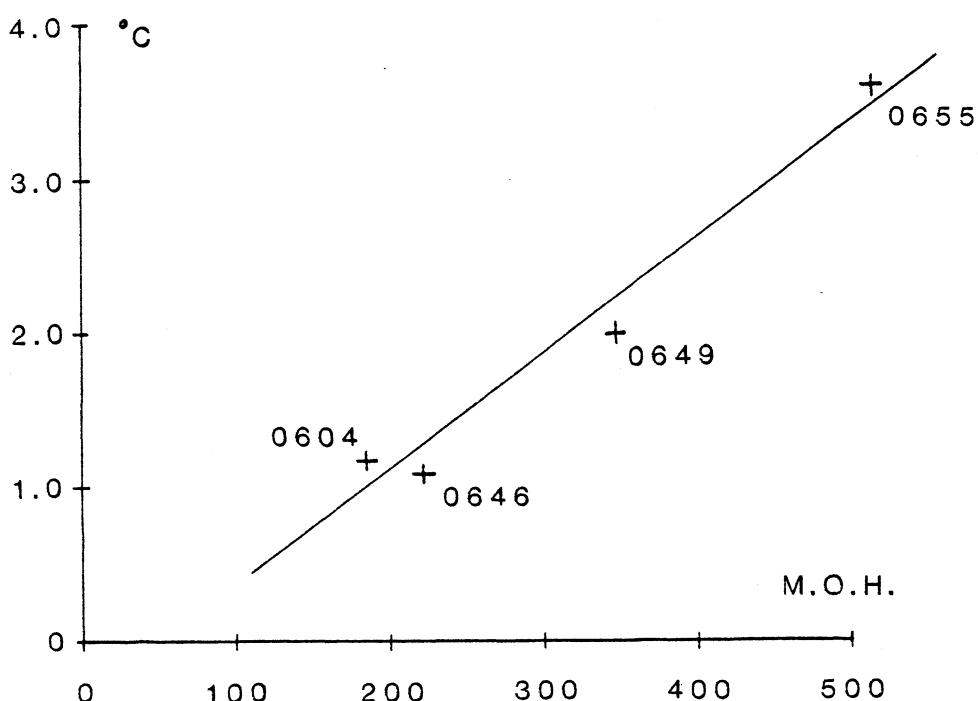


Fig. 5 Den døgnmiddeletemperatur på Flisa som gir 50% sannsynlighet for snø på nedbørstasjonene, plottet mot høyde over havet.

3. MODELLTILPASNING

Ved modelltilpasningen er perioden 1/9 1968 - 31/8 1971 benyttet som tilpasningsperiode og 1/9 1971 - 31/12 1975 som uavhengig test. Simuleringer fra begge periodene er vist i vedlegg A og B.

3.1 HBV-3 modellen

Modellen er utviklet ved Sveriges Meteorologiske och Hydrologiska Institut (SMHI) av Sten Bergström, og er beskrevet av ham (Bergström, 1976), og av Aam m.fl. (1977). Den eneste forandringen av betydning ved denne undersøkelsen er at graddagsfaktoren reduseres sterkt ved gjenfrysing. Denne forbedringen er gjort etter forslag av Bergström.

3.1.1 Nedbørkorreksjoner

Nedbørobservasjonene for 0646 Finnskog, 0649 Rundberget og 0655 Ørbekkedalen ble benyttet ved simuleringene, med de korreksjonene som er angitt i 2.2. Med vektene 0.2, 0.4 og 0.4 er den veide middelhøyden for disse stasjonene 388 m.o.h., og den veide middelverdien ble ansett å representere dette nivået. Høydekorreksjonen ble satt til 10% av denne verdien pr. 100 m. Ved modelltilpasningen viste det seg at nedbøren måtte nedkorrigeres med 10% i forhold til disse verdiene, og i tillegg måtte snøobservasjonene nedkorrigeres ytterligere 10%. Dette gir overraskende lave nedbørkorreksjoner totalt. Det ble også utført simuleringer mot nedbørobservasjonene for 0649 Rundberget alene, og disse dataene ga totalkorreksjonen på 0.94 for nedbør og 0.98 for snø når også høydekorreksjonen er tatt med. En årsak til dette forholdet kan være det uheldige observasjonstidspunktet for avløp ved Knappom (se 2.1) og muligens at manøvrering av fløtningsdammene er slik at avløpet underestimeres. En annen mulig årsak er at fordampningen underverderes. Med potensiell fordampning lik 390 mm pr. år ble midlere fordampning for tilpasningsperioden 220 mm pr. år. Siden årsnedbøren er ca. 600 mm er en oppjustering av fordampningen med 50 mm pr. år nok til å gjøre nedbørkorreksjonene større enn 1.0.

3.1.2 Temperaturkorreksjoner

Som temperaturindikator ble døgnmiddeltemperaturen for værstasjonen Flisa benyttet. Temperaturen ble korrigert med -0.4°C pr. 100 m for døgn med nedbør og -1°C pr. 100 m for døgn uten nedbør.

3.1.3 Snøparametre

Snørutinen ble brukt med 10 delfelt som hvert representerte 10% av feltarealet. Ut fra den hypsografiske kurven ble middelhøydene i delfeltene satt til 194, 257, 314, 351, 383, 414, 440, 471, 515 og 603 m.o.h.

De øvrige parametrene i snørutinen ble tilpasset, med følgende resultat:

Parameter	Startverdi	Sluttverdi
skilletemp snø/regn	1°C	1°C
temp for null smelting	0°C	0°C
graddagfaktor	2,5 mm/graddøgn	2,0 mm/graddøgn
rel.graddagfaktor for frysing	0,05	0,01
max vann i snødekket	5%	10%

3.1.4 Fordampning

Potensiell fordampning ble satt til 3,3, 9, 30, 60, 90, 90, 60, 30, 9, 3 og 3 for årets tolv måneder, tilsammen 390 mm. Fordampningen ble satt lik potensiell fordampning ved feltkapasitet.

3.1.5 Modellparametre

Snøprosenten ble satt lik 1.2%, de øvrige parametrene ble variert med følgende resultat:

Parameter	Startverdi	Sluttverdi
feltkapasitet RMAX	150 mm	175 mm
infiltrasjonsparameter	2.0	1.5
terskelverdi for raskt avløp SMAX	30.0 mm	10 mm
tømmekonstant 1, øvre sone KS1	0.4 døgn ⁻¹	0.3 døgn ⁻¹
tømmekonstant 2, øvre sone KS2	0.1 døgn ⁻¹	0.07 døgn ⁻¹
perkolasjon til nedre sone SGPER	0.6 mm/døgn	0.5 mm/døgn
tømmekonstant nedre sone KG	0.01 døgn ⁻¹	0.02 døgn ⁻¹

3.1.6 Routing

Simulert avrenning ble fordelt over to døgn med 20% avløp første døgn og 80% andre døgn.

3.1.7 Tilpasningsresultat

Simuleringene ga en R^2 -verdi på 0.83 for tilpasningsperioden. Denne falt til 0.71 for testperioden. Tilpasningsperioden hadde midlere nedbør (korrigert) på 570 mm/år, fordampning 210 mm/år, observert og simulert avløp på ca. 350 mm/år, tilsvarende ca. 11 l/skm². Årlig snøsmelting ble simulert til 190 mm. Høyeste avløp i løpet av en pentade var i pentade 27 i 1969, observert 48 mm ($181 \text{ m}^3/\text{s}$) og simulert 50 mm. I testperioden ble nedbøren beregnet til 610 mm/år, fordampningen til 230 mm, observert og simulert avløp ca. 380 mm. Årlig smelting ble simulert til ca. 190 mm. Høyeste avløp i en pentade var i pentade 25 i 1975 med 45 mm observert og 48 simulert. Derimot var nest høyeste, 27 i 1973, svært dårlig simulert, med 36 mm observert og 16 mm simulert. Modellen har her hatt for lite snø, og for tidlig fått snøbart felt.

Generelt viser modellen brukbar tilpasning, men enkelte år er vårfломfløpet rivende galt simulert. Dette gjelder særlig årene 1973 og 1974. Noen av feilene kan skyldes fyllingen av fløtningsdammene, men dette kan ikke være forklaringen på det store avviket i 1974. Her kommer den observerte flommen meget tidlig og raskt. Det er mulig den er overestimert på grunn av is i elveleiet, men totalvolum av observert og simulert flom stemmer bra overens. En mulig feilkilde er at temperaturdataene skriver seg fra værstasjonen Flisa som ligger utenfor feltet. En annen forklaring kan være at den enkle snørutinen kan svikte ved unormale værforhold.

En kilde til avvik i smelteperioden ligger i observasjonstidspunktet. Dette forklarer imidlertid ikke feil av den størrelsesordenen som vi ser i 1974.

Utenom smeltesesongen fungerer modellen bra. En nedbørsituasjon høsten 1968 er av modellen feiltolket som snøfall, mens den i virkeligheten stort sett kom som regn. Modellen mister dermed en flomtopp.

Slipp fra fløtningsdammene skaper stort sett små problemer fordi de skiller seg så tydelig ut fra naturlige flommer. Imidlertid overføres et avløpsvolum på 10-15 mm fra slutten av vårflommen til somtermånedene, og dette skaper en viss usikkerhet i tilpasningen av snø- og regnkorreksjonene.

3.2 SNSF-modellen

SNSF-modellen er utviklet og beskrevet av Dan Lundquist for forskningsprosjektet "Sur nedbørs virkning på skog og fisk". (Lundquist, 1978). Den er her benyttet med noen mindre forandringer (Sælthun, 1978). Den viktigste forandringen er at fordampningsintensiteten er gjort avhengig av vanninnholdet i jorda. Snørutine, routing og temperaturkorrekjoner er de samme som for HBV-3 modellen.

Arealandelene er satt til 70% morene, 29% myr og 1% vann. Snaufjell-karet er ikke benyttet. I de innledende simuleringene ble også sjødelen negligerjert, men det viste seg å gi en bedre beskrivelse av dempningen i systemet å ta med denne delen av modellen.

Fordampningsfaktoren ble satt til 0.2 mm/grad ved fulle kar.

3.2.1 Modellparametre

Modelltilpasningen ga følgende parametre:

Parameter:	Startverdi	Sluttverdi
kobling skog/myr, KSM	0.3	0.0
kobling skog/vann, KSV		0.3
kobling myr/vann, KMV		0.3
terskel humus, AMIN	15 mm	10 mm
tømmekonstant humus, KA	0.7 døgn ⁻¹	0.8 døgn ⁻¹
infiltrasjonsfaktor, KSIG	0.75	0.4
terskel morene, BMIN	5 mm	5 mm
overløp morene, BMAX	30 mm	20 mm
tømmekonstant morene, KB	0.1 døgn ⁻¹	0.05 døgn ⁻¹
terskel myr, MMIN	0 mm	0 mm

Parameter:	Startverdi	Sluttverdi
overløp myr, MMAX	12 mm	50 mm
tømmekonstant myr, KM	0.03 døgn ⁻¹	0.01 døgn ⁻¹
tømmekonstant vann, KV		0.8 døgn ⁻¹

Magasininnholdene er gitt i vannhøyde fordelt på hele feltet. Nedbørkorrekjonen ble hevet med 5% i forhold til HBV-3 modellen, da SNSF-modellen ga høyere fordampning.

3.2.2 Tilpasningsresultat

Resultatene for SNSF-modellen er svært like resultatene for HBV-3. SNSF-modellen gir imidlertid noe mer fordampning, ca. 280 mm/år i testperioden, og dette fører til høyere nedbørkorrekjoner og nedbør, 650 mm/år.

Det er også gjort simuleringer mot nedbørdata bare fra 0649 Rundberget. Dette ga omrent like bra resultat som simulering mot alle tre nedbørstasjonene i feltet.

3.3 Sammenligning av modellene. ARIMA-modeller.

Som det vil gå frem av simuleringene i vedlegg A og B, er karmodellene omrent jevngode. Ingen av dem gir virkelige gode simuleringer, særlig har de problemer i smelteperioden. Forløpet av vårflokkene i 1973 og 1974 er uvanlig dårlig simulert, men volumet er nokså godt beregnet. En del av problemene kan sannsynligvis tilskrives fyllingen av fløtingsmagasinene og uheldig observasjonstidspunkt for avløp, men dette er neppe hele årsaken. En mulig forklaring er at værstasjonen Flisa representerer feltet dårlig. Særlig er dette sannsynlig etter at området omkring værstasjonen er blitt snøbart, og i inversjonssituasjoner.

Lineære transfermodeller (ARIMA-modeller) er også tilpasset dette feltet, på 5-døgnsmidler. Disse modellene er først og fremst karakterisert at de er lette å tilpasse. De kan imidlertid ikke simulere snøsmelting, og må derfor kombineres med en snørutine. Snørutinen vil være ikke-lineær, og dermed går den lettvinde tilpasningen tapt.

ARIMA-modellene ble forsøkt tilpasset med forhåndsatte verdier på snø-parametrene, men dette ga dårlige resultater. Det er ikke klart om dette skyldes snørutinen eller ARIMA-modellen. Det ser imidlertid rart ut at temperaturen faller ut av transfermodellene. De klarer dermed ikke å beskrive de hydrologiske effektene av variabel fordampning. ARIMA-modellene og tilpasning av disse er beskrevet av Damsleth, 1978 a og b.

4. OPERASJONELT BRUK

For operasjonelt bruk av modellen bør følgende forandringer av data-innsamlingen gjøres:

1. 410-0 Knappom avløpstasjon utstyres med fjernregistrering og minimum 4 avlesninger pr. døgn.
2. Halsjøen og Vermunden utstyres med magasinmerke, 1 avlesning pr. døgn.
3. 0649 Rundberget foretar temperatur registrering, maksimum og minimum.
4. Rundberget rapporterer 1 gang pr. dag.

LITTERATUR

- Bergstrøm, S, 1976: Development and Application of a Conceptual Runoff Model for Scandinavian Catchments. SMHI Rapporter nr. RH07.
- Damsleth, E, 1978a: Programmer for tidsrekkeanalyse av univarierte modeller, intervention modeller, multippel input transfer modeller ved Box & Jenkins metoder. Brukerveiledning Norsk Regnesentral, publ. nr. 597.
- Damsleth, E, 1978b: Analyse av hydrologiske data ved lineære transfermodeller. Norsk Regnesentral, publ.nr. 602.
- Lundquist, D, 1978 : Syntetisk begrepsmessig modellering av hydrologien i nedbørfelter. Nordic IHP Report no.1.
- Sælthun,N.R.,1978: SNSF-modellen. Arbidsnotat, Hydrologisk avdeling.
- Aam, Fossdal, Wingård,
Killingtveit, Fjeld, 1977: Hydrologisk modell for kraftverksdrift.
EFI, NVE, VB-NTH, SINTEF.

VEDLEGG

- A) Simuleringer med HBV-3 modellen.

Plotting for hele perioden

Pentadetabell (5-døgns-verdier) for testperioden

- B) Simuleringer med SNSF-modellen

Plotting for hele perioden

- C) Systemskisser

HBV-3 modellen

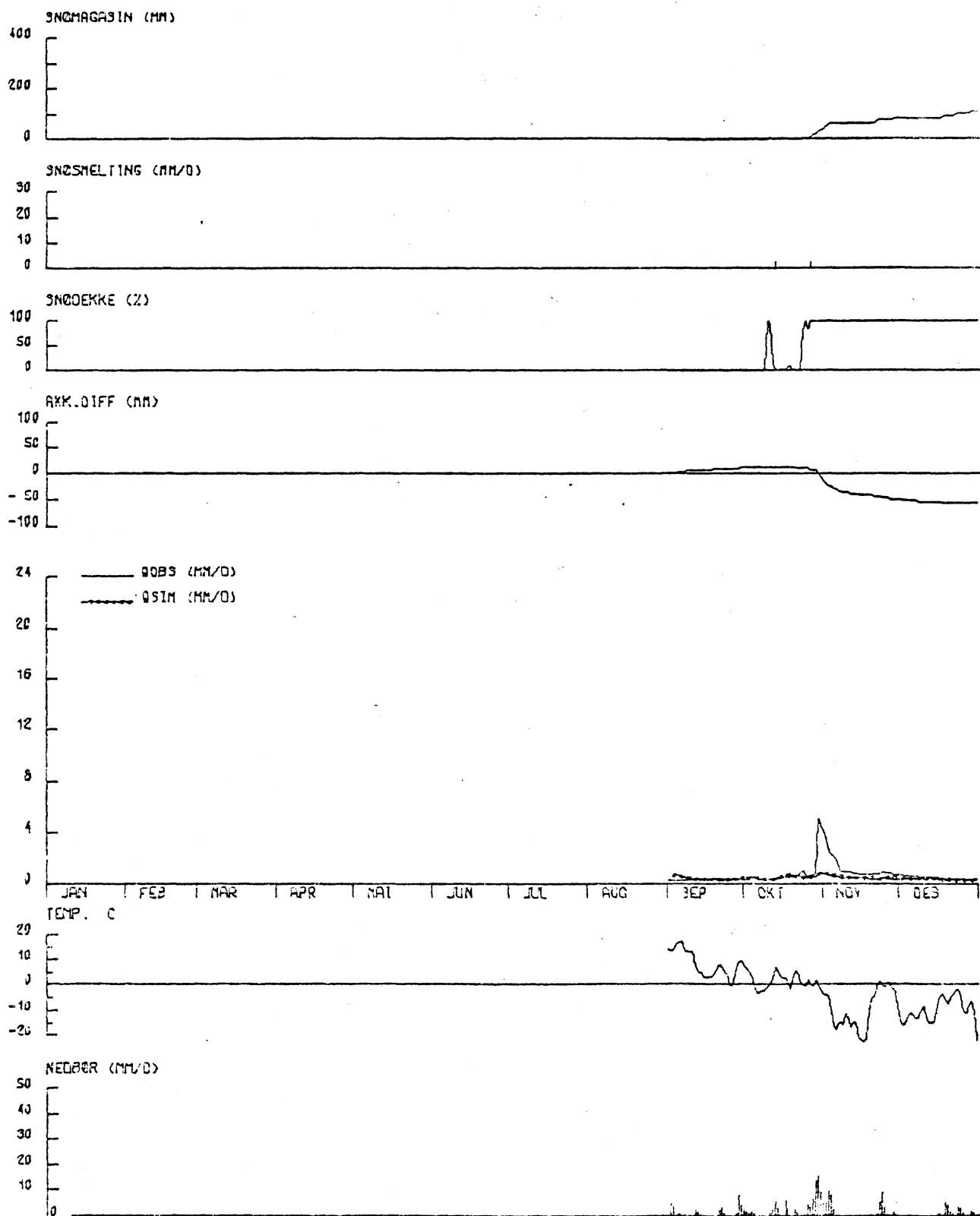
SNSF-modellen

KNAPPOM

ÅR

1968

HBV3

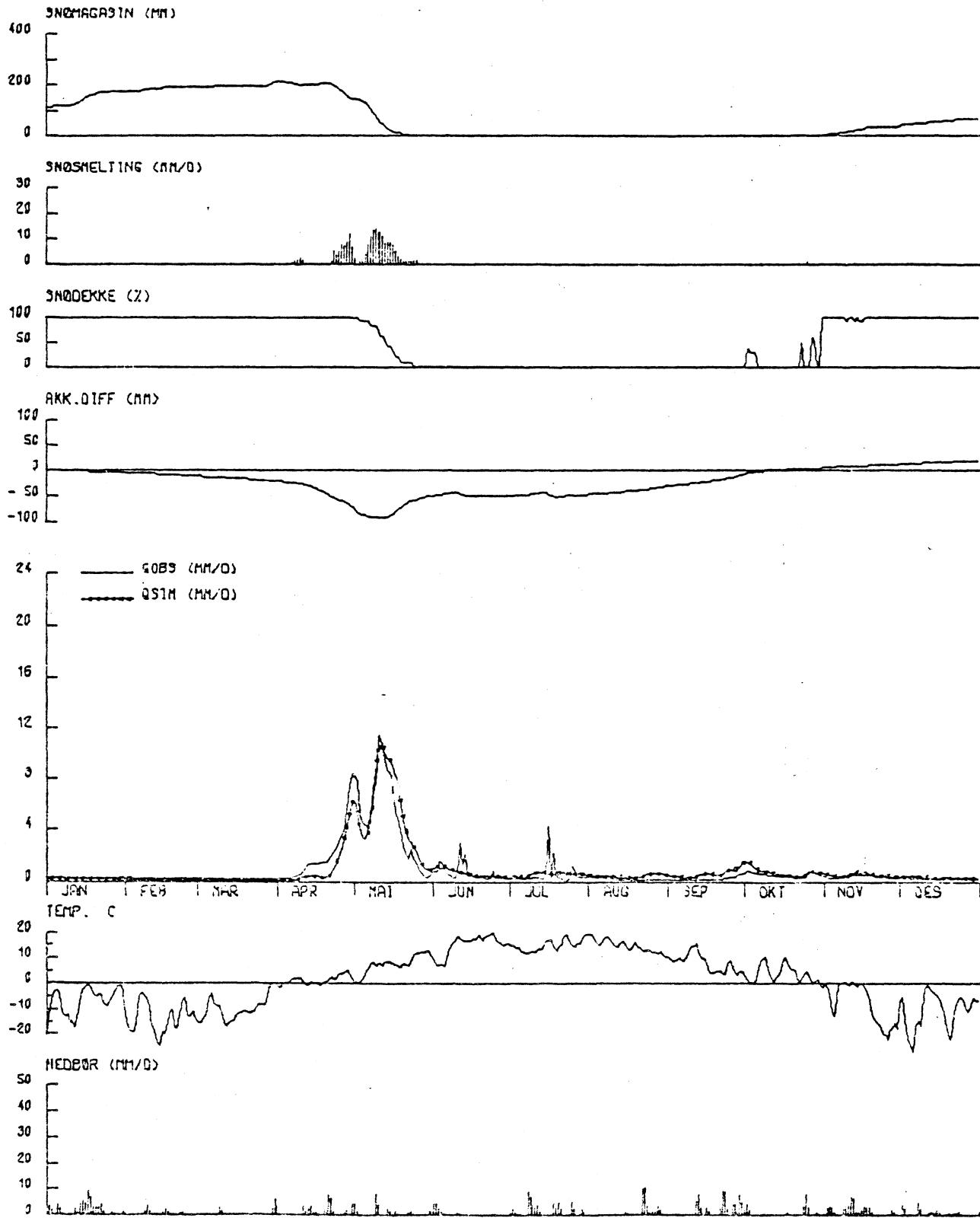


KNAPPOM

AR

1969

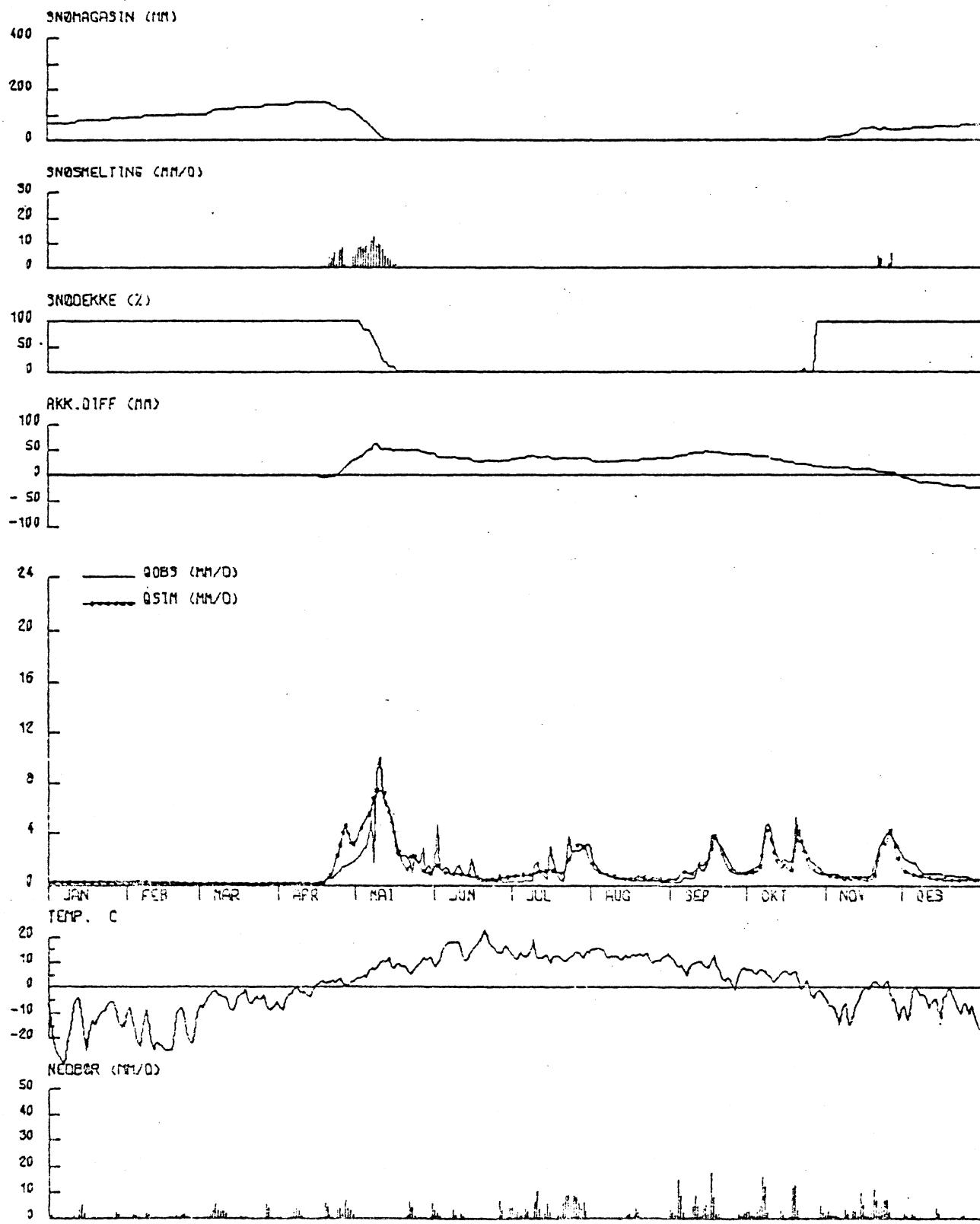
HBV3



KNAPPOM

ÅR 1970

HBV3

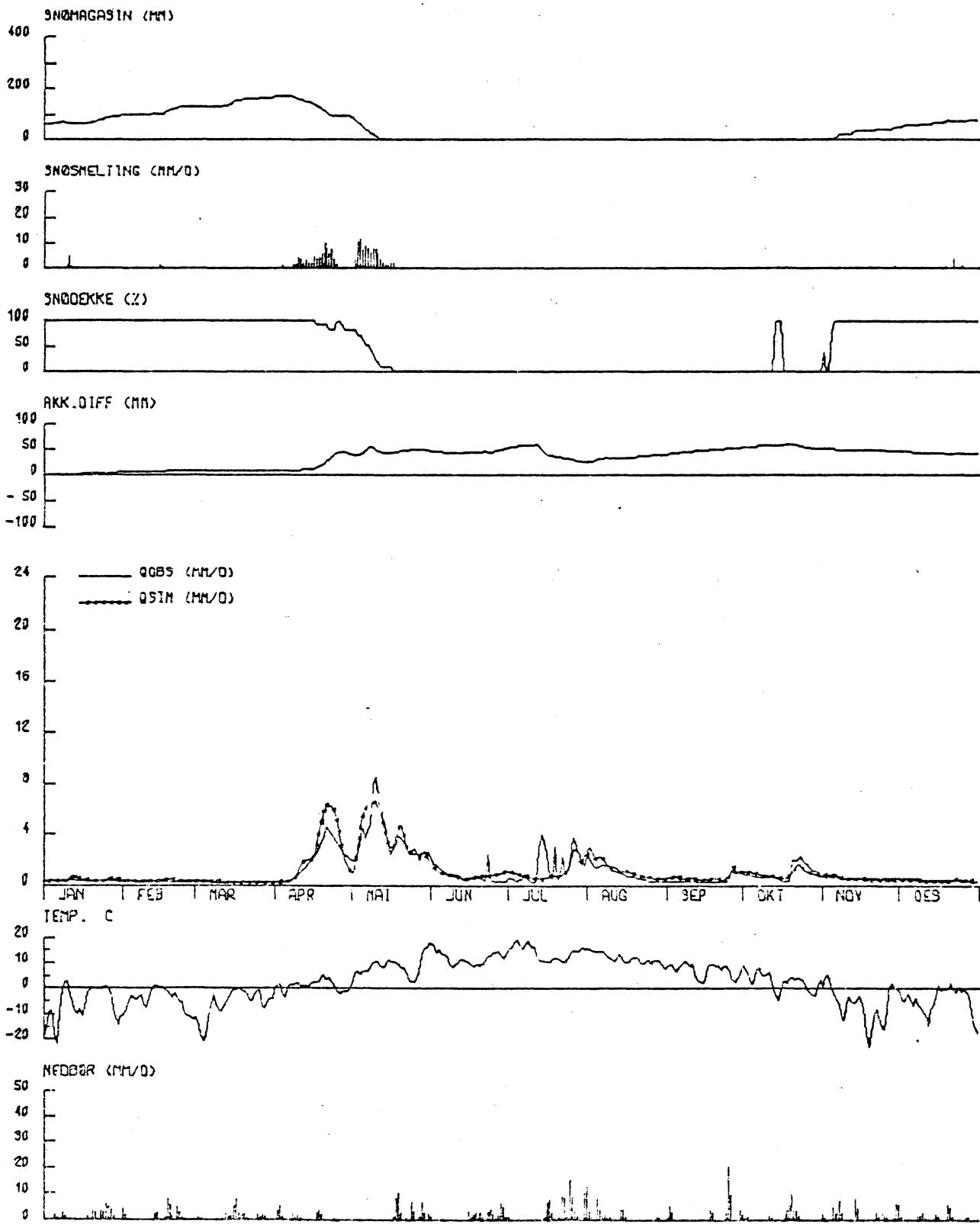


KNAPPOM

AR

1971

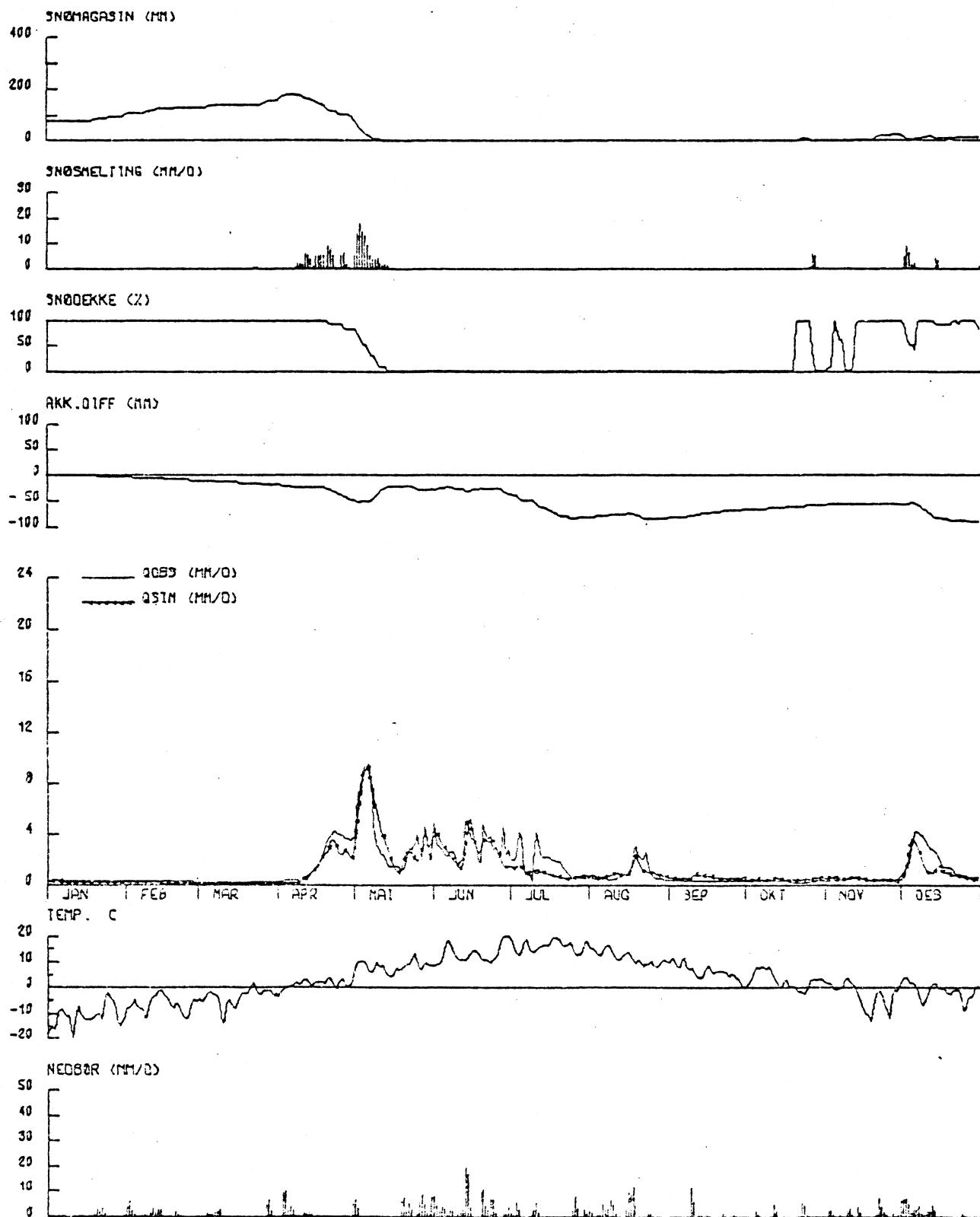
HBV3



KNAPPOM

AR 1972

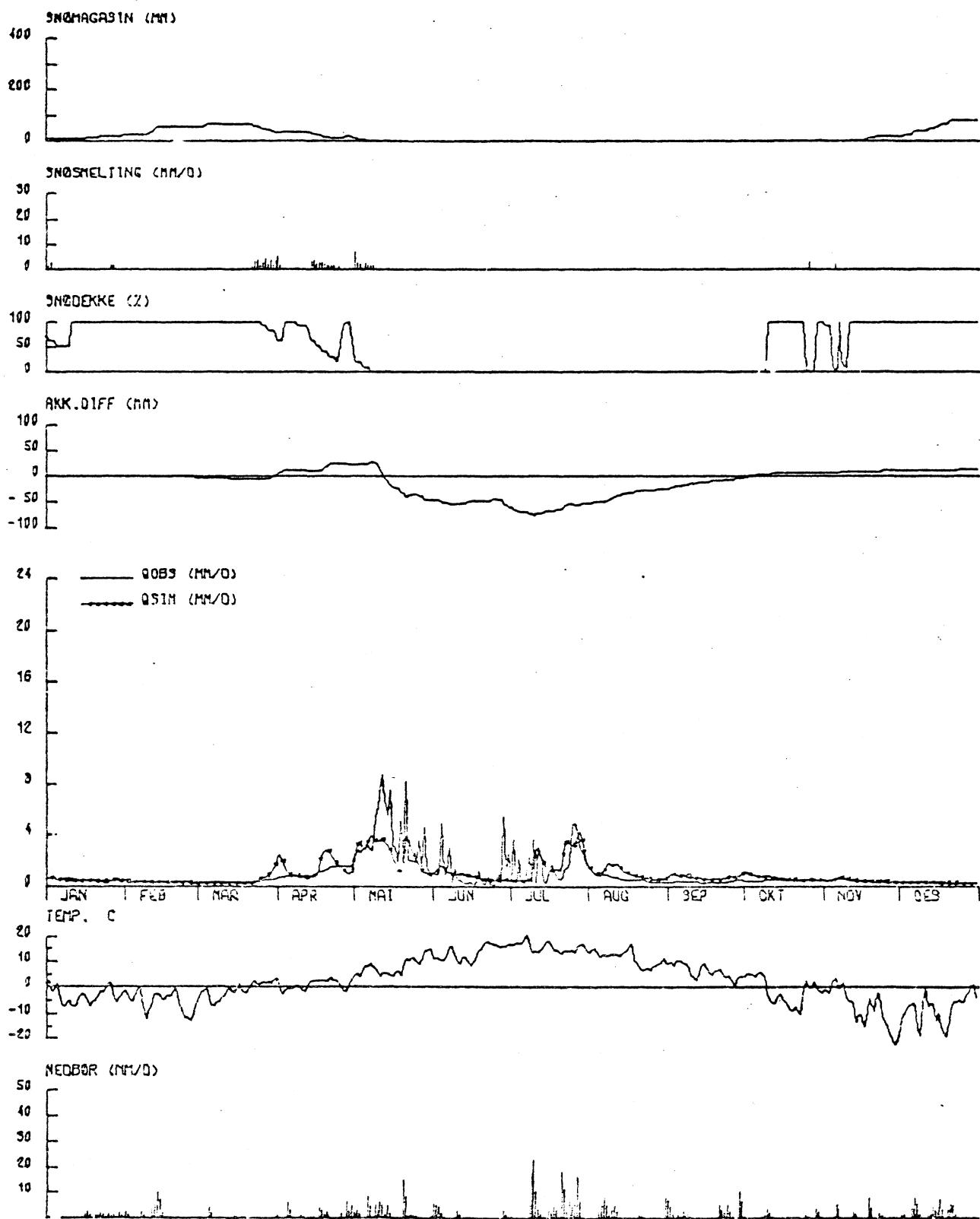
HBV3



KNAPPOM

AR 1973

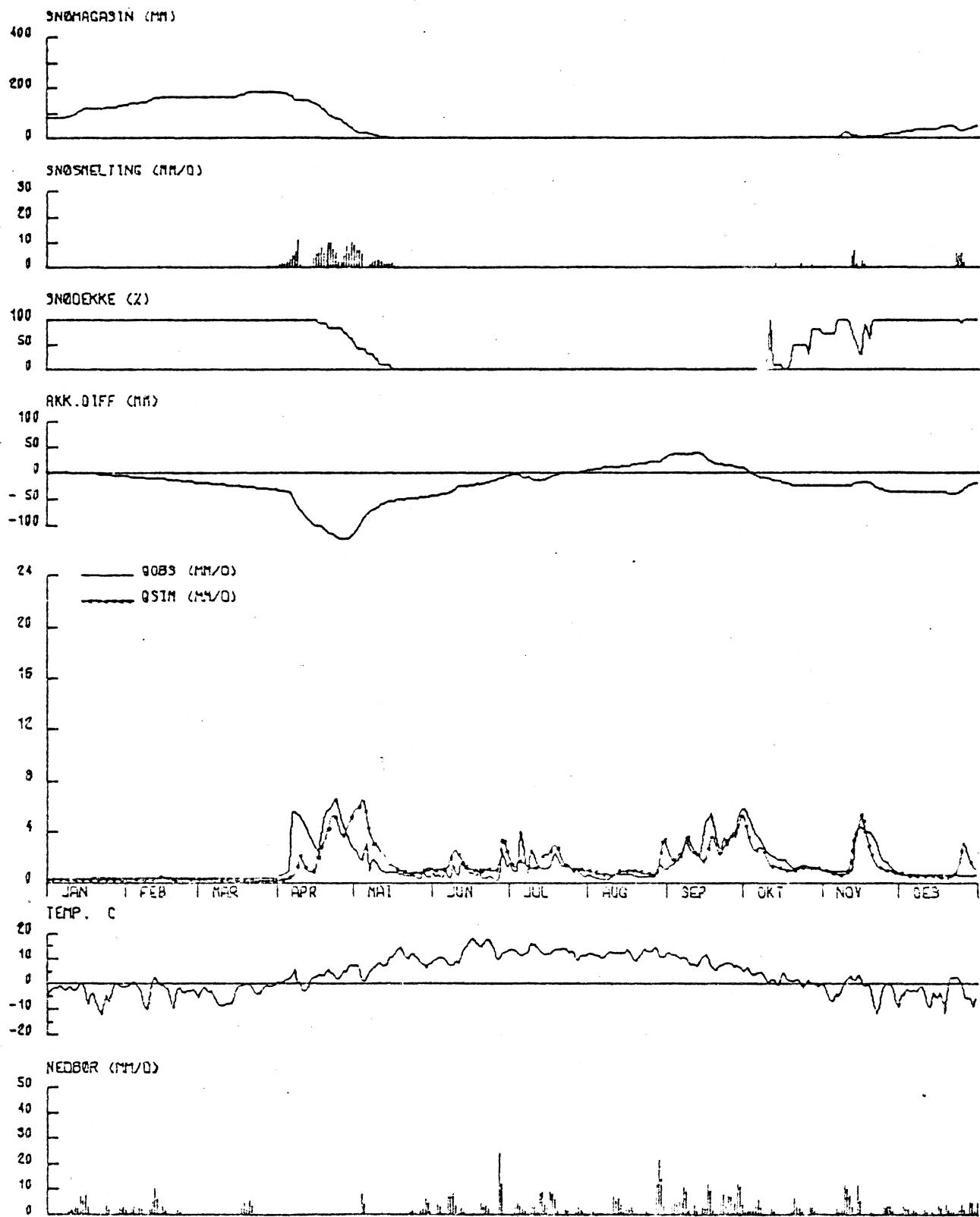
HBV3



KNAPPOM

ÅR 1974

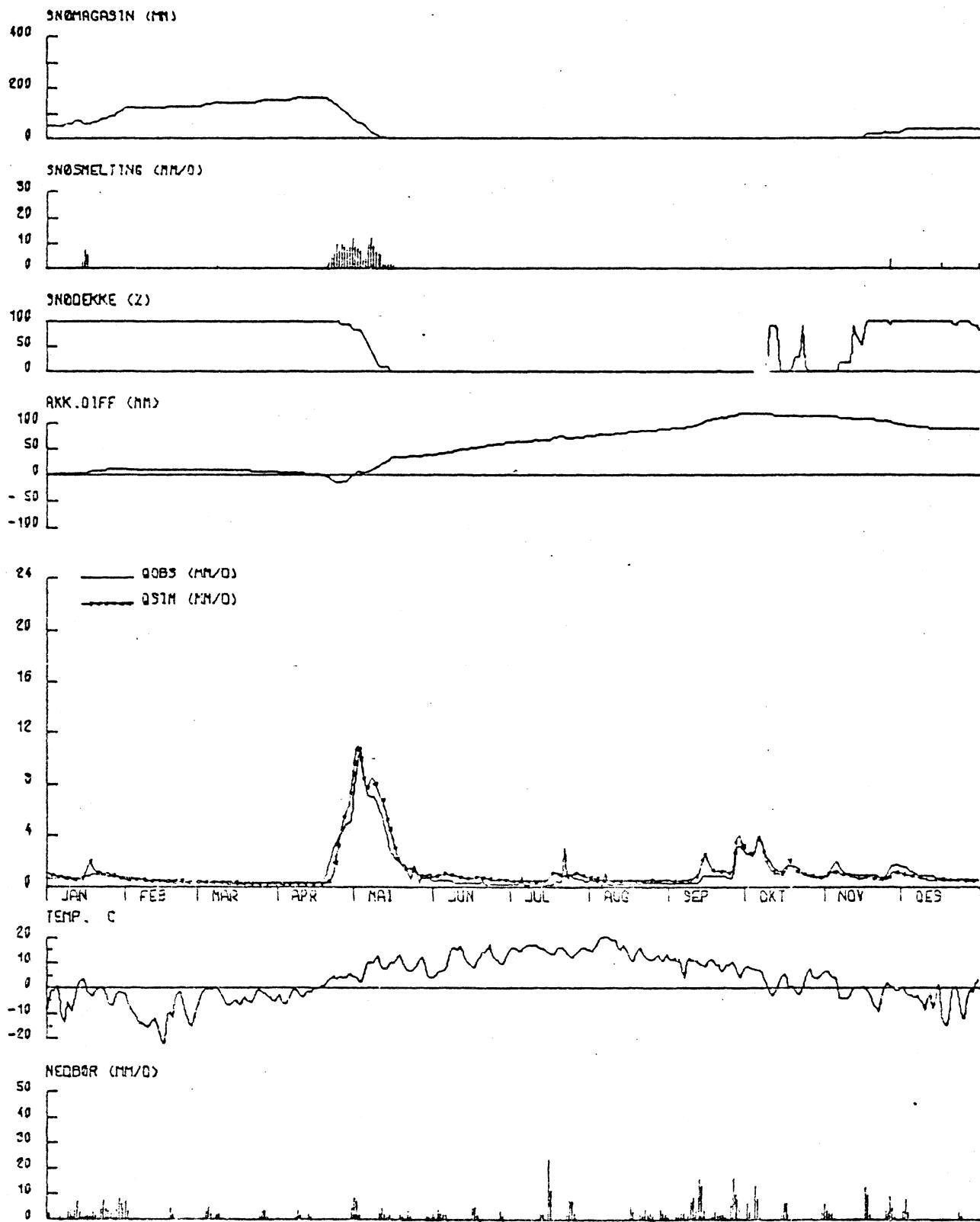
HBV3



KNAPPOM

AR 1975

HBV3



PENTADETABELL FOR KNAPPOM ÅR 1971

SUM NEDBØR OG AVLØP I MM I PENTADEN
MAGASINER I MM VED UTLØPET AV PENTADEN

NR	NEDB	QOBS	QSIM	AKKD	EVAP	TEMP	SNØS	SNØD	SNØM	GRV1	GRV2
49	24.9	1.2	1.1	.3	2.9	8.6	0.0	0.0	0.0	6.9	10.6
50	.9	1.3	3.0	2.0	3.0	8.3	0.0	0.0	0.0	3.1	11.9
51	0.0	1.1	2.0	2.2	2.9	8.9	0.0	0.0	0.0	.1	13.1
52	4.6	1.0	1.3	3.2	2.8	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5
53	3.3	1.1	1.7	3.8	2.8	8.8	0.0	0.0	0.0	1.2	13.4
54	33.2	3.0	4.1	4.8	3.1	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	14.8
55	10.0	4.4	5.0	5.4	2.3	5.9	0.0	0.0	0.0	9.5	15.8
56	1.7	3.3	4.2	6.3	1.0	5.0	0.0	0.0	0.0	8.9	16.6
57	3.5	2.8	3.2	6.7	1.0	4.7	.0	0.0	0.0	4.9	17.4
58	6.7	2.0	2.5	7.2	.4	-.6	.2	0.0	0.0	2.9	18.2
59	26.5	6.5	5.6	5.3	1.1	3.8	0.0	0.0	0.0	3.3	19.0
60	.3	8.5	5.9	3.6	1.1	1.2	0.0	0.0	0.0	11.5	19.6
61	3.4	4.8	3.7	2.4	.9	.1	0.0	40.0	.3	3.8	20.1
62	11.3	3.9	3.1	1.7	.2	1.1	.3	100.0	9.6	1.6	20.6
63	11.4	2.6	2.4	1.4	.0	-7.4	0.0	100.0	21.0	0.0	20.1
64	13.6	2.5	2.0	.9	.0	-4.8	0.0	100.0	34.5	0.0	18.3
65	3.9	2.3	1.8	.4	.0	-15.2	0.0	100.0	38.5	0.0	16.6
66	5.0	2.2	1.5	-.2	.0	-11.5	0.0	100.0	43.4	0.0	15.0
67	14.8	2.5	1.8	-.9	.0	.3	1.5	100.0	53.7	.5	15.7
68	.2	2.4	1.6	-1.7	.0	-4.3	0.0	100.0	54.0	0.0	14.6
69	7.8	2.1	1.4	-2.3	.0	-7.4	0.0	100.0	61.8	0.0	13.3
70	5.6	1.9	1.3	-2.9	.0	-5.8	.4	100.0	66.7	0.0	12.5
71	13.0	1.7	1.3	-3.0	.0	.4	5.6	100.0	72.5	2.7	13.1
72	1.7	1.5	2.0	-2.8	.0	-.8	1.2	100.0	72.5	.8	14.2
73	2.2	1.2	1.3	-2.7	.0	-5.9	0.0	100.0	74.7	0.0	13.6

NEDB: nedbør i mm

QOBS: observert avløp i mm

QSIM: simulert avløp i mm

AKKD: akkumulert differanse (QSIM-QOBS)

EVAP: fordampning i mm

TEMP: midlere temperatur i grader

SNØS: snøsmelting i mm

SNØD: snødekket areal i %

SNØM: snømagasin i mm

GRV1: grunnvannsmagasin i øvre sone

GRV2: grunnvannsmagasin i nedre sone

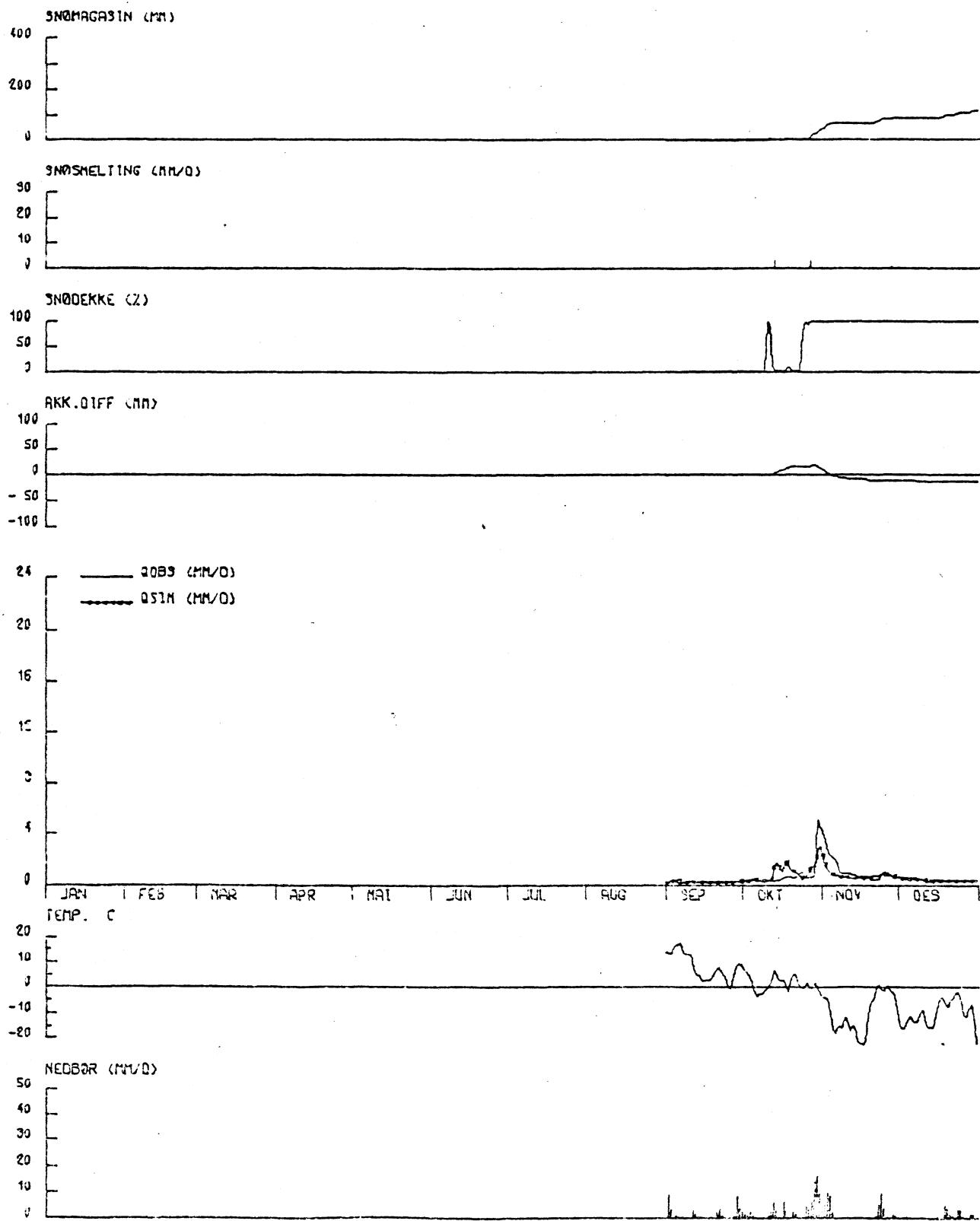
Simulert avløp, fordampning, snø- og grunnvannsdata er beregnet av modellen

KNAPPOM

ÅR

1968

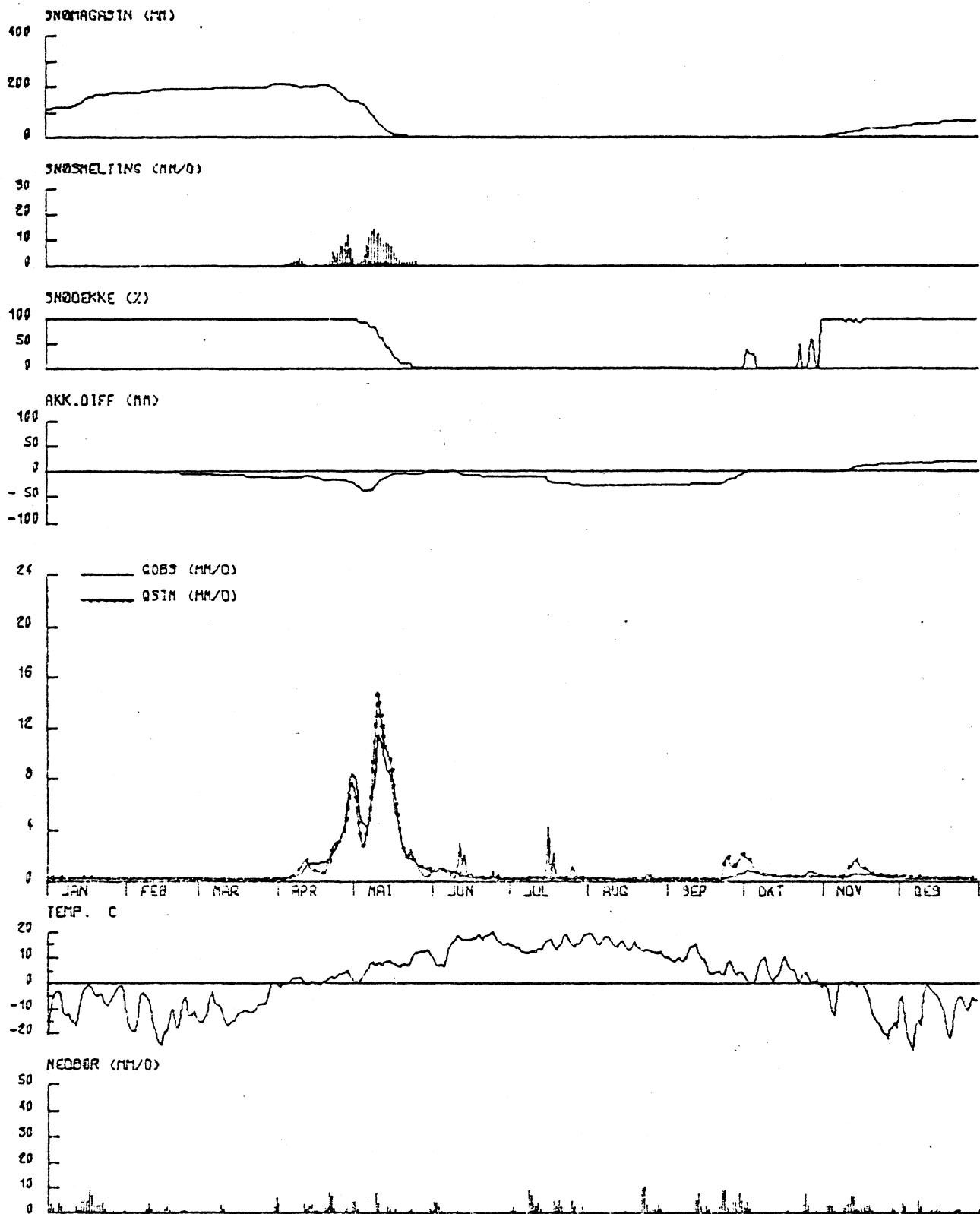
SNSF



KNAPPOM

AR 1969

SNSF

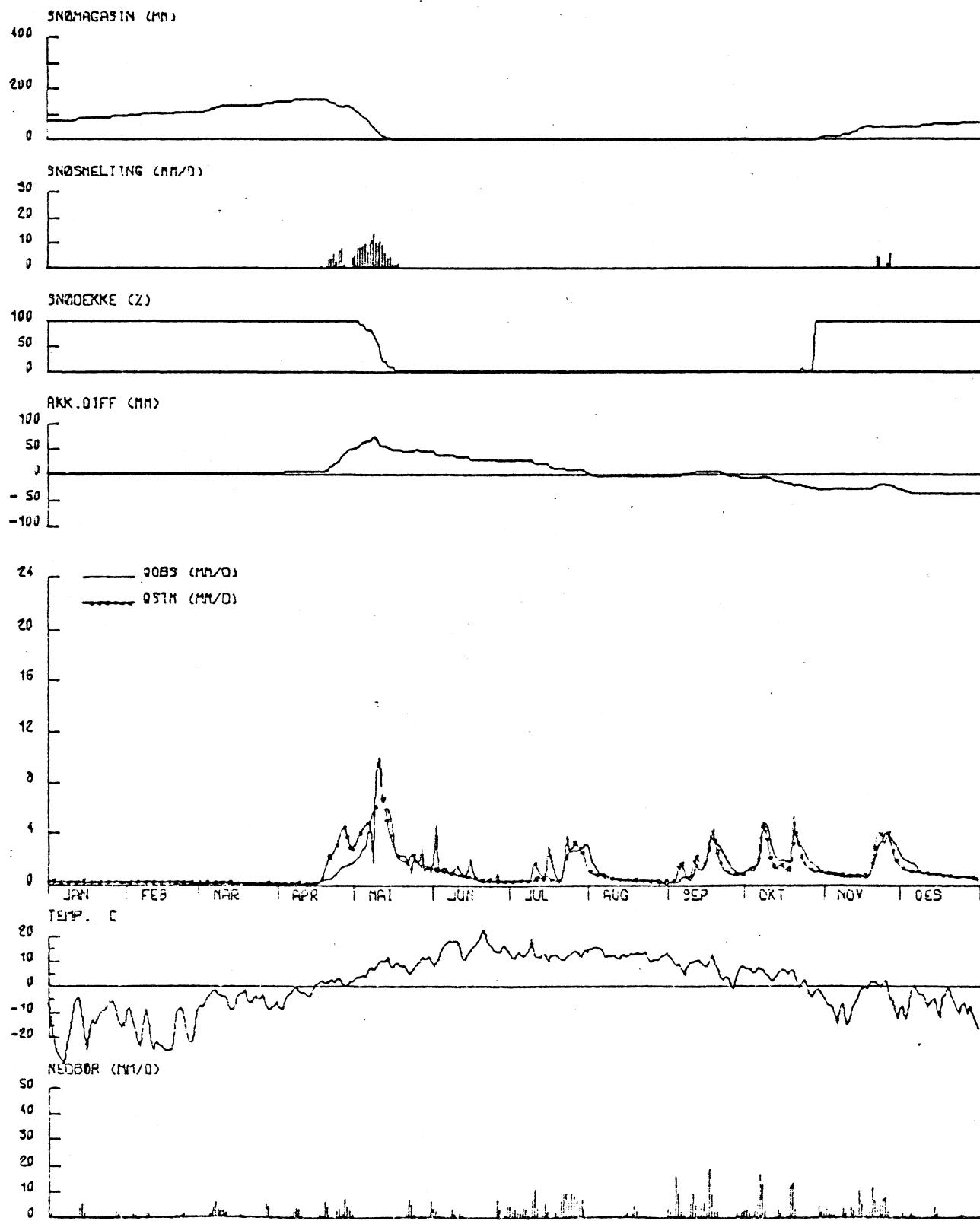


KNAPPOM

ÅR

1970

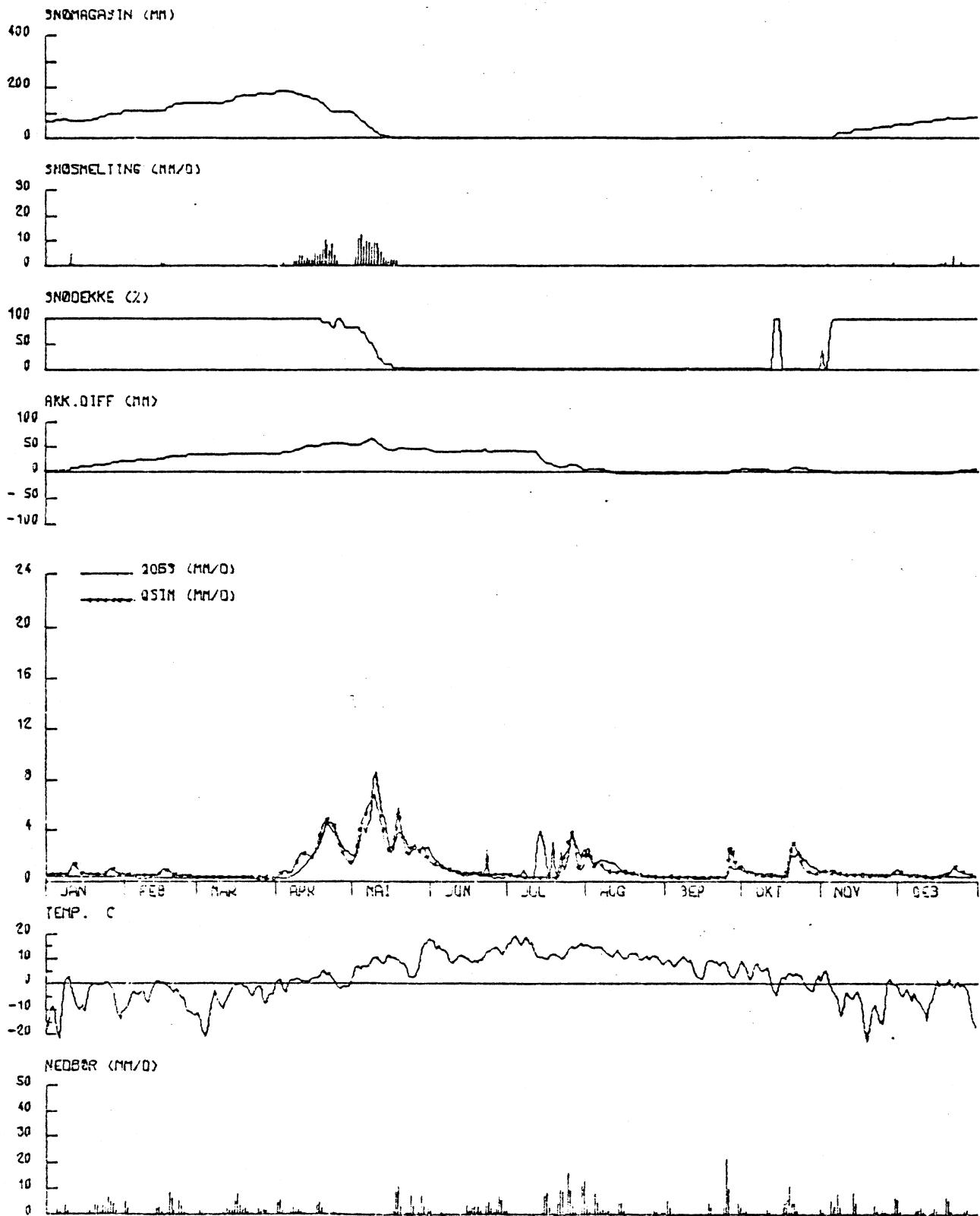
SNSF



KNAPPOM

ÅR 1971

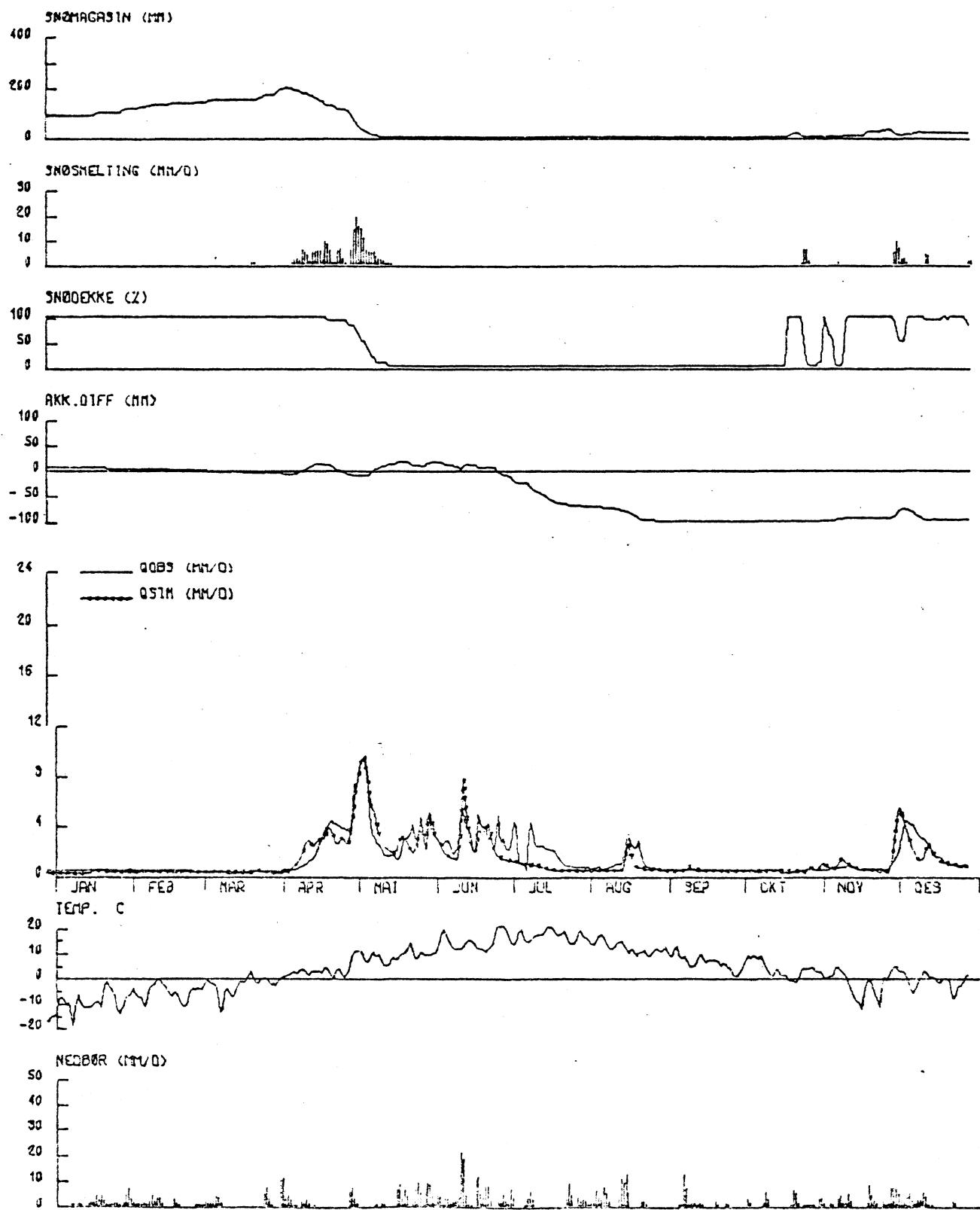
SNSF



KNAPPOM

AR 1972

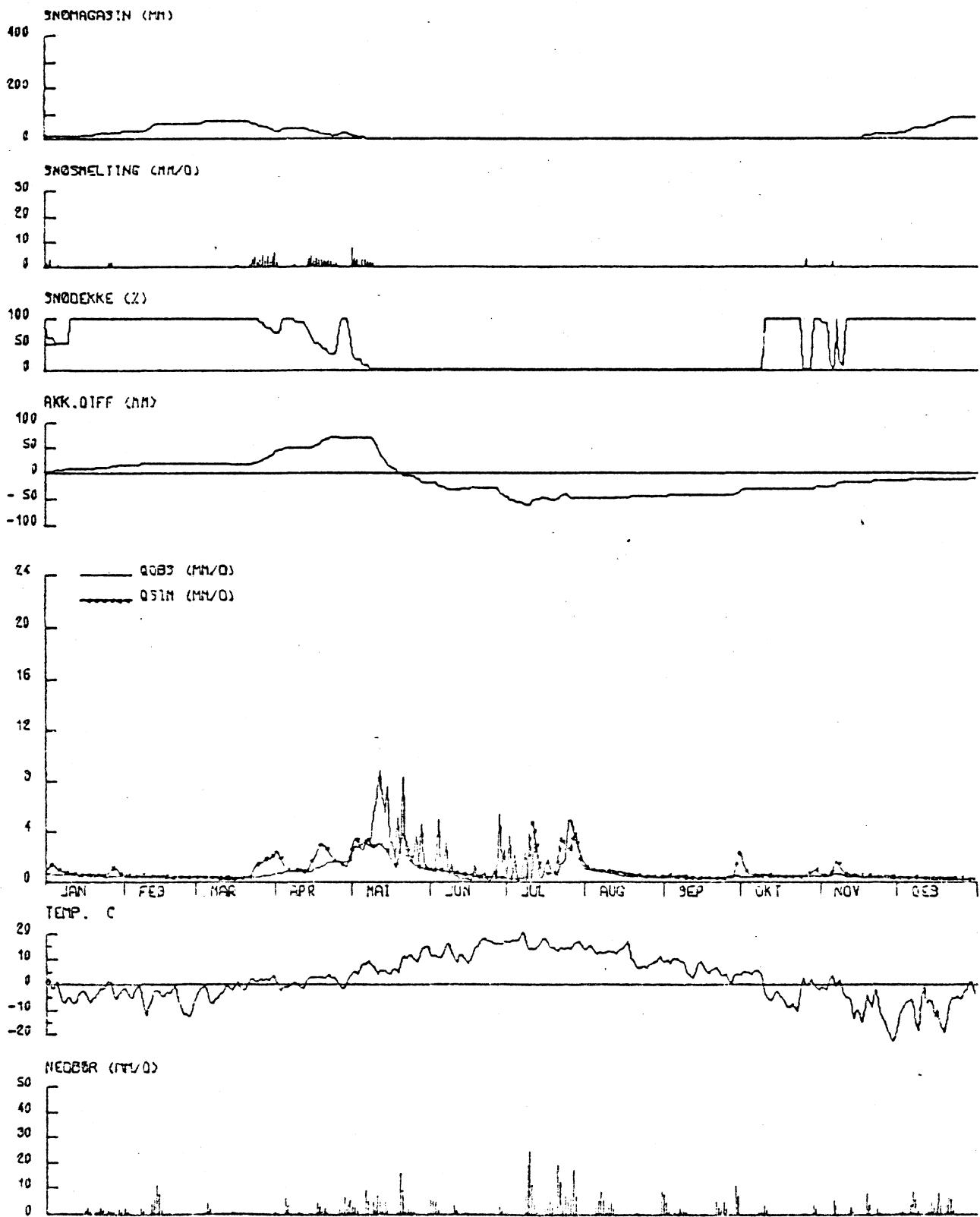
SNSF



KNAPPOM

AR 1973

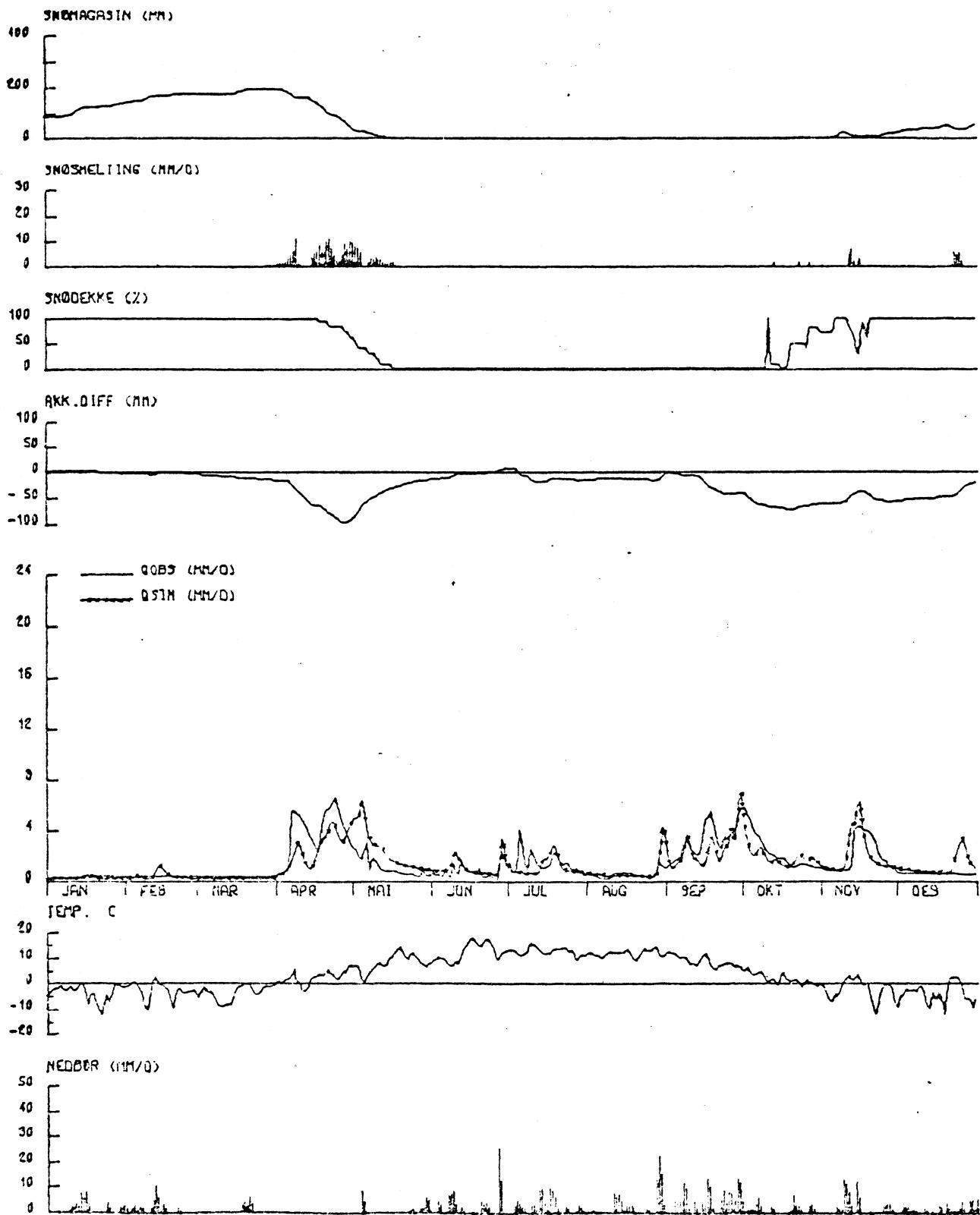
SNSF



KNAPPOM

AR 1974

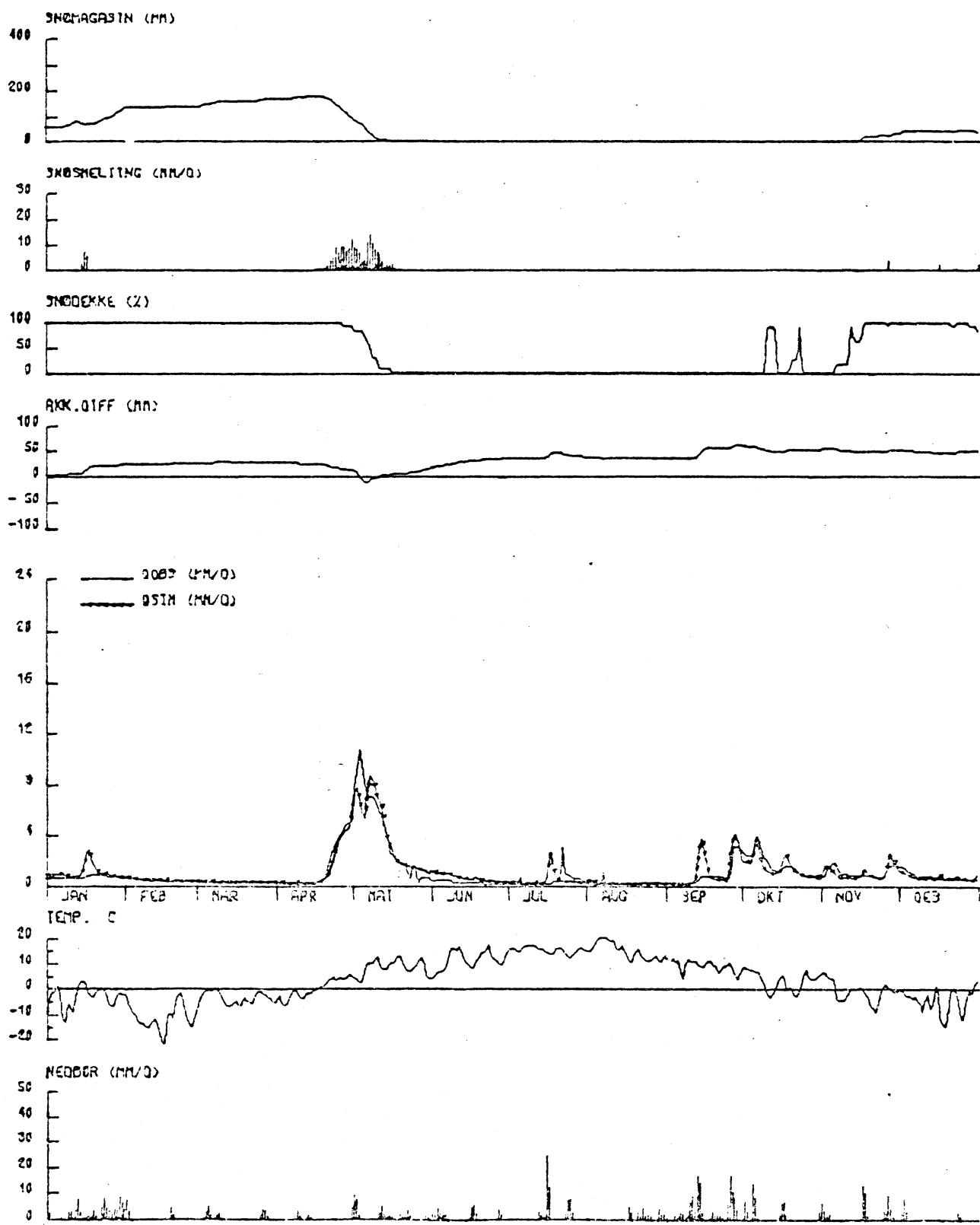
SNSF



KNAPPOM

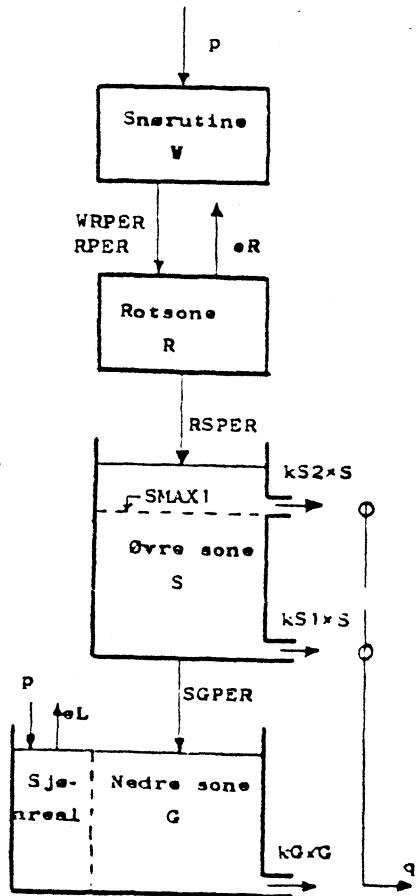
AR 1975

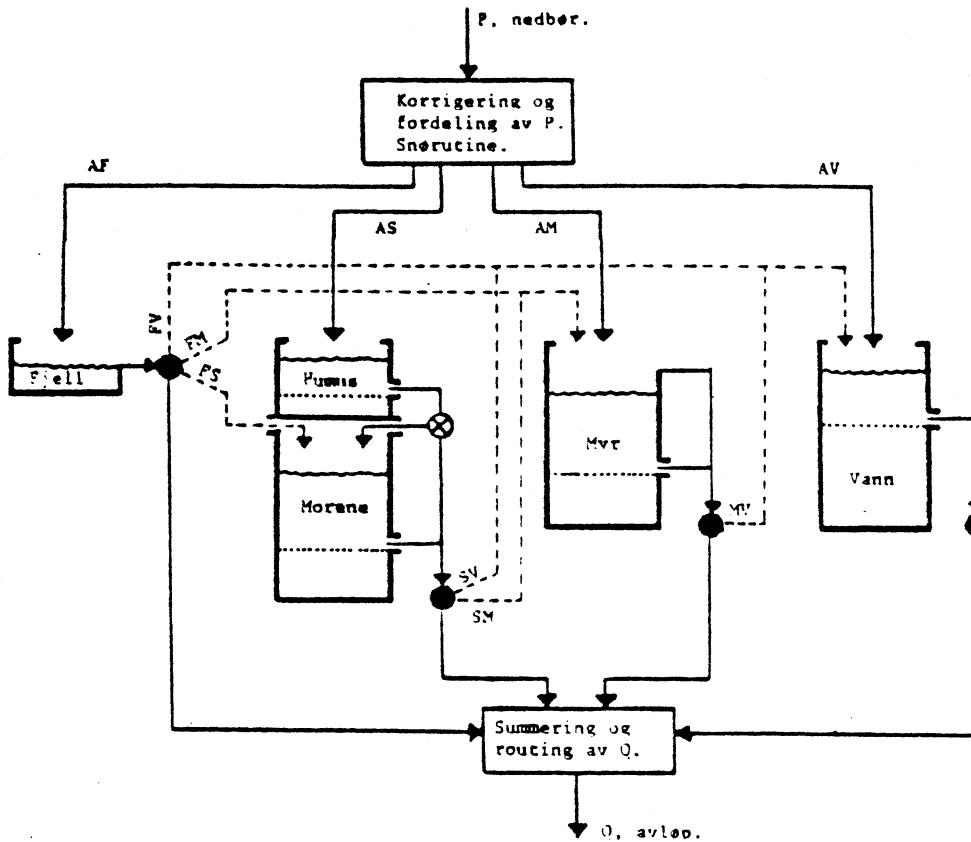
SNSF



MODELLPARAMETRE OG VARIABLE

P - nedbør (mm/d)
W - snømengde (mm)
 θ_0 - smelte temperatur ($^{\circ}$ C)
 θ_w - skilte temperatur sne/regn ($^{\circ}$ C)
 C_o - smeltefaktor (mm/grad d)
 q_w - maksimalt vanninnhold
 i snøen (%)
WRPER - infiltrasjon sne/rotsone (mm/d)
RPER - infiltrasjon regn/rotsone (mm/d)
R - vann i rotzone (mm)
RMAX - maks. vanninnhold i rotzone (mm)
 ϵP - evapotranspirasjon fra rotzone
 ϵPOT - potensiell evapotranspirasjon
 β - eksponent i infiltrasjonsligning
RSPER - infiltrasjon rotzone/øvre zone
S - vann i øvre zone (mm)
SMAX1 - terskel i øvre zone (mm)
kS1 - temmekonstant (d^{-1})
kS2 - temmekonstant (d^{-1})
SGPER - perkolasjon til nedre zone
G - vann i nedre zone (mm)
kG - temmekonstant nedre zone
 ϵL - fordampning fra sjøer (mm/d)
q - totalt avløp (mm/d)





Modellstruktur for et nedbørfelt.

F=Fjell, S=Skog, M=Myr, V=Vann,
 $Ax = \text{Arealdekkning av marktype } x \text{ hvor } x=F,S,M,V (\sum Ax=1.0=100\%)$
 $Sy = \text{Arealdel av marktype } x \text{ som drenerer over i marktype } y$
 (Fordampning kan skje fra alle magasinen, men er ikke tegnet inn i figuren).

FJELL - F_{MAX} = Retensjonskapasitet

$$QF=F-F_{MAX}$$

SKOG - $AMIN = Feltkapasitet(FC) - WP^N$
 $KA = \text{Humusdrenertekonstant}$
 $KSIG = \text{Sigevannskonstant}$
 $B_{MAX} = \text{Synkevannskapasitet} + FC - WP$
 $B_{MIN} = \text{Feltpotasitet}(FC) - WP$
 $KB = \text{Myrdrenertekonstante}$

$$\begin{aligned} QA &= KA \cdot (A-AMIN) \\ SIG &= KSIG \cdot QA, QA = QA-SIG \\ QA &= QA + B-B_{MAX} \end{aligned}$$

MYR - $M_{MAX} = \text{synkevannskapasitet} + FC - WP$
 $M_{MIN} = \text{Feltpotasitet}(FC) - WP$
 $KM = \text{Myrdrenertekonstante}$

$$\begin{aligned} OFL &= M-M_{MAX} \\ QM &= KM \cdot (M-M_{MIN}), QM = QM + OFL \end{aligned}$$

VANN - $V_{MIN} = \text{Terskelvolum for vann}$
 $KV = \text{Avløpskonstante}$

$$QV = KV \cdot (V-V_{MIN})$$

Felles par.

KP	Nedbørkorreksjon	$P = KP \cdot P$
KE	Fordampningskonstant	$E = KE \cdot T$
AF	Arealandel med bare fjell	$PF = AF \cdot P$
AS	Arealandel med skog	$PS = AS \cdot P$
AM	Arealandel med myr	$PM = AM \cdot P$
AV	Arealandel med vann	$PV = AV \cdot P$
FS	Drenøringsandel fra fjell til skog	$B = B + FS \cdot QF$
FM	Drenøringsandel fra fjell til myr	$M = M + FM \cdot QF$
FV	Drenøringsandel fra fjell til vann	$V = V + FV \cdot QF$
SM	Drenøringsandel fra skog til myr	$M = M + SM \cdot QS$
SV	Drenøringsandel fra skog til vann	$V = V + SV \cdot QS$
MV	Drenøringsandel fra myr til vann	$V = V + MV \cdot QM$

Systemskisse av SNSF-modellen.

Fra: Dan Lundquist, "Modellering av hydrokjemisk i nedbørfelter",
 SNSF-prosjektet, 1977, rapport IR 31/77.