

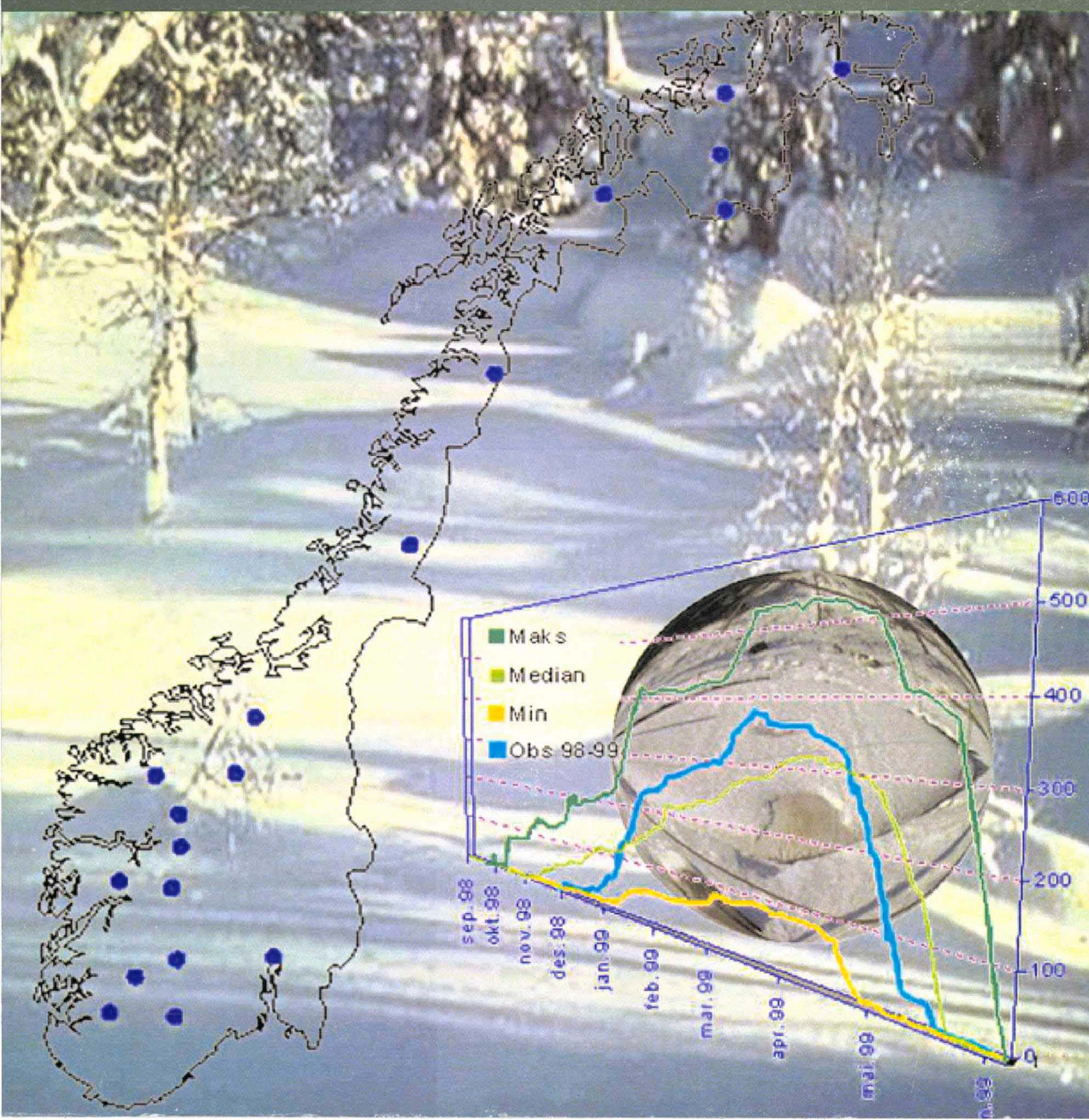


NOSIT - utvikling av NVEs operasjonelle snøinformasjonstjeneste

Rune V. Engeset (red.)

1
2000

D O K U M E N T



NOSIT

- utvikling av NVEs operasjonelle snøinformasjonstjeneste

Norges vassdrags- og energidirektorat

2000

Dokument nr 1/2000

NOSIT - utvikling av NVEs operasjonelle snøinformasjonstjeneste

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat
Redaktør: Rune Verpe Engeset
Forfattere: Rune V. Engeset, Hilleborg K. Sorteberg, Hans-Christian Udnæs

Trykk: NVEs hustrykkeri
Opplag: 50
Forsidefoto: Hilleborg K. Sorteberg
ISSN: 1501-2840

Sammendrag: Denne rapporten beskriver utviklingen av verktøy for å lage oppdaterte landsdekkende snøoversikter på døgnbasis for bl.a. nasjonal flomvarsling og kraftforvaltning, samt energimarkedet og klimaendringstudier. Vi sammenligner hvordan snøens vannekvivalent varierer gjennom vinteren 1998-99 ved å sammenligne snøputeregistreringer, manuelle målinger og modellsimuleringer fra 19 steder rundt i landet. Resultatene vurderes utfra snøputenes og snømodellenes evne til å beskrive akkumulasjon, smelting og gjenfrysing. Videre fremskaffes et forenklet parametersett for snømodellene og det vurderes hvilke parametre som må variere geografisk. Simuleringen vurderes opp mot normalverdier og DNMI's snøakkumulasjonskart. Videre vurderes nytten opp mot flomvarslingen i denne perioden. Avslutningsvis beskrives implementeringen av og resultatene fra snømodellen for rundt 90 stasjoner.

Emneord: Snø, snømodellering, snøputer

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

Januar 2000

Innhold

Forord	5
1. Introduksjon	7
1.1 Bakgrunn.....	7
1.2 Målsetning.....	7
1.3 Rapportens struktur.....	7
2. Virkemidler og metode	9
2.1 Snøputer	9
2.2 Manuelle målinger ved snøputene	9
2.3 Snømodell	11
2.3.1 Modellbeskrivelse.....	12
2.3.2 Kalibrering og parameterutvalg	13
2.3.2 Simulering med historiske data.....	15
2.3.3 Operasjonell løsning	15
3. Data	17
3.1 Snøputedata.....	17
3.1.1 Dataoverføring og tekniske feil.....	17
3.1.2 Primærkontroll.....	17
3.2 Manuelle feltmålinger	18
3.2.1 Måling av snødyb ved puta og snøens tetthet.....	19
3.2.2 Måling av snøstrekk og observasjoner av snødekkningsgrad.....	20
3.2.3 Fuktighet og skare/islag i snøpakka og islag på puta	22
3.3 Meteorologiske data.....	23
4. Simulering med snømodell	24
4.1 Kalibrering	24
4.2 Parameterutvalg	24
4.3 Simulering og sammenligning med normalverdier	25
4.3.1 Finnmark.....	26
4.3.2 Troms og Nordland	27
4.3.3 Trøndelag.....	28

4.3.4	<i>Langfjella nord</i>	28
4.3.5	<i>Sørøst-Norge</i>	29
4.3.6	<i>Vestlandet</i>	30
4.4	Simulert maksimalt snømagasin sammenlignet med snøakkumulasjonskart.....	31
4.5	Presentasjon av operasjonell modell	32
5.	Sammenligning snøputer, manuelle målinger og modellresultat	34
5.1	Akkumulasjon	34
5.2	Smelting	37
5.3	Fritt vann og gjenfrysing	39
6.	Vurdering av snøputene under ulikt klima og plassering	40
6.1	Lokale forhold	40
6.1.1	<i>Topografi</i>	40
6.1.2	<i>Drenering</i>	40
6.1.3	<i>Vegetasjon</i>	40
6.1.4	<i>Ferdsel og bygninger</i>	41
6.2	Klima og plassering i landet.....	41
6.2.1	<i>Temperatur</i>	41
6.2.2	<i>Nedbør</i>	41
6.2.3	<i>Vind</i>	42
6.2.4	<i>Skyer og innstråling</i>	42
7.	Konklusjon	43
8.	Videre arbeid	44
	Referanser	45
	Vedlegg	

Forord

Dette er en sluttrapport for prosjekt VM-13/99 *NOSIT – utvikling av NVEs snøinformasjonstjeneste*, finansiert gjennom NVEs FoU-program *Vassdragsmiljø 1997-2001*. Rapporten er redigert av Rune V. Engeset. Hilleborg K. Sortberg og Hans-Christian Udnæs har bidratt med henholdsvis snøputekontroll og snømodellering.

Dette arbeidet har hatt stor nytte av et godt utført kontrollopplegg av våre observatører (Erling Buajordet, Torleiv Fjalestad, Lom Fjellstyre, Odd Fossmo, Agnar Johnsen, Lill-Johanne Myrhaug, Einar Pettersen, Torgeir Reime, Laurits Sønstebø) og samarbeidende regulanter (Øst-Telemarkens Brukseierforening, Otra Kraft DA, Sira-Kvina Kraftselskap, Salten Kraftsamband AS, Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk, Oslo Energi Produksjon AS), samt opplæring i snømålinger gitt av Nils Haakensen ved Hydrologisk avdeling.

Oslo, januar 2000

Kjell Repp

avdelingsdirektør

Erik Roland

seksjonssjef

1. Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Snø utgjør en viktig komponent i den hydrologiske syklus i Norge og omkring halvparten av årsnedbøren lagres i snømagasinet i løpet av vinteren. Smelting av vinterens snø bidrar til oppfylling av vannmagasinene for produksjon av *elektrisk kraft*. Smeltingen bidrar videre til økt vannføring i elvene og i verste fall *skadeflom*. Snødekkets utbredelse og varighet påvirker energi- og vannbalansen ved jordas overflate og har dermed stor betydning for vårt *klima*.

Datasett som beskriver snøens egenskaper i rom og tid er begrenset, da *i)* 30% av Norges areal ligger over 700 m og her finnes et meget begrenset antall observasjoner, *ii)* snøens egenskaper viser stor variasjon i tid/rom og snøobservasjonene er i hovedsak gyldig i et begrenset område (ofte et punkt), og *iii)* snøegenskapene kan i dag vanskelig måles for større utstrekning (f eks på landsbasis) i henhold til ønsket krav til usikkerhet. Dermed fremstår et behov for å samle og sikkerhetsvurdere snødata, samt avlede snødata fra andre data gjennom modellering.

1.2 Målsetning

For å møte våre behov har dette arbeidet fokusert på :

- samling og kvalitetssikring av snødata fra snøputer
- implementering og operasjonalisering av en punktbasert nedbør-graddagmodell for snø som bruker data fra DNMI's synoptiske stasjoner og som gir daglige verdier for snøens vannekivalent, fuktighet og avrenning
- analyse og presentasjon av snønormaler basert på snøputer og snømodeller

Vi ønsker med dette å bedre NVEs operasjonelle snøinformasjonstjeneste, *NOSIT*, slik at NVEs nasjonale flomvarsling (Hydrologisk avdeling) og overvåking av kraftressursene (Energiavdelingen), regulanter, kraftmeglere, aktører innen klimaforskning og andre grupper i samfunnet vil kunne få tilgang til bedre landsdekkende snøinformasjon.

1.3 Rapportens struktur

Rapporten er delt inn i 8 kapitler og har 4 vedlegg. Kapittel 1 gir bakgrunn og introduksjon til arbeidet. Metodene som benyttes beskrives i Kapittel 2, og de anvendte datasettene beskrives i Kapittel 3. Kapittel 4 presenterer kalibrering av og simulering med snømodellen, samt diskuterer dens resultater i lys av andre snødata og nytteverdi for flomvarslingen. I Kapittel 5 sammenlignes snødata fra snøputene og manuelle målinger med resultater fra snømodellen for å vurdere godheten til data fra de ulike kildene gjennom et år. Betydningen av lokale forhold og klima for

snøputeobservasjoner vurderes i Kapittel 6. Konklusjoner fra arbeidet og forslag til videre arbeid beskrives i Kapittel 7 og 8.

2. Virkemidler og metode

Arbeidet med å utvikle NVEs operasjonelle snøinformasjonstjeneste (*NOSIT*) har vært delt opp i følgende oppgaver:

- Innsamling og analyse av månedlige manuelle snødata ved hver snøpute. Dette dannet grunnlag for å kvalitetssikre data fra snøputene og vurdere under hvilke forhold putene fungerer tilfredsstillende.
- Implementering av en snømodell for å simulere snøens vannekvivalent, fuktighet og avrenning for hver snøpute. Dette gjøres for å validere modellen og vurdere dens evne til å simulere snøens egenskaper på døgnbasis gjennom vinteren og våren. Modellen ble vurdert mot snøputedata og manuelle målinger. Snømodellen ble operasjonalisert slik at den kan oppdateres automatisk basert på de synoptiske meteorologiske stasjoner som NVE mottar daglige sanntidsdata fra.
- Rekonstruere lange tidsserier for snøputene ved hjelp av snømodellen og meteorologiske data. Dermed kunne dagens verdier sammenlignes statistisk med resultatene fra en normalperiode på 15 år.

2.1 Snøputer

Snøputa er et måleinstrument som gjengir snøens vekt og følgelig gir oss snøens vannekvivalent direkte. Det finnes flere beskrivelser av ulike snøputer og deres virkemåte (Beaumont 1965, Tollan 1970, Andersen 1981). NVEs puter (figur 1) er sirkulære og fylt med væske, 50% sprit og 50% vann. Snøens vekt finnes som funksjon av væskens høyde i et vertikalt stigerør som står i kontakt med puta. Snøputene som er satt ut etter 1997 har en diameter på 2 meter og er laget av PVC. De gamle snøputene på Groset og Brunkollen har en diameter på ca. 3,6 meter og er laget av neopren. Nærmere beskrivelse av NVEs snøputer er gitt av Sundøen (1997) og Sorteberg (1999).

Data fra snøputene blir fjernoverført til NVE to ganger i døgnet og inneholder verdi for snøens vannekvivalent for hver time.

2.2 Manuelle målinger ved snøputene

Det ble i 1997 og 1998 etablert 16 nye snøputer. Data fra de nye snøputene er ikke kvalitetskontrollert for 1997-98sesongen, og er følgelig beheftet med en viss usikkerhet.

For kontroll av snøputedata over tid ble det utformet et måleopplegg. Måleopplegget ble gjennomført av medarbeidere ved Hydrologisk avdeling og i samarbeid med regulanter og egne observatører for snøputene. Målingene ble gjennomført cirka en gang hver måned fra januar/ februar 1999 til snøen var smeltet bort fra puta.

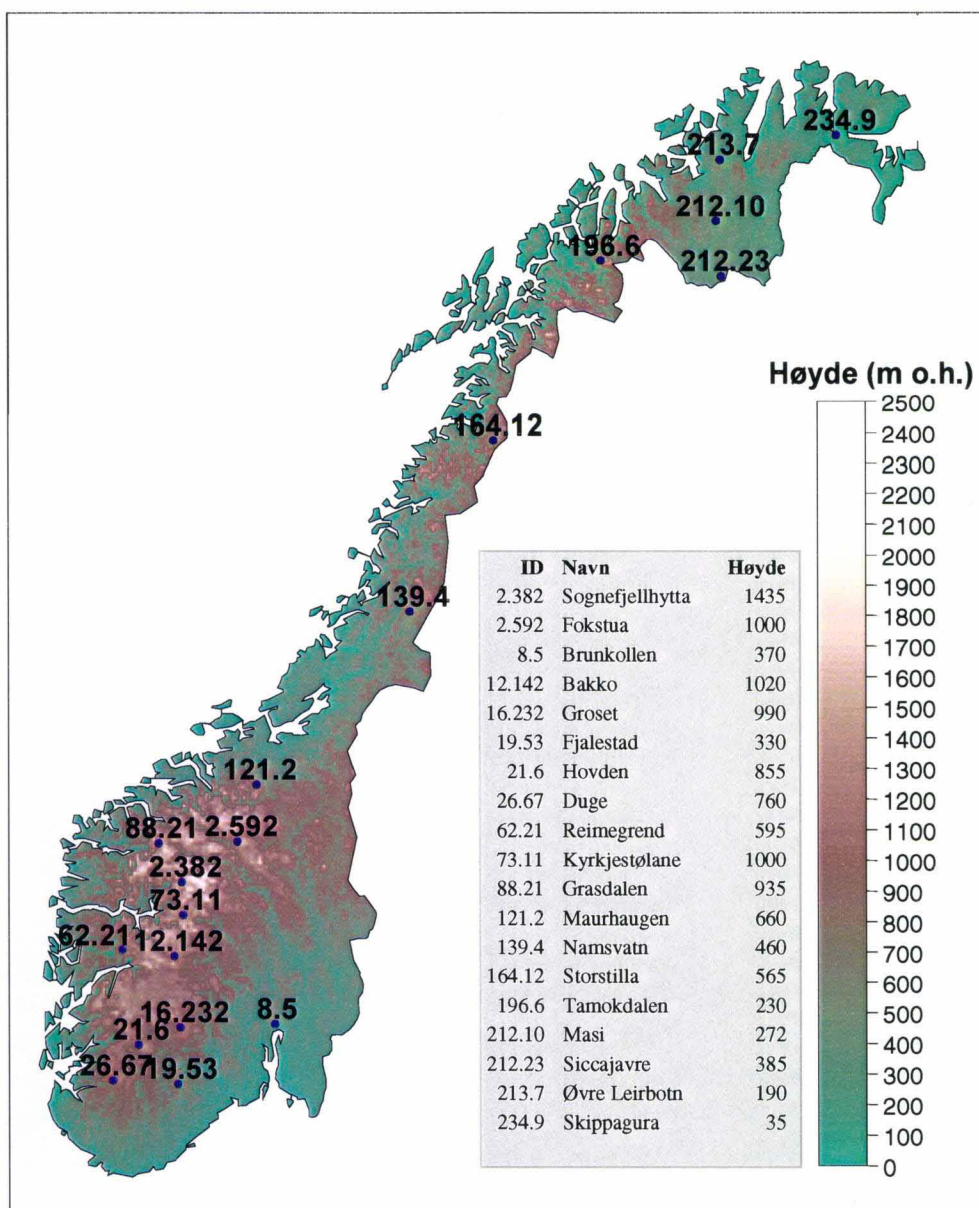
Hver måling innebar følgende:

- snødyp ble målt med sondestang. To kryssende strekk ble målt (hver med 10 målinger hver 5 m) i tillegg til snødyp rett ved puta
- snøens vekt ble målt i et vertikalt profil ved snøputa
- snøens fuktighet ble beskrevet
- snødekningsgrad ble anslått
- lagdeling i snøpakka og islag snøputa ble beskrevet
- snøens kornstørrelse ble anslått
- markfrost ble beskrevet og om det var islag på markoverflata

Måleopplegget er nærmere beskrevet i Vedlegg D. Analyse av data er blitt gjennomført ved at innsamlede data fra kontrollmålingene er blitt sammenlignet med registrerte data fra snøputene. I tilfeller hvor det har vært store avvik gjennom vinteren er det forsøkt å finne forklaringer på dette.

Figur 1 viser hvilke snøputer det ble utført kontrollmålinger ved i 1998-99. I Vedlegg A er det gitt en utfyllende beskrivelse av hver stasjon.

Kontrollopplegget ble gjennomført i samarbeid med Øst-Telemarkens Brukseierforening (Groset), Otra Kraft DA (Hovden), Sira-Kvina Kraftselskap (Duge), Salten Kraftsamband AS (Storstilla), Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk (Namsvatn) og Oslo Energi Produksjon AS (Bakko).



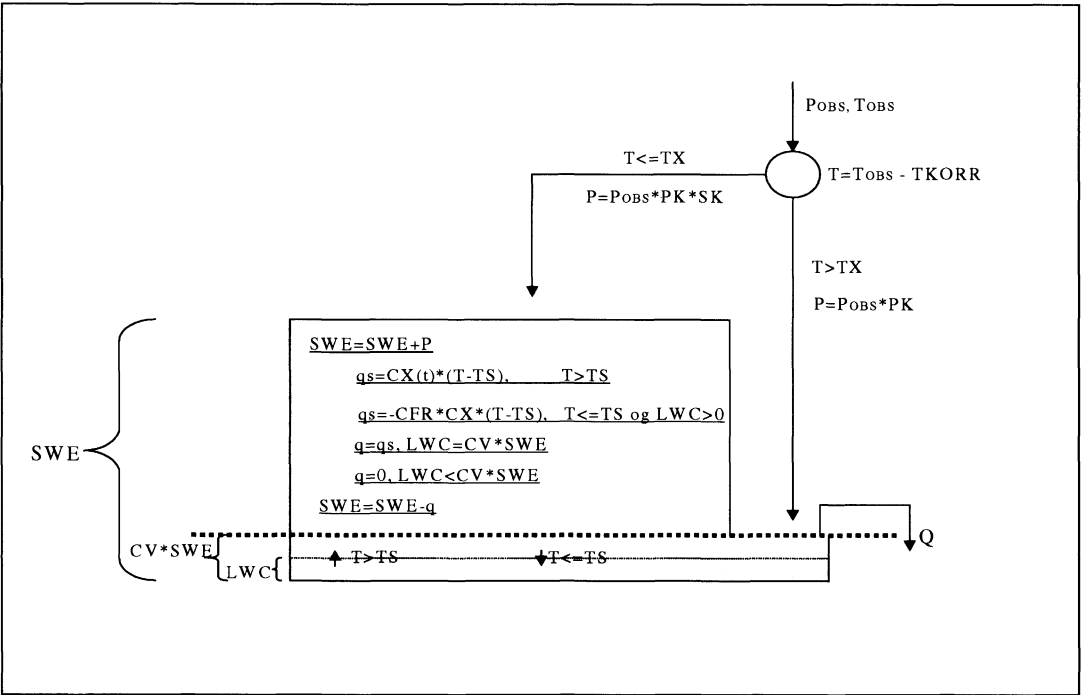
Figur 1. NVEs snøputer vinteren 1998-99 (se Vedlegg A for informasjon om hver enkelt snøpute).

2.3 Snømodell

For å simulere utviklingen av snøens vannekvivalent på putene er det kalibrert en enkel modell for hver pute. Modellen er i prinsippet den samme som inngår i HBV-modellens snørutine (Bergstrøm 1992). Andre modeller er utviklet for simulering av snøsmelting (f. eks. Førland m.fl. 1996), men HBV-modellen er den modellen som brukes mest til simulering av avløp i Norge og benyttes i NVEs operative flomvarslingstjeneste. Da denne modellen har et meget beskjedent krav til antall inngangsparametere ble den brukt i dette arbeidet. Snømodellen simulerer akkumulering av snø på grunnlag av nedbør- og temperaturmålinger. Smelting av snø, samt gjenfrysing, simuleres på bakgrunn av observert lufttemperatur som i en graddagsmodell. Tidsoppløsningen er døgn.

2.3.1 Modellbeskrivelse

En skjematisk framstilling av snømodellen er gitt i figur 2. Deretter er det gitt en utfyllende beskrivelse av modellens parametre i tabell 1.



Figur 2. Forenklet skjematisk framstilling av snømodellen.

Snømodellen simulerer snøens vannekvivalent (SWE), fritt vann (LWC) og avrenning (Q), og benytter kun observert nedbør og temperatur som inngangsvariable. Nedbøren korrigeres for oppfangningssvikt og lokale variasjoner mellom målested for snøpute og nedbørmåler. Temperaturen korrigeres for høydeforskjellen mellom snøpute og temperaturmåler. Dersom temperaturen er lavere enn skilleteperaturen for snø, T_X , akkumuleres nedbør som snø, ellers gir modellen regn.

Dersom temperaturen er høyere enn skilleteperaturen for smelting, T_S , vil snøen smelte. Smelteintensiteten er proporsjonal med antall grader over T_S . Regn og smeltevann fyller snøpakka inntil grensen for maksimal andel av fritt vann ($CV * SWE$) overskrides og renner deretter av fra snøpakka. Dersom temperaturen er lavere enn T_S , fryser fritt vann i snøpakka. Gjenfrysningsintensiteten er proporsjonal med antall grader under T_S .

Tabell 1. Variable og parametre i snømodellen.

VARIABLE		BESKRIVELSE	Enhet
InngangsvARIABLE	T _{OBS}	Observert døgnmiddeltemperatur	°C
	P _{OBS}	Observert døgnnedbør	mm
Hjelpevariable	PK	Nedbørkorreksjonsfaktor. Dimensjonsløs. Observert nedbør korrigeres for nedbørmålerens oppfangningssvikt og manglende representativitet i forhold til snøputa.	-
	SK	Snøkorreksjonsfaktor. Dimensjonsløs. Dersom nedbøren antas å ha falt som snø, korrigeres nedbøren med SK i tillegg til PK	-
	TTGRAD	Temperaturgradient ved tørt vær (P _{OBS} <= 1mm)	°C/100m
	TVGRAD	Temperaturgradient ved fuktig vær (P _{OBS} > 1mm)	°C/100m
	TX	Skilleteperatur for snø/regn	°C
	TS	Skilleteperatur for snøsmelting/gjenfrysing	°C
	CX(t)	Graddagsfaktor. Faktor som angir hvor mange millimeter snø som smelter per dag for hver grad døgnmiddeltemperaturen overstiger TS. Det er antatt at CX varierer som en sinuskurve i løpet av året med maksimum, CXMAX, 23. juni og minimum, CXMIN, 23. desember	mm/°C
	CFR	Konstant som angir hastighet for gjenfrysing av vann per dag.	mm/°C
	CV	Maksimal relativ andel fritt vann i snøpakka	-
Tilstandsvariable	SWE	Snøens vannekvivalent (Snow water equivalent)	mm
	LWC	Fritt vann i snøpakka (Liquid water content).	mm
	qs	Smeltet snø per dag. Inkludert endring i LWC.	mm
	q	Avrenning per dag fra snøpakka	mm
	Q	Total avrenning per dag. Inkludert regn	mm

2.3.2 Kalibrering og parameterutvalg

For samtlige snøputer er det gjennomført en kalibrering av snømodellen mot observerte verdier på snøputene. Kalibreringen er i stor grad gjort automatisk. Det beste parametersettet for en modell er i hovedsak antatt å være det som gir den beste R2-verdien i kalibreringen. R2-verdien er her Nash-Sutcliffes godhetskriterium:

$$R^2 = 1 - \sum (sim_i - obs_i)^2 / (\sum obs_i - \sum obs_m)^2$$

hvor sim_i er simulert vannekvivalent, obs_i er observert vannekvivalent på snøputa og obs_m er middelverdien av observasjonene obs_i. R2=1 når alle simulerte og observerte verdier stemmer overens.

Kalibreringsprosedyren bestod av følgende fire steg:

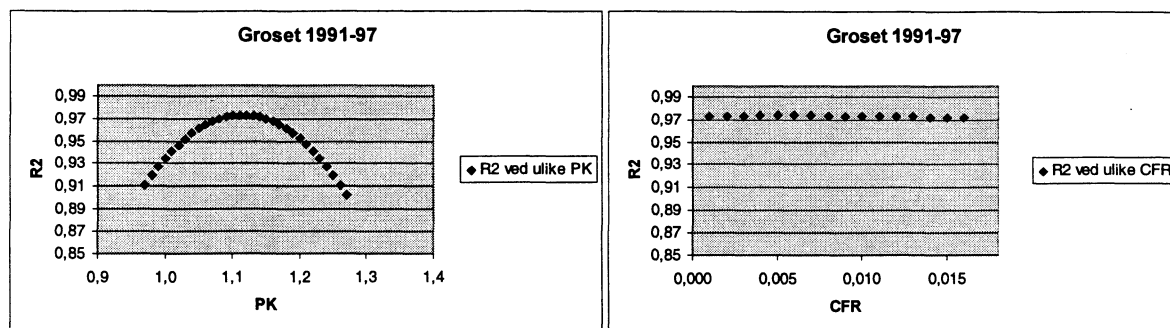
Steg a) grovkalibrering av de mest følsomme parametrene

Steg b) grovkalibrering av samtlige parametre

Steg c) finkalibrering av de mest følsomme parametrene, og

Steg d) finkalibrering av samtlige parametre.

De mest følsomme parametrene er de parametrene som gir store utslag i modellresultatene ved små endringer i parameterverdiene. I figur 3 er det illustrert forskjellen på en følsom (PK) og en lite følsom parameter (CFR).



Figur 3. Groset snøpute. Utslag i R2-verdier ved endringer i parametrene PK (nedbørkorreksjon) og CFR (gjenfrysningshastighet).

Nedenunder er det gitt en nærmere beskrivelse av stegene i kalibreringsprosedyren.

Steg a) Grovkalibrering av de mest følsomme parametrene

Ved grovkalibreringen er det kjørt simuleringer med 7 ulike verdier for de 5 mest følsomme parametrene. De 7 ulike parameterverdiene er valgt slik at de antas å dekke hele det sannsynlige parameterrommet. Totalt blir dette ca 17000 simuleringer.

Steg b) Grovkalibrering av samtlige parametre

Det beste parametersettet fra grovkalibreringen er benyttet og det er så kjørt simuleringer med 7 ulike verdier for de minst følsomme parametrene. Dersom dette ikke har gitt store forbedringer i modellen, er parametersettet fra Steg a) beholdt i videre kalibrering. I motsatt fall er det blitt startet på nytt på Steg a) med bruk av beste parametersett fra Steg b).

Steg c) Finkalibrering av de mest følsomme parametrene

Med utgangspunkt i det beste parametersettet fra Steg b) er det simulert med 7 ulike verdier for de 5 mest følsomme parametrene. Parameterverdiene er nå sentrert rundt parametersettet fra Steg b) og dekker bare et lite utsnitt av det sannsynlige parameterrommet.

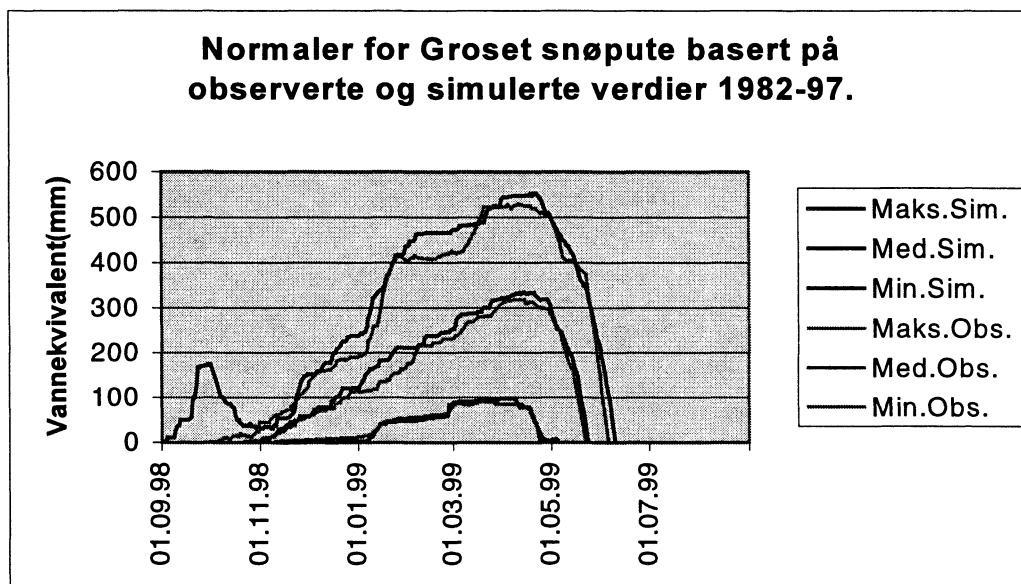
Steg d) Finkalibrering av samtlige parametre

Det beste parametersettet fra Steg c) er benyttet til finkalibrering av de minst følsomme parametrene. Dersom dette har gitt tydelige forbedringer i modellen, er det blitt startet på nytt fra Steg c) med det beste parametersettet fra Steg d).

2.3.2 Simulering med historiske data

Modellen blir brukt både operasjonelt til å beregne dagens verdier, samt til å beregne historiske datasett for å kunne sammenligne dagens verdier med tidligere snøforhold. For dette ble det beregnet median, minimum og maksimumsverdi for snøens vannekvivalent for hver snøpute for hver dag i en normalperiode. Disse verdiene ble brukt som sammenligningsgrunnlag fordi det var av interesse å vite hvordan snøsituasjonen er i forhold til normalt (median verdien) og i forhold til ekstreme år (maksimal- og minimumsverdiene).

For alle snøputer ble det kalibrert en modell som ut fra observert nedbør og temperatur simulerer variasjonene i snømengden på snøputa. Når modellen var kalibrert, kunne snømengden simuleres for alle år hvor vi har observasjoner av temperatur og nedbør. Resultatene gav dermed mulighet til å simulere verdier for en lengre periode enn det vi har data for på snøputene. Vi kunne beregne normalerverdier for denne perioden og fremstille snøputas registrering av snømengden i forhold til normalt. Som en illustrasjon er det i figur 4 vist statistiske verdier fra Groset snøpute, hvor det er gjort observasjoner i alle år fra 1971. Modellen for snøputa er kalibrert for perioden 1991-97. Deretter ble modellen brukt på tilgjengelige nedbør- og temperaturdata fra DNMI's synopstasjon Møsstrand for perioden 1982-97. Utfra disse simuleringene er det beregnet maksimal-, median- og minimumsverdier for denne perioden. Som en sammenligning er det her også tatt med de samme verdiene generert fra observasjoner på snøputa i de samme årene.



Figur 4. Simulerte og observerte maksimal-, median-, og minimumsverdier for snøputa på Groset 16.232 i perioden 1982-97.

2.3.3 Operasjonell løsning

For å gjøre oppdatert landsdekkende snøinformasjon tilgjengelig ble det utviklet et system for å beregne snøens vannekvivalent, fuktighet og avrenning fra daglig målinger av temperatur- og nedbørsdata.

Oppdaterte døgnverdier for lufttemperatur og nedbør hentes inn fra rundt 90 av DNMI's synoptiske stasjoner hver morgen. Manglende data fylles inn ved følgende prosedyre:

1. Hver stasjon har definert to erstatningsstasjoner
2. For hver stasjon er månedsmiddel for temperatur og nedbør (dvs døgnmiddel for måneden) gitt fra normalperioden 1961-90, slik at forskjellen mellom to stasjoner kan uttrykkes basert på klimastatistikk.
3. Ved manglende observasjon av temperatur (nedbør) ved en stasjon søkes tilsvarende verdi fra første erstatningsstasjon, subsidiært fra andre. For temperatur legges differanse mellom stasjonene basert på forskjell i månedsmiddel til observerte temperatur ved erstatningsstasjonen. Tilsvarende gjøres for nedbør, men her skaleres observasjonen ved erstatningsstasjonen med forholdstallet mellom månedsmiddel for de to stasjoner.
4. Dersom begge erstatningsstasjonene mangler observasjoner fylles månedsmiddel inn.

Snømodellen beregner så oppdaterte tilstander for hver av de 90 stasjonene, og resultatene presenteres i et geografisk informasjonssystem (GIS).

3. Data

Kapittelet gir en oversikt over datagrunnlaget basert på snøputene, manuelle feltnmålinger og synoptiske meteorologiske stasjoner vinteren 1998-99. Det beskrives hvordan driften av snøputestasjonene fungerte, og hvordan data fra putene er kontrollert. I tillegg vurderes måleopplegget for kontroll av snøputedata og data fra feltnmålingene.

3.1 Snøputedata

3.1.1 Dataoverføring og tekniske feil

Den fine tidsoppløsningen på innkomne data fra snøputene gir mulighet til å redigere verdier ved store dropp eller sprang som skyldes tekniske feil. Det var registrert problemer med det tekniske utstyret ved følgende puter: Brunkollen, Groset, Fjalestad, Bakko, Maurhaugen, Reimegrend, Kyrkjestølne, Grasdalen, Storstilla og Øvre Leirbotn. Det ble registrert problemer med dataoverføringen ved følgende puter: Brunkollen, Duge, Bakko, Maurhaugen, Storstilla og Øvre Leirbotn.

Vinteren 1998-99 var alle snøputene, bortsett fra Brunkollen, fjernoverførte. Data fra Brunkollen ble innhentet cirka en gang i måneden på grunn av tekniske problemer med utstyret. En kunne dermed ikke følge med i daglige endringer ved stasjonen.

Snøputene Duge, Hovden og Groset er tilkoblet regulantenes overføringssystem, slik at data blir overført til regulantene og videresendes til NVE. Overføringen fra Duge fungerte dårlig vinteren 1998-99. Dataene ble overført til NVE etter vintersesongen.

Ved snøputene Bakko, Maurhaugen, Storstilla og Øvre Leirbotn var det i vintersesongen stadige avbrudd i telefonkommunikasjonen. Dette skyldes feil ved utstyret på snøputestasjonen og problemer ved enkelte av basestasjonene til Telenor.

Snøputa Øvre Leirbotn ble satt i drift høsten 1998, men hadde problemer med det tekniske utstyret. I tillegg til kommunikasjonsproblemer fungerte ikke loggeren. Fra vinteren 1998-99 finnes det derfor kun data fra begynnelsen av januar.

I løpet av vinteren oppstod det tekniske feil ved 10 av snøputene. Stort sett ble feilene raskt rettet, slik at data kun mangler for kortere perioder. På stasjoner hvor det forekom overføringsbrudd, ble data fra de fleste snøputene tappet manuelt fra loggeren.

3.1.2 Primærkontroll

Når det gjennom vinteren forekommer variasjoner i lufttemperaturen, fører dette til endringer i snøpakka (Ramsli 1981, Male & Gray 1981). Det kan oppstå dannelse av skare- eller islag som påvirker snøen på putene ved trykkavlastning. I slike tilfeller vil sannsynligvis ikke innkomne data fra snøputene gjengi den reelle verdien av

vanninnholdet i snøen (Tollan 1970, Tveit 1971, Tveit 1975, Osterhuber m.fl. 1998). Snøputedata er kun korrigert for skare- eller islag når en er sikker på at dette forekommer ut fra direkte observasjoner i felt. Dataene er heller ikke korrigert for påvirkninger fra vindtransport.

Snøputedata er i hovedsak kontrollert for nullverdi (Reimegrend, Kyrkjestølane, Storstilla, Siccajavre), drift (Fjalestad, Maurhaugen, Storstilla, Tamokdalen) og tekniske feil. De eldre snøputene, bestående av flottør for måling av trykket fra snølaget (Brunkollen og Groset), er korrigert for egenvekten til væska i puta (Sundøen 1997, Sorteberg 1999).

På enkelte puter er det registrert drift av innkomne verdier. Det vil si at når puta var fri for snø, viste puta lavere verdier enn før snøen la seg på puta. Dette tyder på at puta har mistet en del væske i løpet av vinteren. Fordampning av sprit fra stigerøret kan ha en medvirkende årsak til at puta mister en del væske, men dette er antagelig lite. Det er mer sannsynlig at tap av væske skyldes en svakhet i pakninger ved rørene eller skrukorken midt på puta. I såfall er det stor mulighet for at væske har lekket ved maksimal snøtyngde på puta. Av innkomne snødata er det imidlertid umulig å finne ut når dette har skjedd. Dataene er korrigert for drift ved å fordele dette avviket på hele vintersesongen. Dette gjelder for snøputene Fjalestad, Maurhaugen, Storstilla og Tamokdalen.

Før snøen falt ble ikke alle putene satt i drift og nullstilt. Dataene er imidlertid korrigert for dette. Reimegrend ble satt i drift 28.10.98 og Kyrkjestølane 09.12.98 ved ca 0-10 cm snø i området. Dataene før dette er korrigert. Storstilla ble ikke nullstilt denne vinteren p.g.a. kommunikasjonsproblemer. Hele vinterperioden er korrigert for dette. Siccajavre ble nullstilt 09.12.98 og data før dette er korrigert.

Korreksjoner av nullverdi er utført ved andre puter, men kun for noen få millimeter vannekvivalent (under 10 mm).

Snøputa på Sognefjellet ble plassert ca 40 cm opp fra bakkenivå for å få bra drenering rundt puta. Dataene er korrigert for dette i perioden 08.10.98 tom 27.06.99. Den første snøen på puta ble registrert 08.10.98, og allerede da var det ca 40 cm snø i terrenget. Det er anslått en tetthet på 200 kg m^{-3} , som gir 80 mm i vannekvivalent. Når puta ligger ca 40 cm opp fra bakkenivå, skulle det antakelig vært registrert ca 80 mm i vannekvivalent på puta den 08.10.98. Dataene er korrigert for dette slik at kurven viser en startverdi på 80 mm i vannekvivalent. Dataene er korrigert for høydeforskjellen på 40 cm utover vinteren. Til korrigering av dataene er det benyttet data fra manuelle tetthets- og snødypmålinger.

3.2 Manuelle feltmålinger

Det ble gjennomført fullstendige kontrollmålinger (som beskrevet i Vedlegg D) på 18 av de 19 snøputene til NVE, med unntak av kornstørrelse da dette var vanskelig å observere visuelt. På den 19., Brunkollen, ble det kun i februar foretatt manuell taksering like ved puta.

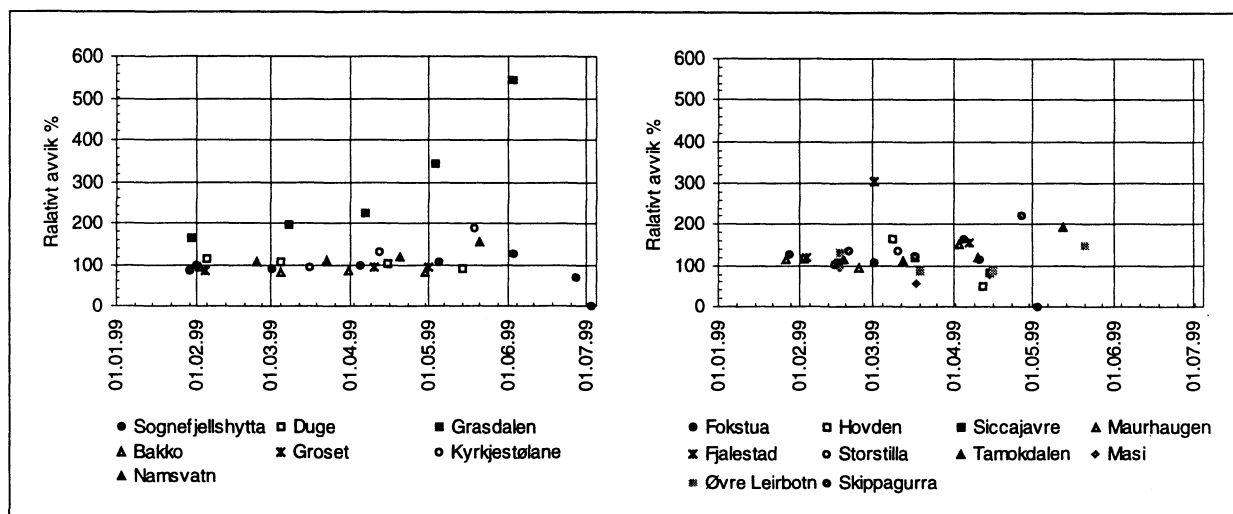
Målinger av snødyp i to kryssende strekk og rundt putene (4 stikk) har gitt informasjon om hvordan snøen fordeler seg i området ved stasjonene. I enkelte områder var putene dårlig merket, slik at ikke alle snødypmålingene rundt puta ble tatt nær puta. Dette gjaldt spesielt Kyrkjestølane. Likeledes var det vanskelig å lokalisere snøputa på Reimegrend. Under første taksering ble det derfor stukket hull på denne puta.

3.2.1 Måling av snødyp ved puta og snøens tetthet

Relativt avvik er beregnet mellom middelerdi av snødyp målt rundt puta og kontrollerte data fra snøputene (figur 5). Dette er ikke beregnet på putene Reimegrend og Brunkollen på grunn av manglende data. Resultatene viser at ved de fleste putene er snømålingene nær puta innenfor $\pm 30\%$ av puteverdiene. En trend er at ved snøputer det er lav vannekvivalent, under 300 mm, er det relative avviket større ($\pm 50\%$) enn områder der snøens vannekvivalent er større enn 300 mm ($\pm 20\%$). Videre er det klart at gjennom vintersesongen er det bra samsvar, mens avviket øker utover i smeltesesongen.

Det kan imidlertid være verdt å merke seg at det på enkelte steder i enkelte perioder var et tykt islag nede ved bakken. Dette gjorde det umulig å få målt riktig snødyp og tatt vektprøve helt ned til bakken. Spesielt på Hovden var dette et problem. Under smelting ble det ved enkelte stasjoner målt snødyp ned i oppsamlet vann under snøpakka, noe som gir for høy verdi. Det var også problemer under tetthetsmålingene med å få opp de nederste prøvene når det til tider var veldig våt snø. Dette vil gi feil vannekvivalent i forhold til situasjonen på puta. Under smeltesesongen gjelder dette for alle snøputene, men spesielt for Hovden og Kyrkjestølane ble dette observert. I denne perioden ble det tatt få målinger. Det burde derfor blitt tatt flere målinger for å få et bedre sammenlikningsgrunnlag, og kontrollert om snøputene gjengir faktiske verdier i smelteperioden. Dette er spesielt viktig med tanke på å kunne bruke snøputeverdiene til flomvarsling, da det i denne perioden er størst fare for snøsmelteflommer. Rundt putene ble det målt 4 stikk. Dette antallet burde vært økt til det doblete for å få en sikrere middelerdi av snødypet.

Andre forklaringer til avvik mellom snøputeverdiene og manuelle snømålinger er problemer med måling av snøtetthet. Dette gjelder spesielt områder hvor det har vært forandringer i lufttemperaturen rundt 0°C og det er dannet is- og skarelag i snøpakka. Måling i profiler bestående av is- eller skarelag fører ofte til at laget brytes opp, og det er vanskelig å få ut nøyaktige prøver av profilet. Et problem er at målinger mot et is- eller skarelag kan føre til at når laget løsner, presses dette mot den underliggende snøen. Snøen vil da presses sammen og føre til feil estimering av målingen. I områder med lite- og tørr snø, vil snøen under prøvetakingen lett falle ut av målesylinderen. Målingene vil dermed underestimere i forhold til den reelle verdien av prøven. Det er gjort flere undersøkelser av feilmålinger ved utførelse av tetthetsprøver, se bl. a Bader m.fl. (1954), Goodison m.fl. (1981) og Kuusisto (1984).



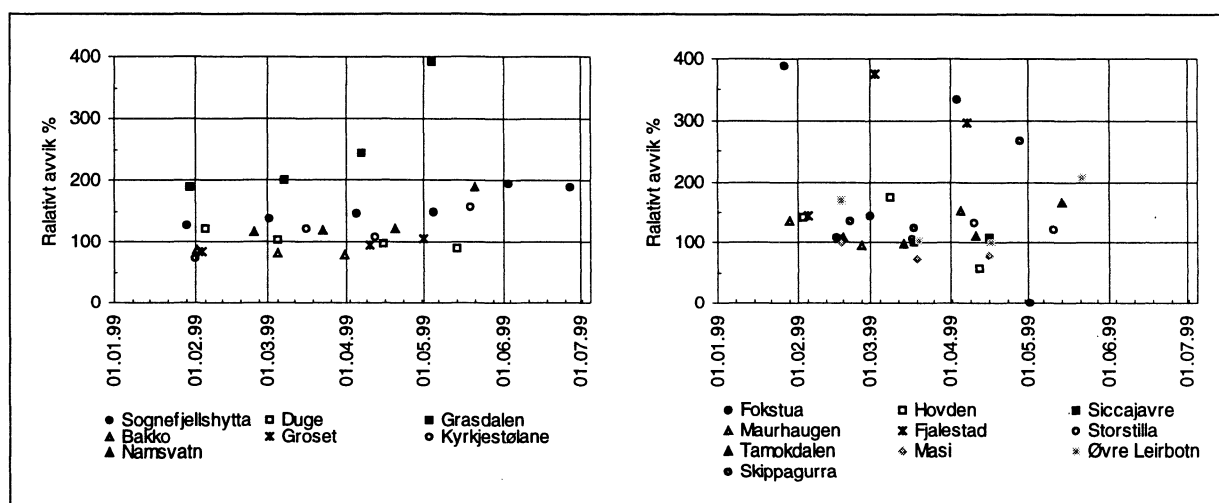
Figur 5. Relativt avvik mellom snøens vannekvivalent målt nær putene og fra snøputene. Snøputer med registrert vannekvivalent over 300 mm er vist i venstre diagram, under 300 mm er vist i høyre diagram. På grunn av manglende observasjoner er ikke snøputene Reimegrend og Brunkollen tatt med.

3.2.2 Måling av snøstrekk og observasjoner av snødekningsgrad

Det er beregnet relativt avvik mellom middelverdi av snøens vannekvivalent fra snøstrekke og fra snøputene (figur 6). På putene Brunkollen og Reimegrend er ikke dette beregnet på grunn av manglende data. Resultatene viser et relativt bra samsvar mellom snøens vannekvivalent fra snøstrekke og fra snøputene. Under smelting er det større forskjeller. Årsak til store avvik ved enkelte stasjoner skyldes blant annet feilkilder ved måling av snødyp og -tetthet, men vindtransport i områdene har også stor påvirkning for snøfordelingen. Vindtransport har ført til at snø blåses bort eller akkumuleres, og i områder med lite snø vil dette ha stor betydning for fordelingen av snøen, se McKay & Gray (1981), Kind (1981). Snøstrekke ble satt ut når det var kommet snø ved stasjonene, men observasjoner da marka var fri for snø viste at de fleste strekke var representative for områdene. Ut fra observasjoner er strekke på Sognefjellshytta sannsynligvis ikke representative for området, og er en årsak til dårlig samsvar mellom snøens vannekvivalent fra snøputene og strekke gjennom hele måleperioden.

Under vintersesongen viste visuelle observasjoner at det var 100% snødekning i områdene ved- og på selve snøputene. På de fleste putene viste resultatene fra den siste observasjonen 100% snødekningsgrad i området rundt- og på selve puta, men snøputene Fokstua og Sognefjellshytta var fri for snø på et tidligere tidspunkt enn terrenget rundt. Dette er en forklaring på stort avvik mellom snøens vannekvivalent fra snøstrekke og fra snøputene på disse stasjonene. Observasjoner på Fokstua 05.04.99 viste at området rundt puta var 100% dekt av snø, mens det var 75-90% på selve puta. På Sognefjellet viste observasjoner den 03.07.99 at puta var fri for snø, mens det i området rundt var ca 60-75% snødekning. Siden putene Fokstua og Sognefjellshytta er tidligere fri for snø enn området rundt, er putene for høyt plassert i terrenget og registreringene vil vise mindre vannekvivalent enn området rundt. Det viser seg at under smeltingen drenerer vannet fort av putene, men her må en ta i

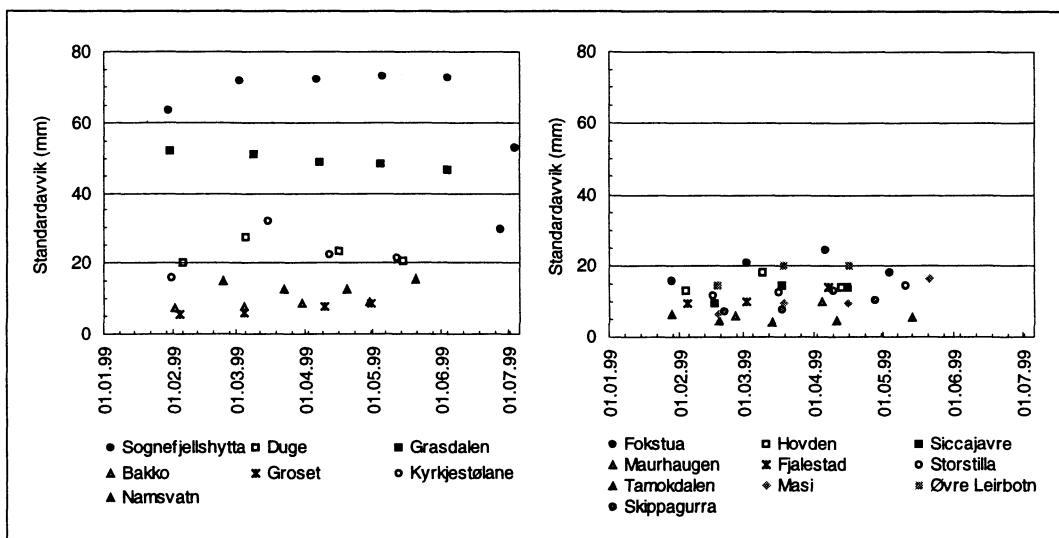
betraktning at snøputa på Sognefjellshytta var plassert ca 40 cm over bakkenivå og puta på Fokstua ligger på en liten naturlig forhøyning.



Figur 6. Relativt avvik mellom middelerdi av snøens vannekvivalent målt i strekk og fra snøputene. Venstre diagram viser snøputer med vannekvivalent over 300 mm, høyre diagram viser snøputer med under 300 mm. På grunn av manglende observasjoner er ikke snøputene Reimegrend og Brunkollen tatt med.

Beregnet standardavvik fra målte snøstrekk for 17 av områdene er vist i figur 7. Ut fra resultatene er det mye som tyder på at snøfordelingen i terrenget rundt de fleste av putene ikke er så forskjellig fra området rett ved puta. Ved de fleste stasjonene viser takseringen i området relativt liten forskjell i minimum- og maksimum snødyp, og dermed lavt standardavvik. Dette skyldes at terrenget ved stasjonene er relativt flatt, og ført til at snøen har fordelt seg relativt jevnt i områdene.

Det er ved 2 stasjoner, på Sognefjellshytta og Grasdalen, at resultatene fra manuelle takseringer viser stort avvik mellom minimum- og maksimum snødyp, og et stort standardavvik. På Grasdalen skyldes dette i hovedsak at terrenget ved puta er ujevnt og gir ujevn snøfordeling i området. I slike områder vil snøen først samle seg i forsenkninger, siden snøen blåser bort fra de høyereliggende vindutsatte områdene. Når forsenkningene er dekt med snø, blir de høyereliggende områdene også dekt. Dette har ført til store variasjoner i snødyp langs strekkene og dermed stort standardavvik. Stort standardavvik ved Sognefjellshytta skyldes sannsynligvis at snøstrekkene er plassert i terreng med store ujevnheter. Som tidligere beskrevet, er sannsynligvis ikke snøstrekkene her representative for området.



Figur 7. Standardavvik fra snøtrekkene. På grunn av manglende observasjoner er ikke snøputene Reimegrend og Brunkollen tatt med.

3.2.3 Fuktighet og skare/islag i snøpakka og islag på puta

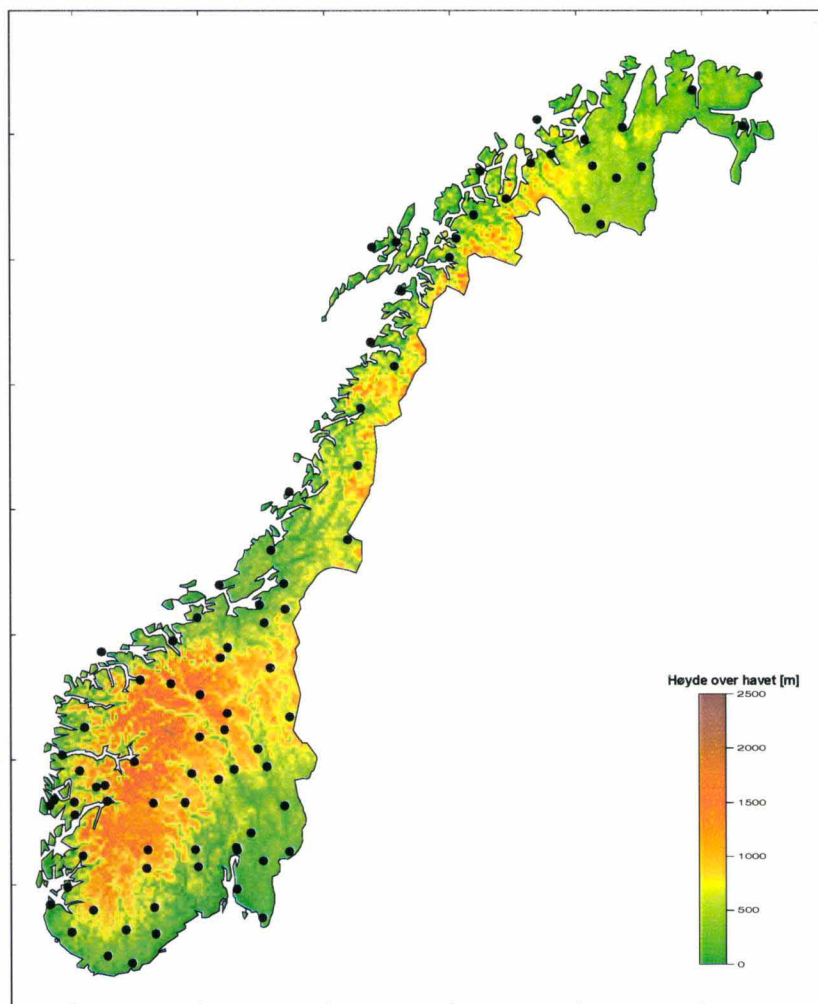
Visuelle observasjoner av endringer i snøpakka over tid, har gitt en bedre forståelse av innkomne snøputedata. Fra januar/februar og anslagsvis hver måned fram til putene var fri for snø, har en ut fra observasjoner hatt mulighet til å følge endringene som har foregått i snøpakka. Forandringer fra tørr til våt snø, dannelse av islag og skarelag har vært viktig informasjon i tolkningen av innkomne data. Slike endringer i snøpakka er en mulig forklaring på avvik i snøens vannekvivalent mellom snømålingene og puteverdiene, og på store dropp og sprang i de registrerte puteverdiene.

På de fleste stasjonene (10 stasjoner) ble det observert tørr snø gjennom vinteren fram til smeltingen startet på våren. I det følgende er det gitt en oversikt over karakteristiske trekk ved snøpakka gjennom vinteren for de ulike putene:

- Veksling mellom fuktig, våt og tørr snø: Bakko, Grasdalen, Reimegrend, Fjalestad
- Tørr snø øverst i snøpakka med underliggende fuktig snø: Groset, Storstilla, Kyrkjestølane
- Fuktig og våt snø: Duge
- Dominerende is/skarelag i snøpakka: Sognefjellshytta, Hovden, Namsvatn, Reimegrend, Kyrkjestølane, Grasdalen
- Islag på snøputa om vinteren: Duge, Fjalestad
- Islag på snøputa i smeltesesongen: Sognefjellshytta, Groset, Hovden, Øvre Leirbotn, Masi.

3.3 Meteorologiske data

Meteorologiske data var tilgjengelig i nær sanntid fra 90 DNMI stasjoner (figur 8). Vi brukte i hovedsak døgnmiddel og døgnsam av observasjoner av nedbør og lufttemperatur i dette arbeidet. Disse datasettene ble både brukt som inngangsdata til snømodellene og for å vurdere putenes evne til å gjengi snømengden under ulike værforhold. Vedlegg A gir oversikt over de stasjoner som ble brukt for modellen til hver snøpute.



Figur 8. DNMI stasjoner hvor data overføres daglig til NVE.

4. Simulering med snømodell

Snømodellen ble først kalibrert for hver snøpute. Parameterverdiene ble vurdert med tanke på forenklet kalibrering og etablering av parametersett for de synoptiske meteorologiske stasjonene. Videre ble det for hver pute simulert daglige verdier for perioden 1982-98. Dette gjorde det mulig å sammenligne snøutviklingen gjennom vinteren 1998-99 med simulert minimum, maksimum og medianverdier. Resultatene ble vurdert for forskjellige deler av Norge og sammenlignet med snøakkumulasjonskartene fra DNMI. Nytteverdien av både snøputedata og snømodellresultater i den operasjonelle flomvarslingen ble vurdert, og eksempler på resultater fra modellen anvendt for 90 sanntidsoverførte meteorologiske stasjoner er vist.

4.1 Kalibrering

Modellene ble kalibrert mot daglige snøputeobservasjoner av snøens vannekvivalent som tidligere beskrevet.

De mest følsomme parametrene under kalibreringen viste seg å være nedbør- og snøkorreksjons-faktorene (PK og SK), maksimal graddagsfaktor (CXMAX) og skilleteperaturene for smelting og akkumulasjon (TS og TX). Minimum graddagsfaktor (CXMIN), gjenfrysningskonstanten (CFR) og maksimal andel fritt vann (CV) var mindre følsomme parametre. Det hadde som regel ubetydelige konsekvenser for kalibrerings-resultatet å endre disse.

I enkelte tilfeller har det vært åpenbare feilregistreringer på snøputene og kalibreringen er gjort mer som en tilpasning mot verdier fra snøtakseringene enn fra snøputene (gjelder Bakko, Hovden og Grasdalen). I disse tilfellene har tilpasningen vært manuell og det er gjort en helhetsvurdering av simuleringer kontra snøputeobservasjoner og snøtakseringer for å finne det beste parametersettet.

4.2 Parameterutvalg

Et av målene med å kalibrere graddagsmodeller mot snøputedataene, har vært å finne parametersett i graddagsmodellen som kan være gyldige for større områder. Dette vil gjøre det mulig å simulere snømengder både i sann tid og som historiske serier for hele landet ved bruk av nedbør og temperaturobservasjoner.

Utfra simuleringene fra de forskjellige putene er det klart at det har vært mulig å oppnå omtrent like gode simuleringer med helt ulike parametersett. Dette indikerer at modellen er overparametrisert. Målet må følgelig være å se hvilke parametre som kan holdes konstant i rommet og hvilke som må varieres. En foreløpig vurdering av parametrene i forhold til hvordan de har fungert under simuleringene og hvordan de bør brukes i videre arbeid er gitt i tabell 2. Alle parameterverdiene er stilt opp i Vedlegg B.

Tabell 2. Optimale parameterverdier i simuleringene.

Parameter	Variasjonsintervall for parameterverdier		Følsom- het	Anbefalt verdi	Kommentar
	> 80 % av snøputene	Alle snøputer			
PK Nedbørkorreksjonsfaktor	1,00-1,40	0,74-2,00	Stor	Nei	PK bør finnes fra kalibreringer mot snødata og DNMI's nedbørkart
SK Snøkorreksjonsfaktor		1,00-1,50	Stor	1,2	Det er bare kalibrert på SK når nedbørmåler ligger langt unna snøputa
TTGRAD Temperaturgradient ved tørt vær ($P_{OBS} \leq 1$ mm)		0,7-1,0	Ofte Stor	0,8	TTGRAD bør helst finnes fra temperaturmålinger
TVGRAD Temperaturgradient ved fuktig vær ($P_{OBS} > 1$ mm)		0,3-0,6	Ofte Stor	0,5	TVGRAD bør helst finnes fra temperaturmålinger
TX Skilleteperatur for snø/regn	0,0-1,0	-1,0-3,0	Stor	0,5	
TS Skilleteperatur for snøsmelting/gjenfrysing	0,0-1,0	-0,5-2,0	Stor	0,5	
CXMAX Maksimal graddagsfaktor		2,0-4,5	Ofte stor	Nei	CXMAX ser ut til å øke med økende høyde over havet og breddegrad, og avta med økende vegetasjon
CXMIN Minimum graddagsfaktor		0,7-2,5	Liten	2,0	Det gir små utslag å kalibrere på CXMIN
CV Maksimal andel fritt vann		0,08-0,10	Liten	0,10	Det gir små utslag å kalibrere på CV innenfor sannsynlig intervall, 0,00-0,15
CFR Gjenfrysingshastighet		0,008-0,010	Liten	0,010	Det gir små utslag å kalibrere på CFR, Man bør eventuelt kalibrere mot målinger av fritt vanninnhold

4.3 Simulering og sammenligning med normalverdier

I dagens flomvarsling ved NVE brukes blant annet DNMI's snøakkumulasjonskart for å si noe om aktuell snømengde i forhold til normalt for perioden 1961-90. Disse kartene er en framstilling av akkumulert nedbør siden dato for første snølegging. Siden kartene ikke tar hensyn til snøsmelting, vil de ikke være gode for lavereliggende områder med smelting i løpet av vinteren. I unormalt milde vintre vil kartene overestimere snøakkumulasjonen også i høyereliggende strøk. Data fra snøputer vil forhåpentligvis kunne brukes til å beregne riktigere verdier for snøens vannekvivalent både historisk og operativt.

Det er her beregnet statistikk for snøputer som har inngått i kontrollopplegget. Statistikken baserer seg på nedbør- og temperaturdata for perioden 1982-1998 siden dette er en periode hvor NVE stort sett har tilgjengelige data for alle aktuelle stasjoner. Denne statistikken samt observasjonene fra 1998-99 er vist i figur 9-14. For

Grasdalen og Reimegrend er årets kurve simulerte verdier. Resultater fra Duge værstasjon og Hovden er ikke vist da meteorologiske data ikke var tilgjengelig for prosjektet i tide.

Siden kalibreringene for de nye snøputene er gjort for en meget kort periode, er det vanskelig å si om de benyttede meteorologiske stasjonene vil være like representative for snøputene over en lengre periode. Derfor vil modellene rekalkuleres etter hvert som nye snøputedata kommer inn og det vil bli utarbeidet ny statistikk fortløpende.

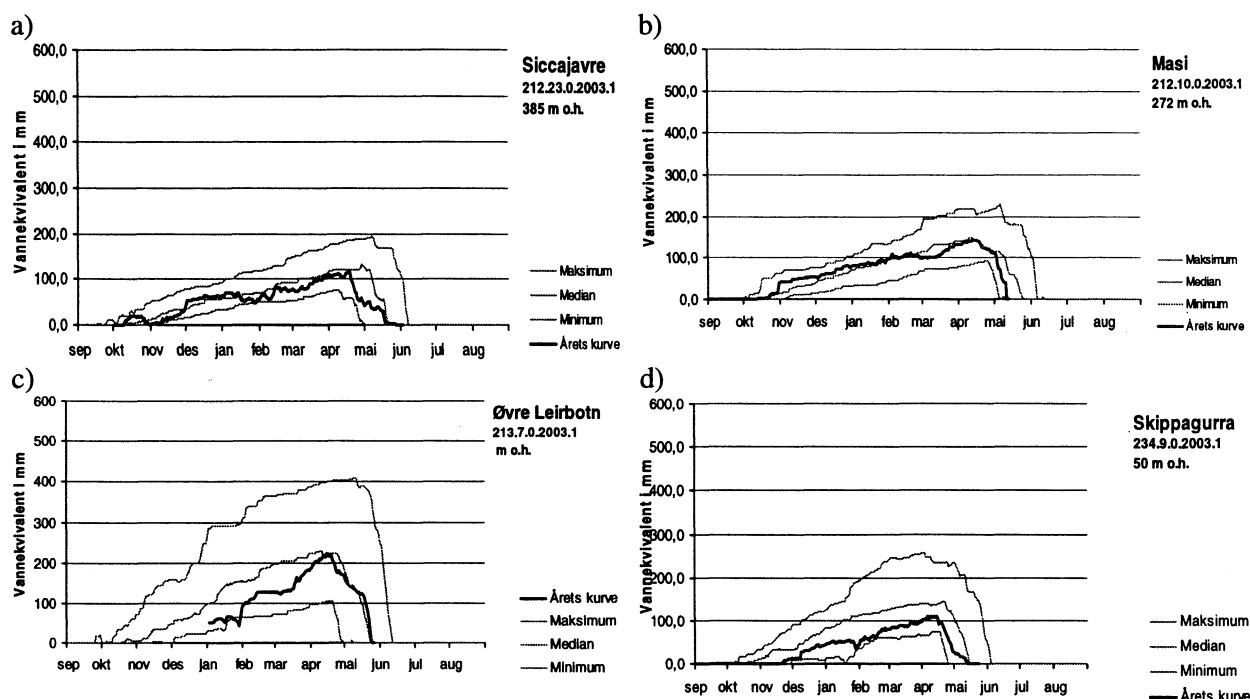
For å undersøke om snøputene kunne gi oss supplerende informasjon til flomvarslingen er det gjort en kort undersøkelse av utviklingen på snøputene sammenholdt med aktuelle flomvarsler og snøakkumulasjonskart fra 31. januar til 30. mars 1999.

Landet er delt inn i følgende seks områder utfra snøforhold og værforhold vinteren 1998-99:

- Finnmark
- Troms og Nordland
- Trøndelag
- Langfjella nord
- Sørøst-Norge
- Vestlandet

4.3.1 Finnmark

Her viser snøakkumulasjonskartet 130-150% av normalt inne på vidda ved Siccajavre (figur 9a). Midt på vidda, ved Masi (figur 9b), viser kartet rundt normale verdier gjennom vinteren. Nærmere kysten, ved Øvre Leirbotn (figur 9c) og Skippagurra (figur 9d), øker verdiene på kartet fra 70 til 90% i løpet av sesongen. Dette er i brukbar overensstemmelse med puteverdiene. Størst avvik er det på Siccajavre. I følge puta har det vært en unormal smelteperiode i slutten av oktober. Dette er en mulig årsak til avviket og indikerer at verdiene på akkumulasjonekartet er noe for høye inne på vidda.



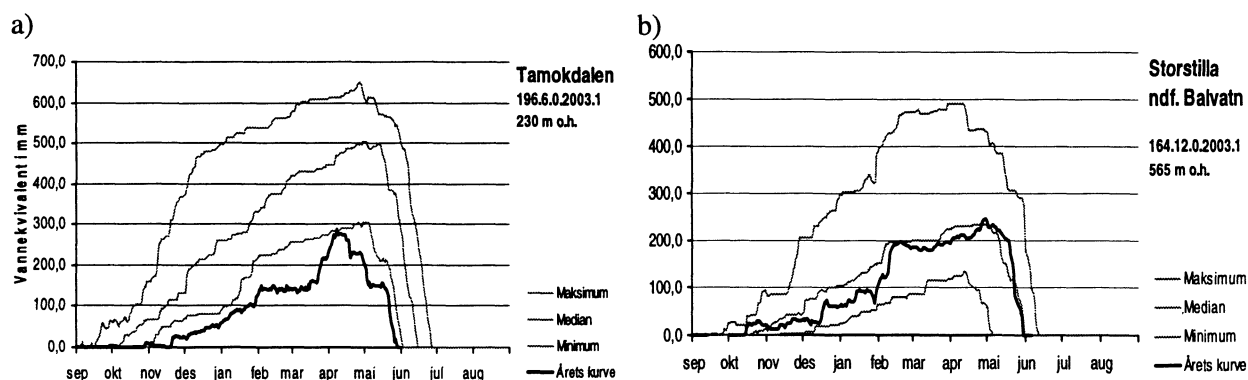
Figur 9. Snøens vannekvivalent simulert og observert ved Siccajavre (a), Masi (b), Øvre Leirbotn (c) og Skippagurra (d). Minimum-, maksimum- og medianverdiene er basert på simulering 1982-98.

I midten av april startet smeltingen ved de fleste av snøputene denne våren. Dette er tidligere enn normalt og snøakkumulasjonskartet fra 30. april vil antageligvis gi for høye verdier. Det tidlige og moderate smelteforløpet (høy temperatur og solstrålingen smeltet tidlig snøen) reduserte flomfaren i Finnmark.

4.3.2 Troms og Nordland

I denne delen av landet var det uvanlig lite snø, ifølge snøakkumulasjonskartet en utvikling fra 50 til 60% av normalt gjennom sesongen. Snøputa i Tamokdalen (figur 10a) viste en utvikling fra 35 til 50% av normalt. Utfra snøputa ser det ut til at snøen la seg noe senere enn akkumulasjonskartet skulle tilsi og det er følgelig mulig at akkumulasjonskartet gir noe for høye verdier.

På Storstilla (figur 10b) viste puta noe under normal snømengde fram til februar, deretter normalt. Her er statistikken for snøputa usikker fordi nedbørmåleren ikke er representativ for forholdene på puta. Smeltingen startet ikke før 30. april og akkumulasjonskartene skulle være brukbare frem til den tid.

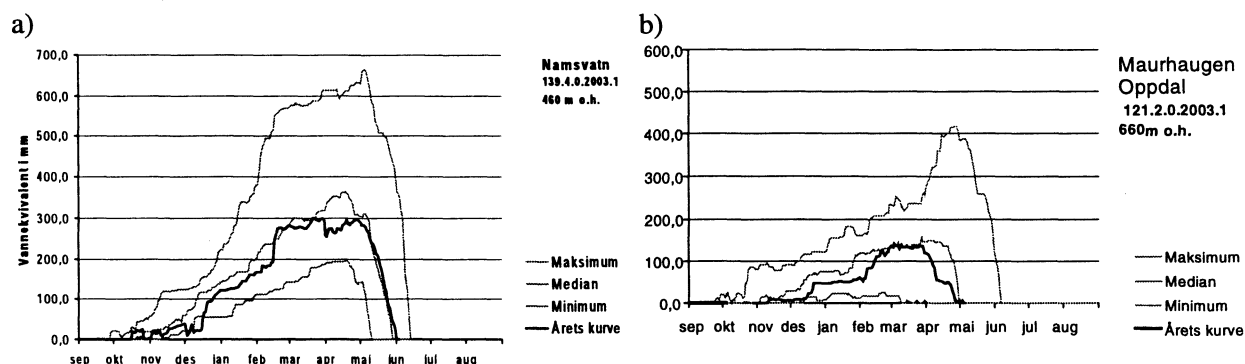


Figur 10. Snøens vannekvivalent simulert og observert ved Tamokdalen (a) og Storstilla (b). Minimum-, maksimum- og medianverdiene er basert på simulering 1982-98.

4.3.3 Trøndelag

Både akkumulasjonskartet og snøputa på Namsvatn (figur 11a) viser verdier rundt 80% av normalt i løpet av sesongen fram til 15. april når snøsmeltingen starter. Det ble sendt ut flomvarsel på grunn av forventet mildvær og regn 8. april. Puteverdiene endret seg ikke særlig på denne tiden. Dette tyder på at mildværet hadde lite smelteeffekt på områder høyere enn snøputa (460 m o.h.).

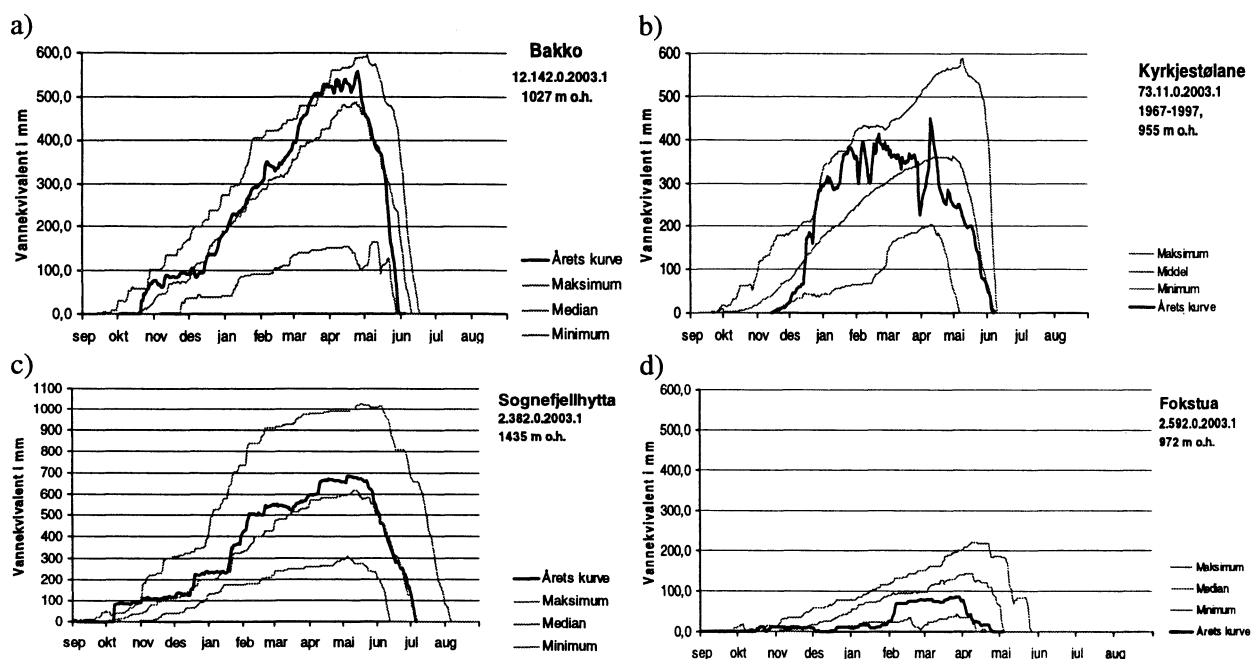
Det er også godt samsvar ved Maurhaugen (figur 11b) der snømengdene øker fra 70 til 90% i løpet av vinteren. Smeltingen på puta starter her allerede i slutten av mars. Det var en lang smeltesesong og liten flomfare på grunn av snøsmelting alene. Flomvarsler ble sendt ut 1., 4. og 5. februar. Puteverdiene steg kraftig i disse tilfellene og bekrefter at nedbøren kom som snø over ca. 660 m o.h.



Figur 11. Snøens vannekvivalent simulert og observert ved Namsvatn (a) og Maurhaugen (b). Minimum-, maksimum- og medianverdiene er basert på simulering 1982-98.

4.3.4 Langfjella nord

Snøputene Bakko (figur 12a), Kyrkjestølane (figur 12b) og Sognefjellshytta (figur 12c) hadde en utvikling fra 100 til 130% av normale snømengder i løpet av vinteren ifølge akkumulasjonskartet. På Fokstua (figur 12d) gikk utviklingen fra 75 til 110% av det normale.



Figur 12. Snøens vannekvivalent simulert og observert ved Bakko (a), Kyrkjestølane (b), Sognefjellhytta (c) og Fokstua (d). Minimum-, maksimum- og medianverdiene er basert på simulering 1982-98.

På Sognefjell og Bakko stemmer puteverdiene brukbart med dette bildet. På Fokstua er puteverdiene langt lavere, spesielt i starten av perioden. Her er det sannsynlig at snøen har blåst bort fra snøputa. Det ble observert unormalt tidlig smelting i begynnelsen av april. Dette bidro til flomvarsel sendt 8. april.

På Kyrkjestølane viser snøputa langt høyere verdier enn akkumulasjonskartet i begynnelsen av sesongen. Dette viser at det kan være mer snø i høyereliggende områder enn det beregninger fra lavtliggende nedbørstasjoner skulle tilsi.

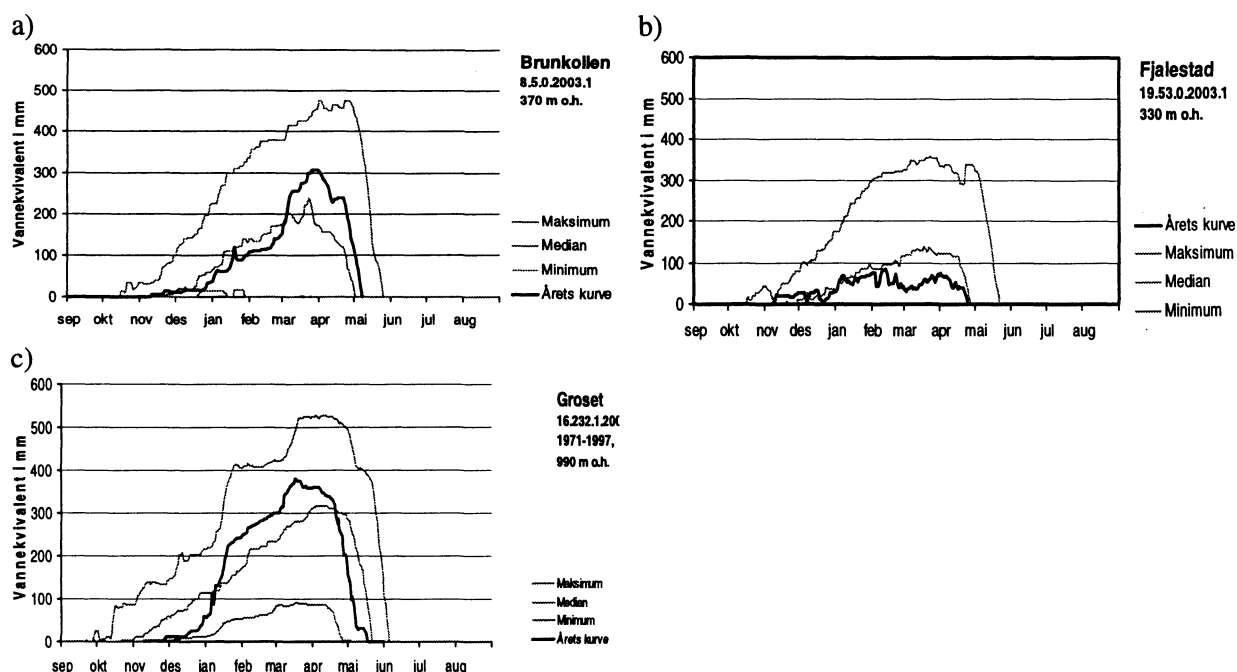
Det ble sendt ut flomvarsel 4. juni ved varslat regn. Det var da normalt sterk vårmsmelting ved snøputene på Bakko og Sognefjell.

4.3.5 Sørøst-Norge

I lavlandet ved Brunkollen (figur 13a) og Fjalestad (figur 13b) var det ifølge akkumulasjonskartet en utvikling fra 100 til 150% av normale snømengder fram til 31.mars. Disse verdiene stemmer brukbart med puteverdiene på Brunkollen og simuleringene for Fjalestad. De observerte verdiene på Fjalestad er beheftet med stor usikkerhet på grunn av is/skare-dannelse ved hyppige temperaturendringer rundt 0°C. Disse temperaturendringene gjør imidlertid at det også er usikkerhet knyttet til simuleringene og akkumulasjonskartet i de lavereliggende områdene. Det ble sendt ut flomvarsel 8. april, hvor man kan se på puteverdiene fra Brunkollen at det er et godt smeltebidrag. Det ble også sendt ut flomvarsel 11. april for vassdrag under 2-300 m o.h. I dette tilfellet øker puteverdiene og indikerer at områder under 370 m o.h. ikke bidrar med smelting.

I høyereliggende områder, ved Groset (figur 13c), lå det 100-115% snø i forhold til normalt gjennom sesongen ifølge snøakkumulasjonskartet. Dette stemmer relativt

godt med snøputa. Her startet snøsmeltingen noe tidligere enn normalt og det var ingen flomvarsler denne våren.



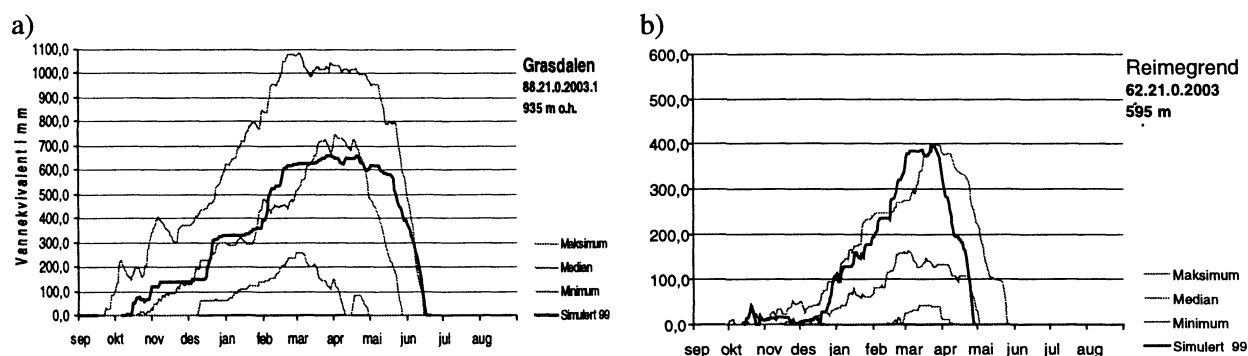
Figur 13. Snøens vannekvivalent simulert og observert ved Brunkollen (a), Fjalestad (b) og Groset (c). Minimum-, maksimum- og medianverdiene er basert på simulering 1982-98.

4.3.6 Vestlandet

For snøputene Grasdalen (figur 14a) og Reimegrend (figur 14b) viser snøakkumulasjonskartene en utvikling fra 100 til 120% av normalt i løpet av sesongen. Data fra snøputene har vært manglende eller av dårlig kvalitet så det er kun gjort bruk av simuleringsresultatene i sammenligningen.

Det ble sendt ut flomvarsler for lavereliggende vassdrag 5. og 15. februar. Simuleringen fra begge putene gir rask stigning i disse tilfellene og tyder på at høyereliggende områder ikke bidrar med snøsmelting eller regn til flommen.

Det ble også sendt ut flomvarsel 9. april da det var simulert sterk snøsmelting for årstiden på Reimegrend.



Figur 14. Snøens vannekvivalent simulert og observert ved Grasdalen (a) og Reimegrend (b). Minimum-, maksimum- og medianverdiene er basert på simulering 1982-98.

4.4 Simulert maksimalt snømagasin sammenlignet med snøakkumulasjonskart

I tabell 3 er det vist en sammenligningen av snøakkumulasjonskartet og snøputeverdier i forhold til normalt den 31. mars. Datoen er valgt utfra antagelse om at snømagasinet her ligger nær årets maksimum.

Tabell 3. Snøputeverdier i forhold til simulert normalverdi for perioden 1982-98 og beregnet snøakkumulasjon fra DNMI i forhold til normalverdi for perioden 1961-90.

Område	Snøpute	Snøakkumulasjon (% av normalt)	
		DNMI	NVE
Finmark	Siccejavre	~ 125	91
	Masi	~ 100	93
	Øvre leirbotn	~ 75	81
	Skipagurra	~ 85	69
Troms og Nordland	Tamokdalen	~ 50	49
	Storstillå	~ 45	87
Trøndelag	Namsvatn	~ 75	91
	Maurhaugen	~ 90	82
Langfjella nord	Bakko	~ 120	122
	Kyrkjestølane	~ 120	100
	Sognefjellhytta	~ 125	110
	Fokstua	~ 110	54
Sørøst	Brunkollen	~ 155	176
Norge	Fjalestad	~ 110	55
	Groset	~ 110	115
Vestlandet	Grasdalen	~ 100	94
	Reimegrend	~ 130	252

For snøputene Reimegrend, Storstillå, Fjalestad og Fokstua er det store avvik mellom snøputeverdiene og verdiene fra snøakkumulasjonskartet. Dette kan ha en eller flere av følgende årsaker:

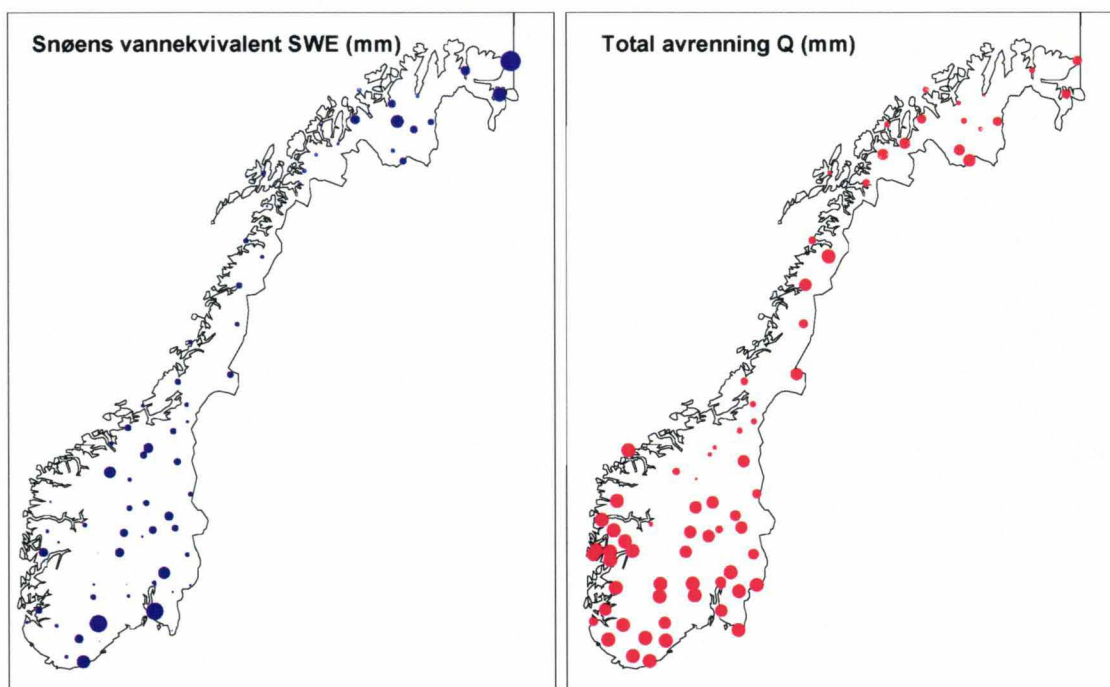
- Unormalt høy temperatur i løpet av vinteren som gir regn og snøsmelting framfor akkumulasjon av snø. Dette gjelder sannsynligvis Reimegrend og Fjalestad og blir ikke fanget opp av snøakkumulasjonskartet.
- Modellen er dårlig kalibrert. Dette gjelder sannsynligvis Reimegrend.
- Vinddrift fra snøputa. Dette gjelder sannsynligvis Fokstua.
- Modellen bruker en nedbørstasjon som ikke er representativ for snøputa. Dette gjelder sannsynligvis Storstillå.
- Forskjeller mellom normalperiodene 1982-98 og 1961-90. Det er ikke gjort noen videre undersøkelse av dette.

Ellers ser det ut til at snøputene i grove trekk gjenspeiler de samme snøforholdene i forhold til normalt som snøakkumulasjonskartet. Dette er også tilfelle så lenge det ikke har vært unormalt mye eller lite smelting i løpet av vinteren. Fordelen med snøputer framfor snøakkumulasjonskart vil være å gi riktigere verdier i år med unormale temperaturforhold.

4.5 Presentasjon av operasjonell modell

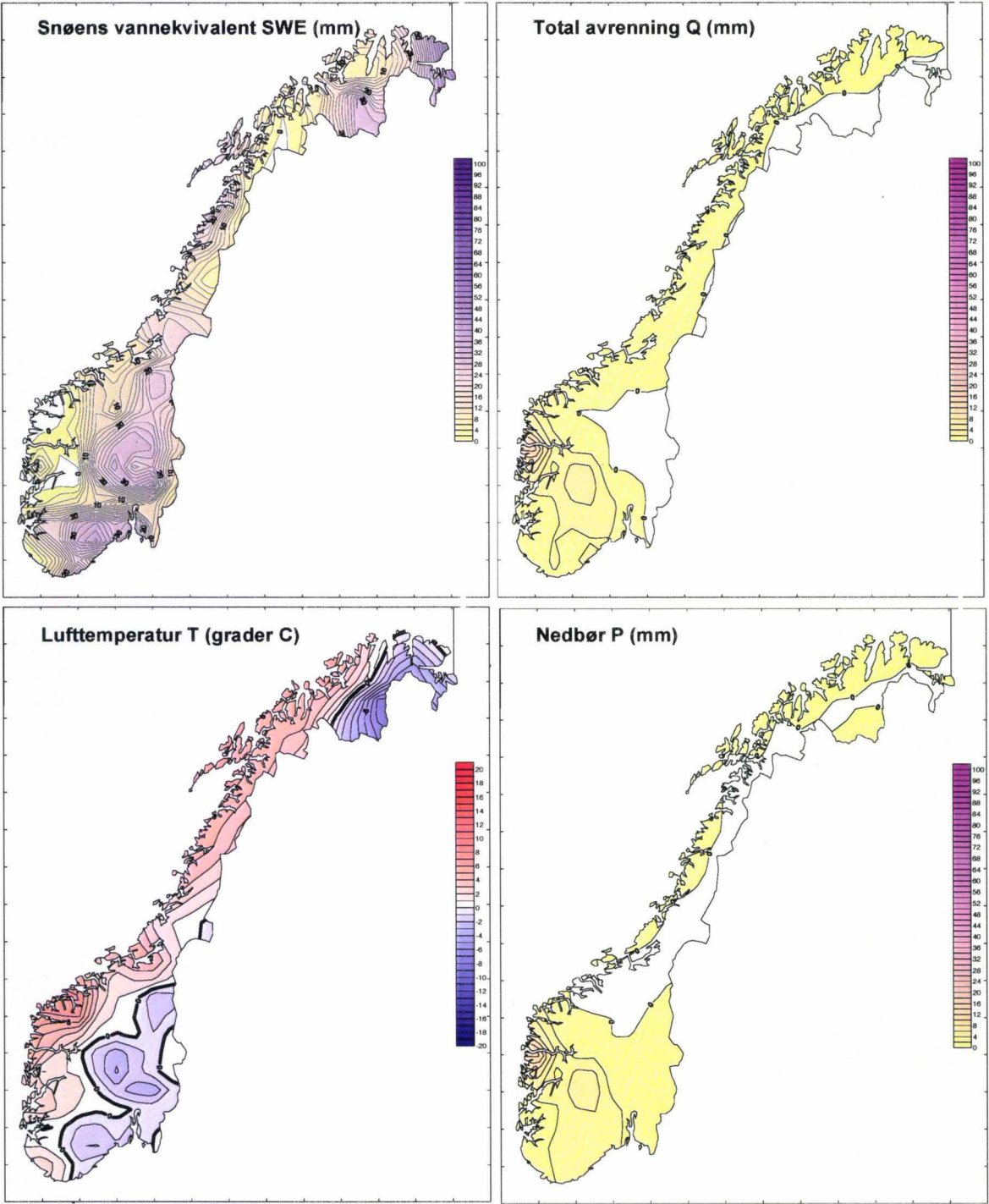
I denne versjonen av modellen er det brukt ett parametersett for hele landet. Ved å fordele de følsomme parameterene er det grunn til å tro at modellen vil beskrive snøens utvikling gjennom året bedre. Det er kun utført begrenset testing av modellen, og dette vil være nødvendig før resultatene tas i bruk. Etter at modellen er oppdatert på alle stasjonene legges resultatene til rette for å presenteres i et GIS. Hver dag lages punkt og interpolerte arealkart over snøens vannekvivalent, fuktighet og avrenning. Hver uke kan det lages kart som viser endring fra foregående uke.

I tillegg til GIS-formaterte kart, genereres det bilder av daglige og ukentlige tilstander. Endringen fra dag til dag visualiseres gjennom vinteren ved å generere animasjoner med døgnoppløsning. For at resultatene skal kunne vurderes i lys av meteorologiske forhold genereres tilsvarende kart over temperatur og nedbør på døgnbasis. Fortrinnet med slike tilstandsbilder og animasjoner er at de lett kan gjøres tilgjengelig gjennom standard nettleserklienter som Netscape Navigator eller MS Internet Explorer. Figur 15 viser resultatene fra en dag (24. november 1998), hvor boblenes størrelse er proporsjonal med snøens vannekvivalent og total avrenning.



Figur 15. Modelltilstandene (eksempelet viser 24. november 1998) vist som boblediagram hvor størrelsen på boblene er proporsjonal henholdsvis snøens vannekvivalent og total avrenning.

Figur 16 viser snøens vannekvivalent og total avrenning sammen med temperatur og nedbør. Her er punktverdiene interpolert med kriging for å generere arealdekkende data.



Figur 16. Interpolerte modellresultater (eksempelet viser modelltilstand 24. november 1998) og temperatur- og nedbørsobservasjoner.

5. Sammenligning snøputer, manuelle målinger og modellresultat

Resultatene fra snøputene og feltmålingene har gitt viktig informasjon om snøens egenskaper i tid. For å verifisere kvaliteten på dataene er det gjort en sammenlikning av data fra snøputene og feltmålingene, med simuleringer fra snømodellene. Det er sett på data i akkumulasjonsperioden (vinteren), og under smeltingen på våren. I tilfeller der det har vært avvik mellom de ulike datasettene er det forsøk å finne årsakene. For hver av stasjonene er resultater fra snøputene, feltmålinger og simuleringer presentert i Vedlegg C.

5.1 Akkumulasjon

Resultatene viser at akkumulasjon simuleres godt med modellene på 11 av 19 puter stort sett gjennom hele vinteren. Dette er i områder med stabil lufttemperatur (lite endringer rundt 0°C). Ved nye snøfall simuleres dette bra i modellen, slik det registreres på putene. I enkeltperioder gjennom vinteren gir modellene over- og/eller underestimering i forhold til puteverdiene. På seks av stasjonene er det mindre samsvar mellom modellene og snøputeverdiene. Når modellene feilestimerer akkumulasjon kan dette ha flere årsaker. De viktigste årsakene er antagelig påvirkning av is- og skarelag på putene, smelting av snø, påvirkning av vind, feilestimering av skilleteperatur og nedbør. Feilmåling av snøtetthet på grunn av skare- og islag vil også være årsak til forskjeller mellom manuelle snømålinger og snøputeregistreringene. Tabell 4 gir en oversikt over hovedtrekk i resultatene.

Tabell 4. Hovedoversikt over ulike forhold ved stasjonen under akkumulasjonen (vinteren).

Snøpute	Bra samsvar pute-modell	Påvirkning av vind	Påvirkning av is- og/eller skarelag	Regn feilsimulert som snø eller motsatt
Sognefjellhytta	X			
Fokstua	X	X	X	
Brunkollen	X			
Bakko	X			
Groset	X			X
Fjalestad			X	X
Hovden			X	X
Duge	X	X		X
Reimegrend				X
Kyrkjestølane		X	X	
Grasdalen		X	X	X
Maurhaugen	X			X
Namsvatn	X			X
Storstillå		X	X	X
Tamokdalen	X			
Masi		X		X
Siccejavre		X		
Øvre Leirbotn	X			
Skippagura	X			
Andel	11 av 18	7 av 18	6 av 18	10 av 19

I områder med vekslende lufttemperatur rundt 0°C gjennom hele vinteren, er det dårlig samsvar mellom modellene, puteverdiene og takseringene i vinterperioden. Det er stadig vekslende mellom regn, snø, smelting og gjenfrysing som fører til stadige endringer i snøpakka. Under slike forhold er det dannet is- og skarelag. Dette laget har ført til trykkavlastning på puta, ved at det ligger som en "bro" over puta. Dette er et kjent problem i områder med temperaturendringer rundt 0°C, og er tidligere beskrevet av bl.a. Furmyr m.fl. (1975), Osterhuber m.fl. (1998), Tollan (1970), Tveit (1971), Tveit (1975). Under slike forhold registreres ikke riktig vannekivalent på snøputene, og det er følgelig vanskelig å simulere det som putene registrer. Det vil heller ikke være samsvar mellom vannekivalent målt på puta og målt nær puta. Dette gjelder spesielt for putene Fjalestad, Hovden og Kyrkjestølane.

Grasdalen er den puta som viser størst avvik mellom modell, snømålingene nær puta og puteverdiene. Verdiene fra manuell taksering tilsvarer her 165, 182, 210, 342 og 542% av puteverdiene. Forskjellen mellom snøens vannekivalent nær puta og registrerte av puta var store allerede ved første undersøkelse. Denne forskjellen øker utover sesongen. Sannsynligvis skyldes ikke dette bare feilmåling i manuelle snømålinger. Observasjoner viser at snøpakka var hardpakket, og hadde islag fra tredje taksering. Snøpakka var også tildels våt ved andre taksering og fram til siste måledag. Disse endringene i snøpakka har sannsynligvis påvirket puteverdiene ved

trykkavlastning og ført til uriktige snøputeregistreringer. Det store avviket mellom snøputeverdiene og de manuelle målingene kan være en kombinasjon av klimatiske forhold som påvirker snøpakka, trykkavlastning på puta og store snømengder. Puta har en diameter på 2 m med et areal på 3 m² (Sorteberg 1999). Tidligere undersøkelser har vist at i et måleområde mellom 0-762 mm vannekvivalent, bør diameteren på sirkulær pute være 2,18 m med et areal på 3,72 m² (Beaumont 1965, Beaumont 1966, Andersen 1981). Ut fra resultatene, og tidligere undersøkelser av Beaumont (1965, 1966) og beskrivelser av Andersen (1981), er det mye som tyder på at diameteren på puta ved Grasdalen er for liten. Manuelle snømålinger viste store snømengder, over 788 mm vannekvivalent, og observasjonene viste hardpakket snø bestående av islag. Under slike forhold kan det tyde på at denne type pute er uegnet til måling av riktige verdier av snøens vannekvivalent.

På flere av putene er det plutselige dropp i verdiene. Dette kan ofte relateres til perioder med varmegrader etterfulgt av en kaldere periode. Dette er å se bl.a. på Kyrkjestølane i perioden 07-12.02, dropp på ca 90 mm i vannekvivalent og Duge den 15-17.02, dropp på ca 300 mm i vannekvivalent (ukontrollerte puteverdier). Slike dropp gjør det vanskelig å kontrollere dataene. I områder der det er lite snø, ved putene Fokstua, Siccajavre og Fjalestad, blir hele snøpakka raskt påvirket av disse temperaturvariasjonene. På Fjalestad, hvor det er vekslende lufttemperatur gjennom hele vinteren, ser vi samsvarende endringer i dataene fra puten. Dagene 06.02 og 14.02 vet en på grunnlag av visuelle observasjoner at det var dannet et hardt snø- og islag i snødekket ved skifting fra mildvær til kuldegrader. Dette førte til dropp i de ukontrollerte puteverdiene, henholdsvis 50 og 40 mm i vannekvivalent. Ved å løsne på dette laget rundt puta førte dette til sprang i innkomne verdier, henholdsvis 70 og 40 mm i vannekvivalent (09.02 og 18.02). Modellene simulerer naturlig nok ikke dropp og sprang av denne typen.

Vinden vil sannsynligvis også ha en virkning på de innkomne puteverdiene. Spesielt kan dette gjelde putene i høyereliggende områder (Fokstua, Sognefjellshytta, Bakko, Groset, Hovden, Duge, Kyrkjestølane og Grasdalen). Vinden vil her kunne føre til snødrift, enten ved at snø akkumuleres eller blåses bort fra puta. I områder hvor det har vært dropp eller sprang som ikke skyldes smelting eller økt nedbør, er det ikke usannsynlig at snødrift har påvirket dataene. Det er kun data fra vindmålere fra Fokstua, Groset, Kyrkjestølane, Maurhaugen og Siccajavre. På Siccajavre er det registrert dropp (ca 20 mm) i puteverdiene 15-16.01, og sprang (ca 20 og 30 mm) 01.12 og 14.02. På disse dagene ble det observert sterk vind på DNMI's vindmåler, og en antar at vinden har forårsaket snødrift, slik at dette førte til dropp og sprang i puteverdiene. Oppfangningssvikt i nedbørsmåleren er en faktor som sannsynligvis har ført til feilestimering i modellene. Det er velkjent at spesielt ved sterk vind og snø vil nedbørsmåleren underestimere de aktuelle nedbørsmengdene (Furmyr og Tollan 1975, Killingtveit og Sælthun 1995). Snøkorreksjonsfaktoren (SKORR) i modellen er en verdi som sannsynligvis er noe for høy ved vindstille vær og for lav ved sterk vind. Ved bl.a. Siccajavre og Fokstua hvor det er lite snø og registrert sterk vind har modellene nokså sikkert underestimert snøakkumulasjonen på grunn av vind. Endringer i snøputeverdiene, på grunn av snødrift, og feilestimering i modellene på

grunn av oppfangningssvikt i nedbørsmåleren har ført til avvik mellom modellene og puteverdiene.

Når det feilaktig ikke registreres endring i puteverdiene kaller vi dette metning. En årsak til metning kan være at det er dannet et is- eller skarelag over puten, slik at snøfall ikke registreres av puten. En annen forklaring kan være at ved snøfall kan det samtidig foregå vinddrift av snø fra puten, slik at snøfall ikke registreres av puta. Metning er kun observert på tre puter (Fokstua, Kyrkjestølane og Grasdalen). Modellene simulerer ikke slike forhold, og det er derfor her avvik mellom simulering og puteverdiene.

Bruk av feil skilleteperatur, TX, har ført til at regn har blitt tolket som snø, eller motsatt. Når observert temperatur ligger i nærheten av TX, kan nedbøren komme både som regn og snø. Problemer og usikkerheter ved bestemmelse av TX er beskrevet av Skaugen (1998). På Fjalestad, Groset, Duge, Hovden og Maurhaugen førte sannsynligvis feil skilleteperatur ved det første snøfallet til overestimert akkumulasjon i modellen. Overestimering av akkumulasjon i modellene forplantet seg gjennom hele sesongen på bl.a. Fjalestad og Hovden.

Den målte døgnmiddeltemperaturen beskriver ikke alltid temperaturen ved nedbørtilfellet. Et eksempel er passering av en kaldfront. Varmegrader i begynnelsen av døgnet og kuldegrader i slutten av døgnet kan gi en døgnmiddeltemperatur høyere enn skilleteperaturen. Selv om nedbøren har kommet som snø i slutten av døgnet, vil den bli simulert som regn. På Reimegrend, Storstilla og Masi har ikke modellene tatt med all snøen i begynnelsen vintersesongen, men har tolket nedbøren som regn.

En annen årsak til at modellen feilestimerer akkumulasjon er feil døgnmiddeltemperatur. I tilfeller der temperaturmåleren og snøputa ikke ligger på samme sted, er det benyttet temperaturgradienter (TTGRAD, ved tørt vær og TVGRAD, ved fuktig vær) som beskriver temperaturavvik mellom målestedet for temperatur og snøputa. Dette temperaturavviket vil naturligvis variere en del og gi feil i beregnet døgnmiddeltemperatur ved snøputa. Spesielt vil disse feilene være store der høydeforskjellen mellom snøputa og temperatur-målestedet er stor. Ved Grasdalen viste observasjoner og puta at det ikke var snø 03.11. I dette tilfellet overestimerer modellen fordi regn er tolket som snø. Det må også tas i betraktning at det er stor forskjell i høyden på målestedet og DNMI's målestasjon, noe som har ført til at dataene er vanskelig å korrigere.

5.2 Smelting

Det er generelt godt samsvar mellom puteverdiene og modellene på slutten av smeltesesongen ved åtte av putene. På stasjoner der resultatene viser mindre samsvar mellom modellene, manuelle snømålinger og puteverdiene skyldes dette ulike forhold, slik som ved tetthetsmåling, solinnstråling, rask drenering av vann fra puta, islag på puta og overestimert akkumulasjon fra vinteren. Tabell 5 gir en oversikt over resultatene og hvilke stasjoner dette gjelder. Snøputa Reimegrend er ikke tatt med i denne analysen, dette skyldes manglende data fra stasjonen.

Tabell 5. Hovedoversikt over ulike forhold ved stasjonen under smeltingen.

Snøpute	Bra samsvar pute-modell	Solinnstråling - snøen smelter raskere enn modellert	Islag på puta	Modellen overestimerer smelting i forhold til puta
Sognefjellhytta	X			
Fokstua	X			
Brunkollen	X			
Bakko	X	X		
Groset		X		
Fjalestad				X
Hovden			X	X
Duge	X			
Kyrkjestølane		X		
Grasdalen			X	X
Maurhaugen	X			
Namsvatn	X			
Storstillå	X			
Tamokdalen		X		
Masi		X		
Siccejavre		X		
Øvre Leirbotn		X		
Skipagurra	X			
Andel	8 av 18	7 av 18	2 av 18	3 av 18

For det meste viser takseringene høyere verdier enn putedataene. Sannsynligvis skyldes dette en raskere drenering av vann fra puta enn i snøpakka der tetthetsprøven er tatt. Likeledes kjenner en til at det under smeltingen foregår store endringer i snødekket, og at dette er et komplekst system (Bengtsson 1982, Killingtveit og Sælthun 1995). Det har også vært problemer med å få opp de nedre deler av sjiktet med sørpe, noe som kan være årsaken til avvik mellom takseringen og puteverdiene i denne perioden.

Resultater fra syv puter viser at snøen smelter raskere enn hva modellen viser. En viktig årsak til dette antas å være solinnstråling. Innstrålingen er ikke direkte i modellen, og dette kan være en viktig årsak til de store forskjellene. Kombinasjonen av høy innstråling og gammel snø, som i stor grad vil absorbere innstrålingen, vil gi høyere smelting enn det graddagsmodellen simulerer. Dette er fordi graddagsmodellen bare simulerer snøsmelting som funksjon av lufttemperatur (f.eks. Bengtsson 1976). Sannsynligvis gjelder dette særlig putene som ligger høyt over havnivå eller nord i landet som Bakko, Groset, Kyrkjestølane, Masi, Siccejavre, Øvre Leirbotn og Skipagurra. Her er det relativt sein snøsmelting og følgelig sterk innstråling ved klare dager.

På Namsvatn underestimerer modellen i begynnelsen av smeltingen, mens puteverdiene viser få endringer. Dette kan skyldes at modellen lar vannet i snøpakka renne for fort av. På Hovden og Grasdalen stemmer modellen dårlig i smeltesesongen, men puteverdiene viser en sein avsmelting muligens på grunn av et tykt islag på puta. Fjalestad viser dårlig samsvar mellom puteverdiene og modellene i smelteperioden. Dette skyldes sannsynligvis overestimert akkumulasjon i vintersesongen som forplantet seg gjennom hele sesongen.

5.3 Fritt vann og gjenfrysing

Sammenlikning mellom simulering og observasjoner av fritt vann i snøpakka er gjort ved 18 av stasjonene. Brunkollen er ikke med i denne sammenlikningen, siden det ikke finnes data fra observasjonene. Til sammenlikning av simuleringene har vi kun data fra visuelle observasjoner av snøpakka, om den er fuktig eller tørr.

Ved åtte av stasjonene stemmer simuleringen av fritt vann i snøpakka om vinteren, bra med observasjonene av fuktig, våt eller tørr snø.

På 10 andre puter simuleres det fritt vann i snøpakka enkelte perioder på vinteren, når det er observert at snøen er tørr. Sannsynligvis skyldes dette at det er blitt beregnet for høy temperatur eller at gjenfrysningshastigheten var for liten.

I områder med store temperaturvariasjoner er det lett å observere at fritt vanninnhold synker langsomt ved store temperaturfall i modellene. Dette gjelder spesielt putene Fjalestad, Hovden og Reimegrend. Det kan se ut til at gjenfrysningshastigheten burde vært større, spesielt ved små snømengder.

Under smeltingen på våren er det bra samsvar mellom simuleringen og observasjonene på alle putene. Observasjonene og simuleringene viser fuktig og/eller våt snø.

6. Vurdering av snøputene under ulikt klima og plassering

I dette kapittelet vurderes snøputenes evne til å registrere endringer i snøens vannekvivalent gjennom vinteren og våren i lys av ulike lokale forhold. Vi ser både på forhold på bakken rundt putene (topografi, drenering, vegetasjon, ferdsel og bygninger) og klima/værforhold.

6.1 Lokale forhold

Det er flere lokale forhold som kan påvirke de innkomne dataene fra snøputene, slik som lokaltopografien rundt putene, drenering og underlaget ved puta, vegetasjon, bygninger og ferdsel i området. Dette kan føre til at putene ikke gjengir riktig vannekvivalent i forhold til området rundt. Plasseringen av puta i terrenget er derfor meget viktig.

6.1.1 Topografi

De fleste putene er plassert i relativt flatt eller litt skrånet terreng. Reimegrend er plassert på en bakkekant, og er derfor vindutsatt. Vinden vil sannsynligvis føre snøen bort fra puta til en ansamling nedenfor bakkekanten. Ved Grasdalen er terrenget ujevnt. Dette preger snøfordelingen i området, ved at snøen vil samle seg i senkninger i terrenget før resten av området blir dekket av snø.

6.1.2 Drenering

For å unngå vannansamling rundt puta og at den ikke fryser fast til islag ved bakken i perioder med vekslende mildvær og frost, er det viktig at det er god drenering rundt snøputa. Ved de fleste putene er det relativ god drenering og de ligger på et tørt område, bortsett fra Hovden. Puta lå i et flatt myrområde. Problemer med en slik plassering oppstår under snøsmelting. Snøsmeltingen kan føre til at myrmagasinet blir fullt og det blir oversvømmelse av puta. I februar og april 1998 førte en mildværsperiode til snøsmelting som gjorde at puta ble løftet opp og flyttet (Sorteberg 1998). I løpet av vinteren 1999 var det flere mildværsperioder. Dette førte til smelting og frysing i bunnen av snøpakka. Vannet fra snøpakka har i dette området ikke hatt mulighet til å renne bort. På Sognefjellshytta og Fokstua er putene forhøyet i terrenget og dette gjør at det er god drenering under smelting, men snøen på putene er mer utsatt for vindeffekter.

6.1.3 Vegetasjon

Ved de fleste putene er det relativt lav vegetasjon og rundt enkelte puter er vegetasjonen preget av glissen bjørkeskog og småkratt (Fokstua, Bakko, Namsvatn, Storstilla, Maurhaugen, Tamokdalen, Fjalestad og Øvre Leirbotn). En slik vegetasjon

kan føre til mindre transport av snømengden slik tilfelle er på åpen mark. På Brunkollen er området rundt puta preget av tett skog, noe som gjør at lite sollys faller på selve puta.

6.1.4 Ferdsel og bygninger

Områdene ved de fleste putene er utsatt for lite eller ingen ferdsel. Enkelte steder er putene blitt utsatt for nysgjerrige forbipasserende. Puter som er plassert i områder med ferdsel burde skjermes ved inngjerding og skilting. Dette fordi det har forekommet tilfeller hvor topplokket av puta er blitt fjernet slik at spriten har rent ut. Sognefjellshytta, Kyrkjestølane og Storstilla er eksempler på dette. Ved Reimegrend er det imidlertid satt opp gjerde p.g.a. stor ferdsel vinterstid. Skippagurra er plassert nær en husvegg. Husveggen kan følgelig fungere som en levegg. Dette kan prege snømengden på puta enten ved at snø samles på puta eller at snøen ikke legger seg på puta. Dette vil variere avhengig av vindretningen.

I sommersesongen er det mye beitende dyr i området ved Fokstua og Bakko noe som har gjort det nødvendig å gjerde inn putene også her.

6.2 Klima og plassering i landet

Det er gjort en samlet vurdering av snøputene i forhold til klimaparametrene temperatur, nedbør, vind, skyer og solinnstråling.

6.2.1 Temperatur

Snøputene har vist seg å fungere best i der hvor temperaturen har holdt seg stabilt under 0 °C gjennom vinteren. Det vil si i høyereliggende områder i Sør-Norge og i Finnmark. Her har det vært lite problemer med fryste-smelte effekter, slik som trykkavlastning på grunn av skaredannelse, i løpet av vinteren. Dette problemet har vært størst ved de lavereliggende putene i Sør-Norge.

6.2.2 Nedbør

Når det gjelder nedbørmengder, kan det utfra snøtakseringene på Grasdalen se ut til at snøputene har problemer med å registrere snømengder over ca. 800 mm. Dette kan føre til problemer for putene i nedbørrike områder som Grasdalen og Sognefjellshytta, hvor det kan forventes snømengder over 1000 mm. Ved øvrige snøputer overstiger ikke snømengden 700 mm utenom i ekstreme år.

I nedbørfattige områder som Finnmarksvidda og Fokstua, overstiger snømengden sjelden 300 mm. Her kan det være et problem at de små snømengdene vil føre til store relative endringer ved vinddrift og is/skaredannelse ved hurtige temperaturendringer eller innsig av regnvann i snødekket. Her vil også hele snødekket raskt bli påvirket av slike svingninger.

6.2.3 Vind

Det er ikke gjort observasjoner av vind ved alle snøputene. Det er likevel sannsynlig at vinddrift kan være et problem i høyereliggende områder med lite vegetasjon og i områder med gjennomgående tørr og lett snø. Sammenligning av snøputeregistreringene, manuelle målinger og simuleringen tyder på at vinddrift påvirket registreringene ved snøputene Fokstua, Siccajavre, Grasdalen, Storstilla og Kyrkjestølane.

6.2.4 Skyer og innstråling

Det ser ut til at det er vanskelig å simulere utviklingen i smeltesesongen for snøputer som ligger i områder med lite nedbør. Dette henger antageligvis sammen med at innstrålingen på klare dager da er så sterk at smeltingen simuleres dårlig ved bruk av temperatur alene. Spesielt på dager med temperaturer rundt 0°C ser det ut til at innstrålingen kan gi betydelig smelting som graddagsmodellen ikke simulerer. Dette har vært tilfelle på flere av snøputene i Finnmark og i høyereliggende områder i Sør-Norge.

For snøputer som ligger i skogen og i områder med en del nedbør i smeltesesongen ser det ikke ut til at innstrålingen har gjort det vanskeligere å simulere smeltingen ved bruk av graddagsmodellen. Dette gjelder de lavereliggende snøputene i Sør-Norge og putene i Trøndelag og Nordland.

7. Konklusjon

Klimatiske faktorer har hatt innvirkning på verdiene fra snøputene, hvorav variasjoner i lufttemperaturen rundt 0°C har vært den viktigste. Det har blitt dannet is- og skarelag i snøpakka og nær bakken, som har ført til trykkavlastning i snøen på puta og dermed feil registreringer fra snøputa. I områder med tynt snødekke har hele snøpakka blitt påvirket ved endringer i lufttemperaturen. Det oppstår videre problemer i områder med store temperaturvariasjoner gjennom vinteren. Dette gjelder putene Fjalestad, Hovden, Kyrkjestølne og Grasdalen. Kontrollmålingene og puteverdiene viste relativt store avvik ved disse putene. Under forhold med store endringer i snøpakka, trykkavlastning på puta og snømengder over ca 800 mm i vannekvivalent ser det ut som om størrelsen på puta er for liten til å kunne gjengi riktig vannekvivalent. Ellers har det ved 10 av putene gjennom vinteren vært tekniske problemer med utstyret.

Under smeltesesongen er det store avvik mellom kontrollmålingene og puteverdiene. Forskjellene kan skyldes en raskere drenering av vann fra puta, i forhold til området rundt. Det er gjort få kontrollmålinger i denne perioden. Enkelte områder har vært utsatt for vind. Snøen har enten blåst bort eller blitt akkumulert på puta. Dette gjelder særlig putene i de høyereliggende områdene.

Vurderingen av samsvar mellom snøputene, kontrollmålingene og snømodellsimuleringene viser relativt god overensstemmelse i akkumulasjonsperioden. Her modelleres observert akkumulasjon bra. Feil skilletemperatur for regn/snø gir upresis simulering periodevis. Nedbørskorreksjonsfaktoren variere en god del fra pute til pute og denne kan dermed være vanskelig å estimere der detaljerte snømålinger eller snøputedata ikke er tilgjengelig. Vind kan ved enkelte puter se ut til å føre til tilførsel eller avblåsing av snø og kan dermed gi variasjoner på puta som ikke har med nedbør å gjøre. Smelting viser seg vanskeligere å simulere. Videre samstemmer observasjoner fra enkelte puter dårlig med kontrollmålingene i denne perioden. Maksimal smeltefaktor, CXMAX viste seg å øke med økende høyde over havet, avtagende vegetasjon og til en viss grad økende breddegrad.

Ved å følge utviklingen på snøputa fra time til time kan man si noe om når og hvorvidt det foregår akkumulasjon eller smelting av snø i det høydenivået hvor puta befinner seg. Dette er viktig for flomvarslingstjenesten og kan medvirke til å identifisere områder der vannføringen vil få et bidrag fra snøsmeltingen. Når det gjelder sammenligninger med normalverdier, kan snøputene være et betydelig korrektiv til DNMI's snøakkumulasjonskart i smelteperioden og i år med unormalt mye smelting i løpet av vintersesongen.

8. Videre arbeid

Analyse og kontroll av snøputene har gitt en bredere forståelse av innkomne data. Det har vært problemer med driften av putene og i enkelte tilfeller viser ikke putene riktig vannekvivalent. Det er flere brukere av dataene internt og eksternt, og det er derfor viktig at videre arbeid er rettet mot en sikrere drift av stasjonene. For sikrere drift og kvalitet på dataene vil de manuelle kontrollrutinene ved snøputene i første omgang kontinueres vinteren 1999/2000, men dette bør også foregå over et lengre tidsperspektiv. I denne sammenheng vil det etter vinteren bli vurdert om enkelte puter bør flyttes på grunn av at de ikke gjengir riktige vannekvivalent.

Det vil bli vurdert om det er andre målemetoder som kan være bedre, og om dette bør testes ut (bl.a. måling ved deteksjon av kosmisk gammastråling).

Snøputene representerer kun et punkt i terrenget og det vil arbeides med å undersøke hvordan snøputedata representerer arealverdier. Dette er meget viktig med tanke på anvendelse av dataene. Manuelle snømålinger utført av regulanter vil i denne sammenheng være viktige i analysene.

Snømodellen er implementert slik at den kan oppdateres automatisk hver dag. I dette prosjektet ble det ikke mulig å teste ut modellresultatene, dermed er det klart at dette bør gjøres. Videre ble kun ett hjelpeparametersett brukt for modellen. Her er det, som vist tidligere, et forbedringspotensial i å variere nedbørskorreksjonen PK og maksimal daggradsfaktor for smelting CXMAX. Videre arbeid med andre smeltefaktorer som stråling og vind, og forbedret tidsoppløsning er også ønskelig. Ved bruk av meteorologiske data for den foreslåtte normalperioden 1982-97, kan simulering lages for denne perioden for hver av de 90 stasjonene. Dermed vil det være mulig å operasjonelt sammenligne dagens verdier mot normalverdier, og dette vil kunne være til ytterligere hjelp for bl. a. flomvarslingen. Dette arbeidet viser også at det er relativt store avvik mellom modellresultater, snøputeregistreringer og kontrollmålinger i smeltesesongen. Da dette er en viktig fase for flomvarslingen, bør våre simuleringer og observasjoner i denne perioden studeres videre for om mulig forbedre disse.

Ved presentasjon av modellresultater ved interpolerte kart representeres ikke variasjoner i snømagasinet som funksjon av f.eks høyde over havet. En forbedring vil være å fordele modellens inngangsvariable ved å redusere observerte meteorologiske verdier til havnivå, interpolere disse data og deretter beregne fordelt nedbør og temperatur etter en gitt prosedyre styrt av bl. a. høyde over havet. Modellen kunne deretter oppdateres griddet. Her vil de lange snømåleseriene utført av NVE og regulantene kunne gi et grunnlag for testing av resultatene fra en slik modell. Også de lange massebalanseseriene fra breene vil her kunne brukes for testing av modellen i de høyere fjellområder, hvor snødata er meget sjeldne.

Referanser

- Andersen, T. 1981. Automatisk registrering av snøens vannekvivalent ved snøputer. Norsk hydrologisk komitè, rapport nr 6.
- Bader, H., Haefeli, R., Bucher, E., Neher, J., Eckel, O., Thams, C. & Niggli, P. 1954. Snow and its Metamorphism. Snow, ice and permafrost research establishment. Corps of Engineers, U.S. Army, Wilmette, Illinois.
- Beaumont, R.T. 1965. Mt Hood pressure pillow snow gage. 33rd Western Snow Conference, s. 29-35
- Beaumont, R.T. 1966. Evaluation of the mt. Hood pressure pillow snow gage and application to forecasting avalanche hazard. IASH publ. No 69, s. 341-349.
- Bengtsson, L. 1976. Snowmelt Estimated from Energy Budget Studies. Nordic Hydrology, 7.
- Bengtsson, L. 1982. Avrinning vid snösmältning, Observationer och analys. Teknisk rapport, Högskolen i Luleå. WREL, Serie A nr 106.
- Bergström, S. 1992. The HBV-model - its structure and applicatoins. SMHI RH nr. 4, Norrköping, Sverige.
- Furmyr, S. og Tollan, A. 1975. Resultater og erfaringer av snøundersøkelser i Filefjell representative område 1967-1974. Den Norske IHD – komitè, Oslo.
- Førland, E.J., Harstveit, K. og Lystad, S.L. 1996. Estimering av snøakkumulering og snøsmelting. DNMI Klima Rapport nr 12/96.
- Goodison, E.B., Ferguson, L.H. & McKay, G.A. 1981. Measurement and data analysis, i Gray D.M, Male D.H. Handbook of snow. Principles, Management & Use. Pergamon Press, kap 6.
- Kid, J.R. 1981. Snow drifting. i Gray D.M, Male D.H. Handbook of snow. Principles, Management & Use. Pergamon Press, kap 8.
- Killingtveit, Å. og Sælthun, N.R. 1995. Hydrology, Volume no 7 in Hydropower development. Norwegian Institute of Technology, Trondheim.
- Kuusisto, E. 1984. Snow accumulation and snowmelt in Finland. Publications of the water research institute 55.
- Male, D.H og Gray, D.M. 1981. Snowcover ablation and runoff, i Gray D.H, Male D.H. Handbook of snow. Principles, Management & Use. Pergamon Press, kap 9.
- McKay, A.G og Gray D.M. 1981. The distribution of snowcover, i Gray D.H, Male D.H. Handbook of snow. Principles, Management & Use. Pergamon Press, kap 5.

- Osterhuber, R., Gehrke, F., og Condreva, K. 1998. Western Snow Conference, Snowbird, Utah, April 1998.
- Ramsli, G., 1981. Snø og snøskred. Universitetsforlaget Oslo-Bergen-Tromsø.
- Skaugen, T. 1998. Studie av skilletemperatur for snø ved hjelp av samlokalisert snøpute, nedbør- og temperaturdata. NVE Rapport 11/1998.
- Sorteberg, K.H. 1998. NVEs snøputer vinteren 1997-98. Norges vassdrags- og energidirektorat, Rapport 27.
- Sorteberg, K.H. 1999. Snø, Informasjon om snøputene, i Hydrologisk månedsoversikt Oktober 1999, Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Sundøen, K. 1997. Snøputa, en sensor for måling av snølagets vekt, i Hydrologisk månedsoversikt Mars 1997, Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Tollan, A., 1970. Experiences with snow pillows in Norway. Bulletin of the International Association of Scientific Hydrology, XV, 2-6/1970.
- Tveit, J., 1971. Temperatureffekter ved ei snøpute. Nordic IHD Report No1.
- Tveit, J., 1975. Anvendt Hydrologi. Institutt for vassbygning, Norges tekniske høgskole.

Vedlegg A Snøputeoversikt

NVE snøpute m o.h.	Observ. periode	SYNOP stasjon DNMI (m o.h.)	Avst (km)	SYNOP periode	Nedbør stasjon DNMI	Avst (km)	Nedbør periode	Kommentar
2.382 Sognefjellhytta 1435	1998->	3000.55290.0 Sognefjell 1413 3000.15730.0 Bråtå 664	0 40	1979-1989* 1999->	3000.55170.0 Skagen 38	10		Sognefjell måler bare temperatur.
2.592.0 Fokstua 1000	1997->	3000.16610.0 Fokstua 972	1	1957->				
8.5.0 Brunkollen Klima 370	1983->	3000.18960.0 Tryvasshøgda 528	10	1957- 1993*				P og T er målt ved puta fra 1993
12.142 Bakko 1020	1998->	3000.25590.0 Geilo 810	20	1981->	3000.25540.0 Bakko 969	0	1949* ->	
16.232.14 Groset 990	1971->	3000.31620.0 Møsstrand 977	10	1957->				P og T er målt ved puta fra 1984
19.53 Fjalestad 330	1998->	3000.37230.0 Tveitsund 252	15	1957->	3000.37300.0 Fjalestad 344	0	1964- 1986*	T er målt ved puta fra 1998.
21.6.0 Hovden 855	1997-99	3000.40880.0 Hovden 836	0	1994->	3000.40900.0 Bjåen 927	10	1957-	
26.67.0 Duge Værstasjon 760	1997->	3000.42920.0 Sirdal-Tjørhom 500	25	1974->	3000.43000.0 Sirdal-Duge 760	0	1990* ->	
62.21.0 Reimegrend 595	1997->	3000.51590.0 Voss 125 3000.51800.0 Mjølfjell UH 695	15 5	1967-> 1999->				
73.11.0 Kyrkjestølane 1000	1967->	3000.54120.0 Lærdal 24	35	1996->				P og T er målt ved puta fra 1988
88.21.0 Grasdalen 935	1997->	3000.60500.0 Tafjord 15	30	1965->	3000.60300.0 Geiranger 419	10	1903* ->	T er målt ved puta fra 1998
121. 2 Maurhaugen 660	1998->	3000.66770.0 Oppdal-Maurh. 668	0	1993->				T er målt ved puta fra 1998
139.4.0 Namsvatn 460	1997->	3000.77420.0 Majavatn 339 3000.77750.0 Susendal 265 3000.77550.0 Fiplingvatn 370	30 65 40	1982-99 1982-99 1999->	3000.74800.0 Namsvatn 498	2	1988 ->	T er målt ved puta fra 1997
164.12.0 Storstilla ndf. Balvatn 565	1997->	3000.81680.0 Saltdal 81	30	1982->	3000.81930.0 Storstilla 564	0	1987 ->	T er målt ved puta fra 1997
196.6.0 Tamokdalen 230	1997->	3000.91300.0 Oteren 12 3000.89350.0 Bardufoss 76	20 45	1990-> 1957->				Syn.st 3000.89800.0 ligger nærmest puta, men ble lagt ned i 1998.
212.10 Masi 272	1997->	3000.93300.0 Solovomi 374	20	1963->				
212.23 Siccajavre 385	1997->	3000.93900.0 Siccajavre 382	0	1966->				
213.7 Øvre Leirbotn 190	1998->	3000.93140.0 Alta lufthavn 3	20	1972->				T er målt ved puta fra 1998.
234.9 Skippagura 35	1997->	3000.96800.0 Rustefjelbma 9	30	1982->	3000.96930.0 Polmak 30	5	1980* ->	

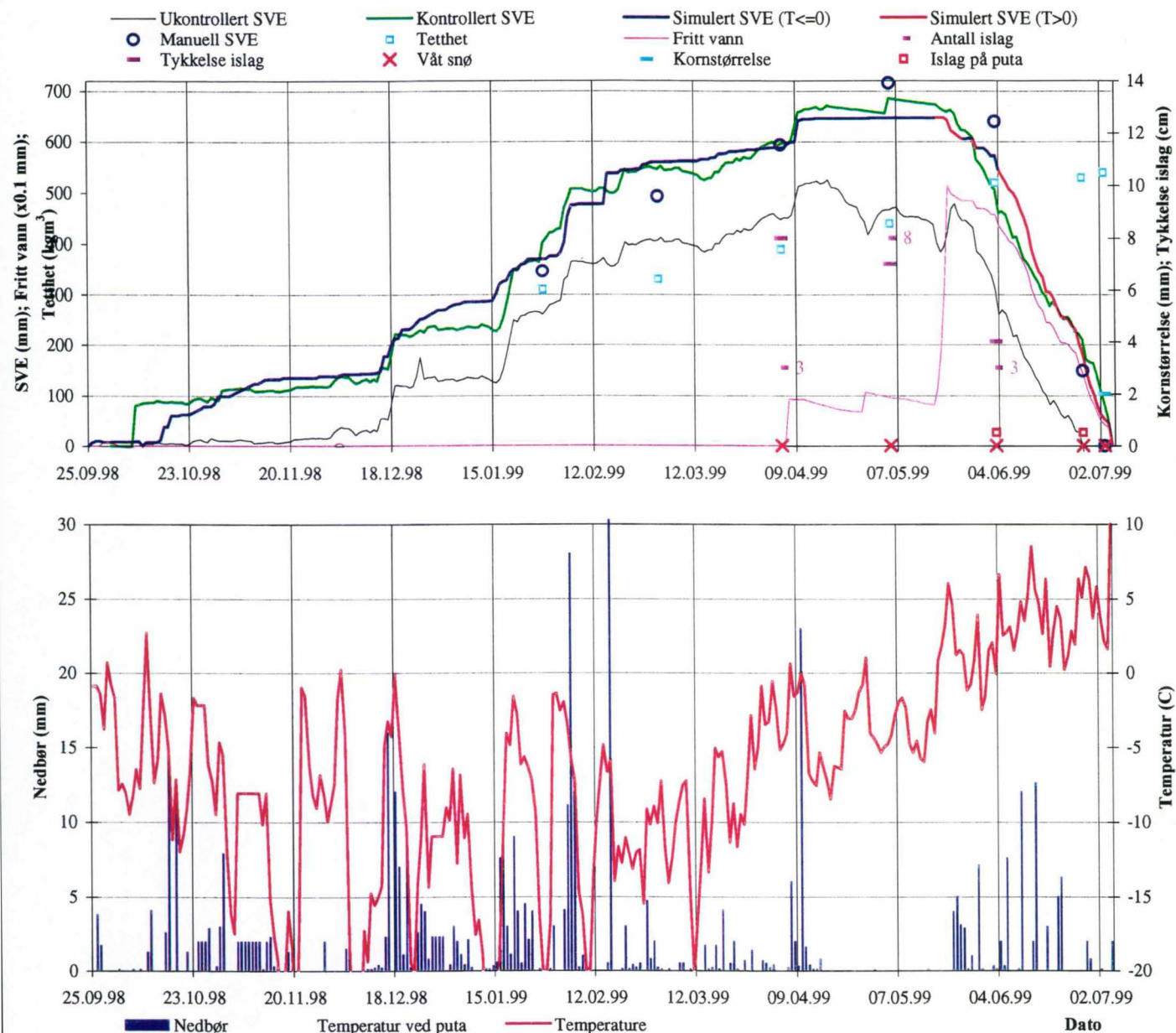
* Data finnes fram til 1999 men er ikke lagt inn på Hydra2.
Avstander mellom snøputer og synop-/nedbørstasjoner er grove anslag.

Vedlegg B Modellparametersett

Snøpute	m o.h.	CXMIN	CXMAX	CFR	CV	TX	TS	PK	SK	TTGRAD	TVGRAD	SYN_MOH	SYN_NR	SYN_NAVN
Groset	990	2.0	3.5	0.008	0.10	0.7	0.2	1.12	1.00	0.8	0.6	977	3162	Møsstrand
Masi	272	1.0	3.0	0.008	0.10	0.3	0.5	0.74	1.00	0.8	0.6	374	9330	Solovomi
Brunkollen	370	1.6	2.3	0.008	0.10	-0.4	1.9	1.00	1.02	0.9	0.6	528	1896	Tryvasshøgda
Siccejavre	385	1.0	3.0	0.008	0.10	0.7	0.2	1.00	1.00	0.8	0.6	382	9390	Siccejavre
Lamokdalen	230	1.0	3.0	0.010	0.08	3.0	2.0	1.28	1.00	1.0	0.6	76	8935	Bardufoss
Skippegurra	35	1.0	3.0	0.010	0.08	0.0	0.0	0.90	1.00	0.8	0.6	9	9680	Rustefjelbma
Storstilla	565	1.4	3.4	0.008	0.10	0.3	1.7	2.00	1.30	0.9	0.3	81	8168	Saltdal
Grasdalen	320	1.5	4.5	0.010	0.10	1.0	1.0	1.20	1.00	0.8	0.6	15	6050	Tafjord
Kyrkjestølane	1000	1.5	4.0	0.010	0.08	0.0	-0.5	1.40	1.40	0.9	0.5	24	5412	Lærdal
Fokstua	1000	1.0	4.0	0.010	0.08	-1.0	0.0	1.00	1.00	0.8	0.6	1000	1661	Fokstua
Bakko	1020	1.0	4.0	0.010	0.08	0.0	0.0	1.20	1.00	0.8	0.6	810	2559	Geilo
Fjalestad	330	1.5	2.0	0.010	0.08	1.0	1.0	1.15	1.00	0.8	0.6	252	3723	Tveitsund
Øvre Leirbotn	190	1.0	3.0	0.010	0.08	0.0	0.0	1.10	1.40	0.9	0.4	3	9314	Alta
Maurhaugen	660	1.5	3.0	0.010	0.08	1.0	1.0	1.00	1.10	0.8	0.6	668	6677	Maurhaugen
Namsvatn	460	1.0	2.5	0.008	0.08	1.0	0.5	0.80	1.00	1.0	0.6	370	7755	Fiplingvatn
Duge	760	1.5	4.5	0.010	0.08	0.0	0.0	1.10	1.00	0.8	0.6	500	4292	Sirdal-Tjørhom
Hovden	855	1.5	4.0	0.010	0.08	0.0	0.0	1.00	1.00	0.8	0.6	836	4088	Hovden
Sognefjell	1435	2.5	4.1	0.010	0.08	0.0	0.0	1.20	1.50	1.0	0.5	664	1573	Bråtå
Reimegrend	595	2.5	3.5	0.008	0.08	0.0	0.0	1.20	1.00	0.5	0.5	125	5159	Voss

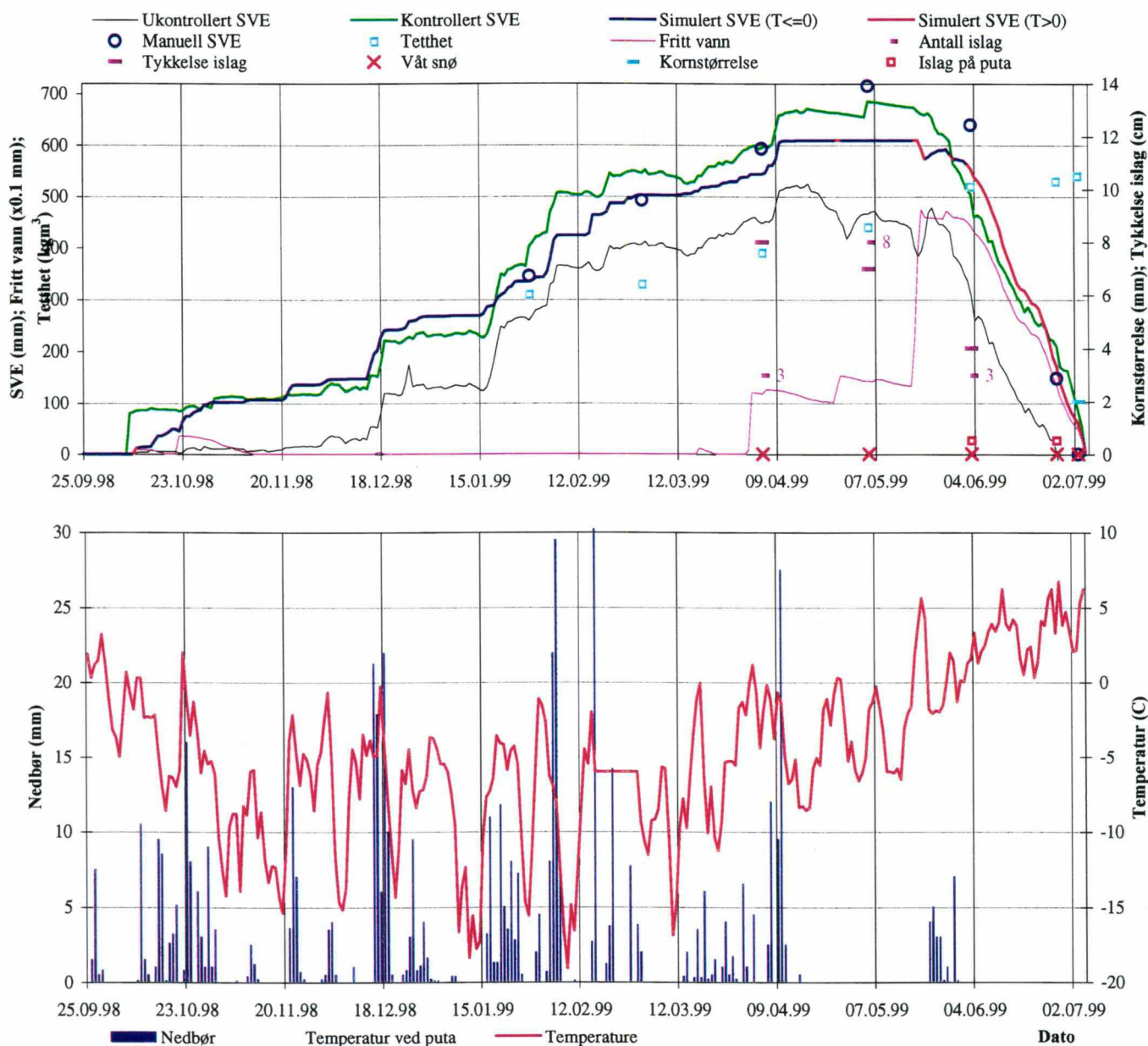
Vedlegg C Resultater fra enkeltputer

2.382 Sognefjellshytta (P, T fra Bråtå)



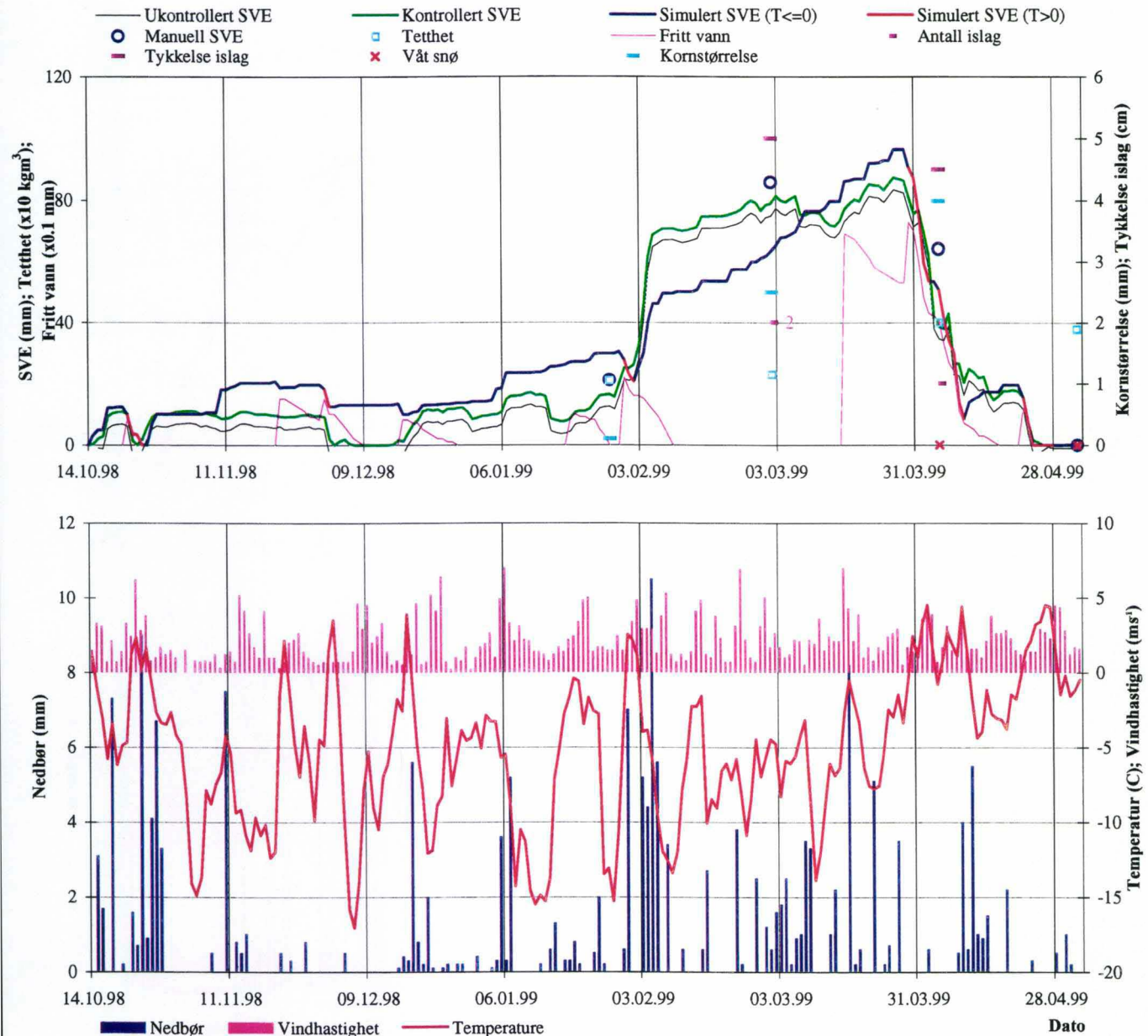
Snøpute	Islag på puta 03 og 27.06; Mye snø (ca 700 mm i vannekvivalent)
- dropp	29.04. - overgang fra mildt til kaldt vær. 19.05. - omslag fra kaldt til mildt vær.
- sprang	
- metning	Ingen
Taksering	Stemmer bra med korreksjon for forhøyningen av snøputa på ca 40 cm; Fuktighet og is-/skarelag i snøpakken fra 05.04; Taksert 86, 90, 100, 104, 127 og 71 % av puteregistreringen
Modell	
- akkumulasjon	Stemmer bra med korrigerte verdier for snøputa
- ablasjon	Stemmer bra med korrigerte verdier for snøputa
Fritt vann	Det ser ut til å være samsvar mellom observert våt/fuktig snø og simulering av fritt vann.
Annet	Snøputa er forhøyet ca 40 cm over bakkenivå
Området ved puta	Tørt område; Vegetasjonsfritt; Knauser ca 10 m fra puta
Stasjoner	Snøputa ligger på 1435 moh. Nedbør- og temperaturstasjonen Bråtå ligger 664 moh. 40 km nord for puta.

2.382 Sognefjellshytta (P fra Skagen, T fra Sognefjellet)



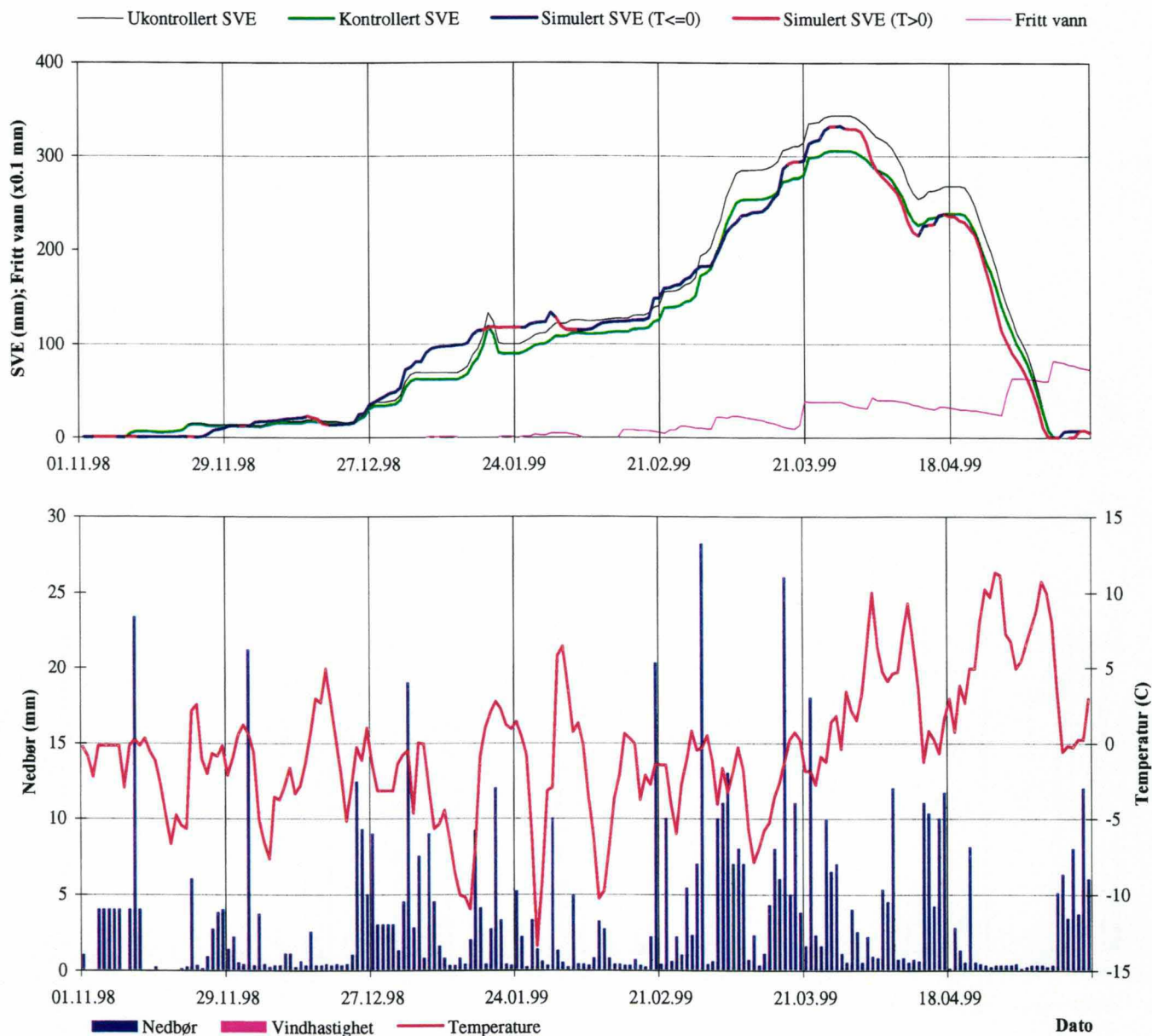
Snøpute	Islag på puta 03 og 27.06; Mye snø (ca 700 mm i vannekvivalent)
- dropp	29.04. - overgang fra mildt til kaldt vær. 19.05. - omslag fra kaldt til mildt vær.
- sprang	
- metning	Ingen
Taksering	Stemmer bra med korreksjon for forhøyningen av snøputa på ca 40 cm; Fuktighet og is-/skarelag i snøpakken fra 05.04; Taksert 86, 90, 100, 104, 127 og 71 % av puteregistreringen
Modell	
- akkumulasjon	Stemmer bra med korrigerte verdier for snøputa
- ablasjon	Stemmer bra med korrigerte verdier for snøputa
Fritt vann	Det ser ut til å være samsvar mellom observert våt/fuktig snø og simulering av fritt vann.
Annet	Snøputa er forhøyet ca 40 cm over bakkenivå
Området ved puta	Tørt område; Vegetasjonsfritt; Knauser ca 10 m fra puta
Stasjoner	Snøputa ligger på 1435 moh. Nedbørstasjonen Skagen ligger på 38 moh. 10 km sørvest for puta.

2.592 Fokstua (T fra Fokstua)



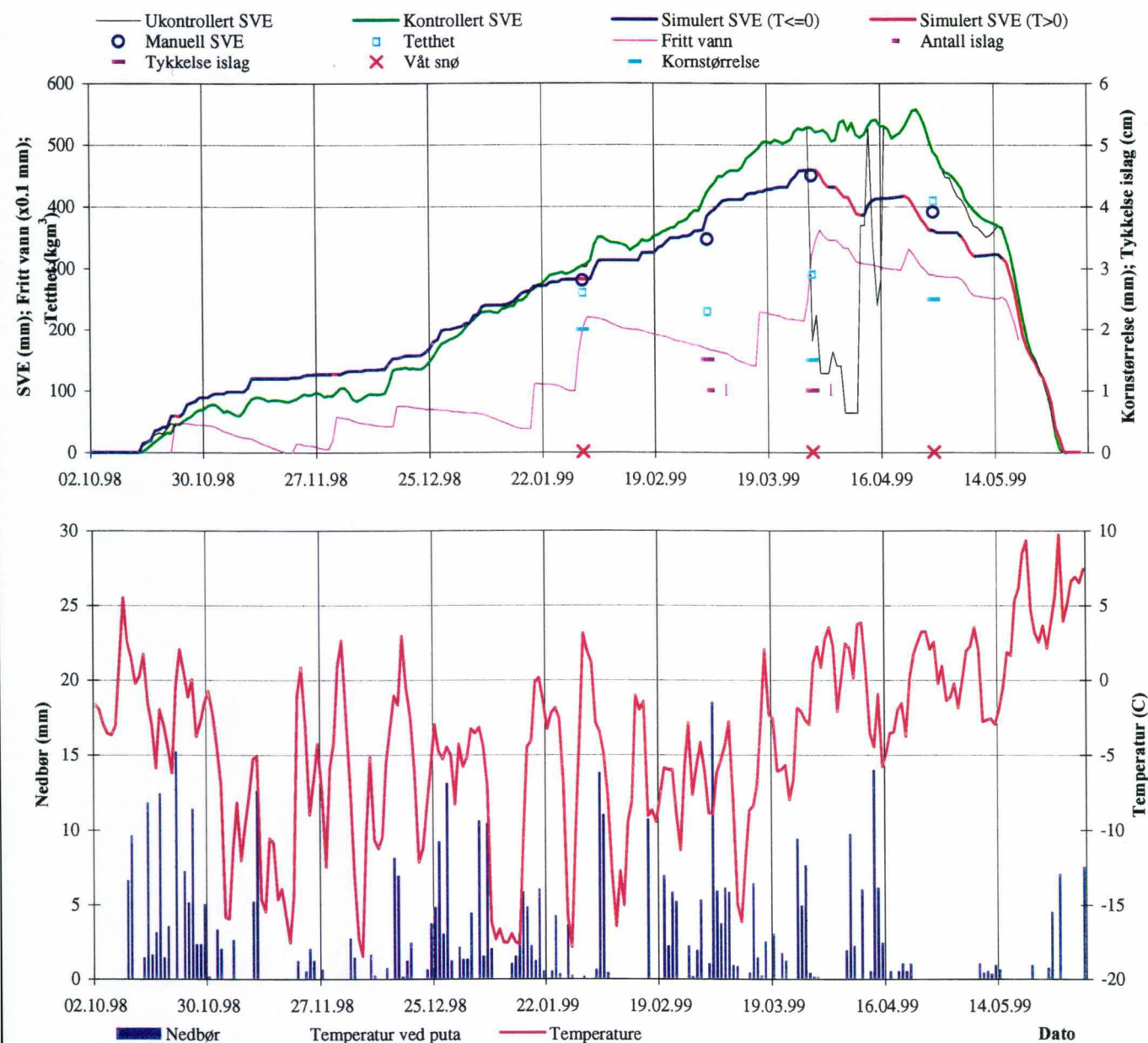
Snøpute	Generelt lite snø (under 80 mm i vannekvivalent); Puta ligger litt høyere enn omliggende terreng; Ingen islag på puta
- dropp	3 dropp (15.01, 07.03 og 04.04) som ikke henger sammen med $T > 0$; de andre droppene er grunnet smelting
- sprang	Ingen
- metning	Manglende følsomhet mellom 07.02 og 29.03, kan forklares ved islag (5 cm tykkelse) eller vindavblåsning av snø
Taksering	Stemmer bra med puteverdier, bortsett fra 05.04 (taksert 128%, 109% og 168% av puteregistrering); Is-/skarelag i snøpakken fra andre taksering; Fuktighet i snøpakken fra 05.04
Modell	
- akkumulasjon	09-11.11 ikke registrert av puta; 16-22.12 NOS underestimerer - mulig feil skilleteperatur/temp.gradient; 02.-06.02. Mulig at NOS underestimerer nedbør.
- ablasjon	Godt samsvar
Fritt vann	Det er godt samsvar mellom observasjoner av fuktig/våt eller tørr snø og simuleringen av fritt vann.
Annet	GENERELT FOR SNØPUTENE: store endringer i P / T gir overdreven respons på puta fulgt av stabilisering
Området ved puta	Tørt område, sand, grus; Tynn fjellbjørkeskog mot SØ; Puta ligger på en liten naturlig forhøyning
Stasjoner	Snøputa ligger ca. 1000 moh. Nedbør- og temperaturstasjonen ligger på 972 moh. noen hundre meter unna.

8.5 Brunkollen (P, T fra Tryvann)



Snøpute	Korrigert for flottør; Maksimal snø ca 300 mm i vannekvivalent
- dropp	12.04 - smelting
- sprang	19.01 - mulig under reparasjon av puta
- metning	Ingen
Taksering	Stemmer bra med snøputeverdier
Modell	
- akkumulasjon	Stemmer bra med snøputa og økning i nedbøren
- ablasjon	Stemmer brukbart.
Annet	Data blir ikke fjernoverført
Området ved puta	Puta står inngjerdet på ca. 10*10 meter flatt område. Utenfor gjerdet er det forholdsvis tett skog som gjør puta lite utsatt for solstråling.
Stasjoner	Snøputa ligger på 370 moh. Nedbør- og temperaturstasjonen på Tryvasshøgda ligger 528 moh. ca. 10 km øst for puta.

12.142 Bakko (P, T fra Geilo)



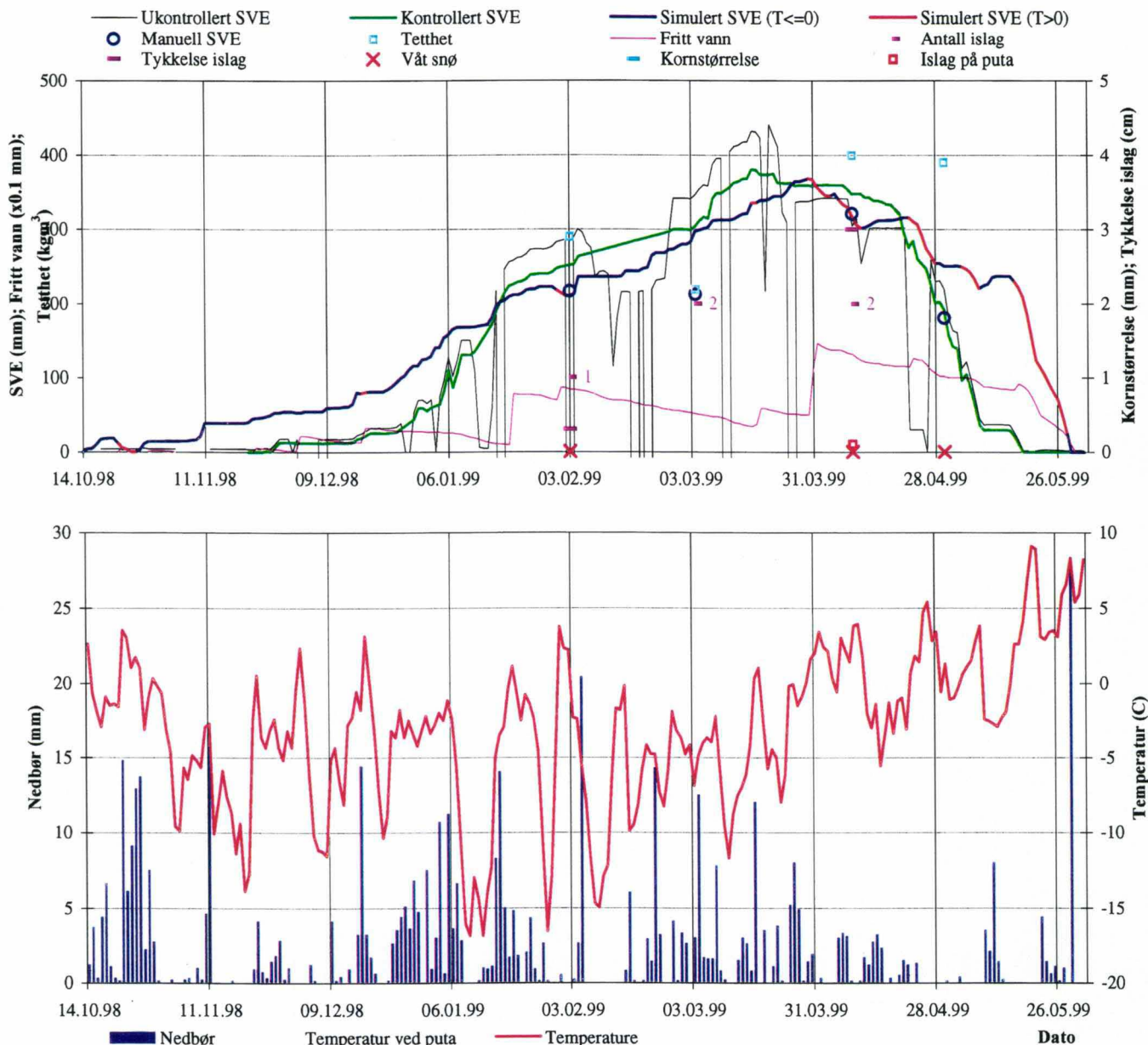
Snøpute	Ingen islag på puta; Over 500 mm snø i vannekvivalent
- dropp	Tekniske feil i mars og april, ellers små variasjoner.
- sprang	21.-25.04 stiger puta med 38 millimeter ved mildvær uten nedbør.
- metning	Sannsynligvis ikke.
Taksering	Taksert 92, 82, 85 og 80 % av puteregistreringen; Fuktighet i snøpakken under første, andre og fjerde taksering; Is-/skarelag i snøpakken under andre og tredje taksering

Modell	
- akkumulasjon	God i forhold til takseringer. Gir litt for lite i forhold til puta. Nedbørdata fra Bakko gir bedre akkumulasjon.
- ablasjon	Bra på slutten. Ellers smelter for lite i første del av mai. Sannsynligvis på grunn av stråling.
Fritt vann	Det simuleres fritt vann 04.03. Observasjonen samme dag viser tørr snø. Ellers samsvar mellom observasjoner og simulering.
Annet	Stadig avbrudd i telefonkommunikasjonen

Området ved puta Tørt område; Tynn fjellbjørkeskog; Relativt flatt

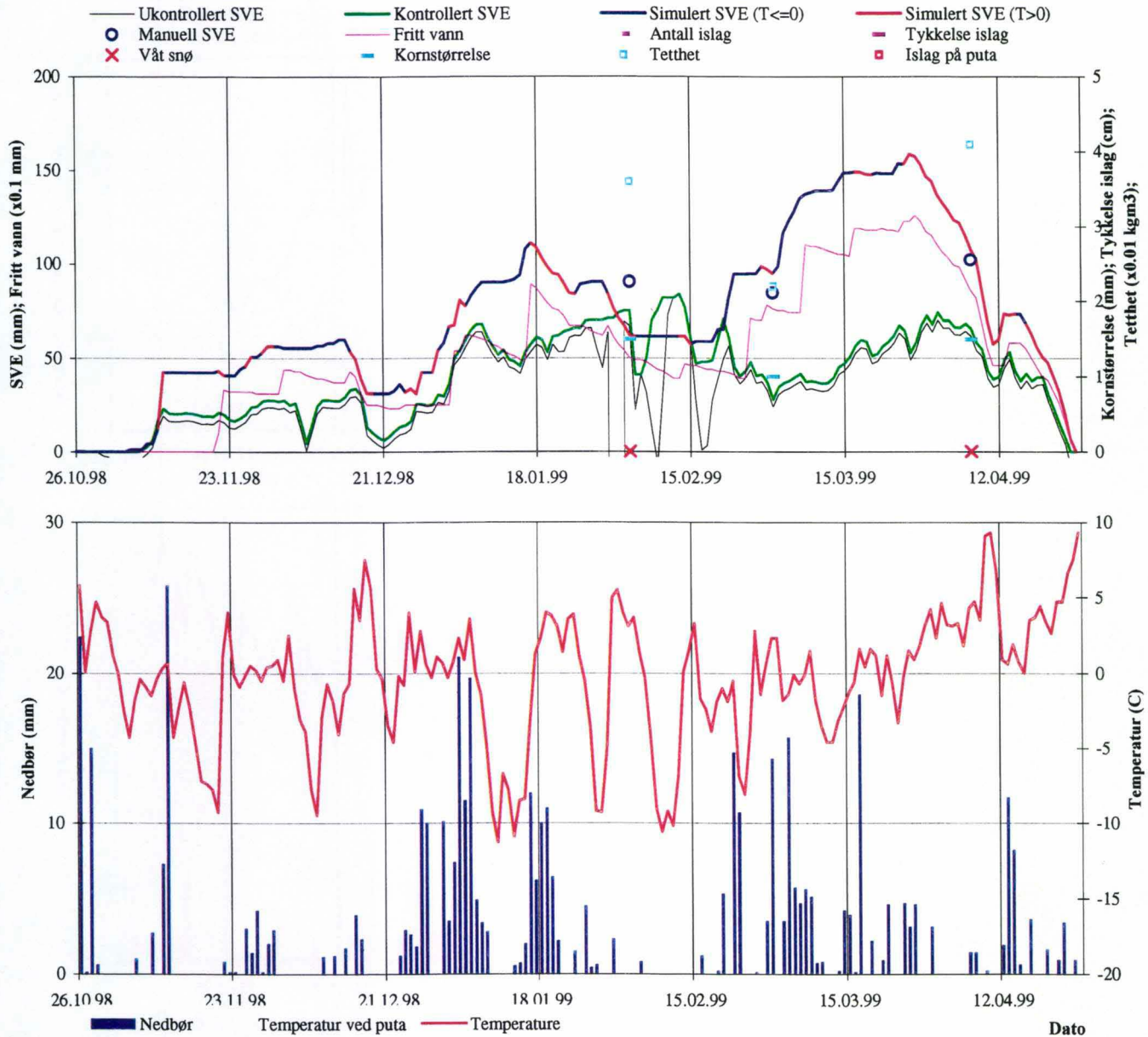
Stasjoner Snøputa ligger på 1020 moh. Nedbør- og temperaturstasjonen Geilo ligger 810 moh. 20 km sør for puta.

16.232 Groset (P, T fra Møsstrand)



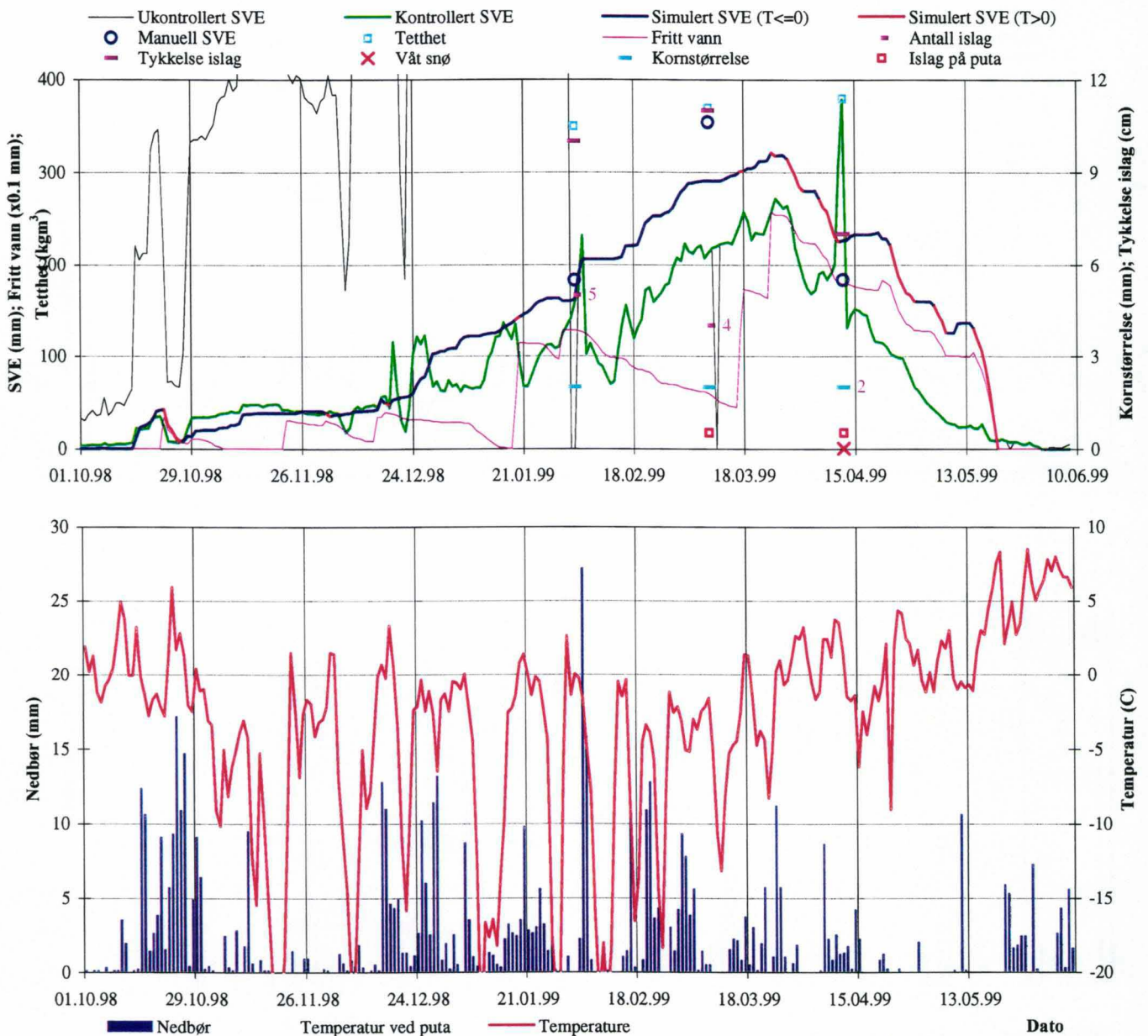
Snøpute	Islag på puta 09.04; Nærmere 400 mm snø i vannekvivalent; Korrigert for flottør
- dropp	12-17.01, 06-27.02 og 20-21.03 problemer med flottør og mange gale timeverdier.
- sprang	Nei.
- metning	Nei.
Taksering	Taksert 86, 72, 92 og 94 % av puteregistreringen; Fuktighet og is-/skarelag i snøpakken under takseringen
Modell	Modellen er brukbar både på akkumulasjon og ablasjon i perioden 1991-98.
- akkumulasjon	Akkumulasjon starter for tidlig i simulering.
- ablasjon	Putta smelter raskere enn simuleringen. Mulig strålingssmelting.
Fritt vann	Samsvar mellom simulering og observasjoner.
Annet	Ukontrollerte temp.data fra 4 mai.
Området ved puta	Tørt område; Stort tre nær puta (6-8 m); flatt terreng
Stasjoner	Snøputa ligger 990 moh. Nedbør- og temperaturstasjonen på Møsstrand ligger 977 moh. ca. 10 km vest for puta.

19.53 Fjalestad (P, T fra Tveitsund)



Snøpute	Puta satt i drift 01.10.98; Maks snø ca 80 mm i vannverdi; Ingen islag på puta;
- dropp	Økning i nedbør samsvarer med økning av puteverdier fram til 19.01; Korrigert for drift
- sprang	Teknisk feil 29.01-02.02; kaldere periode etter pluss grader fører til dropp i puteverdiene 04.12, 19.12. og 05.02.
- metning	Dropp ved mildvær 14.02.
Taksering	Løsnet hardt skarelag rundt puta 09.02 og 18.02
Modell	Ingen
- akkumulasjon	Taksert 120, 303 og 155 % av puteregistreringen - stemmer bra på første taksering - stort avvik på andre og siste taksering; Våt snø 04.02 og 07.04; Observert is-/ skarelag 16.02 og 14.02
- ablasjon	Overestimert fra begynnelsen av perioden - forplantes gjennom hele sesongen; Store nedbørsfeller gir store utslag i modellen; stemmer bra med økning 20.02 - økning i nedbør
Fritt vann	Overestimerer fra 28.03-21.04; Godt samsvar 22-26.04
Annet	Modellen gir fuktig snødekke 02.03 - visuelle observasjoner viser tørt snølag.
	Lite utslag når temperaturen varierer mellom pluss og minusgrader ved tynt snødekke
	Stemmer bra i smelteperioden
Området ved puta	Gjennom hele vinteren er det store variasjoner i T, smelting, nedbør- vanskelig å modellere- tynt snødekke
Stasjoner	Tørt område; Skogholt på østsiden; flatt terreng
	Snøputa ligger 330 moh. Nedbør- og temperaturstasjonen på Tveitsund ligger 252 moh. ca. 15 km sør for puta.

21.6 Hovden (P, T fra Hovden)



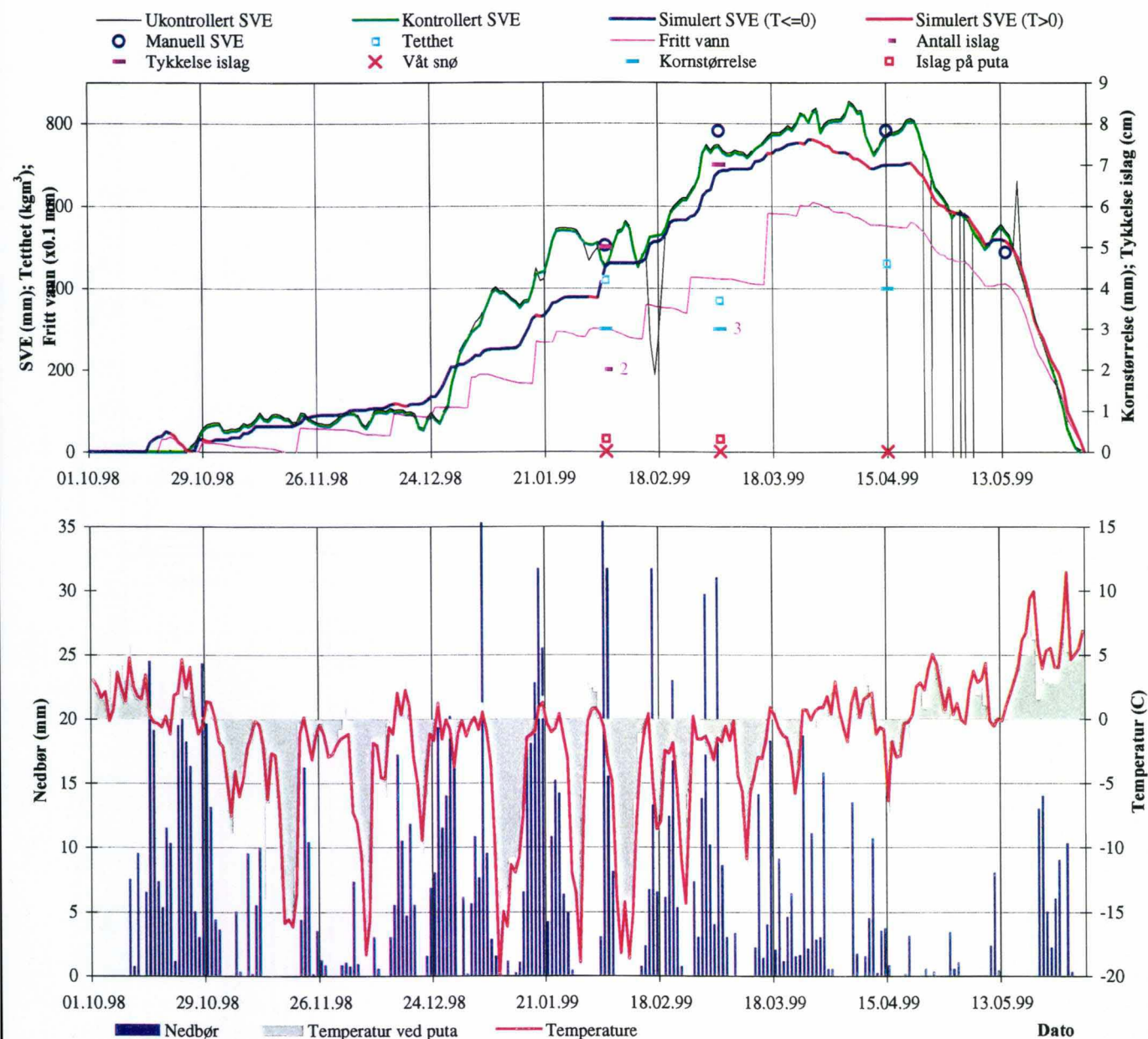
Snøpute	Feil konverteringsfaktor i innkomne data fram til 04.02; Islag på puta 09.03 og 12.04
- dropp	21.12 - mulig forklaring er smelting fra 17-19.12 etterfulgt av en kaldere periode - ført til trykkavlastning Flere dropp utover vinteren - forklaring som ovenfor
- sprang	03.02 og 09.04 - mulig skjedd under takseringen; 16.12 skyldes økt nedbør 15.12; 24.12 skyldes økt nedbør
- metning	Ingen
Taksering	Første taksering bra, andre og tredje dårlig (116, 166 og 48 % av puteregistrering); Mulig forklaring - islag i og ved bunnen av snøpakken, mye vann under siste taksering

Modell	
- akkumulasjon	Bra start; overestimerer fra slutten av desember
- ablasjon	Dårlig på slutten - mulig sen smelting av puta som skyldes islag-/klump på puta
Fritt vann	Lite utslag når T går under -20 grader (f.eks 25.01)
Annet	Mye islag på bakken og i snødekket, under smeltingen mye vann i området - vanskelig å kontrollere dataene Mye tyder på at det tar en tid før puta reagerer på endringer - ved økt nedbør tar det en tid før puta reagerer, Tilsvarende er observert ved andre puter

Området ved puta Myr område; Lyngmark; Flatt terreng

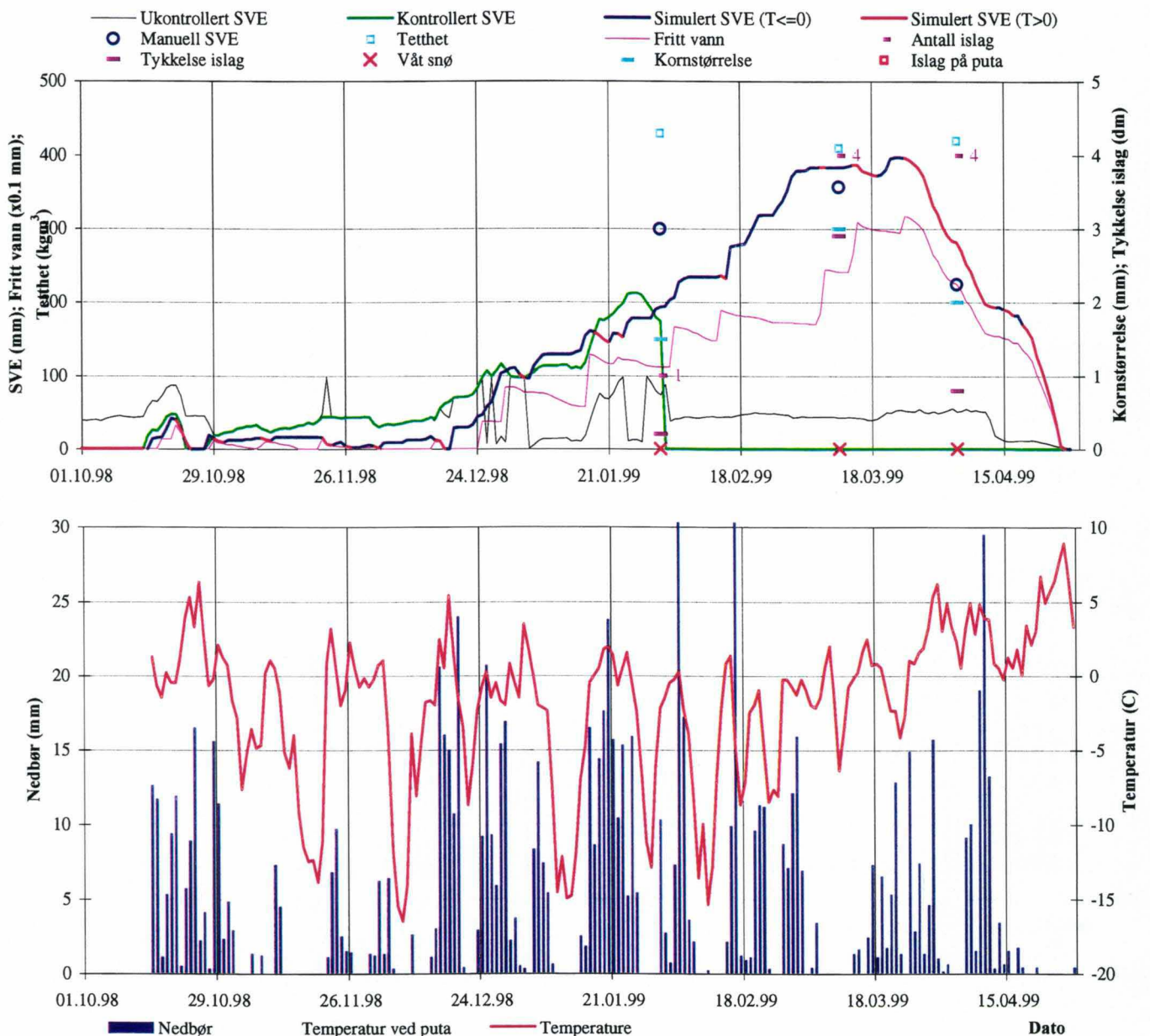
Stasjoner Snøputa ligger 855 moh. Nedbør- og temperaturstasjonen Hovden ligger like ved puta 836 moh.

026.067 Duge (P, T fra Sirdal-Tjørhom)



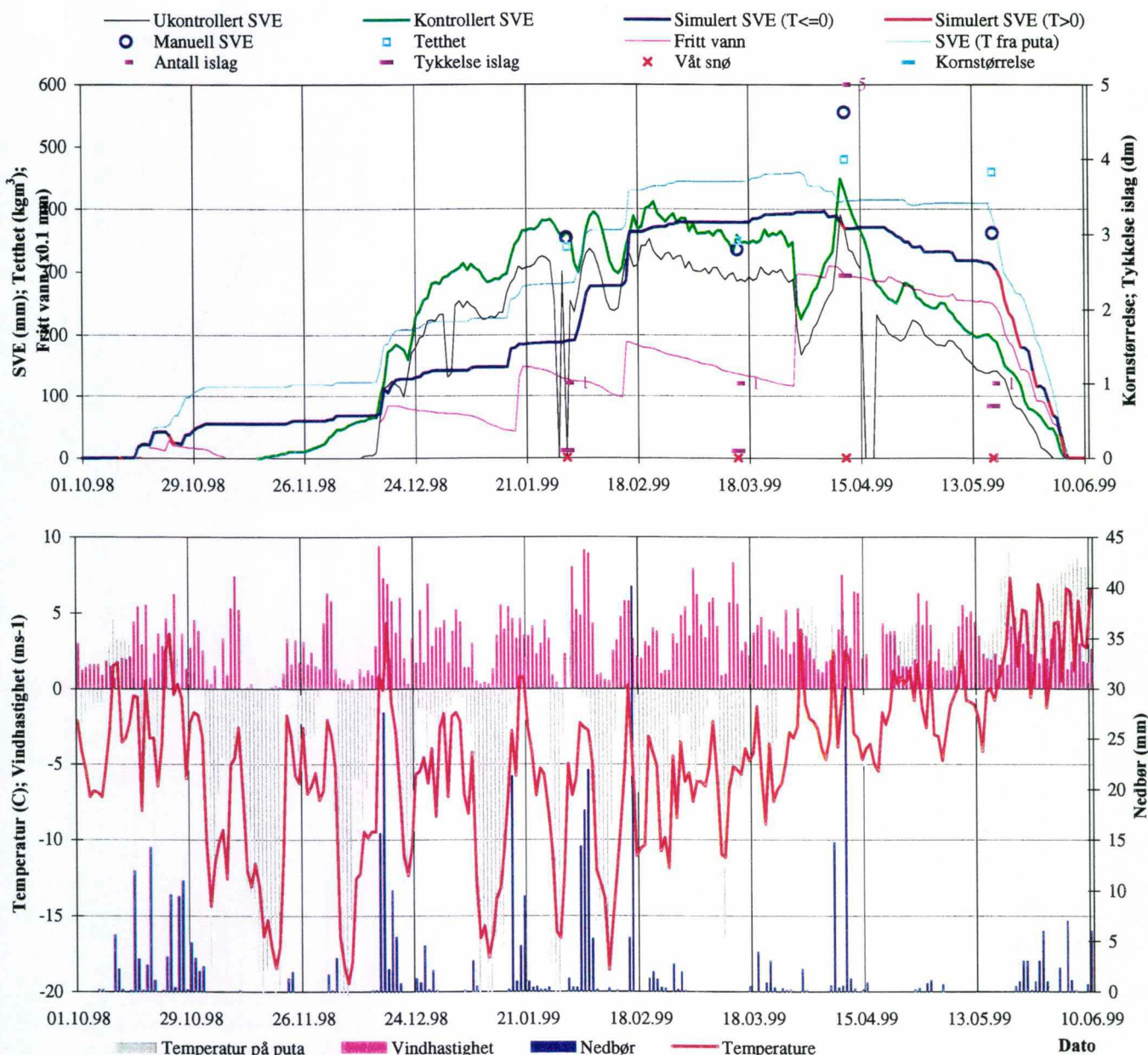
Snøpute	Generelt mye snø (over 800 mm i vannekvivalent); Islag på puta 05.02 og 05.03
- dropp	Flere dropp, generelt som en kaldere periode etter en periode med T rundt 0 og akkumulasjon på puta - dette tyder på trykkavlastning ifm refrysning og is-/skarelagdannelse eller vinderosjon; stort utslag 15-17.02 skyldes is-/skarelag
- sprang	Stor utslag rundt 17.05 - en feil timesverdi
- metning	Ingen
Taksering	Stemmer bra (taksert 112, 105, 102 og 91 % av puteregistrering); Våt snø under takseringen, bortsett fra 14.05; Is-/skarelag under første og andre taksering
Modell	
- akkumulasjon	25.12-09.01, 20-25.01 og 22.02-02.03 NOS underestimerer - feil skilletemp./temp.gradient (mulig feil vektning av P)
- ablasjon	Relativt godt samsvar, NOS underestimerer 21.04-02.05
Fritt vann	Det er samsvar mellom fuktig/våt snø og simulering av fritt vann.
Annet	Nedbør/snøtilfeller i begynnelsen av vinteren/høsten er vanskelig å modellere, dette kan medføre at feil bringes med i modellen og gir feil verdier utover i sesongen - her kan fjernmålt snødekningsgrad være en bedre datakilde; Dataoverføringen fungerte dårlig
Området ved puta	Vegetasjonsfritt; Tørt område; flatt terreng
Stasjoner	Snøputa ligger 760 moh. Nedbør- og temperaturstasjonen på Tjørhom ligger 500 moh, ca 25 km sør for puta.

62.21 Reimegrend (P, T fra Voss)



Snøpute	Hull på puta 02.02; Nullstilt 28.10; Ingen islag på puta
- dropp	Tekniske feil 04.01-01.02
- sprang	Tekniske feil 21-23.11
- metning	Ingen
Taksering	Stort avvik første taksering (172%) - mulig årsak er hull på puta; Fuktighet og is-/skarelag i snøpakken
Modell	
- akkumulasjon	Bra start; Underestimerer fra 29.10-30.12 - økt nedbør gir dårlig ikke utslag i modellen når T er over null grader
- ablasjon	
Fritt vann	Samsvar mellom observert våt/fuktig snø og simulering av fritt vann. Lite utslag når T går fra pluss grader ned til under -10 grader
Annet	
Området ved puta	Stort tre SV; Tørt område, vått område ca 20 m S; Ligger på en bakke kant
Stasjoner	Snøputa ligger 595 moh. Nedbør- og temperaturstasjonen på Voss ligger 125 moh. ca. 15 km vest for pu

73.11 Kyrkjestølane (P, T fra Lærdal og Kyrkjestølane)

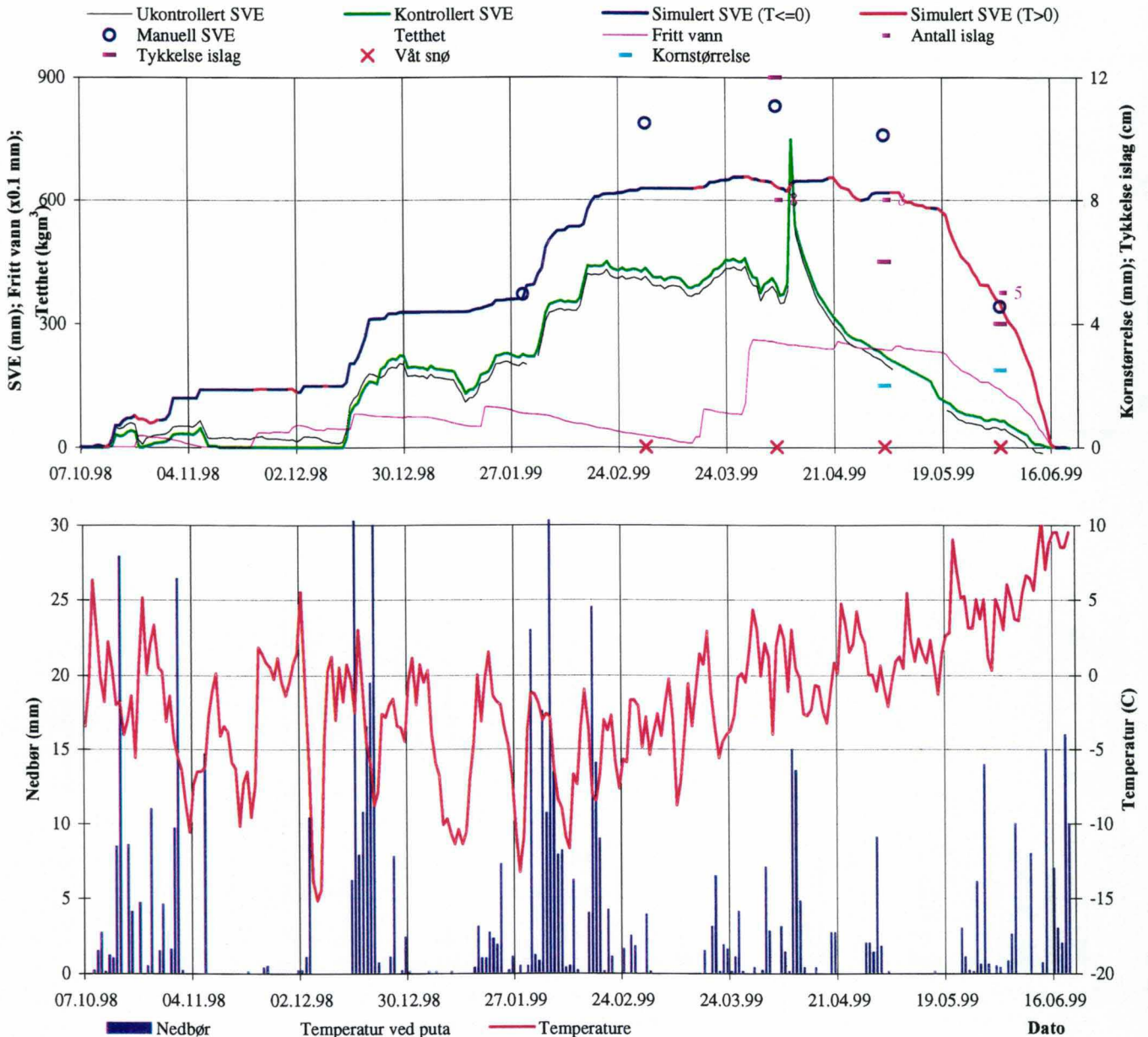


Snøpute	Alle snødyp ved puta er estimert fra omkringliggende målinger; Problematisk å lokalisere puta; Nullstilt 09.12
- dropp	07-12.02 puta synker ved kaldt vær etter mildt vær. 29-31.03 puta synker ved mildt vær. Slutten av januar og 16-19 april. Tekniske feil.
- sprang	21-24.12. Puta stiger uten nedbør ved kaldt vær etter mildt vær. 31.03.-> Puta stiger sterkt uten særlig nedbør.
- metning	Mulig. Puteverdier avtar noe i februar og mars i periode med kuldegrader.
Taksering	Taksert 98, 93, 129 og 188 % i forhold til puteregistreringen; Usikkert hvor takseringen er tatt i forhold til puta; Fuktighet og is-skarelag i snøpakken
Modell	
- akkumulasjon	Vanskelig å se likheter mellom puta og simulering.
- ablasjon	Puta smelter i en lang periode før det simuleres smelting. Mulig at det er strålingssmelting.
Fritt vann	Det simuleres fritt vann ved alle takseringene og det er observert fuktig eller våt snø.
Annet	Simulering stemmer brukbart med vannekvivalent fra tetthetsprøver. Men det er uklart hvor tetthetsprøvene er tatt i forhold til puta. Stor variasjon i snødyp. Spesielt i mai. Snø i terrenget da puta ble satt ut. Snø i området fra midten av november.

Området ved puta Lav vegetasjon - kryp einer; Tørt område; flatt terreng

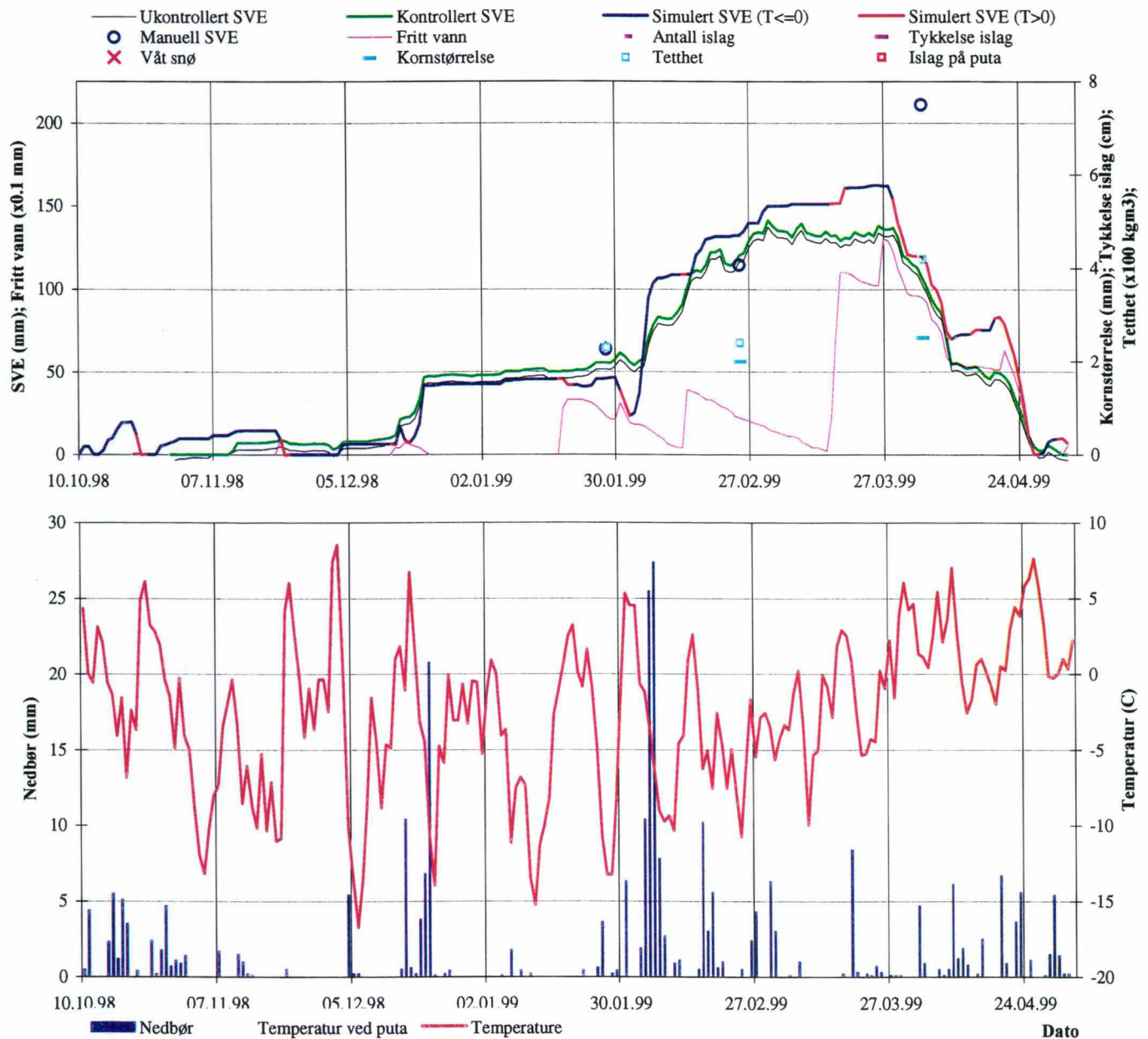
Stasjoner Snøputa ligger 1000 moh. Nedbør- og temperaturstasjonen i Lærdal ligger 24 moh. ca. 35 km vest for puta.

88.21 Grasdalen (P, T fra Tafjord)



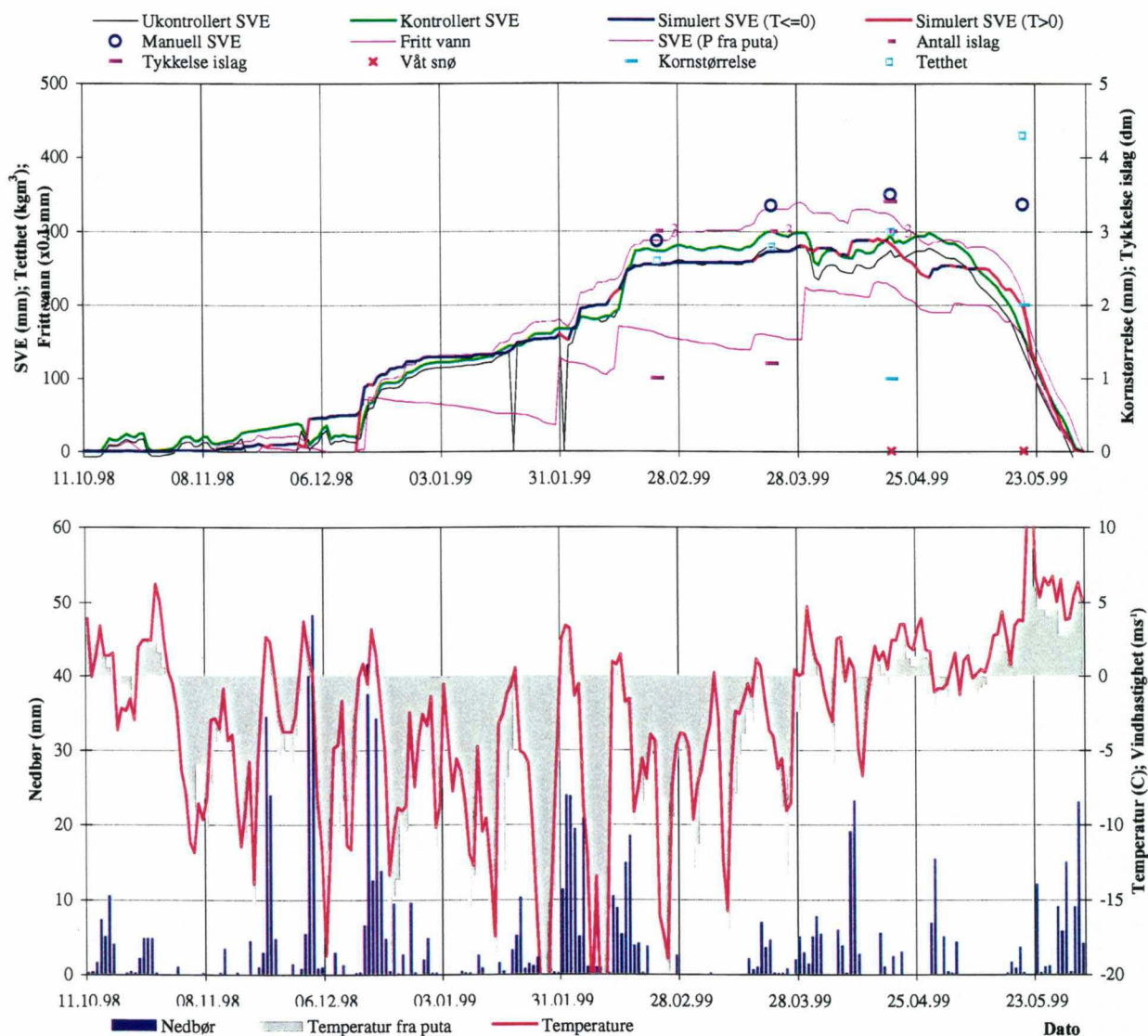
Snøpute	Islag på puta 03.06
- dropp	01-02.02 og 07-19.05 målebrudd; 11.04 etter taksering - ingen forklaring
- sprang	08.04 - etter andre taksering - ingen forklaring
- metning	17.02 - ingen stigning på puta
Taksering	Stort avvik (taksert 165, 182, 210, 342 og 542 % av puteregistreringen); Hardpakket snø og islag i snøpakken fra tredje taksering; Våt snø fra andre taksering
Modell	
- akkumulasjon	Stemmer dårlig; overestimerer fra begynnelsen (puta var fri for snø 03.12) og videre gjennom hele vinteren - mulig pga stor høydeforskjell fra T i Tafjord til estimering av T ved Grasdalen.
- ablasjon	Dårlig - mulig sen smelting av puta som skyldes islag/-klump på puta
Fritt vann	30 januar er det observert tørr snø mens simuleringen viser fritt vann. Ellers samsvar mellom simulering av fritt vann og observasjoner av våt/fuktig snø.
Annet	Det er stort avvik mellom taksering og snøputeverdi - forklaring er mulig teknisk eller for liten diameter på puta Stor høydeforskjell
Området ved puta	Vegetasjons fritt; Tørr område; Ujevnt terreng
Stasjoner	Snøputa ligger 935 moh. Nedbør- og temperaturstasjonen i Tafjord ligger 15 moh. ca. 30 km nord for puta.

121.2 Maurhaugen (P, T fra Maurhaugen)



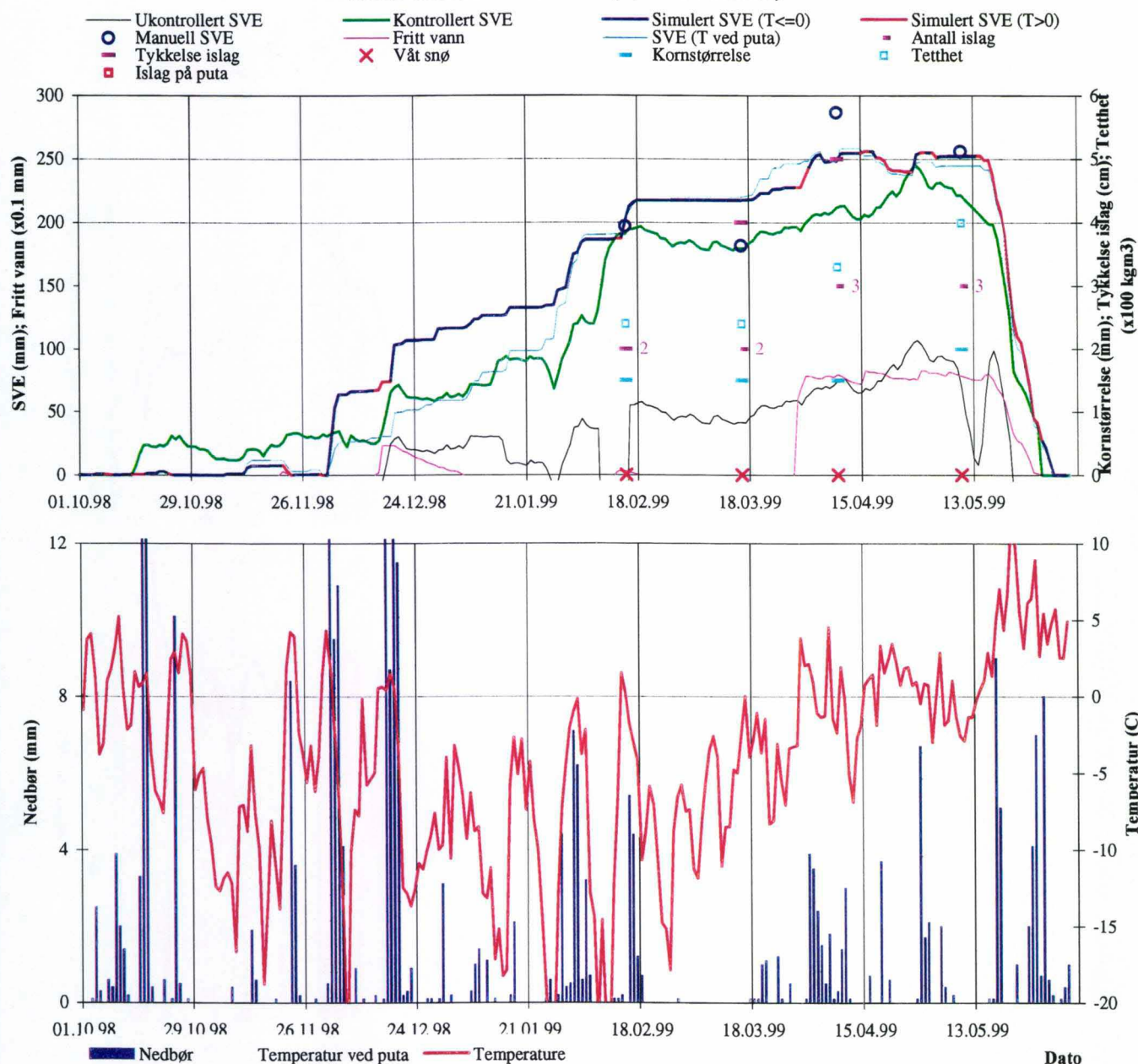
Snøpute	Puta satt i drift 28.10.99; Maks snø 140 mm i vannverdi Korrigert for drift
- dropp	Ingen, selv med lange kulde perioder
- sprang	Ingen
- metning	Ingen
Taksering	Stemmer bra 28.01 og 25.02, bortsett fra 04.04 (taksert 114, 95 og 197 % av puteregistrering) Ingen islag på puta; Ingen skarelag i snødekket
Modell	
- akkumulasjon	Fram til 10.11 ikke registrert på puta Overestimert akkumulasjon fra 07.02-29.03 - mulig overkorreksjonen pga økt nedbør 07.02 Overestimert fra 10-20.04 - mulig for høy vekting av T
- ablasjon	Stemmer bra med startdato for smelting og i slutten av smelteperioden (fra 23.04)
Fritt vann	Modellen gir fuktig snødekke 28.01, 25.02 og 04.04 - visuelle observasjoner viser tørt snølag. Det settes spørsmålstegn ved observasjonen av tørt snødekke 4 april. Lite utslag 24.01 når temperaturen går ned til under -10 grader - tynt snødekke
Området ved puta	Bjørke- og furukratt; Tørt område; Ujevnt terreng
Stasjoner	Snøputa ligger 660 moh. Nedbør- og temperaturstasjonen Maurhaugen ligger like ved på 668 moh.

139.004 Namsvatn tunell Vekteren (P, T Fiplingvatn)



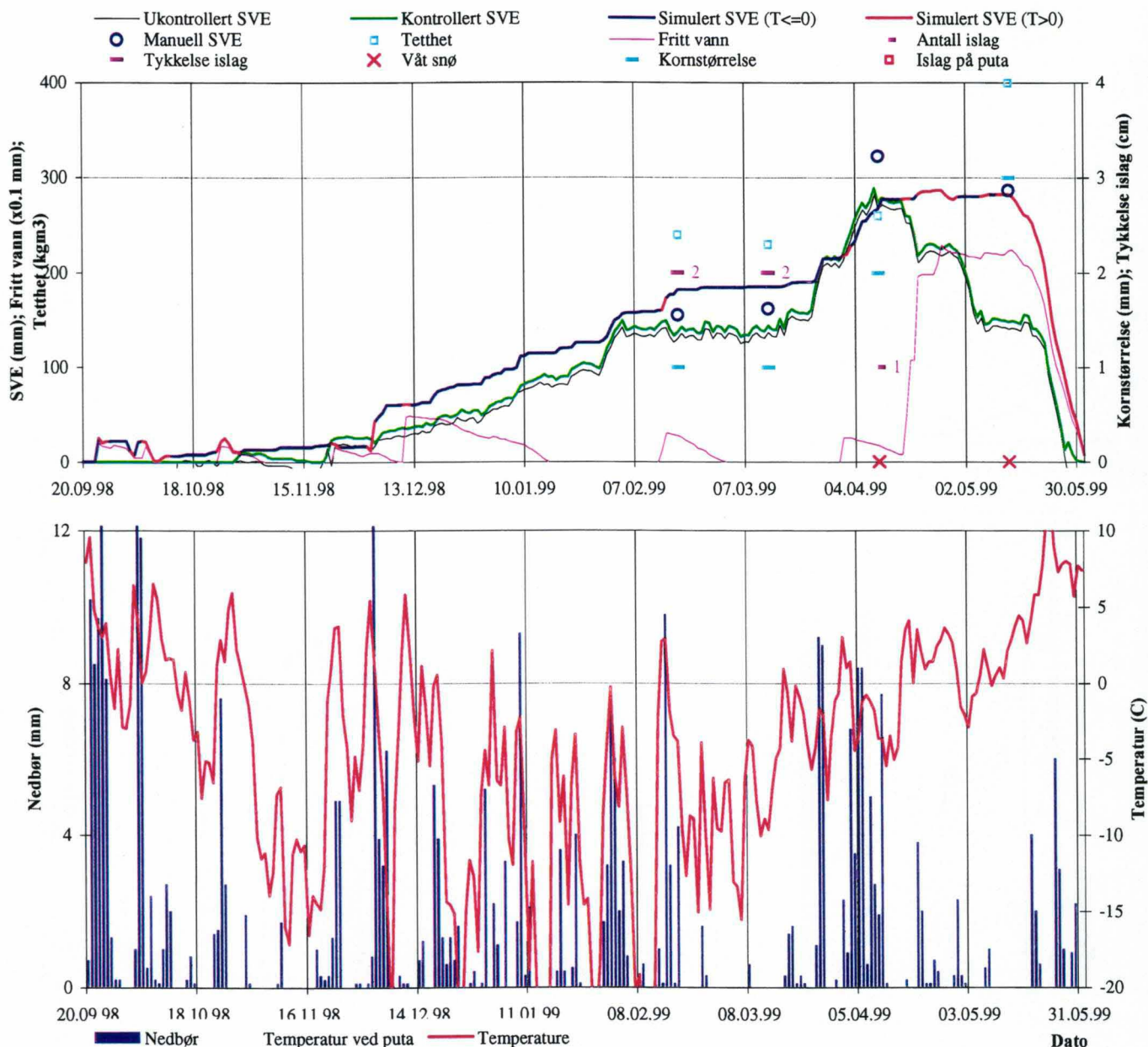
Snøpute	Middels med snø (rundt 350 mm i vannverdi; Ingen islag på puta)
- dropp	Tekniske feil 18-21.01 og 01-03.02; dropp 31.03-02.04 kan være grunnet smelting og/eller trykkavlastning
- sprang	Ingen
- metning	Mulig, men lite sannsynlig
Taksering	Stemmer bra (taksert 105, 112, 118 og 154 % av puteregistrering) - stort avvik på siste taksering - dette er et generelt trekk for flere puter; mulig drenering av vann fra puta til sted hvor tetthet måles; Fuktig snøpakke i april og mai; Tykke islag utviklet (opptil 43 cm tykkelse)
Modell	
- akkumulasjon	Generelt bedre modellert med P og T målt ved puta; 02.11 og 02.02 gir NOS akk. mens puta ikke registrerer endring - feil skilletemp./temp.gradient
- ablasjon	Ikke fullt så bra samsvar - mulige grunner er a) stråling dårlig representert i NOS og b) modellen hoder ikke fritt vann lenge nok men lar det renne av for fort - modellen gir reduksjon 19-28.4 (puta stabil) og stabilt 30.04-13.05 (puta gir reduksjon) - den siste perioden også mulg. smelting ved kondensasjon; NOS overestimerer fra 16.05
Fritt vann	Det er observert tørr snøpakke 23 februar og 22 mars. Dette er dager hvor det simuleres fritt vann. Ellers er det samsvar mellom simulering av fritt vann og observasjoner av fuktig snø.
Området ved puta	Tynn bjørkeskog; Skrånet terreng; Tørt område
Stasjoner	Snøputa ligger 460 moh. Nedbør- og temperaturstasjonen Fiplingvatn ligger 370 moh. ca. 40 km nord for puta.

164.12 Storstilla ndf. Balvatn (T, P fra Saltdalen)



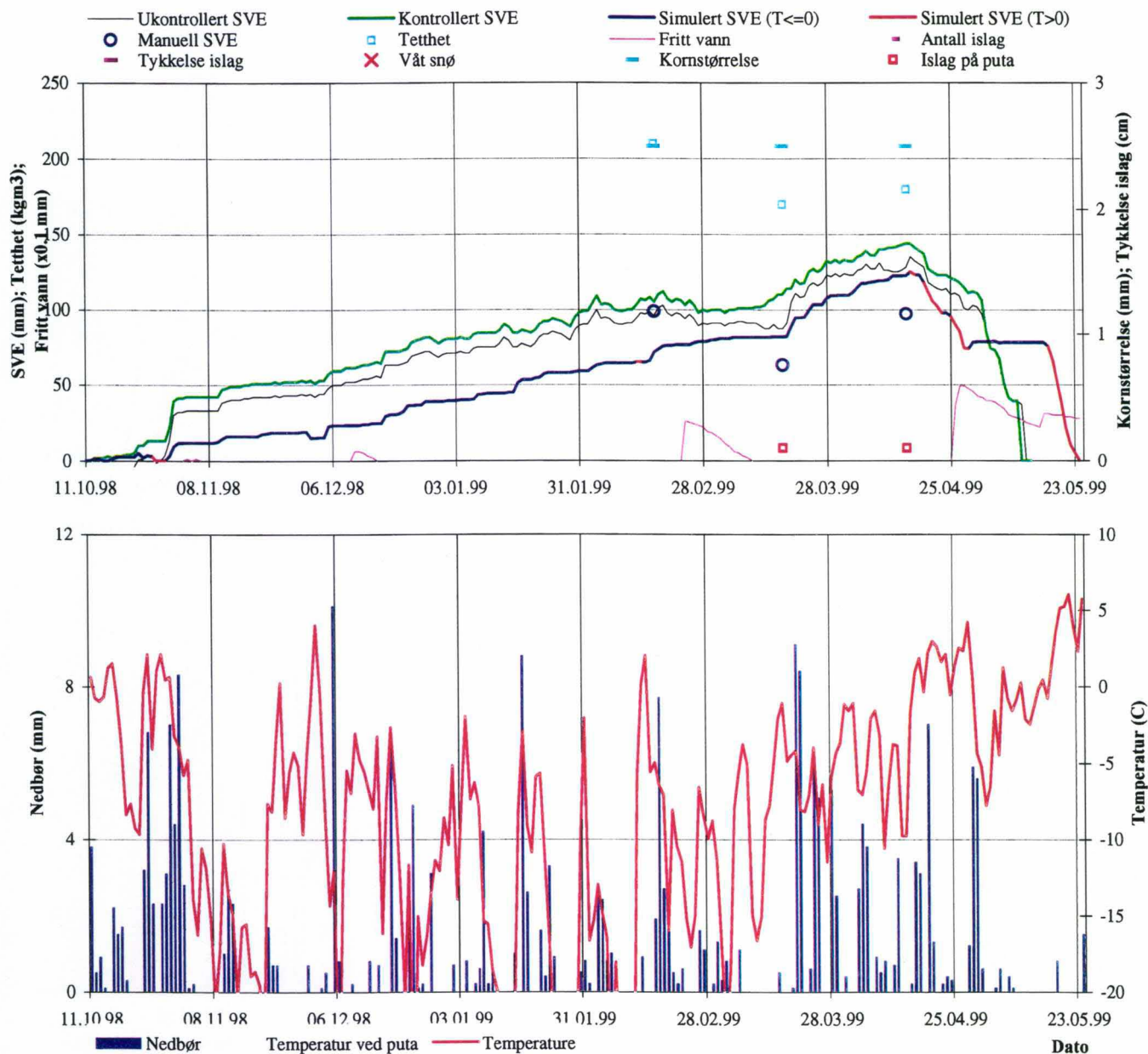
Snøpute	Ingen islag på puta; Middels snø (ca 250 mm i vannekivalent); Korrigert for drift
- dropp	16.1. Observert sterk vind i Saltdalen (DNMI). 25.-28.01. + 05-09.02. Sterk kulde. 10-14.02. Teknisk feil.
- sprang	I slutten av april ved plussgrader og lite nedbør på Storstilla(DNMI).
- metning	Nei.
Taksering	Taksert 103, 101, 135 og 115 % av puteregistreringen; Første og andre taksering stemmer bra, stort avvik tredje taksering; Fuktighet og is-/skarelag i snøpakken ved takseringene
Modell	
- akkumulasjon	Simulerer ikke første snøfall. Tykke islag gir sannsynligvis avlastning på puta i mars.
- ablasjon	Stemmer brukbart.
Fritt vann	16.03 er det ikke simulert fritt vann selv om det er observert fuktig snø. Ellers er det samsvar mellom observasjoner av fuktig/våt snø og simulering av fritt vann.
Annet	Stor variasjon på puteverdier 10.-16.05 - lar seg vanskelig forklare - mulig på grunn av temperatursvingninger; Stadig avbrudd i telefonkommunikasjonen
Området ved puta	Tynn bjørkeskog; Skrånet terreng; Tørt område
Stasjoner	Snøputa ligger 565 moh. Nedbør- og temperaturstasjonen Saltdal ligger 81 moh. ca 30 km vest for puta.

196.6 Tamokdalen (P, T fra Bardufoss)



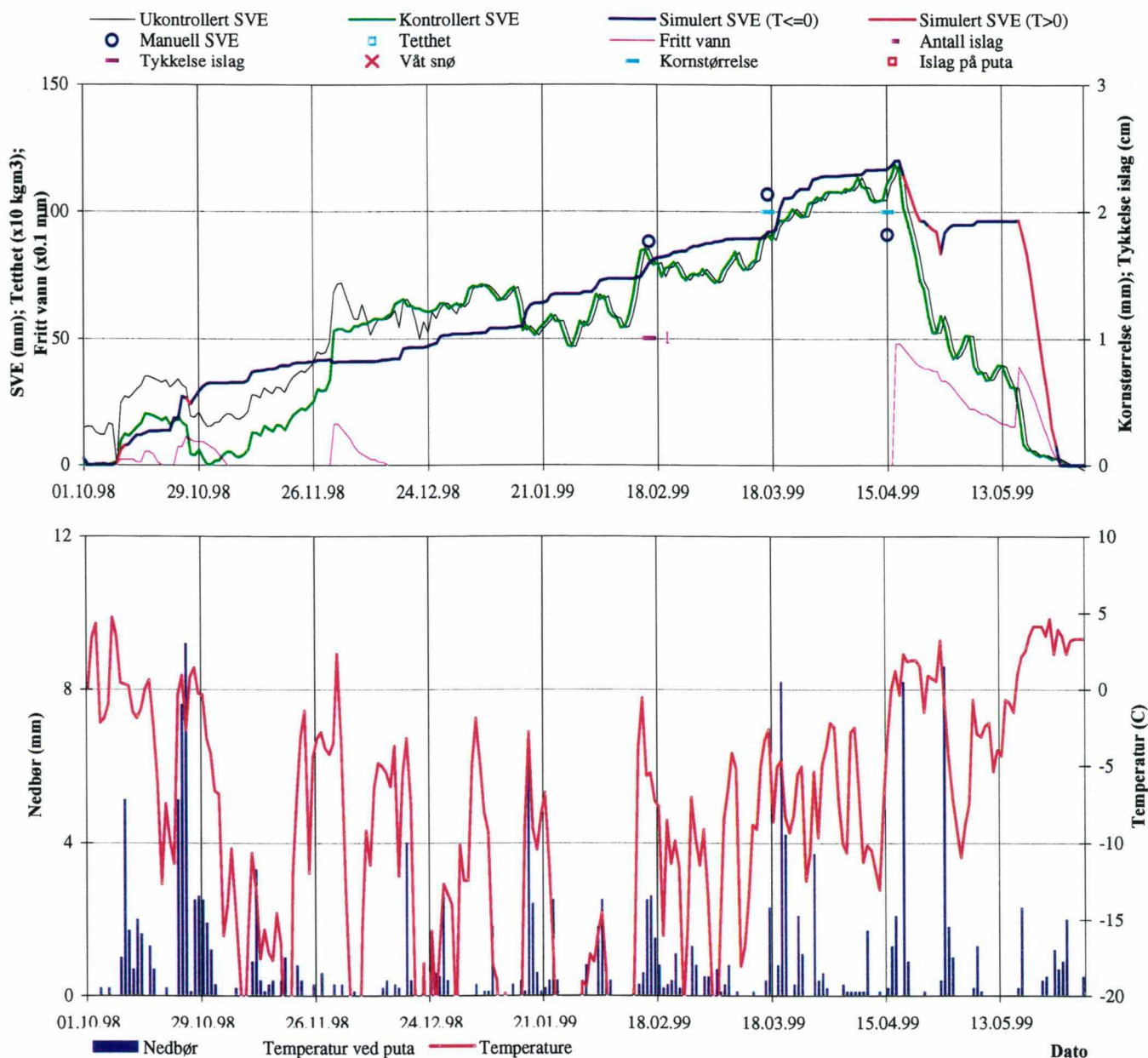
Snøpute	Ingen islag på puta; Middels snø (ca 300 mm i vannekvivalent); Korrigert for drift
- dropp	Nei.
- sprang	Nei.
- metning	Nei.
Taksering	Stemmer bra med puteverdier, bortsett fra siste taksering; Taksert 113, 112, 118 og 194 % av puteregistreringen; Fuktig snøpakke fra 10.04; Is-/skarelag i snøpakken, bortsett fra siste taksering
Modell	
- akkumulasjon	Problemer med starten, deretter brukbart samsvar mellom økning i simulering og på puta.
- ablasjon	Putta synker ved minusgrader i begynnelsen av mai. Sannsynligvis trykkavlastning ved skaredannelse.
Fritt vann	18.februar simuleres det fritt vann selv om snøpakka er tørr. Ellers er det samsvar mellom observert våt /fuktig snø eller tørr snø og simulering av fritt vann.
Annet	0-verdi endret seg fra 0 i starten til -50 på slutten.
Området ved puta	Små kratt; Tørt område; Ujevnt terreng
Stasjoner	Snøputa ligger 230 moh. Nedbør- og temperaturstasjonen Bardufoss ligger 76 moh. ca. 45 km vest for puta.

212.10 Masi (P, T fra Suolovuopmi)



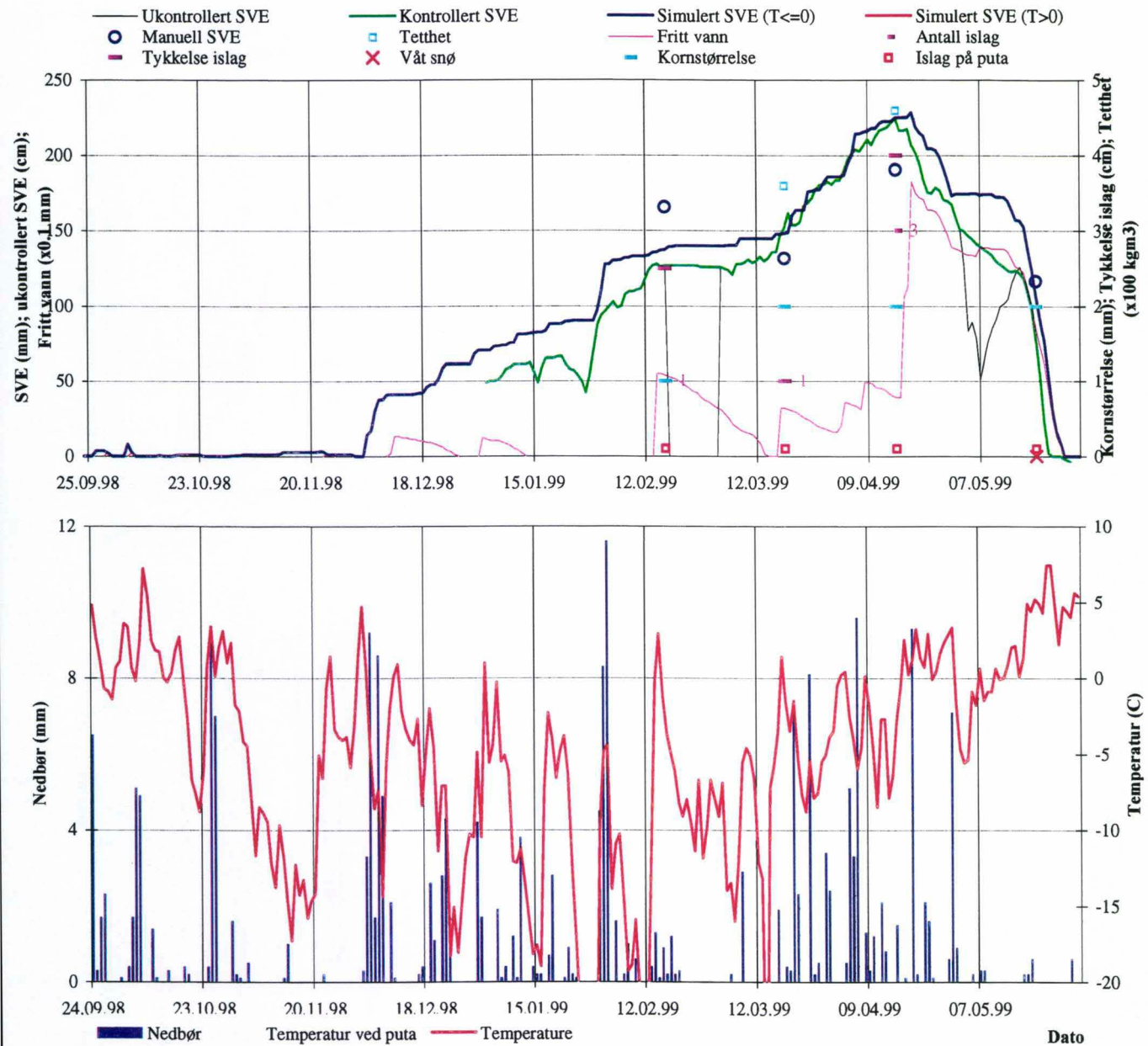
Snøpute	Islag på puta 18.03 og 15.04; Lite snø (ca 150 mm i vannekivalent)
- dropp	Små variasjoner.
- sprang	Stor økning i starten. Ikke usannsynlig.
- metning	Nei.
Taksering	94, 57 og 67 % Tvilsom taksering 2 da det var kaldt mellom taksering 1 og 2.
Modell	
- akkumulasjon	Første snøfall underestimeres, ellers bra.
- ablasjon	Puta smelter veldig raskt i forhold til simulering. Mulig strålingssmelting.
Fritt vann	Ved samtlige observasjoner var snøpakken tørr og det er heller ikke simulert fritt vann disse dagene.
Annet	Ikke kontrollerte temp.data på slutten.
Området ved puta	Dyrket mark; Tørr område; Flatt terreng
Stasjoner	Snøputa ligger 272 moh. Nedbør- og temperaturstasjonen Suolovuopmi ligger 374 moh. ca. 20 km sør for puta.

212.23 Siccajavre (P, T fra Siccajavre)



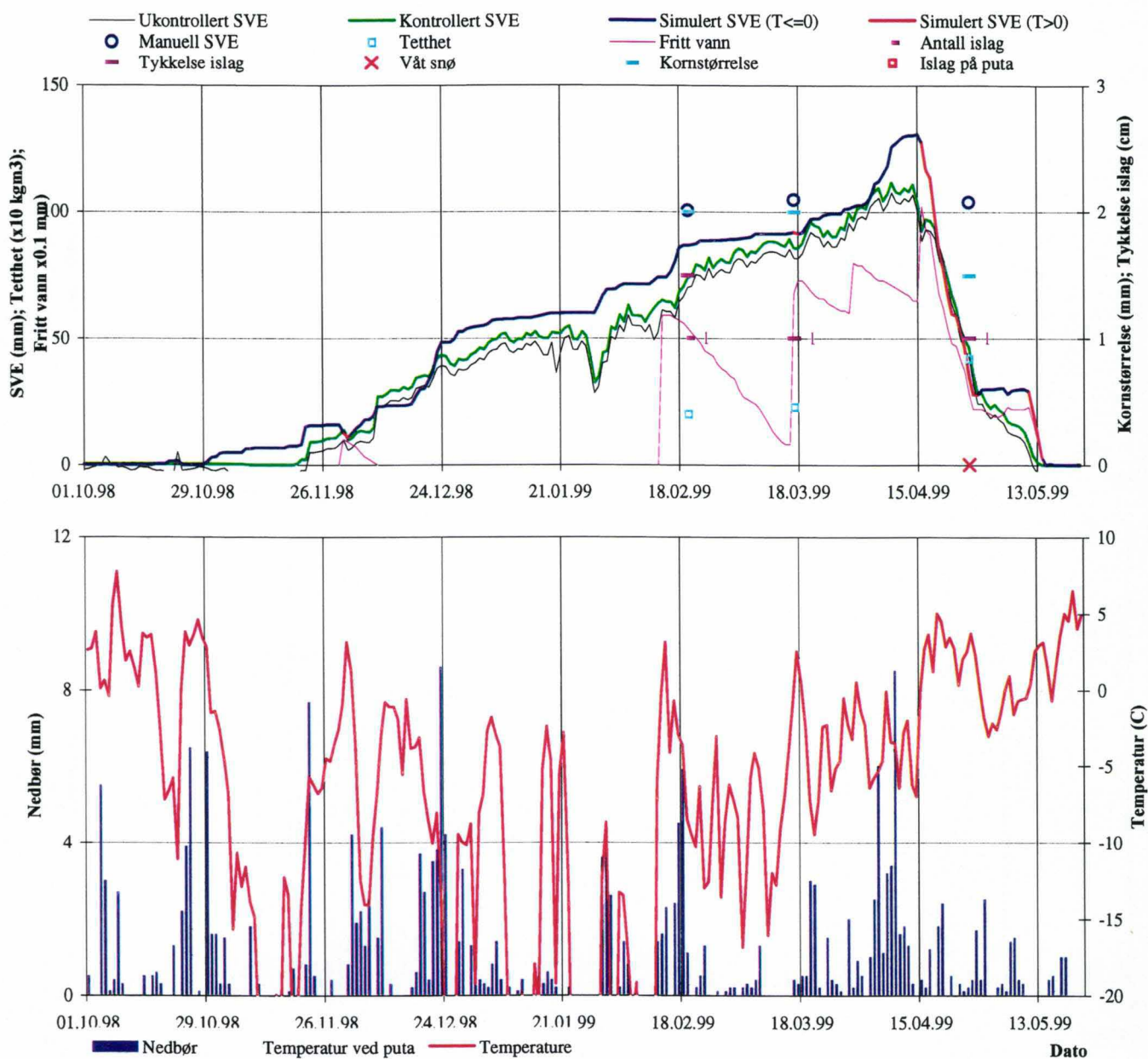
Snøpute	Puta ble nullstilt 09.12, korrigert for 0-verdi før denne dato; Lite snø (ca 120 mm i vannekivalent)
- dropp	Mange små. Synker ved kuldegrader 14-16.01. Sannsynligvis vinddrift.
- sprang	Mange små. Sterk stigning 01.12. Og 14.02. Sannsynligvis vinddrift. Observert sterk vind (DNMI).
- metning	Nei.
Taksering	Stemmer bra; Taksert 109, 118 og 82 % av puteregistreringen
Modell	
- akkumulasjon	Puta stiger mye i forhold til simulering i november. Ellers bra når man ser bort fra mindre dropp/sprang.
- ablasjon	Stort avvik i mai. Smelteforløpet i simulering stemmer bedre med observert snødyp av DNMI.
Fritt vann	Ved samtlige observasjoner var snøpakken tørr og det er heller ikke simulert fritt vann disse dagene.
Annet	
Området ved puta	Gress mark; Tørr område; Flatt terreng
Stasjoner	Snøputa ligger 385 moh. Nedbør- og temperaturstasjonen Siccajavre ligger like ved på 382 moh.

213.7 Øvre Leirbotn (P,T fra Alta)



Snøpute	Snøfritt 27. Mai; Islag på puta under taksering; Middels snø (ca 220 mm)
- dropp	Teknisk problem 18.02.-01.03. Stort dropp ved 07.05.
- sprang	Nei.
- metning	Nei.
Taksering	Taksert 131, 87, 85 og 150 % av puteregistreringen; Is-/skarelag bortsett fra siste taksering; Våt snø 21.05
Modell	
- akkumulasjon	Brukbar.
- ablasjon	Bra i perioder. Vanskelig å si noe om starten av mai da det var et stort dropp på puta.
Fritt vann	17.02, 19.03 og 16.04 er det observert tørr snøpakke mens det simuleres noe fritt vann. Mulig at beregnet temperatur har vært noe for høy i forkant av disse dagene. 20.05 er det observert fuktig snø og det er simulert fritt vann.
Annet	Har data fra snøputa kun fra 03.01 - skyldes stadig avbrudd i telefonkommunikasjonene og problemer med loggeren
Området ved puta	Glissen bjørkeskog, lyng- og einer kratt; Tørt område; Flatt terreng
Stasjoner	Snøputa ligger 190 moh. Nedbør- og temperaturstasjonen i Alta ligger 3 moh. ca. 20 km sør for puta.

234.9 Skippagurra (P, T fra Rustefjellbma)



Snøpute Ingen islag; Lite snø (litt over 100 mm)
- dropp Mange små; Ett stort i begynnelsen av februar rett etter sterk kulde
- sprang Mange små.
- metning Sannsynligvis ikke.
Taksering Taksert 135, 122 og 221% av puteregistreringen; Andre taksering stemmer bra; Stort avik siste taksering; Fuktighet i snøpakken 27.04.

Modell
- akkumulasjon Ser bra ut bortsett fra avvik ved simulert maksimum i april.
- ablasjon Bra utenom i begynnelsen av mai.
Fritt vann Det er observert tørr snøpakke 20.02 og 17.03 mens det simuleres noe fritt vann disse dagene.
 Det er mulig at beregnet temperatur er noe for høy i forkant.

Annet

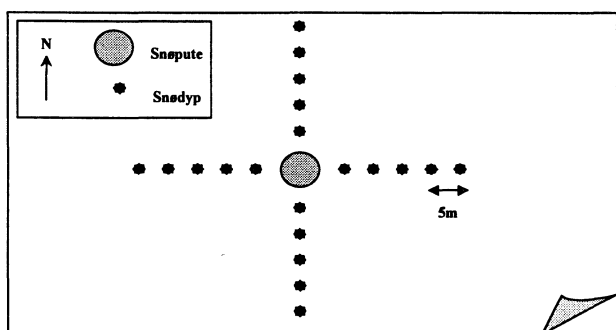
Området ved puta Div. trær i området; Nær husvegg; Tørt område; flatt terreng

Stasjoner Snøputa ligger 35 moh. Nedbør- og temperaturstasjonen Rustefjellbma ligger 9 moh. ca. 30 km nord for puta.

Vedlegg D Kontrollopplegg

Standard måleopplegg for observatørbasert kontroll av NVEs snøputer for vinteren 1998/99

NVE trenger å kontrollere kvaliteten på de data som samles inn fra snøputene. I tillegg er det meget nyttig for oss å vite mer om hvordan snøputene gjengir endringer i faktiske snømengden i området. Videre utvikler NVE en snømodell for å daglig kunne modellere snøtilstanden over hele Norge. Data samlet inn i forbindelse med kontrollen av snøputene vinteren 1998/99 vil være meget nyttige for uttesting av denne snømodellen. For å oppnå dette har vi utarbeidet et standard observasjonsopplegg som kan gjennomføres av observatørene for snøputene. Dette er en standard, og vi vil gjerne diskutere om det er behov for å justere måleopplegget utfra spesielle forhold ved enkelte snøputer.



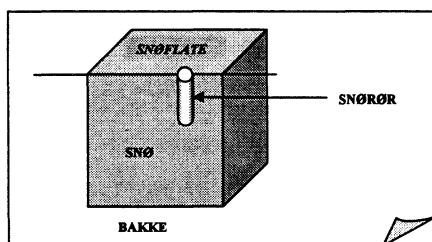
Det tas sikte på gjennomføring av **målinger en gang hver måned** fra den første snøen kommer til den har smeltet bort fra puta. Målingen bør gjennomføres mellom den 1. og 7. hver måned. Hver måling innebærer følgende:

Snødyp

Snødyp måles med sondestang og oppgis i cm. To kryssende strekk skal måles (et N-S og et V-Ø). 10 snødyp skal måles med 5 m avstand mellom i hvert strekk (avstand mellom stikkene måles opp med tau og alle fire endepunktene bør om mulig merkes opp). Oppgi to rekker med dyp (fra nord mot sør og fra vest mot øst). Mål også snødyp rett ved siden av puta.

Snøvekt

Snøens vekt måles i et vertikalt profil et sted nær snøputa. Vekten måles ved at et snørør fylles med snø og man veier snørøret med snøen inni.



Røret fylles først fra toppen av snøoverflata og veies med snø inni røret. Deretter tas nye prøver nedover til bakken nås. Vektene skal brukes for å beregne snøens tetthet fra snøoverflata til bakken. Se til at det ikke gjentas målinger der det har vært gravd/målt tidligere. Oppgi rekke med vekter (gram) fra snøoverflate til marka. Dersom røret ved bakken blir bare delvis fylt må dette oppgis (f eks oppgi at det var 12 cm snø ved nederste veiing). Oppgi også vekt av tomt snørør i

pose. Husk å kontrollere at vekten viser 0 gr før måling starter. Når det graves et hull bør dette fylles igjen etter at målingen er utført. Oppgi også lengde og indre diameter på snørøret.

Fuktighet

Beskriv om hele eller deler av snøpakka er tørr eller fuktig. Fuktighet (også kalt fritt vann) i snøen beskrives på følgende måte:

- Tørr Snøen henger ikke sammen – det er vanskelig å lage snøball
- Fuktig Snøen henger såvidt sammen – snøball kan lages
- Våt Snøen henger godt sammen – vann renner lett ut ved sammenpressing
- Sørpe Snøen er helt vannmetta

Oppgi fuktigheten for hver 50 cm nedover fra overflata.

Snødekningsgrad

Angi snødekningsgrad på puta og hvis mulig, i området inntil 100m rundt puta. 0% betyr barmark, mens 100% betyr fullt snødekke.

Lagdeling/islag

Beskriv islag (antall lag og lagenes tykkelse og avstand fra snøoverflata) og skarelag i snøpakka. Er det et islag på snøputa?

Kornstørrelse

Hvis mulig, anslå midlere diameter på snøkornene [mm]. Dersom det er veldig ujevn størrelse avhengig av om man ser på toppen eller bunn av snøpakka, beskriv nærmere forskjellene i kornstørrelse.

Markfrost

Er marka under snøen tæla (frossen)? Er det et islag på markoverflata (anslå tykkelse på laget)?

Rapportering

Resultatene rapporteres til Bre- og Snøseksjonen (HB) ved NVE umiddelbart etter målingen fant sted. Foretrukket rapporteringsmåte er med epost. Alternativt kan faks eller post brukes:

Norges vassdrags- og energidirektorat

Navn: Hilleborg K. Sorteberg eller Rune Verpe Engeset

Adresse: Postboks 5091 Majorstua, 0301 Oslo

Epost: snodata@nve.no

Telefon: 22959595

Telefax: 22959081

Dersom det er aktuelt å rapportere med epost, kontakt HB for å få tilsendt regneark for data.

Rapporteringsskjema

Skjema for innfylling av observasjonene ligger vedlagt.

Måleutstyr

- liten vekt, 25cm snørør og plastposer
- rapporteringsskjema
- tau med oppmerket 5m intervall (totalt 25m)
- sonderingsstang
- tommestokk
- spade
- murskje/plate
- gummiklubbe



RAPPORTSKJEMA FOR KONTROLL AV SNØPUTER

Sendes: Norges Vassdrags- og Energidirektorat
PB 5091 MAJ, 0301 Oslo

epost: snodata@nve.no

fax: 22959081 (merkes HB: snodata)

Observatør

Navn	Telefon

Målested

Snøputas stasjonsnavn i HYDRA2	Stasjonsnavn

Måletid

Dato [dd/mm/åååå]	Klokkeslett [tt]

Snødyp N-S

Oppgi 10 målinger av snødyp [cm] i retning Nord mot Syd tatt med 5m avstand.

Stikk 1	Stikk 2	Stikk 3	Stikk 4	Stikk 5	Stikk 6	Stikk 7	Stikk 8	Stikk 9	Stikk10

Snødyp V-Ø

Oppgi 10 målinger av snødyp [cm] i retning Vest mot Øst tatt med 5m avstand.

Stikk 1	Stikk 2	Stikk 3	Stikk 4	Stikk 5	Stikk 6	Stikk 7	Stikk 8	Stikk 9	Stikk10

Tilstand på snøputa

Oppgi snødypret ved puta [cm]	Er det islag på overflata av snøputa?	Dersom ja; anslå tykkelsen på islaget [cm]
	☐ Ja ☐ Nei	

Snøtetthet

Vekt av tomt snørør veid i pose [gr]	Sondert snødyp der snøvektprofil tas [cm]

Oppgi snøens vekt [gr] ved veiing av snøen i et vertikalt snitt i snøen. Oppgi også hvor mye snø (lengde på snøsøylen) var i røret ved nederste måling (f eks 12 cm). Oppgi også lengde og diameter på snørøret. Noter på eget ark dersom dypet overskrider 400 cm.

Snødyp	Vekt	Snødyp	Vekt	Oppgi lengde på snøsøylen ved siste veiing [cm]
0-25cm		250-275cm		
25-50cm		275-300cm		
50-75cm		300-325cm		Oppgi lengde på snørøret [cm]
75-100cm		325-350cm		
100-125cm		350-375cm		
125-150cm		375-400cm		Oppgi indre diameter på snørøret [cm]
150-175cm		400-425cm		
175-200cm		425-450cm		
200-225cm		450-475cm		
225-250cm		475-500cm		

Fritt vann

Er hele snøpakka tørr? ☐ Ja ☐ Nei

Beskriv variasjonen i fritt vann nedover i snøpakka

Snødyp	Fuktighet [Tørr / Fuktig / Vått / Veldig vått / Sørpe]

Snødekningsgrad

Anslå snødekningsgrad i området rundt snøputa (bør være representativt for stasjonshøyden) inndelt i 8 klasser etter % [0,0-15,15-30,30-45,45-60,60-75,75-90,90-100,100]

Dekningsgrad på puta [%]

☐0☐0-15☐15-30
☐30-45☐45-60☐60-75
☐75-90☐90-100☐100

Dekningsgrad rundt puta [%]

☐0☐0-15☐15-30
☐30-45☐45-60☐60-75
☐75-90☐90-100☐100

Lagdeling/islag

Beskriv islag i snøpakka (antall lag og tykkelse og avstand fra snøoverflata)

Avstand fra snøoverflata [cm]	Tykkelse på islag [cm]	Kommentar

--	--	--

Kornstørrelse

Anslå midlere diameter på snøkornene [mm]

Markfrost

Er marka under snøen tæla (frossen)? ☐ Ja
☐ Nei

Merknader

Denne rubrikken kan også brukes til å tegne kartskisse som viser området med trær, bygninger, avvik fra måleopplegg osv.:
--

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

Utgitt i Dokumentserien i 2000

Nr. 1 Rune V. Engeset (red.): NOSIT - utvikling av NVEs operasjonelle snøinformasjonstjeneste (77 s)



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 Oslo

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no