

RAPPORT

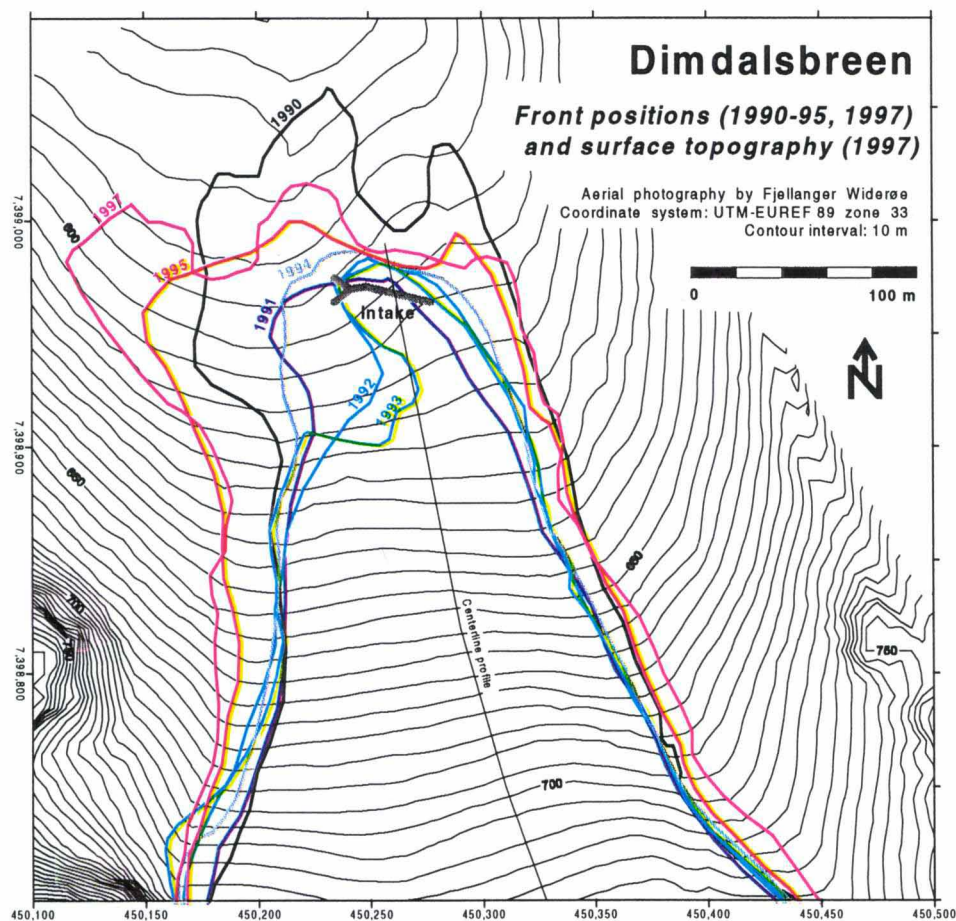
20 1997



NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

Jack Kohler

FORANDRINGER PÅ EN BRETUNGE I DIMDALEN, SVARTISEN observasjoner og modellering





NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

TITTEL Forandringer på en bretunge i Dimdalen, Svartisen (159.80): observasjoner og modellering.	RAPPORT nr 20 1997
SAKSBEHANDLER Jack Kohler, HB	DATO 30.11.97
	RAPPORTEN ER Åpen
OPPDRAAGSGIVER Statkraft SF	OPPLAG 25

SAMMENDRAG

Breen i Dimdalen (159.80) er en liten vestlig utløper fra vestre Svartisen. Ett av bekkeinntakene (Bekk 11) til Statkrafts Svartisen kraftverk ligger i dag like foran brefronten. Brefronten har de siste årene kommet nærmere bekkeinntaket, og fortsatt brevekst vil kunne føre til at inntaket dekkes av breen. Denne rapporten handler om hvordan Dimdalsbreen vil utvikle seg i nær framtid.

For å dokumentere de geometriske forandringene som har skjedd i de siste årene har vi brukt kart og terrengmodeller konstruert fra eksisterende flyfotografier. Terrengmodellene ble trukket fra hverandre for å lage kart over høydedifferanser. Disse kartene viser tydelige positive og negative høydedifferanser som beveger seg nedover breen fra år til år. Et stort negativt område nå ser ut til å være på vei nedover breen. Dette tyder på en kortvarig retrett innen kort tid.

Frontposisjon er også estimert ut fra terrengmodellene og fra de tidligere kartene. Daglige meteorologiske data fra Bodø og Glomfjord er brukt i en graddagsmodell til å estimere likevektslinje-høyden (ELA) i området tilbake i tid. Frontposisjon og ELA data er brukt i en enkel lineær konvolusjonsligning-modell for å spå mulige framtidige brefrontsforandringer. Modelleringen indikerer at brefronten vil fortsette å rykke frem i de neste tiårene hvis ELA vil være mer eller mindre konstant eller om den synker, mens brefronten vil være stasjonær hvis ELA heves til det samme gjennomsnittlige nivået som på 80-tallet.

EMNEORD/SUBJECT TERMS

Vannkraftutbygging, bekkeinntak, massebalanse, brefrontposisjon, likevektslinjehøyde, breoverflatehøyde, modellering

ANSVARLIG UNDERSKRIFT

Arne Tollan
avdelingsdirektør

Forord

Dimdalsbreen (159.80) er det uformelle navnet på en utløper fra Svartisen som ligger mellom fjell tindene Ettinden og Juret på den sørlige siden av Holandsfjorden. Et bekkeinntak (Bekk 11) bygd for Statkrafts Svartisen kraftverk ligger like ved brefronten. I de siste årene har breens framvekst ført til at inntaket ligger begravet i snømassene foran breen store deler av året. Dette skaper problemer for vedlikehold av inntaket, og ved en framrykning av brefronten kan breen til og med dekke inntaket.

Denne rapporten er resultatet av bestilling nr 97-10650 der NVE, Seksjon Bre- og snø, fikk i oppdrag av Statkraft SF å vurdere hvordan bretungen i Dimdalen vil utvikle seg i framtiden, og hvordan dette vil virke inn på inntaket.

Jack Kohler har utarbeidet denne rapporten, med støtte fra Liss Andreassen. Fjellanger Widerøe har stått for flyfotografering og konstruksjon av terrengmodellene brukt i rapporten.

Oslo 21. november 1997


Hallgeir Elvehøy
fung. seksjonssjef

Omslagsfigur: Kart over Dimdalsbreen 1997 med bregrensene for midten av august i årene 1990-95 og 1997, senterlinjeprofilen diskuterte i rapporten, og inntaket (Bekk 11). Bregrensen skiller ikke mellom snø og is, derfor er inntaket dekket av 'breen.'

Innholdsfortegnelse

1. INNLEDNING	4
2. HØYDEFORANDRINGER	4
3. FRONTPOSISJON.....	7
4. MODELLERING	8
4.1 Massebalanse og høyde av likevekstlinje	8
4.2 Lineær bremodell	9
4.3 Resultater	9
5. KONKLUSJONER.....	10
6. REFERANSER	12

1. Innledning

Breen i Dimdalen eller Dimdalsbreen er en liten vestlig utløper fra vestre Svartisen. Dimdalsbreen ligger mellom fjell tindene Ettinden og Juret på den sørlige siden av Holandsfjorden. Breen er cirka 2 km lang, med et bratt brefall fra platået ned til tungen som er cirka en kilometer lang. Et av bekkeinntakene (Bekk 11) til Svartisen vannkraftutbyggingen ligger i dag like foran brefronten. Brefronten har de siste årene kommet nærmere bekkeinntaket, og fortsatt brevekst vil kunne føre til at inntaket dekkes av breen. Denne rapporten handler om hvordan Dimdalsbreen vil utvikle seg i nær framtid.

Årsaken til at Dimdalsbreen vokser er at forholdet mellom snømengden som faller om vinteren og snø- og ismengden som smelter vekk om sommeren, breens såkalte *massebalanse*, har vært stort sett positiv på Svartisen i de siste årene. NVE har utført målinger av massebalanse siden 1970 på Engabreen, en annen utløper av vestre Svartisen (Elvehøy og andre, 1997). I 13 av de siste 15 årene har massebalansen på Engabreen vært positiv. Det vil si at over lengre tid har større mengder snø blitt liggende igjen på breplatået enn det er smeltet vekk is fra bretungen. Det samme gjelder trolig for resten av Svartisen også, og dette har ført til vekst av de fleste bretungene.

2. Høydeforandringer

For å dokumentere de geometriske forandringene som har skjedd i de siste årene har vi brukt både eldre kart og nye terrengmodeller konstruert fra flyfotografier (Tabell 1). Det er tidligere konstruert kart av Dimdalsbreen fra flybilder fra 1968 (Statens kartverk 1928-II, 1:50 000) og fra 1985 (Statkraft 79227 og 79235, 1:20 000). Flyfotografering har vært gjort over nordvestre Svartisen i forbindelse med andre undersøkelser i området i årene 1990-95. En ny flyfotografering ble utført i 1997 til denne rapporten. Det ble fra disse bildene konstruert syv kart med 5 m kvoter over Dimdalsbreen for årene 1990-95, og 1997. Kartene dekker ikke den øverste delen av breen fordi høydeforandringer på platået pleier å være mye mindre enn på tungen. Figur 1 viser kart over breen i august 1997.

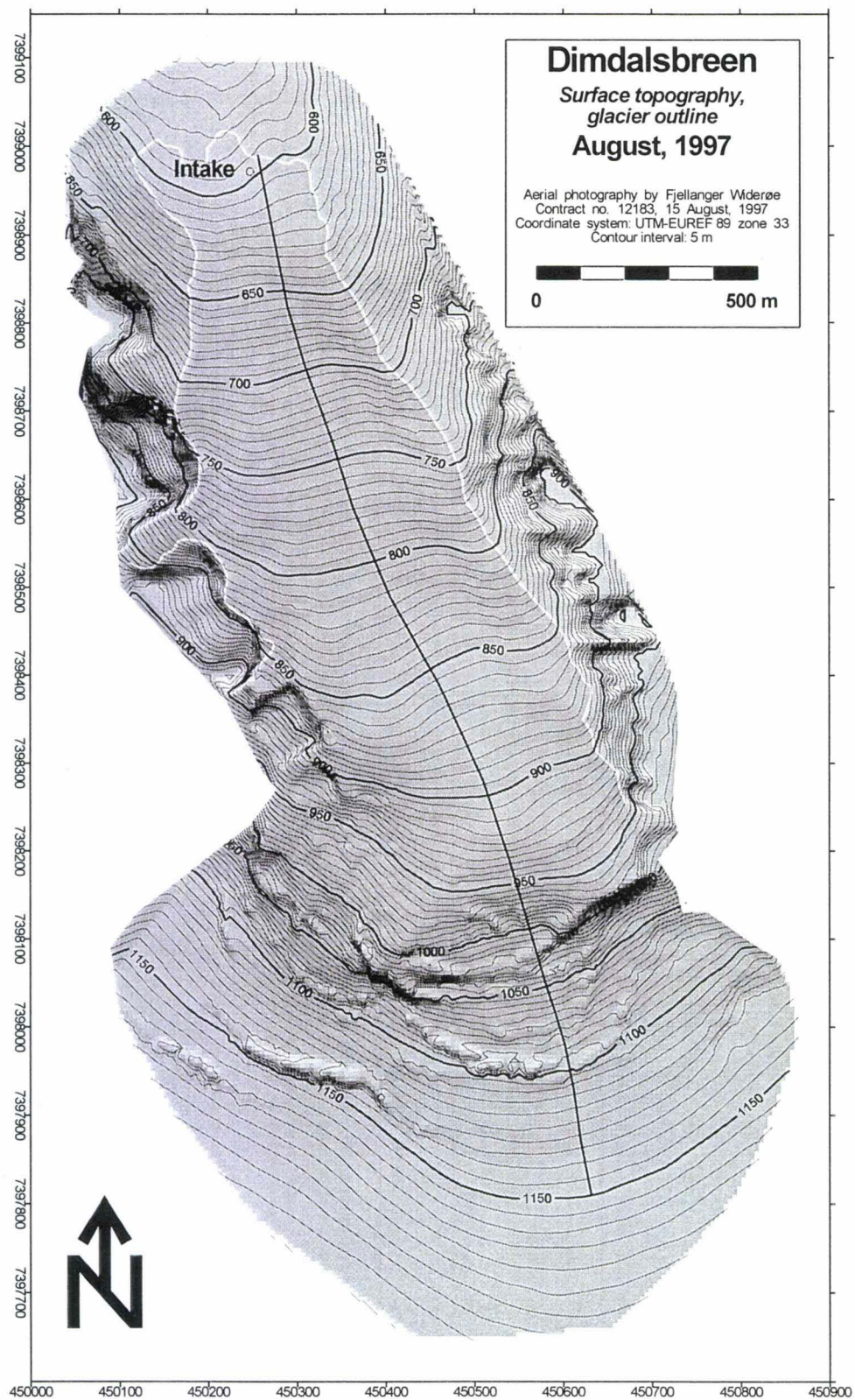
FLYFOTO				KART	
År	Dato	Flyoppgave	Målestokk	Målestokk	Ekv.
1968	25.08.68	3205	1:35 000	1:50 000	20 m
1985	19.08.85	8698	1:35 000	1:20 000	10 m
1990	11.08.90	10064	1:15 000	1:5 000	5 m
1991	31.07.91	11247	1:15 000	1:5 000	5 m
1992	13.08.92	11424	1:15 000	1:5 000	5 m
1993	15.08.93	11582-III	1:15 000	1:5 000	5 m
1994	11.08.94	11717	1:15 000	1:5 000	5 m
1995	12.08.95	11856	1:15 000	1:5 000	5 m
1997	15.08.97	12183	1:15 000	1:5 000	5 m

Tabell 1 Flyfotografering brukt i kartproduksjon til denne rapporten.

Digitale terrengmodeller med 5 m rutenett ble konstruert fra de nye kartene (1990-97). Modellene ble deretter trukket fra hverandre for å lage kart over høydedifferanser (Figur 2). Differansekartene viser at overflaten generelt varierer veldig fra år til år. Dette kan skyldes både årlige massebalansevariasjoner og dynamiske reaksjoner på disse forandringer i massebalanse. Man ser også at de største sprekke i isfallet danner svært positive og negative verdier fordelt i et karakteristisk mønster.

I tillegg virker det som at det er større positive og negative høydeområder som beveger seg ned breen fra år til år. I figur 2a ser man et negativt område på i øverste delene av breen. I det neste bildet (figur 2b) ser vi at negative verdier er begrenset til det nedre brefallet, og i det neste bildet (figur 2c) har de har spredt seg nedover den øverste delen av tungen. En lignende sekvens av positive verdier er tydelig i figurene 2b-e.

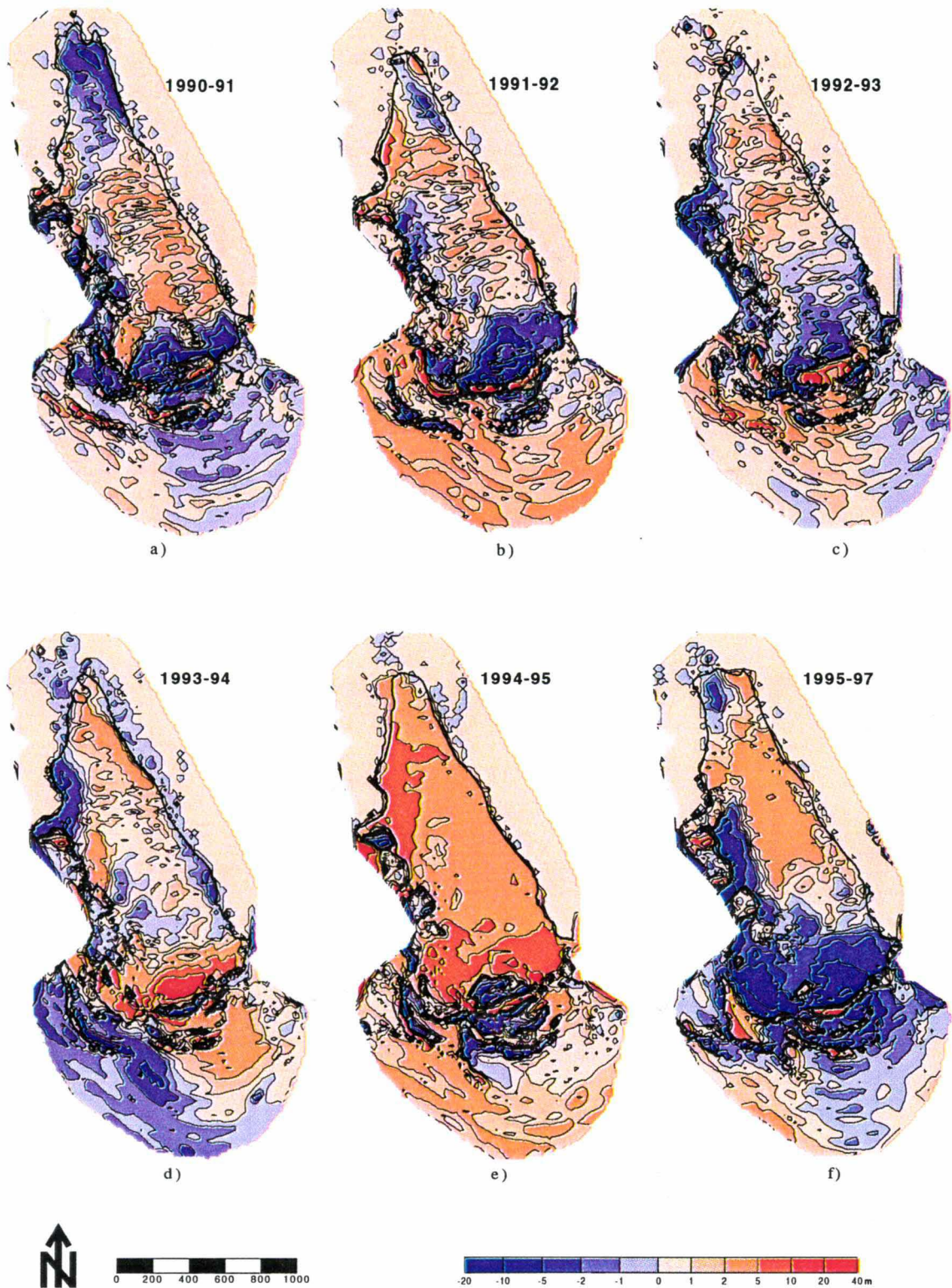
I det siste bildet i serien (figur 2f) ser vi et stort negativt område i brefallet som virker å være på vei nedover. Derfor kan vi forutse fra terrengmodellene at breen vil trekke seg noe tilbake i den nærmeste framtiden.



Figur 1

Kart over Dimdalsbreen 1997 med senterlinjeprofilen (—), og inntaket (○). Bregrensen (hvit strek) skiller ikke mellom snø og is, derfor er inntaket dekket av 'breen.'

Dimdalsbreen - surface changes between two subsequent DEMs



Figur 2a-f

Høydeforandringer på Dimdalsbreen fra et til et annet år. Blå fargetoner angir minking av breen mens røde fargetoner viser at breen har vokst. Breomkretsen (sort strek) er fra det første året i hvert par bilder.

3. Frontposisjon

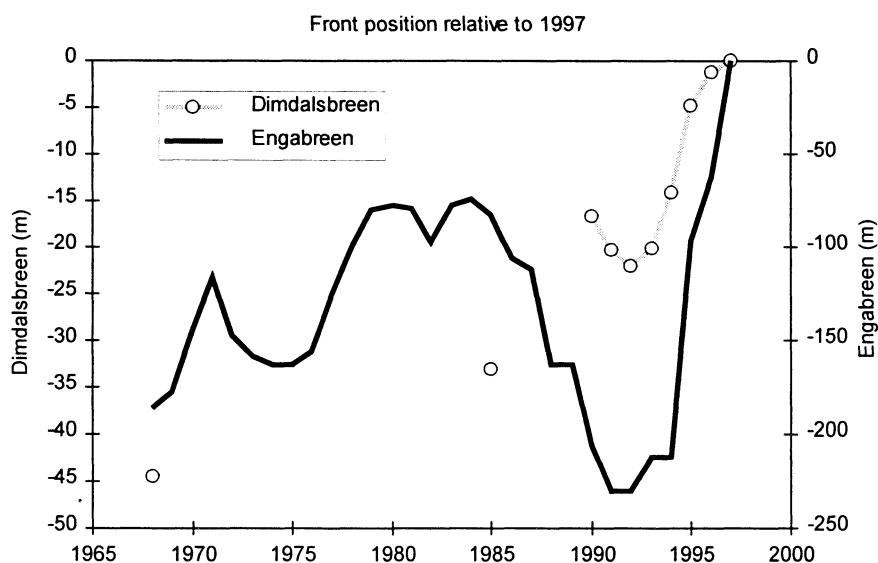
Frontposisjonen til breen kunne ikke måles direkte fra flybildene fordi vintersnø ligger igjen ved fronten på de fleste flyfotografiene. Frontposisjon endringer ble derfor estimert ut fra endringene i posisjon der 650-meter koten krysser en sentral flytelinje. Metoden er rimelig nøyaktig for årene 1990-97 siden terrengmodellene er basert på 5 m kvoter. Forandringen mellom 1985 og 1990 er noe mer usikker fordi terrengmodellen fra 1985 er basert på et grovere datagrunnlag enn den fra 1990 (Tabell 1). Et differansekart viser at områdene utenfor breen er tydelig mer negativ særlig i de bratteste delene. Men i det verste tilfellet kunne det bety at vi underestimerer fremgangen mellom 1985-90. Vi bruker også posisjonen av 650 m kvoten fra 1968 kartet, men denne er enda mer usikker i forhold til de nyere målingene.

Resultatene av estimerte frontposisjonsforandringer er gitt i Tabell 2. De er sammenlignet med lignende forandringer på Engabreen (Figur 3). Posisjonene fra de to breene i perioden 1990-97 er stort sett synkrone i tid, men posisjonene på Dimdalsbreen fra 1968 og 1985 er tydelig tilbaketrukket sammenlignet med de på Engabreen. Vi forventet heller ikke at de to breene ville ha den samme responsen siden deres geometrier er helt forskjellige. Vi antar da at den estimerte frontposisjonen er pålitelig, men vi vil legge størst vekt på de målingene som er gjort etter 1990.

Fra	Til	Årlig forandring (m)	Kumulativt (m)	Relativt til 1997 (m)
1968	1985	27.8	27.8	-60.9
1985	1990	16.4	44.2	-16.7
1990	1991	-3.6	40.6	-20.3
1991	1992	-1.7	38.9	-22.0
1992	1993	1.8	40.7	-20.2
1993	1994	6.0	46.7	-14.2
1994	1995	9.4	56.1	-4.8
1995	1996	3.6	59.7	-1.2
1996	1997	1.2	60.9	0.0

Tabell 2

Estimerte frontposisjonsforandringer på Dimdalsbreen.



Figur 3

Frontposisjon til Engabreen og Dimdalsbreen relativt til de respektive posisjonene i 1997. Vær oppmerksom på at aksene er forskjellige for breene.

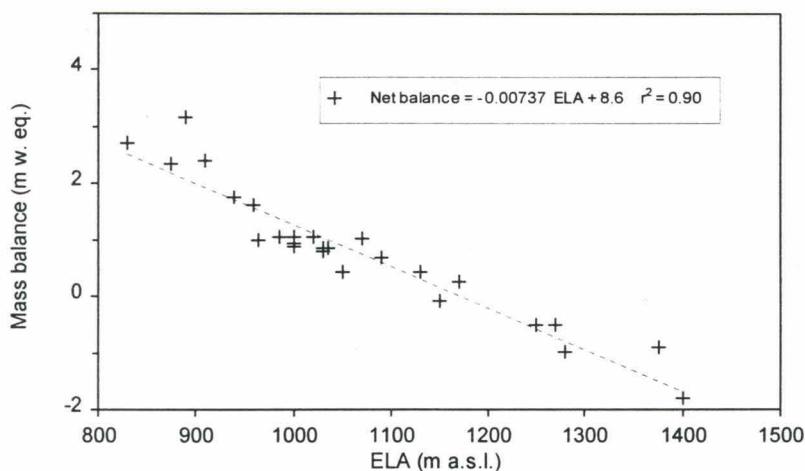
4. Modellering

4.1 Massebalanse og høyde av likevekstlinje

Overskudd i massebalanse fører til en dynamisk reaksjon der isstrømmen fra breplatået ned mot brefronten øker. Den karakteristiske *reaksjonstiden* betegner den tid som er nødvendig for å transportere det ekstra volumet i de øvre områdene på breen helt ned til brefronten. Reaksjonstiden er avhengig bl.a. av breens lengde, helning, tykkelse, hastighet, og bunntopografi, samt årlig avsmelting på bretungen. De karakteristiske reaksjonstidene til brearmene fra Svartisen varierer trolig mellom 10 og 100 år. Det betyr at brefrontenes fluktuasjoner i dag kan skyldes massebalanseforhold mange år tilbake i tid. Dette gjør det vanskelig å spå hvordan frontposisjonen vil være i framtiden når vi ikke kjenner massebalansen lengre tilbake i tid enn 1970.

For å få et mål på massebalansen tilbake i tid for Dimdalsbreen kan man bruke data fra nærliggende meteorologiske stasjoner. Meteorologiske målinger har vært gjort i Bodø siden 1896 og i Glomfjord siden 1917. Disse dataene er blitt brukt i en lineær regresjon for å etablere sammenhengen mellom to parametre som beskriver vinter nedbør og sommersmelting og en parameter som tilsvarende forandring i massebalanse. Vi har kalibrert sammenhengen mellom data fra 1970 til nå på Engabreen og bruker deretter kalibreringen til å ekstrapolere tilbake i tid.

De første to parametrene er kalkulert fra daglige meteorologiske verdier med bruk av en såkalt *graddag* modell (Laumann, 1992). Den massebalanseparameteren vi har valgt å estimere er *høyden av likevekstlinjen*, eller *ELA* (*Equilibrium Line Altitude*). ELA er høyden der massebalansen er null, og er grensen mellom akkumulasjons- (overskudds-) og ablasjons- (underskudds-) områdene. Korrelasjonen mellom ELA og netto massebalansen på Engabreen er rimelig god (Figur 4). Men ELA er en langt mindre lokal variabel enn massebalanse som er *spesifikk* til Engabreen. Engabreen kan ha en relatert men noe annerledes massebalanse enn Dimdalsbreen. Videre er massebalansen lengre tilbake i tid også avhengig av breens geometri som kan forandres betydelig over flere tiår.

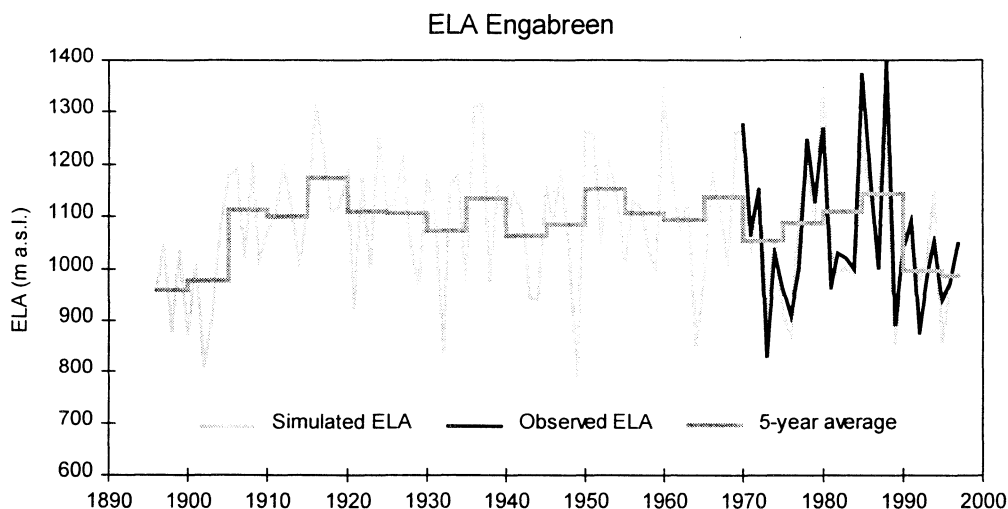


Figur 4

Korrelasjon mellom platå- og nettobalansen og likevekstlinjehøyden (ELA) på Engabreen i årene 1970-96.

Figur 5 viser rekonstruerte ELA for Engabreen estimert fra meteorologiske data fra Bodø og Glomfjord, 5-års middeler verdier av den samme dataserie, samt målte ELA siden 1970. 5-års middeler verdiene viser at etter 1990 har gjennomsnittlig ELA sunket med hele 100 m.

Prognoser for fremtidig ELA må baseres på et rimelig scenarium for klimautvikling, og vår kunnskap om sammenhengen mellom lokalklima og breens massebalanse. I de neste tiår kan vi regne med at det meste sannsynlige scenariet er at den gjennomsnittlige ELA ikke vil forandre seg med mer enn ± 100 m. Dette tilsvarer en heving i temperatur med 1.5°C (Sælthun og andre, 1990)



Figur 5 Rekonstruerte og observerte likevekstlinjehøyder (ELA) for Engabreen brukt til lineær-modellering.

4.2 Lineær bremodell

En måte å estimere breens framtid med massebalansedata er å bruke en såkalt 'bremodell' (Laumann, 1987). Dette krever som input en del andre data som ikke er lett å skaffe, ikke minst breens tykkelse. I tillegg vil det være noen ukjente parametre (f.eks. isens reologi og glidningshastighet) som må justeres til å passe til observasjoner av overflatehastighet og frontposisjon.

Vi bruker isteden en langt mindre tidkrevende prosedyre (Kohler, 1995). Vi antar at sammenhengen som eksisterer mellom årlige forandringer i ELA (ΔELA) og årlige forandringer på brefronten ΔFP i et enkelt år $t = i$ kan beskrives med

$$\Delta FP_i = k \sum_{j=0}^n TF_j \Delta ELA_{i-j} \quad (1)$$

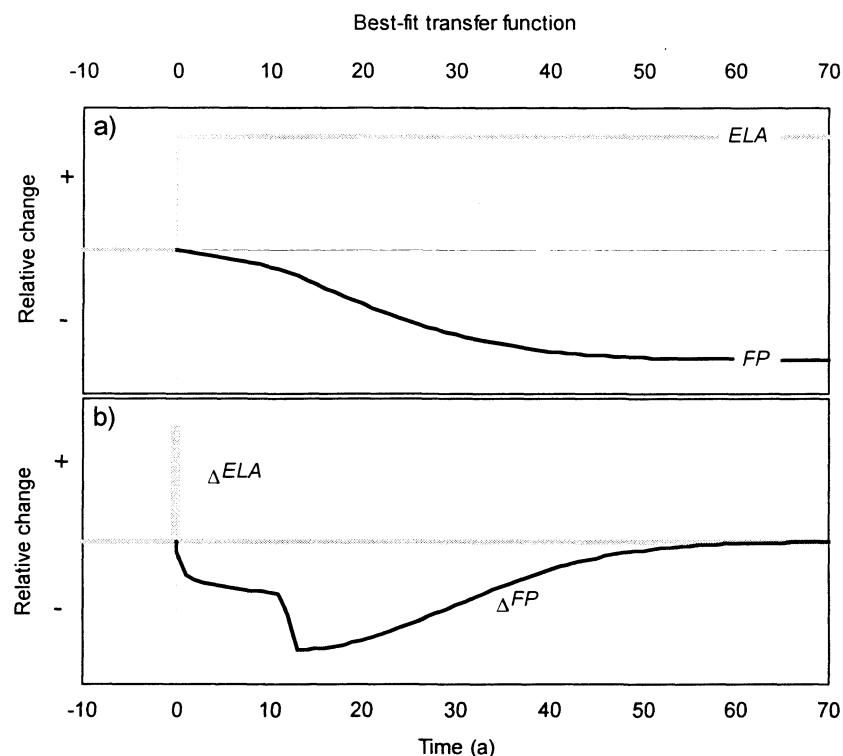
der k er konstant, TF er den såkalte *transferfunksjon*, og n er transferfunksjonens lengde i tid. Ligning (1) er det diskrete konvolusjonsintegralet (Davis, 1986).

Med andre ord antar vi at breen er helt lineær i sin respons på forandringer. Hvis ΔELA fordobles vil responsen bli fordoblet og, mens responsens tidskala vil fortsette å være akkurat den samme. Dette er selvfølgelig ikke tilfellet med en naturlig bre, men metoden kan gi en rimelig første tilnærming basert på nåværende forhold.

Transferfunksjonen i ligning (1) er den tidsderivate av frontposisjonens respons til en puls input i ΔELA . Det vil si, øker man ELA med en enhet ved $t = 0$ vil brefronten gradvis trekke seg tilbake til en ny posisjon. Tilbaketrekking ligner en eksponentiell nedbrytning (Figur 6a). Den tidsderivate av frontposisjonen resulterende fra en momentan økning i ELA er da transferfunksjonen for systemet (ΔFP , figur 6b).

4.3 Resultater

Problemet da består i å fastsette en transferfunksjon. Det må gjøres ved å prøve forskjellige varianter av transferfunksjonen og finne den beste tilnærmingen. Vi bruker ligning (1) med de kjente ΔELA verdiene og et forsøk for TF , og så sammenligner vi beregnet ΔFP med det som er observert. Figur 6 viser den beste transferfunksjonen funnet i en grundig søking. Det ble prøvd mange forskjellige typer transferfunksjon, og felles for de aller fleste som gav de beste resultatene var at de var forholdsvis lange i tid (stor n , med endelig justering til en trinnvis økning i ELA i løpet av cirka 40-60 år) og at ΔFP økte mest i cirka 10-15 år. Denne tiden samsvarer antagelig med tiden det tar for breen å transportere ismasse fra breplatået ned til brefronten.



Figur 6

a) Frontposisjon FP som respons på en momentan økning i likevektstlinjen ELA for modellen som passer best til de observerte frontposisjonsmålingene.
b) Tidsderivate ΔELA og ΔFP for (a). ΔFP er transferfunksjonen, systemets respons på en pulsinput i ΔELA .

En annen ting som var felles for de beste resultatene var at de forutser mer eller mindre det samme mønster for den nærmeste framtiden (Figurer 7 og 8). For ELA = 1030 m, som observerte det siste tiåret, vil det være en liten retrett i de neste 1-3 årene og en tydelig framrykking på cirka 30 m i løpet av det neste tiåret (Figur 8). Med en heving i ELA på 100 m vil framrykking være rimelig liten, lik null i det beste resultatet. En videre senking av ELA med 100 m vil føre til en framrykking på cirka 60 m som er tre ganger større enn fremstøtet mellom 1990 og 1997. Sistnevnte scenarium er mest usannsynlig, siden de fleste publiserte klimascenarier spår en økende temperatur og dermed en høyere ELA.

Det tas forbehold om den absolutte størrelsen av de estimerte frontposisjonene i framtiden siden analysen er kalibrert mot relativt få målte frontposisjoner. Med en lengre tidsserie kunne man være noe sikrere i konklusjonene.

5. Konklusjoner

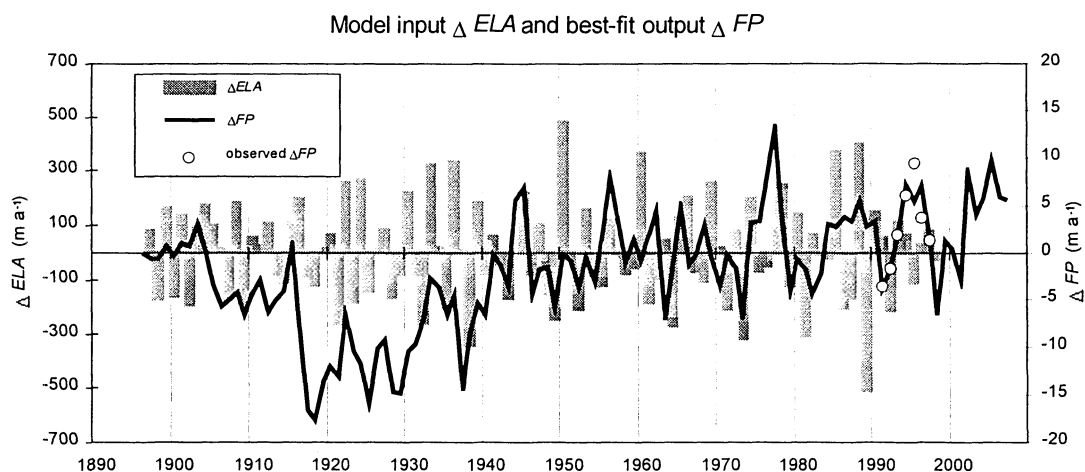
To metoder, analyse av terrengmodeller og lineær ELA- og frontposisjon-modellering tyder på at det vil skje en svak tilbaketrekking av Dimdalsbreen i de kommende to til tre årene. Lineær-modelleringsmetoden spår lengre fram i tiden og forutser at fronten vil rykke frem igjen i de neste tiår. Hvor mye vil avhenge av hvordan massebalansen utvikler seg.

Hva betyr dette for bekkeinntaket? Figur 9 viser overflatehøyder for årene 1990-1997 målt fra terrengmodellene på et profil langs breens senterlinje (Figur 1) og inntakets posisjon langs profilet. I et år med mye vintersnø eller flere ras og med relativt lite sommersmelting vil snøfonnen foran breen være ganske stor selv om brefronten ligger relativt langt unna bekkeinntaket. Det var for eksempel like mye snø over inntaket i 1990 som i 1997, selv om frontposisjonen da var 16 m lengre tilbake i 1990.

Inntaksområdet var helt snøfritt i 1991, og mer eller mindre snøfritt i årene 1992-93, da inntaket ble bygget. Vi kan derfor bruke disse årene som et mål for frontposisjonen der inntaket vil være snøfritt i et år uten uvanlige store ras. Den prikkete linjen i figur 8 viser denne frontposisjonen relativt til 1997. Hvis frontposisjonen ligger under den prikkete linjen, så burde inntaket være relativt

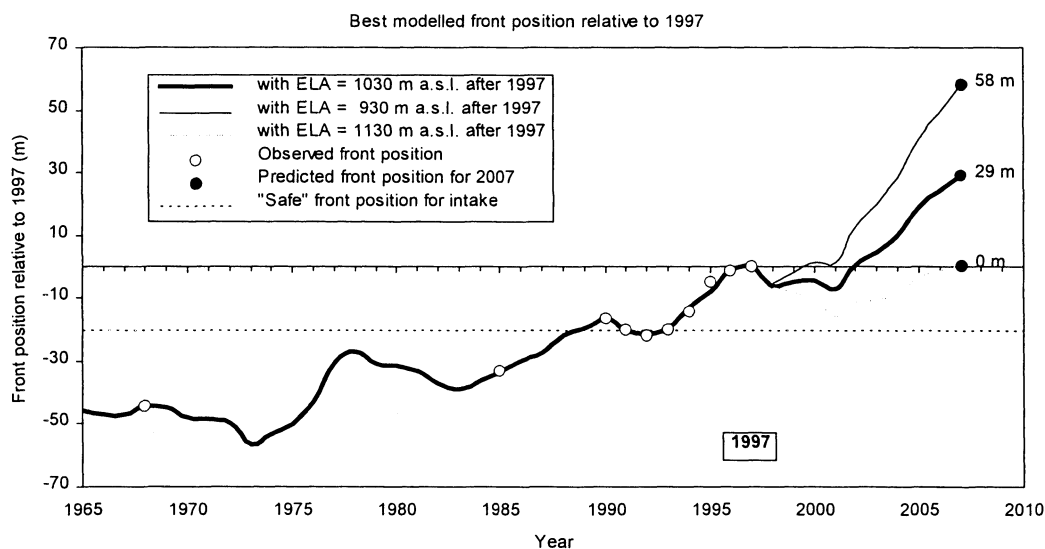
snøfritt. Det er vanskeligere å si hvilke frontposisjoner vil dekke inntaket med is, men vi estimerer at når brefronten er cirka 30 m foran posisjonen i 1997, så vil breisen nå inntaket. Derfor er sannsynligheten noe mindre for at inntaket vil være dekket av is i den nærmeste framtiden.

Vår endelige konklusjon er derfor at det er størst sjans for at bekkeinntaket er is- og snøfritt de neste 2-3 år, men at sjansen for at inntaket vil være is- eller snøfritt om sommeren vil avta etter det. Dersom noe skal gjøres med inntaket, bør dette derfor gjøres i løpet av de nærmeste 2-3 årene.



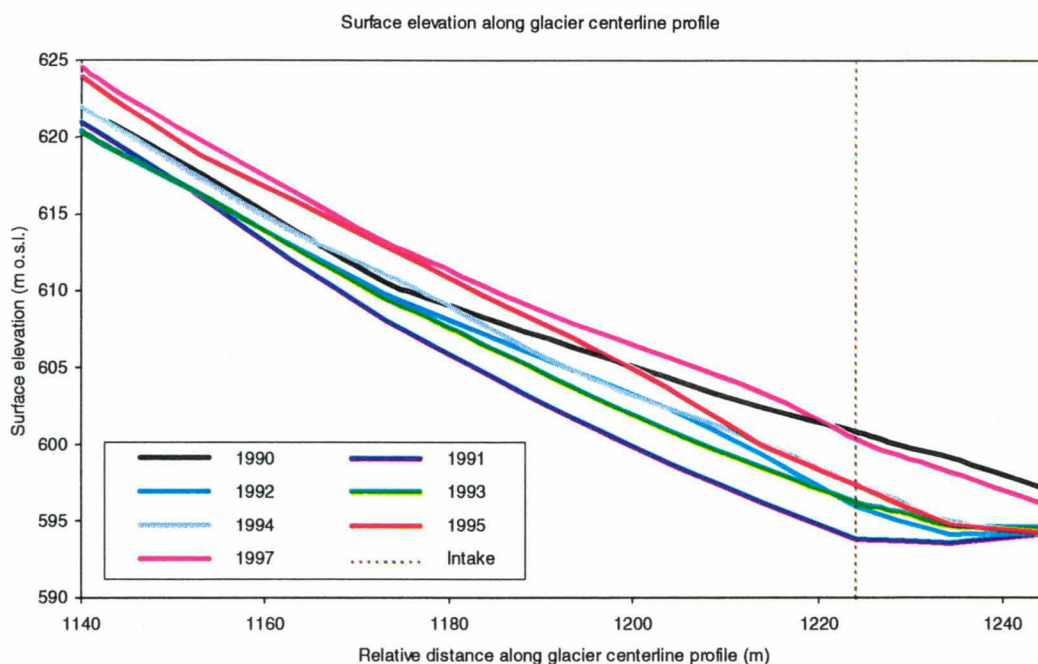
Figur 7

Input tidserien ΔELA og output tidserien ΔFP for det beste modellresultatet, samt observerte ΔFP verdier.



Figur 8

Summering av output tidserien ΔFP for det beste modellresultatet, samt observerte FP verdier relativt til den 1997 posisjonen. Den prikkete linjen viser den omtrentlige relative frontposisjonen der inntaket ville mest sannsynlig være snøfritt i et år uten uvanlige store ras.



Figur 9 Overflatehøyde for årene 1990-1997 i et profil langs breens senterlinje (Figur 1) og inntakets posisjon langs profilet (prikket linje).

6. Referanser

- Davis, J.C. 1986. *Statistics and data analysis in geology*. John Wiley & Sons, New York. 646 s.
- Elvehøy, H. og 5 andre. 1997. Glasiologiske undersøkelser i Norge 1994 og 1995. NVE publikasjon 19/97. 197 s.
- Laumann, T. 1987. En dynamisk modell for isbreers bevegelse. NVE publikasjon 8/87. Oslo. 37 s.
- Laumann, T. 1992. Simulering av breers massebalanse. NVE publikasjon 17/92. Oslo. 16 s.
- Kohler, J. 1995. Signal analysis of mass balance and front position records from Nigardsbreen, Norway. EOS, 76 (46), p. 209.
- Sælthun og 6 andre. 1990. Klimaendringer og vannressurser. NVE publikasjon 30/90, 105 s.

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

Adresse: Postboks 5091 Majorstua, 0301 Oslo

I 1997 ER FØLGENDE RAPPORTER UTGITT:

- Nr 1 Ingebrigt Bævre: Skjøtselsplan for vegetasjon i Surna (112.Z) og regulerte sideelver. (17 s.)
- Nr 2 Ånund Sigurd Kvambekk: Temperatur- og saltmålinger og isforhold i Holandsfjorden og Glomfjorden før åpningen av Svartisen kraftverk (1976-1993). (24 s.)
- Nr 3 Sverre Husebye: Fysiske og kjemiske forhold undersøkt i forbindelse med vanninntak; Tvillingvatn, Ny-Ålesund, Spitsbergen. (21 s.)
- Nr 4 Hans Otnes, Frode Trengereid og Kjetil Storset: Årsrapport for Norges vassdrags- og energiverk (NVEs) havarigruppe. (17 s.)
- Nr 5 Torger Wisth og Mads Johnsen: E6 Mediå - Okshammeren. Vassdragsvurderinger. (11 s.)
- Nr 6 Bjarne Kjølmoen: Volumendringer på Harbardsbreen 1966-96. (17 s.)
- Nr 7 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning Riksheimelva (097.6Z). (15 s.)
- Nr 8 Eirik Traaë: Oppfylld av Eikebergmyra - Vassdragsteknisk vurdering. (12 s.)
- Nr 9 Randi Pytte Asvall: Nytt Tyin kraftverk. Virkninger på vanntemperatur- og isforhold samt forekomst av frostrøyk. (18 s.)
- Nr 10 Hans Christian Olsen og Margrethe Cecilie Elster: Sedimentundersøkelser i Mandalsvassdraget (vassdragsnr. 022) 1993-1995. (52 s.)
- Nr 11 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning Gjøv (019.CZ). (14 s.)
- Nr 12 Ingjerd Haddeland og Lars-Evan Pettersson: Flomfrekvensanalyse og vannlinjeberegning, Alta sentrum (212.A0). (9 s.)
- Nr 13 Roger Sværd: Flomberegning for Rotenvikvatnet ved Lyngseidet. (17 s.)
- Nr 14 Nils Roar Sælthun (red.): Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. (81 s.)
- Nr 15 Heidi Gill Østvold: Komponentrapport, generatorer, to- og tre-viklings transformatorer i det norske regional- og hovednettet. (111 s.)
- Nr 16 Heidi Gill Østvold: Komponentrapport, kabler og ledninger i det norske regional- og hovednettet. (123 s.)
- Nr 17 Hallgeir Elvehøy, Jack Kohler, Rune Engeset og Liss M. Andreassen: Jøkullaup fra Demmevatn. (36 s.)
- Nr 18 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning Fjellhamardammen (002.CBZ). (15 s.)
- Nr 19 Hervé Colleuille og Nils-Otto Kitterød: Geohydrologisk vurdering av Bjorstaddalen avfallsdeponi i Skien kommune. Oppdragsrapport. (44 s.)
- Nr 20 Jack Kohler: Forandringer på en bretunge i Dimdalen, Svartisen: observasjoner og modellering. (12 s.)