

RAPPORT

14 1995



NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

Bjarne Kjøllmoen

MASSEBALANSEMÅLINGER TROLLBERGDALSMBREEN (161.F) 1990-94

SLUTTRAPPORT



HYDROLOGISK AVDELING

NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIDIREKTORAT
BIBLIOTEK

TITTEL Massebalansemålinger Trollbergdalsbreen 1990-94 (Vassdragsnr. 161.F) Sluttrapport	RAPPORT Nr 14 1995
SAKSBEHANDLER Bjarne Kjøllmoen, HB	DATO 28. mars 1995
	RAPPORTEN ER Åpen
OPPDRAKSGIVER STATKRAFT ENGINEERING A/S, SET	OPPLAG 50

SAMMENDRAG

Denne rapporten omhandler resultater av målinger og beregninger av massebalansen på Trollbergdalsbreen i perioden 1990-94. Resultatene er stilt sammen og sammenlignet med målingene fra 1970-74 (75 for nettobalansen). Enkle analyser er gjort for å finne korrelasjoner til samtidige målinger på Engabreen. Hensikten med korrelasjonen er å gjøre det mulig å estimere massebalansen på Trollbergdalsbreen i framtiden.

I løpet av måleperioden 1990-94 var massebalanseforholdene noe variable. Vinterbalansen ble målt til mellom 1.49 m vannekvivalenter og 2.94 meter. Middelerdien var 2.36 meter. Til sammenligning var middelerdien 2.42 m i perioden 1970-74. Sommerbalansen varierte fra 2.13 m til 3.23 m med en middelerdi på 2.56 meter. Middelerdien for 1970-74 var 3.15 meter. Nettobalansen ble positiv i 1992 og 93, mens 1990, 91 og 94 viste negative verdier. I gjennomsnitt var nettobalansen -0.20 m vannekvivalenter. Middelerdien for perioden 1970-75 var -0.66 meter.

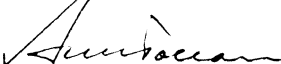
En sammenligning av kart over Trollbergdalsbreen fra 1968 og 1985 viser at breoverflaten sank mellom 5 og 25 meter i denne perioden. Arealfordelingen ble endret, og breens totale areal ble redusert fra 1.82 km² til 1.58 km². Enkle beregninger som er basert på denne høydeendringen, viser et underskudd i nettobalansen fra 1968 til 1985 på ca 16 m vannekvivalenter eller 27 mill.m³ vann. Det gir en årlig middelerdi på -0.94 meter.

Korrelasjoner med Engabreen bygger på resultatene fra begge måleperiodene. En sammenheng i nettobalansen mellom Trollbergdalsbreen og Engabreen er funnet ved lineær regresjonsanalyse. Ut fra denne sammenhengen er nettobalansen i perioden 1968 til 1985 beregnet til ca -13 m vannekvivalenter eller 22 mill.m³ vann. Årlig gjennomsnittsverdi blir -0.75 meter.

EMNEORD/SUBJECT TERMS

Vinterbalanse, sommerbalanse, nettobalanse, korrelasjon
Winter balance, summer balance, net balance, correlation

ANSVALLIG UNDERSKRIFT


Arne Tollan
avdelingsdirektør

556(00)

ex 2

FORORD

I forbindelse med planleggingen av Svartisenutbyggingen ble det i perioden 1970-74 utført massebalansemålinger på Trollbergdalsbreen. Resultatene fra disse målingene er rapportert i serien "Glasiologiske undersøkelser i Norge". Målingene ble gjenopptatt i 1990 etter NVE's pålegg fra 14.02.89 punkt 5) "Sikre grunnlagsdata for tilsigsprognosering, flomvarsling og snømagasinering som det offentlige finner påkrevd".

Denne rapporten, som er et resultat av avtale nr 94/8018 mellom Statkraft Engineering A/S, SET og NVE, Hydrologisk avdeling, bygger på 5 års målinger i perioden 1990-94.

En stor del av personalet ved Seksjon Bre og Snø har vært engasjert i feltarbeidet, mens Bjarne Kjøllmoen har utarbeidet denne rapporten.

Oslo, mars 1995


Gunnar Atterås
fung. seksjonssjef

INNHOLDSFORTEGNELSE

Side

1. INNLEDNING	7
2. MÅLINGER OG RESULTATER	7
2.1 Arealfordeling og breoverflatehøyde	7
2.2 Målemetode massebalanse	9
2.3 Resultater massebalanse	10
3. KORRELASJON MED ENGABREEN	15
3.1 Sammenligning av nettobalansen midlet over hele breen	16
3.2 Sammenligning av vinter- og sommerbalansen	16
3.3 Nettobalanse 1968-85, sammenligning av to enkle metoder	17
3.3.1 Korrelasjon med Engabreen	17
3.3.2 Endring i breoverflatens høyde mellom to kartlegginger	18
4. KONKLUSJONER	19
REFERANSER	21
VEDLEGG	22
Massebalansens fordeling med høyden, tabeller 1970-74(75) og 1990-94.	

1. INNLEDNING

Trollbergdalsbreen er en liten dalbre innerst i Beiardalen i Beiarn kommune, Nordland (fig. 1). Den dekker et areal på 1.6 km², og strekker seg fra 900 m o.h. opp til 1300 m o.h.

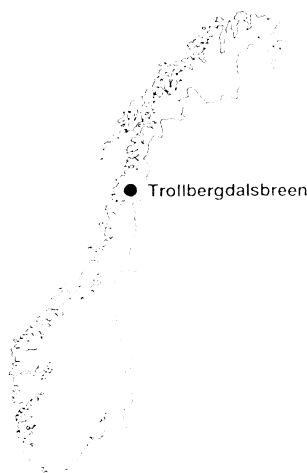


Fig. 1. Trollbergdalsbreen ligger i Beiarn kommune, Nordland.

2. MÅLINGER OG RESULTATER

2.1 Arealfordeling og breoverflatehøyde

Da målingene startet på Trollbergdalsbreen i 1970 ble massebalansen beregnet på grunnlag av arealfordelingen fra NVE's brekart fra 1968. Den gang var brearealet 2.02 km², og breen strakk seg opp til 1370 m o.h. I 1973 ble området mellom 1300 og 1370 m o.h. klassifisert som permanente snøfonner, og dermed ikke regnet med som en del av breen. Arealet ble da redusert til 1.82 km².

I årene fra 1990 til 1993 er massebalansen tidligere beregnet på grunnlag av det samme kartet fra 1968. Resultatene fra disse årene er publisert i rapportserien "Glasiologiske undersøkelser i Norge". Ved å sammenligne brekartet fra 1968 med Statkraft's "nye" kart fra 1985, (Oppdr. nr.585.54) viser det seg at breoverflaten har sunket en god del (fig. 3), og at arealfordelingen er noe endret (tabell 1 og fig. 2). Det er spesielt stor arealendring i høydeintervallet 1050-1100 m o.h. Her er arealet redusert med 57% fra 1968 til 1985. Totalt er hele brearealet redusert fra 1.82 km² i 1968 til 1.58 km² i 1985. Tabell 1 og fig. 2 viser høydefordelingen av arealet på Trollbergdalsbreen for 1968 og 1985. Brefronten har i samme periode trukket seg tilbake ca 100 m.

Massebalansen for årene fra 1990 til 1993 er beregnet på nytt med grunnlag i arealfordelingen fra 1985-kartet. Nye tabeller for disse årene finnes i vedlegget i denne rapporten. Den vesentlige endringen i massebalansen er i høydeintervallet 1050-1100 m o.h. Arealreduksjonen i dette nivået har ført til en mindre vinterbalanse enn tidligere oppgitt. Sommerbalansen viser litt større spesifikke verdier, men mindre volumverdier, og nettobalansen er gjennomgående mindre.

Høydeintervall (m o.h.)	Areal 1968 (km ²)	Areal 1985 (km ²)
1250 - 1300	0.005	0.004
1200 - 1250	0.080	0.034
1150 - 1200	0.173	0.139
1100 - 1150	0.131	0.111
1050 - 1100	0.556	0.236
1000 - 1050	0.612	0.676
950 - 1000	0.200	0.305
900 - 950	0.067	0.078
900 - 1300	1.824	1.583

Tabell 1. Trollbergdalsbreens høydefordeling for 1968 og 1985.

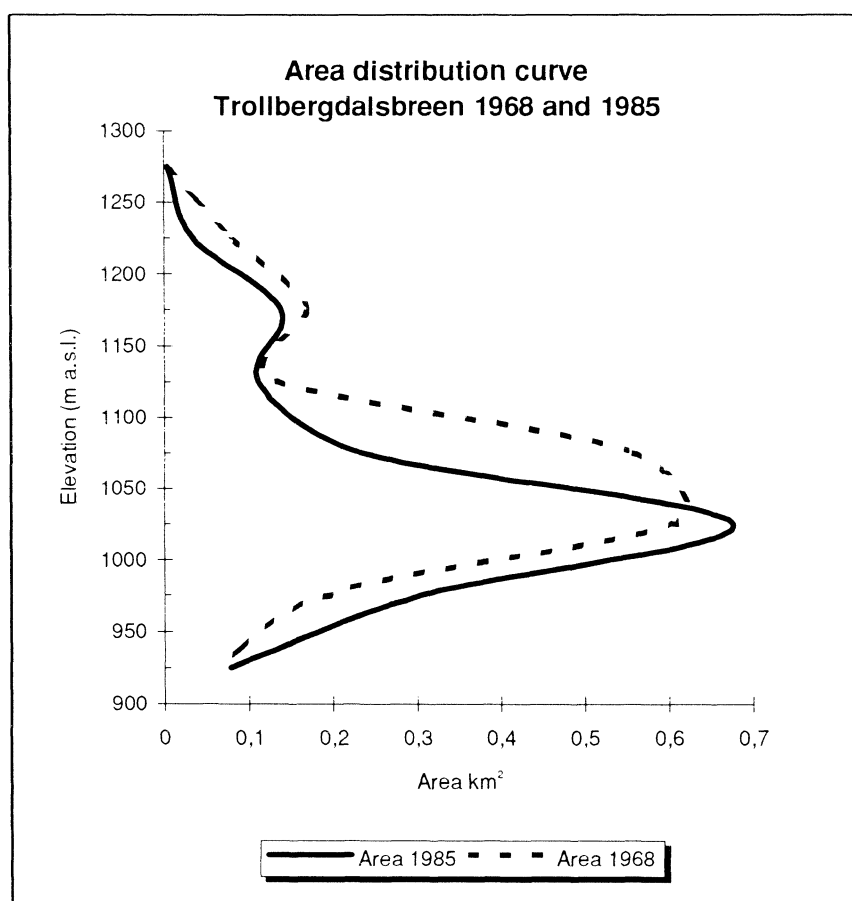


Fig. 2. Diagram som viser høydefordelingen av arealet på Trollbergdalsbreen for 1968 og 1985.

Breoverflatens høyde er avhengig av breens massebalanse og istransporten nedover breen. For å dokumentere høydeendringene på breoverflaten, er punkter med 50 meters avstand langs et lengdeprofil nær senterlinjen av breen funnet ut av kart fra 1968 og 1985 og sammenlignet. Fig. 3 viser at breoverflaten har sunket 5-10 m i de øvre områdene rundt 1200 m o.h og nesten 25 m nederst på breen rundt 900 m o.h.

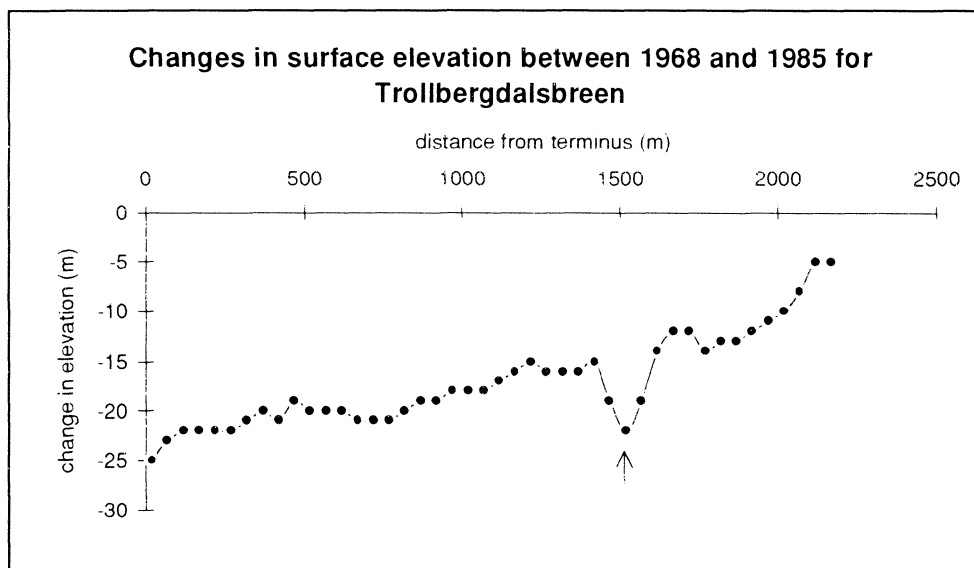


Fig. 3. Høydeendringer på breoverflaten basert på punkter langs et lengdeprofil tatt ut av kart fra 1968 og 1985. Punktene viser at breflaten har sunket nesten 25 m nederst på breen (900 m o.h.) og 5-10 m i de øvre områdene (1200 m o.h.). Pilen viser et område på breen hvor det er overgang mellom relativt flat til bratt breoverflate.

2.2 Målemetode massebalanse

Målemetoden er den samme som benyttes på andre breer som undersøkes av NVE. Metoden, som er beskrevet i f.eks Roland & Haakensen (1985) og Østrem & Brugman (1991), er en såkalt stratigrafisk metode. Det betyr at alle målingene refererer seg til foregående års sommeroverflate (SO) ethvert sted på breen. Dette medfører at balanse-årets lengde kan variere litt fra nedre til øvre del av breen. For Trollbergdalsbreen, som strekker seg over et lite høydeintervall (900-1300 m o.h.), har dette svært liten betydning.

Vinterbalansen er målt i første halvdel av mai. Snødyppet er målt ved sonderinger langs utvalgte profiler. For å kontrollere sonderingene er høyden på snøoverflaten blitt avlest på målestaker. I de mest snørike vintrene var målestakene nedsnødd under akkumulasjonsmålingene. Dersom det i tillegg var vanskelig å kjenne SO med sonderinger, ble det gjort kjerneboringer for å påvise denne. Snøens tetthet er målt ett fast sted på breen. Ut fra snødypp og tetthet er vinterbalansen bestemt for hvert målepunkt.

Sommer- og nettobalansen er målt ved punktavlesninger på målestakene. Under

likevektslinjen er nettobalansen negativ. Det betyr at det smelter mer snø og is på sommeren enn det kommer snø i løpet av vinteren. Over likevektslinjen er nettobalansen positiv. Tettheten på den gjenværende snøen er erfaringsmessig antatt å være 0.6 g/cm^3 . Etter spesielt kjølige somrer er tettheten på den gjenværende snøen blitt målt under minimumsmålingene på høsten.

Stakeplasseringer, sonderingsprofiler og sted for tetthetsprøve er vist på kartet i fig. 4. Akkumulasjonsmønsteret, som er beskrevet i rapportserien "Hydrologiske undersøkelser i Norge" fra 1970-74, viser en ujevn akkumulasjon på tvers av breen som skyldes vinddrift. Av den grunn er det i tillegg til ett lengdeprofil langs senterlinjen av breen også blitt sondert i 3-4 tverrprofiler.

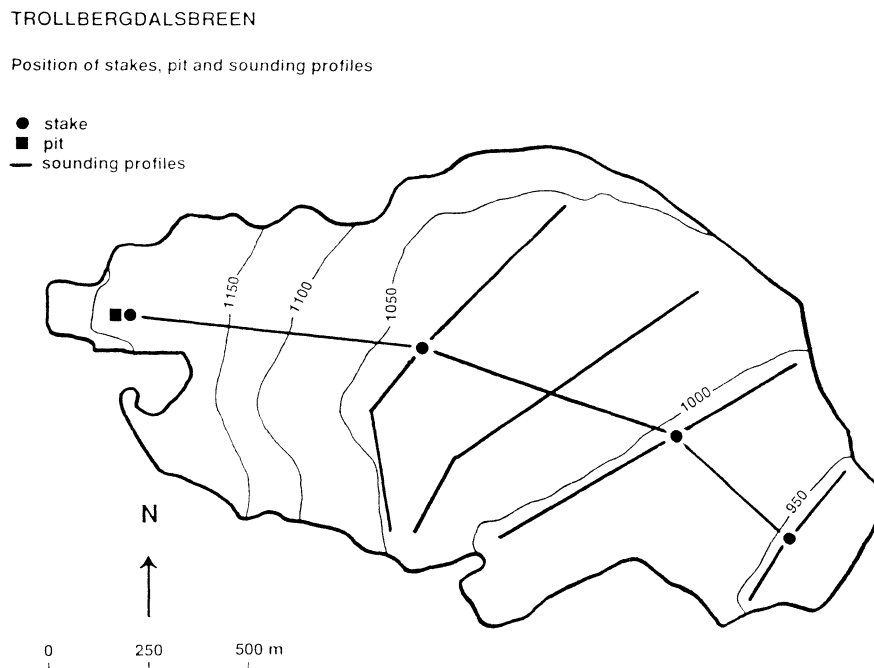


Fig. 4. Beliggenheten av staker, sonderingsprofiler og tetthetssjakt på Trollbergdalsbreen 1990-94.

2.3 Resultater massebalanse

Punktmålingene for hhv vinter-, sommer- og nettobalansen er plottet i et diagram. De respektive kurvene er trukket, og en middelerdi for hver 50. høydemeter er angitt. De årlige resultatene er vist i tabeller (se vedlegg) og diagrammer (fig. 5 og 6).

Fig. 5 viser de årlige kurvene for vinter- og sommerbalansens fordeling med høyden i måleperioden 1990-94, og fig. 6 viser tilsvarende kurver for nettobalansen. Vinter-, sommer- og nettobalansens middelerdikurver for måleperiodene 1970-74 (nettobalanse også i 1975) og 1990-94 er vist i fig. 7.

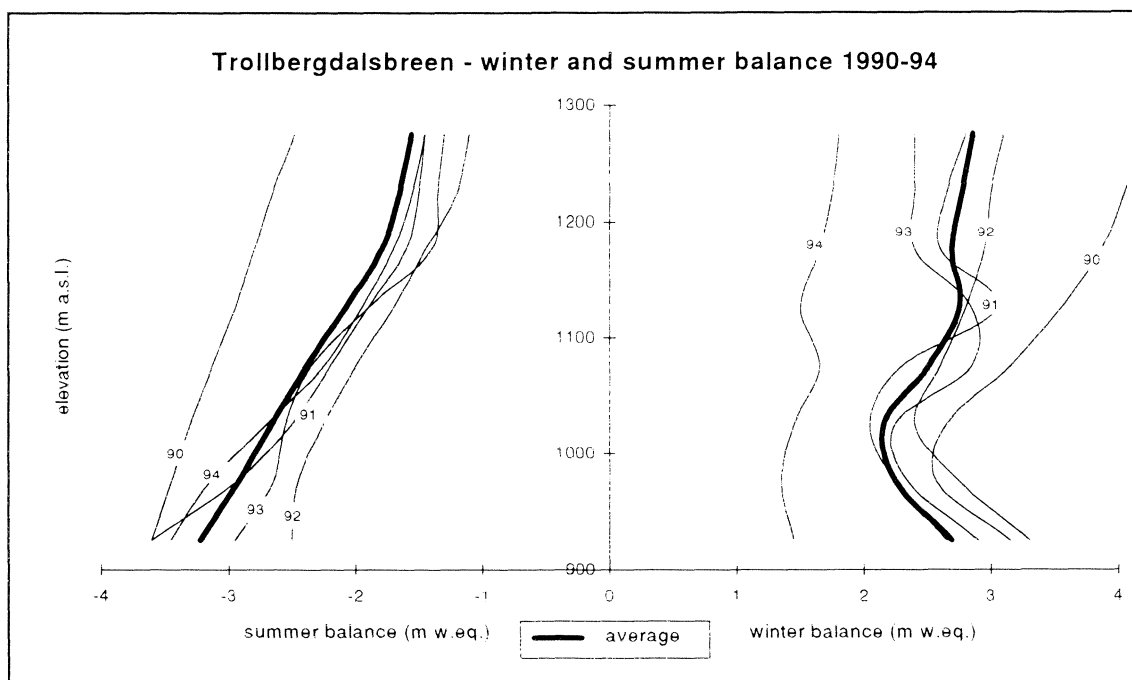


Fig. 5. Årlig fordeling av vinter- og sommerbalansen med høyden i perioden 1990-94. Gjennomsnittskurvene for måleperioden er uthevet.

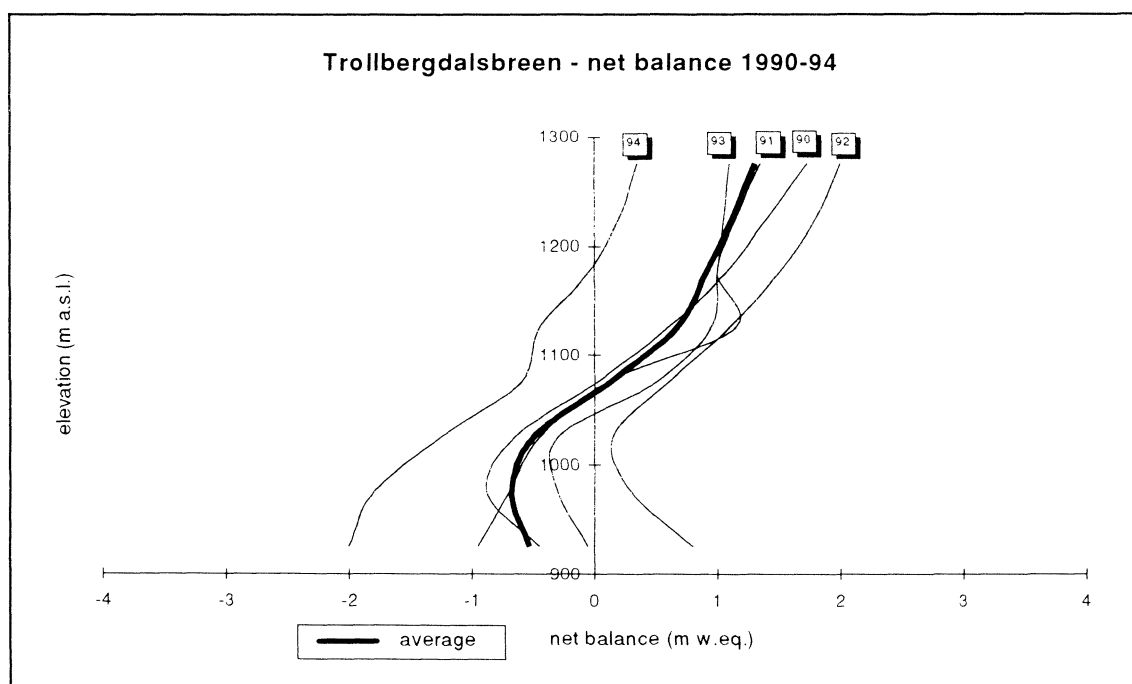


Fig. 6. Årlig fordeling av nettobalansen med høyden i perioden 1990-94. Gjennomsnittskurven for måleperioden er uthevet.

Fig. 5 viser større variasjoner i den årlige fordelingen av vinterbalansen enn sommerbalansen i perioden 1990-94. For vinterbalansen avviker årene 1990 og 1994 spesielt mye fra middelkurven. Kurvenes s-form skyldes vinddrift som fører til relativt stor akkumulasjon av snø nederst på breen, og til at snødybden varierer på tvers av breen i samme høydenivå. Dette akkumulasjonsmønsteret gjentar seg hvert år.

Kurvene for sommerbalansen har mindre spredning langs x-aksen. Bare ett av årene (1990) avviker særlig fra middelkurven. Dessuten viser sommerbalansens kurver at det er en tilnærmet lineær sammenheng mellom smeltingen og høyden over havet.

I fig. 6 som viser årlig fordeling av nettobalansen, er kurvene stort sett sammenfallende med unntak av ett år. 1994 avviker en del på grunn av svært liten vinterbalanse dette året.

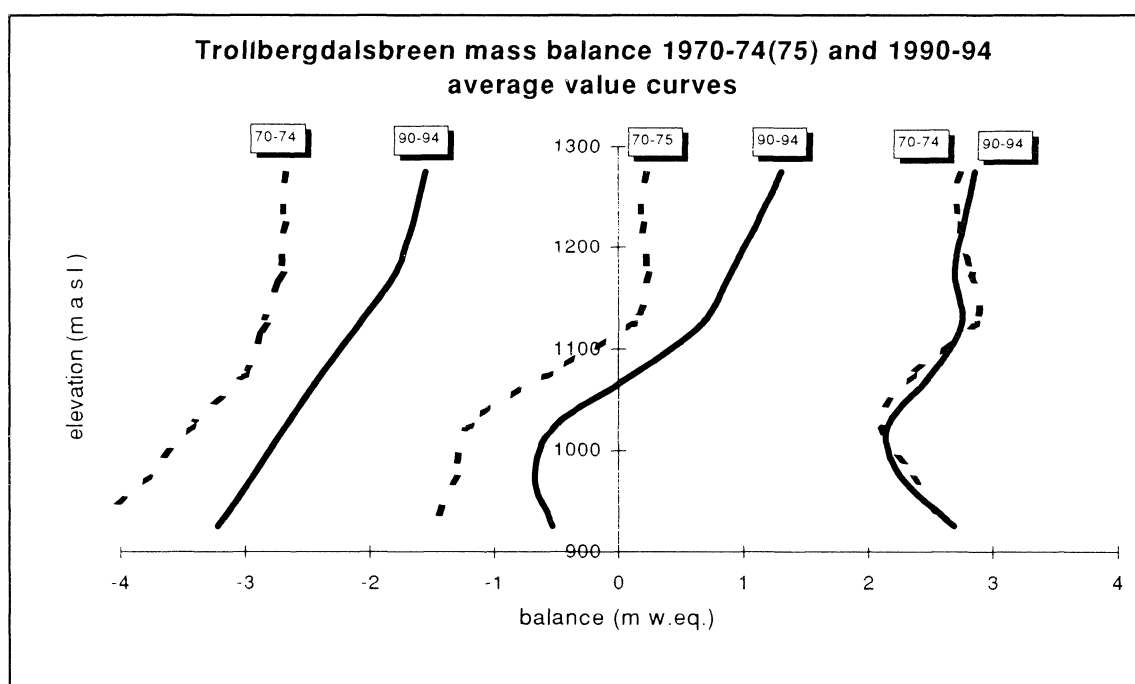


Fig. 7. Vinter-, sommer- og nettobalansens gjennomsnittskurver for måleperiodene 1970-74(75) og 1990-94.

Fig. 7 viser gjennomsnittskurvene for måleperiodene 1970-74(75) og 1990-94. Vinterbalansekurvene er omtrent sammenfallende for de to periodene. Kurvene som viser sommer- og nettobalanse er derimot noe forskjøvet i forhold til hverandre. Kurvenes form er imidlertid omtrent like.

I det følgende er resultatene for hvert år i måleperioden 1990-94 omtalt i forhold til balanseårets værssituasjon ut fra nærliggende meteorologiske stasjoner og "Klimatologisk værøversikt" fra DNMI.

1990

Vinteren 1989-90 var preget av vestavær med høy temperatur og relativt store nedbørmengder, spesielt på de kystnære breene. For Trollbergdalsbreen, som er en mer kontinental bre, førte dette til en vinterbalanse på 2.94 meter. Sommertemperaturen var høyere enn normalt. Sommerbalansen ble dermed 3.23 m, mens nettobalansen viste et underskudd på 0.29 m vannekvivalenter.

1991

Hele vinteren hadde mindre nedbør enn normalt, noe som førte til en vinterbalanse på 2.29 meter. Sommeren kan karakteriseres som normal med varm juni og kald juli. Sommerbalansen ble 2.45 m, mens nettobalansen ble som for de fleste andre breer i Norge nær null, med knapt underskudd på 0.16 m vannekvivalenter.

1992

Denne vinteren var preget av vestavær og stor akkumulasjon på de kystnære breene. På Trollbergdalsbreen ble vinterbalansen 2.63 meter. Sommeren startet med en varm mai og juni som førte til mye smelting på breene. Fortsettelsen ble derimot kaldere enn normalt. Sommerbalansen ble derfor bare 2.13 m, og nettobalansen ga et overskudd på 0.50 m vannekvivalenter.

1993

Vinteren 1992-93 var også preget av vedvarende vestavær og mye nedbør i kyststrøkene. Dette resulterte i en vinterbalanse på 2.45 m på Trollbergdalsbreen. I motsetning til året før var mai og spesielt juni svært kald, mens juli og første halvdel av august hadde høye temperaturer. Sommerbalansen ble 2.38 m, og nettobalansen omtrent null.

1994

Svært lite nedbør gjennom hele vinteren førte til en rekordlav vinterbalanse på bare 1.49 meter. Sommeren var omtrent som normal, og sommerbalansen ble 2.59 meter. På grunn av den lave vinterbalansen ble det et solid underskudd i nettobalansen på 1.10 m vannekvivalenter.

Tabell 2 og fig. 8 viser vinter-, sommer- og nettobalansen på Trollbergdalsbreen for måleperiodene 1970-74(75) og 1990-94. Middelerdiene viser at vinterbalansen for de to måleperiodene er omtrent like med 2.42 m for 1970-74 og 2.36 m for 1990-94. Sommerbalansen viser større forskjell med middelerdier på 3.15 m i perioden 1970-74 og 2.56 m for 1990-94. Begge måleperiodene viser negative middelerdier i nettobalanse med hhv -0.66 m i perioden 1970-75 og -0.20 m i perioden 1990-94. Usikkerheten er anslått til ± 0.20 m vannekvivalenter for nettobalansen, og ± 0.15 m for vinter- og sommerbalansen.

Year	b_w	b_s	b_n	ELA
1970	1.74	4.21	-2.47	>1400
1971	2.14	2.47	-0.33	1100
1972	2.44	3.68	-1.24	1160
1973	3.19	2.43	0.76	<900
1974	2.57	2.97	-0.40	1095
1975			-0.28	1090
1970-74 (75)	2.42	3.15	-0.66	
1990	2.94	3.23	-0.29	1075
1991	2.29	2.45	-0.16	1070
1992	2.63	2.13	0.50	<900
1993	2.45	2.38	0.07	1060
1994	1.49	2.59	-1.10	1180
1990-1994	2.36	2.56	-0.20	

Tabell 2. Vinterbalanse (b_w), sommerbalanse (b_s), nettobalanse (b_n) og likevektslinjens høyde (ELA) på Trollbergdalsbreen i periodene 1970-74 (75) og 1990-94.

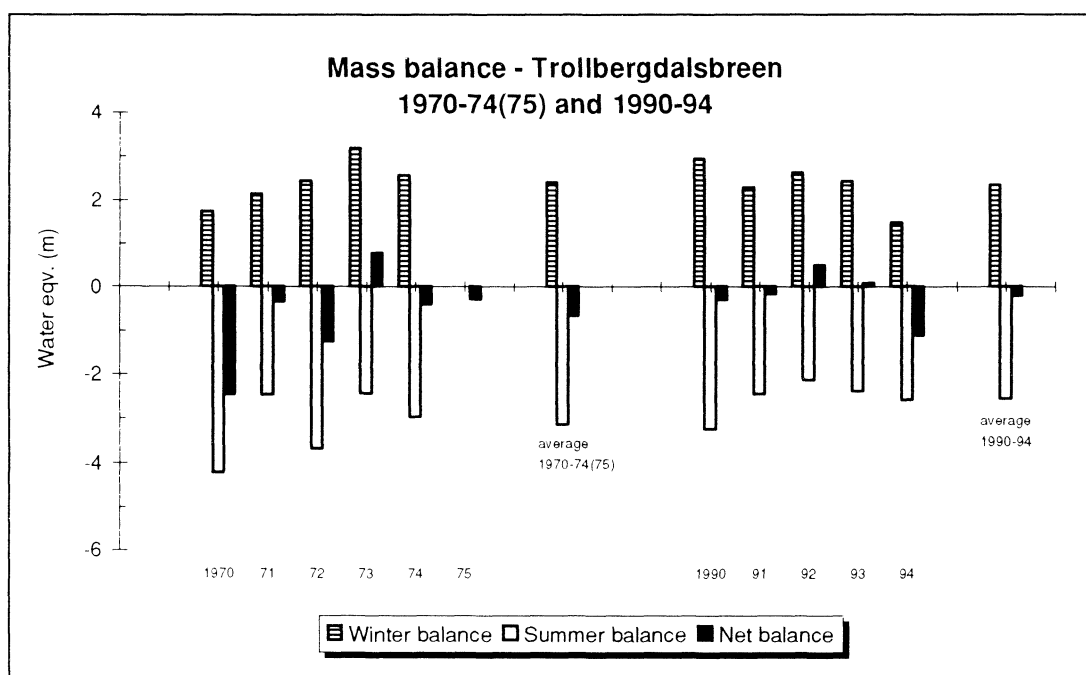


Fig. 8. Årlige variasjoner i massebalansen for Trollbergdalsbreen 1970-74(75) og 1990-94, samt middelverdier i de samme periodene.

Fig. 9 viser sammenhengen mellom nettobalansen og likevektslinjens høyde fra målingene på Trollbergdalsbreen i periodene 1970-75 og 1990-94. Denne korrelasjonen gjør det mulig å beregne nettobalansen ved å bestemme likevektslinjens høyde og benytte formelen i figuren. Formelens pålitelighet kan evalueres ved å beregne trendlinjens R-kvadrerte verdi. Her er verdien 0.93, hvilket betyr at det er god sammenheng mellom nettobalansen og likevektslinjens høyde på Trollbergdalsbreen.

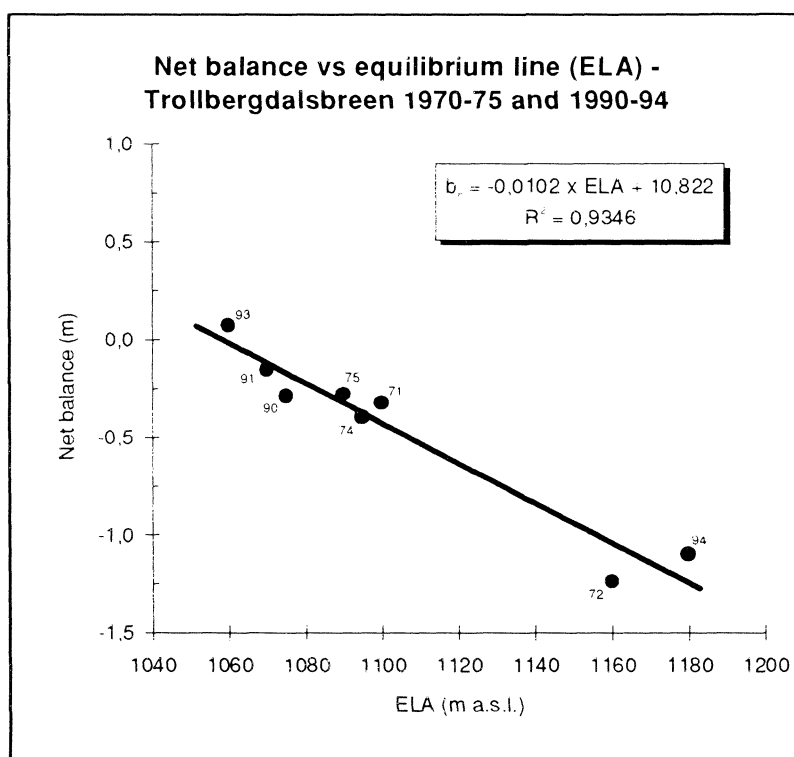


Fig. 9. Korrelasjon mellom likevektslinjens høyde og nettobalansen for Trollbergdalsbreen. I 1970, 73 og 92 lå likevektslinjen utenfor breens høydeintervall. Resultatene fra disse årene er ikke tatt med i grunnlaget for analysen.

3. KORRELASJON MED ENGABREEN

Statistisk sett er 5 års målinger for lite å basere korrelasjonsberegninger på. Derfor er måleresultatene fra perioden 1970-75 også tatt med i analysene nedenfor. Korrelasjonene er foretatt med Engabreen som har samtidige målinger i begge måleperiodene. Engabreen er en kystnær bre med mye nedbør, mens Trollbergdalsbreen er en mer kontinental bre med relativt mindre nedbør. Først er resultatene fra nettobalansen sammenlignet for å kunne gi et estimat på framtidige endringer av massebalansen på Trollbergdalsbreen. Siden er vinter- og sommerbalansen sammenlignet for høydeintervallet 1000-1200 m o.h., og for hele breen. Til slutt er nettobalansen mellom 1968 og 1985 estimert på to forskjellige måter. Usikkerheten i de årlige estimatene er anslått til ± 0.30 m for nettobalansen og ± 0.25 m for vinter- og sommerbalansen.

3.1 Sammenligning av nettobalansen midlet over hele breen

Sammenhengen mellom årlig midlere nettobalanse for Trollbergdalsbreen og Engabreen er analysert ved hjelp av lineær regresjon. I analysen er målinger fra begge måleperiodene benyttet. Resultatet er vist i fig. 10.

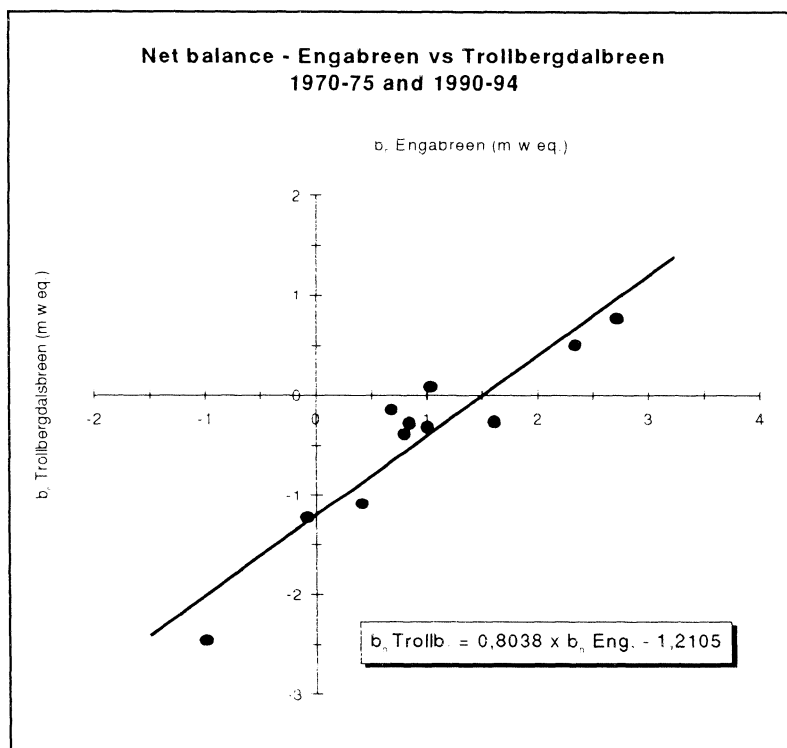


Fig. 10. En lineær regresjonsanalyse av nettobalansen mellom Engabreen og Trollbergdalsbreen i måleperiodene 1970-75 og 1990-94. Ligningen beskriver en lineær sammenheng mellom de to breenes nettobalanse. Den R-kvadrerte verdien er 0.87.

Analysen viser at det er relativt god korrelasjon mellom nettobalansen for de to breene. Verdiene for Trollbergdalsbreen er gjennomgående lavere enn for Engabreen. Dessuten er variasjonen mellom årene mindre på Trollbergdalsbreen.

3.2 Sammenligning av vinter- og sommerbalansen

Vinter- og sommerbalansen på Trollbergdalsbreen og Engabreen er sammenlignet for høydeintervallet 1000-1200 m o.h. hvor målingene er sammenlignbare, og for hele breen. Samme metode er tidligere brukt for å sammenligne Spørteggbreen med Austdalsbreen og Nigardsbreen (Elvehøy, 1993).

Begge sammenligningene viste omtrent like R-kvadrerte verdier for både vinter- og sommerbalansen. Det betyr at korrelasjonen er like bra for hele breen, som for et

høydeintervall med sammenlignbare målinger. Massebalansen for hele breen kan beregnes etter følgende formler:

$$b_w \text{ Trollb.} = 0.68 \times b_w \text{ Eng.} + 0.39$$

$$b_s \text{ Trollb.} = 1.00 \times b_s \text{ Eng.} - 0.38$$

3.3 Nettobalanse 1968-85, sammenligning av to enkle metoder

For å estimere en midlere nettobalanse mellom 1968 og 1985 er to enkle metoder her benyttet. Perioden 1968-85 er valgt fordi det finnes gode kart over Trollbergdalsbreen for disse to årene.

3.3.1 Korrelasjon med Engabreen

Metoden bygger på korrelasjonen i nettobalanse som er funnet mellom Engabreen og Trollbergdalsbreen (kap. 3.1). Måleperiodene 1970-75 og 1990-94 er benyttet for å estimere årlig nettobalanse fra 1976 til 1985. For årene 1968 og 1969 finnes det ikke målinger verken på Engabreen eller andre sammenlignbare breer i nærheten. Verdiene for disse årene er valgt som et aritmetisk middel av måleperioden 1970-75. Fig. 11 viser resultatet av beregningene. Nettobalansen mellom 1968 og 1985 ble estimert til -12.8 m vannekvivalenter, og det gir et midlere årlig underskudd på -0.75 meter.

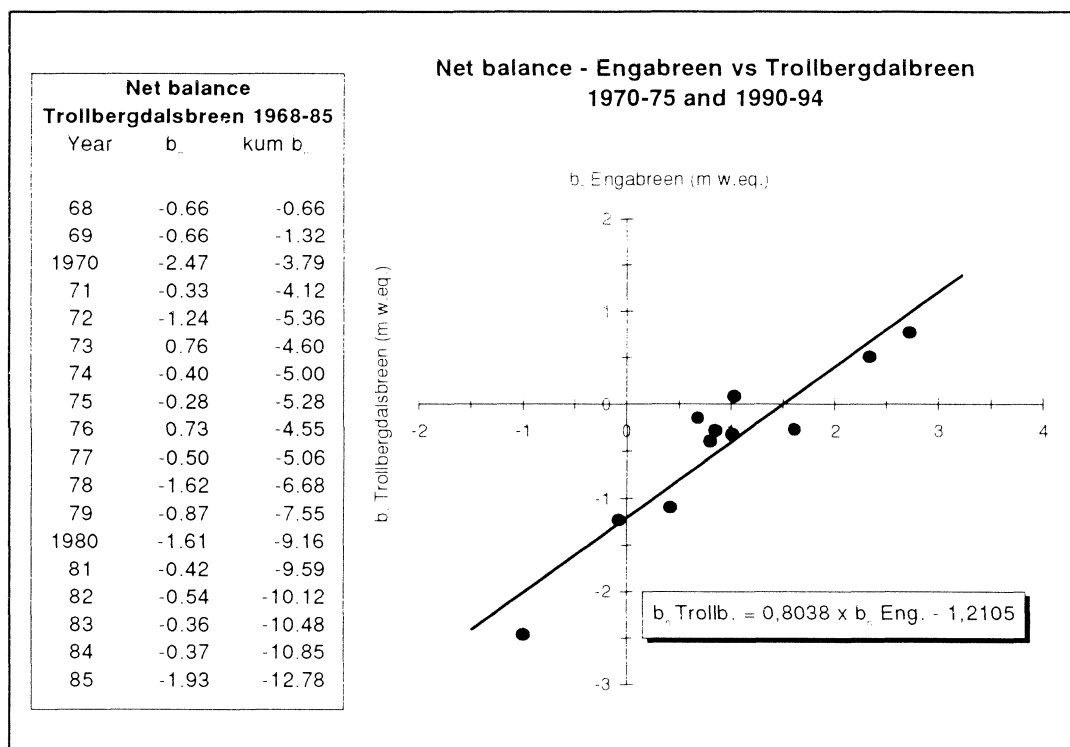


Fig. 11. Korrelasjonsligningen som beskriver den lineære sammenhengen mellom nettobalansen på Trollbergdalsbreen og Engabreen. Nettobalansen mellom 1968 og 1985 er beregnet til -12.8 m vannekvivalenter jevnt fordelt over hele breen.

3.3.2 Endring i breoverflatens høyde mellom to kartlegginger

Punkter med 50 meters avstand i ett lengdeprofil langs breens senterlinje er funnet ut av kartene fra 1968 og 1985 (fig. 3). Høyden i hvert punkt er sammenlignet og en høydeendring er beregnet. En midlere endring av høyden innenfor hvert 50 meters høydeintervall er funnet, og nettobalansen er beregnet for hvert høydenivå og totalt for hele breen. Tabell 3 viser resultatet av beregningene.

Tabell 3. Nettobalansen på Trollbergdalsbreen beregnet på grunnlag av endringer i breoverflatens høyde. Beregningene ga en nettobalanse i perioden 1968-85 på -15.9 m vann-ekvivalenter jevnt fordelt over hele breen.

Net balance Trollbergdalsbreen 1968 - 85			
Altitude (masl)	Area (km ²)	Net balance	
		Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)
1250 - 1300	0,01	0,00	0,00
1200 - 1250	0,06	-5,40	-0,31
1150 - 1200	0,16	-10,93	-1,70
1100 - 1150	0,12	-13,50	-1,63
1050 - 1100	0,40	-15,30	-6,06
1000 - 1050	0,64	-17,23	-11,10
950 - 1000	0,25	-18,90	-4,77
900 - 950	0,07	-21,00	-1,52
Total area		1,70	

Total for whole glacier between 1968 and 1985	
	Net bal.
volume (10 ⁶ m ³)	-27,1
specific (m)	-15,9

Beregningene viser en nettobalanse i perioden 1968-85 på -15.9 m vannekvivalenter, og det gir et årlig midlere underskudd på -0.94 meter.

Metodene for beregning av nettobalansen mellom 1968 og 1985 ga hhv -12.8 m og -15.9 m vannekvivalenter. Metodene, som tar utgangspunkt i forskjellige datagrunnlag, har begge sine svakheter.

De årlige resultatene som bygger på korrelasjon med Engabreen har en viss usikkerhet. Vinternedbøren er avhengig av framtreddende vindretning. Vedvarende vestavær gir f.eks forholdsvis mer nedbør på Engabreen.

Beregningene som bygger på nivåendringer mellom kartene fra 1968 og 1985 har sin begrensning i at kun ett lengdeprofil er benyttet. Akkumulasjonsmønsteret på Trollbergdalsbreen, som er beskrevet i rapportserien "Glasiologiske undersøkelser i Norge" fra 1970-74, viser at det er variasjoner i snødybden på tvers av breen i samme høyde. Metoden tar ikke hensyn til denne lokale variasjonen.

4. KONKLUSJONER

Trollbergdalsbreens massebalanse er målt i perioden 1990-94. I løpet av disse 5 årene var massebalanseforholdene noe variable. Middelerverdiene for hhv vinter-, sommer- og nettobalansen ble 2.36 m, 2.56 m og -0.20 m vannekvivalenter. Usikkerheten er anslått til ± 0.20 m vannekvivalenter for nettobalansen, og ± 0.15 m for vinter- og sommerbalansen.

Sammenligning med målingene fra 1970-74 (75 for nettobalanse) viser omtrent like middelerverdier for vinterbalansen. Sommerbalansen var derimot noe mindre i perioden 1990-94. Underskuddet i nettobalansen ble dermed også mindre for 1990-94.

Sammenligning av massebalansen på Trollbergdalsbreen med Engabreen viser relativt god korrelasjon. Ligninger for beregning av årlig vinter-, sommer- og nettobalanse for hele breen er funnet. Usikkerheten i de årlige estimatene er anslått til ± 0.30 m for nettobalansen, og ± 0.25 m for vinter- og sommerbalansen.

Nettobalansen fra 1968 til 1985 er beregnet på to ulike måter. Både korrelasjon med Engabreen, og høydeendringer mellom to kart viser underskudd i nettobalansen, med hhv 13 og 16 m vannekvivalenter eller 22 og 27 mill.m³ vann. Det gir en årlig negativ middelerverdi mellom -0.75 og -0.94 m med en usikkerhet anslått til ± 0.30 m vannekvivalenter.

REFERANSER

Elvehøy, H.

1993: Sluttrapport for massebalansemålinger på Spørteggbreen. Rapport 3-93 fra Hydrologisk avdeling, NVE (24 sider).

Roland, E. og Haakensen, N.

1985: Glasiologiske undersøkelser i Norge 1982. Rapport 1-85 fra Hydrologisk avdeling, NVE (102 sider).

Østrem, G. og Brugman, M.

1991: Glacier mass balance measurements, National Hydrology Research Institute Science Report nr. 4 (224 sider).

Mass balance Trollbergdalsbreen 1969/70 – traditional method

Altitude (masl)	Area (km ²)	Winter accumulation		Summer ablation		Net balance	
		Measured 21 mai 1970		Measured 31 aug 1970		Summer surfaces 1969 - 1970	
		Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)	Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)	Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)
1350 - 1370	0,00	2,00	0,01	-3,66	-0,01	-1,66	0,00
1300 - 1350	0,05	2,12	0,10	-3,74	-0,17	-1,62	-0,07
1250 - 1300	0,05	2,13	0,10	-3,71	-0,17	-1,58	-0,07
1200 - 1250	0,19	2,12	0,40	-3,69	-0,70	-1,57	-0,30
1150 - 1200	0,17	1,90	0,33	-3,68	-0,64	-1,78	-0,31
1100 - 1150	0,13	2,13	0,28	-3,62	-0,47	-1,49	-0,20
1050 - 1100	0,56	1,84	1,02	-3,98	-2,21	-2,14	-1,19
1000 - 1050	0,61	1,50	0,92	-4,45	-2,72	-2,95	-1,81
950 - 1000	0,20	1,43	0,29	-5,14	-1,03	-3,71	-0,74
900 - 950	0,07	1,30	0,09	-5,74	-0,38	-4,44	-0,30

Total area **2,02****Total for whole glacier between summer surfaces 1969 - 1970**

	Winter acc.	Summer abl.	Net bal.
volume (10 ⁶ m ³)	3,53	-8,51	-4,99
specific (m)	1,74	-4,21	-2,46

Mass balance Trollbergdalsbreen 1970/71 – traditional method

Altitude (masl)	Area (km ²)	Winter accumulation		Summer ablation		Net balance	
		Measured 10 mai 1971		Measured 09 nov 1971		Summer surfaces 1970 - 1971	
		Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)	Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)	Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)
1350 - 1370	0,00	2,00	0,01	-2,00	-0,01	0,00	0,00
1300 - 1350	0,05	2,12	0,10	-2,12	-0,10	0,00	0,00
1250 - 1300	0,05	2,27	0,10	-2,37	-0,11	-0,10	0,00
1200 - 1250	0,19	2,29	0,44	-2,37	-0,45	-0,08	-0,02
1150 - 1200	0,17	2,58	0,45	-2,37	-0,41	0,21	0,04
1100 - 1150	0,13	2,67	0,35	-2,37	-0,31	0,30	0,04
1050 - 1100	0,56	2,11	1,17	-2,37	-1,32	-0,26	-0,14
1000 - 1050	0,61	1,79	1,10	-2,56	-1,57	-0,77	-0,47
950 - 1000	0,20	2,22	0,44	-2,62	-0,52	-0,40	-0,08
900 - 950	0,07	2,51	0,17	-2,88	-0,19	-0,37	-0,02

Total area **2,02****Total for whole glacier between summer surfaces 1970 - 1971**

	Winter acc.	Summer abl.	Net bal.
volume (10 ⁶ m ³)	4,32	-4,98	-0,66
specific (m)	2,13	-2,46	-0,33

Mass balance Trollbergdalsbreen 1971/72 – traditional method

Altitude (masl)	Area (km ²)	Winter accumulation		Summer ablation		Net balance	
		Measured 01 mai 1972		Measured 14 sep 1972		Summer surfaces 1971 - 1972	
		Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)	Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)	Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)
1350 - 1370	0,00	2,67	0,01	-2,67	-0,01	0,00	0,00
1300 - 1350	0,05	2,54	0,12	-2,75	-0,13	-0,21	-0,01
1250 - 1300	0,05	2,47	0,11	-2,76	-0,13	-0,29	-0,01
1200 - 1250	0,19	2,52	0,48	-2,76	-0,52	-0,24	-0,05
1150 - 1200	0,17	2,80	0,48	-2,76	-0,48	0,04	0,01
1100 - 1150	0,13	2,77	0,36	-3,25	-0,43	-0,48	-0,06
1050 - 1100	0,56	2,38	1,32	-3,44	-1,91	-1,06	-0,59
1000 - 1050	0,61	2,21	1,35	-4,15	-2,54	-1,94	-1,19
950 - 1000	0,20	2,52	0,50	-4,65	-0,93	-2,13	-0,43
900 - 950	0,07	2,92	0,20	-5,43	-0,36	-2,51	-0,17

Total area **2,02**

Total for whole glacier between summer surfaces 1971 - 1972

	Winter acc.	Summer abl.	Net bal.
volume (10 ⁶ m ³)	4,94	-7,44	-2,50
specific (m)	2,44	-3,67	-1,23

Mass balance Trollbergdalsbreen 1972/73 – traditional method

Altitude (masl)	Area (km ²)	Winter accumulation		Summer ablation		Net balance	
		Measured 27 mai 1973		Measured 18 okt 1973		Summer surfaces 1972 - 1973	
		Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)	Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)	Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)
1250 - 1300	0,01	3,75	0,02	-2,13	-0,01	1,62	0,01
1200 - 1250	0,08	3,65	0,29	-2,13	-0,17	1,52	0,12
1150 - 1200	0,17	3,68	0,64	-2,15	-0,37	1,53	0,26
1100 - 1150	0,13	3,71	0,49	-2,23	-0,29	1,48	0,19
1050 - 1100	0,56	3,12	1,73	-2,30	-1,28	0,82	0,46
1000 - 1050	0,61	2,86	1,75	-2,54	-1,55	0,32	0,20
950 - 1000	0,20	3,28	0,66	-2,77	-0,55	0,51	0,10
900 - 950	0,07	3,67	0,25	-3,13	-0,21	0,54	0,04

Total area **1,82**

Total for whole glacier between summer surfaces 1972 - 1973

	Winter acc.	Summer abl.	Net bal.
volume (10 ⁶ m ³)	5,82	-4,44	1,38
specific (m)	3,19	-2,44	0,76

Mass balance Trollbergdalsbreen 1973/74 – traditional method

Altitude (masl)	Area (km ²)	Winter accumulation		Summer ablation		Net balance	
		Measured 11 mai 1974		Measured 28 sep 1974		Summer surfaces 1973 - 1974	
		Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)	Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)	Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)
1250 - 1300	0,01	3,13	0,02	-2,38	-0,01	0,75	0,00
1200 - 1250	0,08	3,14	0,25	-2,38	-0,19	0,76	0,06
1150 - 1200	0,17	3,23	0,56	-2,47	-0,43	0,76	0,13
1100 - 1150	0,13	3,19	0,42	-2,63	-0,34	0,56	0,07
1050 - 1100	0,56	2,52	1,40	-2,73	-1,52	-0,21	-0,12
1000 - 1050	0,61	2,27	1,39	-3,24	-1,98	-0,97	-0,59
950 - 1000	0,20	2,37	0,47	-3,51	-0,70	-1,14	-0,23
900 - 950	0,07	2,62	0,18	-3,63	-0,24	-1,01	-0,07

Total area **1,82**

Total for whole glacier between summer surfaces 1973 - 1974

	Winter acc.	Summer abl.	Net bal.
volume (10 ⁶ m ³)	4,68	-5,42	-0,74
specific (m)	2,57	-2,97	-0,40

**Mass balance Trollbergdalsbreen 1974/75
- traditional method**

Altitude (masl)	Area (km ²)	Net balance	
		Summer surfaces 1974 - 1975	
		Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)
1250 - 1300	0,01	1,00	0,01
1200 - 1250	0,08	0,86	0,07
1150 - 1200	0,17	0,73	0,13
1100 - 1150	0,13	0,53	0,07
1050 - 1100	0,56	-0,26	-0,14
1000 - 1050	0,61	-0,67	-0,41
950 - 1000	0,20	-0,89	-0,18
900 - 950	0,07	-0,90	-0,06

Total area **1,82**

Total for whole glacier between summer surfaces 1974 - 1975

	Net bal.
volume (10 ⁶ m ³)	-0,51
specific (m)	-0,28

Mass balance Trollbergdalsbreen 1989/90 – traditional method

Altitude (masl)	Area (km ²)	Winter accumulation Measured 13 mai 1990		Summer ablation Measured 30 aug 1990		Net balance Summer surfaces 1989 - 1990	
		Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)	Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)	Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)
1250 - 1300	0,00	4,20	0,02	-2,47	-0,01	1,73	0,01
1200 - 1250	0,03	4,05	0,14	-2,65	-0,09	1,40	0,05
1150 - 1200	0,14	3,87	0,54	-2,80	-0,39	1,07	0,15
1100 - 1150	0,11	3,55	0,39	-2,95	-0,33	0,60	0,07
1050 - 1100	0,24	3,15	0,74	-3,13	-0,74	0,02	0,00
1000 - 1050	0,68	2,65	1,79	-3,30	-2,23	-0,65	-0,44
950 - 1000	0,31	2,57	0,78	-3,45	-1,05	-0,88	-0,27
900 - 950	0,08	3,15	0,25	-3,60	-0,28	-0,45	-0,04

Total area **1,58**

Total for whole glacier between summer surfaces 1989 - 1990

	Winter acc.	Summer abl.	Net bal.
volume (10 ⁶ m ³)	4,65	-5,12	-0,47
specific (m)	2,94	-3,23	-0,30

Mass balance Trollbergdalsbreen 1990/91 – traditional method

Altitude (masl)	Area (km ²)	Winter accumulation Measured 23 mai 1991		Summer ablation Measured 30 sep 1991		Net balance Summer surfaces 1990 - 1991	
		Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)	Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)	Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)
1250 - 1300	0,00	2,80	0,01	-1,45	-0,01	1,35	0,01
1200 - 1250	0,03	2,65	0,09	-1,50	-0,05	1,15	0,04
1150 - 1200	0,14	2,60	0,36	-1,60	-0,22	1,00	0,14
1100 - 1150	0,11	3,05	0,34	-1,90	-0,21	1,15	0,13
1050 - 1100	0,24	2,30	0,54	-2,20	-0,52	0,10	0,02
1000 - 1050	0,68	2,05	1,39	-2,50	-1,69	-0,45	-0,30
950 - 1000	0,31	2,25	0,69	-2,95	-0,90	-0,70	-0,21
900 - 950	0,08	2,65	0,21	-3,60	-0,28	-0,95	-0,07

Total area **1,58**

Total for whole glacier between summer surfaces 1990 - 1991

	Winter acc.	Summer abl.	Net bal.
volume (10 ⁶ m ³)	3,62	-3,88	-0,26
specific (m)	2,29	-2,45	-0,16

Mass balance Trollbergdalsbreen 1991/92 – traditional method

Altitude (masl)	Area (km ²)	Winter accumulation		Summer ablation		Net balance	
		Measured 28 mai 1992		Measured 12 sep 1992		Summer surfaces 1991 - 1992	
		Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)	Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)	Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)
1250 - 1300	0,00	3,10	0,01	-1,10	0,00	2,00	0,01
1200 - 1250	0,03	3,00	0,10	-1,20	-0,04	1,80	0,06
1150 - 1200	0,14	2,95	0,41	-1,45	-0,20	1,50	0,21
1100 - 1150	0,11	2,80	0,31	-1,70	-0,19	1,10	0,12
1050 - 1100	0,24	2,60	0,61	-2,00	-0,47	0,60	0,14
1000 - 1050	0,68	2,40	1,62	-2,25	-1,52	0,15	0,10
950 - 1000	0,31	2,75	0,84	-2,45	-0,75	0,30	0,09
900 - 950	0,08	3,30	0,26	-2,50	-0,20	0,80	0,06

Total area **1,58**

Total for whole glacier between summer surfaces 1991 - 1992

	Winter acc.	Summer abl.	Net bal.
volume (10 ⁶ m ³)	4,17	-3,37	0,80
specific (m)	2,63	-2,13	0,50

Mass balance Trollbergdalsbreen 1992/93 – traditional method

Altitude (masl)	Area (km ²)	Winter accumulation		Summer ablation		Net balance	
		Measured 08 mai 1993		Measured 25 sep 1993		Summer surfaces 1992 - 1993	
		Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)	Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)	Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)
1250 - 1300	0,00	2,40	0,01	-1,30	-0,01	1,10	0,00
1200 - 1250	0,03	2,40	0,08	-1,35	-0,05	1,05	0,04
1150 - 1200	0,14	2,40	0,33	-1,40	-0,19	1,00	0,14
1100 - 1150	0,11	2,85	0,32	-1,90	-0,21	0,95	0,11
1050 - 1100	0,24	2,85	0,67	-2,35	-0,55	0,50	0,12
1000 - 1050	0,68	2,25	1,52	-2,55	-1,72	-0,30	-0,20
950 - 1000	0,31	2,35	0,72	-2,65	-0,81	-0,30	-0,09
900 - 950	0,08	2,90	0,23	-2,95	-0,23	-0,05	0,00

Total area **1,58**

Total for whole glacier between summer surfaces 1992 - 1993

	Winter acc.	Summer abl.	Net bal.
volume (10 ⁶ m ³)	3,88	-3,77	0,10
specific (m)	2,45	-2,38	0,07

Mass balance Trollbergdalsbreen 1993/94 – traditional method

Altitude (masl)	Area (km ²)	Winter accumulation		Summer ablation		Net balance	
		Measured 12 mai 1994		Measured 16 sep 1994		Summer surfaces 1993 - 1994	
		Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)	Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)	Specific (m w.eq.)	Volume (10 ⁶ m ³)
1250 - 1270	0,00	1,80	0,01	-1,45	-0,01	0,35	0,00
1200 - 1250	0,03	1,75	0,06	-1,55	-0,05	0,20	0,01
1150 - 1200	0,14	1,65	0,23	-1,70	-0,24	-0,05	-0,01
1100 - 1150	0,11	1,50	0,17	-1,95	-0,22	-0,45	-0,05
1050 - 1100	0,24	1,65	0,39	-2,25	-0,53	-0,60	-0,14
1000 - 1050	0,68	1,45	0,98	-2,70	-1,83	-1,25	-0,85
950 - 1000	0,31	1,35	0,41	-3,15	-0,96	-1,80	-0,55
900 - 950	0,08	1,45	0,11	-3,45	-0,27	-2,00	-0,16

 Total area **1,58**

Total for whole glacier between summer surfaces 1993 - 1994

	Winter acc.	Summer abl.	Net bal.
volume (10 ⁶ m ³)	2,36	-4,10	-1,74
specific (m)	1,49	-2,59	-1,10

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energiverk (NVE)
Adresse: Postboks 5091 Majorstua, 0301 Oslo

I 1995 ER FØLGENDE RAPPORTER UTGITT:

- Nr 1 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning Fossheimselva (087.B1Z). (11 s.)
- Nr 2 Jim Bogen og Rolf Tore Ottesen: Suldalslågens sedimentkilder. (17 s.)
- Nr 3 Lars-Evan Pettersson: Flomfrekvensanalyser for Vestlandet. (15 s.)
- Nr 4 Bjarne Krokli: Flomberegning for Finnbuavatn (036.CE) og Vasstølvatn (036.CC). (19 s.)
- Nr 5 Randi Pytte Asvall: Mel kraftverk. Vanntemperatur i Vettlefjordelva etter utbygging. (17 s.)
- Nr 6 Bjarne Krokli: Flomberegning for Austre og Vestre Middyrvatn (036.G). (19 s.)
- Nr 7 Bjarne Krokli: Flomberegning for Votnamagasinet (036.F). Foreløpig rapport. (12 s.)
- Nr 8 Leif J. Bogetveit: Vannføringsobservasjoner i Holobekken. (3 s.)
- Nr 9 Ole Einar Tveito og Hege Hisdal: Disaggregation of large scale climatological information. (14 s.)
- Nr 10 Einar Sæterbø: Fisketiltak i Litledalselva. (10 s.)
- Nr 11 Rune Dahl, Hans Otnes og Frode Trengereid: Årsrapport for Norges vassdrags- og energiverks (NVEs) havarigruppe. (19 s.)
- Nr 12 Truls Erik Bønsnes og Jim Bogen: Sedimenttransport i Sogna, Vikka og Risa ved Gardermoen hovedflyplass i 1994. (23 s.)
- Nr 13 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning Sviland Kraftverk (029.2Z). (16 s.)
- Nr 14 Bjarne Kjølmoen: Massebalansemålinger Trollbergdalsbreen (161.F) 1990-94. Sluttrapport. (27 s.)