

RAPPORT

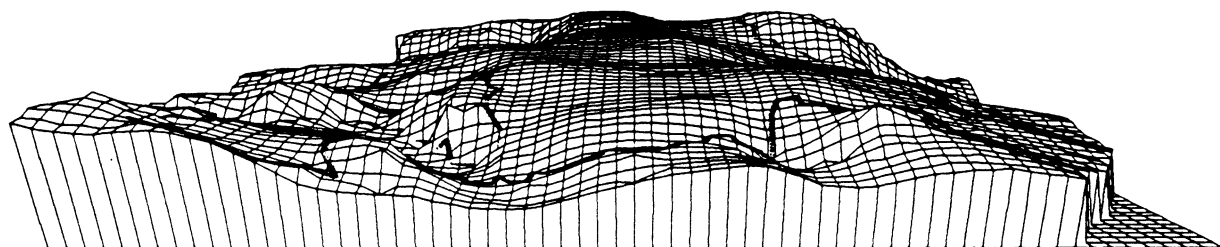
03 1993



NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

Hallgeir Elvehøy

SLUTTRAPPORT FOR MASSEBALANSEMÅLINGER PÅ SPØRTEGGGBREEN



NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIVERK
BIBLIOTEK

HYDROLOGISK AVDELING

Omslagsbilde: Perspektivplott av Spørteggbreens overflate sett fra et punkt
10 km sør for midten av breen og i 6000 m høyde.
Fra Kennett 1989

TITTEL Sluttrapport for massebalansemålinger på Spørteggbreen (Vassdragsnr. 076.Z og 075.42)	RAPPORT Nr 3 1993
SAKSBEHANDLER Hallgeir Elvehøy, HB	DATO 1. februar 1993
	RAPPORTEN ER Åpen
OPPDRAKSGIVER STATKRAFT, RVG	OPPLAG 50

SAMMENDRAG

I perioden 1988 - 91 ble det målt massebalanse på Spørteggbreen etter pålegg om hydrologiske undersøkelser i forbindelse med vannkraftutbygging i Jostedøla. I denne rapporten er resultatene av målingene stilt sammen og en enkel analyse er gjort for å finne eventuelle korrelasjoner til samtidige målinger på andre breer i nærheten som Nigardsbreen og Austdalsbreen. Hensikten med korrelasjonen er å gjøre det mulig å estimere massebalansen på Spørteggbreen.

De 4 årene det ble målt massebalanse var forholdene svært variable. Vinterbalansen varierte mellom 1.40 m vannekv. i 1991 og 3.34 m i 1990. Både 1989 og 1990 var år med rekordstor vinterbalanse på mange breer. Sommerbalansen varierte fra 1.37 m vannekv. i 1991 til 3.15 m i 1988 som var et år med svært stor avsmelting på mange breer. Den resulterende nettobalansen ble -1.52 m vann i 1988 da likevektslinjen ble liggende over toppen av breen. I 1989 og 1990 var nettobalansen hhv. 1.14 og 1.01 m vann, mens den i 1991 var +0.03 m vann. I gjennomsnitt var nettobalansen +0.16 m vannekvivalenter.

Utifra de 4 årene med målinger ble enkle korrelasjonsanalyser foretatt etter to metoder. Korrelasjonen mellom Spørteggbreen og hhv. Austdalsbreen og Nigardsbreen for vinter- og sommerbalansen midlet over hele breens areal ble funnet ved linær regressjonsanalyse. Små datasett (4 år) resulterte i relativt store usikkerheter i korrelasjonsligningene. Den andre metoden gikk ut på å finne trender i forskjellen mellom to breer for hvert enkelt høydenivå der målingene var sammenlignbare. Ved denne fremgangsmåten kunne et sett kriterier settes opp for modellering av Spørteggbreens massebalansekurver utifra målinger på Austdalsbreen. Begge metodene antydte en noe bedre korrelasjon mellom Spørteggbreen og Austdalsbreen enn mellom Spørteggbreen og Nigardsbreen.

Vinter- og sommerbalansen for Spørteggbreen for 1992 ble deretter beregnet utifra resultatene av de to modellene. Resultatene ble ikke signifikant forskjellige, men usikkerheten i estimatene basert på linær regresjon ble noe større enn for sammenligning av høydefordeling.

EMNEORD/SUBJECT TERMS

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

ANSVARLIG UNDERSKRIFT



Mike Kennett
seksjonssjef

**NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIVERK
BIBLIOTEK**

FORORD

Foreliggende rapport er et resultat av bestilling nr 30073 fra Statkraft, RVG.

Rapporten inneholder sammenstilling av resultatene fra 4 års massebalansemålinger på Spørteggbreen utført etter pålegg om hydrologiske undersøkelser i forbindelse med vannkraft-utbygging i Jostedøla, Luster kommune i Sogn og Fjordane.

Feltarbeidet på Spørteggbreen ble gjort av personell fra Bre- og snøseksjonen i NVE med noe støtte av Einar Fortun. De innsamlede dataene ble bearbeidet av Tron Laumann som også har skrevet årlige rapporter om arbeidet på breen. Sammenstilling og analyse av dataene er gjort av Hallgeir Elvehøy som også har utarbeidet denne rapporten.

Oslo, 1. februar 1993



Hallgeir Elvehøy
avdelingsingeniør

INNHALDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING.....	7
2. METODE.....	7
3. RESULTATER.....	7
4. SAMMENLIGNING OG KORRELASJON.....	9
4.1 Sammenligning av massebalanse midlet over hele breoverflaten.....	9
4.2 Sammenligning av massebalansens høydefordeling..	10
4.3 Sammenligning av metoder.....	12
5. KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER.....	13
REFERANSER.....	14
VEDLEGG A: Massebalansens høydefordeling på Spørtegg- breen i perioden 1988 - 91.....	22

1. Innledning

Spørteggbreen er en platåbre som ligger mellom Jostedalen og Mørkridsdalen i Luster kommune, Sogn og Fjordane (figur 1). Spørteggbreen dekker et areal på 28.0 km² hvorav 15.1 km² drenerer til Jostedalen og 12.9 km² drenerer til Mørkridsdalen (1988).

I forbindelse med vannkraftutbygging i Jostedøla ble Statkraft som utbygger pålagt å utføre massebalansemålinger på Spørteggbreen som en del av de hydrologiske konsesjonspåleggene. Hensikten med dette pålegget var å fremskaffe grunnlag for sammenligning med målinger på Austdalsbreen og på Nigardsbreen. Målingene startet våren 1988 og ble avsluttet høsten 1991. Andre målinger som også ble pålagt var en nøyaktig kartlegging av breoverflaten og kartlegging av bunntopografien ved hjelp av breradar for at dreneringsgrensene skulle kunne beregnes (Kennett, 1989).

2. Metode

Målemetoden er den samme som benyttes på andre breer undersøkt av Bre- og snøseksjonen, NVE. Metoden er beskrevet i f.eks Roland & Haakensen (1985) og Østrem & Brugman (1991).

Måleopplegget ble gjort enkelt med et fåtall av staker. Et stakenett bestående av 5 - 7 staker ble opprettholdt gjennom måleperioden (figur 2). Stakenettet utgjorde et nord - sør profil over breen og dekket de sentrale delene av breen samt to utløpere, - en mot nord og en mot sør. På disse stakene ble sommerbalansen og nettobalansen målt. Vinterbalansen er målt ved sondering vesentlig i de store flate områdene på breen. Snøfordelingen var svært jevn i alle de 4 årene. Figur 3 viser snøfordelingen i mai 1988 basert på sonderinger og flybilder tatt sent på sommeren 1988 som viser fordelingen av snø som ligger igjen.

Flere små utløpere er ikke undersøkt, men det antas at de undersøkte utløperne mot sør, nord og øst (sondering) er representative for de andre utløperne.

3. Resultater

Utifra målingene er vinter-, sommer- og nettobalansen i hvert 50-meters høydeintervall beregnet. Resultatene er tidligere publisert i Østrem et al, (1991) og Elvehøy & Haakensen (1992). Resultatene fra de fire årene er vist i vedlegg A. I det følgende er resultatene for Spørteggbreen for hvert enkelt år omtalt i forhold til målinger på andre breer i Sør-Norge.

1988

Vinterbalansen på breer på Vestlandet med lange måleserier (Nigardsbreen, Ålfotbreen og Hardangerjøkulen) var omtrent som gjennomsnittet for perioden 1962 - 87. Sommeren startet tidlig med betydelig smelting i mai. I juni var temperaturen opp til 5°C over det normale i fjellet i Sør-Norge. Stor avsmelting i mai og juni førte til tidlig senking av albedo slik at selv om juli og august var litt kaldere enn normalt så var smeltingen fortsatt betydelig. På breene med lange måleserier var sommerbalansen mellom 150 og 170% av gjennomsnittet.

På Spørteggbreen var snødypet mellom 3 og 4 meter i de flate, øvre områdene (det meste av arealet over 1500 m o.h.) ved akkumulasjonsmålingene 26.april. I løpet av den varme sommeren smeltet all snøen fra siste vinteren vekk. Likevektslinjen ble dermed liggende høyere enn toppen av breen. Minimumsmålingene ble gjort 28.september. Nettobalansen var da -1.52 m vann jevnt fordelt over breen. Målingene og resultatene er nærmere beskrevet i NVE (1989).

1989

Vinteren 1989 var ekstrem med høy temperatur og mye nedbør. På breene med lange måleserier var vinterbalansen mellom 150 og 180% av gjennomsnittet. Sommeren 1989 var kald med flere snøfall som til sammen gjorde at smeltingen var langt mindre enn i en gjennomsnittssommer. På Nigardsbreen var sommerbalansen bare 43% av gjennomsnittet for perioden 1962 - 88.

På Spørteggbreen var snødypet mellom 5 og 6 meter i de øvre områdene ved akkumulasjonsmålingene 20.april. Vinterbalansen i 1989 var 170% av vinterbalansen i 1988, mens sommerbalansen bare var 52% av sommerbalansen i 1988. Minimumsmålingene ble gjort 12.september. Målinger og resultater er nærmere beskrevet i NVE (1990a).

1990

Vintern 1990 var på mange måter lik vinteren 1989. På breene med lange måleserier falt det mellom 150 og 190% av gjennomsnittet. På Nigardsbreen falt det litt mindre nedbør enn i 1989, mens det på Austdalsbreen falt mer nedbør enn i 1989. På breene med lange måleserier var sommerbalansen 80 - 90% av gjennomsnittet for måleperiodene.

På Spørteggbreen var snødypet 6 - 7 meter i de øvre områdene ved akkumulasjonsmålingene 2.mai. Det var noe mer enn i 1989. Sommerbalansen var også noe større enn i 1989. Minimumsmålingene ble gjort 19.oktober. Målinger og resultater er nærmere beskrevet i NVE (1990b).

1991

Både sommer- og vinterbalansen var nær eller litt under gjennomsnittet for måleperiodene på breene med lange måleserier.

På Spørteggbreen var både vinter- og sommerbalansen den minste som ble målt siden målingene startet i 1988. Snødypet var 3 - 4 meter

i de øvre områdene. Akkumulasjonsmålingene ble gjort 30.april mens minimumsmålingene ble gjort 28.september. Målinger og resultater er nærmere beskrevet i NVE (1991).

I tabell 1 er resultatene midlet over hele breens areal vist sammen med høyden på likevektslinjen. I figur 4 er vinter- og sommerbalansekurvene vist.

I den målte 4-års perioden har massebalanseforholdene vært svært forskjellige. Det har vært nedbørsrike år og tørre år, og både varme og kaldere somrer. Derfor er de målte årene trolig representative for den grad av variasjon fra år til år som kan forventes i massebalansen på Spørteggbreen. Middelerdien for 4-års perioden er + 0.16 m vannekv. Det vil si at det i perioden ikke har vært vesentlige endringer i breens volum.

År	b_v	b_s	b_n	ELA
1988	1.61	3.15	-1.54	>1770
1989	2.76	1.62	1.14	1410
1990	3.34	2.33	1.01	1390
1991	1.40	1.37	0.03	1540
1988 - 91	2.28	2.12	0.16	

Tabell 1: Vinterbalanse (b_v), sommerbalanse (b_s), nettobalanse (b_n) og likevektslinjehøyde (ELA) på Spørteggbreen i perioden 1988-91.

4. Sammenligninger og korrelasjoner

Statistisk sett er 4 år en altfor kort periode å basere korrelasjoner på. Det kan derfor ikke forventes at eventuelle korrelasjoner skal kunne gi sikre estimat på framtidig massebalanse på Spørteggbreen.

4.1 Sammenligning av balanser midlet over hele breoverflaten

En enkel analyse av korrelasjoner mellom årlig vinter- og sommerbalanse midlet over hele breens overflate på Spørteggbreen, Austdalsbreen og Nigardsbreen ble gjort ved hjelp av linær regresjon. For Austdalsbreen er ikke kalvingen tatt med i sommerbalansen.

Resultatene av analysene er vist i figur 5 og tabell 2, og antyder at det er nærmere korrelasjon mellom Spørteggbreen og Austdalsbreen enn mellom Spørteggbreen og Nigardsbreen. Når datagrunnlaget er så lite som her skal det imidlertid ikke store feilen i resultatene til for å forklare forskjellene i spredning.

b	bre	koeffisient (a)	konstant (b)	korrelasjons- koeffisient (r^2)
b_v	Austdalsbreen	0.96 ± 0.05	-0.22 ± 0.08	0.996
b_v	Nigardsbreen	0.82 ± 0.30	-0.13 ± 0.52	0.79
b_s	Austdalsbreen	0.90 ± 0.18	0.16 ± 0.27	0.92
b_s	Nigardsbreen	0.70 ± 0.33	0.81 ± 0.54	0.69

Tabell 2: Resultater av linær korrelasjonsanalyse mellom vinter- og sommerbalansen på Spørteggbreen, og vinter- og sommerbalansen på Austdalsbreen og Nigardsbreen. Korrelasjonslikningene har formen $y = ax + b$.

For vinterbalansen er det vinterbalansen fra 1989 på Nigardsbreen som avviker mest fra linære trender. Da var vinterbalansen den største som noen gang er målt. Usikkerheten ble da anslått til ± 1.2 m vannekv. pga store problemer med bestemmelsen av snødypet i de øvre områdene.

I kapittel 4.3 blir vinter- og sommerbalansen for Spørteggbreen for 1992 beregnet utifra disse sammenhengene og en annen framgangsmåte beskrevet i kapittel 4.2 sammenlignet.

4.2 Sammenligning av massebalansens høydefordeling

Vinter- og sommerbalansen i forskjellige høydenivå på Spørteggbreen er sammenlignet med de samme høydenivåene på Austdalsbreen og Nigardsbreen som ligger ca 20 km hhv. nord og vest for Spørteggbreen (figur 1). Massebalansen er målt på Nigardsbreen siden 1962 og på Austdalsbreen siden 1988.

Det ble valgt ikke å sammenligne nettobalansekurvene fordi disse er resultat av vinter- og sommerbalansekurvene som igjen er styrt av relativt uavhengige prosesser.

Framgangsmåten har vært å beregne forskjellen i hhv. vinter- og sommerbalansen på Spørteggbreen og hhv. Austdalsbreen og Nigardsbreen for hvert høydeintervall og hvert år innenfor det aktuelle høydeområdet. Disse forskjellene er så analysert videre.

Spørteggbreen og Austdalsbreen

Sammenligning mellom Spørteggbreen og Austdalsbreen er gjort for høydeintervallene mellom 1350 og 1600 m o.h. fordi det er gjort målinger i dette høydeintervallet på begge breene.

Sammenligning av vinterbalansen på Spørteggbreen og Austdalsbreen for 5 høydeintervaller og 4 år viser at vinterbalansen på Spørteggbreen i gjennomsnitt var 0.58 ± 0.15 m vannekv. mindre enn på Austdalsbreen. Den største og minste forskjellen for ett høydeintervall i ett år var hhv. 0.90 og 0.30 m vannekv. Gjennomsnittet for hvert høydeintervall var fra 0.41 til 0.64 m vannekv.

Sammenligning av sommerbalansen på Spørteggbreen og Austdalsbreen for 5 høydeintervaller og 4 år viser at sommerbalansen på Spørteggbreen i gjennomsnitt var 0.53 ± 0.23 m vannekv. større enn på Austdalsbreen. Den største og minste forskjellen for ett høydeintervall i ett år var hhv. 0.94 og 0.15 m vannekv. Gjennomsnittet for hvert høydeintervall var fra 0.47 til 0.57 m vannekv.

Spørteggbreen og Nigardsbreen

Sammenligning mellom Spørteggbreen og Nigardsbreen er gjort for høydeintervallene mellom 1350 og 1650 m o.h. Over 1650 m o.h. er effekten av vind betydelig på Spørteggbreen (figur 4). En svakhet ved sammenligning med Nigardsbreen er at det der gjøres lite målinger i dette høydeintervallet. Kurvene er der interpolert mellom bretunga ca 1000 m o.h og platået 1600 til 1800 m o.h.

Sammenligning av vinterbalansen på Spørteggbreen og Nigardsbreen for 6 høydeintervaller og 4 år viser at vinterbalansen på Spørteggbreen var 0.33 ± 0.54 m vannekv. større enn på Nigardsbreen. I 1988, 1989 og 1991 var vinterbalansen på Nigardsbreen større enn på Spørteggbreen i høydeintervallene mellom 1350 og 1650 m o.h. I disse årene var midlere forskjell hhv. 0.57, 0.75 og 0.51 m vannekv. I 1990 var vinterbalansen større på Spørteggbreen med midlere forskjell på 0.50 m vannekv.

Sammenligning av sommerbalansen på Spørteggbreen og Nigardsbreen for 6 høydeintervaller og 4 år viser at sommerbalansen på Spørteggbreen var 0.27 ± 0.46 m vannekv. større enn på Nigardsbreen. I 1988 var sommerbalansen i disse høydenivåene omtrent like stor på de to breene. I 1989 og 1990 var sommerbalansen større på Spørteggbreen enn på Nigardsbreen (hhv. 0.8 og 0.5 m vannekv.). I 1991 var sommerbalansen 0.3 m vannekv. større på Nigardsbreen enn på Spørteggbreen.

Korrelasjoner

Disse analysene tyder på at det er en relativt god korrelasjon mellom målingene på Spørteggbreen og Austdalsbreen. Analysene viser at det er en betydelig grad av variasjon mellom målingene på Spørteggbreen og målingene på Nigardsbreen. Denne forskjellen kan skyldes breenes innbyrdes beliggenhet i forhold til hverandre og til de fremherskende nedbørsgivende vindretningene fra sør og

	HØYDEINTERVALL (m o.h.)	HANDLING
Vinterbalansen	1350-1650	$b_v(i)_{\text{Sper}} = b_v(i)_{\text{Aust}} - 0.6 \text{ m}$
	1260-1350	linær ekstrapolasjon
	1650-1770	$b_v(1750-1770) = b_v(1600-1650) - 0.45 \text{ m}$, krum kurve
Sommerbalansen	1350-1650	$b_s(i)_{\text{Sper}} = b_s(i)_{\text{Aust}} + 0.5 \text{ m}$
	1260-1350	linær ekstrapolasjon
	1650-1770	økende hellning på kurven

Tabell 3: Kriterier for konstruksjon av vinter- og sommerbalansekurver for Spørteggbreen basert på målinger på Austdalsbreen.

vest. Både Austdalsbreen og Spørteggbreen kan i så måte sies å ligge i nedbørsskyggen av Nigardsbreen og resten av Jostedalsbreen.

Utifra denne enkle analysen og trender i kurveform (figur 4) kan et sett kriterier settes opp for modellering av massebalansekurvene for Spørteggbreen utifra massebalansen på Austdalsbreen (tabell 3).

Usikkerheten i modellen er anslått til $\pm 0.3 \text{ m}$ vannekv. både for vinter- og sommerbalansen. I tillegg kommer usikkerheten i resultatene fra Austdalsbreen som er inngangsdata til modellen. I figur 6 er de modellerte vinter- og sommerbalansekurvene til Spørteggbreen i 1992 vist sammen med resultatene for perioden 1988 - 91.

4.3 Sammenligning av metoder

Vinter-, sommer- og nettobalansen på Spørteggbreen i 1992 beregnet ved hjelp av tre modeller beskrevet i kapittel 4.a og 4.b er vist i tabell 4. Usikkerhetene i data fra Austdalsbreen er hentet fra NVE (1992) mens usikkerheten i data fra Nigardsbreen er anslått å være $\pm 0.3 \text{ m}$ vannekvivalenter. Til sammenligning er resultatene for perioden 1988-91 vist i tabell 1.

Det er liten forskjell mellom estimatene og ingen signifikante forskjeller. Men usikkerheten spesielt i estimatene på grunnlag av linær korrelasjon mellom Spørteggbreen og Nigardsbreen er så store at resultatene nærmest er meningsløse.

	Linær regresjon mellom Spørteggbreen og Austdalsbreen	Linær regresjon mellom Spørteggbreen og Nigardsbreen	Sammenligning av kurveform basis for kriterier. Inngangsdata fra Austdalsbreen
Vinterbalanse (m/år)	2.47 ± 0.26	2.48 ± 1.22	2.56 ± 0.27
Sommerbalanse (m/år)	1.87 ± 0.54	1.93 ± 1.02	1.72 ± 0.32
Nettobalanse (m/år)	+0.60 ± 0.60	+ 0.55 ± 1.59	+ 0.84 ± 0.42

Tabell 4

5. Konklusjoner og anbefalinger

- 4 års massebalansemålinger gir her et godt bilde på naturlige variasjoner i massebalanseforholdene på Spørteggbreen fordi årene var svært forskjellige.
- gjennomsnittet for perioden og hele breen var + 0.16 m vannekvivalenter.
- sammenligning med Austdalsbreen og Nigardsbreen viser relativt god korrelasjon til Austdalsbreen mens det var mer variasjon i forholdet mellom Spørteggbreen og Nigardsbreen både for vinter- og sommerbalansen.
- korrelasjonsligninger for gjennomsnittsverdier for hele breen ble funnet, men usikkerheten i estimatene blir relativt store pga. at ligningene bygger på et lite datagrunnlag.
- et sett kriterier for modellering av Spørteggbreens massebalanse på grunnlag av massebalansen på Austdalsbreen er utarbeidet. Usikkerheten i modellen er anslått til ± 0.3 m vannekv. i hvert høydenivå. I tillegg kommer usikkerhet i massebalansen på Austdalsbreen.
- de to metodene basert på målinger på Austdalsbreen gir like resultater innenfor usikkerhetene for vinter- og sommerbalansen på Spørteggbreen i 1992. Usikkerheten i estimatene utifra linær korrelasjon er imidlertid noe større enn i estimatene fra kurvesammenligningen.
- en ytterligere forbedring av estimatene av massebalansen på Spørteggbreen kan oppnås ved modellering av massebalansen på grunnlag av metrologiske data fra nærliggende klimastasjoner. En slik modellering blir for tiden forsøkt for Nigardsbreen.

Referanser

Elvehøy, H. og Haakensen, N.(red.):

1992: Glasiologiske undersøkelser i Norge 1991 og 1992, NVE-Publikasjon nr. 3/92 (103 sider)

Kennett, M.:

1989: Kartlegging av istykkelse og feltavgrensning på Spørteggbreen 1989, Oppdragsrapport nr. 15-89 fra Hydrologisk avd., NVE (15 sider).

NVE:

1989; Jostedalsutbyggingen. Pålagte breundersøkelser i 1988. VHB-notat nr 1/89.

1990a:Jostedalsutbyggingen. Pålagte breundersøkelser i 1989. VHB-notat nr 4/92.

1990b:Jostedalsutbyggingen. Pålagte breundersøkelser i 1990. HB-notat nr 7/90.

1991: Jostedalsutbyggingen. Massebalanseundersøkelser på Spørteggbreen 1991. HB-notat nr 14/91.

1992: Konsesjonspålagte undersøkelser på Austdalsbreen 1992. HB-notat nr 12/92.

Roland, E. og Haakensen, N.:

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

Østrem, G., Dahle Selvig, K. og Tandsdberg, K.;

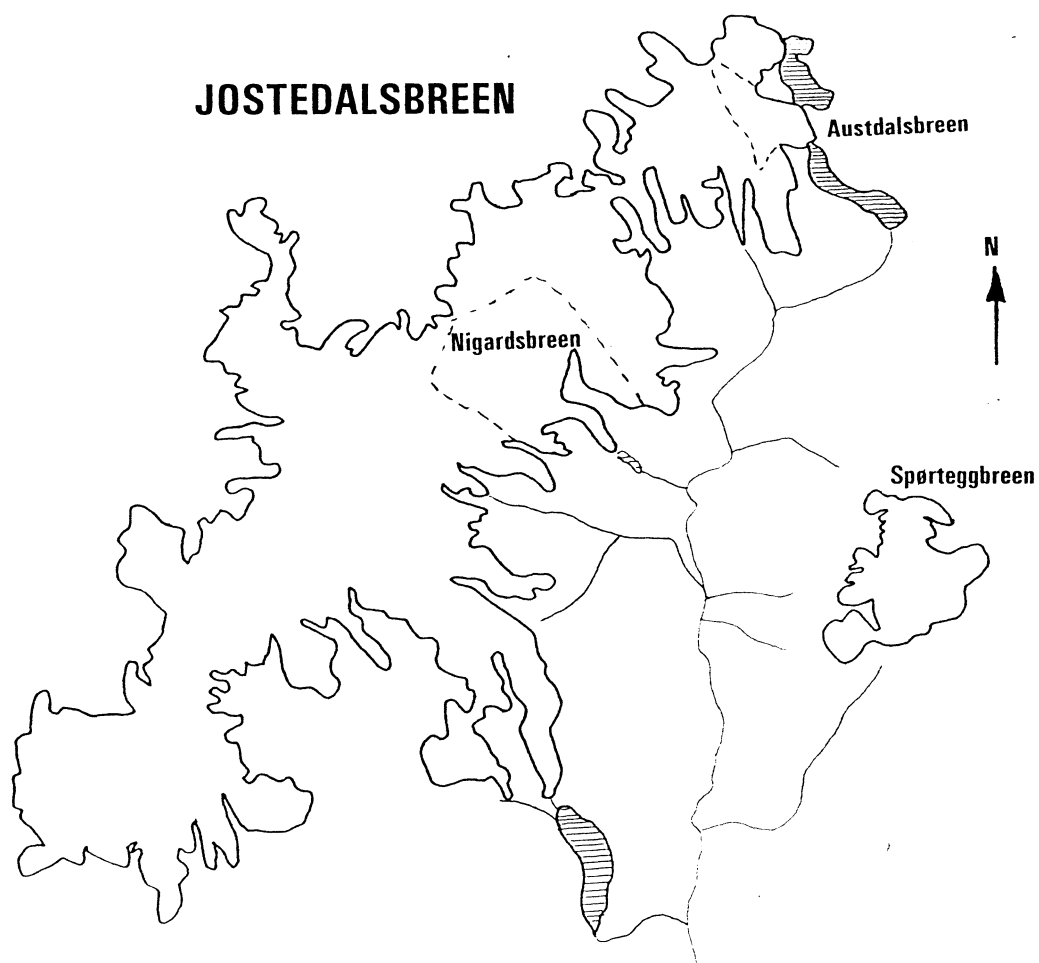
1988: Atlas over breer i Sør-Norge. Medd. nr. 61 fra Hydrologisk avdeling, NVE. (248 s.)

Østrem, G. og Brugman, M.:

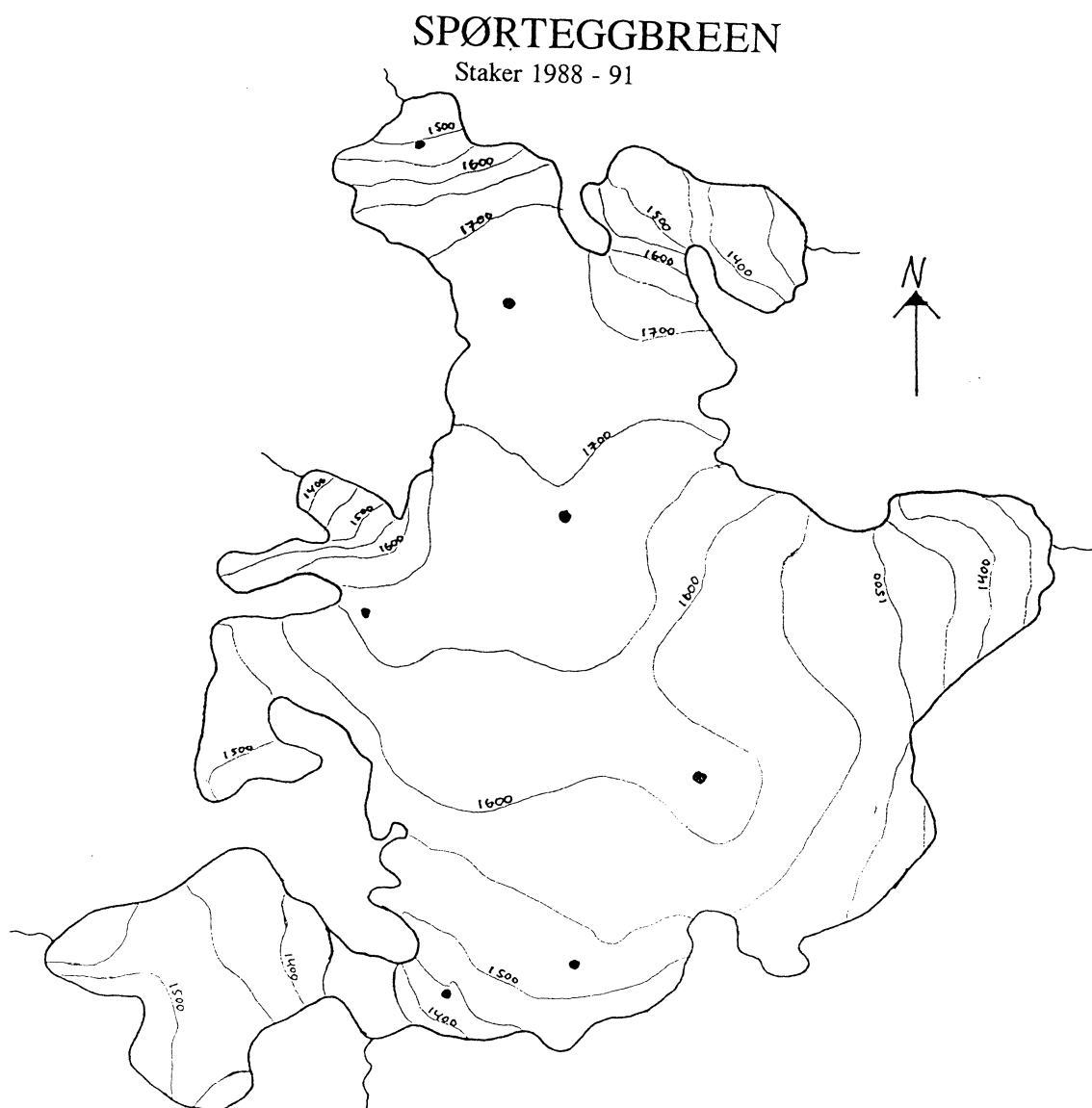
1991: Glacier mass balance measurements, National Hydrology Reserach Institute Science Report nr. 4 (224 s.).

Østrem, G., Haakensen, N., Kjøllmoen, B., Laumann, T. og Wold, B.:

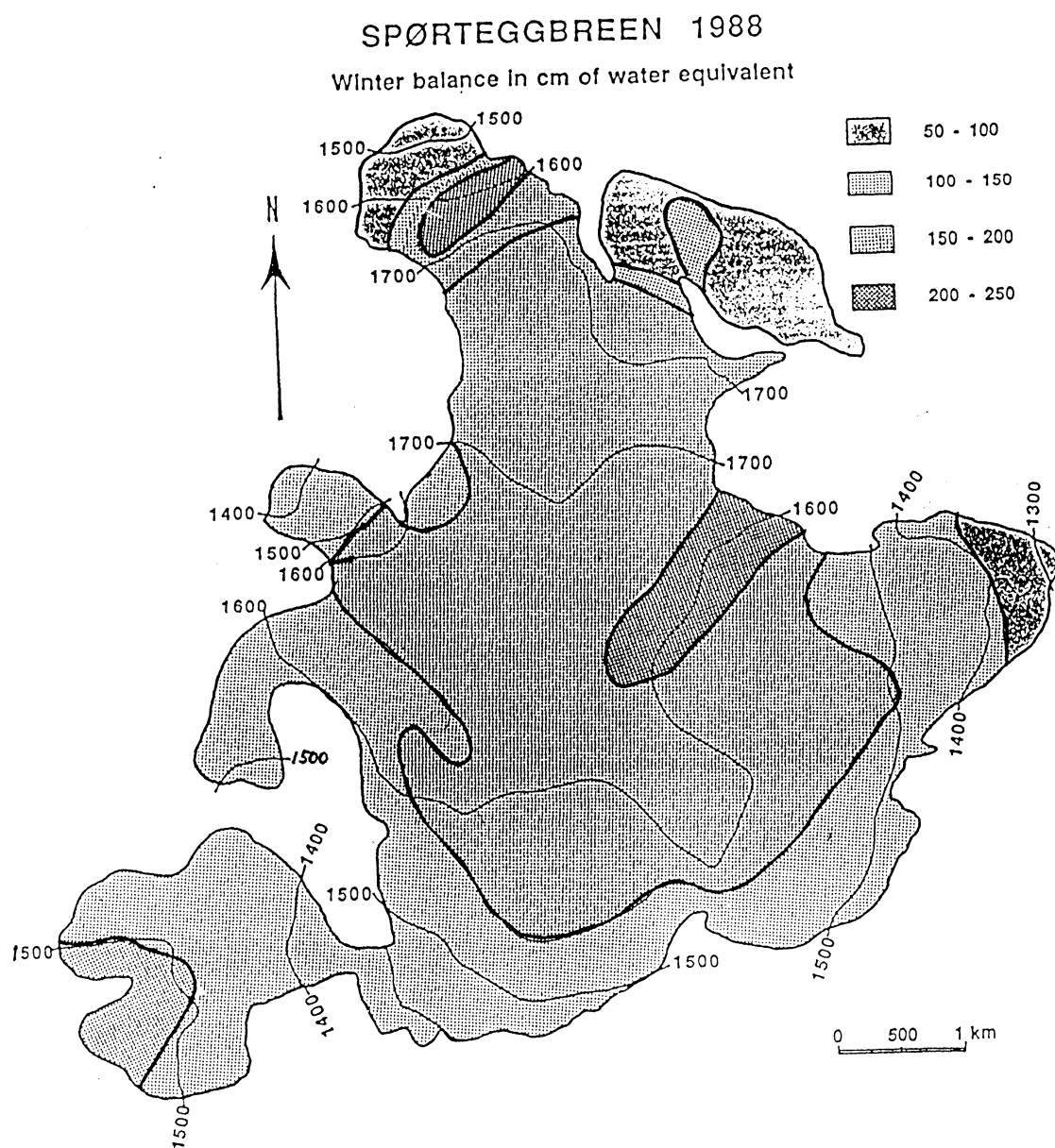
1991: Massebalansemålinger på norske breer 1988 og 1989. NVE-Publikasjon nr 11/91. (78 s.)



Figur 1: Spørteggbreens plassering i forhold til Jostedalsbreen, Nigardsbreen og Austdalsbreen.

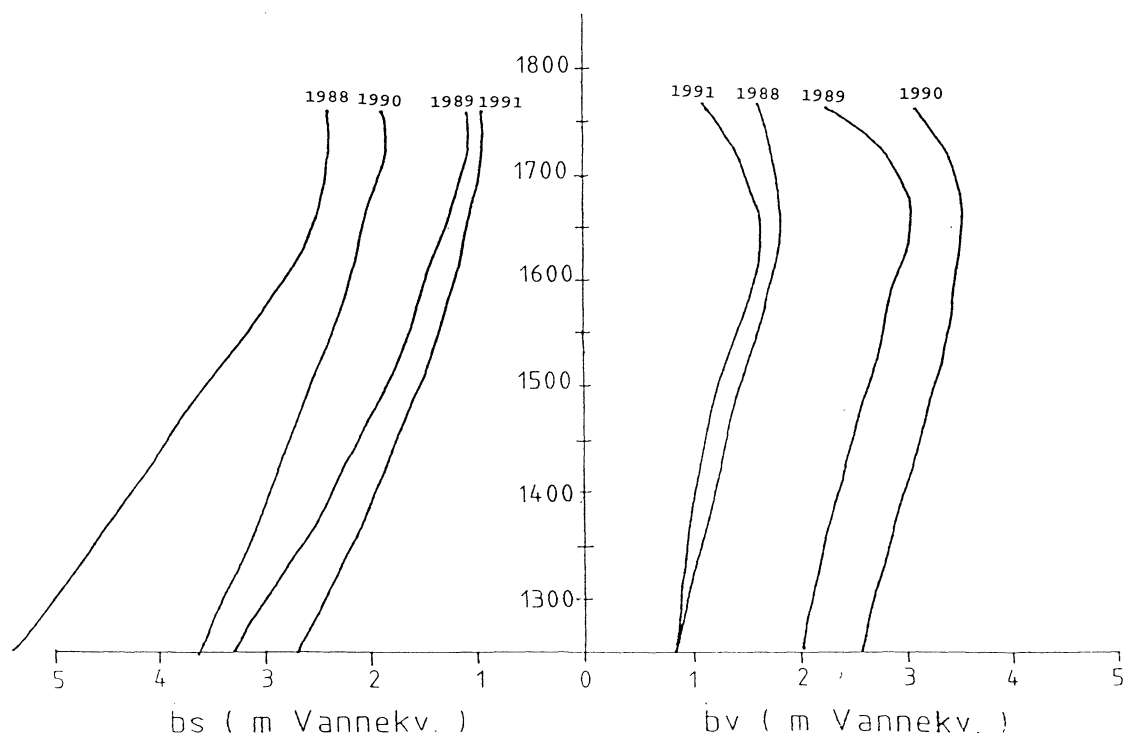


Figur 2: Kart over Spørteggbreen fra flyfotografering i august 1988. Ekvidistansen er 50 meter. Staker brukt til massebalansemålinger er vist med sorte prikker

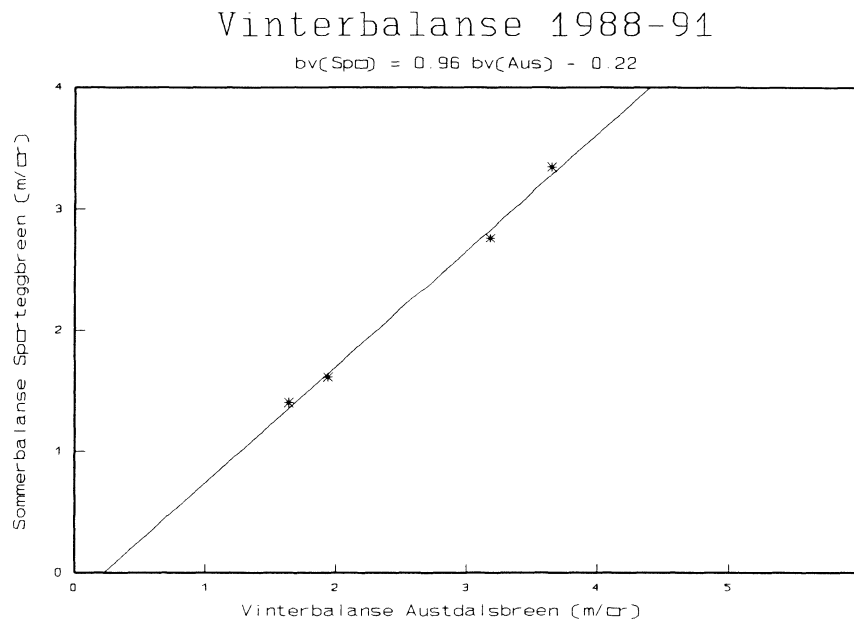


Figur 3: Fordelingen av vinterbalansen på Spørteggbreen 1988 i cm vannekvivalenter.

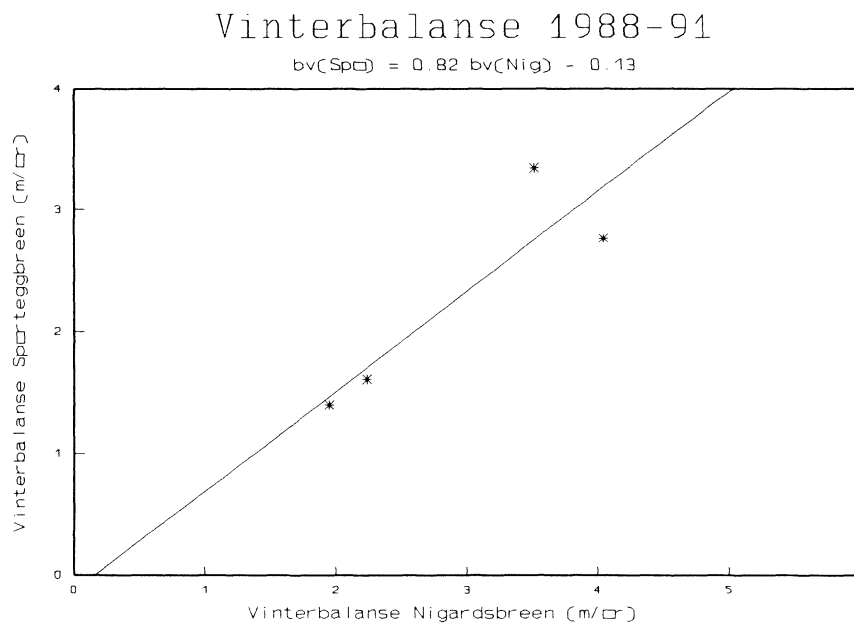
Massebalanse Spørteggbreen 1988-91



Figur 4: Vinter- (bv) og sommerbalansens (bs) fordeling med høyden på Spørteggbreen i perioden 1988 - 91.

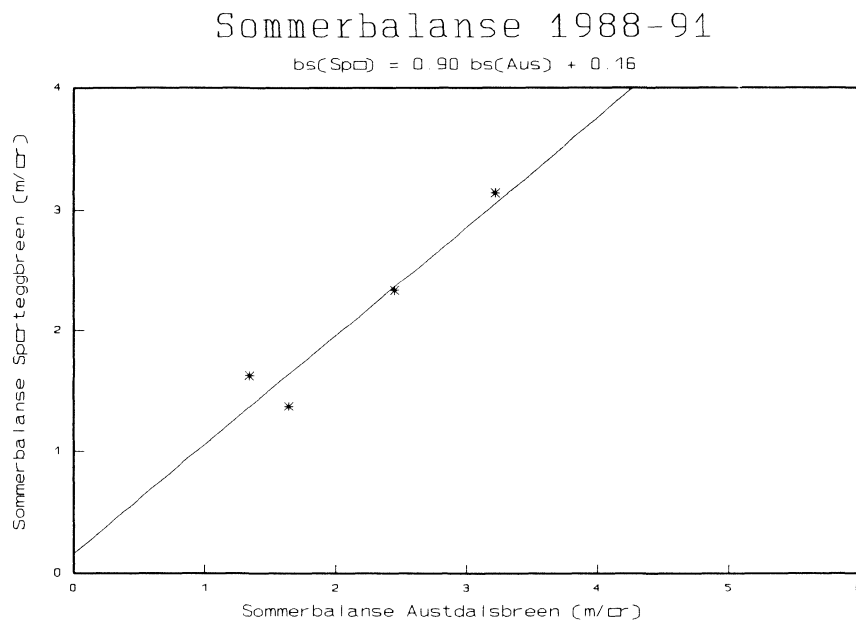
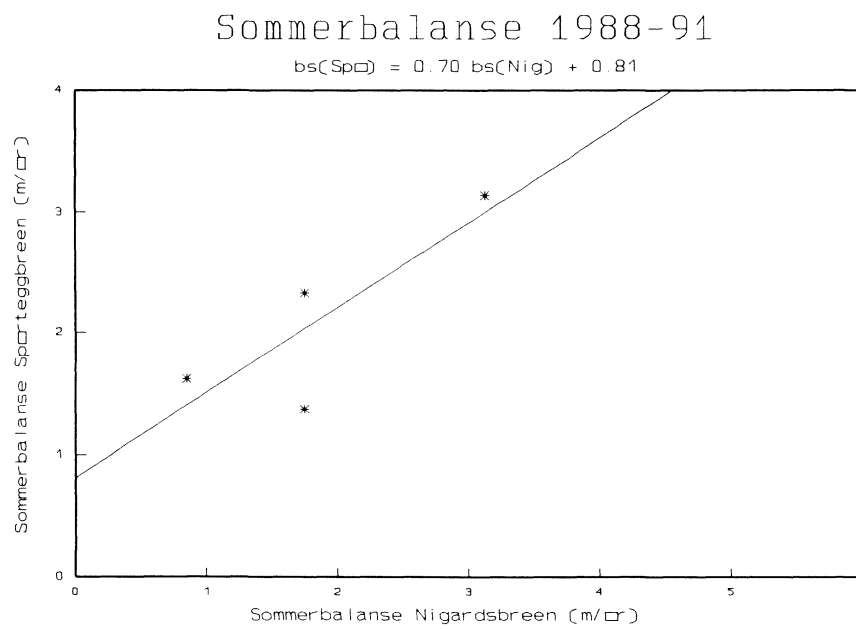


Figur 5.a



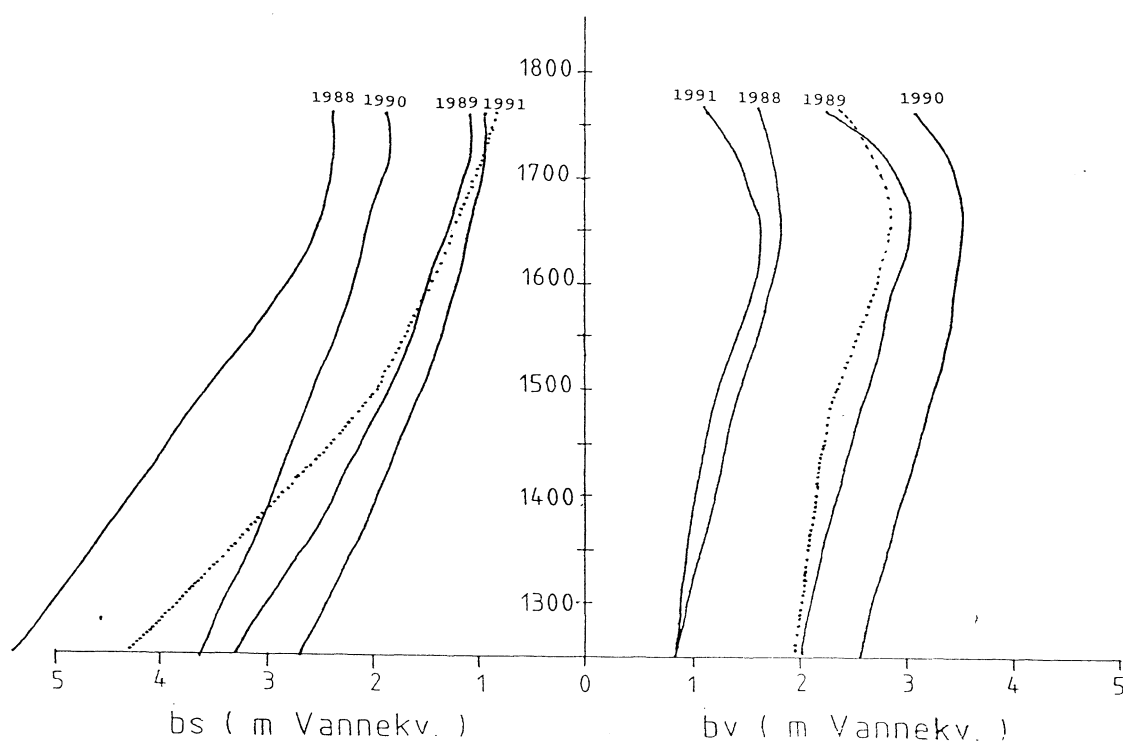
Figur 5.b

Figur 5: Korrelasjon mellom vinter-/sommerbalanse på Spørteggbreen og a) vinterbalanse på Austdalsbreen, b) vinterbalanse på Nigardsbreen, c) sommerbalanse på Austdalsbreen, og d) sommerbalanse på Nigardsbreen. Usikkerhet i koeffisienter og konstanter, og korrelasjonskoeffisienter er vist i tabell 2.

Figur
5.c

Figur 5.d

Massebalanse Spørteggbreen



Figur 6: Vinter- (bv) og sommerbalansen (bs) på Spørteggbreen 1988 - 91 sammen med modellert vinter- og sommerbalanse for 1992 (prikket). Grunnlaget for modelleringen er vinter- og sommerbalansens fordeling med høyden på Austdalsbreen.

Vedlegg A: Vinter-, sommer og nettobalansen i 50 meters høydeintervall på Spørteggbreen i perioden 1988-91.

SPØRTEGGBREEN 1988

Høyde intervall m o.h.	Areal S km ²	Vinterbalanse			Sommerbalanse			Nettobalanse		
		B _w	b _w		B _s	b _s		B _n	b _n	
		10 ⁶ m ³	m		10 ⁶ m ³	m		10 ⁶ m ³	m	
1700-1770	0.140	0.23	1.65	52	0.34	2.40	76	-0.11	-0.75	-24
1700-1750	2.736	4.65	1.70	54	6.70	2.45	78	-2.05	-0.75	-24
1650-1700	3.928	7.07	1.80	57	9.82	2.50	79	-2.75	-0.70	-22
1600-1650	4.440	7.99	1.80	57	11.99	2.70	86	-4.00	-0.90	-29
1550-1600	5.302	9.01	1.70	54	15.91	3.00	95	-6.89	-1.30	-41
1500-1550	4.613	7.15	1.55	49	15.68	3.40	108	-8.53	-1.85	-59
1450-1500	3.266	4.74	1.45	46	12.25	3.75	119	-7.51	-2.30	-73
1400-1450	1.737	2.26	1.30	41	7.12	4.10	130	-4.86	-2.80	-89
1350-1400	0.962	1.11	1.15	36	4.28	4.45	141	-3.17	-3.30	-105
1300-1350	0.651	0.68	1.05	33	3.12	4.80	152	-2.44	-3.75	-119
1260-1300	0.160	0.14	0.90	29	0.82	5.15	163	-0.68	-4.25	-135
1260-1757	27.935	45.03	1.61	51	88.03	3.15	100	-43.0	-1.54	-49

SPØRTEGGBREEN 1989

Høyde intervall m o.h.	Areal S km ²	Vinterbalanse			Sommerbalanse			Nettobalanse		
		B _w	b _w		B _s	b _s		B _n	b _n	
		10 ⁶ m ³	m		10 ⁶ m ³	m		10 ⁶ m ³	m	
1750-1770	0.140	0.32	2.25	71	0.15	1.10	35	0.16	1.15	36
1700-1750	2.736	7.52	2.75	87	3.01	1.10	35	4.51	1.65	52
1650-1700	3.928	11.98	3.05	97	4.91	1.25	40	7.07	1.80	57
1600-1650	4.440	13.32	3.00	95	6.22	1.40	44	7.10	1.60	51
1550-1600	5.302	14.85	2.80	89	7.95	1.50	48	6.89	1.30	41
1500-1550	4.613	12.69	2.75	87	7.84	1.70	54	4.84	1.05	33
1450-1500	3.266	8.33	2.55	81	6.53	2.00	63	1.80	0.55	17
1400-1450	1.737	4.17	2.40	76	3.91	2.25	71	0.26	0.15	5
1350-1400	0.962	2.21	2.30	73	2.41	2.50	79	-0.19	-0.20	-6
1300-1350	0.651	1.43	2.20	70	1.86	2.85	90	-0.42	-0.65	-21
1260-1300	0.160	0.34	2.10	67	0.50	3.15	100	-0.17	-1.05	-33
1260-1757	27.935	77.16	2.76	88	45.29	1.62	51	31.87	1.14	37

SPØRTEGGBREEN 1990

Høyde intervall m o.h.	Areal S km ²	Vinterbalanse			Sommerbalanse			Nettobalanse		
		B _w 10 ⁶ m ³	b _w m l/s·km ²		B _s 10 ⁶ m ³	b _s m l/s·km ²		B _n 10 ⁶ m ³	b _n m l/s·km ²	
1750-1770	0.140	0.43	3.10	98	0.27	1.90	60	0.17	1.20	38
1700-1750	2.736	9.17	3.35	106	5.06	1.85	59	4.10	1.50	48
1650-1700	3.928	13.75	3.50	111	7.86	2.00	63	5.89	1.50	48
1600-1650	4.440	15.54	3.50	111	9.32	2.10	67	6.22	1.40	44
1550-1600	5.302	18.29	3.45	109	11.93	2.25	71	6.36	1.20	38
1500-1550	4.613	15.45	3.35	106	11.30	2.45	78	4.15	0.90	29
1450-1500	3.266	10.45	3.20	101	8.65	2.65	84	1.80	0.55	17
1400-1450	1.737	5.30	3.05	97	4.95	2.85	90	0.35	0.20	6
1350-1400	0.962	2.79	2.90	92	2.93	3.05	97	-0.14	-0.15	-5
1300-1350	0.651	1.79	2.75	87	2.15	3.30	105	-0.36	-0.55	-17
1260-1300	0.160	0.42	2.65	84	0.56	3.50	111	-0.14	-0.85	-27
1260-1757	27.935	93.38	3.34	106	64.98	2.33	74	28.40	1.01	32

SPØRTEGGBREEN 1991

Høyde intervall m o.h.	Areal S km ²	Vinterbalanse			Sommerbalanse			Nettobalanse		
		B _w 10 ⁶ m ³	b _w m l/s·km ²		B _s 10 ⁶ m ³	b _s m l/s·km ²		B _n 10 ⁶ m ³	b _n m l/s·km ²	
1750-1770	0.140	0.16	1.15	36	0.13	0.95	30	0.03	0.20	6
1700-1750	2.736	3.83	1.40	44	2.74	1.00	32	1.09	0.40	13
1650-1700	3.928	6.28	1.60	51	4.12	1.05	33	2.16	0.55	17
1600-1650	4.440	7.10	1.60	51	5.11	1.15	36	2.00	0.45	14
1550-1600	5.302	7.95	1.50	48	6.89	1.30	41	1.06	0.20	6
1500-1550	4.613	6.23	1.35	43	6.69	1.45	46	-0.46	-0.10	-3
1450-1500	3.266	3.92	1.20	38	5.39	1.65	52	-1.47	-0.45	-14
1400-1450	1.737	1.91	1.10	35	3.21	1.85	59	-1.30	-0.75	-24
1350-1400	0.962	0.96	1.00	32	1.97	2.05	65	-1.01	-1.05	-33
1300-1350	0.651	0.62	0.95	30	1.50	2.30	73	-0.88	-1.35	-43
1260-1300	0.160	0.14	0.85	27	0.41	2.55	81	-0.27	-1.70	-54
1260-1757	27.935	39.10	1.40	44	38.16	1.37	43	0.94	0.03	1

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

I 1993 ER FØLGENDE RAPPORTER UTGITT:

- | | | |
|----|---|---|
| Nr | 1 | Bjarne Krokli: Flomberegning for Tyinvassdraget. (39 s.) |
| " | 2 | Randi Pytte Asvall: Tyin kraftverk. Virkninger av ombygging på vanntemperatur- og isforhold. (8 s.) |
| " | 3 | Hallgeir Elvehøy: Sluttrapport for massebalansemålinger på Spørteggbreen. (24 s.) |