

H E L L S T U G U B R E E N

En glaciologisk undersökelse.

Figurbind.

Hovedoppgave i geografi  
våren 1964

Randi Pytte

FIGURLISTE.

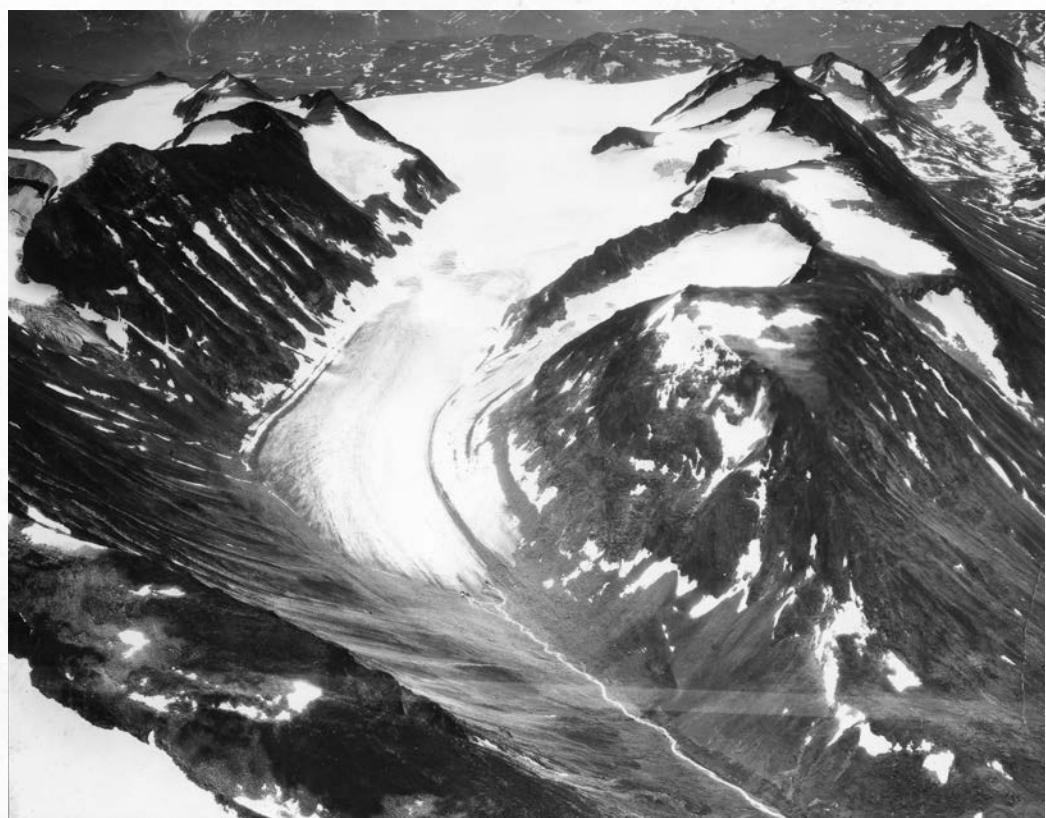
1. Hellstugubreen, august 1955.  
Detaljbilde av 1750-morenen.
2. a) Glasiasjonsgrensen i Sør-Norge  
b) Snögrensen i Sør-Norge.
3. Lokaliseringkart.
4. Stasjonspunktene.
5. Hellstugubreen sett fra P-6.
6. Månedsmiddeltemperaturer (1931-60) for Fanaråken og Elveseter.
7. Øvre temperaturgrense for akkumulasjon i nivåene 1500 m, 1700 m og 1900 m i budsjettårene 1961-62 og 1962-63 (basert på døgnmiddeltemperaturer på Fanaråken).
8. Teoretisk beregning av kuldens nedtrenging i firn og is i løpet av 250 dager.
9. Spesifikk tetthet og kumulativ vannverdi som funksjon av snödypet i sjakter ved stakene 32, 17 og 13 i 1962.
10. Spesifikk tetthet av snö og firn som funksjon av snödypet ved forskjellige tidspunkt.
11. Sondering.
12. Snöprövetaking.
13. Markering av snöoverflaten under hovedakkumulasjonsmålingen.
14. Kumulativ vannverdi som funksjon av snödypet. Basert på 7 forskjellige sjakter. April 1962.
15. Sonderingsprofiler, sjakter og staker 1962.
16. Akkumulasjonskart 1962.
17. De øvre botnene og en del av firnområdet sett fra øst, august 1955.
18. Aritmetisk og grafisk metode til beregning av akkumulasjonen.

19. Kumulativ vannverdi som funksjon av snödypet. April 1963.
20. Sonderingsprofiler, sjakter og staker 1963.
21. Akkumulasjonskart 1963.
22. Spesifikk akkumulasjon og ablasjon som funksjon av höyden over havet.
23. Akkumulasjonsmönstret på breens östside.
24. Redusert sonderingsmönster.
25. Reporten på Hellstugubreen.
26. Beregning av spesifikk brutto ablasjon i tre forskjellige tilfeller.
27. Ablasjonskart 1962.
28. Ablasjonskart 1963.
29. Beliggenheten av den temporære snögrense på forskjellige tidspunkt.
30. Firngrensen 1963.
31. Pålagret is.
32. Spesifikk brutto ablasjon frem til bestemte tidspunkt som funksjon av höyden over havet.
33. Spesifikt og totalt nettobudsjett 1961-62 og 1962-63.
34. Spesifikt og totalt nettobudsjett for et balansert år.
35. Rygger og furer i ablasjonsområdet (1962).
36. Rygger og furer i ablasjonsområdet (1963).
37. Rygger og furer nær midtmorenen (1963).
38. Rygger og furer ved stake 1 (1962).
39. Jökelbekk.
40. Midtmorenen sett fra P-5.
41. Morenen på östsiden av breen.
42. Morene på bretungen. Steinorientering.
43. Differensiell ablasjon, tynne naturlige smusslag.
44. Is under morenemateriale på vestsiden av breen.

45. Lengde- og tverrprofil av midtmorene.
46. Midtmorenen ved tverrprofil II.
47. Dödis i forlengelsen av morenen på östsiden av breen.
48. Ablasjonsflater.
49. Materiale som føres frem langs en ablasjonsflate.
50. Smutskjegle dannet i løpet av 1963.
51. Smutskjegle på östsiden av midtmorenen.
52. Dannelsel av glideplansmorene, etter B. Bishop.
53. Dannelsel av smutskjegler i forbindelse med ablasjonsflater.
54. Kryokonitthull.
55. Brebord.
56. Sammenheng mellom ablasjonshastighet av snø og tykkelse av smusslag, etter J. W. Wilson.
57. Kornfordelingskurven for materiale til forsøksfelt.
58. Forsøksfelt til måling av isablasjon under tynne lag av morenemateriale.
59. Temperaturkurver for forsøksfeltene.
60. Relativ ablasjon som funksjon av material-tykkelsen.
61. Innsiktning av stakene.
62. Grafisk metode til bestemmelse av stakenes bevegelse.
63. Stakenes bevegelse 1962-63.
64. Strömlinjer og isotachytter for 1962-63.
65. Isotachytter for 1961-62.
66. Lengdeprofil og 4 tverrprofiler med tilhørende hastighetsdiagram.
67. Kart over volumforandringen i perioden 1941-62.
68. Hellstugubreens tunge sett fra vest.
69. Nedre botn august 1962.
70. Nedre botn august 1963.

71. Gjennomsnittlig årlig höydeforandring av breoverflaten i perioden 1941-62 som funksjon av höyden over havet.
72. Brutto ablasjon som funksjon av sommertemperaturen.

Fig. 1

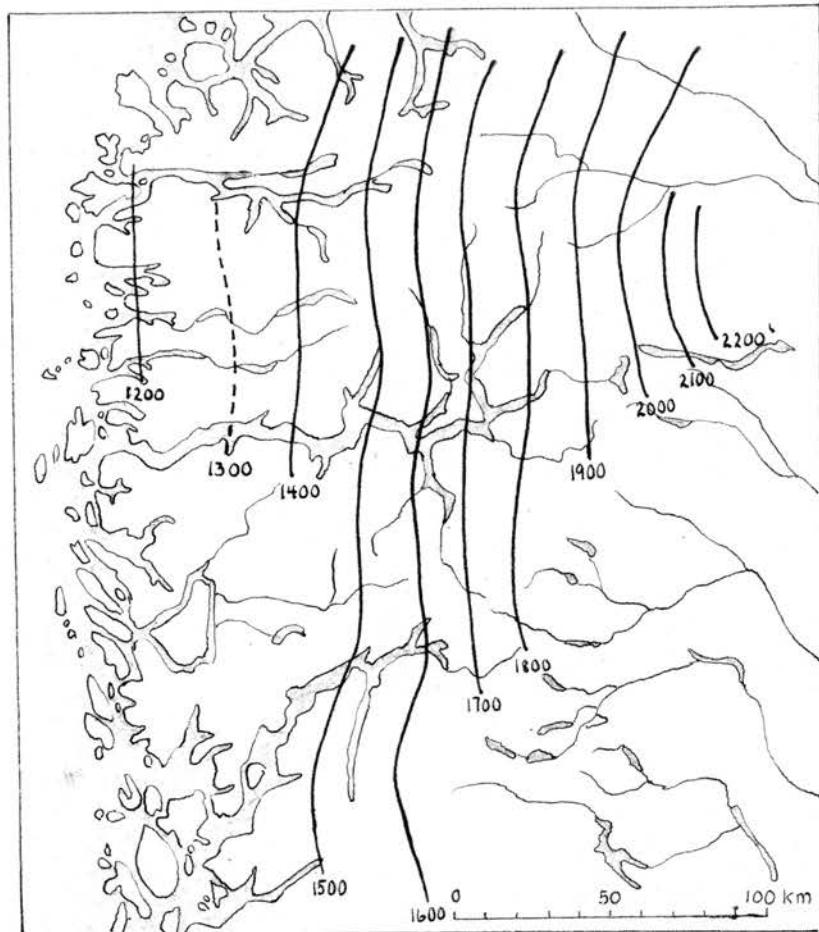


Hellstugubreen (Foto: B. Luncke, Norsk Polarinstitutt, August 1955).

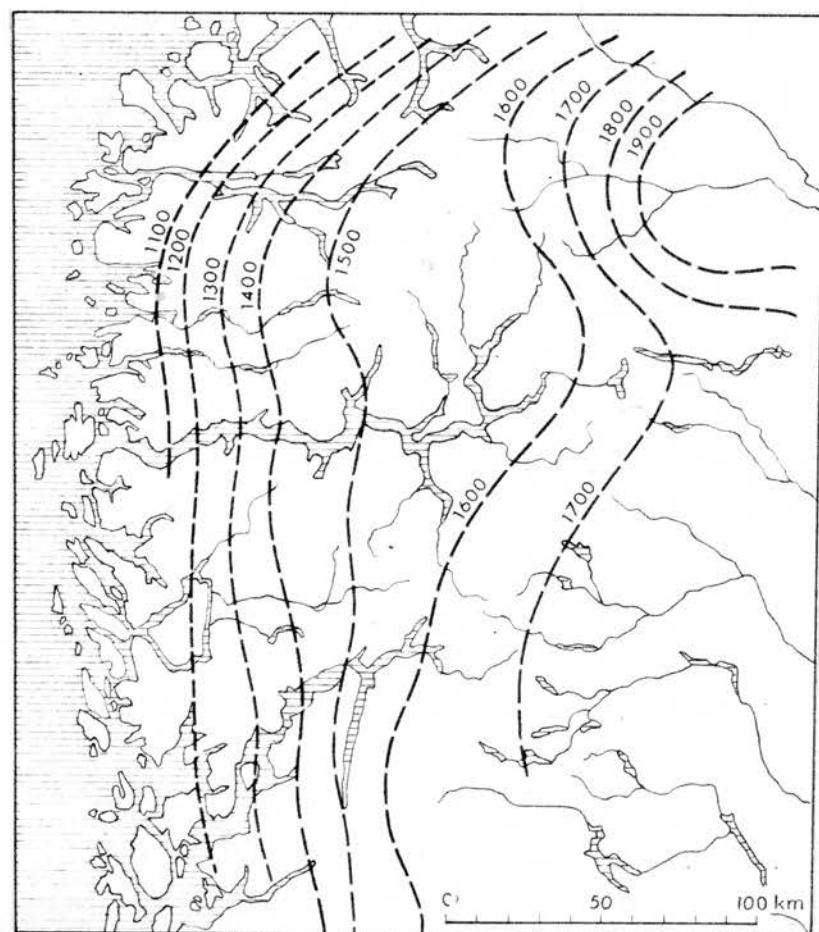


Detaljbilde av 1750-morenen.

Fig. 2



Glasiasjonsgrensen i Sør-Norge, utarbeidet av  
G. Östrem.



Snögrensen i Sør-Norge, utarbeidet av  
O. Liestöl.

Fig. 3

GLACIER INVESTIGATIONS  
1963

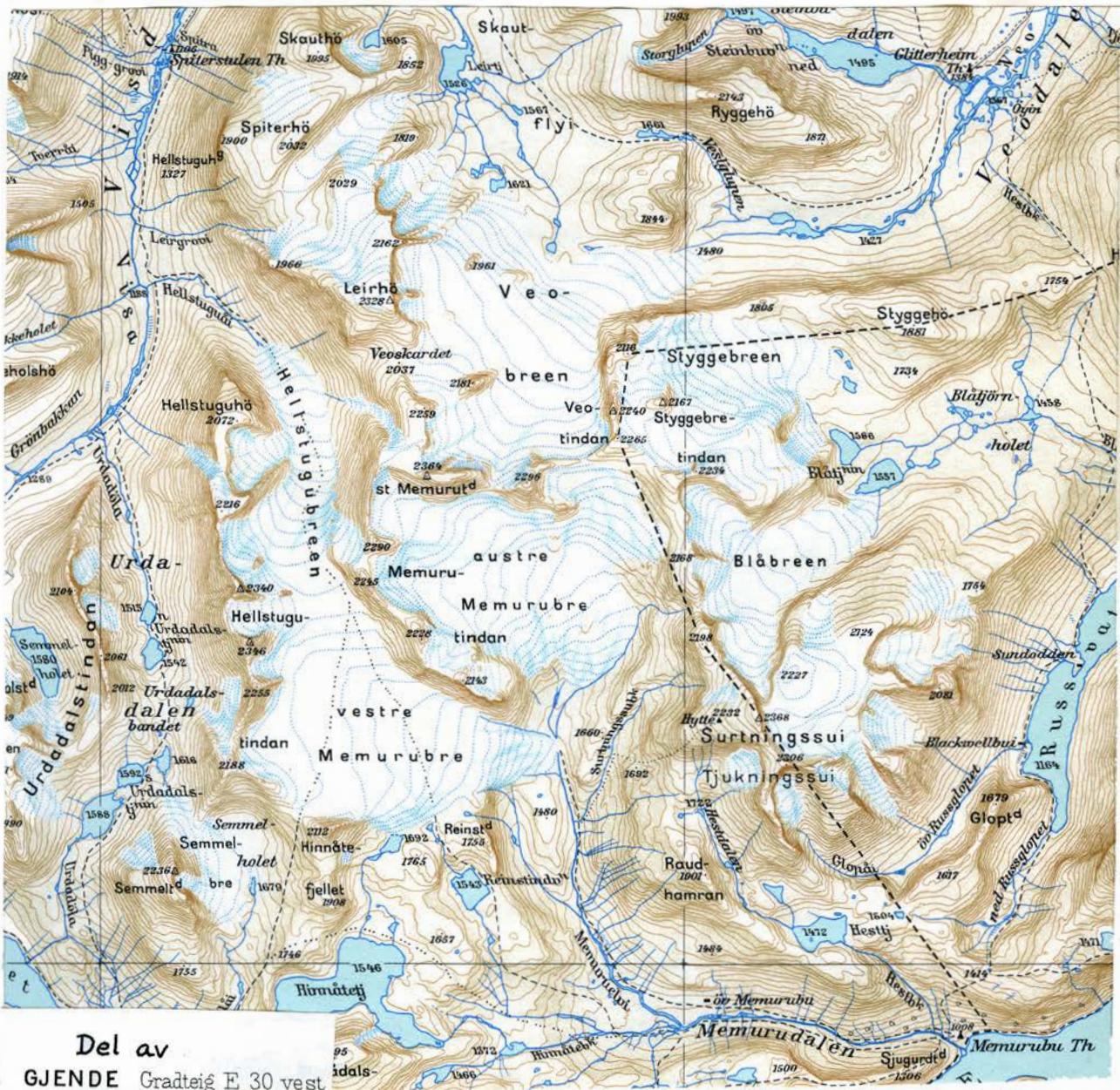
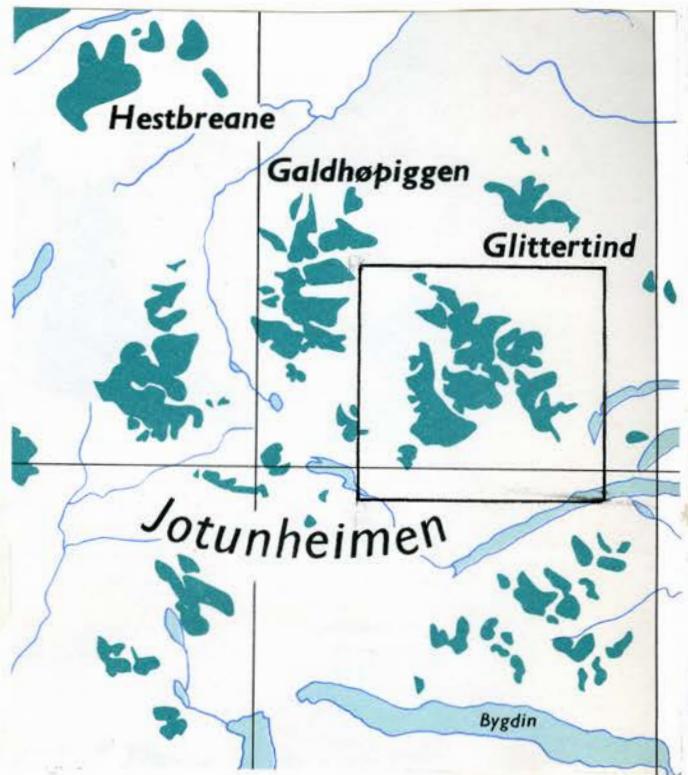
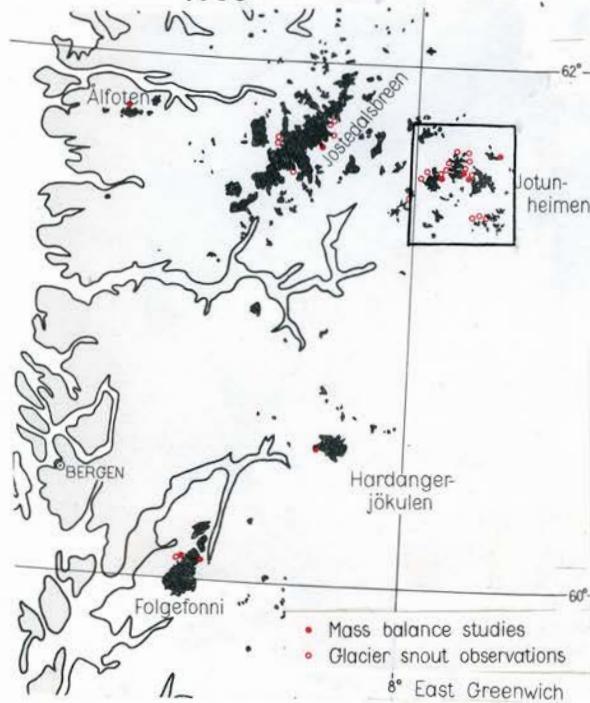


Fig. 4



P-1. Sett fra SØ.



P-2. Sett fra P-1.



P-3. Sett fra P-2.

Fig. 4 (forts.)



P-4 (överst) og P-5 (nederst). Sett fra NÖ.



P-6. Sett fra NV.



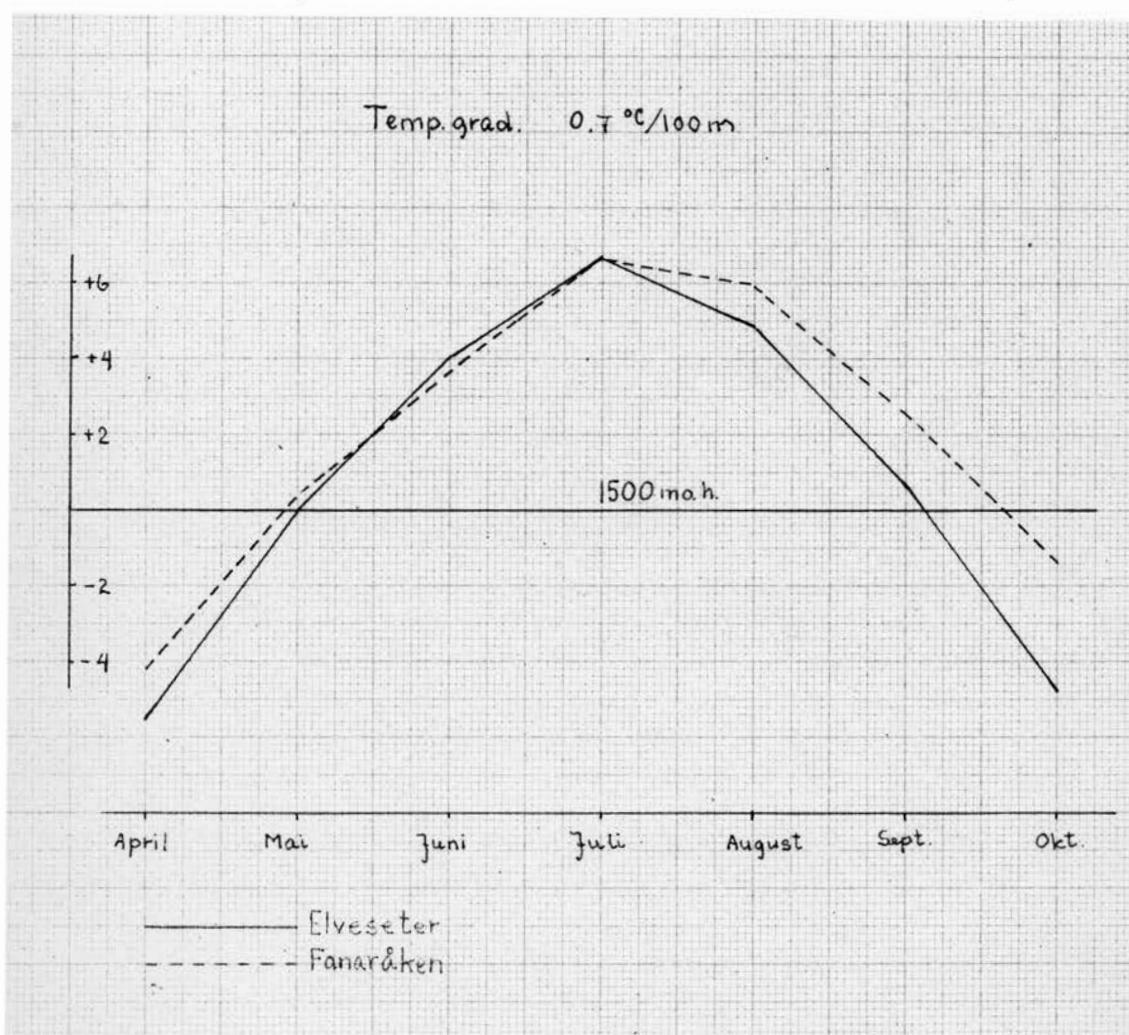
P-7. Sett fra S.



Fig. 5 Hellstugubreen sett fra P-6, 8. august 1963.

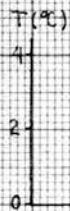
Fig. 6

Månedsmiddeltemperaturer (1931-60)  
for Fanaråken og Elveseter.



Øvre temperaturgrense for akkumulasjon i nivåene 1500m, 1700m og 1900m i budsjettårene 1961-62 og 1962-63.

Basert på døgnmiddeltemperaturene for Fanaråken.

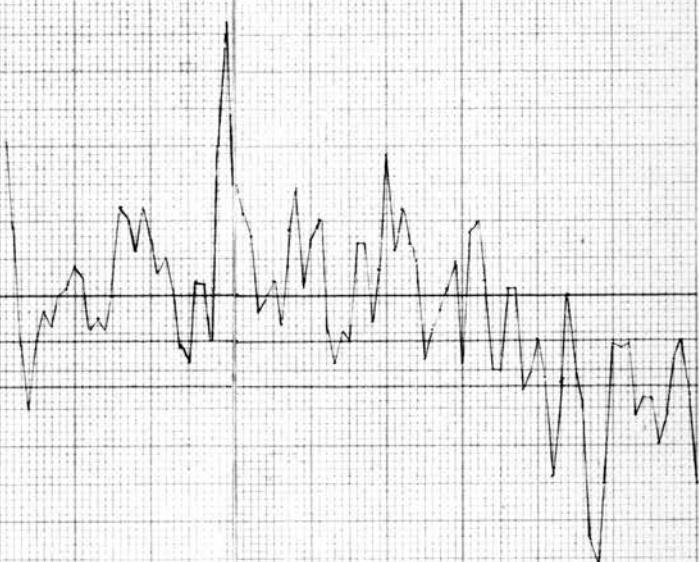


1961

1900m

1700m

1500m



1962

1900m

1700m

1500m

1900m

1700m

1500m

1900m

1700m

1500m

1900m

1700m

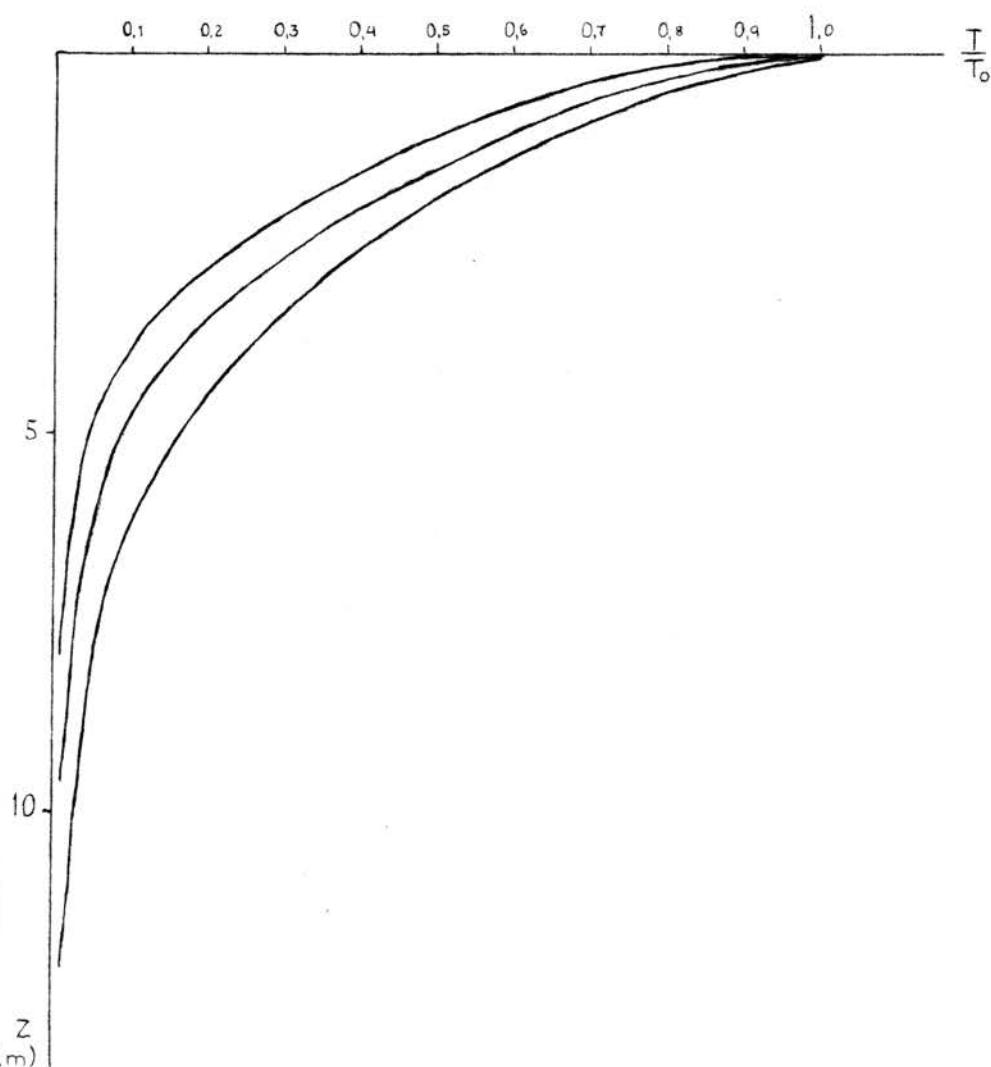
1500m

APRIL MAI JUNI JULI AUGUST SEPTEMBER OKTOBER

Fig. 8

TEORETISK BEREGNING AV KULDENS NEDTRENGING I  
FIRN OG IS I LØPET AV 250 DAGER

Materiale	$T/T_0$	0, 5	0, 3	0, 1	0, 01
is ( $d=0, 9$ )	$z(m)$	1, 9	3, 3	6, 1	12, 0
firn ( $d=0, 8$ )	$z(m)$	1, 5	2, 6	4, 8	9, 6
firn ( $d=0, 6$ )	$z(m)$	1, 2	2, 1	3, 9	7, 9



Spesifikk tetthet og kumulativ vannverdi som funksjon av snødyptet

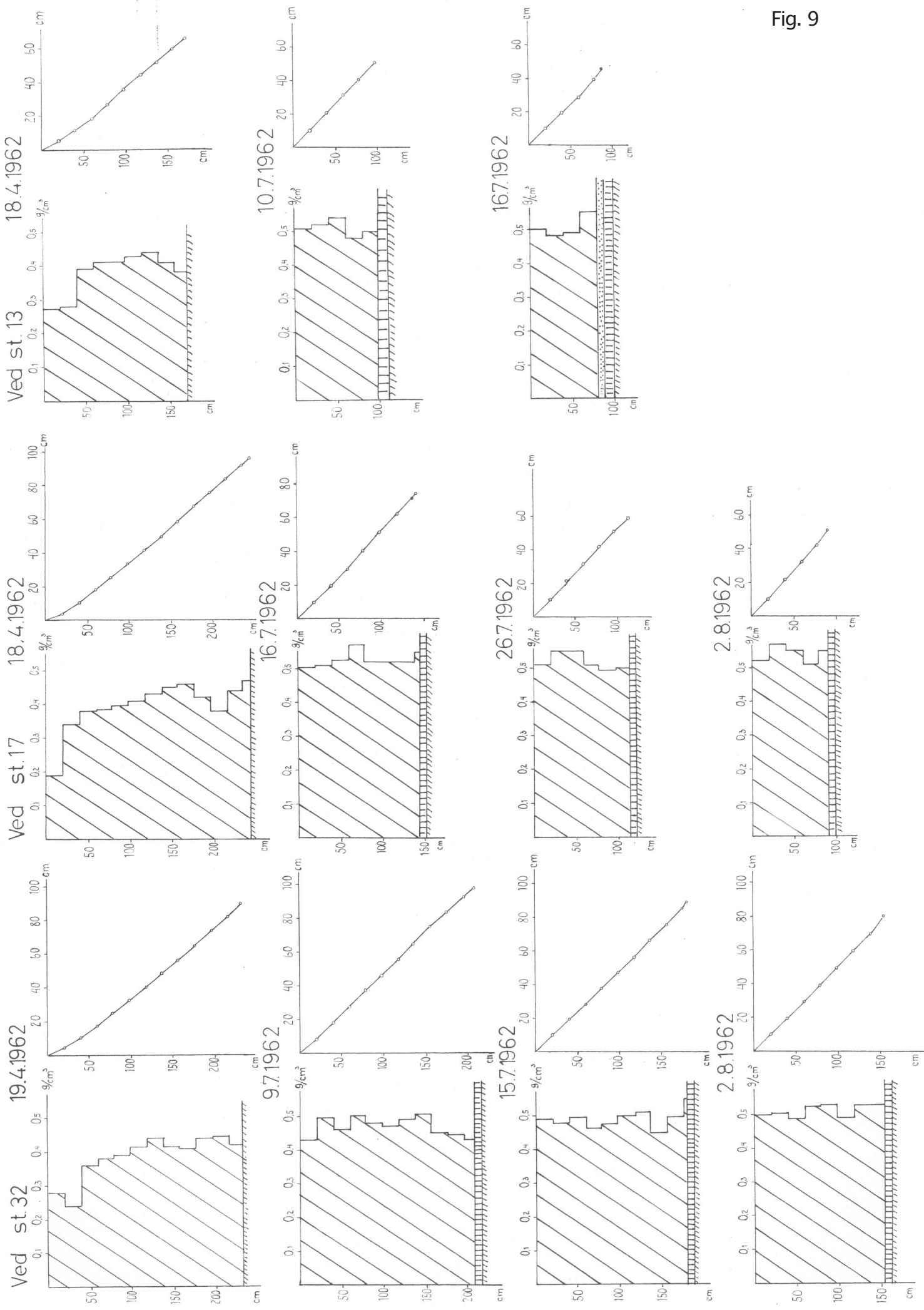
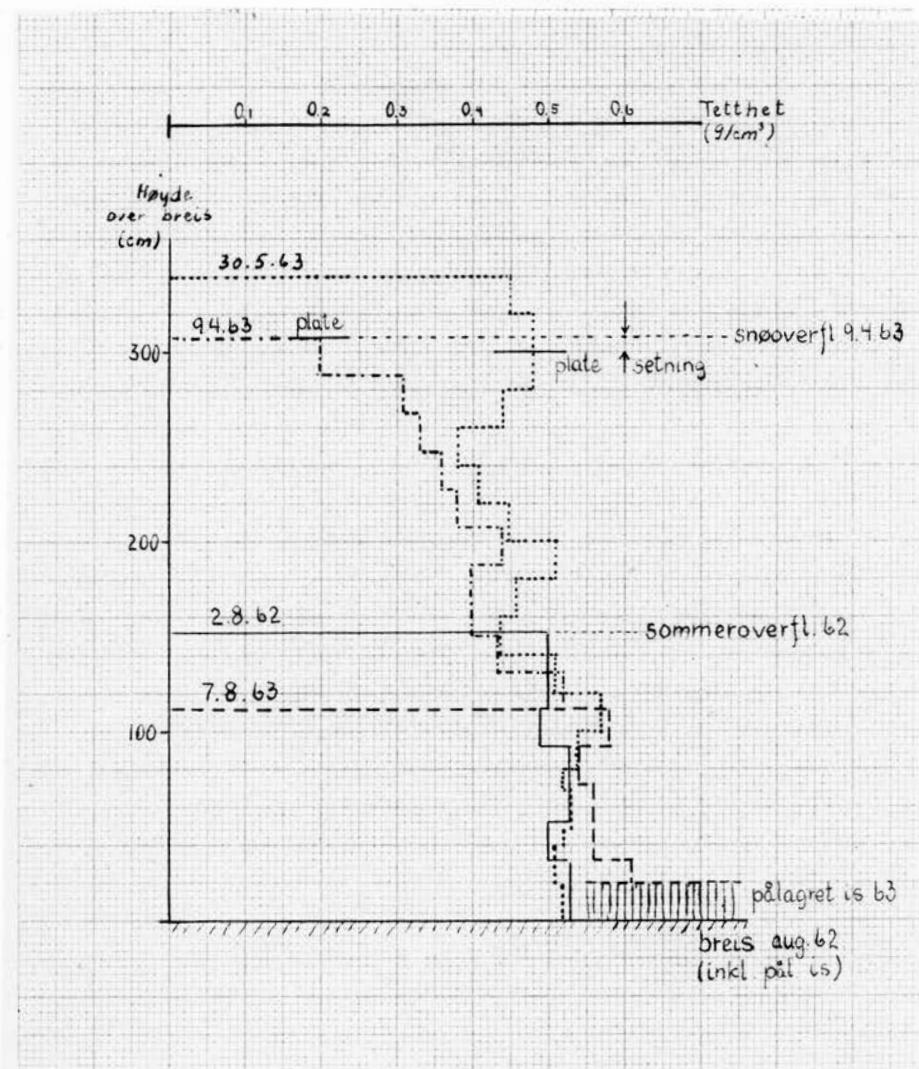


Fig. 9

Fig. 10

Spesifikk tetthet av snø og firn ved forskjellige  
tidspunkt (ca. 1900 m o.h.)



Isoverflaten august 1962 er hele tiden brukt som referanseflate.

- netto akkumulasjon 1962 målt 2. aug. 1962 (firn)
- - - årets akkumulasjon inntil 9. april 1963 og ca. 40 cm firn
- ..... brutto akkumulasjon og firn målt 30. mai 1963
- firn fra 1962 målt 7. aug. 1963

Fig. 11



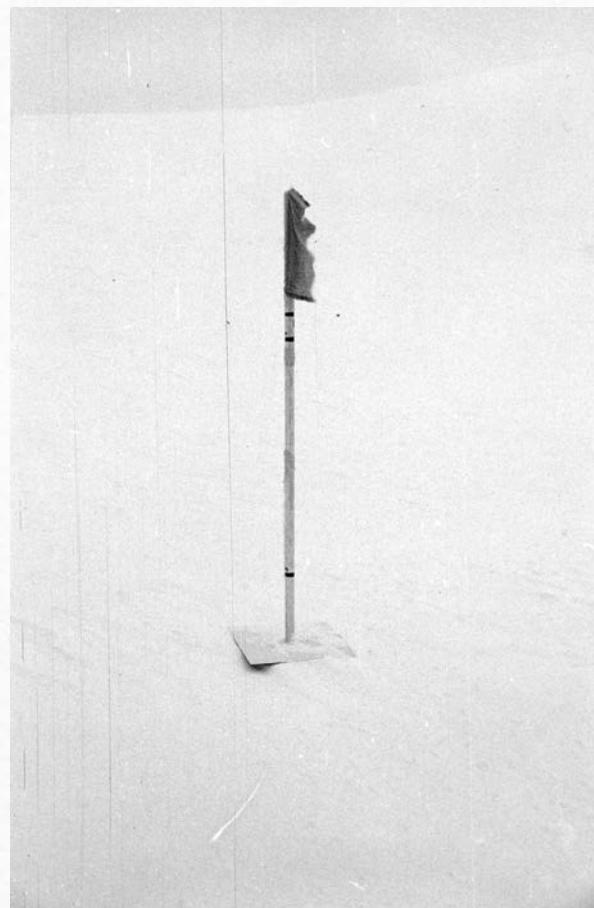
Sondering i Hellstugubreens firnområde. Sonden støtes ned til sommeroverflaten og snölagets tykkelse måles. Avstanden mellom sonderingspunktene måles med tau. Til arbeidet bør det være 2 personer.

Fig. 12



Snöpröven tas ut med en spesiell snöprövesylinder. Sylinderen med snöpröven i veies på en tarert fjærvekt.

Fig. 13



Ved at snöoverflaten under hovedakkumulasjonsmålingen markeres kan akkumulasjon etter denne tid, tilleggsakkumulasjonen, måles senere. I 1963 ble plater lagt ut ved stakene for å markere snöoverflaten under hovedakkumulasjonsmålingen.

## HELLSTUGUBREEN

April 1962.

Kumulativ vannverdi som funksjon av snødypet.

Basert på 7 forskjellige sjakter.

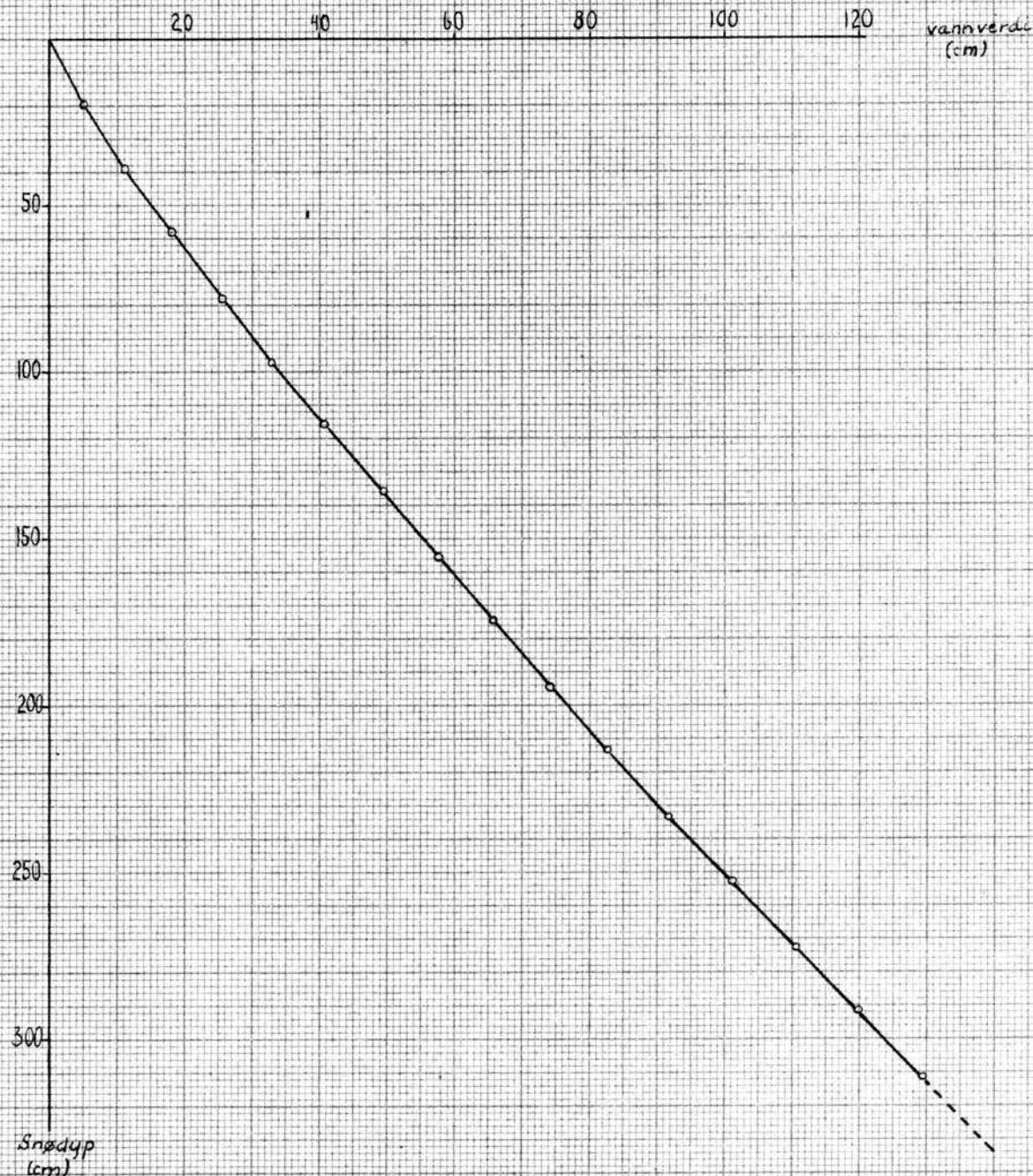


Fig. 15



Fig. 16

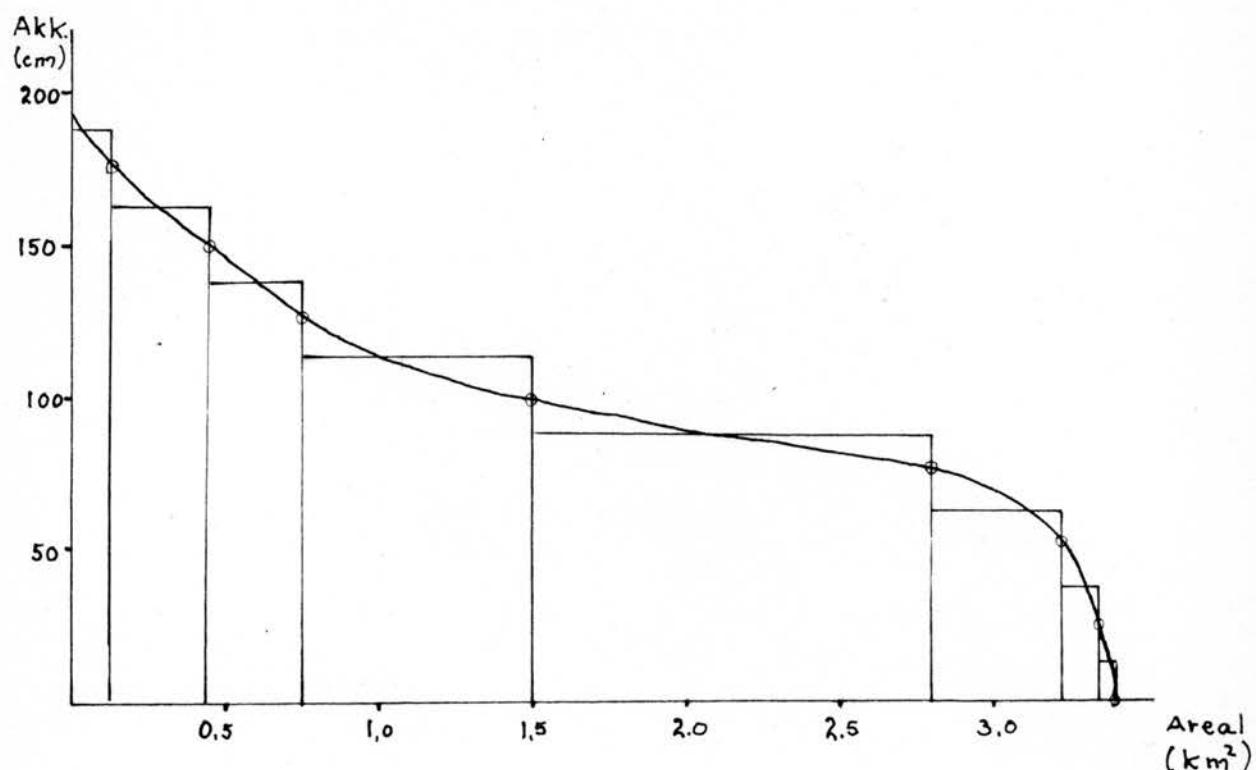


Fig. 17



Midt på bildet sees botnene i Hellstugubreens firn-område. Ablasjonen varierer lite i samme höye over havet, og mönstret av snö og breis vil derfor i modifisert form gjenspeile akkumulasjonsmönstret. Ved sammenlikning av de to mönstrene må man bl. a. ta hensyn til at ablasjonen avtar med höyden over havet.

ARITMETISK OG GRAFISK METODE TIL BEREGNING AV  
AKKUMULASJON

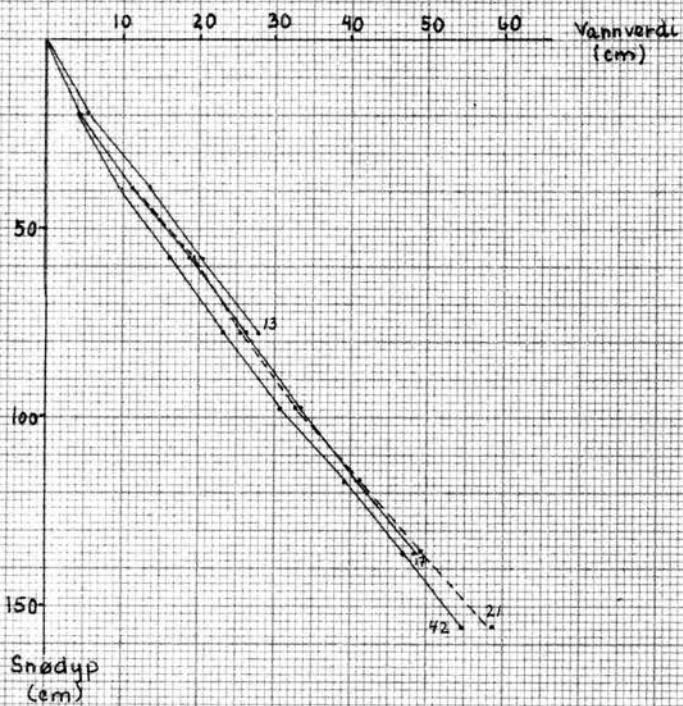


Akkumulasjonen som er funnet ved den aritmetiske beregningen representeres ved histogrammet i figuren. Ved den grafiske metoden plottes de punkt som svarer til de areal hvor akkumulasjonen er større enn 0 cm, 25 cm, 50 cm, o. s. v. inn i koordinatsystemet. På best mulig måte legges en kurve gjennom punktene, og akkumulasjonen finnes direkte ved planimetrisering av arealet mellom kurven og koordinataksene.

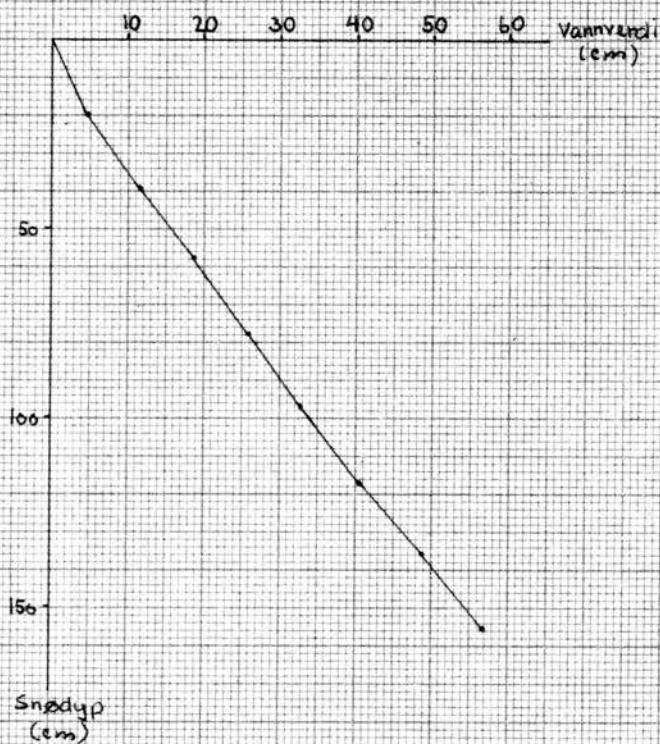
## HELLSTUGUBREEN

April 1963.

Vannverdien i de enkelte sjaktene  
som funksjon av snødypet.



Kumulativ vannverdi som funksjon av  
snødypet. Basert på 4 sjakter.



Middlere tetthet som funksjon av  
snødypet.

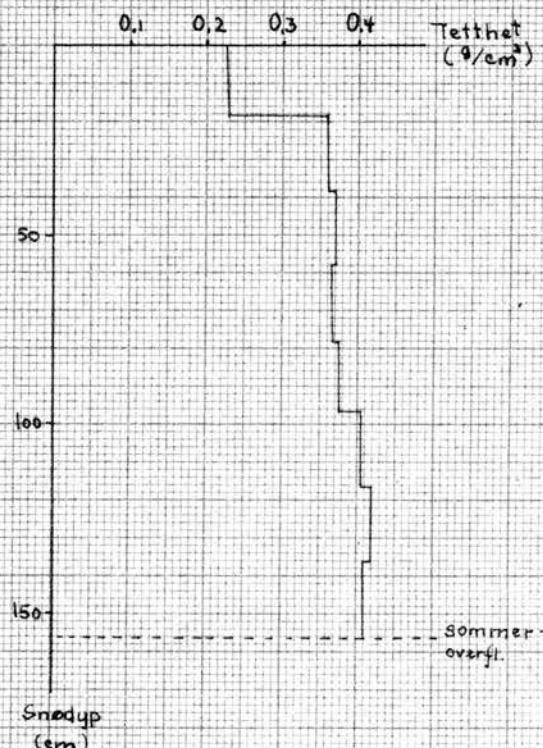
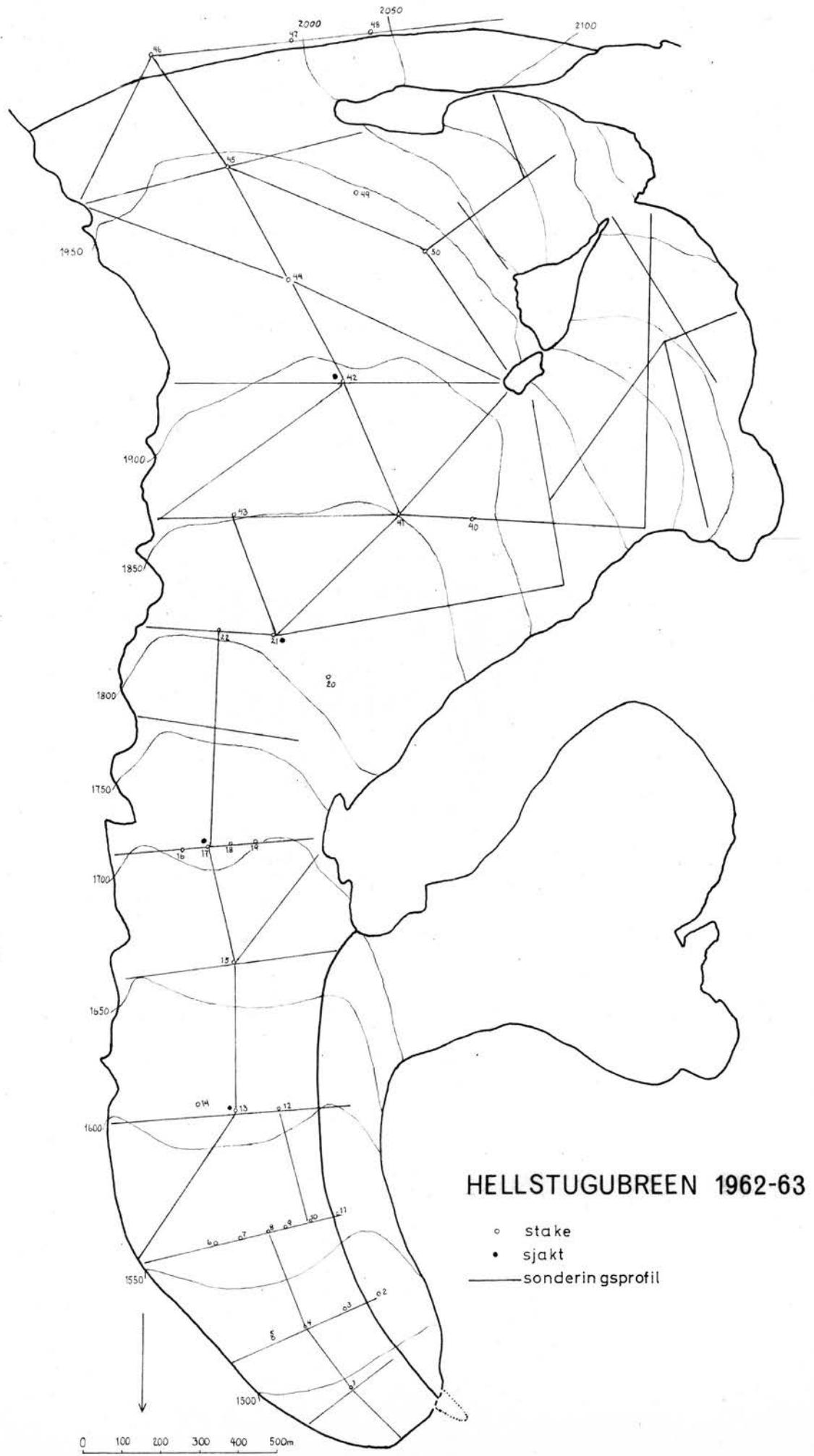


Fig. 20



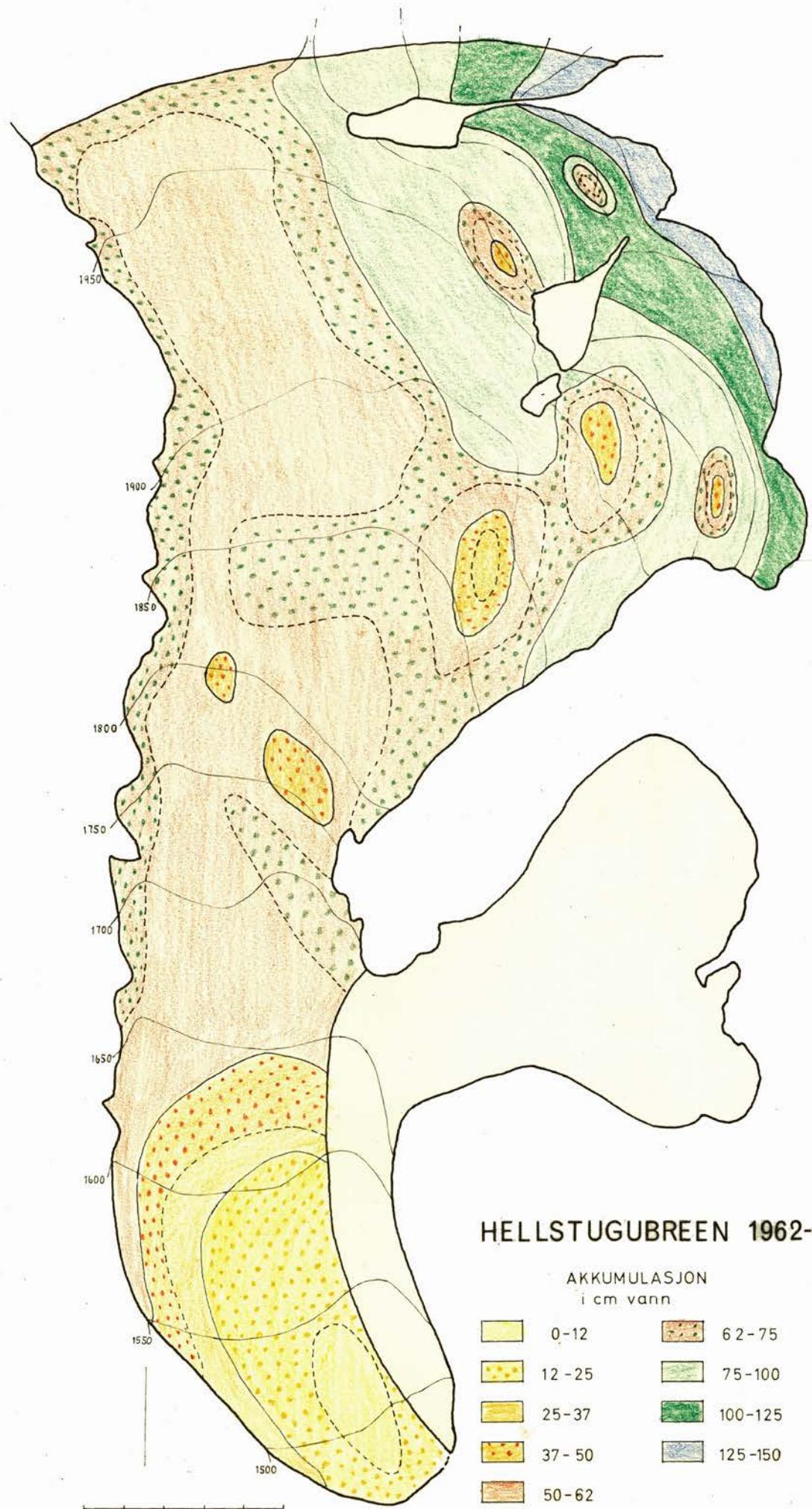


Fig. 22

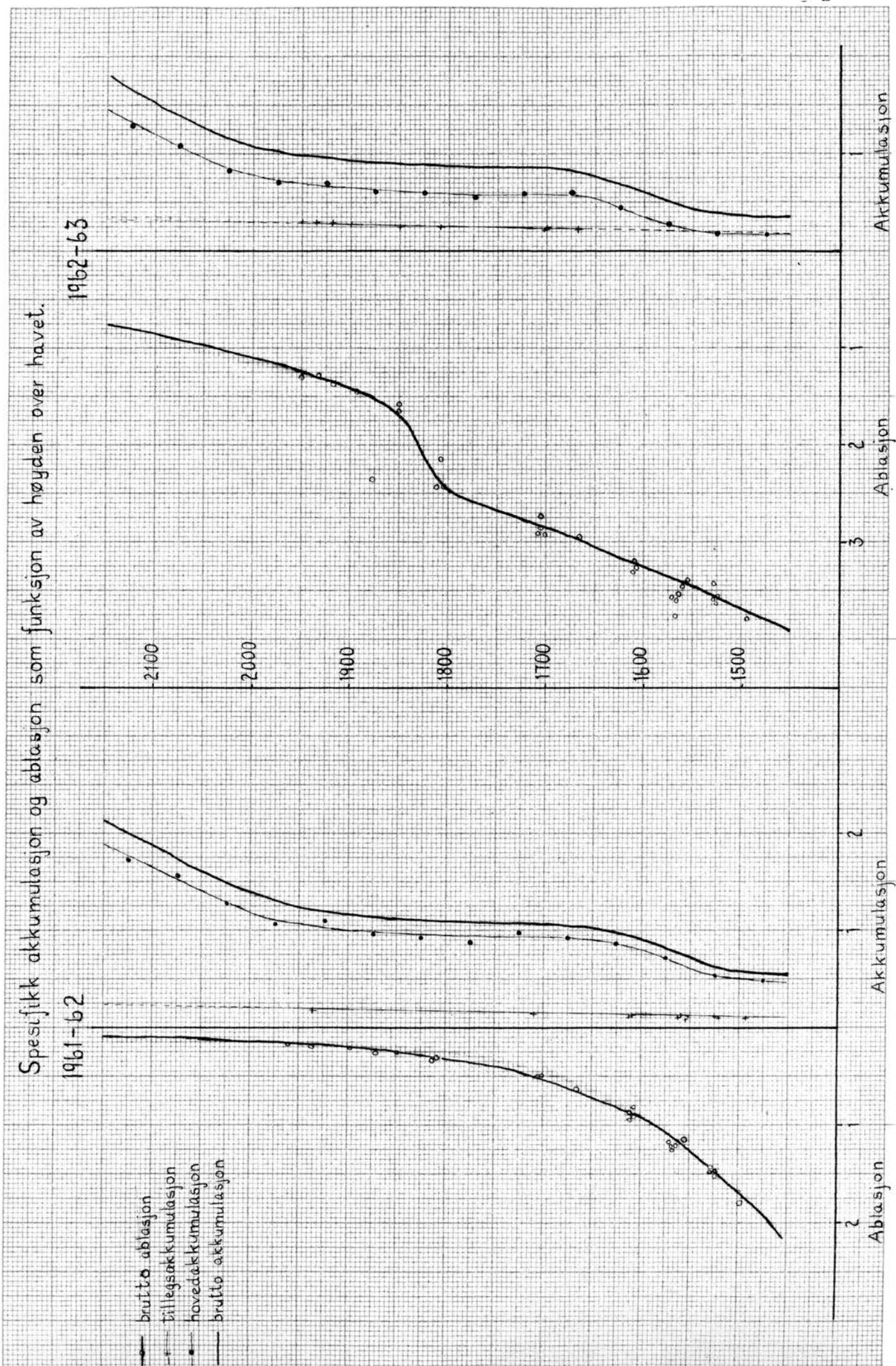


Fig. 23



Akkumulasjonsmönstret på breens østside er i stor grad påvirket av snöras fra fjellsiden. Langt utover i ablasjonsesongen gjenspeiler den temporære snögrensen akkumulasjonsmönsteret.

Fig. 24

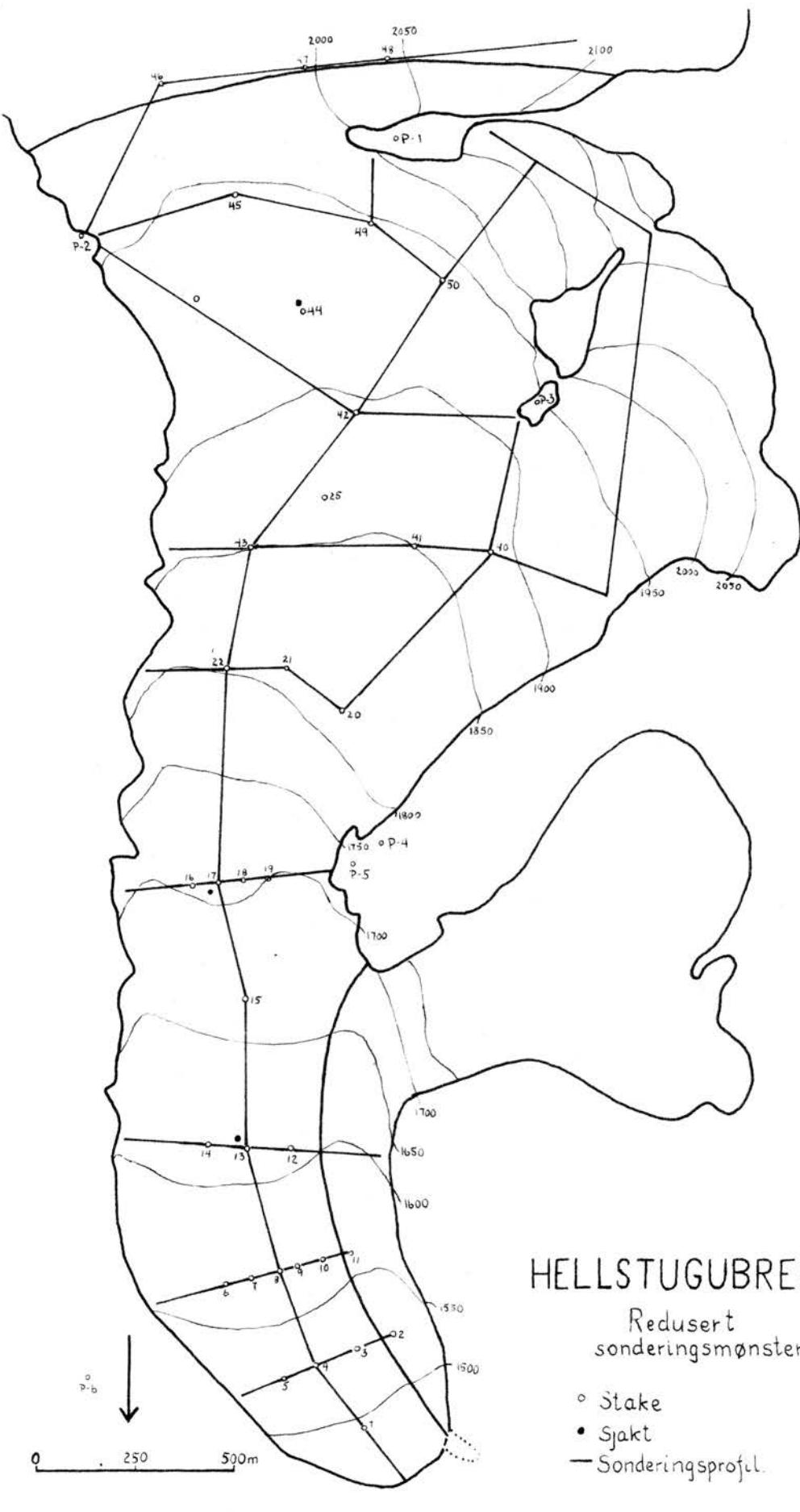


Fig. 25

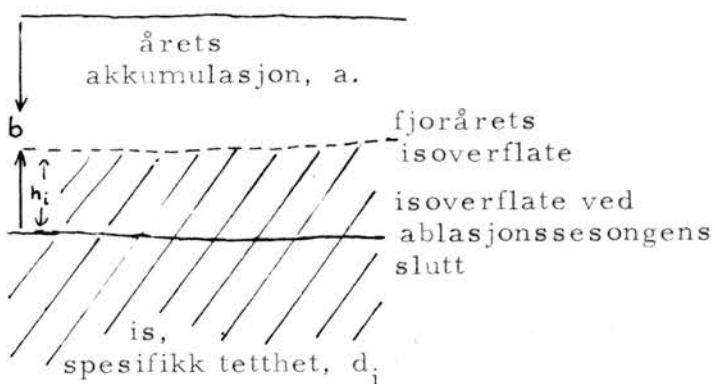


Breporten august 1963. Störstedelen av vannet fra breen rant hele tiden ut gjennom denne breporten. Den var enkelte ganger åpen et stykke inn under breen, men falt hver gang sammen etter kort tid, og isblokker fulgte med elven nedover.

Fig. 26

BEREGNING AV SPESIFIKK BRUTTO ABLASJON, b, I TRE FORSKJELLIGE TILFELLER.

a) Netto isablasjon:

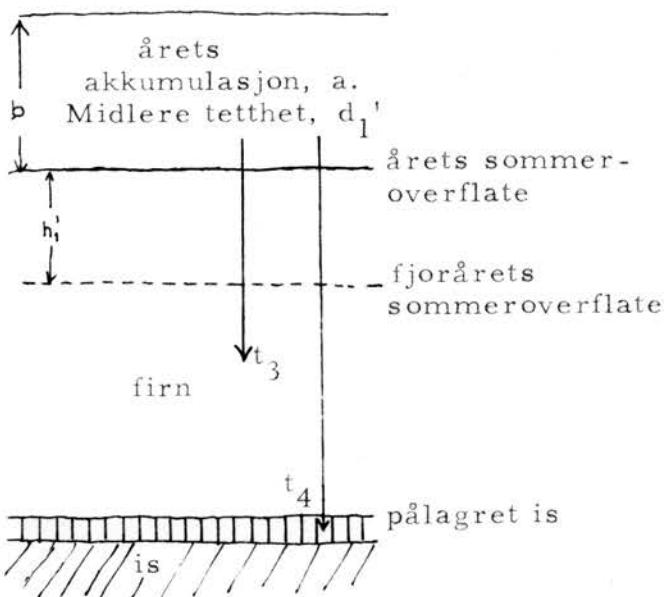


Hele årets akkumulasjon, a,  
og et islag med tykkelse  $h_i$   
smelter vekk.

Brutto ablasjon blir:

$$b = a + d_i \cdot h_i$$

b) Netto akkumulasjon i firnområdet:

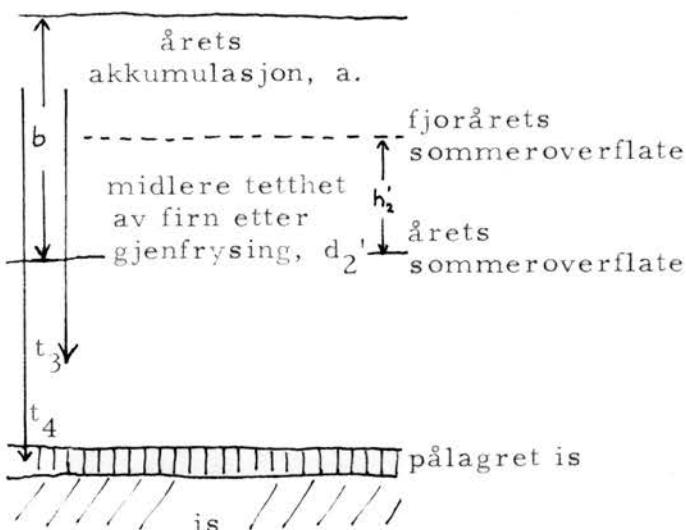


Av årets akkumulasjon, a,  
ligger en del,  $d_1' h_1'$ , igjen  
på breen ved abla-sjons-  
sesongens slutt. En del,  $t_3$ ,  
akkumuleres i firnen ved  
gjenfrysing, og en del,  $t_4$ ,  
akkumuleres ved dannelse  
av pålagret is.

Brutto ablasjon blir:

$$b = a - (d_1' h_1' + t_3 + t_4)$$

c) Netto ablasjon i firnområdet:



Av årets akkumulasjon, a,  
akkumuleres en del,  $t_3$ , i  
firnen ved gjenfrysing, og en  
del,  $t_4$ , ved dannelse av pålag-  
ret is. Når årets sommerover-  
flate faller sammen med  
fjorårets blir brutto ablasjon:

$$b = a - (t_3 + t_4)$$

Tettheten av firnen er nå  $d_2''$ .  
Dersom et lag av denne,  $h_2''$ ,  
også smelter vekk, blir  
brutto ablasjon:

$$b = a + d_2'' h_2'' - (t_3 + t_4)$$

Fig. 27

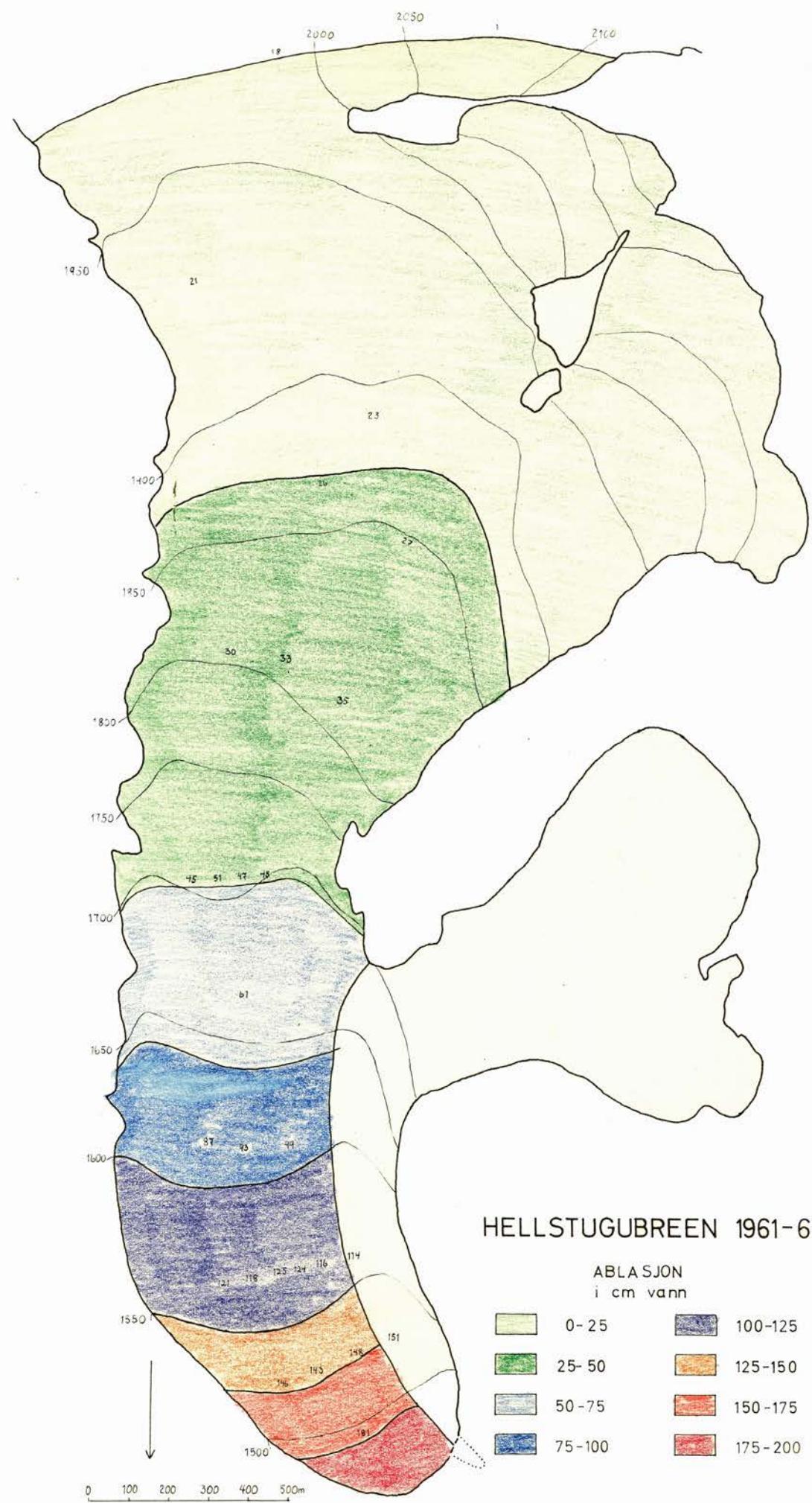


Fig. 28



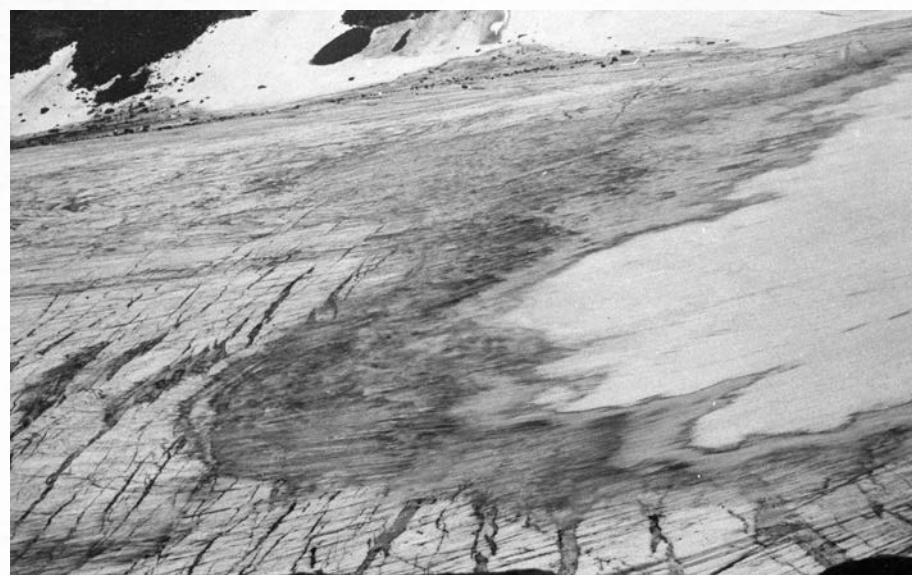


Fig. 30



Firngrensen sees her som grensen mellom årets akkumulasjon og eldre firn (august 1963).

Fig. 31



Pålagret is, som dannes ved gjenfrysing av smeltevann fra overflaten, skiller tydelig fra breisen.

Ablasion fram til visse tidspunkter og i bestemte perioder.

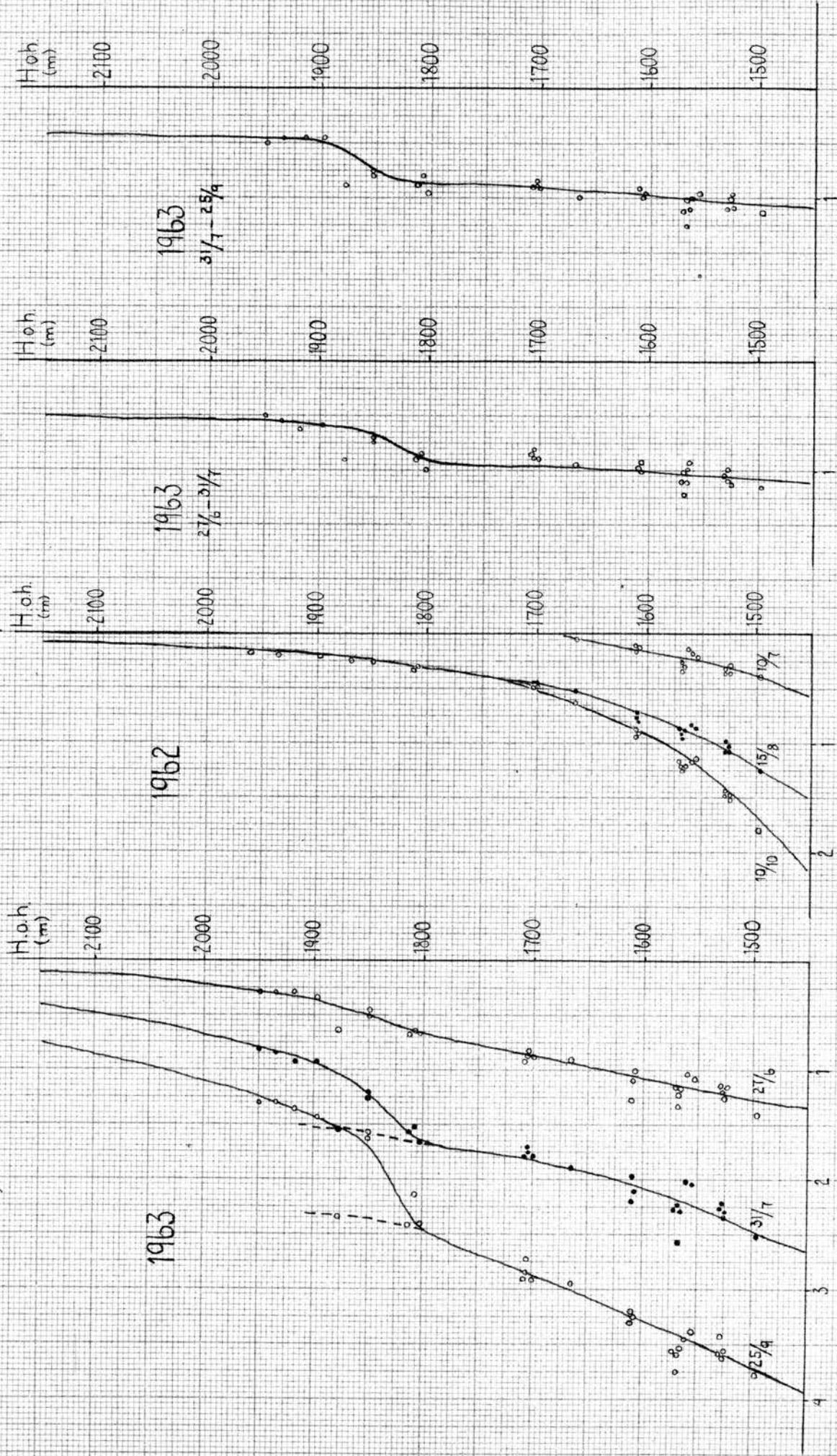
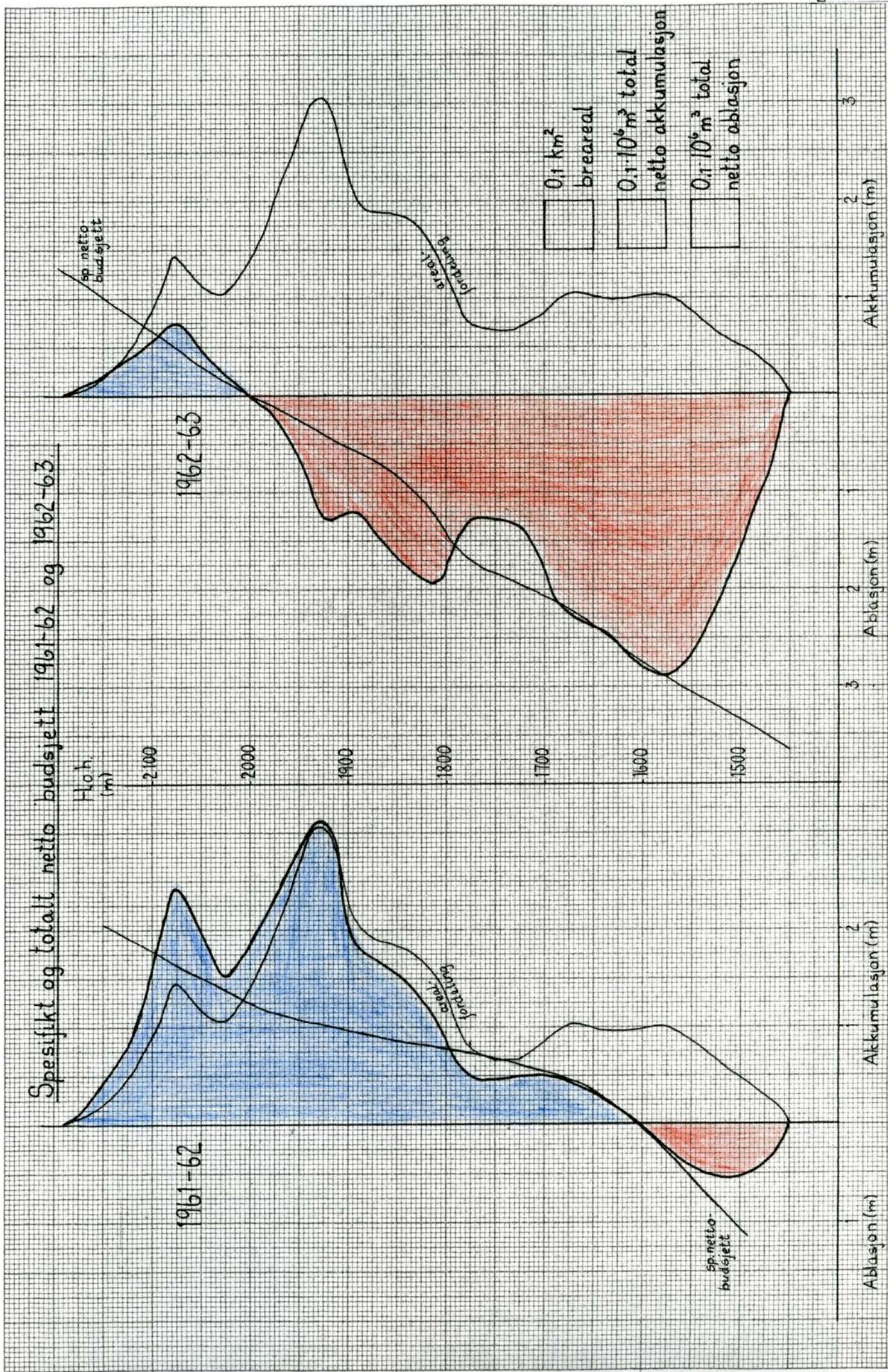


Fig. 33



# HELLSTUGUBREEN.

Spesifikt og totalt netto budsjett for et balansert år.

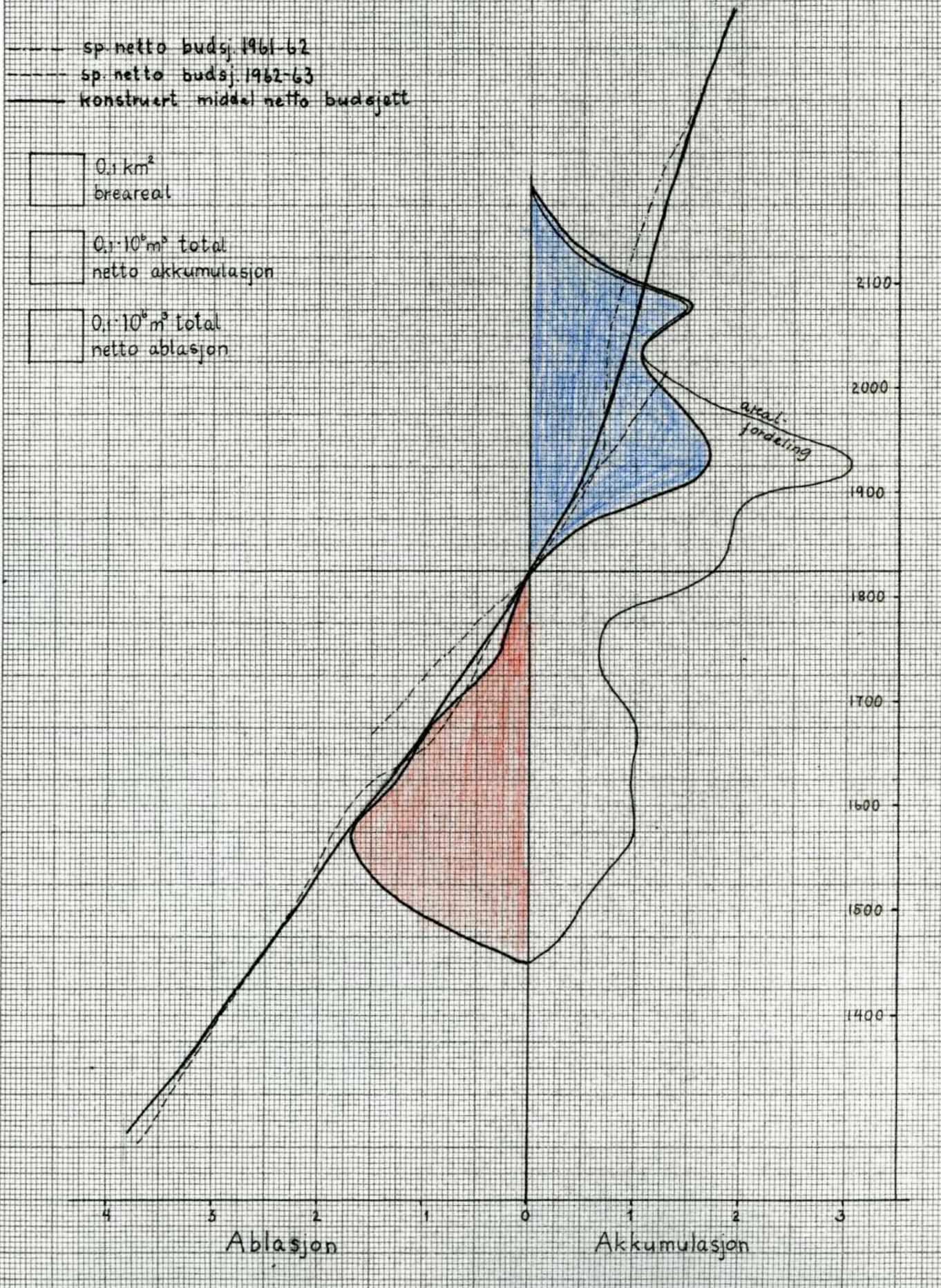


Fig. 35



Over størstedelen av ablasjonsområdet frem prepareres rygger og furer i breisen i ablasjonssesongen (august 1962).

Fig. 36



Langs midten av breen går en ca. 4 m bred rygg av hvit is. Den samme ryggen finnes igjen fra år til år, ved stake 13 (130 cm over is) august 1963.

Fig. 37



Ved midtmorenen, som skiller mellom deler av breen hvor hastigheten varierer mye over korte avstander, er ryggene og furene meget tydelige og smalere enn ellers. Det er foreslått (Eriksson s. 49) at den primære årsak til ryggene og furene henger sammen med differensiell bevegelse i isen.

Fig. 38



Nederst på breen blir formene meget store, men de ødelegges av den meget kraftige ablasjonen.



Når smeltingen er stor virker furene som naturlige dreneringløp i isen (överst). Når overflaten er forholdsvis fri for sprekker slik at vannet må føres bort langs breoverflaten kan deler av furene sammen med andre svakhetssoner i isen utvikles til jökelbekker.

Fig. 40



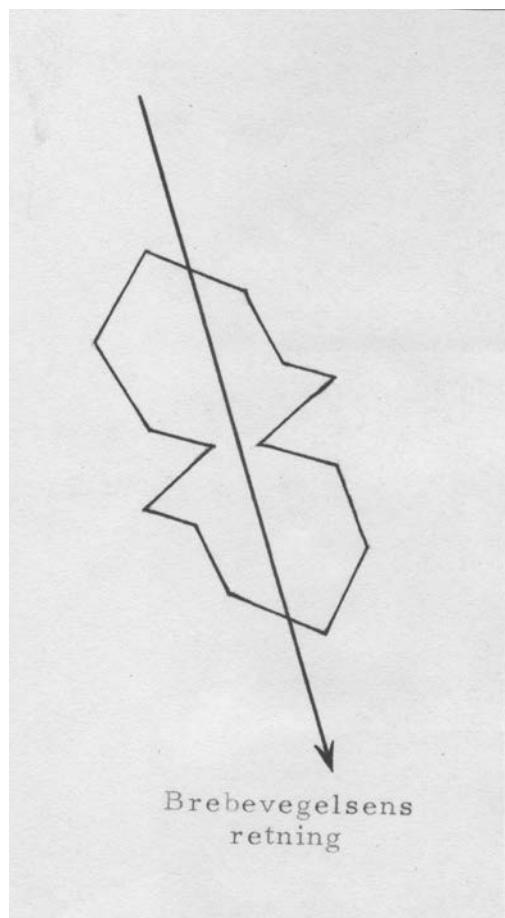
Krysset hvor sidemorenene fra de to breströmmene mötes sees tydelig. Morener av denne typen inneholder bare lite materiale i dypet av breen, men fordi materiale etter hvert anrikes på overflaten virker morenen meget stor.

Fig. 41



Morenen langs breenes östside.

Fig. 42



Enkelte morener kommer tilsynelatende umotivert frem på bretungen. Det så ut som stein og blokker var orientert i samme retning som brebevegelsen. For de stein og blokker som hadde en markert lengdeakse og som holdt på å smelte ut av breen ble det foretatt bestemmelse av lengdeaksens orientering (tils.t 48 stein og blokker). Målingen viste en orientering av materialet med lengdeaksene parallelle med brebevegelsens retning.

Fig. 43



Under tynne naturlige smusslag er ablasjonshastigheten större enn på ren is.

Fig. 44

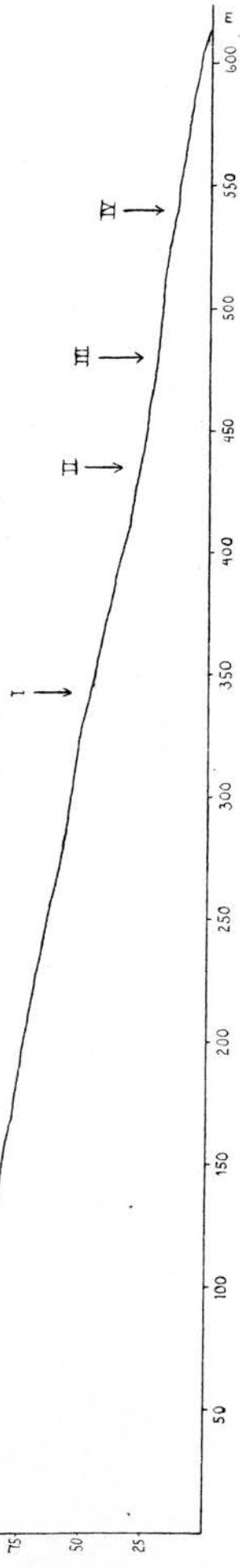


Tykkere lag lösmateriale virker beskyttende på isen. Rett opp for stake 11 på vestsiden og utenfor selve breen var det is under ca. 40 cm morenemateriale. Materiale til forsök med isavsmelting under tynne lag av morenemateriale ble tatt herfra.

Fig. 45

Lengde- og tverrprofil av midtmorene

Lengdeprofil:



Tverrprofil:

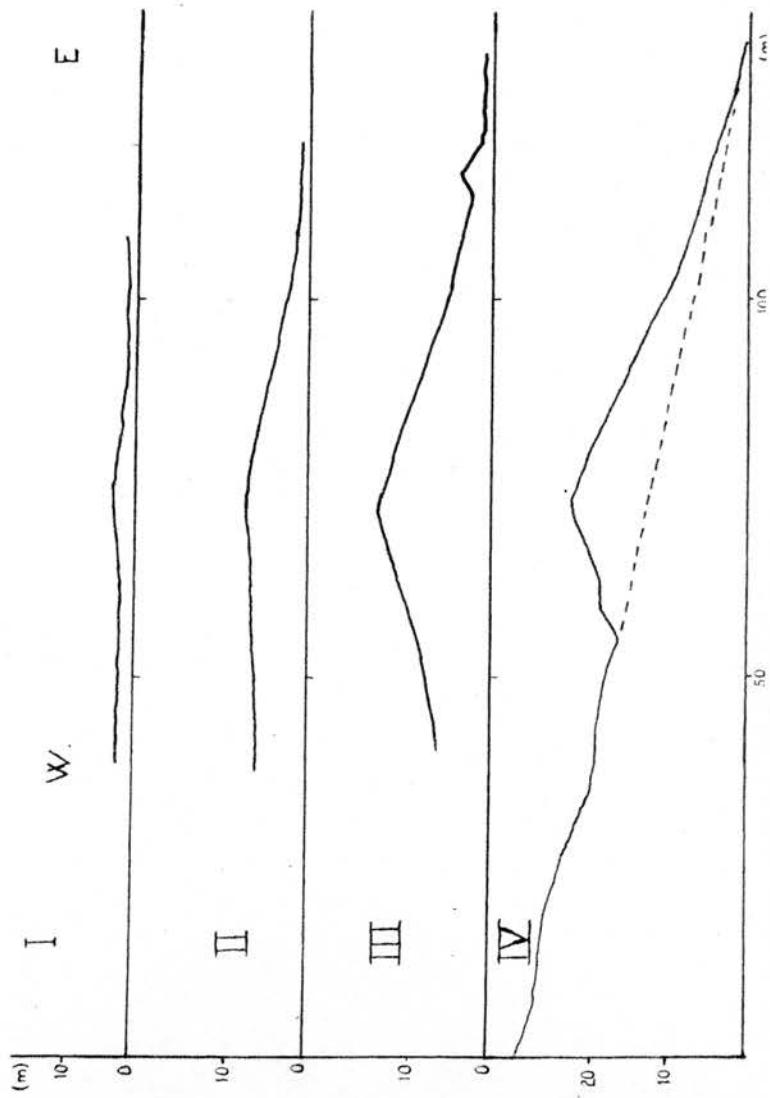
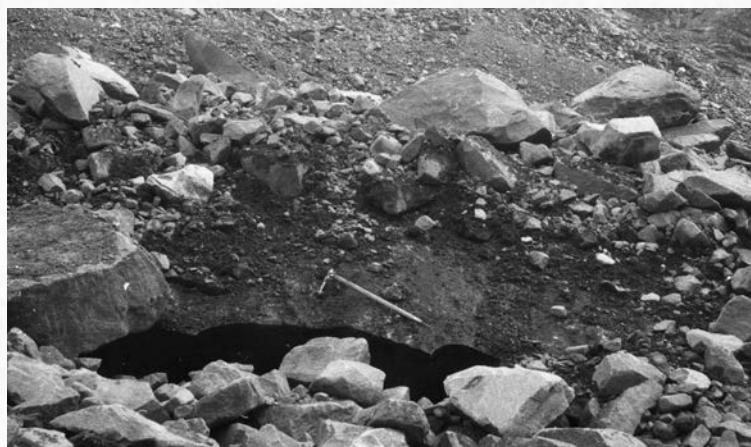


Fig. 46

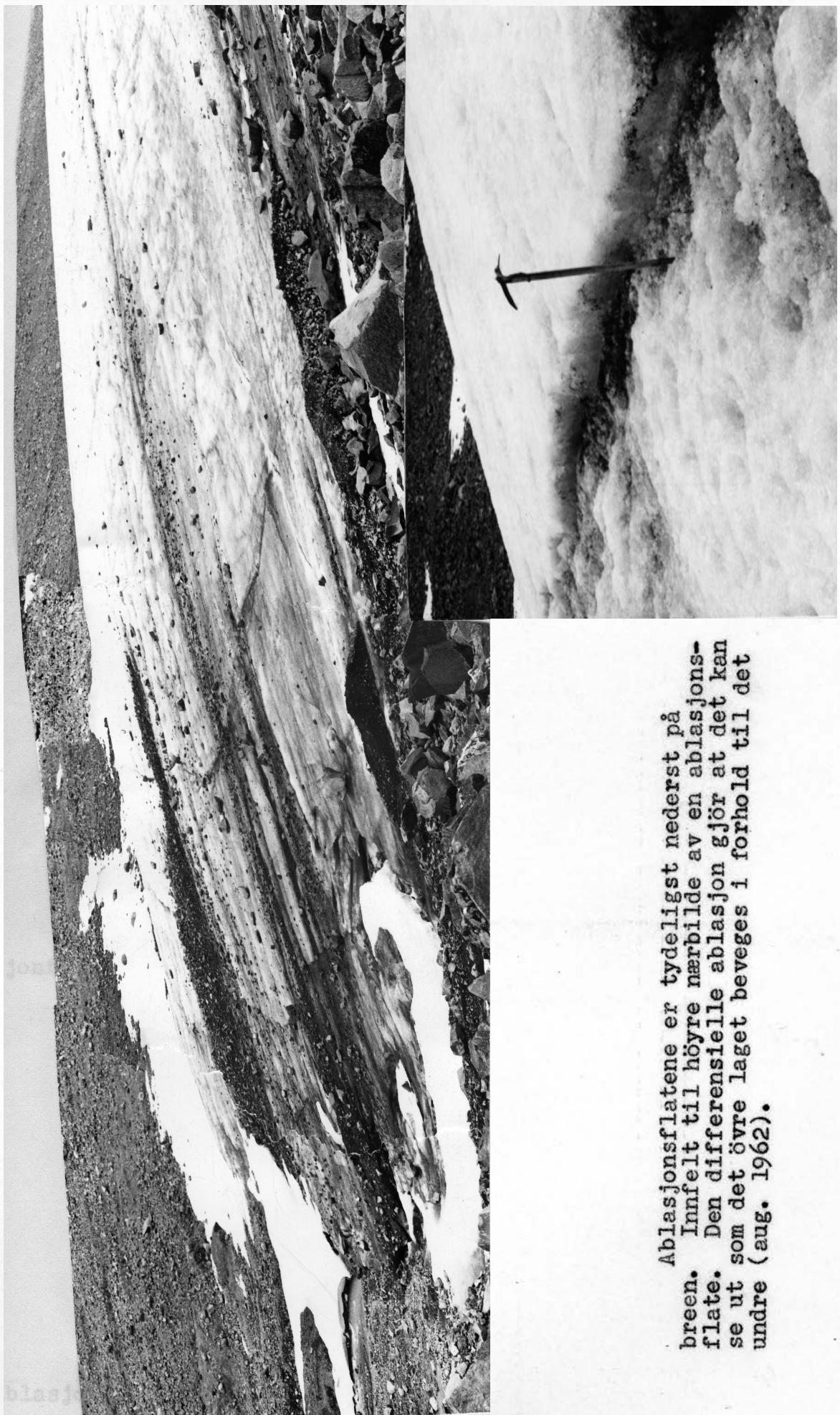


Midtmorenen ved tverrprofil II. Morenen er her nesten 50 m bred.

Fig. 47



Dödis i forlengelsen av morenen på östsiden  
av breen.



Ablasjonsflatene er tydeligst nederst på breen. Innfelt til höyre närbilde av en ablasjons-flate. Den differensielle ablasjon gjør at det kan ses ut som det övre laget beveges i forhold til det undre (aug. 1962).

Fig. 49



I august 1962 kom det frem materiale langs en ablasjonflate nederst på breen.

Fig. 50



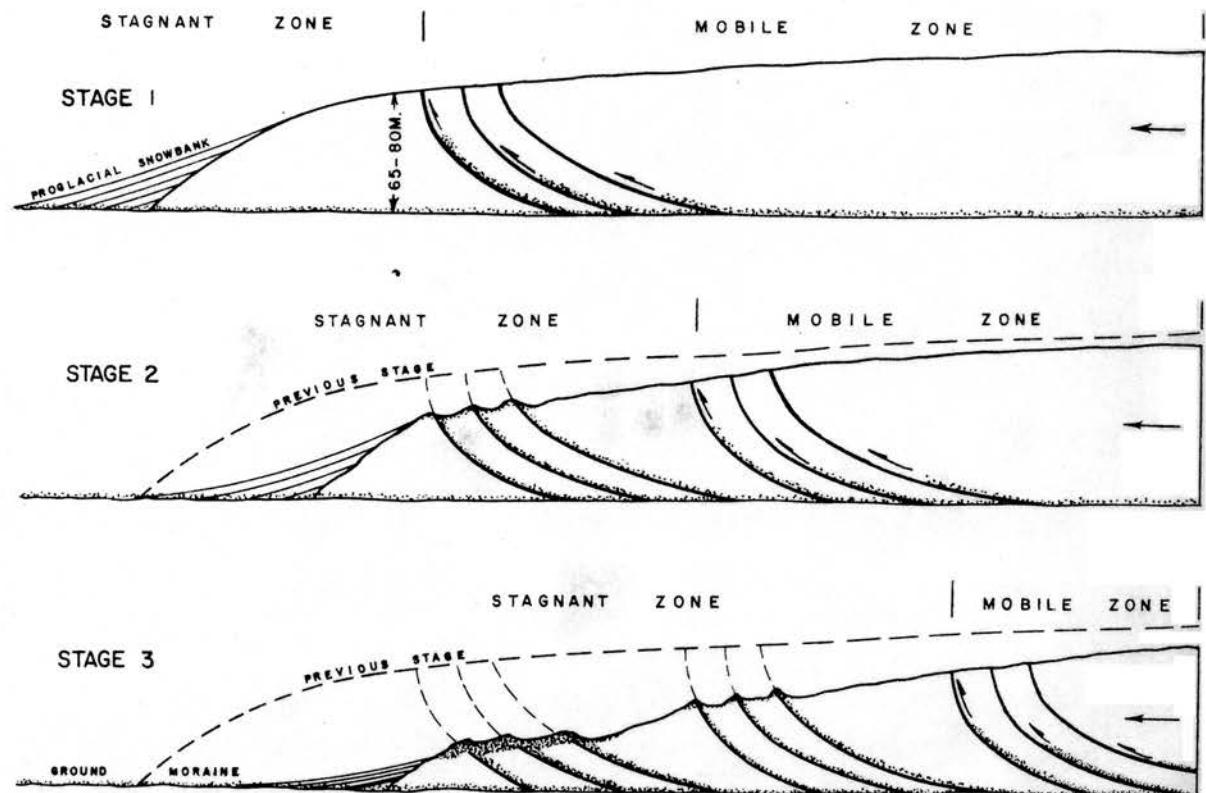
I løpet av ablasjonssesongen 1963 ble det langs ablasjonsflaten vist i fig. 49 dannet en smutskjegle.

Fig. 51



Smutskjegle på østsiden av midtmorenen (1962).

Fig. 52

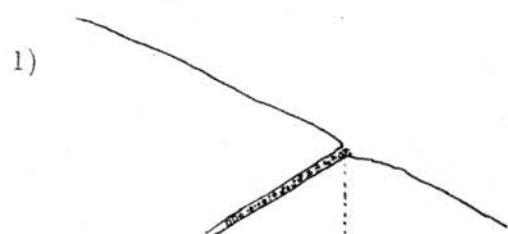


Dannelsel av glideplansmorene, etter B. Bishop 1957.

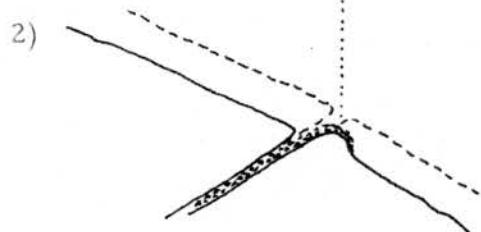
DANNELSE AV SMUTSKJEGLER I FORBINDELSE MED  
ABLASJONSLATER.

Man forutsetter at tilstrekkelig materiale finnes langs ablasjonsflaten.

- A. Bare ved differensiell ablasjon:

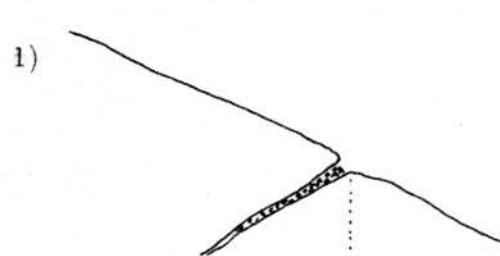


Materialet når fram til breoverflaten.

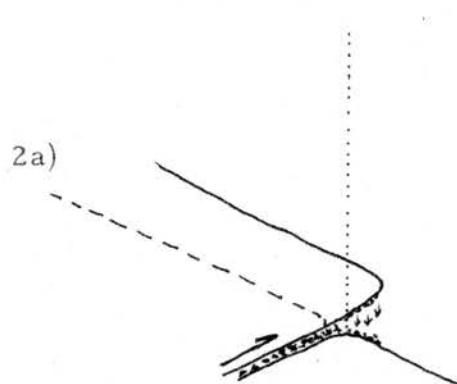


Forutsatt stor nok materialmengde beskyttes isen like nedenfor ablasjonsflaten, og det dannes etter hvert en smutskjegle som får lengdeakse i breens bevegelsesretning. Hvor lang tid dette tar avhenger av bredden av materialansamlingen og ablasjonshastigheten.

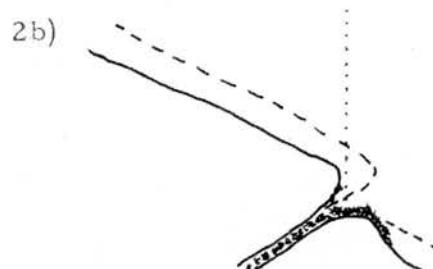
- B. Ved differensiell bevegelse og differensiell ablasjon:



Materialet når fram til breoverflaten.

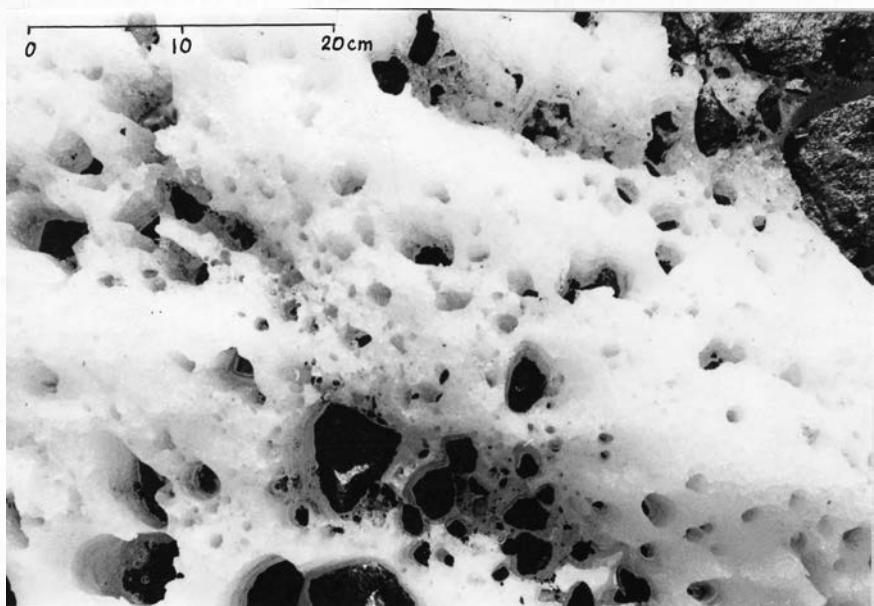


Differensiell bevegelse alene medfører at isen over ablasjonsflaten føres frem. Det forutsettes at materialet føres med, og dette faller ned på isen nedenfor og beskytter denne.



Smutskjeglen får sin form ved differensiell ablasjon

Fig. 54



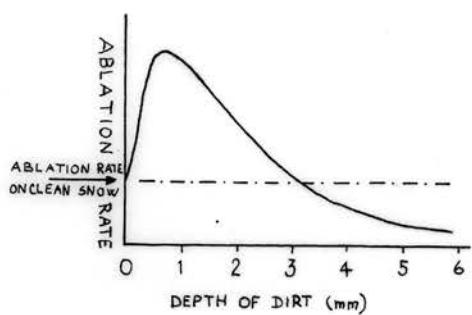
Små stein absorberer mere varme enn isen omkring og smelter seg ned i isen; det dannes kryokonitthull.

Fig. 55



Større blokker beskytter isen mot ablasjon og det dannes brebord. "Stilken" smelter vesentlig fra sidene, og etter en stund faller blokker ned. Dannelsen begynner da på nytt et annet sted.

Fig. 56



Kurven viser den prinsipielle sammenheng mellom ablasjonshastigheten og smusslagets tykkelse.  
Kurven er beregnet og bygger ikke på målinger.  
Etter J. Warren Wilson 1953.

Fig. 57

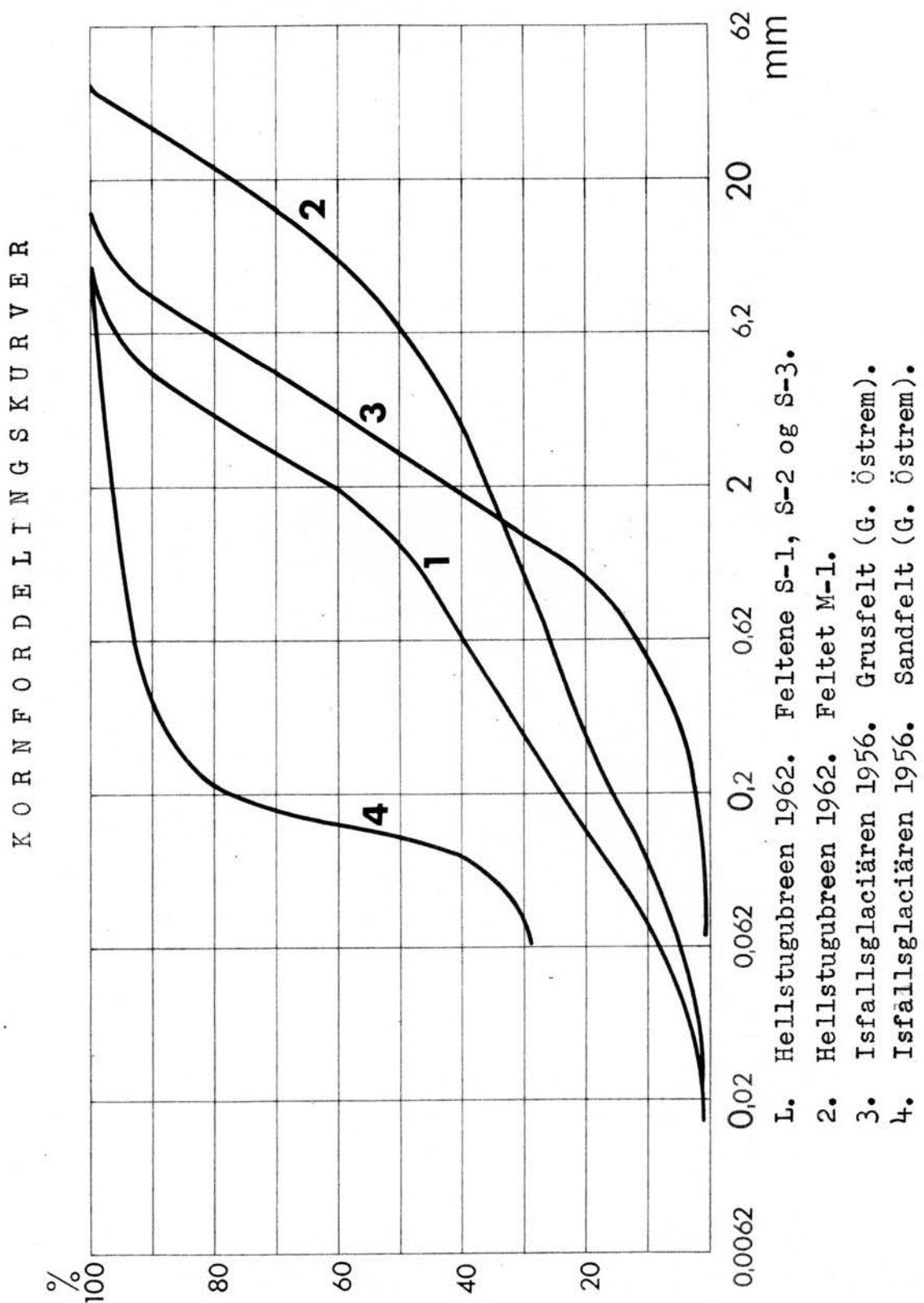


Fig. 58



Forsøksfelt til måling av isablasjon under tynne  
lag av morenemateriale.

## Temperaturkurver for feltene

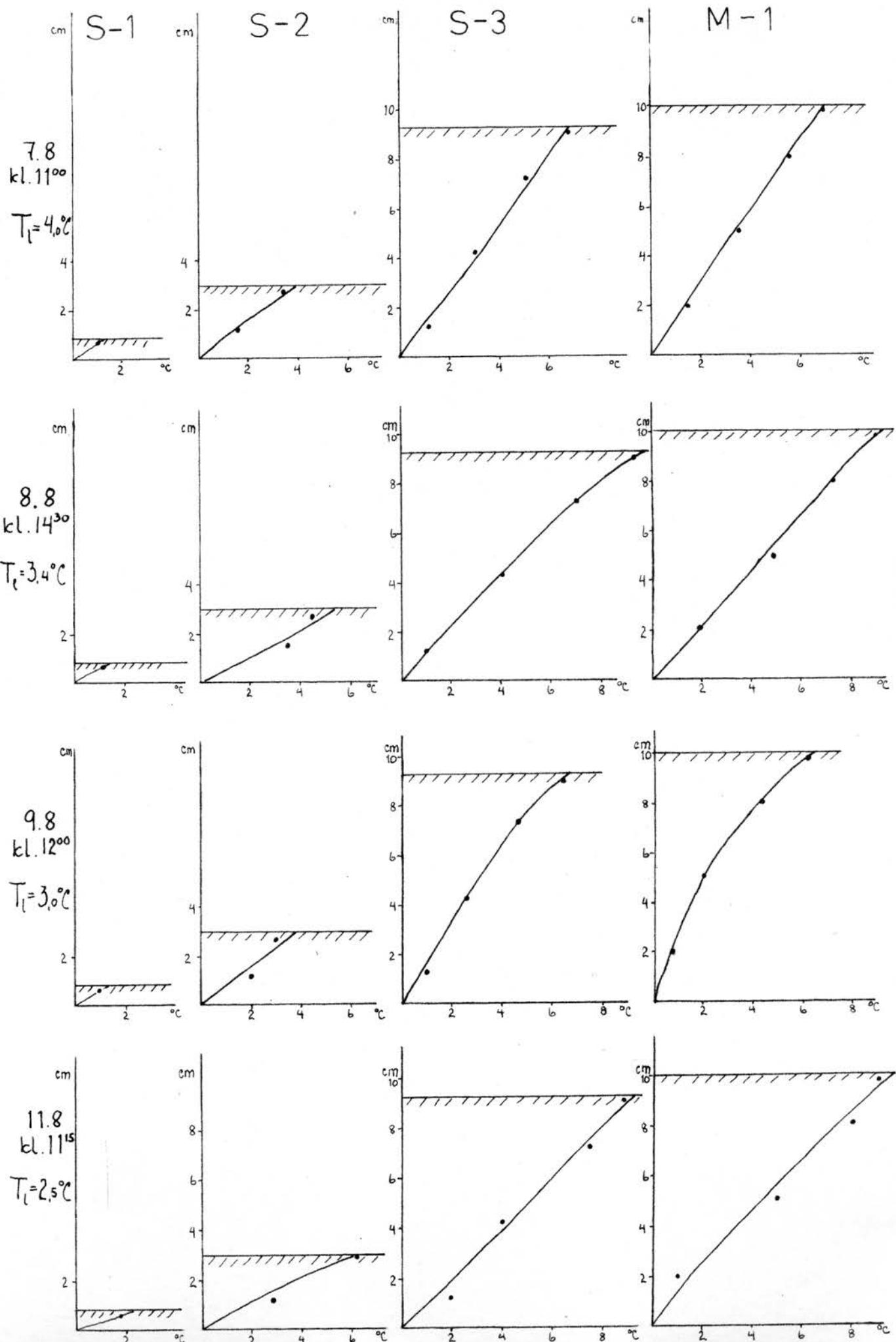


Fig. 60

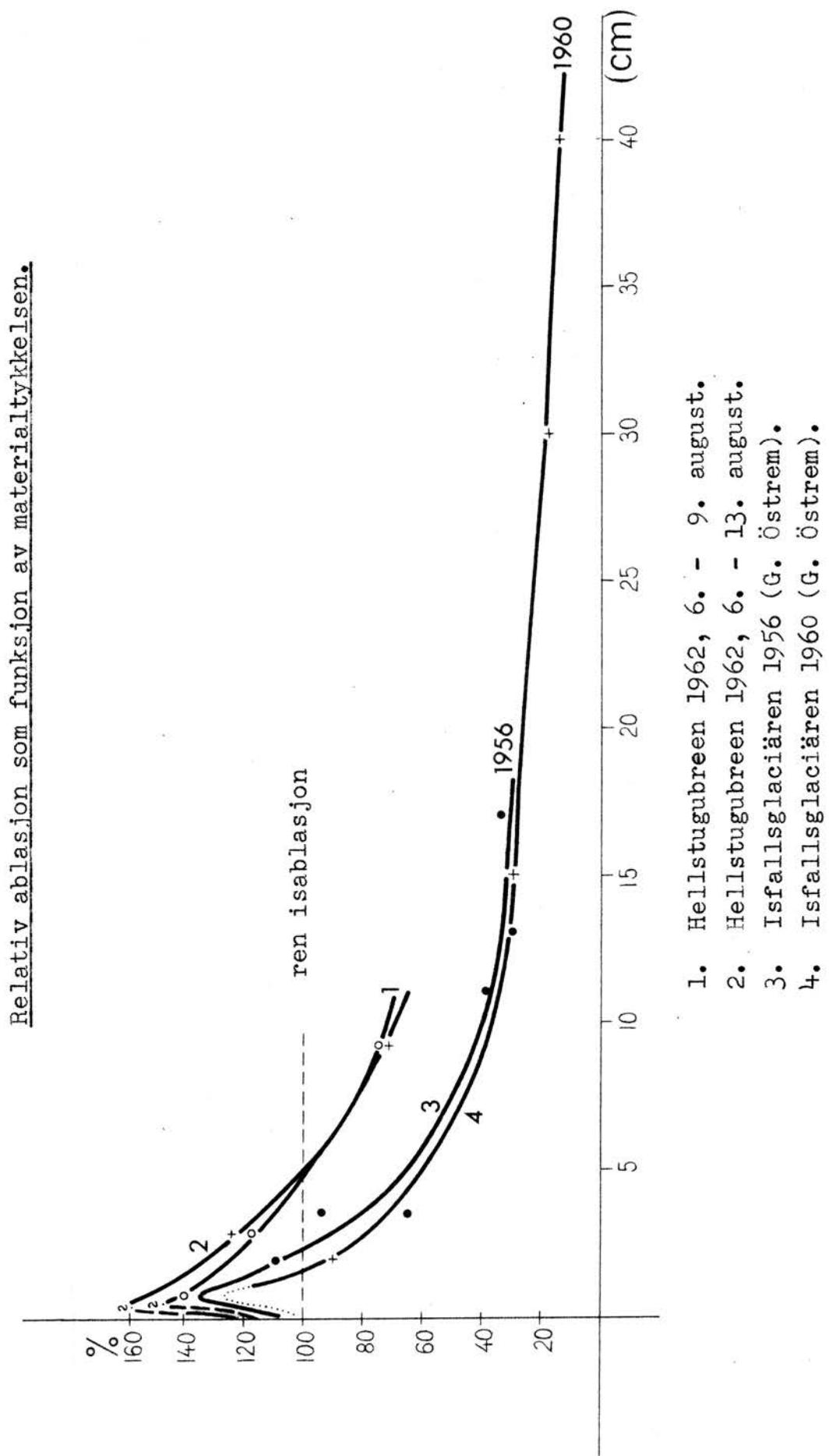
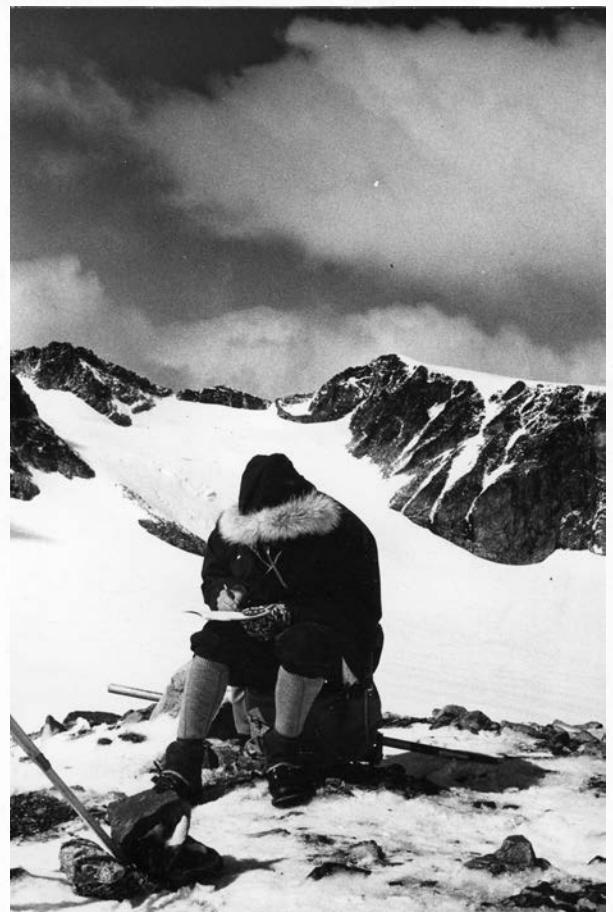
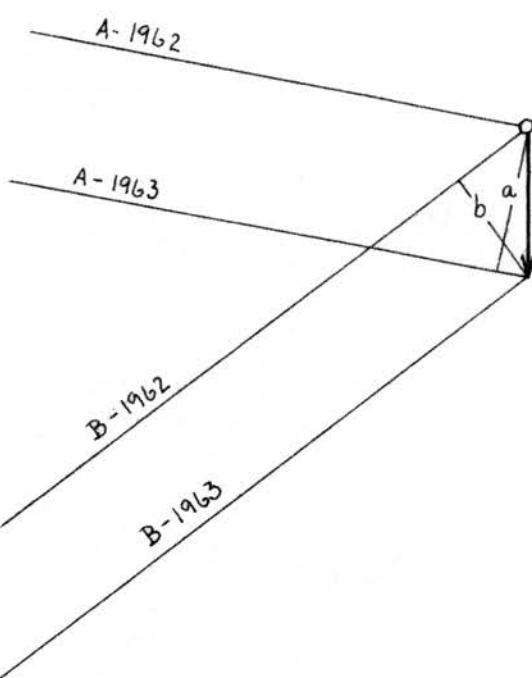
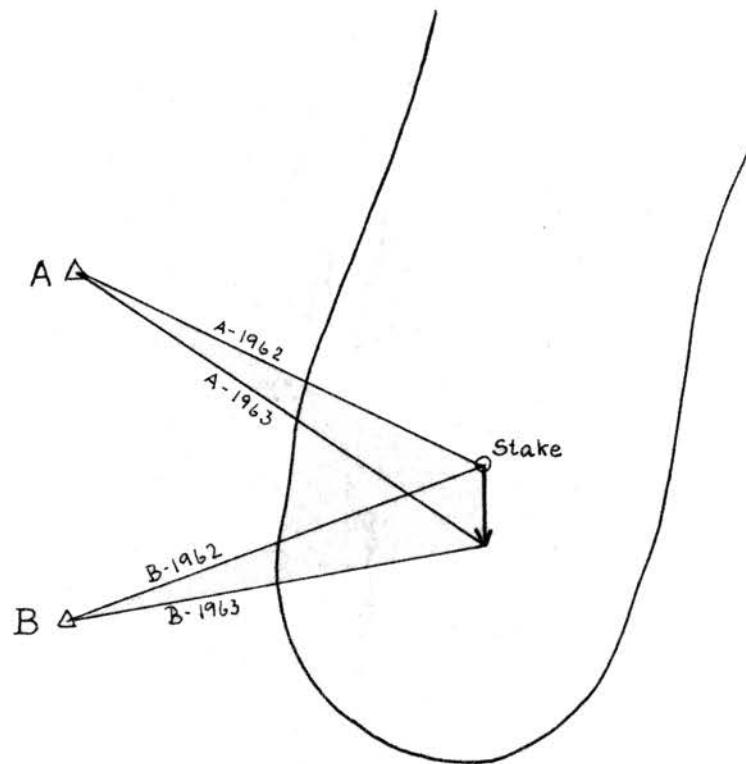


Fig. 61



Innsiktning av stakene fra P-2 august 1962.

## GRAFISK METODE TIL BESTEMMELSE AV STAKENES BEVEGELSE



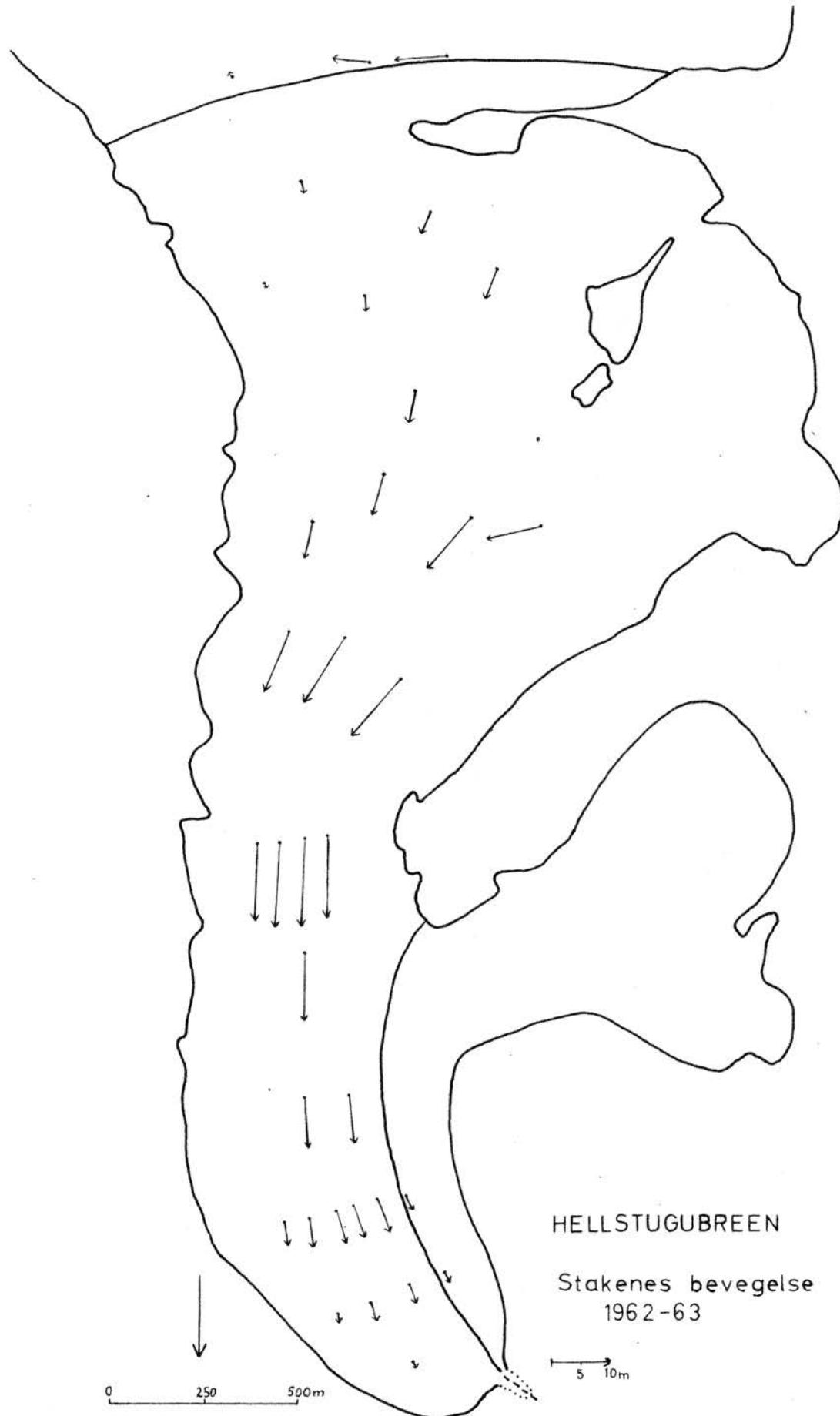
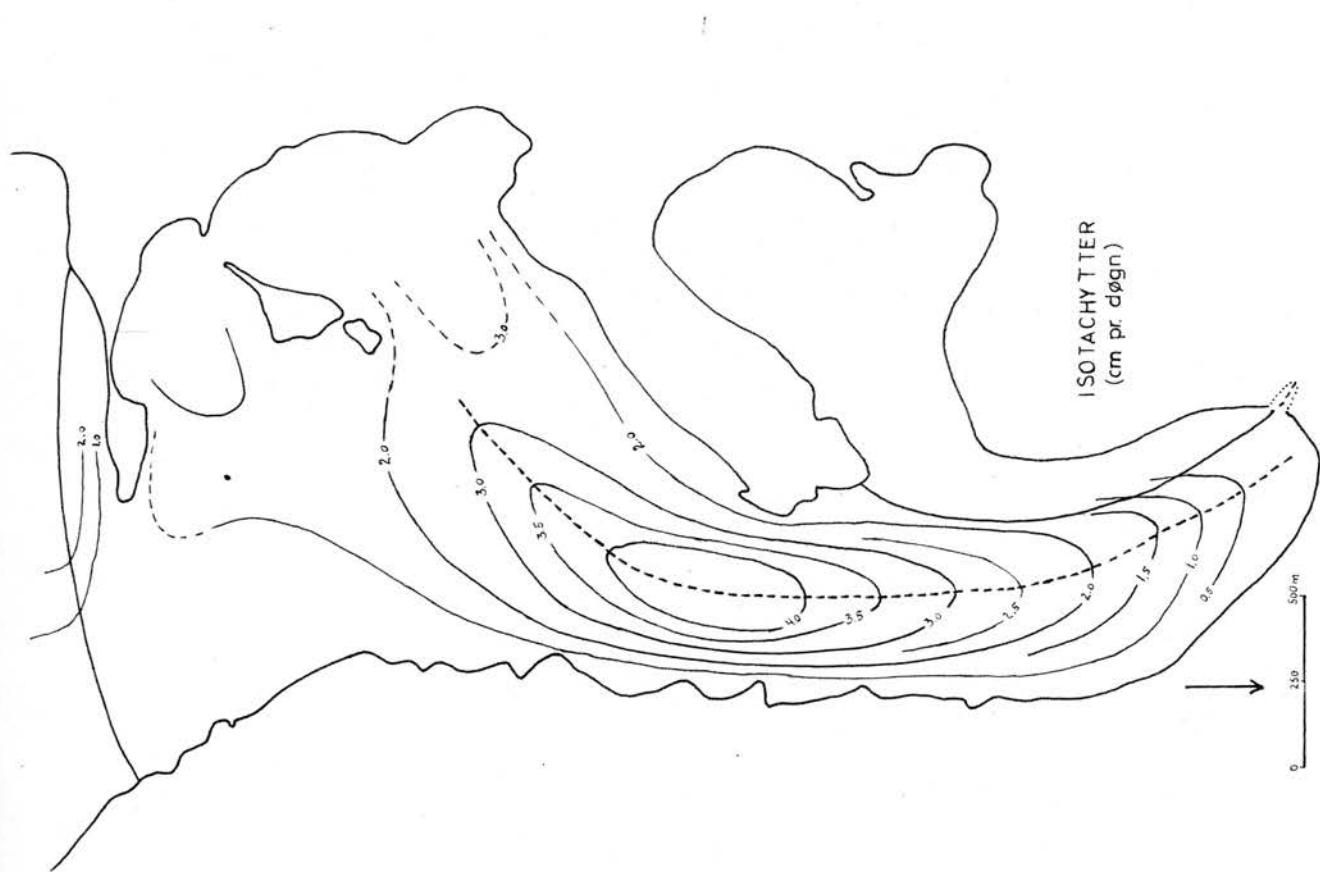
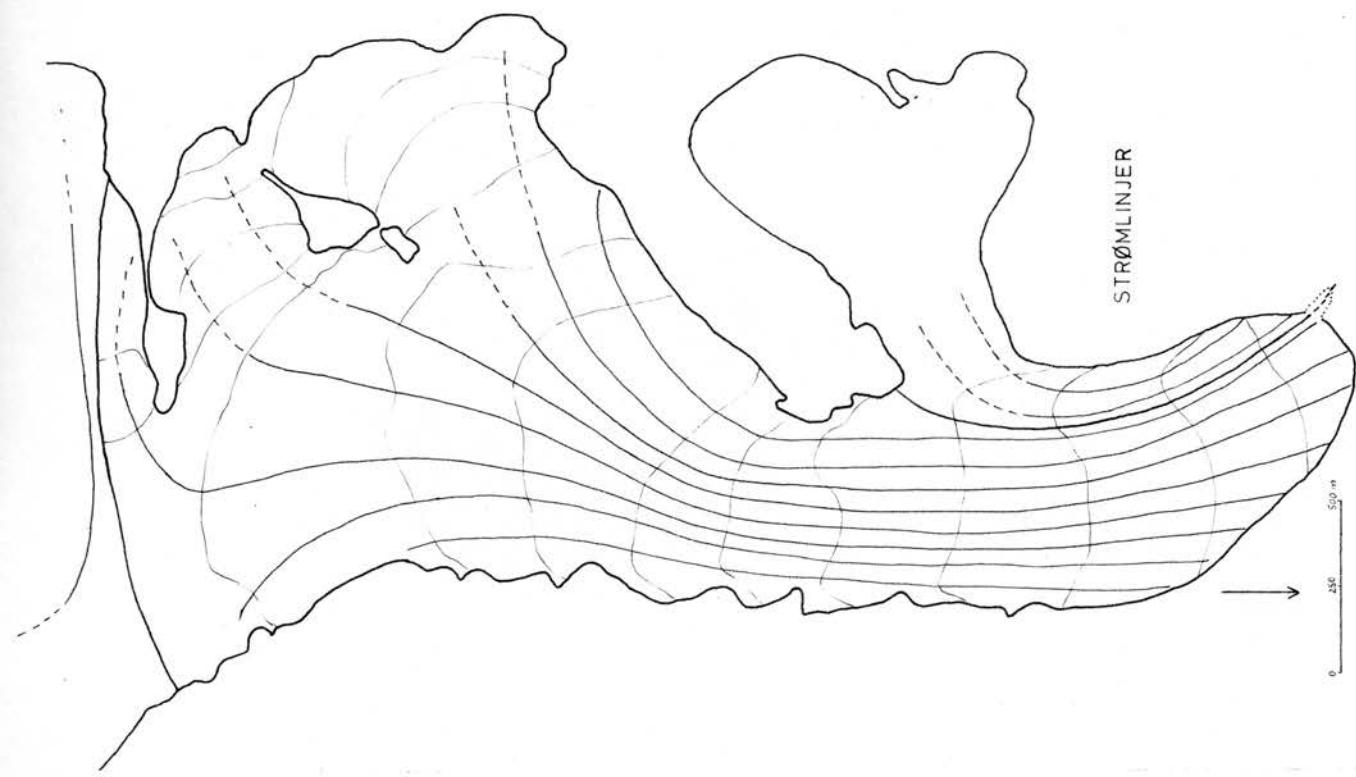


Fig 64



HELLSTUGUBREEN 1962-63

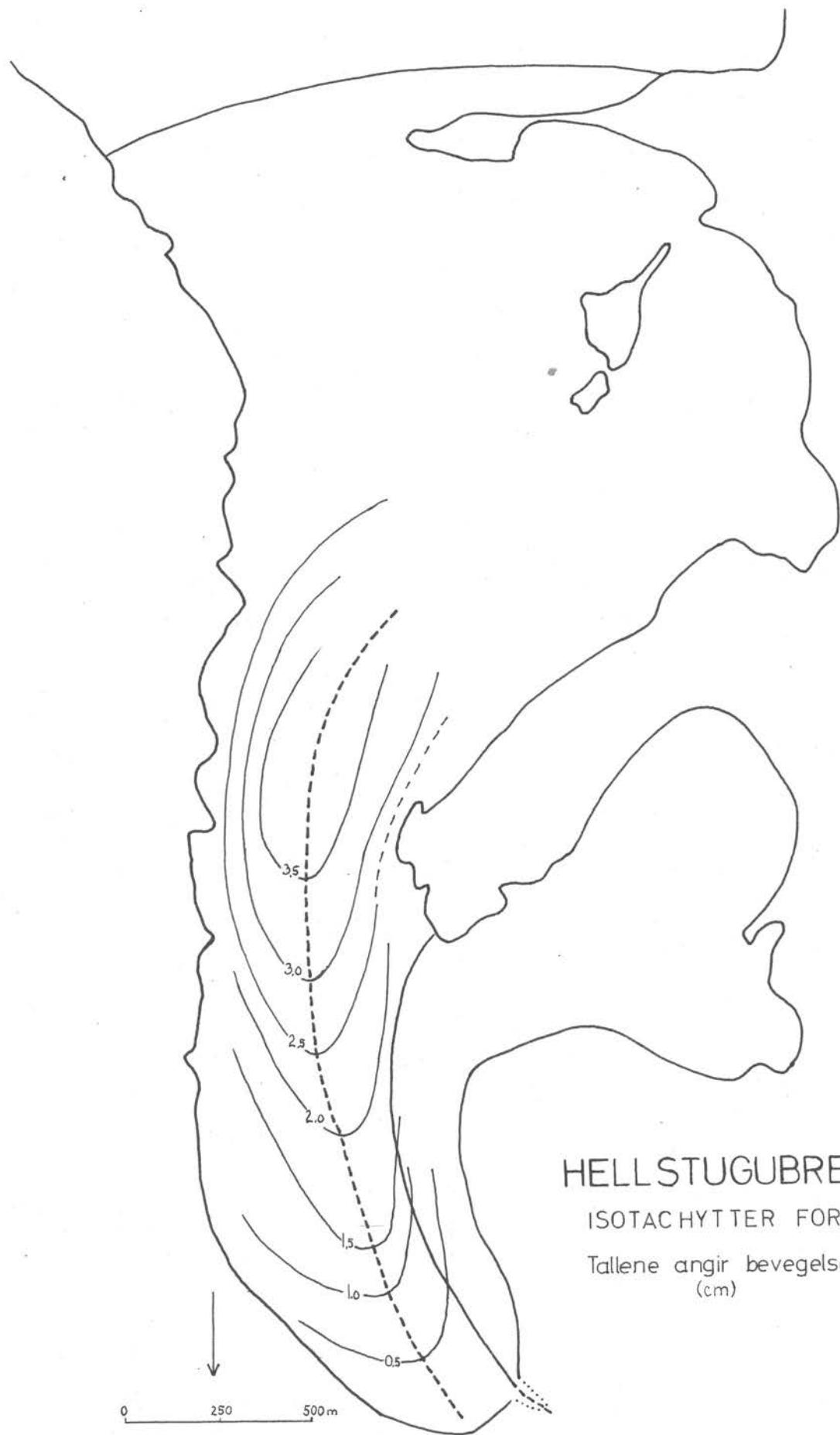
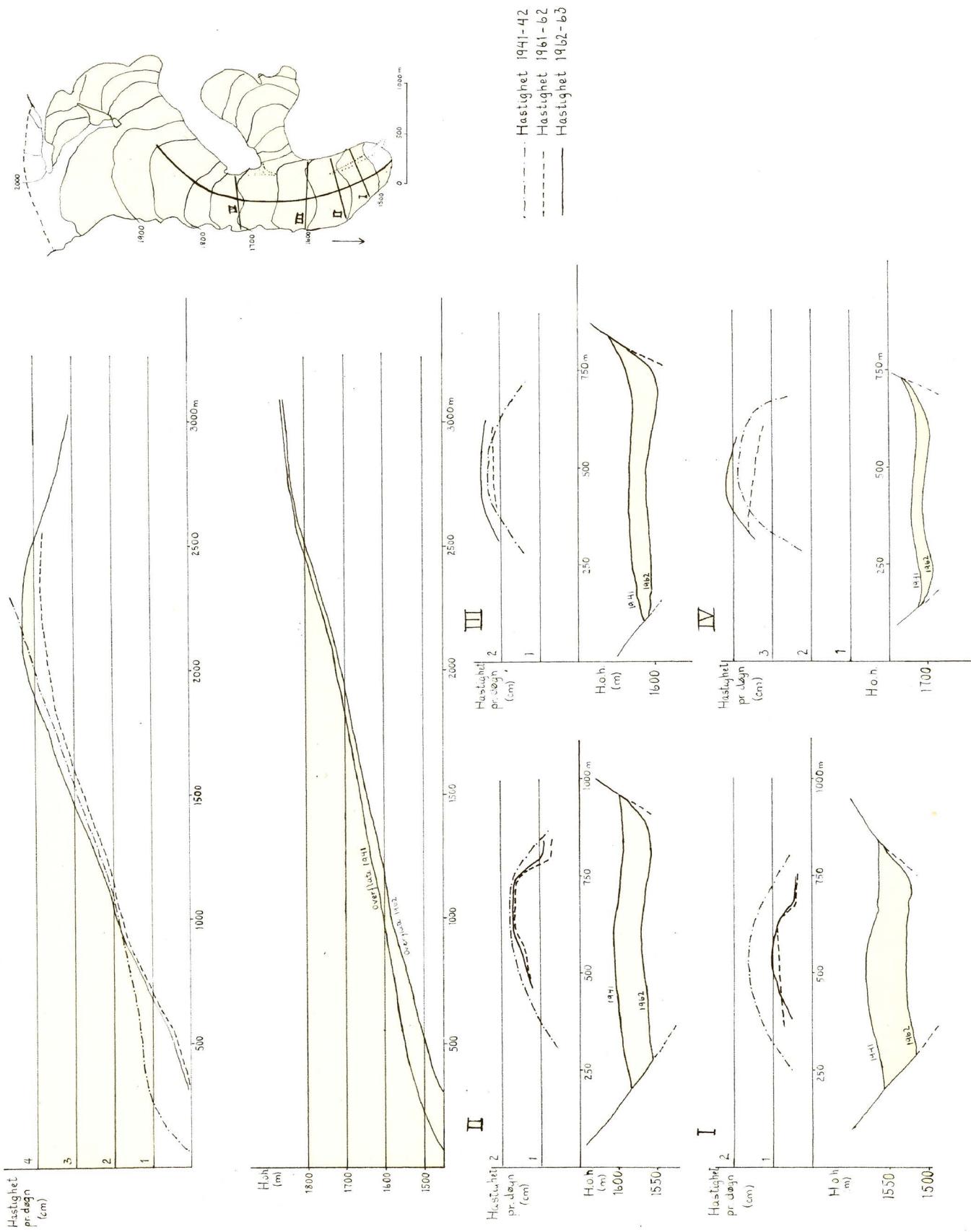


Fig. 66

LENGDEPROFIL OG 4 TVERRPROFILER MED  
TILHØRENDE HASTIGHETSDIAGRAM



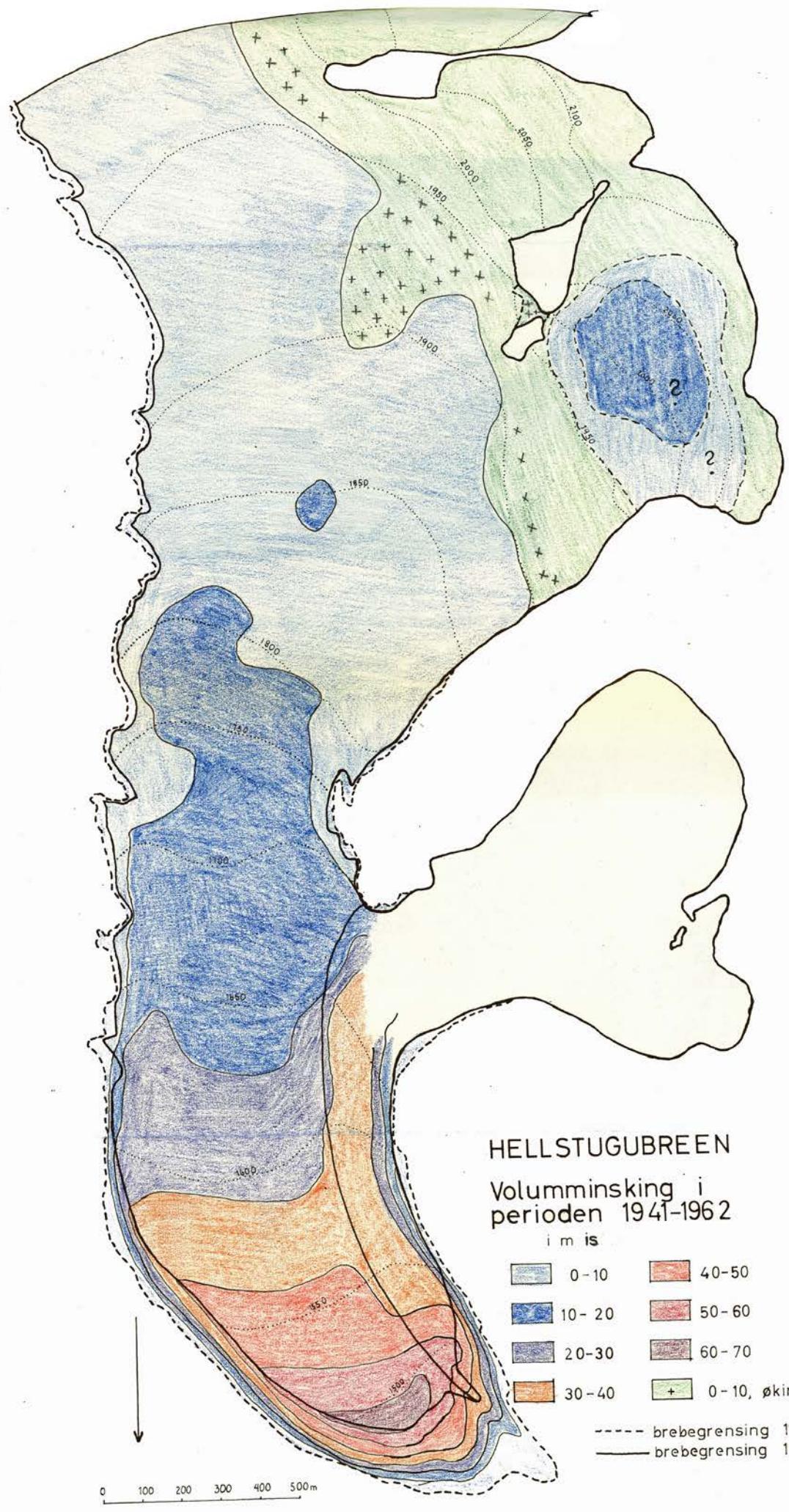


Fig. 68



Hellstugubreens tunga sett fra vest, 11. august 1963.  
Brefrontens beliggenhet 1941 er skissert.

Fig. 69



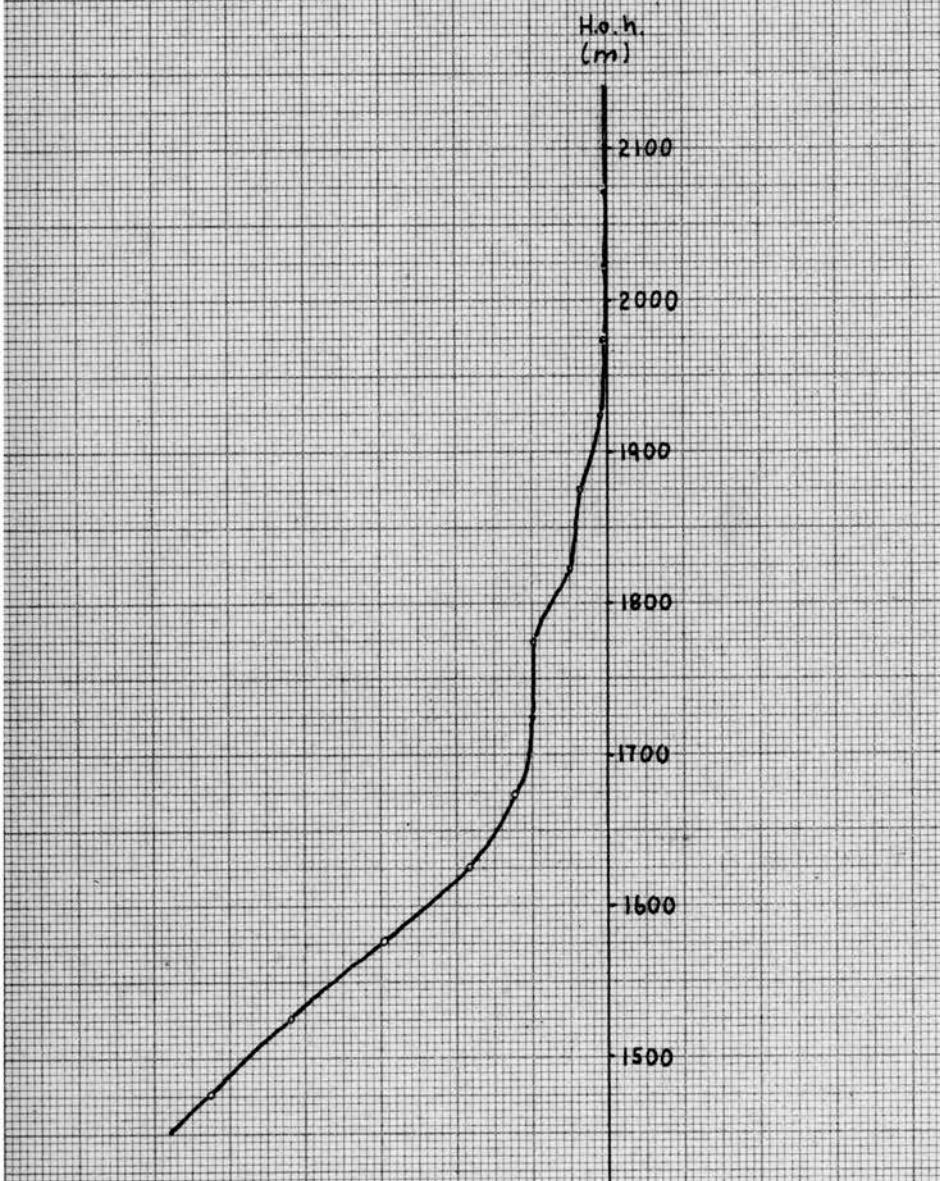
Nedre botn august 1962.

Fig. 70



Nedre botn august 1963.

Gjennomsnittlig senkning av breoverflaten i perioden 1941-62  
som funksjon av høyden over havet.



Spesifikk brutto ablasjon som funksjon av sommertemperaturen (1.6 - 30.9)  
på Fanåkken.

