

HYDROLOGISKA UNDERSÖKNINGAR I
LAPPTRÄSKETS REPRESENTATIVA OMRÅDE

Rapport II: Snömätningar med snörör
och snökuddar.

av M. Persson

Notiser och preliminära rapporter
Serie HYDROLOGI. Nr 13

SVERIGES METEOROLOGISKA OCH HYDROLOGISKA INSTITUT
HYDROLOGISKA BYRÅN



HYDROLOGISKA UNDERSÖKNINGAR I
LAPPTRÄSKETS REPRESENTATIVA OMRÅDE

Rapport II: Snömätningar med snörör
och snökuddar.

av M. Persson

Notiser och preliminära rapporter
Serie HYDROLOGI. Nr 13

HYDROLOGISKA UNDERSÖKNINGAR I LAPPTRÄSKETS REPRESENTATIVA OMRÅDE

Rapport nr II: Snömätningar med snörör och snökuddar

av

M. Persson

SVERIGES METEOROLOGISKA OCH HYDROLOGISKA INSTITUT

Notiser och preliminära rapporter

Serie HYDROLOGI. Nr 13

Stockholm 1971

HYDROLOGISKA UNDERSÖKNINGAR I LAPPTRÄSKETS REPRESENTATIVA
OMRÅDE

Snömätningar med snörör och snökuddar

Inledning

Inom ramen för den internationella hydrologiska dekaden bedrivs i Sverige speciella undersökningar inom 5 utvalda representativa områden (Velen i Västergötland, Verkaån i Uppland, Komosse i Småland/Västergötland, Kassjöån i Medelpad/Jämtland samt Lappträsket i Norrbotten/Lappland). Studier av vattenbalansen ingår som en väsentlig del i dessa undersökningar. Inom de nordligare områdena och då speciellt Lappträskområdet spelar snön en stor roll och det är där av stort intresse med omfattande mätningar av snömagasineringsen. I området har därför regelbundet gjorts snötaxeringar med snörör. För att kunna få en kontinuerlig registrering av snötäckets vattenvärde har i Lappträskområdet dessutom prövats en ny typ av snömätare s.k. "snökuddar". Dessa har utvecklats i USA och har även prövats i några andra länder bl.a. i Norge från vintern 1967/68. I Lappträskområdet har snökuddar varit i drift sedan hösten 1969. Den 1 april 1971 gjordes ett försök med mätning av snötäckets vattenvärde med hjälp av markens naturliga gammastrålning.

Kap. 1 SNÖKUDDAR

Instrumentbeskrivning

Snökudden består av en flat cirkulär behållare av neoprenbelagd nylonväv. Diametern är 3,7 m och höjden ca 2,5 dm. Kudden innehåller ca 2400 l vätska. Vätskan är en blandning av vatten och sprit. Ofta används etanol men i Sverige har metanol använts. Blandningsförhållandet anpassas efter klimatet så att vätskan ej kan frysa. I Lappträskområdet användes 2/3 sprit och 1/3 vatten. Kudden grävs ner i marken så att överytan ligger i markytans plan. Vätsketrycket blir då ett mått på snötäckets tyngd. Snökudden står med ett plaströr ($\varnothing = 1''$) i förbindelse med ett stigrör av plast ($\varnothing = 25$ cm) där vätskenivån kan avläsas på en skala. Nivån registreras också med en skrivpegel (typ OTT 20251) försedd med en flottör med 20 cm diameter (fig. 1). För att förhindra avdunstning täcks den fria vätskeytan med ett lager fotogen. För att mätningarna skall kunna ske så ostört som möjligt är ett område på 25 x 25 m kring varje snökudde inhägnat. Ett litet instrumenthus för registreringsanordningen har placerats i ett hörn av inhägnaden. Staketet består av ett stormaskigt nät så att det ej skall påverka snöackumuleringen. För att inte tjälskjutning skall orsaka nivåförändringar har både snökuddar och instrumenthus placerats på ett underlag av väl dränerad sand. (Finare material har ersatts med sand och dräneringsrör har lagts ut.) Avvägning av snökuddar och instrumenthus samt kontroll av vätskans täthet har gjorts dels före dels efter varje vinter för att kontrollera att inga förändringar av betydelse skett. Några nivåförändringar av betydelse har ej observerats. Vätskans täthet har ibland ökat något.

Stationerna i Lappträskområdet

Under hösten 1969 inrättades i Lappträskområdet 3 stationer nämligen vid Solmyren, Livastorpet och Ytterholmen (fig. 3).

Hösten 1970 inrättades ytterligare tre stationer nämligen vid Vuottaure, Storspiken och Brändhuvudet. Stationerna ligger omgivna av skog som särskilt vid de nordliga stationerna är mycket gles. Stationen Storspiken har en speciell placering då den ligger nära toppen på ett berg. Även denna station är dock omgiven av gles skog. Vid 2 stationer (Ytterholmen och Livastorpet) ligger snökudden direkt på sanden medan vid de övriga stationerna en betongplatta gjutits som underlag för kudden. Vid de 2 nämnda stationerna har instrumenthuset hållits uppvärmt till något över 0°C. Alla stationer utom Storspiken har i stort sett fungerat bra. Vid Storspiken var vätskenivån efter vintern 3 cm lägre än före vintern möjligen beroende på någon läcka. Stationerna representerar rätt väl olika höjdintervall i området (se fig. 4 där stationerna lagts in på en hypsografisk kurva).

Jämförelser med andra snömätningar

Den vid SMHI vanliga metoden för bestämning av snötäckets vattenvärde är snötaxering med snörör (ett snörör med 37-38 mm diameter användes för att ta upp snöcyllindrar vilka sedan väges med fjädervåg). En jämförelse mellan snörör och snökudde har gjorts genom att prov tagits vid snökuddarna ca 1 gång i månaden. Vid varje mättillfälle har tagits 3 prover runt snökudden. Av fig. 5-13 framgår hur dessa mätningar förhåller sig till värden erhållna från snökuddarna. I regel ger snötaxeringar med snörör något högre värden. I medeltal erhöles följande värden:

<u>År</u>	<u>Snörör-snökudde</u>	<u>Spridning</u>	<u>Antal mättillfällen</u>
1969/70	+ 12 mm	8 mm	22
1970/71	+ 4 mm	11 mm	37

För att värdena från snökuddar och snörör skall vara jämförbara måste givetvis snötäcket vara jämnt över snökudden och den närmaste omgivningen där snörörsmätning görs. Den 5-6 april 1971 undersöktes snödjupets variation inom de 6 inhägnaderna. I ett antal punkter jämnt fördelade över de inhägnade

områdena mättes snödjupet.

Resultat:

Station	Medelvärde av djupet	Spridning	Antal mätningar
Ytterholmen	67 cm	3,7	23
Brändhuvudet	79	2,8	40
Livastorpet	80	4,9	28
Storspiken	86	9,4	20
Vuottaure	85	5,6	28
Solmyren	84	4,2	38

Som synes är ojämnheterna betydligt större vid Storspiken än vid de andra stationerna. (Denna station är dock ej medräknad i ovannämnda värden då den ej fungerat tillfredsställande).

Några nederbörds­mätningar har ej gjorts intill snökuddarna. Ca 1 km nordväst om snöstationen i Livastorpet finns det dock en nederbördsstation (Vuoddas). Den ackumulerade nederbörden vid denna station har inritats i fig. 6 och 10. Överensstämmelsen med snökudden är relativt god.

Speciella problem med snökuddarna

Registreringen av vätskenivån i stigröret visar effekter som knappast kan förklaras som ändringar i snöns vattenvärde. Under avsmält­ningsperioden 1970 uppträdde hack i registreringen på morgonen (fig. 2). Fenomenet har även observerats i USA. Under våren 1971 från slutet av mars uppträdde dygnsvariationer som tidvis har mycket stor amplitud (fig. 14). I början av april är dessa variationer samtidiga vid alla sex stationerna (dock varierar amplituden mellan stationerna). Maximum inträffar på natten och minimum på dagen. Från 24/4 blir förhållandena omvända vid Ytterholmen och Livastorpet. Sannolikt är det fråga om någon temperatureffekt. En jämförelse med lufttemperaturen i Pålkem (fig. 15) visar att variationer inträffar under samma perioder som det förekommer stora temperaturvariationer. För att undersöka i vad mån effekter i registreringsapparaturen kunde ha någon inverkan placerades vid

stationen i Ytterholmen ett extra stigrör med flottör, skala och skrivpegel intill den gamla men utan att anslutas till någon snökudde. Samma vätskeblandning användes. Som framgår av fig. 14 förekom i detta rör endast mycket obetydliga dygnsperiodiska nivåförändringar. Effekten kan alltså knappast bero på något fenomen i registreringsapparaturen utan det torde röra sig om en verklig ändring av vätsketrycket i snökudden. En tänkbar möjlighet vore att snöns fysikaliska tillstånd under våren förändras så att den i viss utsträckning hindrar snökudden från att expandera vid en dygnsperiodisk temperaturändring varvid expansionen istället måste ske genom stigröret. De observerade värdena uppgår maximalt till ca 15 mm, vilket i det aktuella temperaturintervallet (0° - -10°) svarar mot minst $0,5^{\circ}$ ändring av temperaturen i snökudden. En sådan temperaturvariation under snötäcket är säkert möjlig. Vid undersökningar i Velen (Nyberg - Hårsmar 1971) har man t.ex. konstaterat att temperaturvariationer på 25 cm:s djup kan uppgå till ca 6° då amplituden vid ytan är 20° . Vid snökuddarna i Lappträsket är snödjupet minst 70 cm under april. Emellertid fordrar en temperaturändring på $0,5^{\circ}$ i snökudden att ganska stora värmemängder måste tillföras resp. bortföras. Under dygnet måste då tillföras och sedan bortföras över 8 cal/cm^2 . Värmeledningstalet för snö kan beräknas med Abels formel och är lika med $0,0068 \cdot d^2 \text{ cal/cm, sek, grad}$, (d = densitet). (Forsman 1963). Enligt snörörsmätningarna är d i regel ej över $0,25 \text{ g/cm}^3$. Värmeledningstalet blir således ca $0,0004 \text{ cal/cm, sek, grad}$. För ett snötäcke på 70 cm ger detta $0,02 \text{ cal/timme, grad, cm}^2$. Det skulle således fordras en temperaturskillnad mellan snöns övre och undre yta på minst 30° under 12 timmar för att leda den erforderliga värmen genom snötäcket vilket i varje fall på dagen är helt orimligt. Det förefaller således inte möjligt att förklara effekten enbart med temperaturvariationer i snökudden.

Man skulle kunna tänka sig att snöns tryck på snökudden varierar till följd av randeffekter. Ett kraftigt skarskikt skulle eventuellt kunna ge upphov till sådana effekter. Under början av april var dock skaren rätt obetydlig och effekten förekommer

trots detta. Bl.a. i Norge har man (Tollan 1968) undersökt eventuella randeffekter genom att såga genom skaren längs kuddens periferi och man fann att effekten var rätt liten.

Någon tillfredsställande förklaring har alltså inte kunnat ges på detta fenomen. Det kan dock finnas anledning att närmare undersöka snöns tillstånd (skarskikt och dyl.) under den period då effekten uppträder.

Anordningen med ett extra stigrör visade också att avdunstningen från den fria vätskeytan uppgick till ca 3 l på ett år. Det är visserligen lite jämfört med de ca 2400 l som kudden rymmer men det kanske ändå kan förklara att tätheten i stigröret i regel ökar något med tiden. Sannolikt är det huvudsakligen spriten som avdunstar. Den ersättes visserligen med sprit från kudden men detta sker antagligen rätt långsamt.

Kap. 2 BESTÄMNING AV SNÖMAGASINETS STORLEK

Bestämning av arealmedelvärde

Bestämning av snömagasinets storlek har i Lappträsket skett genom mätningar dels med snörör dels med snökuddar.

Vid snörörsmätningarna som började under vintern 1967/68 användes snörör med diametern 37-38 mm med vars hjälp snöcyllindrar tas upp och väges med fjädervåg. Vid varje mätplats tas 3 prover. Som tidigare nämnts (sid. 3) ger denna metod något högre värden än snökuddarna. Vid ett expertmöte i Lammi i Finland våren 1971 gjordes jämförelser mellan det svenska röret och andra typer av rör som användes i de övriga nordiska länderna. Alla metoder gav då i stort sett samma resultat, varför det inte finns anledning att räkna med att det svenska röret ger systematiskt fel värden (åtminstone inte vid sådana förhållanden som rådde vid provtillfället). Även tidigare jämförelser med andra metoder (Tryselius 1940) har visat god överensstämmelse.

Varje vår i början av april har genomförts en stor taxering. Från vintern 1968/69 har även gjorts månatliga taxeringar i ett mindre antal punkter. Från hösten 1969 har även snökuddar varit i drift.

Mätpunkterna är ej slumpmässigt valda utan av praktiska skäl måste de under de tre första vintrarna läggas i närheten av vägarna. Längs vägarna är mätpunkterna tämligen jämnt fördelade.

Mätresultaten framgår av tabell I. Om dessa resultat skulle ha uppnåtts med helt slumpmässigt valda punkter skulle medelvärdet av snöns vattenvärde med tanke på det relativt stora antalet mätpunkter (åtminstone de tre senaste vintrarna) vara ett väl bestämt areamedelvärde under förutsättning att punktmätningarna ej är behäftade med något systematiskt fel. Genom att punkterna i verkligheten ligger längs vägarna finns risk för fel genom ett systematiskt urval. För att närmare undersöka om sådana fel kunde föreligga arrangerades snötaxeringen 1971 på ett annat sätt.

Avsikten var att det samtidigt skulle göras två oberoende taxeringar. Den ena skulle på traditionellt sätt göras längs vägarna. Den andra skulle göras längs 7 parallella linjer som skulle gå tvärs över området med konstanta mellanrum och ungefär vinkelrätt mot vattendragen.

Transporten längs linjerna skulle ske med bandvagn. Tre av linjerna låg nära vägar. Då endast en bandvagn kunde ställas till förfogande måste den användas till de 4 övriga linjerna medan vid "väglinjerna" snöskoter och bil användes för transporterna.

Då bandvagnen på grund av den djupa snön gick mycket långsamt måste av tidsbrist några delar av linjerna uteslutas. Några delar måste också uteslutas då bandvagnen ej kunde komma fram (på grund av branter, bäckraviner o. dyl.). Kartan fig. 16 visar de delar av linjerna som blev mätta. Längs linjerna mättes vattenvärdet med 1 km:s mellanrum. Dessutom mättes snödjupet efter var 200:e meter.

De båda taxeringarna kom således att få ett antal punkter gemensamt. Längs de 7 linjerna mättes vattenvärdet i 116 punkter

(varav 56 längs väglinjerna). Dessutom mättes vid övriga vägar 76 punkter. Resultat tabell II.

Om arealmedelvärdet beräknas som medelvärdet av de 7 linjerna (varje linje lika vikt) erhålles värdet 185 mm. Om varje mätning ges lika vikt erhålles 187 mm.

Medelvärdet av alla punkter vid vägarna (132 st) vilket alltså motsvarar en traditionell taxering i området var 185 mm. Inom Lappträskområdet förefaller det således ej som om det urval man gör genom att göra mätningarna längs vägarna skulle medföra något märkbart fel i arealmedelvärdet.

Snöns vattenvärde enligt de 6 snökuddar som var i drift i området under vintern 1970/71 var i medeltal för snötaxeringens första och sista dag 184 resp. 186 mm. Om värdena från de olika stationerna viktas i proportion till arealerna i de höjddintervall de representerar erhålles istället 186 resp. 188 mm. En av snökuddarna fungerade ej helt tillfredsställande och gav sannolikt för låga värden. Om denna station uteslutes erhålles istället 182 resp. 184 mm.

En motsvarande jämförelse med de månatliga taxeringarna 1970/71 ger följande:

Tidpunkt	26-27/11	17-19/12	28-29/1	25-26/2
Medelvärde av snötaxering	30 mm	62 mm	102 mm	159 mm
Antal punkter	21	23	23	23
Medelvärde av snökuddar	34	62	100	158
Viktat medelvärde	35	63	101	160
De 5 stationer	40	70	101	157

Snökuddarna kan således användas för en relativt god bestämning av arealmedelvärdet för en godtycklig dag under vintern.

Variationer inom området

Vid alla mätningarna har snötäcket varit djupare i de nordliga

och högst belägna delarna av området. Som framgår av tabell II är spridningen inom en linje i medeltal 25 mm medan spridningen i hela linjetaxeringen är 33 mm. Mätvärdena kan alltså variera ganska mycket inom ett begränsat område och det är svårt att på en karta lägga in linjer för lika vattenvärde. I fig. 17-19 har detta gjorts för de största mätningarna. Dessa kartor ger dock en starkt generaliserad bild av förhållandena.

Som framgår av tabell I finns en viss korrelation mellan höjd över havet och snöns vattenvärde. I fig. 20 visas snöns samband med höjden enligt månatliga taxeringarna under vintern 1968/69 (utjämnat enligt minsta-kvadratmetoden). Linjerna är i stort sett parallella vilket tyder på att skillnaderna mellan olika höjder till stor del kan bero på att snöackumuleringen börjar vid olika tidpunkter och/eller att smältning under hösten varierar med höjden. Några slutsatser om nederbördens variationer med höjden kan därför inte utan vidare dras ur dessa uppgifter. På grund av områdets storlek kan ju även regionala skillnader mellan områdets olika delar förekomma. Ett annat sätt att undersöka eventuella variationer med höjden har gjorts genom att jämföra näraliggande punkter på olika höjd. Under 1971 undersöktes punkter intill varandra på de 7 taxeringslinjerna. Avståndet mellan punkterna var alltså ca 1 km. De punktpar utvaldes som hade en höjdskillnad på minst 10 m. För dessa punktpar undersöktes sambandet mellan höjdskillnad och skillnad i snöns vattenvärde. Korrelationen blev mycket obetydlig (0,19). Det kan dock nämnas att regressionen blev av samma storleksordning som i tabell I nämligen 0,37 mm/m. Andra faktorer än höjden har tydligen större betydelse för variationerna. Ett försök att göra samma beräkning med uteslutande av alla punkter på myrvar och andra öppna platser gav dock ej bättre korrelation.

Referenser:

1. Penton-Robertsson (1966): Experience with the pressure pillow as a snow measuring device. 13 ann. meeting AGV, Pacific Northwest Region.
2. A. Tollan: Snöputen, en vinters erfaringer. Vannet i Norden nr 2 1968.
3. Nyberg-Hårsmar: Mätningar av avdunstning-kondensation samt snösmältning från en snöyta. SMHI, Notiser och preliminära rapporter, ser. meteorologi nr 25. 1971.
4. Forsman: Snösmältning och avrinning. SMHI, Notiser och preliminära rapporter, ser. hydrologi nr 2. 1963.
5. Tryselius: "A short comparison between the Finnish and the Swedish snow samplers". SMHA. Medd. ser. Uppsatser nr 34 1940.

Tabell I Resultat av snötaxeringar 1968-71

Tidsperiod	Medelvärde av snötäckets vattenvärde mm vp	Spridning mm vp	antal mätpunkter	Täthet medelvärde g/cm ³	Samband med höjden regressionskoeff. mm/m	Korrelationskoeff.
6-8/4 1968	165	43	41	0,19	0,29	0,71
9-16/4 1969	219	47	180	0,25	0,37	0,74
1-5/4 1970	209	28	127	0,23	0,18	0,63
24/3 - 4/4 1971	187	31	192	0,23	0,20	0,65

Tabell II Linjetaxering 1971

Linje	Snödjup i cm	antal mätpunkter	Vattenvärde mm	Spridning mm	Täthet g/cm ³	antal mätpunkter	Höjd över havet medelvärde
M	88	20	205	22	0,23	20	376
I	92	100	219	17	0,24	21	337
II	84	51	200	23	0,23	11	297
B	86	90	187	29	0,22	19	237
III	83	57	186	24	0,23	13	165
IV	71	65	149	17	0,21	15	147
O	71	17	149	18	0,21	17	123
Medelvärde			185	25	0,22		
Samtliga punkter i linjerna			187	33	0,22	116	

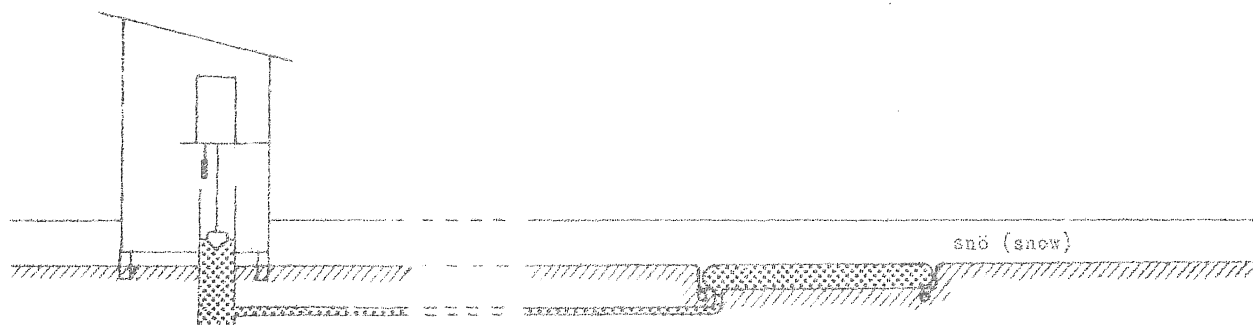


Fig. 1 Schematisk bild av instrumentuppställningen

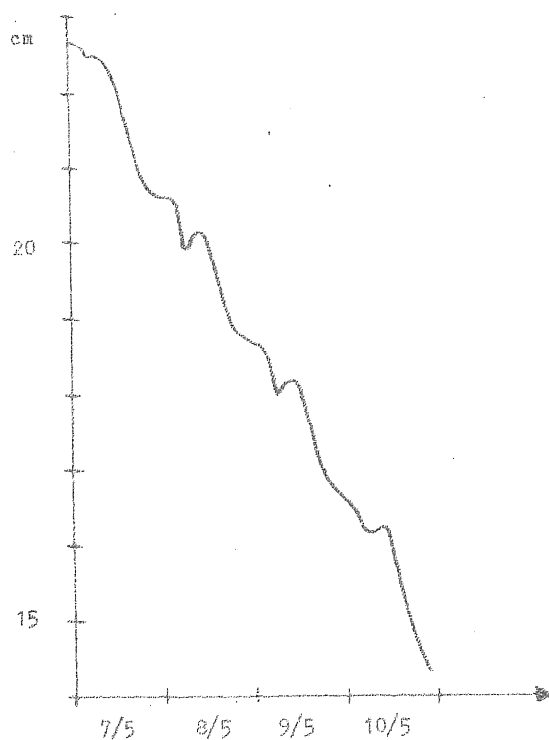
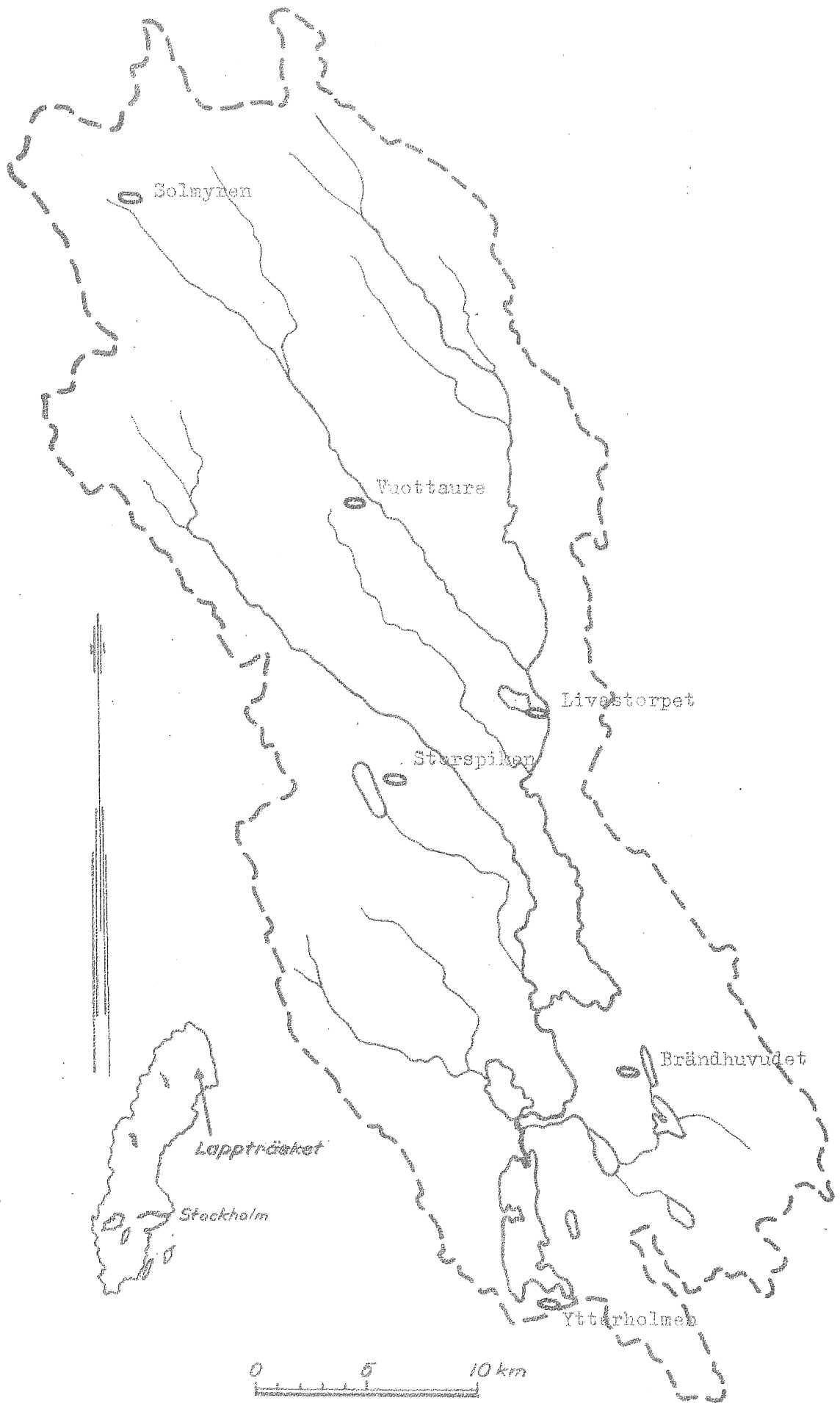


Fig. 2 Registreringens utseende vid avsmältning 1970



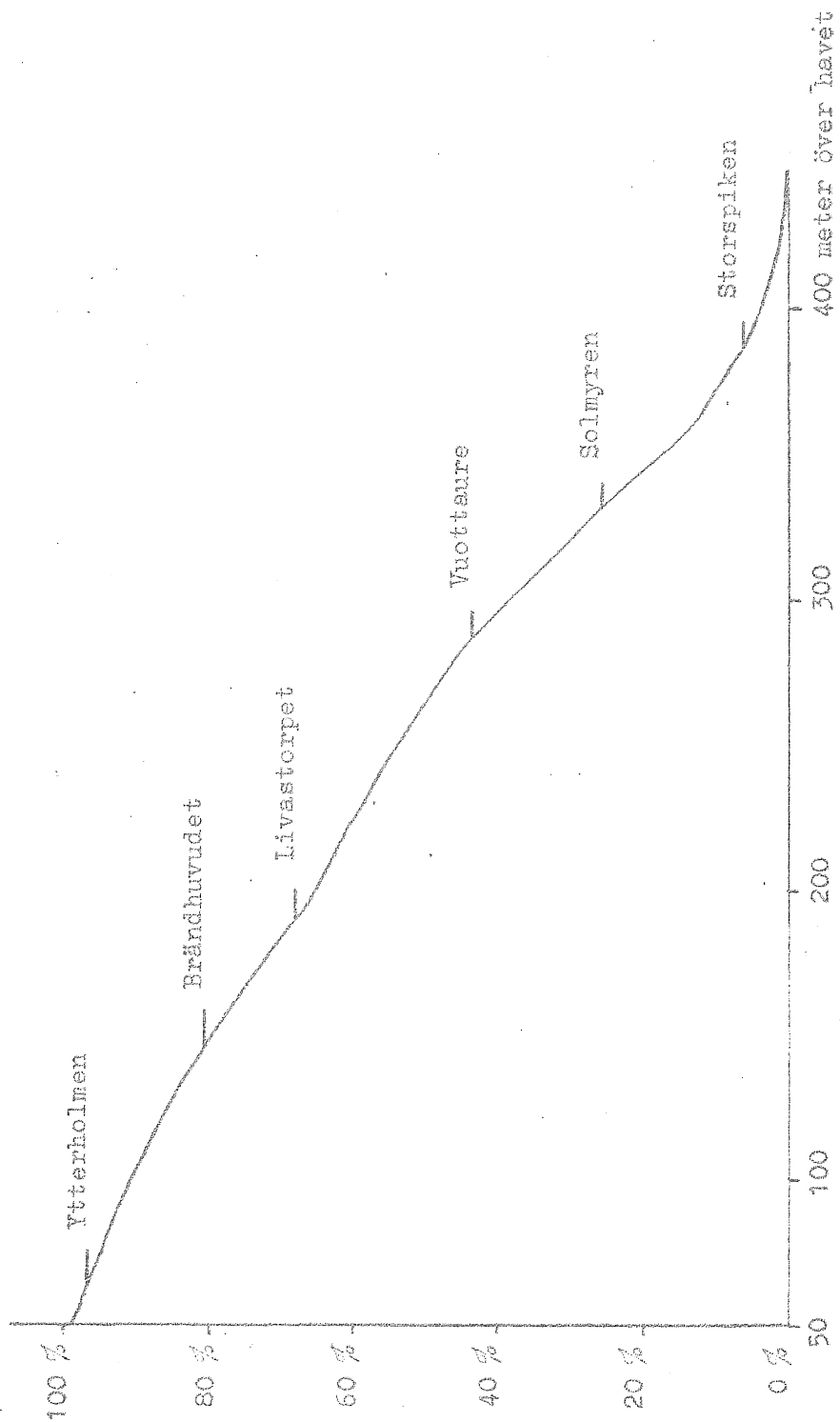


Fig. 4 Snökuddarna inlagda på hypsografisk kurva över Lappträskområdet.

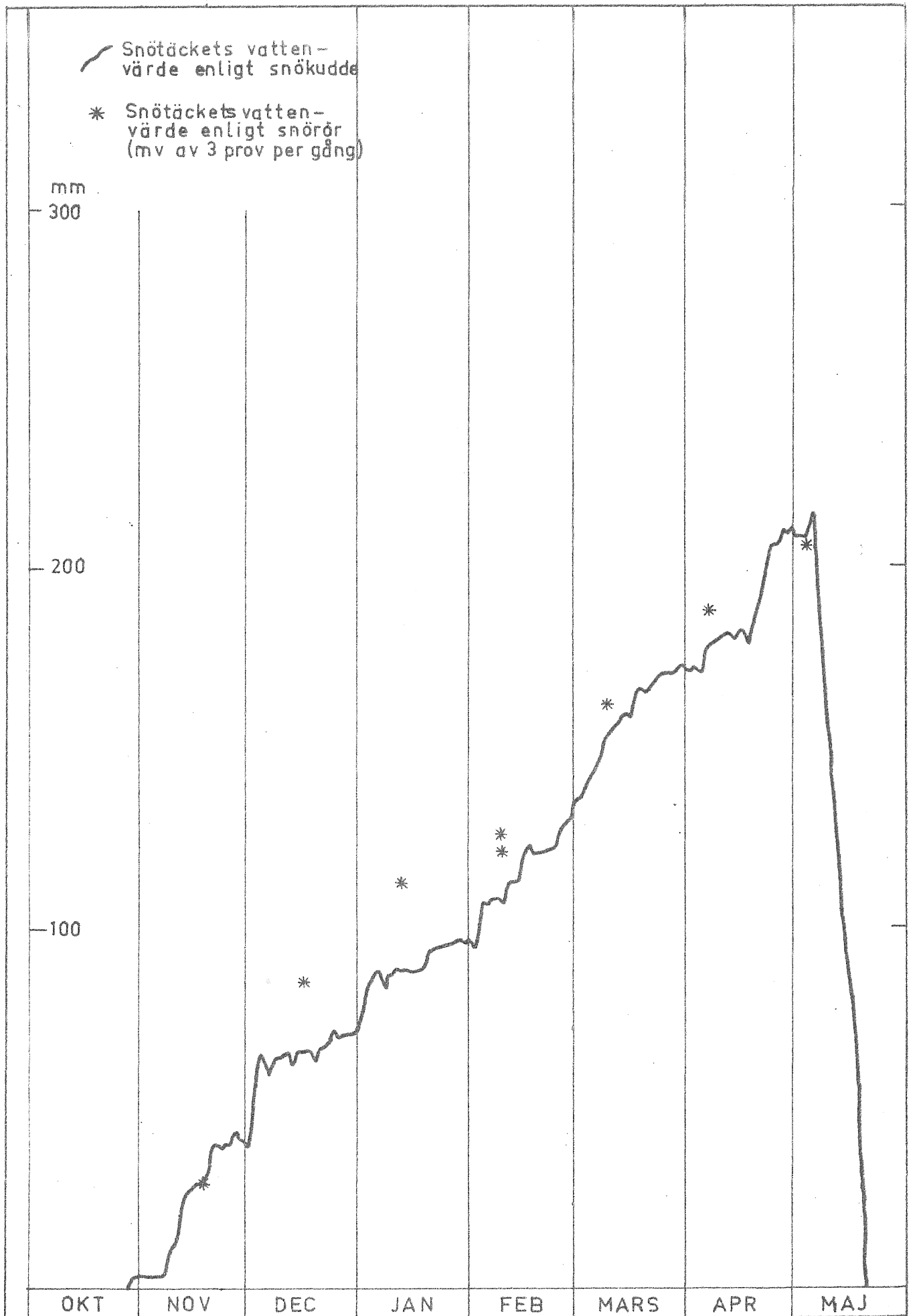


Fig. 5 Snöstationen vid Ytterholmen 1969/70

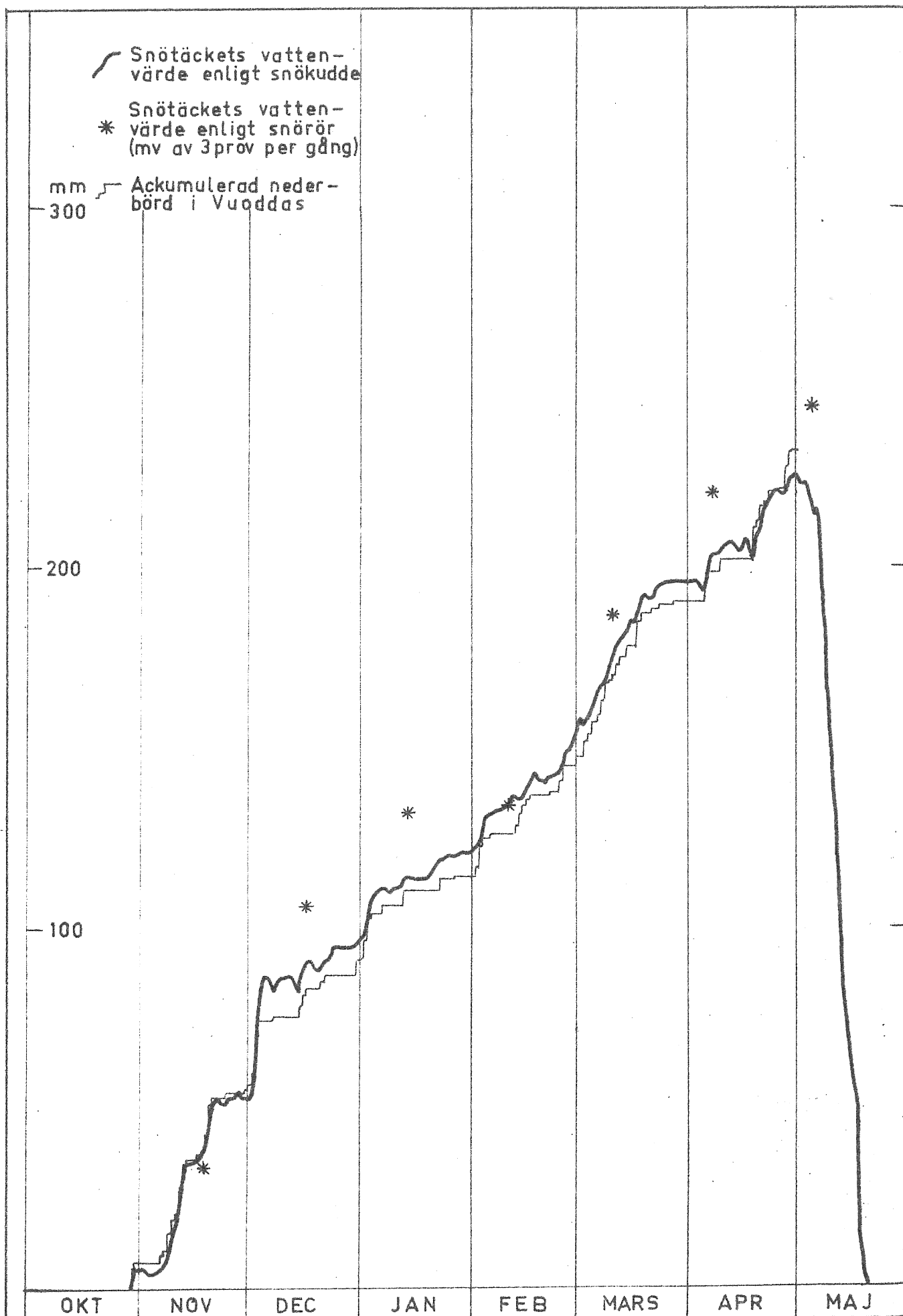


Fig. 6 Snöstationen vid Livastorpet 1969/70

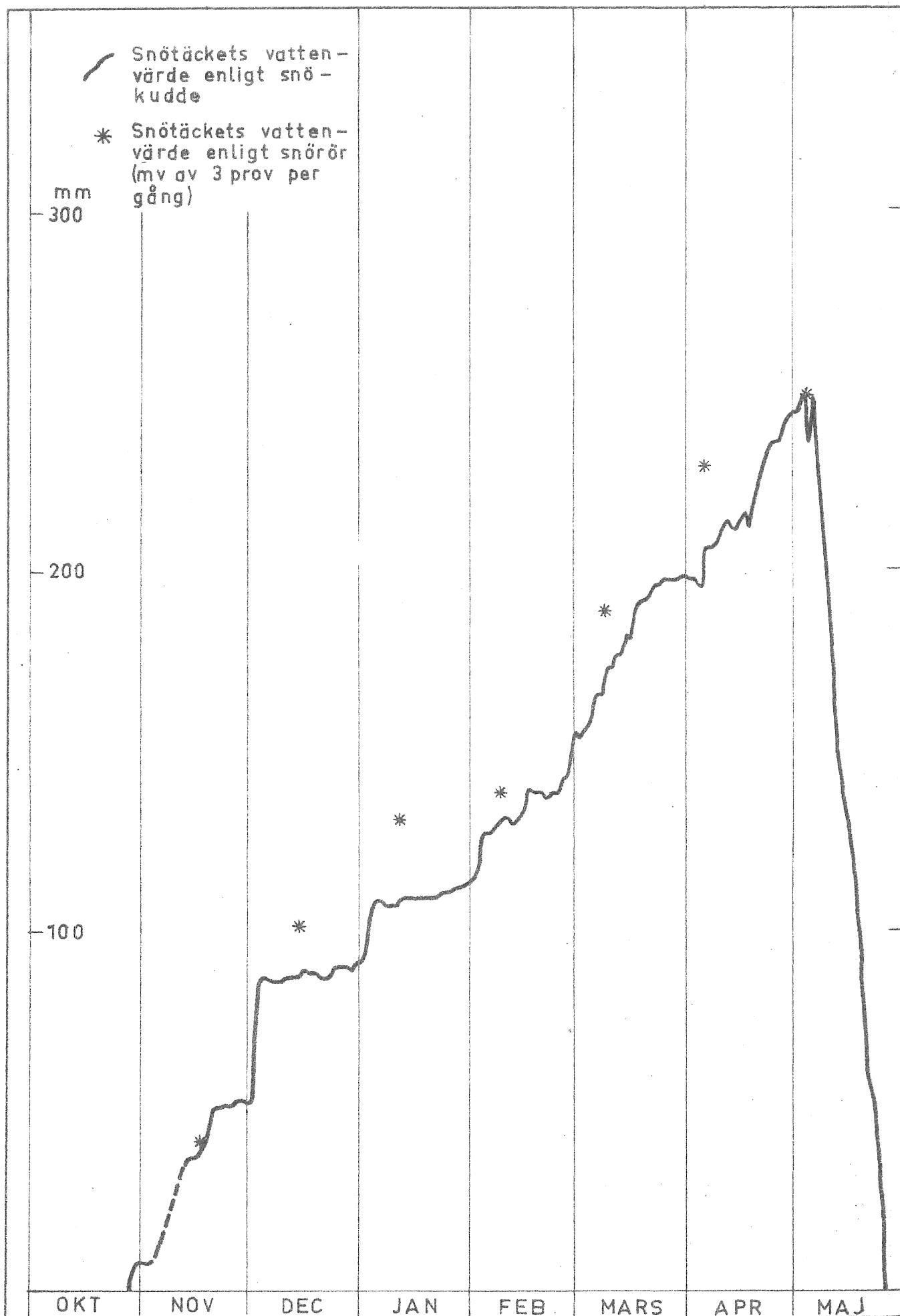


Fig. 7 Snöstationen vid Solmyren 1969/70

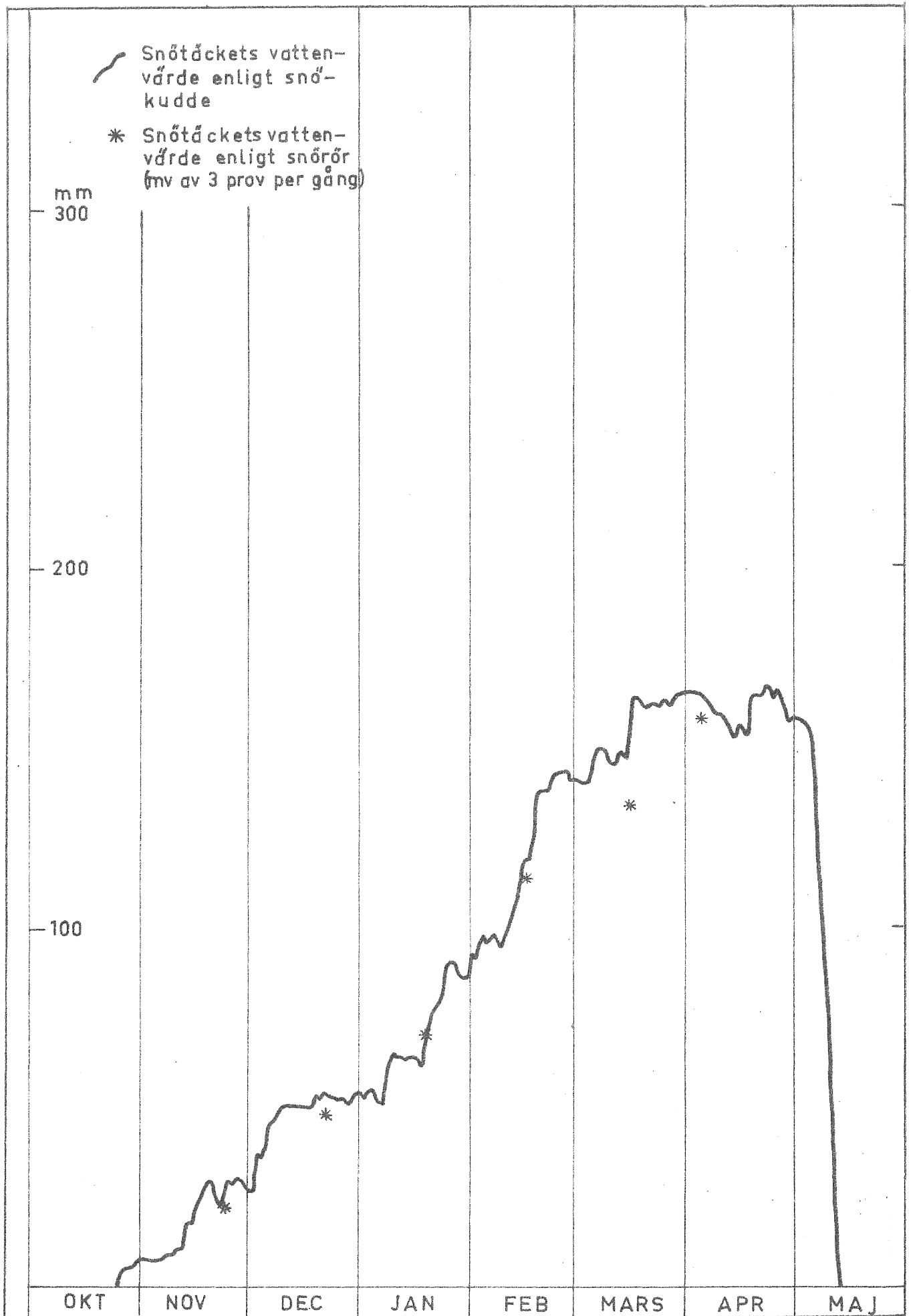


Fig. 8 Snöstationen vid Ytterholmen 1970/71

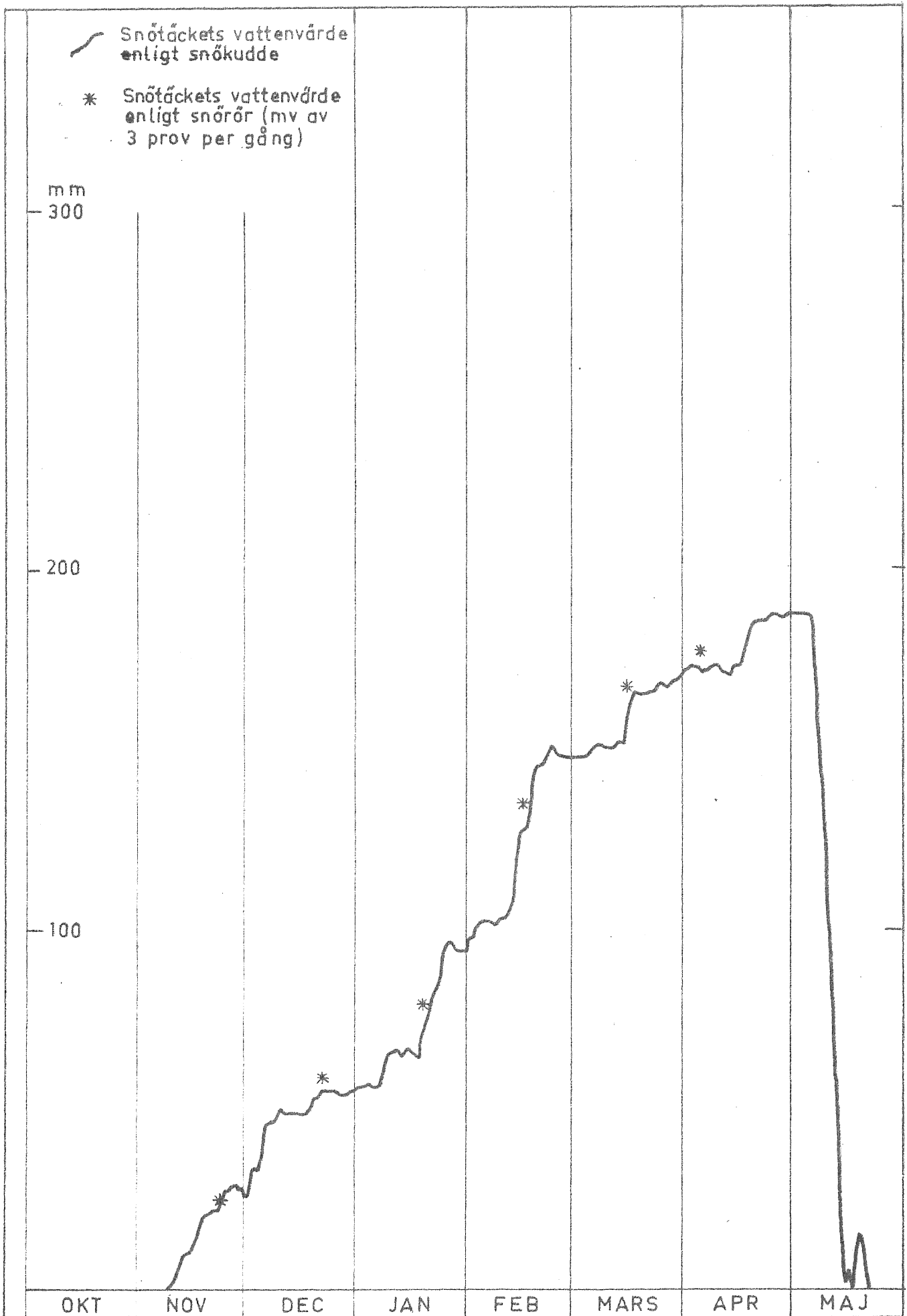


Fig. 9 Snöstationen vid Brändhuvudet 1970/71

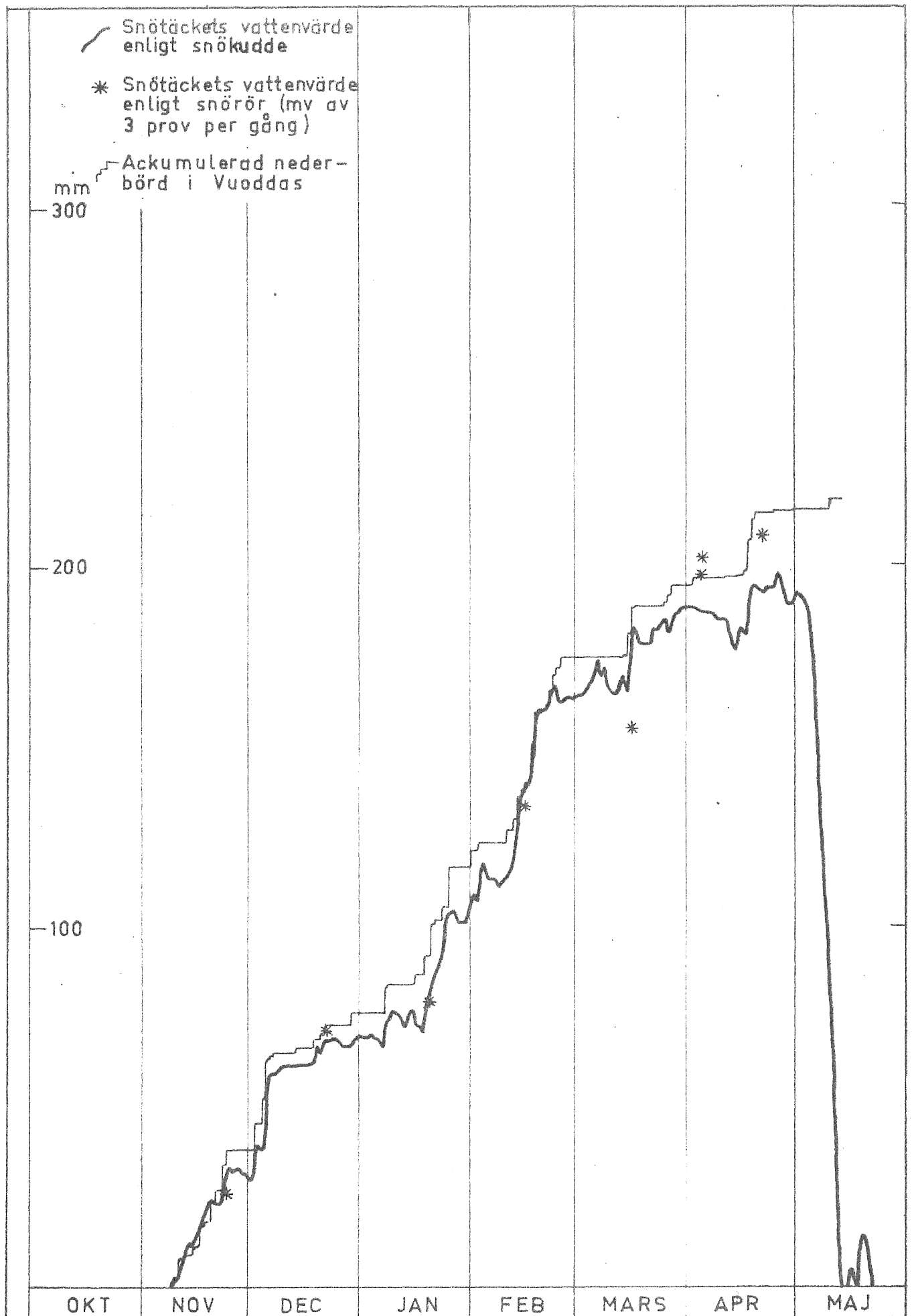


Fig. 10 Snöstationen vid Livastorpet 1970/71

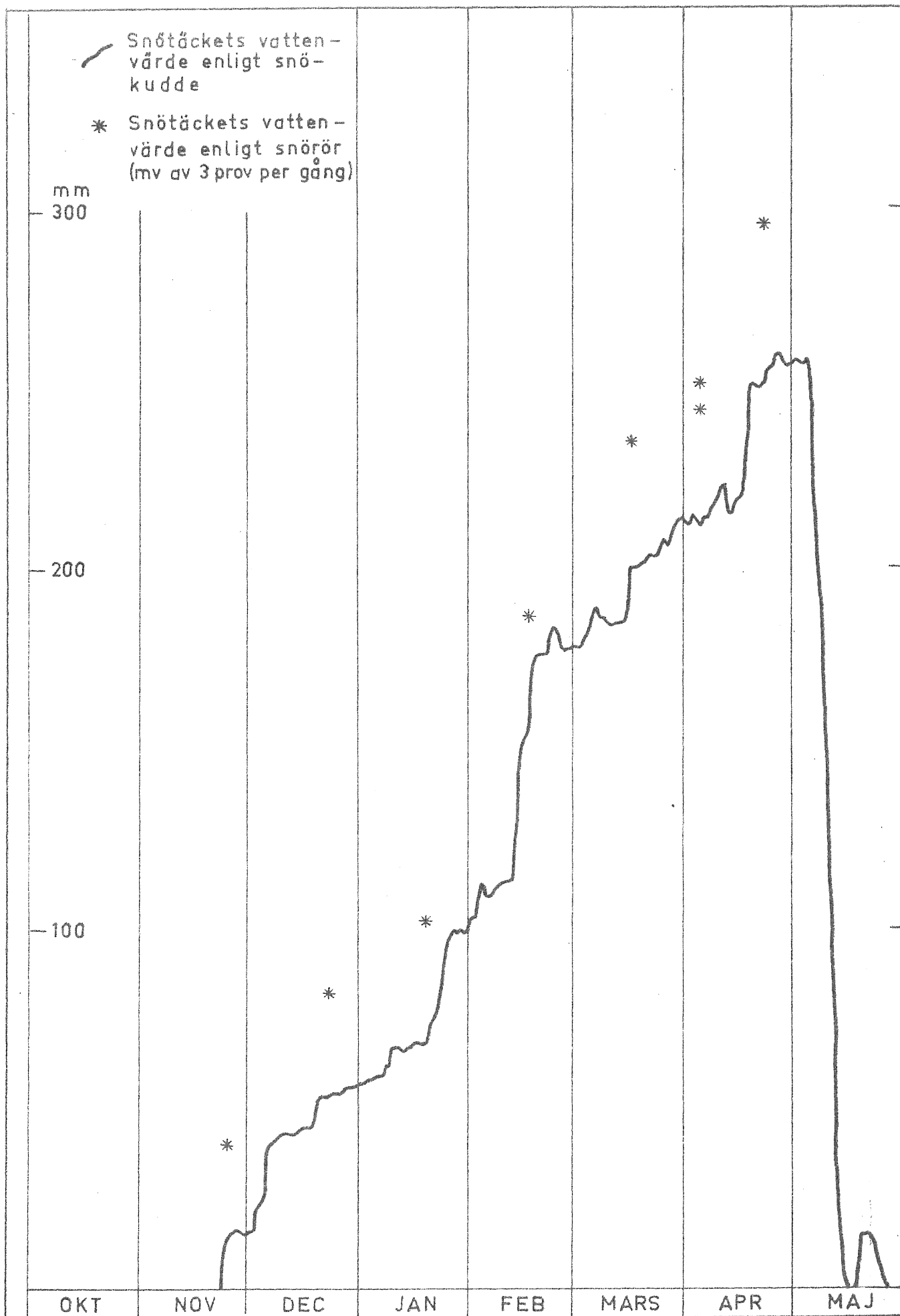


Fig. 11 Snöstationen vid Storspiken 1970/71

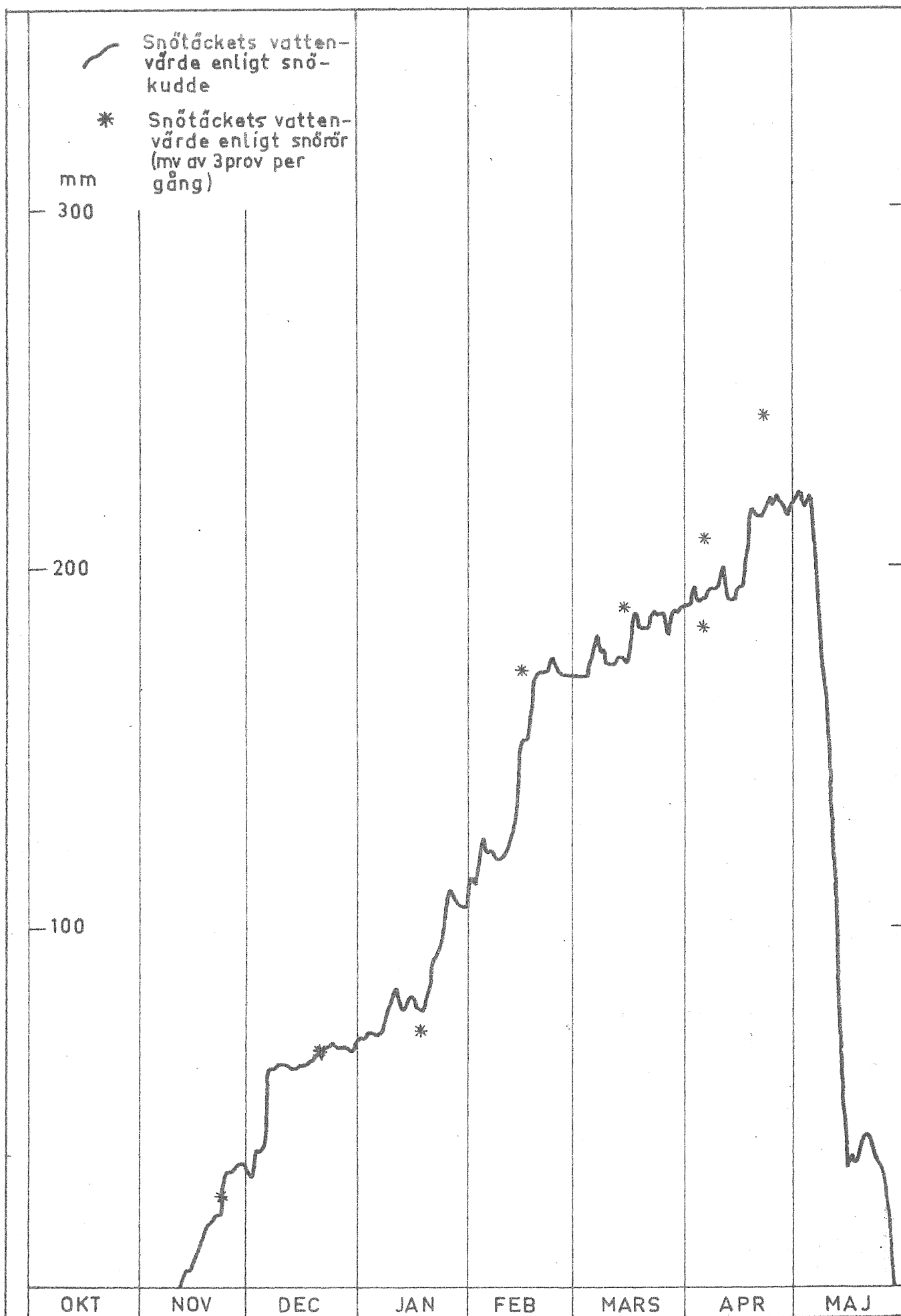


Fig. 12 Snöstationen vid Vuottaure 1970/71

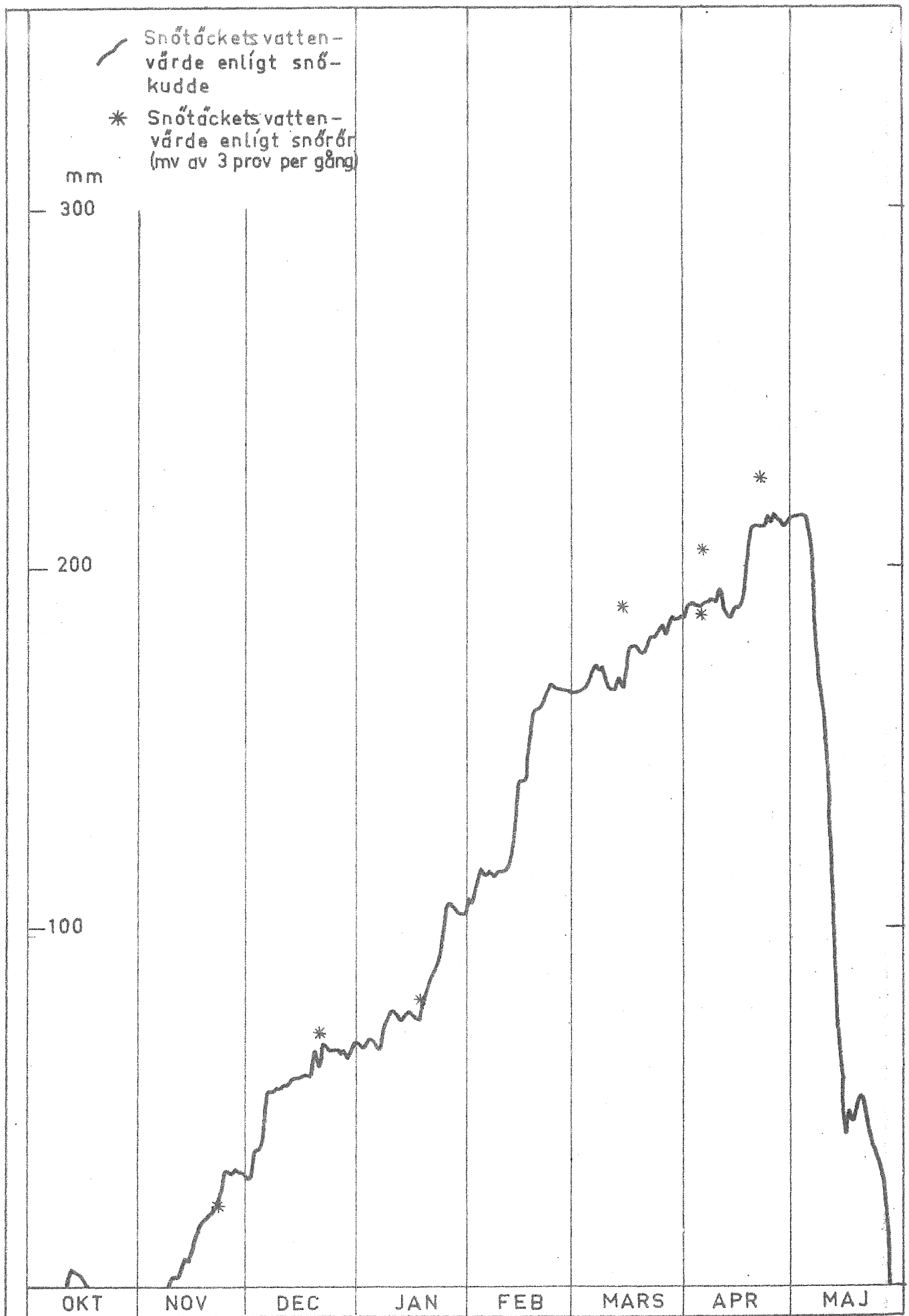


Fig. 13 Snöstationen vid Solmyren 1970/71

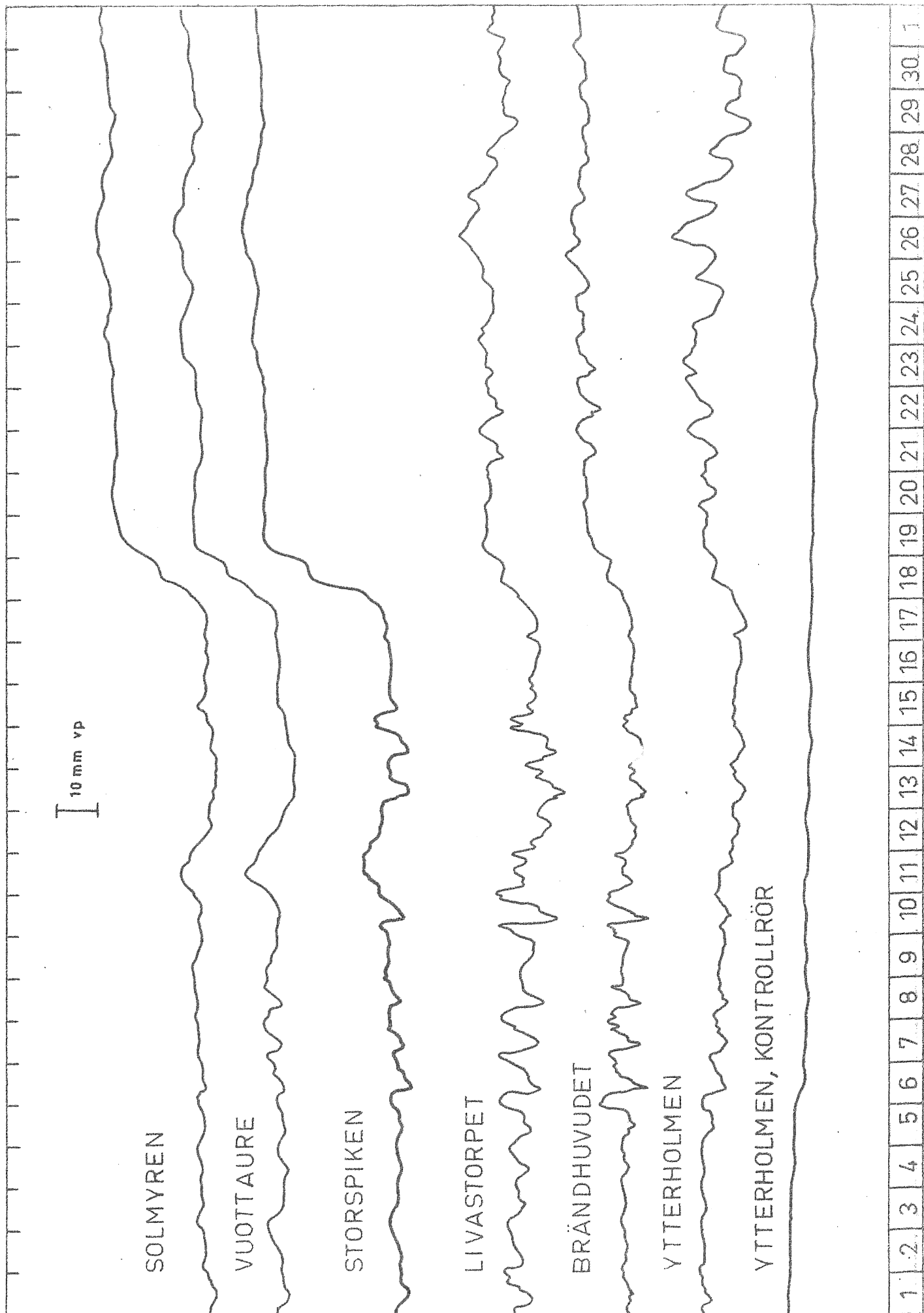


Fig. 14 Registrering av trycket i snökuddarna i Lapträskomr. under april 1971

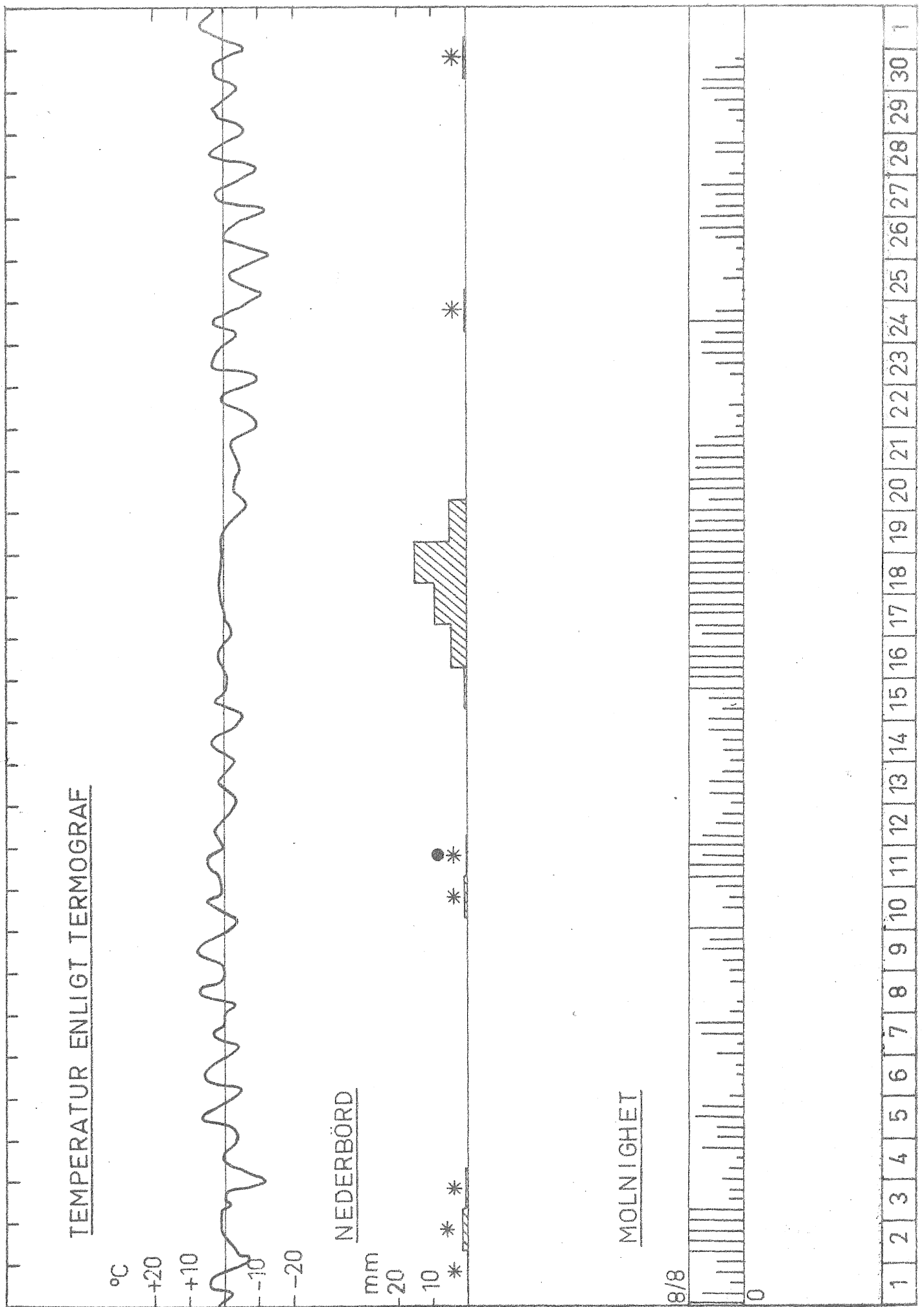
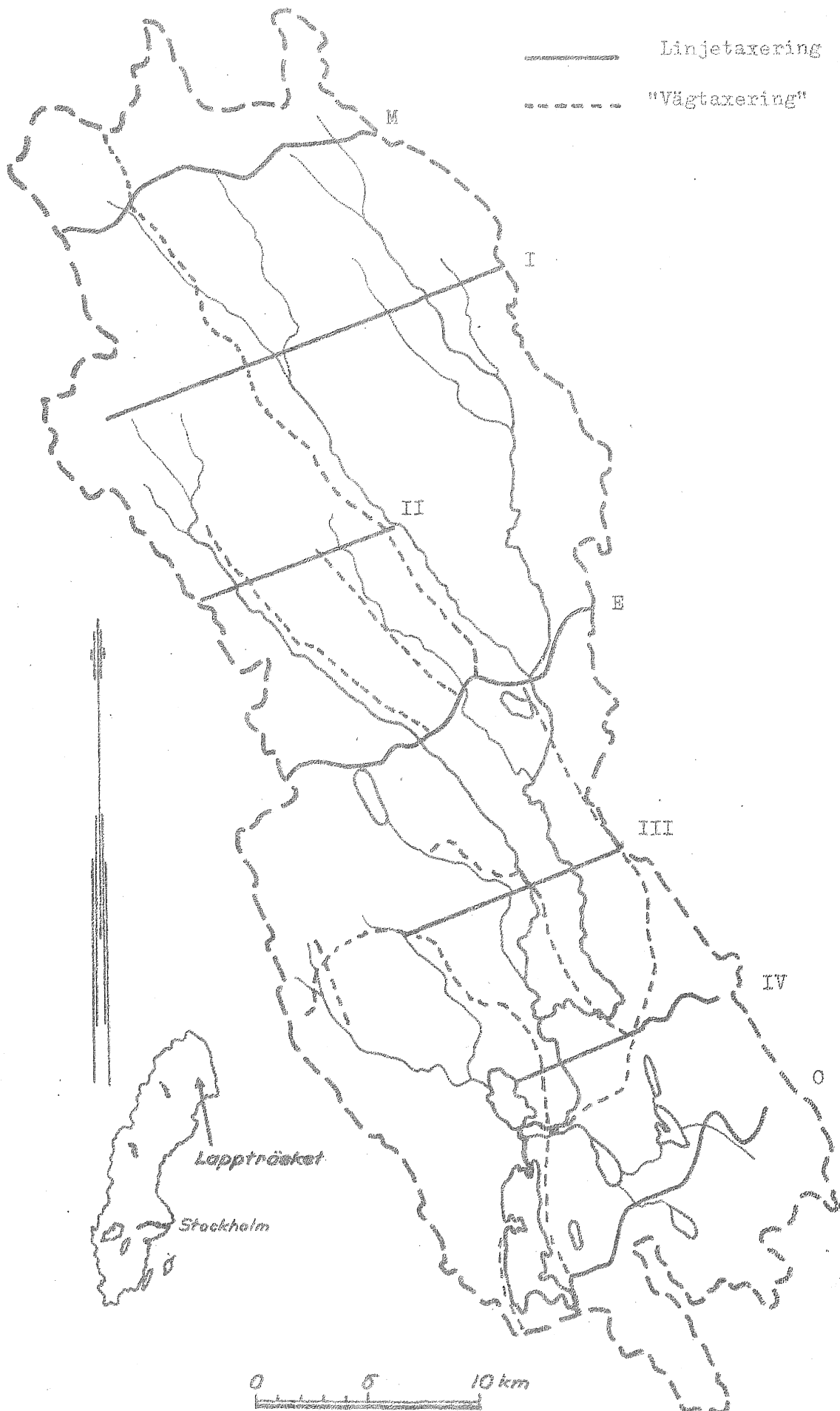
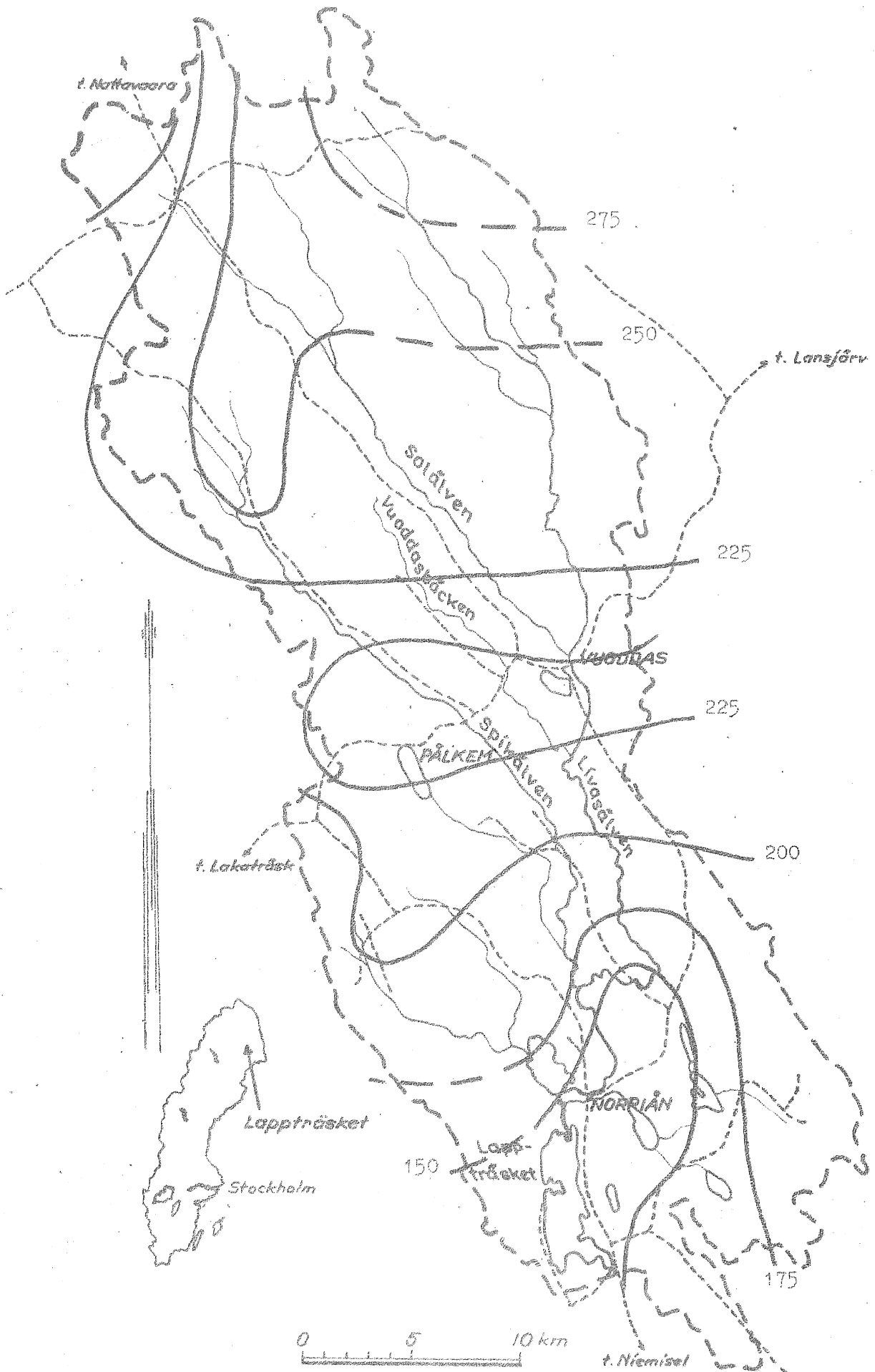
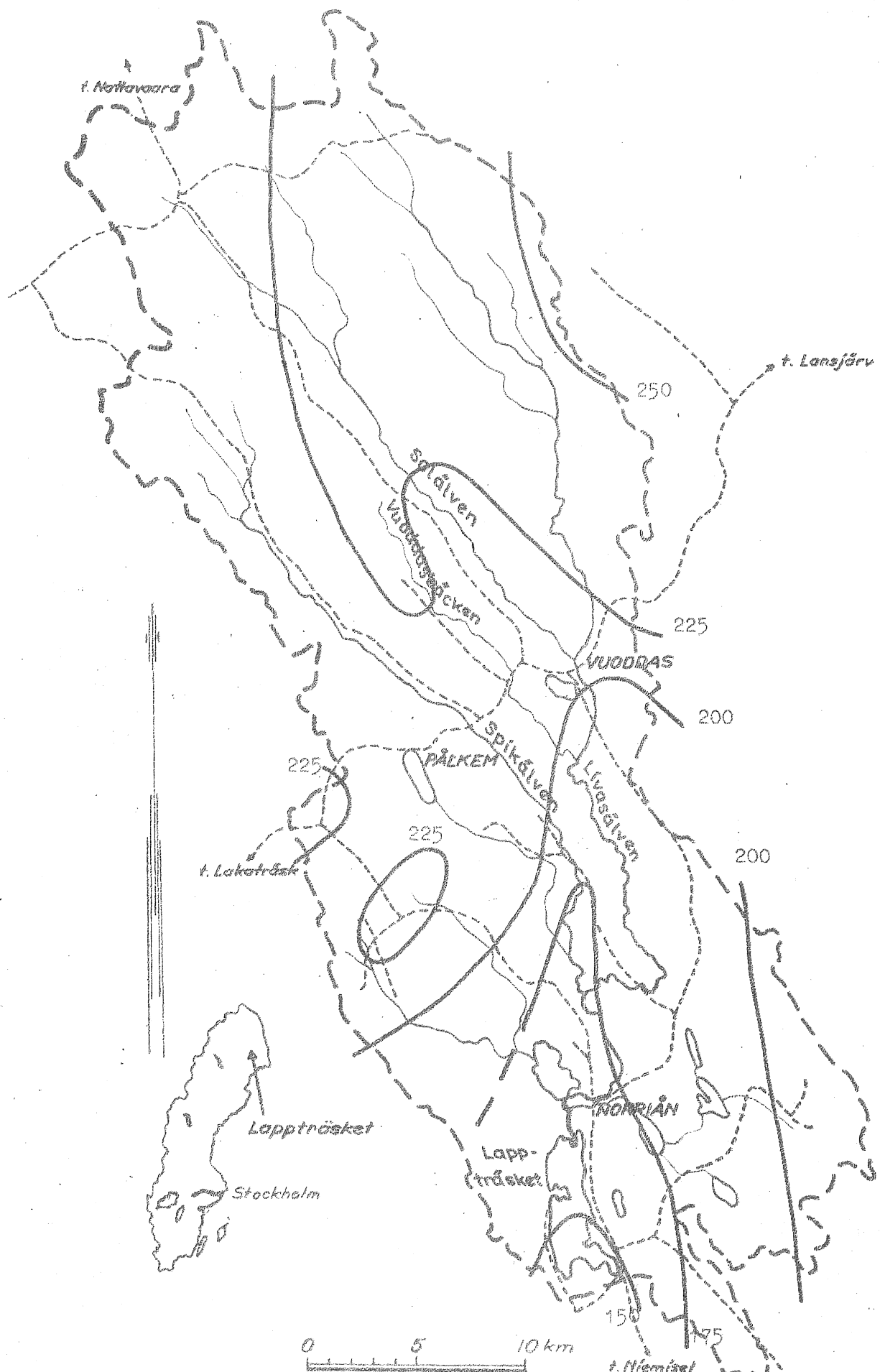
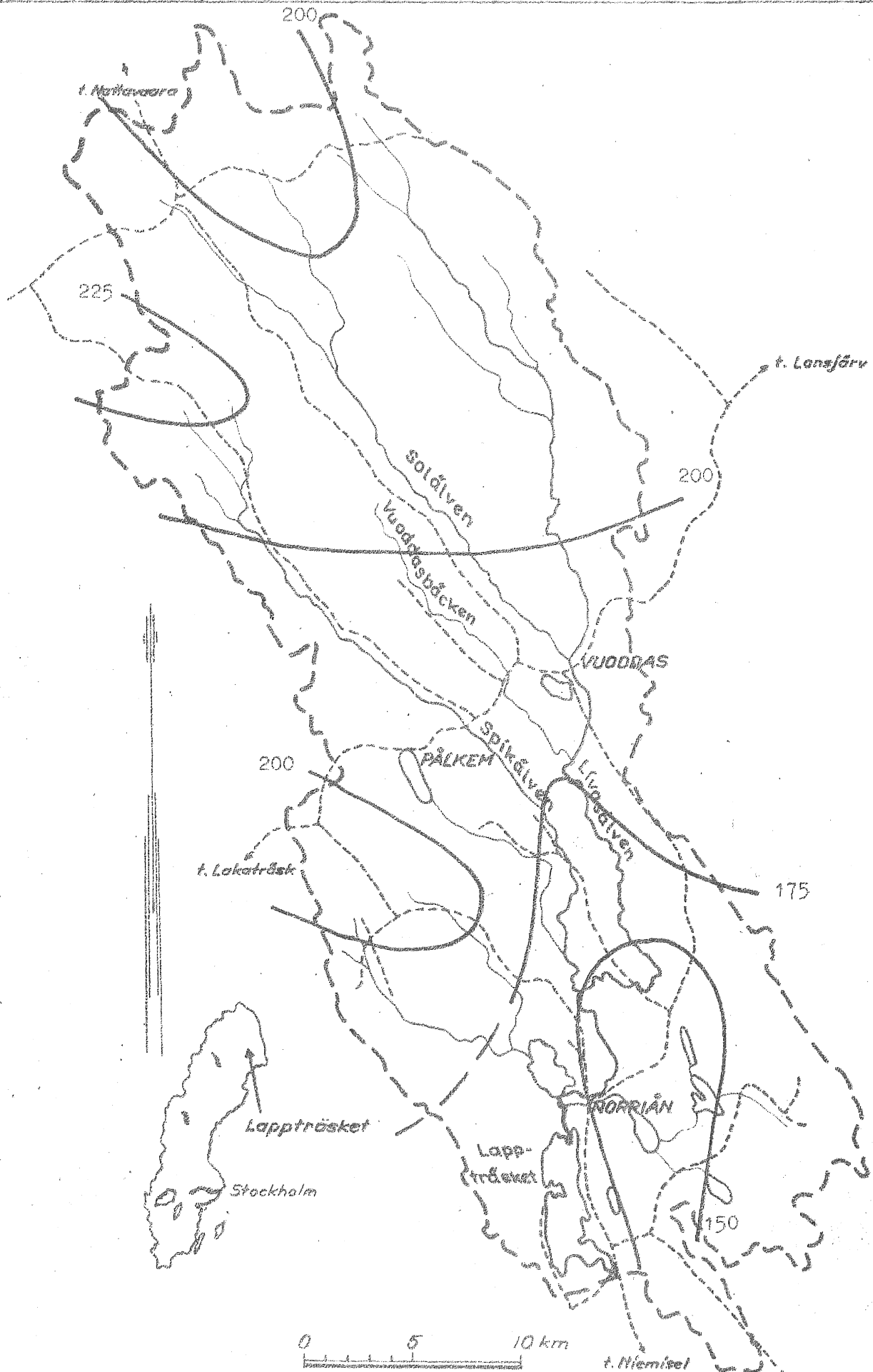


Fig. 15 Klimastationen i Pålkem april 1971







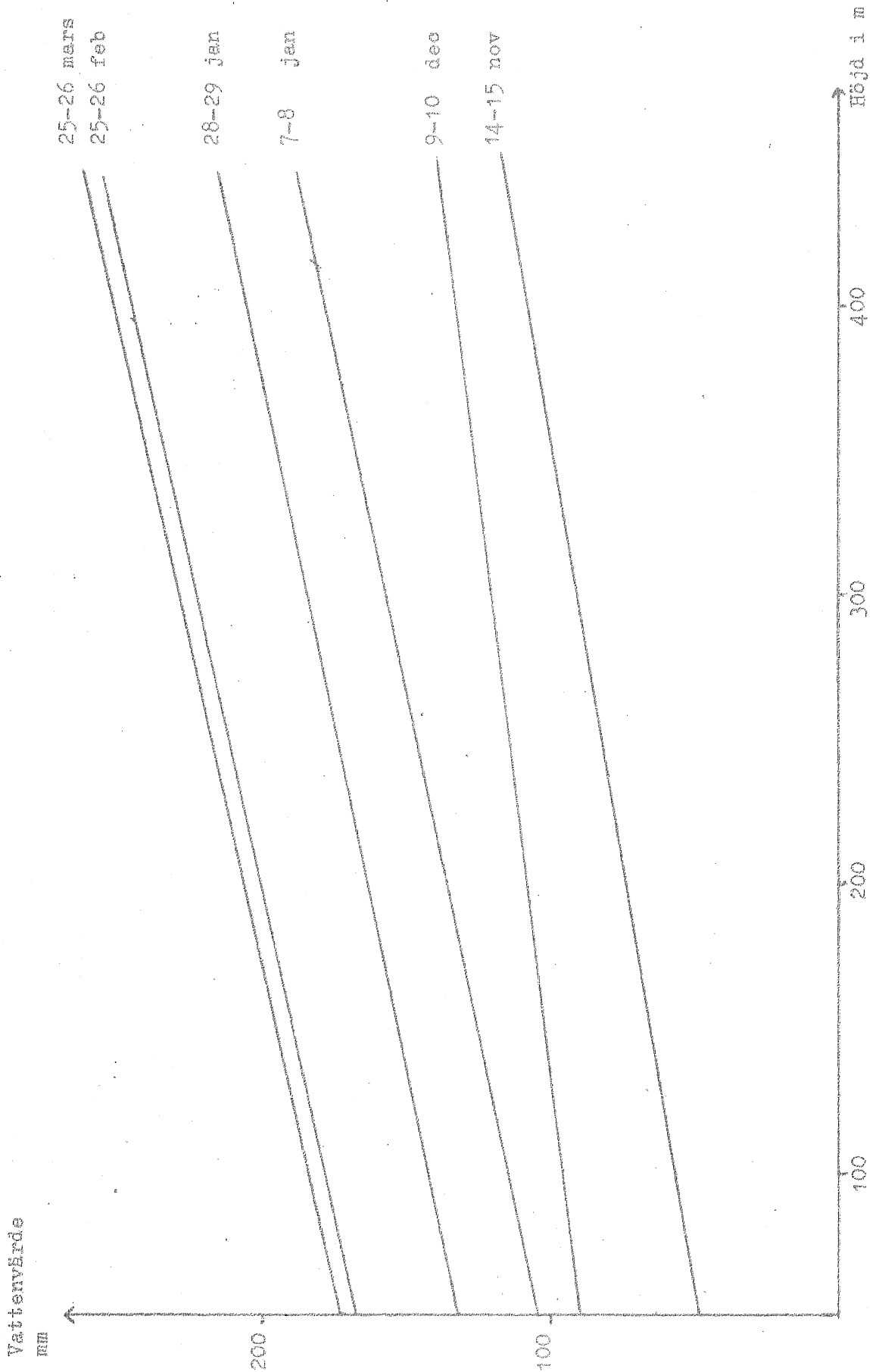


SMHI
IHD

Samband mellan höjd ö.h. och
snötäcket vattenvärde

1968/69

Fig. 20



Notiser och preliminära rapporter

Serie HYDROLOGI

- Nr 1 Sundberg-Falkenmark, M.
Om isbärighet.
- Nr 2 Forsman, A.
Snösmältning och avrinning.
- Nr 3 Karström, U.
Infrarödteknik i hydrologisk tillämpning.
- Nr 4 Moberg, A.
Svenska sjöars isläggnings- och islossnings-
tidpunkter 1911/12-1960/61.
- Nr 5 Ehlin, U. & Nyberg, L.
Hydrografiska undersökningar i Nordmalingsfjärden.
- Nr 6 Milanov, T.
Avkylningsproblem i recipienter vid utsläpp
av kylvatten.
- Nr 7 Ehlin, U. & Zachrisson, G.
Spridningen i Väterns nordvästra del av suspenderat
material från skredet i Norsälven i april 1969.
- Nr 8 Ehlert, K.
Mälarens hydrologi och inverkan på denna av alter-
nativa vattenavledningar från Mälaren.
- Nr 9 Ehlin, U. & Carlsson, B.
Hydrologiska observationer i Vätern 1959-1968
jämfte sammanfattande synpunkter.
- Nr 10 Ehlin, U. & Carlsson, B.
Hydrologiska observationer i Vätern 17-21 mars 1969.
- Nr 11 Milanov, T.
Termisk spridning av kylvattenutsläpp från
Karlshamnsverket.
- Nr 12 Persson, M.
Hydrologiska undersökningar i Lappträskets
representativa område. Rapport 1.
- Nr 13 Persson, M.
Hydrologiska undersökningar i Lappträskets
representativa område. Rapport II: Snömätning
med snörör och snökuddar.

