



LANTBRUKSHÖGSKOLAN

Försök med påskyndad snösmältning

av Gösta Berglund

STENCILTRYCK NR 53

INSTITUTIONEN FÖR LANTBRUKETSHYDROTEKNIK

UPPSALA 1973

Institutionen för lantbrukets hydroteknik delger bl. a. i sin tidskrift *Grundförbättring* resultat från institutionens olika verksamhetsgrenar. Allt material blir emellertid inte föremål för tryckning. Undersökningsresultat av preliminär natur och annat material som av olika anledningar ej ges ut i tryck delges ofta i stencilerad form. Institutionen har ansett det lämpligt att redovisa dylikt material i form av en i fri följd utarbetad serie, benämnd stenciltryck. Serien finns endast tillgänglig på institutionen och kan i mån av tillgång erhållas därifrån.

Adress: Institutionen för lantbrukets hydroteknik, 750 07 Uppsala 7

Stenciltryck

Nr	År	Författare och titel
1—12		Aug. Håkansson, Gösta Berglund, Janne Eriksson. Redogörelse för resultaten av täckdikningsförsöken åren 1951—1962.
13—15		Aug. Håkansson, Gösta Berglund, Janne Eriksson, Waldemar Johansson. Resultat av täckdikningsförsök och bevattningsförsök åren 1963—1965.
16	1940	Gunnar Hallgren. Dalgångarna Fyrisån-Östersjön; några hydrotekniska studier.
17	1942	Gunnar Hallgren. Om sambandet mellan grundvattenståndet och vattennivån i en recipient.
18	1943	Gunnar Hallgren. Om sambandet mellan nederbörd och skördeavkastning.
19	1952	Sigvard Andersson. Kompendium i agronomisk hydroteknik. Elementär hydromekanik.
20	1952	Sigvard Andersson. Kompendium i agronomisk hydroteknik. Tabeller och kommentarer.
21	1960	Sigvard Andersson. Kapillaritet.
22	1961	Sigvard Andersson. Markens temperatur och värmehushållning.
23	1962	Waldemar Johansson. Bevattningsförsök i potatis, korn och foderbetor vid Tönnersa försöksgård 1959—1961.
24	1962	Waldemar Johansson. Metodik och erfarenheter vid användning av hålkort för undersökning av torrläggningförhållanden och ytsänkning vid Nedre Olandsån.
25	1962	Waldemar Johansson. Utredning för förslag till bevattningsanläggning vid Sör Salbo, Salbohed, Västmanlands län.
26	1963	Sigvard Andersson. Skrivningar i agronomisk hydroteknik.
27	1964	Gösta Berglund och Stig Sjöberg. Undersökning av plaströrstäckdikningar.
28	1964	Aug. Håkansson. Anvisning rörande täckdikning med plaströr av styv PVC.
29	1966	Gösta Berglund. Vattendragsförbundet: Förslag till överenskommelse och stadgar samt något om kostnadsfördelningar.
30	1966	Tryggve Fahlstedt. Kvismaredalsprojektet — en orientering samt Redogörelse för undersökning i syfte att klargöra avkastningens beroende av högvattenstånden i Kvismare kanal.
31	1966	Gunnar Hallgren. Vattenrätt.
32	1966	Nils Brink. Hydrologi.
33	1967	Yngve Jonsson. Ytplanering med planersladd.
34	1967	Aug. Håkansson, Gösta Berglund, Janne Eriksson, Waldemar Johansson. Resultat av 1966 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök.
35	1967	Ulrich Nitsch. Om östersjövattnets användbarhet för bevattningsändamål.
36	1968	Aug. Håkansson, Gösta Berglund, Janne Eriksson, Waldemar Johansson. Resultat av 1967 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök.
37	1968	Nils Brink. Ansvarsfördelningen vid underhåll av vattendrag inom Sagåns vattensystem.
38	1968	Aug. Håkansson, Waldemar Johansson, Tryggve Fahlstedt. Nederbördens storlek och fördelning.
39	1968	Gösta Berglund. Om genomsläppligheten i återfyllning och rörfogar.
40	1969	Aug. Håkansson, Gösta Berglund, Janne Eriksson, Waldemar Johansson. Resultat av 1968 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök.

Forts. på omslagets tredje sida

FÖRSÖK MED PÅSKYNDAD SNÖSMÄLTNING

av

Gösta Berglund

FÖRSÖKSAVDELNINGEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK
LANTBRUKSHÖGSKOLAN, UPPSALA, 1973

Sammanfattning

I samband med snösmältningen på vårarna uppstår ofta översvämningar på grund av att öppna diken och kanaler är fyllda med is och snö. Om man genom enkla åtgärder kunde öppna dessa vattendrag före den egentliga smältperioden kunde måhända dessa översvämningar minskas eller kanske helt undgås.

AB Mo och Domsjö saluför sedan några år tillbaka ett snösmältningsmedel under handelsnamnet Snow-Kill. Medlet i fråga sägs innehålla ljusabsorberande och ytspänningsnedsättande substanser.

På eftervintern 1970 utfördes en orienterande undersökning med påskyndad snösmältning. Förutom det ovan nämnda snösmältningsmedlet "Snow-Kill" prövades även behandling med lera uppslammad i vatten.

Försökets utformning

Som försöksplats valdes ett fält utan större topografiska ojämnheter vid Ultuna. Träd, byggnader, vägar eller annat, som kunde ha stört den naturliga snösmältningen fanns ej närmare än 50 meter från försöksområdet.

Försöket lades upp med tre samrutor. Mellan varje behandlad ruta låg en obehandlad.

Försöksplanen hade alltså följande utseende:

O S O L O S O L O S O L O

O = obehandlad
S = behandlad med Snow-Kill
L = behandlad med lera

Försöksrutornas storlek var $10 \times 5 = 50 \text{ m}^2$

Preparaten spreds med ryggspruta i mängderna 400 kg lera/ha respektive 80 kg Snow-Kill/ha i vattenuppslammning med 20 kg lera på 100 liter vatten respektive 4 kg Snow-Kill på 100 liter vatten. Vattenmängden motsvarade en nederbörd på 0,2 mm. Snödjupets förändring mättes från referenspunkter ovanför snöytan. Förändringarna noterades varje dag under försöksperioden. Snödjupet vid försökets början var ca 40 cm.

Väderleksförhållanden under försöksperioden

Försöket genomfördes under tiden 5 till 14 april. Väderleken var relativt stadig. Dagnsmedeltemperaturen låg vid ca 0,5 plusgrader med nattfrost praktiskt taget varje natt.

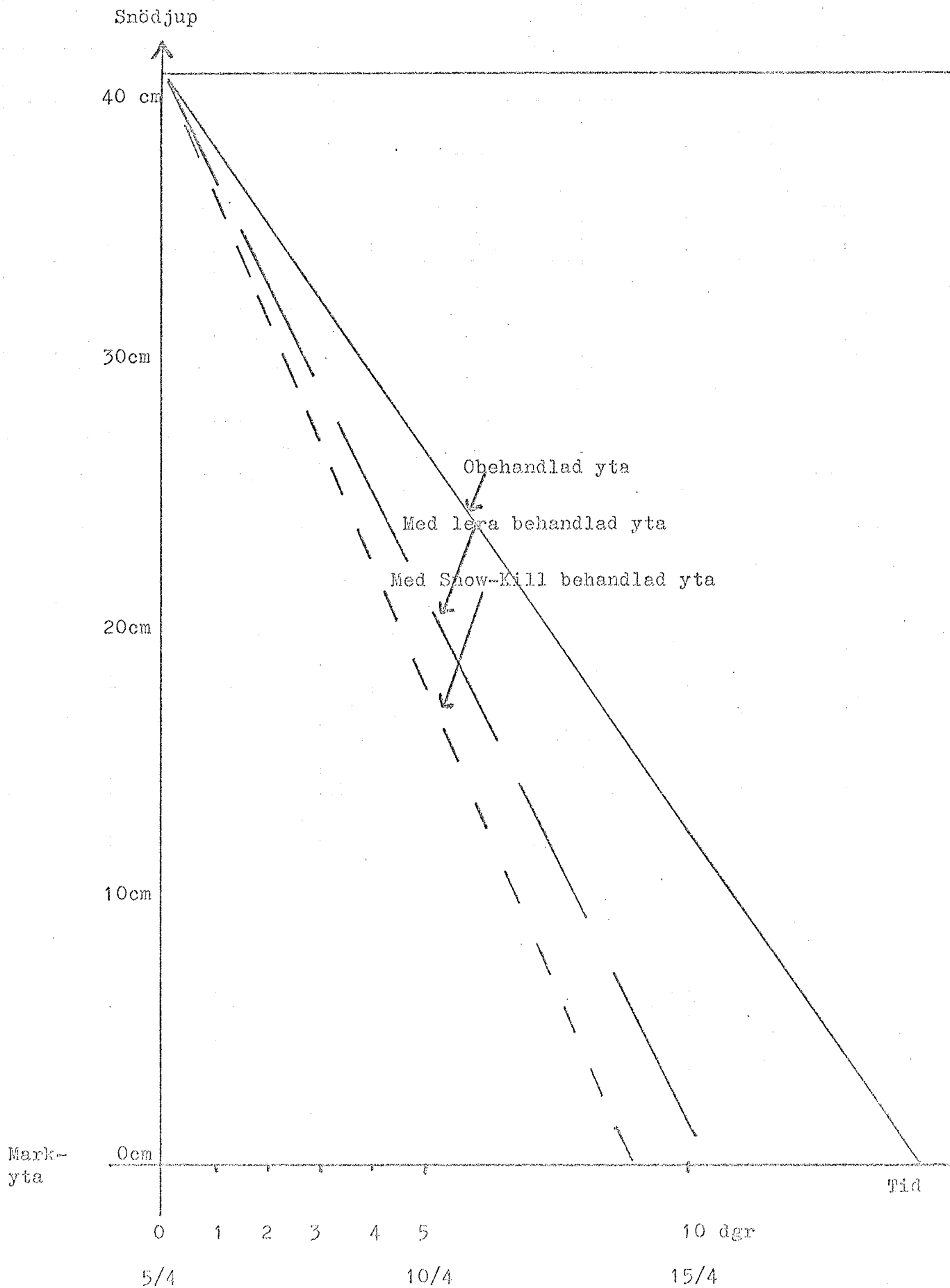
Ca 25 mm nederbörd föll under perioden i form av regn och snöblandat regn. Solskenstiden var ca 50% av den möjliga.

Resultatet frångår av diagram 1. De utjämnade kurvorna i diagrammet visar att både behandling med Snow-Kill och med lera påskyndat snösmältningen avsevärt. Det ca 40 cm djupa snötäcket smälte bort på 9 dygn vad beträffar de med Snow-Kill behandlade ytorna. Lerbehandlingen var något underlägsen; där tog snösmältningen 2 dagar längre tid. Det obehandlade försöksledet behövde 15 dagar för att smälta bort.

Genom behandlingen med Snow-Kill har man alltså i detta fall kunnat åstadkomma snöfri mark en vecka tidigare än på fältet i övrigt.

Diagram 1

SNÖDJUPETS förändring med tiden vid olika behandling av snön.
(De räta linjerna har erhållits genom regressionsanalys av mätvärdena.)



FÖRSÖK MED PÅSKYNDAD SNÖSMÄLTNINGKommentarer till grundmaterieletVäderleksförhållanden under försöksperioden

Försökstiden har uppdelats i följande intervall:

3/4 - 17/4 då försök I pågick

8/4 - 17/4 då försök II pågick

9/4 - 16/4 då samtidigta mätningar från de båda försöken föreligger.

Tidsintervall	3/4-17/4	8/4-17/4	9/4-16/4
Dygnsmedeltemperatur 2 m			
över markytan	+0,3	+1,0	+0,7
Lägsta temperatur vid markytan	-15,0	-15,0	-15,0
Antal dygn då temperaturen			
understeg eller var =			
±0	14	9	8
-5	6	5	5
-10	3	3	3
-15	1	1	1
Medeltal av lägsta			
dygnstemperaturen	-5,0	-5,6	-6,9
Vindhastighet i medeltal			
klockan 14 i m/s	5,7	5,2	6,0
Nederbörd mm totalt	25,6	7,0	6,7
Solskenstid % av möjlig	28	38	52
Jordtemperatur på 5 cm djup	+0,3	+0,3	+0,3

Kommentarer till tabellens meteorologiska data:

De tre kallaste nätterna inföll den 13, 14 och 15 april med lägre temperatur än -10 grader. Solskenstiden under denna period (12-15/4) var i medeltal 77,5 % av den möjliga. Den 4 april föll 14,8 mm nederbörd i form av snö. Under perioderna för övrigt föll mindre mängder som snöblandat regn eller som regn. Snödjupet på försöksplatsen var mellan 40 och 50 cm vid första försökets start.

Grunddata från försöken och bearbetning av dessa

Två olika försök anlades. I försök I, som pågick tiden 3/4-17/4, undersöktes dels effekten av lera, dels effekten av Snow-Kill på snösmältningen. Försök II, som pågick tiden 8/4-17/4, omfattar endast en jämförelse mellan försöksrutor behandlade med Snow-Kill och obehandlade rutor.

Försöksplanerna hade följande utseende:

Försök I: O S O L O S O L O S O L O

Försök II: O L O L O L O

O = obehandlad försöksruta

S = försöksruta behandlad med Snow-Kill

L = försöksruta behandlad med lera

Försöksresultaten redovisas dels i form av tabeller dels i diagramform på sid 7-11.

Tabell 1 upptar medeltal av mätvärden på snöytans läge under fixpunkten för försök I. De redovisade värdena är medeltal av tre mätvärden i samma ruta vid varje tillfälle. Vidare upptar tabell 1 snösmältnings-hastigheten i de olika rutorna i cm/dygn beräknat såsom skillnaden mellan första och sista värdet dividerat med antalet dygn.

Tabell 2 redovisar snösmältningshastigheten i medeltal för de olika försöksleden i försök I, dels för hela mätperioden dels för perioden 9/4-16/4 för att kunna jämföra med försök II.

Tabell 3 och 4 gäller för försök II. De redovisar motsvarande data som i försök I (tabell 1 och 2).

Tabell 5 redovisar smälthastigheten under perioden 9/4-16/4 i medeltal för de båda försöken samt medeltalens standardavvikelse.

Tabell 6 är uppställd på sådant sätt att en statistisk bearbetning av resultatet skall vara möjlig. Mättingsintervallet 9/4-15/4 har använts för att fullständiga mätdata från båda försöken skall vara tillgängliga. De frågor man sökt svaret på är följande:

Föreligger det någon skillnad mellan smälthastigheten hos obehandlad snö och snö behandlad med lera?

Föreligger det någon skillnad i smälthastighet mellan snö behandlad med lera och snö behandlad med Snow-Kill?

Analysen har utförts på följande sätt:

I båda försöken jämföres varje behandlad ruta med två närliggande kontrollrutor. Differensen mellan behandlad ruta och medeltalet av de båda kontrollerna beräknas och aritmetiskt medium och standardavvikelse beräknas för lera och Snow-Kill var för sig. Därefter uppställs följande påståenden:

Ren snö smälter lika fort som snö behandlad med lera.

Effekten av lera är lika stor som effekten av Snow-Kill.

Det första påståendet undersöks med formeln:

$$t^{(n-1)} = \frac{\bar{x} - u_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

där t är en testvariabel, indicerad med antalet frihetsgrader, \bar{x} är det aritmetiska mediet av differenserna, u_0 är det verkliga medelvärdet, s är standardavvikelsen och n är antalet upprepningar. Påståendet befanns vara oriktigt och man kan säga, att med 95% säkerhet är smältningen efter lerbehandling snabbare än hos obehandlad snö (* signifikativt).

Det andra påståendet undersöks med formeln:

$$t^{(n_s + n_l - 2)} = \frac{\bar{x}_s - \bar{y}_l}{\sqrt{\frac{(n_s - 1)s_s^2 + (n_l - 1)s_l^2}{n_s + n_l - 2} \left(\frac{1}{n_s} + \frac{1}{n_l} \right)}}$$

där t är en testvariabel indicerad med antalet frihetsgrader, n_s och n_l är antalet upprepningar av försöksleden med Snow-Kill respektive

lera \bar{x}_s och \bar{y}_1 är aritmetiska mediet av differenserna mellan Snow-Kill och obehandlad, respektive lera och obehandlad. s_s^2 och s_1^2 är variansen mellan de ovan nämnda differenserna. Påståendet visade sig även denna gång vara felaktigt och man kan fastslå att Snow-Kill med 95 % säkerhet hade större snösmältande effekt än lera (* signifikativt).

På sid 10 och 11 redovisas resultaten grafiskt med hjälp av regressionslinjer. Diagram 2 på sid. 10 ligger till grund för det tidigare redovisade diagrammet 1. Detta diagram visar alltså endast resultatet från försök I. De ekvationer, som ligger till grund för linjerna är:

Försök I (diagram 2):

Obehandlad snö	$\hat{y} = -1,40 + 2,83x$
Snö behandlad med lera	$y = -0,28 + 3,91x$
Snö behandlad med Snow-Kill	$y = -1,59 + 4,52x$

Försök II (diagram 3):

Obehandlad snö	$y = -1,07 + 2,56x$
Snö behandlad med Snow-Kill	$y = -5,07 + 4,39x$

Regressionskoefficienten, dvs. koefficienten för x i ekvationen är ett medelvärde på snösmältningshastigheten i de olika försöksleden. Den har sorten cm/dygn. För att jämförelse med medelsmältningshastigheterna i tabellerna 2, 4 och 5 skall kunna göras anges här även relationerna mellan regressionskoefficienterna:

	Försök I	Försök II
Obehandlad snö	100	100
Snö behandlad med lera	138	
Snö behandlad med Snow-Kill	160	171

Relativtalen får ej jämföras mellan försöken eftersom basvärdena (obehandlad snö) är beräknade på olika smältningshastighet.

Synpunkter på försökets uppläggning

Då försöket är utfört som ett orienterande fältförsök återstår ännu en del frågor att besvara innan man säkert kan uttala sig om olika effekter vid påskyndad snösmältning. Sålunda är de i texten nämnda preparaten provade endast i en bestämd mängd/ytenhet. Väderlekens inflytande är inte undersökt liksom inte heller tidpunkten för behandlingen och dess betydelse för resultatet. Snow-Kill, som är i pulverform, kan spridas antingen torrt eller, som i dessa försök, i vattenuppslammning. Andra preparat än lera och Snow-Kill är inte provade, men även sot, aska o.d. kan givetvis komma ifråga.

Behandling i försök I

O = obehandlad snö

S = snö behandlad med Snow-Kill

L = snö behandlad med lera, 400 kg/ha

Tabell 1: Försök I. Snöytans läge i cm under fixpunkt. Medeltal av tre mätvärden för varje försöksruta.

Behandling	Mätplatser nr	6/4	7/4	8/4	9/4	10/4	13/4	14/4	15/4	16/4	Snösmältn.hastighet i cm/dygn
O	1-3	4,3	5,3	9,3	12,7	15,3	19,0	25,7	28,3	33,3	2,90
S	4-6	4,0	6,0	10,3	15,7	21,3	30,7	40,7	44,7		4,52
O	7-9	0,7	3,7	8,7	11,0	14,0	17,3	20,7	25,3	30,3	2,96
L	10-12	3,7	6,7	11,7	17,7	21,0	26,7	36,3	41,3	43,0	3,93
O	13-15	0,3	3,0	7,7	10,0	16,3	18,3	24,3	27,7	30,3	3,00
S	16-18	4,3	6,3	12,7	19,0	24,3	33,7	43,3	45,0	48,0	4,37
O	19-21	0,3	2,7	7,3	9,7	14,0	17,7	21,0	26,0	30,7	3,04
L	22-24	3,7	6,3	11,3	17,7	21,0	27,7	34,3	41,7	45,7	4,20
O	25-27	0,0	1,3	5,3	8,3	13,0	17,3	26,7	30,7	33,0	3,30
S	28-30	3,3	5,3	11,7	16,7	21,3	30,3	38,7	42,0	45,7	4,24
O	31-33	1,3	3,3	9,0	11,3	13,7	17,3	23,3	28,0	32,0	2,87
L	34-36	3,0	6,0	11,3	16,3	20,3	27,3	34,0	39,0	47,0	4,40
O	37-39	0,3	4,0	9,3	12,0	13,7	17,7	22,0	25,7	30,0	2,97

Tabell 2: Försök I. Snösmältnings hastighet i cm/dygn. Medeltal för olika behandlingar

Behandling	Smälthastighet i mt av samtliga	Smälthastighet i relativtal	Smälthastighet i mt 9/4-16/4	Smälthastighet i relativtal 9/4-16/4
O	3,01	100	2,95	100
L	4,18	139	4,00	135
S	4,38	146	4,37	148

Behandling i försök II:

0 = obehandlad snö

S = snö behandlad med Snow-Kill, 80 kg/ha

Tabell 3: Försök II. Snöytans läge i cm under fixpunkt. Medeltal av tre mätvärden för varje försöksruta.

Behandling	Mätplatser nr	9/4	10/4	13/4	14/4	15/4	16/4	Snösmältningshastighet i cm/dygn
0	1-3	9,7	12,3	15,7	20,0	24,0	28,3	2,66
S	4-6	13,7	18,0	26,0	33,7	40,3	42,3	4,09
0	7-9	10,3	13,3	17,3	23,3	26,7	31,7	3,06
0	10-12	11,0	12,3	16,3	21,3	24,7	29,0	2,57
S	13-15	11,7	18,3	27,3	37,0	20,3	--	4,77
0	16-18	10,0	11,3	15,7	19,0	23,3	28,7	2,67
S	19-21	12,7	17,7	26,0	34,7	40,7	47,0	4,99

Tabell 4: Försök II. Snösmältningshastighet i cm/dygn. Medeltal för obehandlade och behandlade försöksrutor

Behandling	Smälthastighet i mt av samtliga	Smälthastighet i relativt
0	2,74	100
S	4,62	169

Tabell 5: Medeltal av försök I och II. Snösmältningshastighet i cm/dygn under tiden 9/4-16/4 vid olika behandling av snön.

Behandling	Smälthastighet cm/dygn	Standardavvikelse	Smälthastighet i relativt
0	2,85	0,27	100
L	4,00	0,31	140
S	4,50	0,19	157

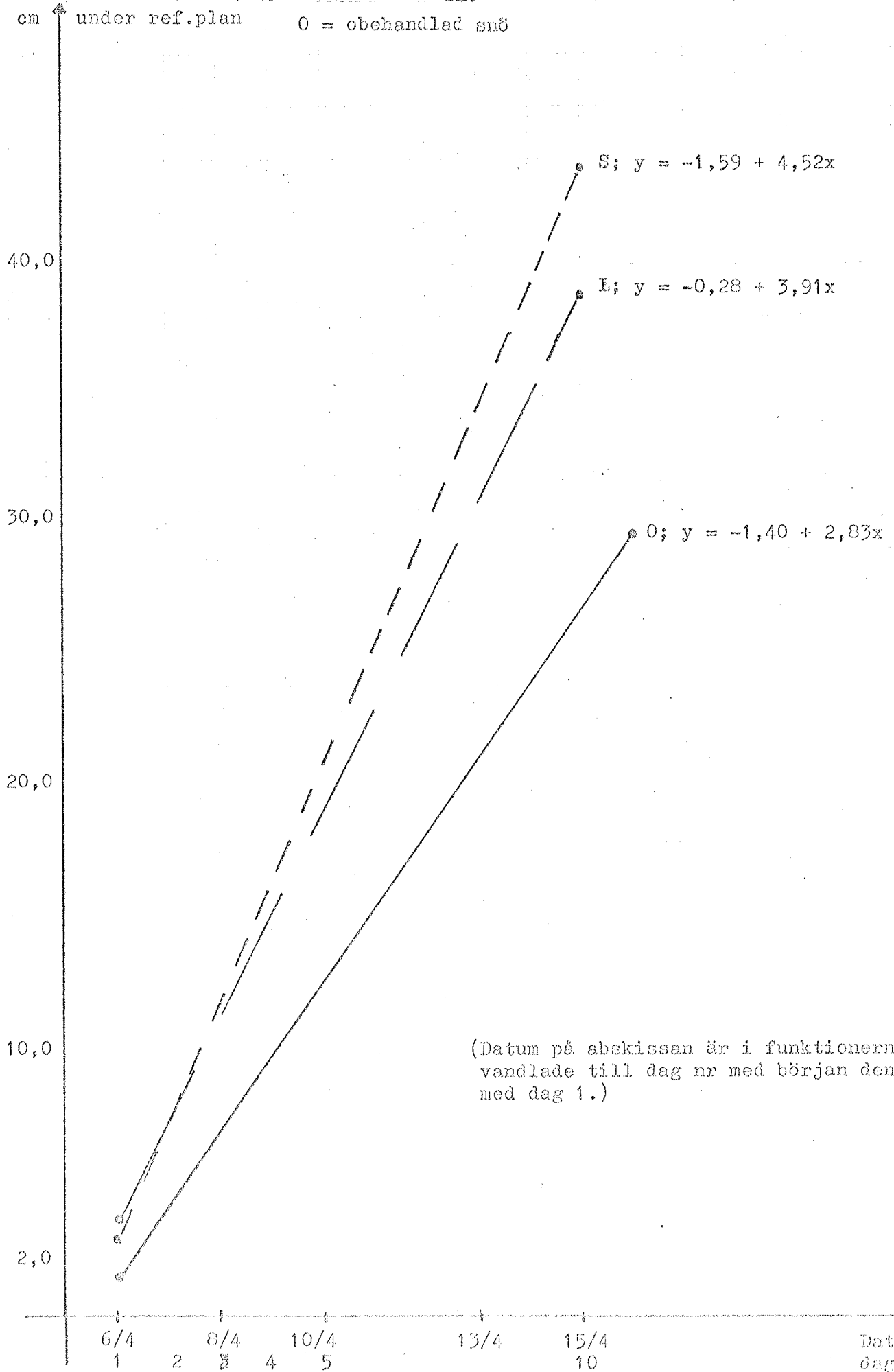
Tabell 6: Differenser mellan behandlade och obehandlade led samt standardavvikelsen på differenserna

Försök nr	Behandlingsled	Mätplatser nr	Differens S - \bar{O} L - \bar{O}	Standardavvikelse på diff.	Medeltal av resp. diff.
I	0-S-0	1-9	13,7		
I	0-S-0	13-21	11,5		
I	0-S-0	25-33	6,8		
II	0-S-0	1-9	11,3		
II	0-S-0	13-21	15,1	2,82	11,68
I	0-L-0	7-15	7,6		
I	0-L-0	19-27	4,6		
I	0-L-0	31-39	7,5	1,39	6,57

Försök I. Regressionslinjer över snösmältningens förlopp vid olika behandling av snön.

S = snö behandlad med Snow-Kill

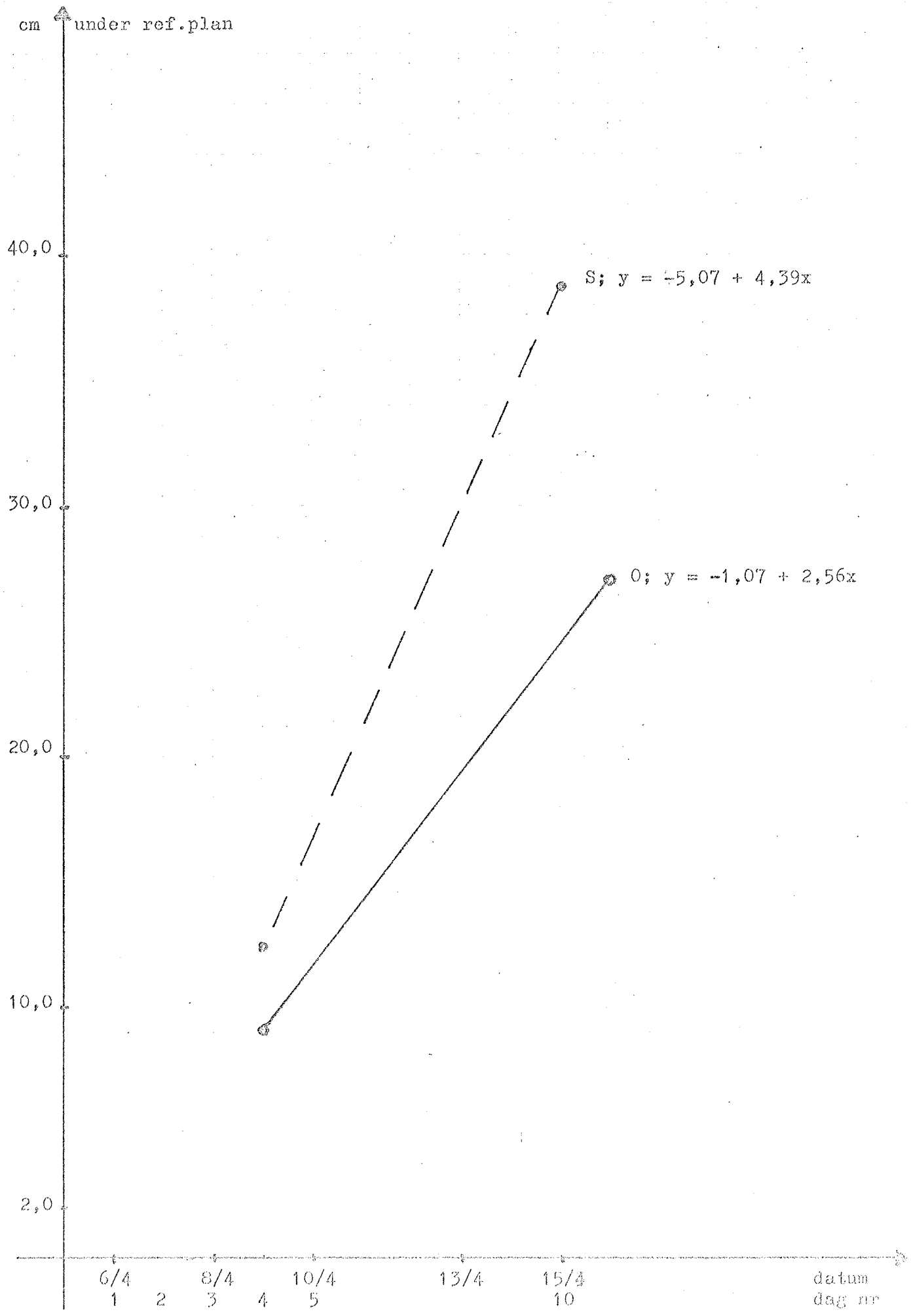
L = snö behandlad med lera



Försök II. Regressionslinjer över snösmältningens förlopp i behandlade och obehandlade rutor.

Diagram 3

S = snö behandlad med Snow-Kill
O = obehandlad snö



Forts. från omslagets andra sida

Nr	År	Författare och titel
41	1969	Nils Brink. Kväve och fosfor i Sävjaån
42	1969	Nils Brink. Sagåns vatten
43	1970	Waldemar Johansson. Anvisning för projektering och dimensionering av bevattningsanläggningar
44	1970	Gunnar Hallgren. Dränering av tomtmark, vägar, trädgårdar, kyrkogårdar, idrottsplatser, flygfält m.m.
45	1970	Aug. Håkansson, Gösta Berglund, Janne Eriksson, Waldemar Johansson. Resultat av 1969 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök
46	1971	Gösta Berglund. Kalkens inverkan på jordens struktur
47	1971	Aug. Håkansson, Gösta Berglund, Janne Eriksson, Waldemar Johansson. Resultat av 1970 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök
48	1971	John Sandsborg. Exempelsamling i hydromekanik
49	1971	Janne Eriksson. Bevattning. Tropiskt lantbruk
50	1971	Janne Eriksson. Erosion. Tropiskt lantbruk
51	1972	Aug. Håkansson, Waldemar Johansson, Gösta Berglund, Janne Eriksson. Resultat av 1971 års täckdiknings-, bevattnings- och kalkningsförsök
52	1972	Sigvard Andersson. Agrohydrologi. Skrivningar för 5 poäng, med svar, lösningar och kommentarer
53	1973	Gösta Berglund. Försök med påskyndad snösmältning.