



**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

Vatten- och kvävehushållningen vid bevattning av en sandjord

Water-balance and nitrogen-balance by
irrigation of a sandy soil

Harry Linnér

**Institutionen för markvetenskap
Avd. f. lantbrukets hydroteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Dept. of Soil Sciences
Division of Agricultural Hydrotechnics**

**Rapport 113
Report**

Uppsala 1978

ISSN 0348-1816

ISBN 91-576-0067-8



**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

Vatten- och kvävehushållningen vid bevattning av en sandjord

Water-balance and nitrogen-balance by
irrigation of a sandy soil

Harry Linnér

**Institutionen för markvetenskap
Avd. f. lantbrukets hydroteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Dept. of Soil Sciences
Division of Agricultural Hydrotechnics**

**Rapport 113
Report**

Uppsala 1978

ISSN 0348-1816

ISBN 91-576-0067-8

Innehållsförteckning

	sid.
Inledning	1
Undersökningens uppläggning	2
Beskrivning av försöksplatsen	
Försöksgenomförande	
Bestämning av bevattningstidpunkter	
Bestämning av markvätskans nitrathalt	
Resultat	7
Markfuktighetsförhållanden	
Markvätskans nitrathalt	
Grödans tillväxt, avkastning och kväveupptagning	
Sammanfattning och slutsatser	14
Litteratur	16

VATTEN- OCH KVÄVEHUSHÅLLNINGEN VID BEVATTNING AV EN SANDJORD

Inledning

Under senare år har en betydande del av sandjordarna bevattnats. Av potatisarealen som i stor utsträckning är lokaliserad till sandjordsområden kan exempelvis omkring halva arealen bevattnas. Bevattningens effekt på avkastningen av olika grödor har studerats i mångåriga försök i skilda delar av landet. I potatis och vall har i genomsnitt 30-40 % -ig skördeökning erhållits på sandjordar. (Johansson, W. & Linner, H. 1977).

Bevattningens inverkan på utlakningen av kväve har hittills inte studerats i någon större omfattning i Sverige. I mångåriga tyska undersökningar (Pfaff 1958, 1963) ökade kväveutlakningen under sommaren något vid bevattning. Under hösten, vintern och våren var utlakningen normalt avsevärt större där ingen bevattning skett under sommaren. Totalt var den årliga utlakningen 20 % mindre vid bevattning.

Czeratski et al. (1976) fann i treåriga bevattningsförsök i Tyskland att bevattning av stråsåd och sockerbetor minskade kväveutlakningen från 17 till 9 kg per hektar och år. Kvävegödslingen var 80 kg per hektar i stråsåd och 160 kg per hektar i sockerbetor. Då gödslingsnivån vid bevattning var 120 respektive 240 kg N per hektar blev den årliga utlakningen i medeltal 20 kg N per hektar.

Finska undersökningar av Heinonen (1961) och Kaila & Elonen (1970) visade att bevattningen kraftigt förbättrade stråsådens möjligheter att utnyttja kvävet på lerjordar bl.a. genom en kraftigare rotutveckling. Restkvävet på hösten och därmed riskerna för utlakning under vintern och våren minskade avsevärt.

Bennetzen (1978) redovisar från danska undersökningar att i genomsnitt 28 % av bevattningsmängden, som vid bevattning av vall uppgick till 302 mm per år, avrunnit från en sandjord. I stråsåd ökade avrinningen med 26 mm vid årlig bevattning med 119 mm. I vall var kväveutlakningen 1974-77 i medeltal 23 kg N per hektar vid bevattning och 86 kg N per hektar utan bevattning. Tillförseln av kväve var 264 kg per hektar vid bevattning och 194 kg per hektar utan bevattning. I stråsåd var kväveutlakningen 59 kg per hektar vid bevattning och 48 kg per hektar utan bevattning. Den bevattnade grödan tog upp 35 kg kväve mer per hektar än den obevattnade. Orsaken till den större kväveutlakningen vid bevattning trots detta troddes vara att betingelserna för frigörelse av kväve genom mineralisering efter skörden var gynnsammare i bevattnade försöksled. I obevattnade försöksled hämmades mineraliseringen under hösten av torka.

Brink (1978) har registrerat kväveutlakningen i praktiskt jordbruk i s.k. skiftesförsök. I ett av dessa försök - Kärndala i Kristianstad län - har lantbrukaren bevattnat det skifte från vilket utlakning till dränerings- och grundvatten registrerades. 1974 bevattnades vid två tillfällen med totalt 65 mm och 1975 bevattnades vid fyra tillfällen med totalt 95 mm. Brink anger att bevattningen gav ett kraftigt utslag i utlakningen i augusti respektive september månader dessa år. Av en figur framgår det att nitratutlakningen under dessa månader var cirka 3.5 respektive cirka 2.5 kg N per hektar större än under närliggande månader. Hur bevattningen påverkat grödans kväveupptagning eller utlakningen från fältet under efterföljande vinter och vår anges inte. Totala kvävetransporten med yt- och dräneringsvatten uppgick till 86 kg per hektar 1974/75 och 34 kg per hektar 1975/76.

Undersökningens uppläggning

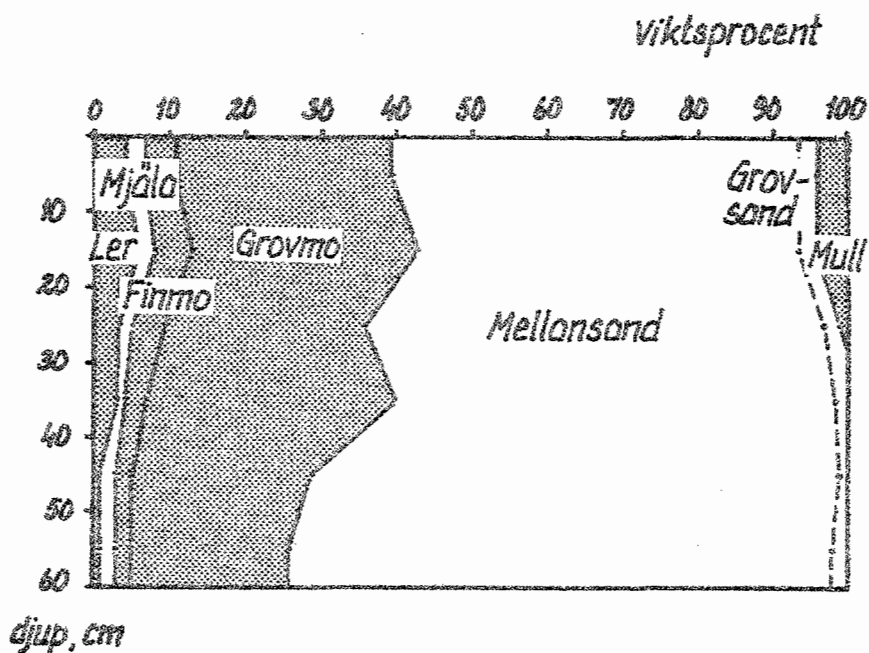
Vid avdelningen för Hydroteknik genomfördes 1975-76 en undersökning av kväve- och vattenhushållningen vid bevattning av en sandjord. I ett bevattningsförsök vid Lantbrukshögskolans försöksgård Ugerup i Kristianstad län gjordes en del mätningar och analyser utöver de rutinmässiga. Syftet med undersökningen var att

1. Studera effekten av olika bevattningsregimer på potatisens tillväxt och avkastning
2. Testa tillförlitligheten hos olika metoder att bestämma lämpliga bevattningstidpunkter
3. Studera bevattningens inverkan på grödans kväveupptagning och på utlakningen av kväve.

Beskrivning av försöksplatsen

Jordarten på försöksfältet var måttligt mullhaltig svagt lerig sand. Den mekaniska sammansättningen ned till 60 cm djup framgår av figur 1. Matjordsdjupet var cirka 25 cm. I alven fanns järnutfällningar på 25-45 cm djup. Från 80 cm djup fanns sand och grus med inslag av bland annat flinta. Grundvattennivån mättes inte i försöket men under tidigare år har nivån under sommaren konstant legat på omkring 160 cm djup på fältet.

Jordens vattenhållande egenskaper redovisas i tabell 1 och i figur 2. Mängden växttillgängligt vatten vid fältkapacitet uppgick till 42 mm i nivån 0-30 cm och till 49 mm i nivån 0-50 cm. Grödans rotdjup var omkring 30 cm. Någon kapillär upptransport av vatten till rotzonen av nämnvärd betydelse för grödans vattenförsörjning kan inte förväntas på denna jord då grundvattennivån är omkring 160 cm under markytan.

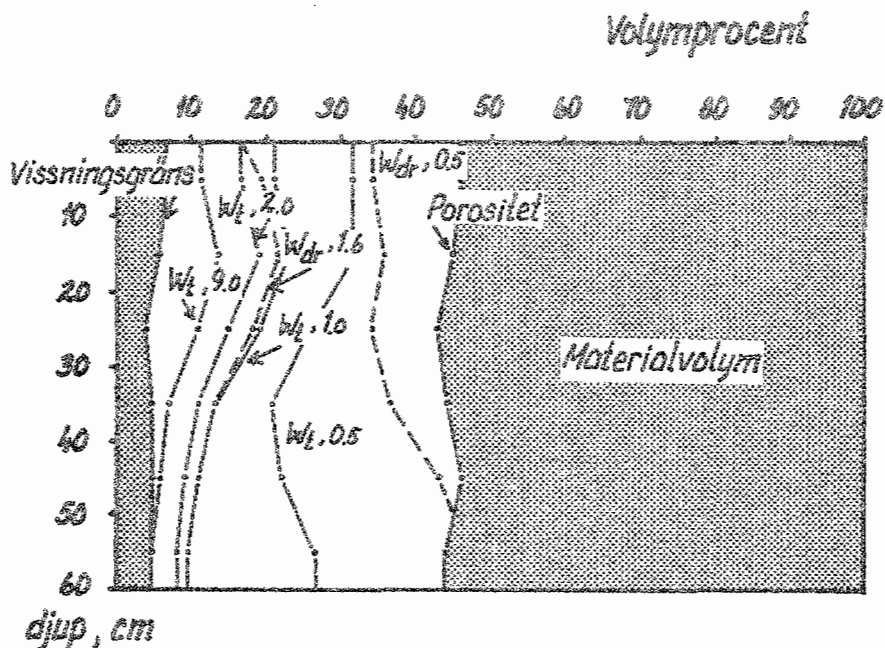


Figur 1. Jordens mekaniska sammansättning på försöksfältet. Jordartsbeteckning: Något mullhaltig svagt lerig moig sand i matjorden och moig sand i alven.

Tabell 1. Markfysikaliska data från försöksplatsen Ugerup

Nivå, cm	Material- volym, %	Por- volym%	Vattenhalt, volymsprocent (=mm)			Spec. vikt	Torr volym vikt g/cm ³	Genom- släpp- lighet cm/tim
			Fältkapacitet [†]	Vissningsgräns	För växterna upptagbart			
0-10	53.8	46.2	18.6	6.5	12.1	2.55	1.37	15
10-20	55.1	44.9	21.3	5.5	15.8	2.54	1.40	18
20-30	57.4	42.6	17.3	3.5	13.8	2.61	1.50	13
30-40	56.5	43.5	12.5	4.9	7.6	2.60	1.47	22
40-50	54.0	46.0	10.9	4.7	5.2	2.61	1.41	21
50-60	56.4	43.6	10.3	5.4	4.9	2.65	1.49	24
0-30	55.4	44.6	57.2	15.5	41.7	2.57	1.42	15

[†]Vid grundvattennivån 1.6 m under markytan.



Figur 2. Materialvolym, porvolym, vissningsgräns, avsugningskurvor ($W_{0.5}$, 1, 2 o. 9 m) samt dräneringsjämvikter (W_{dr}) vid grundvattennivån 0.5 och 1.6 meter. Jämför tabell 1.

Försöksgenomförande

Bevattningsav försöket skedde med s.k. linjespridare (Perrot Hydor Landregen). Under lugna förhållanden kunde en mycket god vattenfördelning erhållas. I försöket ingick följande försöksled:

B Utan bevattnings

B_1^0	Bevattnings från 1 vecka efter uppkomsten med 20 mm/gång vid 20 mm markvattenunderskott
B_2	" " 1 " " " 35 " vid 35 mm markvattenunderskott
B_3	" " 3 veckor " " " 20 " vid 20 mm markvattenunderskott
B_4	" " 3 " " " 35 " vid 35 mm markvattenunderskott

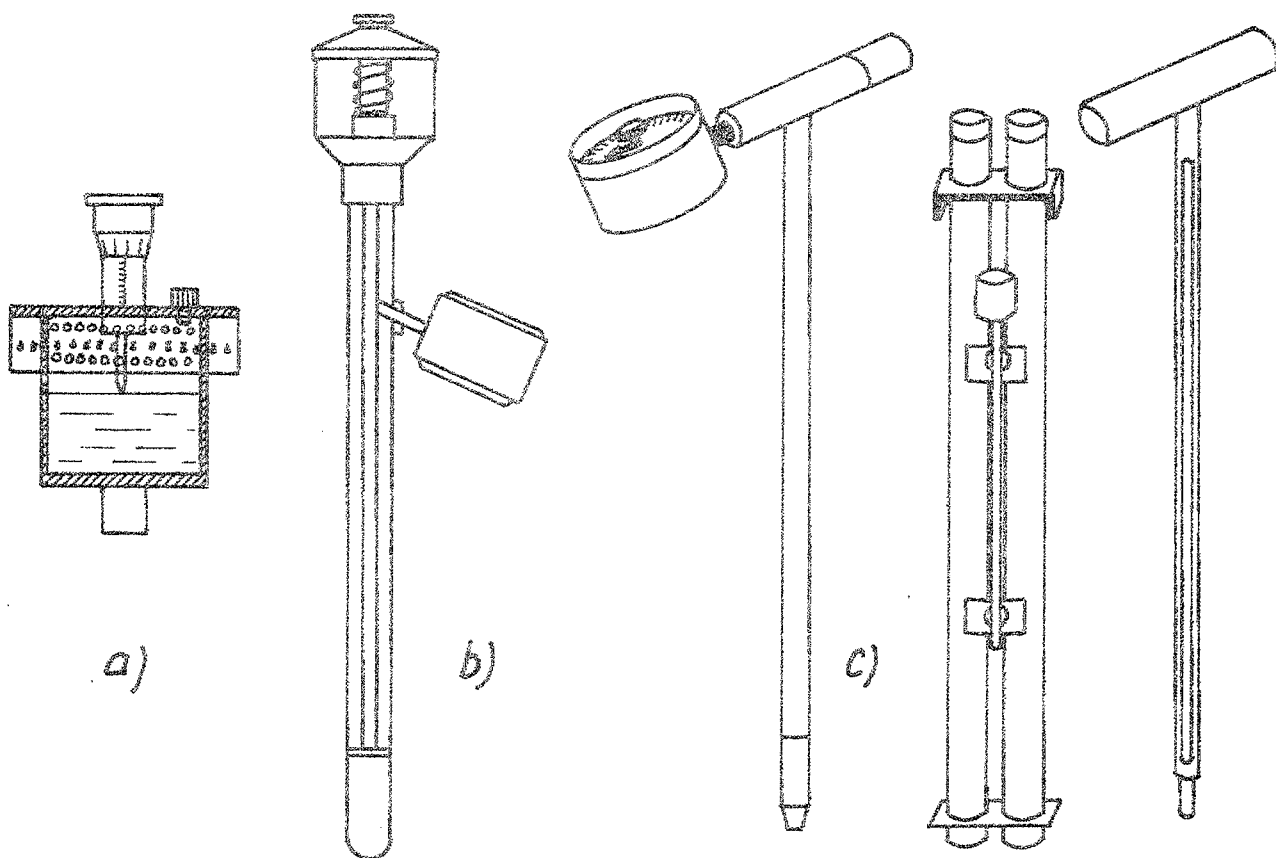
I försöket ingick fabrikspotatissorterna Dianella och Saturna. Sättnings skedde den 9/5 och uppkomsten var den 8/6. Knölbildningen började omkring den 23/6. Försöket gödslades med 800 kg NPK 8-7-16 per hektar den 28/4 och med 300 kg kalkammonsalpeter per hektar den 20/5. Totala kvävegivan var således 142 kg per hektar.

Knöl- och blasttillväxten följdes genom provgrävningar vid fyra tillfällen under växtperioden. Slutskörden skedde den 8/10 då blasten var helt nedvissnad.

Bestämning av bevattningstidpunkter

Markvattenunderskottet och tidpunkterna för bevattning bestämdes med hjälp av nederbörds- och avdunstningsdata. Med Anderssons evaporimeter (figur 3) placerad 1.5 m över markytan bestämdes den potentiella avdunstningen. De erhållna avdunstningsvärdena multiplicerades med 0.8 för att motsvara grödans vattenförbrukning i de försöksled som bevattnades vid 20 mm underskott och med 0.7 för de försöksled som bevattnades vid 35 mm underskott. För kontroll av metodens tillförlitlighet bestämdes markfuktigheten gravimetriskt vid ett tiotal tillfällen under växtperioden.

Markfuktighetsförhållandena följdes dessutom genom tensiometermätningar vid ett tjugotal tillfällen. Mätningarna gjordes med s.k. snabbtensiometer (figur 3) på 15 och 30 cm djup från potatiskammens övre del. Vid varje bestämning gjordes sex parallella mätningar.

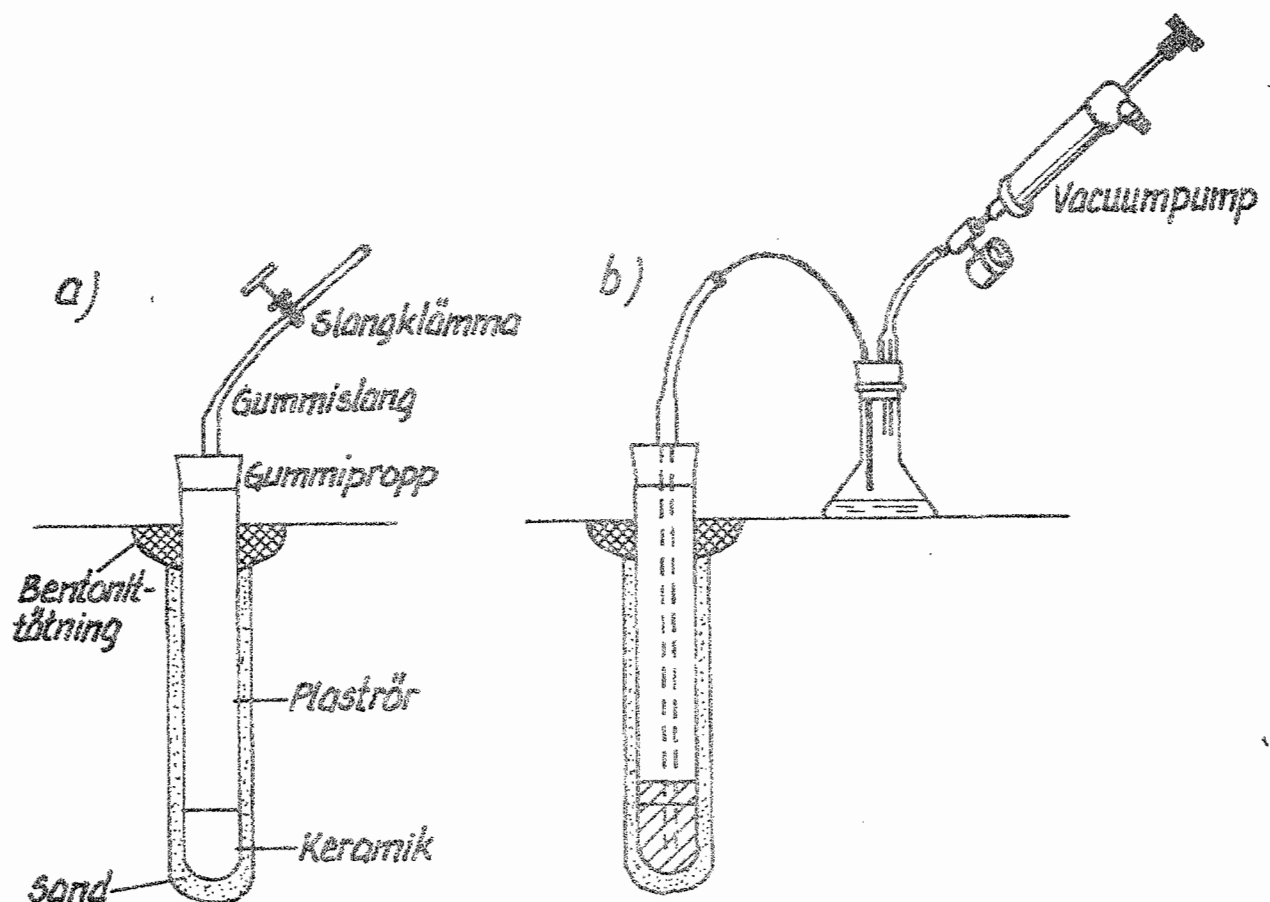


Figur 3. Instrument som används för bestämning av bevattningstidpunkter: Anderssons evaporimeter (a), tensiometer för fast installation (b) och s.k. snabbtensiometer med fodral och håltagningsverktyg. Skala ung. 1:3,5.

Bestämning av markvätskans nitratihalt

Nitratihalten i markvätskan följdes under växtperioden och under efterföljande höst, vinter och vår. I bevattningsleden B₀, B₁ och B₂ placerades 18 så kallade markvattenutsugare (figur 4) på 30, 60 och 120 cm djup. Med en handvacuumpump evakuerades markvattenutsugarna till omkring 0.8 atmosfärers undertryck. Efter omkring ett dygn kunde ett vattenprov tas ut under förutsättning att markvattnets bindningstryck var lägre än det undertryck som markvattenutsugarna utsattes för. Under torrperioder kunde vattenprover inte tas ut ur de övre nivåerna i de obevattnade försöksleden och inte heller alltid i de bevattnade leden. Under tiden 10/6 1975-13/4 1976 gjordes 13 provtagningar. Proverna insändes för analys till Avd. för Vattenvård vid Lantbrukshögskolan.

Utrustningen som användes för uttagning av vattenproverna var av amerikansk tillverkning. En utvärdering av utrustningens tillförlitlighet har gjorts av Hansen & Harris (1975). En liknande utrustning har tidigare konstruerats i Sverige (Linnér 1972).



Figur 4. Installation av markvattenutsugare (a) och uttagning av ett vattenprov (b).

Resultat

Sommaren 1975 var torr och varm i Kristianstadsområdet. I tabell 2 redovisas avdunstning, nederbörd och temperaturer. Nederbörden under maj-september var 66 mm lägre än normalt trots att nederbörden i september var tämligen riklig. I tabell 2. anges också de bevattningsmängder som tillfördes i försöksleden B₁ och B₂. Dessa bevattningsmängder är extremt stora. Normalt är bevattningsbehovet i potatis i Kristianstadsområdet omkring hälften så stort.

Nederbörden under hösten - vintern (oktober 1975-mars 1976) var 152 mm vilket är 107 mm mindre än medeltalet för 1931-60 i Kristianstad.

Tabell 2. Nederbörd, potentiell avdunstning, temperatur och bevattningsmängder 1975

	Nederbörd mm	Potentiell avdunstning, mm	Månadsmedel- temperatur, °C	Bevattning i B ₁ , mm	Bevattning i B ₂ , mm
maj	44	82	11.1	-	-
juni	20	118	14.5	46	20
juli	39	124	18.3	83	73
augusti	16	135	19.1	93	73
september	71	85	14.5	11	19
maj-sept.	190	544		233	185

Bevattningstidpunkter och bevattningsgivor redovisas i tabell 3. De båda potatissorterna i försöket har i stort sett bevattnats lika med undantag för den 10/9 då Saturna var nedvisnad medan Dianella ännu var i tillväxt och därför bevattnades. Försöksleden B₂ och B₄ bevattnades med 42 mm den 2/7 och därefter exakt som B₁ respektive B₂.

Tabell 3. Bevattningsmängder, mm och bevattningstidpunkter

	Dianella		Saturna		Medeltal	
	B ₁	B ₂	B ₁	B ₂	B ₁	B ₂
16 juni	20	20	20	20	20	20
25 "	25		26		26	
2 juli	20	42	20	39	20	41
7 "	21		21		21	
15 "	19	35	16	30	18	32
30 "	26		22		24	
7 aug.	25	34	26	38	25	36
12 "	25		25		25	
25 "	22	37	22	38	22	37
31 "	22		20		21	
10 sept.	22	38			11	19
Summa, mm	248	206	218	165	233	185

Markfuktighetsförhållanden

Markfuktigheten i de obevattnade leden och i bevattningsleden B_1 och B_2 redovisas i figur 5. Vattenhalten i de obevattnade leden var i närheten av vissningsgränsen under en stor del av sommaren. I försöksledet B_1 har bevattningen enligt planen skett så snart uttorkningen varit omkring 20 mm från fältkapacitet. I försöksledet B_2 där bevattning enligt planen skett då uttorkningen varit omkring 35 mm² har markfuktigheten närmat sig vissningsgränsen vid bevattningarna. Beståndet visade då torksymptom under någon eller några dagar före bevattningen.

I figur 6 redovisas tensiometermätningarna på djupet 15 cm (= mitt i rotzonen) i leden B_1 och B_2 . I obevattnade led var det p.g.a. tensiometerns begränsade mätområde inte möjligt att mäta under en stor del av sommaren. Inte heller i B_2 var det möjligt att mäta dagarna före några av bevattningarna. I B_1 hölls markfuktigheten alltid så hög att tensiometern var användbar. Tensiometervärdena i figur 6 visar god överensstämmelse med gravimetriska bestämningar av markfuktigheten. Spridningen mellan enskilda tensiometermätningar var dock stor. De mätvärden som redovisas i figur 6 är medelvärden av sex bestämningar.

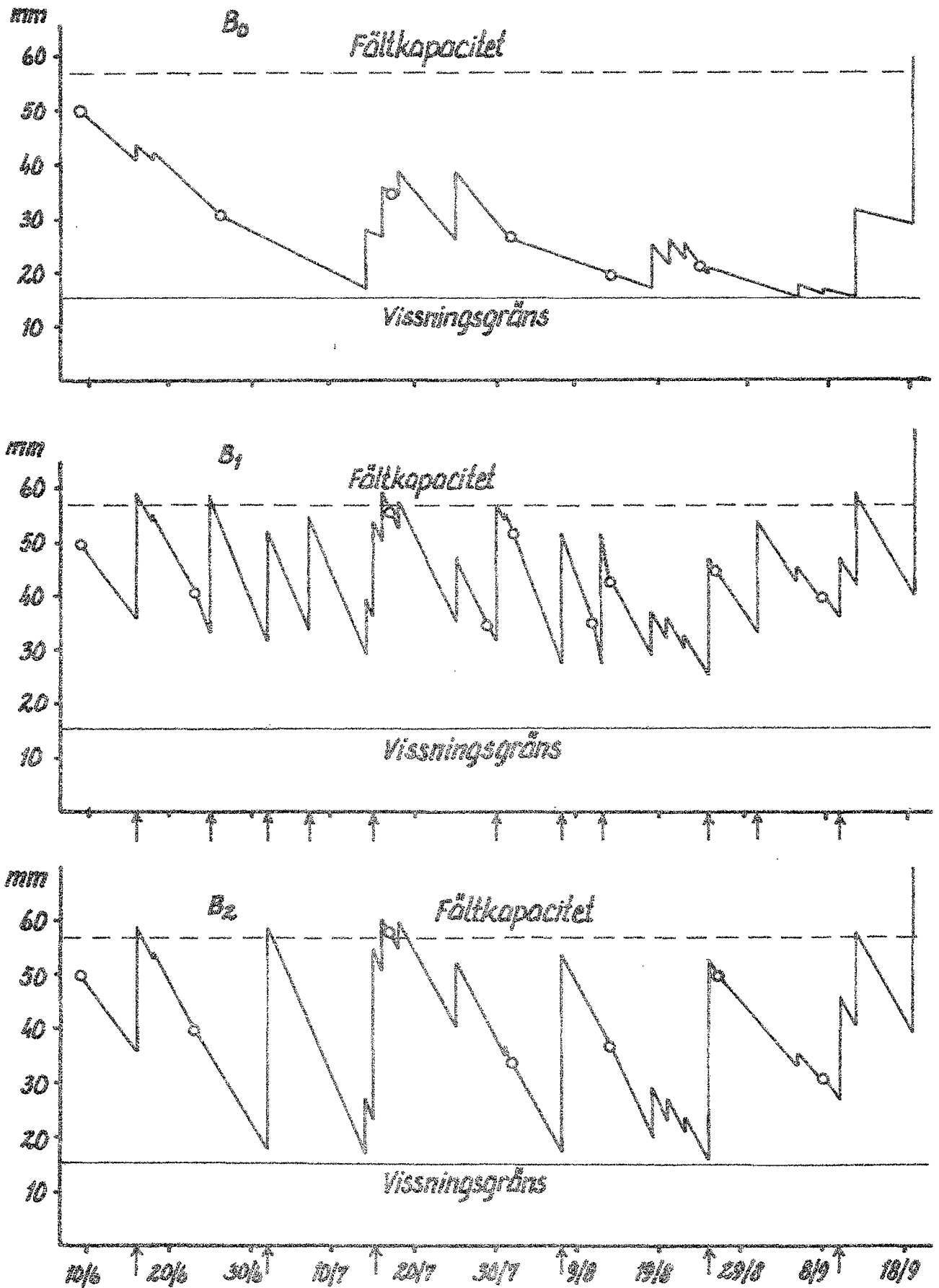
Markvätskans nitrathalt

Bestämning av markvätskans nitrathalt påbörjades den 10/6 1975 och utfördes vid 13 tillfällen fram till den 13/4 1976. Nitralthalterna på 30, 60 och 120 cm djup i leden B_0 , B_1 och B_2 redovisas i figur 7a-c. Under mätperioden har inga säkra förändringar av nitrathalten på 120 cm djup påvisats och inga skillnader mellan försöksleden har noterats på detta djup. Inte heller på 60 cm djup har nitrathalten förändrats nämnvärt i de bevattnade leden. I de obevattnade leden har nitrathalten däremot stigit kraftigt på 60 cm djup under vintern och våren då outnyttjat kväve transporterats nedåt.

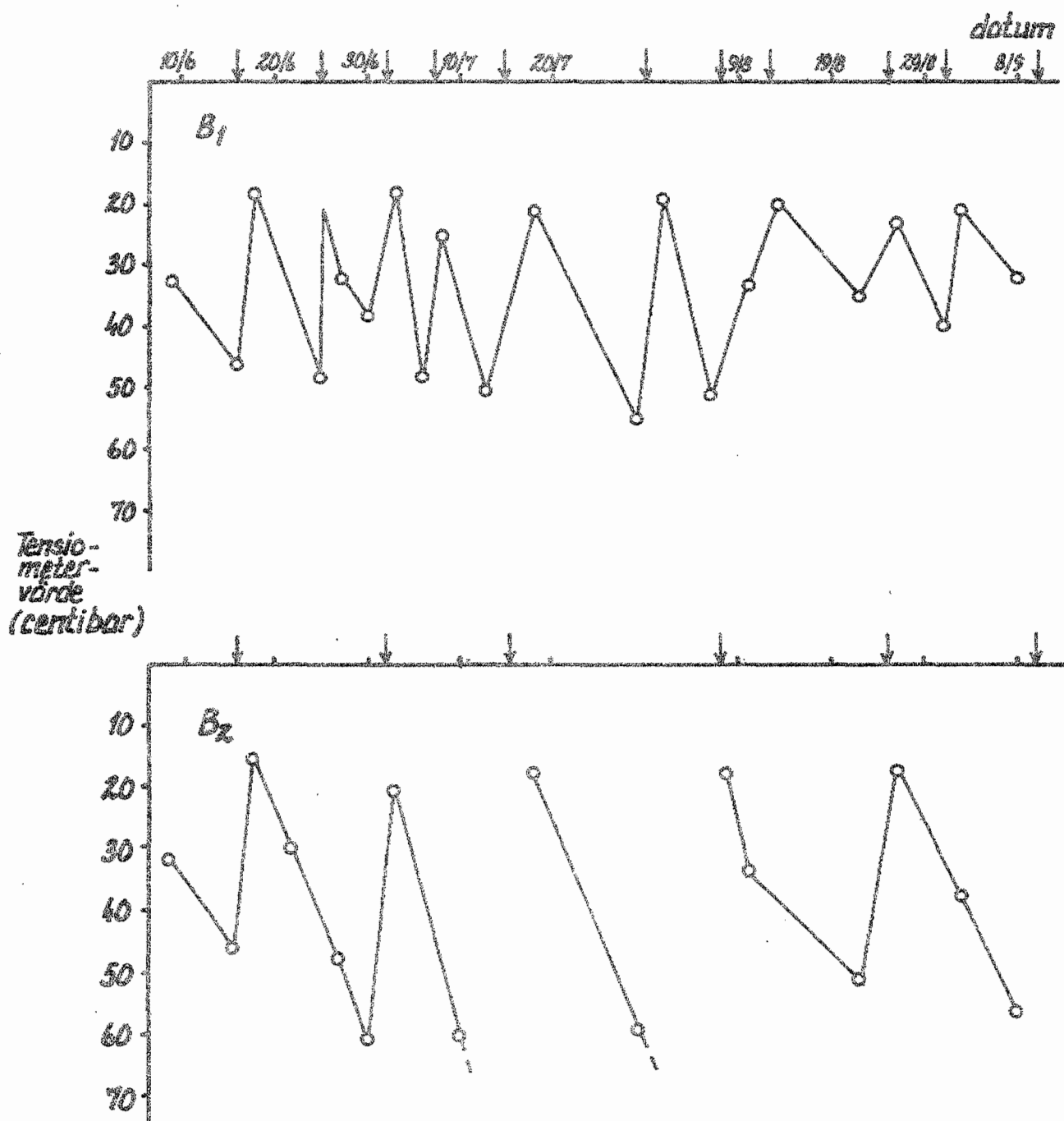
Halterna på 30 cm djup, d.v.s. vid den nedre delen av rotzonen, var relativt höga i alla försöksleden vid den första mätningen ett par dagar efter grödans uppkomst. Det är, med tanke på den måttliga nederbörden, inte troligt att gödslingen den 28/4 och 20/5 påverkat halterna på 30 cm djup vid den första provtagningen. Halterna torde istället bero på mineralisering av kväve under hösten och våren samt eventuellt på outnyttjat kväve sedan föregående år.

Under juni och juli sjönk nitralthalterna på 30 cm djup snabbt i de bevattnade leden. I början av augusti var halterna mycket låga. I de obevattnade rutorna kunde inga prover från 30 cm djup tas ut under en stor del av sommaren eftersom markfuktigheten var alltför låg. I figur 7a har linjen för djupet 30 cm därför streckats från den 26/6 till den 28/11. Under hösten och vintern steg halterna kraftigt i detta led då kväve som inte utnyttjats av grödan transporterades nedåt i profilen. I de bevattnade leden steg halterna på 30 cm djup under våren till samma nivå som vid mätperiodens början.

I figur 8 redovisas nitrathalten i profilen vid fyra tidpunkter i obevattnade och bevattnade (medeltal av B_1 och B_2) försöksled. Vid provtagningen den 10/6 före första bevattningen är halterna i leden ungefär lika. Efter skörden - vid provtagningen den 28/11 - är nitrathalten på 30 cm djup låg i de bevattnade leden medan den är hög i obevattnat. Orsaken till denna skillnad skulle kunna vara att bevattningen utlakat niträt under sommaren eller att bevattningen medfört att grödan ut-

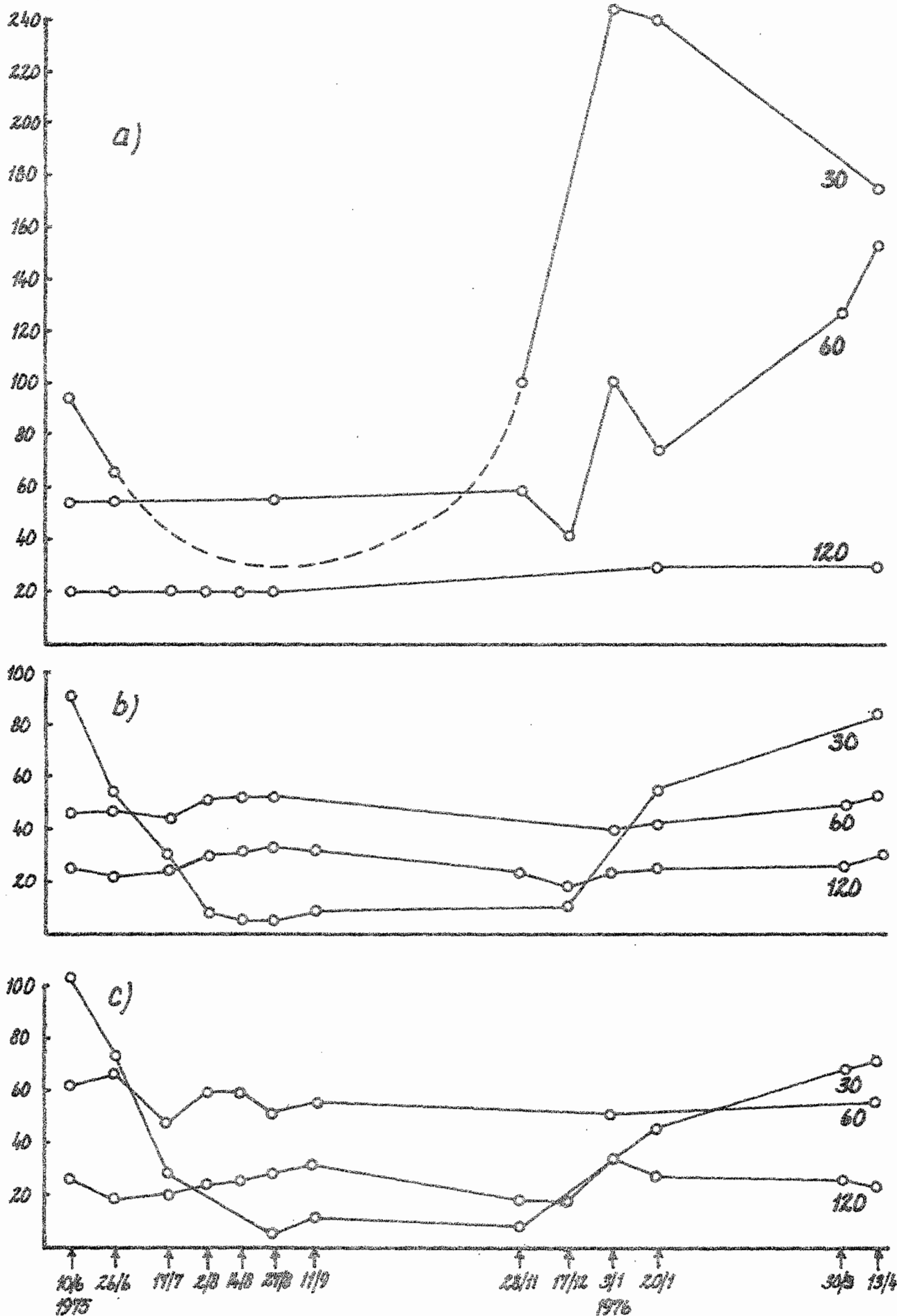


Figur 5. Markfuktigheten i försöksleden B_0 , B_1 och B_2 under växtperioden 1975. Punkterna anger gravimetriska bestämningar av markfuktigheten. Pilarna anger bevattningstidpunkter.

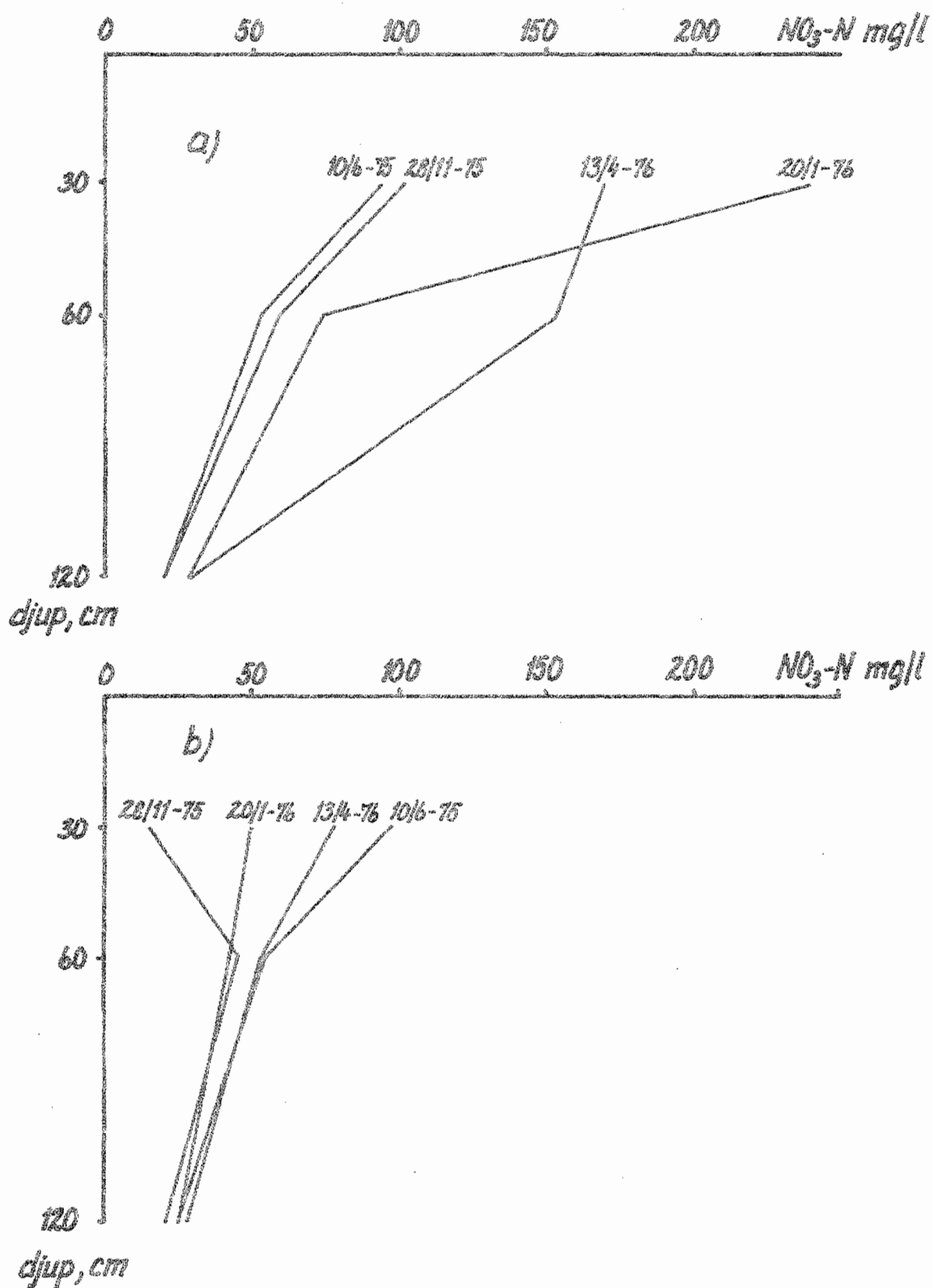


Figur 6. Tensiometervärden på 15 cm djup i försöksleden B_1 och B_2 . Varje punkt är medelvärde av sex mätningar. I det obevättade försöksledet (B_0) var tensiometerens mätområde otillräckligt under större delen av sommaren. Pilarna i figuren anger bevattningstidpunkterna.

$\text{NO}_3\text{-N}$ mg/l



Figur 7. Nitrathalten i markvätskan på djupen 30, 60 och 120 cm i a) obevattnade försöksled b) försöksleden B_1 och c) försöksleden B_2 . Under tiden 26/6-28/11 kunde markvätska inte tas ut på nivån 30 cm i de obevattnade försöksleden p.g.a. alltför torra förhållanden (streckad linje i figuren).



Figur 8. Nitrathalten i markvätskan på djupen 30, 60 och 120 cm i a) obevattnade (B₀) och b) bevattnade försöksled (B₁ o. B₂). 10/6 = före 1:a bevattningen, 28/11 = efter skörden, 20/1² och 13/4 = efterföljande vinter och vår.

nyttjat kvävet effektivare. Markfuktighetsbestämningarna (figur 5) visar att ingen nämnvärd avrinning skett under sommaren och nitratbestämningarna (figur 7 och 8) visar att ingen nedtransport av nitratkväve förekommit. Den lägre kvävehalten i de bevattnade leden efter skörden beror således på att grödan utnyttjat kvävet effektivare.

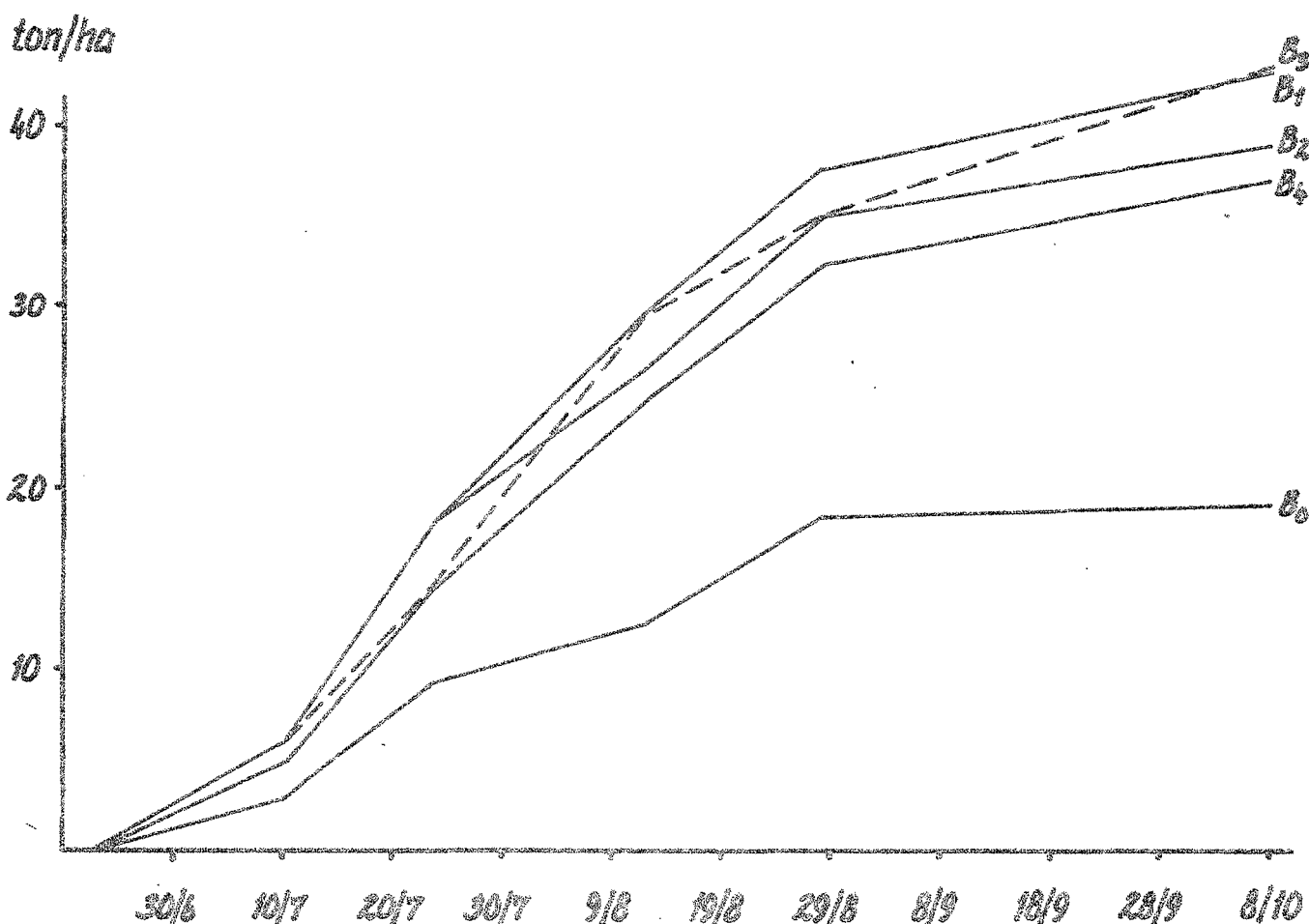
Vid provtagningen den 20/1 har nitrathalten på 30 cm djup stigit kraftigt i de obevattnade leden. Även på 60 cm djup har halten stigit märkbart.

Vid den sista provtagningen den 13/4 har halten i de obevattnade leden sjunkit på djupet 30 cm. Kvävet befinner sig nu på ett större djup och är på denna jord med begränsat rotdjup och obetydlig kapillär upptransport oåtkomligt för grödan.

I de bevattnade leden har nitrathalten stigit den 20/1 och 13/4. Det är troligen främst kväve som frigjorts genom mineralisering under hösten och sedan transporterats nedåt. Nitrathalten den 13/4 är ungefär lika hög som vid provtagningen den 10/6 föregående år.

Grödans tillväxt, avkastning och kväveupptagning

Vid fyra tillfällen under växtperioden bestämdes tillväxten av blast och knölar i de olika försöksleden. I figur 9 redovisas knöltillväxten. Torkan har begränsat knölskörden kraftigt i obevattnade försöksled. Bevattning med små givor och korta intervall (B_1 och B_2) har givit högst skörd. Tidig start av bevattningen (B_1 och B_2) har påskyndat den tidiga tillväxten.



Figur 9. Knöltillväxtkurvor för de olika bevattningsförsöksleden. Medeltal för sorterna Saturna och Dianella.

I tabell 4 redovisas knölskörd, torrsubstansskörd och kväveinnehåll i knölskörden. Bevattningen har mer än fördubblat skörden i medeltal. Bevattning med 20 mm/gång och korta intervall (B_1 och B_2) har givit 4680 kg/ha större merskörd än bevattning med 35 mm/gång. Skillnaden mellan bevattningsleden är större för sorten Saturna än för Dianella. Start av bevattningen 1 vecka eller 3 veckor efter uppkomsten har givit lika stor avkastning i leden B_1 och B_3 . Vid bevattning med större givor har den tidiga starten givit något högre avkastning ($B_2 > B_4$).

Kvävehalten i knölskörden har genomgående sänkts i de bevattnade leden. Kväveinnehållet i de bevattnade leden blir ändå i medeltal 151 kg per hektar mot 84 kg per hektar utan bevattning. Kväveinnehållet i bläst och rötter bestämdes inte.

Tabell 4. Knölskörd, torrsubstansskörd och kväveinnehåll i knölskörden. Ugerup 1975

		Knölskörd kg/ha	Torrsubstans- halt, %	Torrsubstans- skörd kg/ha	Kvävehalt % av ts	Kväve i knöl- skörden, kg/ha
Dianella	B_0	19840	25.4	5040	1.34	68
"	B_1	42060	25.8	10850	1.30	141
"	B_2	40080	26.2	10500	1.29	135
"	B_3	42260	26.3	11110	1.31	146
"	B_4	39480	26.6	10500	1.28	134
Saturna	B_0	18350	26.9	4940	2.01	99
"	B_1	43750	23.5	10280	1.68	173
"	B_2	37700	23.1	8710	1.77	154
"	B_3	43750	23.4	10240	1.67	171
"	B_4	35120	22.9	8040	1.74	140
<hr/>						
Medeltal						
Obevattnat		19100	26.2	4990	1.68	84
Bevattnat		40530	24.7	10010	1.51	151

Sammanfattning och slutsatser

1. Vatten- och kvävehushållningen vid bevattning av potatis på en sandjord har undersökts under ett torrt år.
2. Bevattning vid 20 mm uttorkning höjde knölskörden från 19.1 till 43.0 ton per hektar. Bevattning vid 35 mm uttorkning höjde knölskörden från 19.1 till 38.1 ton per hektar.
3. Start av bevattningen 1 vecka efter uppkomsten eller 3 veckor efter uppkomsten gav ungefär lika stor avkastningsökning (21.8 respektive 21.1 ton per hektar).
4. För styrning av bevattningen användes avdunstningsmätare och tensiometer. Båda metoderna visade god överensstämmelse med gravimetriska

bestämningar av markfuktigheten och är värdefulla för en god anpassning av bevattningen. Avdunstningsmätaren är det instrument som är enklast att sköta.

5. Kväveupptagningen i knölskörden var i medeltal 84 kg per hektar utan bevattning och 151 kg per hektar i bevattnade led. Kvävehalten i knölna var lägre i bevattnade led. Försöket kvävegödslades med 142 kg per hektar.
6. Det ofullständiga utnyttjandet av kvävet i obevattnade försöksled ledde till kraftigt höjda nitrathalter på 30 och 60 cm djup under vintern och våren.
7. Undersökningen har bekräftat resultaten från undersökningar i Tyskland, Finland och Danmark som visat att en till markens vattenhållande egenskaper och till klimatförhållandena väl anpassad bevattning minskar riskerna för kväveutlakning under vintern och våren. Riskerna för betydande kväveförluster under växtperioden är i allmänhet små om bevattningstidpunkter och givor anpassas till behovet och om vattentillförseln är jämn.
8. Om stora nederbörds mängder faller efter kvävegödslingen på våren är riskerna stora för kväveutlakning på sandjordar med svag vattenhållande förmåga. En närmare anpassning av gödslingen till grödans upptagningsförlopp skulle minska dessa risker.

Litteratur

- Bennetzen, F. 1978. Vandbalance og kvælstofbalance ved optimal plante-
produktion. 3. Modeller og resultater. Tidsskrift for Planteavl
82, s. 191-220.
- Brink, N. 1978. Kväveutlakning från odlingsmark. Stenciltryck från
Avd. för Vattenvård, Sveriges Lantbruksuniversitet. Ekohydrologi 2,
Uppsala.
- Czeratski, W., Bramm, A., Schulze, F. 1978. Nährstoffkonzentration im
Sickerwasser und Nährstoffauswaschung durch Beregnung. Landbau-
forschung Völkensrode 26:3, s. 192-200.
- Hansen, E.A., Harris, A.R. 1975. Validity of soil-water samples
collected with porous ceramic cups. Soil Sci.Soc.Amer.Proc.
39, s. 528-536.
- Heinonen, R. 1961. Nitrat- och vattenhushållningen i en torkkänslig
lerjord. Grundförbättring 14:1, s. 30-38.
- Johansson, W., Linnér, H. 1977. Bevattning. Behov, effekter, teknik.
LT:s förlag. 141 s.
- Kaila, A., Elonen, P. 1970. Influence of irrigation and placement
of nitrogen fertilizers on the uptake of nitrogen by spring
wheat. J.Sci.Agr.Soc.Finland 42:2, s. 123-130.
- Linnér, H. 1972. Utrustning för uttagning av markvätska i fält.
Grundförbättring 25:1, s. 49-51.
- Pfaff, C. 1958. Einfluss der Beregnung auf die Nährstoffauswaschung
bei mehrjährigem Gemüseanbau. Z. Pflanzenernährung, Düngung
und Bodenkunde. 80, s. 93-108.
- Pfaff, C. 1963. Das Verhalten des Stickstoffs im Boden nach lang-
jährigen Lysimeterversuchen. Z. Acker- und Pflanzenbau 117,
s. 77-99.

Förteckning över utgivna häften från n:r 92 i publikationsserien

LANTBRUKSHÖGSKOLAN, UPPSALA. INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP.
AVDELNINGEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK. STENCILTRYCK.

(Separat förteckning över häftena 1-100 finns vid Avdelningen för
hydroteknik, SLU, 750 07 Uppsala 7)

- 92 Sandsborg, J. 1976. Dränering av byggnadsgrunder. 26 bl.
- 93 Berglund, G., Håkansson, A. & Eriksson, J. 1976. Om dikningsintensiteten vid dränering av åkerjord. Resultat av fältförsök med olika dikesavstånd. V: Göteborgs- och Bohus län samt Älvsborgs län. 65 bl.
- 94 Wikner, Å. 1976. Bevattningsföretagen och vattenlagen. 13 bl.
- 95 Svenmar, S. 1976. Vattendomar med anknytning till bevattning. I. En sammanfattning av avkunnade ytvattendomar. 24 bl.
- 96 Svenmar, S. 1976. Vattendomar med anknytning till bevattning. II. En sammanfattning av avkunnade grundvattendomar. 14 bl.
- 97 Wiklert, P. 1977. Studier av de odlade jordarnas vattenhushållning. Del I. Exemplifierande, analyserande och sammanfattande text, tabeller och diagram. 43 bl.
- 98 Wiklert, P. 1977. Studier av de odlade jordarnas vattenhushållning. Del II. Grundmaterial: tabeller och diagram. Jordar med enkelkornstruktur; rotspärr. Jordar med aggregatstruktur; ingen rotspärr. 109 bl.
- 99 Wiklert, P. 1977. Studier av de odlade jordarnas vattenhushållning. Del III. Grundmaterial: Tabeller och diagram. Jordar med aggregatstruktur; rotspärr. Jordar med enkelkorn- eller aggregatstruktur. 94 bl.
- 100 Johansson, W. & Klingspor, P. 1977. Bevattning inom lantbruket 1976. Bevattnad areal, vattenåtgång och vattentäkter. 76 bl.
- 101 Berglund, G., Johansson, W., Eriksson, J. & Linnér, H. 1977. Resultat av 1976 års täckdiknings-, bevattnings- och kalkningsförsök. 20+77+7 bl.
- 102 Berglund, G. 1977. Mikroaggregatanalysen som testmetod vid strukturbalkning. 113 bl.
- 104 Andersson, S. & Wiklert, P. 1977. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del II. Norrbottens, Västerbottens, Västernorrlands och Jämtlands län. 98 bl.
- 105 Andersson, S. & Wiklert, P. 1977. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del III. Gävleborgs, Kopparbergs och Värmlands län. 89 bl.
- 106 Andersson, S. & Wiklert, P. 1977. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del IV. Älvsborgs och Göteborgs- och Bohus län. 72 bl.

Förteckning över utgivna häften i fortsättningsserien

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET, UPPSALA. INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP.
AVDELNINGEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK. STENCILTRYCK.

- 103 Persson, R. 1977. Skorpbildning på struktursvaga jordar vid olika bevattningsintensitet och droppstorlek. 43 bl.
- 107 Jonsson, E. 1977. Bevattning med förorenat vatten. Hygieniska risker för människor och djur. En litteraturstudie. 30 bl.

Förteckning över utgivna häften i publikationsserien

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET, UPPSALA. INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP,
AVDELNINGEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK. RAPPORTER.

- 108 Berglund, G., Håkansson, A. & Eriksson, J. 1978. Om dikningsintensiteten vid dränering av åkerjord. Resultat av fältförsök med olika dikesavstånd. IX. Västernorrlands, Jämtlands, Västerbottens och Norrbottens län. 104 bl.
- 109 Bjerketorp, A. & Klingspor, P. 1978. Inventering av avrinningen inom regioner med stor jordbruksbevattning. Faktaredovisning. 1: Kalmar län. 66 bl.
- 110 Lundegrén, J. & Nilsson, S. 1978. Bevattningssamverkan. Förutsättningar och olika associationsformer. 27 bl.
- 111 Berglund, G., Ericson, A., Eriksson, J., Ingvarsson, A., Linnér, H. & Persson, L. 1978. Resultat av 1977 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning. 19+23+56 bl.
- 112 Forsling, A. & Borgblad, M. Konflikten mellan jordbruket och naturvården i markavvattningsfrågor. 58 bl.
- 113 Linnér, H. 1978. Vatten- och kvävehushållningen vid bevattning av en sandjord.
- 114 Ingvarsson, A. 1978. Bevattningsförsök inom trädgårdsområdet i Norden. Sammanfattningar av försöksresultat publicerade t.o.m. 1977/78. 70 bl.
- 115 Ingvarsson, A. 1978. Bevattning i fältmässig trädgårdsodling - teknik och ekonomi. 45 bl.

I denna serie publiceras forsknings- och försöksresultat vid avdelningen för lantbrukets hydroteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet. Tidigare nummer i serien redovisas längst bak i rapporten och kan i mån av tillgång anskaffas från avdelningen.

This series contains reports of research and field experiments from the Division of Agricultural Hydrotechnics, Department of Soil Sciences. Earlier issues are listed at the end of the report and can be ordered - if still in stock - from the Division of Agricultural Hydrotechnics.

DISTRIBUTION:

Sveriges Lantbruksuniversitet
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik
750 07 UPPSALA, Sweden

Tel. 018-10 20 00 ankn. 1165, 1181
