



# SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET

Gunnar Torstensson, Arne Gustafson,  
Börje Lindén och Gustav Skyggesson

## **Mineralkvävedynamik och växtnäringsutlakning på en grovmojord med handels- och stallgödslade odlingssystem i södra Halland**

---

**Ekohydrologi 28**

**Uppsala 1992**

**Avdelningen för vattenvårdslära  
Swedish University of Agricultural Sciences  
Division of Water Management**

ISRN SLU-VV-EKOHYD--28--SE  
ISSN 0347-9307



# Mineralkvävedynamik och växtnäringssläckning på en grovmojord med handels- och stallgödslade odlingssystem i södra Halland

Gunnar Torstensson och Arne Gustafson, avd. för vattenvårdslära, SLU, Uppsala  
Börje Lindén, avd. för växtnäringsslära, SLU, Uppsala  
Gustav Skyggesson, Hallands läns hushållningssällskap, Halmstad

**Abstract.** An experimental field was established during 1982-83 on a sandy soil at Mellby in the south-western part of Sweden. The field was divided into ten separate tile-drained plots, each with an area of 0.16 hectare.

An investigation was carried out during a five year period with the objective to elucidate the effects of different nitrogen fertilizer regimes on leaching losses of nitrogen from the root zone. The amount of drainage water from each plot was measured and water samples collected twice monthly for analysis of pH, electrical conductivity, nitrogen, phosphorus and potassium. The losses of nitrogen by water percolating to the groundwater were estimated with a simulation model. The fertilizer regimes were: unfertilized, commercial N-fertilizer according to general recommendations (90-110 N kg/ha), liquid manure in spring (110 total-N kg/ha) with and without winter rye as a catch crop sown after the main crop, liquid manure in early autumn; (55, 110 and 220 total-N kg/ha) and late autumn (110 total-N kg/ha). All the manure treatments received a complementary addition of commercial N-fertilizer in spring according to 50% of the general recommendations.

The nitrogen losses from the unfertilized treatment were slightly reduced compared with the spring fertilized treatments. The amount of mineral nitrogen in the soil as well as the leaching losses were of the same order of magnitude from the treatment with commercial fertilizer and the treatment with spring application of liquid manure without catch crop. The catch crop reduced the amount of mineral nitrogen in the soil during late autumn and winter and thereby reduced the leaching losses by almost half, providing the catch crop was well established in the autumn.

Spreading of liquid manure in autumn resulted in high enrichment of leachable nitrate nitrogen in the soil during winter time. As a consequence, the leaching losses were always higher compared to spring application. There were only small and variable differences in leaching losses between the treatments with liquid manure application in early and late autumn. Increasing doses of liquid manure strongly increased leaching losses of nitrogen from the soil profile.

The harvest from the unfertilized treatment was reduced to almost half of the spring fertilized treatments. The harvest from the treatments with commercial fertilizer and spring application of liquid manure, with and without catch crop, were of the same order of magnitude. Harvests from treatments with autumn application of liquid manure were reduced as a result of the nitrogen losses. Only in the treatment with the largest dose of liquid manure, was the harvest of approximately the same order of magnitude as in spring fertilized treatments.

## BAKGRUND

Kväveutlakningen från åkermark är en av flera bidragande orsaker till de rapporterade algbloomingarna och därav följande döda havsbottnar, som under längre eller kortare perioder förekommer längs kusterna (DSH 1989:2). Speciellt har situationen i Laholmsbukten blivit uppmärksammas (Rosenberg *et al.*, 1990). Jordbruket i södra Halland kännetecknas av intensiv växtodling med stor andel vårsådda grödor. De lätta jordarna och den höga nederbörden med åtföljande hög avrinning medför att lätttröliga växtnäringssämnen löper stor risk att utlakas till yt- och grundvatten (Brink och Gustavsson, 1984; Fleischer *et al.*, 1989).

Den omfattande djurhållningen har många gånger medfört att mycket kreatursgödsel spridits på en förhållandevis liten areal (Joelsson & Pettersson, 1982). En del av gödseln har av utrymmes- och arbetstekniska skäl spridits under hösten och vintern. Vid denna tidpunkt har det oftast inte funnits någon växande gröda som kunnat tillgodogöra sig den del av kvävet i kreatursgödseln som är lättillgänglig för växtupptag eller utlakning.

## MÅL

Målet för projektet har varit:

- att klargöra olika gödslingssystemens påverkan på kväveläckaget med tonvikt på en kombination av flytgödsel och handelsgödsel,
- att kvantifiera skillnader i läckage mellan olika spridningstidpunkter för flytgödsel,
- att klargöra höstrågs fånggrödeverkan,
- att studera hur läckaget påverkas av klimatiska och övriga förhållanden som råder i trakten,
- att studera kvävemineraliseringen i marken,
- att kvantifiera fosfor- och kaliumutlakningen,
- att tjäna som åskådningsobjekt.

**Tabell 1.** Försöks- och gödslingsplan för utlakningsförsöket vid Mellby vad gäller stall- och handelsgödselkväve.

Led	Ruta	Flyt- gödsel	Handels- gödsel	Tidpunkt för flytgödsel- spridning
A	5+7	0 STG	0 N	
B	2+10	0 STG	1 N	
C	9	1/2 STG	1/2 N	Tidig höst
D	8	1 STG	1/2 N	Tidig höst
E	3	2 STG	1/2 N	Tidig höst
F	4	1 STG	1/2 N	Sen höst
G	1	1 STG	1/2 N	Vår
H	6	1 STG	1/2 N	Vår + fånggröda (höstråg)

Med 1 STG som flytgödsel avses tillförsel av 110 total-N kg/ha.

Med 1 N som handelsgödsel avses tillförsel av 90 N kg/ha till stråsäd och 110 N kg/ha till oljeväxter och potatis.

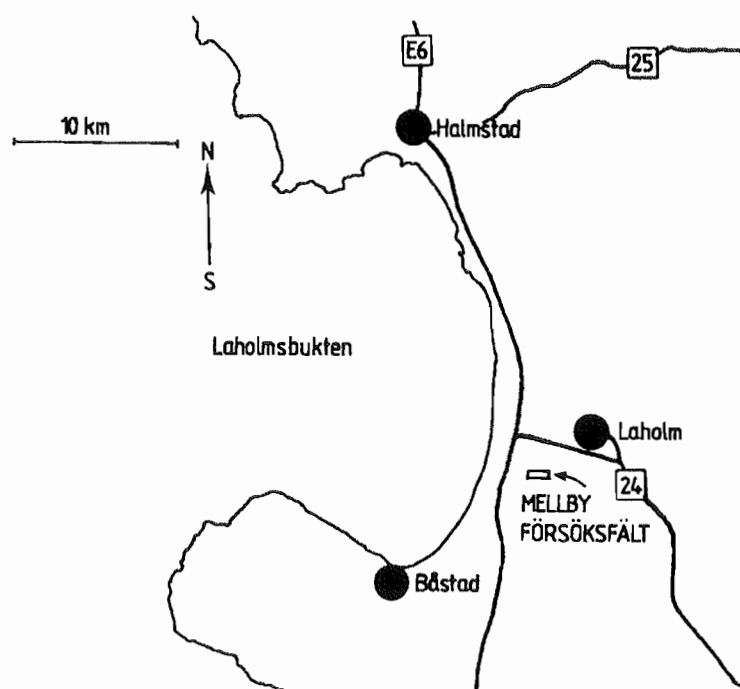
## MATERIAL OCH METODER

### Försöksplan

De tillämpade gödslingsystemen var: (1) helt utan kvävegödsel, (2) endast handelsgödsel och (3) kombinationer av flytgödsel och handelsgödsel. Olika spridningstid och mängder tillämpades för flytgödseln, kompletterat med halv giva av handelsgödselkväve på våren (tabell 1).

### Försöksfältet

Försöksfältet som anlades hösten 1982 ligger på Forslunds gård, ca 5 km sydväst om Laholm i södra Halland (figur 1). Fältet sluttar svagt mot väster. Den maximala höjdskillnaden inom försöket understiger 1 meter. Jordarten är i matjorden (0-25 cm) måttligt mullhaltig, lerig, sandig grovmo och i alven sandig grovmo som praktiskt taget är helt mull- och lerfri. På ett djup av 1,0-1,2 meter övergår grovmon tämligen tvärt i mellanlera av glacialt ursprung, med ganska stort inslag av sand och mo i den övre delen av leran. Lerans mäktighet på fältet är okänd men enligt uppgifter från



**Figur 1.** Mellby-försökets geografiska belägenhet.

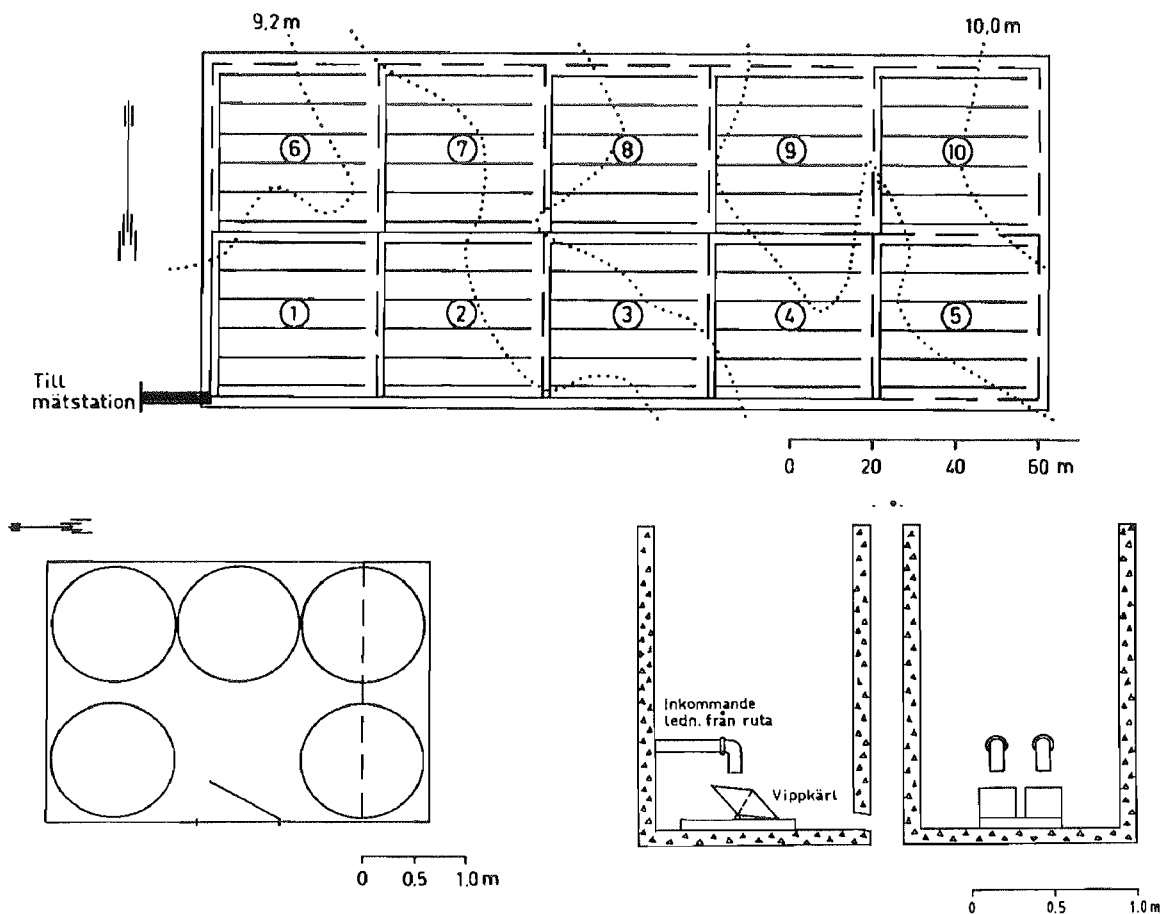
**Tabell 2.** Mekanisk sammansättning (viktsprocent) och innehåll av fosfor och kalium per 100 g lufttorr jord i matjord (0-20 cm), alv (40-60 cm) och lera (150-170 cm) i november 1983, medelvärden av rutorna 2, 5, 6 och 9.

Skikt	Ler (%)	Mjäla (%)	Mo (%)	Sand (%)	Mull (%)	pH (H <sub>2</sub> O)	mg/100 g jord		
							P-AL	K-AL	K-HCl
Matjord	8,1	6,8	46,1	32,8	5,9	6,1	27,1	10,9	40
Alv	1,4	1,8	61,5	34,2	1,0	6,2	2,5	4,1	48
Lera	38,8	14,3	30,7	16,0	0,0	7,0	15,5	36,6	524

brunnsborringar i trakten lär den uppgå till mellan 20 och 40 meter. Den har en viss prismatisk struktur med ett tydligt, vattenfyllt spricksystem som medför en inte helt försumbar vattenledningsförmåga. Resultaten av en markkartering och korngruppsanalys som gjordes hösten 1983 i rutorna 2, 5, 6 och 9, innan det egentliga försöket startades, redovisas i tabell 2.

### Försöksdränering och avrinningsmätning

Försöket består av 10 rutor om vardera 0,16 ha med formatet 40x40 meter (figur 2). Varje ruta har ett eget dräneringssystem med 6 parallella grendiken som i rutans västra kant sammanbinds med en tvärgående, icke perforerad stamledning. Dikesavståndet är 7 meter, avståndet från rutgränsen till det yttersta grendiket 2,5 meter och dikesdjupet i medeltal 0,9 meter. Runt hela försöksblocket går en avskärande skyddsdränering på 2,5 meters avstånd från de yttre rutgränserna. Från respektive ruta leds vattnet i en tät ledning till en mät- och provtagningsstation som är belägen ca 100 meter väster om försöket (figur 2). Ledningarna mynnar två och två i mätbrunnar av betong (Ø1200 mm). Brunnarna är överbyggda med ett enkelt varmbonat hus med värme och belysning.



**Figur 2.** Försöksrutor med dräneringssystem och skiss över mätstationen med brunnar och vippkärl.

Den avrunna vattenkvantiteten från varje ruta mättes med dubbelsidiga vippkärl (figur 2). Antalet vippningar räknas när halvorna växelvis fylls och töms. Varje halva rymmer 3-4 liter. Vippkärlens exakta volym bestämdes genom kalibrering minst två gånger per år. Vippslagen registrerades med mekaniska räkneverk, vilka avlästes var fjortonde dag i samband med vattenprovtagningen. Därvid erhöles den totalt avrunna vattenmängden under tidsperioden från föregående avläsning till den aktuella. I februari 1988 installerades även elektronisk flödesmätning med en automatisk datalogger som registrerar dygnsvis avrinning. Loggern betjänar även en klimatstation som då anlades.

## **Klimatdata**

För tiden fram till februari 1988 nederbördsuppgifter hämtades från SMHI:s station i Genevad, ca 10 km norr om Mellby. Dessa värden justerades i några fall under perioder med skurnederbörd utifrån lokala mätningar med samlande nederbördsräknare. Temperatur, luftfuktighet, insolation (molnighet) och vindhastighet är hämtade från Halmstad. Från och med februari 1988 har nederbördsdata erhållits från egna lokala mätningar.

## **Provtagningar och analyser**

### **Vattenprov**

Prov på dräneringsvattnet från alla rutor togs som regel var fjortonde dag vid avrinning. Under intensiva avrinningsperioder skedde ofta provtagning en gång per vecka. Proven skickades som il-paket och nådde eget laboratorium inom ett dygn. På vattnet analyserades följande: pH, ledningstal, nitrat-, ammonium- och totalkväve, fosfat- och totalfosfor samt kalium. Provbehandling och analysmetoder finns beskrivna av Ulén (1984).

### **Mineraliskt kväve i marken**

För bestämning av markprofilens innehåll av mineraliskt kväve togs i alla led jordprov med rörprovtagare vid följande tillfällen under året: tidigt på våren efter upptorkning, vid uppkomst, stråsådens axgång, stråsådens gulmognad (eller motsvarande stadier), i månadsskiftet september-oktober och omkring 1 december. I stallgödslande led togs prov också omedelbart före tillförseln av flytgödsel och några dagar efter gödslingen. Proven togs till 90 cm djup och indelades i tre skikt (0-30-60-90 cm). Vid provtagningen efter flytgödseltillförsel användes s.k. ramprovtagare för de översta 5 cm av matjorden (Lindén, 1982). Övrig utrustning samt provtagning finns beskrivna av Lindén (1979 och 1981). Jordproverna djupfrysades och extraherades med 2M KCl för bestämning av ammonium- och nitratkväve. Analysvärdena omräknades till kilogram kväve per hektar med beaktande av markskiktens volymvikt.

### **Flytgödsel**

Den i försöket använda flytgödseln var gödsel från slaktsvin (Tönnersa gård). Efter omrörning av gödseln i behållaren uttogs ett prov för vägledande bestämning av ammonium- och totalkväve och skickades för omgående analys. Resultatet från detta prov användes vid doseringen av gödseln. Vid spridningen uttogs ett samlingsprov med delprov från varje lass för slutlig bestämning av utspridd mängd växtnäring. På samlingsprovet analyserades torrsubstans, ammonium- och totalkväve, totalfosfor och kalium.

### **Kväve upptaget i huvud- och fånggröda**

Ovanjordiskt växtmaterial klipptes på en yta av 1,5 m<sup>2</sup>/ruta, uppdelat på 3 delprov innehållande gröda från 8 slumpmässigt fördelade såradsbitar om 50 cm vardera. Prov togs vid axgång och gulmognad eller motsvarande för vårraps. Kväveinnehållet i rötterna antogs utgöra 25 % av grödans totala kväveinnehåll. Fånggrödan (höstrågen) provtogs på motsvarande sätt samtidigt med

jordprovtagningarna i november - december och tidigt på våren varvid rötternas innehåll av kväve antogs utgöra 40 % av totala innehållet. I potatisen togs omedelbart före blastdödningen tre delprov om tio stånd i varje ruta. Proven torkades, vägdes och analyserades med avseende på totalkväve.

### **Skördar, skörderester och kvävebortförel med grödan**

Skördens storleken bestämdes rutvis. I spannmål och oljevaxter kördes tre tröskdrag med försöks-tröska tvärs över dräneringsledningarna. Separata prov för analys uttogs från varje tröskdrag. Potatisskörden bestämdes genom vägning av skörden från sex rader på varje ruta. Alla skörderester nedbrukades. Endast skördeprodukten vägdes och provtogs. Kväveinnehållet bestämdes med reguljär Kjeldahlanalys.

### **Kvävemineralisering**

För bestämning av kvävemineraliseringen under växtperioden anlades två nollrutor på vardera 35 kvadratmeter (ON-rutor) i varje led. Dessa gödslades inte med handelsgödselkväve under det aktuella året, men fick den för ledet normala flytgödselgivan. ON-rutorna flyttades varje år. Separat jordprovtagning företogs enligt ovan på dessa rutor från och med grödans uppkomst och fram till och med gulmognadsstadiet.

I denna redovisning kommer endast kvävemineraliseringen i leden utan flytgödsel att beröras. Mineraliseringen har beräknats för perioderna april - juli (1,5-bladsstadiet - gulmognad), augusti - november och december - mars. För den första perioden har uppmätta värden på grödupptag och kväveinnehåll i marken tagits från ON-rutorna. Beräkningen har gjorts på följande sätt:

$$N_{\text{net}} = N_g + N_{\text{mg}} - N_m + N_u$$

där  $N_{\text{net}}$  = Beräknad nettomineralisering av kväve under perioden,  
 $N_g$  = Kväve upptaget i gröda vid periodens slut (när gröda funnits),  
 $N_{\text{mg}}$  = Mineral-N i marken vid periodens slut,  
 $N_m$  = Mineral-N i marken vid periodens början,  
 $N_u$  = Beräknad nitratkväveutlakning under perioden.

### **Beräkning av utlakningsförluster och periodvisa medelkoncentrationer**

#### **Utlakningsförluster**

För att möjliggöra en rättvis jämförelse mellan olika försöksled och försökslokaler, med olika fördelning av avrinningen mellan dräneringsvatten och grundvattenbildning, införs här begreppet rotzonsutlakning. Med rotzonsutlakning menas summan av uppmätt utlakning (ämne-transport) via dräneringsledningarna och beräknad nettoutlakning till grundvatten.

De vid transportberäkningen använda avrinningstalen för dräneringsvatten är i detta fall baserade på medelavrinningen från försökets tio rutor. Härigenom kommer de olika ledens inverkan på vattnets kvalitet (koncentration) att avgöra utlakningens storlek och inte lokala variationer i avtappningen via dräneringsledningar eller till grundvattnet. En förutsättning för ett sådant förfarande är att inget av leden har något betydande tillskott av upptryckande grundvatten som förrycker behandlingens inverkan på vattnets kvalitet. Denna förutsättning är uppfylld på Mellby. På basis av den totala, rutvisa avrinningen för perioden mellan två provtagningstillfällen beräknades först det aritmetiska medelvärdet för hela försöket. För att erhålla dygnsvis avrinning fördelades den totala avrinningen över periodens alla dygn med ledning av uppmätt dygnsavrinning vid ett observationsfält vid Skottorp enligt följande samband ( $M_e$  = Mellby,  $S_k$  = Skottorp).

$$A(d)_{M_e} = A(P)_{M_e} * A(d)_{S_k} / A(P)_{S_k}$$

där  $A(d)$  är dygnsavrinning och  $A(P)$  periodens totala avrinning.

Skottorpsfältet är beläget ca 2 km söder om Mellby och fältet är utrustat med ett s.k. Thomson-överfall med registrerande pegel för kontinuerlig mätning av avrinningen via dräneringssystemet. Jordarten är likartad med undantag för ett något större inslag av mellansand. Fältet ingår i programmet Jordbrukets Recipientkontroll (JRK), (Brink & Gustavsson, 1984).

Genom rätlinjig interpolering av analyserade koncentrationer beräknades för varje ruta ett koncentrationsvärde för varje dygn under perioden. Dessa värden multiplicerades med dygnsavrinningen för att erhålla dygnstransport. Dygnstransporterna summerades sedan till månads- och årstransporter avseende agrohydrologiska år, 1/7-30/6. I de fall där mer än en ruta ingick i samma försöksled beräknades månads- eller årsvisa aritmetiska medeltransporter för försöksledet.

Avrinningen till grundvatten beräknades med hjälp av en simuleringsmodell som beskriver vattenbalansen i marken (Jansson & Halldin, 1980; Jansson & Thoms-Hjärpe, 1986). Vid modellanpassningen användes den enligt ovan framräknade dygnsavrinningen vid Mellby som jämförelseunderlag till modellens beräknade dräneringsavrinning (Torstensson, 1990). Med avrinning till grundvatten avses här det dygnsvisa nettobortflödet av vatten förbi dräneringsledningarna, i detta fall på djupet 90 cm under markytan. Transportberäkningen gjordes på samma sätt som ovan med användande av samma interpolerade dygnskoncentrationer.

### Periodvisa medelkoncentrationer

För periodvis jämförelse av avrinnande vattens koncentration av olika ämnen används s.k. integrerad medelkoncentration. Den beräknades på följande sätt: avrinning och beräknad transport summerades var för sig under perioden i fråga varefter den summerade transporten dividerades med summerad avrinning. Därvid erhöles ett mått på den under perioden avrunna vattenmassans medelkoncentration. För pH-medeltal omräknades de uppmätta pH-värdena till vätejonkoncentrationer före beräkningen. Oftast var den tillämpade integreringsperioden ett agrohydrologiskt år. I de figurer som visar inomårsvariationer av koncentrationer är perioden två månader.

Tabell 3. Växtföljd, tidpunkter för gödning och övriga odlingsåtgärder.

Åtgärd	År: Gröda:	1983 (havre)	1984 våraps	1985 korn	1986 havre	1987 potatis	1988 korn
Nedbruken av fånggröda (led H)		--	--	17/4	23/4	7/5	20/4
Värgödning:							
Flytgödning (led G, H)		--	3/4	18/4	28/4	7/5	20/4
Handelsgödning		**	5/4	22/4	25/4	8/5	25/4
Sådd/sättning		**	13/4	6/5	3/5	10/5	27/4
Uppkomst		**	25/4	14/5	12/5	19/5	7/5
Axgång/knoppen		**	30/5	28/6	2/7	--	27/6
Gulmog. el. motsv.		**	8/8	24/7	7/8	--	25/7
Kupning (potatis)		--	--	--	--	20/5	--
		--	--	--	--	8/7	--
Blastdödning (potatis)		--	--	--	--	10/9	--
Skörd		**	2/9	26/8	26/8	8/10	10/8
Höstgödning, flytgödning:							
tidig höst, (led C, D, E)		20/9	20/9	25/9	1/10	15/10	16/9
sen höst, (led F)		12/11	12/11	14/11	10/11	17/11	-- <sup>1)</sup>
Stubbearbetning:							
Led A-H		**	**	--	--	--	15/8
Led A-G		**	**	13/9	19/9	**	10/9
Led A-G		**	--	26/9	**	--	1/10
Plöjning:							
Led H		**	**	6/9	16/9	12/10	22/8
Led A-G		**	**	18/11	14/11	20/11	4/11
Fånggröda, höstråg (led H)							
Sådd:		--	19/9	9/9	16/9	13/10	26/8
Uppkomst:		--	**	18/9	26/9	21/10	5/9

\*\* Uppgift saknas.

1) Anpassning till ny försöksplan.



**Tabell 4.** Gödselgivor av kväve, fosfor och kalium (kg/ha). För fosfor och kalium anges total årlig tillförsel med flyt- och handelsgödsel.

Åtgärd	År: Gröda:	1983 (havre)	1984 våraps	1985 korn	1986 havre	1987 potatis	1988 korn
Kväve i flytgödsel							
Led C:	Total-N	55	52	58	55	38	--1)
	NH <sub>4</sub> -N	40	34	39	35	26	
Led D:	Total-N	110	104	116	110	76	65
	NH <sub>4</sub> -N	80	68	77	70	52	48
Led E:	Total-N	220	209	232	220	153	130
	NH <sub>4</sub> -N	160	135	154	140	104	96
Led F:	Total-N	110	110	76	110	105	--1)
	NH <sub>4</sub> -N	73	80	60	68	66	
Led G-H:	Total-N	--	112	70	90	110	92
	NH <sub>4</sub> -N	--	74	56	60	67	54
Kväve (N) i handelsgödsel:							
Led A		90	0	0	0	0	0
Led B		90	220 <sup>2)</sup>	90	90	110	90
Led D-H		90	55	45	45	55	45
Fosfor (P):							
Led A-B		20	25	20	15	84	15
Led C		32	49	15	16	85	15
Led D		44	73	30	32	89	25
Led E		68	121	60	64	83	36
Led F		48	73	12	28	93	15
Led G-H		20	51	14	24	91	27
Kalium (K):							
Led A-B		64	80	64	48	192	48
Led C		88	110	17	22	187	48
Led D		112	140	34	44	174	88
Led E		160	200	68	88	174	128
Led F		148	140	72	44	182	48
Led G-H		64	122	31	38	182	46

1) Anpassning till ny försöksplan

2) Felinställning av spridare

### Odlingsåtgärder, växtföljd och gödsling

Det egentliga försöket, med differentierade behandlingar, inleddes hösten 1983. Sommaren 1983 odlades havre med enhetlig och normal gödsling (90 N kg/ha) med handelsgödsel över hela försöket för att utjämna skillnader från tidigare år och även låta störningarna efter de omfattande dikningsgrävningarna avklinga. I tabell 3 redovisas växtföljd, grödutveckling och tidpunkter för olika odlingsåtgärder. Faktisk kvävetillförsel med stall- och handelsgödsel samt totalgivor av fosfor och kalium framgår av tabell 4. Bortsett från de två första åren anpassades givorna av PK från handelsgödsel i görligaste mån till samma totalnivå i led med och utan flytgödsel. Flytgödseln hade som medeltal för hela försöksperioden följande sammansättning (kg/ton gödsel):

Torrsubstans (%)	7,5
Total-N	5,4
NH <sub>4</sub> -N	3,5
Fosfor (P)	1,5
Kalium (K)	2,3

Flytgödseln spreds med försöksanpassad spridare med 50 cm billavstånd varvid billarna hölls upplyfta så att gödseln hamnade på markytan. Strax efter spridningen myllades gödseln med pinn- eller tallriksharv.

**Tabell 5.** Skördar av stråsäd (kärna, kg/ha, 15 % vattenhalt), våraps (frö, kg/ha, 15 % vattenhalt) och potatis (knölar, t/ha, färskvikt) samt medeltal (n=5) av relativtal för de enskilda årens skördar (led A = 100).

Led	A <sup>1)</sup>	B <sup>1)</sup>	C	D	E	F	G	H	
Flytgödsel									
Spridningstid			Tidig höst			Sen höst	Vår		
Mängd	0 STG	0 STG	1/2 STG	1 STG	2 STG	1 STG	1 STG	1 STG	
Handelsgödselkväve	0 N	1 N	1/2 N	1/2 N	1/2 N	1/2 N	1/2 N	1/2 N	
Fånggröda	—	—	—	—	—	—	—	Höstråg	
År	Gröda								
1984	Våraps	950	2760 <sup>2)</sup>	1210	1430	1860	1660	1810	1540
1985	Korn	2640	5530	3730	4030	4820	4080	5640	5620
1986	Havre	2600	4940	3800	4180	4930	4340	5000	4900
1987	Potatis	22,3	36,9	32,6	36,5	36,9	37,6	38,6	39,9
1988	Korn	1810	3980	2970	3160	3570	3450	4430	3930
Medeltal, 1984-88 i form av relativtal		100	196 <sup>3)</sup> (215) <sup>4)</sup>	145	161	186	172	203	192

1) Medeltal av två rutor. 2) Av misstag 2 N 1984. 3) 1984 ej medräknat, 4) Alla år.

## RESULTAT

### Skördar, kvävebortförelse och kväveutnyttjande

Ledvisa skörderesultat och med skördeprodukterna bortfört kväve redovisas i tabellerna 5 resp. 6 (observera att ingen fånggröda odlades vintern 1983/84). Av tabell 5 framgår att skörden i det ogödslade ledet var ungefär hälften så stor som i de andra vårgödslade leden. Vårspridning av flytgödsel, både med och utan fånggröda, gav i stort sett samma skörd som enbart handelsgödsel. Skördeuppgifterna för våraps är något osäkra på grund av stor drösnig i de flesta led. Av de höstgödslade leden gav endast det dubbelgödslade ledet (led E) normal skörd några av åren. Den sena spridningen (led F) gav obetydligt större skörd än tidig spridning (led D).

Kväveutnyttjandet, uttryckt som förhållandet mellan bortfört och tillfört kväve redovisas i tabell 7. Som tillfört kväve har här räknats summan av ammoniumkvävet i flytgödseln och tillfört handelsgödselkväve. Då ammoniumkvävet i medeltal har utgjort ca 65 % av totalkvävet i flytgödseln blir en jämförelse på totalbasis något lägre. Alla höstgödslade led har som väntat förhållandevis låg kväveutnyttjandegrad. Vid potatisodling förbättrades emellertid utnyttjandegraden i dessa led. Orsaken är troligen dess långa växtperiod där betydelsen av mineraliserat kväve ökar.

De på våren flytgödslade leden hade ungefär samma utnyttjandegrad som det rena handelsgödselledet. Under de två senaste åren fanns till och med en tendens till något större utnyttjandegrad. Den totalt sett större kvävetillförelsen i ställgödselleden kan vara förklaringen.

**Tabell 6.** Kväve (N), kg/ha, bortfört med skördeprodukten (vårapsfrö, kärna av stråsäd och knölskörd av potatis).

Led	A <sup>1)</sup>	B <sup>1)</sup>	C	D	E	F	G	H	
Flytgödsel									
Spridningstid			Tidig höst			Sen höst	Vår		
Mängd	0 STG	0 STG	1/2 STG	1 STG	2 STG	1 STG	1 STG	1 STG	
Handelsgödselkväve	0 N	1 N	1/2 N	1/2 N	1/2 N	1/2 N	1/2 N	1/2 N	
Fånggröda	—	—	—	—	—	—	—	Höstråg	
År	Gröda								
1984	Våraps	22	88 <sup>2)</sup>	30	36	50	41	52	43
1985	Korn	38	77	49	53	71	55	85	79
1986	Havre	25	65	50	52	73	61	75	72
1987	Potatis	38	94	69	76	90	88	101	115
1988	Korn	27	66	44	46	57	53	81	73
Medeltal, 1984-88		30	76 <sup>3)</sup> (78) <sup>4)</sup>	48	53	68	60	79	76

1) Medeltal av två rutor. 2) Av misstag 2 N 1984. 3) 1984 ej medräknat, 4) Alla år.

**Tabell 7.** Kväveutnyttjande, beräknat som förhållande mellan kväve bortfört med skördeprodukter (vårapsfrö, kärna av stråsäd och knölskörd av potatis, se tabell 6) och kväve tillfört med flytgödsel (NH<sub>4</sub>-N) och handelsgödsel (se tabell 4).

Led	A <sup>1)</sup>	B <sup>1)</sup>	C	D	E	F	G	H	
Flytgödsel									
Spridningstid			Tidig höst			Sen höst	Vår		
Mängd	0 STG	0 STG	1/2 STG	1 STG	2 STG	1 STG	1 STG	1 STG	
Handelsgödselkväve	0 N	1 N	1/2 N	1/2 N	1/2 N	1/2 N	1/2 N	1/2 N	
Fånggröda	—	—	—	—	—	—	—	Höstråg	
År	Gröda								
1984	Våraps	—	0,40 <sup>2)</sup>	0,32	0,27	0,23	0,32	0,40	0,33
1985	Korn	—	0,86	0,62	0,47	0,39	0,44	0,84	0,78
1986	Havre	—	0,72	0,60	0,42	0,37	0,58	0,71	0,68
1987	Potatis	—	0,85	0,77	0,61	0,46	0,72	0,83	0,94
1988	Korn	—	0,73	0,62	0,47	0,38	0,48	0,82	0,74
Medeltal, 1984-88		—	0,80 <sup>3)</sup> (0,65) <sup>4)</sup>	0,57	0,45	0,36	0,51	0,71	0,68

<sup>1)</sup> Medeltal av två rutor. <sup>2)</sup> Av misstag 2 N 1984. <sup>3)</sup> 1984 ej medräknat, <sup>4)</sup> Alla år.

### Fånggrödans kväveupptag

Tidpunkten för sådd av höstrågen och dess utveckling samt tillväxt hade stor betydelse för kväveupptaget under hösten (tabell 8). Detta påverkade som väntat markens innehåll av mineraliskt kväve under senhösten. Rågplantornas innehåll av kväve motsvarade i allmänhet inte hela skillnaden i marken. Möjligen kan olikheter i jordbearbetning (tabell 3) mellan de två rutorna också ha haft inverkan på höstmineraliseringen. Under milda vintrar kan ytterligare kväveupptag ha skett fram till det att rågen harvades upp på våren.

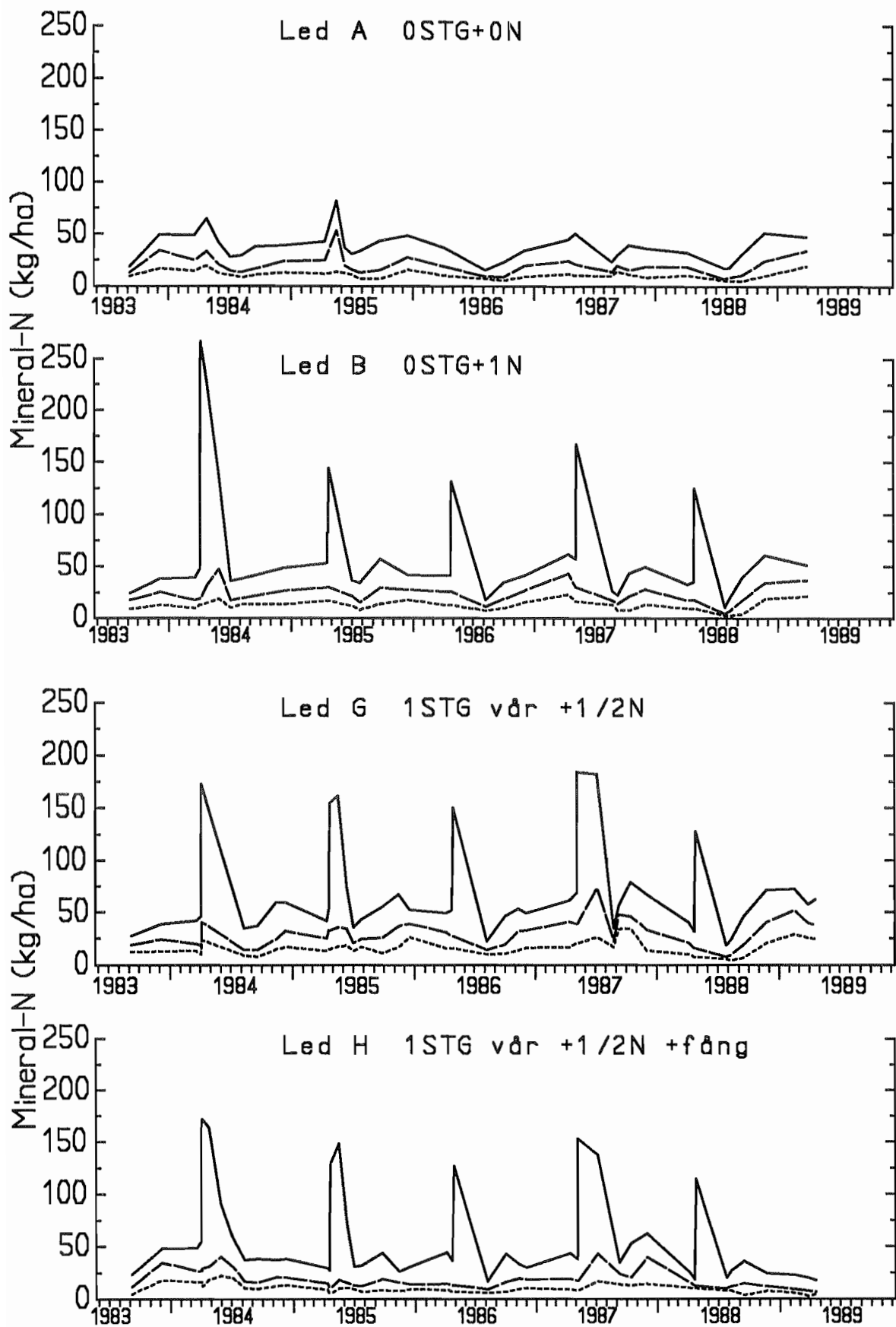
### Mineraliskt kväve i marken

Markprofilens innehåll av mineraliskt kväve (ammonium- och nitrat-N) i de olika leden åskådliggörs i figurerna 3 och 4. Figurerna är baserade på jordprovtagningarna men tillförda mängder av gödselkväve (ammonium och nitrat) har lagts till för att bättre åskådliggöra mineralkvävedynamiken i marken. I allmänhet är provtagningsfrekvensen inte tillräckligt hög för att ge en detaljerad bild. Vissa förekommande skillnader i kvävetopparnas form kan vara orsakade av olika provtagningsfrekvens i leden. Syftet med figurerna är endast att demonstrera vissa principiella skillnader mellan de olika gödslingsystemen.

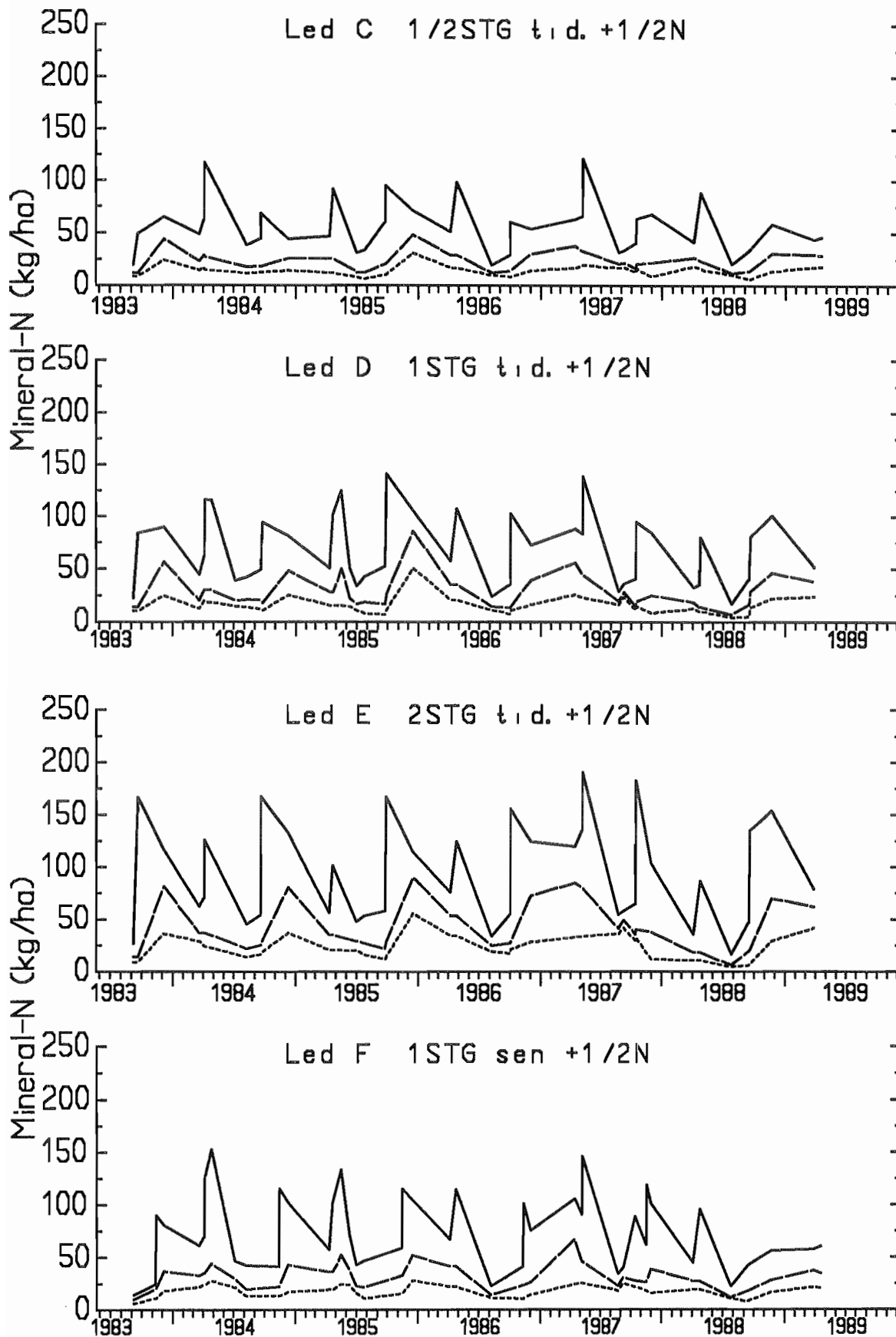
**Utan kvävegödsel samt vårspridning av stall- och handelsgödsel (figur 3).** Det ogödslade ledet (led A) visar de variationer som orsakades av mineraliseringen av organiskt kväve och grödans upptag. Grödupptaget medförde att endast små mineralkvävemängder fanns i profilen vid tiden för gulmognad - skörd. Detta följdes av en uppgång under hösten, en viss nedgång orsakad av utlakningen (och/eller denitrifikation) under vintern följt av en ökning orsakad av en mineraliseringsstopp under våren. Detta mönster förekom även i de gödslade leden, men där maskerades det till stor del av tillförseln av gödselkväve. Uppgången under hösten var kraftigare i gödslade led troligen till följd av större mängder lättmineraliserat kväve i skörderesterna. De vårgödslade leden uppvisade i stort sett identiska mönster, men man kunde tydligt se att fånggrödan (led H) kraftigt reducerade profilens innehåll av utlakningsbart kväve under hösten och vintern.

**Tabell 8.** Fånggrödans (höstrågens) kväveupptag under hösten. Mineralkväveförråd i marken (0-90 cm), i de båda på våren flytgödslade leden med och utan fånggröda.

Datum	Sådatum för höstrågen	Utveckling vid provtagning	N-upptag kg/ha	Mineral-N i mark	
				Med höstråg	Utan höstråg
84-11-12	19/9	bestockning	23	37	60
85-11-13	9/9	bestockning	27	26	67
86-11-10	16/9	begyn. bestockning	18	33	54
87-12-01	13/10	2,5-bladsstadiet	5	64	68
88-11-24	26/8	begyn. bestockning	25	24	71
Medeltal 1984-88	Medeldatum för sådd 16/9		20	37	64

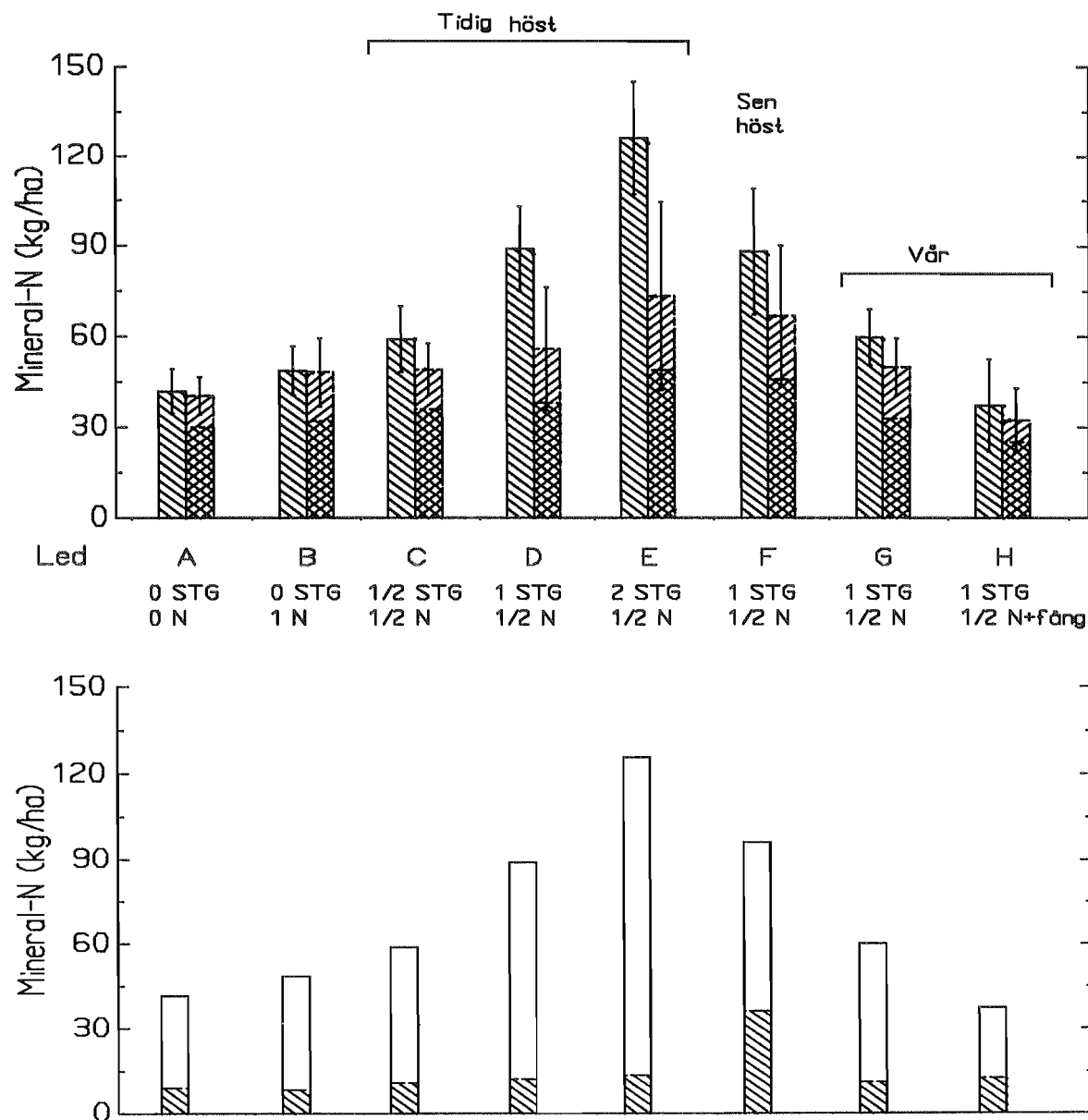


**Figur 3.** Markprofilens skiktvisa, (— 0-90, --- 30-90, ---- 60-90 cm), innehåll av mineralkväve i leden med och utan handelsgödsel-kväve samt leden med vårspridning av flytgödsel och halv giva handelsgödselkväve (led G och H, det senare med fånggröda).



Figur 4. Markprofilens skiktvisa, (— 0-90, --- 30-90, ..... 60-90 cm), innehåll av mineralkväve i leden med höstspridning av flytgödsel och halv giva handelsgödselkväve på våren.

**Höstspridning av flytgödsel (figur 4).** Flytgödselspridningen på hösten medförde kraftigt ökade mängder av mineralkväve i marken under hösten och vintern. Den övervägande delen av ammoniumkvävet i flytgödseln hade omvandlats till nitratkväve vid jordprovtagningen i månads-skiftet november-december (figur 5, nedre delen). Detta gällde också ledet med sen spridnings-tidpunkt (mitten av november). Resultaten visar att nitrifikationshastigheten i allmänhet var hög även sent på hösten. Det fick till följd att nästan allt det tillförda ammoniumkvävet gick förlorat, dels genom nitratkväveutlakning, men troligen också genom ammoniakavdunstning och denitrifikation. På våren var kväveförrådet nere på nivåer som närmast motsvarade de vårgödslade leden utan fånggröda (figur 5, övre delen). En större del av profilens kväveinnehåll återfanns också djupare ned i marken (under 60 cm djup). Vid Mellby kan det ifrågasättas i vilken grad detta kväve kan bli tillgängligt för vårsådda grödor.



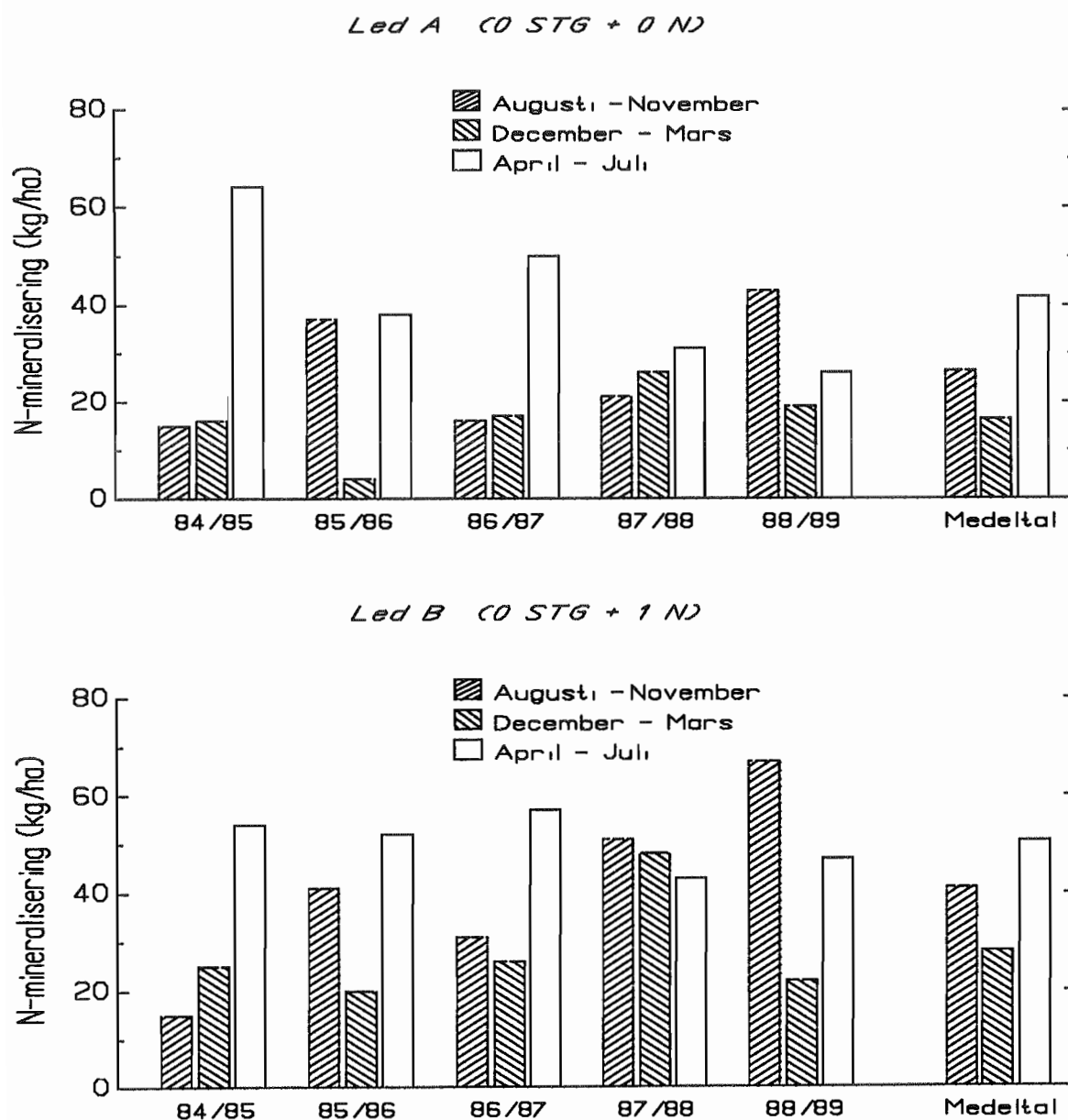
**Figur 5.** Övre delfiguren visar ledvis jämförelse av markens mineralkväveinnehåll (ammonium- + nitrat-N) i månads-skiftet november-december (vänstra stapeln) och i början av april (högra stapeln), medeltal  $\pm$ SD för perioden 84/85 till 88/89. Den dubbelstreckade delen av stapeln anger mineralkväve inom 0-60 cm djup. Den nedre delfiguren visar fördelningen (ledvis) mellan ammonium- (fylld) och nitratkväve (ofylld) i marken vid provtagningen i månads-skiftet november-december.

## Kvävemineralisering

Resultaten från denna undersökningsdel kommer att publiceras i sin helhet vid ett senare tillfälle, här görs endast en kortfattad redovisning av det icke kvävegödslade ledet (A) och ledet med enbart handelsgödselkväve (B), (figur 6).

Den beräknade kvävemineraliseringen återspeglar nettoförändringen i mineralkvävesituationen i marken. Den innefattar sålunda summaeffekten av en rad olika processer som mineralisering, immobilisering, ammoniakavdunstning och denitrifikation. Med den använda metoden kan inga slutsatser dras om enskilda delprocessers betydelse för slutresultatet. Deras inbördes betydelse varierar sannolikt också starkt mellan olika led och från tillfälle till tillfälle.

I led A uppgick som medeltal för de 5 åren den årliga nettomineraliseringen av kväve till 85 N kg/ha. Som medeltal för hela perioden mineraliserades ungefär hälften av detta kväve under växtperioden. Denna andel minskade dock kraftigt under försöksperioden. För tiden april - juli halverades nästan mängden mineraliserat kväve i led A, medan den under resten av året visade en

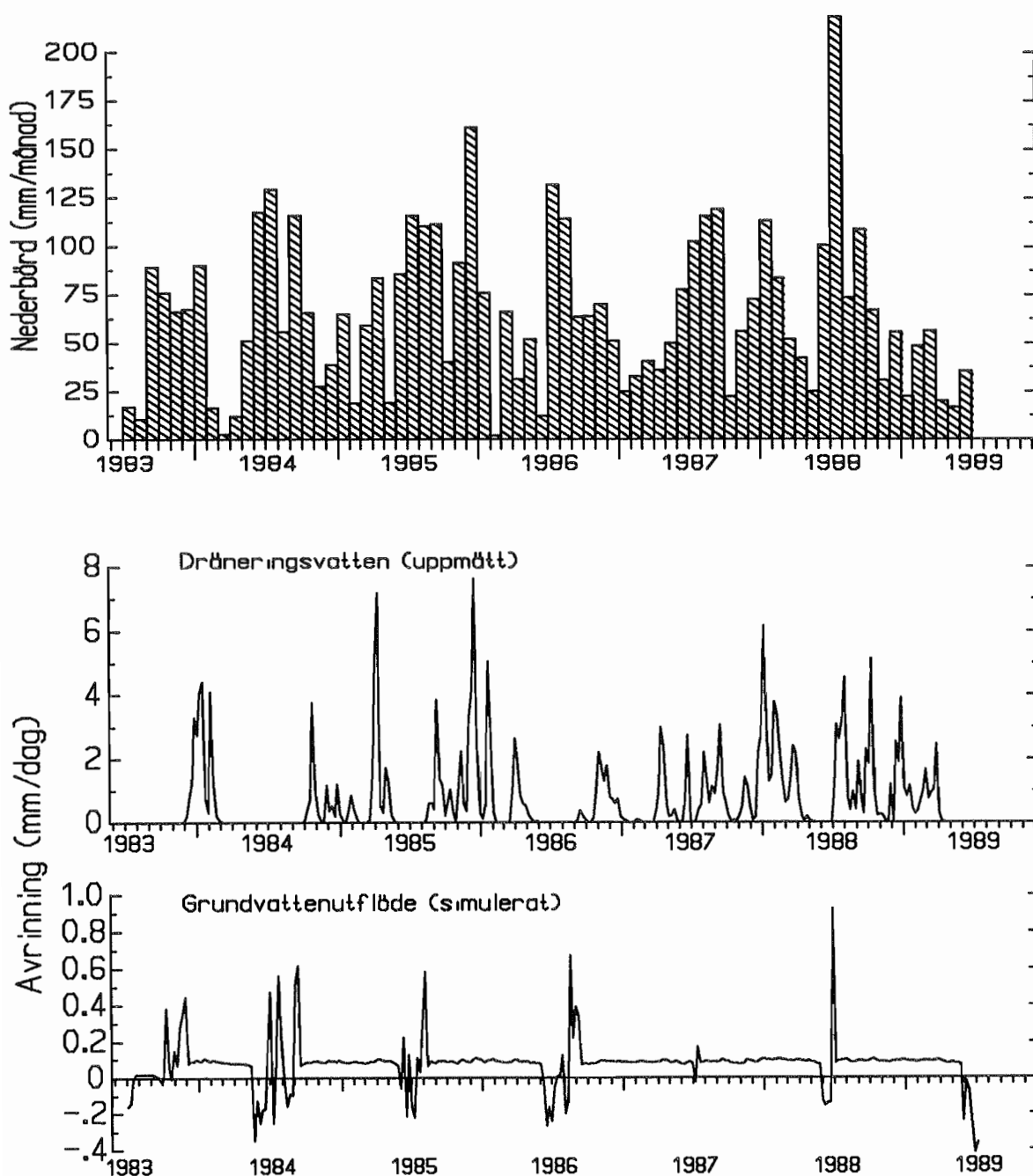


**Figur 6.** Periodvis nettomineralisering av kväve i icke kvävegödslat och enbart handelsgödslat led samt medeltal för försöksåren 84/85 - 88/89.

tendens till ökning de sista åren. De två sista vintrarna var uppenbarligen gynnsamma för mineraliseringen, vilket också visade sig i led B där den årliga kväve mineraliseringen i medeltal uppgick till 120 N kg/ha. Av detta mineraliserades ca 40 % under växtperioden. Variationerna mellan olika år var relativt liten under sommaren medan höst- och vintermineraliseringen visade stora variationer mellan åren.

### Avrinning och nederbörd

Förutom det första året, med nederbörd under den normala, var nederbörden något över eller nära den normala för trakten. Årlig nederbörd, medelavrinning via dräneringssystemet och den beräknade nettoavrinningen till grundvatten redovisas i tabell 9.



**Figur 7.** Månadsvis nederbörd, uppmätt dygnsvis medelavrinning från dräneringssystemen och modellberäknat grundvattenflöde.



**Tabell 9.** Årlig nederbörd samt medelavrinning från försöksfältets 10 rutor: uppmätt via dräneringssystemen, simulerat nettoutflöde till grundvatten och total avrinning (mätt + sim. grundvattenbildning).

	1983/84 (mm)	1984/85 (mm)	1985/86 (mm)	1986/87 (mm)	1987/88 (mm)	1988/89 (mm)
Nederbörd	615	763	870	756	905	755
Årsmedel 1931-60 Genevad: 722 mm						
Dräneringsavrinning	163	208	344	166	392	379
Utflöde till grundvatten	22	31	28	34	32	21
Total avrinning	185	239	372	200	424	400

Avrinningen återspeglar i stort sett nederbördens variation, men nederbördens fördelning under året har stor betydelse. Månadsvis nederbörd och avrinningens tidsfördelning framgår av figur 7. Normalt skedde huvuddelen av dräneringsavrinningen under vinterhalvåret med låg eller helt upphörd avrinning under sommaren. Ett tydligt undantag är sommaren 1987 då avrinning pågick praktiskt taget oavbrutet hela tiden. Av diagrammet över grundvattenflödet framgår, att det har skett ett nettoutflöde från rotzonen under nästan hela året, men under årstider med hög evapotranspiration har en inte obetydlig kapillär upptransport av vatten skett från grundvattnet till rotzonen (negativt flöde i figuren). Detta medför att även växtnäring som tidigare har transporterats ned från rotzonen åter kan ha förts upp och ev. blivit tillgänglig för växtupptag.

Avrinningen via dräneringssystemen varierade något mellan leden vilket framgår av tabell 10. Någon koppling mellan behandling och skillnader i avrinning kunde inte noteras utan skillnaderna berodde sannolikt till största delen på lokala variationer i utflödet till grundvattnet.

## Ämneskoncentrationer, pH och ledningstal i dräneringsvatten

### pH och ledningstal

Uppmätta pH-värden varierade för hela försöket från 4,9 till 7,7 med ett medianvärde på 6,2. Integrerade årsmedeltal för pH och ledningstal finns redovisade i tabell 11. Det finns en antydning till att användningen av enbart handelsgödsel (ammoniumhaltig) med tiden gav ett något sjunkande pH-värde jämfört med användning av flytgödsel. Anledningen till de sjunkande värdena de två sista åren i ledet med vårspridning utan fånggröda är oklar. En möjlig förklaring kan vara att det har skett en direkt utlakning av nitrifierat gödselkväve. Ledningstalet är ett mått på vattnets totala innehåll av salter (joner). Det är svårt att avgöra om det något högre ledningstalet i det med dubbla givor flytgödselade ledet har något samband med behandlingen. Det troliga är att skillnaden är kopplad till det lägre pH-värdet i dräneringsvattnet från denna ruta och därav följande skillnader i jonsammansättning.

**Tabell 10.** Ledvis årlig avrinning via dräneringsledningarna (mm).

Led			1983/84	1984/85	1985/86	1986/87	1987/88	1988/89
STG	Tid	HG						
0		0	154	201	319	154	366	343
0		1	167	206	360	167	415	398
1/2	t. höst	1/2	199	222	383	181	388	375
1	t. höst	1/2	165	224	366	176	374	362
2	t. höst	1/2	131	203	339	163	396	363
1	s. höst	1/2	172	224	342	180	371	348
1	vår	1/2	153	187	340	155	454	488
1	vår+fång	1/2	169	201	307	167	373	355

**Tabell 11.** Integrerade årsmedelvärden för pH och ledningstal (mS/m) i dräneringsvatten.

Led			1983/84		1984/85		1985/86		1986/87		1987/88		1988/89	
STG	Tid	HG	pH	mS/m	pH	mS/m	pH	mS/m	pH	mS/m	pH	mS/m	pH	mS/m
0		0	6,2	44	6,3	46	6,4	34	6,2	31	6,2	44	6,3	34
0		1	6,2	43	6,1	49	6,2	37	6,2	32	5,9	47	5,8	36
1/2	t. höst	1/2	6,3	45	6,2	40	6,2	37	6,2	32	6,2	47	6,3	29
1	t. höst	1/2	5,8	47	5,9	51	5,9	41	5,9	35	5,8	50	6,0	34
2	t. höst	1/2	5,0	67	5,5	62	5,4	57	5,6	46	5,4	61	5,8	42
1	s. höst	1/2	6,3	59	6,4	59	6,5	46	6,4	44	6,4	57	6,5	36
1	vår	1/2	5,6	59	5,8	54	6,0	45	6,1	39	5,8	52	5,5	43
1	vår+fång	1/2	5,6	56	6,0	49	6,1	41	5,9	40	6,0	51	6,0	34

## Fosfor och kalium

Integrerade medelkoncentrationer av fosfat- och totalfosfor i dräneringsvattnet redovisas i tabell 12. Någon inverkan på fosforkoncentrationerna som direkt kan härledas till ledens olika behandlingar kunde inte konstateras. Den dominerande orsaken till skillnaderna i fosforkoncentrationer mellan leden är sannolikt skillnader i markkemiska egenskaper, t.ex. redoxpotential, vilket medför att fosfor fastläggs i olika hög grad i alven. Mellanårsvariationerna kan delvis vara en effekt av olika avrinningsmönster.

I tabell 13 redovisas integrerade medelkoncentrationer av kalium i dräneringsvattnet från de olika leden. Höstspredning av flytgödsel ledde till genomgående högre koncentrationer av kalium, med ett tydligt utslag för stigande givor. I led som enbart gödslades på våren syns inga tydliga skillnader för givans storlek, men skillnaden i tillförd mängd var ofta liten och varierade mellan åren (tabell 4).

Fånggrödan påverkade inte kaliumutlakningen. Kalium är lättroligt i jordar med litet lerinnehåll vilka också i allmänhet innehåller ganska små förråd av lösligt kalium (tabell 2). Det är därför rimligt att skillnader i tillförsel av kalium relativt snabbt kan ge utslag i dräneringsvattnets kaliumkoncentration.

## Kväve

Koncentrationerna av kväve varierade kraftigt mellan olika behandlingsled och årstider. Nitratkvävet utgjorde vanligtvis minst 80% av totalkvävet (tabell 14). I figur 8 presenteras integrerade årsmedelkoncentrationer av totalkväve i dränerings- och grundvatten från de olika leden.

Höstspredning av flytgödsel gav alltid klart högre kvävekoncentrationer i dräneringsvattnet med tydliga utslag för flytgödselgivans storlek. Spridningstidpunkten på hösten hade inte någon påtaglig betydelse. Skillnaderna i medelkoncentration var små och växlade mellan åren. Väderlek och markfuktighetsförhållanden efter resp. spridning kan ha varit avgörande för nitrifikations- och utlakningsförloppen.

**Tabell 12.** Integrerade årsmedelkoncentration av fosfor i dräneringsvatten, värden i P mg/l

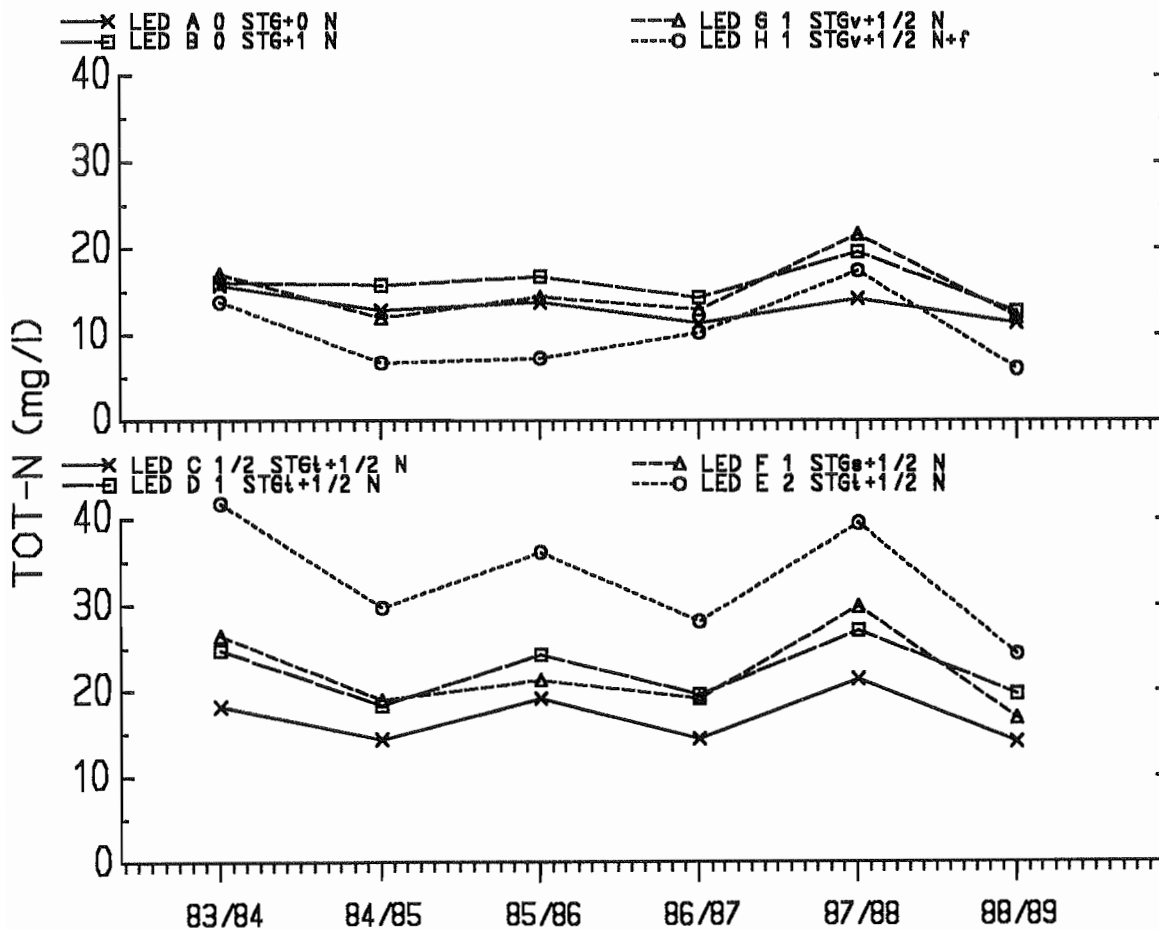
Led			1983/84		1984/85		1985/86		1986/87		1987/88		1988/89	
STG	Tid	HG	PO <sub>4</sub>	Tot	PO <sub>4</sub>	Tot	PO <sub>4</sub>	Tot	PO <sub>4</sub>	Tot	PO <sub>4</sub>	Tot	PO <sub>4</sub>	Tot
0		0	0,05	0,13	0,05	0,10	0,06	0,12	0,07	0,15	0,04	0,07	0,05	0,10
0		1	0,05	0,11	0,04	0,08	0,05	0,08	0,07	0,13	0,03	0,05	0,03	0,06
1/2	t. höst	1/2	0,04	0,09	0,04	0,08	0,05	0,08	0,04	0,11	0,03	0,04	0,04	0,08
1	t. höst	1/2	0,02	0,07	0,02	0,05	0,03	0,07	0,04	0,11	0,02	0,03	0,03	0,10
2	t. höst	1/2	0,01	0,04	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01	0,05	0,01	0,02	0,02	0,04
1	s. höst	1/2	0,02	0,08	0,02	0,11	0,03	0,07	0,03	0,09	0,02	0,05	0,03	0,08
1	vår	1/2	0,01	0,07	0,02	0,12	0,02	0,09	0,02	0,12	0,01	0,05	0,01	0,06
1	vår+fång	1/2	0,02	0,15	0,03	0,12	0,04	0,14	0,03	0,15	0,01	0,06	0,04	0,11

Tabell 13. Integrerade årsmedelkoncentration av kalium i dräneringsvatten, värden i mg/l

Led			1983/84	1984/85	1985/86	1986/87	1987/88	1988/89
STG	Tid	HG	K	K	K	K	K	K
0		0	14,4	13,5	11,2	12,5	11,0	11,7
0		1	12,6	12,1	9,7	11,6	9,8	10,3
1/2	t. höst	1/2	13,3	13,7	12,6	12,3	11,0	10,6
1	t. höst	1/2	16,3	16,4	14,7	13,6	13,5	12,9
2	t. höst	1/2	21,6	19,3	17,7	18,0	18,7	17,9
1	s. höst	1/2	19,3	17,4	14,7	14,8	14,6	14,0
1	vår	1/2	11,6	11,2	9,6	11,8	11,0	11,9
1	vår+fång	1/2	11,9	11,0	9,8	12,4	11,6	11,2

Skillnaderna mellan värgödslade led utan fånggröda var små. Kvävekoncentrationerna i vattnet från det icke kvävegödslade ledet skiljde sig i början endast litet från normalgödslade led, men med åren kunde en viss avklingning urskiljas. Fånggrödan reducerade kvävekoncentrationen påtagligt de flesta åren jämfört med andra värgödslade led. Den relativt sett lägre reduktionen 86/87 och 87/88 beror bl.a. på sen sådd och sämre utveckling på hösten (tabell 8).

De olika gödslings- och behandlingsstrategierna ledde till skillnader i kvävekoncentrationernas inomårsvariation, vilket demonstreras i figur 9. Mönstren för leden A och B skiljde sig inte speciellt mycket åt, det normalgödslade ledet hade något högre koncentrationstoppar under vintern. Fånggrödan, led H, gav jämfört med led G minskningar av koncentrationerna under vintern och tidig vår. Höstspredning av flytgödsel gav mycket mer accentuerade koncentrationstoppar under vinterhalvåret (led D, F) än vid vårspredning (led G). Dessa förstärktes helt naturligt av stigande givror (led C, D, E). Skillnaden mellan olika spridningstidpunkter på hösten var liten och varierade år från år.



Figur 8. Integrerade årsmedelkoncentrationer av kväve i dräneringsvatten.

**Tabell 14.** Integrerade årsmedelkoncentrationer av nitrat- och totalkväve i dräneringsvattnet, värden i N mg/l

Led			1983/84		1984/85		1985/86		1986/87		1987/88		1988/89	
STG	Tid	HG	NO <sub>3</sub>	Tot	NO <sub>3</sub>	Tot	NO <sub>3</sub>	Tot	NO <sub>3</sub>	Tot	NO <sub>3</sub>	Tot	NO <sub>3</sub>	Tot
0		0	14,4	15,8	10,9	12,8	12,7	13,8	9,7	11,3	13,1	14,2	9,7	11,4
0		1	12,0	16,1	13,6	15,8	15,7	16,8	13,0	14,3	18,3	19,6	11,1	12,6
1/2	t. höst	1/2	16,1	18,2	12,5	14,4	18,1	19,2	12,9	14,5	20,0	21,4	12,2	14,1
1	t. höst	1/2	22,5	24,8	16,5	18,3	22,7	24,3	18,2	19,6	23,8	27,1	17,6	19,7
2	t. höst	1/2	39,4	41,7	26,4	29,8	34,7	36,2	26,4	28,2	38,0	39,6	22,9	24,4
1	s. höst	1/2	25,1	26,5	17,2	19,0	20,2	21,3	18,0	19,1	28,2	29,9	14,6	16,8
1	vår	1/2	14,7	17,1	10,0	11,9	13,3	14,4	11,2	12,9	20,7	21,7	10,5	12,0
1	vår+fång	1/2	12,5	13,8	5,1	6,7	5,9	7,2	8,6	10,2	16,1	17,4	4,4	6,0

För alla led gällde att man fick en tydlig uppgång i koncentrationerna under sommaren 1987 då grödan var potatis. Orsakerna till denna var flera. Sommaren var våt och avrinning och därmed utlakning pågick mest hela odlingsssäsongen. Kväveminaliseringen var också hög under sommaren och hösten (fig 6). Till detta kommer att potatis har ett förhållandevis glest utvecklat rotsystem som kan ha svårt att fånga upp kvävet. Det kan således inte uteslutas att det skedde en direkt utlakning av tillfört gödselkväve i de gödslade leden.

## Utlakningsförluster

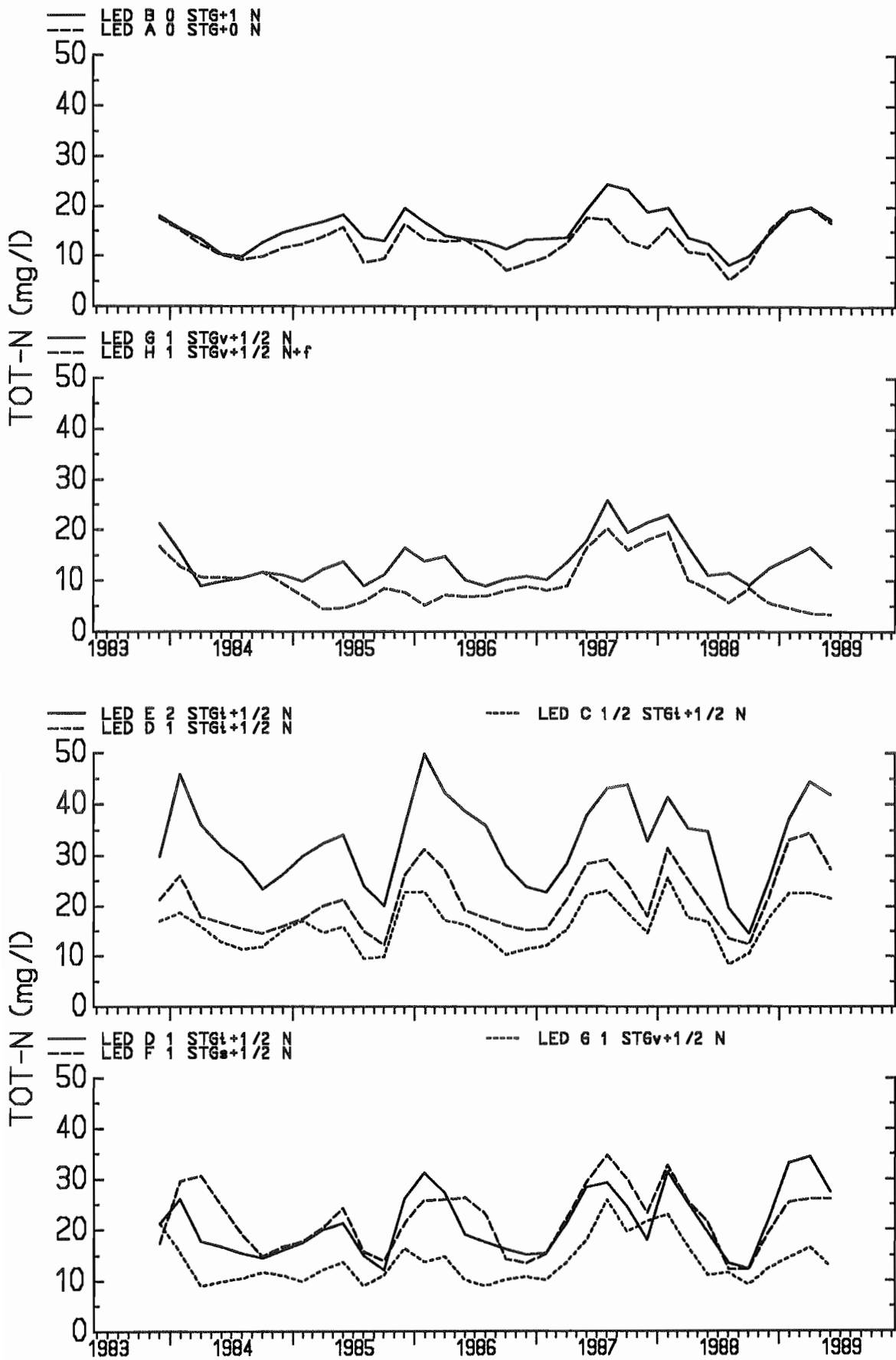
### Fosfor och kalium

Beräknade årliga utlakningar av fosfat- och totalfosfor från rotzonen redovisas i tabell 15. De uppmätta totalutlakningarna varierade mellan 0,07 och 0,53 P kg/ha och år med ett medianvärde på 0,22 P kg/ha och år. Som tidigare påpekats kunde några entydiga samband med olika behandlingar inte konstateras. De utlakade mängderna utgjorde omkring 1% av normal fosforgödsling och får anses, sett ur lantbrukarens synpunkt, vara utan större betydelse. Däremot kan de få stor betydelse för den mottagande recipienten, där fosfor kan bidra till ökad algproduktion och därav följande belastning på syrgasinnehållet i vattnet.

Den årliga totalutlakningen av kalium från rotzonen redovisas i tabell 16. Utlakningen varierade mellan 21 och 80 K kg/ha och år med ett påtagligt utslag för stigande givor flytgödsel som spridits på hösten. Det är tydligt att på lätta jordar är utlakningsförlusterna av kalium, vid sidan om bortförseln med grödan, av stor betydelse för markens kaliumhushållning. Att döma av de erhållna resultaten kan en övergång till vårspridning och jämnare fördelning av flytgödseln över tillgänglig areal, med måttlig hektargiva, innebära närmare en halvering av kaliumförlusten. För dagen anses inte utlakningen av kalium utgöra något direkt hot mot vattenmiljön.

**Tabell 15.** Årlig nettoutlakning av fosfor från rotzonen, värden i P kg/ha.

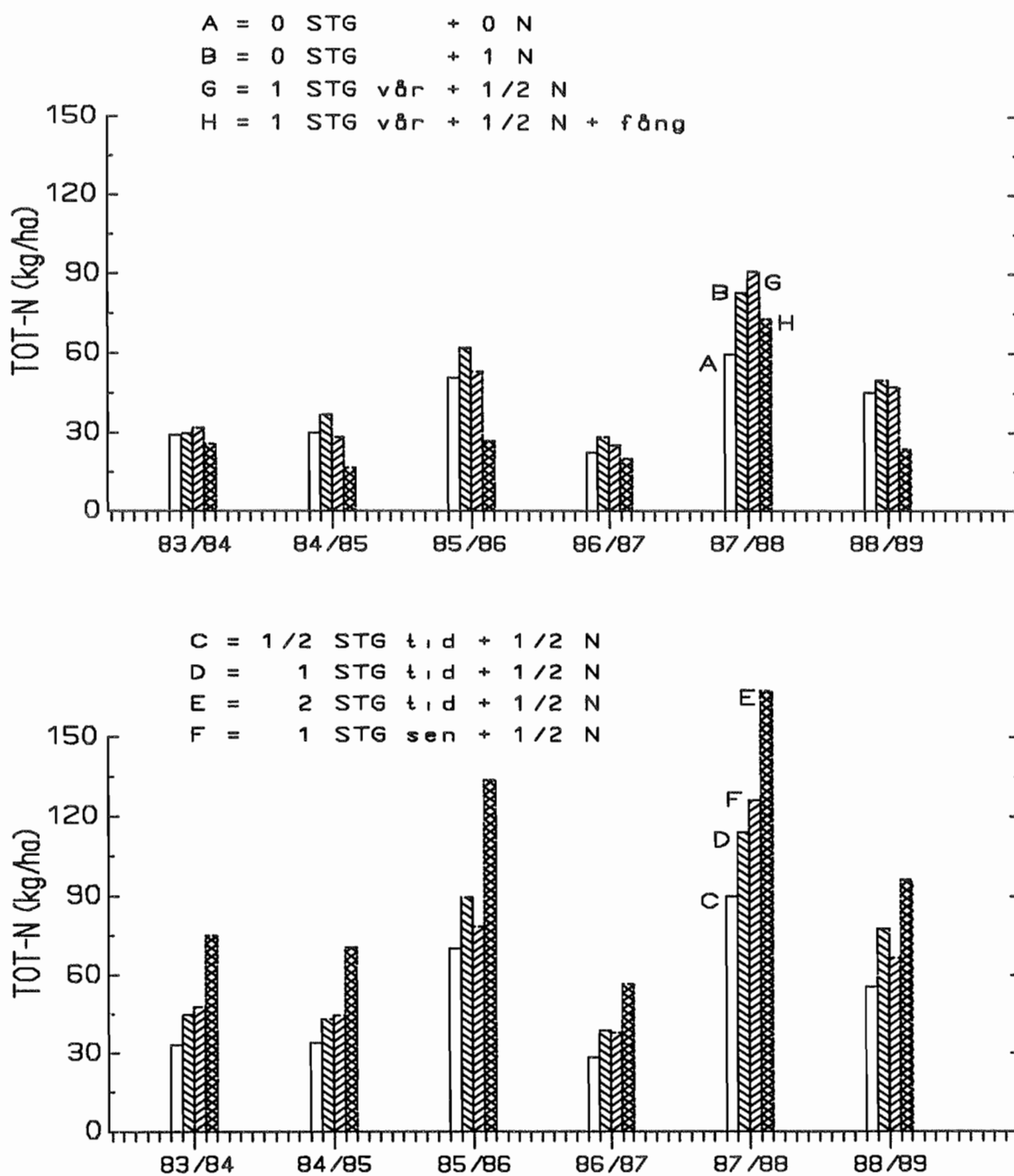
Led			1983/84		1984/85		1985/86		1986/87		1987/88		1988/89	
STG	Tid	HG	PO <sub>4</sub>	Tot	PO <sub>4</sub>	Tot	PO <sub>4</sub>	Tot	PO <sub>4</sub>	Tot	PO <sub>4</sub>	Tot	PO <sub>4</sub>	Tot
0		0	0,10	0,24	0,13	0,25	0,24	0,45	0,15	0,30	0,16	0,29	0,20	0,37
0		1	0,09	0,21	0,10	0,19	0,18	0,32	0,14	0,29	0,12	0,20	0,11	0,24
1/2	t. höst	1/2	0,08	0,18	0,10	0,19	0,18	0,32	0,09	0,23	0,12	0,19	0,15	0,34
1	t. höst	1/2	0,04	0,12	0,05	0,12	0,10	0,25	0,07	0,22	0,08	0,15	0,14	0,40
2	t. höst	1/2	0,02	0,07	0,02	0,08	0,03	0,12	0,01	0,10	0,05	0,10	0,06	0,17
1	s. höst	1/2	0,03	0,15	0,04	0,26	0,10	0,28	0,06	0,20	0,07	0,20	0,12	0,30
1	vår	1/2	0,01	0,13	0,04	0,28	0,06	0,36	0,05	0,27	0,03	0,20	0,03	0,24
1	vår+fång	1/2	0,05	0,27	0,06	0,27	0,13	0,53	0,07	0,33	0,06	0,27	0,17	0,43



Figur 9. Kvävekoncentrationernas inomårsvariation i dräneringsvatten (2-månadersintegrerade medelvärden). Jämförelse mellan olika led.

**Tabell 16.** Årlig nettoutlakning av kalium från rotzonen. värden i kg/ha.

Led			1983/84	1984/85	1985/86	1986/87	1987/88	1988/89
STG	Tid	HG	K	K	K	K	K	K
0		0	26	32	42	25	47	46
0		1	23	29	36	23	42	41
1/2	t. höst	1/2	25	32	47	25	47	42
1	t. höst	1/2	30	39	54	27	57	51
2	t. höst	1/2	39	46	66	36	80	71
1	s. höst	1/2	35	41	55	30	62	55
1	vår	1/2	21	27	36	24	47	47
1	vår+fång	1/2	23	26	37	25	49	44

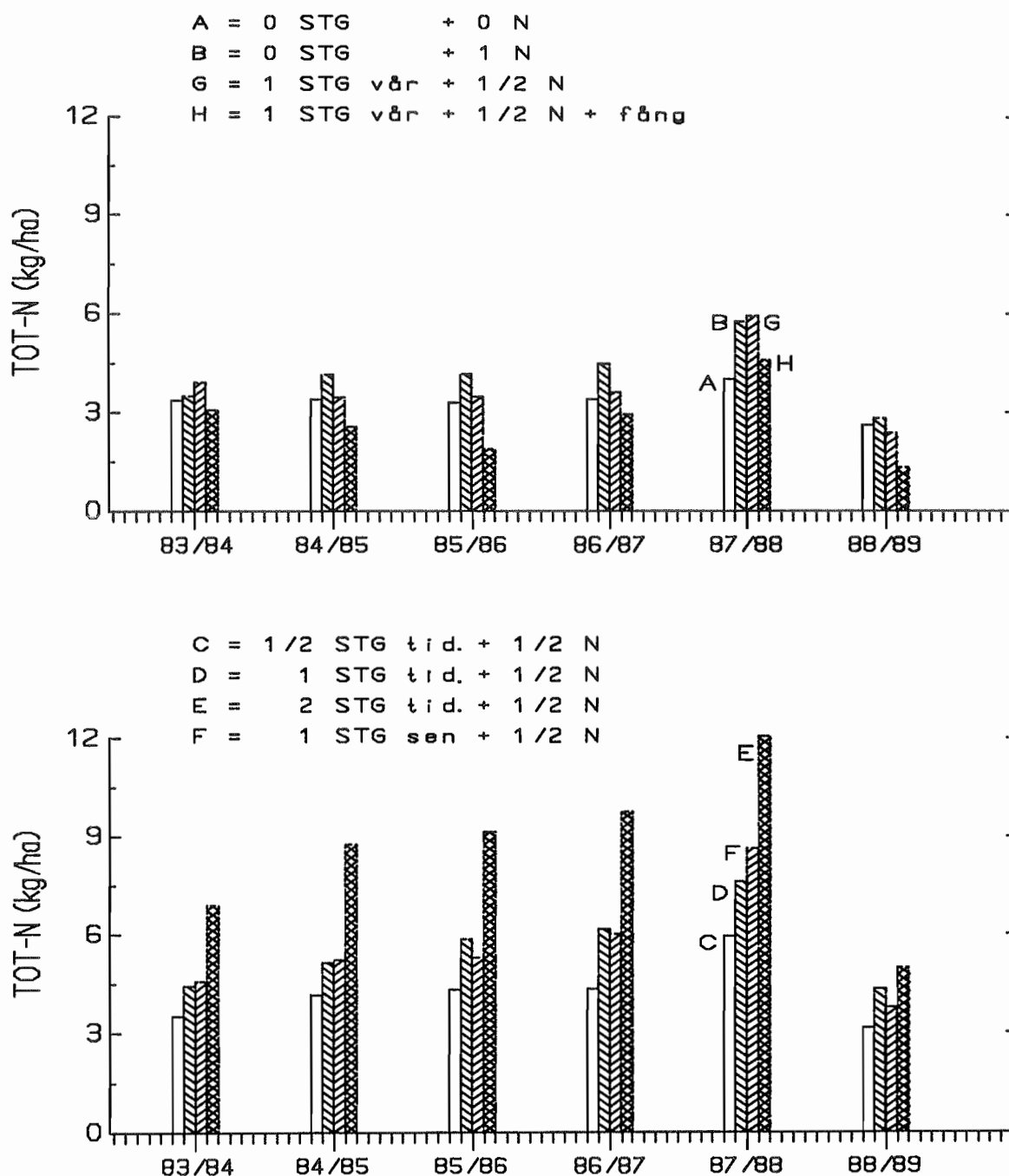


**Figur 10.** Årliga utlakningsförluster av kväve från rotzonen i olika led.

## Kväve

Den årliga totalutlakningen av nitrat- och totalkväve från rotzonen redovisas i tabell 17. Kväveutlakningen varierade mellan 16 och 167 N kg/ha och år med stora skillnader mellan flera av leden. Utlakningsförlusterna från höst- resp. vår- och ögödslande led jämförs i figur 10. Andelen kväve som har förlorades direkt till grundvattnet utgjorde enligt beräkning omkring 10-15% av den totala utlakningen (figur 11).

Det icke kvävegödslande ledet visade stor uthållighet vad gäller utlakningens storlek vilket tyder på stora förråd av tämligen lättmineraliserat organiskt kväve i marken, förmodligen en följd av lång tids kreatursintensiv drift.



Figur 11. Årlig nettoutlakning av kväve till grundvattnet.

**Tabell 17.** Årlig nettoutlakning av kväve från rotzonen, värden i N kg/ha.

Led			1983/84		1984/85		1985/86		1986/87		1987/88		1988/89	
STG	Tid	HG	NO <sub>3</sub>	Tot	NO <sub>3</sub>	Tot	NO <sub>3</sub>	Tot	NO <sub>3</sub>	Tot	NO <sub>3</sub>	Tot	NO <sub>3</sub>	Tot
		0	27	29	25	30	47	51	19	22	55	60	39	45
		1	26	30	32	37	58	62	26	28	77	83	44	50
1/2	t. höst	1/2	29	33	29	34	66	70	25	28	84	90	48	56
1	t. höst	1/2	41	45	39	42	83	89	36	39	108	114	70	78
2	t. höst	1/2	71	75	62	71	128	134	53	57	161	167	90	96
1	s. höst	1/2	45	48	40	45	74	79	36	38	119	126	58	67
1	vår	1/2	27	32	24	28	49	53	22	25	87	91	41	47
1	vår+fång	1/2	23	26	13	16	22	27	17	20	67	73	17	24

Utlakningen från normalgödslade led med handelsgödsel och vårspridd flytgödsel utan fånggröda var ungefär lika stor. För de senaste åren finns en liten tendens att det flytgödslade ledet utan fånggröda ökat något. Orsaken kan vara att den tillämpade kombinationen av flyt- och handelsgödsel innebar en, totalt sett, något större kvävetillförsel. Den höstsådda fånggrödan reducerade utlakningen kraftigt, under flera år till en nivå som understeg utlakningen från ledet utan kvävegödsling. Under två av åren blev fånggrödan sådd för sent för att ge full utlakningsreduktion.

Höstspridning av flytgödsel gav, även då givan varit liten, alltid större utlakning än vårspridning. En ökning av givan på hösten gav mycket stora ökningsförändringar av utlakningsförlusterna. Det tillförda ammoniumkvävet omvandlades snabbt till lätttrögligt nitratkväve. Ingen entydig skillnad i utlakning kunde konstateras för spridning i september eller i november månad. Ökningen av kväveutlakningen vid höstspridning motsvarade i stort sett hela innehållet av ammoniumkväve i den tillförda flytgödseln.

### Sammanfattning

I ett 5-årigt utlakningsförsök på en sandig mojord vid Mellby i södra Halland 1984-88 studerades utlakning av kväve från rotzonen och mineralkvävedynamik i marken. Försöket omfattade olika gödslingsystem med och utan flytgödsel. I ett av leden med vårspridning av flytgödsel såddes höstråg som fånggröda efter skörden av huvudgrödan. Grödorna var vårraps, korn, havre, potatis och korn.

Ledet utan kvävegödsling gav under perioden obetydligt mindre utlakning än övriga vårgödslade led utan fånggröda men endast halv skörd. Vårspridning av flytgödsel utan fånggröda medförde ungefär samma utlakning som enbart handelsgödsel. De år då den höstsådda fånggrödan (höstråg) såddes i tid och hann bestocka sig under hösten, reducerades mängden utlakningsbart kväve i marken under hösten och vintern vilket ledde till att utlakningen nästan halverades. Skördenivån i alla vårgödslade led var normal.

Höstspridning av flytgödsel gav på större utlakning till följd av större mängder utlakningsbart nitratkväve i marken under hösten och vintern. Tidig eller sen höstspridning av flytgödsel (september resp. november) gav inte några entydiga skillnader i utlakning. Ökande givor av flytgödsel på hösten medförde stora ökningsförändringar av kväveutlakningen. I allmänhet gick huvuddelen av flytgödseln ammoniumkväveinnehåll förlorat fram till våren. Skördenivån vid samma totala kvävetillförsel blev därför lägre än i leden med vårspridning.



## Tillkännagivanden

Projektet har varit ett samarbetsprojekt mellan hushållningssällskapet i Hallands län och avdelningarna för vattenvårds- och växtnäringsslära vid Sveriges lantbruksuniversitet i Uppsala. Det redovisade försöket finansierades med medel från Laholms kommun, Statens jordbruksnämnd (via Lantbrukets fond), Statens naturvårdsverk, Hallands läns hushållningssällskap och Sveriges lantbruksuniversitet.

Hushållningssällskapet med Gustav Skyggesson i spetsen har skött de flesta kontakter med finansierare och markägarna, lantbrukare Sven-Esse Wennström och senare lantbrukare Bertil Bengtsson på Forslunds gård. Erik Ekre och hans medarbetare på Tönnersa försöksgård har ansvarat för det praktiska försöksutförandet i fält. Förutom alla normala försöksmoment ute i fältet så har de tagit alla jord-, växt- och vattenprover samt avläst och skött om mätutrustningen.

Börje Lindén vid avdelningen för växtnäringsslära vid SLU har ansvarat för all insamling och resultatolkning av jord-, gröd- och skördeprover samt kväveminereringsberäkningarna. Han har även upprättat alla fältkort och detaljanvisningar för mätningar och provtagningar på försöksrutorna. Vägningar och analyser av sådana prover har utförts av laboratoriepersonalen vid avdelningen för växtnäringsslära.

Avdelningen för vattenvårdsslära har haft ansvaret för utlakningsmätningarna. Gunnar Torstensson konstruerade och ledde anläggningen av dräneringssystemen och mätstation med mät- och registreringsutrustning. Det övergripande ansvaret för provinsamling, analyser, flödesmätningar och utlakningsberäkningar har Arne Gustafson haft. Alla vattenanalyser har utförts av personalen på vattenvårdsläras laboratorium med Stefan Ekberg och Annelie Löthman som kärntrupp.

Utvärdering av försöksresultaten har gjorts gemensamt. Denna sammanställning har skrivits av Gunnar Torstensson.

## REFERENSER

- Brink, N. och Gustavsson, A. S. 1984. Förluster av växtnäring från sandjord. Ekohydrologi nr 17, 15-29. Avd. för vattenvårdsslära, Sveriges lantbruksuniversitet.
- DSH, 1989. Svensk havsresursverksamhet på 90-talet. Förslag till övergripande program (ÖGP-89). Delegationen för samordning av havsresursverksamhet, DSH 1989:2.
- Fleischer, S., Andreasson, I.-M., Holmgren, G., Joelsson, A., Kindt, T., Rydberg, L. och Stibe, L. 1989. Markanvändning och vattenkvalitet, En studie i Laholmsbuktens tillrinningsområde. Länsstyrelsen i Hallands län. Medd. 1989:10.
- Jansson, P.-E. & Halldin, S. 1980. Soil water and heat model. Technical description. Swedish Coniferous Forest Project. Tech. Rep. 26. Swedish University of Agricultural Sciences.
- Jansson, P.-E. & Thoms-Hjärpe, C. 1986. Simulated and measured soil water dynamics of fertilized and unfertilized barley. Acta Agric. Scand., 36:162-172.
- Joelsson, A. & Pettersson, O. 1982. Jordbruksdriften i södra Halland - inventering, analys av miljöeffekter, åtgärder. PM 1597, Statens naturvårdsverk, Solna.
- Lindén, B. 1979. Alvprovtagning med "Ultuna-borren" - för markkartering och framtida N-prognoser. Rapport nr 120, Avdelningen för växtnäringsslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Lindén, B. 1981. Ammonium- och nitratkvävet rörelser och fördelning i marken. II. Metoder för mineralkväveprovtagning och -analys. Rapport nr 137, 1-79. Avdelningen för växtnäringsslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

- Lindén, B. 1982. Ammonium- och nitratkvävet rörelser och fördelning i marken. III. Inverkan av nederbördsförhållanden och vattentillgång. Studier i modell- och ramförsök. Rapport nr 143. Avdelningen för växtnäringslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Rosenberg, R., Elmgren, R., Fleischer, S., Jonsson, P., Persson, G. and Dahlin, H. 1990. Marine Eutrophication Case Studies in Sweden. *Ambio*, Vol. 19, No. 3, p. 102-108.
- Torstensson, G. 1990. Avrinning, kvävedynamik och nitratutlakning i fyra olika gödslingssystem. Seminarier och examensarbeten nr 5. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Ulén B. 1984. Påverkan på yt- dränerings- och grundvatten vid Ekenäs. *Ekohydrologi* nr 18. Avdelningen för vattenvård, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.



## Ekohydrologi

- | Nr | År   | Författare och titel. <i>Author and title.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 18 | 1984 | <p>Barbro Ulén. Påverkan på yt-, dränerings- och grundvatten vid Ekenäs. <i>Influence on surface water, drainage water and groundwater at Ekenäs.</i></p> <p>Barbro Ulén. Nitrogen and phosphorus to surface water from crop residues.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 19 | 1985 | <p>Arne Gustavsson och Nils Brink. Förluster av kväve och fosfor runt Ringsjön. <i>Losses of Nitrogen and Phosphorus in the Ringsjö Area.</i></p> <p>Nils Brink och Kjell Ivarsson. Förluster av växtnäring från lerjordar i Skåne. <i>Losses of Nutrients from Clay Soils in Skåne.</i></p> <p>Arne Gustavsson, Berit Tomassen och Björn Wiksten. Växtnäringsförluster från åker på Uppsalaslätten. <i>Nutrient Losses from Arable Land in the Region of Uppsala.</i></p> <p>Christina Lindgren, Margaretha Wahlberg och Arne Gustavsson. Dricksvattenkvalitet i Uppsalaregionen. <i>Drinking Water Quality in the Region of Uppsala.</i></p> <p>Jenny Kreuger. Rörlighet hos MCPA och diklorprop. <i>Mobility of MCPA and Dichlorprop.</i></p> <p>Barbro Ulén. Ytavrinningsförluster av cyanazin. <i>Losses with Surface Run-off of Cyanazine.</i></p> |
| 20 | 1985 | <p>Jenny Kreuger. Rörlighet hos MCPA och diklorprop på sandjord. <i>Mobility of MCPA and Dichlorprop in a Sandy Soil.</i></p> <p>Kjell Ivarsson och Nils Brink. Utlakning från en grovmjord i Halland. <i>Losses of Nutrients from a Sandy Soil in Halland.</i></p> <p>Barbro Ulén. Åkermarkens erosion. <i>Erosion of Phosphorus from Arable Land.</i></p> <p>Arne S. Gustavsson. Förluster av kväve och fosfor runt Ringsjön.</p> <p>Arne Gustafson. Växtnäringsläckage och motåtgärder.</p> <p>Nils Brink. Bekämpningsmedel i åar och grundvatten.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 21 | 1986 | <p>Birgit Loeper. Toxicitetstest för pesticider med protozoer. <i>Toxicity Test for Pesticides using Protozoa.</i></p> <p>Nils Brink, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Odlingsåtgärders inverkan på kvalitet hos yt- och grundvatten.</p> <p>Barbro Ulén. Lakning av fosfor ur jordar. <i>Leaching of Phosphorus from Soils.</i></p> <p>Nils Brink och Gunnar Torstensson. Vådan av proteingödsling. Värdera miljön. <i>Risk of Fertilizing for Increased Protein. Evaluate the Environment.</i></p> <p>Jenny Kreuger. Bekämpningsmedel. Utlakning från åkermark.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 22 | 1987 | <p>Arne Gustafson. Water Discharge and Leaching of Nitrate.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 23 | 1987 | <p>Lars Bergström. Transport and Transformations of Nitrogen in an Arable Soil.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

- | Nr | År   | Författare och titel. <i>Author and title.</i>                                                                                                                            |
|----|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 24 | 1987 | Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggröda efter skörd. <i>Catch crop after harvest.</i>                                                                            |
|    |      | Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Läckage av växtnäring från åker i Nybroåns vattensystem. <i>Leaching of Nutrients from Arable Land in the Nybroån River Basin.</i> |
|    |      | Solweig Ellström och Nils Brink. Stallgödsblad och konstgödsblad åker läcker växtnäring. <i>Fields spread with Manure and Fertilizer leach Plant Nutrients.</i>           |
|    |      | Nils Brink. Kväveläckage vid försök med nitrifikationshämmare.                                                                                                            |
|    |      | Nils Brink. Kväve och fosfor från stallgödsblad åker.                                                                                                                     |
|    |      | Nils Brink. Kväve och fosfor från konstgödsblad åker.                                                                                                                     |
| 25 | 1987 | Nils Brink och Klaas van der Meulen. Losses of Phosphorus and Nitrogen to Lake Ringsjön.                                                                                  |
|    |      | Nils Brink. Regional vattenundersökning söder och öster om Ringsjön. <i>Water nutrient status to the south and east of Lake Ringsjön.</i>                                 |
|    |      | Petra Fagerholm. Vattenkvalitet och jordbruksdrift inom Ringsjöområdet. <i>Water quality and agricultur in the area of Lake Ringsjön.</i>                                 |
|    |      | Nils Brink. Nitrifikationshämmare eller svält mot kväveläckage. <i>Nitrification inhibitors or starvation against nitrogen losses.</i>                                    |
|    |      | Nils Brink, Jenny Kreuger och Gunnar Torstensson. Näringsflöden från åkermark. <i>Nutrient fluxes from arable land.</i>                                                   |
| 26 | 1988 | Arne Andersson och Arne Gustafson. Deposition av spårelement med nederbörden. <i>Bulk deposition of trace elements in precipitation.</i>                                  |
|    |      | Arne Andersson, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Utlakning av spårelement från odlad jord. <i>Removal of trace elements from arable land by leaching.</i>           |
|    |      | Barbro Ulén. Fosforerosion vid vallodling och skyddszon med gräs. <i>Phosphorus erosion under ley cropping and a grass protective zone.</i>                               |
|    |      | Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsläckage efter vallbrott. <i>Leaching of nutrients after ploughing a ley.</i>                                            |
|    |      | Solweig Ellström. Avrinning och växtnäringstransport från åkermark. <i>Discharge and losses of nutrients from arable land.</i>                                            |
| 27 | 1990 | Lisbet Lewan. Insådd fånggröda: Effekter på utlakning av växtnäringsämnen. <i>Undersown Catch Crop - Effects on leaching of plant nutrients.</i>                          |
|    |      | Lisbet Lewan och Holger Johnsson. Insådd fånggröda: Effekter på utlakning av kväve. <i>Undersown Catch Crops - Effects on Leaching of Nitrogen.</i>                       |
|    |      | Solweig Wall Ellström. Avrinning och växtnäringsförluster från JRK:s stationsnät på åkermark. <i>Discharge and nutrient losses from arable land.</i>                      |

Denna serie efterträder den åren 1970–1977 utgivna serien Vattenvård. Här publiceras forsknings- och försöksresultat från avdelningen för vattenvård vid institutionen för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet. Serien Vattenvård redovisas i Ekohydrologi nr 1–6. Tidigare nummer i serien Ekohydrologi redovisas nedan. Alla kan i mån av tillgång anskaffas från avdelningen för vattenvård (adress nedan).

This series is a successor to Vattenvård published in 1970–1977. Here you will find research reports from the Division of Water Management at the Department of Soil Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences. The Vattenvård series is listed in Ekohydrologi 1–6. You will find earlier issues of Ekohydrologi listed below. Issues still in stock can be acquired from the Division of Water Management (address, see below).

**Nr År Författare och titel. Author and title.**

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1 1978 Nils Brink, Arne Gustafson och Gösta Persson. Förluster av växtnäring från åker. <i>Losses of nutrients from arable land.</i></p> <p>2 1978 Nils Brink och Arne Joelsson. Stallgödsel på villovägar. <i>Manure gone astray.</i><br/>Nils Brink. Kväveutlakning från odlingsmark. <i>Nitrogen leaching from arable land.</i></p> <p>3 1979 Sven-Åke Heinemo och Nils Brink. Utlakning ur kompost av sopor och slam. <i>Leachate from compost of refuse and sludge.</i><br/>Nils Brink. <i>Self-purification studies of silage juice.</i><br/>Arne Gustafson och Mats Hansson. Växtnäringsläckage på Kristianstadsslätten. <i>Loss of nutrients on the Kristianstad Plain.</i><br/>Per-Gunnar Sundqvist och Nils Brink. En gödselstad förorenar dricksvatten. <i>Pollution of the Groundwater by a Dung Yard.</i></p> <p>4 1979 Nils Brink. Vattnet är det yppersta.<br/>Arne Gustafson och Börje Lindén. Kvävebehovet för 1979.<br/>Nils Brink, Arne Gustafson och Gösta Persson. Förluster av kväve, fosfor och kalium från åker. <i>Losses of nitrogen, phosphorus and potassium from arable land.</i></p> <p>5 1979 Gunnar Fryk och Sven-Åke Heinemo. Självrening av lakvatten från kompost på sand och mo. <i>Self-purification of leachate from compost on sand and fine sand.</i><br/>Nils Brink. Växtnäringsförluster från skogsmark. <i>Losses of Nutrients from Forests.</i><br/>Nils Brink. Utlakning av kväve från agroecosystem. <i>Leaching of nitrogen from agro-ecosystems.</i><br/>Nils Brink. Ytvatten, grundvatten och vattenförsörjningen.</p> <p>6 1980 Arne Gustafson och Mats Hansson. Växtnäringsförluster i Skåne och Halland. <i>Losses of nutrients in Skåne and Halland.</i><br/>Nils Brink, Sven L. Jansson och Staffan Steineck. Utlakning efter spridning av potatisfruktsaft. <i>Leaching after Spreading of Potato Juice.</i><br/>Nils Brink och Arne Gustafson. Att spå om gödselkväve. <i>Forecasting the need of fertilizer nitrogen.</i><br/>Arne Gustafson och Börje Lindén. Lantbruksuniversitetet satsar på exaktare kvävegödsling.</p> <p>7 1980 Nils Brink och Börje Lindén. Vart tar handelsgödselkvävet vägen. <i>Where does the commercial fertilizer go.</i><br/>Barbro Ulén och Nils Brink. Omgivningens betydelse för primärproduktionen i Vadsbosjön. <i>The importance of the environment for the primary production in Lake Vadsbosjön.</i><br/>Arne Gustafson. Jordbruket och grundvattnet.<br/>Nils Brink. Utlakningen av växtnäring från åkermark.<br/>Nils Brink. Vart tar gödseln vägen.</p> <p>8 1981 Nils Brink. Förurning av grundvatten på åker. <i>Acidification of Groundwater on arable land.</i><br/>Rikard Jernlås och Per Klingspor. TCA-utlakning från åker. <i>Leaching of TCA from arable land.</i><br/>Arne Joelsson. Ytavspolning av fosfor från åkermark. <i>Storm Washing of Phosphorus from Arable Land.</i><br/>Arne Gustafson, Sven-Olof Rydning och Barbro Ulén. Kontroll av växtnäringsläckage från åker och skog. <i>Control of losses of nutrients from arable land and forest.</i></p> <p>9 1981 Barbro Ulén och Nils Brink. Miljöeffekter av ureaspridning och glykolanvändning på en flygplats. <i>Environmental effects of spreading of urea and use of glycol at an airport.</i><br/>Gunnar Fryk. Utlakning från upplag av malda sopor. <i>Leachate from piles of shredded refuse.</i></p> <p>10 1982 Arne Gustafson och Arne S. Gustavsson. Växtnäringsförluster i Västergötland och Östergötland. <i>Losses of nutrients in Västergötland and Östergötland.</i><br/>Barbro Ulén. Växtnäringsförluster från åker och skog i Södermanland. <i>Losses of nutrients from arable land and forests in Södermanland.</i><br/>Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Nitrat, nitrit och pH i dricksvatten i Västergötland, Östergötland och Södermanland. <i>Nitrate, nitrite and pH in drinking water in Västergötland.</i></p> | <p><i>Östergötland and Södermanland.</i><br/>Lennart Mattsson och Nils Brink. Gödslingsprognoser för kväve. <i>Fertilizer forecasts.</i></p> <p>11 1982 Barbro Ulén. Vadsbosjöns närsaltsbelastning och trofinivå. <i>The nutrient load and trophic level of Lake Vadsbosjön.</i><br/>Arne Andersson och Arne Gustafson. Metallhalter i dräneringsvatten från odlad mark. <i>Metal contents in drainage water from cultivated soils.</i><br/>Arne Gustafson. Växtnäringsförluster från åkermark i Sverige.<br/>Barbro Ulén. Erosion av fosfor från åker. <i>Erosion of phosphorus from arable land.</i><br/>Rikard Jernlås. Kväveutlakningens förändring vid reducerad gödsling.<br/>12 1982 Nils Brink och Rikard Jernlås. Utlakning vid spridning höst och vår av flytgödsel. <i>Leaching after spreading of liquid manure in autumn and spring.</i><br/>Gunnar Fryk och Thord Ohlsson. Infiltration av lakvatten från malda sopor. <i>Leachate migration through soils.</i><br/>Nils Brink. Measurement of mass transport from arable land in Sweden.<br/>Arne Gustafson. Leaching of nitrate from arable land into groundwater in Sweden.</p> <p>13 1983 Nils Brink, Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Ytt transport av växtnäring från stallgödslad åker. <i>Surface transport of plant nutrient from field spread with manure.</i><br/>Rikard Jernlås. TCA-utlakning på lerjord. <i>Leaching of TCA on a clay soil.</i><br/>Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster vid Öjebyn. <i>Losses of nutrients at Öjebyn.</i><br/>Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster vid Röbbäcksdalen. <i>Losses of nutrients at Röbbäcksdalen.</i><br/>Rikard Jernlås och Per Klingspor. Nitratutlakning och bevattning. <i>Drainage losses of nitrate and irrigation.</i></p> <p>14 1983 Arne Gustafson, Lars Bergström, Tomas Rydberg och Gunnar Torstensson. Kvävemineralisering vid plöjningslösa odling. <i>Nitrogen mineralization in connection with non-ploughing practices.</i><br/>Rikard Jernlås. Rörlighet och nedbrytning av fenvalerat i lerjord. <i>Decomposition and mobility of fenvalerate in a clay soil.</i><br/>Nils Brink. Jordprov på hösten eller våren för N-förprognoser. <i>Soil sampling for nitrogen forecasts.</i><br/>Nils Brink. Närsalter och organiska ämnen från åker och skog. <i>Nutrients and organic matters from farmland and woodland.</i><br/>Nils Brink. Gödselanvändningens miljöproblem.</p> <p>15 1984 Nils Brink, Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Växtnäringsförluster runt Ringsjön. <i>Nutrient losses in the Ringsjö area.</i><br/>Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggröda efter korn. <i>Catch crop after barley.</i><br/>Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster från åker i Nybroåns avrinningsområde. <i>Losses of nutrients from arable land in the Nybroån river basin.</i><br/>Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Vagle. <i>Losses of nutrients at Vagle.</i><br/>Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Offer. <i>Losses of nutrients at Offer.</i></p> <p>16 1984 Arne Gustafson, Arne S. Gustavsson och Gunnar Torstensson. Intensitet och varaktighet hos avrinning från åkermark. <i>Intensity and duration of drainage discharge from arable land.</i></p> <p>17 1984 Jenny Kreuger och Nils Brink. Fånggröda och delad giva vid potatisodling. <i>Catch crop and divided N-fertilizing when growing potatoes.</i><br/>Nils Brink och Arne Gustavsson. Förluster av växtnäring från sandjord. <i>Losses of nutrients from sandy soils.</i><br/>Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Boda. <i>Losses of nutrients at Boda.</i><br/>Nils Brink. Vattenföroreningar från tippen i Erstorp – ett rättsfall.</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Distribution:

Pris: 35:- (exkl.moms)

Avdelningen för vattenvårdslära

Box 7072

750 07 UPPSALA, Sweden

Tel 018-67 24 60