

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET

Arne Gustafson och Gunnar Torstensson
Fånggröda efter skörd

Arne Gustafson och Gunnar Torstensson
**Läckage av växtnäring från åker i
Nybroåns vattensystem**

Solweig Ellström och Nils Brink
Stallgödsblad och konstgödsblad åker läcker växtnäring

Nils Brink
Kväveläckage vid försök med nitrifikationshämmare

Nils Brink
Kväve och fosfor från stallgödsblad åker

Nils Brink
Kväve och fosfor från konstgödsblad åker

Ekohydrologi 24

Uppsala 1987

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

ISBN 91-576-3089-5
ISSN 0347-9307

INNEHÅLL

Fånggröda efter skörd av Arne Gustafson och Gunnar Torstensson	5
Läckage av växtnäring från åker i Nybroåns vattensystem av Arne Gustafson och Gunnar Torstensson	16
Stallgödsblad och konstgödsblad åker läcker växtnäring av Solweig Ellström och Nils Brink	27
Kväveläckage vid försök med nitrifikationshämmare av Nils Brink	37
Kväve och fosfor från stallgödsblad åker av Nils Brink	38
Kväve och fosfor från konstgödsblad åker av Nils Brink	40

FÖRORD

Frågan om växtnäringsläckage till vattendrag, sjöar, hav och grundvatten fortsätter att vara hett stoff i miljödebatten. Själva drar vi vårt strå till stacken med rapporter från vår försöksverksamhet, som har det yttersta målet att finna odlingsmetoder mot föroreningarna.

Ett sätt att minska kväveläcket är att så fånggrödor på hösten efter skörden av stråsäd, ett annat är att så in fånggrödan redan på våren. Den första uppsatsen är slutrapport för ett försök på sandjord i Halland och gäller sålunda Fånggröda efter skörd. SLU och forskningsnämnden vid SNV betalade.

I en annan slutrapport, Läckage av växtnäring från åker i Nybroåns vattensystem, belyses oldingsåtgärders betydelse för förlusterna av en rad viktiga ämnen. Högsta AB, Tomelilla, betalade.

Stallgödsel kontra konstgödsel är ett mycket brännbart diskussionsämne i miljösammanhang. Detsamma gäller bruket av nitrifikationshämmare. I fyra lägesrapporter behandlas dessa ting. SLU och forskningsnämnden vid SNV betalade.

Juni 1987

Nils Brink

FÅNGGRÖDA EFTER SKÖRD

Catch crop after harvest

Arne Gustafson och Gunnar Torstensson

Abstract. An investigation was carried out during a three year period with the objective to investigate the potential of ploughing in of straw and the use of catch crops as tools for reducing leaching of nitrogen during the non-cropping season.

There was no effect of ploughing in of straw. The use of a catch crop (winter rye during the first and last year, winter rape during the second year), sown after the main crop and after complete cultivation, had a clear reducing effect (44%) on the leaching magnitude only during the first spring period. The main reason for this result was problem to establish the catch crop within the short time available between sowing of the catch crop and the end of the growing season.

By interseeding a suitable crop with the main crop or to use direct sowing, the time available for growth of the catch crop would be extended with at least one month and the risk for poor establishment would be reduced. A good establishment would lead to a substantial increase in nitrogen uptake by the catch crop and thus reduce the risks for severe leaching of nitrogen.

INLEDNING

Vid avdelningen för vattenvård pågår en försöksverksamhet med mål att finna metoder mot växtnäringsläckage. Hittills prövade metoder riktar sig främst mot kväveläckaget. Detta är ofta mycket stort, speciellt på sandjordar i södra Sverige. Det poängteras att överoptimal gödsling i många fall utgör den främsta orsaken till ett för stort växtnäringsläckage. Men även med en väl anpassad gödsling kan förlusterna till vattensystemen vara betydande.

De metoder som nu prövas avses att begagnas till att reducera läckaget ytterligare efter det att man slutat gödsla överoptimalt. Följande åtgärder prövas eller har prövats: delad gödselgiva, halmnedplöjning, reducerad jordbearbetning, bruk av nitrifikationshämmare och odling av fånggröda.

När det gäller reducerad jordbearbetning (stubbearbetning men utesluten plöjning) har en mindre studie gjorts (Gustafson, Bergström, Rydberg & Torstensson 1983). Studien visade att plöjningsfri odling inte nämnvärt kunde minska mineraliseringsnivån efter skörd på hösten men att en höstsådd gröda (fånggröda) kunde plocka upp betydande kvävemängder som

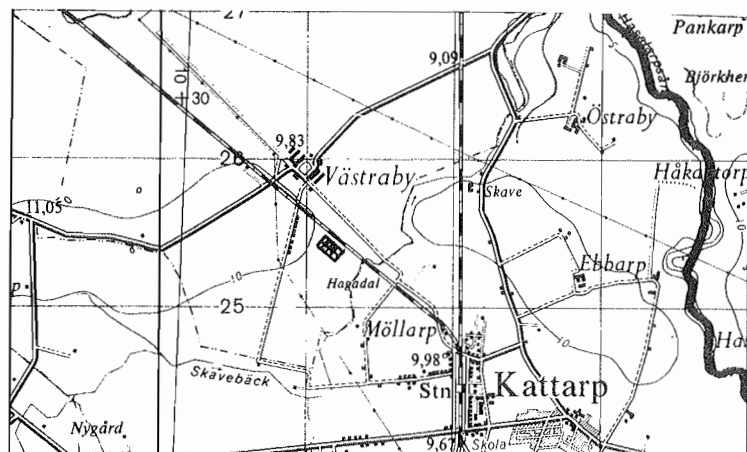


Fig. 1. Försöksfält med omgivning. *Experimental field and its surroundings.*

därmed ej behövde löpa risken att utlakas.

För att reducera utlakningen i samband med potatisodling på lätta jordar har delad gödselgiva och fånggröda prövats (Kreuger & Brink 1984). Störst reduktion erhöles med fånggrödan (18-26 %) medan den delade givan endast till en mycket ringa del minskade läckaget.

Flera danska försök har gjorts med fånggröda efter korn. Fånggrödan har i de flesta fall varit vitsenap (Hvelplund & Östergård 1980, Hansen 1980 och Schönning 1983). Kväveförlusterna minskade i dessa försök med mellan 59 och 84 procent. Hansen visade att även reducerad jordbearbetning (icke plöjning) och halmnedplöjning var effektiva. Schönning kunde däremot konstatera att halmnedplöjning inte hade någon betydelse.

Insådd av italienskt rajgräs och två olika baljväxter (rödkläver och humlelusern) har också prövats (Nielsen & Jensen 1984). Det mineraliska markkvävet förändringar ned till en meters djup följdes. Fånggrödorna hölls kvar till våren. Rajgräset sänkte kvävenivån i marken till drygt hälften jämfört med obevuxen mark. Baljväxterna var därvidlag mindre effektiva.

I denna undersökning har halmnedplöjning och fånggröda använts i kampen mot kväveläckaget. I en delrapport (Gustafson & Torstensson 1984) har resultatet efter första årets studier redovisats. Det visade att fånggrödan var det enda som på ett nämnvärt sätt minskade kväveläckaget.

MÅL

Målet är att klarlägga betydelsen av en höstsådd fånggröda och av halm-

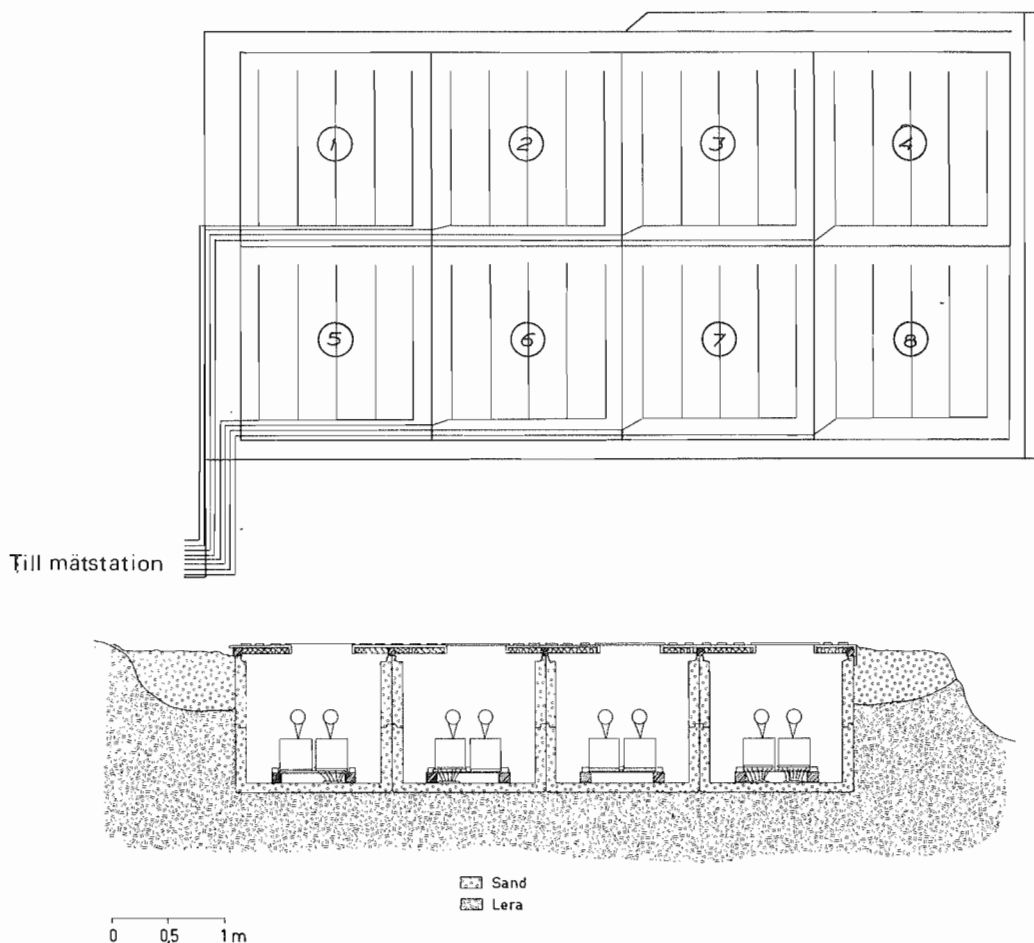


Fig. 2. Försöksdikningens utseende och mätstation. *Subdrainage design and measuring station.*

nedplöjning för minskning av nitratutlakning på sandjord vid odling av vårstråsäd.

MATERIAL OCH METODER

Försöksfält

Försöksfältet ligger i Skåne på Västraby gård 1 km nordväst om Kattarp (fig. 1). Fältet sluttar svagt mot sydost. Maximala höjdskillnaden understiger 0,7 m. Försöksfältet iordningställdes omkring 1 maj 1982. Det består av åtta rutor om vardera 0,16 ha (fig. 2). Varje ruta har ett eget täckdikessystem med fem parallella grendiken. Avståndet mellan dikena är åtta meter. Från varje delsystem leds vattnet genom en tät ledning till en mätstation. Fältet omges på alla sidor av skyddsdränering som delvis är dubbel.

Jordarter och dikningsdjup

Jordarten på fältet är lerig mellansand ovanpå styv lera. Sanden som är svallad har varierande mäktighet och har följande medeldjup på de olika rutorna:

Ruta	1	2	3	4	5	6	7	8
Sanddjup (cm)	82	84	93	90	70	78	83	97

Matjorden är något mullhaltig. Följande medeltextur har uppmätts i profilen till en meters djup (värden i procent):

Djup (cm)	Ler	Mjäla	Mo	Sand	Mull
0-30	10	6	23	61	2,5
30-60	7	3	19	70	0,4
60-leran	7	3	14	75	0,2
Leran	56	27	9	8	1,0

Förhållandet att sanden tvärt slutar och leran börjar har utnyttjats vid dikningen. Dräneringsledningarna har lagts i kanaler i lerans övre skikt. Djupet varierar mellan 110 och 130 cm under markytan. På så vis antas endast små mängder vatten passera förbi dräneringsledningarna.

Nederbörd

Angivna nederbördstal kommer från SMHI:s station vid Mariedal, som ligger 3 km väster om försöksfältet.

Avrinningsmätningar

Det avrinnande vattnet från varje ruta mäts med ett tvåsidigt vippkärl (Brink 1968) vars ena hälft fylls när den andra töms. Antalet tömningar registreras med ett mekaniskt räkneverk. Vippkärlen är installerade i fyra betongbrunnar med två kärl i varje brunn (fig. 2).

Vattenprovtagning och analys

Prov på dräneringsvatten togs två gånger per månad under lågflöden och en gång i veckan under högflöden. Proven sändes med ilpost och nådde

Tabell 1. Datum för vidtagna odlingsåtgärder. *Crop managements and dates.*

Odlingsåtgärder	Försöksår			
	1982	1983	1984	1985
Vår				
Fånggrödan tallriksharvas	-	5 apr	24 mar	20 apr
Gödsling	16 maj	2 maj	17 apr	24 apr
Sådd av kornet	16 maj	2 maj	17 apr	25 apr
Höst				
Skörd	20 aug	26 aug	18 aug	-
Stubbearbetning	24 aug	2 sep	23 aug	-
Plöjning	13 sep	6 sep	10 sep	-
Höstharvning	14 sep	7 sep	20 sep	-
Sådd av fånggrödan	23 sep	15 sep	29 sep	-
Fånggrödans uppkomst	2 okt	5 okt	18 okt	-

laboratoriet inom ett dygn.

Följande ämnen har analyserats: ammonium-, nitrat- och totalkväve, fosfat- och totalfosfor, kalium, pH och konduktivitet. Analysmetoderna har beskrivits av Ulén (1984).

Beräkningar

Avrinning. Räkneverken på vippkärlen avlästes i samband med vattenprovtagning. Den avrunna vattenmängden gäller sålunda perioden från föregående provtagning till den aktuella. För transportberäkning behövs emellertid uppgift om dygnsavrinning. Därför fördelas den totala periodavrinningen lika över den aktuella tidsperioden.

Koncentration och transport. Med de uppmätta diskreta koncentrationvärdena som bas interpoleras ett koncentrationvärde fram för alla dagar med avrinning. De sålunda erhållna avrinnings- och koncentrationvärdena multipliceras med varandra för att erhålla dygnstransport. Dygnstransporterna summeras sedan till månads- och årstransporter.

Medeltal. Redovisade koncentrationsmedeltal på halvårsbasis har framräknats genom att dividera det aktuella halvårets transport med motsvarande avrinning.

Ledvisa koncentrationsmedeltal för enskilda provtagningstillfällen är aritmetiska. Dessa medeltal har också använts vid transportberäkningarna och då multiplicerats med de ledvisa medelavrinningarna.

Mineraliskt kväve i marken

För bestämning av jordens innehåll av ammonium- och nitratkväve har jordprov tagits vid tre tillfällen per år, efter skörden, sent på hösten och före vårsådden. Proven togs med rörborr (Andersson 1947). I matjorden (0-30cm) togs tolv stick per ruta. Alven indelades i två skikt, 30-60 och 60-90 cm, med sex stick per ruta. Jorden från varje ruta blandades skiktvis till ett generalprov, ur vilket ett delprov togs för kemisk analys.

Detaljer i provtagningsförfarandet och analysgång har beskrivits av Lindén (1981).

Skördeprov

Kärnskörd. Storleken bestämdes på varje ruta genom att köra ett tröskdrag tvärs över dräneringsdikena. Körsträckan anpassades så att den skördade ytan blev 50 m².

Kärnprov. Prov (1000 g) uttogs från varje ruta för bestämning av torrsubstans och totalkväveinnehåll.

Halmskörd. Bestämdes genom att samla upp halmen från skördeytan på fyra av rutorna.

Försöksplan

Eftersom fältet har åtta rutor kunde en upprepning göras av varje led. Fältet disponerades enligt följande:

Rutor	Halm	Fånggröda		
		1982	1983	1984
1 och 8	Nedbrukas	Höstråg	Höstraps	Höstråg
2 och 7	Nedbrukas	Ingen	Ingen	Ingen
3 och 6	Brännes	Ingen	Ingen	Ingen
4 och 5	Brännes	Höstråg	Höstraps	Höstråg

Odlingsåtgärder

Genomförda viktigare odlingsåtgärder och tidpunkter härför framgår av tabell 1. Tallriksharvningen på våren var grund (8-10 cm) för att minska uttorkningen av matjorden.

Kvävegödsling skedde med N 28. Till fosfor och kaliumgödslingen sista året användes PK 8-8. Givornas storlek framgår av tabell 2.

RESULTAT

Allmänt

I likhet med vad som erfors efter första årets studier (Gustafson & Torstensson 1984) så blev det ej heller under andra och tredje året något signifikant utslag av halmedplöjningen. Resultatet har därför behandlats som om bara två försöksled fanns nämligen med och utan fånggröda. Antalet upprepningar blir då fyra.

Nederbörd

Första året blev nederbördsrikast med 742 mm vilket är omkring 100 mm mer än normalt och i medeltal knappt 200 mm mer än de efterföljande åren (tabell 3).

Nederbörden fördelade sig lika mellan halvåren de två första åren. Sista året fick första halvåret nära 100 mm mer än andra halvåret.

Tabell 2. Gödsling, avkastning och kväveskörd i kärnan. *Fertilization, yield and nitrogen harvest in grain.*

År	Gödsling (kg/ha)			Avkastning (ton/ha)		Kväveskörd (N kg/ha)	
	N	P	K	Med	Utan	Med	Utan
1982	98	0	0	2,2	2,1	-	-
1983	98	0	0	2,0	2,6	34,3	44,7
1984	91	24	24	5,7	5,7	92,3	86,2

Avrinning

Första året var avrinningen nästan dubbelt så stor som under de två efterföljande åren. Förklaringen ligger i den stora nederbörden (tabell 3).

Både höst- och vårflödena var betydande alla år, vilket är typiskt för Sydsverige.

Avrinningen var olika mellan försöksleden. Skillnaderna var emellertid inte stora i medeltal fem procent större från ledet med fånggröda.

Skillnaderna var störst första året och avtog hela tiden. Ytavrinning förekom inte.

Odling

Avkastning. Genom att försöket anlades så sent på våren 1982 blev försöket sått ca 5 veckor senare än det omgivande skiftet.

Detta tillsammans med ett kraftigt bladlusangrepp och låg nederbörd i juli medförde att avkastningen blev låg (tabell 2).

Dålig skörd blev det även 1983, som inleddes med en mycket våt vår med efterföljande mycket torrt väder i juli och augusti.

Odlingssäsongen 1984 blev gynnsammare, vilket ledde till en för området normal skörd. Kväveskörden bestämdes endast andra och tredje året. Genom den låga avkastningen andra året blev kväveskörden mindre än hälften av den tillförda kvävemängden. Sista året då avkastningen var normal låg den i samma storleksordning som tillförseln. Ledvis förelåg ingen genomgående skillnad (tabell 2).

Fånggrödans uppkomst och utveckling. Fånggrödan kom upp tidigast första året och senast sista året (tabell 1).

Höstrågen första året fick en ganska god utveckling och övervintrade bra.

Höstrapsen andra året utvecklades dåligt. Den för raps sena sätiden följt av sen uppkomst bidrog starkt till detta och den kom senare också att utvintra.

Höstrågen sista året fick trots den sena sätiden en bra utveckling och övervintrade bra.

Mineraliskt kväve i marken

Nitrat dominerade över ammonium vid samtliga provtillfällen (fig. 3). Mest kväve efter skörd var det första året och minst det sista. Endast första året gav fånggrödan ett tydligt utslag i lägre kvävemängder vid höst- och vårprovtagningarna. Andra året var till och med mängderna på våren lägre i ledet utan fånggröda. Sista året var det nära nog lika

Tabell 3. Nederbörd och avrinning. *Precipitation and discharge.*

Led	År	JUL-DEC	JAN-JUN	Totalt
Nederbörd (mm)				
Båda	1982/83	362	380	742
	1983/84	260	262	522
	1984/85	333	244	577
Medeltal	1961-81	394	245	639
Avrinning (mm)				
Med	1982/83	200	245	445
	1983/84	96	135	231
	1984/85	148	114	262
Utan	1982/83	170	220	390
	1983/84	87	123	210
	1984/85	134	125	259

kvävemängder i de båda leden vid samtliga provtillfällena. Mest ammonium förekom i matjorden. I december andra året var nitratmängderna i den djupa alven särskilt stora.

Ämneskoncentrationer

pH och ledningstal. Både pH och ledningstal (mS/m) var oberoende av behandling och varierade mellan 6,9 och 8,3 respektive 45 och 75.

Kväve. Nitrat var den helt dominerande kvävefraktionen medan övrigt kväve och ammonium endast utgjorde en liten del av totalkvävet (tabell 4).

Nitratkoncentrationerna var genomgående högre i ledet utan fångröda utom hösten 1984. Största skillnaderna förelåg våren 1983 då fångrödan sänkte medelkoncentrationen till mindre än hälften. Inomårsvariationerna var genomgående stora (fig. 4). De stora kvävemängderna i den djupa alven andra året gav upphov till en markerad koncentrationstopp i båda leden.

Ammoniumhalterna liksom halterna för övrigt kväve låg på en nivå som man normalt finner i dräneringsvatten. De varierade inte på något systematiskt sätt mellan försöksleden.

Eftersom nitrat var den helt dominerande kvävefraktionen så visade totalkvävehalterna samma relativa fördelning som för nitrat.

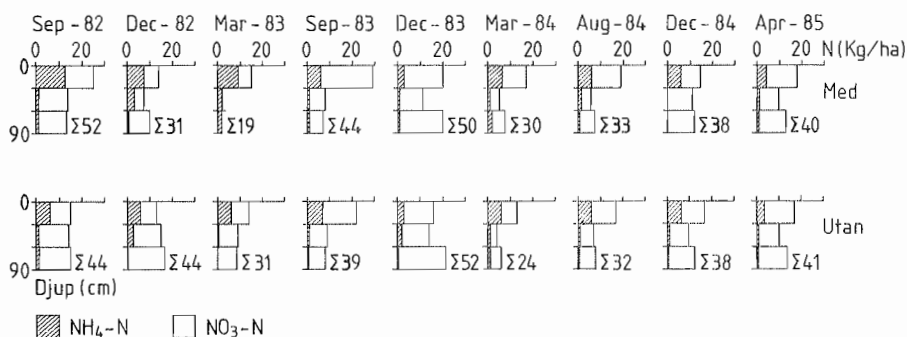


Fig. 3. Mineraliskt kväve i marken. *Mineral nitrogen in the soil.*

Tabell 4. Kväve, fosfor och kalium i dräneringsvatten. Med och utan fånggröda. *Nitrogen, phosphorus and potassium in drainage effluent. With and without catch crop.*

Led	Period	Kväve (N)				Fosfor (P)			
		NH ₄	NO ₃	Övr. N	Tot-N	PO ₄	Övr. P	Tot-P	K
Koncentration (mg/l)									
Med fång- gröda	Höst 82	0,018	21,5	0,8	22,3	0,112	0,020	0,132	5,1
	Vår 83	0,025	6,2	1,0	7,2	0,140	0,027	0,167	3,7
	Höst 83	0,034	21,7	1,3	23,0	0,092	0,012	0,104	4,5
	Vår 84	0,020	14,8	1,2	16,0	0,095	0,029	0,124	4,1
	Höst 84	0,100	16,8	1,3	18,2	0,091	0,021	0,112	3,8
	Vår 85	0,057	14,8	0,9	15,8	0,126	0,020	0,146	4,6
Utan fång- gröda	Höst 82	0,021	23,6	1,1	24,7	0,095	0,027	0,122	4,2
	Vår 83	0,011	12,7	1,5	14,2	0,104	0,040	0,144	3,1
	Höst 83	0,125	26,2	1,4	27,6	0,091	0,015	0,106	3,6
	Vår 84	0,056	16,8	0,8	17,6	0,087	0,054	0,141	3,8
	Höst 84	0,075	15,7	0,8	16,6	0,087	0,020	0,107	2,8
	Vår 85	0,019	15,3	1,0	16,3	0,115	0,020	0,135	3,7
Förlust (kg/(ha.a))									
Med fång- gröda	Höst 82	0,036	42,9	1,7	44,6	0,223	0,041	0,264	10,2
	Vår 83	0,062	15,3	2,3	17,6	0,342	0,068	0,410	9,0
	Höst 83	0,033	20,8	1,3	22,1	0,088	0,012	0,100	4,3
	Vår 84	0,027	20,0	1,7	21,7	0,128	0,039	0,167	5,5
	Höst 84	0,148	24,9	2,0	27,0	0,135	0,031	0,166	5,7
	Vår 85	0,065	16,9	1,1	18,1	0,144	0,023	0,167	5,3
Utan fång- gröda	Höst 82	0,036	40,1	1,9	42,0	0,161	0,046	0,207	7,1
	Vår 83	0,025	28,0	3,2	31,2	0,228	0,089	0,317	6,7
	Höst 83	0,109	22,8	1,1	24,0	0,079	0,013	0,092	3,1
	Vår 84	0,069	20,7	0,9	21,7	0,107	0,067	0,174	4,7
	Höst 84	0,100	21,1	1,1	22,3	0,116	0,028	0,144	3,8
	Vår 85	0,024	19,1	1,3	20,4	0,144	0,025	0,169	4,6

Fosfor. Fosfatfosfor var den dominerande fosforfraktionen. Detta är typiskt när inget ytvatten finns med i avrinningsbilden. Andelen partikulärt fosfor blir då låg. Fosfatfosforhalterna var genomgående större i ledet med fånggröda medan det motsatta rådde för den övriga fosfor utom sista året (tabell 4). Skillnaderna är emellertid så små att någon slutsats om fånggrödans inverkan kan ej dras.

Kalium. Halterna var genomgående något högre i fångrödeledet (tabell 4). Halterna var typiska för vad man finner i dräneringsvatten.

Ämnesförluster

Kväve. Endast för nitrat förekom förluster av kvantitativ betydelse (tabell 2). I ledet med fånggröda var förlusterna lägre samtliga vårar. Största skillnaden erhöles första våren med 10 N kg/ha. De två andra åren var skillnaderna små. Under första och tredje hösten var förlusterna större i ledet med fånggröda. Förklaringen till detta kan knappast vara ett ökat mineraliseringsbidrag från gammal fånggröda, eftersom nå-

gon sådan möjlighet inte förelåg första året. Lokala variationer i försöksfältet kan vara en bidragande orsak.

Som total årlig förlust ligger nivån storleksmässigt lika med vad som har erhållits i andra försök på sandjordar i södra Sverige.

Fosfor. Förlusterna måste anses relativt stora för ett dräneringsvatten. Så stora förluster uppmäts vanligen endast från relativt kraftigt gödslade sandjordar eller i ytavrinning från lerjordar.

Kalium. Förlusterna var på årsbasis som mest 5 kg/ha.a större från fånggrödeledet. Förklaringen till detta synes vara lokala variationer hos försöksfältet.

DISKUSSION

Den totala kväveförlusten för leden med och utan fånggröda blev under de tre åren (värden i Tot.N kg/ha.a):

Led	1982/83	1983/84	1984/85
Med	62,2	43,8	45,1
Utan	73,2	45,7	42,7

Att fånggrödan endast kunde minska utlakningen under två av de tre åren får anses nedslående. Egentligen är det bara under våren 1983 som en ordentlig reduktion erhöles med en minskning av kväveförlusten med 44 % och en halvering av koncentrationerna i det avrinnande vattnet. Endast under gynnsamma omständigheter synes således en efter skörd och full-

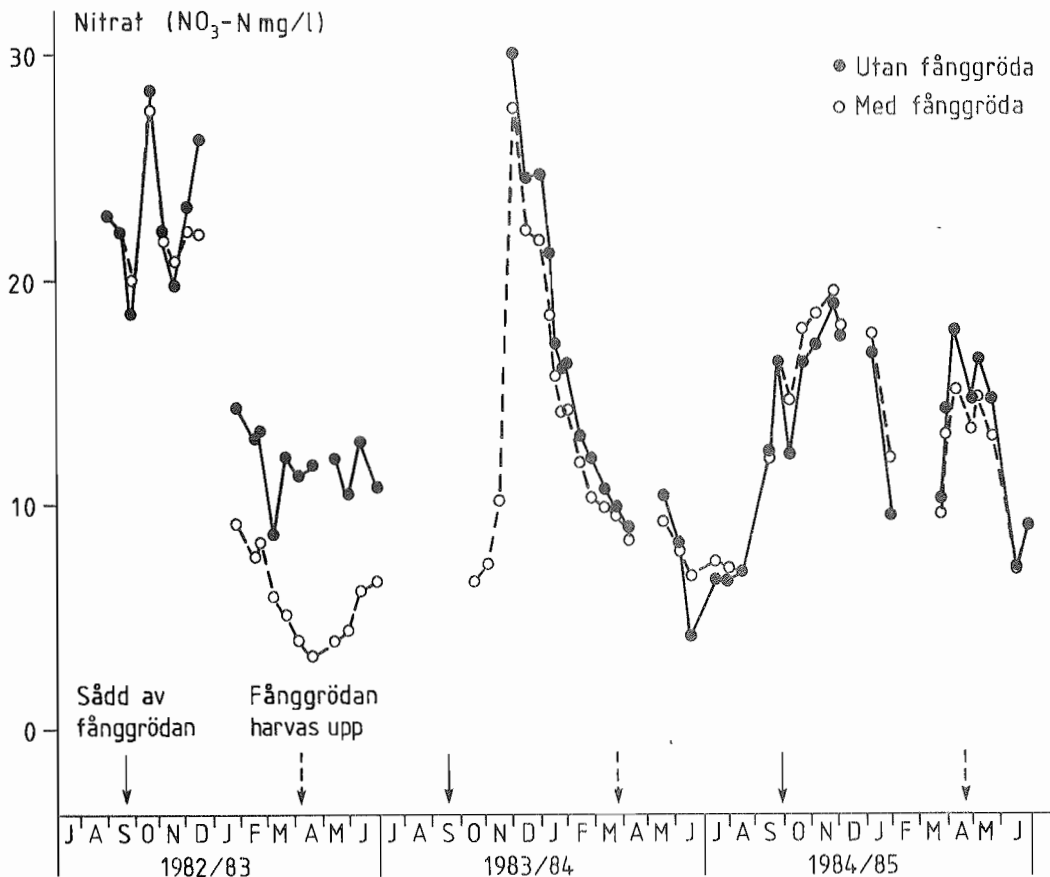


Fig. 4. Nitrat i dräneringsvatten. Nitrate in drainage effluent.

ständig jordbearbetning sådd fånggröda kunna göra nytta.

För att fånggrödan skall kunna utvecklas tillfredställande krävs emellertid att den får en tillräckligt lång växtperiod på sig på hösten. Denna period är beroende dels av tidpunkten för skörd, dels av tidpunkten för vegetationsperiodens slut. För det aktuella området, södra Götalands slättbygder kan följande mediantidpunkter anges (enligt Bengtsson & Wallgren 1985), vilka kan jämföras med de aktuella tidpunkterna i försöket:

	Median för kornskörd	Vegetationsperi- odens slut medel- temp. = 8 °C	Mellangrödans uppkomst på försöket
Södra Götalands slättbygder	14 aug	15 okt	-
Försöket respektive år	20, 26, 18 aug	-	2,5,18 okt

Kornskörden var således något senare än medianvärdet alla år, vilket innebär att sådden av fånggrödan blev förhållandevis sen (tabell 1). Ställes sedan mellangrödans uppkomsttid i relation till vegetationsperiodens slut så är det endast första och andra året som tidpunkterna låg på rätt sida om medianvärdet. Maximalt var det 13 dagar och det är klart att inte ens denna tid är tillräcklig för någon vegetativ tillväxt av betydelse i synnerhet inte vid denna tidpunkt på året. Uttrycket "en dag i juli är mer värd än en hel vecka i oktober" är belysande för uppfattningen om temperaturens inverkan på fånggrödans möjligheter till tillväxt under oktober.

För att få en tidig och säker etablering av en fånggröda så verkar därför insådd att vara det mest realistiska alternativet under våra klimatförhållanden. Fånggrödan skulle med denna metod få möjligheter till en god vegetativ utveckling som leder till en kvävekonsumtion av betydelse.

Det näst bästa alternativet skulle vara sådd i stubben efter huvudgrödan. I båda dessa fall utesluts den tidskrävande jordbearbetningen efter skörd. För att få en uppfattning om den "förlorade tiden" mellan skörd och sådd kan tidpunkterna i försöket direkt jämföras:

	1982	1983	1984
Skörd	20 aug	26 aug	18 aug
Sådd	23 sep	15 sep	29 sep

Det är som synes mycket stora tidsvinster som skulle kunna göras vid direktsådd. Båda metoderna bör därför prövas när det gäller att finna metoder i kampen mot kväveläckaget. Den i detta försök prövade metoden vilken egentligen inte skiljer sig från det traditionella förfarandet vid odling av höstsäd får nog anses som utesluten som fånggrödemetod härtill är den alldeles för ineffektiv.

REFERENSER

- Andersson, S. 1947. Om en ny jordbör. Grundförbättring, 1, 230-237.
 Bengtsson A. & Wallgren B. 1985. Mellangröda-växtodlingssynpunkter. Rapport nr 2, 28-40, från SJFR's programgrupp. Kungliga Skogs- och Lantbruksakademien, Stockholm.
 Brink, N. 1968. Self-purification in an open ditch. Water Research, 2, 481-503.
 Gustafson, A., Bergström, L., Rydberg, T. & Torstensson, G. 1983. Kväve-mineralisering vid plöjningsfri odling. Ekohydrologi nr 14, 3-8.
 Gustafson, A. & Torstensson, G. 1984. Fånggröda efter korn. Ekohydrologi

- nr 15, 13-20.
- Hansen, L. 1980. Danske forsög med plöjefri dyrkning. Konsulentavdelningens rapporter. Allmänt 23, del 1, 7:1-7:6. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Hvelplund, E. & Östergård, H. 1980. Efterafgrödernas kvälstofudnyttelse i relation till gödslingsökonomi og miljø. Landskontoret for planteavl., Viby.
- Kreuger, J. & Brink, N. 1984. Fånggröda och delad giva vid potatisodling. Ekohydrologi nr 17, 3-14.
- Lindén, B. 1981. Ammonium- och nitratkvävetts rörelse och fördelning i marken. II Metoder för mineralkväveprovtagning och analys. Rapport nr 137, 1-79. Avdelning för växtnäringslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Nielsen, N.E. & Jensen, H.E. 1984. The content of inorganic nitrogen in the soil profile as effected by undersown catchcrops. Paper prepared for: NW European Study Group for the Assessment of Nitrogen Fertilizer Requirement. Second Meeting: Groningen 14-16 May 1984.
- Schönning, P. 1983. Halmnedmulning. I kvälstof og planteproduktion, red. Hansen, J. & Kyllingsbaek, A. Tidsskrift for Planteavls Specialserie, Beretning nr S 1669, 71-76. Köpenhamn.
- Ulén, B. 1984. Påverkan på yt-, dräneringsvatten och grundvatten vid Ekenäs. Ekohydrologi nr 18, 3-38.

LÄCKAGE AV VÄXTNÄRING FRÅN ÅKER I NYBROÅNS VATTENSYSTEM

Leaching of Nutrients from Arable Land in the Nybroån River Basin

Arne Gustafson och Gunnar Torstensson

Abstract. An investigation of the water quality of drainage effluent from arable land was carried out for four years in the Nybroån river basin located in the very south of Sweden.

The field site had an area of 18.3 ha and was systematically drained with a subsurface drainage system. The soil type was clay till.

The analyses included determination of pH, conductivity, nitrogen, phosphorus and major constituents.

A comparison was made with a reference field with the same soil type and drainage design. The results show that the drainage water from the investigated field was basically of the same nature as the water from the reference field, implying that it can be considered typical for drainage water originating in the region with clay till as the dominating soil type.

INLEDNING

I samband med bildandet av ett vattenvårdsförbund för Nybroåns vattensystem uppkom frågan om storleken av växtnäringsbidraget från åker till vattensystemet. I det sammanhanget tog Högesta AB, Tomelilla, initiativ till att frågan skulle belysas och avsatte även medel till en undersökning. Undersökningen påbörjades 1 juli 1982 och avslutades 30 juni 1986. Till försöksområde utvaldes ett åkerskifte tillhörigt Högesta AB. Resultatet av första årets studier finns redovisat i en tidigare skrift (Gustafson & Torstensson 1984) men återupprepas här.

MATERIAL OCH METODER

Försöksfält

Avrinningsområdet, som utgör en del av ett större fält har en areal av 18,3 ha och är småkuperat. Det är systemtäckdikat och försett med yt-vattenbrunnar. Jordarten är moränlera. Fältets läge framgår av fig. 1.

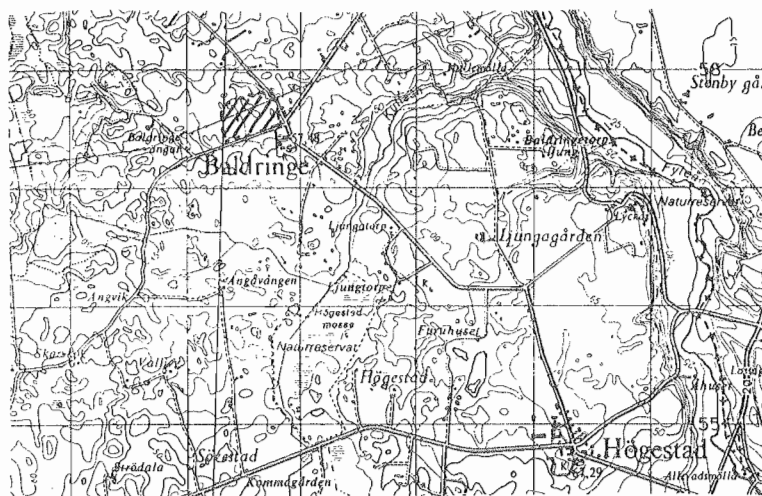


Fig. 1. Försöksfältets lokalisering. *Location of experimental field.*

Tabell 1. Gödsling, jordbearbetning, grödor och avkastning. *Fertilization, manuring, cultivations, crops, and yield.*

År	Mån	Konstg. (kg/ha)			Stallg. (t/ha)	Jord- bearb.	Gröda/ Vinter- tillst.	Skörd (t/ha)
		N	P	K				
Högesta								
1981	aug	51	21	58	-	harv	höstraps	
1982	feb	36	0	0	-	-	höstraps	
	apr	149	0	0	-	-	höstraps	
	aug	-	-	-	20	stubb.	höstraps	1,7
	sep	-	-	-	-	harv	höstvet	
1983	apr	84	0	0	-	-	höstvet	
	maj	90	0	0	-	-	höstvet	
	aug	-	-	-	-	stubb.	plöjd	7,6
	sep	0	33	105	-	-	plöjd	
	okt	-	-	-	-	harv	plöjd	
1984	apr	130	0	0	-	harv	sockerbetor	
	maj	59	0	0	-	-	sockerbetor	
	okt	-	-	-	-	plog	plöjd	48
1985	apr	89+82	0	0	-	harv	vårvete	
	sep	-	-	-	-	stubb.	vårvete	6,2
	okt	-	14	50	-	-	plöjd	
	nov	-	-	-	-	plog	plöjd	
Näsbygård								
1981	sep	-	-	-	-	harv	höstvet	
1982	mar	4	0	0	-	-	höstvet	
	apr	77	0	0	-	-	höstvet	
	aug	-	-	-	-	stubb.	höstvet	8,0
	okt	0	45	144	-	plog	plöjd	
	nov	-	-	-	-	harv	plöjd	
1983	maj	116	0	0	-	harv	sockerbetor	
	okt	-	-	-	-	harv	sockerbetor	34
	nov	-	-	-	-	plog	plöjd	
1984	mar	93	0	0	-	harv	vårvete + rajgräs	
	maj	-	-	-	-	-	vårvete	
	jun	15	0	0	-	-	rajgräs	
	sep	-	-	-	-	-	rajgräs	7,3
1985	apr	45	0	0	-	-	rajgräs	
	maj	47	0	0	-	-	rajgräs	
	aug	-	-	-	-	-	rajgräs	0,9
	sep	-	-	-	-	stubb.	plöjd	
	okt	-	3	59	-	plog	plöjd	

Jämförelsefält

För att få en uppfattning om hur koncentrationer och transporter storleksmässigt ligger har jämförelser gjorts med vattenvårdsavdelning-

ens försöksfält i Näsbygård, tillhörigt Näsbyholms godsförvaltning, Skurup. Fältet ingår i PMK (Program för miljökontroll, SNV).

Mätningarna därstädes startades 1 juli 1973 (Brink, Gustafson & Persson 1978) och resultaten rapporteras fortlöpande (Brink & Ivarsson 1985; Brink, Gustafson & Torstensson 1986). En studie av detta fälts regionala representativitet genomfördes åren 1977/78 och 1978/79 (Gustafson & Hansson 1980). Av denna studie framgick att Näsbygård hade mycket god representativitet för sin jordart, moränlera, när det gäller förluster av kväve, fosfor och kalium. Genom att både försöksfältet och jämförelsefältet har samma jordart, topografi och är systemtäckdikade samt försedda med ytvattenbrunnar så bedöms avrinningsförhållandena vara likartade.

Provtagning och analys

Prov på avrinnande vatten togs i en brunn tillhörigt utloppsstamledningen. Detta skedde minst en gång per månad när avrinning uppträdde. Sammanlagt har 74 provomgångar tagits, antalet per provår varierar mellan 12 och 24. Ett provår utgör här agrohydrologiskt år (jul-jun). Provtagningsförfarandet har beskrivits av Brink et al. (1978) och Gustafson & Torstensson (1983).

Analyserna utfördes vid avdelningens vattenlaboratorium. Metoderna överensstämmer i stort sett med svensk standard för vattenundersökningar. I några fall har reagensmängder och koncentrationer anpassats till automatisk analys. För närmare detaljer i analysmetoderna hänvisas till Brink et al. (1978), Gustafson & Torstensson (1983a) och Ulén (1984).

Nederbörd och avrinning

Nederbördsuppgifterna har hämtats från SMHI:s station i Skurup. Då särskilda avrinningsmätningar ej förekommit vid Högesta har dessa värden fått tas från Näsbygård.

Beräkningsmetoder

Transportberäkningarna har utförts så att ett koncentrationvärde för alla dagar med avrinning har interpolerats fram. De sålunda erhållna värdena multipliceras med motsvarande dygnsavrinning för erhållande av dygnstransport. Dygnstransporterna summeras sedan till månads- och årstransporter. Periodmedeltal av koncentrationer har erhållits genom att periodtransport dividerats med periodavrinning.

Odlingsåtgärder

Vid Högesta fördelades kvävegivan alltid på två till tre gödslingsstillfällena (Tabell 1). Flytande kvävegödsel (N30) användes vid minst ett tillfälle alla år. På Näsbygård förekom delade kvävegivor vid två tillfällena. Fosfor- och kaliumgödslingen skedde på hösten i båda fallen och skördarna varierade från medelgoda till mycket goda. Till höstvetet 1982 på Högesta spreds stallgödsel. Vårvete, höstvete och sockerbeter förekom på båda platserna, dock ej samma år. Det senare leder till att en jämförelse mellan gödslingsinsats och avkastning är mer osäker eftersom årsmånen kan ha stor betydelse för avkastningen. Jämförelsen kan ändå vara av intresse. Kvävegödslingen för motsvarande grödor var 52-79 N kg/ha högre på Högesta än på Näsbygård. Skillnaden i gödsling påverkade inte avkastningen i samma grad. Följande jämförelse kan bely-

Tabell 2. Nederbörd och avrinning. *Precipitation and discharge.*

År	Nederbörd (mm)			Avrinning (mm)		
	JUL-JUN	JUL-DEC	JAN-JUN	JUL-JUN	JUL-DEC	JAN-JUN
1982/83	689	337	352	275	60	215
1983/84	723	338	385	198	38	160
1984/85	589	358	231	265	117	148
1985/86	736	494	242	291	163	128
1982/86	684	382	302	257	95	162
1973/86	690	401	289	250	97	153

sa det hela (värden i N kg/ha och t/ha):

Plats	Vårvete		Höstvete		Sockerbetor	
	Gödsl.	Skörd	Gödsl.	Skörd	Gödsl.	Skörd
Högesta	171	6.2	174	7.6	189	48
Näsbygård	92	7.3	122	8.0	116	34

RESULTAT

Nederbörd och avrinning

Nederbörnsmedeltalen för den fyraåriga undersökningsperioden låg tämligen nära medeltalen för hela den 13-åriga undersökningsperioden på Näsbygård (tabell 2). Året 1984/85 var nederbörden betydligt lägre än normalt (100 mm) medan den resterande treårsperioden uppvisade mindre avvikelser. Normalt är nederbörden större under (JUL-DEC) än (JAN-JUN). De två första åren avvek från detta mönster. Liksom för nederbörden låg medeltalen för avrinningen nära 13-årsmedeltalet.

Årsavrinningens mellanårsvariation visade inte direkt samstämmighet med motsvarande nederbördsvariation. Det finns flera orsaker till detta. Nederbördens fördelning under året är en orsak där stor vinter-nederbörd ger förhållandevis kraftigare utslag i ökad avrinning. En annan orsak är de skiftande evapotranspirationsförhållandena under vegetationssäsongen olika år, en variation som är beroende av temperatur, instrålning, vind och olika gröders tidsmässiga utvecklingscykel (Gustafson 1987).

pH och ledningstal

pH-värdena på Högesta låg på eller över neutralpunkten. Det aritmetiska medelvärdet var 7,5 med en variation mellan 7,0 och 8,1. Detta innebär att marken har en bra buffringsförmåga då pH i nederbörden i området ligger så lågt som 4,3 (Bergström & Gustafson 1985).

Ledningstalet, som är ett uttryck för den totala jonkoncentrationen i vattnet varierade mellan 20 och 68 mS/m, med ett aritmetiskt medelvärde på 58 mS/m. Motsvarande värden på Näsbygård var för pH 7,7 (7,1-8,2) och ledningstal 68 (47-83) mS/m.

Kväve

Av totalkvävet i avrinnande vatten utgjordes i medeltal 90 % av nitrat. Variationerna hos totalkvävet var stora och det högsta värdet i Högsta noterades i januari 1984 och det lägsta i mars 1986 (fig. 2). Den allmänna variationsbilden var likartad på båda platserna men nivåerna skilde en del. Första året hade Högsta mycket lägre halter under JAN-JUN. Skillnaden förklaras av att fältet var besått med höstvetete medan vintertillståndet på Näsbygård var plöje. Ett höstvetete kan ta upp 30-40 N kg/ha på hösten och därvid sänks mineralkvävemängderna i profilen med motsvarande mängd, varvid koncentrationerna i avrinnande vatten minskar (Gustafson 1987).

Andra året var halterna högre på Högsta. Båda fälten var under vintern plöjda men grödorna innan var olika. Höstvetetet på Högsta skördades i augusti varefter fältet stubbearbetades ett par gånger, vilket bör ha gynnat mineraliseringen. Detta i kombination med sen start i avrinningen medförde ackumulation av kväve i profilen, vilket ledde till höga halter i avrinningens början på Högsta. Halterna avtog sedan under hela våren på grund av att förlusterna översteg tillskottet från mineralisering. Sockerbetorna på Näsbygård växte och tog upp kväve sent på hösten. Skörden skedde i oktober följt av plöjning i november efter vilken tidpunkt mineraliseringen normalt är jämförelsevis måttlig beroende bl.a. på låg marktemperatur (Gustafson 1987). Sammantaget bör detta ha lett till att kvävemängderna i profilen på Näsbygård var mindre än på Högsta och halterna blev följaktligen lägre i avrinnande vatten.

De förhöjda koncentrationerna sommaren 1984 tyder på direktutlakning av gödselkväve till följd av stor nederbörds mängd i juni (166 mm).

De två sista åren låg halterna på Högsta vid de flesta tillfällena över Näsbygårds. Variationerna var också kraftigare på Högsta, särskilt efter vårvetet sista året. Orsaken till de lägre och stabilare

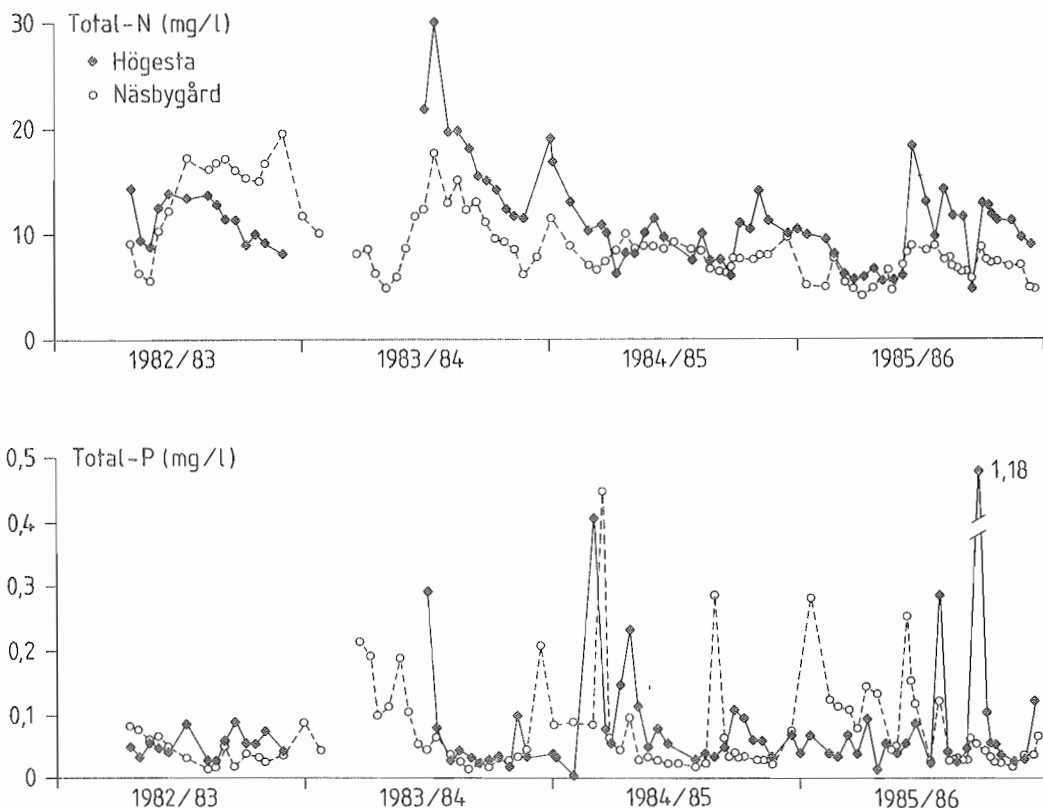


Fig. 2. Kväve och fosfor i dräneringsvatten. *Nitrogen and phosphorus in drainage water.*

Tabell 3. Medelkoncentrationer och förluster av olika ämnen vid Högesta och Näsbygård. *Mean concentrations and losses of different substances.*

	HCO ₃	K	Na	Ca	Mg	Cl	SO ₄ -S	Tot-P	PO ₄ -P	Tot-N	NO ₃ -N
Koncentrationer (mg/l)											
Högesta											
1982/83	230	2,2	13	98	4,3	19	18	0,06	0,03	11	10
1983/84	160	2,3	13	120	4,8	32	24	0,10	0,02	22	19
1984/85	240	2,6	12	110	4,0	21	19	0,09	0,04	9	8
1985/86	200	2,0	9	93	4,0	20	17	0,14	0,06	11	10
1982/86	210	2,3	11	100	4,2	22	19	0,10	0,04	13	12
Näsbygård											
1982/83	300	1,1	17	130	6,0	38	28	0,04	0,02	16	13
1983/84	280	3,6	15	140	5,7	20	25	0,06	0,03	14	12
1984/85	370	0,9	14	140	5,3	17	19	0,05	0,04	8	7
1985/86	240	1,5	11	100	4,1	23	16	0,13	0,07	8	7
1982/86	290	1,6	14	130	5,2	25	22	0,07	0,04	11	10
1973/86 ^a	300	1,4	14	130	5,3	19	19	0,07	0,04	13	12
Transporter (kg/ha)											
Högesta											
1982/83	640	6	35	270	12	52	51	0,16	0,09	31	28
1983/84	330	5	25	240	10	64	48	0,19	0,05	43	39
1984/85	640	7	31	300	11	54	51	0,23	0,12	24	22
1985/86	580	6	26	270	12	59	50	0,41	0,19	33	30
1982/86	550	6	29	270	11	57	51	0,25	0,11	33	30
Näsbygård											
1982/83	820	3	48	360	17	100	78	0,11	0,05	43	36
1983/84	540	7	29	270	11	40	50	0,12	0,06	27	24
1984/85	970	2	36	380	14	45	50	0,13	0,10	22	20
1985/86	710	4	32	290	12	67	48	0,38	0,19	23	21
1982/86	760	4	36	320	13	64	56	0,18	0,10	29	25
1973/86 ^a	830	4	46	400	17	60	62	0,17	0,10	33	29

^aTretton år för kväve, fosfor och kalium, för övriga ämnen sex år.

koncentrationerna på Näsbygård kan sökas i effekterna av gräsvallen som kan växa från tidig vår till sen höst och på så sätt hålla nere mineralkvävemängderna i profilen så att inte mycket blir över för utlakning. Inte heller upplöjningen av vallen på Näsbygård gav något nämnvärt utslag på kvävehalten. Rajgräset hade förmodligen utarmat profilen på mineralkväve så att en relativt lång immobiliseringsperiod följde på upplöjningen, varför nettomineraliseringen blev liten under hösten.

Den kraftiga koncentrationssänkningen vid ett provtillfälle i mars 1986 har sin sannolika förklaring i att ytvatten dominerade i avrinnande vatten. Detta ger framför allt upphov till låga nitrathalter, eftersom jordprofilen inte lakas. Även smärre enstaka koncentrationssänkningar av samma orsak förekom under framför allt 1984/85.

De transporterade totalkvävemängderna på Högesta blev i medeltal för den fyraåriga försöksperioden 33 N kg/(ha.a) vilket är något mer än på Näsbygård med 29 N Kg/(ha.a) men exakt lika med det 13-åriga medelvärdet för Näsbygård (tabell 3). För båda stationerna var läckaget efter

sockerbetor lägre än efter stråsäd eller oljeväxter och allra lägst var det efter vallen på Näsbygård.

Det kan verka förvånande att utlakningsskillnaderna inte blev större när gödslingsintensiteten var så pass mycket högre på Högsta samtidigt som avkastningen i allmänhet var tämligen lika (höstvet, vårvete). En förklaring kan vara att kvävehalterna i skördeprodukterna varit högre vilket gjort att kväveskörden blev större och en del av kvävet försvunnit denna väg. En större mängd kan också ha bundits upp i marken som organiskt kväve genom skörderester varifrån kvävet sedan kan mobiliseras genom mineralisering efter kortare eller längre tid. Detta gör att det kan ta en viss tid innan större gödselgivor ger markant utslag i förhöjda kvävehalter i vattnet (Bergström & Brink 1986), i varje fall är det direkta läckaget av gödselkväve utan passage av den organiska markkvävepoolen i allmänhet litet, mindre än tio procent (Bergström 1987).

Fosfor

Halterna var måttliga och fosfatfosfor utgjorde i medeltal knappt hälften av totalfosfor (tabell 3). Haltvariationerna var i allmänhet små, bara vid enstaka tillfällen förekom kraftiga toppar av övrig fosfor (fig. 2). Dessa sammanföll med de mer eller mindre markerade sänkningarna av kvävekoncentrationen. Det är således frågan om tillfällen med stort ytvatteninslag hos det avrinnande vattnet. Andelen övrig fosfor i sådant ytvatten är normalt stor (Gustafson & Torstensson 1983b). Jämfört med Näsbygård synes förhållandena vara likartade.

De transporterade mängderna var något större på Högsta än Näsbygård. Medelvärdet för fyraårsperioden (0.25 tot-P kg/(ha.a)) var dock obetydligt större än medeltalet både för fyra- och trettonårsperioden (0.18 och 0.17 tot-P kg/(ha.a) resp.) på Näsbygård.

Kalium

Halterna på Högsta var något högre än på Näsbygård (tabell 3). Variationerna mellan åren var liten. De transporterade mängderna var små.

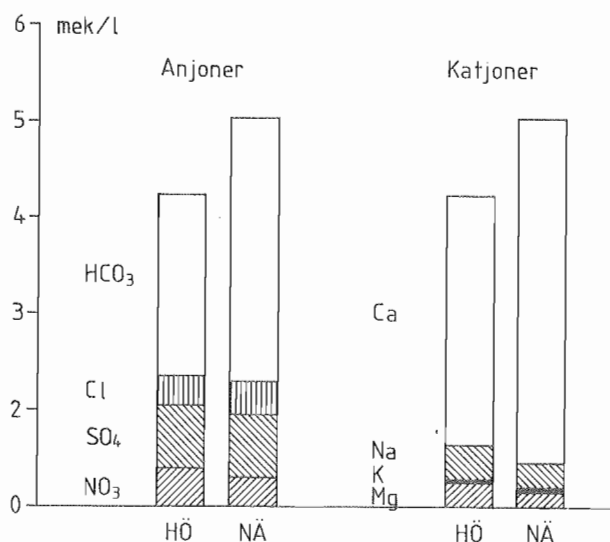


Fig. 3. Medeljonbalans i dräneringsvatten. *Mean ion balance in drainage water.*

Större konstituent

Utlakningsmönstret var typiskt för en kalkrik moränlera i Skåne (Wiklander 1970). Sålunda var koncentrationerna av kalcium och vätekarbonat höga (tabell 3). Halterna av magnesium, natrium, klorid och sulfatsvavel var låga till måttliga.

Genom att beräkna de olika ämnens medelbidrag till den totala jonbalansen för hela undersökningsperioden kan man lättare göra en jämförelse med Näsbygård (fig. 3). Det framgår då att jonsammansställningen är mycket likartad för alla ämnen utom för kalcium och vätekarbonat. Skillnaden i koncentrationer för dessa ämnen stämmer väl med de skillnader i pH och ledningstal, som uppmätts, och tyder på något lägre kalkhalt i moränleran på Högsta. Variationer av den här storleksordningen får bedömas som normala.

Medelförlusten av kalcium på Högsta blev 270 Ca kg/(ha.a). Det kan vara av intresse att överföra detta till CaO. Det skulle i såfall motsvara 380 CaO kg/(ha.a), vilket motsvarar ca 760 kg/(ha.a) av jordbrukskalk.

SAMMANFATTNING

Vattenkvaliteten hos avrinnande vatten från ett åkerskifte i Nybroåns vattensystem (Tomelilla kommun) har undersökts under fyra år.

Jordarten på åkerskiftet är moränlera. Jämförelse har gjorts med resultatet från ett referensfält med samma jordart.

Analyserna omfattade pH, ledningstal, kväve, fosfor, kalium, natrium, kalcium, magnesium, klorid, vätekarbonat och sulfat.

Vattenkvaliteten visade sig vara typisk för ett dräneringsvatten från en kalkrik moränlera i Skåne. Stora likheter förelåg med vattenkvaliteten hos ett referensfält.

Kväveläckaget påverkades tydligt av grödan, efter sockerbetor och om fältet var besätt med höstsådda grödor blev läckaget lägre än efter vårsäd med efterföljande obesätt fält under vintern.

Intensivare kvävegödsling på Högsta gav inte upphov till varken högre skörd eller nämnvärt större utlakning av kväve. Möjligen kan kväve ha lagrats som organiskt kväve i marken, varifrån det kan frigöras efter kortare eller längre tid och sedan utnyttjas av grödor eller utlakas.

Fosforläckaget var måttligt men förhöjd utlakning förekom i samband med ytavrinning.

Koncentrationerna av kalcium och vätekarbonat var höga medan halterna av magnesium, natrium, klorid och sulfatsvavel var låga till måttliga. Detta utlakningsmönster är typiskt för en kalkrik moränlera.

Trots relativt sur nederbörd (pH 4,3) var pH-värdet i medeltal 7,5 vilket visar den kalkrika moränens goda buffringsförmåga. Å andra sidan blev utlakningen av kalcium stor, i medeltal 270 Ca kg/ha.a. Motsvarande ca 760 kg/(ha.a) av jordbrukskalk.

Såvitt man kan bedöma verkar det undersökta skiftet mycket väl svara mot de krav som kan ställas på ett referensfält för åkermarkens bidrag av näringsämnen till Nybroåns vattensystem. Frågan är om resultatet från Näsbygård på grund av de stora likheterna skulle kunna utnyttjas i samma syfte. Med ledning av de resultat som framkommit kan frågan besvaras jakande under förutsättning att grödor och odlingsystem inte kommer att skilja sig alltför mycket i framtiden.

REFERENSER

Bergström, L. 1987. Leaching of 15-N-labeled nitrate fertilizer applied

- to barley and a grass ley. *Acta Agric. Scand.* 37. (Under tryckning.)
- Bergström, L. & Brink, N. 1986. Effects of differentiated applications of fertilizer N on leaching losses and distribution of inorganic N in the soil. *Plant and Soil* 93, 333-345.
- Bergström, L. & Gustafson A. 1985. Hydrogen ion budgets of four small runoff basins in Sweden. *Ambio* vol. 14 no. 6, 346-348.
- Brink, N. & Ivarsson, K. 1985. Förluster av växtnäring från lerjordar i Skåne. *Ekohydrologi* nr 19, 17-33.
- Brink, N., Gustafson, A. & Persson, G. 1978. Förluster av växtnäring från åker. *Ekohydrologi* nr 1, 1-60.
- Brink, N., Gustafson, A. & Torstensson, G. 1986. Odlingsåtgärders inverkan på kvalitet hos yt- och grundvatten. *Ekohydrologi* nr 21, 24-31.
- Gustafson, A. 1987. Simulation of drainage discharge from a clay till soil during a ten year period. Antagen för publicering i *Journal of Hydrology*.
- Gustafson, A. & Hansson, M. 1980. Växtnäringsförluster i Skåne och Halland. *Ekohydrologi* nr 6, 3-20.
- Gustafson, A. & Torstensson, G. 1983. Växtnäringsförluster vid Öjebyn. *Ekohydrologi* nr 13, 21-33.
- Gustafson, A. & Torstensson, G. 1983. Växtnäringsförluster vid Röbbäcksdalen. *Ekohydrologi* nr 13, 35-48.
- Gustafson, A. & Torstensson, G. 1984. Växtnäringsförluster från åker i Nybroåns avrinningsområde. *Ekohydrologi* nr 15, 21-26.
- Ulén, B. 1984. Påverkan på yt-, dränerings- och grundvatten vid Ekenäs. *Ekohydrologi* nr 18, 3-38.
- Wiklander, L. 1970. Utlakning av näringsämnen. III. Vid Röbbäcksdalen, Marsta, Gammelstorp, Heagård och Hoby. *Grundförbättring* 24, 95-111.

APPENDIX

Koncentrationer på avrinnande vatten vid Högesta 1982-86.

PROVDAG	pH	mS/m	HCO ₃	K	Na	Ca	Mg	SO ₄ -S	Cl	Tot-P	PO ₄ -P	Tot-N	NO ₃ -N
821019	7.2	68	271	4.2	14.4	130	5.4	28.5	24.7	0.051	0.032	14.40	13.10
821101	7.3	64	266	2.0	12.7	119	4.7	19.2	25.5	0.035	0.027	9.48	9.32
821116	7.5	65	294	2.0	17.4	142	4.7	21.0	29.4	0.058	0.014	8.84	7.13
821129	7.2	64	246	2.4	12.9	135	1.5	23.1	21.7	0.049	0.023	12.50	11.70
821213	7.2	59	252	2.7	13.6	135	4.8	23.7	21.4	0.041	0.026	13.80	13.10
830110	7.2	48	211	3.0	18.4	110	4.5	20.2	-	0.087	0.066	13.30	12.20
830209	7.4	53	227	2.0	11.3	90	4.1	19.9	22.1	0.030	0.025	13.60	11.90
830221	7.6	58	242	2.0	10.6	104	4.7	20.1	22.6	0.030	0.025	12.80	11.00
830307	7.2	43	182	2.2	11.0	83	3.7	17.7	15.4	0.060	0.055	11.40	10.30
830321	7.2	49	223	1.0	10.9	113	3.9	18.1	17.5	0.090	0.020	11.30	11.10
830405	7.1	48	205	2.1	10.6	73	3.5	13.4	-	0.058	0.038	8.95	7.97
830418	7.3	51	229	2.1	-	86	3.7	15.4	14.9	0.055	0.050	9.99	9.77
830502	7.4	49	259	1.9	11.6	87	4.7	18.3	16.1	0.077	0.034	9.11	7.12
830530	7.3	60	276	2.5	12.0	77	4.9	16.3	15.8	0.044	0.012	8.10	6.62
831227	7.3	68	166	2.4	12.2	116	5.2	36.2	27.7	0.294	0.027	21.70	21.10
840109	7.2	66	131	2.6	12.4	131	5.1	40.3	25.3	0.082	0.025	30.00	28.10
840130	7.6	62	159	2.8	13.5	122	4.9	29.7	22.4	0.030	0.020	19.60	16.70
840213	7.4	57	133	2.5	11.8	112	4.5	28.1	21.6	0.045	0.035	19.70	18.60
840301	7.6	59	174	2.2	12.9	112	4.1	27.1	21.9	0.033	0.025	18.00	16.80
840313	7.6	60	184	1.9	11.6	110	4.2	27.1	25.3	0.025	0.012	15.40	14.50
840326	7.6	61	183	2.0	13.0	126	4.3	28.8	25.3	0.030	0.015	15.00	13.40
840409	7.6	45	196	1.5	12.6	123	3.9	24.6	24.6	0.035	0.010	14.20	13.20
840425	7.8	61	219	1.1	11.3	112	4.5	25.2	23.7	0.020	0.015	12.30	11.30
840507	7.7	58	227	1.2	11.2	104	3.7	27.7	25.1	0.100	0.030	11.70	9.96
840522	7.6	66	240	1.1	11.5	115	4.8	25.3	27.9	0.035	0.015	11.40	10.10
840630	7.2	66	236	1.0	13.1	118	4.3	24.8	24.6	0.040	0.020	18.90	12.20
840703	-	-	248	1.4	16.1	120	2.5	22.9	27.7	0.035	0.005	16.80	16.50
840730	7.0	62	138	1.3	12.7	111	2.3	23.0	24.3	0.005	0.000	13.00	12.80
840827	7.6	68	280	1.4	10.5	157	1.8	22.5	22.2	0.410	0.030	10.30	9.23
840917	8.0	64	259	2.8	10.9	153	3.6	22.6	20.9	0.080	0.040	10.80	9.88
840924	7.5	64	265	2.6	15.6	128	4.4	23.0	22.0	0.055	0.035	10.10	9.59
841008	7.4	65	315	2.5	13.0	147	4.9	22.3	24.2	0.150	0.010	6.21	5.12
841023	7.0	52	244	7.0	14.4	90	3.9	16.6	16.7	0.235	0.075	8.19	5.83
841105	7.1	64	290	3.0	12.4	121	5.4	22.1	21.4	0.115	0.040	8.14	7.48
841119	7.6	60	265	1.7	13.7	116	4.9	22.5	21.2	0.050	0.035	10.10	8.89
841203	7.4	58	261	2.5	12.4	115	4.1	21.0	19.3	0.080	0.050	11.40	9.58
841218	7.5	59	245	2.4	11.0	105	4.5	21.7	20.0	0.055	0.035	9.66	9.37
850129	7.6	61	283	1.5	10.4	142	4.8	22.8	24.7	0.030	0.015	7.48	7.38
850211	7.7	53	234	1.3	14.1	124	2.0	20.1	20.7	0.040	0.030	10.10	9.63
850225	7.4	46	184	3.2	8.6	74	2.8	16.8	16.6	0.035	0.030	7.40	6.62
850311	7.5	52	222	1.1	9.1	94	4.0	17.8	19.1	0.050	0.020	7.46	6.60
850325	7.2	-	168	2.5	10.2	67	2.7	15.6	13.8	0.110	0.100	6.05	5.11
850409	7.2	58	227	2.1	9.1	123	3.8	22.6	14.4	0.095	0.065	11.00	9.42
850423	7.5	55	231	2.3	9.1	145	4.4	24.4	18.4	0.060	0.035	10.40	9.87
850506	7.3	53	215	-	14.0	90	4.1	20.3	14.5	0.060	0.060	14.00	13.70
850520	7.4	58	234	2.1	12.1	97	4.8	21.4	17.3	0.035	0.030	11.20	10.40
850618	8.1	58	258	1.4	14.5	114	4.7	15.6	18.4	0.070	0.040	10.00	7.41
850701	8.1	60	283	1.1	12.7	117	4.7	16.2	19.5	0.040	0.025	10.40	9.91

850715	7.6	60	263	1.2	12.1	124	5.2	16.1	19.1	0.070	0.025	9.90	9.85
850812	7.9	59	274	1.3	12.0	108	5.1	21.8	22.1	0.040	0.030	9.52	9.39
850826	7.8	63	302	1.2	12.4	130	6.1	29.0	20.3	0.035	0.015	8.07	7.84
850909	7.7	65	270	1.5	11.7	133	5.8	22.7	23.0	0.070	0.035	6.20	5.77
850923	7.9	67	313	1.6	12.0	141	5.3	21.2	24.7	0.040	0.025	5.65	5.30
851007	7.6	66	392	1.7	10.1	135	5.5	23.5	25.5	0.095	0.030	5.97	5.41
851021	7.7	65	312	1.5	11.6	153	5.5	22.9	25.8	0.015	0.010	6.69	5.31
851104	8.0	66	318	1.5	11.4	125	5.6	22.8	24.1	0.055	0.020	5.49	4.94
851119	7.7	66	317	1.3	11.7	118	5.6	20.3	24.8	0.040	0.020	5.60	5.19
851202	7.6	64	302	1.7	8.3	129	5.2	20.3	24.4	0.055	0.045	6.07	5.35
851217	7.2	51	164	2.3	10.6	86	3.9	28.6	17.1	0.089	0.066	18.20	16.30
860107	7.6	57	208	1.6	11.2	104	4.2	26.2	21.1	0.026	0.016	13.00	11.80
860121	7.0	31	106	2.0	6.2	52	2.4	8.0	9.0	0.289	0.133	9.75	9.06
860203	7.5	52	155	2.1	9.0	99	4.1	27.2	16.2	0.044	0.030	14.30	13.20
860217	7.7	56	220	1.6	9.4	97	4.3	24.3	18.0	0.027	0.016	11.70	11.50
860303	7.7	56	233	1.4	13.8	98	4.0	43.7	18.4	0.049	0.016	11.50	11.30
860317	7.2	20	75	2.7	2.6	30	1.3	7.1	6.2	1.180	0.119	4.78	3.00
860401	7.3	48	189	1.9	10.3	83	3.5	17.7	13.3	0.105	0.054	12.80	12.00
860407	7.4	51	189	1.9	10.2	93	3.9	18.9	14.8	0.058	0.044	12.60	12.30
860414	7.6	52	212	2.1	11.4	91	3.8	20.3	16.0	0.053	0.044	11.80	10.60
860421	7.5	53	210	1.8	10.8	96	3.8	21.4	17.4	0.038	0.029	11.20	9.88
860513	7.8	57	219	2.2	12.2	101	4.1	21.8	16.1	0.028	0.026	11.10	9.90
860527	7.6	57	248	2.1	14.0	83	4.3	23.2	17.9	0.032	0.012	9.60	8.25
860610	7.6	57	252	2.0	11.0	102	8.6	21.4	17.5	0.123	0.034	8.95	8.90
860707	7.8	57	259	1.2	11.9	106	4.7	20.6	19.3	0.060	0.039	10.90	9.90
860716	7.9	57	249	1.3	12.0	105	4.8	21.3	19.7	0.060	0.020	10.60	9.99

STALLGÖDSLAD OCH KONSTGÖDSLAD ÅKER LÄCKER VÄXTNÄRING

Fields spread with Manure and Fertilizer leach Plant Nutrients

Solweig Ellström och Nils Brink

Abstract. In the summer of 1984 an experimental field with separate drained plots was laid out in the southeastern part of Sweden and the experiment was started in the spring of 1985.

The purpose of the experiment is to determine the influence of the level of fertilizers on the loss of nitrogen and phosphorus with the drainage water. The leaching of nitrogen and phosphorus from manured plots will be compared with the leaching from plots treated with commercial fertilizers. The effect of different amounts of manure and commercial fertilizers will also be studied.

The results from the first year are given. The two largest amounts of commercial fertilizers, 120 and 180 N kg/ha have obviously raised the content of nitrate in the drainage water and thereby also increased the leaching of nitrate. As regards the influence of large amounts of manure, it is however too early to discuss results obtained.

INLEDNING

Det är idag känt att jordbruksmarken läcker kväve till yt- och grundvatten och att överoptimal gödsling markant ökar läckaget. Samtidigt vet vi att jordbruket ofta underskattat stallgödseln ur växtnäringssynpunkt. Mot bakgrund av dessa fakta har avdelningen för vattenvård vid Sveriges lantbruksuniversitet startat fyra försök. De är så upplagda att utlakningen från handelsgödslade led kan jämföras med den från stallgödslade och givorna är differentierade så att effekten av olika mängd kväve kan jämföras.

Det försök som beskrivs i denna rapport är förlagt till sydöstra

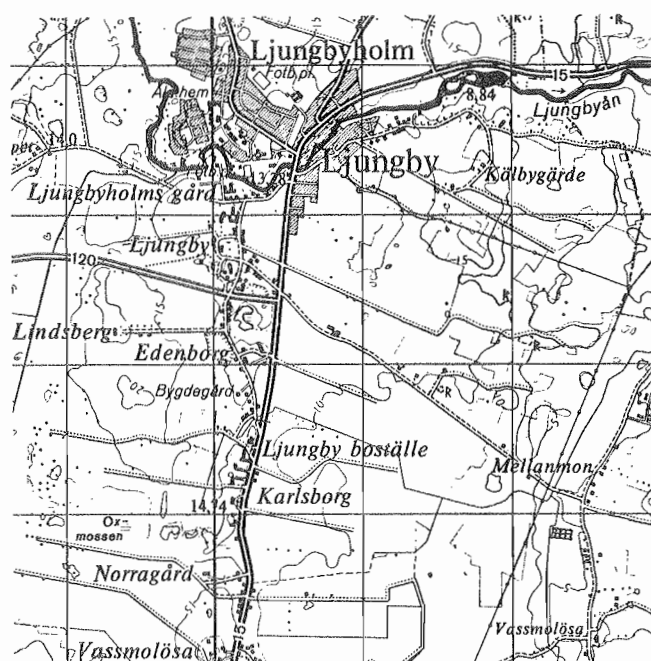


Fig. 1. Försöksfältet med omgivning. *The experimental field and its surroundings.*

Sverige, eftersom detta område är mindre utforskat ur växtnäringssynpunkt än södra Sverige i övrigt.

MÅL

Försökets mål är att i ett för trakten normalt odlingssystem fastställa gödslingsintensitetens betydelse för förlusterna av i första hand kväve och fosfor med dräneringsvattnet.

MATERIAL OCH METODER

Försöksfältet

Allmänt. Försöksfältet som iordningställdes sommaren 1984 ligger på Ljungbyholms gård i Småland ca en och en halv mil sydväst om Kalmar (fig. 1).

Vid nordvästra hörnet av försöksfältet finns en mätstation som registrerar avrinningen och dit förs vattnet i täta ledningar från var och en av de åtta rutor som försöksfältet indelats i. Varje ruta är 0,09 ha och har ett eget täckdikessystem med fyra parallella grendiken på nio meters avstånd från varandra. För att få likvärdiga avsugningsförhållanden vid alla rutgränser är grendikena sinsemellan förbundna med ett tvärgående dike även i övre änden.

Hela försöksfältet, som sluttar svagt åt nordväst, omges av en skyddsdränering som delvis är dubbel.

Jordart

Försöksfältet ligger i ett sedimentområde och har en jordart som är en moig lättlera. Matjorden är måttligt mullhaltig (4 % mull) och alven innehåller mindre än en procent mull. Här och var på fältet förekommer tunna linser med svallad sand.

Mekanisk analys har utförts på jordprov som kommer dels från östra

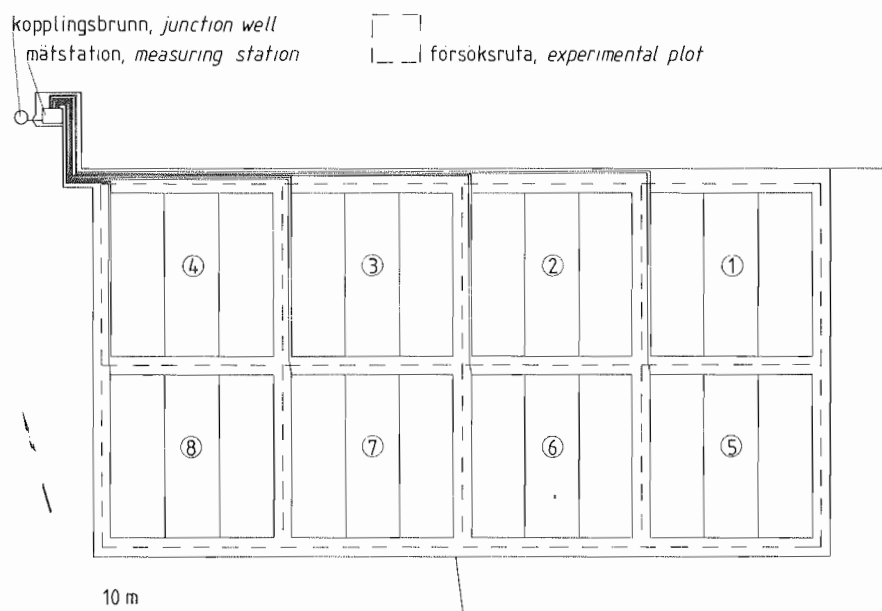


Fig. 2. Försöksfältet med separat täckdikade försöksrutor. *The experimental field with separately drained plots.*

och dels från västra delen av fältet och det har därmed visat sig att skillnaden i kornstorleksfördelningen är tämligen obetydlig. Lerhalten i 30-60 cm-skiktet är dock lägre i västra delen av fältet än i östra, endast 14 procent jämfört med 21.

Figur 3 visar kornstorleksfördelningen som medeltal för hela fältet.

Resultatet av de kemiska analyserna av jordprov som togs när försöket startades resovisas i tabell 1. Här kan man se att pH-värdet i regel låg under neutralpunkten, att matjorden tillhörde P-AL-klass III och alven klass I samt att kaliumhalterna var högst i nedre delen av alven. Sålunda tillhörde nedre delen av alven K-AL-klass III medan övre delen av alven och matjorden hörde till klass II. Östra och västra delarna av fältet var tämligen lika.

Utöver de analyser, vars resultat redovisas i tabell 1, gjordes några bestämningar enbart på matjorden. Denna innehöll i genomsnitt 7,7 mg magnesium per 100 g jord, vilket ger en K/Mg-kvot på 0,8, ett väl lågt värde. Vidare tillhörde matjorden i såväl västra som östra delen av fältet förrädsfosforklass 3 med i genomsnitt 49 mg fosfor per 100 g jord. Innehållet av förrädskalium i matjorden skilde sig däremot i de två delarna av fältet så att västra delen innehöll 110 mg/100 g jord (klass 3) och östra 80 mg/100 g (klass 2).

Kalciuminnehållet i matjorden slutligen var 223 mg/100 g i västra delen av fältet och 195 mg/100 g i östra.

Mätningar

Nederbörden. De värden som anges för nederbörden kommer från SMHI:s station i Kalmar.

Avrinningen. Med hjälp av tvåsidiga vippkärl (Brink 1968) mäts avrinningen från varje ruta. Vippkärlen, som kalibreras på platsen och vars halvor rymmer ca 5 l, är konstruerade på ett sådant sätt att vattnet fyller en halva i taget. När ena halvan är fylld vippar den över och töms medan den andra halvan fylls.

För att få ett mått på avrinningen registreras antalet vippningar. En

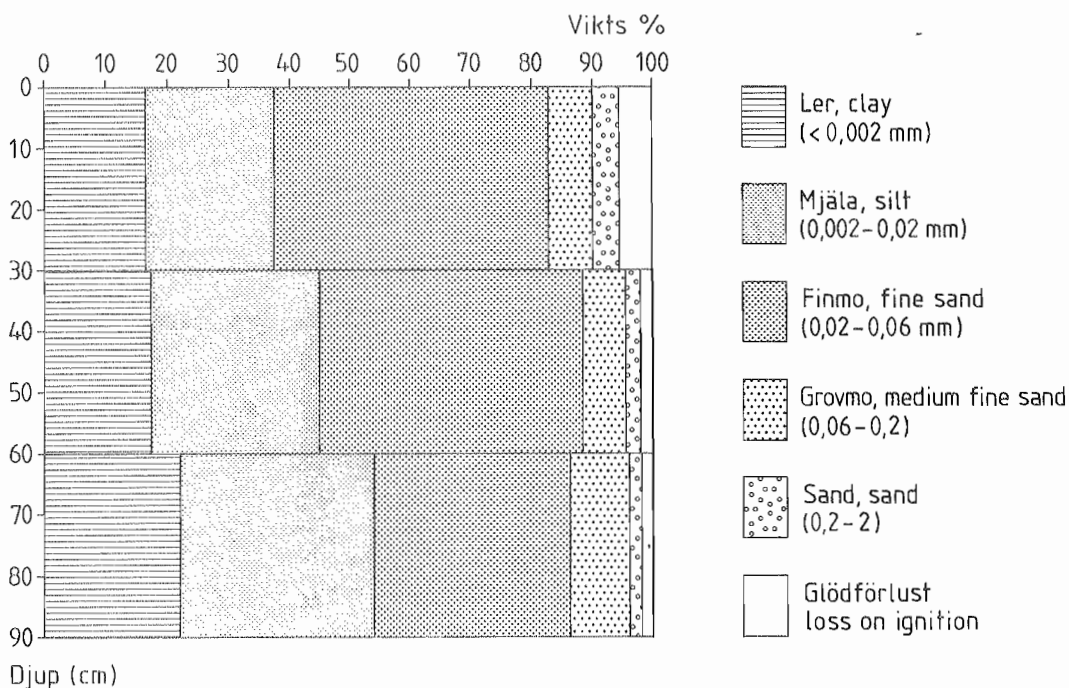


Fig. 3. Kornstorleksfördelningen. *Particle size distribution.*

Tabell 1. Jordens pH samt innehåll av fosfor och kalium. *The pH-value and the content of phosphorus and potassium in the soil.*

Djup (m)	pH		P-Al (mg/100 g)		K-Al (mg/100 g)	
	Väst	Öst	Väst	Öst	Väst	Öst
0.00-0.30	6.2	6.0	7.6 (III)	7.9 (III)	7.0 (II)	6.0 (II)
0.30-0.60	6.7	6.7	0.7 (I)	0.5 (I)	4.8 (II)	6.5 (II)
0.60-0.90	6.8	7.0	1.2 (I)	1.5 (I)	9.0 (III)	10.5 (III)

induktiv givare har placerats intill varje vippkärl och för varje vippning ger givaren en impuls till ett elektromekaniskt räkneverk, som avläses var fjortonde dag i samband med vattenprovtagningen.

Vippkärlen är installerade i två mätbrunnar med fyra kärl i varje (fig. 4a). Från mätbrunnarna rinner vattnet över i en tredje djupare brunn och från denna råder det normalt fritt utlopp genom en ledning till en sedan tidigare befintlig kopplingsbrunn.

Utloppsledningen är dock försedd med backventil och i den djupare brunnen finns en pump samt nivåelektroder som är kopplade till ett relä. Detta som en säkerhetsåtgärd. Om det skulle uppstå en situation med dämning i utloppsledningen så att vattnet i den djupare brunnen stiger i nivå med botten på mätbrunnarna, startar pumpen och lyfter över vattnet till utloppsledningen på utsidan backventilen, vilken då stängs.

Mätbrunnarna och den djupare brunnen är överbyggda med ett litet hus (fig. 4b).

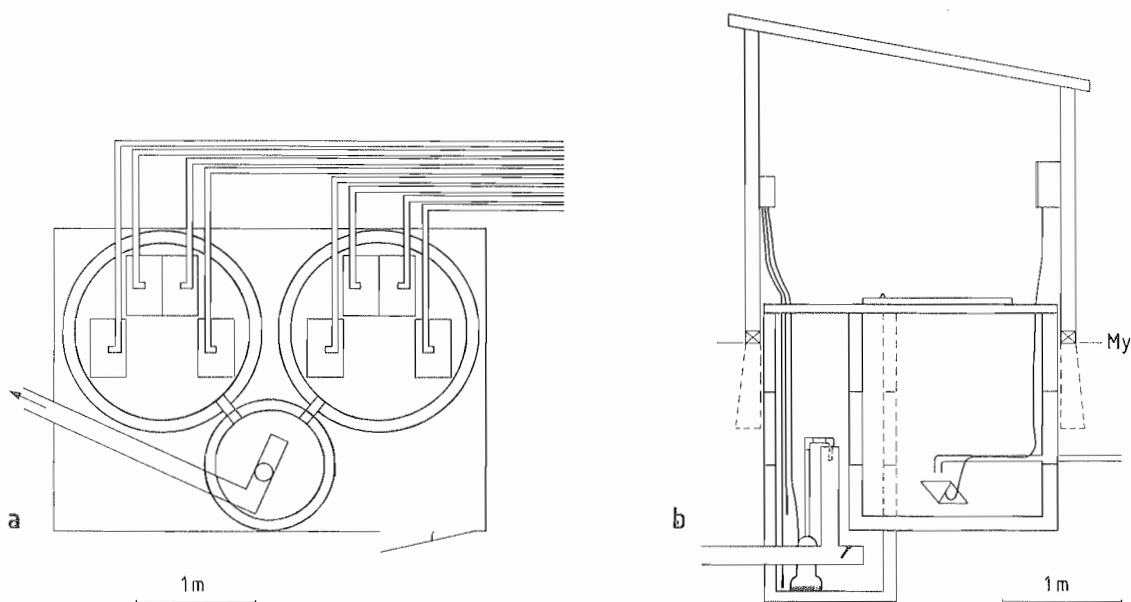


Fig. 4. Mätstation med vippkärl sedd från sidan (a) och uppifrån (b). *Measuring station. Side view (a) and view from above (b).*

Provtagning

Dräneringsvatten. Från var och en av rutorna tas prov på dräneringsvattnet två gånger per månad i de till mätstationen inkommande ledningarna. Proven når laboratoriet inom ett dygn och där delas vattnet upp och behandlas olika beroende på vilka analyser som sedan skall göras. Vatten för PO_4^- , K- och NH_4^- -analys centrifugeras och dekanteras, varefter PO_4^- -proven konserveras med 4M H_2SO_4 och K-proven med CsCl. Dessutom konserveras vatten som skall analyseras på total-P, total-N och NO_3^- med H_2SO_4 .

Jord. Jordprovtagning sker tre gånger per år, en gång strax före gödslingen på våren, en gång vid skörden och en gång under vintern. På varje ruta utses åtta fasta punkter vid vilka två stick tas i skiktet 0-30 cm, ett stick i skiktet 30-60 cm och ett i skiktet 60-90 cm. Proven från de åtta punkterna slås därefter samman skiktvis så att ett samlingsprov fås per ruta och skikt.

Proven fryses och skickas till laboratorium för analys av torrsubstans, NH_4^- -kväve och NO_3^- -kväve. Vintern 1984 bestämdes dessutom pH, P-Al, P-HCl, K-Al och K-HCl. För en mer detaljerad redogörelse av tillvägagångssättet vid jordprovtagningen hänvisas till Lindén (1981).

Stallgödsel. För att gödselgivorna skall bli anpassade till rätt kvävenivå tas snabbprov vid spridningstillfället enligt en nyligen utarbetad metod. Denna går så till att en bestämd volym av gödseln placeras i en burk med tättslutande lock tillsammans med ett oxidationsmedel. Ammoniak utvecklas i burken och gastrycket mäts med en manometer placerad på burkens lock. Mängden kväve i gödseln kan därvid avläsas på en skala som konstruerats enligt principen för allmänna gaslagen. (Nilsdotter-Linde 1983.)

Vid spridningstillfället tas även prov för analys på laboratorium enligt gängse metod.

Skörd. På varje ruta bestäms kärnskorde genom att väga kärnorna från en 100 m² stor skördeyta, varefter ett representativt prov på 1000 g kärna tas ut för laboratoriebestämning av torrsubstanshalt och kväveinnehåll.

Analysmetoder

Vatten. Med följande ändringar överensstämmer analysmetoderna med dem som redovisats av Brink, Gustafson & Persson (1978). Det görs inte längre någon speciell nitritanalys, vilket innebär att nitritinnehållet i vattnet ingår i bestämningen av nitratvärdena.

Vidare har fosfatbestämningen ändrats på så vis att hydraziniumsulfat används istället för askorbinsyra och mätningarna av absorbansen sker vid 620 nm istället för vid 880.

Ammoniumbestämningen slutligen har ändrats helt. Man låter nu ammoniumjonerna övergå till ammoniak, som diffunderar genom ett membran till en indikator. Färgförändringen mäts sedan spektrofotometriskt vid 59 nm.

Jord. Proven tinas upp och homogeniseras, varefter jorden vägs in i fältfuktigt tillstånd och extraheras i 150 ml 2M KCl. Ammonium- och nitratkväve bestäms sedan i extrakten på samma sätt som i vatten. Vidare bestäms torrsubstanshalten för varje prov.

Skörd. Prov för analys av torrsubstanshalt och kväveinnehåll i kärnan sänds till Statens lantbrukskemiska laboratorium.

Tabell 2. Försöksplan. *Experimental procedures.*

Ruta ...	7	2	Stallgödsel			Handelsgödsel		
			1	4	3	6	5	8
Benämning	0	0	S60	S120	S180	H60	H120	H180
N kg/ha	0	0	60	120	180	60	120	180
P kg/ha	0	0	20 ^a	40 ^a	60 ^a	15	30	45

Ruta, plot. Stallgödsel, *farmyard manure*. Handelsgödsel, *commercial fertilizer*. ^aVarierar med förhållandet mellan kväve och fosfor i stallgödseln.

Transportberäkningar

Borttransporten av växtnäringsämnen från försöksrutorna beräknas på följande sätt.

Först tas dygnsvärden fram. Detta sker för koncentrationerna genom interpolation mellan provtagningstidpunkterna och för avrinningarna genom att dela upp de totala avrinningarna mellan två avläsningstillfällena i likstora dygnsavrinningar. Därefter multipliceras dygnskoncentrationerna och dygnsavrinningarna med varandra så att dygnstransporter erhålles. Dessa kan sedan summeras till månads- och årstransporter.

Odlingsåtgärder

Odlingsåtgärder är desamma på försöksfältet som på skiftet i övrigt med undantag för gödslingen.

Före försökets start, under åren 1978-1984, odlades följande grödor: sockerbetor, havre, höstvetete, korn, vall I, vall II och höstvetete i nu nämnd ordning. Hösten 1984 var specialtäckdikningen klar och fältet besåddes med höstvetete, som dock utvintrade och ersattes med havre. År 1986 var grödan åter höstvetete.

Försöksuppläggningsfrågan framgår av tabell 2. Två rutor gödslas inte alls och i övrigt är fältet uppdelat i två delar, en som stallgödslas och en som handelsgödslas. I de båda delarna är dessutom kvävegödslingen differentierad i givorna 60, 120 och 180 kg/ha. Stallgödselmängderna som skall tillföras för att erhålla rätt kvävemängder räknas fram med hjälp av snabbanalys av gödselns NH₄-innehåll.

Till de handelsgödselade leden ges dessutom tillskott av fosfor och kalium och då är fosforgödslingen så vald att det led som får 60 N kg/ha i form av handelsgödsel skall kompenseras för bortförslin av fosfor (Svanberg 1971). Fosforgivan ökar sedan med stigande givor handelsgödselkväve. Kaliumgivorna följer fosforgivorna genom att ett PK-gödselmedel används.

De stallgödselade leden får inget extra tillskott av fosfor. Med hjälp av analysresultat från Steineck (1986) kan man emellertid räkna fram att omkring 20 kg fosfor tillförs vid en flytgödselgiva som ger 60 kg N per hektar. Förhållandet mellan fosfor och kväve i stallgödseln kan dock variera mycket kraftigt, vilket bör hållas i minnet då försöksplanen studeras.

Hösten 1984, dvs. före försökets start, gödslades dessutom hela försöket med 2-300 kg PK 5-16 och hösten 1984 gödslades det med 210 kg PK 7-25. I det senare fallet skedde det av misstag.

RESULTAT

Allmänt

Handelsgödselgivans storlek har påverkat utlakningen av kväve (år 2, fig. 5), men hur stallgödseln inverkat är ännu för tidigt att säga. Fosfor- och kaliumutlakningen visar heller ännu inga tendenser. Fältet är nyligen anlagt med allt vad det innebär av störningar i markprofilen och förändringar i vattenbalansen. Likaså har de olika behandlingarna av rutorna pågått under så kort tid, att halterna av växtnäringssämnen i marken ännu inte hunnit stabilisera sig och detta kommer i sin tur att medföra framtida förändringar av halterna i dräneringsvattnet.

Särskilt tydligt blir detta för de stallgödslade rutorna, eftersom en del av det organiska kvävet i stallgödseln inte mineraliseras det år då givan ges.

År 1 (30 nov. 1984 - 30 juni 1985) i figur 5 visar hur försöksrutorna reagerade före försöksgödslingens start.

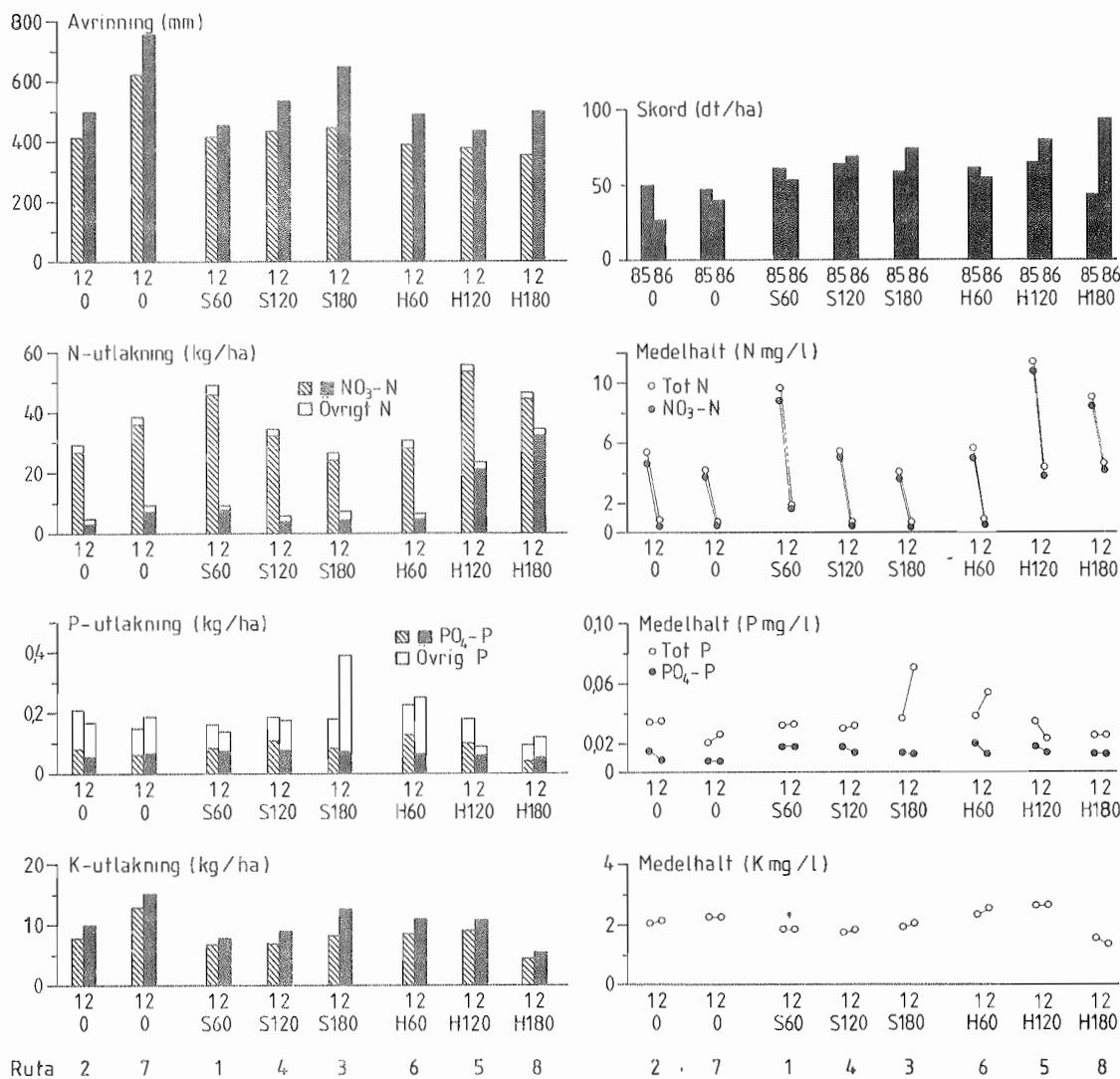


Fig. 5. Avrinning, skörd, medelhalter i dräneringsvattnet och utlakning av kväve, fosfor och kalium. 1 = 30 nov 84 - 30 jun 85, 2 = 9 jul 85 - 30 jun 86. Drainage discharge, yield, mean concentrations in the drainage water and leaching of nitrogen, phosphorus and potassium.

Avkastning

Havren skördades den 20 september 1985. Härvid visade sig den högsta handelsgödselgivan, 180 N kg/ha, ha lett till liggsäd så att skörden reducerades betydligt (fig. 5).

Den 26 september såddes höstvetete som kom upp bra. Den tid som marken låg bar var alltså kort.

Nederbörd och avrinning

Under det agrohydrologiska året 1985/86 föll 531 mm nederbörd vid SMHI:s station i Kalmar. Detta får anses vara normalt. Oktober var dock ovanligt torr och december blev den nederbördsrikaste julfmånaden på 100 år.

Medelavrinningen från de åtta försöksrutorna blev 539 mm under 1985/86. Detta värde är mycket högt men kan reduceras något genom att ruta 7 utesluts från beräkningarna. Denna ruta har ett tunt vattenförande gyttjelager i profilen. Med ruta 7 undantagen blir dock medelvärdet fortfarande högt, 508 mm, vilket tyder på ett tillflöde av vatten till samtliga rutor.

Den månad som hade den största avrinningen var december, dels beroende på den höga nederbörden denna månad och dels beroende på det milda vädret som ledde till att snötäcket smälte bort.

Nederbörden i området och medelavrinningen för ruta 1-6 och 8 fördelade sig enligt följande, uttryckt i mm:

	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN
Ned.	60	70	41	8	39	112	47	31	28	38	28	29
Avr.	2	1.5	1.4	7	24	127	77	35	107	66	33	2

Kväve i dräneringsvatten

Koncentration. Genomgående kan sägas att kvävehalterna i dräneringsvattnet från försöksrutorna var låga under 1985/86 (år 2, fig. 5), vilket tyder på att det vatten som runnit in på rutorna varit näringsfat-

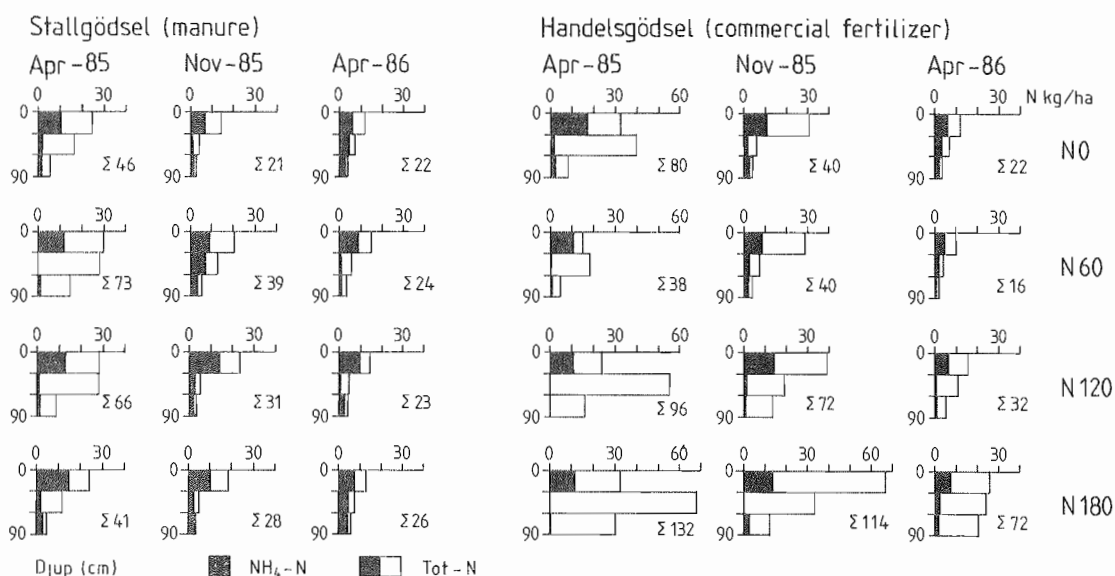


Fig. 6. Mineraliskt kväve i marken. *Mineral nitrogen in the soil.*

tigt.

Bland de stallgödslade rutorna var kvävehalten i dräneringsvattnet högst från den ruta som fått 60 N kg/ha under 1985/86. Resultatet är inte förvånande, eftersom dräneringsvattnet från denna ruta hade de högsta kvävehalterna även före försöksgödslingens start (år 1, fig. 5). I övrigt finns inte mycket att tillägga om de stallgödslade rutorna, som behöver några år för att stabilisera sig.

Handelsgödslingen har däremot påverkat kvävehalten i dräneringsvattnet. Under 1985/86 var medelhalten av nitratkväve åtta till nio gånger högre i vattnet från de rutor som fått 120 respektive 180 N kg/ha än i vattnet från nollrutorna. Observeras bör dock att halterna i dräneringsvattnet från dessa rutor var högre redan före försöksgödslingens start.

Transporter. Av figur 5 framgår att transportererna av kväve med dräneringsvattnet under 1985/86 var högre vid de två högsta givorna handelsgödsel än vid nollgivorna och 60 kg-givan. Möjligen kan skillnaderna reduceras något med tanke på att transportererna var högre på dessa rutor redan före försöksgödslingens start.

Kväve i marken

Jordprovtagningen i april 1985 strax innan försöksgödslingen startade visar en stor ojämnhet i kväveinnehåll mellan försöksrutorna. Totalkvävemängderna per ha till 90 cm djup varierar från 38 kg/ha till 132 kg/ha. Orsaken till detta kan vara störningar som uppstått när försöket anlades hösten före (fig. 6).

SAMMANFATTNING

Sommaren 1984 anlades ett försöksfält på Ljungbyholms gård i Småland med separat täckdikade försöksrutor och våren 1985 startades försöket. Syftet är att fastställa gödslingsintensitetens betydelse för förlusterna av i första hand kväve och fosfor med dräneringsvattnet. Halva försöket har stallgödslats och halva har handelsgödslats.

Resultaten från första försöksåret redovisas i denna rapport. De två högsta givorna handelsgödsel 120 och 180 N kg/ha har gett en klar förhöjning av nitrathalten i dräneringsvattnet och därmed också en klar ökning av transporten av nitrat jämfört med vad som är fallet vid övriga givor.

Stallgödselgivornas inverkan är det ännu för tidigt att säga något om.

REFERENSER

- Brink, N. 1968. Self-purification in an open ditch. *Water Research*, 2, 481-503.
- Brink, N., Gustafson, A. & Persson, G. 1978. Förluster av växtnäring från åker. *Ekohydrologi* nr 1, 1-60.
- Lindén, B. 1981. Ammonium- och nitratkvävet rörelser och fördelning i marken. II Metoder för mineralkväveprovtagning och analys. Rapport nr 137, 1-79. Avdelningen för växtnäringlära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Nilsdotter-Linde, N. 1983. Snabbmetoder för analys av växttillgängligt kväve i stallgödsel. Examensarbete vid avd. för växtnäringlära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Steineck, S. 1986. Växtnäringstillförsel med flytgödsel och handelsgöd-

sel samt bortförel med grödorna. Växtnäringsbalans. NJF-Seminarium i Vestby, Norge, 16-17 dec. 1986.

Svanberg, S. 1971. De svenska skördeprodukternas innehåll av växtnäringsämnen. SLL meddelande nr 37.

KVÄVELÄCKAGE VID FÖRSÖK MED NITRIFIKATIONSHÄMMARE

Nils Brink

Ett års försök har gjorts med dicyandiamid (Didin) som hämmare. Försöket görs på täckdikade storrutor (0,4 ha) där avrinnande vatten kan mätas separat. Jordarten är lera. Försöksfältet, som ligger på Lanna försöksstation i Västergötland, har beskrivits av Brink & Lindén (1980). Försöket utförs i samarbete med avdelningen för växtnäringslära.

FÖRSÖKSPLAN

Ruta	Didin
1 Flytgödsel på hösten + 20 % av normal N-giva	Med
2 Flytgödsel på hösten + 20 % av normal N-giva	Utan
3 Utgår på grund av tidigare överdosering (200 kg/ha)	
4 Handelsgödsel på våren, normal N-giva (100 kg/ha)	Utan
5 Flytgödsel på hösten - 20 % av normal N-giva	Med
6 Flytgödsel på hösten - 20 % av normal N-giva	Utan

RESULTAT

Tabell 1. Utlakning av $\text{NO}_3\text{-N}$ och tot-N (kg/ha). Höstvetete 1985. Korn 1986.

Ruta	Didin ^a	Jun-85 - sep-85		Okt-85 - jun-86		Avrinning ^b (mm)	Skörd-86 (kg/ha)
		$\text{NO}_3\text{-N}$	Tot-N	$\text{NO}_3\text{-N}$	Tot-N		
1	Med	0,2	0,2	5,0	6,2	338	4450
2	Utan	0,1	0,1	6,0	6,6	299	4060
4	Utan	0,6	0,6	5,5	9,2	289	4160
5	Med	0,3	0,4	5,3	6,3	301	3690
6	Utan	0,6	0,7	13,1	14,4	342	4000

^aFlytgödseln + Didin spreds 22-24 okt-85. ^bHela året.

Ruta 6 gav de högsta värdena beroende på minneseffekter av många års överdosering (150 N kg/ha) i ett tidigare intensitetsförsök. Läckaget från den konstgödslade rutan var klart större än från de stallgödslade. Didin hade ingen effekt. Notera att Didin i sig självt är ett kvävegödselmedel, här 20 kg/ha motsvarande ca 13 N kg/ha.

Det kan vidare noteras att Didin påvisades i jorden ned till 60 cm djup tre, fyra och sex månader efter spridningen. Också i avrinnande dräneringsvatten fanns ämnet helt visst ca fem månader efter densamma. Analysmetoden är emellertid så pass osäker att man inte kan ange halterna närmare än något eller några mg/kg vatten och torr jord.

REFERENS

Brink, N. & Lindén, B. 1980. Vart tar handelsgödselkvävet vägen? Ekohydrologi nr 7, 3-20.

KVÄVE OCH FOSFOR FRÅN STALLGÖDSLAD ÅKER

Nils Brink

Tre års resultat föreligger nu från ett försök med stallgödsel på en lätt jord i Halland. Försöket görs på täckdikade storrutor (0,16 ha) där avrinnande vatten mäts separat. Jordarten är en grovmo. Försöksfältet ligger på Forslunds gård i Mellby. Det har beskrivits av Ivarsson & Brink (1985).

FÖRSÖKSPLAN

Gödsling med flytgödsel från svin skedde med halv, normal och dubbel giva enligt följande. Fånggrödan var höstråg som såddes strax efter skörden första gången hösten 1984.

Led	Ruta	Konst.	Flyt.	Tidpunkt
N00	5+7	0	0	-
Nn0	2+10	Normal	0	-
Nhht	9	Halv	Halv	Tidig höst
Nhnt	8	Halv	Normal	Tidig höst
Nhdt	3	Halv	Dubbel	Tidig höst
Nhnt	4	Halv	Normal	Sen höst
Nhmv	1	Halv	Normal	Vår
Nhnf	6	Halv	Normal	Vår+fånggröda

Växtföljden på alla rutorna och normal gödsling (N kg/ha) var:

År ...	1983	1984	1985	1986
Gröda	Havre	Våraps	Korn	Korn
Normal	90	110	90	90
Gödsling	Alla	Enligt ovan		

Av misstag gödslades Nn0 med 220 kg/ha i stället för med 110 kg/ha våren 1984. I svinggödseln räknas total-N. Gödsling med 500 kg/ha PK 5.16.

RESULTAT

Avrinning och utlakning av N och P de tre första åren framgår av fig. 1. Staplarna i varje grupp i diagrammen gäller i ordning de agrohydrologiska åren 1983/84, 1984/85 och 1985/86 (1 juli-30 juni).

Man finner att de båda N00-leden och Nn0-leden inbördes var mycket jämna ifråga om N-läckage. Skillnaderna var inte heller ännu så stora mellan leden. Däremot ser man avsevärda differenser ifråga om P-läckage i Nn0. I någon mån kan det sistnämnda bero på avrinningen, men mest torde det röra sig om jordens förmåga att adsorbera fosfor.

Man ser vidare att sen höstspredning av gödseln var något gynnsammare än tidig genom kraftigt ökad skörd, att vårspredningen var klart överlägsen höstspredningen och att vårspredning plus fånggröda sparade mest kväve, särskilt det regnrika tredje året. Samtidigt som N-läckaget minskade när gödselspredningen sköts framåt i tiden fanns en tendens till att P-läckaget ökade. Ökningen föll nästan helt på den bundna ("organiska") delen. Det kan antas att den större skörden medfört ökad ut-

frysning av fosfor ur skörderesterna.

Utlakningens beroende av gödselgivan framgår klart av figuren (till höger om mitten). Sambanden är i stort rätlinjiga och positiva för kväve och negativa för fosfor. Årsavrinningen har stor betydelse. Värdet 120 N kg/ha för ett enstaka år är det högsta vi någonsin uppmätt. Anledningen till fallande P-läckage är sannolikt fallande pH beroende på ökande nitrifikation av organiskt N i stallgödseln.

Slutligen kan man jämföra normal konstgödselgiva på våren och halv sådan plus halv flytgödselgiva tidigt på hösten innan. En förhöjning av N-utlakningen på runt 10 kg/ha per år kan utläsas där stallgödsel ingår men ingen skillnad alls ifråga om P. Notera då att konstgödselgivan blev dubbel första året.

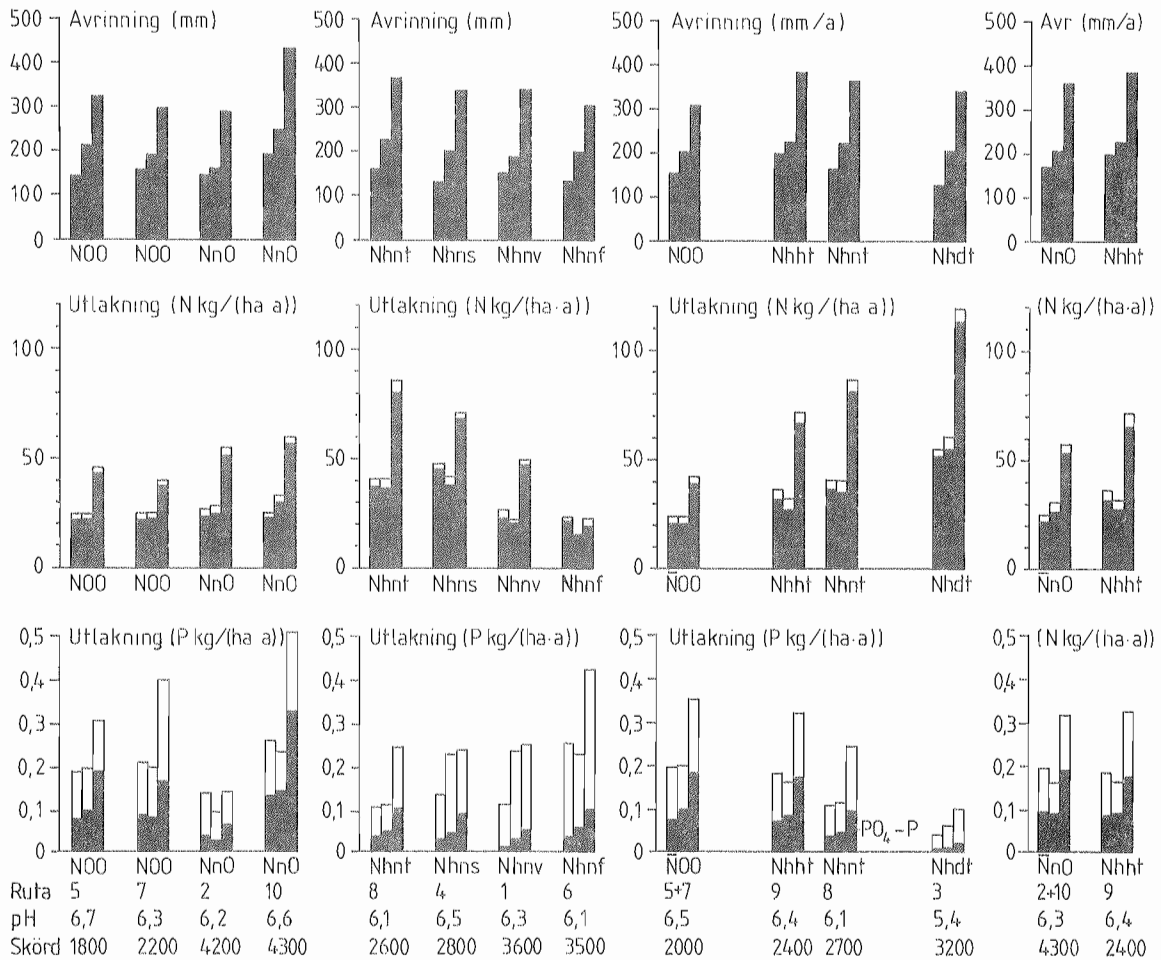


Fig. 1. Tre års resultat från mätning av avrinning och kväve- och fosforläckage via försök med stallgödsel i olika givor och olika spridningstidpunkter. Ett försöksled med en fånggröda ingår. Skörden i kg/ha avser medelvärden för 1984 och 1985.

REFERENS

Ivarsson, K. & Brink, N. 1985. Utlakning från en grovmojord i Halland. Ekohydrologi nr 20, 13-25.

KVÄVE OCH FOSFOR FRÅN KONSTGÖDSLAD ÅKER

Nils Brink

Tre års resultat föreligger från ett försök med konstgödsel i stigande givor på en lätt jord i Skåne. Försöket utförs på täckdikade storrutor (0,25 ha) där avrinnande vatten mäts separat. Jordarten är mullhaltig lerig grovmo på tät lera. Försöksfältet ligger på Björnstorps gods nära Gödelövs kyrka i Genarp. Det har beskrivits av Kreuger & Brink (1984).

FÖRSÖKSPLAN

Gödslingen har skett med Supra N28 och PK 7.13 eller PK 5.16 enligt följande plan:

Led	Ruta	Kväve (N kg/ha)	Fosfor (P kg/ha)	Kalium (K kg/ha)	Tidpunkt
N0	1+5	0	15-25	46-48	Våren
N50	2+6	50	15-25	46-48	Våren
N100	3+7	100	15-25	46-48	Våren
N150	4+8	150	15-25	46-48	Våren

Rutorna ligger parvis i bredd enligt förteckningen. Växtföljden var följande:

År ...	1983	1984	1985	1986
Gröda	Korn	Korn	Råg	Havre

Åren 1981 och 1982 användes fältet till försök med fånggrödor och delade givor till potatis. Råg var fånggröda som såddes på rutorna 2, 3, 6 och 7 direkt efter potatisskörden. Gödslingen var lika över hela fältet men delades på rutorna 3, 4, 5 och 6.

RESULTAT

Avrinning och utlakning av N och P framgår av figur 1. Staplarna i varje grupp i diagrammen gäller i ordning de agrohydrologiska åren 1983/84, 1984/85 och 1985/86. De räknas från 1 juli-30 juni.

Man finner en klar tendens till avtagande avrinning med stigande gödsling och med stigande skörd (fig. 1). Detta är naturligt eftersom stora skördar behöver mycket mer vatten än svaga.

Beträffande kväveläckaget finns genomgående högre värden på N0-rutorna än på N50 och N100. Utlakningen på N150 är på väg uppåt. Tydligt går det långsamt att svälta ut jorden genom att drastiskt dra ned givorna till noll. Det finns uppenbarligen en minimipunkt som tycks ligga kring N-givan 50 kg/ha. Det här beror på att grödan utvecklats alltför dåligt på 0-rutorna. Växterna behöver hjälpas på traven med startgivor.

Fosforutlakningen uppför sig annorlunda. Den avtog entydigt med stigande N-givor. Detta faktum går igen också i Mellby-försöket som redovisats här invid. Där tycks det mest vara en pH-fråga, här är det skördenivån som avgjort. Ju högre skörd desto större behov och desto mindre läckage. Till skillnad från Mellby-försöket var fosforgivorna här lika i alla led.

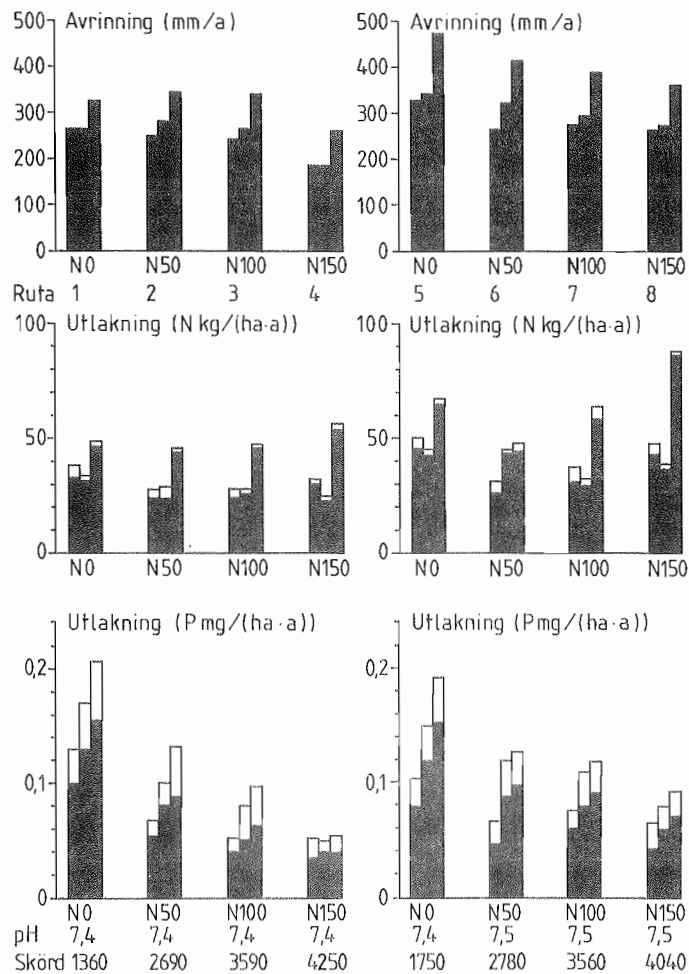


Fig. 1. Tre års resultat från mätning av avrinning, kväve- och fosforläckage i försök med stigande givor kväve. Skörd i kg/ha.

REFERENS

Kreuger, J. & Brink, N. 1984. Fånggröda och delad giva vid potatisodling. Ekohydrologi nr 17, 3-14.

- | Nr | År | Författare och titel. <i>Author and title.</i> |
|----|------|---|
| 18 | 1984 | Barbro Ulén. Påverkan på yt-, dränerings- och grundvatten vid Ekenäs. <i>Influence on surface water, drainage water and groundwater at Ekenäs.</i>

Barbro Ulén. Nitrogen and phosphorus to surface water from crop residues. |
| 19 | 1985 | Arne Gustavsson och Nils Brink. Förluster av kväve och fosfor runt Ringsjön. <i>Losses of Nitrogen and Phosphorus in the Ringsjö Area.</i>

Nils Brink och Kjell Ivarsson. Förluster av växtnäring från lerjordar i Skåne. <i>Losses of Nutrients from Clay Soils in Skåne.</i>

Arne Gustavsson, Berit Tomassen och Björn Wiksten. Växtnäringsförluster från åker på Uppsalaslätten. <i>Nutrient Losses from Arable Land in the Region of Uppsala.</i>

Christina Lindgren, Margaretha Wahlberg och Arne Gustavsson. Dricksvattenkvalitet i Uppsalaregionen. <i>Drinking Water Quality in the Region of Uppsala.</i>

Jenny Kreuger. Rörlighet hos MCPA och diklorprop. <i>Mobility of MCPA and Dichlorprop.</i>

Barbro Ulén. Ytavrinningsförluster av cyanazin. <i>Losses with Surface Run-off of Cyanazine.</i> |
| 20 | 1985 | Jenny Kreuger. Rörlighet hos MCPA och diklorprop på sandjord. <i>Mobility of MCPA and Dichlorprop in a Sandy Soil.</i>

Kjell Ivarsson och Nils Brink. Utlakning från en grovmojord i Halland. <i>Losses of Nutrients from a Sandy Soil in Halland.</i>

Barbro Ulén. Åkermarkens erosion. <i>Erosion of Phosphorus from Arable Land.</i>

Arne S. Gustavsson. Förluster av kväve och fosfor runt Ringsjön.

Arne Gustafson. Växtnäringsläckage och motåtgärder.

Nils Brink. Bekämpningsmedel i åar och grundvatten. |
| 21 | 1986 | Birgit Loeper. Toxicitetstest för pesticider med protozoer. <i>Toxicity Test for Pesticides using Protozoa.</i>

Nils Brink, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Odlingsåtgärders inverkan på kvalitet hos yt- och grundvatten.

Barbro Ulén. Lakning av fosfor ur jordar. <i>Leaching of Phosphorus from Soils.</i>

Nils Brink och Gunnar Torstensson. Vådan av proteingödsling. Värdera miljön. <i>Risk of Fertilizing for Increased Protein. Evaluate the Environment.</i>

Jenny Kreuger. Bekämpningsmedel. Utlakning från åkermark. |
| 22 | 1987 | Arne Gustafson. Water Discharge and Leaching of Nitrate. |
| 23 | 1987 | Lars Bergström. Transport and Transformations of Nitrogen in an Arable Soil. |

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.

- 1 1978 Nils Brink, Arne Gustafson och Gösta Persson. Förluster av växtnäring från åker. *Losses of nutrients from arable land.*
- 2 1978 Nils Brink och Arne Joelsson. Stallgödsel på villövägar. *Manure gone astray.*
Nils Brink. Kväveutlakning från odlingsmark. *Nitrogen leaching from arable land.*
- 3 1979 Sven-Åke Heinemo och Nils Brink. Utlakning ur kompost av sopor och slam. *Leachate from compost of refuse and sludge.*
Nils Brink. *Self-purification studies of silage juice.*
Arne Gustafson och Mats Hansson. Växtnäringsläckage på Kristianstadssläätten. *Loss of nutrients on the Kristianstad Plain.*
Per-Gunnar Sundqvist och Nils Brink. En gödselstad förorenar dricksvatten. *Pollution of the Groundwater by a Dung Yard.*
- 4 1979 Nils Brink. Vattnet är det yppersta.
Arne Gustafson och Börje Lindén. Kvävebehovet för 1979.
Nils Brink, Arne Gustafson och Gösta Persson. Förluster av kväve, fosfor och kalium från åker. *Losses of nitrogen, phosphorus and potassium from arable land.*
- 5 1979 Gunnar Fryk och Sven-Åke Heinemo. Självrening av lakvatten från kompost på sand och mo. *Self-purification of leachate from compost on sand and fine sand.*
Nils Brink. Växtnäringsförluster från skogsmark. *Losses of Nutrients from Forests.*
Nils Brink. Utlakning av kväve från agroekosystem. *Leaching of nitrogen from agro-ecosystems.*
Nils Brink. Ytvatten, grundvatten och vattenförsörjningen.
- 6 1980 Arne Gustafson och Mats Hansson. Växtnäringsförluster i Skåne och Halland. *Losses of nutrients in Skåne and Halland.*
Nils Brink, Sven L. Jansson och Staffan Steineck. Utlakning efter spridning av potatisfruktsaft. *Leaching after Spreading of Potato Juice.*
Nils Brink och Arne Gustafson. Att spå om gödselkväve. *Forecasting the need of fertilizer nitrogen.*
Arne Gustafson och Börje Lindén. Lantbruksuniversitetet satsar på exaktare kvävegödsling.
- 7 1980 Nils Brink och Börje Lindén. Vart tar handelsgödselkvävet vägen. *Where does the commercial fertilizer go.*
Barbro Ulén och Nils Brink. Omgivningens betydelse för primärproduktionen i Vadsbrojön. *The importance of the environment for the primary production in Lake Vadsbrojön.*
Arne Gustafson. Jordbruket och grundvattnet.
Nils Brink. Utlakningen av växtnäring från åkermark.
Nils Brink. Vart tar gödseln vägen.
- 8 1981 Nils Brink. Försurning av grundvatten på åker. *Acidification of Groundwater on arable land.*
Rikard jernlås och Per klingspor. TCA-utlakning från åker. *Leaching of TCA from arable land.*
Arne Joelsson. Ytavspolning av fosfor från åkermark. *Storm Washing of Phosphorus from Arable Land.*
Arne Gustafson, Sven-Olof Ryding och Barbro Ulén. Kontroll av växtnäringsläckage från åker och skog. *Control of losses of nutrients from arable land and forest.*
- 9 1981 Barbro Ulén och Nils Brink. Miljöeffekter av ureaspridning och glykolanvändning på en flygplats. *Environmental effects of spreading of urea and use of glycol at an airport.*
Gunnar Fryk. Utlakning från upplag av malda sopor. *Leachate from piles of shredded refuse.*
- 10 1982 Arne Gustafson och Arne S. Gustavsson. Växtnäringsförluster i Västergötland och Östergötland. *Losses of nutrients in Västergötland and Östergötland.*
Barbro Ulén. Växtnäringsförluster från åker och skog i Södermanland. *Losses of nutrients from arable land and forests in Södermanland.*
Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Nitrat, nitrit och pH i dricksvatten i Västergötland, Östergötland och Södermanland. *Nitrate, nitrite and pH in drinking water in Västergötland,*

- Östergötland and Södermanland.*
Lennart Mattsson och Nils Brink. Gödslingsprognoser för kväve. *Fertilizer forecasts.*
- 11 1982 Barbro Ulén. Vadsbrojöns närsaltsbelastning och trofinivå. *The nutrient load and trophic level of Lake Vadsbrojön.*
Arne Andersson och Arne Gustafson. Metallhalter i dräneringsvatten från odlad mark. *Metal contents in drainage water from cultivated soils.*
Arne Gustafson. Växtnäringsförluster från åkermark i Sverige.
Barbro Ulén. Erosion av fosfor från åker. *Erosion of phosphorus from arable land.*
Rikard Jernlås. Kväveutlakningens förändring vid reducerad gödsling.
 - 12 1982 Nils Brink och Rikard Jernlås. Utlakning vid spridning höst och vår av flytgödsel. *Leaching after spreading of liquid manure in autumn and spring.*
Gunnar Fryk och Thord Öhlsson. Infiltration av lakvatten från malda sopor. *Leachate migration through soils.*
Nils Brink. Measurement of mass transport from arable land in Sweden.
Arne Gustafson. Leaching of nitrate from arable land into groundwater in Sweden.
 - 13 1983 Nils Brink, Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Yttransport av växtnäring från stalgödslad åker. *Surface transport of plant nutrient from field spread with manure.*
Rikard jernlås. TCA-utlakning på lerjord. *Leaching of TCA on a clay soil.*
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster vid Ojebyn. *Losses of nutrients at Ojebyn.*
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster vid Röbäcksdalen. *Losses of nutrients at Röbäcksdalen.*
Rikard Jernlås och Per Klingspor. Nitratutlakning och bevattning. *Drainage losses of nitrate and irrigation.*
 - 14 1983 Arne Gustafson, Lars Bergström, Tomas Rydberg och Gunnar Torstensson. Kväve mineralisering vid plöjningsfri odling. *Nitrogen mineralization in connection with non-ploughing practices.*
Rikard Jernlås. Rörlighet och nedbrytning av fenvalerat i lerjord. *Decomposition and mobility of fenvalerate in a clay soil.*
Nils Brink. Jordprov på hösten eller våren för N-prognoser. *Soil sampling for nitrogen forecasts.*
Nils Brink. Närsalter och organiska ämnen från åker och skog. *Nutrients and organic matters from farmland and woodland.*
Nils Brink. Gödselanvändningens miljöproblem.
 - 15 1984 Nils Brink, Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Växtnäringsförluster runt Ringsjön. *Nutrient losses in the Ringsjö area.*
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggröda efter korn. *Catch crop after barley.*
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster från åker i Nybroäns avrinningsområde. *Losses of nutrients from arable land in the Nybroån river basin.*
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Vagle. *Losses of nutrients at Vagle.*
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Offer. *Losses of nutrients at Offer.*
 - 16 1984 Arne Gustafson, Arne S. Gustavsson och Gunnar Torstensson. Intensitet och varaktighet hos avrinning från åkermark. *Intensity and duration of drainage discharge from arable land.*
 - 17 1984 Jenny Kreuger och Nils Brink. Fånggröda och delad giva vid potatisodling. *Catch crop and divided N-fertilizing when growing potatoes.*
Nils Brink och Arnje Gustavsson. Förluster av växtnäring från sandjord. *Losses of nutrients from sandy soils.*
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Boda. *Losses of nutrients at Boda.*
Nils Brink. Vattenföreningar från tippen i Erstorp – ett rättsfall.

DISTRIBUTION:

Pris: 35:-

Avdelningen för vattenvårdslära

Box 7072

750 07 UPPSALA, Sweden

Tel 018-17 24 60

