

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET

Arne Gustafson och Mats Hansson

VÄXTNÄRINGSFÖRLUSTER I SKÅNE OCH HALLAND

Nils Brink, Sven L. Jansson och Staffan Steineck

UTLAKNING EFTER SPRIDNING AV POTATISFRUKTSAFT

Nils Brink och Arne Gustafson

ATT SPÅ OM GÖDSELKVÄVE

Arne Gustafson och Börje Lindén

LANTBRUKSUNIVERSITETET SATSAR PÅ EXAKTARE KVÄVEGÖDSLING

Ekohydrologi 6

Uppsala 1980

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

ISSN 0347-9307

ISBN 91-576-0487-8

FÖRORD

I detta nummer av *Ekohydrologi* behandlas utlakning av växtnäring från åker i två artiklar och gödselprognoser för kväve i två artiklar.

Den första uppsatsen om utlakning gäller regional fördelning av växtnäringsförluster från åker i Skåne och Halland. I den andra behandlas det speciella problemet vid spridning av potatisfruktsaft.

Den första uppsatsen om gödslingsprognoser är en översikt och den andra en prognos för våren 1980. Båda artiklarna har publicerats annorstädes.

Forskningsnämnden vid statens naturvårdsverk, Sveriges stärkelseproducenters förening och Sveriges lantbruksuniversitet har stått för kostnaderna.

1980-03-15

INNEHÅLL

Gustafson, A. & Hansson, M. 1980. Växtnäringsförluster i Skåne och Halland. <i>Ekohydrologi</i> nr 6, 3-20.	3
Brink, N., Jansson, S.L. & Steineck, S. 1980. Utlakning efter spridning av potatisfruktsaft. <i>Ekohydrologi</i> nr 6, 21-38.	21
Brink, N. & Gustafson, A. 1980. Att spå om gödselkväve. <i>Konsulentavdelningens rapporter. Allmänt</i> 23, 8:4-8:8. Sveriges lantbruksuniversitet.	39
Gustafson, A. & Lindén, B. 1980. Lantbruksuniversitetet satsar på exaktare kvävegödsling. <i>Lantbruksnytt</i> nr 3, 7.	45

VÄXTNÄRINGSFÖRLUSTER I SKÅNE OCH HALLAND

Losses of nutrients in Skåne and Halland

Arne Gustafson och Mats Hansson

Abstract. Investigations of the leakage of nutrients from arable land have been in progress since 1972 under the auspices of the Division of Water Management at the Swedish University of Agricultural Sciences. For this purpose, a network of experimental fields was established, covering the entire country. Each field represents the nutrient loss in a certain agricultural region. The regional representativity is therefore of vital significance. This investigation deals with the representativity of three experimental fields, namely, Näsbygård, Vättinge and Skottorp, situated in the south of Sweden.

Water samples were taken four and three times a year respectively for two years from at most 78 locations; these represented drainage water from arable land only. The soil types represented were mull, sand, fine sand, loamy till and clay. Analyses were performed to determine total nitrogen, nitrate, total phosphorus and potassium.

The predominant form of nitrogen was unquestionably nitrate. The nitrate content varied widely, depending on the soil type, with higher values in water from sandy soils and lower values in water from clay soils. The nitrate content in the water was also positively connected with the nitrate content in the soil profile in the autumn. The nitrate in the soil in the autumn was affected by the crop type and the yield and as a consequence of this the nitrate concentration in the water was also dependent on these factors.

The total phosphorus content in the water showed no dependence on soil type. Most values fell short of 0.1 P mg/l. But the phosphorus content showed a dependence on soil erosion and the values therefore increased during storm run-off situations and during the spring flood. Phosphorus connected to organic and inorganic particles was in these situations transported from the fields with the water.

The potassium content in the water showed no general dependence on soil type. Most values fell short of 5 K mg/l. A few sites, one of which was the experimental field at Vättinge, had a far higher potassium value. This could in some cases be explained by the high potassium content in the soil in connection with high potassium-delivering capacity, and in some cases by heavy potassium dressing in connection with low potassium adsorption capacity.

The experiment fields at Skottorp and Näsbygård had on all sampling occasions concentrations of nitrogen, total phosphorus and potassium at nearly the same level as from fields with the corresponding soil type in the region. These two experimental fields consequently had very good regional representativity. For the experimental field at Vättinge, the conformity was good in both years for nitrogen and in one year for total phosphorus, but for potassium the field was an extreme variant. Potassium has no significance from the viewpoint of eutrophication, so the field nevertheless gives valuable information.

INLEDNING

Vid avdelningen för vattenvård vid Sveriges lantbruksuniversitet pågår försök att klarlägga storleken av växtnäring förlusterna till yt- och grundvatten från åkermark under ordinär jordbruksdrift. För detta ändamål har 16 försöksfält etablerats spridda över hela riket. Växtnäring förlusterna mäts fortlöpande vid dessa fält. Tillvägagångssättet har beskrivits av Brink, Gustafson & Persson (1978).

Grundläggande är frågan om fältens representativitet. Undersökningar har därför påbörjats för att studera denna aspekt. Denna rapport handlar om försöksfälten Näsbygård, Vättinge och Skottorp. Näsbygård ligger 4 km SV om Skurup, Vättinge 3 km NV om Klippan och Skottorp 13 km söder om Laholm. Undersökningarna igångsattes 1973 vid Näsbygård och 1976 vid Vättinge och Skottorp.

MÅL

Undersökningen skall ge underlag för bedömning av försöksfältens representativitet vad avser växtnäringsförluster till ytvatten. Härvid gäller att Näsbygård och Vättinge anses representera södra och västra Skåne och Skottorp södra Halland.

PROVPLATSER

I samråd med Lantbruksnämnderna i Kristianstads, Malmöhus och Hallands län utvaldes sammanlagt 78 täckdikade åkerskiften (fig.1).

Följande krav har ställts på skiftena. Täckdikesplan skall finnas. Av denna skall klart framgå att endast åkervatten avleds i systemet. Avloppsvatten från gödselupplag, stall eller boningshus får inte beröra systemet. Vattenprov skall kunna tas i en brunn eller i ett täckdikesöga.

Jordarterna på försöksfälten har i detalj beskrivits av Brink, Gustafson & Persson (1979). Den dominerande jordarten på varje fält är

<i>Försöksfält</i>	Näsbygård	Vättinge	Skottorp
<i>Jordart</i>	moränlera	lera	sand

Jordarterna på de 78 åkerskiftena har bestämts okulärt i samband med rekognoseringen.

MATERIAL OCH METODER

Provtagning och analys

Vattenprovtagningen pågick de båda agrohydrologiska åren (juli-juni) 77/78 och 78/79. Första året provtogs 64 åkerbrunnar med regional anknytning till Näsbygård och Vättinge. Andra året provtogs ytterligare 14 brunnar. Fyra av dessa hade regional anknytning till Vättinge och tio till Skottorp. Materialet för Skottorps del är således begränsat vad gäller antalet brunnar och endast till ett undersökningsår.

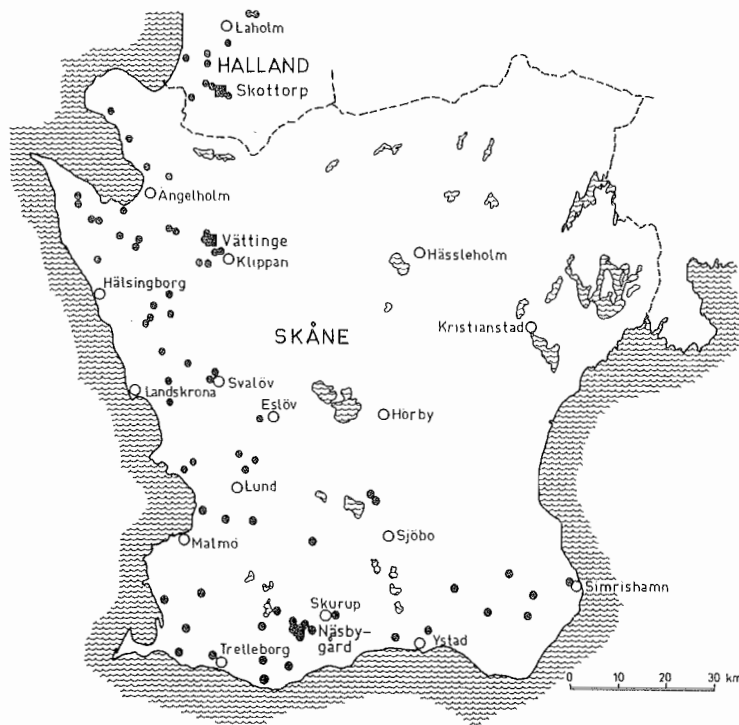


Fig. 1. Provpunkter. *Sampling stations.*

Första året togs ett prov i månaden i december, januari, februari och mars, andra året ett prov i december och två i mars. Orsaken till att inget prov togs i januari och februari var den kalla vintern.

Efter konservering sändes proven omedelbart till eget laboratorium för analys. Analyserna omfattade nitratkväve, totalkväve, totalfosfor och kalium. Analysmetoderna har beskrivits av Brink *et al.* (1978).

Jordprovtagningen på försöksfälten för bestämning av kväve, fosfor och kalium i marken till 1 m djup ägde rum hösten 1978. Provtagningsmetodiken har beskrivits av Lindén (1977). Analysmetoden för kväve i jorden har beskrivits av Lindén (1979). Metoderna för analys av förrådskalium och förrådsfosfor (K-HCl, P-HCl) samt för lösligt kalium och fosfor (K-AL, P-AL) har beskrivits av Egnér, Riehm & Domingo (1960).

Nederbörd, avrinning och växtnäringstransport

Nederbörd, avrinning och växtnäringstransport bestämdes fortlöpande vid försöksfälten. Då mätningarna därstädes startade redan tidigare (Näsbygård 1973, Vättinge och Skottorp 1976) kan det regionala materialet sättas i relation till förhållandena under en längre tidsperiod.

Beräkningsmetoder

Vid beräkning av kväveinnehållet i fastgödsel och flytgödsel har följande värden använts: fastgödsel från nöt och svin 5 N kg/ton, flytgödsel från nöt och svin 3,5 N kg/ton.

Medelvärdet för en enskild provlokal har beräknats som vägt aritmetiskt medeltal med försöksfältets månadsavrinning som vägfaktor. Då prov tagits två gånger per månad har månadsavrinningen delats i två avrinningsperioder. Den för vägningen nödvändiga indelningen av skiften på försöksfält har skett geografiskt för att den hydrologiska bilden mellan försöksfält och skiften skall vara likartad.

Medianvärde för en grupp provlokaler är beräknat på de enskilda provlokalernas vägda medeltal.

Transportvärden är beräknade som produkten av vägda koncentrationsmedeltalet och avrinningen.

Jordartsklasser

För att kunna ordna skiftena efter den på dessa dominerande jordarten har följande fem jordartsklasser från lätta till styva jordarter använts; (1) mull (2) sand (3) mo (4) moränlera (5) lera.

I den tredje klassen ingår förutom rena mojordar även moränmojordar och i den femte klassen ingår förutom rena leror även styva moränleror.

RESULTAT

Odlingsåtgärder

Uppgifterna insamlades genom att sända ut ett frågeformulär till berörda markägare. Förhållandena på försöksfälten under perioden 73/78 redovisas i tabell 1.

Odlingsåtgärderna på försöksfälten var normala. Avkastningen låg också normalt. Sockerbetsskörden på Näsbygård 1978 var mycket bra. På åkerskiftena varierade gödslingen kraftigt. Gödslingsintensiteten var i stort sett likartad båda undersökningsåren. Variationsbredden illustreras i tabell 2. Till höstvetete, höstråg och höstoljeväxter förekom höstgödsling med kväve.

Tabell 1. Gröda, handelsgödsel, stallgödsel, bevattning och skörd på försöksfälten. Kursiva tal betyder gödsling hösten innan. *Crops, fertilizers, manure, irrigation and yield. Figures in italics mean fertilizing last autumn.*

År	Gröda	Handelsg.(kg/ha)			Stallg.(t/ha)		Bevattn.	Skörd
		N	P	K	Fast	Flyt	(mm)	(t/ha)
Näsbygård								
1973	vårvete	110	0	0	0	0	0	4,1
1974	korn	79	0	0	0	0	0	5,1
1975	sockerbetor	42+93	64	64	0	0	0	38,5
1976	vårvete	112	0	0	0	0	0	4,2
1977	korn	78	0	0	0	0	0	4,2
1978	sockerbetor	140	56	104	0	0	0	46,0
Vättinge								
1976	höstvet	130	0	0	0	0	0	6,0
	vall	52+47	49	91	0	0	0	normal
1977	havre,insådd	78	0	0	40	0	0	4,6
	höstvet	130	0	0	0	0	0	5,2
1978	vall	84+31	0	0	0	0	0	normal
	havre,insådd	91	0	0	0	0	0	5,6
Skottorp								
1976	potatis	121	55	198	0	0	5x35	38
1977	vall, insådd	100	25	45	0	0	0	hög
	höstvet	117	0	0	0	0	0	4,6
1978	vall II	128	40	96	0	0	0	normal
	ärtor	0	30	96	0	0	0	5,0

Crops: vårvete *spring wheat*, korn *barley*, sockerbetor *sugar beats*, höstvet *winter wheat*, vall *ley*, havre *oats*, insådd *re-seed*, ärtor *peas*, Fast *solid manure*, Flyt *liquid manure*, bevattning *irrigation*, skörd *harvest*.

Fosfor- och kaliumgödslingens variation var mycket stor. Här var det dock ofta fråga om en förrådsgödsling ämnad för flera års behov.

Fast- och flytgödselspridning skedde antingen på hösten eller våren. Vid kompletteringsgödsling med handelsgödsel efter fast- eller flytgödselspridning togs hänsyn till växtnäringsinnehållet i den organiska gödseln. Undantag förekom dock varvid den totala gödselmängden kunde bli mycket hög.

Bevattning förekom till korn, sockerbetor, morötter och spenat. Högs- ta enskilda bevattningsgiva var 30 mm. Totalgivorna varierade mellan 60 och 120 mm uppdelade på två till fyra bevattningstillfällen.

Enligt officiell statistik var skörden det andra året bättre för samtliga grödor utom vall. Speciellt för stråsäd var skillnaderna stora (tabell 3). Skördens kvalitet var emellertid något sämre andra året.

Nederbörd och avrinning

Årsnederbörden och årsavrinningen vid Näsbygård uppgick de två undersökningsåren till samma storleksordning som medelvärdet för hela observationsperioden (tabell 4). Så tillvida rådde normala betingelser de båda åren.

Vid Näsbygård blev avrinningen något högre andra undersökningsåret medan den vid Vättinge och Skottorp blev lägre. Särskilt vid Skottorp sjönk avrinningen. Förklaringen ligger i att vinternederbörden blev mycket låg där 78/79.

Tabell 2. Gröda, handelsgödsel, stallgödsel och bevattning. *Crops, fertilizers, manure and irrigation.*

	Handelsgödsel (kg/ha)				Stallg.(t/ha)		Bevattn.
Gröda	N höst	N vår	P	K	Fast	Flyt	(mm)
<i>Enbart handelsgödsel</i>							
Slåttervall	0	104	0	0	0	0	0
Klöverfrövall	0	0	0-25	0-80	0	0	0
Höstvete	0-36	93-140	0-40	0-128	0	0	0
Höstråg	0-30	62-93	0-42	0-78	0	0	0
Korn	0	78-120	0-45	0-78	0	0	0-2x30
Korn+insådd	0	78-105	42-64	48-78	0	0	0
Havre	0	90-109	0-28	0-52	0	0	0
Trindsäd	0	0	25-70	40-130	0	0	0
Höstoljeväxter	0-60	130-196	0-45	0-80	0	0	0
Våroljeväxter	0	139	0	0	0	0	0
Sockerbetor	0	126-144	0-72	0-160	0	0	0
Potatis	0	148	67	150	0	0	4x30
Morötter	0	112	55	176	0	0	4x30
Spenat	0	115-110	35-45	118-162	0	0	4x30
<i>Handelsgödsel och stallgödsel</i>							
Höstvete	0	78-122	0-28	0-52	0	25-50	0
Korn	0	70-84	0-49	0-91	0-25	0-20	0
Trindsäd	0	0	28	52	0	30	0
Höstoljeväxter	0	169	0	0	0	50	0
Sockerbetor	0	0-192	25-70	65-190	0-30	0-50	0
Potatis	0	101	40	144	20	0	0

Crops: slåttervall ley, klöverfrövall clover seed, höstvete winter wheat, höstråg winter rye, korn barley, korn och insådd barley and re-seed, havre oats, trindsäd legumes, höstoljev växter winter oil plants, våroljev växter spring oil plants, sockerbetor sugar beats, potatis potatoes, morötter carrots, spenat spinach.

Tabell 3. Bärjad skörd i t/ha enligt officiell statistik. *Harvest in t/ha according to official statistics.*

Gröda	Crop	Kristianstads län ^a		Malmöhus län ^a	
		1977	1978	1977	1978
Vall	<i>Ley</i>	4,3	3,8	5,4	4,5
Höstvete	<i>Winter wheat</i>	4,8	5,5	4,9	5,8
Vårvete	<i>Spring wheat</i>	3,6	4,4	3,7	4,8
Höstråg	<i>Winter rye</i>	3,0	3,7	3,8	4,5
Korn	<i>Barley</i>	3,4	4,1	4,0	4,3
Havre	<i>Oats</i>	3,0	3,6	3,4	4,1
Höstraps	<i>Winter rape</i>	2,7	3,2	2,9	3,3
Höstryps	<i>Winter turnip rape</i>	2,1	2,5	2,2	2,7
Vårraps	<i>Summer rape</i>	1,7	1,9	1,5	1,6
Vårryps	<i>Summer turnip rape</i>	1,3	1,2	-	-
Potatis	<i>Potatoes</i>	35,2	36,6	35,7	39,7
Sockerbetor	<i>Sugar beats</i>	41,7	44,1	41,6	43,6

^a län county.

Tabell 4. Nederbörd och avrinning vid försöksfälten. *Precipitation and run off at the experiment fields.*

År	Nederbörd (mm)		Avrinning (mm)	
	DEC-MAR	Helår	DEC-MAR	Helår
<i>Näsbygård</i>				
77/78	205	526	163	189
78/79	226	601	158	219
73/79 ^a	211	593	173	229
<i>Vättinge</i>				
77/78	231	614	154	209
78/79	204	609	123	165
<i>Skottorp</i>				
77/78	307	826	265	471
78/79	192	864	149	341

^a Medeltal för hela observationsperioden utom torråret 75/76. *Mean value for the whole observationperiod except the dry year 75/76.*

Avrinningens tidsförlopp blev olika de båda undersökningsåren. Detta berodde främst på skillnad i vintertemperatur. Första vintern uppvisade tämligen normal temperatur medan den andra blev extremt kall med ett långvarigt kvarliggande snötäcke. Avrinningen blev därför mycket låg under januari och februari andra året vilket markant avvek från tidigare år. Förhållandena framgår klart av fig. 2, där avrinningsförhållandena för hela observationsperioden vid försöksfälten redovisas.

Nitrat

Andel av totalkvävet. Nitratkvävet utgjorde överslagsmässigt 90% av totalkvävet. Jordarten hade inget systematiskt inflytande härpå.

Jordartsberoende och variationsbredd. Nitrathalten var beroende av jordarten (fig. 3). Variationen i nitrathalten hos enskilda provpunkter var i många fall stor. Detta visar att det är nödvändigt med fle-

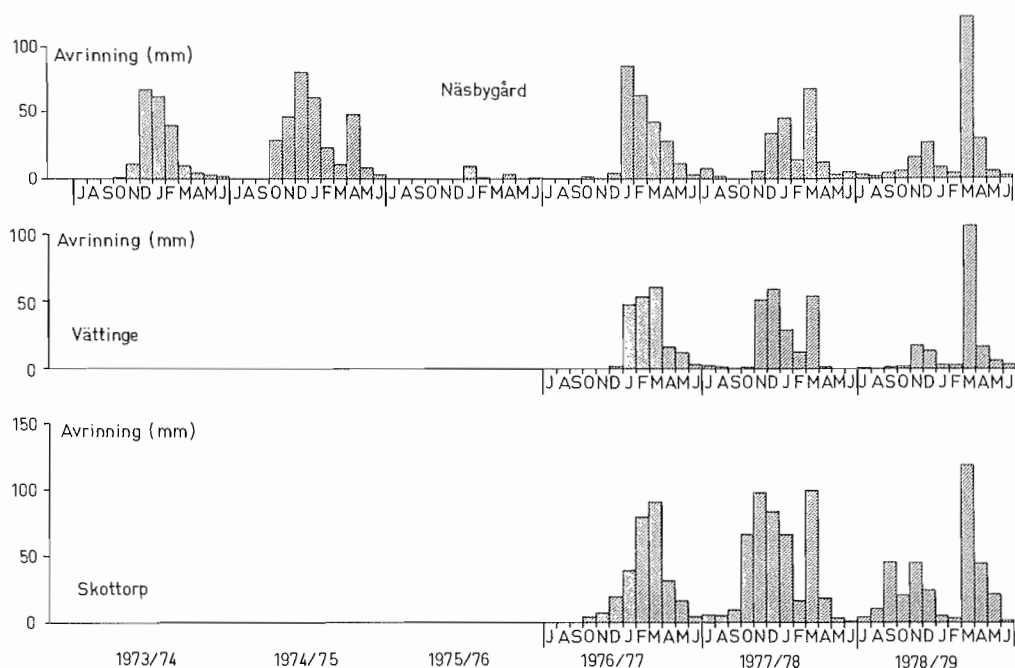


Fig.2. Avrinning vid försöksfälten. *Run off at the experimental fields.*

ra provtagningar under en avrinningsperiod för att erhålla en rättvisande bild av utlakningsförlusterna.

Årsmånsberoende. Det förelåg en klar skillnad i nitratnivån mellan de båda åren. Mull-, mo- och moränlerjordar hade första året i allmänhet högre halter än andra året. För lerjordar var halterna i allmänhet högre andra året. Förhållandena framgår klart av fig. 4. Som stöd är där inlagt två hygieniska gränsvärden enligt svenska normer.

Uttryckt som medianvärde blev nitrathaltsänkningen på lätta jordar andra året relativt kraftig medan ökningen av nitratet på styva jordar blev måttlig.

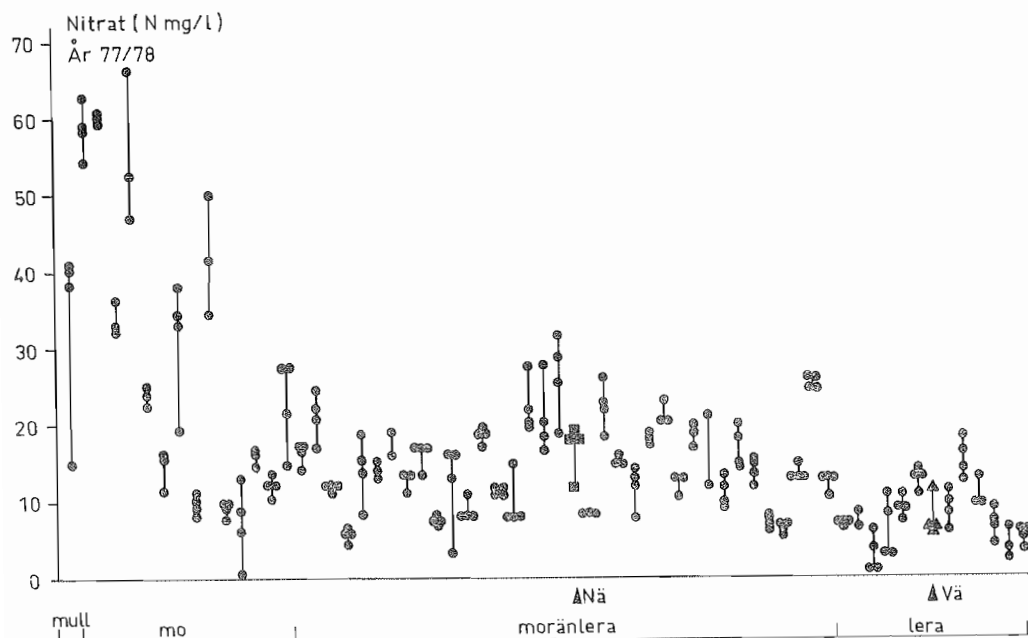


Fig. 3. Nitrathaltens beroende av jordarten och dess variationsbredd. ■, Näsbygård. ▲, Vättinge. Content of nitrate depending on the soil type and its range. Soil types: mull, fine sand, loamy till, clay.

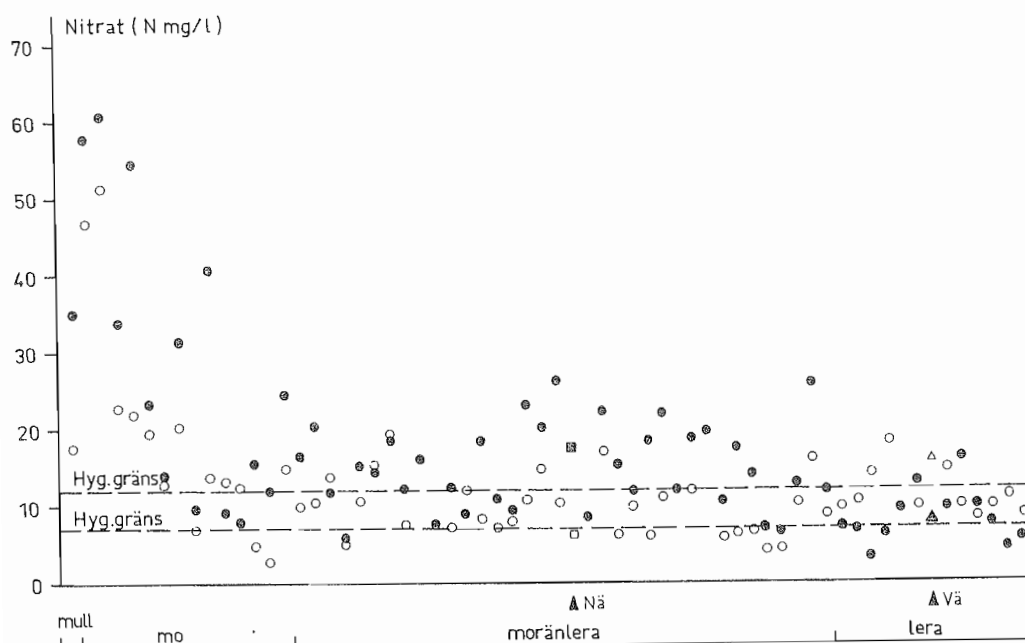


Fig. 4. Nitratmedeltal i varje provpunkt. Mean of nitrate of each sampling point. ●, 77/78. ○, 78/79.

Tabell 5. Median för nitratmedelvärden för varje jordartsklass. *Median of nitrate for every soil type.* ($\text{NO}_3\text{-N}$ mg/l.)

År	Mull	Sand	Mo	Moränlera	Lera
<i>Skåne</i>					
77/78	35	-	24	14	7,4
78/79	18	-	15	9,8	9,6
<i>Halland</i>					
78/79	-	10,6	7,3	-	4,4

Det starka årsmånsinflytandet gör att det är nödvändigt med minst tvååriga undersökningar för att någorlunda säkert kunna bedöma försöksfältens representativitet.

I södra Halland var nitrathalterna lägre än i Skåne (tabell 5). Detta kan delvis förklaras av att höstavrinningen var högre i Halland vilket ledde till en minskning av utlakningsbart nitrat under undersökningsperioden (DEC-MAR).

Att halterna i de flesta fall blev lägre andra året berodde till en del på att skörden var högre 78 än året innan. Kvävemängderna i marken på hösten blev då lägre varigenom mindre kväve fanns tillgängligt för utlakning. Dessutom bidrog sannolikt den kalla vintern 78/79 till att hålla mineraliseringen nere och därmed nitrattillgången i marken

Nitrat i marken på försöksfälten. Vid Näsbygård och Vättinge var nitratmängderna i marken på hösten (restkvävemängderna) lägre 78 än året innan (fig. 5). På Skottorp följde vallen samma mönster men efter ärtorna blev nitratmängden så stor att den totala restkvävemängden på fältet blev något högre än året innan.

Nitrathaltens beroende av restkvävemängden. De olika restkvävenivåerna de båda undersökningsåren återspeglades i nitrathalterna i avrinande vatten från försöksfälten (fig. 6). I figuren är hela observationsperioden för respektive försöksfält redovisad för att illustrera de fleråriga halttrenderna.

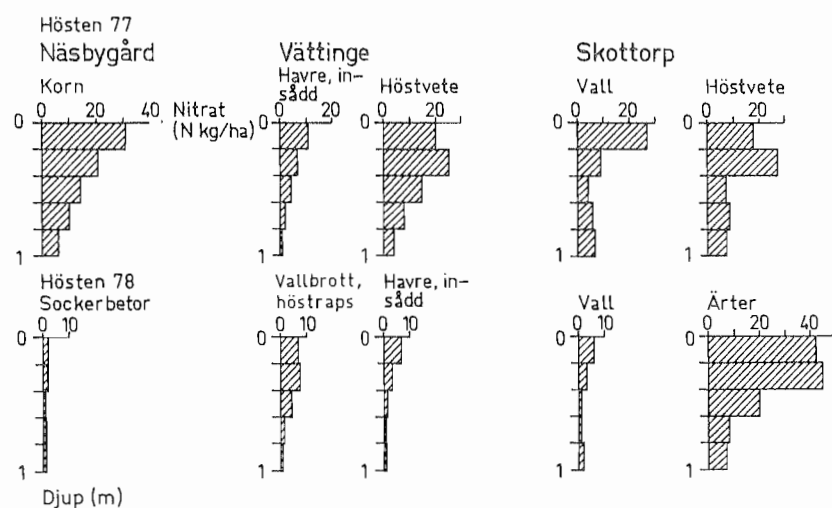


Fig. 5. Nitratkväve i marken skiktvis till en meters djup på hösten vid försöksstationerna. *Nitrate-nitrogen in the soil to a depth of one meter in the autumn at the experimental fields.*

På Näsbygård blev halterna klart lägre 78/79 än året innan och var detta år lägre än under alla tidigare observationsår. För Vättinges del var halterna inledningsvis lägre 78/79 men på våren 79 uppträdde kraftiga fluktuationer. Dessa berodde på höga nitrathalter i ytligt avrinnande vatten efter en tidig vårgödsling med kalksalpeter (20/3) och saknade därför samband med restkvävemängderna. Skottorp fick stigande och mer varierande halter 78/79 efter att under ett och ett halvt år haft i stort sett avtagande halter. Här var den högre restkvävemängden 78 jämfört med året innan inte ensamt avgörande för att halterna steg utan sannolikt spelade den lägre vinteravrinningen 78/79 stor roll (vattnet späddes inte lika mycket).

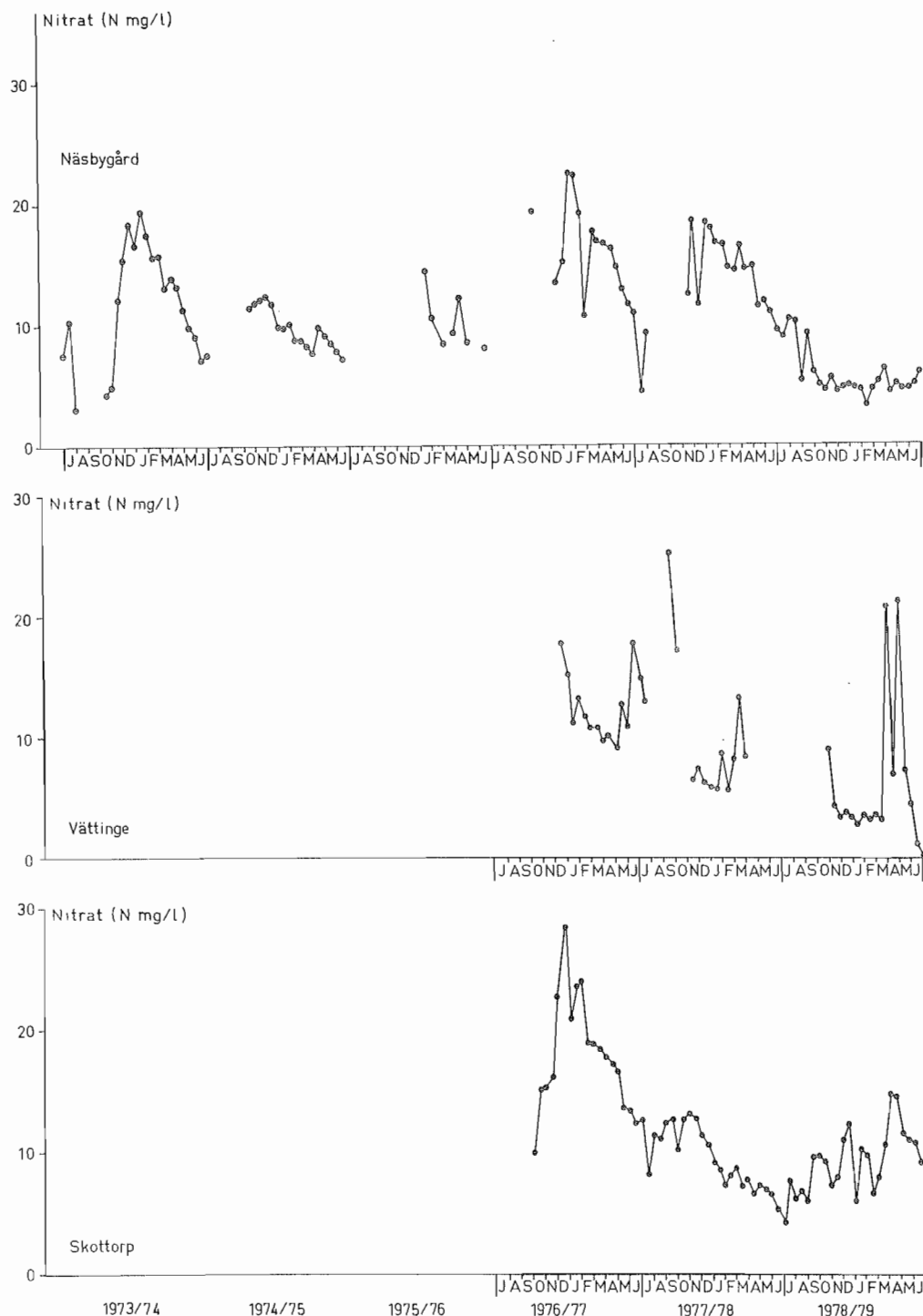


Fig. 6. Nitrat i dräneringsvatten vid försöksfälten. *Nitrate in drainage water at the experimental fields.*

Tabell 6. Transport av nitratkväve från försöksfälten. *Transport of nitrate-nitrogen from the experimental fields.*

Lokal	År	JUL-JUN	DEC-MAR	%
		(kg/ha)	(kg/ha)	
Näsbygård	77/78	32	28	88
	78/79	12	8,4	71
Vättinge	77/78	16	12	75
	78/79	14	9,3	66
Skottorp	77/78	47	23	49
	78/79	38	17	45

Representativitet. Utlakningens starka jordartsberoende medför att försöksfälten i första hand representerar fält med motsvarande jordart. Skillnaden i halt mellan medelvärde för försöksfält och medianvärde för fält med motsvarande jordart i det regionala materialet blev följande (värden i $\text{NO}_3\text{-N}$ mg/l);

Sand	78/79	Moränlera	77/78	78/79	Lera	77/78	78/79
Skottorp	13	Näsbygård	17	6,4	Vättinge	7,9	15,8
Regionen	11	Regionen	14	9,8	Regionen	7,4	9,6
Skillnad	+2	Skillnad	+3	-3,4	Skillnad	+0,5	+6,2

I de flesta fallen var skillnaderna måttliga i jämförelse med halternas storlek. Förändringen på Näsbygård från positiv avvikelse första året till negativ andra året berodde på den låga restkvävemängden efter sockerbetorna andra året. Bland de övriga moränlerorna odlades sockerbetor på ytterligare nio fält detta år. Medianvärdet för dessa var $10 \text{ NO}_3\text{-N}$ mg/l och tre av dessa fält hade lägre halt än försöksfältet.

Den stora avvikelsen på Vättinge andra året berodde på den tidiga vårgödslingen därstädes. En rättvisande jämförelse går därför endast att göra första året och den visar att Vättinge mycket väl representerar sin jordart.

Slutsatsen måste bli att försöksfälten väl representerar kväveförlusterna för fält med motsvarande jordart i regionen.

Transport. Kvävetransportens tidsfördelning (fig. 7) var en återspeglning av avrinningens tidsfördelning. Transporten under januari och februari 78/79 var således genom den kalla vintern anmärkningsvärt låg jämfört med tidigare år.

Av intresse är hur stor del av den totala årstransporten som skedde under undersökningsperioden december-mars de båda åren (tabell 6). För Näsbygårds och Vättinges del ägde den största delen av årstransporten rum under perioden december-mars för Skottorps del knappt hälften. Periodandelarna var större första året än andra. Orsaken till detta var den kalla vintern andra året. Att procenttalet var så lågt för Skottorps del kan sättas i samband med det nederbördsrika klimatet därstädes, vilket ledde till jämförelsevis högre hösttransport där.

Då en sådan stor andel av kvävetransporten skedde under december-mars kan det regionala materialet nyttjas för att skatta årstransporten för de olika jordartsklasserna i det regionala materialet (tabell 7).

Tabell 7. Medianvärden för nitrattransport (N kg/(ha·år)). *Median-values for transport of nitrate.*

År	Mull	Sand	Mo	Moränlera	Lera
<i>Skåne</i>					
77/78	66	-	48	28	16
78/79	39	-	30	17	17
<i>Halland</i>					
78/79	-	36	25	-	15

De lättare jordarna lämnade således ifrån sig avsevärda nitratt-mängder till ytvattnen. Skillnaden mellan åren var emellertid be-tydande beroende på olika restkvävemängder och olika vintertempera-tur. En odlingsteknik syftande till en minskning av restkvävemäng-derna på främst lätta jordar är därför angelägen att ta fram. De re-lativt låga och mellan åren storleksmässigt lika transportvärdena för lerorna tyder på att det i dessa finns mekanismer som verkar kvarhållande på nitrattet. Restkvävet kan därigenom lättare fås att övervintra i en lerjord och komma nästa års gröda tillgodo.

Gödslingsnivå och nitrathalt. Vid användning av både handelsgödsel och stallgödsel var kvävegivorna i allmänhet högre än vid användning av enbart handelsgödsel. Den högre gödselgivanslog emellertid inte

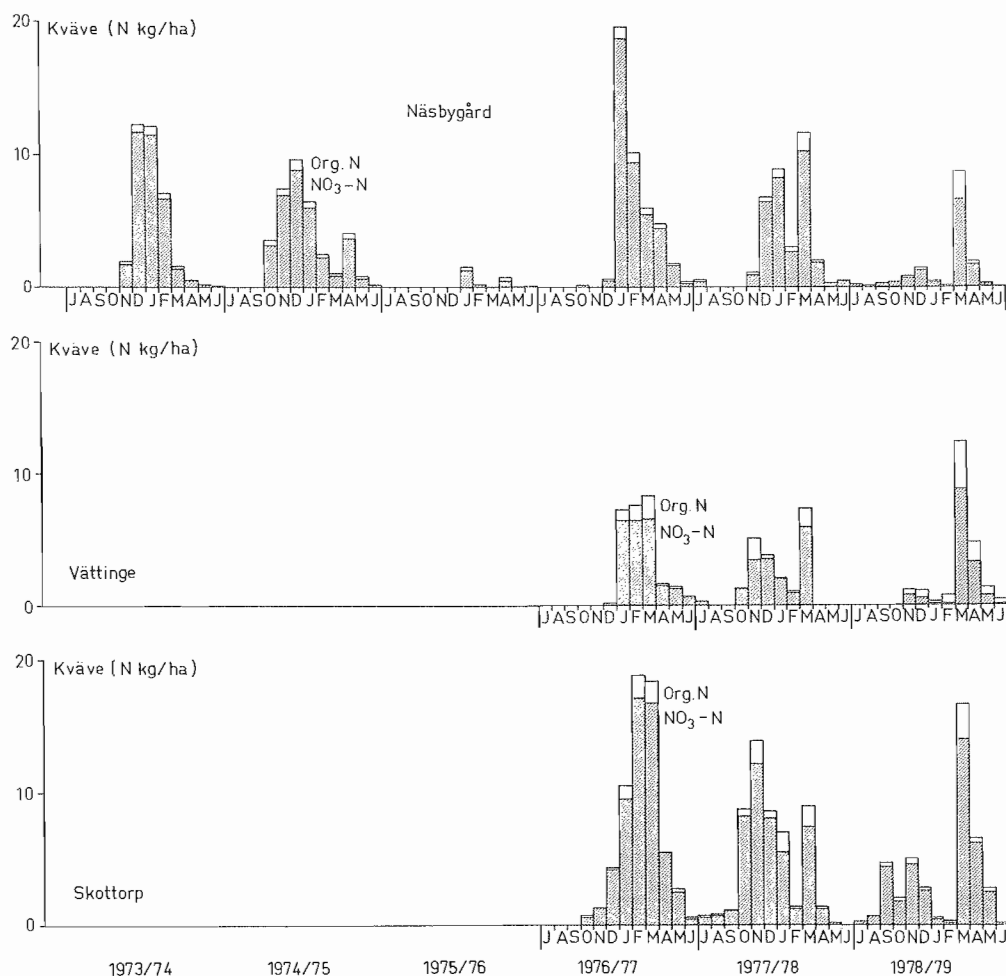


Fig. 7. Transport av kväve från försöksfälten. *Transport of nitrogen from the experimental fields.*

igenom i motsvarande grad på nitrathalterna (fig. 8).

Att nitrathalterna inte blev större vid de kombinerade givorna kan delvis förklaras med ammoniakavgång till atmosfären i samband med gödselhanteringen.

Nitrathalterna var störst i samband med höga gödselgivor (drygt 200 N kg/ha) och odling av spenat på sandjord.

Gröda, gödslingsnivå och utlakning. För skiften där endast en gröda odlats inom avrinningsområdet kan sambandet mellan gödslingsnivå och utlakning studeras för enskilda grödor. Med medianvärde för skiften med samma gröda och indelning efter jordart erhöles resultat enligt fig. 9.

Nästan genomgående var utlakningen lägre andra året.

Utlakningen var störst i samband med specialodling (spenat och morötter) på lätta jordar. Bland de vanliga jordbruksgrödorna intog potatis tätplatsen första året men andra året sjönk den för denna gröda till höst- och vårsädens nivå.

Lågt läckage i förhållande till gödslingsnivån uppvisade sockerbetor och oljeväxter. Speciellt intressant är att förlusterna kunde vara så små efter betor på lätta jordar. Den långa vegetationsperioden för betorna syns ha avgörande betydelse. Dominerande bland oljeväxterna var höstraps. Efter denna gröda såddes i allmänhet höstvet. På detta vis erhöles en lång vegetationsperiod vilket förmodligen bidrog till att läckaget blev relativt måttligt.

Första året var läckaget större efter höstsäd än vårsäd. Andra året blev det tvärtom på moränler- och lerjordar. Speciellt mycket sjönk läckaget andra året efter höstsäden på moränlerorna. Förutom den större avkastningen andra året syns här växtföljden ha varit en bidragande orsak. Höstsäden hade nämligen andra året i samtliga fall höstraps som förfrukt medan förfrukten för höstsäden första året i flertalet fall utgjordes av vårsådda grödor.

Efter vall var läckaget också lågt. Förklaringen ligger även här i den långa vegetationsperioden.

Efter baljväxter (konservärter, åkerbönor och klöverfrövall) blev läckaget mycket litet på moränlerorna medan det var ganska stort på

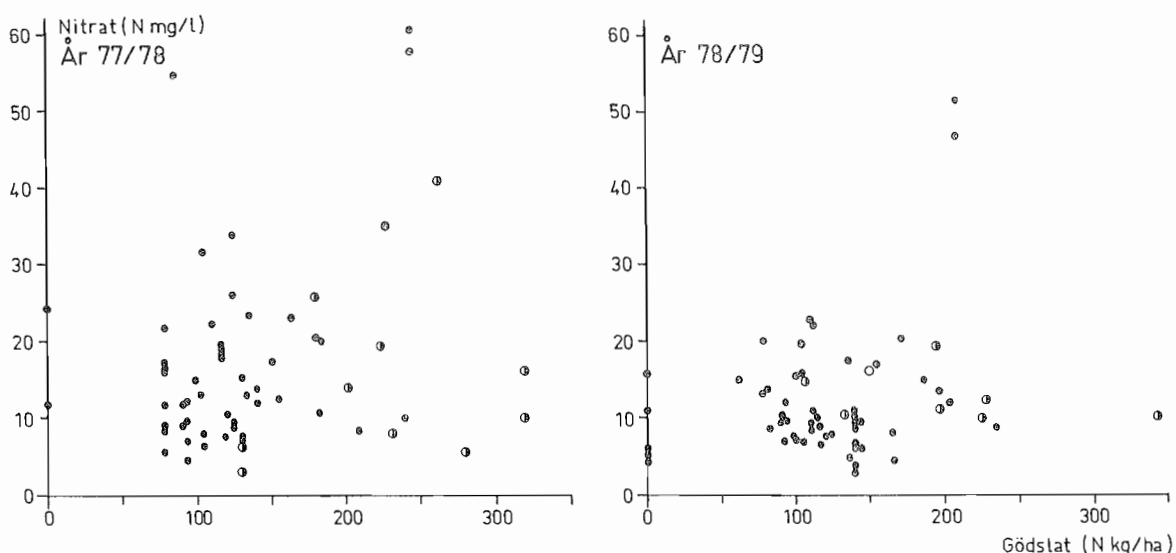


Fig. 8. Gödsling och nitrathalt. *Fertilizing and content of nitrate.* ● handelsgödsel, *commercial fertilizer*; ○ stallgödsel, *manure*; ◐ handelsgödsel och stallgödsel, *commercial fertilizer and manure*;

styva leror (klöverfrövall). Det låga värdet på moränlerorna kan delvis bero på att man efter konservärter sådde höstgrödor.

Djurhållning och nitrathalt. Djurhållningens betydelse för kväveläcket framgår av fig. 10 där nitratmedelvärdet för båda undersökningsåren är redovisade för varje provpunkt.

Endast för moränleror var fördelningen mellan gårdar med och utan djur någorlunde jämn så att en jämförelse kan göras. Här låg flertalet gårdar med djur över medianvärdet. Materialet är dock för begränsat för att några vittgående slutsatser skall kunna göras.

Totalfosfor

Totalfosforhalten visade inget utpräglat jordartsberoende (fig. 11). Variationerna kunde vara kraftiga i enskilda provpunkter. I vissa fall var fosforhalten förhöjd vid endast ett tillfälle. Detta förklaras av att nederbörden och därmed avrinningen var speciellt kraftig vid provtagningstillfället varvid en större del partikelbunden fosfor kunde transporteras ut.

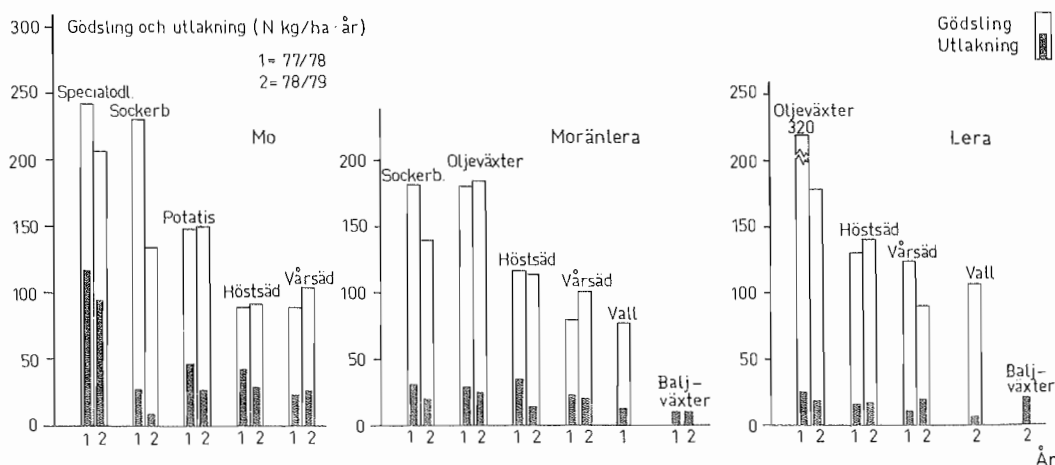


Fig. 9. Utlakning beroende på jordart, gröda och kvävegödslingsnivå. *Leaching depending on soil type, crop type and level of nitrogen dressing.*

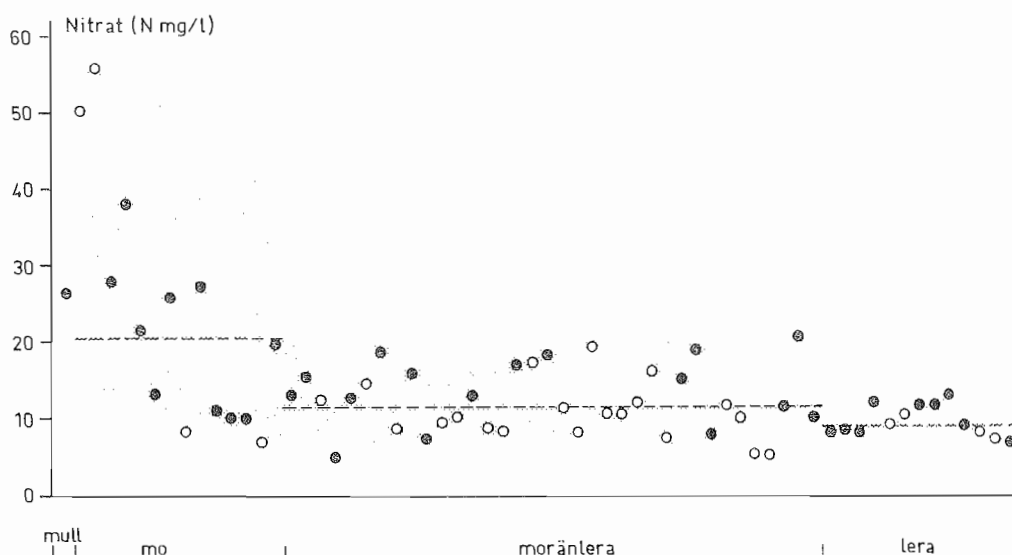


Fig. 10. Djurhållning och nitrat. *Type of management and nitrate.* ● med djur, *with animals*; ○, utan djur *without animals*.

Tabell 8. Medianvärden för totalfosfor för varje jordartsklass. *Median of total phosphorus for every soil type.*

Distrikt	År	Mull	Sand	Mo	Moränlera	Lera
<i>Halt (P mg/l)</i>						
Skåne	77/78	0,030	-	0,044	0,044	0,136
Skåne	78/79	0,197	-	0,066	0,055	0,113
Halland	78/79	-	0,035	0,018	-	0,059
<i>Transport (P kg/(ha·år))</i>						
Skåne	77/78	0,06	-	0,08	0,09	0,26
Skåne	78/79	0,43	-	0,15	0,10	0,20
Halland	78/79	-	0,12	0,06	-	0,20

Andra året blev fosforhalterna allmänt sett något högre än första året. Detta kan förklaras med att andra årets provtagningar sammanföll med högre flöden (snösmältning) än första året. Medianvärdena blev därför högre andra året för samtliga jordarter utom för styva leror (tabell 8). Detta senare berodde på att enstaka höga fosforhalter drev upp de enskilda medelvärdena kraftigare första året.

Inbördes förelåg en klar rangordning mellan försöksfälten där Skottorp hade de lägsta och Vättinge de högsta halterna. Detta synes åtminstone till en del bero på fosfortillgången i marken. Skottorp hade nämligen minst och Vättinge mest fosfor (fig. 12). Även topografin

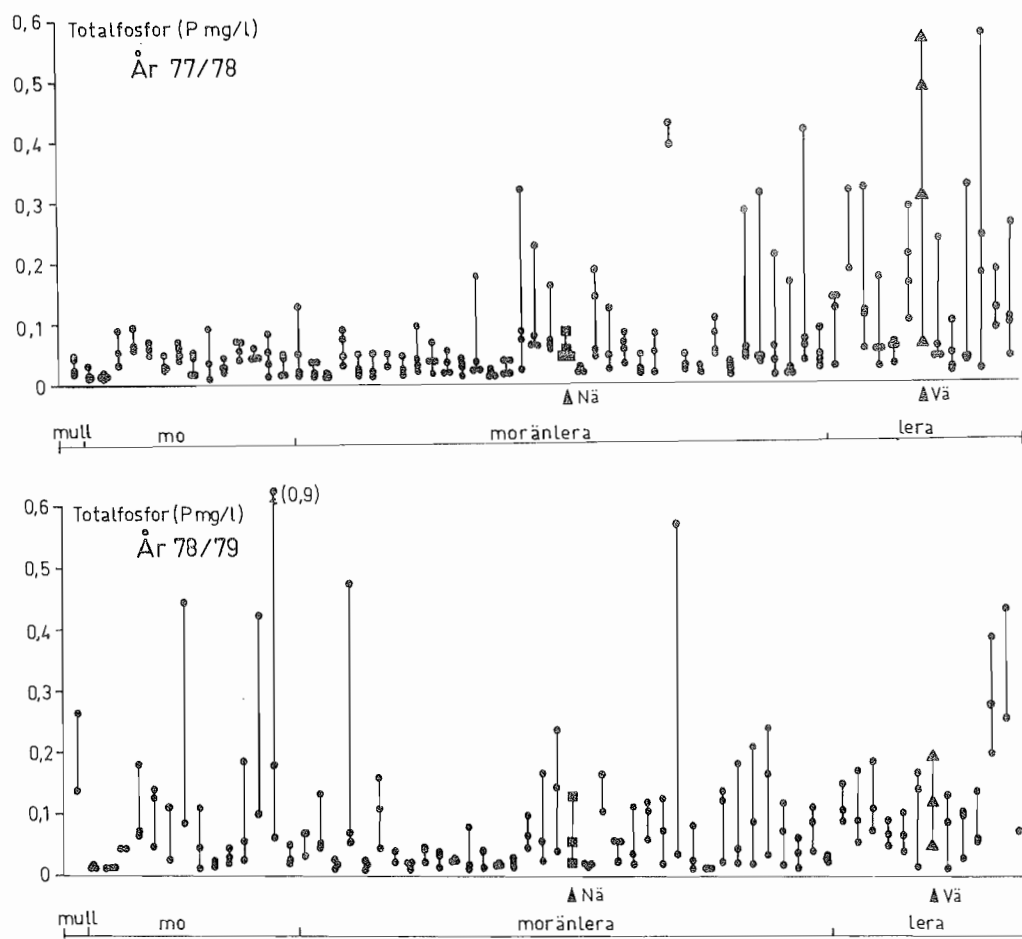


Fig. 11. Totalfosforhaltens beroende av jordarten och dess variationsbredd. *Content of total phosphorus depending on the soil type and its range.*

har betydelse för fosforförlusten. Här erbjuder Vättinge med sina kraftigt sluttande backar goda möjligheter för transport av fosfor med erosionsmaterial. Kombinationen god fosfortillgång i marken och erosion synes därför vara den rimligaste förklaringen till de höga halterna vid Vättinge 77/78.

Skillnaden i fosforhalt mellan medelvärde för försöksfält och medianvärde för motsvarande jordarter i det regionala materialet blev följande (värden i P mg/l);

Sand	78/79	Moränlera	77/78	78/79	Lera	77/78	78/79
Skottorp	0,013	Näsbygård	0,050	0,083	Vättinge	0,422	0,148
Regionen	0,035	Regionen	0,044	0,055	Regionen	0,136	0,113
Skillnad	-0,022	Skillnad	+0,006	+0,028	Skillnad	+0,286	+0,035

Överlag var försöksfälten representativa för fält med motsvarande jordart. Undantag utgör Vättinge 77/78.

Det förhållandevis kraftiga beroendet mellan avrinning och fosforhalt på många fält innebär att den tillämpade provtagningsfrekvensen i många fall är otillräcklig för att rättvisande beskriva fosforförlusterna. Transportvärden beräknade på samma sätt som för nitrat bör dock ge en bra fingervisning om transportens storleksordning (tabell 8).

Kalium

Kaliumhalterna låg i flertalet fall under 5 K mg/l (fig. 13).

På tre platser på mojordar var kaliumhalterna mycket höga. Orsaken kan troligen sökas i stark kaliumgödsling samt svag kaliumadsorption beroende på låg lerhalt.

Sandjordarna i södra Halland hade också låg kaliumadsorberande förmåga. Detta framgår tydligt av tabell 9 där medianvärden för hela materialet finns redovisat.

Vättinge och tre lokaler ytterligare på styv lera hade likaledes höga kaliumhalter. Förklaringen ligger sannolikt däri att jordarna i

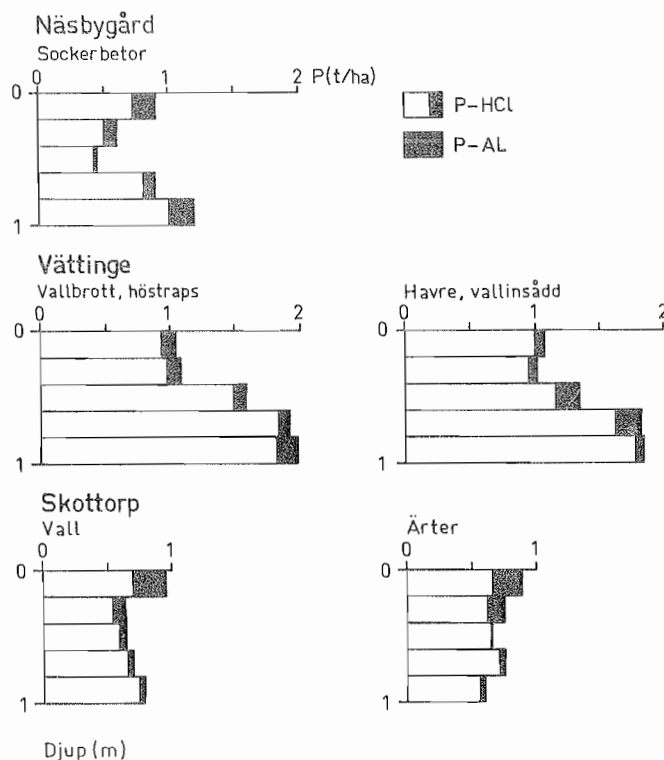


Fig. 12. Fosfor i marken hösten 1978. *Phosphorus in the soil in the autumn 1978.*

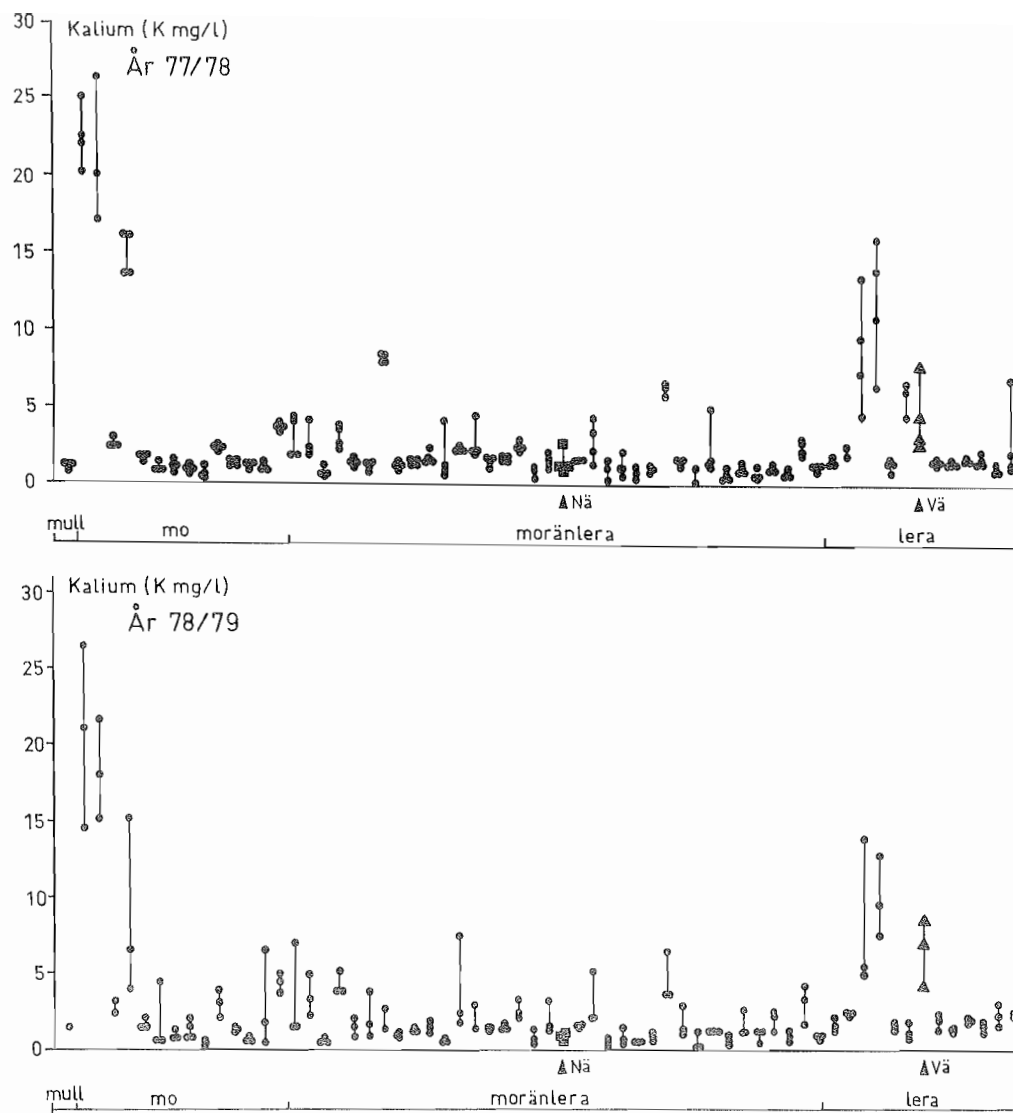


Fig. 13. Kaliumhaltens beroende av jordarten och dess variationsbredd.
Content of potassium depending on the soil type and its range.

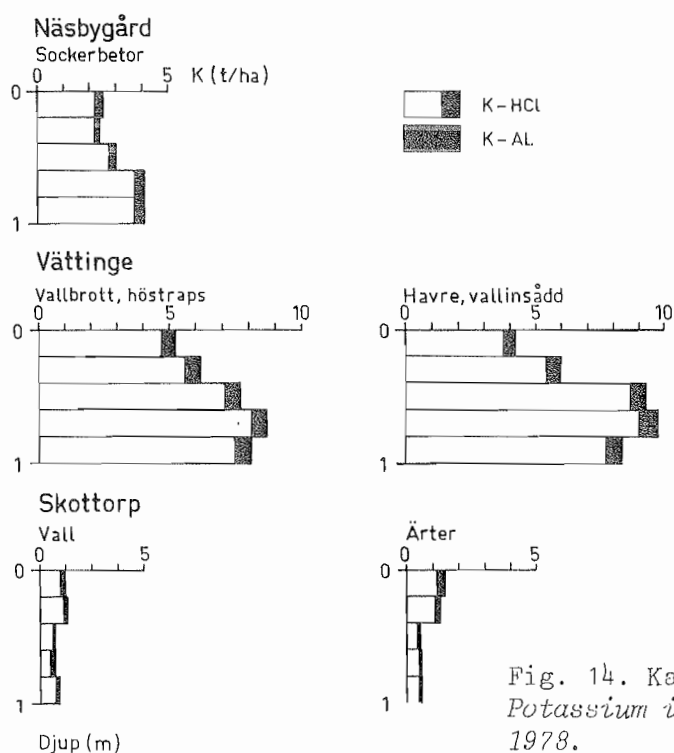


Fig. 14. Kalium i marken hösten 1978.
Potassium in the soil in the autumn 1978.

Tabell 9. Medianvärden för kalium för varje jordartsklass. *Median of potassium for every soil type.*

Distrikt	År	Mull	Sand	Mo	Moränlera	Lera
<i>Halt (K mg/l)</i>						
Skåne	77/78	1,2	-	1,5	1,4	1,7
Skåne	78/79	1,6	-	2,8	1,5	1,9
Halland	78/79	-	4,1	2,5	-	2,3
<i>Transport (K kg/(ha·år))</i>						
Skåne	77/78	3,2	-	2,4	3,0	3,6
Skåne	78/79	2,2	-	6,1	2,9	3,7
Halland	78/79	-	14	8,5	-	8,0

dessa fall har särskilt högt kaliumförråd och hög kaliumlevererande förmåga. Det kan för Vättinges del beläggas vid en jämförelse av kaliumtillståndet i marken på de tre försöksfälten (fig. 14). Vättinge har det klart bästa kaliumtillståndet av de tre.

Vidare framgår att sandjorden på Skottorp har litet kaliumförråd och svag kaliumadsorberande förmåga. För att växterna skall ha tillräckligt med kalium på Skottorp måste kaliumgödsling ske varje år och kalium som växterna ej tar upp går förlorat under vinterns utlakning.

Skillnaden i kaliumhalt mellan medelvärde för försöksfält och medianvärde för fält med motsvarande jordarter i det regionala materialet blev följande (värden i K mg/l);

Sand	78/79	Moränlera	77/78	78/79	Lera	77/78	78/79
Skottorp	4,3	Näsbygård	1,6	0,8	Vättinge	5,3	6,5
Regionen	4,1	Regionen	1,4	1,5	Regionen	1,7	1,9
Skillnad	+0,2	Skillnad	+0,2	-0,7	Skillnad	+3,6	+4,6

De små avvikelserna vid Skottorp och Näsbygård medför att dessa försöksfält är representativa för fält med motsvarande jordart. Avvikelse-erna vid Vättinge var däremot så stora att detta försöksfält måste betraktas som en extremvariant.

På motsvarande sätt som för nitrat och totalfosfor kan en skattning av transporten av kalium göras (tabell 9).

DISKUSSION

Försöksfälten Skottorp och Näsbygård hade vid samtliga provtagnings-tillfällen halter av kväve, totalfosfor och kalium som låg i närheten av halterna i vatten från fält med motsvarande jordarter i det regionala materialet. Dessa försöksfält hade således mycket god regional representativitet.

För Vättinges del var överensstämmelsen god båda åren för kväve och det ena året för fosfor medan för kalium fältet var en extrem-variant båda åren. Kalium saknar dock betydelse ur vattenvårdssyn-punkt varför fältet ändå lämnar mycket värdefull information.

LITTERATUR

- Brink, N., Gustafson, A. & Persson, G. 1978. Förluster av växtnäring från åker. *Ekohydrologi* nr 1, 1-60.
- Bengtsson, B. 1978. Skördeuppskattning och skördeskadeskydd i Kristian-stads län 1977. *Skånskt lantbruk* nr 5, 178-189.

- Bengtsson, B. 1979. Skördeuppskattning och skördeskadeskydd i Kristianstads län 1978. *Skånskt lantbruk nr 5*, 190-200.
- Egnér, H., Riehm, H. & Domingo, W.R. 1960. Untersuchungen über die Chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes die Böden. II Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor- und Kaliumbestimmung. *Kungliga Lantbrukshögskolans Annaler*, 199-215.
- Kinning, B. 1978. Skördeuppskattning och skördeskadeskydd i Malmöhus län 1977. *Skånskt lantbruk nr 5*, 190-197.
- Kinning, B. 1979. Skördeuppskattning och skördeskadeskydd i Malmöhus län 1978. *Skånskt lantbruk nr 5*, 201-207.
- Lindén, B. 1977. Utrustning för jordprovtagning i åkermark. *Rapport nr 112*, 1-29. Avdelningen för växtnäringslära, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Lindén, B. 1979. Alvprovtagning med "Ultunaborren" - för markkartering och framtida N-prognoser. *Rapport nr 119, 120*, 1-29. Avdelningen för växtnäringslära, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Stålberg, S. 1976. Riktlinjer för kalkning och gödsling efter markkartorna 1976. *Meddelande 46*, p. 22. Statens lantbrukskemiska laboratorium, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.

UTLAKNING EFTER SPRIDNING AV POTATISFRUKTSAFT

Leaching After Spreading of Potato Juice

Nils Brink, Sven L. Jansson och Staffan Steineck

Abstract. The manufacture of starch from potatoes yields juice as a byproduct. The disposal of this juice represents a waste problem. The aim of this study was to elucidate the risks of leakage of nitrates to the groundwater inherent in the spreading of juice as a substitute for commercial nitrogen fertilizer.

The disadvantage is that the juice is spread in autumn and winter when no active, nutrient-absorbing crop is to be found in the fields. After dispersal of the juice some of its nitrogen is transformed to nitrate in the soil, which involves a risk of leaching to watercourses and the groundwater.

The project comprises four plot experiments on undrained fields with sandy soils in the vicinity of Mörrum. Both determination of the nitrate profile and groundwater observation were executed at two of the experimental sites. It is of interest to establish whether these investigations reveal an illustrative connection.

It was possible at both sites to discern fairly close agreement between the profiles and the groundwater studies. For obvious reasons the agreement prevails chiefly between the profiles and the observations in shallow groundwater pipes. A time-lag inevitably ensues between shallow and deeper pipes.

The investigation demonstrated that juice spreading causes substantial nitrate production in the ground, which results in a different - and in terms of leaching less favourable - pattern of the nitrate profiles from that caused by fertilization with commercial nitrogen alone. Increased nitrate accumulation in the profiles and increased nitrate deposits in the groundwater are consequences of the spreading of juice.

With some exceptions the crops in the experimental fields did not fully exploit the nitrate nitrogen. This failure was due to lack of water and occasional periods of drought during the vegetative seasons.

The experiments indicated that juice spreading and fertilization with commercial nitrogen cannot be planned independent of each other. Increased nitrate supply with accumulation in the profiles and leaching would eventually follow.

No pronounced connection emerged between autumn juice spreading and leaching during the subsequent winter. The nitrate movements even on sandy soil manifest such a slowness that this connection is often found wanting. The leaching potential is postponed and then depends on the growth conditions of the crops - primarily their water supply - which determine how effectively they will use the nitrate content of the profile.

Concerning the suitability of the study for control of the consequences of juice spreading, an overall assessment of 2 1/2 years results implies that the investigation may prove adequate but its duration was too short to allow definite conclusions. We must reckon with a running-in period of some years before residual effects of earlier patterns of nitrogen balance decline, and the new pattern is manifested in nitrate profiles and groundwater conditions.

INLEDNING

Vid framställning av stärkelse ur potatis uppkommer fruktsaft som en biprodukt. Att bli av med fruktsaften utgör ett avfallsproblem. En möjlighet är att sprida fruktsaften på odlingsmarken och att därvid dra nytta av dess växtnäringsinnehåll.

Fruktsaften innehåller pr m³ (ton) ca 50 kg torrs substans med 4 kg kväve, 0,3 kg fosfor och 5 kg kalium.

Utspridningen av fruktsaften utförs på hösten och förvintern i anslutning till stärkelsefabrikernas kampanjt看. Hektargivor på ca 25 ton är vanliga, motsvarande en tillförsel till marken av ca 100 kg N, 8 kg P och 125 kg K. Detta representerar en växtnäringsstillförsel, som är väl förenlig med normal växtodling i de trakter där fabrikspotatis produceras.

Nackdelen är att utspridningen sker under hösten och vintern, då ingen aktiv och näringsupptagande gröda finns på fälten. En del av fruktsaftens kväve omvandlas efter utspridningen till nitrat som löper risk att utlakas till vattendragen och grundvattnet.

Sveriges Stärkelseproducenters Förening bedriver stärkelseproduktion vid ett antal fabriksenheter i nordöstra Skåne och västra Blekinge, varvid fruktsaften utsprids på odlingsmarkerna i fabrikenas omgivning där också produktionen av fabrikspotatisen försiggår. Till övervägande delen rör det sig om genomsläppliga och torkkänsliga sandjordar.

MÅL OCH PLAN

På uppdrag av Stärkelseföreningen har avdelningarna för vattenvård och växtnäringslära vid Sveriges lantbruksuniversitet undersökt fruktsaftens gödselvärde, nitratkvävet rörelser i marken och riskerna för grundvattnet efter fruktsaftspridning på hösten. Undersökningen påbörjades i oktober 1975.

Målet är att klargöra riskerna för läckage av nitrat till grundvattnet vid spridning av fruktsaft på hösten som ersättning för handelsgödselkväve.

Projektet omfattar fyra rutförsök, som förlagts till odikade fält med sandjordar i trakten av Mörrum. Försöksplatsernas geografiska läge framgår av fig. 1.

FÖRSÖKSPLATSER

Gungvala (Gu)

Försöksfältet är en äldre betesvall, som betats intensivt 8-10 månader per år. Fältet tillhör en gård med stor kreatursbesättning. Flytgödsel från såväl nötkreatur som svin har spritts på fältet före försökets början.

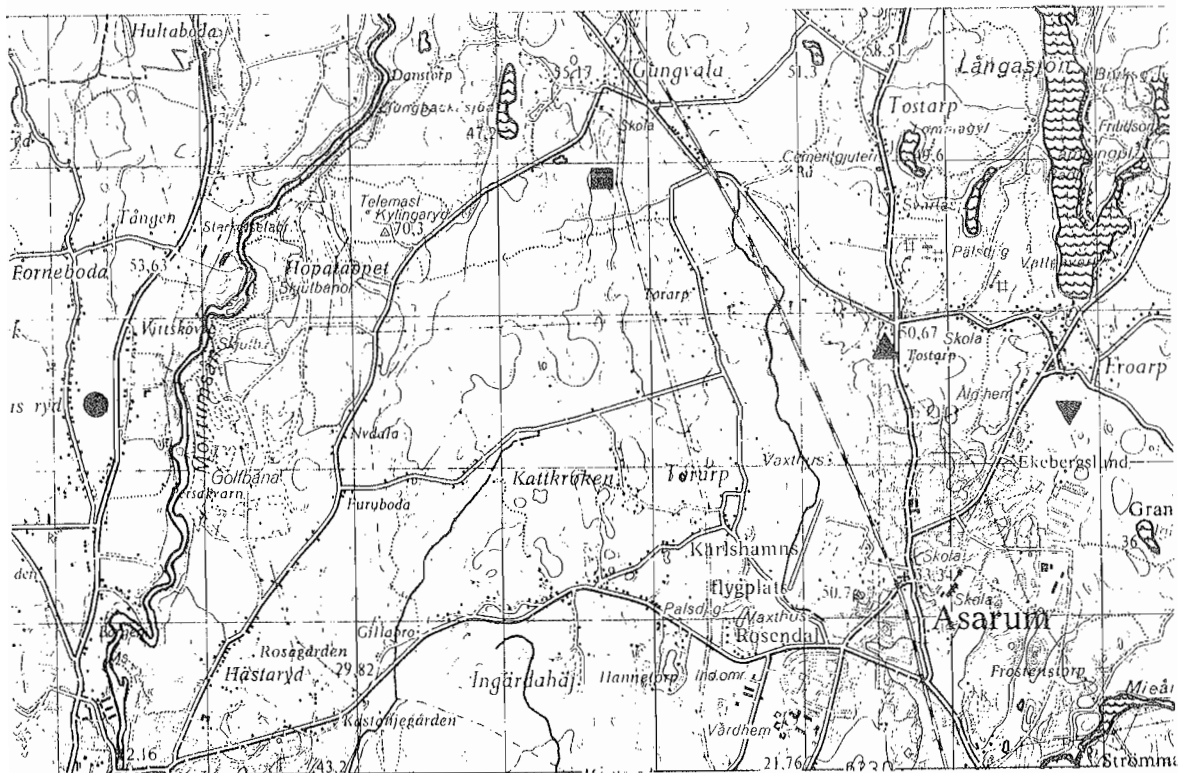


Fig. 1. Försöksfältens geografiska läge. *Geographical location of the experimental fields.* ● Forneboda. ■ Gungvala. ▲ Tostarp. ▼ Froarp.

Jordarten är något mullhaltig sand med inslag av mo och mjäla. Försöksrutorna är 35 x 65 m.

Fältet lutar ganska mycket åt sydväst snett över försöksrutornas längdriktning (fig. 2). Det är omgivet av skog och impediment. Det grundvatten som påträffas kommer dels från nederbörd som fallit på fältet dels från högre liggande terräng.

Froarp (Fr)

Försöket ligger på ett ca 20 ha stort fält genomkorsat av en markerad dalgång. Försöksytan är belägen på en plåtå på en av sluttningarna. Växtodlingen har varit den normala för trakten nämligen korn med insädd, 2 års vall och potatis.

Jordarten är något mullhaltig sand med inslag av mo och mjäla. Lutningsförhållandena framgår av fig. 2. Försöksrutorna är 20 x 75 m.

Tostarp (Tp)

Försöksfältet är en liten åker (ca 1 ha) avgränsad av vägar på tre sidor och på den fjärde av ett sandtag. Växtodlingen har varit den normala för kreaturslösa gårdar i trakten med korn, råg och fabrikspotatis.

Jordarten är något mullhaltig sand. Lutningsförhållanden framgår av fig. 2. Försöksrutorna är 20 x 100 m.

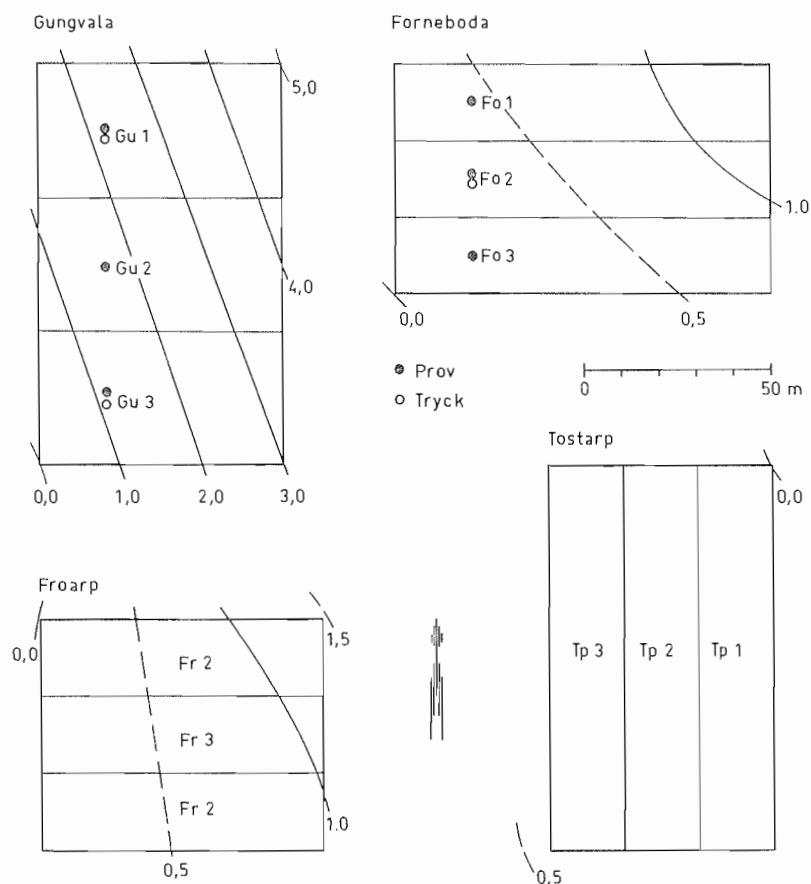


Fig. 2. Planer med lutningsförhållanden över de fyra försöksfälten.
Planes with gradients over the four experimental fields.

Forneboda (Fo)

Försöksfältet är en liten åker (ca 1 ha) i öppen odling, avgränsad av stenmur och vägar. Åkern tillhör en gård med liten kreatursbesättning. Fruktsaft har tidigare spritts på försöksfältet. Växtodlingen har omfattat: korn med insådd, 2 års vall och fabrikspotatis.

Jordarten är något mullhaltig sand med en mäktighet på minst 5 m. Försöksrutorna är 20 x 110 m.

Fältet lutar svagt åt sydväst snett över rutornas längdriktning (fig. 2). I vart fall det grunt liggande grundvattnet torde på grund av den svaga lutningen komma från nederbörd som fallit på fältet.

MATERIAL OCH METODER

Grundvattenundersökningar

På två av försöksplatserna, Gungvala med betesvall och Forneboda med kornodling, har avdelningen för vattenvård gjort lodningar av grundvattentrycket och bestämt grundvattnets sammansättning. Lodningar och provtagningar har skett i skilda rör. Rören som är av plast har drivits ned till två djup i varje försöksruta, dels till ca 3 m djup, dels till ca 5 m. Rören skyddas ovan mark av rör av betong eller järn. Grundvattenrören har satts av Orrje & Co.

Lodningar och provtagningar har utförts en gång i månaden från och med november 1975 till och med juni 1978 och ombesörjts av Stärkelseföreningen. En närmare beskrivning av grundvattenrör, provtagningsutrustning och provtagning finns i en tidigare skrift av Brink, Gustafson & Persson (1978).

Metoderna för vattenanalyserna överensstämmer i princip med svensk standard (SIS 1977). I några fall har reagensmängder och koncentrationer anpassats till automatisk analys. Preciseringar återfinns i ovan nämnda skrift av Brink *et al.* (1978).

Bestämning av nitratprofilen i marken

I de tre försöksleden på alla fyra försöksfälten har avdelningen för växtnäringslära uttagit markprov ned till 2 m djup för bestämning av den s k nitratprofilen. Denna visar mängden nitratkväve i marken vid provtagningstillfället i kg per ha samt nitratkvävet fördelning på olika djupt belägna markskikt.

Första provtagningen ägde rum 8-9 oktober 1975 innan någon fruktsaftspridning verkställdes. Därefter har fyra provtagningar utförts, nämligen 8-14 april 1976 (före vårbrukets och vegetationsperiodens början), 10-20 september 1976 (före den nya saftspridningen), 22-24 mars 1977, 6-11 oktober 1977 och 15-16 april 1978.

Vid provtagningen har på varje försöksruta tre borrhälsar med 10 m inbördes avstånd uttagits ned till 2 m djup. Borrhälsarna har uppdelats i nio delprover, representerande skikten 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100, 100-125, 125-150, 150-175 och 175-200 cm från markytan räknat. I vart och ett av de nio delproverna har vattenhalt och innehåll av nitratkväve bestämts. I de fem delproverna ned till 1 m djup har därjämte innehåll av ammoniumkväve bestämts. De funna kvävemängderna har omräknats till kg N per ha för varje borrhäls för sig, varefter medelvärdena för de tre borrhälsarna angetts som försöksrutans innehåll av nitrat- och ammoniumkväve.

För nitrat- och ammoniumkvävebestämningarna har jordproverna extraherats med 1-normal kaliumkloridlösning. I extrakten har de båda kväveformerna bestämts genom de kolorimetriska förfaranden, som ingår i Tecnicons automatiska analysförfarande. Analyserna har utförts vid Lantbrukskemiska Stationen i Kristianstad.

Tabell 1. Kvävegödsling, fruktsaftspridning, gröda och skörd. *Fertilization with nitrogen, juice spreading, crops and harvest. (Values in kg/ha.)*

Ruta	År	Kväve i handels gödsel	Fruktsaft			Tid	Gröda	Skörd (TS·kg/ha)
			N	P	K			
Gu1	1975							
	1976	90 (3x30)					Bete	8 500
	1977	120 (3x40)					Bete	10 400
Gu2	1975		86	8	122	Dec		
	1976	90 (3x30)	79	8	105	Dec	Bete	4 900
	1977	95 (15+2x40)	83	9	116	Dec	Bete	9 000
Gu3	1975		129	9	151	Okt		
	1976	90 (3x30)	106	9	151	Okt	Bete	4 900
	1977	95 (15+2x40)	78	9	116	Okt	Bete	9 000
Fr1	1975							
	1976	90 (3x30)					Vall	8 500
	1977	120 (3x40)					Vall	10 100
Fr2	1975		86	8	122	Dec		
	1976	90 (3x30)	79	8	105	Dec	Vall	9 100
	1977	95 (15+2x40)	83	9	116	Dec	Vall	10 500
Fr3	1975		129	9	151	Okt		
	1976	90 (3x30)	106	9	151	Okt	Vall	9 100
	1977	95 (15+2x40)	78	9	116	Okt	Vall	10 600
Tp1	1975							
	1976	75					Korn	2 470
	1977	140					Potatis	10 700
Tp2	1975		86	8	122	Dec		
	1976	75	79	8	105	Dec	Korn	2 050
	1977	115	83	9	116	Dec	Potatis	9 500
Tp3	1975		129	9	151	Okt		
	1976	75	106	9	151	Okt	Korn	2 020
	1977	115	78	9	116	Okt	Potatis	9 500
Fo1	1975							
	1976	60					Korn	1 400
	1977	70					Korn	1 460
Fo2	1975		86	8	122	Dec		
	1976	60	79	8	105	Dec	Korn	1 210
	1977	45	83	9	116	Dec	Korn	1 190
Fo3	1975		129	9	151	Okt		
	1976	60	106	9	151	Okt	Korn	1 470
	1977	45	78	9	116	Okt	Korn	1 520

TS, dry matter. Bete, pasture. Vall, ley. Korn, barley. Potatis, potatoes.

ODLINGSÅTGÄRDER

Odlingsåtgärderna har sammanställts i tabell 1, i vilken också skördetal ingår.

RESULTAT

Nederbörd

De nedan redovisade nederbördsmängderna härrör från SMHI:s mätningar i Karlshamn. De får anses gälla för alla fyra försöksplatserna.

ÅR	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	TOT
1975/76	56	33	90	27	37	18	44	9	29	29	35	22	429
1976/77	47	28	44	100	46	89	84	58	55	50	18	32	651
1977/78	76	49	30	40	69	58	42	31	63	20	8	55	541
1931/60	69	62	50	52	50	50	48	37	32	32	34	43	559

Både mängd och fördelning avviker under de två första åren markant från 30-årsmedeltalen. Det tredje året var mängden nära normal men fördelningen ganska avvikande. Det första året uppvisar ett nederbördsunderskott på 130 mm och det andra ett överskott på 92 mm. Speciellt vintern 76/77 (OKT-MAR) var nederbördsrik med omkring 160 mm mer än normalt.

Nederbörden var sur under vintermånaderna att döma av pH-värden från Smedby utanför Kalmar (Meteorologiska institutionen vid Stockholms universitet).

ÅR	SEP	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ
1976/77	4,7	4,5	4,5	4,3	4,0	3,8	4,1	4,3	3,9

Till detta kommer torrdeposition av svavel från främst det närliggande oljekraftverket i Karlshamn som är ett av Sveriges största. Det infiltrerande vattnet kan sålunda förutsättas vara mycket surt.

Skörd och skördat kväve

De på försöksfälten under 1976 och 1977 erhållna skördarna framgår av tabell 1.

Av större intresse för de här diskuterade problemen är de skördade kvävemängderna. De har sammanställts i tabell 2. På försöksfälten Gungvala och Tostarp är de skördade kvävemängderna mindre i försöksleden med saftspridning än i kontrollerleden utan fruktsafttillförsel.

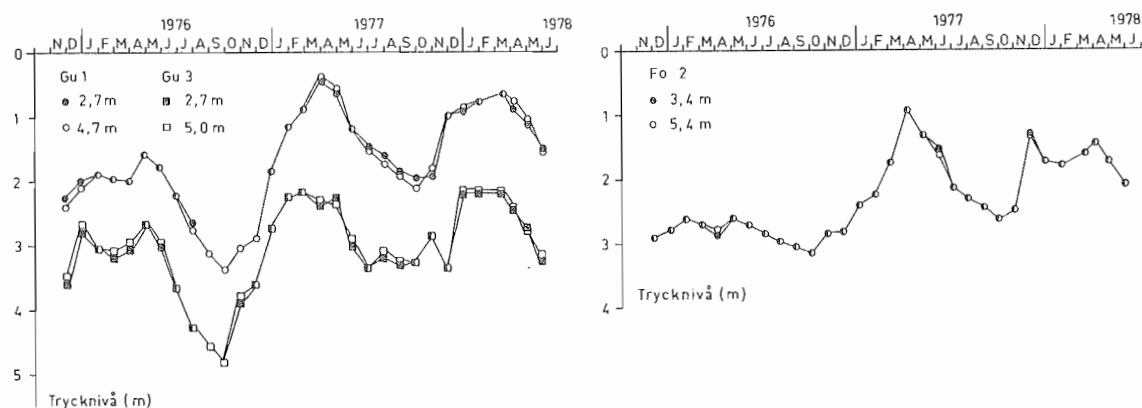


Fig. 3. Grundvattnets trycknivåer på försöksfälten Gungvala och Forneboda. Pressure levels of the groundwater on the experimental fields at Gungvala and Forneboda November 1975 to June 1978.

Grundvattentryck och grundvattenströmning

Mätningarna av grundvattnets trycknivåer på försöksfälten Gungvala och Forneboda har sammanställts i fig. 3.

Trycknivåerna varierade i stort sett efter samma mönster på båda försöksplatserna. Fluktuationerna var störst i Gungvala, vilket har att göra med fältets lutning som är 1,3 m mellan Gu1 och Gu3 (fig. 2).

De stora nederbördsmängderna under vintern 1976/77 ledde till att grundvattennivån steg omkring 2,5 m på båda platserna. Uppskattningsvis bör mellan 300 och 400 mm nederbörd ha infiltrerat till grundvattnet denna vinter.

Tryckskillnaden mellan de två rutorna i Gungvala, som aldrig var mindre än 0,7 m och kunde bli upp till 2 m, innebär att grundvattnet i stora drag strömmade parallellt med markytan. Detta styrks av att tryckskillnaderna mellan de olika djupen på de enskilda lokalerna var små eller inga alls. Likväl har olika hydrologiska förhållanden förelegat på de två rutorna i det att registrerade nedtryck på den högre liggande rutan Gu1 motsvarades av upptryck på den lägre Gu3. Detta innebär att nederbörd som fallit på Gu1 transporterats nedåt liksom även lösta ämnen och att nederbördsvattnet på Gu3 möjligen kunnat nå ned till det grunda rörets intag men icke till det djupa rörets, där vattnet i stället kommit från annat håll. Gu2 intar en mellanställning. Sannolikheten är stor för att det grunda röret där tagit emot vatten från ytan. Perkulationsströmmen ovan grundvattenytan kan förutsättas ha varit vertikal överallt.

Tryckskillnaderna mellan de två djupen i Forneboda var nästan genomgående lika med noll. Vertikal vattenrörelse däremellan förekom endast sporadiskt. Det djupa grundvattnet strömmade i stort sett horisontellt. Däremot kan man räkna med att det fria vattnet ovan grundvattenytan perkulerar vertikalt dvs den nederbörd som faller på ytan når grundvattnet därunder.

Grundvattnets sammansättning

Allmänt. Grundvattnets medelsammansättning under försökstiden på försöksfälten Gungvala och Forneboda redovisas i tabell 3.

Bland de i tabellen redovisade ämnena är nitrat det mest intressanta. Övriga kvävefraktioner har förekommit i så små halter att de kan lämnas utanför diskussionen. Detsamma gäller fosfor och permanganattal som var oförändrat lika på de skilda djupen. Fruktsaftspridningen har sålunda inte haft något inflytande härutinnan.

Nitrat, kalium, konduktivitet och pH diskuteras i det följande.

Nitrat. Nitrathalterna förändrades förhållandevis litet i Gungvala och mycket i Forneboda (fig. 4). Det omedelbara inflytandet ovanifrån har sålunda varit mindre från betesvallen än från kornåkern trots allmänt något högre näringsstatus på den förra.

I Gungvala var vattnet i de djupare rören vanligen nitratrikare än i de grundare. Detta är ett tecken på att det djupa vattnet kommer utifrån, vilket ju stämmer med den hydrologiska bilden. Det grundare vattnet har däremot haft betydligt större möjlighet att påverkas av gödsling. Något entydigt sådant inflytande ser man emellertid inte på den enbart handelsgödslade rutan Gu1. Däremot har en tydlig påverkan blivit följden av fruktsaften (i det grundare röret) på Gu2 det andra och nederbördsrika året. Fruktsaften på Gu3 åter har inte inverkat alls på grundvattnet naturligt nog eftersom där råder upptryck större delen av året. Nitratkurvorna löper ju också närmast parallella där.

I Forneboda är bilden en annan. Där har halterna följts åt på Fo1 men gått isär på Fo2 och Fo3. Det kan tilläggas att röret Fo 1-4,3 står på berg vilket innebär att grundvattenströmmen där är mera samlad än på de

Tabell 3. Grundvattnets sammansättning 1975/77. Medeltal av 26 analyser. *The composition of the groundwater 1975/77. Mean of 26 analyses. (Values in N, P, K and KMnO_4 mg/l.)*

Ruta	Djup (m)	Kväve					K	KMnO_4	Konduktivitet ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
		NH_4	NO_2	NO_3	TotN	PO_4			
Gu1	2,7	0,06	0,002	12	12	0,02	2,0	6	320
Gu1	4,7	0,09	0,011	19	21	0,02	3,0	6	355
Gu2	3,0	0,08	0,010	18	20	0,02	1,7	5	370
Gu2	4,6	0,09	0,011	21	22	0,02	2,5	4	360
Gu3	2,7	0,12	0,004	11	12	0,02	1,4	4	305
Gu3	5,0	0,12	0,022	17	18	0,02	2,0	4	325
Fo1	3,3	0,05	0,002	29	32	0,01	2,6	5	345
Fo1	4,3	0,05	0,002	34	35	0,01	2,9	5	420
Fo2	3,4	0,05	0,002	32	35	0,01	2,6	5	395
Fo2	5,4	0,10	0,003	9	10	0,01	1,9	6	250
Fo3	3,6	0,09	0,005	31	33	0,01	2,6	5	345
Fo3	5,3	0,04	0,002	10	10	0,03	1,6	4	240

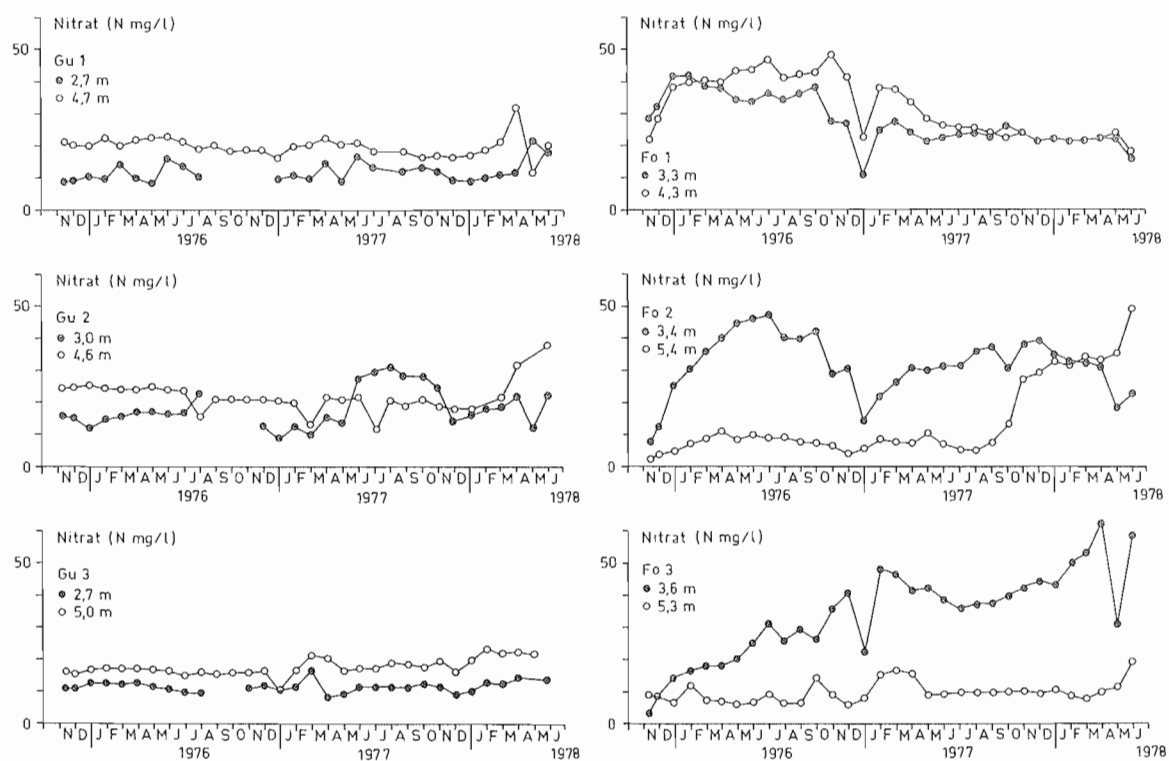


Fig. 4. Grundvattnets halt av nitratkväve på försöksfälten Gungvala och Fornebo. *Groundwater content of nitrate nitrogen in the experimental fields at Gungvala and Fornebo. November 1975 to June 1978.*

två andra lokalerna. Rören Fo 1-3,3 och Fo 1-4,3 representerar därför och på grund av den lilla skillnaden i djup ungefär samma vatten.

Mot bakgrund härav kan följande utskiljas. Det första året då nederbörden var liten var mönstret ungefär lika i alla försöksled på grund av minneseffekter från tidigare år. Det andra året med riklig och det tredje med normal nederbörd har fruktsaften givit klara utslag på det mindre djupet på både Fo2 och Fo3, de sena givorna (Fo2) också på det större djupet. Det sistnämnda har väl knappast med giva eller tidpunkt att göra utan snarare med lokala variationer i jordarten.

Kalium och konduktivitet. Av översikten i tabell 3 framgår att halterna av nitrat, kalium och konduktivitet hade samma inbördes ordning om man ser till djupet. Kvalitetsmässigt föreligger således ett visst samspel mellan jonerna. Variationerna för kalium och konduktivitet var emellertid inte alls lika påfallande som för nitraten. Halterna var mindre än eller lika med vad man eljest finner i grundvattnet i åkerjord.

Förhållandet att värdena var olika på olika djup beror på att det är fråga om skilda akviferer med vatten som inte så lätt blandas.

pH. Ifråga om pH finns enhetliga drag (fig. 5). Det första och nederbördsfattiga året fluktuerade värdena kring konstanta nivåer, det andra och nederbördsrika året sjönk värdena efter hand med ända till två enheter. I samband med tjällossningen våren 1977 inträffade dessutom plötsliga pH-fall som för Fornebodas del kan betecknas som en kollaps. De vanliga jonbytesprocesserna hann inte med vid den kraftiga genomsköljningen. Det tredje och ur nederbördssynpunkt normala året stabiliserade sig pH på en lägre nivå med avbrott för nya pH-fall eller fortsatte att sjunka.

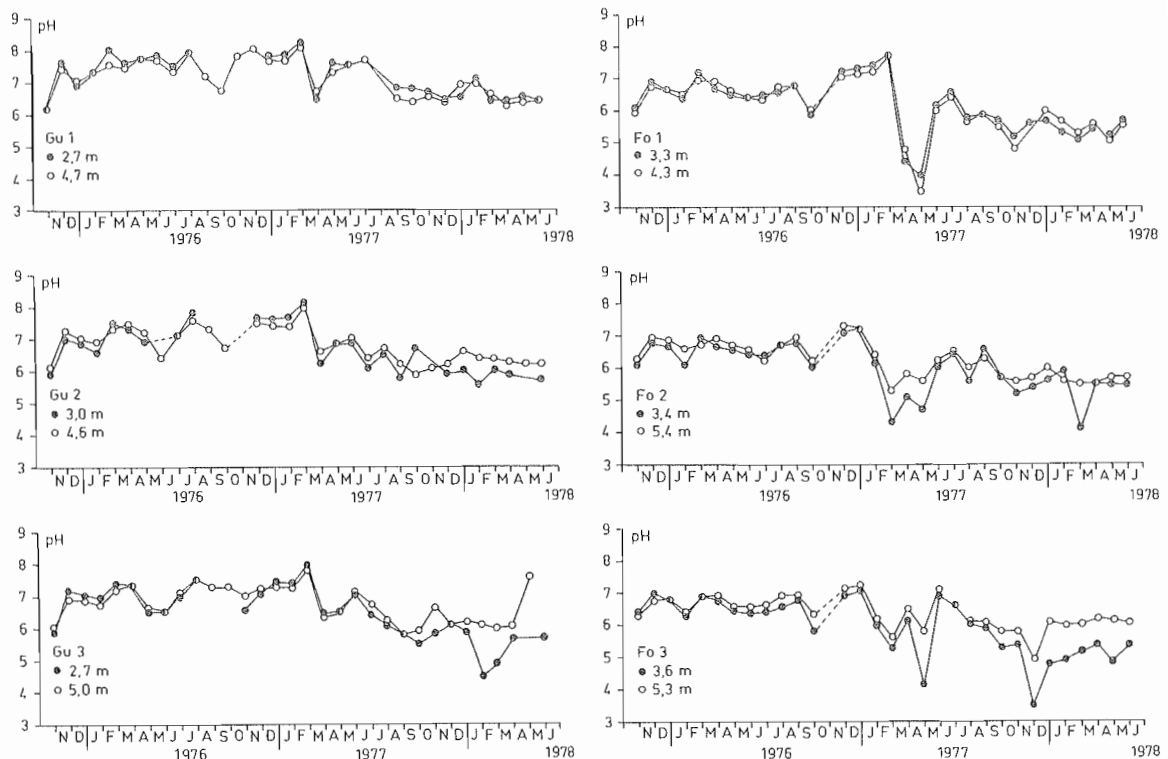


Fig. 5. Grundvattnets pH-värde på försöksfälten Gungvala och Forneboda. The pH-value of the groundwater in the experimental fields at Gungvala and Forneboda. November 1975 to June 1978.

Tabell 4. Ammonium och nitrat i markprofilen till 1 och 2 m djup. *Ammonium and nitrate in the ground profile at depths of 1 and 2 m. (Values in N kg/ha.)*

Ruta	OKT-75	APR-76	SEP-76	MAR-77	OKT-77	APR-78
<i>NH₄-N till 1 m djup</i>						
Gu1	17	46	49	51	51	58
Gu2	52	54	38	45	51	35
Gu3	23	60	34	43	60	101
Fr1	28	65	36	29	43	72
Fr2	24	38	37	43	52	65
Fr3	24	42	22	27	39	68
Tp1	24	26	39	34	49	49
Tp2	19	43	66	36	36	45
Tp3	19	31	22	23	35	39
Fo1	27	29	18	9	31	44
Fo2	24	83	21	26	70	59
Fo3	29	34	17	22	95	42
<i>NO₃-N till 1 m djup</i>						
Gu1	209	150	85	89	10	61
Gu2	140	156	82	128	18	110
Gu3	118	193	60	146	20	129
Fr1	41	41	26	24	17	39
Fr2	14	40	33	39	20	95
Fr3	19	53	16	48	15	86
Tp1	52	52	68	16	25	27
Tp2	25	47	75	27	24	51
Tp3	36	74	81	15	23	52
Fo1	52	43	74	8	19	16
Fo2	85	58	71	37	26	65
Fo3	47	112	93	23	29	23
<i>NO₃-N till 2 m djup</i>						
Gu1	374	282	199	281	64	179
Gu2	247	308	192	368	83	331
Gu3	218	312	152	416	110	335
Fr1	79	90	71	58	48	75
Fr2	56	67	58	77	64	144
Fr3	76	94	52	111	52	156
Tp1	82	103	101	70	48	80
Tp2	44	77	111	61	58	125
Tp3	52	95	123	37	44	93
Fo1	112	75	110	28	30	42
Fo2	167	98	115	90	70	109
Fo3	111	146	141	119	56	99

Den iakttagna förurningen är starkt kopplad till den sura nederbörden men också fruktsaften kan ha bidragit. Eftersom pH-värdena genomgående samvarierade så intimt på de två djupen, måste det därtill finnas en orsak som kan verka snabbt. En sådan faktor är trycket som beror av nederbörden och som fortplantar sig momentant och sålunda samtidigt kan påverka grunt och djupt vatten genom skjuvning. Liknande förhållanden har noterats i andra sammanhang (Brink *et al.* 1978). Den långsiktiga nedåtgående trenden är allmänt sett illavarslande.

Oorganiskt kväve i markprofilen

Ammoniumkväve. Bestämningarna av ammoniumkväve i markprofilerna ned till 1 m djup på de fyra försöksplatserna redovisas i tabell 4.

Ammoniumkvävet har bildats i de två översta delskikten av profilerna och framförallt i det översta (matjordslagret). Ammoniumkvävet är ganska orörligt i markprofilen och behöver inte diskuteras ur utlakningssynpunkt. Det är emellertid en temporär företeelse i det att det i regel omvandlas till nitrat med en helt annan rörlighet.

Ammoniumbildningen är mindre känslig för ogynnsamma miljöfaktorer än nitratbildningen. Detta gäller bl a temperaturen och innebär att ammoniumbildningen kommer igång snabbare på våren och fortgår längre på hösten än nitrifikationen. Det är alltså tidigt på våren och sent på hösten - just vid undersökningens provtagningstillfällen - som man kan förvänta sig att finna mera påtagliga mängder ammoniumkväve. De får betraktas som tillfälliga ansamlingar, vilka normalt övergår i nitratkväve men i befintlig form även kan utnyttjas av vegetationen.

Mellan höstprovtagningarna och vårprovtagningarna har ingen (Tostarp och Forneboda; plöjda fält) eller begränsad (Gungvala och Froarp; vall) upptagning i vegetationen försiggått varjämte nitrifikationen varit hämmad även om den under perioder med mildväder kunnat fortgå. Det är därför sannolikt att en ansamling av ammoniumkväve i de översta markskikten kan äga rum under vinterperioderna. I flertalet fall uppvisar också tabell 4 en ökning av mängderna ammoniumkväve då man går från höst till vår. Saftspridningen tycks ej ha haft något säkert inflytande på denna ökning.

Nitratkväve. I fig. 6-9 redovisas nitratprofilerna ned till 2 m djup i de tre försöksleden på var och en av de fyra försöksplatserna. I tabell 4 sammanfattas därtill de summerade nitratmängderna vid de olika provtagningstillfällena ned till 1 m resp. 2 m djup. Nitratprofilerna utgör markundersökningens huvuddel och kommenteras därför relativt utförligt här nedan.

På försöksplatsen *Gungvala* med betesvall (fig. 6) var nitratförrådet i profilerna stort på hösten 1975 och störst i kontrolledet Gu 1. Förmodligen är tidigare flytgödselspridningar orsak till nitratrikedomen och ojämnheten.

Från hösten 1975 till våren 1976 har en utjämning skett, för vilken saftspridningen delvis kunnat vara ansvarig.

Under vegetationsperioden 1976 minskade nitratmängderna till följd av betesvallens nitratupptagning. Minskningen var tydligast på djupet 40-125 cm. På två av ytorna (Gu1 och Gu3) föreligger ett tydligt minimum i nitratinnehåll på djupet 40-80 cm. Nitratmängderna i de djupast belägna skikten har knappast undergått någon förändring.

Vegetationsperioden 1976 var torr med ett nederbördsunderskott på ca 100 mm. Någon utlakning har då knappast ägt rum. Vattentillgången har varit grödans begränsningsfaktor, vilket stöds av att nitratmängderna i september 1976 fortfarande var stora (150-200 kg N). De skördade kvävemängderna var dock betydande och växlade mellan 250 kg på Gu1 och 140 kg på Gu2. Kväveskörden var således störst i kontrolledet utan safttillförsel.

Under första försöksåret var sålunda försökslokalen *Gungvala* genomgående nitratrik men med mycket ojämna värden. Något inflytande av saftspridningen hösten 1975 kunde inte spåras.

Under vintern 1976/77 berikades profilerna med nitratkväve, i synnerhet de djupare skikten. Man får räkna med att huvuddelen av nitrattet bildats i ytskikten och därefter transporterats nedåt i profilerna. Dessa var i början av perioden torra men vinterhalvårets nederbördsmängd var större än normalt (överskott 163 mm). Den stora nitratanrikningen i de nedre skikten antyder att utlakningen till grundvattnet varit li-

ten under den gångna vintern eftersom nitraten fanns kvar i profilens nedre delar men att den senare kunde bli betydande. Grundvattenundersökningarna bekräftar det sistnämnda.

På våren 1977 var nitratinnehållet klart högre på de saftbehandlade ytorna än på kontrollytan Gu1. Under den efterföljande vegetationsperioden blev det en stark nedgång i profilernas nitratinnehåll. Ned till 1 m djup var innehållet nu lågt och visade åter ett minimum på ca 50 cm djup. Här torde betesvallens kväveupptagande vara avspeglat.

Vårens mycket stora nitrattmängder på 1-2 m djup är emellertid också försvunna. Profilernas högsta halter finns nu i det nedersta skiktet (175-200 cm). Mycket talar för att en avgång av nitrat mot grundvattnet ägt rum och att denna varit större på de saftbehandlade ytorna än på kontrollytan. Nederbörden under perioden var ganska normal (underskott 35 mm) men hela profilen bör till följd av den fuktiga vintern 1976/77 ha varit vattenmättad vid periodens början.

Profilerna på de saftbehandlade ytorna var fortfarande nitratrikare än på kontrollytan men skillnaderna var mindre än på våren. Med 1977 års gröda hade ca 250 kg N skördats. Inga stora skillnader mellan försöksleden förelåg i detta avseende.

Det andra försöksåret har givit en mera regelbunden bild av nitratförehållandena än första året. Kontrollytan har såväl vår som höst varit nitratfattigare än de saftbehandlade ytorna.

Under vintern 1977/78 berikades profilerna åter med nitratkväve, dock inte fullt ut till samma nivåer som vintern innan. Nitratinnehållet var mycket högre på de saftbehandlade ytorna än på kontrollytan. Anrikningen i de djupare skikten pekar ånyo på att utlakningen inte skulle ha varit så stor under vintern men att den kan förväntas ha ökat väsentligt under den efterföljande hösten.

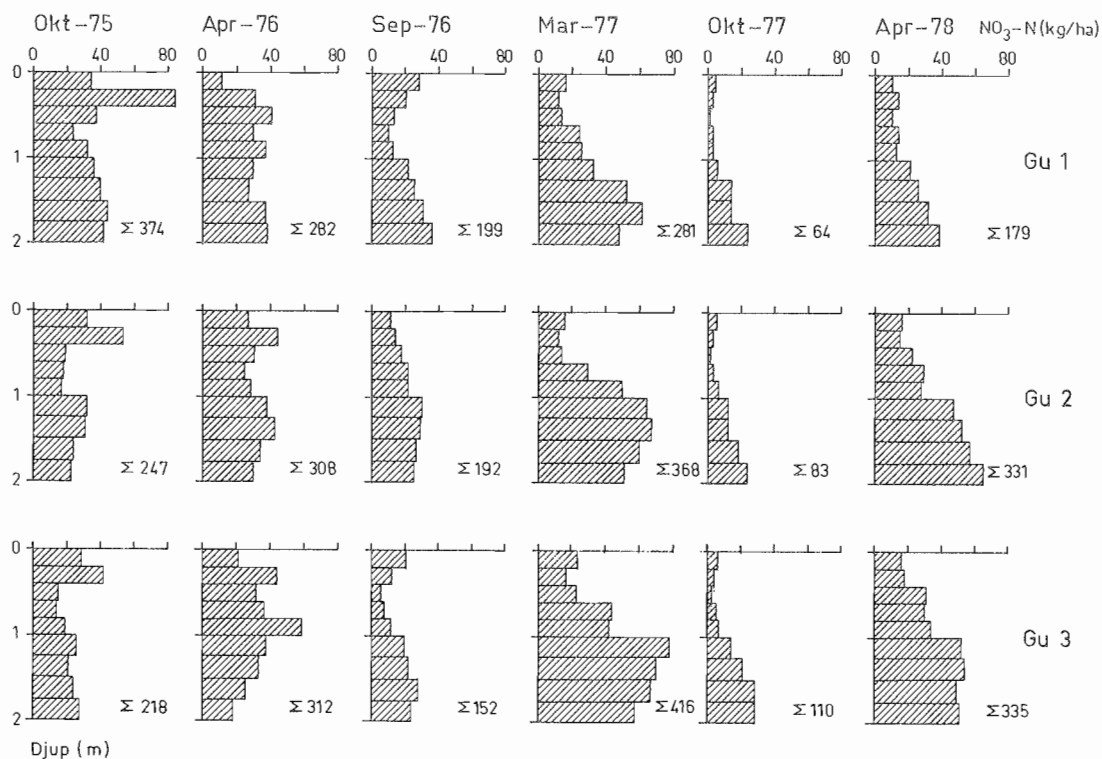


Fig. 6. Nitratprofiler för Gungvala. Betesvall 1976 och 1977. Nitrate profiles concerning Gungvala. Pasture 1976 and 1977.

På försöksplatsen *Froarp* (fig. 7), också den med vall, var utgångsläget beträffande nitratmängderna på hösten 1975 enhetligare än på Gungvala. Mängderna var också mindre och uppgick till 60-80 kg nitratkväve.

På våren 1976 hade mängderna ökat något genom en påfyllning i skiktet 20-80 cm. Intet inflytande av saftspridningen kan spåras.

Under vegetationsperioden 1976 minskade nitratmängderna något. På hösten 1976 låg de på ungefär samma nivå som på hösten 1975. Minimet på ca 50 cm djup framträdde åter. Profilernas djupaste delar företedde inga påtagliga ändringar. Inga säkra skillnader mellan de tre försöksleden förelåg. Ca 150 kg N hade skördats, något mera på de saftbehandlade ytorna (Fr2 och Fr3) än på kontrollytan (Fr1).

Under vintern 1976/77 inträffade en viss differentiering. På kontrollytan hade nitratmängden föga ändrats och profilen var på våren 1977 mycket nära densamma som på hösten 1976. På de saftbehandlade ytorna hade nitratmängderna ökats, mest påfallande i profilernas övre delar och mera på Fr3 med den tidiga och större mängden saftkväve än på Fr2 med den sena och mindre saftkvävegivan. Några skillnader i utlakning mellan försöksleden torde inte ha förekommit.

Under vegetationsperioden 1977 minskades profilernas nitratmängder något så att de på hösten 1977 återgått till ungefär samma storlek som på hösten 1976. Det av grödans upptagning framkallade minimet på 50 cm djup var tydligt på alla tre ytorna. En viss minskning i de nedersta skiktens nitratinnehåll kan emellertid också konstateras och den är mest markerad på Fr3 med den tidiga och större saftkvävegivan. Med grödan hade skördats 160-170 kg per ha N och några skillnader mellan försöksytorna förelåg inte. Utlakningen av nitrat till grundvattnet bör ha varit större nu än tidigare och störst på försöksytan Fr3 med den tidiga och större saftkvävegivan.

Under vintern 1977/78 upprepades samma sak som vintern innan i det att nitrathalterna ökade på de saftbehandlade ytorna. Ökningen var myc-

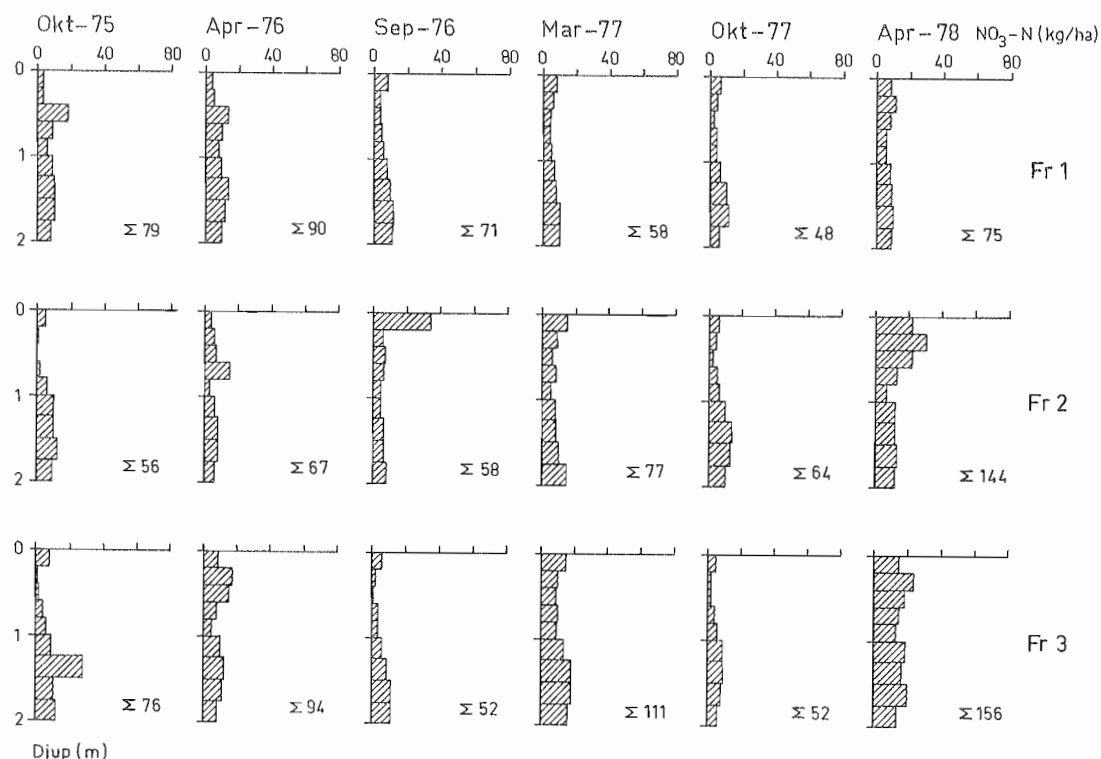


Fig. 7. Nitratprofiler för Froarp. Slåttervall 1976 and 1977. Nitrate profiles concerning Tostarp. Lay 1976 and 1977.

ket kraftigare denna vinter. Någon väsentlig skillnad mellan tidig och sen spridning förelåg inte denna gång. Den kraftiga ökningen av nitrat-halterna bör också öka utlakningen till grundvattnet.

Försöksplatsen Froarp har under försökstiden uppvisat relativt låg allmän kvävetillgång och ganska tillfredsställande jämnhet. Efter hand har ett inflytande av saftspridningen på nitratbalansen börjat göra sig gällande.

På den höstplöjda försöksplatsen Tostarp (fig. 8) var hösten 1975 nitratförrådet större på kontrollytan (Tp1) än på de båda ytor där saft skulle spridas (Tp2 och Tp3).

Under vintern 1975/76 ökade nitratinnehållet och en viss utjämning ägde rum, måhända beroende på saftspridningen på rutorna Tp2 och Tp3.

Efter vegetationsperioden 1976 hade nitratmängden på kontrollytan Tp1 inte ändrats men på de saftbehandlade rutorna hade den ökat så att dessa nu uppvisade större nitratmängder än kontrollen. De ytliga profilsnitten var rikast på nitratkväve.

Grödan under 1976 var korn, som led av den torra vegetationsperioden och gav låg skörd. Kväveskörden var 50-60 kg N utan säkra skillnader mellan försöksleden.

Under vintern 1976/77 minskade nitratmängderna i alla tre försöksleden. Kvarvarande mängder hade förskjutits mot större djup. Vintern var nederbördsrik och utlakning har säkerligen ägt rum. Detta till skillnad mot försöksplatserna med vallbestånd, där utlakningen med all sannolikhet varit mindre än på höstplöjda fält. Profilverdena antyder också att utlakningen från de saftbehandlade rutorna kunnat vara större än från kontrollytan.

Under vegetationsperioden 1977 var grödan potatis. Inga större förändringar i profilernas nitratinnehåll uppkom från vår till höst 1977, därmed ej heller några större skillnader mellan försöksleden. En viss utlakning från profilernas nedersta delar kan ha ägt rum men ingenting

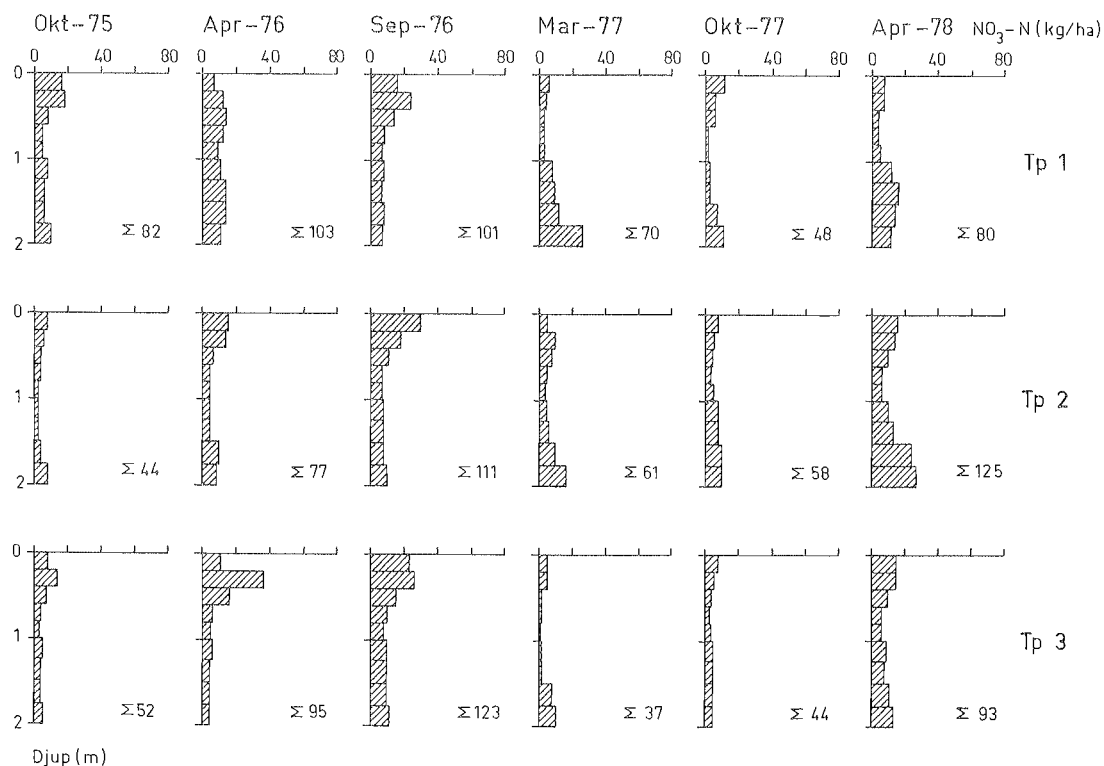


Fig. 8. Nitratprofiler för Tostarp. Korn 1976 och potatis 1977. Nitrate profiles concerning Tostarp. Barley 1976 and potatoes 1977.

säger att denna skulle ha varit större från de saftbehandlade rutorna än från kontrollrutan. Här liksom i flertalet övriga fall har fruktsaften inte haft någon positiv effekt på skörden.

Under vintern 1977/78 ökade profilernas nitratinhåll i motsats till vad som inträffade vintern innan. Nederbörden var ju också betydligt mindre och därmed bör också avrinningen ha varit det.

Under de två försöksåren har lokalens från början måttliga ojämnheter utplånats och förbytts i förhållanden som relativt väl avspeglar det försöksmässiga behandlingsmönstret.

På försöksplatsen *Forneboda* (fig. 9) var nitratförrådet i markprofilen på hösten 1975 tämligen stort och oregelbundet. Fältet var höstplöjt efter korn.

Också vid vårprovtagningen 1976 var sumnavärdena för profilernas nitratinhåll oregelbundna. En minskning av de nedersta skiktens nitratinhåll kunde iakttagas i alla försöksleden, vilket tyder på utlakning. Inflytande av saftspridningen var ovisst.

På hösten 1976 hade nitratvärdena utjämnats. Alla tre rutorna uppvisade ett minimum på djupet 60–100 cm, vilket förelegat också vid de båda tidigare provtagningstillfällena. Korngrödan hade lidit av torkan. Ca 50 kg N per ha hade skördats med kornet, något mera efter den tidiga och större saftkvävegivan än i de båda övriga leden.

Under vintern 1976/77 avtog nitratmängden i profilerna och kvävet försköts mot de nedersta skikten. Kontrolllytan (Fo1) var klart nitratfattigare än de båda saftbehandlade ytorna. Uppenbarligen har utlakning ägt rum men om denna varit större i de saftbehandlade leden än i kontrollen är ovisst.

Under vegetationsperioden 1977 var grödan åter korn. Nitratmängden på hösten 1977 var liksom på våren klart minst på kontrollrutan men hade dock minskat på de saftbehandlade rutorna, mest på Fo3, där mycket nitratkväve försvunnit från de nedersta skikten. Kornskörden blev svag

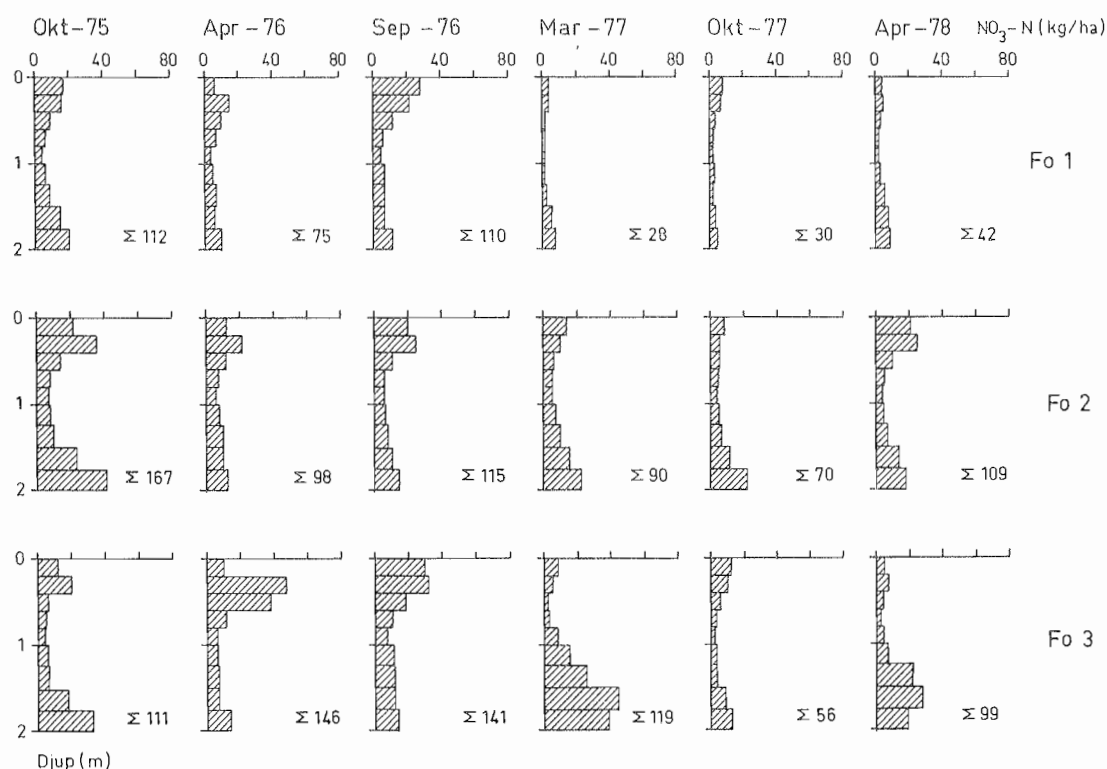


Fig. 9. Nitratprofiler för Forneboda. Korn 1976 och 1977. *Nitrate profiles concerning Forneboda. Barley 1976 and 1977.*

och med den bortfördes 50-60 kg N per ha utan större skillnader mellan försöksleden. Sannolikt har utlakning ägt rum och denna synes ha varit störst i de saftbehandlade leden. Grundvattenanalyserna bekräftar att så skett.

Under vintern 1977/78 ökade profilernas nitratinnehåll markant på de saftbehandlade rutorna och mest på Fo3 med den tidiga givan och totalt sett den största saftmängden. Nitratet har påfyllts upptill och vandrat nedåt i profilen och vidare till grundvattnet.

Också nitratprofilerna på försöksplatsen Forneboda har antagit ett till försöksåtgärderna anpassat mönster efter det att försöket pågått i två och ett halvt år.

SAMMANFATTNING OCH DISKUSSION

Vid framställning av stärkelse ur potatis uppkommer fruktsaft som en biprodukt. Att bli av med fruktsaften utgör ett avfallsproblem. Målet för denna undersökning är att klargöra riskerna för läckage av nitrat till grundvattnet efter fruktsaftspridning som ersättning för handelsgödselkväve.

Projektet omfattar fyra rutförsök på odikade fält med sandjordar i trakten av Mörrum. På försöksplatserna Gungvala och Forneboda har såväl bestämningar av nitratprofilen som grundvattenobservationer utförts. Av intresse är att fastställa om dessa undersökningar uppvisar några klarläggande samband.

Profilerna på Gungvala antyder att någon större vatten- och nitratavgång till grundvattnet inte kan ha ägt rum fram till höstprovtagningen 1976. Detta bekräftas av grundvattenundersökningarna liksom också av nederbördsdata. Vintern 1976/77 var däremot nederbördsrik. Att vatten då levererades till grundvattnet framgår av de stigande trycknivåerna liksom av en pH-sänkning i grundvattnet. Nitratvärdena steg dock inte. I anslutning här till visar profilerna att det förekommit en stark nedvaskning av nitrat men att de stora nitratmängderna knappast lämnat profilen vid vårprovtagningen 1977.

Under vegetationsperioden 1977 (med ungefär normal nederbörd) sjönk grundvattennivåerna. Detta gjorde också grundvattnets pH-värde, mera påtagligt i de saftbehandlade leden än i kontrollen. Denna pH-sänkning kvarstod under vegetationsperioden 1977. På rutan Gu2 gick det grundare grundvattnets nitrathalt upp. Profilstudierna visar att avsevärda nitratmängder måste ha lämnat de nedre markskikten, dock ej endast på Gu2.

Vintern 1977/78 upprepades förloppen från vintern innan. Mindre nederbörd gjorde att utslagen inte blev lika stora. Dessutom steg nitrathalterna också i det djupa röret på Gu2.

Det rådande upptrycket på Gu3 gjorde att grundvattnet inte påverkades där. Nitrat liksom vattnet vandrade i sidled parallellt med markytan ovan vattenintaget på det grunda röret.

På Forneboda visade grundvattnet ingen nivåförändring under den torra vintern 1975/76 men däremot en påtaglig uppgång under den våta vintern 1976/77. En stark pH-sänkning i vattnet inträffade i samband med uppgången. Vattnets pH-värde återhämtade sig sedan till en del samtidigt som nivåerna sjönk under sommaren.

I de grundare rören uppvisade nitrathalten låga värden före årsskiftet 1976/77. De steg sedan på de saftbehandlade ytorna och avtog på kontrollen. Detta står i överensstämmelse med profildata, som visar att nitratavgången från de saftbehandlade rutorna måste ha varit större än från kontrollen.

På båda försöksplatserna kan man sålunda finna en tämligen god överensstämmelse mellan profilerna och grundvattenundersökningarna. Av na-

turliga skäl är överensstämmelsen i huvudsak att finna mellan profilerna och observationerna i de grundare vattenrören. Mellan de grundare och djupare rören måste en eftersläpning föreligga; dock synes en sådan inte vara för handen på försöksrutan Fo1 där båda rören tycks representera samma grundvatten.

Undersökningen har visat att fruktsaftspridning medför avsevärd nitratproduktion i marken och att denna resulterar i ett annat och ur utlakningssynpunkt ogynnsammare mönster för nitratprofilerna än vad som blir följden av gödsling med enbart handelsgödselkväve. Ökad nitratupplagring i profilerna och ökad nitratavgång till grundvattnet har blivit följder av saftspridningen.

Grödorna på försöksfälten har med visst undantag för försöksfältet Froarp utnyttjat nitratkvävet ofullständigt. Detta beroende på bristande vattentillgång och tillfälliga torkperioder under vegetationssäsongerna.

Försöken under 1976 visade att under de på försöksplatserna rådande väderleks- och jordartsförhållandena kan inte saftspridning och gödsling med handelsgödselkväve utformas oberoende av varandra. Resultatet blev ökad nitrat-tillgång med ansamling i profilerna och så småningom utlakning som följer.

Försöken under 1977 visade att den under detta år vidtagna modifieringen av handelsgödselgivorna (minskning med 25 kg N per ha) inte varit tillräckligt stor. Den under 1976 uppkomna situationen ändrades inte.

Något påtagligt samband mellan höstspridningen av fruktsaft och utlakningen under närmast påföljande vinter har inte framkommit. Nitratprofilens dynamik uppvisar även på sandjord en sådan tröghet att detta samband ofta kan utebli. Utlakningsmöjligheterna förskjuts i tiden och blir då beroende av bl.a. grödornas tillväxtbetingelser - främst deras vattentillgång - som avgör hur effektivt de kommer att utnyttja nitratmängderna i profilen.

Beträffande undersökningens lämplighet för kontroll av fruktsaftspridningens konsekvenser ger en samlad bedömning av två och ett halvt års resultat närmast vid handen att undersökningen kan fungera tillfredsställande, men att tidsperioden varit för kort för att ge entydiga resultat. Man får räkna med en inkörningsperiod på några år innan kvarstående effekter av tidigare mönster för kvävebalansen avklingat och det nya mönstret slår igenom i nitratprofil och grundvattenförhållanden.

LITTERATUR

- Brink, N., Gustafson, A. & Persson, G. 1978. Förluster av växtnäring från åker. *Ekohydrologi* nr 1, 1-60.
- SIS, 1977. Sveriges standardiseringskommission. Abonnemangsförteckning. Klass Miljö. 1977-09-15.

ATT SPÅ OM GÖDSELKVÄVE

Forecasting the Need of Fertilizer Nitrogen

Nils Brink och Arne Gustafson

Abstract. There is a great deal of nitrogen in circulation to and from Swedish agriculture. It should be possible to utilize this nitrogen better. This would limit the consequences for the external environment. One way of doing this is to adjust the amounts of fertilizer distributed in the spring to the nitrogen available to the plants in the soil. For chronological reasons, soil samples should be taken and analyses made at an early stage, preferably in the autumn. A fertilizer forecast should be available early in the year.

By way of summary, it may be stated that there is good agreement between the autumn and the spring samplings. The divergences that are to be found in the material are due to the fact that the sampling was carried out either before or after mineralization had taken place. As far as can be judged at present, there are good prospects of basing fertilizer forecasts on sampling in late autumn, preferably on frozen ground.

Leaching has entirely different significances in the north and the south of Sweden. In Norrland, it is hardly necessary to take account of it, while it may play a large part in Svealand and Götaland.

Mineralization is important. The mineralization in spring will be important in connection with the forecast. How this is to be fitted in must be explained.

In cultivating energy crops, various situations may arise in relation to the external environment. From that point of view, sugar-beet is a good crop, for it utilizes the nitrogen in the soil far into the autumn and thereby counteracts leaching. On the other hand, the removal of the straw means that the leaching may increase, owing to the fact that mineral nitrogen remains unbound.

For the abbreviations and explanations of words, see the end of the article.

INLEDNING

Det är ett stort och växande flöde av kväve genom svenskt jordbruk. Flödet till den yttre miljön växer också. Därför är det angeläget att bättre utnyttja kvävet och därmed minska förlusterna och begränsa miljökonsekvenserna. Kunde gödselgivan anpassas till det i marken redan växttillgängliga kvävet på våren vore mycket vunnet.

Det är emellertid svårt att hinna med nödvändiga jordprovtagningar och analyser i anslutning till vårgödslingen. Därför vore det värdefullt om jordproven kunde tas redan på hösten. Utlakning och mineralisering kommer härmed in i bilden. Frågan belyses i uppsatsen.

BEGREPPET GÖDSLINGSPROGNOS

Prognos betyder förutsägelse eller spådom. En spådom gäller framtiden. Detsamma borde gälla för en gödslingsprognos. Ordet har emellertid kommit att brukas också för rekommendationer grundade på jordprovtagning strax innan vårgödslingen. Prognosen har då övergått till att vara ett råd.

En prognos bör baseras på mineraliskt kväve i marken, den så kallade nitratprofilen. Om detta kväve sedan är eller blir växttillgängligt är en annan och viktig fråga.

AMMONIUM OCH SALPETER

Både NH_4 och NO_3 kan utnyttjas av växterna. Båda formerna förekommer i starkt varierande mängder i marken (fig. 1-3). Det synes därför svårt om också önskvärt ur arbetsteknisk synpunkt att grunda prognoser bara på nitrat.

Ett genomgående drag vintern 78/79 var att ammoniumhalterna steg i

Götaland och Svealand från höst till vår, på ett par platser till mer än det dubbla. I norra Sverige varierade bilden. Ökningen torde mest bero på mineralisering av organisk substans men reduktion av nitrat kan alls icke uteslutas. Det enskilda fallet är svårbedömt.

Den alldeles övervägande delen av det mineraliska kvävet återfanns i matjorden. Det sistnämnda och det faktum att det mesta av smältvattnet i Norrland rinner av på ytan förklarar att kväveutlakningen där är förhållandevis liten.

Det skall anmärkas att kväveprofilen är 1 m djup uppdelad på fem skikt om 20 cm.

SPÅ I VÄDER

Utlakningen av kväve är starkt knuten till nederbörden. Mycket regn och snö under vinterhalvåret ger stor utlakning av nitrat, liten nederbörd ger liten utlakning. Och läcker det mycket nitrat under vintern behöver man gödsla mer än om det läcker litet.

Denna enkla regel kompliceras genom att det kan finnas mer eller mindre mineraliskt kväve kvar i marken efter höstens skörd. Likaså inverkar mineraliseringen av organiskt kväve. Båda tingen beror ytterst på vädret.

Två exempel på prognoser som bygger på extrema förhållanden kan ges:

1. En god skörd och stor nederbörd (>600 mm/år) ger litet växttillgängligt kväve kvar på våren. Gödselgivan bör då ökas.
2. En dålig skörd och liten nederbörd (<400 mm/år) ger mycket kväve kvar på våren. Gödselgivan bör då minskas.

Närmare är det svårt att komma med att spå i väder.

SPÅ I MULL

Formel ett

Det finns ett bättre sätt att träffa prick. Markens innehåll av mineraliskt kväve på våren ($N_{vår}$) innan mineraliseringen kan nämligen uppskattas med formeln

$$N_{vår} = N_{höst} + N_{ned} - N_{lak}, \quad (1)$$

där $N_{höst}$ är markens innehåll på hösten, N_{ned} tillfört med regn och snö och N_{lak} utlakat kväve. Förluster till atmosfären under vinterhalvåret har försummats.

Formel två

Nedfallet av mineraliskt kväve under vintern kan uppskattas till mellan 1 och 5 N kg/(ha·år) (Söderlund 1977). Det lägsta värdet gäller norra Norrland och det högsta Skåne. Vanligtvis kan nedfallet kvittas mot utlakningen till grundvattnet. Man får då

$$N_{vår} = N_{höst} - N_{lak}, \quad (2)$$

där N_{lak} här betyder förlusterna med dräneringsvatten.

Metoden förutsätter bestämning av kväveprofilen på hösten och utlakningen under vintern. Detta sker vid våra sexton referensfält (Brink, Gustafson & Persson 1979). Hela materialet har inte kunnat utnyttjas på grund av att fälten hunnit gödslas innan vårprovtagningen. Detta har förryckat bilden.

Götaland

I Götaland varierar utlakningen mellan 0 och 60 N kg/(ha·år) om man bortser från några extrema värden upp till 86 N kg/(ha·år). Utlakningen har därför stor betydelse från år till år och från plats till plats.

Resultat från mätningar 1978/79 (fig. 1) på sandjord visar god överensstämmelse mellan beräknad och funnen mängd på det ena stället (SK) och dålig på det andra (KÄ). På det förra är gödselmedelsinsatsen normal, på det senare mycket hög. Förutom handelsgödsel ges där nästan varje år mycket stallgödsel, vilket bidragit till den kraftiga mineraliseringen.

Också på moränleran var mineraliseringen stor stallgödsel förutan. Det är tydligt att provtagningstidpunkterna är fel valda. Proven bör tas senare på hösten och tidigare på våren om man skall få en bättre överensstämmelse.

Grödorna betyder mycket i sammanhanget. Ärter lämnade mycket mineraliskt kväve på hösten och sockerbetor litet. Sockerbetan är alltså en bra energigröda ur miljösynpunkt.

Svealand

I Svealand varierar utlakningen mellan 0 och 45 N kg/(ha·år). Den har därför stor betydelse också för Svealand.

Resultat från mätningar 1978/79 (fig. 2) visar att en mineralisering ägt rum mellan provtagningarna. Den var störst på lerjordar med ärter,

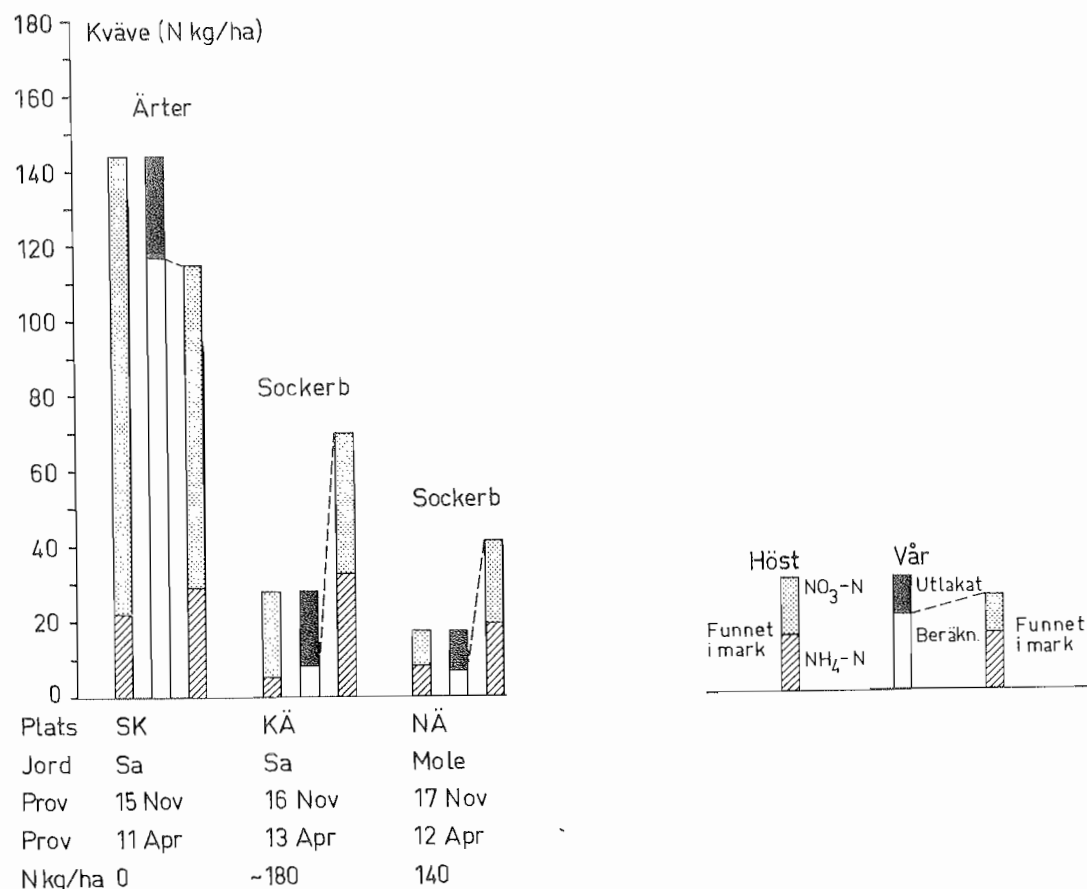


Fig. 1. Prognosunderlag och prognosutfall 1978/79 för Götaland. *Basic data and outcome of forecast in 1978/79 for Götaland.*

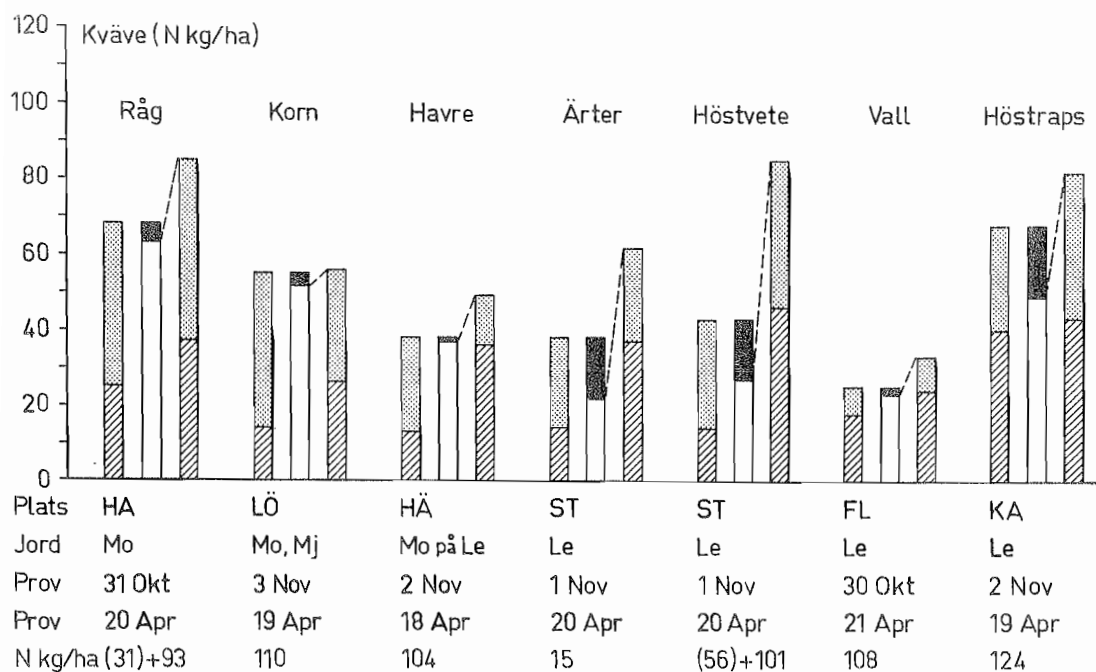


Fig. 2. Prognosunderlag och prognosutfall 1978/79 för Svealand. *Basic data and outcome of forecast in 1978/79 for Svealand.*

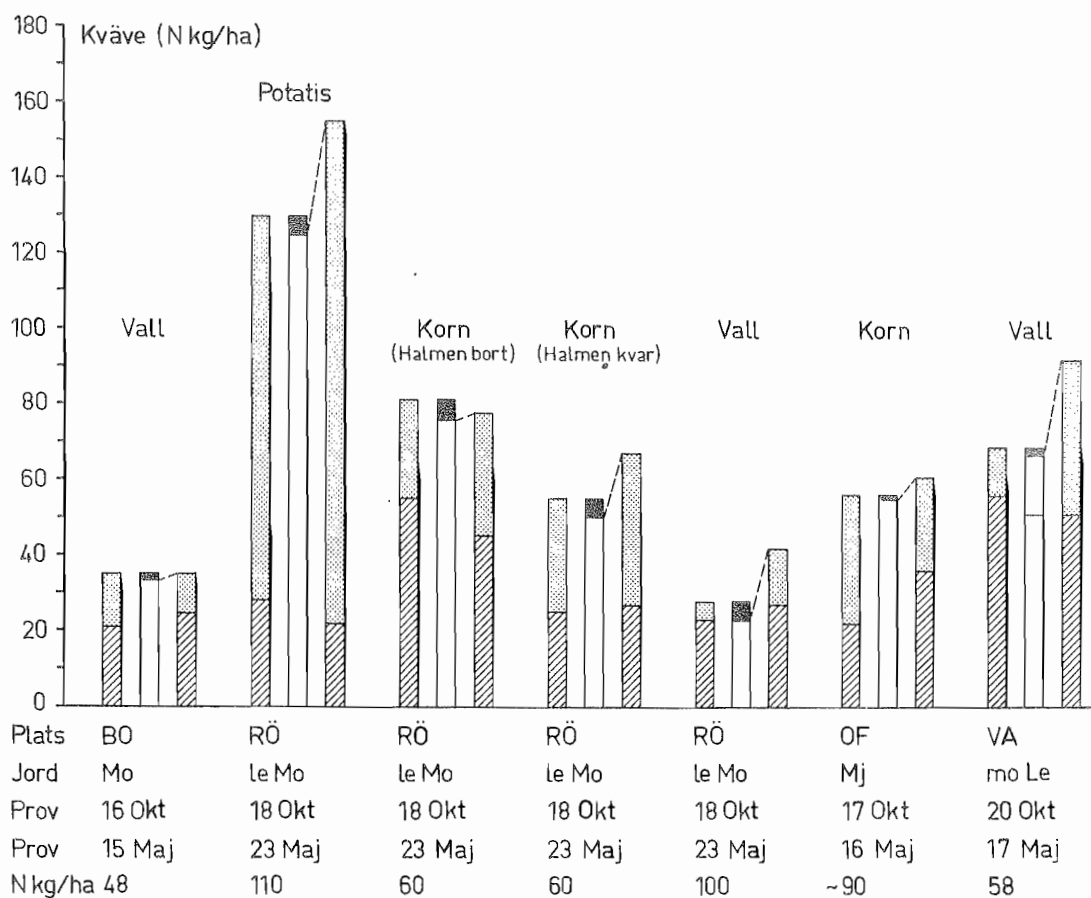


Fig. 3. Prognosunderlag och prognosutfall 1978/79 för Norrland. *Basic data and outcome of forecast in 1978/79 for Norrland.*

höstvetete och höstraps. Följsamheten mellan funna höst- och vårvärden var i allmänhet god. Överensstämmelsen mellan beräknade och funna värden var bäst på lätta jordar.

På grund av mineraliseringen mellan provtillfällena är det uppenbart att intervallet måste krympas i båda ändarna.

Norrland

I hela Norrland utom möjligen Gästrikland är utlakningen av kväve vanligen mindre än 10 kg/(ha·år). Den har därför ganska liten betydelse i denna landsända. Höstprovtagningar bör utan vidare kunna räcka för en prognos.

Resultat från mätningar 1978/79 bekräftar (fig. 3). Följsamheten mellan höst- och vårvärden är mycket god.

Av figuren framgår jämväl att nedbrukning av halm naturligt nog minskat förrådets storlek, att vallgrödor kan utnyttja kväveförrådet bättre än korn och att potatis utnyttjat den höga givan dåligt. Men en vallgröda utnyttjar inte alltid det mineraliska kvävet så väl trots god skörd (65 ton/ha i det aktuella fallet).

Också i norr har en mineralisering ägt rum mellan provtagningarna. Därför bör dessa här liksom i övriga delar av landet anpassas bättre i tiden.

Frågan om nedbrukning av halm är särskilt intressant i dessa energigrödornas tidevarv. En konflikt mellan energi och miljö kan ses i andanom.

SAMMANFATTNING

Det är mycket kväve på drift till och från svenskt jordbruk. Kvävet bör kunna utnyttjas bättre. Därmed skulle följderna för den yttre miljön begränsas. En väg är att anpassa gödselgivorna på våren till det i marken växttillgängliga kvävet. Av tidsskäl bör jordprovtagningar och analyser ske tidigt och helst på hösten. En gödslingsprognos borde föreligga tidigt på året.

Sammanfattningsvis kan sägas att följsamheten mellan höst- och vårvärderna är god. De avvikelser som finns i materialet beror på att provtagningstidpunkten inträffat före eller efter det att en mineralisering ägt rum. Såvitt det nu kan bedömas är utsikterna goda att basera gödslingsprognoser på en sen höstprovtagning, helst på frusen mark.

Utlakningens betydelse är helt olika i norr och söder. I Norrland behöver man knappast ta hänsyn här till medan den kan spela en stor roll i Svealand och Götaland.

Mineraliseringen är viktig. Den på våren kommer att vara betydelsefull i prognossammanhang. Hur den saken skall infogas måste klarläggas.

Vid odling av energigrödor kan olika situationer uppkomma gentemot den yttre miljön. Ur den synvinkeln är sockerbeta en bra gröda ty den utnyttjar kvävet långt in på hösten och motverkar härigenom utlakning. Bortförsel av halm innebär omvänt att utlakningen kan öka genom att mineraliskt kväve förblir obundet.

Abbreviations and explanations:

Höst, *autumn*. Vår, *spring*. Funnet i mark, *found in the soil*. Utlakat, *leached*. Beräknat, *estimated*.

SK, KÄ, NÄ *ets.* means *farms in the regions*.

Soils: Sa, sand. Mole, loamy till. Mo, fine sand. Mj, silt. Mo på le, fine sand on clay. Le, clay. le Mo, sandy clay loam. mo Le, clay with fine sand.

Crops: Ärter, pea. Sockerbetor, sugar beats. Vall, ley. Råg, rye. Korn, barley. Havre, oats. Höstvet, winter wheat. Höstraps, winter rape. Potatis, potatoes. Halmen bort, straw taken away. Halmen kvar, straw ploughed in.

LITTERATUR

- Brink, N. Gustafson, A. & Persson, G. 1979. Förluster av kväve, fosfor och kalium från åker. *Ekohydrologi* nr 4, 7-57.
- Söderlund, R. 1977. NO_x pollutants and ammonia emission. *Ambio*, 6, 118-122.

LANTBRUKSUNIVERSITETET SATSAR PÅ EXAKTARE KVÄVEGÖDSLING

Arne Gustafson och Börje Lindén

INLEDNING

Mängderna av för grödorna utnyttjbart s.k. mineraliskt kväve i marken kan variera kraftigt från ett år till ett annat. Det är därför svårt för jordbrukaren att på förhand känna till det faktiska kvävegödslingsbehovet. Genom att med någon lämplig metod förutsäga kvävesituationen på enskilda fält före vårbruket skulle de behövliga gödselmängderna kunna fastställas exaktare. En sådan behovsanpassad gödsling med hänsyn tagen till de övervintrande mineralkvävemängderna i marken kan förväntas ha positivt inflytande på både odlingens ekonomi och miljön.

KVÄVEUTNYTTJANDET PÅ OLIKA JORDAR UNDERSÖKS

En metodutveckling med kväveprognoser som mål pågår vid Sveriges lantbruksuniversitet. Genom denna forskning fastställles bl.a. det mineraliska kväveförrådet i marken vid olika årstider. Av dessa undersökningar framgår att det efter en torr sommar och svagt utvecklad gröda kan återstå större restkvävemängder. Blir däremot vattentillgången god under växtperioden utnyttjar växterna kvävet bättre.

Restmängderna blir normalt minst på lerjordar, som tillåter djup rotutveckling och därmed kväueupptagning långt ned i jorden (vanligen 1-1,5 m). De normalt grunda rotsystemen på rena sandjordar medför, att mineralkväve på större djup än 60 cm till större delen förblir outnyttjat. Skilda grödor lämnar vidare olika restkvävemängder.

KVÄVEUTNYTTJANDET 1979

Genom den relativt rika nederbörden under växtperioden 1979 gynnades grödornas tillväxt och kväueupptagning. Restkvävemängderna blev därför måttliga efter de stora jordbruksgrödorna stråsäd och vall. Förhållandena framgår av tabellen där landet indelats i fyra regioner och där grödorna införts i sitt restkväveintervall.

Det är intressant att se hur restkvävet efter korn ökade från norr till söder. Detta är naturligt med tanke på att kornet skördades tidigt i söder och att mineraliseringen därför hunnit lämna bidrag till restkvävemängder fram till provtillfället.

Vidare framgår att sent skördade grödor t.ex. vårvete och sockerbetor lämnade mycket små restkvävemängder i södra Götaland. Detta på grund av god upptagning och lågt mineraliseringstillskott efter avslutad N-upptagning.

Efter vårsäd med insädd och på höstsädda fält var också kvävemängderna små. Här är emellertid tidpunkten för sädden betydelsefull. Ju tidigare sädd desto kraftigare blir utvecklingen, vilket naturligtvis ökar kväueupptagningen. Höstoljeväxter kan då ta upp särskilt mycket kväve.

Tabell 1. Genomsnittliga kvävemängder efter olika grödor till 0,9 m djup hösten 1979 (ca 140 undersökta fält).

Gröda	Restkväveintervall N kg/ha
<i>Norrland</i>	
Vall, korn, korn med insådd	30-40
Potatis	90-120 ^a
<i>Svealand</i>	
Vall, korn med insådd, höstvet	30-40
Korn, havre, höstraps, höstryps	40-50
Potatis	50-60 ^a
Träda	90-120 ^a
<i>N. Götaland</i>	
Vall, korn med insådd, korn följt av höstvet,	30-40
höstvet, vårraps	
Havre, ärter	40-50
Vallbrott följt av höstraps, korn följt av höstraps	50-60
Korn, vårraps	60-70
<i>S. Götaland</i>	
Vårvet, sockerbeter	20-30
Korn med insådd, korn följt av höstraps, höstvet,	30-40
höstraps	
Höstråg, vitsenap	40-50
Vall, havre med insådd	50-60
Vallbrott följt av höstraps, ärter	60-70 ^a
Korn	70-90
Vallbrott, potatis	90-120 ^a

^a Särskilt stora variationer från fält till fält kan förekomma.

KVÄVEBEHOVET 1980

Normalt bör det finnas 50-60 N kg/ha i marken av mineraliskt kväve på våren för att en normal handelsgödselgiva skall räcka till en optimal skörd. Finns det mindre bör givan ökas, finns det mer kan den minskas. Frågan är då hur de i höstas uppmätta kväveförråden kommer att förändras i vinter. Under hela vinterhalvåret pågår ju en mineralisering så länge marken ej är frusen. Samtidigt försiggår en nedvaskning och utlakning av kväve.

Det har visat sig genom pågående mätningar att utlakningen är liten i Norrland och att den ökar ju längre söderut man kommer. Utlakningen varierar även med jordarten och är i allmänhet störst på lätta jordar. Mineraliseringen ökar på motsvarande sätt från norr till söder. Den kan sägas kompensera utlakningsförlusten och ofta även överstiga den.

Resultat från mätningar på 16 stationer spridda över hela riket visar att utlakningen uppgick till högst 8 kg/ha under perioden oktober-januari. Nedvaskningen kan vidare ha varit betydande särskilt på lätta jordar och medfört att kvävet blivit mer svåråtkomligt för en kommande gröda. Räknat på hela profilen torde ingen minskning hittills ha skett på höstplöjda fält med undantag för de lättare jordarna. På fält med insådd eller höstgröda har kväve tagits om hand av grödan varför förråden kan bedömas vara små.

Det är sannolikt att ett visst underskott kan föreligga när vårbruket börjar på fält där kväveförråden låg i intervallen 20-40 kg medan en normal situation kan väntas i intervallen 40-60 kg. Vid kväveför-

råd över 60 kg kan det vara aktuellt att minska givan.

Med dessa riktlinjer kan lantbrukaren bedöma efter vilka grödor gödselgivan behöver justeras våren 1980. Härvid måste även beaktas de skilda mineraliseringsstillskotten under den kommande växtperioden beroende på olika förfrukter. Avgörande för den exakta kvävesituationen vid vårbruket blir naturligtvis vinterns vidare förlopp.

SKRIFTER I SERIEN VATTENVÅRD

Nr	År	Författare och titel
1	1970	Nils Brink och Arne Gustafson. <i>Kväve och fosfor från skog, åker och bebyggelse.</i>
2	1970	Nils Brink och Jan Nilsson. <i>Salmonella i rötslam.</i>
3	1970	Nils Brink och Jan Nilsson. <i>Perkolationsförsök med rötslam.</i>
4	1970	Nils Brink och Lennart Silverstolpe. <i>Perkolationsförsök med salmonellabakterier och ägg av spolmask.</i>
5	1970	Nils Brink. <i>Transportvägar för växtnäring och toxiska substanser i ekosystemet jord-gröda-djur.</i>
6	1971	Nils Brink. <i>Vattenförorening genom ensilagesaft.</i>
7	1971	Nils Brink. <i>Utlakning vid gödsling med rötslam.</i>
8	1971	Nils Brink, Arne Gustafson och Ulla Wiklund. <i>Rapport från en soptipp.</i>
9	1971	Nils Brink. <i>De kommunala avfallen och jordbruket.</i>
10	1972	Nils Brink och Arne Gustafson. <i>Hågaåns vatten.</i>
11	1972	Nils Brink. <i>Vattenförorening vid gödsling med rötslam.</i>
12	1972	Nils Brink. <i>Salmonella och Shigella i rötslam.</i>
13	1972	Nils Brink och Arne Gustafson. <i>Läckage från upplag av rötslam.</i>
14	1973	Anders Nilsson. <i>Nitrat och nitrit i dricksvatten.</i>
15	1974	Nils Brink. <i>Influence of the increased use of fertilizers on the pollution of water bodies.</i>
16	1975	Nils Brink, Arne Gustafson, Arne Joelsson och Lars Lingsten. <i>Vattenföroreningar från jordbruk.</i>
17	1975	Nils Brink, Sven-Åke Heinemo och Anders Nilsson. <i>Perkolationsförsök med barkkompost och sopkompost.</i>
18	1976	Nils Brink. <i>Knivstaån - ett underhållsproblem.</i>
19	1977	Arne Joelsson. <i>Metoder för bestämning av nitrattransporten från åkermark.</i>

I denna serie som efterträder den åren 1970-1977 utgivna serien Vattenvård, publiceras forsknings- och försöksresultat från avdelningen för vattenvård vid institutionen för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet. Serien Vattenvård redovisas på pärmens insida. Tidigare nummer i serien Ekohydrologi redovisas nedan och alla kan i mån av tillgång anskaffas från avdelningen för vattenvård (adress se nedan)

In this series, a successor to Vattenvård published in 1970-1977, you will find research reports from the Division of Water Management at the Department of Soil Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences. Turn to the inside of the cover for a list of the Vattenvård series. You will find earlier issues of Ekohydrologi listed below. Issues of both series still in stock can be acquired from the Division of Water Management (address, see below)

Nr	År	Författare och titel. <i>Author and title.</i>
1	1978	Nils Brink, Arne Gustafson och Gösta Persson. Förluster av växtnäring från åker. <i>Losses of nutrients from arable land.</i>
2	1978	Nils Brink och Arne Joelsson. Stallgödsel på villovägar. <i>Manure Gone Astray.</i> Lars Lingsten och Nils Brink. Åkergödslingens inverkan på miljön i en bäck. <i>The Effect of Agricultural Manuring on the Environment in a Brook.</i> Nils Brink. Kväveutlakning från odlingsmark. <i>Nitrogen Leaching from Arable Land.</i>
3	1979	Sven-Åke Heinemo och Nils Brink. Utlakning ur kompost av sopor och slam. <i>Leachate from Compost of Refuse and Sludge.</i> Nils Brink. Self-purification studies of silage juice. Arne Gustafson och Mats Hansson. Växtnäringsläckage på Kristianstadsslätten. <i>Loss of Nutrients on the Kristianstad Plain.</i> Per-Gunnar Sundqvist och Nils Brink. En gödselstad förorenar dricksvatten. <i>Pollution of the Groundwater by a Dung Yard.</i>
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. <i>Losses of nitrogen, phosphorus and potassium from arable land.</i>
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> Nils Brink. Växtnäringsförluster från skogsmark. <i>Losses of Nutrients from Forests.</i> Nils Brink. Utlakning av kväve från agroekosystem. <i>Leaching of Nitrogen from Agro-Ecosystems.</i> Nils Brink. Ytvatten, grundvatten och vattenförsörjningen.

DISTRIBUTION:

Pris: 15:-

Sveriges lantbruksuniversitet
Avdelningen för vattenvård
750 07 UPPSALA, Sweden

Tel. 018-10 20 00 ankn. 2460