

**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

Gunnar Torstensson, Arne Gustafson, Helena Aronsson och
Artur Granstedt

Ekologisk odling - utlakningsrisker och kväveomsättning

Ekohydrologi 34

Uppsala 1993

Avdelningen för vattenvårdslära

**Swedish University of Agricultural Sciences
Division of Water Quality Management**

**ISRN SLU-VV-EKOHYD--34--SE
ISSN 0347-9307**

Ekologisk odling - utlakningsrisker och kväveomsättning

Ecological Agriculture - Leaching risks and Nitrogen Turnover

Gunnar Torstensson, Arne Gustafson, och Helena Aronsson, avd. för vattenvårdslära, SLU, Uppsala
Artur Granstedt, Inst. för Ekologiskt lantbruk, SLU, Uppsala

Abstract. Leaching of nitrogen with drainage water from an ecological farming system in relation to soil mineral nitrogen dynamics and crop uptake was studied in a 3-year trial. The experimental field is situated a few kilometres from the coast in south-west Sweden on a sandy soil with 8 % clay in the topsoil, 1-2 % clay in the subsoil layers down to 1.0-1.2 metres and with a glacial clay layer below this depth. The region has a maritime climate with comparatively large precipitation and with mild autumns and winters. During the experimental period (1990-92), these seasons were milder than normal. The summer of 1992 was much drier than normal.

The experimental site includes 9 plots (each 0.09 ha) with separate tile-drainage systems. From each plot, drainage water is led to the measuring station in sealed plastic pipes. Drainage discharge from each plot was measured with a tipping bucket, the bucket was calibrated annually. The number of tip was recorded by a data logger (daily values). Samples of drainage water were collected every two weeks when discharge occurred, but weekly during periods with high discharge rates. The water was analysed for NO₃-N, NH₄-N, total-N, PO₄-P, total-P and K.

The full crop rotation was: two years mixed ley, winter wheat, oats + peas, potatoes and spring barley with undersown ley. The same crop was cultivated on three of the nine plots; therefore only three of the crops were present during the same year. As a consequence; only cereal undersown with ley, leys and winter wheat were studied during the experimental period.

The experiment was established in 1990 by undersowing a clover-grass-lucerne ley in oats on all plots. In order to establish the crop rotation, three of the undersown plots were ploughed-up in spring 1991 and a new undersown ley was established in spring barley. In August of the same year, three of the remaining plots were ploughed-up and winter wheat was sown. In spring 1992, perennial ryegrass was undersown in the wheat as a catch crop.

The total amount of nitrogen removed by harvested ley material was higher than the measured nitrogen fixation, especially in the first-year ley in 1991. This indicates that some of the positive nitrogen effect after ploughing-up a ley could be a relocation of nitrogen from more persistent organic material to easily available material. During the ley periods, the nitrogen losses were acceptably low, but during late winter and spring the nitrogen concentration in drainage water from the ecological ley was almost twice that from a conventional, grass-dominated, ley on a nearby experiment.

Incorporation of ley material resulted in a very rapid release of mineral nitrogen in the soil. A few weeks after ploughing, high amounts of nitrogen were recorded in both cases. After the spring ploughing, the mineralised nitrogen was rapidly taken up by the spring barley. During the winter, only a moderate increase in nitrogen concentration was observed. The early autumn ploughing caused a drastic increase in nitrogen concentration and nitrogen losses. The winter wheat was not able to utilize the high amount of nitrogen.

BAKGRUND

Den rationalisering som det svenska jordbruket genomgått under senare årtionden har i många fall medfört starkt specialiserad drift, stegrad produktion per arealenhet och insats av nya, verksammare och/eller billigare produktionsmedel. Detta har många gånger medfört oönskade konsekvenser. Bland annat har kväveläckage från jordbruksmark under de senaste årtiondena blivit ett påtagligt problem, speciellt på lätta jordar i Sydsverige. Det framstår därför helt nödvändigt att ändra odlingsmetoderna på ett eller annat sätt för att minska läckaget.

Ett av de sätt som prövas är ekologisk odling där vanliga handelsgödselmedel inte används utan kvävetillförseln sker med hjälp av kvävefixerande halvväxter. Mineralkväveförsörjningen till "icke vallgrödor" baseras följaktligen till stor del på mineralisering av organiskt kväve från nedbrukade växtrester, gröngödslingsgrödor eller organiska gödselmedel.

Många års forskning om kväveutlakning har dock visat att enbart reduktion eller uteslutning av handelsgödselkväve inte i sig leder till några betydelsefulla förbättringar av situationen om en godtagbar produktionsnivå vill bibehållas. All erfarenhet tyder på att den helt övervägande delen av det kväve som läcker ut är mineralkväve som mineraliserats under årstider då den odlade grödans kväveupptag är litet eller det inte finns någon gröda alls på fältet (Lindén *et al.*, 1993).

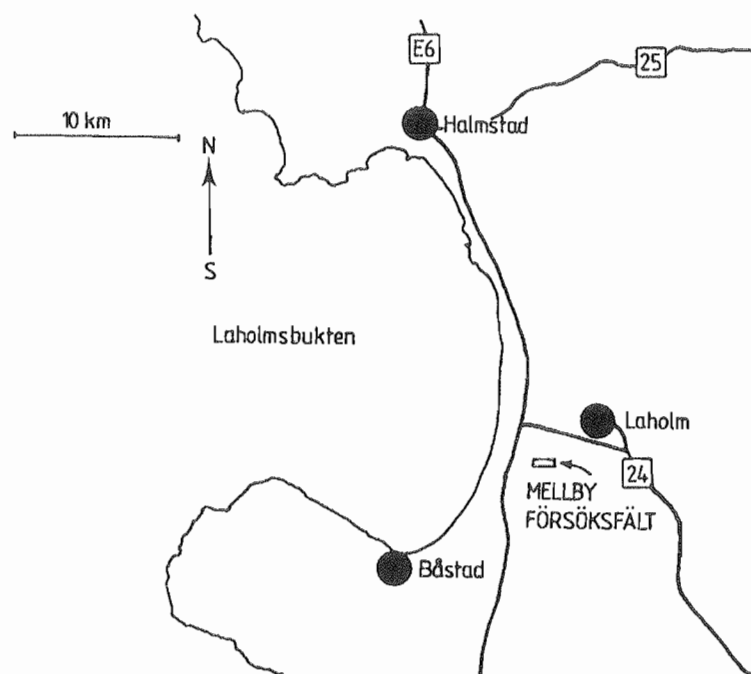
Det ideala vore en kraftig kvävemineralsering under den period då nyttogrödan behöver kväve men som sedan på något sätt kunde strypas då kvävebehovet minskar. Tyvärr tycks detta vara omöjligt att klara, åtminstone med de kunskaper och styrmöjligheter som finns idag. Intensiteten i mineraliseringen påverkas dock starkt, i alla fall kortsiktigt, av t.ex. jordbearbetning och nedbrukning av kväverikt organiskt material som grüngödslingsgrödor eller vid vallbrott (Gustafson & Torstensson, 1988; Torstensson *et al.*; 1993).

I denna rapport presenteras resultat från ett utlakningsförsök med ekologisk odling, som inleddes 1990 med odling av blandvallar, med tonvikt på effekter av vallbrottstidpunktens betydelse för utlakningsrisker och kväveutnyttjande i efterföljande gröda.

MÅLSÄTTNING

Projektets övergripande mål är att klarlägga utlakningsrisker och kväveomsättning i ett ekologiskt odlingssystem med djurhållning (nötkreatur). Dessutom skall följande moment beaktas:

- Utveckling av odlingsmetoder som med hjälp av kvävefixerande grödor ger bästa möjliga kväveförsörjning till de icke kvävefixerande grödorna i växtföljden. Samtidigt måste utlakningsförlusterna hålls på en ur vattenmiljösynpunkt acceptabelt låg nivå. Odlingsmetoder och grödval anpassas till marktyp och klimat på den aktuella försökslokalen.
- Belysa kvävefixeringens omfattning i vallar och grüngödslingsgrödor liksom återmineralisering och efterföljande grödors utnyttjande av detta kväve.
- Fastställa fosfor- och kaliumutlakningen. Fosfor utlakas lätt från frost- eller torkskadade växtdelar vilket kan ge ökad fosfortillförsel till recipienten då andelen vallar och grüngödslingsgrödor ökas. På de lätta jordarna i södra Halland är ofta kalium en bristvara, varför kaliumutlakningen kan bli av betydelse för den långsiktiga bördigheten i ekologiska odlingssystem utan extern kaliumtillförsel.
- I en jämförande studie belysa kvävehushållning och utlakningsrisker vid användning av komposterad stallgödsel, färsk fastgödsel och flytgödsel. (Denna del utförs sommaren 1993 då potatis odlas första gången och redovisas sålunda inte i denna rapport)



Figur 1. Mellbyförsökets geografiska belägenhet.

MATERIAL OCH METODER

Försöksplan, växtföljd och stallgödsel

Försöket var upplagt som en växtföljd för en tänkt ekologiskt odlad gård med nötkratur (tabell 1a). Syftet med uppläggnen var att i första hand belysa utlakningsrisker och kvävehushållning i odlingsystemet som helhet och i andra hand belysa enskilda gröders inverkan.

Samma gröda odlades på 3 av de 9 rutorna, därigenom förekom endast 3 av växtföljdens 6 grödor ett och samma år (tabell 1b). Mängderna av nötkreatursgödsel och urin bestämdes utifrån beräknade totalkvävemängder i gödseln vid en djurtäthet på 0,6 de/ha (Claesson & Steineck, 1991). Gödsel och urin provtogs före spridning för doseringsbestämning, under själva spridningen uttogs delprov från varje lass, dessa lades samman till ett generalprov för bestämning av slutligt utspriden mängd växtnäring. Halm motsvarande den som tillförs via stallgödseln tas bort från försöket.

Tabell 1a. Försöksplan med huvud- fång- och insäningsgrödor samt tillförsel av stallgödsel.

Led	Gröda	Insådd el. Fånggröda (Såtid / gröda)	Plöjn.	Gödsling	Total-N (kg/ha)
A	Vall I		--	--	
B1	Vall II		höst	Urin / till 2:a skörd	20
B2	Vall II		höst	Urin / till 2:a skörd	20
B3	Vall II		höst	Flytg. / till 2:a skörd	30
C1	Höstvete,	höst / senap vår / eng.rajgr.	vår	Urin / på våren	20
C2	Höstvete,	höst / senap vår / eng. rajgr.	vår	Urin / på våren	20
C3	Höstvete,	höst / senap vår / eng. rajgr.	vår	Flytg. / på våren	35
D	Havre+ärter	vår / eng. rajgr.	vår	--	
E1	Potatis	höst / råg	vår	Komp. fastgödsel	115 ¹⁾
E2	Potatis	höst / råg	vår	Färsk fastgödsel	115
E3	Potatis	höst / råg	vår	Flytgödsel	115
F	Korn	vår / klöver ,gräs, lusern	--		

¹⁾ Gödselns kväveinnehåll vid kompostläggningen!

Tabell 1b. Växtföljdsomlopp under perioden 1990-93

År	Omlopp 1 (ruta 35, 38, 43)	Omlopp 2 (ruta 33, 36, 42)	Omlopp 3 (ruta 32, 34, 41)
1990	Havre med vallinsådd	Havre med vallinsådd	Havre med vallinsådd
1991	Korn med vallinsådd	Vall I	Vall I
1992	Vall I	Höstvete	Vall II
1993	Vall II	Havre + ärter	Höstvete

Försöksfält

Fältet tillhör Forslunds gård som ligger ca 5 km SV om Laholm i södra Halland. Fältet sluttar svagt mot sydväst, den maximala höjdskillnaden understiger 0,4 m. Jordarten är sandig grovmo som på ett djup av omkring en meter övergår i lera. Matjorden har en mullhalt på ca 6 % och lerhalten är 7-8 %, i alven finns 1-2 % ler. Resultatet av en markkartering som gjordes hösten 1989 redovisas i tabell 2. Markprofilen finns mera detaljerat beskriven av Johnsson (1989).

Tabell 2. Markens pH-värden samt fosfor- och kaliumtillstånd inom olika djup i november 1989, dvs före försöksperiodens början.

Ruta	Markdjup: (cm)	pH H ₂ O			P-AL (mg/100 g jord)			K-AL (mg/100 g jord)		
		0-30	30-60	60-90	0-30	30-60	60-90	0-30	30-60	60-90
32		6,0	6,3	5,8	27,9	6,4	3,0	8,4	2,0	2,0
33		6,1	6,2	5,9	31,5	6,2	2,2	9,3	2,5	3,0
34		5,9	6,2	5,9	25,1	4,6	1,2	7,0	2,0	2,0
35		6,1	6,2	6,2	29,7	5,0	3,2	11,0	3,0	4,0
36		6,1	6,3	5,8	35,8	6,4	3,0	11,4	2,5	3,0
38		5,9	6,2	5,9	24,8	4,6	1,2	7,4	2,0	2,0
41		5,9	6,2	6,0	27,3	3,4	2,0	9,8	2,0	2,0
42		5,9	6,0	5,6	27,6	5,2	1,4	8,5	2,5	2,5
43		6,0	6,2	5,5	29,0	3,4	2,0	9,0	2,0	2,5

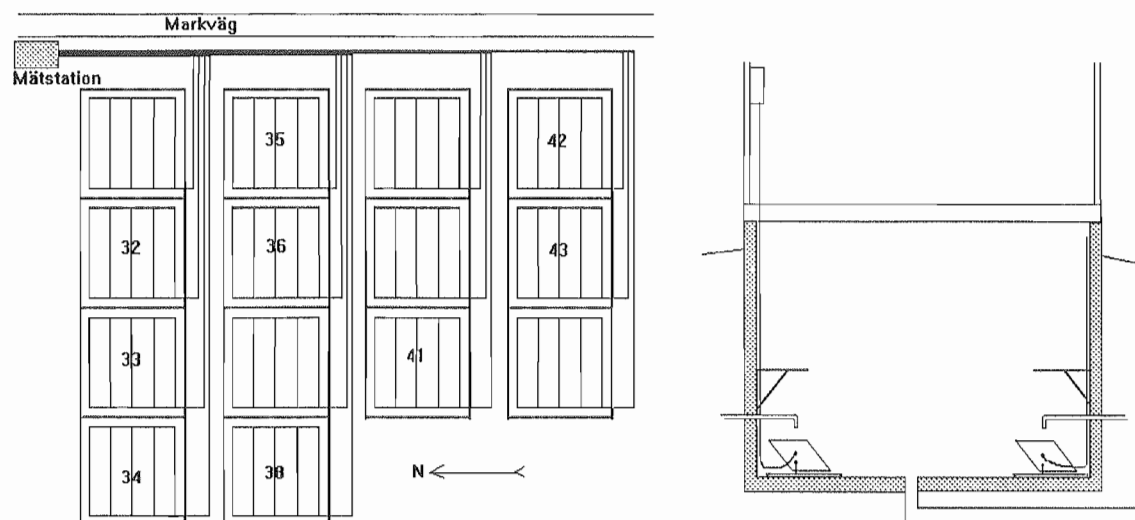
Försöksdränering, avrinningsmätning och nederbörd

Försöket består av 9 rutor om vardera 0,09 ha med formatet 30x30 meter (figur 2). Varje ruta har ett eget dräneringssystem med 5 parallella grendiken som sammanbinds med en tvärgående stam. Dräneringsdjupet är i medeltal ca 90 cm. Vattnet leds till mätstationen genom täta ledningar av 50 mm PVC-markavloppsrör. Mätstationen är ett litet värmeisolerat hus med hel källarvåning.

Avrinningen från varje ruta mättes med tvåsidiga vippkärl som fylls och töms växelvis, varje halva rymmer 3-4 liter. Den exakta volymen kalibrerades årligen. Tömningarna registrerades dygnsvis med datalogger. Nederbördsdata som används i denne rapport är hämtade från SMHI's station vid Genevad, ca 10 km norr om Mellby.

Odlingsåtgärder och gödsling

I tabell 3 redovisas grödutveckling och tidpunkter för olika odlingsåtgärder samt under perioden med stallgödsel eller urin tillförda mängder kväve, fosfor och kalium. Det första redovisade året (1990) var ett utjämnings- och igångsättningsår där ett reducerat mät- och provtagningsprogram tillämpades. För att etablera växtföljdsomloppen nedplöjdes vallinsådden på tre av rutorna våren 1991 varefter ny vallinsådd etablerades i vårkorn. Likaså bröts ena hälften av den kvarvarande förstaårsvallen hösten 1991, följt av höstvetete i samma syfte. Vid detta liksom vid det efterföljande vallbrottet gjordes försök att etablera vitsenap som fånggröda i höstvetetet, detta misslyckades fullständigt båda åren varför endast vetets kväueupptag kommer att beaktas i denna redovisning.



Figur 2. Försöksfält med täckdikning och rutnummer samt mätstation med utrustning för flödesmätning.

Tabell 3. Grödor, tidpunkt för jordbearbetning, sådd, gödning, skördar, olika utvecklingsstadier i stråsäd samt med urin och stallgödsel tillförda mängder av kväve, fosfor och kalium, åren 1990-92.

År 1990, Led:	(F)	(F)	(F)	Åtgärd, gödning	Led:	(F)	(F)	(F)
Huvudgröda	Havre	Havre	Havre	Jordbearbetning				
Sort	Vital	Vital	Vital	Harvning		9/4	9/4	9/4
Sådd	12/4	12/4	12/4			12/4	12/4	12/4
Uppkomst	20/4	20/4	20/4	Ogräsharvning				
Skörd	24/8	24/8	24/8					
Vallinsådd	Vallfrö- blandn. ¹⁾	Vallfrö- blandn. ¹⁾	Vallfrö- blandn. ¹⁾					
	+lusern	+lusern	+lusern					
Sådd	12/4	12/4	12/4					
Uppkomst	26/4	26/4	26/4					
År 1991, Led:	A	(B)	F	Led:	A	(B)	F	
Huvudgröda	Vall I	Vall I	Vårkom	Jordbearbetning				
Sort			Golf	Stubbearb.		29/8	9/4	
Sådd/sättning ²⁾			15/4	Plöjning		10/9	9/4	
Uppkomst			22/4	Harvning		16/9	15/4	
Axgång ^{a)}			14/7	Ogräsharvning			22/5	
Gulmognad ^{b)}			8/8					
Fullmognad ^{c)}			18/8	Gödsling:		10/7		
Skördar:	1/7	1/7	22/8	Urin (B:1, 2)				
	23/8	23/8		Total-N	kg/ha	10		
	26/9			NH4-N	kg/ha	8		
Fånggröda/vallinsådd			Vallfrö- blandn. ¹⁾	Total-P	kg/ha	2		
Sort			+lusern	Kalium	kg/ha	26		
Sådd			22/5	Flytgödsel (B:3)				
Uppkomst			2/6	Total-N	kg/ha	35		
Höstgröda		Höstvete		NH4-N	kg/ha	20		
Sådd		16/9		Total-P	kg/ha	6		
Uppkomst		26/9		Kalium	kg/ha	40		
År 1992, Led:	B	C	A	Led:	B	C	A	
Huvudgröda:	Vall II	Höstvete	Vall I	Jordbearbetning				
Sort		Kosack		Stubbearb.		18/8		
Sådd/sättning ³⁾				Plöjning		2/9		
Uppkomst				Harvning		8/9		
Axgång ^{a)}		15/6		Ogräsharvning			4/5	
Gulmognad ^{b)}		20/7						
Fullmognad ^{c)}		10/8		Gödsling:		7/7	1/4	
Skördar:	23/6	12/8	12/6	Urin (B,C:1, 2)				
	18/8		18/8	Total-N	kg/ha	23	24	
			13/10	NH4-N	kg/ha	17	20	
Fånggröda/vallinsådd		E.rajgräs		Total-P	kg/ha	1	2	
Sort		Tove		Kalium	kg/ha	57	47	
Sådd		13/5		Flytgödsel (B,C:3)				
Uppkomst		23/5		Total-N	kg/ha	27	30	
Höstgröda	Höstvete			NH4-N	kg/ha	16	17	
Sådd	8/9			Total-P	kg/ha	5	6	
Uppkomst	17/9			Kalium	kg/ha	33	25	

¹⁾ Vallfröblandning HL-203 från Hallands Lantmän som kompletterades med lusern så att slutlig blandning bestod av 4 kg rödklöver, 5 kg lusern, 8 kg timotej och 8 kg ängssvingel per hektar.

Vattenprovtagning

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

Skördar, skörderester och kvävebortförel med grödan

Skördens storleken bestämdes rutvis. I varje ruta skördades på försöksmässigt sätt tre drag tvärs över dräneringsledningarna. Kärna, halm resp. skördat vallmaterial vägdes och separata prov för analys uttogs från varje drag. Kväveinnehållet bestämdes med elementaranalys och innehållet av fosfor och kalium med plasmaemissions-teknik.

Upptaget kväve i huvud- och fånggröda

Ovanjordiskt växtmaterial klipptes vid markytan inom 9 slumpmässigt fördelade kvadrater om 0,25 m², motsvarande 2,25 m²/led. Delproven, 3 från varje ruta, sammanslogs till ett samlingsprov per ruta. Stråsådesgrödorna provtogs vid gulmognad varvid huvudgröda och fånggröda provtogs separat. Fånggrödor provtogs även i november och efterföljande vår.

Upptaget kväve i vallgrödor har beräknats som summan av delskördarna plus skillnaden mellan ovanjordiskt kväve tidigt på våren och i november resp. vid vallbrottet. Rötternas innehåll av kväve antogs utgöra 25 % av totala kväveinnehållet i stråsäd och fånggrödor (Jensen, 1991; Jansson, 1966; Hansson *et al.*, 1987). Proven torkades, vägdes och analyserades med avseende på totalkväve med elementaranalys.

Baljväxternas kvävefixering

Fixeringen av luftkväve i vallar mättes under vegetationsperioden genom provtagning av rötter och ovanjordiskt material i både den ordinarie grödan liksom i en referensparcell med enbart gräs (Wivstad *et al.*, 1987). Referensparcellen anlades som ett 2 meter brett stråk inom den ordinarie rutan. Vid varje skörd bestämdes den stående växtmassans totala kväveinnehåll genom att, förutom den ordinarie skördebestämningen, provta kvarvarande ovanjordiskt material inkl. spill enligt den ovan beskrivna metoden. Rötternas kväveinnehåll bestämdes genom provtagning ned till 30 cm djup. Vid beräkning av det totala kväveinnehållet i rötter antogs att 70 % av rotkvävet fanns inom 30 cm djup (Hansson & Andrén., 1987).

Rotprovtagning. Proven togs med en cylinder av rostfritt stål med en invändig diameter av 85 mm (=56,7 cm²). Provtagningen gjordes inom de ytor där stubben hade klippts, både i ordinarie- och referensvall. Inom varje yta uttogs 2 provcylindrar med jord, en i sårad och en imellan såraderna. Jorden överfördes i plastpåse och frystes. Efter upptining sållades proven försiktigt på ett 5 mm såll och rötterna plockades bort med pincett varefter de blev synliga. Efter sållningen tvättades rötterna med avjoniserat vatten på finsåll (0,5 mm) varefter de torkades och vägdes. Proven sammanslogs rutvis för kemisk analys omfattande total-N, total-C och askhalt.

Kol och kväveinnehåll i nedbrukat växtmaterial

Allt ovanjordiskt växtmaterial provtogs enligt samma metod som ovan. Proven sorterades i levande material och övriga skörderester vilka analyserades var för sig. Innehållet av kol och kväve bestämdes genom elementaranalys. Provtagning gjordes på våren före bearbetning och på sensommaren före vallbrott. I de fall rötterna inte hade provtagits antogs kväveinnehållet i rötterna utgöra 25 % av den senast stående grödans totala kväveinnehåll.

Mineraliskt kväve i marken

För bestämning av markprofilens innehåll av mineraliskt kväve (ammonium- och nitrat-N) togs i alla led jordprov tidigt på våren före ev. bearbetning och i mitten av november. Förutom vid dessa tillfälle togs ett antal prov enligt ett för resp. gröda anpassat schema. Proven togs till 90 cm djup och indelades i tre skikt (0-30, 30-60, 60-90 cm). I matjorden uttogs 20 delprov och i alvskikten 16 delprov per ruta. Borrsticken slogs samman till skiktvisa samlingsprov. Jordproverna djupfrystes och extrahera-

des med 2M KCl för bestämning av ammonium- och nitratkväve. Analysvärdena omräknades till kilogram kväve per hektar med beaktande av markskiktens volymvikter och aktuella vattenhalter.

Periodvisa medelkoncentrationer och utlakning av växtnäringsämnen i dräneringsvatten

För periodvis jämförelse av avrinnande vattens koncentration av olika ämnen användes s.k. integrerad medelkoncentration. Den beräknades på följande sätt: För varje ruta framräknades genom rätlinjig interpolering av analyserade koncentrationer ett koncentrationvärde för varje dygn under perioden. Dessa värden multiplicerades med dygnsavrinningen från rutan ifråga till dygnstransporter. Avrinning och beräknad transport summerades var för sig under perioden i fråga varefter den summerade transporten dividerades med summerad avrinning. Därvid erhöles ett mått på den under perioden avrunna vattenmassans medelkoncentration. Oftast var den tillämpade integreringsperioden ett agrohydrologiskt år (1/7-30/6). I de figurer som visar inomårsvariationer av koncentrationer är perioden en månad. För pH och ledningstal framräknades aritmetiska årsmedelvärden.

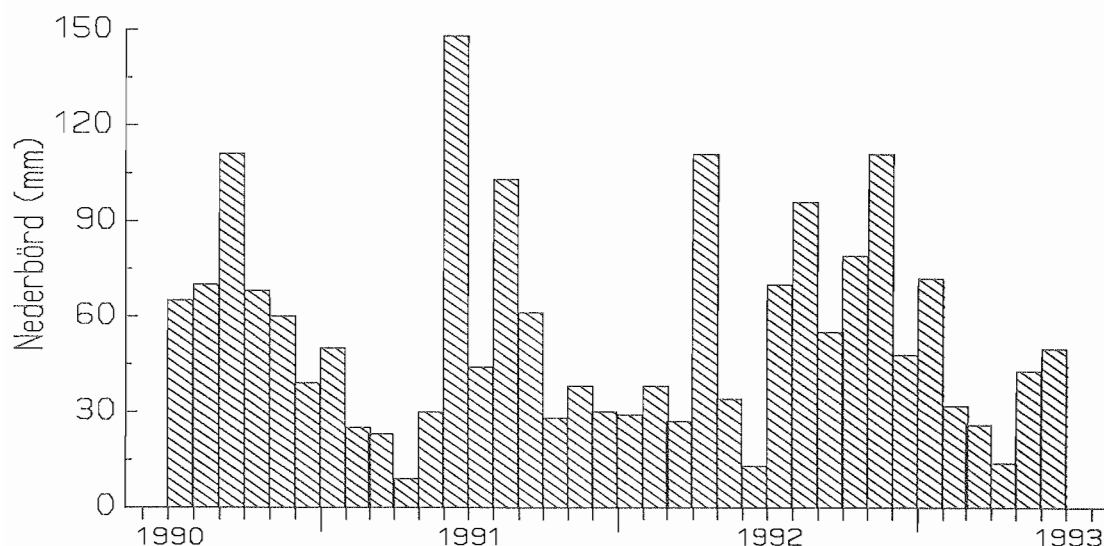
Utlakningsförluster. De vid beräkningen av periodvisa utlakningsförluster använda avrinningstalen för dräneringsvatten är, för jämförbarhetens skull, baserade på medelavrinningen från försökets nio rutor. Förlusten har beräknats genom att multiplicera de enligt ovan framtagna periodmedelkoncentrationerna med respektive periods medelavrinning.

RESULTAT OCH DISKUSSION

Nederbörd och avrinning

Årlig nederbörd och avrinning via dräneringssystemet redovisas i tabell 4. Nederbörden var under två av de tre åren högre än det normala för trakten. Som jämförelse har medtagits årsmedelavrinningen från det äldre försöksfältet (Lindén *et al.*, 1993). Årsavrinningen påverkades mycket starkt av nederbördens fördelning under året. Normalt skedde huvuddelen av avrinningen under vinterhalvåret med låg eller helt upphörd avrinning under sommaren (figur 3 och 4).

Avrinningen via dräneringssystemet varierade mellan de olika rutorna vilket framgår av tabell 4. Någon koppling mellan grödor och skillnader i avrinning mellan olika rutor kunde inte påvisas utan skillnaderna beror sannolikt till största delen på lokala variationer i utflödet till grundvattnet.

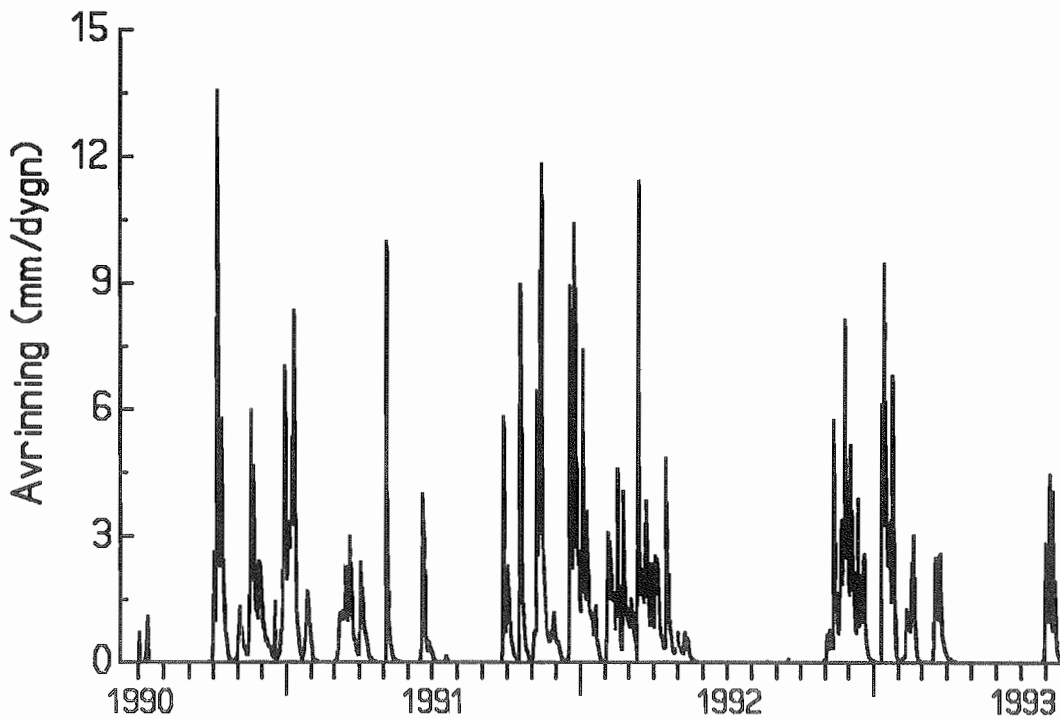


Figur 3. Månadsvis nederbörd under försöksperioden (SMHI, Genevad).

Tabell 4. Rutvis årlig avrinning via dräneringsledningarna och årsmedelavrinning från det aktuella försöket och, som jämförelse, från det äldre intilliggande försöket (Lindén et al., 1993) samt årsnederbörd från SMHI's station vid Genevad, ca 10 km norr om Mellby, värden i mm.

År	Ruta:	32	33	34	35	36	38	41	42	43	Årsmedel- avrinning	"Gamla" försöket	Neder- börd*
1990/91		225	291	229	351	315	293	144	383	353	287	280	747
1991/92		320	407	334	464	443	395	201	531	450	394	379	595
1992/93		199	236	196	261	237	204	120	322	247	225	245	745

*Årsmedelnederbörd 1931-60 för Genevad = 722 mm



Figur 4. Dygnsvis medelavrinning via dräneringssystemen.

Vallarnas kvävefixering och kväveinnehåll i rötter

Akkumulerat kväveinnehåll i ordinarie blandvall och referensgröda (gräs) presenteras i figur 5. Det första året utgjordes referensgrödan av ogödslad värm som såddes omedelbart utanför vallrutorna. Referensgrödan 1992 utgjordes av gräs i renbestånd som såddes i ett stråk tvärs över de ordinarie rutorna för att få exakt samma bakgrund som den ordinarie vallen. Vid beräkningen har, förutom skillnaderna i kväveupptag, även signifikanta förändringar av mineralkvävemängden i marken beaktats. Lusernen etablerade sig mycket kraftigt i vallinsådden som gjordes våren 1990, beräknad total kvävefixering i denna vallomgång blev ca 175 kg/ha N i förstaårsvallen och ca 185 kg/ha N efterföljande år. I den senare vallanläggning (1991) blev baljväxtinslaget något lägre och klövern dominerade, kvävefixeringen i förstaårsvallen beräknades till ca 130 kg/ha N. En bidragande orsak till den sämre baljväxtetableringen kan varit den relativt goda kvävetillgången under insåningsåret som blev följden av den nedbrukade vallinsådden våren 1991.

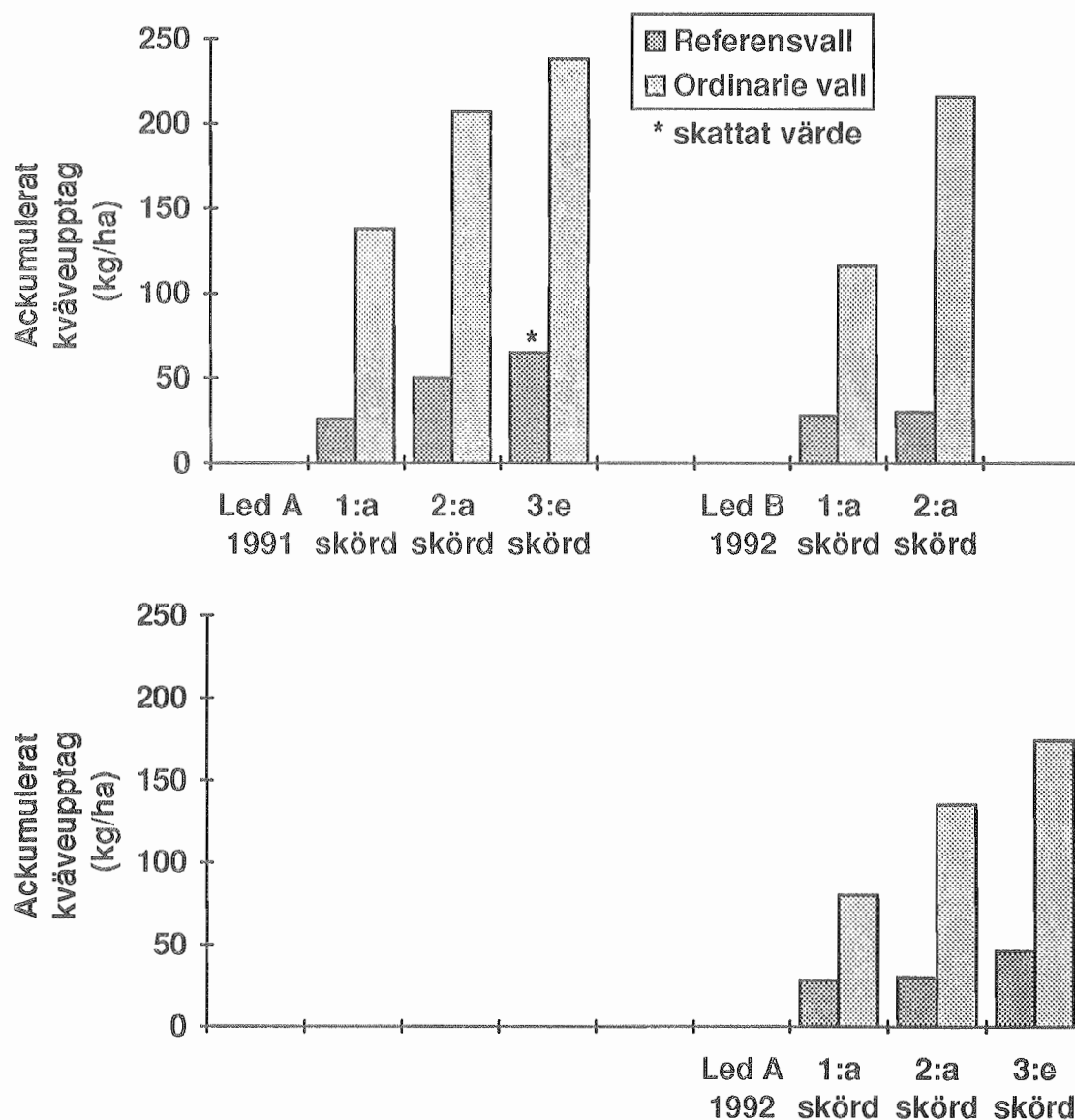
Uppmätt kväveinnehåll i rötter i matjorden och beräknat kväveinnehåll i hela rotsystemet redovisas i tabell 5. Då den tillämpade provtagningsmetoden får betraktas som starkt förenklad, jämfört med den som t.ex. Hansson *et al.* (1987) tillämpade får resultaten tas med viss reservation. Storleksordningen liksom tidsförloppen överensstämmer dock tämligen väl med dessa undersökningar.

Tabell 5. Uppmätt ledvis kväveinnehåll i rötter inom 0-30 cm samt beräknat innehåll i hela markprofilen i ordinarie valled och referensytor, (n = antal rutor som ingick i provtagningen)

Datum	Led: A			B			Referens	Vårkorn (i led A)		
	0-30	Hela	C/N-kvot	0-30	Hela	C/N-kvot		0-30	Hela	C/N-kvot
910421 (n=3)	59	84	16	-	-	-	-	-	-	-
910611 (n=3)	74	106	20	-	-	-	-	-	-	-
910705 (n=1)	93	132	22	-	-	-	-	-	-	-
910814*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Datum	Led: A			B			Referens	Gräsvall (i led A)		
	0-30	Hela	C/N-kvot	0-30	Hela	C/N-kvot		0-30	Hela	C/N-kvot
920325 (n=3)	25	36	20	77	110	24	14	20	28	
920612 (n=1)	41	59	23	-	-	-	33	47	42	
920818 (n=3)	52	74	28	113	161	27	22	31	43	
921013 (n=1)	44	63	29	-	-	-	20	29	49	

* Provtagningen ofullständig.



Figur 5. Ackumulerat kväveupptag i ordinarie blandvallar resp. icke kvävefixerande referensgrödor, skillnaden mellan upptag i de båda utgörs av fixerat kväve. Övre figuren avser den vallomgång som etablerades 1990, i den nedre är vallen etablerad 1991. (Referensgrödan 1991 var ögödslat kom).

Tabell 6. Kväveinnehåll i fång- vall- och höstgrödornas ovanjordiska levande växtdelar tidigt på våren, tidig höst (efter 3:e vallskörd eller vid stråsädens gulmognad) och i november (sen höst) samt kväveinnehåll och C/N-kvot i det växtmaterial som nedbrukades vid upplöjningen av insådden resp. vallbrotten, (aktuell tidpunkt framgår av angiven plöjningstid).

År:1991	Led-ruta:	A-41	A-34	A-32	B:1-42	B:2-33	B:3-36	F-38	F-43	F-35
Huvudgröda	Vall I	Vall I	Vall I	Vall II	Vall II	Vall II	Vårkorn	Vårkorn	Vårkorn	Vårkorn
Vintergröda	Vall	Vall	Vall	Höstvete	Höstvete	Höstvete	Vall	Vall	Vall	Vall
Urin/Flytgödsel	Nej	Nej	Nej	Urin	Urin	Flytg.	Nej	Nej	Nej	Nej
Plöjningstid	-	-	-	Tid.höst	Tid.höst	Tid.höst	Vår	Vår	Vår	Vår
Vår	33	35	34	33	34	35	-	-	-	-
Tidig höst	35	26	26	-	-	-	2	3	2	2
Sen höst	32	33	33	7	5	8	21	16	20	20
N i nedbrukat växtmaterial										
Ovanjordiskt material	-	-	-	46	41	75	35	33	34	34
Totalt, inkl. rötter	-	-	-	166	161	195	120	118	119	119
C/N-kvot	-	-	-	20	21	20	14	14	14	14
År:1992	Led-ruta:	B:1-41	B:2-34	B:3-32	C:1-42	C:2-33	C:3-36	A-38	A-43	A-35
Huvudgröda	Vall II	Vall II	Vall II	Höstvete	Höstvete	Höstvete	Vall I	Vall I	Vall I	Vall I
Vintergröda	Höstvete	Höstvete	Höstvete	Rajgräs	Rajgräs	Rajgräs	Vall	Vall	Vall	Vall
Urin/Flytgödsel	Urin	Urin	Flytg.	Urin	Urin	Flytg.	Nej	Nej	Nej	Nej
Plöjningstid	Tid.höst	Tid.höst	Tid.höst	-	-	-	-	-	-	-
Vår	33	51	45	10	15	12	34	22	22	22
Tidig höst	-	-	-	1	2	2	32	34	34	34
Sen höst	22	13	9	13	14	13	45	60	53	53
N i nedbrukat växtmaterial										
Ovanjordiskt material	57	42	73	-	-	-	-	-	-	-
Totalt, inkl. rötter	217	202	233	-	-	-	-	-	-	-
C/N-kvot	26	27	25	-	-	-	-	-	-	-

Kväveinnehåll i nedbrukat växtmaterial och i övervintrande grödor

Ovanjordiskt kväveinnehåll i fång- vall och höstgrödor samt ovanjordiskt och totalt kväveinnehåll i det växtmaterial som brukades ned vid vallbrotten redovisas i tabell 6. I siffran för nedbrukat ovanjordiskt material ingår förutom levande material även förekommande stubb och skörderester, angiven C/N-kvot avser det sammantagna materialet inkl. rötter.

Vid nedplöjningen av vallinsådden våren 1991 nedbrukades växtmaterial innehållande omkring 120 kg/ha N med mycket låg C/N-kvot varav en betydande del fanns i rötterna. Hösten 1991 uppgick det nysådda höstvetets ovanjordiska kväveupptag till knappt 10 kg/ha N, efterföljande hösten blev det ca 15 kg/ha N. Om även rötternas kväveinnehåll beaktas uppgår de totala upptagen till 15-20 kg/ha vilket är normalt för höstsäd (Lindén & Wallgren, 1988). Detta måste ställas i relation till de betydande kvävemängder som tillfördes marken genom vallbrotten som föregick höstsådderna och den relativt låga C/N-kvot som detta material hade. Den i vetet insådda rajgräsfånggrödan utvecklades dåligt under sommaren 1992 vilket bidrog till ett måttligt kväveupptag under efterföljande höst, en starkt bidragande orsak torde vara att insådden inte gjordes förrän efter ogräsharvningen på våren.

Skördar, bortförsel av växtnäring och huvudgrödornas totala kväveupptag

Rutvisa skördar och bortförsel av kväve, fosfor och kalium under de två åren redovisas i tabell 7. Vallarna har givit tämligen goda och jämna skördar. Vårkornet 1991 gav mycket hög skörd, faktiskt högre skörd än normalgödslade led på ett intilliggande försök med konventionell odling (Torstensson *et al.*, 1993). Kvävehalterna i kärnan blev dock något lägre jämfört med i det nämnda försöket. Detta visar att den nedbrukade vallinsådden kunde leverera tillräckligt med kväve för korngrödans vegetativa utveckling men att en viss kvävebrist troligen uppstod under slutfasen (figur 6). Torrt väder under högsommaren kan ha dämpat mineraliseringen och bidragit till detta.

Skördenivåerna 1992 har sannolikt starkt påverkats av den mycket torra sommaren. Höstveteskörden blev i medeltal knappt 3000 kg/ha trots att mineralkvävetillgången i marken var tämligen god under vegetationsperioden (figur 7).

Tabell 7. Bortförda skördar, kärna (kg/ha vid 15 % vattenhalt) av stråsåd, torrsubstans (kg/ha) av vallgrödor, bortförda mängder av kväve, fosfor och kalium (innehåll i bortförd halm med kursiv stil) samt totalt kväveupptag i huvudgrödan. För stråsåd har rötternas kväveinnehåll antagits vara 25 % av grödans totala innehåll vid gulmognadsstadiet, vallarnas rotinnehåll är baserat på utförda provtagningar.

År:1991	Led-ruta:	A-41	A-34	A-32	B:1-42	B:2-33	B:3-36	F-38	F-43	F-35
Huvudgröda	Vall I	Vall I	Vall I	Vall II	Vall II	Vall II	Vårkorn	Vårkorn	Vårkorn	Vårkorn
Vintergröda	Vall	Vall	Vall	Höstvete	Höstvete	Höstvete	Vall	Vall	Vall	Vall
Urin/Flytgödsel	Nej	Nej	Nej	Urin	Urin	Flytg.	Nej	Nej	Nej	Nej
Plöjningstid	-	-	-	Tid.höst	Tid.höst	Tid.höst	Vår	Vår	Vår	Vår
Skörd, stråsåd (kg/ha)	-	-	-	-	-	-	5380	5430	6290	
Stråstyrka (0-100)	-	-	-	-	-	-	65	65	65	
Kväveskörd (kg/ha)	-	-	-	-	-	-	<i>11+67</i>	<i>10+65</i>	<i>16+80</i>	
Skörd, vall 1:a (kg/ha)	5470	4760	4670	5100	4890	4180	-	-	-	-
Kväveskörd (kg/ha)	150	145	143	145	139	122	-	-	-	-
Skörd, vall 2:a (kg/ha)	1770	2920	2050	2910	2780	1960	-	-	-	-
Kväveskörd (kg/ha)	54	74	63	78	77	54	-	-	-	-
Skörd, vall 3:e (kg/ha)	1020	940	710	-	-	-	-	-	-	-
Kväveskörd (kg/ha)	38	32	26	-	-	-	-	-	-	-
N i sk.-produkt (%/ts)	2,93	2,91	3,12	2,78	2,82	2,87	1,47	1,41	1,50	
Fosförskörd (kg/ha)	29	30	28	27	26	23	<i>3+17</i>	<i>3+18</i>	<i>6+22</i>	
Kaliumskörd (kg/ha)	187	171	173	222	157	176	<i>36+25</i>	<i>31+27</i>	<i>50+32</i>	
Tot. N-upptag (kg/ha)	271	282	261	251	243	232	113	127	134	
Baljävt-% i 2:a skörd	93	89	92	86	87	97	-	-	-	
År:1992	Led-ruta:	B:1-41	B:2-34	B:3-32	C:1-42	C:2-33	C:3-36	A-38	A-43	A-35
Huvudgröda	Vall II	Vall II	Vall II	Höstvete	Höstvete	Höstvete	Vall I	Vall I	Vall I	Vall I
Vintergröda	Höstvete	Höstvete	Höstvete	Rajgräs	Rajgräs	Rajgräs	Vall	Vall	Vall	Vall
Urin/Flytgödsel	Urin	Urin	Flytg.	Urin	Urin	Flytg.	Nej	Nej	Nej	Nej
Plöjningstid	Tid.höst	Tid.höst	Tid.höst	-	-	-	-	-	-	-
Skörd, stråsåd (kg/ha)	-	-	-	2900	2700	3080	-	-	-	-
Stråstyrka (0-100)	-	-	-	100	100	100	-	-	-	-
Kväveskörd (kg/ha)	-	-	-	<i>13+40</i>	<i>15+36</i>	42	-	-	-	-
Skörd, vall 1:a (kg/ha)	5770	5290	4990	-	-	-	3080	2530	3970	
Kväveskörd (kg/ha)	88	98	92	-	-	-	72	46	88	
Skörd, vall 2:a (kg/ha)	2150	2070	1960	-	-	-	1710	1300	1120	
Kväveskörd (kg/ha)	62	57	54	-	-	-	46	34	32	
Skörd, vall 3:e (kg/ha)	-	-	-	-	-	-	960	1190	1490	
Kväveskörd (kg/ha)	-	-	-	-	-	-	26	37	37	
N i sk.-produkt (%/ts)	1,89	2,11	2,10	1,62	1,55	1,60	2,50	2,33	2,39	
Fosförskörd (kg/ha)	21	20	19	2+8	3+8	10	16	14	19	
Kaliumskörd (kg/ha)	157	138	145	22+11	25+11	13	113	101	138	
Tot. N-upptag (kg/ha)	225	196	224	69	67	78	193	193	226	
Baljävt-% i 2:a skörd	90	80	93	-	-	-	83	56	69	

Med vallskördarna har i genomsnitt årligen bortförts ca 185 kg/ha N, ca 23 kg/ha P och ca 155 kg/ha K. Kvävebortförelsen har till stor del balanserats av kvävefixeringen under vallåren, men bortförelsen i förstaårsvallen 1991 är påtagligt större än den uppmätta kvävefixeringen. Bristen har täckts av bakgrundsmineralisering men kanske också av fixerat kväve från höstillväxten under insåningsåret. Kvävefixeringen under andra vallåret har dock lämnat ett nettobidrag till marksystemet. Efterföljande år är balansen bättre, skillnaden mellan kvävebortförelse och fixering ligger klart inom mätningarnas felmarginaler.

I vilken grad bortförelsen av fosfor och kalium kommer att täckas av tillförelsen med stallgödsel är för tidigt att uttala sig om eftersom merparten läggs till potatisen d.v.s. med början 1994 (tabell 1b). De höga vallskördarna föranleder dock en uppräknig av den stallgödseldimensionerande djur-tätheten, från den preliminära 0,6 de/ha till ca 0,8 de/ha.

Vad gäller stråsådesgrödorna fås helt naturligt en nettobortförelse av alla växtnärsämnen, resultaten visar dock att en korrekt reglering av bortförelse av halm, kontra återförelse via stallgödsel, kan på sikt ha stor betydelse för kaliumbalansen på kaliumsvaga jordar.

Tabell 8. Mineralkväve (N kg/ha) inom 0-90 cm markdjup vid alla utförda jordprovtagningar under åren 1990-1992.

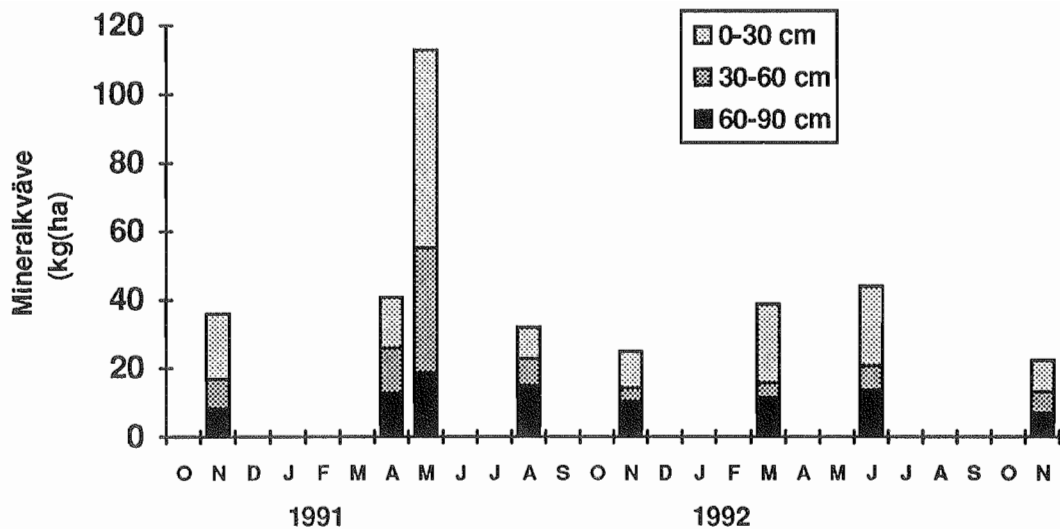
År:1990	Led-ruta:	F-41	F-34	F-32	F-42	F-33	F-36	F-38	F-43	F-35
Huvudgröda	Havre	Havre	Havre	Havre	Havre	Havre	Havre	Havre	Havre	Havre
Vintergröda	Vall	Vall	Vall	Vall	Vall	Vall	Vall	Vall	Vall	Vall
Urin/Flytgödsel	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Plöjningstid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sen höst (november)	41	35	48	41	33	66	29	40	39	
År:1991	Led-ruta:	A-41	A-34	A-32	B:1-42	B:2-33	B:3-36	F-38	F-43	F-35
Huvudgröda	Vall I	Vall I	Vall I	Vall II	Vall II	Vall II	Vårkorn	Vårkorn	Vårkorn	Vårkorn
Vintergröda	Vall	Vall	Vall	Höstvete	Höstvete	Höstvete	Vall	Vall	Vall	Vall
Urin/Flytgödsel	Nej	Nej	Nej	Urin	Urin	Flytg.	Nej	Nej	Nej	Nej
Plöjningstid	-	-	-	Tid.höst	Tid.höst	Tid.höst	Vår	Vår	Vår	Vår
Före vårbearb./gödsl.	41	33	41	51	41	52	33	45	44	
Uppkomst vårsäd	-	-	-	-	-	-	115	113	110	
Vallskörd I	-	32	-	-	29	-	-	-	-	
Gulmognad	-	-	-	-	-	-	30	33	30	
Före höstbearbetning	-	-	-	38	31	21	-	-	-	
Höstgröd. uppkomst	-	-	-	-	66	78	-	-	-	
Sen höst (november)	27	44	29	72	57	73	20	26	28	
År:1992	Led-ruta:	B:1-41	B:2-34	B:3-32	C:1-42	C:2-33	C:3-36	A-38	A-43	A-35
Huvudgröda	Vall II	Vall II	Vall II	Höstvete	Höstvete	Höstvete	Vall I	Vall I	Vall I	Vall I
Vintergröda	Höstvete	Höstvete	Höstvete	Rajgräs	Rajgräs	Rajgräs	Vall	Vall	Vall	Vall
Urin/Flytgödsel	Urin	Urin	Flytg.	Urin	Urin	Flytg.	Nej	Nej	Nej	Nej
Plöjningstid	Tid.höst	Tid.höst	Tid.höst	-	-	-	-	-	-	-
Före vårbearb./gödsl.	33	46	46	40	46	47	29	40	47	
Beg. stråskjutning	-	-	-	36	44	35	-	-	-	
Vallskörd I / Axcång	27	26	36	41	64	53	46	45	40	
Gulmognad	-	-	-	40	59	41	-	-	-	
Före höstbearbetning	31	33	50	-	-	-	-	-	-	
Höstgröd. uppkomst	62	78	80	-	-	-	-	-	-	
Sen höst (november)	50	71	61	41	30	34	27	10	30	

Mineralkväve i marken

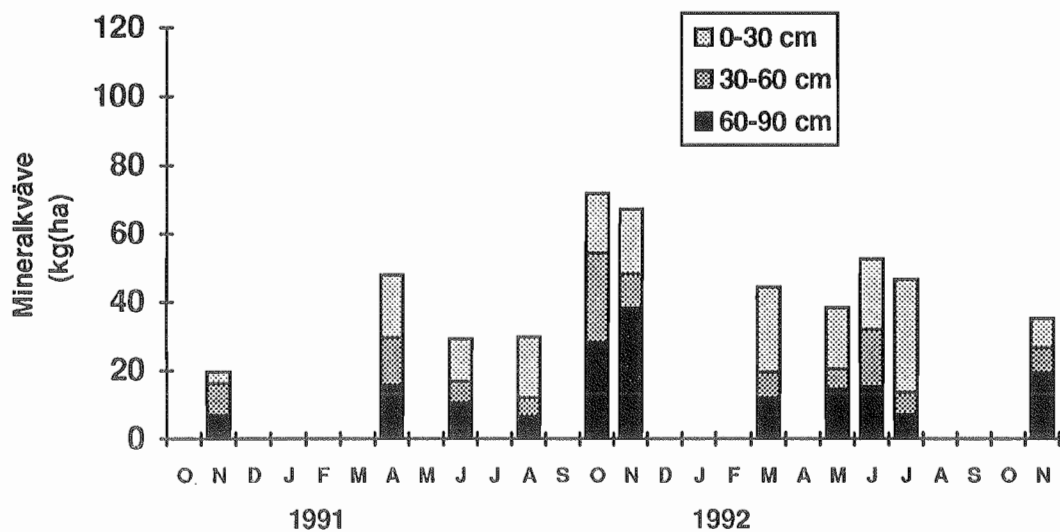
Mineralkväveinnehållet i marken vid alla provtagningstillfällen redovisas i tabell 8. Skillnaderna mellan olika rutor var förhållandevis stora vintern och våren 1990-91, de orsakades sannolikt till stor del av de störningar av markprofilen som försöksanläggningen orsakade. Med tiden har dock dessa skillnader försvunnit. I vall-leden ökade i allmänhet mineralkväveförrådet något under vintern till följd av mineralisering, utvintring och rotomsättning. Detta skeende återspeglades också i dräneringsvattnets kvävekoncentrationer (figur 11).

Nedbrukningen av kväverikt och lättomsättbart material våren 1991 liksom vid de senare vallbrotten ledde till mycket snabb frigörelse av mineralkväve. Nedplöjningen av vallinsådden i april 1991 resulterade i att mineralkvävetillgången i marken snabbt ökade från ca 40 kg/ha N till ca 120 kg/ha N (figur 6). Vårkornet utnyttjade kvävet väl, vid kornets gulmognad var kväveförrådet lägre än före plöjningen.

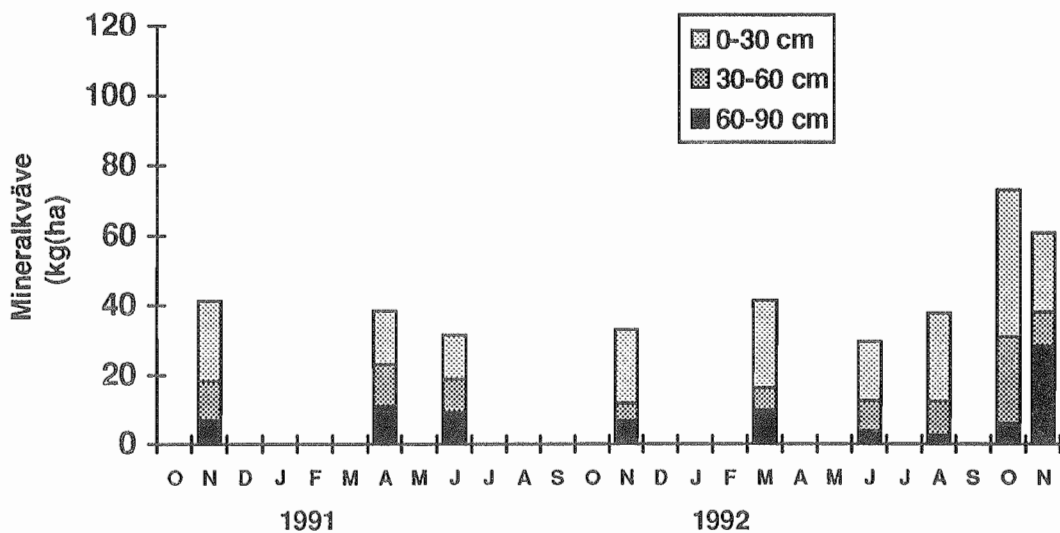
Vallbrottet hösten 1991 gav en något mera dämpad utveckling vilket var väntat eftersom C/N-kvoten var högre i det nedbrukade materialet. Av figur 7 framgår dock att en tydlig omfördelning av kväve mot djupet hade skett redan vid oktoberprovtagningen vilket kan betyda att den verkliga kväve-mineraliseringen kan varit större än provtagningarna visar. Den kraftiga ökningen av mineralkväve visar helt entydigt att höstvetets kapacitet att tillvarata kväve i tidigt utvecklingsstadium är helt otillräcklig vilket kan leda till betydande utlakningsförluster av kväve. Kvävetillgången under sommaren 1992 var trots förluster tämligen god under hela sommaren men den starka torkan medförde dåligt utnyttjande av detta. Vallbrottet efterföljande höst gav likartad men något lugnare utveckling av kvävefrigörelsen troligen till följd av ännu något högre C/N-kvot i materialet (tabell 6 o.figur 8).



Figur 6. Mark profilens skiktvisa mineralväveinnehåll i växtföljdsomlopp 1 (havre+ins., korn+ins, vall I, vall II).



Figur 7. Mark profilens skiktvisa mineralväveinnehåll i växtföljdsomlopp 2 (havre+ins., vall I, höstvet, havre+ärter).



Figur 8. Mark profilens skiktvisa mineralväveinnehåll i växtföljdsomlopp 3 (havre+ins., vall I, vall II, höstvet).

Ämneskoncentrationer, pH och ledningstal i dräneringsvatten och utlakningsförluster

pH och ledningstal. Under agrohydrologiska åren 1990/92 varierade de rutvisa årsmedeltalen för pH i dräneringsvattnet mellan 3,8 och 6,1 (tabell 9). Någon påtaglig inverkan förorsakad av olika grödor kunde inte noteras. Samma sak gäller ledningstalet vilket är ett mått på vattnets totala innehåll av salter (tabell 9). Här finns dock en tendens till sjunkande värden mellan de två åren, detta kan delvis vara ett resultat av att kaliumgödslingen upphörde 1990. Det vanligaste kaliumgödselmedlet innehåller kaliumklorid, om halterna av kalium och klorid minskar i vattnet märks detta tydligt på ledningstalet (se tabell 10). Efter den mycket torra sommaren 1992 faller pH-värdena kraftigt, som mest har årsmedeltalet fallit med 2 enheter vilket motsvarar en 100-faldig ökning av vätejonkoncentrationen. Liknande tendens finns på de intilliggande försöken med konventionell odling men är mindre uttalad. Den ökning som samtidigt inträffar på ledningstalen kan till största delen förklaras av pH-förändringen. Orsakerna till pH-fallet är oklara men kommer att utredas senare.

Kväve. Integrerade rutvisa årsmedelkoncentrationer av kväve, fosfor och kalium redovisas i tabell 10. Beräknade utlakningsförluster visas i tabell 11, utlakningen är som tidigare beskrivits beräknad på medelavrinning från försöket. Nitratkvävet utgjorde huvuddelen av totalkvävet i vattnet, koncentrationen av övrigt kväve (skillnaden mellan total- och nitratkväve) har som årsmedeltal legat tämligen konstant mellan 1 och 2 mg/l N (tabell 10). Koncentrationerna av kväve varierade kraftigt beroende på grödor och jordbearbetning. De allmänna koncentrationsnivåerna liksom förlusternas storlek skiljer sig hittills inte påtagligt från jämförbara led i intilliggande och tidigare försök med konventionell odling (Lewan & Johnsson, 1990; Lindén *et al.*, 1993; Torstensson *et al.*, 1993).

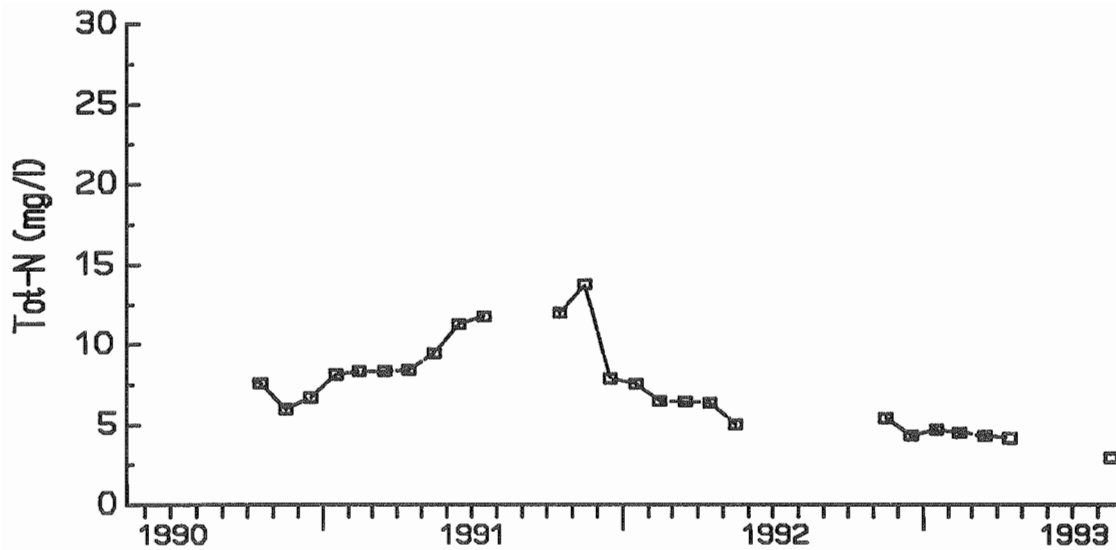
Under vallperioderna låg kvävekoncentrationerna på en acceptabelt låg nivå även om de ofta har överstigit det av SNV föreslagna högsta årsmedelvärdet för avrinnande vatten från åkermark på 5 mg/l N (Natur'90, SNV, 1990) (figur 9-11). Andelen baljväxter i vallen påverkade kvävekoncentrationen under senvintern och våren (jmf. figur 9 och 11). Särskilt väl märks detta om man jämför den ekologiska vallen i omlopp 3 med en gräsdominerad, kraftigt stall- och kvävegödslad, konventionell vall som anlades samtidigt i ett intilliggande försök (Torstensson *et al.*, 1993), (figur 12).

Efter nedplöjningen av vallinsådden våren 1991 noterades endast en måttlig höjning av kvävekoncentration i dräneringsvattnet (figur 9). Som tidigare visats tog komet tillvara det frigjorda kvävet mycket väl, kväveförlusterna under efterföljande vinter blev inte större än vad som kan anses normalt efter grödan ifråga (figur 13). Det tidiga höstvallbrottet samma år orsakade däremot en mycket kraftig ökning av kvävekoncentrationen (figur 10). Det nysådda höstvetet hade ingen möjlighet att ta tillvara allt kväve som frigjordes med betydande utlakningsförluster som följd (figur 14). Även vallbrottet hösten 1992 orsakade kraftig ökning av kvävekoncentrationen (figur 11). Utlakning blev något lägre detta år beroende på lägre avrinning (figur 15).

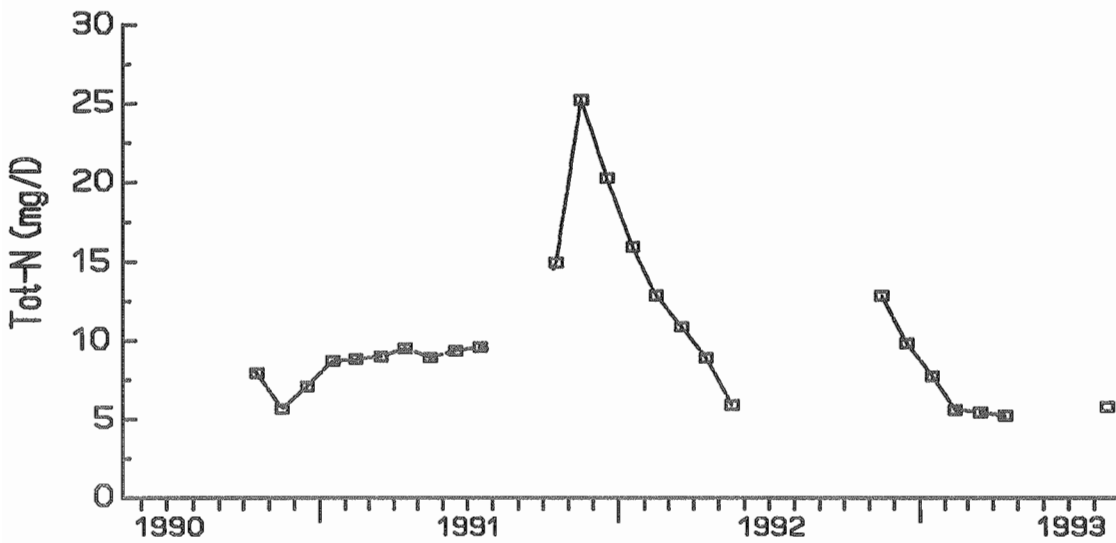
Fosfor och kalium. I tabell 10 redovisas rutvisa integrerade medelkoncentrationer av fosfor och kalium i dräneringsvattnet. Vad gäller fosfor kan några slutsatser beroende på olika grödor eller odlingsåtgärder inte dras. Den dominerande orsaken till skillnaderna i fosforkoncentrationer är sannolikt lokala skillnader i markkemiska egenskaper som leder till olika hög grad av fosforfastläggning i alven. Såväl inomårsvariationer som skillnader mellan åren är troligen mera en effekt av väderfaktorer som t.ex. torka än av odlingsåtgärdernas inverkan (figur 16). Utlakningsförlusterna låg på för trakten normal nivå (tabell 11), (Torstensson *et al.*, 1992; Lindén *et al.*, 1993).

Tabell 9. Rutvisa aritmetiska årsmedelvärden för pH och ledningstal (mS/m) i dräneringsvatten.

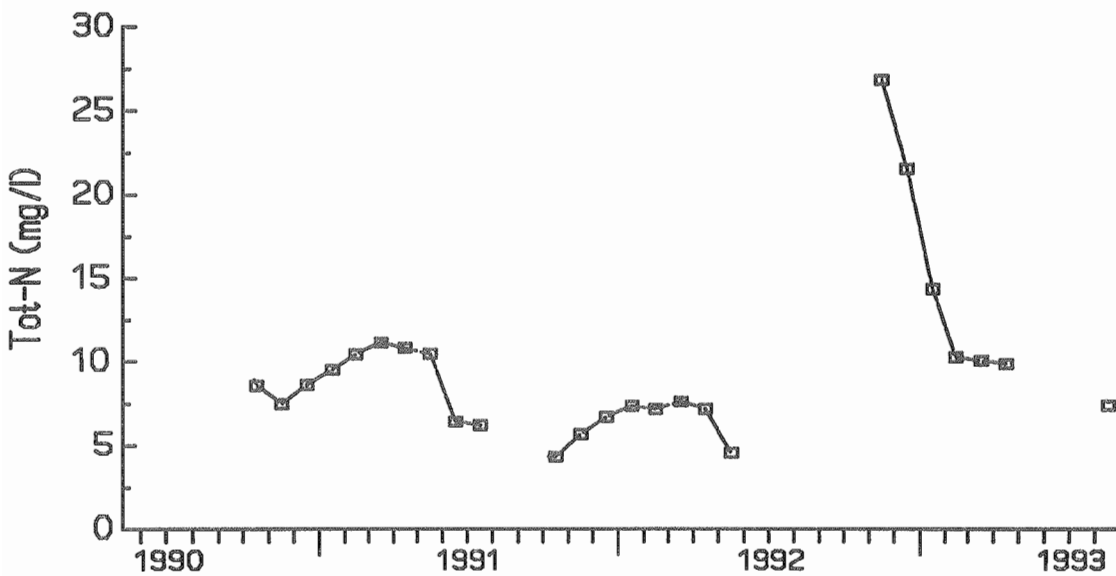
År	Ruta:	32	33	34	35	36	38	41	42	43
pH										
90/91		6,2	5,3	5,8	6,0	5,4	5,1	6,1	3,8	3,8
91/92		6,2	5,5	5,9	6,0	5,7	5,4	6,0	3,8	3,8
92/93		4,1	4,2	3,8	4,7	4,1	3,6	3,3	3,4	3,1
Ledningstal (mS/m)										
90/91		34	30	23	34	39	34	28	58	51
91/92		24	30	16	31	38	28	22	54	42
92/93		73	57	56	39	49	80	104	82	149



Figur 9. Totalkvävekoncentrationer i dräneringsvattnet i växtföljdsomlopp 1, (aritmetiska medeltal av de rutvisa integrerade månadsmedelkoncentrationerna, ruta 35, 38 och 43).



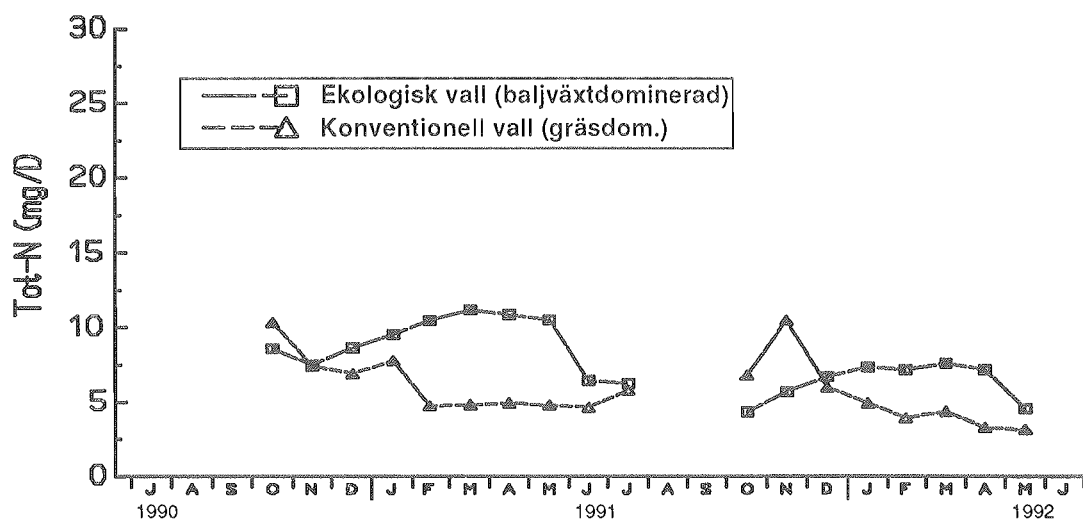
Figur 10. Totalkvävekoncentrationer i dräneringsvattnet i växtföljdsomlopp 2, (aritmetiska medeltal av de rutvisa integrerade månadsmedelkoncentrationerna, ruta 33, 36 och 42).



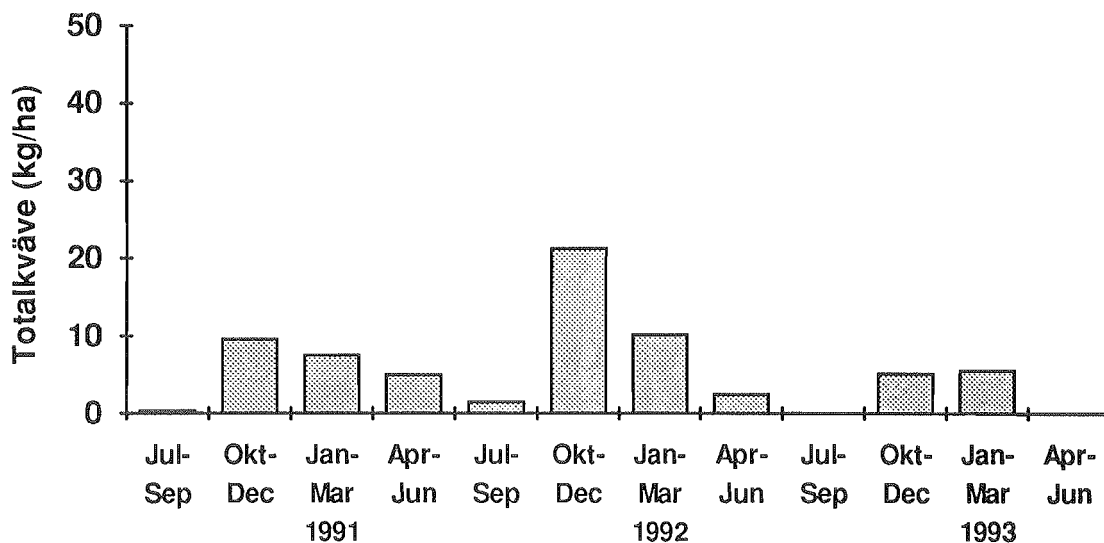
Figur 11. Totalkvävekoncentrationer i dräneringsvattnet i växtföljdsomlopp 3, (aritmetiska medeltal av de rutvisa integrerade månadsmedelkoncentrationerna, ruta 32, 34 och 41).

Tabell 10. Rutvisa integrerade årsmedelkoncentrationer av nitrat- och totalkväve, fosfat- och totalfosfor samt kalium i dräneringsvattnet.

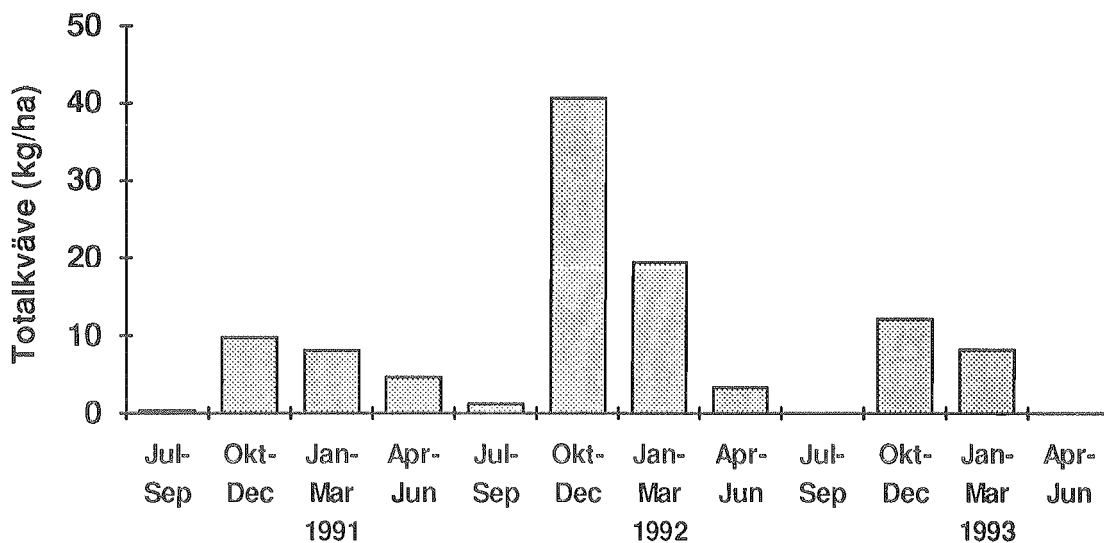
År:1990/91 Led-ruta:	F-41	F-34	F-32	F-42	F-33	F-36	F-38	F-43	F-35
Huvudgröda	Havre	Havre	Havre	Havre	Havre	Havre	Havre	Havre	Havre
Vintergröda	Vall	Vall	Vall	Vall	Vall	Vall	Vall	Vall	Vall
Urin/Flytgödsel	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Plöjningstid	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kväve (N mg/l)									
NO ₃ -N	7,0	7,5	7,5	4,5	8,2	7,1	6,1	5,0	9,1
Tot.-N	8,8	9,1	9,4	5,7	9,8	8,4	7,6	5,7	10,5
Fosfor (P mg/l)									
PO ₄ -P	0,018	0,042	0,080	0,005	0,012	0,009	0,021	0,003	0,033
Tot.-P	0,093	0,099	0,255	0,012	0,089	0,055	0,091	0,010	0,129
Kalium (K mg/l)	7,5	6,0	8,3	14,8	7,6	9,4	7,3	9,7	10,0
År:1991/92 Led-ruta:	A-41	A-34	A-32	B:1-42	B:2-33	B:3-36	F-38	F-43	F-35
Huvudgröda	Vall I	Vall I	Vall I	Vall II	Vall II	Vall II	Vårkorn	Vårkorn	Vårkorn
Vintergröda	Vall	Vall	Vall	Höstvete	Höstvete	Höstvete	Vall	Vall	Vall
Urin/Flytgödsel	Nej	Nej	Nej	Urin	Urin	Flytg.	Nej	Nej	Nej
Plöjningstid	-	-	-	Tid.höst	Tid.höst	Tid.höst	Vår	Vår	Vår
Kväve (N mg/l)									
NO ₃ -N	5,1	3,7	5,3	10,6	18,4	16,3	6,2	7,4	9,6
Tot.-N	6,9	5,6	7,2	11,7	19,9	17,9	8,2	8,2	10,9
Fosfor (P mg/l)									
PO ₄ -P	0,030	0,044	0,128	0,001	0,029	0,018	0,023	0,017	0,046
Tot.-P	0,092	0,110	0,315	0,006	0,096	0,102	0,051	0,067	0,137
Kalium (K mg/l)	4,1	2,9	5,6	11,5	5,9	6,5	5,6	7,3	8,3
År:1992/93 Led-ruta:	B:1-41	B:2-34	B:3-32	C:1-42	C:2-33	C:3-36	A-38	A-43	A-35
Huvudgröda	Vall II	Vall II	Vall II	Höstvete	Höstvete	Höstvete	Vall I	Vall I	Vall I
Vintergröda	Höstvete	Höstvete	Höstvete	Rajgräs	Rajgräs	Rajgräs	Vall	Vall	Vall
Urin/Flytgödsel	Urin	Urin	Flytg.	Urin	Urin	Flytg.	Nej	Nej	Nej
Plöjningstid	Tid.höst	Tid.höst	Tid.höst	-	-	-	-	-	-
Kväve (N mg/l)									
NO ₃ -N	15,0	16,3	16,9	6,3	10,2	7,0	3,1	2,7	3,9
Tot.-N	17,0	17,9	18,3	7,4	12,0	8,4	4,4	4,3	5,6
Fosfor (P mg/l)									
PO ₄ -P	0,098	0,008	0,216	0,007	0,005	0,004	0,003	0,564	0,005
Tot.-P	0,256	0,053	0,407	0,024	0,072	0,056	0,055	0,694	0,291
Kalium (K mg/l)	5,3	3,9	4,8	12,0	5,1	5,9	5,7	6,2	7,3



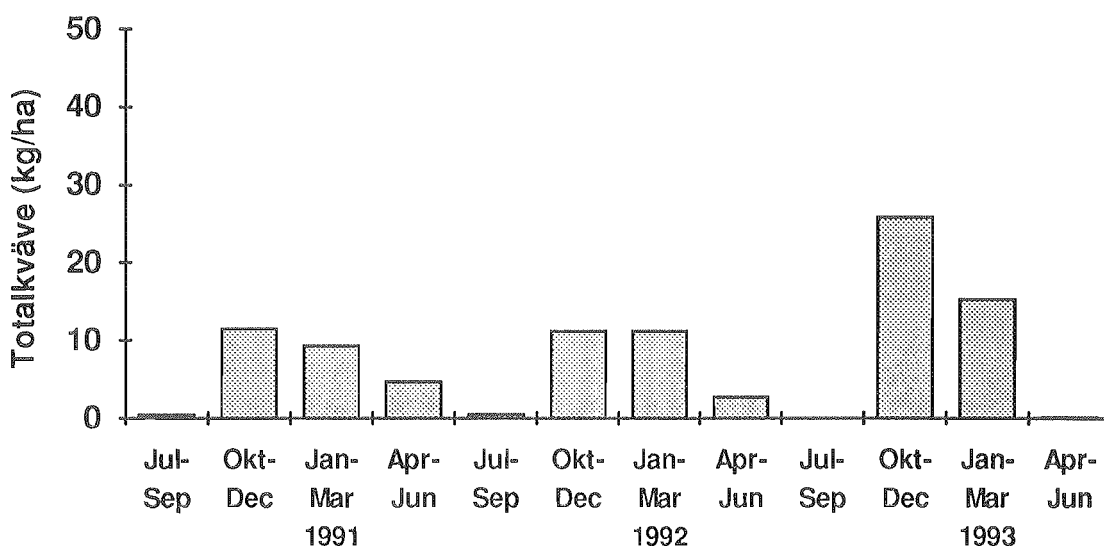
Figur 12. Kvävekoncentrationer i dräneringsvattnet från en baljväxtdominerad (ca 90 %) ekologisk vall jämfört med en gräsdominerad konventionell vall (ca 10 %). Bägge vallarna anlades 1990.



Figur 13. Kväveutlakning i växtföljdsomlopp 1, (vallinsådd, korn + insådd, vall I, vall II).



Figur 14. Kväveutlakning i växtföljdsomlopp 2, (vallinsådd, vall I, höstvetete, havre + ärter).

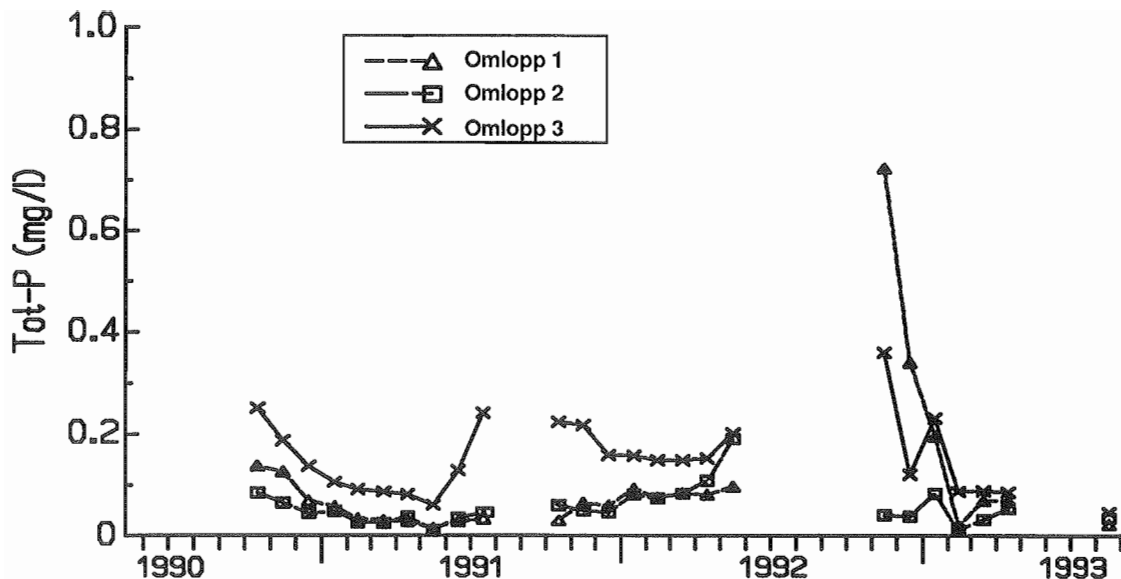


Figur 15. Kväveutlakning i växtföljdsomlopp 3, (vallinsådd, vall I, vall II, höstvetete).

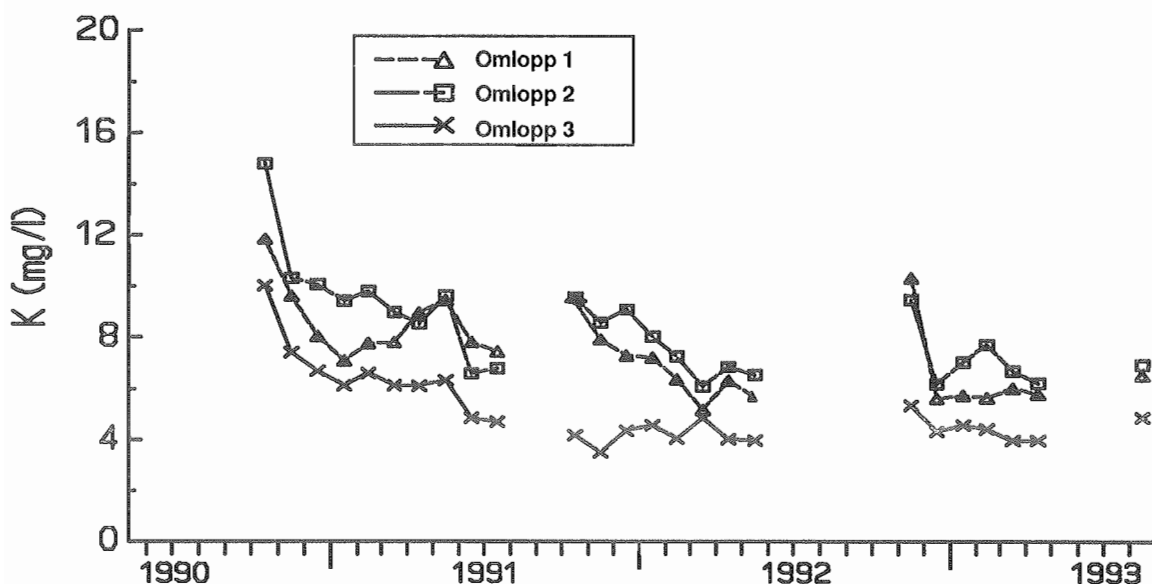
Tabell 15. Rutvis årlig utlakning av kväve, fosfor och kalium med dräneringsvattnet. (För jämförbarhetens skull beräknade på årsmedelavrinning från försökets 9 rutor.)

År:1990/91 Led-ruta:	F-41	F-34	F-32	F-42	F-33	F-36	F-38	F-43	F-35
Huvudgröda	Havre	Havre	Havre	Havre	Havre	Havre	Havre	Havre	Havre
Vintergröda	Vall	Vall	Vall	Vall	Vall	Vall	Vall	Vall	Vall
Urin/Flytgödsel	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Plöjningstid	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kväve (N kg/ha)									
NO ₃ -N	20,0	21,6	21,5	14,0	23,5	20,4	17,6	14,3	26,2
Tot.-N	25,3	26,2	27,0	16,4	28,1	24,1	21,8	16,5	30,1
Fosfor (P kg/ha)									
PO ₄ -P	0,05	0,12	0,23	0,02	0,03	0,03	0,06	0,01	0,09
Tot.-P	0,27	0,29	0,73	0,03	0,25	0,16	0,26	0,03	0,37
Kalium (K kg/ha)	21,6	17,2	24,9	42,4	21,8	26,9	20,8	27,8	28,8
År:1991/92 Led-ruta:	A-41	A-34	A-32	B:1-42	B:2-33	B:3-36	F-38	F-43	F-35
Huvudgröda	Vall I	Vall I	Vall I	Vall II	Vall II	Vall II	Vårkorn	Vårkorn	Vårkorn
Vintergröda	Vall	Vall	Vall	Höstvete	Höstvete	Höstvete	Vall	Vall	Vall
Urin/Flytgödsel	Nej	Nej	Nej	Urin	Urin	Flytg.	Nej	Nej	Nej
Plöjningstid	-	-	-	Tid.höst	Tid.höst	Tid.höst	Vår	Vår	Vår
Kväve (N kg/ha)									
NO ₃ -N	19,9	14,5	20,9	41,8	72,7	64,2	24,5	29,0	37,9
Tot.-N	27,3	22,2	28,5	46,1	78,6	70,4	32,2	32,2	43,1
Fosfor (P kg/ha)									
PO ₄ -P	0,12	0,17	0,51	<0,01	0,11	0,07	0,09	0,01	0,18
Tot.-P	0,37	0,43	1,24	0,02	0,38	0,40	0,20	0,07	0,54
Kalium (K kg/ha)	16,2	11,5	22,0	45,8	23,4	25,5	22,2	28,9	32,8
År:1992/93 Led-ruta:	B:1-41	B:2-34	B:3-32	C:1-42	C:2-33	C:3-36	A-38	A-43	A-35
Huvudgröda	Vall II	Vall II	Vall II	Höstvete	Höstvete	Höstvete	Vall I	Vall I	Vall I
Vintergröda	Höstvete	Höstvete	Höstvete	Rajgräs	Rajgräs	Rajgräs	Vall	Vall	Vall
Urin/Flytgödsel	Urin	Urin	Flytg.	Urin	Urin	Flytg.	Nej	Nej	Nej
Plöjningstid	Tid.höst	Tid.höst	Tid.höst	-	-	-	-	-	-
Kväve (N kg/ha)									
NO ₃ -N	33,8	36,6	38,1	14,1	23,0	15,8	7,0	6,1	8,7
Tot.-N	38,2	40,3	41,0	16,6	27,1	18,8	10,0	9,6	12,5
Fosfor (P kg/ha)									
PO ₄ -P	0,22	0,02	0,49	0,01	0,01	0,01	0,01	1,27	0,01
Tot.-P	0,57	0,12	0,91	0,05	0,16	0,13	0,12	1,56	0,65
Kalium (K kg/ha)	11,8	8,8	10,8	26,9	11,5	13,3	12,8	17,5	16,5

Kaliumkoncentrationerna låg under periodens inledning på samma nivå som i de intilliggande försöken (Lindén *et al*, 1993), (tabell 10). Under det senaste året kan man dock se en tendens till sjunkande kaliumhalter. De högre koncentrationerna hösten 1990 är troligen kvardröjande störmningseffekter efter dikningen ett år tidigare och tyder sannolikt inte på någon drastisk effekt av övergången till ekologisk odling (figur 17). Den allmänt sjunkande tendensen har bara observerats i den ekologiska odlingen vilket tyder på att den låga tillförseln och stora kaliumbortförseln med vallgrödorna snabbt påverkar tillgången på växttillgängligt kalium i marken. Den årliga kaliumutlakningen har i genomsnitt uppgått till ca 20 kg/ha K (tabell 11). Det är en jämförelsevis stor post då nettoexporten med avsaluprodukter, från en gård med ett odlingssystem som det i försöket, har beräknats till knappt 10 kg/ha K och år. Om inte produktionsförmågan skall sänkas krävs någon form av kaliumimport på lätta kaliumsvaga jordar.



Figur 16. Integrerade månadsmedelkoncentrationer av fosfor i dräneringsvatten från de tre växtföljdsomloppen.



Figur 17. Integrerade månadsmedelkoncentrationer av kalium i dräneringsvatten från de tre växtföljdsomloppen.

Sammanfattning

I ett utlakningsförsök på en sandig mojord vid Mellby i södra Halland 1990-1993 studerades utlakningsrisker och kväveomsättning i ett ekologiskt odlingsystem. Syftet med studien var, förutom att klarlägga utlakningen av växtnäring i odlingsystemet som sådant, även att vid behov försöka utveckla och förfina odlingsmetoderna med hänsyn både till odlingsresultat och miljöpåverkan. Området har maritimt klimat med förhållandevis hög nederbörd och milda vintrar. Under försöksperioden var vintrarna mildare än normalt, sommaren 1992 var extremt torr för trakten.

Första försöksåret, 1990, var ett igångsättnings- och utjämningsår efter försöksanläggningen hösten innan, detta år var mät- och provtagningsprogrammet starkt reducerat. Försökets odling inleddes med anläggning av blandvall på hela försöket med havre som skyddsgröda. Försökets uppläggning vill efterlikna en tänkt ekologiskt odlad gård med nötkreatur, växtföljden var två år vall, höstvet, havre + ärter, potatis och vårkorn med vallinsädd. Mängderna av stallgödsel som tillförs anpassas efter den djurtäthet som vallarnas produktion av grovfoder tillåter. Försöket omfattade 9 rutor (30x30 m), samma gröda odlades på tre rutor vilket gör att endast tre av växtföljdens grödor fanns med ett och samma år. För att etablera växtföljdsomloppen plöjdes en tredjedel av vallinsädden

upp våren 1991 och följdes av ny vallinsådd i korn. Hösten 1991 bröts en ny omgång av vallen varefter höstvete såddes, som ett försök att förbättra kväveupptaget under hösten insåddes vitsenap som fånggröda i vetet, detta misslyckades helt då vitsenapen aldrig etablerade sig nämnvärt.

Vallarna har allmänt givit god skörd, trots ogynnsamma förhållanden, medan veteskörden får betraktas som moderat, frigjort mineralkväve utnyttjades dåligt, vilket säkert delvis berodde på den starka torkan 1992. Vårkornet som såddes våren 1991 utnyttjade frigjort kväve mycket väl och gav hög skörd. Kvävebortförelsen med vallskördar var totalt sett något större än uppmätt kvävefixering, framförallt i förstaårsvallen 1991. Med vallskördarna bortfördes också stora kaliummängder.

Kväveutlakningen med dräneringsvattnet låg under vallperioderna på en ur miljösynpunkt acceptabel nivå, det kunde dock konstateras att ökat inslag av baljväxter ökade kvävekoncentrationerna påtagligt under vintern och våren. Under senvinter och våren var koncentrationerna i dräneringsvattnet från den ekologiska vallen ungefär dubbelt så höga som från en konventionellt gödslad, gräsdominerad, vall i ett intilliggande försök. Vid nedplöjningen av insådden och vallbrotten nedbrukades ca 120 resp. 165 kg/ha N i form av grödmaterial, C/N-kvoterna var lägst i vallinsådden och högst vid vallbrottet 1992 vilket påverkade kvävemineriseringen. Efter vårplöjningen 1991 noterades endast en måttlig ökning av kväveutlakningen medan de tidiga höstvallbrotten orsakade stora kväveförluster.

Några slutsatser om i vilken grad olika grödor och odlingsåtgärder påverkade fosforutlakningen kan inte dras då variationerna i fosforutlakning sannolikt helt kan tillskrivas lokala skillnader i markkemiska egenskaper och väderfaktorernas inverkan. Utlakningen låg dock på för platsen normala nivåer. Kaliumutlakningen visade en sjunkande trend vilket tyder på att låg kaliumtillförsel tillsammans med den stora bortförelsen med vallskördarna snabbt kan påverka tillgången på växttillgängligt kalium i marken ifråga. Utlakningen uppgick till ca 20 kg/ha och år vilket är en förhållandevis stor förlustpost eftersom den beräknade kaliumbortförelsen med avsaluprodukter i det aktuella odlingsystemet har beräknats till knappt 10 kg/ha och år.

Slutsatser

Den genomförda undersökningen har endast omfattat ungefär hälften av odlingsystemets grödor. För att få en korrekt bild av hur de olika grödorna och odlingsåtgärderna påverkar utlakning och kväveomsättningen krävs att undersökningen kan fortsätta åtminstone fram till och med förnyad vallanläggning i alla de tre växtföljdsomloppen. Resultaten hittills visar dock att även ekologisk odling kan medföra kväveutlakningsproblem i samma storleksordning som i ett väl utformat konventionell odlingsystem.

- Stor uppmärksamhet måste ägnas åt risken för stora kväveförluster i samband med vallbrotten. På lätta jordar i Sydsverige måste tidigt vallbrott följt av höstsäd betraktas som olämpligt. Ett bättre alternativ är tidig vårplöjning, eller ev. sen höstplöjning, följt av en gröda med stort kvävebehov som t.ex. vårvete.
- De låga (eller negativa) nettokvävetillskott som vallarna har lämnat kräver ytterligare studier. Resultaten tyder på att en del av kväveeffekten efter vallarna bara består i en omfördelning av kväve från långsamt mineraliserande fraktioner (humus) i marken till material med hög tillgänglighet. Detta skulle innebära ett tärande på mullkapitalet eftersom återcirkulationen av kväve via stallgödseln aldrig blir hundra procentig.
- Som en konsekvens av detta men även med tanke på skördenivån i den öppna växtodlingen bör de rena rajgräsfånggrödorna i försöket kompletteras med ett inslag av vitklöver. Det ger dels möjlighet till viss kvävefixering under hösten men kan även öka kvävetillgången under försommaren till efterföljande gröda genom att ett kväverikare och mera lättomsättbart material nedbrukas på våren. Resultat från intilliggande försök visar att detta kan göras utan alltför stor risk för ökad påverkan på vattenkvaliteten, en av de viktigaste faktorerna för att hålla kväveläckaget lågt är trots allt en välutvecklad gröda.

- Kaliumbalansen på lätta jordar kräver också uppmärksamhet. En korrekt återförsel av halm och stallgödsel till varje skifte kan ha stor betydelse. På lätta och kaliumsvaga jordar måste någon form av extern tillförsel av kalium sannolikt övervägas på grund av relativt stor kaliumutlakning.
- Tidpunkten för insådd av fånggrödor i förhållande till ev. mekanisk ogräsbekämpning måste utredas. Att som hittills i detta försök så fånggrödan efter ogräsharvningen har inte givit fullgoda fånggrödor. Våren 1994 kommer fånggrödan att sås direkt efter sådd av den ordinarie grödan för att utröna i vilken grad fånggrödan skadas av ev. ogräsharvning senare.

Tillkännagivanden

Den föreliggande rapporten utgör en första redovisning av insamlade försöksdata vilka sedan kommer att utgöra underlag för mera detaljerade analyser. Målsättningen är att med hjälp av dynamiska simuleringsmodeller, som beskriver flertalet viktiga processer i markens kväveomsättning, kunna ge en mera utförlig belysning av olika faktorerers inverkan på utlakningsrisker och kväveomsättning i ekologisk odling.

Projektet har varit ett samarbetsprojekt mellan avdelningen för vattenvårdslära och institutionen för ekologiskt lantbruk vid Sveriges lantbruksuniversitet och finansierats av SJFR och avdelningen för vattenvårdslära. Försöksledare Erik Ekre och hans medarbetare på Tönnersa försöksgård har ansvarat för det praktiska genomförandet i fält.

REFERENSER

- Claesson, S. & Steineck, S. 1991. Växtnäring hushållning - miljö. Speciella skrifter 41, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Gustafson, A. & Torstensson, G. 1988. Växtnäringsläckage efter vallbrott. Ekohydrologi nr 26, 29-41. Avd. för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Hansson, A.-C., and Andréén, O. 1987. Root dynamics in barley, lucerne and meadow fescue investigated with a mini-rhizotron technique. In: Roots of arable crops: production, growth dynamics and nitrogen content. Dissertation. Report 28, Department of Ecology and Environmental Research, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Hansson, A.-C., Pettersson, R. and Paustian, K. 1987. Shoot and root production and nitrogen uptake in barley, with and without nitrogen fertilization. *Z. Acker Pflanzenb.* 158, 163-171.
- Jansson, S.L. 1966. Vart tar gödselkvävet vägen? *Växtnäringsnytt* 22, 3:1-9.
- Jensen, E.S. 1991. Nitrogen accumulation and residual effects of nitrogen catch crops. *Acta Agric. Scand.* 41, 333-344.
- Johnsson, H. 1989. The soil at Mellby experimental field, Manuscript. Avd. för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Box 7072, 750 07 Uppsala.
- Lewan, L. & Johnsson, H. 1990. Insådd fånggröda: Effekter på utlakning av kväve. Ekohydrologi nr 27. Avd. för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Lindén, B., Gustafson, A. Torstensson, G. och Ekre E. 1993. Mineralkvävedynamik och växtnäringsutlakning på en grovmjord i södra Halland med handels- och stallgödselade odlingssystem med och utan fånggröda. Ekohydrologi nr 30, Inst. för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- NATUR'90 1990. Aktionsprogram för naturvård. SNV, Solna.
- Torstensson, G., Gustafson, A., Lindén, B. och Skyggesson G. 1992. Mineralkvävedynamik och växtnäringsutlakning på en grovmjord med handels- och stallgödselade odlingssystem i södra Halland. Ekohydrologi nr 28. Inst. för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Torstensson, G., Gustafson, A. och Lindén B. 1993. Kväveutlakning på sandjord - motåtgärder med ny odlingsteknik. Ekohydrologi nr 31. Inst. för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Ulén B. 1984. Påverkan på yt-, dränerings- och grundvatten vid Ekenäs. Ekohydrologi nr 18. Avd. för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Wivstad, M., Mårtensson, A.M. and Ljunggren, H.D. 1987. Field measurement of symbiotic nitrogen fixation in an established lucerne ley using ¹⁵N- and an acetylene reduction method. *Plant and Soil* 97, 93-104.

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

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

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. Växtnäringsförluster 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 agroecosystem. <i>Leaching of nitrogen from agro-ecosystems.</i> Nils Brink. Ytvatten, grundvatten och vattenförsörjning.
6	1980	Arne Gustafson och Mats Hansson. Växtnäringsförluster i Skåne och Halland. <i>Losses of Nutrients in Skåne and Halland.</i> Nils Brink, Sven L. Jansson och Staffan Steineck. Utlakning efter spridning av potatisfruktsaft. <i>Leaching after spreading of potato juice.</i> Nils Brink och Arne Gustafson. Att spå om gödselkväve. <i>Forecasting the need of fertilizer nitrogen.</i> Arne Gustafson och Börje Lindén. Lantbruksuniversitetet satsar på exaktare kvävegödsling.
7	1980	Nils Brink och Börje Lindén. Vart tar handelsgödselkvävet vägen. <i>Where does the commercial fertilizer go.</i> Barbro Ulén och Nils Brink. Omgivningens betydelse för primärproduktionen i Vadsbrosjön. <i>The importance of the environment for the primary production in lake Vadsbrosjön.</i> Arne Gustafson. Jordbruket och grundvattnet. Nils Brink. Utlakning av växtnäring från åkermark. Nils Brink. Vart tar gödseln vägen.
8	1981	Nils Brink. Försurning av grundvatten på åker. <i>Acidification of groundwater on arable land.</i> Rikard Jemlås och Per Klingspor. TCA-utlakning från åker. <i>Leaching of TCA from arable land.</i> Arne Joelsson. Ytavspolning av fosfor från åkermark. <i>Storm washing of phosphorus from arable land.</i> Arne Gustafson, Sven-Olof Ryding och Barbro Ulén. Kontroll av växtnäringsläckage från åker och skog. <i>Control of losses of nutrients from arable land and forest.</i>
9	1981	Barbro Ulén och Nils Brink. Miljöeffekter av ureaspridning och glykolanvändning på en flygplats. <i>Environmental effects of spreading of urea and use of glycol at an airport.</i> Gunnar Fryk. Utlakning från upplag av malda sopor. <i>Leachate from piles of shredded refuse.</i>
10		Arne Gustafson och Arne S. Gustavsson. Växtnäringsförluster i Västergötland och Östergötland. <i>Losses of nutrients in Västergötland and Östergötland.</i> Barbro Ulén. Växtnäringsförluster från åker och skog i Södermanland. <i>Losses of nutrients from arable land and forests in Södermanland.</i> Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Nitrat, nitrit och pH i dricksvatten i Västergötland, Östergötland och Södermanland. <i>Nitrate, nitrite and pH in drinking water in Västergötland, Östergötland and Södermanland.</i> Lennart Mattsson och Nils Brink. Gödslingsprognoser för kväve. <i>Fertilizer forecasts.</i>
11	1982	Barbro Ulén. Vadsbrosjöns närsaltbelastning och trofinivå. <i>The nutrient load and trophic level of lake Vadsbrosjön.</i> Arne Andersson och Arne Gustafson. Metallhalter i dräneringsvatten från odlad mark. <i>Metal contents in drainage water from cultivated soils.</i>

Nr	År	Författare och titel. <i>Author and title.</i>
11, forts.		Arne Gustafson. Växtnäringsförluster från åkermark i Sverige. Barbro Ulén. Erosion av fosfor från åker. <i>Erosion of phosphorus from arable land.</i> Rikard Jemlås. Kväveutlakningens förändring vid reducerad gödsling.
12	1982	Nils Brink och Rikard Jemlås. Utlakning vid spridning höst och vår av flytgödsel. <i>Leaching after spreading of liquid manure in autumn and spring.</i> Gunnar Fryk och Thord Ohlsson. Infiltration av lakvatten från malda sopor. <i>Leachate migration through soils.</i> Nils Brink. Measurement of mass transport from arable land in Sweden. Arne Gustafson. Leaching of nitrate from arable land in Sweden.
13	1983	Nils Brink, Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Yttransport av växtnäring från stallgödslad åker. <i>Surface transport of plant nutrients from field spread with manure.</i> Rikard Jemlås. TCA-utlakning på lerjord. <i>Leaching of TCA on a clay soil.</i> Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster vid Öjebyn. <i>Losses of nutrients at Öjebyn.</i> Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster vid Röbbäcksdalen. <i>Losses of nutrients at Röbbäcksdalen.</i> Rikard Jemlås och Per Klingspor. Nitratutlakning och bevattning. <i>Drainage losses of nitrate and irrigation.</i>
14	1983	Arne Gustafson, Lars Bergström, Tomas Rydberg och Gunnar Torstensson. Kvävemineralisering vid plöjningsfri odling. <i>Nitrogen mineralization in connection with non-ploughing practices.</i> Rikard Jemlås. Rörlighet och nedbrytning av fenvalerat i lerjord. <i>Decomposition and mobility of fenvalerate in a clay soil.</i> Nils Brink. Jordprov på hösten eller våren för N-prognoser. <i>Soil sampling for nitrogen forecasts.</i> Nils Brink. Närsalter och organiska ämnen från åker och skog. <i>Nutrients and organic matters from farmland and forest.</i> Nils Brink. Gödselanvändningens miljöproblem.
15	1984	Nils Brink, Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Växtnäringsförluster runt Ringsjön. <i>Nutrient losses in the Ringsjö area.</i> Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggröda efter kom. <i>Catch crop after barley.</i> Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster från åker i Nybroåns avrinningsområde. <i>Losses of nutrients from arable land in the Nybroån river basin.</i> Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Vagle. <i>Losses of nutrients at Vagle.</i> Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Offer. <i>Losses of nutrients at Offer.</i>
16		Arne Gustafson, Arne S. Gustavsson och Gunnar Torstensson. Intensitet och varaktighet hos avrinning från åkermark. <i>Intensity and duration of drainage discharge from arable land.</i>
17	1984	Jenny Kreuger och Nils Brink. Fånggröda och delad giva vid potatisodling. <i>Catch crop and divided N-fertilizing when growing potatoes.</i> Nils Brink och Arne Gustavsson. Förluster av växtnäring från sandjord. <i>Losses of nutrients from sandy soils.</i> Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Boda. <i>Losses of nutrients at Boda.</i> Nils Brink. Vattenföreningar från tippen i Erstorp - ett rättsfall.
18	1984	Barbro Ulén. Påverkan på yt- och dränerings- och grundvatten vid Ekenäs. <i>Influence on surface water, drainage water and groundwater at Ekenäs.</i> Barbro Ulén. Nitrogen and Phosphorus to surface water from crop residues.
19	1985	Arne Gustavsson och Nils Brink. Förluster av kväve och fosfor runt Ringsjön. <i>Losses of nitrogen and phosphorus in the Ringsjö area.</i> Nils Brink och Kjell Ivarsson. Förluster av växtnäring från lerjordar i Skåne. <i>Losses of nutrients from clay soils in Skåne.</i> Arne Gustavsson, Berit Tomassen och Börje Wiksten. Växtnäringsförluster från åker på Uppsalaslätten. <i>Nutrient losses from arable land in the region of Uppsala.</i> Christina Lindgren, Margaretha Wahlberg och Arne Gustavsson. Dricksvattenkvalitet i Uppsala regionen. <i>Drinking water quality in the region of Uppsala.</i> Jenny Kreuger. Rörlighet hos MCPA och Diklorprop. <i>Mobility of MCPA and dichlorprop.</i> Barbro Ulén. Ytavrinningsförluster av cyanazin. <i>Losses with surface run-off of cyanazine.</i>
20	1985	Jenny Kreuger. Rörlighet hos MCPA och diklorprop på sandjord. <i>Mobility of MCPA and dichlorprop in a sandy soil.</i> Kjell Ivarsson och Nils Brink. Utlakning från en grovmojord i Halland. <i>Losses of nutrients from a sandy soil in Halland.</i> Barbro Ulén. Åkermarkens erosion. <i>Erosion of phosphorus from arable Land.</i> Arne S. Gustavsson. Förluster av kväve och fosfor runt Ringsjön. Arne Gustafson. Växtnäringsläckage och motåtgärder Nils Brink. Bekämpningsmedel i åar och grundvatten.

- | Nr | År | Författare och titel. <i>Author and title.</i> |
|----|------|--|
| 21 | 1986 | Birgit Loeper. Toxicitetstest för pesticider med protozoer. <i>Toxicity test for pesticides using protozoa.</i>
Nils Brink, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Odlingsåtgärders inverkan på kvalitet hos yt- och grundvatten.
Barbro Ulén. Lakning av fosfor ur jord. <i>Leaching of phosphorus from soils.</i>
Nils Brink och Gunnar Torstensson. Vådan av proteingödsling. Värdera miljön. <i>Risk of fertilizing for increased protein. Evaluate the environment.</i>
Jenny Kreuger. Bekämpningsmedel. Utlakning från åkermark. |
| 22 | 1987 | Arne Gustafson. Water Discharge and Leaching of Nitrate. |
| 23 | 1987 | Lars Bergström. Transport and Transformations of Nitrogen in an Arable Soil |
| 24 | 1987 | Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggröda efter skörd. <i>Catch crop after harvest.</i>
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Läckage av växtnäring från åker i Nybroåns vattensystem. <i>Leaching of nutrients from arable land in the Nybroån river basin</i>
Solweig Ellström och Nils Brink. Stallgödsblad och konstgödsblad åker läcker växtnäring. <i>Fields spread with manure and fertilizer leach plant nutrients.</i>
Nils Brink. Kväveläckage vid försök med nitrifikationshämmare.
Nils Brink. Kväve och fosfor från stallgödsblad åker.
Nils Brink. Kväve och fosfor från konstgödsblad åker. |
| 25 | 1987 | Nils Brink och Klaas van der Meulen. Losses of Phosphorus and Nitrogen to Lake Ringsjön.
Nils Brink. <i>Regional vattenundersökning söder och öster om Ringsjön. Water nutrient status to the south and east of Lake Ringsjön.</i>
Petra Fagerholm. Vattenkvalitet och jordbruksdrift inom Ringsjöområdet. <i>Water Quality and agriculture in the area of Lake Ringsjön.</i>
Nils Brink. Nitrifikationshämmare eller svält mot kväveläckage. <i>Nitrification inhibitors or starvation against nitrogen losses.</i>
Nils Brink, Jenny Kreuger och Gunnar Torstensson. Näringsflöden från åkermark. <i>Nutrient fluxes from arable land.</i> |
| 26 | 1988 | Arne Andersson och Arne Gustafson. Deposition av spårelement med nederbörden. <i>Bulk deposition of trace elements in precipitation.</i>
Arne Andersson, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Utlakning av spårelement från odlad jord. <i>Removal of trace elements from arable land by leaching.</i>
Barbro Ulén. Fosforerosion vid vallodling och skyddszon med gräs. <i>Phosphorus erosion under ley cropping and a grass protective zone.</i> |
| 27 | 1990 | Lisbet Lewan. Insådd fånggröda: Effekter på utlakning av växtnäringssämnen. <i>Undersown Catch Crop - Effects on leaching of plant nutrients.</i>
Lisbet Lewan och Holger Johnsson. Insådd fånggröda: Effekter på utlakning av kväve. <i>Undersown catch crops - effects on leaching of nitrogen.</i>
Solweig Wall Ellström. Avrinning och växtnäring förluster från JRK:s stationsnät på åkermark. <i>Discharge and nutrient losses from arable land.</i> |
| 28 | 1992 | Gunnar Torstensson, Arne Gustafson, Börje Lindén, och Gustav Skyggesson. Mineralkvävedynamik och växt näringsutlakning på en grovmjord med handels- och stallgödslade odlingsystem i södra Halland. <i>Mineral nitrogen dynamics and nutrient leaching in a sandy soil in southern Halland with cropping systems fertilized with commercial fertilizers and manure.</i> |
| 29 | 1992 | Barbro Ulén. Närsaltsförluster från mindre avrinningsområden inom jordbrukets recipientkontroll i Sverige. <i>Nutrient losses from small catchment areas in the recipient control of agriculture in Sweden.</i>
Markus Hoffman. Avrinning och växtnäring förluster från JRK:s stationsnät agrohydrologiska året 90/91 samt långtidsöversikt för 1977/90. <i>Discharge and nutrient losses from arable land in 1990/91 and review of the years 1977/90</i>
Markus Hoffman. Odlingsåtgärder och vattenkvalitet - en studie på sju fält i Malmöhus län. <i>Cultivation practices and water quality - a study on seven fields in Malmöhus county.</i> |
| 30 | 1993 | Börje Lindén, Arne Gustafson, Gunnar Torstensson och Erik Ekre. Mineralkvävedynamik och växtnäring utlakning på en grovmjord i södra Halland med handels- och stallgödslade odlingsystem. <i>Mineral nitrogen dynamics and nutrient leaching in a sandy soil in southern Halland with cropping systems fertilized with commercial fertilizers and manure, and with or without ryegrass catchcrop.</i> |
| 31 | 1993 | Gunnar Torstensson, Arne Gustafson och Börje Lindén. Kväveutlakning på sandjord - motåtgärder med ny odlingsteknik. <i>Leaching of nitrogen from sandy soil - counter measures with new technique.</i> |
| 32 | 1993 | Markus Hoffman och Solweig Wall Ellström. Avrinning och växtnäring förluster från JRK:s stationsnät för agrohydrologiska året 1991/92 samt långtidsöversikt. <i>Discharge and nutrient losses from arable land in 1991/92 and a long term review.</i> |
| 33 | 1993 | Börje Lindén, Helena Aronsson, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggrödor, direktsådd och delad kvävegivastudier av kväveverkan och utlakning i olika odlingsystem i ett lerjordsförsök i Västergötland. <i>Catch crops, direct drilling and split nitrogen fertilization - studies of nitrogen turnover and leaching in crop production systems on a clay soil in Västergötland.</i> |