

**SVERIGES  
LANTBRUKSUNIVERSITET**

Gunnar Torstensson, Arne Gustafson och Börje Lindén

**Kväveutlakning på sandjord - motåtgärder  
med ny odlingsteknik**

---

**Ekohydrologi 31**

**Uppsala 1993**

**Avdelningen för vattenvårdslära**

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

ISRN SLU-VV-EKOHYD--31--SE

ISSN 0347-9307



## **Kväveutlakning på sandjord - motåtgärder med ny odlingsteknik**

*Leaching of nitrogen from sandy soil - counter measures with new technique*

Gunnar Torstensson och Arne Gustafson, avd. för vattenvårdslära, SLU, Uppsala

Börje Lindén, avd. för växtnäringslära, SLU, Uppsala

**Abstract.** Leaching of nitrogen with drainage water in relation to the soil's mineral nitrogen dynamics and the uptake of the crops were studied in a 3-year trial. The experimental field is situated a few kilometres from the coast in the south-west of 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 1992 was much dryer than normal.

The experiment site includes 9 plots (each 0.09 ha with separate tile-drainage system). From each plot, drainage water was led to the measuring station in sealed plastic pipes. Drainage discharge from each plot was measured with a tilting vessel, the vessel was calibrated annually. The number of tiltings was recorded by a counter and 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  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NH}_4\text{-N}$  and total-N.

The trial was divided into two parts. Part I was partly a complement to a neighbouring trial where traditional autumn tillage was done in a corresponding treatment without a catch crop. Here, spring ploughing was used (no autumn tillage whatsoever) in order to illustrate how much of the leaching reduction when sowing an undersown catch crop could depend on the omitted autumn tillage, including nitrogen uptake in vegetation resulting from grain losses and weeds, in relation to the amount that actually depended on the catch crop itself. One treatment with slurry and optimisation of the nitrogen dose on the basis of leaf analyses, expected yield, and soil nitrogen, and with a catch crop, was also included. This treatment was compared with treatments in the neighbouring trial where predetermined nitrogen doses had been used.

Part II was designed as a 6-year crop rotation (ley I, ley II, winter rape, winter barley, potato and spring cereal with undersown ley) where measures for effective utilisation of the manure and minimisation of leaching had been placed in a practical context. These measures were spring ploughing before spring-sown crops, an increased share of autumn-sown crops, spreading of all slurry in the spring or in the early summer in growing crops and, after winter barley and potatoes where the soil was not covered by other main crops, an undersown (perennial ryegrass and white clover) or autumn-sown catch crop (winter rye). The total amounts of slurry were adapted to the maximum permitted stocking rate in the district.

The first year, 1990, was an initial year with diverging crops and treatments. In the second year the general yield level was normal, whereas in the last year it was considerably below normal as the result of severe summer drought which also severely checked the development of autumn-sown crops this year.

The N-optimised treatment was fertilised heavily during the first two years but the yield increase was very moderate in comparison with normally fertilised treatments. Nitrogen leaching was of the same magnitude as in the neighbouring trial where a double dose of slurry was given in the spring and where a catch crop was used. The normal slurry rate with a catch crop gave about half the amount of leaching in the same experiment.

Omitted autumn ploughing, but without a catch crop, gave a considerable reduction in the nitrogen concentrations in the drainage water in comparison with the conventional autumn tillage without a catch crop, which implies approximately the same amount of leaching as in the N-optimised treatment with a catch crop.

After the first year ley and winter barley with an undersown catch crop the leaching was low, the mean concentration of nitrate nitrogen was less than 5 mg/l. Spring cereals with an undersown ley mixture (clover-grass) gave higher leaching. Sowing of winter rape after the ley had been ploughed also caused low leaching provided that the rape had a normal-good development during the autumn. During the autumn and winter after the winter rape the leaching was higher in all years despite the winter barley being sown after the rape. In both cases considerable amounts of easily available nitrogen were mixed into the soil together with the harvest residues before sowing.

The potato crop caused by far the greatest leaching. The utilisation degree between harvested nitrogen and supplied manure-N did not differ to any great extent from that of other crops. A strongly contributing reason for the high leaching may thus be a strongly stimulated mineralisation as the result of more intensive soil tillage in connection with planting,

hilling, and harvesting. Incorporation of nitrogen-rich material (catch crop) has probably also further increased the mineralisation. The winter rye sown after potatoes did not appear to reduce the leaching to any great extent during the winter.

## 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 ibland medfört oönskade konsekvenser. Som exempel härpå kan nämnas:

- Ensidigare växtföljder med ökad odling av vårstråsäd, innebärande att mer mark kommit att ligga obevuxen under höst och vinter.
- Ökad djurhållning och därmed mer stallgödsel i förhållande till arealen i områden med inriktning på animalieproduktionen.

Den omfattande djurhållningen, i t.ex. södra Halland, har många gånger medfört att mycket kreatursgödsel spridits på en förhållandevis liten areal (Joelsson & Pettersson, 1982; Fleischer *et. al.*, 1989). En del av gödseln har av utrymmes- och arbetstekniska skäl spridits under hösten och vintern. Vid denna tidpunkt har det oftast inte funnits någon växande gröda som kunnat tillgodogöra sig den del av kvävet i kreatursgödseln som är lättillgänglig för växtupptag eller utlakning. Återkommande tillförsel av stallgödsel leder till ökad kväveleverans från marken (Voelcker & Hall, 1903), inte bara under växtsäsongen utan även under de kalla årstiderna. Detta ökar också kväveutlakningsrisken.

För att närmare studera utlakningsförhållandena i södra Halland genomfördes på en sandig mojord vid Mellby från hösten 1983 till hösten 1988 ett utlakningsförsök med flytgödseltillförsel (Torstensson, Gustafson, Lindén och Skyggesson, 1992). I försöket jämfördes spridning av flytgödsel, dels på hösten och dels före vårbruket, med tillförsel av handelsgödselkväve eller helt ogödslat. Även effekterna av en eftersädd fånggröda (höstråg) ingick. Minst blev utlakningen efter fånggrödan. Helt ogödslat gav således större utlakning. Störst blev denna efter höstspridd flytgödsel.

För att motverka kväveutlakningen har det införts bestämmelser om höst- och vinterbevuxen mark (SJVFS:1991:72), varigenom mineralkväve, som finns i marken på hösten eller då bildas genom mineralisering, kan tas tillvara. År 1994/95 skall åkerarealen till 60 % utgöras av höst- och vinterbevuxen mark i K-, L-, M- och N-län och till 50 % i övriga delar av Götaland. I den mån detta ej kan uppfyllas med ordinarie grödor, krävs odling av fånggrödor (SFS 1991:1295).

För att belysa dels de långsiktiga effekterna på mark och miljö av odling av fånggröda samt med åren återkommande stallgödseltillförsel och dels konsekvenserna av de nya bestämmelserna enligt skötselagen (SFS 1991:1295) har det ovan nämnda försöket fortsatt med en delvis ändrad uppläggning. Resultaten från åren 1989-92 visar att insädd fånggröda (engelskt rajgräs) ger betydande utlakningsreduktioner (ca 75 %) vid vårspridning av normala (90-100 N kg/ha) handels- och flytgödselgivor. Vid användning av dubbel flytgödselgiva på våren stannade utlakningsreduktionen vid ca 50 %. Höstspridning (sep-okt) i växande fånggröda medförde även vid normala dos högre kväveutlakning än som anses acceptabelt ur vattenvårdssynpunkt (Lindén, Gustafson, Torstensson och Ekre, 1993).

I de ovan refererade försöken har effekterna av olika insatta åtgärder studerats i mer eller mindre renodlad form på fastliggande försöksrutor, vilket också har varit nödvändigt för att erhålla säkra resultat av t.ex. upprepad nedbrukning av fånggrödor.

I den här föreliggande rapporten redovisas resultaten från ett, år 1989 nyanlagt, utlakningsförsök där de olika utlakningsmotverkande åtgärderna har satts in i en mera praktiskt inriktad växtodling. I försöket har växtföljd, gödslingar m fl odlingsåtgärder utformats med avseende på största möjliga effektivitet i utnyttjandet av gödsel- och jordkväve, för att minimera utlakningsförlusterna. Detta kompletteras med odling av fånggrödor med sikte på att minska utlakningsförlusterna ytterligare samtidigt som ett bidrag till de efterföljande grödornas kväveförsörjning eftersträvas.

## MÅLSÄTTNING

Försöket skulle belysa följande:

- Hur utelämnad höstbearbetning (vårplöjning) i vårstråsådesodling påverkade kväveutlakningen (jämfört med traditionell höstbearbetning och odling av insådd fånggröda).
- Möjligheterna att kombinera ekonomiskt optimerad växtproduktion med minimerad utlakning.
- De praktiska möjligheterna att införa utlakningsminimerande åtgärder: höstsådda grödor och fånggrödor, spridning av flytgödsel på våren före plöjning eller i växande gröda samt anpassning av gödslingen till grödornas behov och markens kväveleverans.
- Gödselkvävet effektivitet (utbytesgrad).

## MATERIAL OCH METODER

### Försöksplan och växtföljd

Försöket var uppdelat på två avdelningar. Avdelning I var delvis ett komplement till ett intilliggande försök där traditionell höstbearbetning utfördes i motsvarande led utan fånggröda. Här tillämpades vårplöjning för att belysa hur mycket av utlakningsreduktionen vid odling av insådd fånggröda som kunde beror på utelämnad höstbearbetning, inklusive kväveupptag i ev. spillsådesgrönka och ogräs, och hur mycket som berodde på själva fånggrödan. Ett led med optimering av kvävegivan utifrån bladanalyser, förväntad skörd och markkväve, med fånggröda, ingick också. Avdelning II var upplagt som en i landsdelen, nu eller i framtiden, förekommande växtföljd där åtgärder för effektivt gödselutnyttjande och utlakningsminimering hade satts in i sitt praktiska sammanhang (tabell 1). Den använda fånggrödan var en blandning av rajgräs och vitklöver. Inslaget av klöver skulle reducera de tendenser till kvävebrist under tidig vår och försommar som tidigare konstaterats vid användning av rent rajgräs (Lindén *et al.*, 1993).

Tabell 1. Försöksplan för projektet

| Led  | Gröda    | Flyt-<br>gödsel-<br>kväve | Handels-<br>gödsel-<br>kväve | Tidpunkt<br>för flyt-<br>gödsel-<br>spridning | Plöjnings-<br>tidpunkt | Fånggröda<br>m m           |
|--|----------|---------------------------|------------------------------|---|------------------------|----------------------------|
| <b>Avdelning I:</b> komplement till ett intilliggande utlakningsförsök där höstbearbetning i led utan fånggröda tillämpas. |          |                           |                              |   |                        |                            |
| A  | Vårsäd   | 0 STG                     | 0 N                          | -   | Vår                    | Utan <sup>1)</sup>         |
| B  | -"-      | 0 STG                     | 1 N                          | -   | Vår                    | Utan <sup>1)</sup>         |
| C  | -"-      | 1 STG                     | Optimerat                    | Vår   | Vår                    | Med <sup>1,2)</sup>        |
| <b>Avdelning II:</b> växtföljd med utlakningsbegränsande odlingsåtgärder   |          |                           |                              |   |                        |                            |
| D  | Vårsäd   | 1 STG                     | 1/2 N                        | Vår   | -                      | Vallinsådd <sup>1,3)</sup> |
| E  | Vall I   | 1+1 STG                   | 1/2 N                        | Vår och efter<br>2:a skörd                    | -                      |                            |
| F  | Vall II  | 1 STG                     | 3/4 N                        | Vår   | Sensommar              | Sådd av höst-<br>raps      |
| G  | Höstraps | 1 STG                     | 3/4 N                        | Sen vår                                       | Tidig höst             | Sådd av höst-<br>korn      |
| H  | Höstkorn | 1 STG                     | 1/2 N                        | Sen vår                                       | Vår                    | Fånggröda <sup>2)</sup>    |
| I  | Potatis  | 1 STG                     | 1/2 N                        | Efter uppk.                                   | Vår                    | Fånggröda <sup>4)</sup>    |

Med 1 STG som flytgödsel avses tillförsel av 90 tot-N kg/ha. För handelsgödsel motsvaras 1 N av 90 N kg/ha till vårsäd och motsvarande rekommenderad nivå till övriga grödor.

<sup>1)</sup> Halmen bortföres.

<sup>2)</sup> Insådd med en blandning av 2 kg vitklöver och 5 kg rajgräs per hektar på våren.

<sup>3)</sup> Insådd av normal vallfröblandning (20% rödklöver, 40% timotej, 40% ängsvingel).

<sup>4)</sup> Sådd av höstråg som fånggröda efter potatisskörden.

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

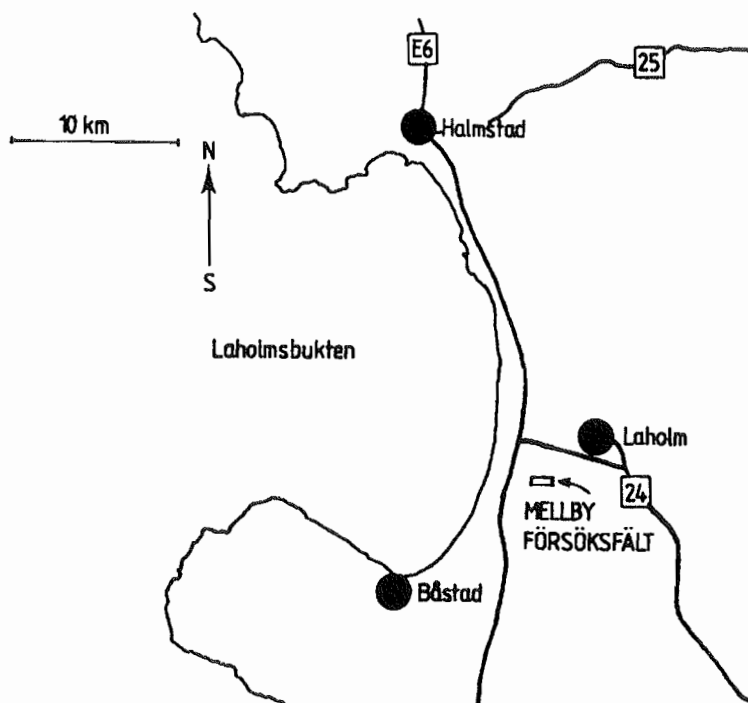
| Ruta | Markdjup:<br>(cm) | pH H <sub>2</sub> O |       |       | P-AL (mg/100 g jord) |       |       | K-AL (mg/100 g jord) |       |       |
|------|-------------------|---------------------|-------|-------|----------------------|-------|-------|----------------------|-------|-------|
|      |                   | 0-30                | 30-60 | 60-90 | 0-30                 | 30-60 | 60-90 | 0-30                 | 30-60 | 60-90 |
| 21   |                   | 6,1                 | 6,2   | 6,1   | 15,7                 | 2,6   | 1,2   | 7,7                  | 2,0   | 2,0   |
| 22   |                   | 6,1                 | 6,2   | 6,0   | 16,1                 | 1,4   | 1,2   | 6,5                  | 1,5   | 2,0   |
| 23   |                   | 6,1                 | 6,3   | 5,9   | 19,7                 | 3,4   | 1,2   | 6,5                  | 1,5   | 1,5   |
| 24   |                   | 6,2                 | 6,1   | 5,7   | 14,0                 | 2,4   | 1,8   | 6,4                  | 2,0   | 2,0   |
| 25   |                   | 6,1                 | 6,2   | 6,3   | 14,3                 | 2,0   | 1,8   | 6,7                  | 1,5   | 3,0   |
| 26   |                   | 6,0                 | 6,1   | 6,0   | 19,0                 | 3,0   | 1,0   | 8,6                  | 1,5   | 2,0   |
| 27   |                   | 6,2                 | 6,2   | 5,3   | 17,9                 | 1,8   | 3,2   | 7,8                  | 1,5   | 2,0   |
| 28   |                   | 6,2                 | 6,2   | 5,3   | 17,7                 | 2,2   | 1,6   | 7,3                  | 1,5   | 1,5   |
| 29   |                   | 6,0                 | 6,2   | 6,1   | 19,3                 | 3,6   | 1,0   | 8,6                  | 2,0   | 2,0   |

## Försöksfält

Fältet tillhör gården Elofsfält som ligger ca 5 km SV om Laholm i södra Halland. Fältet sluttar svagt mot sydväst. den maximala höjdskillnaden understiger 0,4 m. Det är beläget omkring 100 meter väster om det utlakningsförsök där de i inledningen nämnda undersökningarna är utförda. Jordarten är måttligt mullhaltig lerig sandig grovmo, som på ett djup av omkring en meter övergår i lera. Leran har en viss prismatisk struktur med ett tydligt spricksystem, som kan medföra en inte helt försumbar vattenledningsförmåga. Lerans mäktighet på fältet är okänd men vid brunnbornigar i närheten har mäktigheter på 20-40 m uppmätts (Ivarsson & Brink, 1985). Markprofilen finns mera detaljerat beskriven av Johnsson (1989).

## 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.



**Figur 1.** Mellbyförsökets geografiska belägenhet.

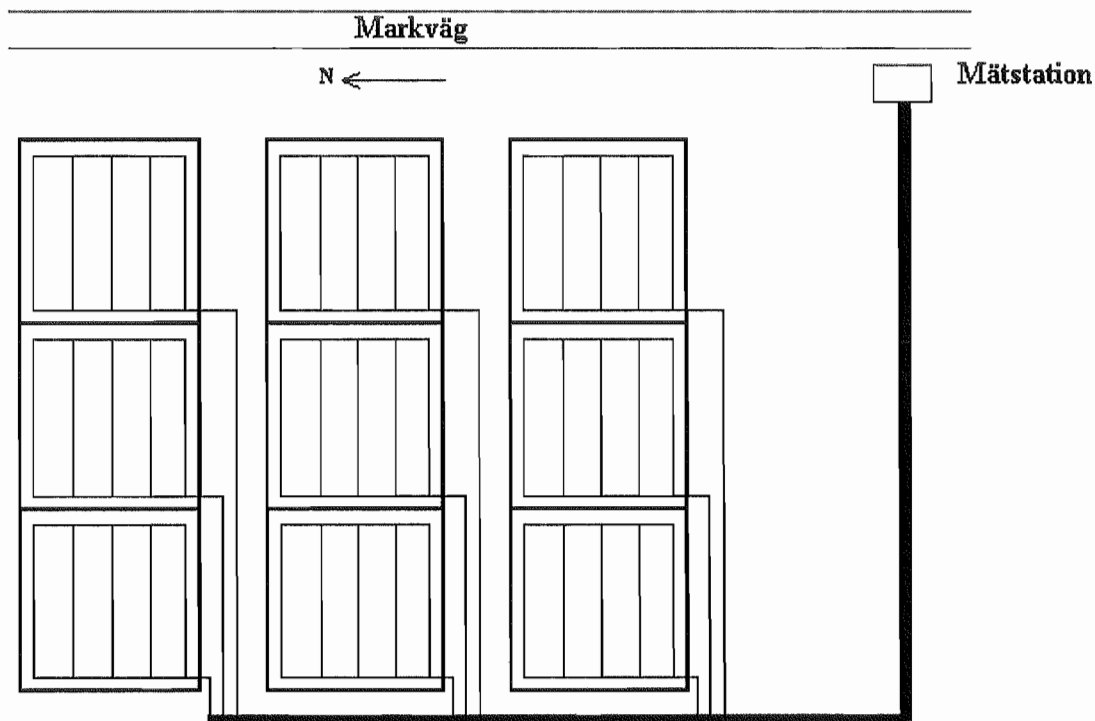
Avrinningen från varje ruta mättes med tvåsidiga vippkärl som fylls och töms växelvis, varje halva rymmer 3-4 liter. Den exakta volymen kalibrerades årligen. Tömningarna registrerades via en magnetpåverkad givare (reed-relä), både på elektriska räkneverk och i en datalogger. Loggern, som var programmerad med rutstorlek och kärlets volym, beräknade och lagrade rutvis dygnsavrinning uttryckt i millimeter vatten. Båda systemen fungerade även vid strömavbrott på elnätet. Loggern tömdes en gång per månad med en bärbar dator och innehållet skickades till Uppsala på en diskett. Räkneverken avlästes i samband med vattenprovtagningarna, normalt en gång var fjortonde dag. Nederbördsdata som används i denne rapport är hämtade från SMHI's station vid Genevad, ca 10 km norr om Mellby.

### Odlingsåtgärder och gödning

I tabellerna 3a och 3b redovisas grödor, grödutveckling och tidpunkter för olika odlingsåtgärder. Det första redovisade året (1990) var ett utjämnings- och igångsättningsår där både grödor och odlingsåtgärder avvek från försöksplanen och ett reducerat provtagningsprogram tillämpades.

I alla vårsådda led lämnades marken helt obearbetad under hösten, antingen "obevuxen" eller med förekommande fånggröda eller insådd. Efter upptagning av potatis tilljämnades markytan hjälpligt med en lätt harvning för att möjliggöra sådd av höstråg som fånggröda.

Faktisk kvävetillförsel med flyt- och handelsgödsel samt totalgivor av fosfor och kalium framgår av tabell 4. Vid den första gödningen på våren till höstgrödorna användes kalksalpeter, i övrigt kalkamonsalpeter. I avdelning II anpassades handelsgödselgivorna av fosfor och kalium efter markkartering, innehåll i flytgödseln och grödornas behov med hänsyn tagen till hela växtföljden. All handelsgödsel bredspreddes, till vårsådd nedmyllades den med harv. Flytgödseln spreds med släpplangspridare med slangavståndet 37,5 cm c/c. Vid spridning på våren i vårplöjda led spreds flytgödseln före bearbetning, gödseln nedmyllades inom ett dygn med plog eller tallriksharv. I potatis spreds flytgödseln före sista kupning, i övriga led med flytgödsel spreds den på markytan i växande gröda utan efterföljande myllning.



Figur 2. Försöksfält med täckdikning och mätstation

## Provtagningar och analyser

### Vattenprov

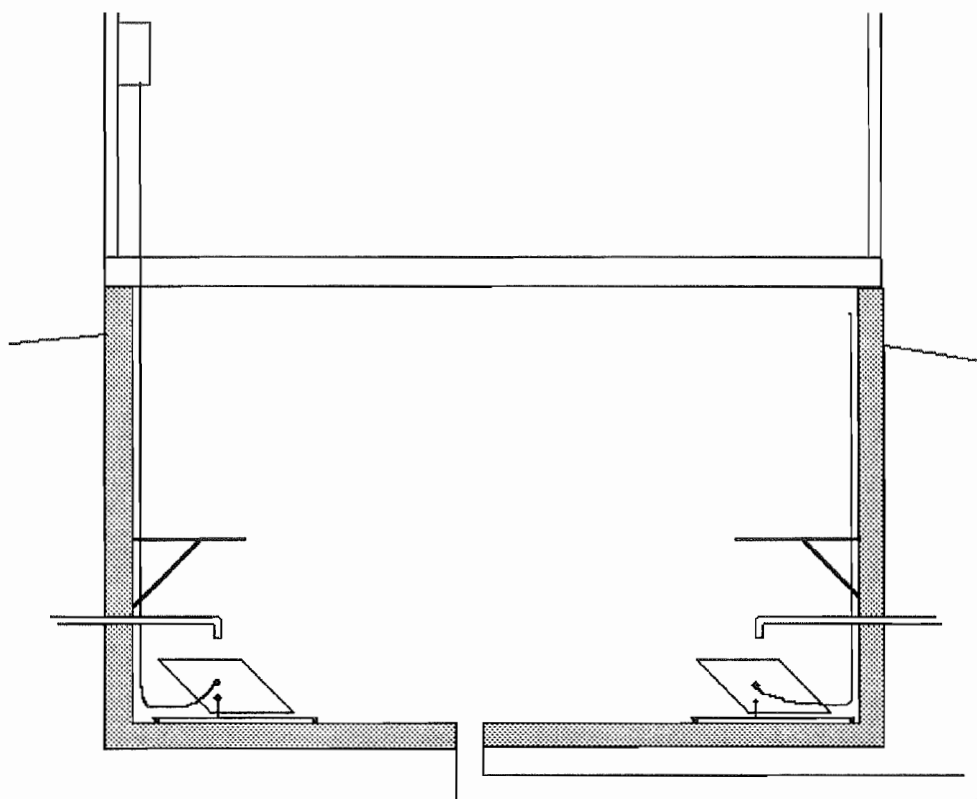
Prov på dräneringsvattnet från alla rutor togs som regel var fjortonde dag vid avrinning. Under intensiva avrinningsperioder skedde ofta provtagning en gång per vecka. Proven skickades som företagspaket och nådde eget laboratorium inom ett dygn. I vattnet analyserades under perioden 1990-07-01 - 1992-06-30 följande: pH, ledningstal, nitrat-, ammonium- och totalkväve, fosfat- och totalfosfor samt kalium. Från och med 1992-07-01 analyseras endast pH, ledningstal, nitrat-, ammonium- och totalkväve. Provbehandling och analysmetoder finns beskrivna av Ulén (1984).

### Flytgödsel

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

### Skördar, skörderester och kvävebortförel med grödan

Skördens storleken bestämdes rutvis. I stråsäd, höstraps och vall skördades tre drag tvärs över dräneringsledningarna. Kärna, frö resp. skördat vallmaterial vägdes och separata prov för analys uttogs från varje drag. I led A-D bortfördes halmen, i övriga led kvarlämnades alla skörderester. Potatisskörden bestämdes genom att skörda tre drag om vardera två rader. Knölarna vägdes och prov uttogs från varje drag. Kväveinnehållet bestämdes med elementaranalys och fosforinnehållet med plasmaemissions-teknik.



Figur 3. Mätstation med överbyggnad.



**Tabell 3a.** Grödor, tidpunkt för sådd och skörd samt olika utvecklingsstadier, åren 1990-92.

| År 1990, Led-ruta:          | A-27   | B-29   | C-28                 | D-21                              | E-22                              | F-23                  | G-24                  | H-25                              | I-26                              |
|-----------------------------|--------|--------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Huvudgröda                  | Havre  | Havre  | Havre                | Havre                             | Havre                             | Vall                  | Vall                  | Havre                             | Havre                             |
| Sort                        | Vital  | Vital  | Vital                | Vital                             | Vital                             | -                     | -                     | Vital                             | Vital                             |
| Sådd                        | 12/4   | 12/4   | 12/4                 | 12/4                              | 12/4                              | -                     | -                     | 12/4                              | 12/4                              |
| Uppkomst                    | 20/4   | 20/4   | 20/4                 | 20/4                              | 20/4                              | -                     | -                     | 20/4                              | 20/4                              |
| Skörd                       | 24/8   | 24/8   | 24/8                 | 24/8                              | 24/8                              | 13/8                  | 13/8                  | 24/8                              | 24/8                              |
| Fånggröda/vallinsådd        | -      | -      | E.rajgr.<br>Vitklöv. | Vallfrö-<br>blandn. <sup>1)</sup> | Vallfrö-<br>blandn. <sup>1)</sup> | W.rajgr.<br>Pers.klö. | W.rajgr.<br>Pers.klö. | E.rajgr.<br>Vitklöv.              | E.rajgr.<br>Vitklöv.              |
| Sort                        | -      | -      | Tove<br>Lena         | -                                 | -                                 | Tewera<br>Maral       | Tewera<br>Maral       | Tove<br>Lena                      | Tove<br>Lena                      |
| Sådd                        | -      | -      | 12/4                 | 12/4                              | 12/4                              | 12/4                  | 12/4                  | 12/4                              | 12/4                              |
| Uppkomst                    | -      | -      | 26/4                 | 26/4                              | 26/4                              | 26/4                  | 26/4                  | 26/4                              | 26/4                              |
| Höstgröda                   | -      | -      | -                    | -                                 | -                                 | Höstraps              | Höstkom               | -                                 | -                                 |
| Sådd                        | -      | -      | -                    | -                                 | -                                 | 21/8                  | 11/9                  | -                                 | -                                 |
| Uppkomst                    | -      | -      | -                    | -                                 | -                                 | 2/9                   | 22/9                  | -                                 | -                                 |
| År 1991, Led-ruta:          | A-27   | B-29   | C-28                 | E-21                              | F-22                              | G-23                  | H-24                  | I-25                              | D-26                              |
| Huvudgröda                  | Vårkom | Vårkom | Vårkom               | Vall I                            | Vall I                            | Höstraps              | Höstkom               | Potatis                           | Vårkom                            |
| Sort                        | Golf   | Golf   | Golf                 | -                                 | -                                 | Nestor                | Frost                 | Binthe                            | Golf                              |
| Sådd/sättning <sup>2)</sup> | 29/3   | 29/3   | 29/3                 | -                                 | -                                 | -                     | -                     | 14/5                              | 29/3                              |
| Uppkomst                    | 16/4   | 16/4   | 16/4                 | -                                 | -                                 | -                     | -                     | 12/6                              | 16/4                              |
| Axgång <sup>a)</sup>        | 8/7    | 8/7    | 8/7                  | -                                 | -                                 | 20/4                  | 7/6                   | 22/7                              | 8/7                               |
| Gulmognad <sup>b)</sup>     | 2/8    | 2/8    | 2/8                  | -                                 | -                                 | 15/6                  | 20/7                  | -                                 | 2/8                               |
| Fullmognad <sup>c)</sup>    | 19/8   | 19/8   | 19/8                 | -                                 | -                                 | 3/8                   | 28/7                  | 9/9                               | 19/8                              |
| Skördar:                    | 22/8   | 22/8   | 22/8                 | 1/7<br>19/8                       | 1/7<br>22/7                       | 14/8                  | 30/7                  | 8/10                              | 22/8                              |
| Fånggröda/vallinsådd        | -      | -      | E.rajgr.<br>Vitklöv. | -                                 | -                                 | E.rajgr.<br>Vitklöv.  | E.rajgr.<br>Vitklöv.  | Höstråg                           | Vallfrö-<br>blandn. <sup>1)</sup> |
| Sort                        | -      | -      | Tove<br>Sonja        | -                                 | -                                 | Tove<br>Sonja         | Tove<br>Sonja         | Danko                             | -                                 |
| Sådd                        | -      | -      | 29/3                 | -                                 | -                                 | 16/9                  | 29/3                  | 10/10                             | 29/3                              |
| Uppkomst                    | -      | -      | 18/4                 | -                                 | -                                 | 30/9                  | 18/4                  | 18/10                             | 18/4                              |
| Höstgröda                   | -      | -      | -                    | -                                 | Höstraps                          | Höstkom               | -                     | -                                 | -                                 |
| Sådd                        | -      | -      | -                    | -                                 | 9/8                               | 16/9                  | -                     | -                                 | -                                 |
| Uppkomst                    | -      | -      | -                    | -                                 | 14/8                              | 26/9                  | -                     | -                                 | -                                 |
| År 1992, Led-ruta:          | A-27   | B-29   | C-28                 | F-21                              | G-22                              | H-23                  | I-24                  | D-25                              | E-26                              |
| Huvudgröda:                 | Vårkom | Vårkom | Vårkom               | Vall II                           | Höstraps                          | Höstkom               | Potatis               | Vårkom                            | Vall I                            |
| Sort                        | Golf   | Golf   | Golf                 | -                                 | Ceres                             | Frost                 | Binthe                | Golf                              | -                                 |
| Sådd/sättning <sup>3)</sup> | 21/4   | 21/4   | 8/4                  | -                                 | -                                 | -                     | 22/5                  | 21/4                              | -                                 |
| Uppkomst                    | 3/5    | 3/5    | 3/5                  | -                                 | -                                 | -                     | 11/6                  | 3/5                               | -                                 |
| Axgång <sup>a)</sup>        | 10/7   | 10/7   | 10/7                 | -                                 | 10/4                              | 20/6                  | 20/7                  | 10/7                              | -                                 |
| Gulmognad <sup>b)</sup>     | 20/7   | 20/7   | 20/7                 | -                                 | 10/6                              | 7/7                   | -                     | 20/7                              | -                                 |
| Fullmognad <sup>c)</sup>    | 10/8   | 10/8   | 10/8                 | -                                 | 10/7                              | 14/7                  | 8/9                   | 10/8                              | -                                 |
| Skördar:                    | 12/8   | 12/8   | 12/8                 | 23/6<br>(24/7)                    | 15/7                              | 15/7                  | 30/9                  | 12/8                              | 11/6<br>17/8<br>13/10             |
| Fånggröda/vallinsådd        | -      | -      | E.rajgr.<br>Vitklöv. | -                                 | -                                 | E.rajgr.<br>Vitklöv.  | Höstråg               | Vallfrö-<br>blandn. <sup>1)</sup> | -                                 |
| Sort                        | -      | -      | Tove<br>Sandra       | -                                 | -                                 | Tove<br>Sonja         | Danko                 | -                                 | -                                 |
| Sådd                        | -      | -      | 21/4                 | -                                 | -                                 | 16/9 -91              | 6/10                  | 21/4                              | -                                 |
| Uppkomst                    | -      | -      | 5/5                  | -                                 | -                                 | -                     | 16/10                 | 5/5                               | -                                 |
| Höstgröda                   | -      | -      | -                    | Höstraps                          | Höstkom                           | -                     | -                     | -                                 | -                                 |
| Sådd                        | -      | -      | -                    | 18/8                              | 10/9                              | -                     | -                     | -                                 | -                                 |
| Uppkomst                    | -      | -      | -                    | 27/8                              | 18/9                              | -                     | -                     | -                                 | -                                 |

1) Vallfröblandning HL-203 från Hallands Lantmän, innehållande 20% rödklöver, 40% timotej och 40% ängssvingel

2) Isådd efter harvning med ogräsharv pga köld- och fågelskador i led A-D, 16/4 1991.

3) Isådd efter harvning med ogräsharv pga köld- och fågelskador i led C, 13/5 1992.

a) I oljeväxter och potatis begynnande knoppning resp. begynnande blomning

b) I oljeväxter avslutad blomning

c) I potatis blastdödning

### Kväve upptaget i huvud- och fånggröda

Ovanjordiskt växtmaterial klipptes vid markytan inom 9 slumpmässigt fördelade kvadrater om 0,25 m<sup>2</sup>, motsvarande 2,25 m<sup>2</sup>/ruta. Delproven sammanslogs tre och tre till tre samlingsprov per ruta. Stråsådesgrödorna provtogs vid gulmognad. Blast med vidhängande rötter, och knölar av potatis provtogs omedelbart före blastdödning genom att tre delprov om vardera 10 slumpvis fördelade stånd

**Tabell 3b.** Datum för gödsling med flytgödsel och handelsgödselkväve samt jordbearbetningsåtgärder i de olika leden åren 1990-92.

| År: 1990 , Led-ruta:    | A-27 | B-29 | C-28 | D-21 | E-22 | F-23 | G-24 | H-25  | I-26 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| Gödsling, vår           |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
| Flytgödsel              | --   | --   | 9/4  | 9/4  | 9/4  | 9/4  | 9/4  | 9/4   | 9/4  |
| Handelsgödsel           | --   | 9/4  | 9/4  | 9/4  | 9/4  | 9/4  | 9/4  | 9/4   | 9/4  |
| Jordbearbetning, vår    |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
| Harvning                | 9/4  | 9/4  | 9/4  | 9/4  | 9/4  | 9/4  | 9/4  | 9/4   | 9/4  |
|                         | 12/4 | 12/4 | 12/4 | 12/4 | 12/4 | 12/4 | 12/4 | 12/4  | 12/4 |
| Gödsling, växande gröda |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
| Handelsgödsel           | --   | --   | 13/6 | --   | --   | --   | --   | --    | --   |
| Jordbearbetning, höst   |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
| Stubbearbetning         | --   | --   | --   | --   | --   | 16/8 | 16/8 | --    | --   |
| Plöjning                | --   | --   | --   | --   | --   | 16/8 | 16/8 | --    | --   |
| Harvning                | --   | --   | --   | --   | --   | 21/8 | 21/8 | --    | --   |
|                         | --   | --   | --   | --   | --   | --   | 11/9 | --    | --   |
| År 1991 , Led-ruta:     | A-27 | B-29 | C-28 | E-21 | F-22 | G-23 | H-24 | I-25  | D-26 |
| Gödsling, vår           |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
| Flytgödsel              | --   | --   | 27/3 | 27/3 | 27/3 | --   | --   | --    | 27/3 |
| Handelsgödsel           | --   | 29/3 | 29/3 | 29/3 | 29/3 | 26/3 | 26/3 | 13/5  | 29/3 |
| Jordbearbetning, vår    |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
| Plöjning                | 28/3 | 28/3 | 28/3 | --   | --   | --   | --   | 28/3  | 28/3 |
| Harvning                | 29/3 | 29/3 | 29/3 | --   | --   | --   | --   | 13/5  | 29/3 |
| Kupning                 |      |      |      |      |      |      |      | 21/5  |      |
|                         |      |      |      |      |      |      |      | 27/6  |      |
| Gödsling, växande gröda |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
| Flytgödsel              | --   | --   | --   | --   | --   | 26/4 | 26/4 | 27/6  | --   |
| Handelsgödsel           | --   | --   | --   | 8/7  | 8/7  | 13/5 | --   | --    | --   |
|                         | --   | --   | --   | 19/8 | --   | --   | --   | --    | --   |
| Jordbearbetning, höst   |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
| Stubbearbetning         | --   | --   | --   | --   | 22/7 | 15/8 | --   | --    | --   |
|                         | --   | --   | --   | --   | --   | 2/9  | --   | --    | --   |
| Plöjning                | --   | --   | --   | --   | 6/8  | 10/9 | --   | --    | --   |
| Harvning                | --   | --   | --   | --   | 9/8  | 16/9 | --   | 10/10 | --   |
| År: 1992, Led-ruta:     | A-27 | B-29 | C-28 | F-21 | G-22 | H-23 | I-24 | D-25  | E-26 |
| Gödsling, vår           |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
| Flytgödsel              | --   | --   | 1/4  | 1/4  | 1/4  | 1/4  | --   | 1/4   | 1/4  |
| Handelsgödsel           | --   | 21/4 | 21/4 | 1/4  | 10/3 | 21/4 | 20/5 | 21/4  | 1/4  |
| Jordbearbetning, vår    |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
| Stubbearbetning         | 1/4  | 1/4  | 1/4  | --   | --   | --   | 12/5 | 1/4   | --   |
| Plöjning                | 7/4  | 7/4  | 7/4  | --   | --   | --   | 15/5 | 7/4   | --   |
| Harvning                | 8/4  | 8/4  | 8/4  | --   | --   | --   | 22/5 | 8/4   | --   |
|                         | 21/4 | 21/4 | 21/4 | --   | --   | --   | --   | 21/4  | --   |
| Kupning                 |      |      |      |      |      |      | 11/6 |       |      |
|                         |      |      |      |      |      |      | 7/7  |       |      |
| Gödsling, växande gröda |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
| Flytgödsel              | --   | --   | --   | --   | --   | --   | 7/7  | --    | 12/6 |
| Handelsgödsel           | --   | --   | --   | 8/7  | 21/4 | --   | --   | --    | 12/6 |
|                         | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --    | 7/9  |
| Jordbearbetning, höst   |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
| Stubbearbetning         | --   | --   | --   | 24/7 | 24/7 | --   | --   | --    | --   |
| Plöjning                | --   | --   | --   | 10/8 | 10/8 | --   | --   | --    | --   |
| Harvning                | --   | --   | --   | 18/8 | 18/8 | --   | --   | --    | --   |
|                         | --   | --   | --   | --   | 8/9  | --   | 6/10 | --    | --   |

upprävdades, samtidigt bestämdes plantavståndet genom planträkning längs tre sträckor om 10,0 m. Höstrapsens kväueupptag bestämdes vid skörd, tröskad halm uppsamlades och vägdes inom de tre tröskdragen, varefter kvarvarande stubb och skörderester klipptes och hopsamlades enligt ovan.

Upptaget kväue i vallgrödor har beräknats som summan av delskördarna plus skillnaden mellan ovanjordiskt kväue tidigt på våren och i november resp. vid vallbrottet. Fånggrödor provtogs på motsvarande sätt vid stråsädesgrödornas gulmognadsstadium och samtidigt med jordprovtagningarna i november och tidigt på våren. Rötternas innehåll av kväue antogs utgöra 25 % av totala kväueinnehållet i stråsäd och fånggrödor (Jensen, 1991; Jansson, 1966; Hansson *et al.*, 1987). Proven torkades, vägdes och analyserades med avseende på totalkväue med elementaranalys.

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

| Gödselslag                        | Odlingsår:         | 1990  | 1991     | 1992     | Medeltal<br>(1991-92) |
|-----------------------------------|--------------------|-------|----------|----------|-----------------------|
| <b>Kväve (N) i flytgödsel</b>     |                    |       |          |          |                       |
| Led C, D, E(1), och F:            | Total-N            | 75    | 95       | 93       | 94                    |
|                                   | NH <sub>4</sub> -N | 54    | 80       | 75       | 78                    |
| Led E(2):                         | Total-N            | --    | --       | 90       | --                    |
|                                   | NH <sub>4</sub> -N | --    | --       | 69       | --                    |
| Led G och H:                      | Total-N            | 75    | 93       | 93       | 93                    |
|                                   | NH <sub>4</sub> -N | 54    | 80       | 75       | 78                    |
| Led I:                            | Total-N            | 75    | 79       | 69       | 74                    |
|                                   | NH <sub>4</sub> -N | 54    | 68       | 50       | 59                    |
| <b>Kväve (N) i handelsgödsel:</b> |                    |       |          |          |                       |
| Led A                             |                    | 0     | 0        | 0        | 0                     |
| Led B                             |                    | 90    | 90       | 90       | 90                    |
| Led C(1)+(2)                      |                    | 90+15 | 90       | 45       | 68                    |
| Led D                             |                    | 40    | 60       | 15       | 38                    |
| Led E(1)+(2)+(3)                  |                    | 40    | 51+70+30 | 43+30+60 | 142                   |
| Led F(1)+(2)                      |                    | 40    | 51+70    | 58+70    | 125                   |
| Led G(1)+(2)                      |                    | 40    | 60+51    | 60+25    | 98                    |
| Led H                             |                    | 40    | 51       | 25       | 38                    |
| Led I                             |                    | 40    | 80       | 50       | 65                    |
| <b>Fosfor (P):</b>                |                    |       |          |          |                       |
| Led A och B                       |                    | 20    | 20       | 20       | 20                    |
| Led C                             |                    | 18    | 15       | 13       | 14                    |
| Led D                             |                    | 18    | 15       | 13       | 14                    |
| Led E                             |                    | 18    | 15       | 30       | 23                    |
| Led F                             |                    | 18    | 15       | 13       | 14                    |
| Led G                             |                    | 18    | 13       | 13       | 13                    |
| Led H                             |                    | 18    | 13       | 13       | 13                    |
| Led I                             |                    | 18    | 80       | 73       | 77                    |
| <b>Kalium (K):</b>                |                    |       |          |          |                       |
| Led A och B                       |                    | 65    | 65       | 65       | 65                    |
| Led C                             |                    | 27    | 60       | 66       | 63                    |
| Led D                             |                    | 27    | 60       | 66       | 63                    |
| Led E                             |                    | 27    | 220      | 281      | 251                   |
| Led F                             |                    | 27    | 220      | 226      | 223                   |
| Led G                             |                    | 27    | 55       | 66       | 61                    |
| Led H                             |                    | 27    | 55       | 66       | 61                    |
| Led I                             |                    | 27    | 204      | 227      | 216                   |

### 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 gödsling och bearbetning och på sensommaren före bearbetning inför höstsådd. Rötternas innehåll av kväve antogs utgöra 25 % av totala innehåll, på sensommaren beräknat utifrån den nyligen skördade grödans (vall resp. höstraps) ovanjordiska kväveinnehåll.

### Mineraliskt kväve i marken

För bestämning av markprofilens innehåll av mineraliskt kväve (ammonium- och nitrat-N) togs i alla led jordprov vid följande tillfällen under året: tidigt på våren före gödsling och bearbetning, vid vårsådens uppkomst 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). Vid provtagning nära efter gödsling användes s.k. ramprovtagare för de översta 5 cm av matjorden (Lindén, 1982), i matjorden därunder Trekanten-borr (Lindén, 1977) och i alven

Ultuna-borr (Lindén, 1979). I matjorden uttogs 24 delprov och i alvskikten 16 delprov per led. Borrsticken slogs samman till skiktvisa samlingsprov. Jordproverna djupfrystes och extraherades med 2M KCl för bestämning av ammonium- och nitratkväve. Analysvärdena omräknades till kilogram kväve per hektar med beaktande av markskiktens volymvikter och aktuella vattenhalter.

### Beräkning av utlakningsförluster och periodvisa medelkoncentrationer

#### Periodvisa medelkoncentrationer

För periodvis jämförelse av avrinnande vattens koncentration av olika ämnen användes s.k. integrerad medelkoncentration. Den beräknades på följande sätt: genom rätlinjig interpolering av analyserade koncentrationer beräknades för varje ruta 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 medelvärden.

#### Utlakningsförluster

De vid beräkningen av årliga utlakningsförluster använda avrinningstalen för dräneringsvatten är, för jämförbarhetens skull, baserade på årsmedelavrinningen från det intilliggande äldre försöksfältet. Förlusten har beräknats genom att multiplicera de enligt ovan framtagna årsmedelkoncentrationerna med årsavrinningen.

## RESULTAT OCH DISKUSSION

### Skördar, kväve- och fosforbortförel samt kväve- och fosforutnyttjande

#### Skördar

Ledvisa skördar av den huvudsakliga skördeprodukten under de tre åren redovisas i tabell 5. Under utjämningsåret (1990) erhöles skördesänkningar av de insådda fånggrödorna (led C, H och I) jämfört med normalgödslat led utan fånggröda (led B). Fånggrödans konkurrens med huvudgrödan var den troliga orsaken. De följande åren erhöles något högre skörd i det kväveoptimerade ledet med fånggröda (led C) än i led B. De låga skördenivåerna 1992 orsakades dels av att våren var tämligen kall och våt efter sådden med dålig etablering av vårsådda grödor, dels av den mycket torra sommaren.

#### Kväve och fosfor i skördeprodukter och utbyte genom gödslingsåtgärder

Halter av kväve och fosfor samt bortförel med de huvudsakliga skördeprodukterna redovisas i tabell 6. Den högre kvävetillförelsen i led C jämfört med led B gav påtagligt högre kvävehalter i kärnan, och följaktligen högre kväveskörd. De påtagliga skillnaderna i kvävehalt mellan 1991 och 1992 i t.ex. led D och H kan delvis bero på annan förfrukt men torkan och den låga skördenivån har säkert stor betydelse.

Utbytet av kväve och fosfor, som visas i tabell 7, har beräknats som förhållandet mellan bortförel med de huvudsakliga skördeprodukterna (tabell 6) och tillförel med handelsgödsel och flytgödsel (tabell 4), i den senare har för kvävet del endast ammoniumkvävet beaktats. Kväveoptimeringen (led C) gav i allmänhet lägre kväveutbyte än normalgödslat (led B). Det lägre kväveutbytet i led F jämfört med led E kan tolkas som att tillämpad gödslingsnivå har varit något för hög, speciellt till

**Tabell 5.** Bortförda skördar, kärna och frö (kg/ha vid 15 % vattenhalt) av stråsäd resp höstraps, torrsubstans (kg/ha) av vallgröda, färskvikt (ton/ha) av potatis, stråstyrka hos stråsäd samt uppskattad drösning (%) hos höstraps.

| Led  | A           | B           | C           | D           | E                  | F                  | G                  | H                  | I                  |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Flytgödsel   | 0 STG       | 0 STG       | 1 STG       | 1 STG       | 1+1 STG            | 1 STG              | 1 STG              | 1 STG              | 1 STG              |
| Handelsgödsel  | 0 N         | 1 N         | 3/4 N       | 1/2 N       | 1/2 N              | 3/4 N              | 3/4 N              | 1/2 N              | 1/2 N              |
| Huvudgröda   | Vårsäd      | Vårsäd      | Vårsäd      | Vårsäd      | Vall I             | Vall II            | H-raps             | H-korn             | Potatis            |
| Vintergröda  | -           | -           | Fångg.      | Insädd      | Vall               | H-raps             | H-korn             | Fångg.             | H-råg              |
| Plöjningstid   | Vår         | Vår         | Vår         | -           | -                  | T. höst            | T. höst            | Vår                | Vår                |
| <b>Skördar och medeltal (n=2).</b>   |             |             |             |             |                    |                    |                    |                    |                    |
| 1990 (utjämningsår)  | 2730        | 5500        | 5460        | 3850        | <sup>1)</sup> 4290 | <sup>2)</sup> 5390 | <sup>2)</sup> 5520 | <sup>3)</sup> 4860 | <sup>3)</sup> 4570 |
| 1991   | 2580        | 5280        | 5340        | 5060        | 8190               | 5810               | 720                | 5560               | 42,6               |
| 1992   | 1550        | 2400        | 2900        | 2270        | 7890               | 4900               | 1080               | 2010               | 17,4               |
| <b>Medeltal 1991-92</b>  | <b>2070</b> | <b>3840</b> | <b>4120</b> | <b>3670</b> | <b>8040</b>        | <b>5360</b>        | <b>900</b>         | <b>3790</b>        | <b>30,0</b>        |
| <b>Stråstyrka, 100= helt upprättstående gröda, 0= fullständig ligsäd, och drösning i höstraps.</b> |             |             |             |             |                    |                    |                    |                    |                    |
| 1990   | 100         | 80          | 55          | 95          | 90                 | -                  | -                  | 85                 | 85                 |
| 1991   | 90          | 60          | 45          | 40          | -                  | -                  | 80%                | 80                 | -                  |
| 1992   | 100         | 100         | 90          | 100         | -                  | -                  | 10%                | 88                 | -                  |

1) Havre med vallinsädd 1990.

2) Ettårig vall (westerwoldiskt rajgräs och perserklöver) 1990.

3) Havre med fånggröda 1990.

**Tabell 6.** Halter i och bortförel med de huvudsakliga skördeprodukterna av total-N och total-P.

| Led  | A           | B           | C           | D           | E           | F           | G           | H           | I           |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Flytgödsel   | 0 STG       | 0 STG       | 1 STG       | 1 STG       | 1+1 STG     | 1 STG       | 1 STG       | 1 STG       | 1 STG       |
| Handelsgödsel  | 0 N         | 1 N         | 3/4 N       | 1/2 N       | 1/2 N       | 3/4 N       | 3/4 N       | 1/2 N       | 1/2 N       |
| Huvudgröda   | Vårsäd      | Vårsäd      | Vårsäd      | Vårsäd      | Vall I      | Vall II     | H-raps      | H-korn      | Potatis     |
| Vintergröda  | -           | -           | Fångg.      | Insädd      | Vall        | H-raps      | H-korn      | Fångg.      | H-råg       |
| Plöjningstid   | Vår         | Vår         | Vår         | -           | -           | T. höst     | T. höst     | Vår         | Vår         |
| <b>Halter av total-N i skördeprodukter (% av ts)</b> |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 1990 *)  | 1,77        | 1,86        | 1,83        | 1,77        | 1,62        | 0,78        | 0,78        | 1,36        | 1,44        |
| 1991   | 1,42        | 1,40        | 2,08        | 1,78        | 2,01        | 1,83        | 3,50        | 1,60        | 1,41        |
| 1992   | 1,53        | 1,57        | 2,08        | 1,92        | 2,28        | 1,92        | 3,66        | 2,17        | 1,74        |
| <b>Medeltal 1991-92</b>                              | <b>1,48</b> | <b>1,47</b> | <b>2,08</b> | <b>1,83</b> | <b>2,15</b> | <b>1,86</b> | <b>3,61</b> | <b>1,77</b> | <b>1,58</b> |
| <b>Kväve bortfört med skördeprodukter (N kg/ha)</b>  |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 1990 *)  | 41          | 87          | 85          | 58          | 59          | 42          | 43          | 66          | 66          |
| 1991   | 31          | 63          | 94          | 77          | 165         | 106         | 22          | 76          | 134         |
| 1992   | 20          | 32          | 51          | 37          | 180         | 94          | 34          | 37          | 61          |
| <b>Medeltal 1991-92</b>                              | <b>26</b>   | <b>48</b>   | <b>73</b>   | <b>57</b>   | <b>173</b>  | <b>100</b>  | <b>28</b>   | <b>57</b>   | <b>98</b>   |
| <b>Halter av total-P i skördeprodukter (% av ts)</b> |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 1990   | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           |
| 1991   | 0,38        | 0,34        | 0,46        | 0,36        | 0,26        | 0,29        | 0,82        | 0,38        | 0,24        |
| 1992   | 0,34        | 0,31        | 0,28        | 0,34        | 0,27        | 0,26        | 0,80        | 0,39        | 0,20        |
| <b>Medeltal 1991-92</b>                              | <b>0,36</b> | <b>0,33</b> | <b>0,38</b> | <b>0,35</b> | <b>0,27</b> | <b>0,28</b> | <b>0,81</b> | <b>0,38</b> | <b>0,22</b> |
| <b>Fosfor bortförd med skördeprodukter (P kg/ha)</b> |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 1991   | 8           | 15          | 21          | 16          | 22          | 16          | 5           | 18          | 23          |
| 1992   | 4           | 6           | 7           | 7           | 21          | 13          | 7           | 7           | 7           |
| <b>Medeltal 1991-92</b>                              | <b>6</b>    | <b>11</b>   | <b>14</b>   | <b>12</b>   | <b>22</b>   | <b>15</b>   | <b>6</b>    | <b>12</b>   | <b>15</b>   |

\*) Avvikande grödor, se tabell 5.

andrasörden (tabell 4), fosforutbytet låg dock mycket högt. Vid normala skördenivåer i potatis tycks kväveutbytet, beräknat på detta sätt, vara tämligen gott medan fosforutbytet vid rekommenderad gödsling blev mycket lågt. Det låga kväveutbytet i höstrapsen år 1991 är till stor del en följd av den extremt kraftiga drösning som då inträffade (tabell 5).

### Grödornas samlade kväveupptag, kväve i fånggrödor samt kväve i nedbrukat material

Huvudgrödornas och förekommande fånggrödors eller insädders totala nettoupptag av kväve visas i tabell 8. För alla vårsädda grödor blev det samlade upptaget mycket lågt under den torra sommaren 1992. Ovanjordiskt kväveupptag i insädder, höst- och fånggrödor redovisas i tabell 9a. De insädda fånggrödorna ökade under hösten sitt kväveinnehåll med mellan 15 och 40 N kg/ha (jmf. tabell 9a.).

**Tabell 7.** Kväve- och fosforutbyte beräknat som det procentuella förhållandet mellan kväve resp. fosfor bortfört med de huvudsakliga skördeprodukterna och kväve resp. fosfor tillfört med flytgödsel och handelsgödsel (tabell 4). Kvävet i flytgödseln avser endast  $\text{NH}_4\text{-N}$ .

| Led                     | A      | B      | C      | D      | E       | F       | G       | H      | I       |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|
| Flytgödsel              | 0 STG  | 0 STG  | 1 STG  | 1 STG  | 1+1 STG | 1 STG   | 1 STG   | 1 STG  | 1 STG   |
| Handelsgödsel           | 0 N    | 1 N    | 3/4 N  | 1/2 N  | 1/2 N   | 3/4 N   | 3/4 N   | 1/2 N  | 1/2 N   |
| Huvudgröda              | Vårsäd | Vårsäd | Vårsäd | Vårsäd | Vall I  | Vall II | H-raps  | H-korn | Potatis |
| Vintergröda             | -      | -      | Fångg. | Insädd | Vall    | H-raps  | H-korn  | Fångg. | H-råg   |
| Plöjningstid            | Vår    | Vår    | Vår    | -      | -       | T. höst | T. höst | Vår    | Vår     |
| <b>Kväveutbyte (%)</b>  |        |        |        |        |         |         |         |        |         |
| 1990 *)                 | -      | 97     | 53     | 62     | 63      | 45      | 46      | 70     | 70      |
| 1991                    | -      | 70     | 55     | 55     | 71      | 53      | 12      | 58     | 91      |
| 1992                    | -      | 36     | 43     | 41     | 65      | 46      | 21      | 37     | 61      |
| <b>Medeltal 1991-92</b> | -      | 53     | 49     | 48     | 68      | 50      | 17      | 48     | 76      |
| <b>Fosforutbyte (%)</b> |        |        |        |        |         |         |         |        |         |
| 1991                    | 40     | 75     | 140    | 107    | 147     | 107     | 38      | 138    | 29      |
| 1992                    | 20     | 30     | 54     | 54     | 70      | 100     | 54      | 54     | 10      |
| <b>Medeltal 1991-92</b> | 30     | 53     | 97     | 81     | 109     | 104     | 46      | 96     | 20      |

\*) Avvikande grödor, se tabell 5

**Tabell 8.** Grödornas totala nettoppdrag av kväve (N kg/ha). I leden med fånggröda avser grödornas N-innehåll det samlade totalkväveinnehållet i både huvud- och fånggröda. För stråsåd och oljevaxter ingår rötternas beräknade innehåll. I potatisblasten ingår vid provtagningen vidhängande rötter, ingen ytterligare korrigering har därför gjorts.

| Led                       | A      | B      | C      | D      | E       | F       | G       | H      | I       |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|
| Flytgödsel                | 0 STG  | 0 STG  | 1 STG  | 1 STG  | 1+1 STG | 1 STG   | 1 STG   | 1 STG  | 1 STG   |
| Handelsgödsel             | 0 N    | 1 N    | 3/4 N  | 1/2 N  | 1/2 N   | 3/4 N   | 3/4 N   | 1/2 N  | 1/2 N   |
| Huvudgröda                | Vårsäd | Vårsäd | Vårsäd | Vårsäd | Vall I  | Vall II | H-raps  | H-korn | Potatis |
| Vintergröda               | -      | -      | Fångg. | Insädd | Vall    | H-raps  | H-korn  | Fångg. | H-råg   |
| Plöjningstid              | Vår    | Vår    | Vår    | -      | -       | T. höst | T. höst | Vår    | Vår     |
| <b>N-upptag (N kg/ha)</b> |        |        |        |        |         |         |         |        |         |
| 1991                      | 48     | 100    | 150    | 142    | 169     | 142     | 135     | 104    | 174     |
| 1992                      | 39     | 79     | 126    | 71     | 188     | 80      | 104     | 109    | 97      |
| <b>Medeltal 1991-92</b>   | 44     | 90     | 138    | 107    | 179     | 111     | 120     | 107    | 136     |

Höstrågen som såddes efter potatisen hann inte utvecklas nämnvärt under hösten med mycket lågt kväveupptag som följd (led I), vintern 91/92 tog den dock upp ytterligare något kväve under vintern. Senhösten 1991 och våren 1992 provtogs levande material separat i led A och B för att belysa betydelsen av kväveupptaget i spillsäd + ogräs i relation till effekten av utelämnad höstbearbetning.

I tabell 9b redovisas kväve och C/N-kvot i nedbrukat (nedplöjt) växtmaterial, i siffran för "ovanjordiskt material" ingår förutom levande material även stubb och skörderester på markytan. "Nedbrukat material" inkluderar även beräknat kol- och kväveinnehåll i rötter enligt tidigare beskrivning. C/N-kvoten avser det sammantagna materialet. De insädda fånggrödorna ökade mängden nedbrukat kväve påtagligt jämfört med led B, utan fånggröda. De låga C/N-kvoterna i leden med fånggrödor antyder att ett nettomineraliseringsbidrag var troligt. Orsaken till de relativt låga C/N-kvoterna på våren i stråsådesstubben i led A och B är oklar. Det är tänkbart att en stor del av det mera lättillgängliga kolet har förbrukats eller urlakats under vintern.

I samband med vallbrotten nedbrukades mellan 110-140 N kg/ha med tämligen låga C/N-kvoter. Hösten 1991 utvecklades höstrapsen bra och tog upp närmare 70 N kg/ha i ovanjordiska delar fram till senhösten, under vintern togs ytterligare något kväve upp. Efterföljande höst försenades utvecklingen av torkan, med sämre upptag som följd. Även efter höstrapsen nedbrukades tämligen stora lättillgängliga kvävemängder.

### Mineralkväve i marken

Mineralkväveinnehållet i marken vid alla provtagningstillfällen redovisas i tabell 10. Förhållandevis stora restkvävemängder återfanns år 1991 i led C och D, i det första fallet är en överoptimal gödsling den troliga orsaken, medan dålig utveckling av huvudgrödan är förklaringen i led D.

**Tabell 9a.** Kväveinnehåll i fång- vall- och höstgrödornas ovanjordiska levande växtdelar tidigt på våren före gödsling och bearbetning, vid tiden för stråsådens gulmognad (tidig höst) och i november (sen höst). I led A och B avses kväve i spillsäd och ogräs.

| År 1991, Led-ruta | A-27   | B-29   | C-28   | E-21    | F-22    | G-23    | H-24    | I-25    | D-26   |
|-------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| Flytgödsel        | 0 STG  | 0 STG  | 1 STG  | 1 STG   | 1+1 STG | 1 STG   | 1 STG   | 1 STG   | 1 STG  |
| Handelsgödsel     | 0 N    | 1 N    | 3/4 N  | 1/2 N   | 1/2 N   | 3/4 N   | 3/4 N   | 1/2 N   | 1/2 N  |
| Huvudgröda        | Vårsäd | Vårsäd | Vårsäd | Vall I  | Vall II | H-raps  | H-korn  | Potatis | Vårsäd |
| Vintergröda       | -      | -      | Fångg. | Vall    | H-raps  | H-korn  | Fångg.  | H-råg   | Insådd |
| Plöjningstid      | Vår    | Vår    | Vår    | -       | -       | T. höst | T. höst | Vår     | Vår    |
| Vår               | -      | -      | -      | 23      | 23      | 19      | 8       | 22      | 18     |
| Tidig höst        | -      | -      | 6      | -       | -       | -       | 10      | -       | 7      |
| Sen höst          | 9      | 12     | 39     | 26      | 68      | 10      | 52      | 2       | 19     |
| År 1992, Led-ruta | A-27   | B-29   | C-28   | F-21    | G-22    | H-23    | I-24    | J-25    | E-26   |
| Plöjningstid      | Vår    | Vår    | Vår    | -       | T. höst | T. höst | Vår     | Vår     | -      |
| Huvudgröda        | Vårsäd | Vårsäd | Vårsäd | Vall II | H-raps  | H-korn  | Potatis | Vårsäd  | Vall I |
| Vintergröda       | -      | -      | Fångg. | H-raps  | H-korn  | Fångg.  | H-råg   | Insådd  | Vall   |
| Vår               | 5      | 2      | 26     | 46      | 86      | 15      | 54      | 12      | 21     |
| Tidig höst        | -      | -      | 10     | -       | -       | 16      | -       | 5       | -      |
| Sen höst          | -      | -      | 43     | 59      | 21      | 31      | 1       | 45      | 30     |

**Tabell 9b.** Kväveinnehåll och C/N-kvot i nedbrukat växtmaterial, provtaget omedelbart före nedbrukning på våren resp. på hösten. I ovanjordiskt material ingår såväl levande växtdelar som förekommande spill och skörderester. Rötternas bidrag har beräknats som tidigare har beskrivits och är inräknade i "nedbrukat material".

| År 1991, Led-ruta | A-27   | B-29   | C-28   | E-21    | F-22    | G-23   | H-24    | I-25    | D-26   |
|-------------------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|
| Flytgödsel        | 0 STG  | 0 STG  | 1 STG  | 1 STG   | 1+1 STG | 1 STG  | 1 STG   | 1 STG   | 1 STG  |
| Handelsgödsel     | 0 N    | 1 N    | 3/4 N  | 1/2 N   | 1/2 N   | 3/4 N  | 3/4 N   | 1/2 N   | 1/2 N  |
| Huvudgröda        | Vårsäd | Vårsäd | Vårsäd | Vall I  | Vall II | H-raps | H-korn  | Potatis | Vårsäd |
| Vintergröda       | -      | -      | Fångg. | Vall    | H-raps  | H-korn | Fångg.  | H-råg   | Insådd |
| Vår               |        |        |        |         |         |        |         |         |        |
| Ovanjord.mat.     | 21     | 27     | 67     | -       | -       | -      | -       | 42      | 43     |
| Nedbrukat mat.    | 28     | 36     | 89     | -       | -       | -      | -       | 56      | 57     |
| C/N-kvot          | 41     | 42     | 23     |         |         |        |         | 26      | 24     |
| Höst              |        |        |        |         |         |        |         |         |        |
| Ovanjord.mat.     | -      | -      | -      | -       | 58      | 59     | -       | 32      | -      |
| Nedbrukat mat.    | -      | -      | -      | -       | 138     | 107    | -       | 41      | -      |
| C/N-kvot          | -      | -      | -      | -       | 25      | 35     | -       | 26      | -      |
| År 1992, Led-ruta | A-27   | B-29   | C-28   | F-21    | G-22    | H-23   | I-24    | J-25    | E-26   |
| Huvudgröda        | Vårsäd | Vårsäd | Vårsäd | Vall II | H-raps  | H-korn | Potatis | Vårsäd  | Vall I |
| Vintergröda       | -      | -      | Fångg. | H-raps  | H-korn  | Fångg. | H-råg   | Insådd  | Vall   |
| Vår               |        |        |        |         |         |        |         |         |        |
| Ovanjord.mat.     | 8      | 9      | 32     | -       | -       | -      | 70      | 12      | -      |
| Nedbrukat mat.    | 11     | 12     | 43     | -       | -       | -      | 93      | 16      | -      |
| C/N-kvot          | 29     | 31     | 19     | -       | -       | -      | 20      | 14      | -      |
| Höst              |        |        |        |         |         |        |         |         |        |
| Ovanjord.mat.     | -      | -      | -      | 31      | 44      | -      | 28      | -       | -      |
| Nedbrukat mat.    | -      | -      | -      | 111     | 70      | -      | 36      | -       | -      |
| C/N-kvot          | -      | -      | -      | 24      | 42      | -      | 16      | -       | -      |

Den låga skördenivån 1992 ledde i flertalet led till betydande restkvävmängder i marken, här måste påpekas att provtagningsfel kan ha inträffat p.g.a. de mycket torra förhållandena denna sommar, i tabell 10 har tre tveksamma värden satts inom parentes. I flera led ökade dock mineralkvävetillgången under sensommaren, någon form av förskjuten kvävemineralisering skulle möjligen kunna ha medverkat. I leden med insådda fånggrödor eller vallinsådd reducerades mängderna något under hösten.

Mineralkväveförråden efter 2:a skörd i andraårsvallen (led F) var anmärkningsvärt stora (fig. 4 och tabell 10). Uppenbarligen har tillväxtperioden efter första skörden varit för kort för att utnyttja tillfört gödselkväve, en bättre anpassning av skördetidpunkterna kan förmodligen reducera mineralkväveanhopningen i anslutning till vallbrottet. Efter vallbrotten mineraliserades stora mängder kväve i marken (tabell 10 och figur 4). Den största anhopningen uppmättes 1992 då torkan hämmade höstrapsens utveckling. De år då höstrapsen utvecklades normalt minskade markens mineralkväveförråd påtagligt under hösten.

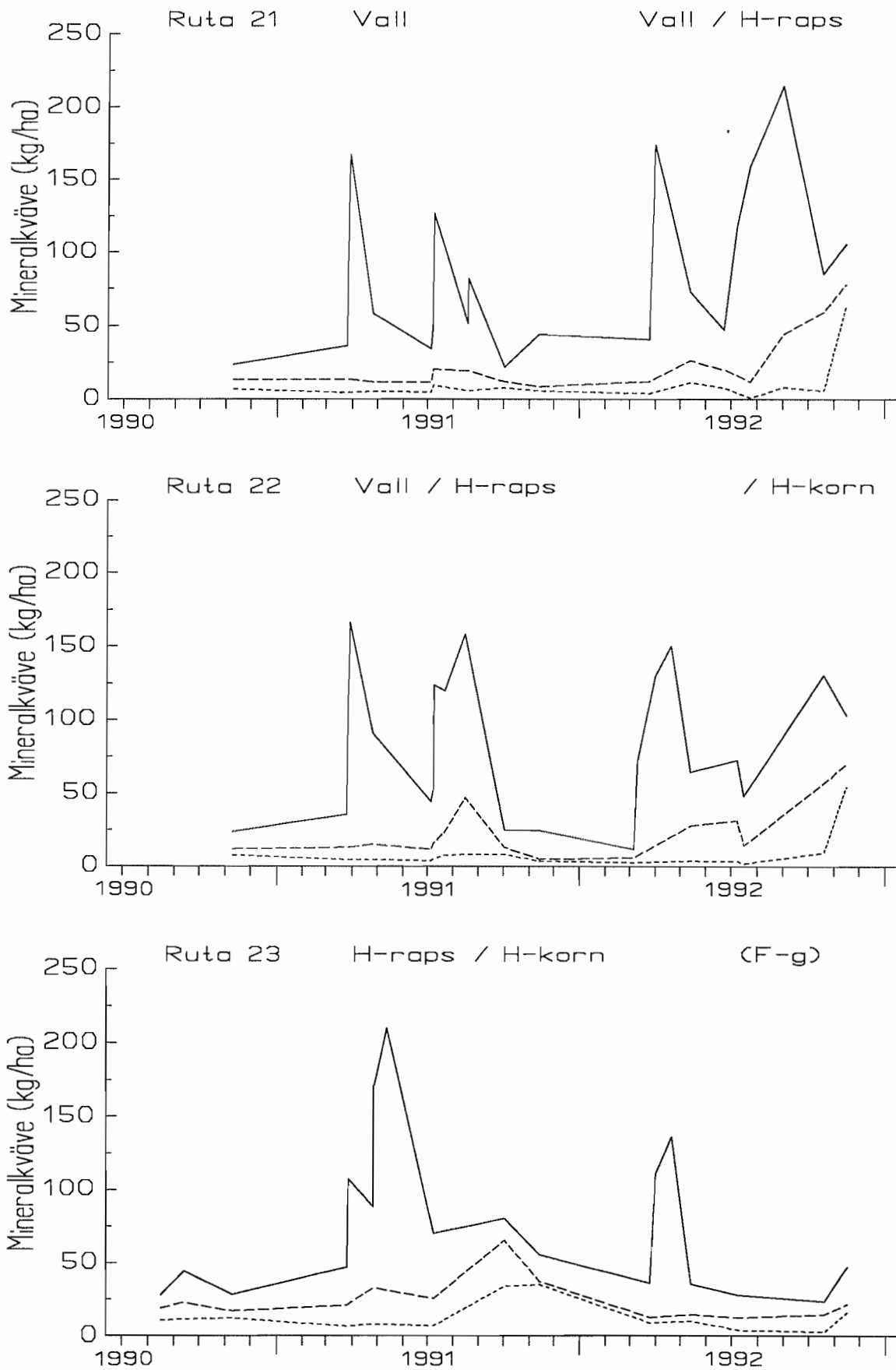
Tabell 10. Mineralkväve (N kg/ha) inom 0-90 cm markdjup vid alla utförda jordprovtagningar under åren 1990-1992.

| År 1990, Led-ruta:    | A-27   | B-29   | C-28   | D-21    | E-22    | F-23     | G-24     | H-25    | I-26   |
|-----------------------|--------|--------|--------|---------|---------|----------|----------|---------|--------|
| Flytgödsel            | 0 STG  | 0 STG  | 1 STG  | 1 STG   | 1+1 STG | 1 STG    | 1 STG    | 1 STG   | 1 STG  |
| Handelsgödsel         | 0 N    | 1 N    | 3/4 N  | 1/2 N   | 1/2 N   | 3/4 N    | 3/4 N    | 1/2 N   | 1/2 N  |
| Huvudgröda            | Vårsäd | Vårsäd | Vårsäd | Vårsäd  | Vårsäd  | Vall (I) | Vall (I) | Vårsäd  | Vårsäd |
| Vintergröda           | -      | -      | Fångg. | Insådd  | Insådd  | H-raps   | H-korn   | Fångg.  | Fångg. |
| Plöjningstid          | Vår    | Vår    | Vår    | -       | -       | T. höst  | T. höst  | Vår     | Vår    |
| Före höstbearbetning  | -      | -      | -      | -       | -       | 28       | 22       | -       | -      |
| Höstgröd. uppkomst    | -      | 66     | -      | -       | -       | 44       | 61       | -       | -      |
| Sen höst (november)   | 35     | 42     | 46     | 24      | 24      | 28       | 39       | 26      | 28     |
| År 1991, Led-ruta:    | A-27   | B-29   | C-28   | E-21    | F-22    | G-23     | H-24     | I-25    | D-26   |
| Huvudgröda            | Vårsäd | Vårsäd | Vårsäd | Vall I  | Vall II | H-raps   | H-korn   | Potatis | Vårsäd |
| Vintergröda           | -      | -      | Fångg. | Vall    | H-raps  | H-korn   | Fångg.   | H-råg   | Insådd |
| Plöjningstid          | Vår    | Vår    | Vår    | -       | T. höst | T. höst  | Vår      | Vår     | -      |
| Före vårbearb./gödsl. | 45     | 54     | 50     | 36      | 36      | 47       | 37       | 37      | 45     |
| Uppkomst vårsäd       | 73     | 148    | 243    | 58      | 91      | 88       | 52       | 70      | 235    |
| Sista kupning         | -      | -      | -      | -       | -       | -        | -        | 210     | -      |
| Vallskörd I           | -      | -      | -      | 34      | 45      | -        | -        | -       | -      |
| Axgång stråsäd        | 48     | 55     | 68     | 56      | 54      | -        | 40       | 224     | 102    |
| Gulmog./Blastdödn.    | 44     | 46     | 90     | -       | -       | 70       | 39       | 69      | 66     |
| Vallskörd II          | -      | -      | -      | 52      | -       | -        | -        | -       | -      |
| Före höstbearbetning  | -      | -      | -      | -       | 120     | -        | -        | -       | -      |
| Höstgröd. uppkomst    | -      | -      | -      | -       | 158     | 80       | -        | -       | -      |
| Medelsen höst (okt.)  | 36     | 52     | 123    | 22      | 25      | -        | 42       | 50      | 43     |
| Sen höst (november)   | 25     | 27     | 30     | 44      | 25      | 55       | 54       | 59      | 58     |
| År 1992, Led-ruta:    | A-27   | B-29   | C-28   | F-21    | G-22    | H-23     | I-24     | D-25    | E-26   |
| Huvudgröda            | Vårsäd | Vårsäd | Vårsäd | Vall II | H-raps  | H-korn   | Potatis  | Vårsäd  | Vall I |
| Vintergröda           | -      | -      | Fångg. | H-raps  | H-korn  | Fångg.   | H-råg    | Insådd  | Vall   |
| Plöjningstid          | Vår    | Vår    | Vår    | T. höst | T. höst | Vår      | Vår      | -       | -      |
| Före vårbearb./gödsl. | 40     | 58     | 35     | 41      | 12      | 36       | 30       | 31      | 36     |
| Uppkomst vårsäd/pot.  | 56     | 167    | 178    | 73      | 64      | 35       | -        | 104     | 33     |
| Uppkomst potatis      | -      | -      | -      | -       | -       | -        | 229      | -       | -      |
| Vallskörd I           | -      | -      | -      | 47      | -       | -        | -        | -       | 59     |
| Axgång/Sista kupning  | 31     | (122)  | 91     | -       | 73      | -        | 147      | 53      | -      |
| Gulmog./Blastdödn.    | 52     | (149)  | (147)  | -       | -       | 28       | 82       | 61      | -      |
| Vallskörd II          | -      | -      | -      | -       | -       | -        | -        | -       | 46     |
| Före höstbearbetning  | -      | -      | -      | 159     | 48      | -        | -        | -       | -      |
| Höstgröd. uppkomst    | -      | -      | -      | 214     | 130     | -        | -        | -       | -      |
| Medelsen höst (okt.)  | 19     | 33     | 15     | 85      | -       | 23       | 99       | 18      | 29     |
| Sen höst (november)   | 43     | 52     | 32     | 105     | 103     | 47       | 109      | 31      | 46     |

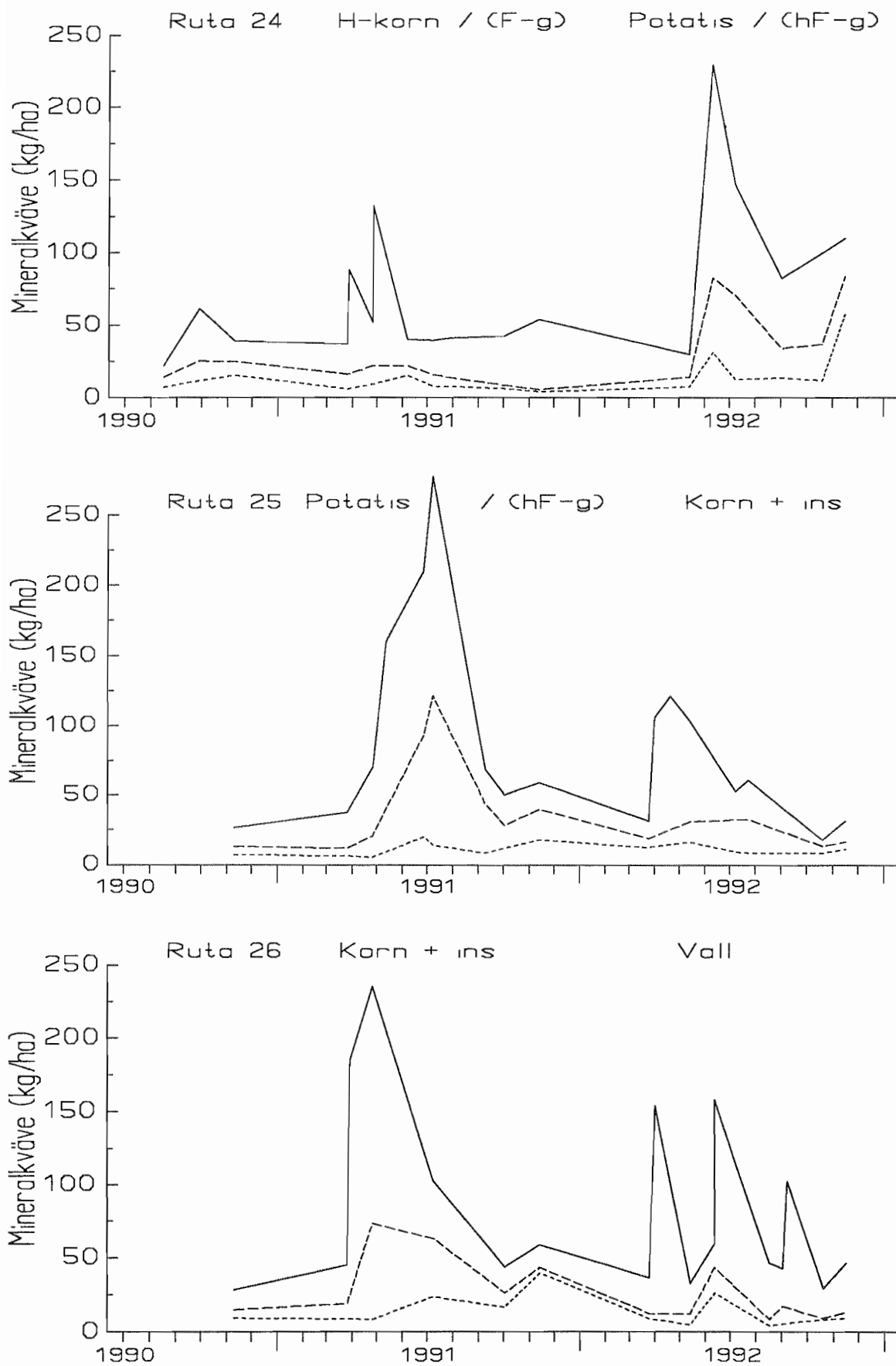
I samband med potatisodling uppmättes stor mängder mineralkväve i profilen under hela växtperioden (figur 5). Våren 1991 nedbrukades fånggrödan, som föregick potatisen, redan i slutet av mars vilket ledde till kraftig mineralkväveanhopning i marken redan före sättningen. Efterföljande år senarelades nedbrukningen till omedelbart före sättning, vilket medverkade till att hålla nere mineralkväveförrådet i marken under våravrinningens slutfas. Stora restkvävmängder uppmättes under hela växtperioden och vid tiden för blastdödn (tabell 10). Under hösten ökade mineralkväveförråden ytterligare till följd av mineralisering (figur 5). Kväveutbytet var dock jämförbart med andra gröders (tabell 7). En starkt ökad kväve mineralisering till följd av den nedbrukade fånggrödan (tabell 9b) samt jordbearbetningen vid kupning och upptagning har sannolikt bidragit till de stora mineralkväveförråden under sommaren och hösten.

Den samlade effekten av gödslingar, grödomas kväveupptag, mineralisering och utlakning på markens mineralkväveförråd framgår av figurerna 4-6. Figurerna är baserade på jordprovtagningarna, men tillförda mängder gödselkväve (ammonium- och nitratkväve) har lagts till förr att bättre åskådliggöra mineralkvävedynamiken i marken.

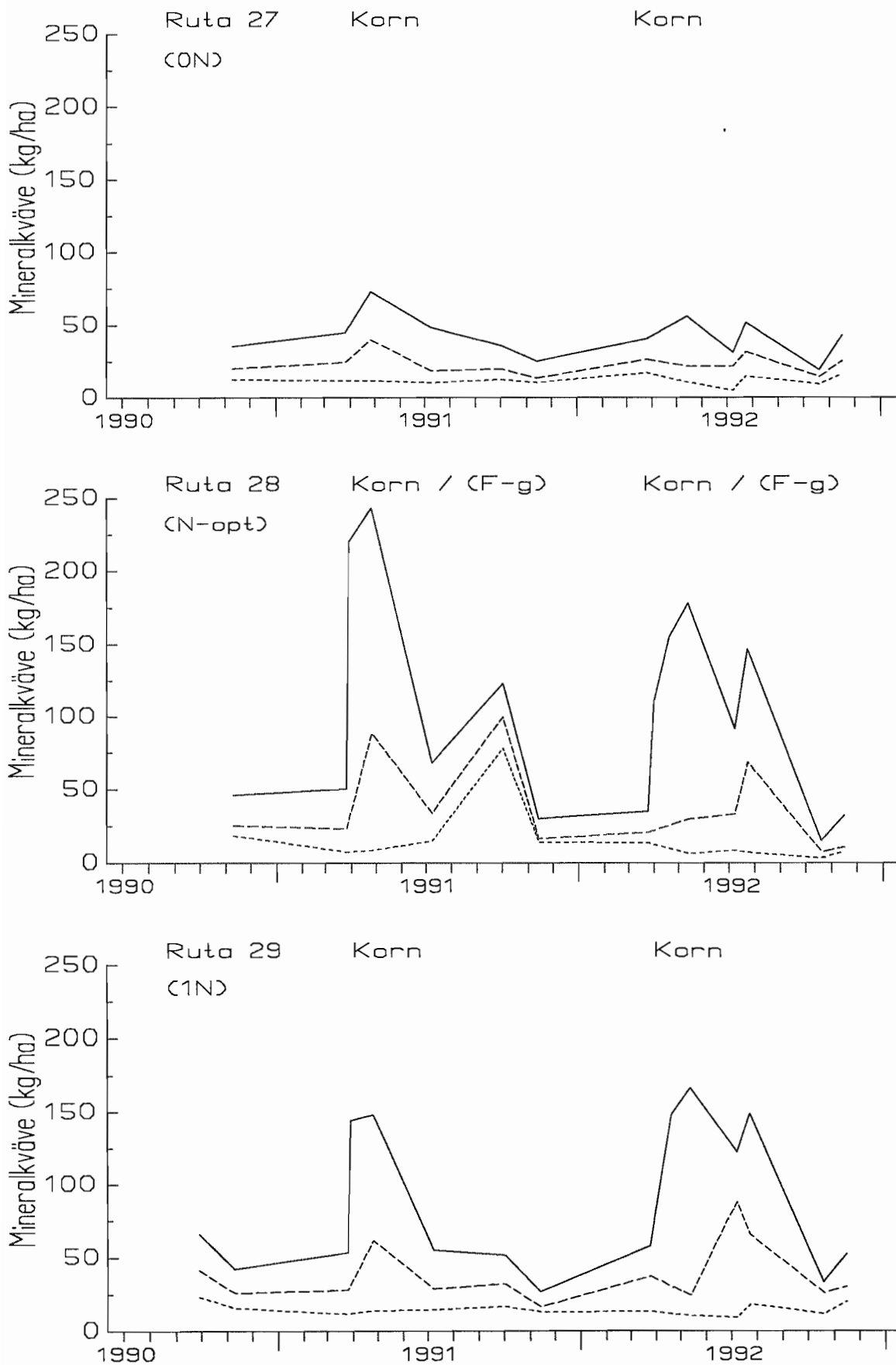




**Figur 4.** Mark profilens skiktvisa, (— 0-90, --- 30-90, ..... 60-90 cm), mineralkväveinnehåll i ruta 21, 22 och 23.



**Figur 5.** Mark profilens skiktvisa, (— 0-90, --- 30-90, ..... 60-90 cm), mineralkväveinnehåll i ruta 24, 25 och 26.

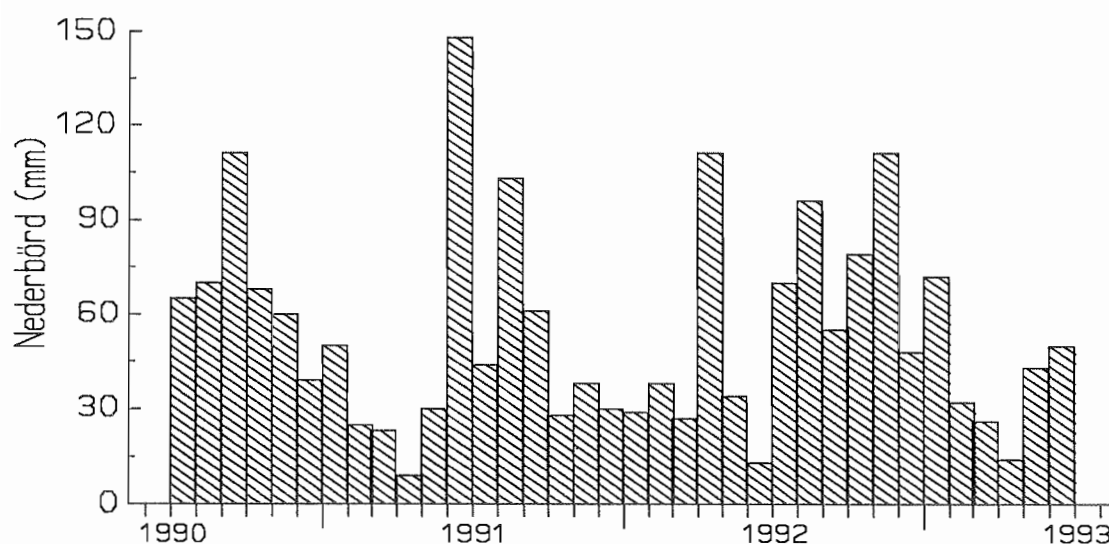


**Figur 6.** Mark profilens skiktvisa, (— 0-90, --- 30-90, ..... 60-90 cm), mineralkväveinnehåll i ruta 27, 28 och 29.

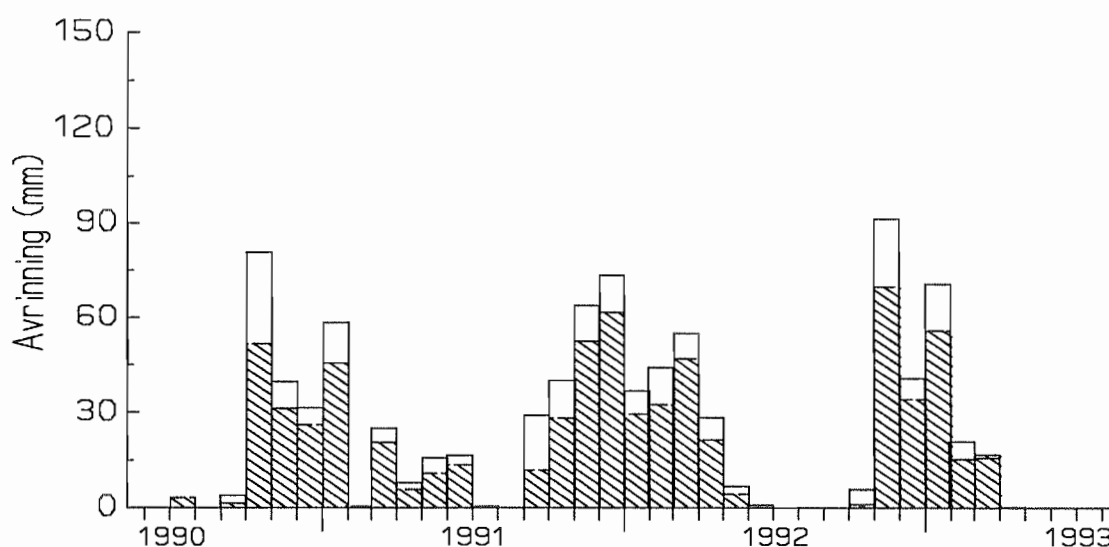
## Avrinning och nederbörd

Årlig nederbörd och medelavrinning via dräneringssystemet redovisas i tabell 11. Nederbörden var under två av de tre åren högre än det normala för trakten. Årsavrinningen påverkades mycket starkt av nederbördens fördelning under året, som exempel kan nämnas de stora nederbördsmängder som föll i juni 1991 men som avrinningsmässigt märktes först det agrohydrologiska året (juli-juni) 1991/92 (figur 7 och 8). Normalt skedde huvuddelen av avrinningen under vinterhalvåret med låg eller helt upphörd avrinning under sommaren. Som jämförelse har medtagits motsvarande avrinningstal från det äldre försöksfältet (Lindén *et al.*, 1993). Avrinningen via dräneringsledningarna var lägre från det nu aktuella fältet, sannolikt beroende på något olika grundvattenförhållande. Några påtagliga skillnader i avrinningsmönster kunde inte noteras (figur 8).

Avrinningen via dräneringssystemet varierade mellan de olika rutorna vilket framgår av tabell 12. Någon koppling mellan behandling 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 7.** Månadsvis nederbörd under försöksperioden (SMHI, Genevad).



**Figur 8.** Månadsvis medelavrinning via dräneringssystemen (ofylld stapel avser det intilliggande, äldre försöksfältet).

**Tabell 11.** Årlig nederbörd samt medelavrinning från försöksfältets 9 försöksrutor, som jämförelse har medtagits motsvarande avrinningsvärden från det äldre försöksfältet (Lindén et al., 1993), värden i mm.

| År:                 |                     | 1990/91 | 1991/92 | 1992/93 |
|---------------------|---------------------|---------|---------|---------|
| Nederbörd*          | Genevad             | 747     | 595     | 745     |
| Dräneringsavrinning | Försöksfältet       | 210     | 289     | 193     |
|                     | Äldre försöksfältet | 280     | 379     | 245     |

\*Årsmedelnederbörd 1931-60 för Genevad = 722 mm

**Tabell 12.** Rutvis årlig avrinning via dräneringsledningarna (mm).

| År      | Ruta: | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  | 27  | 28  | 29  |
|---------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1990/91 |       | 125 | 112 | 228 | 165 | 119 | 142 | 372 | 241 | 388 |
| 1991/92 |       | 194 | 152 | 354 | 227 | 160 | 194 | 502 | 309 | 509 |
| 1992/93 |       | 143 | 123 | 151 | 199 | 110 | 140 | 335 | 205 | 329 |

**Tabell 13.** Rutvisa aritmetiska årsmedelvärden för pH och ledningstal (mS/m) i dräneringsvatten.

| År                        | Ruta: | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  | 27  | 28  | 29  |
|---------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>pH</b>                 |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 90/91                     |       | 6,2 | 5,8 | 4,3 | 6,3 | 6,4 | 6,0 | 4,2 | 5,1 | 5,5 |
| 91/92                     |       | 6,2 | 6,0 | 4,6 | 6,1 | 6,3 | 5,9 | 4,2 | 5,2 | 5,7 |
| 92/93                     |       | 6,2 | 5,9 | 3,8 | 5,7 | 6,3 | 6,0 | 3,8 | 4,4 | 5,6 |
| <b>Ledningstal (mS/m)</b> |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 90/91                     |       | 36  | 44  | 44  | 33  | 23  | 24  | 37  | 34  | 35  |
| 91/92                     |       | 30  | 37  | 35  | 26  | 40  | 29  | 33  | 30  | 32  |
| 92/93                     |       | 45  | 43  | 47  | 50  | 22  | 22  | 37  | 32  | 30  |

## Ämneskoncentrationer, pH och ledningstal i dräneringsvatten och utlakningsförluster

### pH och ledningstal

De aritmetiska årsmedeltalen för pH varierade mellan 3,8 och 6,4. Någon systematisk skillnad mellan rutor och behandlingar eller upp eller nedgång kunde inte konstateras (tabell 13). Ledningstalet är ett mått på vattnets totala innehåll av salter (joner). Det aritmetiska årsmedeltalen varierade mellan 22 och 50 mS/m. Någon påtaglig inverkan av behandlingarna är svår att utskilja, efter potatisodling kan dock en ökning iaktas som troligen sammanhänger med bl.a. ökad kväveutlakning men också allmänt ökad omsättning i marken samt kraftig PK-gödsling,

### Kväve

Integrerade årsmedelkoncentrationer av nitrat- och totalkväve redovisas i tabell 14. Beräknade utlakningsförluster visas i tabell 15, utlakningen är som tidigare beskrivets beräknade på medelavrinning från det intilliggande äldre försöket. Nitratkvävet utgjorde vanligtvis minst 80% av totalkvävet (tabell 14). Koncentrationerna av kväve varierade kraftigt beroende på grödor, jordbearbetning och gödsling. De allmänna koncentrationerna liksom förlusternas storlek överensstämde i stort med jämförbara led i intilliggande och tidigare försök (Lewan & Johnsson, 1990; Torstensson *et al.*, 1992; Lindén *et al.*, 1993.)

Medelkoncentrationerna i led H, höstkom med fånggröda, låg något högre än i ett led med vårsäd och motsvarande gödsling i det äldre försöket (5,7 resp 4,1 N mg/l). Vårplöjning utan fånggröda (led A och B) gav lägre kvävekoncentrationer än i motsvarande led i det intilliggande äldre försöket, där för trakten normal höstbearbetning tillämpas. I detta försök var medelkoncentrationerna av totalkväve i dräneringsvattnet 10,0 resp. 17,1 N mg/l under perioden 1989-92 (Lindén *et al.*, 1993) jämfört med A- och B-ledens 5,8 resp. 8,7 N mg/l. Detta visar att utelämnandet av traditionell jordbearbetning på hösten, på jordar där så är möjligt, kan reducera kväveutlakningen påtagligt. Bearbetningen stimulerar kväveminerisering under hösten och vintern med ökad kväveutlakning som följd. I tidigare försök med fånggrödor har denna jämförelse saknats varför hela den utlakningsreducerande

**Tabell 14.** Integrerade årsmedelkoncentrationer av nitrat- och totalkväve, fosfat- och totalfosfor samt kalium i dräneringsvattnet. Analysen av fosfor och kalium uteslöts 1992.

|                                 |        |        |        |         |         |          |          |         |         |
|---------------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|----------|----------|---------|---------|
| År 1990/91 Led-ruta:            | A-27   | B-29   | C-28   | D-21    | E-22    | F-23     | G-24     | H-25    | I-26    |
| Flytgödsel:                     | 0 STG  | 0 STG  | 1 STG  | 1 STG   | 1+1 STG | 1 STG    | 1 STG    | 1 STG   | 1 STG   |
| Handelsgödsel:                  | 0 N    | 1 N    | 3/4 N  | 1/2 N   | 1/2 N   | 3/4 N    | 3/4 N    | 1/2 N   | 1/2 N   |
| Huvudgröda:                     | Vårsäd | Vårsäd | Vårsäd | Vårsäd  | Vårsäd  | Vall (I) | Vall (I) | Vårsäd  | Vårsäd  |
| Vintergröda:                    | -      | -      | Fångg. | Insådd  | Insådd  | H-raps   | H-korn   | Fångg.  | Fångg.  |
| Plöjningstid:                   | Vår    | Vår    | Vår    | -       | -       | T. höst  | T. höst  | Vår     | Vår     |
| <b>Kväve (N mg/l)</b>           |        |        |        |         |         |          |          |         |         |
| NO <sub>3</sub> -N              | 5,9    | 9,7    | 8,0    | 6,5     | 4,8     | 7,2      | 11,4     | 7,0     | 8,7     |
| Tot.-N                          | 6,8    | 11,1   | 9,2    | 8,0     | 6,1     | 8,4      | 12,9     | 9,2     | 11,1    |
| <b>Fosfor (P mg/l)</b>          |        |        |        |         |         |          |          |         |         |
| PO <sub>4</sub> -P              | 0,002  | 0,017  | 0,005  | 0,029   | 0,013   | 0,007    | 0,031    | 0,100   | 0,047   |
| Tot.-P                          | 0,009  | 0,047  | 0,017  | 0,103   | 0,065   | 0,033    | 0,083    | 0,238   | 0,123   |
| <b>Kalium (K mg/l)</b>          | 6,7    | 5,5    | 5,0    | 5,8     | 6,3     | 6,3      | 6,2      | 5,3     | 5,5     |
| År 1991/92 Led-ruta:            | A-27   | B-29   | C-28   | E-21    | F-22    | G-23     | H-24     | I-25    | D-26    |
| Huvudgröda:                     | Vårsäd | Vårsäd | Vårsäd | Vall I  | Vall II | H-raps   | H-korn   | Potatis | Vårsäd  |
| Vintergröda:                    | -      | -      | Fångg. | Vall    | H-raps  | H-korn   | Fångg.   | H-råg   | Insådd  |
| Plöjningstid:                   | Vår    | Vår    | Vår    | -       | T. höst | T. höst  | Vår      | Vår     | -       |
| <b>Kväve (N mg/l)</b>           |        |        |        |         |         |          |          |         |         |
| NO <sub>3</sub> -N              | 5,1    | 8,1    | 8,6    | 4,4     | 4,2     | 11,1     | 4,3      | 18,9    | 13,7    |
| Tot.-N                          | 6,1    | 9,2    | 9,6    | 6,1     | 5,8     | 12,2     | 5,4      | 20,4    | 15,9    |
| <b>Fosfor (P mg/l)</b>          |        |        |        |         |         |          |          |         |         |
| PO <sub>4</sub> -P              | <0,001 | 0,021  | 0,002  | 0,032   | 0,019   | 0,005    | 0,028    | 0,051   | 0,036   |
| Tot.-P                          | 0,009  | 0,046  | 0,024  | 0,141   | 0,072   | 0,048    | 0,083    | 0,083   | 0,064   |
| <b>Kalium (K mg/l)</b>          | 6,2    | 5,3    | 4,6    | 5,0     | 5,3     | 5,4      | 5,0      | 6,2     | 4,5     |
| År 1992/93 Led-ruta:            | A-27   | B-29   | C-28   | F-21    | G-22    | H-23     | I-24     | D-25    | E-26    |
| Huvudgröda:                     | Vårsäd | Vårsäd | Vårsäd | Vall II | H-raps  | H-korn   | Potatis  | Vårsäd  | Vall I  |
| Vintergröda:                    | -      | -      | Fångg. | H-raps  | H-korn  | Fångg.   | H-råg    | Insådd  | Vall    |
| Plöjningstid:                   | Vår    | Vår    | Vår    | T. höst | T. höst | Vår      | Vår      | -       | -       |
| <b>Kväve (N mg/l)</b>           |        |        |        |         |         |          |          |         |         |
| NO <sub>3</sub> -N              | 4,3    | 6,9    | 4,8    | 23,9    | 18,9    | 4,7      | 32,1     | 7,2     | 4,3     |
| Tot.-N                          | 5,4    | 8,1    | 5,8    | 25,2    | 20,8    | 5,9      | 33,4     | 8,8     | 6,4     |
| <b>Ledvisa medeltal 1991-93</b> |        |        |        |         |         |          |          |         |         |
| Led:                            | A      | B      | C      | D       | E       | F        | G        | H       | I       |
| Flytgödsel:                     | 0 STG  | 0 STG  | 1 STG  | 1 STG   | 1+1 STG | 1 STG    | 1 STG    | 1 STG   | 1 STG   |
| Handelsgödsel:                  | 0 N    | 1 N    | 3/4 N  | 1/2 N   | 1/2 N   | 3/4 N    | 3/4 N    | 1/2 N   | 1/2 N   |
| Huvudgröda:                     | Vårsäd | Vårsäd | Vårsäd | Vårsäd  | Vall I  | Vall II  | H-raps   | H-korn  | Potatis |
| Vintergröda:                    | -      | -      | Fångg. | Insådd  | Vall    | H-raps   | H-korn   | Fångg.  | H-råg   |
| Plöjningstid:                   | Vår    | Vår    | Vår    | -       | -       | T. höst  | T. höst  | Vår     | Vår     |
| <b>Kväve (N mg/l)</b>           |        |        |        |         |         |          |          |         |         |
| NO <sub>3</sub> -N              | 4,7    | 7,5    | 6,7    | 10,5    | 4,4     | 14,1     | 15,0     | 4,5     | 22,9    |
| Tot.-N                          | 5,8    | 8,7    | 7,7    | 12,2    | 6,3     | 15,5     | 16,5     | 5,7     | 24,7    |

effekten ibland har tillskrivits fånggrödan. Utelämnad höstbearbetning kan inte ersätta insådda fånggrödor som utlakningsreducerande åtgärd, men torde kunna utgöra ett komplement i de fall där användning av fånggröda är problematisk eller omöjlig, t.ex. i oljevaxter och i samband med kemisk bekämpning av rotagras på hösten.

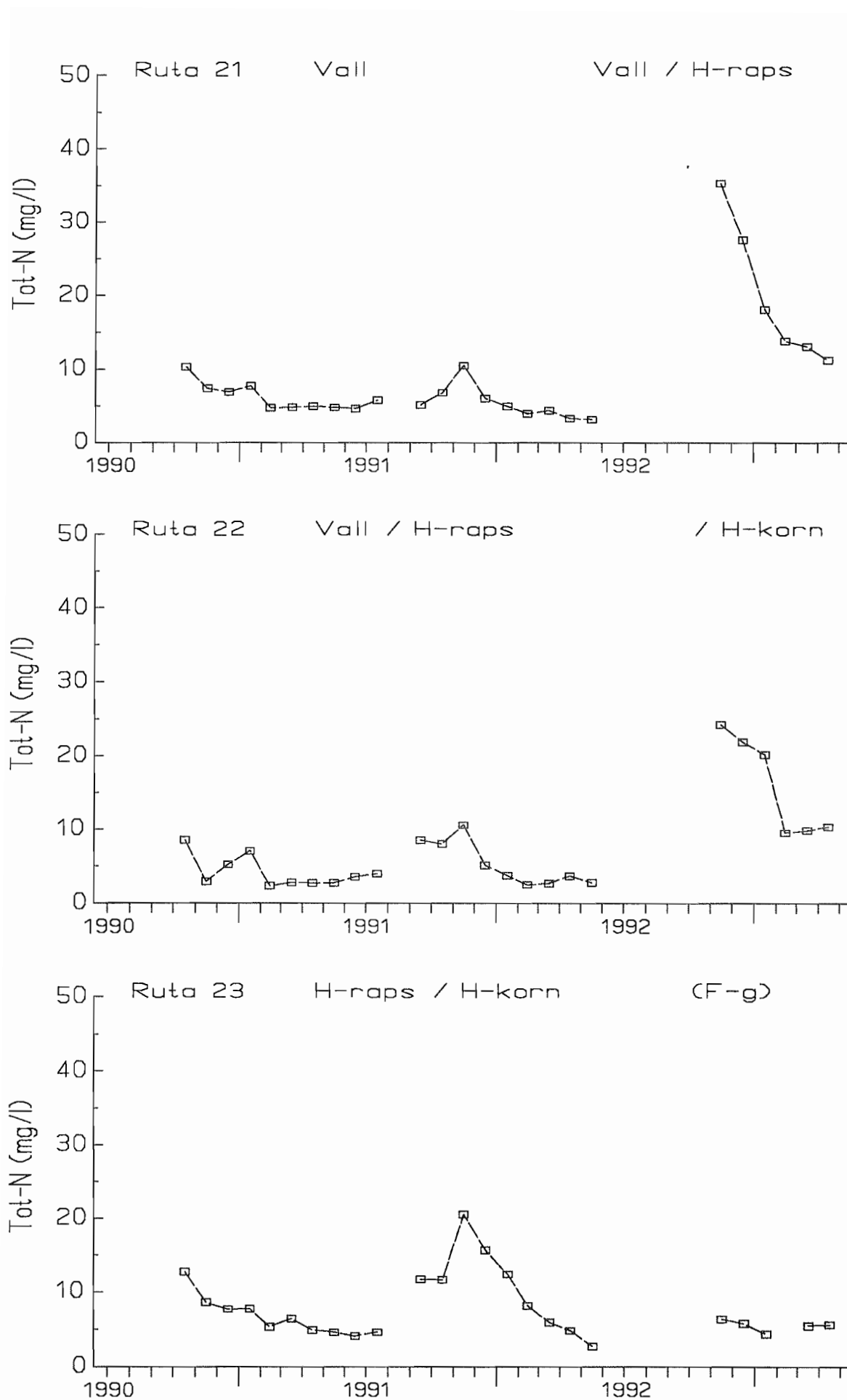
Kvävekoncentrationerna i det kväveoptimerade ledet med fånggröda (led C) var som medeltal bara ca 1 mg/l lägre än led B. C-ledet gödslades kraftigt de två första åren, 160 -170 N kg/ha om kvävet i handelsgödseln och ammoniumkvävet i flytgödseln sammanräknas (tabell 4). Med hänsyn det relativt låga merskördeutbytet måste dessa gödslingar betraktas som överoptimala. Fånggrödans förmåga att tillvarata tillgängligt kväve räckte inte till, resultaten överensstämmer väl med vad Lindén *et al.* (1993) fann vid överdosering av vårspriden flytgödsel. Det sista året avpassades gödslingen bättre vilket också minskade kväveutlakningen, trots låg skördenivå hos huvudgrödan.

**Tabell 15.** Årlig utlakning av kväve fosfor och kalium med dräneringsvattnet. (För jämförbarhetens skull beräknade på årsavrinning från det intilliggande äldre försöket.)

| År 1990/91 Led-ruta:          | A-27   | B-29   | C-28   | D-21    | E-22    | F-23     | G-24     | H-25    | I-26    |
|-------------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|----------|----------|---------|---------|
| Flytgödsel:                   | 0 STG  | 0 STG  | 1 STG  | 1 STG   | 1+1 STG | 1 STG    | 1 STG    | 1 STG   | 1 STG   |
| Handelsgödsel:                | 0 N    | 1 N    | 3/4 N  | 1/2 N   | 1/2 N   | 3/4 N    | 3/4 N    | 1/2 N   | 1/2 N   |
| Huvudgröda:                   | Vårsäd | Vårsäd | Vårsäd | Vårsäd  | Vårsäd  | Vall (I) | Vall (I) | Vårsäd  | Vårsäd  |
| Vintergröda:                  | -      | -      | Fångg. | Insådd  | Insådd  | H-raps   | H-korn   | Fångg.  | Fångg.  |
| Plöjningstid:                 | Vår    | Vår    | Vår    | -       | -       | T. höst  | T. höst  | Vår     | Vår     |
| <b>Kväve (N kg/ha)</b>        |        |        |        |         |         |          |          |         |         |
| NO <sub>3</sub> -N            | 16,4   | 27,1   | 22,4   | 18,2    | 13,4    | 20,2     | 31,9     | 19,6    | 24,2    |
| Tot.-N                        | 19,0   | 31,0   | 25,7   | 22,3    | 17,0    | 23,6     | 36,0     | 25,7    | 31,0    |
| <b>Fosfor (P kg/ha)</b>       |        |        |        |         |         |          |          |         |         |
| PO <sub>4</sub> -P            | <0,01  | 0,05   | 0,01   | 0,08    | 0,04    | 0,02     | 0,09     | 0,28    | 0,13    |
| Tot.-P                        | 0,02   | 0,13   | 0,05   | 0,29    | 0,18    | 0,09     | 0,23     | 0,67    | 0,34    |
| <b>Kalium (K kg/ha)</b>       | 18,8   | 15,3   | 14,1   | 16,2    | 17,6    | 17,6     | 17,3     | 14,9    | 15,3    |
| År 1991/92 Led-ruta:          | A-27   | B-29   | C-28   | E-21    | F-22    | G-23     | H-24     | I-25    | D-26    |
| Huvudgröda                    | Vårsäd | Vårsäd | Vårsäd | Vall I  | Vall II | H-raps   | H-korn   | Potatis | Vårsäd  |
| Vintergröda                   | -      | -      | Fångg. | Vall    | H-raps  | H-korn   | Fångg.   | H-råg   | Insådd  |
| Plöjningstid                  | Vår    | Vår    | Vår    | -       | T. höst | T. höst  | Vår      | Vår     | -       |
| <b>Kväve (N kg/ha)</b>        |        |        |        |         |         |          |          |         |         |
| NO <sub>3</sub> -N            | 19,5   | 30,6   | 32,6   | 16,7    | 15,7    | 42,0     | 16,2     | 71,5    | 52,0    |
| Tot.-N                        | 23,0   | 34,8   | 36,2   | 23,2    | 22,0    | 46,3     | 20,5     | 77,1    | 60,3    |
| <b>Fosfor (P kg/ha)</b>       |        |        |        |         |         |          |          |         |         |
| PO <sub>4</sub> -P            | <0,01  | 0,08   | 0,01   | 0,12    | 0,07    | 0,02     | 0,11     | 0,19    | 0,13    |
| Tot.-P                        | 0,04   | 0,17   | 0,09   | 0,53    | 0,27    | 0,18     | 0,31     | 0,32    | 0,24    |
| <b>Kalium (K kg/ha)</b>       | 23,5   | 20,0   | 17,3   | 19,0    | 20,2    | 20,5     | 19,0     | 23,5    | 17,1    |
| År 1992/93 Led-ruta:          | A-27   | B-29   | C-28   | F-21    | G-22    | H-23     | I-24     | D-25    | E-26    |
| Huvudgröda                    | Vårsäd | Vårsäd | Vårsäd | Vall II | H-raps  | H-korn   | Potatis  | Vårsäd  | Vall I  |
| Vintergröda                   | -      | -      | Fångg. | H-raps  | H-korn  | Fångg.   | H-råg    | Insådd  | Vall    |
| Plöjningstid                  | Vår    | Vår    | Vår    | T. höst | T. höst | Vår      | Vår      | -       | -       |
| <b>Kväve (N kg/ha)</b>        |        |        |        |         |         |          |          |         |         |
| NO <sub>3</sub> -N            | 10,5   | 16,9   | 11,7   | 58,7    | 46,5    | 11,6     | 78,7     | 17,6    | 10,5    |
| Tot.-N                        | 13,3   | 19,8   | 14,2   | 61,7    | 51,1    | 14,5     | 81,9     | 21,6    | 15,7    |
| <b>Ledvisa medeltal 91/93</b> |        |        |        |         |         |          |          |         |         |
| Led                           | A      | B      | C      | D       | E       | F        | G        | H       | I       |
| Flytgödsel:                   | 0 STG  | 0 STG  | 1 STG  | 1 STG   | 1+1 STG | 1 STG    | 1 STG    | 1 STG   | 1 STG   |
| Handelsgödsel                 | 0 N    | 1 N    | 3/4 N  | 1/2 N   | 1/2 N   | 3/4 N    | 3/4 N    | 1/2 N   | 1/2 N   |
| Huvudgröda                    | Vårsäd | Vårsäd | Vårsäd | Vårsäd  | Vall I  | Vall II  | H-raps   | H-korn  | Potatis |
| Vintergröda                   | -      | -      | Fångg. | Insådd  | Vall    | H-raps   | H-korn   | Fångg.  | H-råg   |
| Plöjningstid                  | Vår    | Vår    | Vår    | -       | -       | T. höst  | T. höst  | Vår     | Vår     |
| <b>Kväve (N kg/ha)</b>        |        |        |        |         |         |          |          |         |         |
| NO <sub>3</sub> -N            | 15,0   | 23,8   | 22,2   | 34,8    | 13,6    | 37,2     | 44,3     | 13,9    | 75,1    |
| Tot.-N                        | 18,2   | 27,3   | 25,2   | 41,0    | 19,5    | 41,9     | 48,7     | 17,5    | 79,5    |

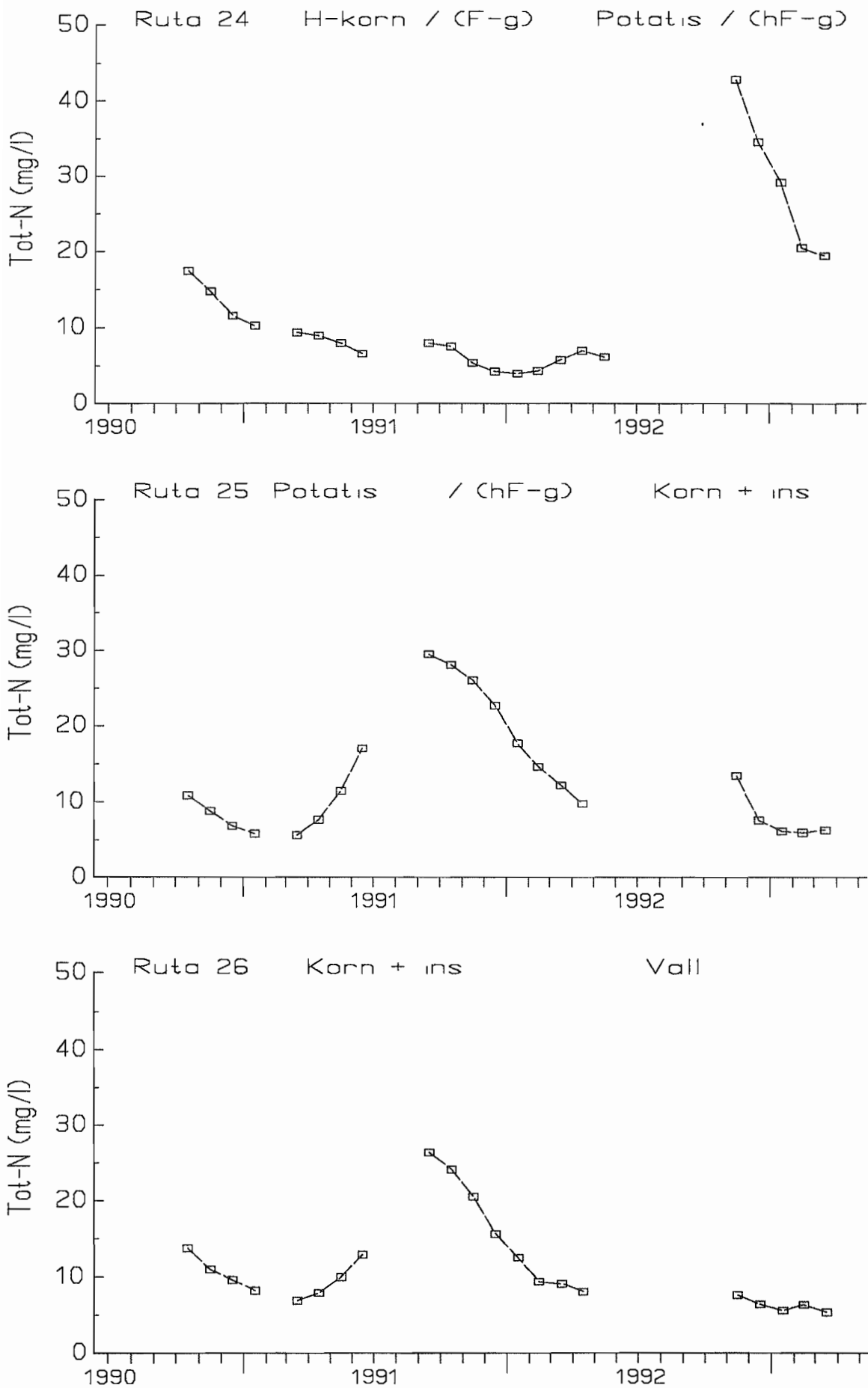
Kväveutlakningen efter förstaårsvall och höstkorn med insådd fånggröda blev låg, medelkoncentrationen av nitratkväve var under 5 mg/l. Vårsäd med vallinsådd gav högre utlakning, orsaken är oklar. Vallbrotten i led F orsakade inte några anmärkningsvärda höjningar av kvävekoncentrationerna i dräneringsvattnet de två första åren då höstrapsen utvecklades normalt. Hösten 1992 ökade dock koncentrationerna kraftigt till följd av stora restkvävemängder och att rapsens utveckling försenades av torkan. Även i led G där höstkorn hade satts ökade halterna betydligt mer än tidigare år (figur 9). Upptagskapaciteten hos höstkornet räckte inte till för att tillvarata allt tillgängligt mineralkväve.

Potatisen gav den högsta kväveutlakningen. Under båda årens inledande höstavrinning var kvävekoncentrationerna mycket höga jämfört med övriga led (figur 10). Den efter upptagningen sådda fånggrödan i form av höstråg blev alltför sent etablerad för att nämnvärt kunna dämpa kväveutlakningen, även vid optimal etablering räcker inte höstrågens upptagskapacitet till för att rädda så stora kvävemängder (Lindén *et al.*, 1993).

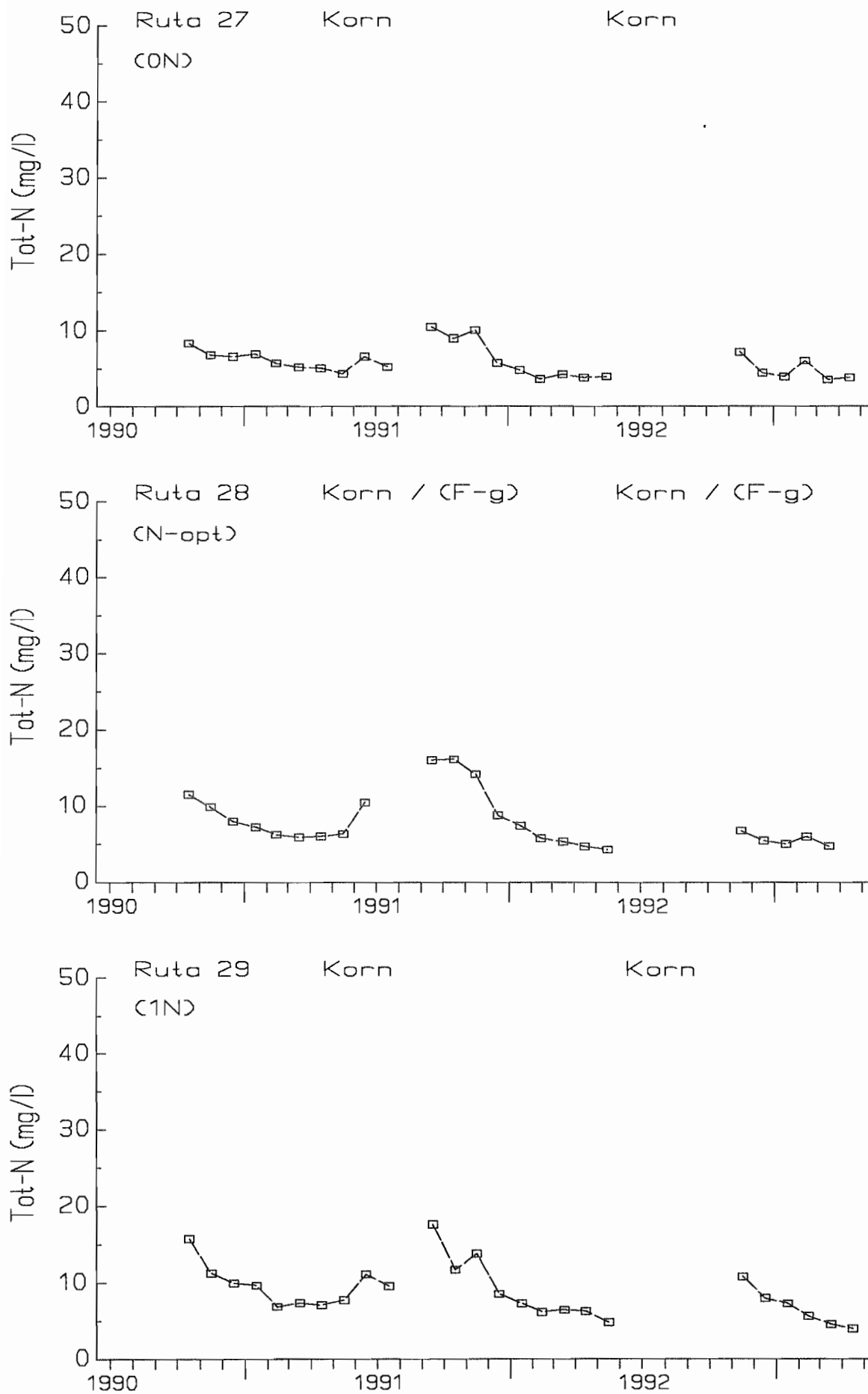


Figur 9. Totalkvävekoncentrationernas inomårsvariation, ruta 21, 22 och 23, (månadsintegrering).





Figur 10. Totalkvävekoncentrationernas inomårsvariation, ruta 24, 25 och 26, (månadsintegrering).



Figur 11. Totalkvävekoncentrationernas inomårsvariation, ruta 27, 28 och 29, (månadsintegrering).

## Fosfor och kalium

I tabell 14 redovisas integrerade medelkoncentrationer av fosfor och kalium i dräneringsvattnet. Någon inverkan på någondera av ämneskoncentrationerna som direkt kan härledas till utförda behandlingsåtgärder kunde inte konstateras. Den dominerande orsaken till skillnaderna i fosforkoncentrationer mellan leden är sannolikt skillnader i markkemiska egenskaper som leder till olika hög grad av fosforfastläggning i alven. Utlakningsförlusterna låg på för trakten normal nivå (Torstensson *et al.*, 1992; Lindén *et al.*, 1993). Analys av dräneringsvattnets innehåll av fosfor och kalium gjordes endast under de första två åren. Då försöket i huvudsak var inriktat på kvävefrågorna uteslöts dessa fr.o.m. 1992-07-01.

## Sammanfattning

I ett treårigt utlakningsförsök på en sandig mojord vid Mellby i södra Halland 1990-1992 studerades utlakning av kväve med dräneringsvattnet i relation till mineralkvävedynamiken i marken och grödornas kväveupptag. Försöket omfattade två avdelningar. I avdelning I testades en insådd fånggrödans kapacitet i ett kväveoptimerat led med normal flytgödselgiva samt huruvida vårplöjning (helst utelämnad jordbearbetning på hösten) i ett normalt kvävegödselat led med enbart handelsgödsel påverkade kväveläckaget, dessa led jämfördes med ett intilliggande försök där fixerad kvävegiva resp. en för trakten normal höstbearbetning tillämpades. Försökets avdelning II bestod av ett växtodlingssystem med en sexårig växtföljd (vall I, vall II, höstraps, höstkorn, potatis och vårsäd med vallinsådd) där åtgärder hade satts in för att minimera kväveläckaget. Dessa åtgärder var vallodling, ökad andel höstgrödor, spridning av all flytgödsel på våren eller under försommaren i växande gröda samt, efter höstkorn och potatis där marken inte var vinterbevuxen, insådd (engelskt rajgräs och vitklöver) resp. höstsådd fånggröda (höstråg). Alla vårsådda led vårplöjdes. Totalmängderna av flytgödsel var anpassade efter i trakten maximal tillåten djurtäthet.

Första försöksåret, 1990, var ett igångsättningsår med avvikande grödor och behandlingar. Efterföljande år var den allmänna skördenivån normal medan den under det sista åren blev mycket under den normala till följd av stark torka vilket även starkt hämmade de nysådda höstgrödornas utveckling detta år.

Det kväveoptimerade ledet gödslades kraftigt de två första åren men merskördeutbytet, jämfört med normalgödslade led, blev mycket måttligt. Kväveutlakning blev i samma storleksordning som i ett intilliggande försök där dubbel flytgödselgiva på våren och fånggröda användes. Normal flytgödselgiva med fånggröda gav i samma försök ungefär hälften så stor utlakning.

Utelämnad höstbearbetning men utan fånggröda reducerade påtagligt kvävekoncentrationerna i dräneringsvattnet jämfört med konventionell höstbearbetning utan fånggröda, vilket innebar ungefär lika stor utlakning som i det kväveoptimerade ledet med fånggröda.

Efter förstaårsvall och höstkorn med insådd fånggröda blev utlakningen låg, medelkoncentrationen av nitratkväve låg under 5 mg/l. Vårsäd med vallinsådd (klöver-gräs) gav högre utlakning. Sådd av höstraps efter vallbrott gav också låg utlakning under förutsättning att den fick normal (god) utveckling under hösten. Efter höstrapsen erhöles högre utlakning alla år. I båda fallen nedbrukades före sådden ansevärliga mängder lättillgängligt kväve med skörderesterna.

Potatisgrödan gav den allra största utlakningen. Utbytesgraden mellan skördat kväve och tillfört gödselkväve skilde sig inte påtagligt från övriga grödor. En starkt bidragande orsak till den höga utlakningen kan därför vara en kraftigt stimulerad mineralisering till följd av intensivare jordbearbetning i samband med sätning, kupning och upptagning. Nedbrukningen på våren av betydande mängder kväverikt material i form av fånggröda har ökat mineraliseringen ytterligare. Höstrågen som såddes efter potatisen klarade inte att minska utlakningen till acceptabel nivå under vintern.

## Slutsatser

- Utelämnad höstbearbetning (vårplöjning) utan insådd fånggröda kan påtagligt reducera utlakningen jämfört med traditionell höstbearbetning på jordar där vårplöjning kan tillämpas.
- När sk kväveoptimering med jord- och bladanalys tillämpas kan utlakningen öka, även med fånggröda, om merskörden inte motsvarar ev. extra gödslingsinsats. Kvävegivor påtagligt över vad som normalt rekommenderas i trakten leder till ökad kväveutlakning, insådd fånggröda kan reducera denna utlakning men nivån blir högre än vid normalgödning med fånggröda. "Optimering" av kvävegivan bör innebära att gödslingsinsatsen kan bli såväl lägre som högre än rekommenderad standardgiva, detta förutsätter att grundgivan på våren hålls lägre än den rekommenderade standardgivan för att lämna utrymme för eventuell optimeringsgödning (jmf. Brink & Torstensson, 1986).
- Sådd av höstoljeväxter efter vallbrott tycks normalt kunna hålla kväveutlakningen på acceptabel nivå under förutsättning att de sås i rätt tid och får normal utveckling. Skördesystem och gödning i sista årets vall kan behöva anpassas för att reducera risken för stora restkvävemängder i marken. Om två skördar tas före vallbrottet bör den första ske relativt tidigt (jmf. Gustafson & Torstensson, 1988).
- Med skörderesterna efter oljeväxter nedbrukas relativt stora mängder lättillgängligt kväve. Höstkornet som i denna undersökning såddes efter höstrapsen förmådde inte helt tillvarata det extra mineralkväve som frigjordes, med ökad utlakning som följd.
- På våren insådd fånggröda (rajgräs + vitklöver) i höstkorn gav mycket god reduktion av utlakningen efterföljande höst och vinter. Inga tendenser till kvävebrist under efterföljande vår och försommar observerades.
- Potatisodling tycks alltid medföra risk för stora utlakningsförluster. Nedbrukning av en kraftig fånggröda före sätningen medför en extra förstärkning av kväveminaliseringen under växtperioden, vilket måste beaktas vid val av gödslingsintensitet. Sådd av höstråg efter upptagning tycks inte påtagligt kunna reducera utlakningen, rågen hinner inte utvecklas tillräckligt (jmf. Kreuger & Brink, 1984).

Den genomförda undersökningen är alltför kort och inhomogen mellan årsmånerna för att helt kunna svara upp mot projektets målsättning. Speciellt gäller det avdelning II, de olika grödorna och odlingsåtgärderna i ett växtodlingssystem påverkar såväl odlingsförutsättningar som utlakningsrisker under efterföljande år. Förutom att alla förfrukter (ibland även för-förfrukter) måste vara de avsedda, måste inverkan av olika årsmånar ingå för att kunna ge en bild av hur utlakningsrisken från växtodlingssystemet i sin helhet påverkas.

Potatisodling medför speciella problem ur kväveutlakningssynpunkt. Kunskaperna om hur acceptabel kväveutlakning ska kunna kombineras med acceptabel skördenivå och tillgänglig teknik är för närvarande mycket små. Inom detta område kommer behövas betydande insatser med tanke på potatisodlingens omfattning och lokalisering till lätta jordar samt dess stora ekonomiska betydelse för odlaren.

Utveckling och värdering av växtodlingssystem inriktade på att minimera utlakningsförlusterna måste fortsätta. I dag finns goda kunskaper om enskilda åtgärder som kan reducera utlakningsriskerna i stråsädesodling, åtminstone på kort sikt. Vad som fortfarande saknas, innan dessa kan tillämpas fullt ut i det praktiska lantbruket, är kunskap om hur dessa fungerar i ett verkligt växtodlingssystem under hela växtföljdsomlopp. Detta kan och bör göras i form av försök där kvävecirkulation och utlakning kan följas. För att minska riskerna för dyrköpta misstag, både för miljön och lantbruket, som insats av ofullständigt prövade metoder kan innebära är det nödvändigt att forskning och försöksverksamhet ges möjlighet att ligga steget före i dessa avseenden.

## Conclusions

- Omitted autumn tillage (spring ploughing) without an undersown catch crop may lead to a considerable reduction in leaching in comparison with traditional autumn tillage on soils where spring ploughing can be done.
- When N-optimisation with soil and leaf analyses can be done, the leaching risk may increase, even with a catch crop, if the extra yield does not correspond to an extra fertilisation input. Nitrogen doses that are considerably in excess of normal recommendations in the area will lead to an increased risk of leaching. An undersown catch crop may reduce this leaching but the level will be higher than with normal fertilisation and a catch crop. Optimisation of the nitrogen dose should imply that the total manure input can be both lower or higher than the recommended standard dose, provided that the basic fertilisation applied in the spring is kept lower than the standard level in order to allow space for optimisation of the final dose of manure.
- Sowing of winter oilseeds after a ley normally appears to be able to keep the N-leaching at an acceptable level provided that they are sown at the right time and have normal development. The harvesting system and the fertilising in the last year of the ley may require adaptation in order to avoid large residues of nitrogen remaining in the soil. If two cuts are taken before the ley is ploughed, then the first cut must be taken relatively early.
- Relatively large amounts of easily available nitrogen are incorporated into the soil with residues after the harvest of oilseeds. The winter barley, in this study sown after the winter rape, was not capable of entirely utilising the extra mineral nitrogen released, with increased leaching as a result.
- A catch crop (ryegrass + white clover) undersown in the spring in winter barley gave a very good reduction of leaching in the following autumn and winter.
- Potato-growing always seems to result in large leaching losses. Incorporation of the catch crop before planting gives increased mineralisation during the growing period which must be considered when the manure level is decided upon. Winter rye sown after the potatoes have been harvested does not appear to reduce the leaching to any great extent since the rye does not have time to develop sufficiently.

The investigation was too short and inhomogeneous from year to year to be able to respond fully to the targets established. This particularly refers to Part II, where the different crops and cropping measures in a cropping system affect both growing conditions and the risk of leaching during subsequent years. Apart from the fact that all previous crops must be the ones intended - sometimes also pre-previous crops - the influence of different conditions from year to year must also be included in order to be able to get a picture of how the leaching risk from the cropping system as a whole is affected.

Potato-growing caused problems from the viewpoint of nitrogen leaching. Knowledge of how acceptable N-leaching can be combined with an acceptable yield level and available technology is very deficient. This sector requires considerable research inputs with regard to the extent of potato-growing, its localisation to light soils and its great economic importance for the grower and for food supply.

Development and evaluation of cropping systems directed at minimising leaching losses must continue. Today there is good knowledge of individual inputs that can reduce the leaching risks, at least in the short term. What is still needed before this knowledge can be fully applied in practical agriculture is details of how these measures function in an actual cropping system throughout the rotation. This can, and should, be done as experiments where the nitrogen circulation and leaching can be studied. In order to reduce the risks, both to the environment and to agriculture, of expensive mistakes that may occur as a result of using insufficiently tested methods, it is essential that research and applied research are given the opportunity to keep one step ahead in this respect.

## REFERENSER

- Brink, N. och Torstensson, G. 1986. Vådan av proteingödsling. Värdera miljön. Ekohydrologi nr 21, Avd. för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Fleischer, S., Andreasson, I.-M., Holmgren, G., Joelsson, A., Kindt, T., Rydberg, L. och Stibe, L. 1989. Markanvändning och vattenkvalitet, En studie i Laholmsbuktens tillrinningsområde. Länsstyrelsen i Hallands län. Medd. 1989:10.
- Gustafson, A. & Torstensson, G. 1988. Växtnäringsläckage efter vallbrott. Ekohydrologi nr 26, 29-41. Avd. för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, 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.
- Ivarsson, K., Brink, N. 1985. Utlakning från en grovmojord i Halland. Ekohydrologi nr 20, Avd. för vattenvård, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala, 13-25.
- 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.
- Joelsson, A. & Pettersson, O. 1982. Jordbruksdriften i södra Halland - inventering, analys av miljöeffekter, åtgärder. PM 1597, Statens naturvårdsverk, Solna.
- Johnsson, H. 1989. The soil at Mellby experimental Field, Manuscript. Avd. för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Box 7072, 750 07 Uppsala.
- Kreuger, J. & Brink, N. 1984. Fånggröda och delad giva vid potatisodling. Ekohydrologi nr 17. Avd. för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Lewan, L. & Johnsson, H. 1990. Insådd fånggröda: Effekter på utlakning av kväve. Ekohydrologi nr 27. Avd. för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Lindén, B. 1977. Utrustning för jordprovtagning i åkermark. Rapport nr 112, Avd. för växtnäringslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Lindén, B. 1979. Alvprovtagning med "Ultuna-borren" - för markkartering och framtida N-prognoser. Rapport nr 120, Avd. för växtnäringslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Lindén, B. 1982. Ammonium- och nitratkvävet rörelser och fördelning i marken. III. Inverkan av nederbördsförhållanden och vattentillgång. Studier i modell- och ramförsök. Rapport nr 143. Avd. för växtnäringslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Lindén, B., Gustafson, A. Torstensson, G. och Ekre E. 1993. Mineralkvävedynamik och växtnäringsutlakning på en grovmojord i södra Halland med handels- och stallgödslade odlingssystem med och utan fånggröda. Ekohydrologi nr 30, Inst. för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Statens jordbruksverks författningssamling (SJVFS) 1991. Statens jordbruksverks föreskrifter om odling på höst- och vinterbevuxen åkermark. SJVFS 1991:72, sak nr U 170.
- Statens författningssamling (SFS) 1991. Förordning (1979:426) om skötsel av jordbruksmark. SFS 1991:1295.
- Torstensson, G., Gustafson, A., Lindén, B. och Skyggesson G. 1992. Mineralkvävedynamik och växtnäringsutlakning på en grovmojord med handels- och stallgödslade odlingssystem i södra Halland. Ekohydrologi nr 28. 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.
- Voelcker, J.A. & Hall, A.D. 1903. Valuation of unexhausted manures obtained by the consumption of foods by stock. J. R. Agric. Soc. Engl. 63, 76-114.

# Ekohydrologi

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

- | Nr | År   | Författare och titel. <i>Author and title.</i>  |
|----|------|---|
| 24 | 1987 | <p>Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggröda efter skörd. <i>Catch crop after harvest.</i></p> <p>Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Läckage av växtnäring från åker i Nybroåns vattensystem. <i>Leaching av Nutrients from Arable Land in the Nybroån River Basin.</i></p> <p>Solweig Ellström och Nils Brink. Stallgödsblad och konstgödsblad åker läcker växtnäring. <i>Fields spread with Manure and Fertilizer leach Plant Nutrients.</i></p> <p>Nils Brink. Kväveläckage vid försök med nitrifikationshämmare.</p> <p>Nils Brink. Kväve och fosfor från stallgödsblad åker.</p> <p>Nils Brink. Kväve och fosfor från konstgödsblad åker.</p>   |
| 25 | 1987 | <p>Nils Brink och Klaas van der Meulen. Losses of Phosphorus and Nitrogen to Lake Ringsjön.</p> <p>Nils Brink. Regional vattenundersökning söder och öster om Ringsjön. <i>Water nutrient status to the south and east of Lake Ringsjön.</i></p> <p>Petra Fagerholm. Vattenkvalitet och jordbruksdrift inom Ringsjöområdet. <i>Water quality and agricultur in the area of Lake Ringsjön.</i></p> <p>Nils Brink. Nitrifikationshämmare eller svält mot kväveläckage. <i>Nitrification inhibitors or starvation against nitrogen losses.</i></p> <p>Nils Brink, Jenny Kreuger och Gunnar Torstensson. Näringsflöden från åkermark. <i>Nutrient fluxes from arable land.</i></p>  |
| 26 | 1988 | <p>Arne Andersson och Arne Gustafson. Deposition av spårelement med nederbörden. <i>Bulk deposition of trace elements in precipitation.</i></p> <p>Arne Andersson, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Utlakning av spårelement från odlad jord. <i>Removal of trace elements from arable land by leaching.</i></p> <p>Barbro Ulén. Fosforerosion vid vallodling och skyddszon med gräs. <i>Phosphorus erosion under ley cropping and a grass protective zone.</i></p> <p>Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsläckage efter vallbrott. <i>Leaching of nutrients after ploughing a ley.</i></p> <p>Solweig Ellström. Avrinning och växtnäringstransport från åkermark. <i>Discharge and losses of nutrients from arable land.</i></p> |
| 27 | 1990 | <p>Lisbet Lewan. Insådd fånggröda: Effekter på utlakning av växtnäringsämnen. <i>Undersown Catch Crop - Effects on leaching of plant nutrients.</i></p> <p>Lisbet Lewan och Holger Johnsson. Insådd fånggröda: Effekter på utlakning av kväve. <i>Undersown Catch Crops - Effects on Leaching of Nitrogen.</i></p> <p>Solweig Wall Ellström. Avrinning och växtnäringsförluster från JRK:s stationsnät på åkermark. <i>Discharge and nutrient losses from arable land.</i></p>  |
| 28 | 1992 | <p>Gunnar Torstensson, Arne Gustafson, Börje Lindén och Gustav Skyggesson. Mineralkvävedynamik och växtnäringsutlakning på en grovmojord med handels- och stallgödsblade odlingsssystem i södra Halland.</p>  |





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

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

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

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

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

Distribution:

Pris: 35:- (exkl.moms)

Avdelningen för vattenvårdslära  
Box 7072  
750 07 UPPSALA, Sweden

Tel 018-67 24 60