



# SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET

Nils Brink och Klaas van der Meulen

## **Losses of Phosphorus and Nitrogen to Lake Ringsjön**

Nils Brink

## **Regional vattenundersökning söder och öster om Ringsjön**

Petra Fagerholm

## **Vattenkvalitet och jordbruksdrift inom Ringsjöområdet**

Nils Brink

## **Nitrifikationshämmare eller svält mot kväveläckage**

Nils Brink, Jenny Kreuger och Gunnar Torstensson

## **Näringsflöden från åkermark**

---

Ekohydrologi 25

Uppsala 1987

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

ISBN 91-576-3260-X

ISSN 0347-9307

---

Tryck: SLU/Repro, Uppsala 1987



## INNEHÅLL

Losses of phosphorus and nitrogen to Lake Ringsjön av Nils Brink and Klaas van der Meulen	5
Regional vattenundersökning söder och öster om Ringsjön av Nils Brink	16
Vattenkvalitet och jordbruksdrift inom Ringsjöområdet av Petra Fagerholm	20
Nitrifikationshämmare eller svält mot kväveläckage? av Nils Brink	34
Näringsflöden från åkermark av Nils Brink, Jenny Kreuger och Gunnar Torstensson	41

## FÖRORD

Diskussionerna om eutrofieringen av Ringsjön har understundom gått höga. Främst har frågan gällt orsakerna till och ansvaret för situationen i sjön. I tre uppsatser i detta nummer av Ekohydrologi finner vi svaret på en del av frågorna. De två första uppsatserna är rapporter över undersökningar som gjorts på uppdrag av Länsstyrelsen i Malmöhus län. Den tredje är ett examensarbete som bekostats av Stiftelsen Oscar och Lili Lamms Minne, Ringsjökommittén och Sveriges lantbruksuniversitet.

Nitrifikationshämmare används runt om i världen för ökning av skördarna efter spridning av olika gödselmedel på hösten. Utlakningen av kväve kan därmed tänkas minska. Utsvältning av jorden på kväve är ett annat sätt att minska förlusterna. Båda dessa ting behandlas i den fjärde uppsatsen, som utgör slutrapport av ett försök i Västergötland. Avdelningen stod för kostnaderna.

Avdelningens medverkan i Programmet för övervakning av miljökvalitet (PMK) fortsatte 1985/86. Årsrapporten för nämnda år har publicerats på annat håll. För att den skall nå en vidare krets publiceras den också i Ekohydrologi. Statens naturvårdsverk bekostar verksamheten.

December 1987

Nils Brink

# LOSSES OF PHOSPHORUS AND NITROGEN TO LAKE RINGSJÖN

Nils Brink and Klaas van der Meulen

## INTRODUCTION

Lake Ringsjön in central Skåne is of great importance for drinking water supply, recreation, and fishing. All these functions are seriously threatened by the increasing eutrophication of the lake. Especially the transport of phosphorus and nitrogen to the lake is high. Since phosphorus is shown to be a limiting factor, reduction of the phosphorus transport has first priority. Diffuse pollution by agriculture is calculated to be responsible for about 75 percent of the total transport of both phosphorus and nitrogen (Ryding 1983).

The objective of this study was to examine the causes of the nitrogen and phosphorus losses from arable land and point sources and to propose measures to counteract the pollution. Earlier reports on the subject

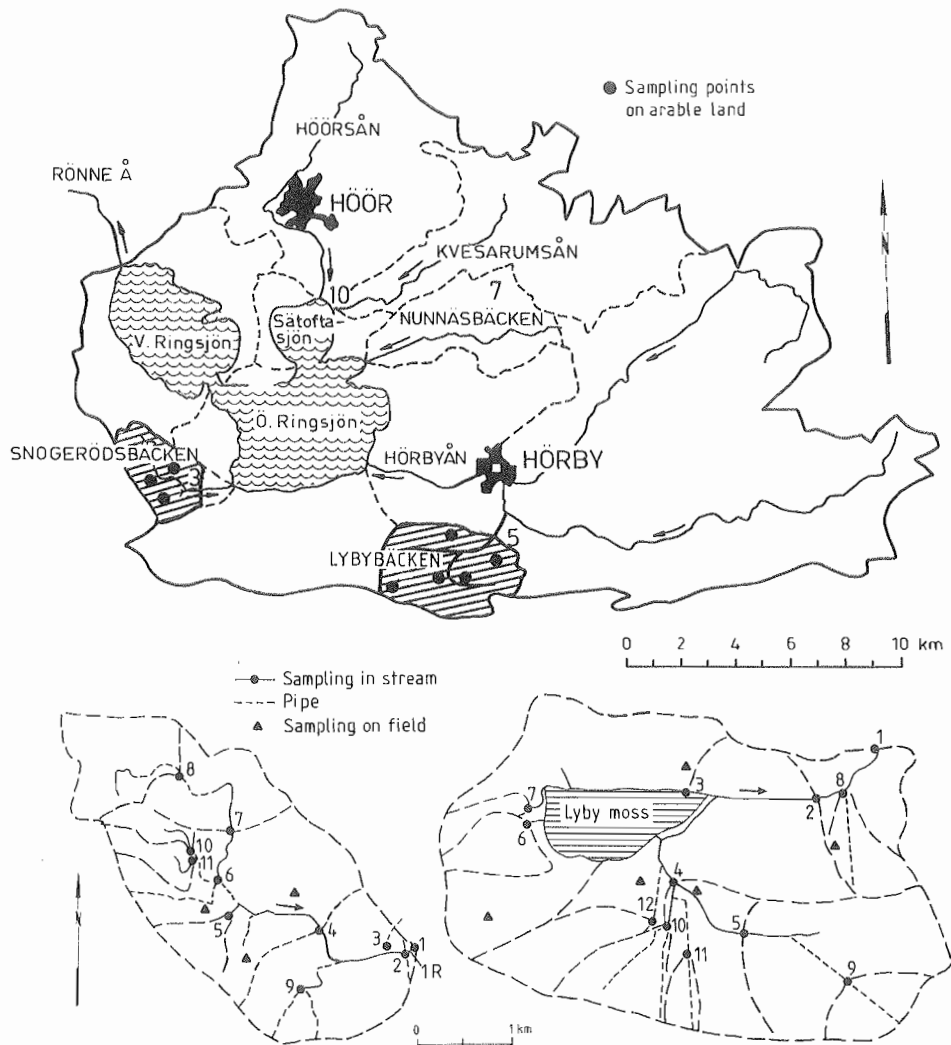


Fig. 1. The basins of Lake Ringsjön (top), Snogeröd (left) and Lyby (right) with subdrainage areas. Sampling sites in the streams are numbered. No. 1R means the sewage plant at Snogeröd.

Table 1. The distribution of land area within the basins of Lake Ringsjön.

Basin	Area (%)					Total (ha)
	Arable <sup>a</sup>	Wood	Wetland	Settlem.	Rest	
Ringsjön	38	39	3	1	19	34,700
Snogeröd	90	7	0	3	0	735
Lyby	89	0	8	3	0	1,518

<sup>a</sup>Arable land.

were published by Brink, Gustavsson & Ulén (1984), Gustavsson & Brink (1985), and Gustavsson (1985).

## MATERIAL AND METHODS

### Design

During nearly three agrohydrological years, i.e. from October 1983 to June 1986, discharge and concentrations of total nitrogen, nitrate nitrogen, total phosphorus, phosphate phosphorus, particle phosphorus, and suspended matter were measured at several places in the Snogeröd and Lyby basins (Figure 1). In this way an impression of the contribution of the subdrainage areas and from point sources to the total transport of nitrogen and phosphorus could be obtained.

Samples were taken not only in streams, but also in surface runoff and drainage water at some field sampling sites. The location of all sampling points and the subdrainage areas of the stream sampling points are shown in Figure 1. Sampling point No. 1R in the Snogeröd basin is the outlet of a sewage water treatment plant, which treats the sewage water of about 210 inhabitants of Snogeröd. At sampling point No. 9 in the Snogeröd basin water from a non fertilized forest was sampled. In September and October 1984 four new sampling points (9, 10, 11, 12) were added in the Snogeröd basin and five (8, 9, 10, 11, 12) in the Lyby basin.

### Drainage basins

The Snogeröd and Lyby basins were chosen because of their high percentage of arable land (Table 1) and high phosphorus losses.

The Snogeröd basin is hilly and the east part slopes steeply down towards Lake Östra Ringsjön. The Lyby basin is shaped like a bowl and the terrain is built up of gently shelved hills.

The soil in both basins consists mainly of silty to fine sandy till with 5-15 % clay, 5-20 % silt and 65-90 % sand, and of clayey till with 15-25 % clay, 10-35 % silt and 40-75 % sand.

An inventory of the number and kind of point sources was made by Nilsson (1983), updated in 1987 at the county of Malmö, and a corresponding survey of erosive areas made by Alström & Bergman (1986).

The following kinds of point sources are found:

Basin	Inhabitants	Arable farms	Live- stocks	Dairy cows	Cow- calves	Pigs	Sows	Horses	Animal units
Snogeröd	261	5	11	149	242	2230	13	-	497
Lyby	113	8	53	409	729	4075	317	28	1300

An "animal unit" is estimated as 1 dairy cow, 2 cow-calves, 10 pigs, 3 sows or 2 horses. Clearly there is a lot of animal husbandry in both basins.

The subdrainage areas, erosive areas and point sources are found in Table 4.

### Runoff

In sampling point No. 1 in both Snogeröd and Lyby streams the water level was continuously recorded with an Ott-recorder (R16). The levels were converted to discharged water amounts by means of the curves in Figure 2. The curves were based on eight measurements in the Snogeröd stream and five in the Lyby stream during winter 1983 and spring 1984. The equations of the curves are, respectively:

$$Q = 1.742 \cdot 10^{-5} (h-3)^{2.6270}, \quad r^2 = 0.9095, \quad (1)$$

$$Q = 5.644 \cdot 10^{-5} (h-25)^{2.5806}, \quad r^2 = 0.9939, \quad (2)$$

where  $Q$  is the discharge in  $m^3/s$  and  $h$  the recorded water level in cm. By dividing  $Q$  by the drainage area in hectares and then multiplying by a factor 0.1 the runoff is obtained in mm/s.

### Concentrations and transports

Water samples in streams were taken about once a month and more frequently during high discharge periods. Surface runoff and drainage water were sampled whenever they occurred.

The analyses of nitrogen and phosphorus concentrations were made by means of an auto-analyzer and flow injection analyzer according to

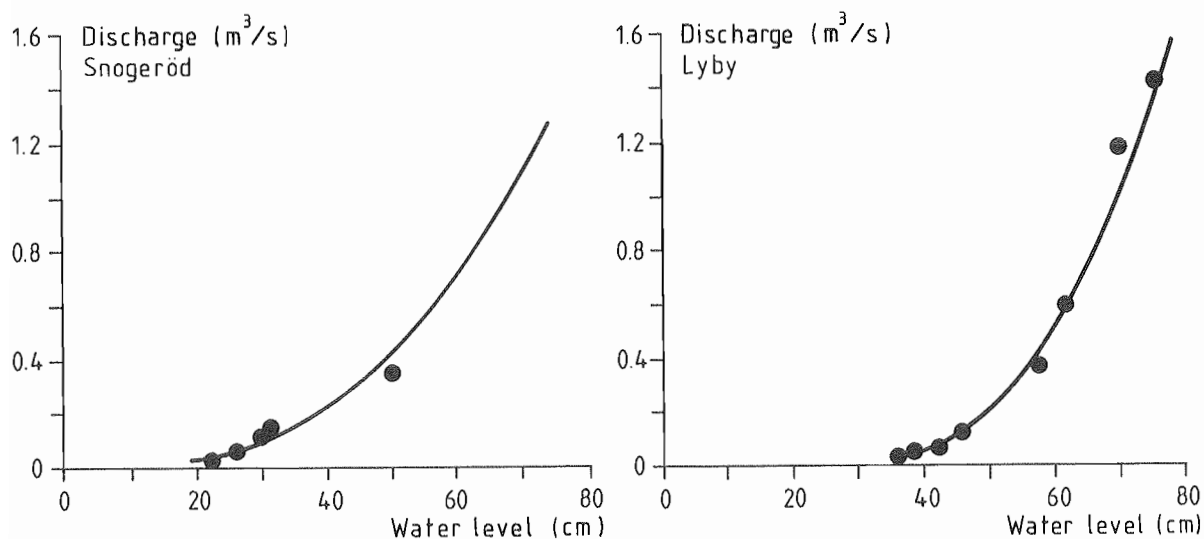


Fig. 2. Discharge rating curves for the Snogeröd and Lyby streams at the end points.

Table 2. Discharge from the Snogeröd and Lyby basins compared to the precipitation recorded at Hörby. (Values in mm/yr.)

Year	Precipitation		Runoff	
	Hörby	Fridhem	Snogeröd	Lyby
83/84	698	-	314	377
84/85	687	-	194	379
85/86	773	695 <sup>a</sup>	225	489

<sup>a</sup>New measurements in the Lyby basin.

methods described by Brink, Gustafson & Persson (1978).

In determining phosphorus and suspended matter the following scheme was adapted. First the tot-P was determined, thereafter the sample was filtered through a Sartorius filter 1107 with 0.2  $\mu$  pores, which was dried and had a predetermined weight. Then the filter was dried (105 °C) and weighed once more to determine the amount of suspended material. PO<sub>4</sub>-P was determined in the filtrate or in the supernatant after centrifuging. The difference between the tot-P and PO<sub>4</sub>-P of the filtrate was called particle bound phosphorus (part.P).

Average concentrations in the surface runoff water were calculated as arithmetic means. Average concentrations  $\bar{c}_p$  in the streams, however, were calculated as discharge-weighted means according to the formula:

$$\bar{c}_p = \frac{\sum \bar{c}_d \cdot q_d}{\sum q_d}, \quad (3)$$

where  $\bar{c}_p$  mg/l is the average concentration in the period between two consecutive water samples,  $\bar{c}_d$  mg/l is the linearly interpolated mean concentration per day in this period,  $q_d$  mm/day is the registered runoff per day during the period and  $q_p$  mm/day is the total sum of the daily runoff during the same period.

The total transport  $T_p$  kg/ha during the period was calculated from

$$T_p = 0.01 \bar{c}_p \cdot q_p. \quad (4)$$

## RESULTS

### Precipitation and runoff

The runoff pattern in Snogeröd and Lyby responded on the whole to the precipitation pattern (cf. Figure 5). The local differences in precipitation are shown to be large (Table 2).

As usual in this part of Sweden, most of the runoff occurs in mid-winter, sometimes with high peaks in early spring and late autumn (Figure 3). The Lyby stream discharges significantly more water than the Snogeröd stream, which accounted for its higher base flow, supposedly inflowing groundwater, and more slowly sinking discharge peaks.

The Lyby basin has the shape of a bowl, and the deeper strata south of the moss consists of material with low permeability, which could cause accumulation of groundwater. Therefore a steady groundwater supply to the Lyby stream presumably can account for the higher base flow and the slowly sinking discharge peaks. In contrast, no such conditions are found in the Snogeröd basin, where the groundwater soon flows to deeper horizons and further directly to Lake Ringsjön.



Difficulties in determining the watersheds around both basins could give over- or underestimation of the estimated runoff.

### Concentrations

Forest runoff contained lowest nitrogen and phosphorus (Table 3) but thereafter the order between the different kinds of waters shifts according to the following scheme:

N: Forest < Surface < Stream < Drainage water,

P: Forest < Drainage < Stream < Surface water

This depends on relatively low nitrogen and high phosphorus concentrations in meltwater flowing on the surface, and high nitrogen and low phosphorus content in drainage water percolating through the soil. Stream water has intermediate values, of course.

Most of the phosphorus in surface runoff was generally particle bound, otherwise about half of it. The distribution of the values was very high. Furthermore, surface runoff in Snogeröd basin clearly contained much more particle-bound phosphorus than in the Lyby basin (Table 3). An explanation of these higher contents is that land in Snogeröd basin is more sensitive to erosion (cf. Table 4).

Comparing means year by year in Table 3 it is found that most values were higher in Snogeröd basin than in the Lyby basin, probably depending on less dilution. (See also Figure 4.)

Mean concentrations in the subdrainage areas are found in Table 4 as well as subdrainage areas, erosive areas and some point sources. The

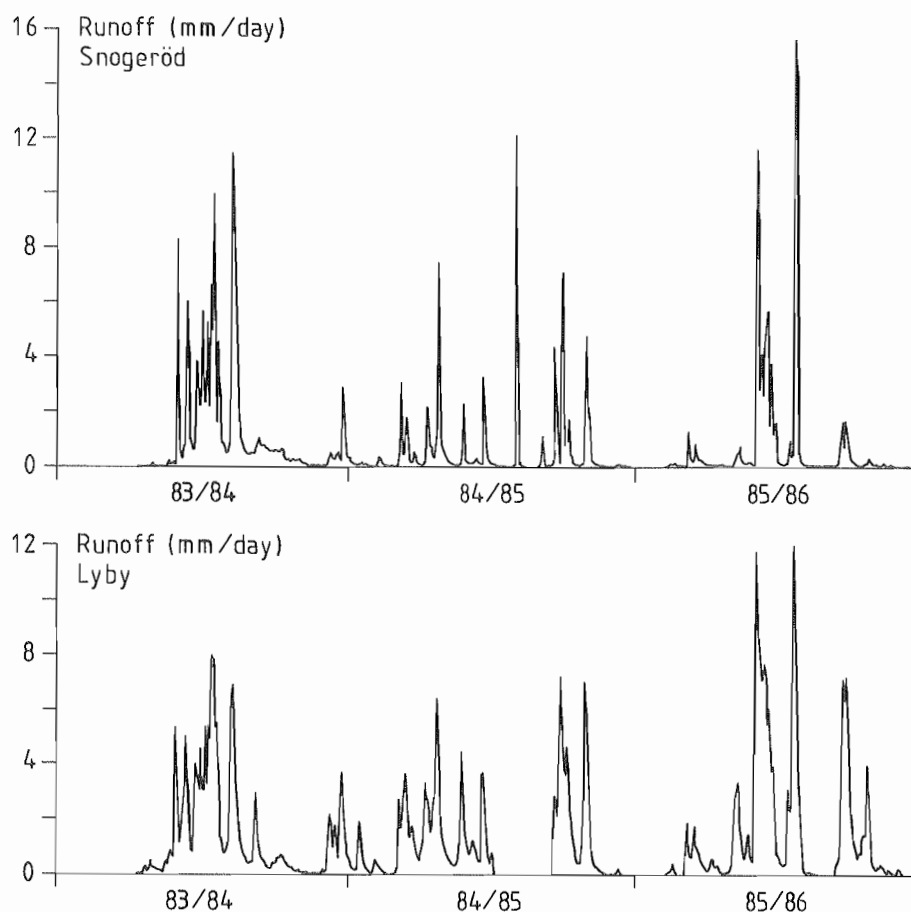


Fig. 3. Runoff from the Snogeröd and Lyby basins at the end points.

Table 3. Mean content of nitrogen, phosphorus and suspended matter in surface, drainage and stream water from arable land and forest. (Values in mg/l.)

Year	Tot-N	NO <sub>3</sub> -N	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	Part.P	Susp.	Samples
<b>Surface runoff</b>							
Snogeröd (3 sites)							
83/84	7.7	5.1	0.84	0.06	0.78	1024	25
84/85	7.3	3.4	1.44	0.20	1.23	1260	8
85/86	5.1	3.3	0.81	0.64	0.16	40	8
Mean	7.1	4.4	0.95	0.20	0.75	874	41
Lyby (5 sites)							
83/84	5.2	3.6	0.30	0.14	0.17	33	16
84/85	4.6	2.7	0.56	0.23	0.40	120	14
85/86	5.5	4.8	0.23	0.16	0.07	9	5
Mean	5.0	3.2	0.39	0.18	0.25	65	35
<b>Drainage water</b>							
Snogeröd (3 sites)							
83/84	15.6	14.0	0.098	0.035	0.063	13	15
84/85	12.7	11.8	0.088	0.045	0.044	18	26
85/86	19.9	18.9	0.096	0.044	0.052	27	20
Mean	15.8	14.7	0.093	0.042	0.051	20	61
Lyby (5 sites)							
83/84	18.9	17.5	0.078	0.024	0.055	19	23
84/85	13.4	12.3	0.047	0.024	0.021	7	29
85/86	13.5	12.8	0.041	0.018	0.024	7	18
Mean	15.1	14.1	0.056	0.022	0.033	11	70
<b>Stream water</b>							
Snogeröd Point 1							
83/84	12.9	10.4	0.259	0.135	0.123	25	21
84/85	9.9	7.8	0.340	0.171	0.168	52	16
85/86	11.3	9.8	0.282	0.117	0.165	77	18
Mean	11.4	9.3	0.294	0.141	0.152	51	55
Lyby Point 1							
83/84	12.4	10.6	0.183	0.100	0.083	10	14
84/85	9.6	8.0	0.230	0.139	0.090	28	15
85/86	9.4	8.5	0.172	0.097	0.075	22	16
Mean	10.5	9.0	0.195	0.112	0.083	20	45
<b>Forest runoff</b>							
Snogeröd Point 9							
84/85	4.5	3.2	0.067	0.046	0.022	16	9
85/86	3.3	2.9	0.021	0.004	0.017	5	6
Mean	3.9	3.1	0.044	0.025	0.019	10	15

"animal ratio" is achieved by dividing "animal units" by the subdrainage areas, and provides a measure of the density of stables, milkrooms, dunghills and farm yards in the areas. The ratio provides no information on where the manure is spread.

In the table, all nitrogen values in both basins are lower than the

standard values found in longterm measurements on arable land in South Sweden but are higher than those in Central Sweden (Brink, Kreuger & Torstensson 1987). In contrast, most of the phosphorus values in Snogeröd are higher and, as a mean, just about the same in Lyby. The forest runoff values are outstandingly low (Snogeröd, point 9).

The sampling points in Table 4 are arranged in two groups according to the size of the tot-P concentrations. The first group in both basins concerns primary subdrainage areas in the outermost parts of the basins. The second group consists of two or more primary areas.

In the Snogeröd basin the subdrainage areas Nos. 3 and 1R are extremely overloaded with phosphorus, No. 3 visibly by eroded material and waste water from a dairy-farm and No. 1R by sewage water. No. 5 and also No. 11 are overloaded, probably owing to a very high animal ratio. This statement can be made when comparing with No. 10, which has nearly the same number of inhabitants as No. 5 but less animals per hectare

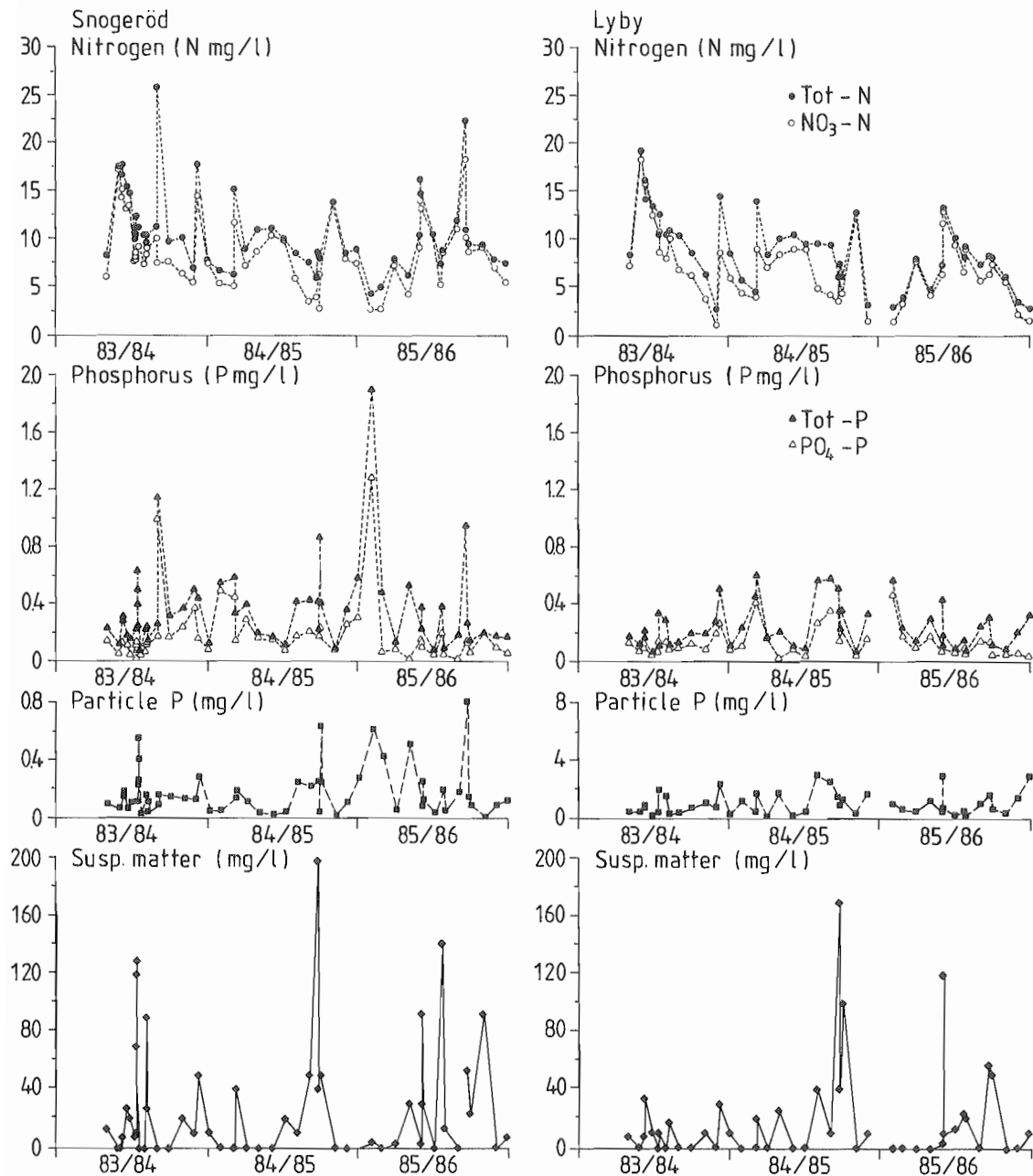


Fig. 4. Variation with time of nitrogen, phosphorus and suspended matter at the end sampling points.

Table 4. Subdrainage area, erosive area, point sources and mean concentrations in sampling points 1983-86.

Point	Sub (ha)	Ero (%)	Sources		Concentration (mg/l)						Sam- ples
			Ani <sup>a</sup>	Inh <sup>b</sup>	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	Part.P	Tot-N	NO <sub>3</sub> -N	Susp.	
<b>Snogeröd Basin</b>											
3	10	38	9.9	0	1.93	1.05	0.88	10.2	6.0	110	33
1R	20	0	0	1040	1.53	0.98	0.56	11.2	8.7	-	34
5	30	20	5.0	47	0.38	0.25	0.13	12.4	10.8	39	44
11	33	0	2.0	9	0.24	0.10	0.14	8.9	7.6	16	21
8	105	4	0	5	0.21	0.09	0.12	9.0	7.3	67	21
10	25	0	0.8	48	0.16	0.07	0.09	8.3	7.1	12	21
9	17	0	0	0	0.04	0.02	0.02	3.9	3.1	10	15
1	735	15	0.7	36	0.28	0.14	0.15	11.6	9.5	48	55
6	68	0	1.3	22	0.27	0.11	0.12	13.8	11.9	12	15
4	535	7	0.8	8	0.27	0.17	0.10	12.0	10.1	25	42
2	733	15	0.7	7	0.23	0.10	0.13	12.0	10.0	31	45
7	203	6	0.04	8	0.18	0.12	0.06	10.0	8.8	8	40
<b>Lyby Basin</b>											
11	18	0	5.6	33	0.33	0.21	0.12	13.3	11.7	15	13
9	55	0	2.0	24	0.33	0.16	0.17	12.7	11.2	8	22
8	65	8	0.7	6	0.18	0.08	0.10	10.7	9.7	12	19
10	78	14	0.4	5	0.16	0.12	0.06	11.7	10.2	10	15
6	56	21	0.8	5	0.13	0.07	0.06	9.5	8.2	12	34
7	22	0	0.3	9	0.07	0.03	0.04	10.3	9.4	10	39
12	79	16	1.4	4	0.07	0.04	0.03	14.2	13.4	8	12
5	295	0	0.9	14	0.24	0.15	0.09	11.5	9.9	10	36
4	409	3	1.4	13	0.19	0.13	0.06	12.4	10.5	7	37
1	1518	3	0.9	10	0.19	0.11	0.08	10.4	9.0	20	45
3	466	3	0.4	10	0.18	0.08	0.10	7.7	5.9	11	38
2	1383	3	0.9	11	0.16	0.10	0.06	9.8	8.4	9	38
S. Sweden 1976-85					0.17	0.11	0.06	14.9	13.1	-	800
C. Sweden 1976-85					0.16	0.08	0.08	7.8	6.2	-	1000

<sup>a</sup>Animal quotient corresponding to dairy-cows per hectare. <sup>b</sup>Inhabitants per square kilometre.

and no erosive area as has No. 11. The relatively high P-values at No. 8 are somewhat surprising because of small erosive areas and point sources. Here it may be a question of erosion from the stream bank, an assumption supported by the large amount of suspended matter. The forest values are outstandingly low (No. 9).

Owing to large subdrainage areas in the second group of the Snogeröd basin, the influence of point sources on water quality is much smaller than in the first group. Therefore, it is difficult to point out the pollution sources, which was why No. 6 was divided into Nos. 10 and 11. An explanation of the fact that No. 6 has higher concentrations than its sub-areas is that the largest stable in subdrainage area No. 6 lies just on the water divide. Thus the pollution from the yard may disappear in either direction. Nonetheless, the conclusion is that stables and dungyards are substantial sources.

In the Lyby basin (Table 4) the most seriously affected tributaries are Nos. 11 and 9 in the primary subdrainage areas. In both it is a question of point sources. Phosphorus losses depending on erosion are probably rather low in the Lyby basin, as can be seen in subdrainage areas Nos. 6, 8, and 10, with quite different percentages of erosive land and relatively low animal ratios and inhabitant numbers.

The lowest P-values in the Lyby basin were found at Nos. 7 and 12, for No. 12 despite a large amount of erosive land and animals. In both cases there are no open or piped ditches upstream of the sampling points, so that no erosion can occur. The same applies to No. 6 as well.

In the second group there are, as also in the Snogeröd basin, small or no visible influences on the water quality from the different pollution sources as a result of dilution from large areas. That, however, does not mean that the pollution problem can be disregarded.

The connection between phosphorus and suspended matter is not very strong at low values. This implies that there is no connection at Lyby and only a weak one at Snogeröd.

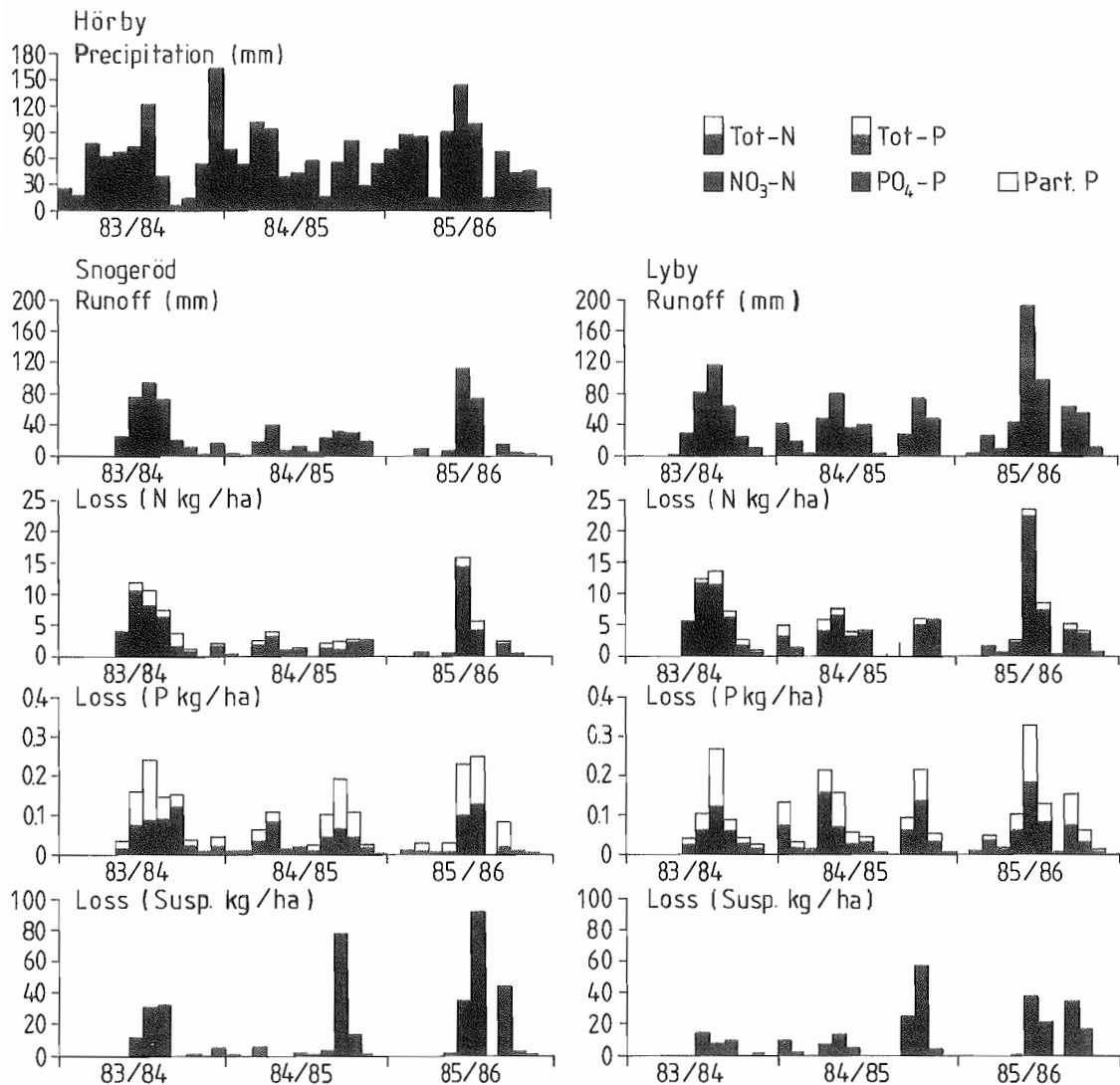


Fig. 5. Monthly precipitation, runoff and transport of nitrogen, phosphorus and suspended matter at the end sampling points.

Table 5. Transport of nitrogen, phosphorus and suspended matter in Snogeröd and Lyby streams and from arable land in South and Central Sweden. (Values in kg/(ha.yr).)

Year	Tot-N	NO <sub>3</sub> -N	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	Part.P	Susp.
<b>Snogeröd stream. Point 1.</b>						
83/84	40	33	0.81	0.42	0.38	78
84/85	19	15	0.66	0.33	0.32	101
85/86	25	22	0.63	0.26	0.37	174
Mean	28	23	0.70	0.34	0.36	118
<b>Lyby stream. Point 1.</b>						
83/84	46	39	0.69	0.37	0.31	36
84/85	36	30	0.86	0.52	0.34	105
85/86	45	42	0.84	0.47	0.37	105
Mean	42	37	0.80	0.45	0.34	82
<b>South Sweden</b>						
76/85	47	41	0.53	0.34	0.19	-
<b>Central Sweden</b>						
76/85	12	9.5	0.29	0.15	0.14	-

### Losses

The transport of nitrogen and phosphorus in the streams is highly dependent on the runoff (Figure 5). Although there are higher concentrations in the Snogeröd stream, the fluxes of all but part.P and suspended matter are largest in the Lyby stream (Table 5). The transport of particle-bound phosphorus was about the same in both streams and that of suspended matter highest in the Snogeröd stream. No link was found between the fluxes of the different phosphorus fractions and suspended matter.

Furthermore, it was found that the nitrogen flux in both streams is between the long-term values for arable land in South and Central Sweden (Brink, Gustafson & Torstensson 1986). On the other hand the phosphorus fluxes are substantially larger, mostly depending on the portion of particle-bound phosphorus.

The total transport of nitrogen and phosphorus from the Snogeröd and Lyby basins, and from the sewage plant at Snogeröd, can now be calculated. It is also possible to estimate the contribution from all arable land around Lake Ringsjön.

The values are as follows in kg/yr:

	Tot-N	Tot-P
Snogeröd Basin	20,600	510
Lyby Basin	63,800	1,210
Ringsjön, arable land	460,000	9,800
Sewage plant Snogeröd	400	55

That means that the nitrogen flux from the sewage plant is about 2 percent of the total flux from the Snogeröd area and the phosphorus flux about 11 percent, assuming that the water discharge from the plant is

100 m<sup>3</sup>/d. The mean discharge is 50 m<sup>3</sup>/d and maximum 300 m<sup>3</sup>/d according to information received from the Technical Office at the Municipality of Höör.

It should be mentioned that Ryding (1983) estimated that the contribution to Lake Ringsjön from agriculture was 399 NO<sub>3</sub>-N tons/yr and 17 tot-P tons/yr. In comparison with the present investigation the nitrogen value was about the same whereas the phosphorus level was almost two-fold higher.

### Measures

It is obvious that the losses of nitrogen and phosphorus from agriculture are important. The loss of phosphorus is the most serious, the N:P quotients are mostly above 40 indicating that P is the limiting factor. Therefore measures to control the P-transport are of highest priority. Firstly, it seems to be a question of pollution from stables and the nearby environment in over-crowded subdrainage areas, secondly from arable soil and thirdly from settlements.

In order to minimize the leaching losses it is important to collect the waste water from stables and the nearby environment and impose restrictions on the use and amount of manure and fertilizers. The collected waste water should be spread on arable land. In the long run it seems necessary to reduce the animal density in some areas. Municipal sewage plants can be improved. The treatment of private waste water should be controlled.

### ACKNOWLEDGMENT

This investigation was made at the request of the Administration of the County of Malmö.

### REFERENCES

- Alström, K. & Bergman, A. 1986. Kartering av erosionskänsliga områden i ringsjöbygden.
- Brink, N., Gustafson, A. & Persson, G. 1978. Lunds Univ. Naturgeogr. Inst. Sem. Nr 2.
- Brink, N. Gustafson, A. & Torstensson, G. 1986. Odlingsåtgärders inverkan på kvalitet hos yt- och grundvatten. Ekohydrologi No. 21, 24-31. (English summary.)
- Brink, N., Kreuger, J. & Torstensson, G. 1987. Avrinning och växtnäringstransport från PMK:s stationsnät på åkermark. Ekohydrologi No. 25. In press. (English summary.)
- Brink, N., Gustavsson, A. & Ulén, B. 1984. Växtnäringsförluster runt Ringsjön. Ekohydrologi No. 15, 3-12. (English summary.)
- Gustavsson, A. & Brink, N. 1985. Förluster av kväve och fosfor runt Ringsjön. Ekohydrologi No. 19, 3-16. (English summary.)
- Gustavsson, A. 1985. Förluster av kväve och fosfor runt Ringsjön. Ekohydrologi No. 20, 36-43.
- Nilsson, J. 1983, 1984. Inventering av jordbruksdriften i Ringsjöns tillrinningsområde I och II. Länst. i Malmöhus län. Medd. 1983:5 and 1984:3.
- Ryding, S.O. 1983. Ringsjöområdet. Ekosystem i förändring. Rapp. Limnol. Inst., Uppsala.

# REGIONAL VATTENUNDERSÖKNING SÖDER OCH ÖSTER OM RINGSJÖN

*Water nutrient status to the south and east of Lake Ringsjön*

Nils Brink

**Abstract.** During 1986-87 a regional study was made of the nutrient status of water in fields, streams and rivers to the south and east of Lake Ringsjön. Field water had high nitrogen contents and low phosphorus contents. No particular changes from the situation in earlier years had occurred in Snogerödsbäcken and Lybybäcken streams. The highest N and P contents were found to the south of the lake, where also the proportion of arable land was largest. In the eastern part, with mostly forest, the levels are usually low or very low. In fact, it was only in the Snogerödsbäcken stream and in the surrounding areas that the P-levels strongly exceeded the guideline values for S. Sweden.

## INLEDNING

I tidigare undersökningar (Brink, Gustavsson & Ulén 1984; Gustavsson & Brink 1985; Gustavsson 1985; Brink & van der Meulen 1987) har tagits fram underlag för bedömning av olika föroreningskällors betydelse för eutrofiering av Ringsjön. Därvid har framkommit att punktkällor i Snogerödsbäckens och Lybybäckens tillrinningsområden bidrar med betydande mängder kväve och fosfor men att fosforbidraget från ren åker är förhållandevis litet.

Målet för denna undersökning var att klara ut kväve- och fosfortillståndet i regionen söder och öster om sjön.

## MATERIAL OCH METODER

Vattenprov har tagits i bäckar och åar inom Ringsjöns tillrinningsområde. Det skedde under tiden december 1986 - augusti 1987.

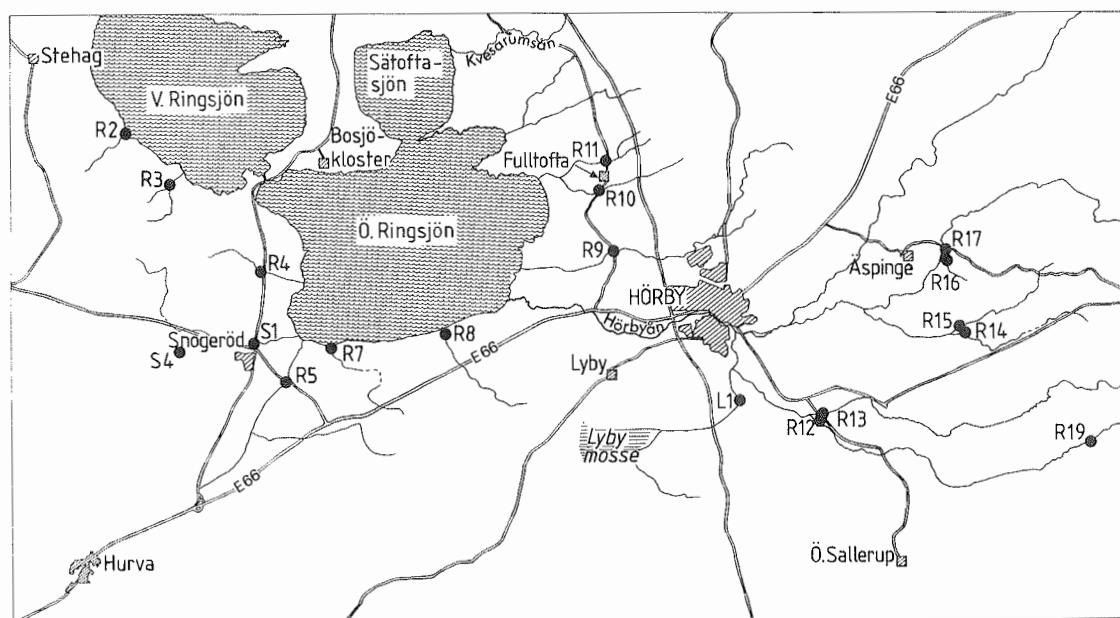


Fig. 1. Provpplatser i vattendrag i Ringsjöns tillrinningsområde. *Sampling sites in water courses in the catchment area of Lake Ringsjön.*



Tabell 1. Medeltal av analys på ytligt avrinnande vatten (S4Y) och dräneringsvatten från åker (S4D), värden från Snogerödsbäcken (S1) och Lybybäcken (L1) och vatten från bäckar och åar i regionen (R2-R19). Riktvärden för S. Sverige 1976-86. *Means of analytical values of surface runoff (S4Y) and drainage water from fields (S4D), values from the Snogerödsbäcken stream (S1) and the Lybybäcken stream (L1) and water from streams and rivers in the region (R2-R19). Guideline values for S. Sweden 1976-86.*

Provplats <i>Site</i>	Kond. pH (mS/m)	Halter <i>Concentration</i> (mg/l)				Prov <i>Samples</i>	
		Tot-N	NO <sub>3</sub> -N	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P		
<b>Åkerskifte Pugerup <i>Field</i></b>							
S4Y	7,2	3	1,2	0,5	0,187	0,134	1
S4D	7,3	48	20,2	19,7	0,072	0,057	10
<b>Snogerödsbäcken och Lybybäcken</b>							
S1	7,7	52	9,4	7,7	0,270	0,157	10
L1	7,8	49	8,0	6,3	0,176	0,111	10
<b>Regionen</b>							
R2	8,0	48	6,2	5,7	0,095	0,053	10
R3	7,9	46	7,2	5,8	0,228	0,102	10
R4	7,9	45	8,2	7,0	0,201	0,139	10
R5	7,8	49	7,6	6,6	0,141	0,091	10
R7	7,8	42	9,4	8,3	0,189	0,133	10
R8	7,9	33	8,7	7,6	0,144	0,087	10
Medel R3-7	7,9	43	8,2	7,1	0,181	0,110	50
R9	7,8	25	2,3	1,4	0,079	0,016	10
R11	7,5	23	2,0	1,3	0,087	0,051	10
R12	8,0	35	3,3	2,5	0,080	0,032	10
R13	7,9	29	4,3	3,2	0,090	0,041	10
R15	7,6	25	3,4	2,2	0,079	0,032	10
Medel R9-15	7,8	27	3,1	2,1	0,083	0,034	50
R14	7,7	31	5,0	3,6	0,139	0,070	10
R10	7,6	25	3,2	2,6	0,043	0,014	10
R16	7,3	21	1,7	1,1	0,036	0,004	10
R17	7,5	22	2,0	1,0	0,033	0,010	10
R19	7,6	30	2,6	1,7	0,062	0,022	10
Medel R10-19	7,5	25	2,4	1,6	0,033	0,013	40
<b>S. Sverige</b>							
Dräneringsv. -	-	-	14,9	13,1	0,17	0,11	800

Provplatsernas lägen framgår av figur 1. De har bestämts i samråd med länsstyrelsen i Malmöhus län, som också svarat för provtagningen. S1 och L1 är ändpunkterna på Snogerödsbäcken och Lybybäcken. Dessa provplatser ingår i den undersökning som pågick 1983-86 och som slutredovisats av Brink & van der Meulen (1987). S4Y är ytligt avrinnande vatten från en särskilt anlagd mätstation på Pugerup och S4D dräneringsvatten från samma ställe. Med beteckningarna R2-R20 avses det regionala nätet.

Analyserna har utförts på eget laboratorium.

## RESULTAT OCH DISKUSSION

Medeltalen från tio analysomgångar redovisas i tabell 1.

Av tabellen framgår att man lyckats samla in bara ett prov på ytavrinnande vatten S4Y. Detta tycks ha berott på tekniska svårigheter vid mätstationen. Därtill kommer att ytavrinning förekommer sällan. Detta enda prov innehöll litet kväve och relativt mycket fosfor. Omvänt var kvävehalterna höga i dräneringsvattnet (S4D) och fosforhalterna låga också i jämförelse med riktvärdena för dräneringsvattnet i S. Sverige. Vad ordningen beträffar stämmer detta med tidigare erfarenheter (Brink et al. 1984). Kvävehalten 21,5 mg/l i dräneringsvattnet S4D var emellertid dubbel mot tidigare mätningar. Av ytvattenprovet kan man inte dra några bestämda slutsatser beträffande nivåer.

Det kan ifrågasättas om denna mätstation skall bibehållas.

Halterna av N och P i Snogerödsbäcken S1 och Lybybäcken L1 är något lägre än närmast föregående år. Någon definitiv förbättring kan man emellertid inte tala om.

Den regionala studien ger klart besked. De stora problemen finns söder om sjön där andelen åkermark är stor. Där överskrids också normvärdena för S. Sverige betydligt ifråga om fosfor. I öster är problemen jämförelsevis små och där är också inslaget av åker litet. Det är egentligen bara en punkt som avviker, nämligen R14. Orsaken bör klaras ut.

### pH och konduktivitet

pH-värdena ligger i regel ett bra stycke över neutralpunkten. Naturligt nog var konduktiviteten högre i jordbruksområden än i skogsområden. Den återspeglar verksamheten på samma sätt som växtnäringsämnen.

### Fortsatt kontroll

Vid jämförelser av resultaten från de regionala provplatserna med dem i Snogerödsbäcken och Lybybäcken finner man att bäckarna representerar jordbruksområdena rätt väl (tabell 1). Mätningarna vid dessa stationer bör därför fortlöpa. På östra kanten kan det vara skäl att bibehålla två mätpunkter, lämpligen R15 och R17 som täcker olika avsnitt på föroreningskalan.

## SAMMANFATTNING

En regional studie av växtnäringstillståndet i vatten från åker, bäckar och åar har gjorts 1986-87 söder och öster om Ringsjön. Åkervattnet hade höga kvävehalter och låga fosforhalter. Inga nämnvärda förändringar från tidigare år har skett i Snogerödsbäcken och Lybybäcken. De högsta kväve- och fosforvärdena förekommer söder om sjön där också inslaget av åkermark är stort. I östra delen med övervägande skogsmark är värdena vanligen låga eller mycket låga. Det är egentligen bara i Snogerödsbäcken och i trakterna däromkring som fosforvärdena mycket överskred riktvärdena för S. Sverige. Mätprogrammet kan begränsas till fyra stationer, nämligen S1 (Snogerödsbäcken), L1 (Lybybäcken), R15 och R17.

## REFERENSER

- Brink, N., Gustavsson, A. & Ulén, B. 1984. Växtnäringsförluster runt Ringsjön. Ekohydrologi nr 15, 3-12.  
Brink, N. & van der Meulen, K. 1987. Losses of phosphorus and nitrogen

to Lake Ringsjön. MS. (In prep.)  
Gustavsson. A. & Brink, N. 1985. Förluster av kväve och fosfor runt  
Ringsjön. Ekohydrologi nr 19, 3-16.  
Gustavsson, A. 1985. Förluster av kväve och fosfor runt Ringsjön. Eko-  
hydrologi nr 20, 36-43.

# VATTENKVALITET OCH JORDBRUKSDRIFT INOM RINGSJÖOMRÅDET

*Water quality and agricultur in the area of Lake Ringsjön*

Petra Fagerholm

**Abstract.** An investigation of 47 drinking water wells in the Lyby area in Skåne was performed in the summer of 1986. The investigated wells are situated in an agricultural district with a high concentration of live-stock.

At average the agriculture exhibited a moderate influence on the water wells in the area. The dug wells contained higher contents of nitrate than the drilled ones. Two wells exceeded the hygienic limits of nitrate (30 mg/l  $\text{NO}_3$ ) in drinking water and furthermore one of them exceeded the medical limit (50 mg/l  $\text{NO}_3$ ).

In several wells the hygienic standard was defective depending on an inconvenient location referred to the distance to live-stock buildings or manure pits. In six wells the hygienic limits of ammonium (0,5 mg/l  $\text{NH}_4$ ) in drinking water were exceeded.

The content of potatissum varied more in the dug wells than in the drilled ones. Deviating high contents occurred mostly associated to a high content of ammonia in the water.

At average the amounts of phosphate phosphorus were very low. Deviations occurred associated to high contents of nitrate.

The majority of of the wells had pH-values exceeding 7. In those parts of the area where shale dominated, the average of pH was higher than those parts in which sandstone dominated.

The influence of agriculture on conductivity could not be determined.

It would be desirable to repeat the water tests during a lengthy period in order to express the amplitude of variations on the content of nitrate.

## INLEDNING

### Hälsorisker

Läckage av närsalter till sjöar och hav har under de senaste 30 åren orsakat allt större problem i form av algblomning, igenväxning, syrefria havsbottnar mm. Läckaget medför också ökad tillförsel av närsalter till grundvattnet (SNV 1983).

I grundvatten som tas till dricksvatten kan höga halter av nitrat, nitrit och ammonium utgöra hälsorisker för djur och människor. Socialstyrelsen (1965) har därför angett övre gränsvärden för vissa konstituenten i dricksvatten. Bland annat gäller:

Nitrat: halter >30 mg/l  $\text{NO}_3$  - hygieniskt anmärkningsvärt.  
halter >50 mg/l  $\text{NO}_3$  - medicinsk gräns. Vatten med dessa halter skall inte ges till spädbarn under ett års ålder.  
Ammonium: halter >0,5 mg/l  $\text{NH}_4$  - hygieniskt anmärkningsvärt.

Förhöjda nitrathalter i grundvatten har alltmer börjat uppmärksammas i Sverige. Enligt en undersökning av Thoms & Joelsson (1982) uppskattas närmare 100 000 personer, varav hälften bosatta i Skåne, utnyttja privata brunnar med nitrathalter över 50 mg/l  $\text{NO}_3$ .

Grundvatten som är opåverkat av näringsläckage innehåller endast obetydliga mängder nitrat, ofta runt 0,5 mg/l  $\text{NO}_3$  (SNV 1983).

### Jordbrukets betydelse

Strukturömvandlingen inom jordbruket har de senaste trettio åren bland

annat medfört mer intensiv gödsling, större andel spannmålsodling och koncentration av djurhållningen till vissa regioner (SNV 1983). I södra Sverige har detta medfört att det idag på många håll råder obalans mellan djurantal och spridningsareal för stallgödseln. På många gårdar är också gödselvårdsanläggningarna underdimensionerade. Därför sker ofta spridning av stallgödsel under höst och vinter, dvs. de årstider då närsalterna utnyttjas minst och förlusterna genom läckage och erosion är som störst (Brink & Jernlås 1982).

Den genomsnittligt tillförda mängden växtnäring överstiger ofta också rådgivningens rekommendationer, i synnerhet då stallgödsel och handelsgödsel används tillsammans.

Ett flertal undersökningar påvisar jordbruket som den idag största källan till eutrofieringen av vattendrag och grundvatten. Inom Ringsjöns jordbruksområde i Skåne beräknas spridning av gödsel, läckage från gödselstäder och spolplattor, avloppsutsläpp mm uppta cirka 80 % av de totala förlusterna av kväve och fosfor (Ryding 1983). Den största enskilda föroreningskällan utgör åkermarkens förluster, vilka av jordbrukets totala förluster står för över 95 % av kvävet och cirka 75 % av fosfor.

Den tilltagande eutrofieringen av Ringsjön har medfört att regeringen har förklarat Ringsjön och dess tillrinningsområde som särskilt föroreningskänsligt. Lantbrukarna har därmed ålagts att genomföra förändringar i lantbruksdriften som skall medföra minskade förluster av växtnäring (Länsstyrelsen i Malmö 1985).

Mot bakgrund av denna situation utfördes sommaren 1986 en inventering av vattenkvalitet i Lybybäckenet, ett delområde av Ringsjöns tillrinningsområde. Syftet var att klarlägga hur jordbruksdriften och den relativt höga djurtätheten påverkar vattenkvaliteten i ytliga grundvattenmagasin i området.

## **TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR**

### **Punktkällor**

Förhöjda nitrathalter i dricksvattenbrunnar är ingen sentida företeelse, sådana har redan konstaterats sedan kemiska analyser av grundvatten inleddes i början av 1800-talet. En bidragande orsak till de höga halterna var i många fall dålig standard på brunnarna och en olämplig placering i förhållande till föroreningskällor (Svanberg 1972).

Vid en inventering i Stensåns avrinningsområde i Halland uppskattades tillskottet av närsalter från gödselstäder och enskilda avlopp bidra med ca 20 % av närsaltsbelastningen i ytvatten (Länsstyrelsen i Hallands och Kristianstads län 1978).

Brink & Sundkvist (1979) har visat att en gödselstad kan påverka vattenkvaliteten i en dricksvattenbrunn på ett avstånd av 100 m.

### **Jordbruksmark**

Den dominerande orsaken till förhöjda nitrathalter i ytvatten utgörs av läckage av närsalter från jordbruksmark. Detta visar ett stort antal undersökningar, där de högsta halterna i ytvatten genomgående observerades för de jordbruksintensiva områdena med lätta jordarter, främst i Götaland (Andersson 1977; Gustavsson 1985; Joelsson 1987).

I Svealand och Norrland är höga nitrathalter i grundvatten mindre utbrett, framför allt beroende på klimatfaktorer, lägre gödslingsintensitet, styva jordarter samt större andel vallar (Brink 1978).

I Lybyområdet mäts sedan 1982 växtnäringsförluster från åkerskiften till ytvatten, dräneringsvatten och bäckar. Från systemdikade fält uppgick förlusten av totalkväve under perioden 1983/85 till 49 kg/ha och år

och av totalfosfor (partikelbunden och fosfatfosfor) 0,32 kg/ha och år (Gustavsson 1985).

Dessa förluster ligger i nivå med de genomsnittliga för södra Sverige. Brink, Gustafson & Torstensson (1986) har angivit dessa till 48 kg/ha och år för totalkväve och till 0,52 kg/ha och år för totalfosfor.

### Djurtäthet

Förhöjda nitrathalter kan inte enbart kopplas till områden med hög djurtäthet. Det visar en undersökning av Råå-området i Skåne (Joelsson 1987). Djurtätheten är där mycket låg, ca 0,3 djurenheter per hektar (de/ha).

I området tillämpas ett intensivt jordbruk med spannmål som huvudgröda. Förändringar i Rååns vattenkvalitet har registrerats under 20 års tid. Under denna tid har kvävetransporten i ån ökat kraftigt. Nitrathalterna i 159 brunnar i Råå-området uppgick till i genomsnitt 48,4 mg/l nitrat.

### Tidsserier

Förändringar i nitrathalter över längre tidsserier är svåra att fastställa, eftersom årsmånen starkt inverkar på läckagets storlek. För Skånes och Hallands del befaras dock att halterna är stigande (Rundkvist 1985).

I Danmark har en markant ökning av nitrathalter konstaterats i ett flertal vattentäkter under de senaste 25 åren. Ökningen sker med 2-4 mg/l nitrat per år (Miljöstyrelsen 1983).

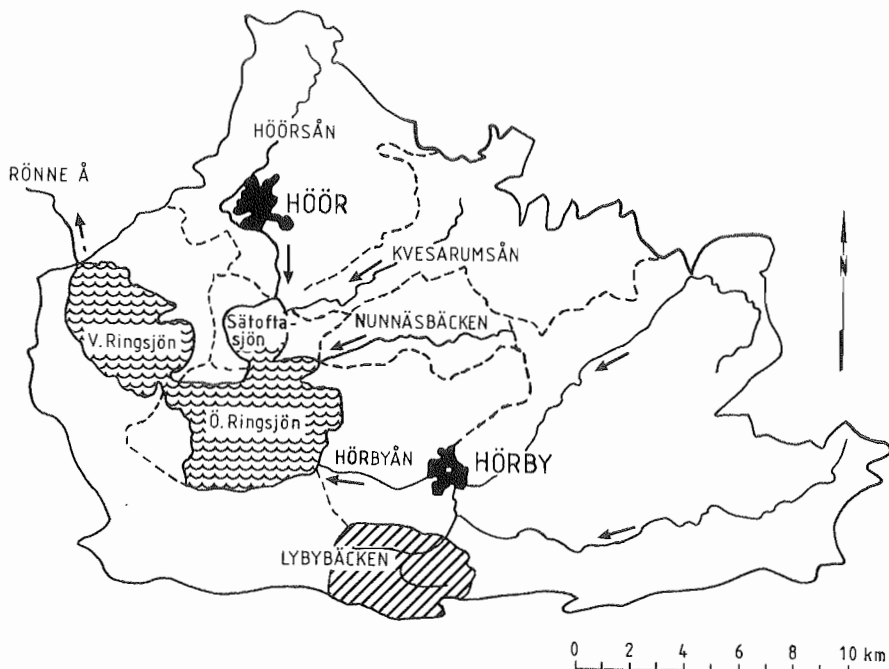


Fig. 1. Ringsjöns och Lybybäckens avrinningsområden. *The basin of Lake Ringsjön and the Lyby stream.*

## MATERIAL OCH METODER

### Markanvändning

Lybybäckenet upptar 1606 ha och är beläget ca 4 km sydost om Ringsjön (fig. 1). Hela området är jordbruksbygd och saknar tätort. Arealfördelningen anges enligt följande (K-konsult):

åker 78 %, våtmark 8 %, kultiverad betesmark 4 %, övrig mark 10%.

### Geologi

Utifrån kartmaterial från SGU kan det fastställas att berggrunden är sammansatt av flera bergarter (fig. 2). Den västra delen upptas av sandsten. Österut avlöser lerskifferar från olika tidsåldrar (kambrium, ordovicium, silur). Ett smalt stråk med gnejs genomlöper områdets västra del.

Lybyområdet är mer kuperat än angränsande områden och sluttar i nordvästlig riktning. Jordarten är enhetlig och består av lerig moränmoränlera. I de västra och centrala delarna uppgår sedimentens mäktighet till högst 20 m, medan de österut blir 60-80 m (fig. 2).

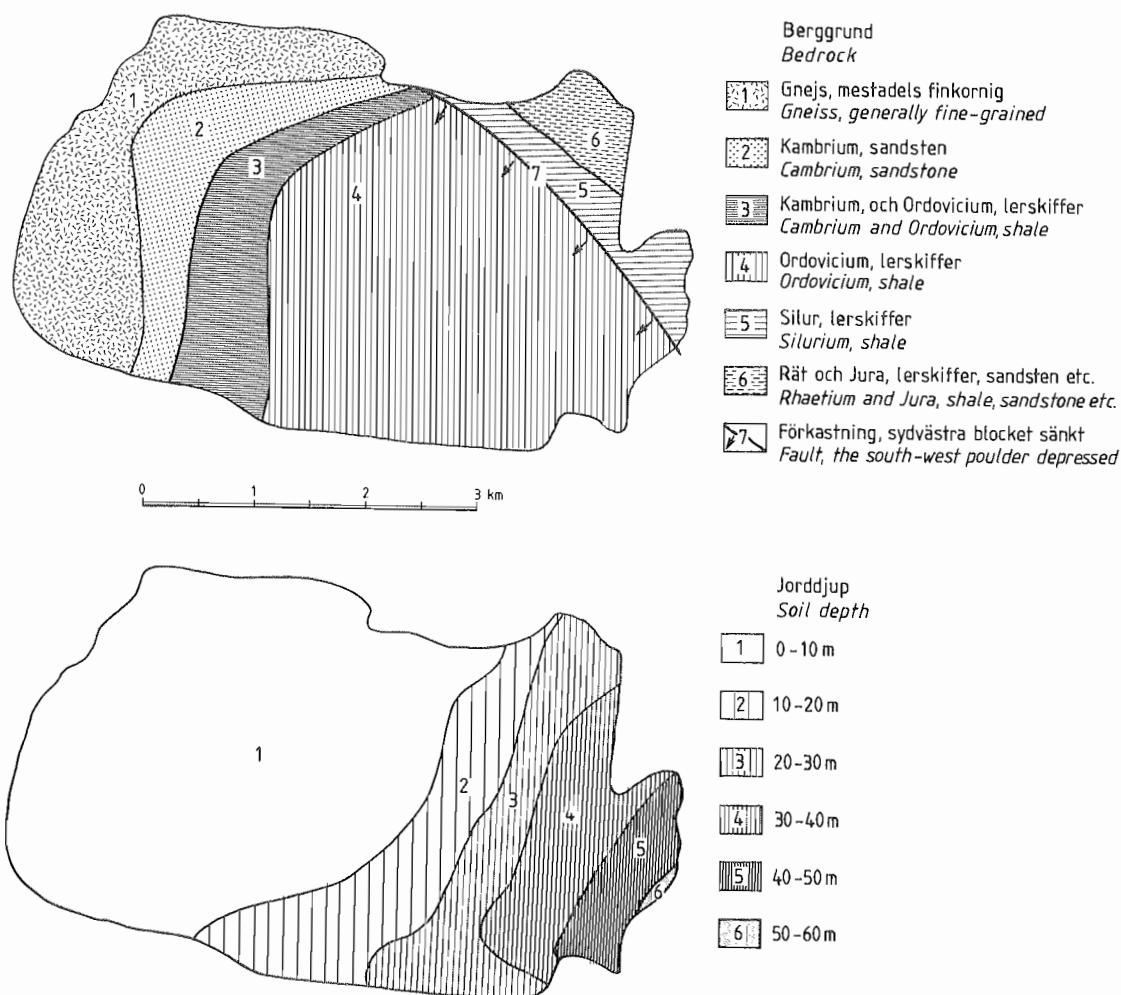


Fig. 2. Berggrund och jordmäktighet i Lybyområdet. *Bed rock and soil depth in the Lyby area.*

Tabell 1. Genomsnittlig tillförsel av växtnäring i den östra delen av Ringsjöns tillrinningsområde. *Average supply of plant nutrition in the eastern basin of Lake Ringsjön.*

Gödselslag <i>Kind of fertilizer</i>	Tillförd växtnäring (kg/ha) <i>Supplied plant nutrition (kg/ha)</i>			
	Total-N	Eff-N <sup>a</sup>	P	K
Stallgödsel <i>Manure</i>	52	16	11	39
Handelsgödsel <i>Fertilizer</i>	79	79	19	46
Totalt <i>Total</i>	131	95	30	85

<sup>a</sup>Eff-N är beräknat utifrån riktvärden efter Eriksson (1985). *Eff-N is calculated from standard values by Eriksson (1985).* Källa Länsstyrelsen, Malmö 1984.

### Jordbruket

**Djurhållning.** Djurtätheten inom Lybyområdet är relativt hög och uppgår till 1,0 de/ha. Inom hela Sverige uppgår den till 0,6 de/ha åker. I Lybyområdet uppgår andelen nötboskap till 0,64 de/ha och svin till 0,36 de/ha.

**Växtodling.** Av åkermarken är ca 90 % av arealen dränerad efter behov eller enligt plan (Arne Göransson, länsstyrelsen Malmö). Växtodlingen är typisk för mellanskånskt jordbruk, i huvudsak baserad på djurhållning. Grödfördelningen anges till följande (areal, %):

Vårsäd	Vall	Höstsäd	Höstoljeväxter	Potatis	Sockerbetor
48	29	7	6	6	4

**Gödsling.** Enligt Länsstyrelsens (1984) inventering av jordbruksdriften i Ringsjö-området produceras drygt 10 ton stallgödsel per ha under stallperioden, varav huvuddelen hanteras som fastgödsel. Totalt sprids hälften av stallgödseln på hösten, varav huvuddelen nedbrukas, och hälften vid vårbruket. Endast en mycket liten andel sprids på vintern.

För fastgödseln uppgår andelen vårspridning av den totala mängden till 34 %, flytgödseln till 66 % och urin till 55 %. Den genomsnittligt tillförda mängden växtnäring framgår av tabell 1.

För kväve uppgår den i området rekommenderade givan till 103 kg/ha N. Cirka 44 % av arealen tillförs givor som överstiger rekommendationen och 10 % av arealen tillförs givor som överstiger rekommendationen med över 30 kg/ha N.

Av fosfor uppgår den rekommenderade givan till i genomsnitt 21 kg/ha P. De faktiska givorna är överlag för höga; på 80 % av arealen tillförs givor som överstiger rekommendationerna. På 40 % av arealen tillförs mer än 10 kg/ha P i övergiva. För hög fosforgiva är regel på gårdar med hög djurtäthet, dvs. över 1 de/ha. (1 de definieras som 1 mjölkko, 2 ungnöt, 3 sugor eller 10 slaktsvin.)

### Provtagning och analys

Vattenprovtagningen genomfördes under tiden 24 juni till 17 juli 1986.

Undersökningen omfattade 47 brunnar. Vattenprov togs i tappkran efter



Tabell 2. Resultat av brunnsinventering i Lybyområdet, juni-juli 1986. Results from investigation of drinking water wells in the Lyby area, June-July 1986. (S, sten stone. B, betong concrete. S+J, sten+järnrör stone+iron tube. B+J, betong+järnrör concrete+iron tube. T, trälock wooden lid. Jl, järnlock iron lid. Å, åker field. G, gårdsplan court yard. Tr, trädgård garden. K, källare cellar. L, ladugård cow-house).

Brunn Well	Material <i>Material</i>		Läge Place	Kvalitet <sup>a</sup> Quality <sup>a</sup>	Djur <sup>b</sup> Live-stock <sup>b</sup>	Ytvatten <sup>c</sup> Surface water <sup>c</sup>
	Brunn Well	Lock Lid				
1	S	T	G	+	-	+
2	B	B	Å	-	+	-
3	B	B	Å	-	-	-
4	B	B	Tr	-	-	-
5	S+J	Jl	G	-	+	+
6	B	B	Å	-	+	-
7	S+J	B	G	-	+	-
8	B	B	G	-	+	-
9	S	T	Å	-	+	-
10	S	T	G	-	-	-
11	B	B	Tr	-	+	+
12	S	B	G	-	+	-
13	S	T	L	-	+	-
14	S	B	G	-	+	-
15	B	B	Tr	+	+	-
16	S	T	G	-	+	-
17	B	B	Å	-	+	-
18	S	Jl	G	-	+	-
19	B	B	G	+	+	-
20	B	T	K	-	+	-
21	B	Jl	G	-	-	-
22	B	B	G	+	+	-
23	B	B	G	+	+	-
24	S	B	G	-	+	+
25	B	B	G	-	+	-
26	B	B	Å	-	+	-
27	S	Jl	G	+	+	-
28	S+J	B	G	+	+	+
29	-	B	G	-	+	-
30	B	B	Tr	-	+	-
31	S+J	B	G	-	+	-
32	S	B	G	-	+	-
33	B+J	B	G	-	+	-
34	B+J	B	G	-	+	-
35	B	B	Tr	-	+	-
36	S	B	G	-	+	-
37	B+J	B	G	-	+	-
38	B	B	Å	-	+	-
39	S	B	G	-	-	-
40	B	B	Tr	+	+	-
41	S+J	T	Tr	-	+	-
42	S	B	Tr	-	+	-
43	B	B	Å	+	+	-
44	B	B	Tr	-	+	-
45	?+J	B	G	-	+	-
46	B	B	G	-	+	-
47	B	B	G	-	+	-

<sup>a</sup>Om förändringar i smak eller utseende förekommer markeras med +. <sup>b</sup>Djurhållning markeras med +. <sup>c</sup>Om ytvattenbildning förekommer markeras med +. <sup>a</sup>Occurrence of visual or tasteable alterations are marked by +. <sup>b</sup>Live-stock is marked by +. <sup>c</sup>Occurance of surface water is marked by +.

Tabell 3. Resultat av dricksvattenanalys i Lybyområdet, juni-juli 1986. *Results of water analyse in the area of Lyby, June-July 1986.* (G, grävd dug. B, borrarad drilled. T, torrt dry.)

Brunn Well	Typ Type	Djup Depth (m)	Väder Weather	Datum Date	Halt Content (mg/l)				pH	Kond. Cond. (mS/m)
					NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	K	PO <sub>4</sub> -P		
1	G	4	T	17/6	4.4	<0,01	9.0	0.064	7.3	40
2	G	10	T	17/6	11	<0.01	5.9	0.039	6.9	93
3	G	3	T	17/6	18	0	1.2	0.052	7.6	49
4	G	4	T	24/6	0.9	0	1.5	0.001	8.1	32
5	B	15	T	23/6	6.2	<0.01	15	0.028	6.2	31
6	G	8	T	30/6	7.7	0	6.8	0.003	7.2	47
7	B	49	T	23/6	0.7	0	1.5	0.056	7.0	41
8	G	4	T	23/6	11	0.30	60	0.012	6.4	70
9	G	4	T	23/6	7.2	0.02	7.5	0.015	5.8	16
10	G	5	T	30/6	6.9	0	1.6	0.024	7.2	60
11	G	6	T	30/6	0.5	0.33	14	0.026	7.2	48
12	G	5	T	24/6	0.8	<0.01	3.3	0.065	7.4	60
13	G	4	T	24/6	38	0.10	57	0.697	7.2	79
14	G	5	T	25/6	0.1	<0.01	6.6	0.109	7.2	45
15	G	9	T	2/7	5.1	0.06	3.9	0.016	7.8	53
16	G	6	T	23/6	18	<0.01	17	0.061	7.1	76
17	G	6	T	25/6	0.6	<0.01	0.8	0.003	7.6	58
18	G	6	T	24/6	26	1.66	40	0.005	-	-
19	G	9	T	25/6	1.1	<0.01	3.8	0.009	7.2	73
20	G	3	T	25/6	0.4	<0.01	3.0	0.003	7.3	49
21	G	8	T	7/7	2.4	3.09	51	0.055	7.8	59
22	G	6	T	25/6	0.3	<0.01	22	0.002	7.3	63
23	G	6	T	30/6	26	4.97	40	0.011	7.0	92
24	G	5	T	7/7	4.8	<0.01	9.1	0.049	7.4	53
25	B	90	T	30/6	15	0	35	0.149	7.2	72
26	G	9	T	7/7	1.0	<0.01	1.3	0.011	7.4	49
27	G	7	T	30/6	13	6.29	78	0.025	7.1	74
28	B	103	T	7/7	2.3	<0.01	4.6	0.026	7.4	64
29	B	48	T	2/7	0.01	0.21	0.8	0.005	7.6	61
30	G	6	T	2/7	13	<0.01	0.8	0.019	7.7	45
31	B	90	T	30/6	18	4.35	29	0.109	7.6	87
32	G	4	T	2/7	19	0.95	78	0.071	7.2	78
33	B	59	T	8/7	0.01	0.26	0.8	0.013	7.7	53
34	B	100	T	2/7	2.1	0.08	4.7	0.023	7.6	61
35	G	4	T	2/7	55	<0.01	0.6	0.072	7.6	56
36	G	5	T	2/7	7.1	<0.01	4.9	0.064	7.5	59
37	G	100	T	7/7	2.2	<0.01	4.9	0.005	7.1	88
38	G	8	T	7/7	0.4	0.03	8.4	0.007	7.5	44
39	G	4	T	1/7	6.9	0.02	7.1	0.002	7.3	52
40	G	8	T	1/7	4.4	0	1.9	0.012	7.2	61
41	B	58	T	2/7	8.1	0	3.6	0.061	7.5	55
42	G	4	T	1/7	13	0	1.2	0.016	7.4	44
43	G	10	T	1/7	24	0	2.0	0.100	6.7	73
44	G	11	T	1/7	19	<0.01	5.6	0.014	7.2	70
45	B	34	T	1/7	18	<0.01	15	0.094	7.2	63
46	G	7	T	1/7	15	<0.01	4.8	0.006	7.5	59
47	G	7	T	7/7	1.4	0.03	3.7	0.031	7.8	45

20 min. rinntid. Prover för analys av nitrat konserverades med 1 ml 4M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, medan prover för analys av pH, konduktivitet, kalium, fosfat och ammonium sändes okonserverade till vattenvårdavdelningens laborato-

rium på SLU.

Analys utfördes enligt metod beskriven av Brink et al. (1978).

Samtidigt med provtagningen inhämtades uppgifter om vattentäkterna. Till grund för dessa frågor låg Standardiseringskommissionens formulär för vattenundersökning (SS 1986). Ytterligare frågor tillkom beträffande smakvariation och ytvattenbildning.

## RESULTAT OCH DISKUSSION

### Nederbörd

Nederbördsdata har erhållits från SMHI:s mätstation i Hörby, belägen 2,5 km från Lybyområdet.

Årsnederbörden uppgick till ca 695 mm (1961-1985) och nettoavdunstningen till 400 mm/år (Gustafson & de Geer 1977). Detta ger en nettonebörd med 295 mm/år. Från tiden oktober till mars då läckaget av när-salter är som störst i Skåne faller drygt hälften av årsnederbörden, 392 mm.

Under höst- till vårperioden oktober till mars 1985-86 som föregick undersökningen var nederbördsmängden något lägre än genomsnittligt (369 mm).

Ingen nederbörd föll under veckan som föregick undersökningen (tabell 3).

Sammanställning av inventerings- och analysresultat redovisas i tabellerna 2 och 3.

### Brunnarna

Av de 47 undersökta brunnarna var 36 grävda med ett djup understigande 10 m, vilket väl avspeglar jorddjupets mäktighet i området. De äldsta fortfarande använda brunnarna är stensatta, medan brunnar grävda på 40-talet och senare är fodrade med cementringar. Antalet grävda och stensatta brunnar uppgick till 14.

På grund av återkommande vattenbrist på somrarna har 11 brunnar fördjupats till mellan 15-103 m genom borrhning. De borrhade brunnarna finns företrädesvis inom Lybyområdets östra del.

De flesta brunnar är belägna på gårdsplan och i närheten av gödselstäder och åker. Nära 25 % av de svarande angav tillfälliga eller återkommande smak- eller färgvariationer i brunnsvattnet. I flera av dessa pro-

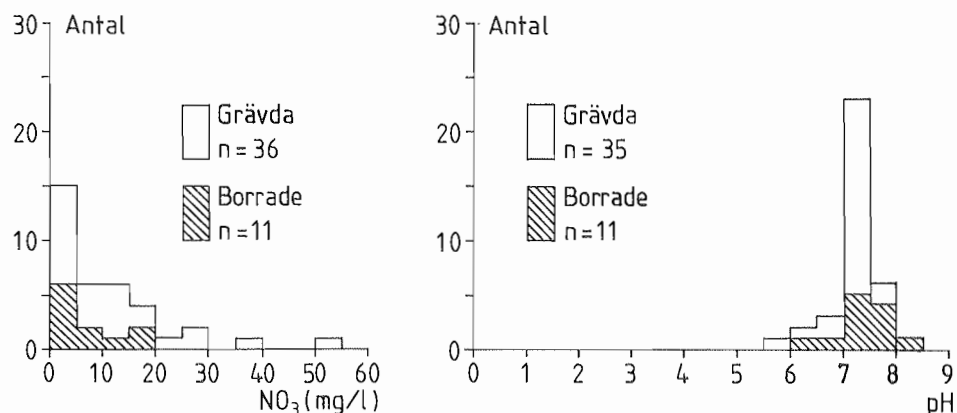


Fig. 3. Fördelning av brunnar efter nitrathalt och pH. Distribution of wells according to nitrate content and pH.

Tabell 4. Nitrat, ammonium, kalium, fosfat, pH och konduktivitet vid olika brunnstyper. *Nitrate, ammonia, potassium, phosphate, pH and conductivity in different types of water wells.*

Brunnstyp <i>Type of well</i>	Djup (m) <i>Depth (m)</i>	Antal <i>Number</i>	Halt Content (mg/l)					pH	Kond. <i>Cond.</i>
			NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	K	PO <sub>4</sub> -P	(mS/m)		
Grävda	3-11	36	10,6	0,50	14,7	0,050	7,3	56	
Borrade	15-100	11	6,5	0,43	10,4	0,052	7,3	61	
Totalt		47	9,6	0,49	13,7	0,050	7,3	59	

Grävda, *dug*. Borrade, *drilled*. Totalt, *total*.

ver uppmättes förhöjda nitrat- och ammoniumhalter.

Ytvattenbildning runt brunnen förekom hos knappt 20 % av brunnarna. Detta uppstod under perioder med kraftig nederbörd och under snösmältningen på våren.

### Nitrat

Fördelningen av de undersökta brunnarnas nitrathalter visas i fig. 3. Genomsnittshalten uppgick till 10 mg/l NO<sub>3</sub> (tabell 4). Variationsbredden var stor och halterna varierade mellan 0 och 55 mg/l.

Allmänt sett uppvisade de undersökta brunnarna en måttlig påverkan av jordbruksdriften. De borrade brunnarna hade i allmänhet lägre nitrathalter än de grävda. Övervägande antalet, 36 st, innehöll låga eller måttliga mängder, dvs. 0-15 mg/l NO<sub>3</sub>. Två brunnar, nr 13 och 35, innehöll halter som översteg gränsvärdet för hygienisk anmärkning. Nr 35 översteg dessutom den medicinska gränsen.

I nära en fjärdedel (11 st) indikerade förhöjda ammoniumhalter påverkan av fekalier. Frånräknades brunnar med ammoniumhalter över 0,1 mg/l NH<sub>4</sub>, var medelvärdet för nitrat istället 8,3 mg/l NO<sub>3</sub>.

Den högsta observerade halten, 55 mg/l NO<sub>3</sub>, kan troligen förklaras med att spridning av stora mängder stallgödsel<sup>3</sup> har skett i brunnens närhet under föregående höst.

Den höga nitrathalten, 38,3 mg/l i brunn nr 13 orsakas av dess läge i omedelbar anslutning till en gödselstad. Vattenuttaget i denna brunn var också lågt.

Grävda och därför grunda brunnar uppvisade som väntat en starkare påverkan av jordbruksdriften (fig. 4). Nitrathalterna var i genomsnitt 10,6 mg/l NO<sub>3</sub> i de grävda, att jämföra med de borrades 6,5 mg/l NO<sub>3</sub> (tabell 4).

Även mellan de stensatta och de betongklädda brunnarna syntes en skillnad i nitrathalter. De högre halterna hos de stensatta brunnarna orsakas troligen av att de är grunda och dåligt underhållna. Dessutom är de i regel placerade på gårdsplanen nära gödselstäder, vilket gör dem känsliga för föroreningar.

I tre av de borrade brunnarna syntes förhöjda nitrathalter. Orsaken är antingen sprickor i berget eller glapp mellan järnrör och berg, vilket medför att kontaminerat vatten från brunnens ytligare del läcker ned till de djupa grundvattenmagasin som nu utnyttjas.

Fig. 5 visar fördelningen av nitrathalter i Lybyområdet. Utifrån den bakgrund som beskrivits rörande de förluster av kväve och fosfor som jordbruksdriften i Ringsjöområdet orsakar, verkar nitrathalterna i områ-

det förvånansvärt låga.

En möjlig förklaring är denitrifikation under grundvattenbildningen. Storleken av denna är svår att uppskatta.

Undersökningen har skett vid endast ett provtagningstillfälle. Tidigare undersökningar (Nilsson 1973) påvisar markanta variationer i nitrathalter vid provtagningar med månadsintervall. För att tydligare kunna fastställa jordbruksdriftens påverkan på vattenkvaliteten inom området behövs därför undersökningar av tryckförhållandena samt upprepade provtagningar under en längre tidsperiod.

### Ammonium

Ammoniumhalternas variation med djupet är analoga med bilden för nitrat-halterna, som tenderar att avta med brunnsdjupet (fig. 4). Halterna ter sig mer alarmerande än nitrat-halterna i Lybyområdet, eftersom sex av brunnarna (nära 15 %) översteg gränsen för hygienisk anmärkning. Dessa överhalter var delvis mycket höga (0,95-6,29 mg/l  $\text{NH}_4$ ). Medelvärdet för proven var därför högt: 0,49 mg/l  $\text{NH}_4$  (tabell 4).

I fem av de sex fallen med överhalter bidrog sannolikt förekomsten av djurbesättningar. Brunnarnas placering i förhållande till gödselstäder och ladugårdar var uppenbart olämplig.

Exempel på tydliga fall av förorening uppvisade brunnarna 18 och 27 med respektive 1,66 och 6,29 mg/l  $\text{NH}_4$ . Bägge brunnarna ligger nära ladugårdar. De har förorenats under perioder med läckage av urin och avloppsvatten från ladugården.

Det säkraste sättet att få hygieniskt felfritt vatten är gräva eller borra nya brunnar på mer betryggande avstånd till föroreningskällorna. Naturligtvis måste också orsakerna till vattnets förorening undanröjas.

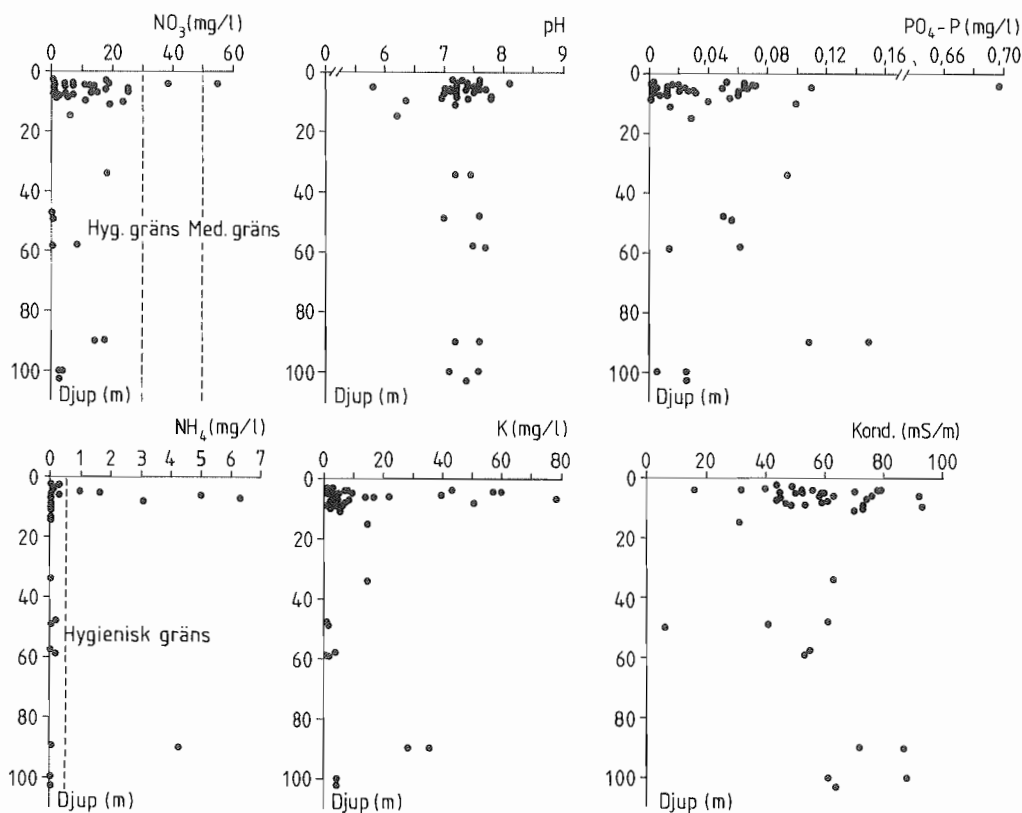


Fig. 4. Nitrat, pH, fosfat, ammonium, kalium och konduktivitet i förhållande till brunnsdjup. Nitrate, pH, phosphate, ammonium, potassium, and conductivity in relation to well depth.

För brunnarna nr 29 och 33 med respektive 0.21 och 0.26 mg/l  $\text{NH}_4$  i kombination med mycket låga nitrathalter (0.01 mg/l  $\text{NO}_3$ ) kan det däremot inte med säkerhet fastställas om de relativt höga ammoniumhalterna här-rör från läckage av stallgödsel. En tänkbar förklaring är nämligen en-ligt geolog Ove Gustavsson på SGU i Lund att den siluriska lerskiffern kan innehålla ammoniumföreningar.

### Kalium

Kaliumjoner är lättrörliga i marken. På lätta jordar sker fixering endast i ringa mängd. Avvikande höga kaliumhalter förekom oftast i sam-band med höga ammoniumhalter i grundvatten. I undersökningen varierade kaliumhalterna mellan 0,67 och 8,3 mg/l K. Störst variation fanns bland de grävda brunnarna. Medelvärde för samtliga brunnar var 13,7 mg/l K (tabell 4), högre för de grävda och lägre för de borrade brunnarna (fig. 4).

Berggrundens sammansättning inverkade synbart mindre än vad markan-vändningen gjorde.

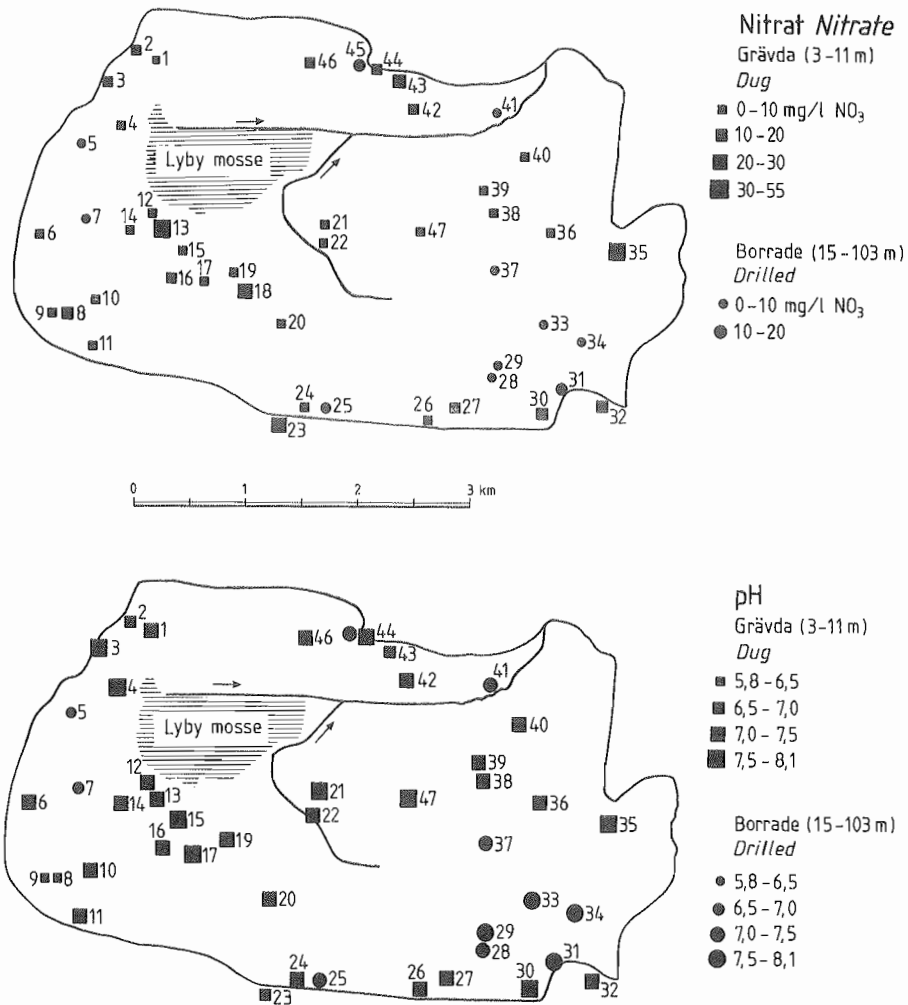


Fig. 5. Dricksvattenbrunnarnas lägen och typer, vattnets nitrathalter och pH. The location and types of the drinking water wells and content of nitrate and pH in the water.

## Fosfat

Eftersom fosfat fastläggs i lermineralen finns i allmänhet endast mycket små mängder i grundvatten.

I genomsnitt innehöll proven 0,050 mg/l  $PO_4$ -P (tabell 4). Halterna varierade mellan 0 och 0,697 mg/l  $PO_4$ -P. Den högsta registrerade halten i brunn nr 13 orsakas av direkt läckage av gödsel till brunnen (se även nitrat). Någon skillnad i halter mellan borrhade (djupa) och grävda (grunda) brunnar kunde inte utläsas (fig. 4). Möjligen spelar berggrundens sammansättning in, eftersom brunnarna nr 25 och 31, vilka båda är borrhade till 90 m djup i lerskiffer har relativt höga fosfathalter (0,149 och 0,109 mg/l  $PO_4$ -P).

## pH

Fördelningen av de undersökta brunnarnas pH visas i fig 3. pH varierade mellan 5,8 och 8,1 med ett medelvärde på 7,3 för såväl borrhade som grävda brunnar (tabell 4).

Berggrundens och jordtäckets sammansättning avspeglades i brunnarnas pH (fig. 5). I de delar av Lybyområdet där lerskiffern dominerar i berggrunden låg pH i intervallet 7,0 och 7,8 för såväl grävda som borrhade brunnar. Lerskiffern och moränjorden i området innehåller kalcium och buffrar mot pH-sänkningar.

Sandstensområdets brunnar varierade mer i pH, där låg värdena mellan pH 5,8 och 8,1. Låga pH-värden i de borrhade brunnarna förklaras av att denna sandsten saknar buffrande konstituenten enligt geolog Jan Bergström, SGU i Lund. De grävda brunnarnas grundvattenförråd buffras däremot av överlagrande moränjord.

Något entydigt samband mellan brunnsdjup och pH kunde inte spåras i materialet (fig. 4).

## Konduktivitet

I undersökningen registrerades det totala antalet lösta joner i grundvattnet genom att dess konduktivitet uppmättes.

Grundvattnets konduktivitet beror på vittringsförmågan i den genomströmmade berggrunden, vattnets uppehållstid och tillskottet av lösta närsalter från ytvatten.

Genomsnittet för konduktiviteten i Lybyområdet var 59 mS/m (tabell 4). Inom lerskifferområdet var värdena högre, 68 mS/m. Detta avspeglade en relativt hög andel lösta salter, vilket framför allt beror på att lerskifferar är lättvittrade bergarter.

Inom sandstensområdet var genomsnittet för konduktiviteten lägre, eller 48 mS/m. En snabb vattenomsättning och en lägre vittringshastighet i denna berggrund är orsak till detta (Sjödahl & Svensson 1982).

Någon skillnad i konduktivitet mellan grävda och borrhade brunnar kunde inte fastställas (fig. 4).

## Slutord

Det kan diskuteras om undersökningen kan representera hela Lybyområdet eftersom vattenprovtagningen gällde endast jordbruk. Detta kan ha orsakat högre medelvärden för de undersökta konstituenterna än om brunnar hos fastigheter utan jordbruk inkluderats i undersökningen. Storleken av denna eventuella snedvridning är dock svår att uppskatta.

## SAMMANFATTNING

En undersökning av 47 dricksvattenbrunnar i Lybyområdet, som är en del av Ringsjöns tillrinningsområde, genomfördes sommaren 1986. De undersökta brunnarna ligger i ett djurtätt jordbruksområde. I genomsnitt uppvisade jordbruksdriften en måttlig påverkan på de undersökta brunnarnas nitrathalter.

Generellt noterades högre nitrathalter i de grävda brunnarna än i de borrhålen. Två brunnar innehöll nitrathalter som översteg gränsen för hygienisk anmärkning. En av dessa översteg också den medicinska gränsen.

Den hygieniska standarden var i många brunnar bristfällig, beroende på olämplig placering i förhållande till gödselstäder och ladugårdar.

Kaliumhalterna varierade mer bland de grävda än de borrhålen. Avvikande höga halter förekom oftast i samband med höga ammoniumhalter.

Fosfathalterna var generellt mycket låga. Avvikelser förekom i samband med förhöjda nitrathalter.

De flesta brunnar hade pH-värden över 7. I de delar av området där lerskiffer dominerar i berggrunden var pH högre än i de delar där sandsten dominerar.

Jordbrukets inverkan på konduktivitet kunde inte fastställas. Provtagningar bör upprepas under en längre tidsperiod för att tydligare visa amplituden för nitralthaternas variation.

## ACKNOWLEDGMENT

Detta arbete utgör resultatet av ett examensarbete på agronomlinjen. Det har utförts på avdelningen för vattenvård, SLU.

Till mina handledare, professor Nils Brink och docent Magnus Enell, IVL, vill jag framföra mitt tack, likaså till Arne Göransson på länsstyrelsen i Malmö och alla övriga personer som bidragit med värdefull litteratur och information.

Undersökningen har bekostats av Stiftelsen Oscar och Lilly Lamms Minne, Ringsjökommittén och SLU.

## REFERENSER

- Andersson, R. 1977. Nitrat i kommunala vattentäkter i Halland. SNV PM 1012.
- Brink, N. 1978. Kväveutlakning från odlingsmark. Ekohydrologi nr 2, 30-39.
- Brink, N., Gustafsson, A. & Persson, G. 1978. Förluster av växtnäring från åker. Ekohydrologi nr 1, 1-60.
- Brink, N. & Sundquist, P-G. 1979. En gödselstad förorenar dricksvatten. Ekohydrologi nr 3, 13-19.
- Brink, N. & Jernlås, R. 1982. Utlakning vid spridning höst och vår av flytgödsel. Ekohydrologi nr 12, 3-14.
- Brink, N. 1984. Faktorer som påverkar växtnäringsförluster i åkermark. Nordforsk. Miljövårdsseriens publ. 1984:2, 79-88.
- Brink, N. Gustafson, A. & Torstensson, G. 1986. Odlingsåtgärders inverkan på kvalitet hos yt- och grundvatten. Ekohydrologi nr 21, 24-31.
- Eriksson, J. 1985. Tag vara på stallgödseln. Lantbruksstyrelsen SLI nr 10, 8 s.
- Gustafsson, O. & de Geer, J. 1977. Skånes större vattentillgångar. SGU Rapporter och meddelanden nr 8.
- Gustavsson, A.S. & Ulén, B. 1982. Nitrat, nitrit och pH i dricksvatten i Västergötland, Östergötland och Sörmland. Ekohydrologi nr 10, 39-45.
- Gustavsson, A.S. 1985. Förluster av kväve och fosfor runt Ringsjön. Ekohydrologi nr 20, 36-43.



- Joelsson, A. 1987. Jordbruksdrift och vattenkvalitet inom Rååns avrinningsområde. Länsstyrelsen i Malmöhus län. Meddelande 1987:1.
- K-konsult. 1982. Närsaltbelastning på Ringsjön. Stencil, p. 40.
- Länsstyrelsen i Hallands och Kristianstads län 1976. Stensån. Jordbruket och vattenvården.
- Länsstyrelsen i Malmöhus län 1984. Inventering av jordbruksdriften i Ringsjöns tillrinningsområde, del 2. Meddelande 1984:3.
- Länsstyrelsen i Malmöhus län 1985. Malmöhus läns författningssamling. Kungörelse om föreskrifter inom Ringsjöns tillrinningsområde.
- Miljöstyrelsen, 1983. Nitrat i drickevand og grundvand i Danmark. Redegørelse.
- Nilsson, A. 1973. Nitrat och nitrit i dricksvatten. Vattenvård nr 14.
- Rundkvist, B. 1985. Växtnäringsläckage till yt- och grundvatten från jord- och skogsbruk - orsaker och åtgärder. SNV PM 1972.
- Ryding, S-O. 1983. Växtnäringsstillförsel och förluster inom Laholmsbukten och Ringsjöns avrinningsområden. Kungl. Skogs- och Lantbruksakad. Tidskrift nr 5.
- SGU 1980. Jorddjupskarta över sydvästra Skåne. Ser Ba nr 28.
- SGU 1986. Provisoriska översiktliga berggrundskartan. Ser Ba nr 4.
- Sjödahl, E., & Svensson, Å. 1982. Ringsjöområdet grundvattenkemi. Examensarbete Tekniska Högskolan i Lund, Avd. för Teknisk Geologi.
- Socialstyrelsen 1965. Meddelande från Kungl. Medicinalstyrelsen nr 112. Bakteriologiska vattenundersökningar.
- Standardiseringskommissionen i Sverige 1986. Förslag till svensk standard SS 028185 Vattenundersökningar-kemiska undersökningar-provtagning av dricks- och badvatten.
- Statens Naturvårdsverk 1983. Näring i överflöd - eutrofiering i svenska vatten. Monitor.
- Svanberg, O. 1972. Handelsgödseln och vattnet. Kungl. Skogs- och Lantbruksak. tidskrift. Supplement nr 9.
- Thoms, C. & Joelsson, A. 1982. Nitrat i grundvattentäkter i Sverige. SNV PM 1598.

# NITRIFIKATIONSHÄMMARE ELLER SVÄLT MOT KVÄVELÄCKAGE?

*Nitrification inhibitors or starvation against nitrogen losses*

Nils Brink

**Abstract.** Field experiments were conducted to reveal the effect on the leaching losses of nitrogen by using a nitrification inhibitor (dicyandiamide, DCD) and by starvation of the soil. DCD was mixed with liquid manure from pigs which was spread in late October. No significant effects of the inhibitor were detected either on grain yield or on leaching losses. Residual effects of earlier fertilizing disturbed the picture slightly. The starvation trial, e.g. no N-fertilizing, showed that it is possible to drastically reduce the N-loss from a clay soil which has been over-fertilized for many years. Also the grain yield decreased substantially. Therefore, it might possibly be better to give the crop a start with small N-doses in order to better utilize the available nitrogen in the soil.

## INLEDNING

Jordbrukare runt om i världen använder nitrifikationshämmare för att öka skördarna. Idén bakom är att den normala kväveomsättningen skall avbrytas och stanna vid mellanledet ammonium. Detta emedan ammonium rör sig långsammare i jorden än nitrat och därför blir kvar längre tid. Hämmarna blandas med organisk gödsel, flytande ammoniak eller urea vid spridning på hösten. De kan också spridas direkt i jorden.

Skördeökningarna kan bli betydande men understundom utebli (Swezy & Turner 1962; Nishihara & Tsuneyoshi 1968; Rajale & Prasad 1975; Huber, Warren, Nelson, Tsai & Shaner 1980) och även förbytas till skördeminskningar (Gasser 1970; Nelson & Huber 1978).

I Sverige är två ämnen aktuella, nämligen N-serve (nitrapyridin, 2-klor-6-(triklormetyl)pyridin) och Didin (DCD, dicyandiamid,  $C_2H_4N_4$ ).

Ur vattenvårdssynpunkt är det möjligheterna att minska kväveutlakningen som är det intressanta. Och det är också detta som en del författare tagit fasta på (McCormick, Nelson, Sutton & Huber 1983; Hanson, Klemmedtsson, Torstensson & Nilsson 1986).

De vinster man kan uppnå sker emellertid inte ograverat, vilket följande erfarenheter från USA visar. Nitrapyridin ihop med rötslam i pottförsök med majs eller tomater störde katjonupptagningen, minskade skörden, gav kloros på bladen och missformade hela växten (Sander & Barker 1978; English, Rufner & Barker 1980; English & Barker 1983). Hos rädisa konstaterades djupgående förändringar i cellen (Rufner, Barker, Boucher, Kroll & Hosmer 1984). I stort sett samma slags skador uppträdde med DCD och konstgödsel i ett tidigt utfört kärnförsök med havre, vete, majs, bomull och tomater (Reddy 1963). Doseringen var lika med eller mindre än vad som nu rekommenderas i Sverige.

Det har också klarlagts att ammoniumförgiftning av växterna kan förekomma på grund av anhopning av ammonium i jorden (Adam 1966; Maynard & Barker 1969; Hoff, Wilcox & Jones 1974). Och sådan anhopning av ammonium kan förekomma vid bruk av hämmare (Barker, Laplante & Damon 1983; Rufner et al. 1984).

Ett säkert sätt att minska kväveutlakningen är att dra ned på gödselgivorna åtminstone till en viss gräns (Bergström & Brink 1986; Brink 1987). Det är därför intressant att utröna hur snabbt denna minskning kan ske och hur det bäst skall åstadkommas.

Tabell 1. Gröda och kvävegödsling på försöksrutorna; *Crop and nitrogen fertilizing on the plots*. N, konstgödsel; *commercial fertilizer*. F, flytgödsel; *slurry from pigs*. (Värden i N kg/ha. *Values in N kg/ha.*)

År Year	Gröda Crop <sup>a</sup>	Ruta 1 Plot 1	Ruta 2 Plot 2	Ruta 3 Plot 3	Ruta 4 Plot 4	Ruta 5 Plot 5	Ruta 6 Plot 6
1973-82	Stråsäd <sup>a</sup>	N100	0	N200	N100	N50	N150
1983	Höstvete <sup>b</sup>	N110	N110	0	N100	N110	0
1984	Havre <sup>c</sup>	N98	N98	0	N98	N98	N98
1985	Höstvete <sup>d</sup>	N123	N123	0	N123	N123	N123
1986	Korn <sup>e</sup>	F129+13 <sup>g</sup>	F115	0	N100	F77+13 <sup>g</sup>	F81
1987	Havre <sup>f</sup>	-	-	-	-	-	-

<sup>a</sup>Cereals and spring rape 1982. <sup>b</sup>Winter wheat. <sup>c</sup>Oats. <sup>d</sup>Winter wheat.  
<sup>e</sup>Barley. <sup>f</sup>Oats. <sup>g</sup>N in DCD.

## MÅL

Målet med undersökningen var att ta reda på om kväveutlakningen minskar vid bruk av nitrifikationshämmare i naturgödsel och att bestämma hur lång tid det tar att svälta ut en jord efter överdosering med kväve under en lång följd av år.

## MATERIAL OCH METODER

### Försöksfältet

Försöket utfördes på Lanna försöksstation i Västergötland. Ett specialdikat försöksfält har utnyttjats. Fältet består av sex täckdikade stor-rutor om vardera 0,4 ha. Avrinnande vatten kan mätas för sig från varje ruta. Jordarten är lera. Utförlig beskrivning av jordart och utrustning har gjorts av Brink & Lindén (1980).

### Försöksplan

Försöksfältet har använts för försök med stigande givor konstgödsel (Bergström & Brink 1986). Detta försök påbörjades 1973 och avslutades 1982. Förevarande försök med DCD pågick från 1985 till 1987 och svältförsöket från 1983. En del rutor fick "vila sig" under mellantiden för att komma i balans.

I följande försöksplan betyder F flytgödsel från svin, N konstgödsel, mD med DCD och uD utan DCD:

Ruta 1	F + 20 mD	Flytgödsel + 20 % av normal N-giva
Ruta 2	F + 20 uD	Flytgödsel + 20 % av normal N-giva
Ruta 3	NO	Utan N-giva
Ruta 4	N100	Konstgödsel, normal N-giva
Ruta 5	F - 20 mD	Flytgödsel - 20 % av normal N-giva
Ruta 6	F - 20 uD	Flytgödsel - 20 % av normal N-giva

Flytgödseln spreds med ett speciellt myllningsaggregat som är försett med en mängdmätare. DCD blandades med gödseln i spridningstunnan. Mängden därav var 20 kg/ha och motsvarade 13 N kg/ha.

Grödor och kvävegödsling genom åren framgår av tabell 1. I flytgödseln, som spreds 22-25 oktober 1985 till följande års gröda, har räknats N bara i  $\text{NH}_4$ .  $\text{NH}_4$ -N utgjorde 3,8 kg/ton av spridd gödsel och tot-N 5,1 kg/ton.

### Provtagning och analys

Prov på avrinnande vatten togs två gånger i månaden. Proven sändes med il-post till eget laboratorium för analys på tot-N,  $\text{NO}_3$ -N,  $\text{NH}_4$ -N, tot-P,  $\text{PO}_4$ -P, K och pH. Omedelbart vid ankomsten bestämdes pH. Därefter förvarades proven nedkylda vid 2 °C tills analysen kunde ske.

## RESULTAT OCH DISKUSSION

### Effekt av DCD

Vid granskningen av effekten av DCD skall jämföras rutorna 1 och 2 resp. 5 och 6.

Man ser i figur 1 att förutsättningarna på ruta 1 och ruta 2 är något så när lika 1983 och 1984 och praktiskt taget lika 1985 vad det gäller skörd och N-utlakning. Överensstämmelsen med "normrutan" nr 4 med konstgödsel var god. Efter behandlingen, dvs. 1986, var både skörd och skördat kväve större på rutorna med än utan DCD (tabell 2). Möjligen kan detta tolkas som en effekt av hämmaren. Men man ser också att N-givan var mycket högre på den förra än på den senare. Häri torde den huvudsakliga orsaken till skördeökningen ligga. Beträffande utlakningen finns ingen-

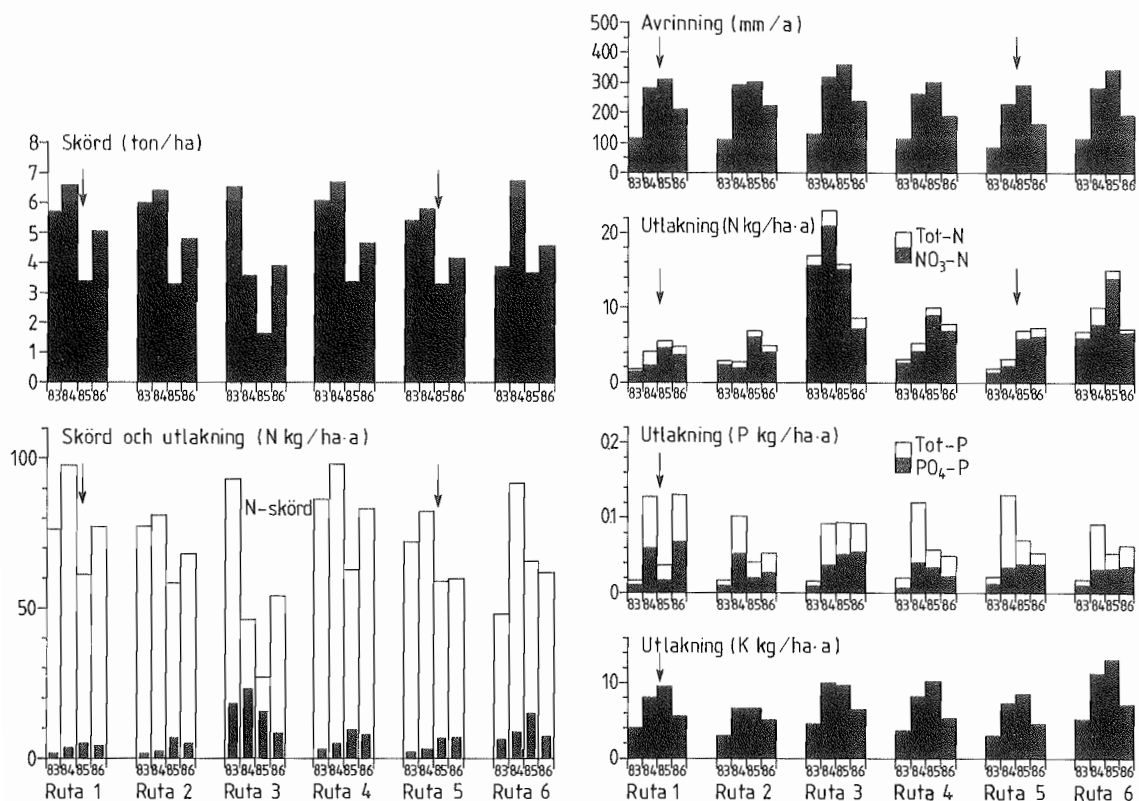


Fig. 1. (a) Årlig skörd, skördat kväve och utlakning av kväve. Yearly crop yield, nitrogen in the yield, and leaching losses of nitrogen. The arrows mean application of slurry. (b) Avrinning, utlakning av kväve, fosfor och kalium. From top. Water discharge and leaching losses of nitrogen, phosphorus, and potassium.

Tabell 2. Gödsling till 1986 års gröda, skörd och utlakning. *Fertilizing for the crop in 1986, yield, and leaching losses during the year before and after the cropping season. Manure (F) from pigs was applied on 23-24 October 1985, and fertilizer (N) on 27 May 1986. (Värden i kg/ha. Values in kg/ha.)*

Odling Cropping	Ruta 1 Plot 1	Ruta 2 Plot 2	Ruta 3 Plot 3	Ruta 4 Plot 4	Ruta 5 Plot 5	Ruta 6 Plot 6
Gödsling <sup>a</sup>	F129+13 <sup>e</sup>	F115	0	N100	F77+13 <sup>e</sup>	F81
Kärnskörd <sup>b</sup>	5110	4770	3920	4740	4210	4600
N-skörd <sup>c</sup>	77	68	54	83	60	62
N-utlakning <sup>d</sup>						
1985/86	6,4	6,8	17,3	9,7	6,8	15,1
1986/87	6,9	5,0	10,2	7,6	7,1	7,2

<sup>a</sup>Fertilizing. <sup>b</sup>Crop yield. <sup>c</sup>Yield of N. <sup>d</sup>Leaching of N. <sup>e</sup>DCD 20 kg/ha.

ting som talar för att DCD haft någon effekt.

Man ser vidare i figur 1 att förutsättningarna på rutorna 5 och 6 var mycket olika 1983 och 1984 men hade utjämnats ganska väl 1985. Ifråga om utlakningen var det fortfarande betydande skillnader beroende på minnes-effekter av tidigare gödsling. Efter behandlingen med DCD blev skörden 1986 lägre på den behandlade rutan 5 än på den obehandlade rutan 6 trots högre N-giva på den förra (tabell 2). Hämmaren hade uppenbarligen inte haft någon märkbar betydelse. Den högre skörden på ruta 6 får främst tillskrivas efterverkan på tidigare behandling. Detsamma gäller utlakningen 1985/86 på samma ruta. Året efter var utjämnningen fullbordad. Någon effekt av DCD blev det inte.

### Effekt svält och gödning

Vi går nu över till att behandla relationerna mellan det ogödslade ledet (ruta 3), det konstgödslade ledet (ruta 4) och de stallgödslade leden.

Man ser i figur 1 att ruta 3, som till och med 1982 gödslats med nominellt N200 kg/ha och år och därefter nollgödslats, gav god skörd 1983 men därefter dålig. Kväveförsörjningen var alltså tillfredsställande det första året trots ingen N-gödsling. På ruta 6, som också långvarigt överdoserats med kväve (N150 kg/ha), sjönk skörden redan samma år som rutan nollgödslades och återhämtade sig följande år efter en normal konstgödselgiva (N98 kg/ha).

Utlakningen av kväve på ruta 3 var relativt hög även vid hög skörd och nådde maximum efter andra årets nollgödsling (fig. 1). Därefter minskade den efter ytterligare svält till en nivå som kan jämföras med dem på de andra rutorna. Att döma av utvecklingen på ruta 6 hade det säkert gått snabbare om grödan fått hjälp att utvecklas med startgivor. Avtagande halter på de överdoserade rutorna bekräftar att minskningen av gödslingsintensiteten hade god effekt (fig. 2). Slutsatsen blir att det på några år går att svälta jorden så att kväveläckaget minskar kraftigt och att processen bör gå snabbare med måttliga insatser av kväve.

Man ser också i figur 1 och tabell 2 att skörden på den konstgödslade rutan 4 låg mitt på skördeskalan och skördat kväve högst. Konstgödseln överträffade vanligen svinggödseln ifråga om skördat kväve. Kväveutlakningen var tillika störst från den konstgödslade rutan, om man bortser från dem med minneseffekter från tidigare år. Det kan tilläggas att hal-

terna på denna ruta redan innan försöket med hämmaren låg relativt högt (fig. 2). Man måste sålunda också i detta fall räkna med minneseffekter.

### Andra faktorer

Avrinningen är den faktor som jämte gödslingen och grödan mest påverkar utlakningen. Men avrinningen beror främst av nederbörden och även av skördens storlek som i sin tur påverkar utlakningen. I detta komplicerade spel kan man i det aktuella försöket urskilja följande.

Under normala omständigheter motvarierade avrinning och skörd enligt figur 1, vilket är naturligt med tanke på grödans vattenbehov. På samma sätt följde större utlakning på mindre skörd och omvänt ifråga om kväve och kalium. Logiskt bör då avrinning och utlakning lydigt följas åt, vilket också var fallet i stora drag med dessa två ämnen. Till detta kan fogas att kväveförlusterna kan bli avsevärda även vid mycket liten avrinning, nämligen efter överdosering. Så var fallet 1983/84 främst på ruta 3 men även på ruta 6.

Fosforutlakningen intar i mångt och mycket en motsatsställning till kväveutlakningen. Frånsett det första året, då P-förlusten var mycket liten beroende på onormalt liten avrinning, fanns en tendens till att minskat N-läckage åtföljdes av ökat P-läckage. Orsaken kan inte gärna vara en fråga om pH, som i avrinnande vatten från de olika försöksleden var praktiskt taget lika inbördes. Värdena varierade mellan 7,8 och 8,2. Det kan inte heller vara fråga om ökad upptagning vid stigande skörd och omvänt eftersom skörden och P-läckaget i stort följdes åt. Däremot kan man tänka sig utfrysning av fosfor ur skörderesterna som en viktig orsak.

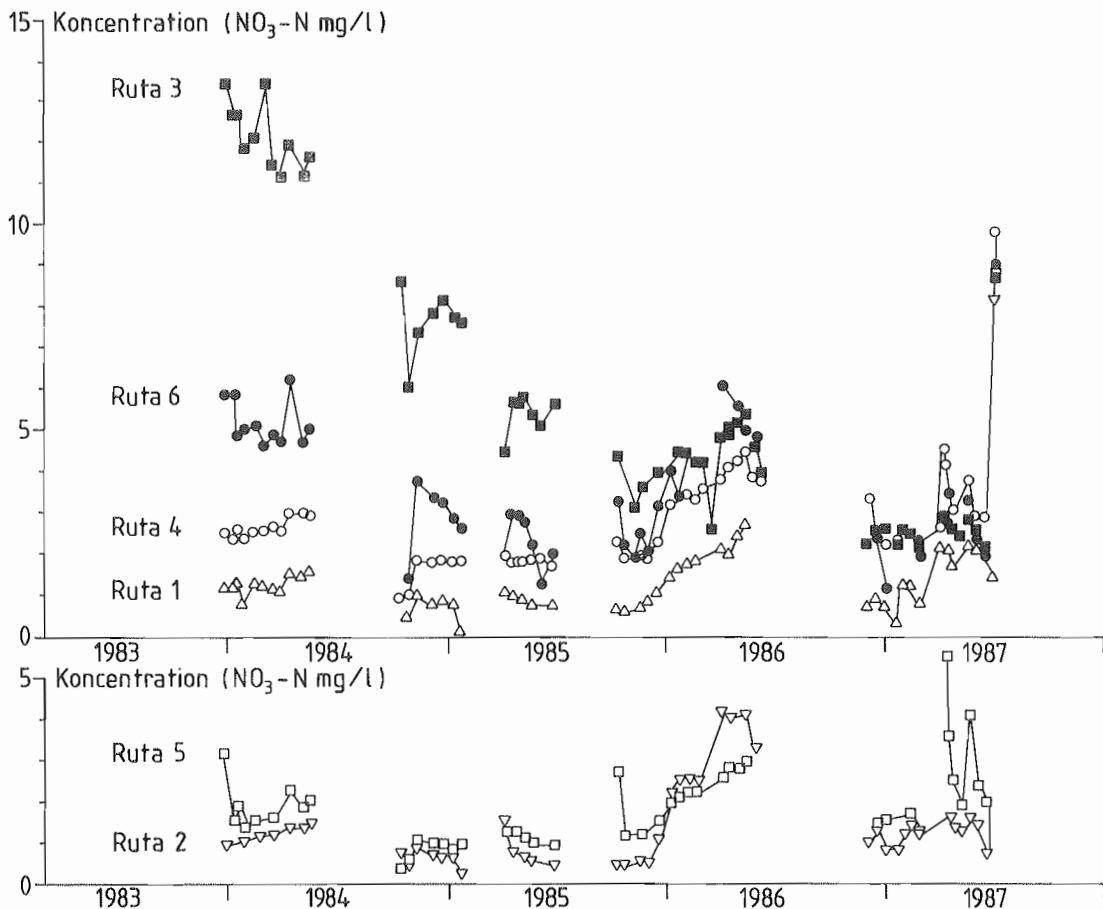


Fig. 2. Nitratkväve i avrinnande vatten från sex försöksrutor. Concentrations of  $\text{NO}_3\text{-N}$  in discharge water from six experimental plots treated differently.

Det kan avslutningsvis vara intressant att jämföra de uppmätta förlusterna med normvärden. Tio års mätningar på sju fält i mellersta Sverige gav i medeltal 12 N, 0,30 P och 5 K kg/(ha.a). N-utlakningen i försöket låg alltså klart under utom i svältledet, P-utlakningen också under men K-utlakningen över normvärdet.

### Utsikter

Jordarten har stor betydelse för kväveutlakningen, som är mycket större på en sandjord än på en lerjord (cf. Brink, Gustafson & Torstensson 1986). Det kan därför tänkas att DCD skulle ha en positiv effekt till exempel på en sandjord i Skåne eller Halland där N-utlakningen är särskilt stor. Det har emellertid visats att DCD rör sig mycket snabbare på lätta jordar än ammonium, varför DCD inte utgör något hinder för nitrifikation (Bock, Lawrence & Williams 1981). I motsats härtill uppger Hendrickson, Keeny, Walch & Liegel (1978) att nitrapyrin troligen rör sig långsammare än  $\text{NH}_4^+$  i sandig jord och därför inte har så långvarig verkan.

Det är uppenbarligen en chansartad affär att använda nitrifikationshämmare för minskning av kväveutlakningen.

### SAMMANFATTNING

Försök har utförts för att utröna effekten på kväveutlakning dels genom bruk av en nitrifikationshämmare och dels genom svält.

DCD blandades i flytgödsel från svin och spreds i oktober. Ingen säker effekt på vare sig skördeutfall eller utlakning kunde noteras. Minnes-effekter av tidigare gödsling störde bilden något. Svältförsöket, dvs. ingen N-gödsling, visade att det på några få år går att drastiskt minska utlakningen från jord som tidigare under lång tid fått överdoser av kväve. Skörden minskade också kraftigt. Därför kunde det vara bättre att ge små startgivor för att hjälpa grödan på traven så att den bättre kunde utnyttja det tillgängliga kvävet.

### REFERENSER

- Adam, F. 1966. Calcium deficiency as a causal agent of ammonium phosphate injury to cotton seedlings. *Soil Sci. Amer. Proc.* 30, 485-488.
- Barker, A.V., Laplante, J.F. & Damon, R.A. 1983. Growth and composition of radish under various regimes of nitrogen nutrition. *J. Amer. Soc. Hort.* 108 (6), 1035-1040.
- Bergström, L. & Brink, N. 1986. Effect of differentiated applications of fertilizer N on leaching losses and distribution of inorganic N in the soil. *Plant and Soil* 93, 333-345.
- Bock, B.R., Lawrence, J.E. & Williams, H.M. 1981. Relative mobility of dicyandiamide, ammonium, and urea by mass flow in soils. *Technical Workshop on dicyandiamide* (Ed. Hauer & Behnke) 25-37.
- Brink, N. 1987. Kväve och fosfor från konstgödsland åker. *Ekohydrologi* nr 24, 40-41.
- Brink, N., Gustafson, A. & Torstensson, G. 1986. Odlingsåtgärders inverkan på kvalitet hos yt- och grundvatten. *Ekohydrologi* nr 21, 24-31.
- Brink, N. & Lindén, B. 1980. Vart tar handelsgödselkvävet vägen? *Ekohydrologi* nr 7, 3-20.
- English, J.E., Rufner, R. & Barker, A.V. 1980. Effect of fertilizer, N rate and nitrapyrin on Ca and Mg nutrition of corn (*Zea mays*, L.). *Comm. Soil Sci. and Plant Anal.* 11, 1005-1017.
- English, J.E. & Baker, A.V. 1983. Growth and mineral composition of

- tomato under various regimes of nitrogen nutrition. *J. Plant Nutr.* 6(4), 339-347.
- Gasser, J.K.R. 1970. Nitrification inhibitors - their occurrence, production and effects of their use on crop yields and composition. *Soils and Fertilizers* 33, 547-553.
- Hansson, G.B., Klemedtsson, L., Torstensson, L. & Nilsson, L.G. 1986. Kväveläckage från åkermark kan minskas. *SLU-ringen* nr 8, 8-9.
- Hendrickson, L.L., Keeny, D.R., Walch, L.M. & Liegel, E.A. 1978. Evaluation of nitrapyrin as a means of improving N efficiency in irrigated sands. *Agron. J.* 70, 699-704.
- Hoff, J.E., Wilcox, G.E. & Jones, C.M. 1974. The effect of nitrate and ammonium nitrogen on the free amino acid composition tomato plants and tomato fruits. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99(1), 27-30.
- Huber, D.M., Warren, H.L., Nelson, D.W., Tsai, C.Y. & Shaner, G.E. 1980. Response of winter wheat to inhibition of fall-applied nitrogen. *Agr. J.* 72, 632-637.
- Maynard, D.N. & Baker, A.V. 1969. Studies on the tolerance of plants to ammonium nutrition. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94, 235-239.
- McCormick, R.A., Nelson, D.W., Sutton, A.L. & Huber, D.M. 1983. Effect of nitrapyrin on nitrogen transformation in soil tilled with liquid swine manure. *Agr. J.* 75, 947-950.
- Nelson, D.W. & Huber, D.M. 1978. Performance of nitrification inhibitors in the Midwest (east). *Perdue Univ. W. Lafayette. J. Paper No. 7820.*
- Nishihara, T. & Tsuneyoshi, T. 1968. The effect of some nitrification inhibitors on the availability of basic dressing nitrogen to the direct-sowing rice plants on dry paddy field. *Bull. Fac. Agric. Kagoshima Univ. Japan* 18, 133-141.
- Rajale, G.B. & Prasad, R. 1975. Nitrogen and water management for irrigated rice. *Riso* 24, 117-125.
- Reddy, G.R. 1964. Effect of varying quantities of dicyandiamide on the utilization of nitrogen by several crop from sodium nitrate and ammonium sulphate. *J. Agric. Sci.* 62, 35-38.
- Rufner, R., Barker, A.V., Boucher, J.P., Kroll, W. & Hosmer, T.A. 1984. Effects of nitrapyrin and nitrogen fertilizers on ultrastructure of mesophyll chloroplasts of radish. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109(2), 139-144.
- Sander, D.Y. & Barker, A.V. 1978. Comparative toxicity of nitrapyrin and 6-chloro-picolinic acid to radish and cucumber under different nitrogen regimes. *Agron. J.* 10, 295-298.
- Swezy, A.W. & Turner, G.O. 1962. Crop experiment on the effect of 2-chloro-6-(trichloromethyl)pyridine for the control of nitrification of ammonium and urea fertilizers. *Agron. J.* 54, 532-535.



# NÄRINGSFLÖDEN FRÅN ÅKERMARK

## *Nutrient fluxes from arable land*

Nils Brink, Jenny Kreuger och Gunnar Torstensson

**Abstract.** The aim of this project was to control the influence of cultivation on the quality of surface water and groundwater within selected agricultural areas. The project includes thirteen experimental fields with measuring stations for regular sampling of drainage water and continuous registration of discharge. Groundwater samples and piezometer readings are performed at eleven fields and at two fields there are separate measurements of surface runoff.

During the 1 July 1985 to 30 June 1986 (1985/86) period surface runoff occurred only from one of the two experimental fields with separate measuring possibilities. The major part of the nutrient losses from the field (Flinkesta) was by means of drainage discharge (Table 1).

The total drainage discharge and the total losses of different elements have been calculated for all experimental fields (Table 2). The mean concentration of the elements during 1985/86 are given in Table 3 and as a comparison the long term average for the period 1976/1985 is given in Table 4.

The nitrate concentration in the drainage water at Kärrdala is nearly twice as high as at the other fields in the south of Sweden and the phosphorus concentration is more than twice as high. This can be attributed to intensive manuring and fertilizing together with sandy soil conditions and irrigation on the field.

The losses of nitrate from the northern field Vagle was unusually high during the last period, 52 kg/ha in comparison with the long term mean of 9 kg/ha. This was due to a four year old grass ley being ploughed in July 1985 followed by a short fallow.

Annual mean concentrations of nitrate in drainage water from the different fields during 1976-1986 are given in Figure 2 and for phosphorus in Figure 3.

Mean concentration values for groundwater are given in Tables 2 and 3. In the deeper sampling wells the nitrate concentration do not exceed the hygienic limit values for drinking water (6.8 NO<sub>3</sub>-N mg/l). However three of the shallower wells (Skottorp 1.7 m, Kärrdala 1.0 m and Karstorp 2.0 m) have mean concentrations in excess of this value.

## PROJEKTET

Projektet startade 1972 mot bakgrund av den allt intensivare produktionen i jordbruket med överoptimal gödsling, ensidighet i växtodlingen och koncentrerad av husdjurskötseln. Syftet var att klara ut risken för förorening av yt- och grundvatten vid gödsling i ordinarie jordbruk och att ta fram underlag för rekommendationer att motverka vattenförorening. PMK övertog projektet 1975 med målet att inom valda jordbruksområden kontrollera odlingsåtgärdernas inverkan på kvaliteten hos yt- och grundvatten.

Projektet omfattar idag tretton fält med mätstationer för provtagning av dräneringsvatten och kontinuerlig registrering av avrinning. Grundvattenprovtagning och tryckmätning sker vid alla fält utom på Geråsen och Lökene. På två av fälten, Flinkesta och Hälleberg, anlades 1985 särskilda mätöverfall för registrering av ytligt avrinnande vatten. Figur 1 visar fältens geografiska läge, jordart och driftsinriktning på gården. Den angivna jordartssammansättningen representerar genomsnittet för fältet och har framtagits genom att slå samman prover uttagna längs en linje tvärs över fältet. För mer detaljerade uppgifter om de enskilda fälten hänvisas till Brink, Gustafson och Persson (1979).

## MÅL

Målet är att inom valda jordbruksområden kontrollera odlingsåtgärders inverkan på kvaliteten hos yt- och grundvatten.

## VERKSAMHETEN 1985/86

Redogörelsen omfattar det agrohydrologiska året 1985/86 (1 juli-30 juni).

Prov på dräneringsvatten tas var fjortonde dag med undantag för intensiva avrinningsperioder vår och höst då prov i regel tas en gång per vecka. Prov på grundvatten tas sex gånger per år och grundvattentryck mäts en gång per månad. Ytvatten provtas en gång per dygn under avrinningsperioder.

Försöksstationen Vagle i Norrland som anlades 1977 ingår åter i PMK:s stationsnät varför datamaterial från denna station nu återfinns i redovisningen.

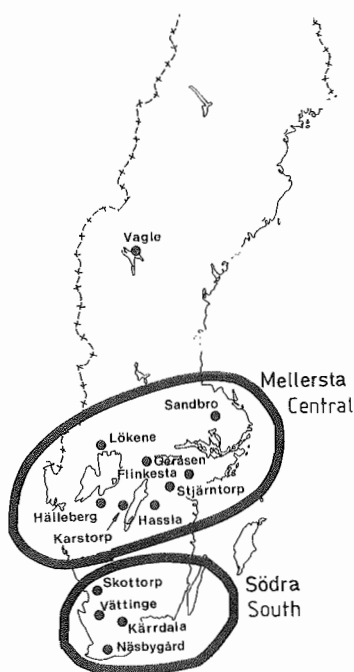
Alla mätvärden lagras fortlöpande på skivminne för vidare bearbetning i dator (VAX 11/750). Egna dataprogram utvecklas efterhand för effektiva bearbetningsrutiner. För alla intresserade finns nu primärdata tillgängliga från försöken fram till och med verksamhetsåret 1985/86.

## RESULTAT

### Ytvatten

Endast resultat från Flinkesta föreligger då ingen ytavrinning förekom på Hälleberg under det gångna året.

Ytavrinningen under 1985/86 på Flinkesta begränsades i stort till en mindre avrinningstopp i december och en lite mera omfattande avrinnings-



Plats <i>Site</i>	Jordart <i>Soil</i>	Husdjur <i>Husbandry</i>
Vagle	mmh moig LL <sup>a</sup>	Nöt <i>Dairy</i>
Sandbro	nmh ML <sup>b</sup>	Inga <i>No</i>
Lökene	nmh lerig FMo <sup>c</sup>	Inga <i>No</i>
Geråsen	Mull	Nöt <i>Dairy</i>
Flinkesta	nmh ML <sup>b</sup>	Nöt <i>Dairy</i>
Hälleberg	mmh lerig GMo <sup>d</sup>	Inga <i>No</i>
Karstorp	nmh ML <sup>b</sup>	Nöt <i>Dairy</i>
Hassla	mmh lerig FMo <sup>c</sup>	Inga <i>No</i>
Stjärntorp	mmh ML <sup>b</sup>	Inga <i>No</i>
Skottorp	mr lerig GMo <sup>d</sup>	Svin <i>Pigs</i>
Vättinge	mmh ML <sup>b</sup>	Nöt, svin
Kärrdala	mmh lerig GMo <sup>d</sup>	Nöt, svin
Näsbygård	nmh moig LL <sup>a</sup>	Inga <i>No</i>

<sup>a</sup>Sandy loam. <sup>b</sup>Clay. <sup>c</sup>Clayey silt. <sup>d</sup>Clayey fine sand.

Fig. 1. Karta med försöksfälten jämte gårdens namn, jordart och drifts-inriktning. *Sites of the trial fields, kind of soil and animal husbandry.*

Tabell 1. Medelkoncentrationer och förluster av N, P och K. *Mean concentrations and losses of N, P and K in surface runoff and drainage discharge.*

Period	Vatten <i>Water</i>	Avrinning <i>Discharge</i> (mm)	NO <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	Tot-P	K
<b>Koncentrationer</b> <i>Concentrations</i> (mg/l)						
Dec-85	FLY <i>Surface</i>	3	0,80	0,32	0,76	7,2
Dec-85	FLD <i>Drainage</i>	57	2,27	0,07	0,12	2,2
Mar-86	FLY <i>Surface</i>	16	0,38	0,19	0,34	0,2
Mar-86	FLD <i>Drainage</i>	64	0,82	0,23	0,46	4,4
<b>Förluster</b> <i>Losses</i> (kg/(ha.yr))						
1985/86	FLY <i>Surface</i>	24	0,1	0,04	0,07	0,2
1985/86	FLD <i>Drainage</i>	260	5,3	0,53	1,16	11,5

period i mars. En jämförelse (tabell 1) av funna koncentrationer i ytvatten (FLY) och i dräneringsvatten (FLD) visar att halterna av fosfor och kalium i december var väsentligt högre i ytvattnet än i dräneringsvattnet. I mars var däremot halterna genomgående högre i dräneringsvattnet.

Under en period med ytavrinning i april föregående verksamhetsår var avrinningen 23 mm och förlusterna av totalfosfor via ytvattnet uppmättes till sammanlagt 0,19 kg/ha vilket är mer än dubbelt så mycket som årets förlust på 0,07 kg/ha. Huvudparten av växtnäringsförlusterna under 1985/86 har liksom förra året skett via dräneringsvattnet.

### Dräneringsvatten

För varje station har den totala avrinningen och ämnestransporten beräknats (tabell 2). Transporten för de enskilda ämnena beräknas genom att ett koncentrationvärde för varje dygn med avrinning interpoleras fram och därefter multipliceras med dygnsavrinningen. Årstransporten beräknas sedan genom att summera dygnstransporterna.

Avrinningen under december 1985 var för samtliga stationer i södra Sverige och för flertalet i mellersta Sverige avsevärt högre än normalt. Däremot var avrinningen under vårmånaderna mycket måttlig i synnerhet i södra Sverige.

Medelhalten av i dräneringsvattnet ingående ämnen samt pH och ledningstal har beräknats stationsvis för det senaste året (tabell 3). Den anmärkningsvärt höga kvävehalten i dräneringsvattnet från norrlandsstationen Vagle och därmed mycket höga kvävetransporten är en följd av att vallen plöjdes i juli 1985 och efterföljdes av halvträda. I övrigt har inga större förändringar sedan föregående år inträffat.

Även medelhalten av de olika ämnena under försöksperioden 1976-1985 har framräknats som ett mått på medelbelastningen från de enskilda stationerna (tabell 4). Beräkningarna visar att dräneringsvattnet från Kärrdala har nästan dubbelt så hög kvävehalt som de övriga stationerna i södra Sverige och mer än dubbelt så hög fosforhalt. Detta kan tillskrivas den intensiva gödslingen i kombination med den lätta jordarten på platsen samt en viss bevattning.

Under det senaste året var den genomsnittliga halten av fosfor i dräneringsvattnet från Kärrdala 0,82 mg/l. Detta är dubbelt så högt som det

Tabell 3. Årsmedelvärden 1985/86 av pH, konduktivitet och ämneskoncentrationer i dränerings- och grundvatten. *Mean values 1985/86 of pH, conductivity and nutrient concentrations in drainage water (D) and ground water (G).*

Lokal Site	Djup Depth		Kond. Cond. (mS/m)	Koncentrationer Concentrations (mg/l)										
	pH	(m)		HCO <sub>3</sub>	S <sup>*</sup>	Cl	NO <sub>3</sub> -N	Tot-N	PO <sub>4</sub> -P	Tot-P	Na	K	Ca	Mg
<b>Vagle</b>														
VAD	1,0	7,6	66	259	20	12	15,2	15,7	0,01	0,02	8	7	113	7
VAG 1	1,8	7,4	100	423	90	4	0,1	-	-	-	16	1	199	15
<b>Sandbro</b>														
SAD	1,0	7,4	25	70	2	3	2,5	3,3	0,08	0,20	1	1	26	2
SAG 1	2,0	7,4	59	365	8	11	2,8	-	-	-	9	3	97	15
SAG 1	4,0	7,4	58	381	7	7	0,1	-	-	-	17	5	93	21
<b>Lökene</b>														
LÖD	1,0	6,5	20	28	7	22	3,2	3,8	0,08	0,15	6	5	24	4
<b>Geråsen</b>														
GED	1,0	6,2	72	124	88	15	0,2	5,2	0,09	0,20	8	3	134	8
<b>Flinkesta</b>														
FLD	1,0	7,0	13	42	4	6	2,0	3,0	0,20	0,44	4	4	11	5
FLG 2	2,2	7,7	38	218	12	4	2,5	-	-	-	29	2	30	21
FLG 2	3,5	7,7	39	227	9	6	0,1	-	-	-	28	4	31	20
FLG 2	4,1	7,7	36	189	11	8	1,4	-	-	-	15	8	38	17
<b>Stjärntorp</b>														
STD	1,0	7,6	51	229	16	17	3,3	3,8	0,08	0,16	7	2	64	21
STG 2	2,5	7,9	59	375	13	6	0,0	-	-	-	9	6	85	27
STG 2	4,0	7,9	60	376	14	7	0,0	-	-	-	11	6	86	28
<b>Hälleberg</b>														
HLD	1,0	7,2	31	125	13	16	3,5	4,2	0,02	0,05	23	2	19	18
HLG 1	2,0	7,2	41	216	10	18	0,0	-	-	-	43	4	18	21
HLG 1	4,0	7,3	59	377	3	22	0,0	-	-	-	58	11	31	32
<b>Karstorp</b>														
KPD	1,0	7,2	26	78	6	10	8,1	9,0	0,07	0,11	8	2	29	7
KPG 1	2,0	6,9	32	72	22	8	6,9	-	-	-	41	1	10	12
KPG 1	4,0	7,0	36	152	15	9	5,1	-	-	-	51	2	15	13
<b>Hassla</b>														
HAD	1,0	7,8	68	236	25	40	11,2	13,3	0,03	0,04	15	1	109	13
HAG 2	2,0	7,8	64	156	38	54	6,0	-	-	-	48	1	73	9
HAG 2	4,0	7,9	56	355	6	19	0,2	-	-	-	25	2	78	16
<b>Skottorp</b>														
SKD	1,0	6,7	33	37	13	23	12,3	13,8	0,01	0,03	10	5	41	3
SKG 2	1,7	6,3	45	15	26	46	16,1	-	-	-	15	6	54	6
SKG 2	2,2	7,5	53	196	24	39	0,3	-	-	-	51	4	47	9
SKG 2	5,5	7,8	86	386	20	108	0,2	-	-	-	147	10	37	11
<b>Vättinge</b>														
VTD	1,0	7,8	54	139	10	18	4,0	5,0	0,10	0,21	13	4	57	11
VTG 1	3,6	7,7	68	465	8	16	0,1	-	-	-	74	9	51	28
VTG 1	5,8	8,0	77	511	8	18	0,1	-	-	-	118	12	38	27
<b>Kärrdala</b>														
KAD	1,0	7,3	74	247	28	36	16,2	17,5	0,67	0,82	25	28	110	6
KAG 1	1,0	7,6	68	234	43	30	7,4	-	-	-	20	19	120	5
KAG 1	2,0	7,7	44	206	18	24	0,4	-	-	-	19	2	72	7
KAG 1	4,0	7,9	30	178	3	12	0,2	-	-	-	16	3	43	6
<b>Näsbygård</b>														
NAD	1,0	7,8	63	242	16	23	7,2	7,9	0,06	0,13	11	2	101	4
NAG 3	2,9	7,4	90	405	18	95	1,6	-	-	-	30	2	151	10
NAG 3	5,6	7,4	79	403	16	82	0,9	-	-	-	28	2	131	7

\* S, SO<sub>4</sub>-S.

Tabell 4. Medelvärden 1976/85 av pH, konduktivitet och ämneskoncentrationer i dränerings- och grundvatten. *Mean values 1976/85 of pH, conductivity and nutrient concentrations in drainage water (D) and ground water (G).*

Lokal Site	Djup Depth (m)	pH	Kond. Cond. (mS/m)	Koncentrationer Concentrations (mg/l)										
				HCO <sub>3</sub>	S*	Cl	NO <sub>3</sub> -N	Tot-N	PO <sub>4</sub> -P	Tot-P	Na	K	Ca	Mg
<b>Vagle</b>														
VAD	1,0	7,5	62	323	20	13	3,5	4,0	0,06	0,09	8	5	118	8
VAG 1	1,8	7,3	98	419	85	7	0,0	-	-	-	17	2	220	14
<b>Sandbro</b>														
SAD	1,0	7,7	46	352	9	15	7,2	8,0	0,08	0,14	7	1	105	9
SAG 1	2,0	7,5	57	350	11	11	8,3	-	-	-	10	3	100	16
SAG 1	4,0	7,5	58	420	6	6	2,2	-	-	-	19	5	90	21
<b>Lökene</b>														
LÖD	1,0	6,6	24	13	8	31	6,0	7,2	0,05	0,18	10	5	26	3
<b>Geråsen</b>														
GED	1,0	6,3	74	95	87	14	2,2	6,0	0,08	0,15	7	4	140	7
<b>Flinkesta</b>														
FLD	1,0	7,0	14	26	4	11	4,7	6,0	0,20	0,41	4	4	14	5
FLG 2	2,2	7,4	35	216	12	6	5,3	-	-	-	24	2	33	23
FLG 2	3,5	7,6	41	254	11	6	1,9	-	-	-	32	4	37	22
FLG 2	4,1	7,7	36	194	11	7	1,5	-	-	-	17	7	39	17
<b>Stjärntorp</b>														
STD	1,0	7,7	50	214	17	16	3,5	4,2	0,06	0,11	8	3	69	22
STG 2	2,5	7,9	57	379	13	7	0,0	-	-	-	10	6	85	28
STG 2	4,0	7,9	58	381	15	7	0,0	-	-	-	10	6	87	29
<b>Hälleberg</b>														
HLD	1,0	7,3	37	129	16	19	4,6	5,4	0,02	0,05	26	2	23	21
HLG 1	2,0	7,4	43	206	13	17	0,2	-	-	-	47	4	18	21
HLG 1	4,0	7,3	57	394	3	21	0,0	-	-	-	60	11	31	33
<b>Karstorp</b>														
KPD	1,0	7,4	28	57	7	10	11,1	12,6	0,07	0,11	7	2	34	7
KPG 1	2,0	7,0	32	64	24	10	8,9	-	-	-	41	2	11	13
KPG 1	4,0	7,2	38	169	14	9	5,9	-	-	-	47	2	21	14
<b>Hassla</b>														
HAD	1,0	7,8	62	163	25	35	10,6	12,3	0,10	0,13	14	2	103	13
HAG 2	2,0	7,8	68	191	39	53	11,7	-	-	-	45	2	87	9
HAG 2	4,0	7,8	56	371	6	13	2,0	-	-	-	25	2	80	16
<b>Skottorp</b>														
SKD	1,0	6,9	35	33	15	22	12,4	13,6	0,01	0,02	11	5	46	3
SKG 2	1,7	6,3	40	11	22	25	15,1	-	-	-	13	6	46	4
SKG 2	2,2	7,4	52	202	24	36	0,2	-	-	-	51	5	57	9
SKG 2	5,5	7,8	98	347	23	122	0,2	-	-	-	174	10	43	12
<b>Vättinge</b>														
VTD	1,0	7,7	52	180	19	26	9,1	11,0	0,06	0,19	17	4	91	17
VTG 1	3,6	7,7	69	390	12	17	0,3	-	-	-	79	10	52	29
VTG 1	5,8	7,9	81	497	11	17	0,5	-	-	-	130	14	36	31
<b>Kärrdala</b>														
KAD	1,0	7,4	76	228	42	45	19,1	21,3	0,35	0,42	30	26	139	6
KAG 1	1,0	7,5	78	232	51	41	13,3	-	-	-	27	11	151	5
KAG 1	2,0	7,7	49	229	17	22	0,1	-	-	-	22	2	81	7
KAG 1	4,0	7,9	33	185	5	12	0,1	-	-	-	20	2	48	7
<b>Näsbygård</b>														
NAD	1,0	7,8	68	317	24	22	11,9	13,6	0,03	0,06	18	1	157	7
NAG 3	2,9	7,4	92	408	16	103	4,7	-	-	-	33	2	168	11
NAG 3	5,6	7,4	90	405	20	83	2,1	-	-	-	27	1	170	7

\* S, SO<sub>4</sub>-S.

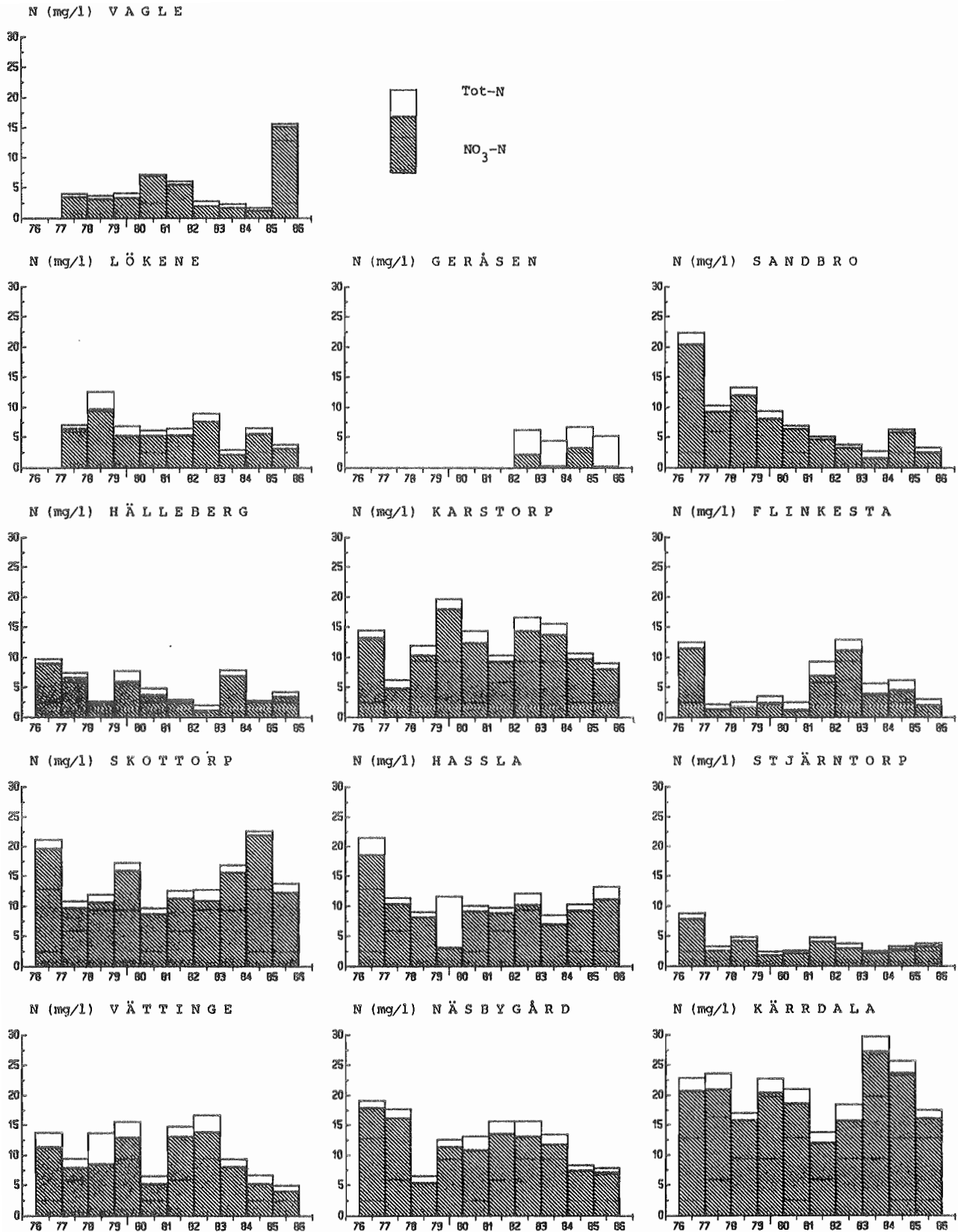


Fig. 2. Årsmedelvärden 1976/86 av kvävehalten i dräneringsvattnet från PMK-fälten. Mean values 1976/86 of nitrogen in drainage water.

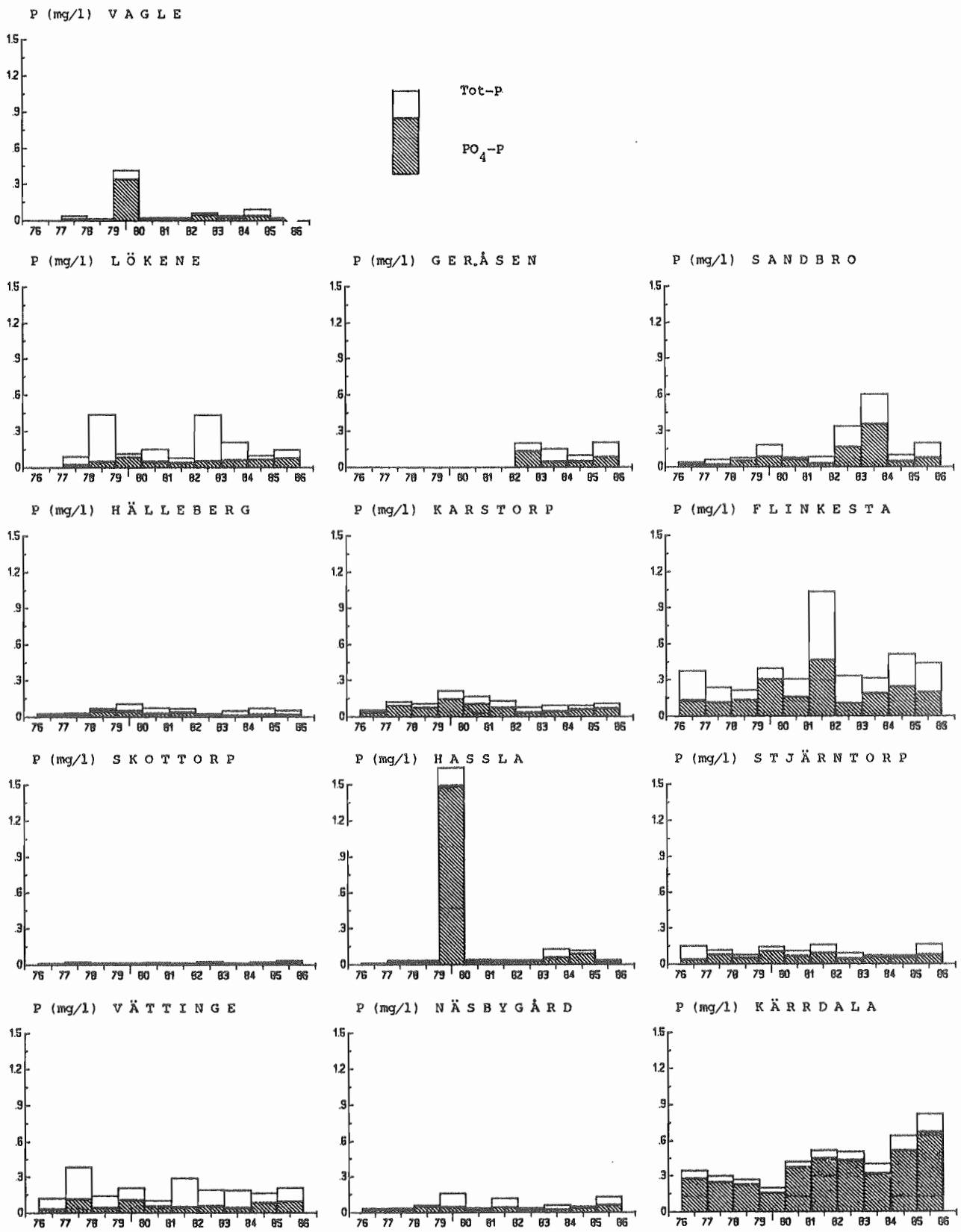


Fig. 3. Årsmedelvärden 1976/86 av fosforhalten i dräneringsvattnet från PMK-fälten. Mean values 1976/86 of phosphorus in drainage water.

Tabell 2. Avrinning och ämnestransport 1985/86 från fältstationer i PMK-nätet. *Water discharge and nutrient transport 1985/86.*

Station	Avr Disch. (mm)	Transport (kg/(ha.a))							
		S*	Cl	N	P	Na	K	Ca	Mg
Vagle	330	66	41	52	0,08	25	22	370	24
Sandbro	53	1	2	2	0,11	1	1	14	1
Lökene	120	9	27	5	0,18	7	5	29	4
Geråsen	240	210	36	13	0,49	19	7	320	19
Flinkesta	260	10	16	5	1,20	11	12	29	12
Stjärntorp	480	76	81	18	0,79	36	9	300	100
Hälleberg	200	25	31	8	0,10	45	4	37	36
Karstorp	240	14	24	21	0,26	19	4	69	17
Hassla	180	45	72	24	0,07	26	2	190	23
Skottorp	430	55	100	58	0,14	42	23	180	14
Vättinge	300	30	52	15	0,61	38	11	170	32
Kärrdala	300	84	110	52	2,50	76	82	330	18
Näsbygård	290	48	67	23	0,38	32	4	290	12

\* S, SO<sub>4</sub>-S.

långsiktiga medelvärdet från stationen på 0,42 mg/l. I februari 1986 tillfördes halva fältet en handelsgödselgiva på 18 kg fosfor per hektar på tjälen. När sedan avrinningen kom igång i mars månad resulterade detta vid ett tillfälle i en fosforhalt som översteg 5 mg/l.

Det förekommer en hel del variationer av kväve- och fosforhalterna i dräneringsvattnet mellan de enskilda åren (figur 2 och 3). Stationerna Sandbro och Vättinge har visat sjunkande kvävehalter i dräneringsvattnet de senaste åren. På fosforsidan är för flertalet stationer halterna relativt stabila, utom för Kärrdala där halterna är stadigt ökande. Noteras kan att endast en mindre del av det kväve som utlakas från mulljorden på Geråsen är i form av nitratkväve. Kvävet föreligger vanligen till stor del som ammoniumkväve och resten som nitratkväve och i organisk form.

### Jämförelser

För de fyra stationerna i södra Sverige låg medelhalten av kväve 1985/86 nästan 4 mg/l under det normala. Så trots en större avrinning än normalt blev utlakningen per hektar tio kilo lägre än den genomsnittliga under den senaste nioårs perioden. Medelhalten för fosfor låg över det normala vilket till största delen kan tillskrivas den alltmer ökande fosforutlakningen från Kärrdala. Detta resulterade i en totalförlust på 0,91 kg/ha och är vilket är en av de högsta förlustsiffrorna för fosfor från södra Sverige någonsin.

I mellersta Sverige var kvävehalterna också i genomsnitt lägre än normalt medan fosforhalterna var normala. Förlustsiffrorna från Geråsen var i år i nivå med övriga stationer i mellansverige till följd av en avsevärt lägre avrinning än under tidigare år.

Störst avvikelser jämfört med normalt uppvisar som tidigare nämnts Vagle med en mycket stor ökning av kväveförlusterna, från 9 kg/ha till 52 kg/ha.



	SYD		MELLAN		GERÅSEN		VAGLE	
Agrohyd. år ...	76/85	85/86	76/85	85/86	82/85	85/86	77/85	85/86
N-medelkonc. (mg/l)	14,90	11,00	7,79	5,78	6,04	5,23	4,03	15,70
P-medelkonc. (mg/l)	0,17	0,30	0,16	0,16	0,15	0,20	0,09	0,02
Avrinning (mm)	312	330	168	218	398	240	234	330
N-förlust (kg/ha.a)	47	37	12	12	24	13	9	52
P-förlust (kg/ha.a)	0,53	0,91	0,29	0,39	0,61	0,49	0,21	0,08

### Grundvatten

Den aritmetiska medelhalten av olika ämnen i grundvattnet har beräknats stationsvis för det senaste året (tabell 2) och för den senaste nioårsperioden (tabell 3).

I de djupare rören överstiger halterna av nitratkväve inte gränsvärdet för hygieniskt anmärkningsvärt dricksvatten (6,8 NO<sub>3</sub>-N mg/l). Högsta halten återfinns i det fyra meter djupa röret på Karstorp med ett genomsnitt på 5,9 mg/l.

I de grundare rören på Skottorp, Kärrdala och Karstorp återfanns däremot under det senaste året liksom genomsnittet för perioden 1976/85 medelhalter som överskrider gränsvärdet. Förutom på dessa stationer har i genomsnitt under perioden 1976/85 de grunda rören på Hassla och Sandbro likaså innehållit vatten med halter över det hygieniska gränsvärdet.

### FÖRESLAGNA FÖRÄNDRINGAR

1. Anlägg två nya stationer för mätning och provtagning av yt- och dräneringsvatten i södra Sverige där problemen med läckage av växtnärsämnen och bekämpningsmedel är som störst.
2. Påbörja ett mätprogram för bekämpningsmedel i avrinnande vatten vid några av stationerna.
3. Införliva norrlandsstationerna Öjebyn, Röbbäcksdalen, Offer och Boda med PMK.

### PUBLIKATIONER 1985/86

- Bergström, L. & Gustafson, A. 1985. Hydrogen ion budgets of four small runoff basins in Sweden. *Ambio*, 14, 346-348.
- Bergström, S., Brandt, M. & Gustafson, A. 1986. Modellberäkning av avrinning och kväveläckage från två åkrar i Sydsverige. *Vatten* 42, 218-221.
- Brandt, M., Bergström, S. & Gustafson, A. 1985. Simulering av kväveutlakning från åkermark. *Forskningsredogörelse till SNV 1985-01-25*.
- Brink, N. 1986. Factors affecting mass transport from farmland. In: Saavalainen, J. & Vakkilainen, P., (Eds.), *Proceedings of International Seminar on Land Drainage*, 458-473. July 9-11, Helsinki.
- Brink, N., Gustafson, A. & Torstensson, G. 1986. Odlingsåtgärders inverkan på kvalitet hos yt- och grundvatten. *SNV Rapport 3237. Ekohydrologi nr 21*, 24-31.
- Clarholm, M., Gustafson, A. & Fleischer, S. 1986. Does agriculture kill fish? In: Eijsackers, H., (Ed.), *Ecological Impacts of Contemporary Agriculture. Proceedings of Fourth European Ecology Symposium*. Septem-

- ber 1986, Wageningen, Nederländerna.
- Gustafson, A. 1985. Utveckling i belastning av ytvatten under det senaste årtiondet - skillnader mellan olika regioner och tänkbar utveckling. Nordisk Jordbruksforskning, 67, Nr 4, 449-451.
- Gustafson, A. 1985, 1986. Växtnäringsläckage och motåtgärder. Ekohydrologi nr 20, 44-59. I: Jordbrukets miljöeffekter. Rapport från SNF's höstkonferens 1985, 16-31.
- Gustafson, A. 1986. Modelling surface- and drainage run off from arable land in northern Sweden with the use of a soil water and heat model. Stencil. Avd. för vattenvård, SLU, Uppsala. 1985-05-01. 5 s.
- Gustafson, A. 1986. Vattnets och kvävetts vägar. Konsulentavdelningens rapporter. Allmänt 84, 4:1-7, Uppsala.
- Gustafson, A. 1986. Utveckling i belastning av ytvatten under det senaste årtiondet - skillnader mellan olika regioner och tänkbar utveckling. I: Madsen, H. B. & Vedby, S., (Eds.), Plantenaeringsstoffer og vandmiljø, 21-32. Nordisk Jordbruksforskning Forening seminar 7-9 augusti 1985, Riber Kjaergaard, Danmark.
- Ulén, B. 1985. Åkermarkens erosion. Ekohydrologi nr 20, 26-35.
- Ulén, B. 1986. Lakning av fosfor ur jordar. Ekohydrologi nr 21, 32-39.

#### REFERENS

- Brink, N., Gustafson, A. & Persson, G. 1979. Förluster av kväve, fosfor och kalium från åker. Ekohydrologi nr 4, 7-57.

Nr	År	Författare och titel. <i>Author and title.</i>
24	1987	Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggröda efter skörd. <i>Catch crop after harvest.</i>
		Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Läckage av växtnäring från åker i Nybroåns vattensystem. <i>Leaching av Nutrients from Arable Land in the Nybroån River Basin.</i>
		Solweig Ellström och Nils Brink. Stallgödslad och konstgödslad åker läcker växtnäring. <i>Fields spread with Manure and Fertilizer leach Plant Nutrients.</i>
		Nils Brink. Kväveläckage vid försök med nitrifikationshämmare.
		Nils Brink. Kväve och fosfor från stallgödslad åker.
		Nils Brink. Kväve och fosfor från konstgödslad åker.



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 villövågar. *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 agroekosystem. *Leaching of nitrogen from agro-ecosystems.*  
Nils Brink. Ytvatten, grundvatten och vattenförsörjningen.
- 6 1980 Arne Gustafson och Mats Hansson. Växtnäringsförluster i Skåne och Halland. *Losses of nutrients in Skåne and Halland.*  
Nils Brink, Sven L. Jansson och Staffan Steineck. Utlakning efter spridning av potatisfruktsaft. *Leaching after Spreading of Potato Juice.*  
Nils Brink och Arne Gustafson. Att 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 sjö. *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 sjös 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. Kväve mineralisering i samband med 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. Gödsel användningens 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:**

Avdelningen för vattenvårdslära  
Box 7072  
750 07 UPPSALA, Sweden

Tel 018-17 24 60

Pris: 35:-

## 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>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>Nils Brink och Kjell Ivarsson. Förluster av växtnäring från lerjordar i Skåne. <i>Losses of Nutrients from Clay Soils in Skåne.</i><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>Christina Lindgren, Margaretha Wahlberg och Arne Gustavsson. Dricksvattenkvalitet i Uppsalaregionen. <i>Drinking Water Quality in the Region of Uppsala.</i><br>Jenny Kreuger. Rörlighet hos MCPA och diklorprop. <i>Mobility of MCPA and Dichlorprop.</i><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>Kjell Ivarsson och Nils Brink. Utlakning från en grovmojord i Halland. <i>Losses of Nutrients from a Sandy Soil in Halland.</i><br>Barbro Ulén. Åkermarkens erosion. <i>Erosion of Phosphorus from Arable Land.</i><br>Arne S. Gustavsson. Förluster av kväve och fosfor runt Ringsjön.<br>Arne Gustafson. Växtnäringsläckage och motåtgärder.<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>Nils Brink, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Odlingsåtgärders inverkan på kvalitet hos yt- och grundvatten.<br>Barbro Ulén. Lakning av fosfor ur jordar. <i>Leaching of Phosphorus from Soils.</i><br>Nils Brink och Gunnar Torstensson. Vådan av proteingödsling. Värdera miljön. <i>Risk of Fertilizing for Increased Protein. Evaluate the Environment.</i><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.  |