

**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

Katarina Kyllmar, Göran Johansson och Markus Hoffmann

**Avrinning och växtnäringsförluster från
JRK:s stationsnät för agrohydrologiska
året 1993/94 samt en långtidsöversikt**

Ekohydrologi 38

Uppsala 1995

Avdelningen för vattenvårdslära

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

ISRN SLU-VV-EKOHYD--38--SE
ISSN 0347-9307

Avrinning och växtnäringsförluster från JRK:s stationsnät för agrohydrologiska året 1993/94 samt en långtidsöversikt

Discharge and nutrient losses from arable land in 1993/94 and a long term review

Katarina Kyllmar, Göran Johansson och Markus Hoffmann, avd. för vattenvårdslära, SLU, Uppsala

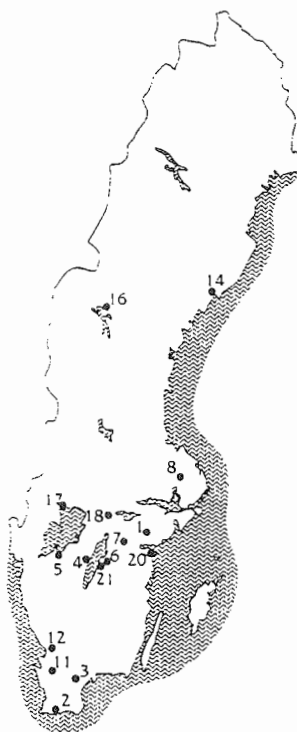
Abstract. The aim of the project was to monitor the influence of cultivation on the quality of surface- and groundwater within selected agricultural areas. The project consisted of sixteen experimental fields with measuring devices for regular sampling of drainage water and continuous registration of discharge. The experimental fields were included in the farmers normal management and covered various soil types, cropping and fertilizer regimes. Information concerning cultivation practices was collected regularly. The size of the fields varied between 4 and 34 ha. In eleven fields, groundwater samples were taken every other month and groundwater pressure measured once a month. Drainage water samples were taken every other week, or in some cases every week during periods of large discharge.

Discharge started earlier than usual in many of the experimental fields due to high precipitation in late summer and early autumn in 1993. Discharge in 1993 was more uniformly distributed over the year than usual and on most of the fields its quantities were larger than long-term averages. Nitrogen concentrations were lower than long-term averages for many of the fields due to the high discharge and dilution effect. Crop nitrogen uptake during the late summer was probably effective thus leaving less residual nitrogen in the soil. Also nitrogen tended to be more diluted in the drainage water in 1993 than the other years. Despite the high discharge, only three of the fields had nitrogen losses larger than the long-term averages. These fields were characterized by intensive crops or spreading of manure. Nitrogen losses varied from 1 to 82 kg/ha/yr for different fields studied in this project.

In a few of the groundwater tubes, nitrogen concentration in the groundwater was higher than in the immediately preceding years. 1993/94 was drier than usual resulting in nitrogen leaching to the groundwater table rather than to drainage water. In the remaining groundwater tubes, the nitrate concentration decreased or remained unchanged. Three of the fields had nitrate concentrations in the groundwater above the limit for technical remarks on drinking water (5 mg NO³-N/l).

Phosphorus losses varied between 0.01 and 2.61 kg/ha/yr. Eight of the sixteen experimental fields had larger losses than the long-term averages, mostly due to high discharge from these fields.

<u>Stations nr</u>	<u>Driftsinr.</u>
14	*
16	nöt
8	växtodl.
17	hästar
18	nöt
1	nöt
7	nöt
20	nöt, svin
6	växtodl.
21	nöt
5	växtodl.
4	nöt
12	svin
11	nöt, svin
3	nöt
2	växtodl.



* På fält 14 finns ett antal försöksrutor med olika grödor och gödsling.

Bild 1. Ungefärligt läge samt driftsinriktning på försöksfälten.

Tabell 1. Avrinning, grödor samt arealförluster av kväve och fosfor från observationsfälten

Station	Huvudgröda		Avrinning (mm)		Förlust (kg/ha)							
					Total-N		NO ₃ -N	Total-P		PO ₄ -P		
Nr	Län	Jord-art	1993	vinter-bevuxet	93/94	77/93*	93/94	77/93*	93/94	93/94	77/93*	93/94
14dr	AC	Mo	vall	-----	200	92	5,3	4,5	3,9	0,08	0,03	0,02
14yt					147	204	2,4	5,3	1,0	0,14	0,59	0,07
16	Z	LL	vall	-----	329	251	14,1	14,4	12,4	0,09	0,13	0,05
8	C	ML	havre	h-vete	29	56	2,1	4,3	1,9	0,03	0,08	0,02
17	S	FMo	vall	vall	83	117	0,8	5,8	0,2	0,13	0,16	0,10
18	T	Mull	vall	vall	197	291	12,3	16,9	5,6	0,18	0,47	0,07
1	D	ML	vall	-----	259	220	9,0	10,8	4,4	1,25	0,96	0,67
7	E	ML	vall	vall	316	273	6,2	9,6	5,0	0,14	0,28	0,11
6	E	FMo	korn	h-vete	43	85	1,9	9,8	1,5	0,07	0,09	0,05
20	E	ML	havre	-----	89	77	7,9	3,6	6,0	0,56	0,13	0,48
21	E	GMo	h-vete	h-vete	68	54	11,8	12,7	11,3	0,01	0,01	<0,01
5	R	GMo	h-vete	-----	96	116	6,4	6,8	5,6	0,08	0,06	0,05
4	R	ML	stråsäd	beväxt	204	175	16,4	20,1	14,4	0,17	0,21	0,11
12	N	GMo	potatis	-----	670	409	70,1	48,3	62,7	0,14	0,09	0,06
11	L	ML	stråsäd	-----	327	251	11,7	21,1	8,1	0,85	0,58	0,36
3	L	GMo	majs	-----	459	297	81,7	71,8	73,6	2,61	1,43	2,49
2	M	LL	s-betor	-----	450	262	32,2	33,4	27,6	0,28	0,18	0,12

* För fält 14 gäller långtidsmedelvärdena för perioden 1988/93, för fält 18 för perioden 1982/93 och för fält 20 och 21 perioden 1989/93.

BAKGRUND

Målsättningen med undersökningarna är att inom valda jordbruksområden kontrollera odlingsåtgärdernas inverkan på kvaliteten hos yt- och grundvatten. Projektet startade 1972 med ett första observationsfält och 1975 tog PMK (Programmet för övervakning av miljö kvalitet) över, varvid målsättningen enligt ovan formulerades. Då fanns 7 fält och fler kom att anläggas, så att de flesta av dagens 16 stationer var i bruk redan 1977. Från och med 1989 ingår observationsfälten som ett delprogram inom den nationella miljöövervakningen. I redovisningen finns dessutom med de två fält i Östergötland som observerats på samma sätt som de övriga men på uppdrag av länsstyrelsen. I denna rapport redovisas i första hand resultaten för det agrohydrologiska året (juli-juni) 1993/94, men även långtidsutvecklingen återfinns i tabell- och figurform, som längst för perioden 1974/94. Avrinning, kvävehalter och kvävetransporter liksom grundvattentryck kommenteras medan övriga resultat endast redovisas i tabeller och figurer. Tabellerna omfattar i huvudsak perioden 1977/93 medan figurerna visar hela den period fälten observerats. Sammanlagt omfattar rapporten 253 observationsår. Bild 1 anger respektive fälts geografiska läge och gårdens driftsinriktning. Mer detaljerade uppgifter om fälten finns att tillgå i Brink, Gustafson och Persson (1979).

MATERIAL OCH METODER

Dränerings- och ytvatten

Observationsfälten ingår i lantbrukens normala drift, och årligen rapporterar lantbrukarna in alla företagna odlingsåtgärder. Fälten, som varierar i storlek från 4 till 34 ha, är så utvalda att allt vatten i dräneringssystemet, förutom eventuellt tillkommande grundvatten, härstammar från det regn- eller bevattningssvatten som fallit på fältet. Via dräneringsledningarna förs det sedan till en mätstation där prov tas och flödet mäts kontinuerligt med ett triangulärt överfall och skrivande pegel. På fält 18 är avrinningen inte naturlig utan dräneringsvattnet pumpas ut. Avrinningen för detta fält beräknas därför med utgångspunkt från pumpens gångtid och kapacitet. Nederbörds mängderna för de olika fälten hämtas från SMHI:s närbelägna stationer. Dräneringsvattnet provtas som regel varannan vecka då flöde finns. Under högflöden förekommer i vissa fall en förtätad provtagningsfrekvens. Alla analyser utförs av avd. för vattenvårdslära vid SLU, dit proven når inom ett dygn. På fält 14 görs numera en åtskillnad mellan dränerings- och ytvatten.

Tabell 2. Årsmedelvärden 1993/94 av pH, konduktivitet och ämneskoncentrationer i dräneringsvatten

Nr	pH	Kond. (mS/m)	Koncentrationer (mg/l)										
			HCO ₃	SO ₄ -S	Cl	NO ₃ -N	Tot-N	PO ₄ -P	Tot-P	Na	K	Ca	Mg
14 dr	5,4	58	23	67	31	2,0	2,7	0,01	0,04	26	10	53	17
14 yt	6,2	27	17	8	9	0,7	1,6	0,05	0,09	4	5	17	2
16	7,5	65	318	14	16	3,8	4,3	0,01	0,03	8	5	116	8
8	7,4	39	178	4	5	6,5	7,3	0,06	0,11	5	1	60	6
17	6,4	15	42	3	16	0,3	1,0	0,12	0,16	4	4	17	3
18	6,0	60	64	80	8	2,8	6,3	0,03	0,09	6	1	127	6
1	6,4	12	50	3	6	1,7	3,5	0,26	0,48	5	4	13	5
7	7,6	55	299	15	17	1,6	2,0	0,04	0,05	9	2	76	24
6	7,9	58	102	6	17	3,5	4,4	0,13	0,16	5	1	38	3
20	7,6	93	331	22	88	6,7	8,9	0,54	0,63	116	4	49	26
21	7,6	72	332	12	38	16,7	17,5	0,01	0,01	6	1	160	3
5	7,3	31	70	4	10	5,8	6,7	0,05	0,08	12	1	18	10
4	7,2	25	84	3	6	7,1	8,0	0,06	0,08	8	1	32	7
12	6,5	26	42	11	14	9,4	10,5	0,01	0,02	10	4	38	3
11	7,7	38	202	8	13	2,5	3,6	0,11	0,26	13	6	58	11
3	7,3	60	225	15	25	16,0	17,8	0,54	0,57	22	25	92	6
2	7,6	60	306	10	18	6,1	7,2	0,03	0,06	12	1	116	5

Beräkningarna har gått till på följande sätt. Dygnskoncentrationer av de analyserade ämnena har interpolerats fram för tiden mellan provtagningarna. Dygnskoncentrationerna har sedan multiplicerats med dygnsavrinningarna för erhållande av dygnstransporter som därefter summerats till årstransporter. Medelårstransporterna (tabell 1) har beräknats som medelvärdet av årstransporterna. Årsmedelkoncentrationerna har räknats fram genom att dividera årstransporten med årsavrinningen och långtidskoncentrationerna slutligen (tabell 3) har beräknats genom att medelvärdet av årstransporterna dividerats med medelvärdet av årsavrinningarna.

Vid fält 12 blev vattenföringsstationen översvämmad vid snösmältningen varför vattenföring har tagits från försöksfält vid Mellby i Halland för tiden 6-18 mars. Fält 14 saknar halter för ytavrinnande vatten för perioden mitten av juni till mitten av november. Halter från november har därför använts för transportberäkningar under denna tid.

Grundvatten

Grundvattnet provtas och tryckmäts på 11 av de 16 observationsfälten. Antalet grundvattenrör på varje fält varierar mellan 1 och 3 och de undersökta djupen varierar mellan 1,7 och 9,5 m. Prov tas varannan månad och lodning av grundvattentrycket görs en gång per månad. Den beräknade årsmedelkoncentrationen (tabell 4) är medelvärdet av koncentrationerna vid de enskilda provtagningarna. Långtidskoncentrationen (tabell 5) är ett medelvärde av årsmedelkoncentrationerna.

RESULTAT

Dränerings- och ytvatten

Under det agrohydrologiska året 1993/94 varierade avrinningen från observationsfälten mellan 29 och 670 mm. I södra Götaland och på norrlandsfälten var avrinningen högre än medelvärdena för respektive fält medan övriga fält hade mer normal avrinning. Nederbördsrika månader i början av hösten medförde att avrinningen på många fält kom igång tidigt efter sommaren. Generellt var avrinningen ovanligt jämnt fördelad över året förutom normalt förhöjd avrinning i januari och i mars.

Tabell 3.* Långtidsmedelvärden av pH, konduktivitet och ämneskoncentrationer i dräneringsvatten

Lokal Nr	pH	Kond. (mS/m)	Koncentrationer (mg/l)										
			HCO ₃	SO ₄ -S	Cl	NO ₃ -N	Tot-N	PO ₄ -P	Tot-P	Na	K	Ca	Mg
14 dr	5,0	54	----	83	33	4,2	4,9	0,01	0,03	28	12	59	17
14 yt	6,2	17	24	5	7	0,5	2,6	0,19	0,29	2	8	11	1
16	7,4	64	291	18	12	5,2	5,8	0,03	0,05	7	5	104	7
8	7,6	45	193	4	9	6,9	7,7	0,07	0,14	4	1	68	6
17	6,5	21	28	5	20	4,1	5,0	0,06	0,14	6	4	19	3
18	6,1	73	100	89	12	1,7	5,8	0,11	0,16	7	3	136	7
1	6,8	14	34	4	11	3,6	4,9	0,21	0,44	5	4	14	5
7	7,6	50	232	17	15	2,9	3,5	0,06	0,10	8	2	67	22
6	7,8	64	199	23	39	10,1	11,5	0,08	0,10	13	2	95	11
20	7,7	95	307	23	82	3,6	4,7	0,07	0,17	122	2	42	25
21	7,6	71	247	17	41	22,1	23,5	0,01	0,02	5	1	139	3
5	7,2	35	115	12	15	5,1	5,8	0,02	0,05	22	2	21	17
4	7,2	27	72	6	9	10,1	11,5	0,07	0,12	8	2	33	7
12	6,8	30	40	12	17	10,8	11,8	0,01	0,02	10	5	37	3
11	7,6	52	194	12	20	6,7	8,4	0,08	0,23	14	5	67	12
3	7,3	75	215	28	37	22,2	24,2	0,42	0,48	26	28	117	6
2	7,7	68	295	17	26	11,4	12,8	0,04	0,07	13	1	128	5

* För fälten 20 och 21 är samtliga medelvärden för perioden 1989/93. För fält 14 är medelvärdena beräknade för perioden 1988/93 och för fält 18 för perioden 1982/93. För övriga fält gäller att medelvärdena för N, P, K, pH och kond. är beräknade för perioden 1977/93 och övriga analyser för 1982/93.

Den ovanligt kalla vintern medförde att avrinningen på de flesta fält var liten eller helt upphörde i februari. Undantag utgör naturligtvis fälten i norrland där avrinningen var obefintlig under vintermånaderna januari-mars.

Årsförlusterna av totalkväve från fälten varierade mellan 0,8 och 81,7 kg/ha (tabell 1). När årsavrinningen understeg långtidsmedelvärdena för fälten gjorde även kväveförlusterna det. För 11 av de 16 fälten översteg årsavrinningen långtidsmedelvärdet. På 7 st av dessa 11 fält var däremot kväveförlusterna lägre än normalt för fälten. Undantagen utgörs av fälten 3, 12, 14 samt 20. En mer ingående redovisning av kväveförlusterna och tänkbara orsaker till resultatet diskuteras vidare under rubriken "Kväve".

Årsmedelhalterna av totalkväve varierade mellan 1,0 och 17,8 mg/l (tabell 2). Årets högsta uppmätta halt vid ett enskilt provtagningstillfälle var 26,2 mg/l och den lägsta var 0,36 mg/l. Nitratkväveandelen var för 10 av de 16 fälten över 80 % av totalkvävehalten.

Årsförlusterna av totalfosfor från fälten varierade mellan 0,01 och 2,61 kg per ha. Fält 3 som brukar ha de största förlusterna hade detta år ovanligt stora förluster vilka uppstod till följd av en hög fosforhalt över större delen av året och en hög avrinning. Fält 20 hade en mer än fyra gånger större fosforförlust än genomsnittet för fältets 5-åriga mätserie. En stallgödselspridning i oktober har troligen orsakat detta. På fält 14 där ytvatten skiljs från dräneringsvatten var förlusterna med ytvatten ovanligt små medan förlusterna genom dräneringssystemet var större än genomsnittet för fältet. Årets jämna avrinning medförde att transporten via dräneringssystemet blev mer kontinuerlig medan den mer episodartade yterosionen blev mindre. Totalfosforförlusten från fältet blev härmed mindre än fältets medelförlust. Ytvattenförlusterna var dock alltså större än dräneringsvattenförlusterna och utgjorde ca 64% av totalfosforförlusterna från fältet.

Årsmedelhalterna av totalfosfor varierade mellan fälten från 0,01 till 0,63 mg/l. Störst andel fosfatfosfor hade fält 3 (95%) som effekt av stallgödseltillförsel under lång tid.

Tabell 4. Årsmedelvärden 1993/94 av pH, konduktivitet och ämneskoncentrationer i grundvatten

Lokal nr	djup (m)	pH	Kond. (mS/m)	Koncentrationer (mg/l)								
				HCO ₃	SO ₄ -S	Cl	NO ₃ -N	Na	K	Ca	Mg	
16	1	1,8	7,4	94	425	76	3	<0,1	9	1	201	17
8	1	2,0	7,5	57	346	6	7	7,6	9	2	98	15
	1	4,0	7,7	60	411	8	7	0,2	17	4	95	21
18	1	2,0	6,7	63	382	5	23	0,1	15	2	79	20
	1	4,0	7,0	57	337	1	26	0,1	18	3	62	16
	1	9,5	7,6	50	227	16	32	<0,1	23	2	84	4
1	2	2,2	7,5	42	254	11	4	<0,1	28	2	35	25
	2	3,5	7,8	42	254	10	6	<0,1	28	3	35	22
	2	4,1	7,7	38	205	10	7	1,3	19	6	40	19
7	2	2,5	7,8	60	384	13	8	<0,1	11	5	88	28
	2	4,0	7,9	60	384	15	8	<0,1	11	5	85	28
6	2	2,0	7,6	50	67	20	33	21,4	35	1	54	7
	2	4,0	7,7	56	330	8	18	1,2	27	2	85	15
5	1	2,0	7,2	42	234	6	15	<0,1	44	4	21	22
	1	4,0	7,3	59	386	3	23	0,1	64	10	30	31
4	1	2,0	6,9	32	127	13	8	3,9	39	1	14	14
	1	4,0	6,8	33	123	12	9	5,1	40	2	16	12
12	2	1,7	6,5	28	42	19	18	2,6	23	3	26	5
	2	2,2	7,4	52	192	20	35	3,3	53	4	53	10
	2	5,5	7,9	135	474	20	215	0,7	270	11	33	16
11	1	3,6	7,9	76	531	4	18	0,1	111	10	43	28
	1	5,8	7,8	73	504	4	17	<0,1	94	9	50	28
2	3	2,9	7,5	91	515	8	83	0,4	41	1	164	12
	3	5,6	7,6	95	528	8	76	0,1	60	1	161	9

Kväve

Nederbörden på **fält 2** (figur 1) var den högsta under mätperioden, ca 1000 mm. Under juli och augusti kom en fjärdedel av årets nederbörd och medförde att avrinningen i augusti blev relativt stor. Den totala avrinningen var likaså ovanligt stor, 450 mm mot normalt 262 mm. Kvävehalten var däremot ovanligt låg för fältet, 7,2 mg/l, vilket medförde att årstransporten trots allt blev nära medelvärdet. Den jämna avrinningen medförde likaså att förlusterna blev jämnt fördelade över året.

Under 1993 odlades sockerbeter vilka skördades i oktober-november. Eftersom sockerbeter tar upp näring även under hösten så bör detta ha reducerat förlusterna från fältet. På hösten brukar vanligen kvävekoncentrationerna vara högre och därmed leda till större förluster eftersom kväve mineraliseras, frigörs efter växtsäsongen.

Grundvattentrycket var högre än normalt för fältet till följd av den stora och jämnt fördelade årsnederbörden.

Nederbörden på **fält 3** (figur 2) blev liksom för fält 2 den högsta under mätserien med drygt 1000 mm, vilket är ca 400 mm mer än normalt. Nästan hälften av årsnederbörden kom under perioden juli-oktober vilket avspeglades i förhållandevis stor avrinning i augusti och oktober månad även om avrinningen normalt pågår under hela året till följd av inströmning av grundvatten till dränerings-

Tabell 5. Långtidsmedelvärden 1981/93 (12år) av pH, konduktivitet och ämneskoncentrationer i grundvatten

Lokal Nr	djup (m)	pH	Kond. (mS/m)	Koncentrationer (mg/l)								
				HCO ₃	SO ₄ -S	Cl	NO ₃ -N	Na	K	Ca	Mg	
16	1	1,8	7,4	92	409	81	5	0,1	13	2	205	15
8	1	2,0	7,5	57	339	8	10	5,6	9	2	97	15
	1	4,0	7,4	60	408	7	7	0,3	18	5	93	21
18*	1	2,0	6,8	62	379	7	23	0,2	14	2	83	20
	1	4,0	7,0	52	316	4	25	0,5	18	3	68	16
	1	9,5	7,5	49	215	17	33	<0,1	23	2	85	4
1	2	2,2	7,5	39	224	11	5	0,7	25	2	32	23
	2	3,5	7,7	42	248	10	6	0,1	31	4	35	21
	2	4,1	7,7	37	191	11	7	1,8	16	7	39	17
7	2	2,5	7,8	58	375	13	7	<0,1	10	5	85	28
	2	4,0	7,8	61	374	15	7	<0,1	10	6	83	29
6	2	2,0	7,8	56	158	33	45	4,0	42	1	67	8
	2	4,0	7,8	56	358	7	15	0,1	26	2	81	16
5	1	2,0	7,2	41	215	10	16	<0,1	46	4	18	21
	1	4,0	7,2	58	383	3	21	<0,1	61	10	30	32
4	1	2,0	6,9	33	85	21	9	5,8	43	1	11	12
	1	4,0	7,0	36	148	14	9	4,6	46	2	16	13
12	2	1,7	6,3	32	25	21	24	9,1	16	5	37	4
	2	2,2	7,4	52	199	24	37	0,4	52	4	54	9
	2	5,5	7,8	105	387	22	152	0,3	200	10	37	13
11	1	3,6	7,7	70	442	8	16	0,1	77	9	52	28
	1	5,8	7,9	78	511	7	18	0,2	117	12	36	29
2	3	2,9	7,4	90	410	15	92	1,7	36	2	156	10
	3	5,6	7,4	87	408	16	90	0,7	39	1	157	7

* För fält 18 är medelvärdena beräknade på fem år, 1988/93.

systemet. Årets totala avrinning, 459 mm, var den näst högsta under den 21-åriga mätserien.

Koncentrationerna av totalkväve var höga i augusti, kring 25 mg/l, men sjönk därefter kontinuerligt till mätperiodens slut i juni året därpå. De högre halterna i augusti beror på att mineraliserat kväve utlakades när avrinningen genom markprofilen ökade.

Årets gröda, majs, skördades i mitten av oktober och stubben lämnades orörd över vintern. Kvävemineraliseringen blev därför mindre under hösten än om skörden hade skett tidigare och följts av jordbearbetning. Årets totalkväveförluster, 82 kg/ha, blev trots lägre totalkvävehalt i förhållande till tidigare år större än normalt p g a den stora avrinningen.

På fält 11 (figur 3) var liksom för övriga observationsfält i Skåne, nederbörd och avrinning större än genomsnittet för mätserien. Speciellt var nederbörden stor i juli vilket medförde att avrinningen blev ovanligt stor för årstiden. Trenden sedan 5 år tillbaka med låga totalkvävehalter, kring 5 mg/l, och årstransporter under 15 kg/ha, fortsätter. Troligtvis inverkar både den permanenta vallen på den nedre delen av fältet och den mindre utlakningskänsliga mellanleran till att förlusterna blir förhållandevis måttliga. Grundvattentrycket steg på 5,8 meters djup till mer normala nivåer efter de senaste årens låga grundvattentryck.

Fält 12 (figur 4) hade relativt stor nederbörd och en avrinning, 670 mm, som var ovanligt stor i förhållande till nederbörden. Kvävehalten har de senaste åren visat en sjunkande trend till följd av mer extensiv odling med lägre kvävegivor och att fältet tidvis varit omsällt. Kvävekoncentrationen var dock något förhöjd detta år vilket tillsammans med den stora avrinningen medförde att totalkvävetransporten blev stor, 70 kg/ha. Kvävehalten, 10,5 mg/l, var emellertid inte anmärkningsvärt hög för fältet med tanke på att potatis odlades detta år. Den var också förhållandevis konstant under året vilket kan bero på ovanligt stor avrinning i början av hösten som ökade utspädningsgraden. Höga kvävegivor till potatis, utlakningskänslig jord och lättomsättbara skörderester brukar annars medföra förhöjda kvävekoncentrationer i dräneringsvattnet, framförallt på hösten. Likaså inverkar ofta den kraftiga omblandningen av jorden vid upptagning till att kvävemineraliseringen aktiveras.

På **fält 4** (figur 5) föll något mer nederbörd än normalt och avrinningen blev även något högre än mätseriens långtidsmedelvärde. Ungefär 1/3 av årets nederbörd föll redan i juli-augusti vilket ledde till en förhållandevis stor avrinning under augusti månad med en totalkvävetransport på 2,2 kg/ha. Totalkvävehalten var relativt jämn under året och låg i förhållande till föregående år vilket kan bero på att huvudsakligen stråsäd och vall odlades. Föregående år då höstraps odlades i den nedre delen av fältet var kvävehalten mer än dubbelt så hög, förmodligen p g a mineralisering av rapsens kväverika skörderester. Årets kvävetransport, 16,4 kg/ha, var mindre än långtidsmedelvärdet men i samma storleksordning som årstransporterna sedan slutet av 80-talet.

Fält 5 (figur 6) hade ingen avrinning under sommarhalvåret liksom föregående år. Detta trots att nederbörden var nära 200 mm i juli-augusti. Avrinningen startade egentligen först i december. Kvävehalten var då som högst för att sedan sjunka under våren. De högre halterna i december orsakades av att avrinningen under hösten var låg vilket medförde att restkväve och mineraliserat kväve från den i oktober plöjda höstvetestubben ackumulerades och utlakades först sedan avrinningen kommit igång. Den nederbörd som ändå föll under hösten medverkade till mineraliseringen av kväve i skörderesterna. Årskväveförlusten, 6,4 kg/ha, var något under normalt för fältet. Medelgrundvattentrycken var normala för fältet trots att 2-metersröret liksom föregående år var uttorkat under sommar och höst.

Avrinningen på **fält 21** (figur 7) var något högre än medelvärdet för fältet men ändå låg i förhållande till andra fält. Liksom tidigare år började avrinningen kring årsskiftet och fortsatte till slutet av april. En kraftig avrinning i början på mars till följd av snösmältning medförde att 1/3 (ca 4 kg/ha) av totalkväveförlusten skedde under ett enda dygn. Troligtvis inverkar den utlakningskänsliga grovmon till att förlusterna kunde bli så stora vid ett tillfälle. På fältet odlades 1993 höstvet som skördades i början av september med god skörd. Fältet stubbearbetades och plöjdes sedan för att följas av ytterligare ett år med höstvet. De kvävefattiga skörderesterna medförde att mineraliseringen av kväve och totalkvävehalterna blev betydligt lägre än föregående höst då höstraps hade skördats.

Fält 6 (figur 8) har de senaste åren haft ovanligt liten avrinning i förhållande till nederbörden. 1993/94 var avrinningen endast 43 mm jämfört med långtidsmedelvärdet 85 mm. En orsak till årets låga avrinning är delvis att juli månad var årets nederbördsrikaste med 100 mm och att nederbörd under sommaren i mindre grad når dräneringssystemen. En annan är att grundvattentrycket var mycket lågt året innan och att det tar tid innan grundvattenreservoiren fylls på igen. I grundvattenröret på 2 meters djup som var torrt från maj 1993 steg inte trycket förrän i mars 1994.

Avrinningen i dräneringssystemet pågick från januari till början av juni. Högst var avrinningen i början av mars då snösmältningen startade. De högsta kvävetransporterna skedde däremot i januari då ackumulerat restkväve och mineraliserat kväve utlakades. I februari var temperaturen så låg att mineraliseringen var obetydlig och kvävehalten blev låg vid snösmältningen i början av mars. I slutet av mars när temperaturen steg ökade också mineraliseringen och kvävehalten. Korngrödan under 1993 med kvävefattiga skörderester och efterföljande sådd av höstvet inverkar tillsammans med den låga avrinningen till att årskväveförlusterna blev mycket små, 1,9 kg/ha, mot i medeltal under mätserien närmare 10 kg/ha.

Avrinningen på **fält 7** (figur 9) var högre än genomsnittet för fältet trots att nederbörden var normal. Fältet ligger i ett utströmningsområde för grundvatten och eftersom nederbörden var hög i juli

och augusti kom avrinningen igång tidigt och ett grundflöde bibehölls sedan resten av observationsåret.

Fältet var indelat i två skiften. På det större skiftet låg en andraårsvall medan höstvetet odlades på det mindre skiftet närmast provtagningspunkten. Höstvetet skördades i slutet av augusti och skörden följdes av stubbearbetning, flytgödselspridning och plöjning. Fältet lämnades sedan burt över vintern. Förhöjd totalkvävehalt i september med liten nitratkväveandel kan tyda på inverkan från stallgödselspridningen. Generellt var dock kvävehalterna i dräneringsvattnet låga med en medelhalt på 2 mg/l vilket är lägre än genomsnittet för fältet under mätserien. Den låga kvävehalten beror delvis av den utspädning som grundvattenutflödet medför. Förlusten av totalkväve från fältet var 6,2 kg/ha. De relativt låga förlusterna kan delvis förklaras med att vall har ett litet kväveläckage och att höstvetet har kvävefattiga skörderester som dessutom kan binda upp eventuellt restkväve i marken. Dessutom är lerjordar mindre utlakningsbenägna än lättare jordar.

Fält 20 (figur 10) hade lägre avrinning än året innan år trots att nederbörden var större. Den egentliga avrinningen startade först i början av december och pågick till slutet av juni. Kvävekoncentrationen var hög vid avrinningens början i december men sjönk kraftigt i januari och bibehölls sedan på en låg nivå kring 5 mg/l och därunder. Flytgödselspridning i oktober bidrog sannolikt till de förhöjda kvävehalterna under hösten. Vallinsådden på en del av fältet hade snarare en reducerande effekt. De höga kvävehalterna i december medförde att kvävetransporten blev störst i december och januari. Årstransporten blev 7,9 kg/ha, vilket var högre än tidigare år i den femåriga mätserien.

Fält 18 (figur 11) är beläget på en mulljord och fältet saknar naturlig avrinning. Vatten pumpas ut vid behov, företrädesvis på våren, för att möjliggöra körning på fältet. De senaste fem åren har vall odlats på fältet och en mindre del har periodvis varit trädad. Vallodlingen medför att mindre vatten behöver pumpas ut från fältet varmed avrinningen blir lägre.

Kvävehalterna har de senaste åren varit något högre än tidigare år. Utpumpningen av vatten har dock varit lägre p g a vallodlingen varför kväveförlusterna ändå varit något lägre än vid öppen växtodling. De högre kvävehalterna kan bero på att kvävegödslingen varit högre till vällen än till övriga grödor som odlats på fältet. Det delvis trädade fältet kan också ha medfört högre kvävehalter i dräneringsvattnet. Andelen ammoniumkväve var ca 15 % av totalkvävetransporten medan nitratdelen endast utgjorde 45 %.

Avrinningen på **fält 1** (figur 12) var relativt väl fördelad över året. Ett grundflöde under hela året tyder på utströmning av grundvatten till fältet men hög nederbörd i juli och augusti medförde att den egentliga avrinningen kom igång tidigt på hösten. Grundvattentrycket på 2,2 meters djup återgick under året till en mer genomsnittlig nivå för fältet. På 4,1 meters djup kvarstod däremot det låga grundvattentrycket från föregående år och nådde årets maxvärde först i maj.

Fältet var bevuxet med vall varav halva arealen plöjdes upp i slutet av oktober och lämnades öppen över vintern. Medelkvävehalten var låg, under 5 mg/l. Förhöjda totalkvävehalter med förhållandevis låg andel nitratkväve förekom däremot i november och mars. Urin som spreds på vällen i slutet av oktober med påföljande regn i november liksom den pågående mineraliseringen av den brutna vällen kan ha medfört förhöjda halter av kväve i det avrinnande vattnet i november. Låg avrinning i november medförde ändå att kväveförlusten blev liten denna månad. De höga halterna i mars, då de högsta ammoniumhalterna under den mer än 20-åriga mätserien uppmättes, beror sannolikt på att snösmältningen var kraftig och genom ytavrinning förde med sig kväverikt material från den brutna vällen till provtagningsbrunnen. De höga kvävehalterna i mars medförde att kväveförlusten från fältet blev störst denna månad. Årstransporten, 9,0 kg/ha, var dock något lägre än genomsnittet för fältet.

Fält 17 (figur 13) karakteriserades av relativt hög nederbörd men liten avrinning. För fjärde året i rad var fältet bevuxet med vall. Endast en skörd togs under året, som hö i slutet av juni. Kvävehalterna var under dessa fyra år låga, med en medelhalt på ca 1 mg/l, jämfört med de tidigare 12 åren med öppen växtodling. Eftersom avrinningen så var liten blev också årskväveförlusten liten, 0,8 kg/ha.

Avrinningen på **fält 8** (figur 14) var mycket låg, 29 mm, men ändå inte extremt låg för fältet. Årets avrinning började i december och slutade i april. Grundvattentrycken var högre i december, mars

och april då också avrinningen var som störst. Havre skördades i september med förhållandevis god skörd och fältet plöjdes och harvades därefter. På fältet såddes sedan höstvetete. Totalkvävehalterna var högst i december efter höstens kväveminalisering medan de var låga i början av mars vid snösmältningens start då avrinningen främst skedde som ytavrinning på den tjälade marken. Efter några dagar ökade kvävehalten, troligen till följd av mindre kraftig ytavrinning och en ökad utlakning genom markprofilen. Eftersom avrinningen var koncentrerad till mars-april blev också transporten störst dessa månader även om kvävehalterna var högre i december. Årets totalkväveförlust var dock liten, 2,1 kg/ha.

Avrinningen på **fält 16** (figur 15) var större än medelvärdet för fältet medan nederbörden däremot var mindre. Nederbörden var starkt koncentrerad till månaderna juli-oktober då 2/3-delar av årsnederbörden kom. Detta medförde att avrinningen var högre under sensommar och höst än den var vid snösmältningen. Normalt brukar avrinningen vara högst i april-maj.

Fjärdeårsvallen bröts i slutet av juli efter höskörden. Fältet ogräsharvades därefter 3 ggr, stallgödslades i slutet av oktober och plöjdes slutligen i början av november. Kvävehalterna låg under 4 mg/l under hela sensommaren och hösten trots tidigt vallbrott och stallgödning. Årets högsta grundvattennivå uppmättes i juli månad och troligen beror de låga halterna på ett grundvattentillskott eftersom det sluttande fältet är ett utströmningsområde för grundvatten infiltrerat även utanför fältet. Lågst var grundvattennivån däremot i slutet av mars då markprofilen dränerats av under den frusna markytan.

I början av april när snösmältningen startade, steg kvävehalterna innan den egentliga avrinningen kom igång. Ytavrinning på markytan under snötäcket har sannolikt fört med sig kväve ackumulerat i markytan. När avrinningen ökade minskade kvävehalterna något men var ändå högre än under hösten. Orsaken till de högre kvävehalterna på våren beror sannolikt på det låga grundvattentrycket i mars och den därmed mindre grundvattenutströmning och utspädning. Årets kväveförluster blev därför störst i april-maj och jämfört med tidigare år strax under medelvärdet men något högre än de föregående åren med vall.

På **fält 14** (figur 16 & 17) hålls ytvatten och dräneringsvatten separerade. I motsats till tidigare år i den 6-åriga mätserien var avrinningen med dräneringsvatten större än ytvattenavrinningen. Under året var ytvattenavrinningen störst i månaderna mars-juni till följd av snösmältningen medan den endast var 22 mm i juli-februari.

Kvävehalterna i ytvattnet var högst i november, troligtvis främst beroende på vallbrott på större delen av fältet och svämgödselspridning i oktober. I snösmältningen var halterna däremot låga vilket resulterade i förhållandevis liten förlust i april, 1,5 kg/ha. Hela årets ytvattenförlust var 2,4 kg/ha vilket är mindre än hälften än medelvärdet.

Kvävehalten i dräneringsvattnet uppvisar en sjunkande trend under 6-årsperioden vilket kan bero på att vallandelen har varit stor de senaste åren. Den ökade avrinningen genom dräneringssystemet medförde ändå att kvävetransporten därigenom (5,3 kg/ha) var något större än genomsnittet.

Grundvatten

Nitratkvävehalterna varierar normalt långsamt i grundvatten. Under 1993/94 skedde endast på två av de undersökta grundvattenlokalerna nämnvärda förändringar i nitrathalterna. Fält 12 har de senaste åren brukats mer extensivt vilket resulterat i sjunkande nitratkvävehalter i grundvattnet. 1993/94 odlades potatis på fältet vilket troligtvis inverkar till att nitrathalterna i grundvattenröret på 1,7 meters djup steg något. Årsmedelhalten av nitratkväve översteg ändå inte 5 mg/l, dvs gränsen för att dricksvatten skall vara tjänligt ur teknisk synpunkt. Understiger nitratkvävehalten 1 mg/l sägs vattnet vara opåverkat.

Låg avrinning från fält 6 genom dräneringen har medfört att nitrat har ackumulerats i ytligare grundvatten. I 2,0 metersröret var medelhalten av nitratkväve 21,4 mg/l under året mot normalt 4,0 mg/l. På samma sätt påverkas också nitrathalterna på fält 8 av en låg avrinning där medelhalten var 7,6 mg/l i 2,0 metersröret vilket sedan ett antal år tillbaka verkar vara en stabil nivå. Omvänt förhållande med högre nitrathalter i de djupare grundvattenrören än i de ytligare förekommer på fält 1 och 4. Nitratkvävehalter över 5 mg/l konstaterades i de grunda rören på fält 6 och 8 samt i det djupa röret på fält 4. I fem grundvattenrör låg nitrathalten mellan 1 och 5 mg/l medan den i resterande 16 rör låg under 1 mg/l.

SAMMANFATTNING

Agrohydrologiska året 1993/94 karakteriserades av ovanligt hög nederbörd under sensommar och tidig höst. Avrinningen kom därför igång tidigt efter sommaren på de flesta observationsfälten. I södra Götaland och på norrlandsfälten blev avrinningen högre än medelvärdena för respektive fält medan övriga fält hade mer normal avrinning. Generellt var avrinningen ovanligt jämnt fördelad över året förutom normalt förhöjd avrinning i januari och mars. Den ovanligt kalla vintern medförde att avrinningen på de flesta fält var liten eller upphörde i februari. Undantag utgör naturligtvis norrlandsfälten där avrinningen var obefintlig under vintermånaderna januari-mars.

Årsmedelhalterna av totalkväve varierade mellan 1,0 och 17,8 mg/l. Totalkvävehalterna var lägre än föregående år på 13 av de 16 fälten och likaså hade 13 fält lägre kvävehalt än långtidsmedelvärdet. Detta förhållande är delvis en följd av sjunkande kvävehaltstrender på ett flertal fält men också en följd av den ovanligt höga avrinningen. Den fuktiga sensommaren medförde att grödornas kväueupptag blev effektivare. Likaså skedde en utspädning av utlakat restkväve och mineraliserat kväve efter skördesäsongen vilket inverkade till att kvävehalterna blev förhållandevis låga under hösten. Högre kvävehalter än respektive långtidsmedelvärde på vissa fält orsakades antingen av låg avrinning och därmed mindre utspädningseffekt eller av flytgödelspridning på hösten.

Totalkvävehalter under 5 mg/l vilket är det av Natur-90 formulerade målet om kvävehalter i dräneringsvattnet uppfylldes på 7 av de 16 fälten. På fem av dessa fält odlades vall varav tre vallar bröts under hösten. Endast tre fält hade halter över 10 mg/l. Jordarna på dessa tre fält var utlakningskänsliga varav två av dem odlades med intensiva grödor som potatis eller majs.

Årsmedelförlusterna av totalkväve från fälten var mellan 0,8 och 81,7 kg/ha. Totalkväveförlusterna blev trots den höga avrinningen endast större än långtidsmedelvärdet på tre av fälten. Dessa fält karakteriserades av intensiva grödor eller i något fall av flytgödelspridning.

Årsmedelhalterna av totalfosfor varierade för fälten mellan 0,01 och 0,63 mg/l. Fem av fälten hade totalfosforhalter under 0,050 mg/l vilket är det formulerade målet om högsta totalfosforhalter i dräneringsvattnet. Fyra av dessa fält hade mo- eller lättlerajordar vilka är mindre känsliga för fosforförluster. Ett fält med styvare jord var istället till största delen bevuxen med en andraårsvall.

Årsmedelförlusterna av totalfosfor varierade mellan 0,01 och 2,61 kg/ha. Av de 16 fälten hade 8 fält förluster som var större än respektive fälts långtidsmedelvärde. På de flesta fälten orsakades de större förlusterna av den höga avrinningen men stallgödelspridning på hösten inverkade även på vissa fält. På ett fält med mojord i Norrland hålls ytvatten och dräneringsvattnet separerat. Årets jämna avrinning medförde att förlusterna genom dräneringen blev mer kontinuerliga och större medan förlusterna i den mer episodartade ytavrinningen blev mindre än normalt för fältet. Ytvattenförlusterna utgjorde därför endast 64% av fältets totalfosforförluster mot medelvärdet 95% under den sexåriga mätserien.

Nitratkvävehalterna i grundvattnet 1993/94 var på några av fälten högre än föregående år. Förra årets låga avrinning till följd av torra har medfört att nitrat i högre grad nått grundvattnet. Årsmedelhalten i ett av grundvattenrören på 2,0 meters djup var 21 mg/l mot normalt 4,0 mg/l. Nitratkvävehalter över 5 mg/l konstaterades i tre grundvattenrör medan fem rör hade halter mellan 1 och 5 mg/l. Resterande 16 rör hade halter under 1 mg/l, s k opåverkat vatten.

REFERENSER

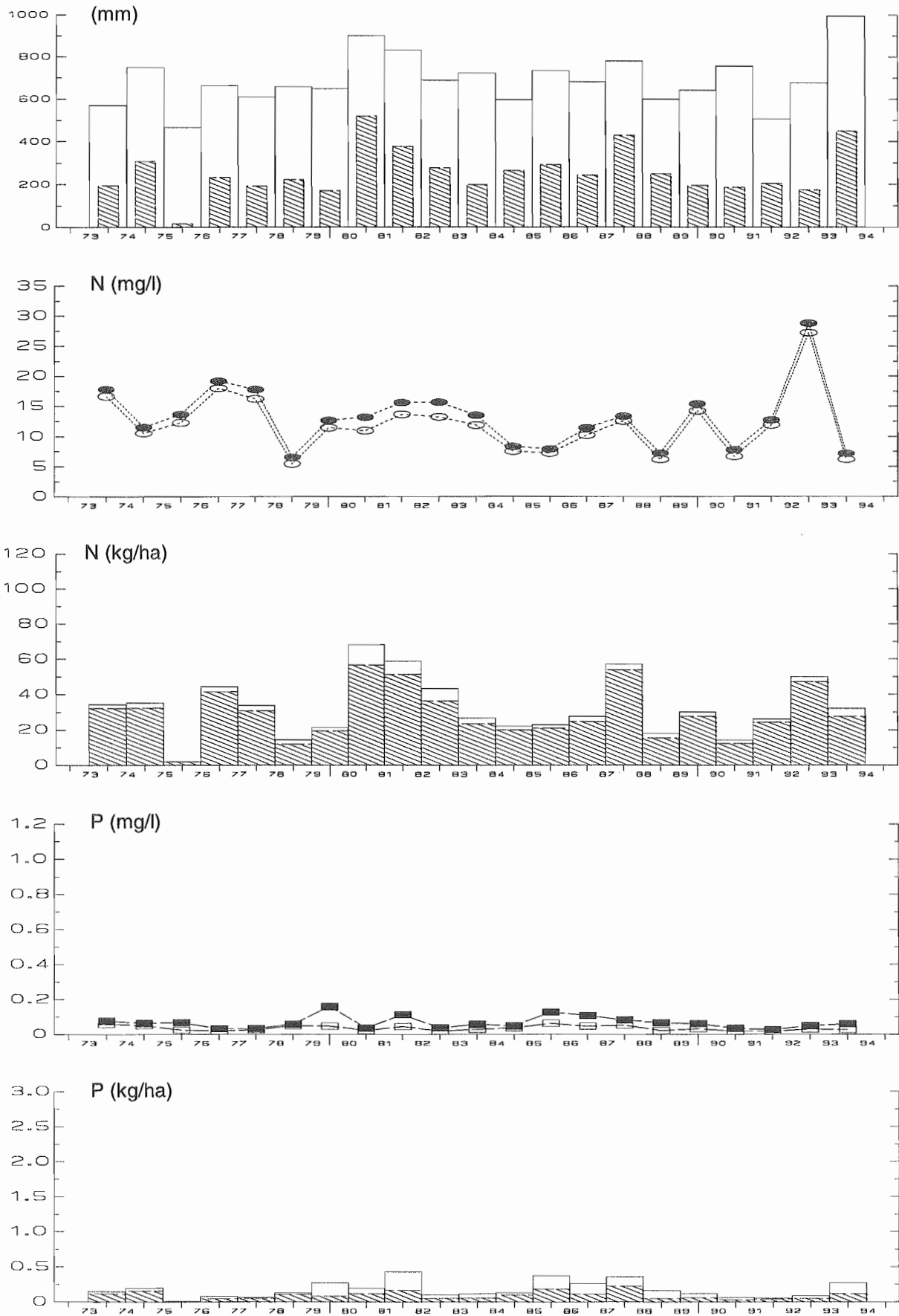
Brink, N., Gustafson, A. & Persson, G. 1979. Förluster av kväve, fosfor och kalium från åker. Ekohydrologi nr 4. Avd. för vattenvårdslära, SLU, Uppsala

Gustafson, A., Gustavsson, A. S., Torstensson G., 1984. Intensitet och varaktighet hos avrinning från åkermark. Ekohydrologi nr 16. Avd. för vattenvårdslära, SLU, Uppsala

Hoffmann, M. & Wall Ellström, S. 1993 Växtnäringsförluster från JRK:s stationsnät. SNV Rapport 4129.

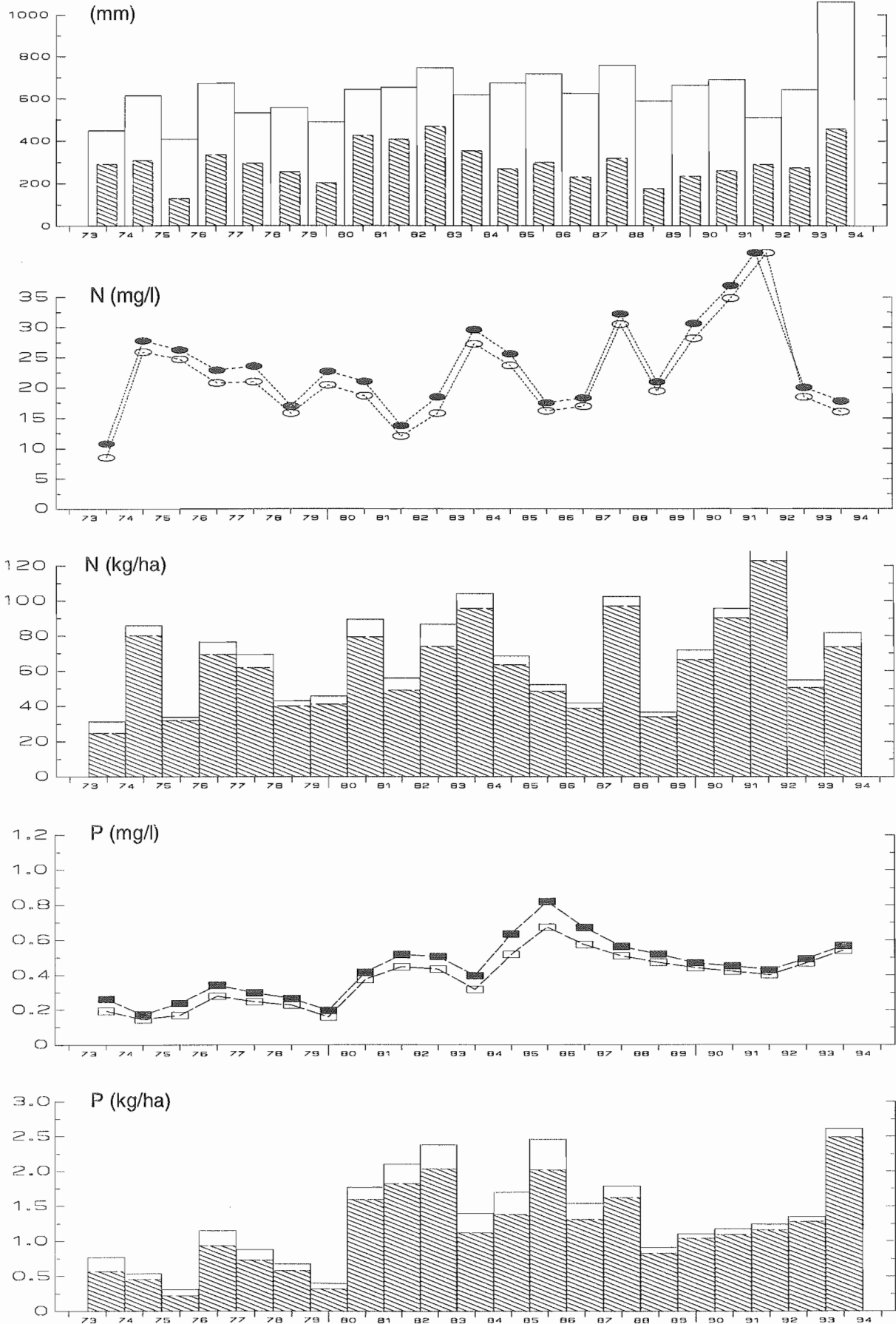
Natur-90. Aktionsprogram för naturvård. 1990. Naturvårdsverket.

Fält 2 (M-län)

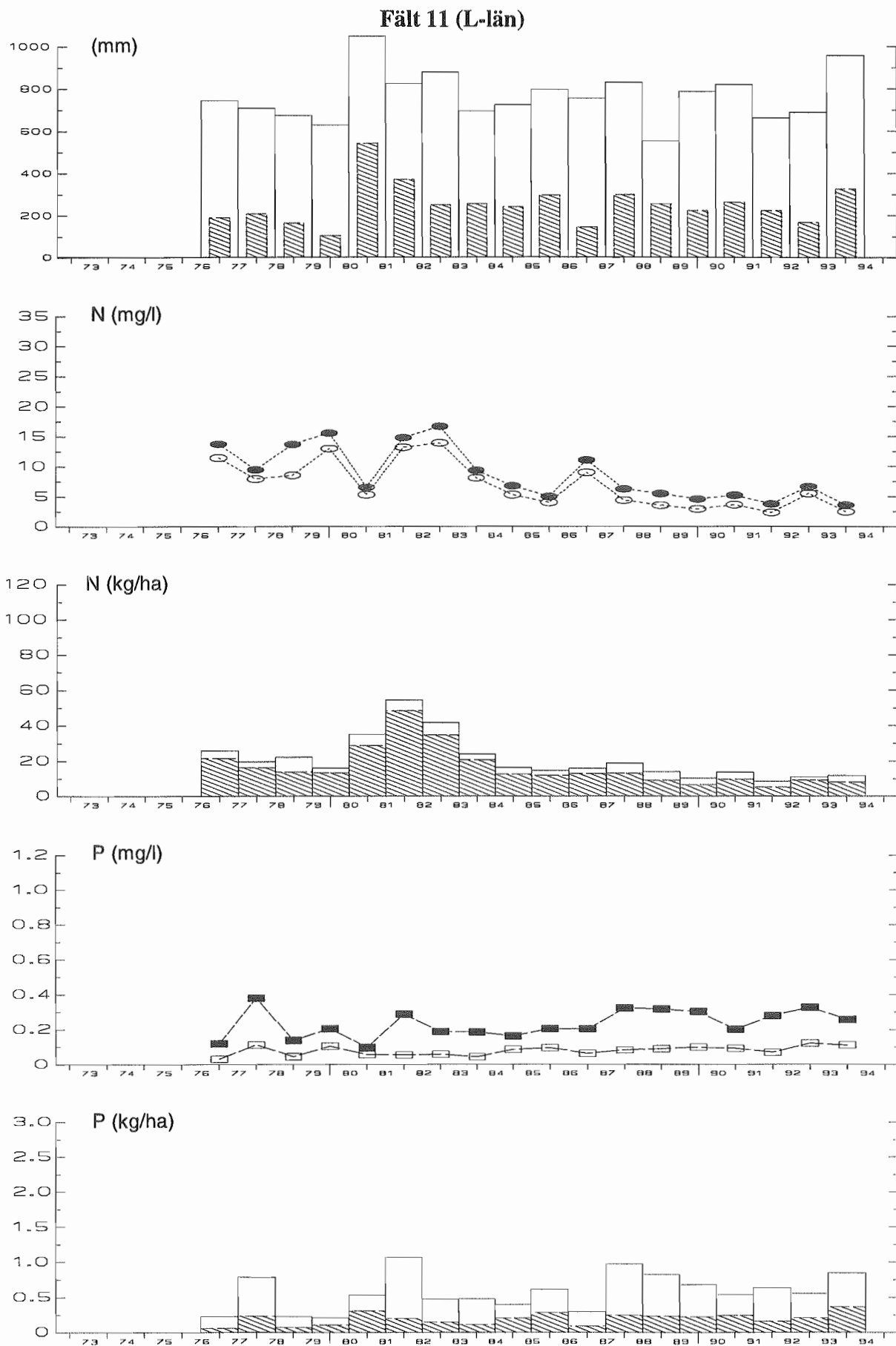


Figur 1. Nederbörd och avrinning; hel stapel nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad stapel, fosfatfosfor.

Fält 3 (L-län)

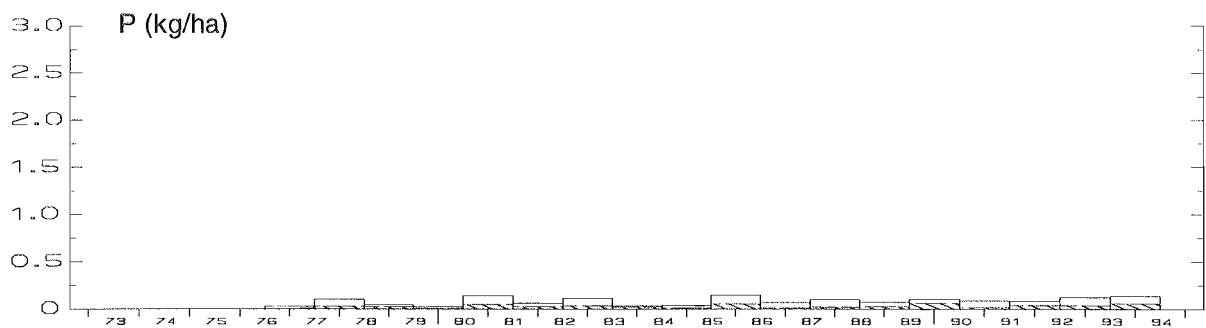
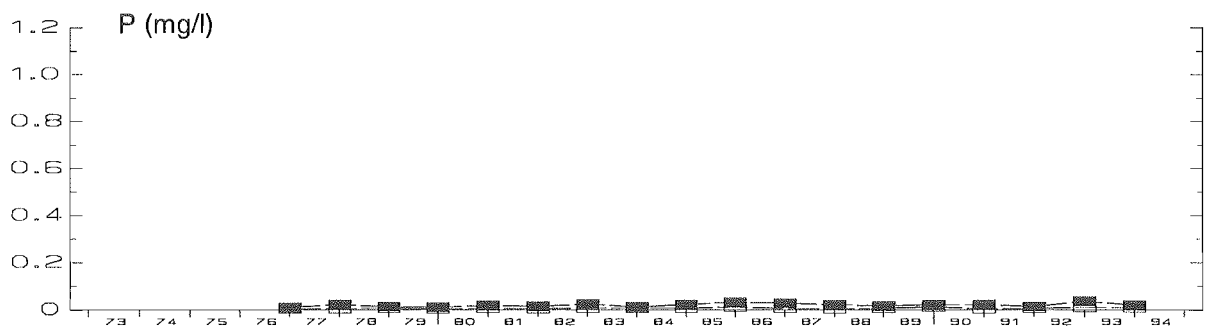
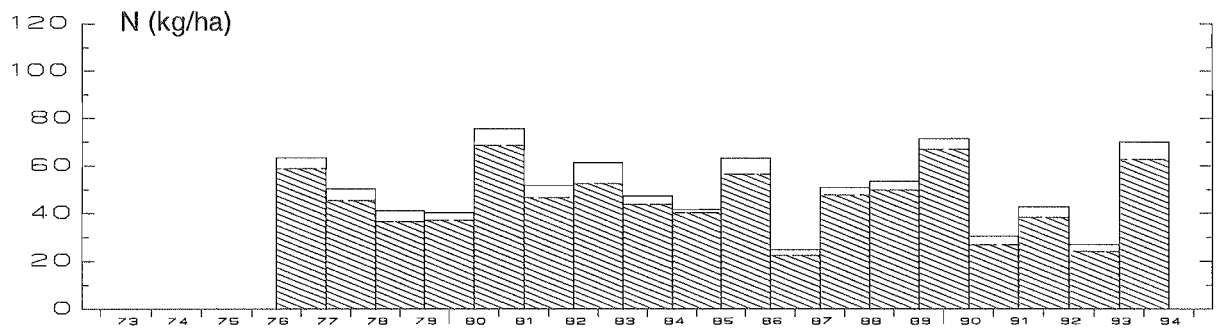
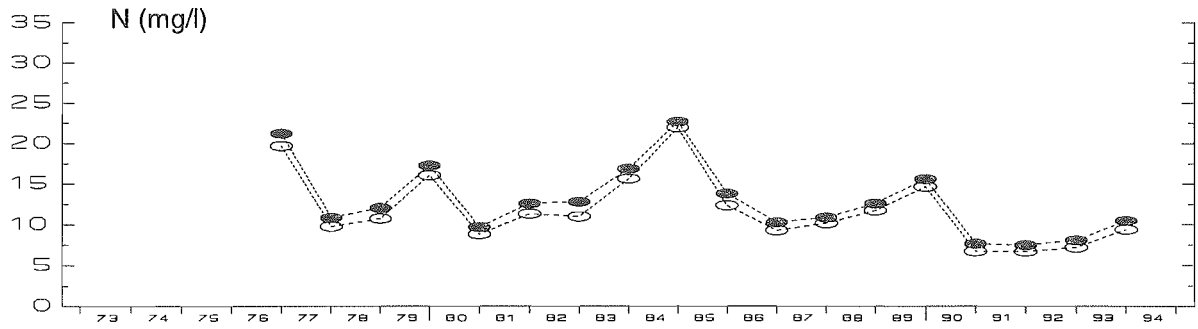
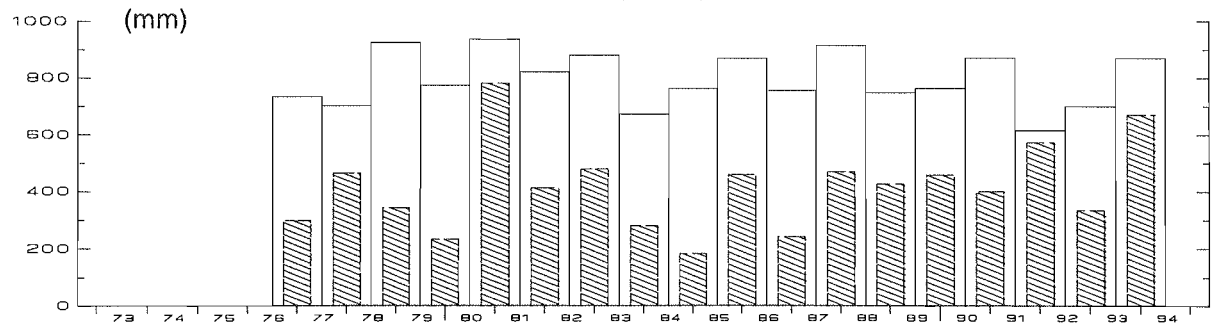


Figur 2. Nederbörd och avrinning; hel stapel nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad stapel, fosfatfosfor.



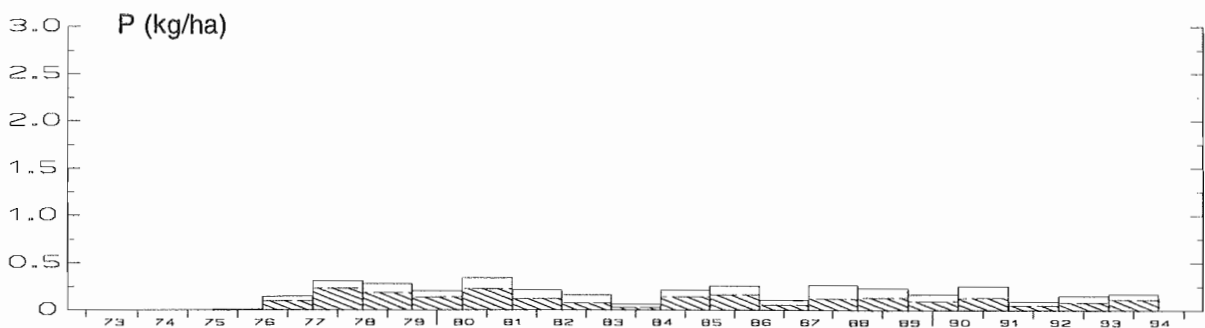
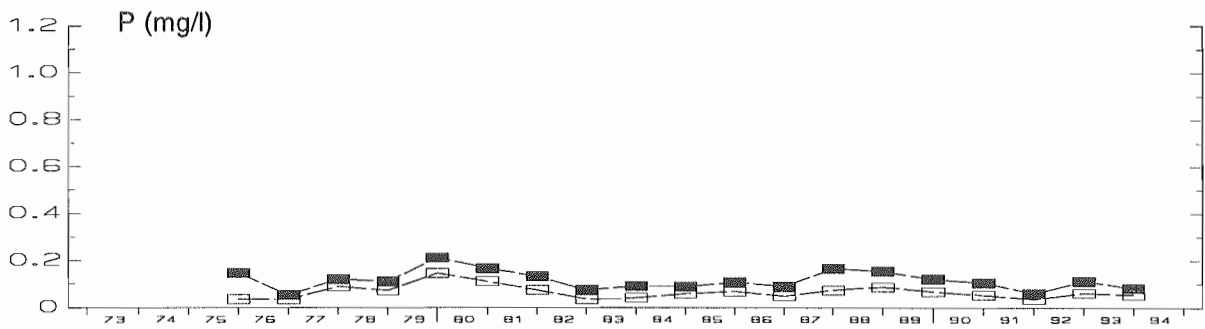
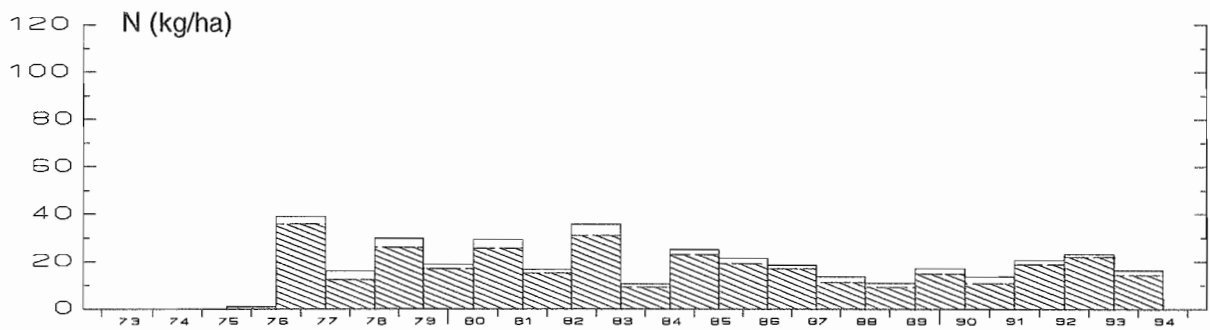
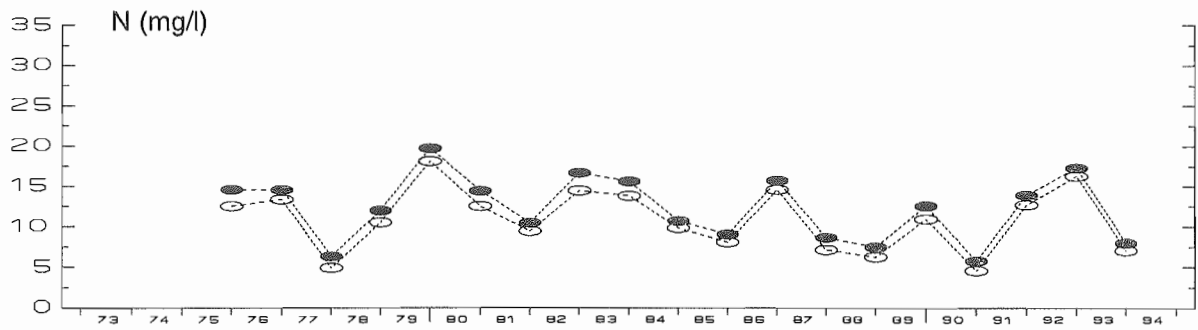
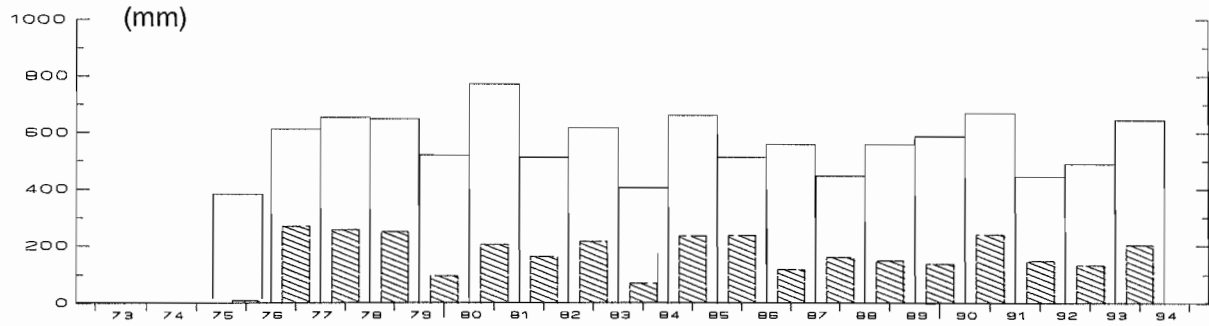
Figur 3. Nederbörd och avrinning; hel stapel nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad stapel, fosfatfosfor.

Fält 12 (N-län)



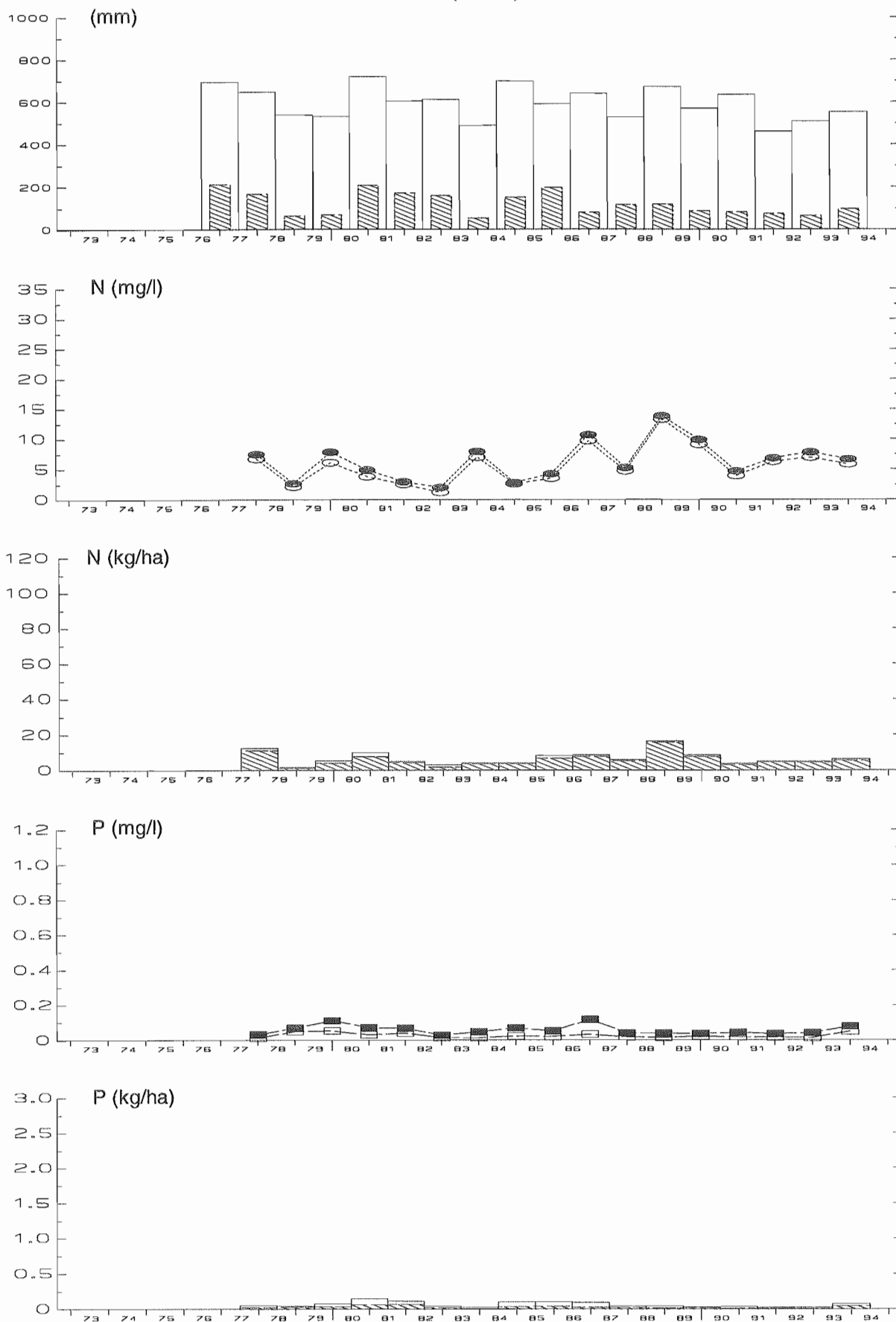
Figur 4. Nederbörd och avrinning; hel stapel nederbörd; streckad, avrinning. Hält av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Hält av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad stapel, fosfatfosfor.

Fält 4 (R-län)



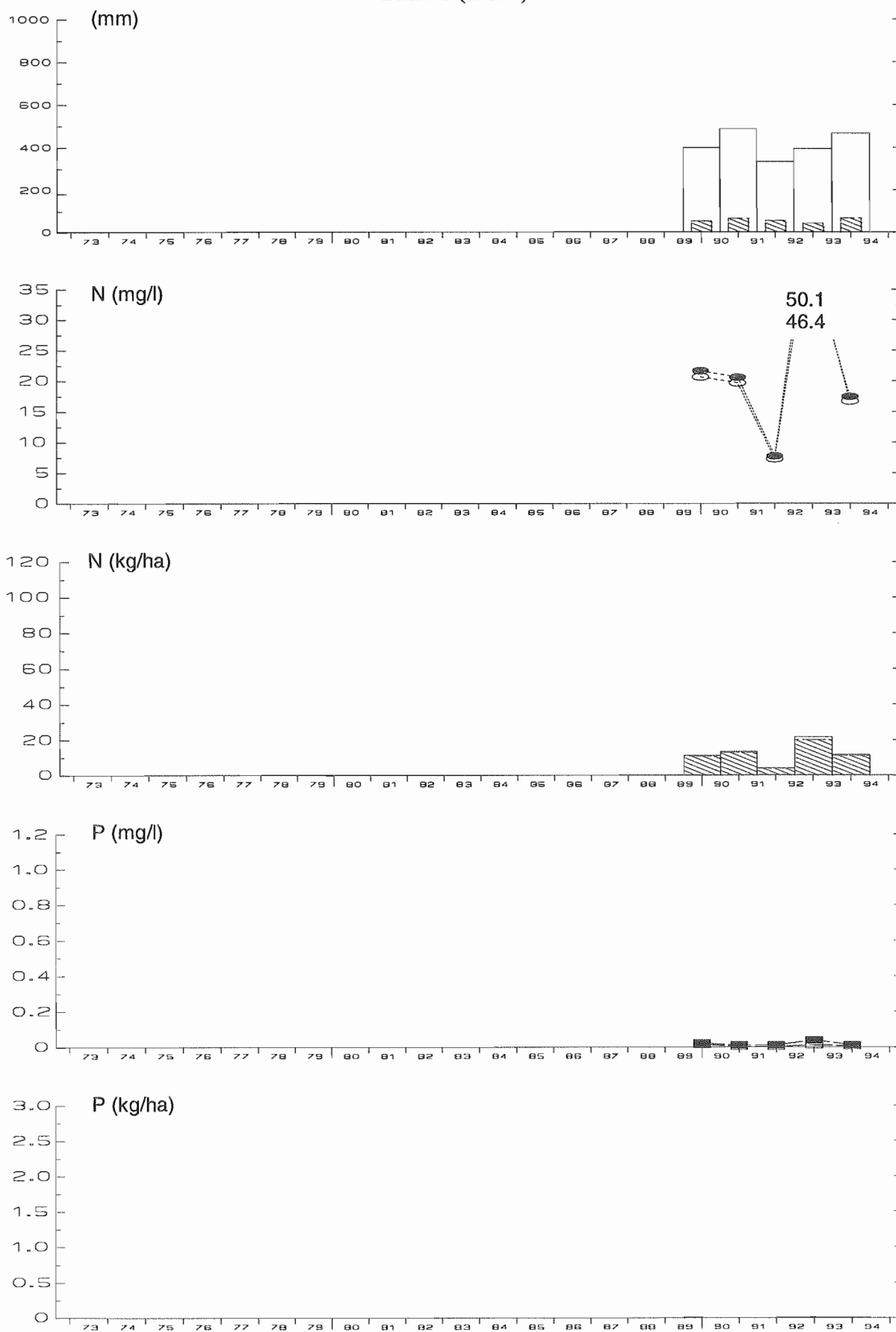
Figur 5. Nederbörd och avrinning; hel stapel nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad stapel, fosfatfosfor.

Fält 5 (R-län)



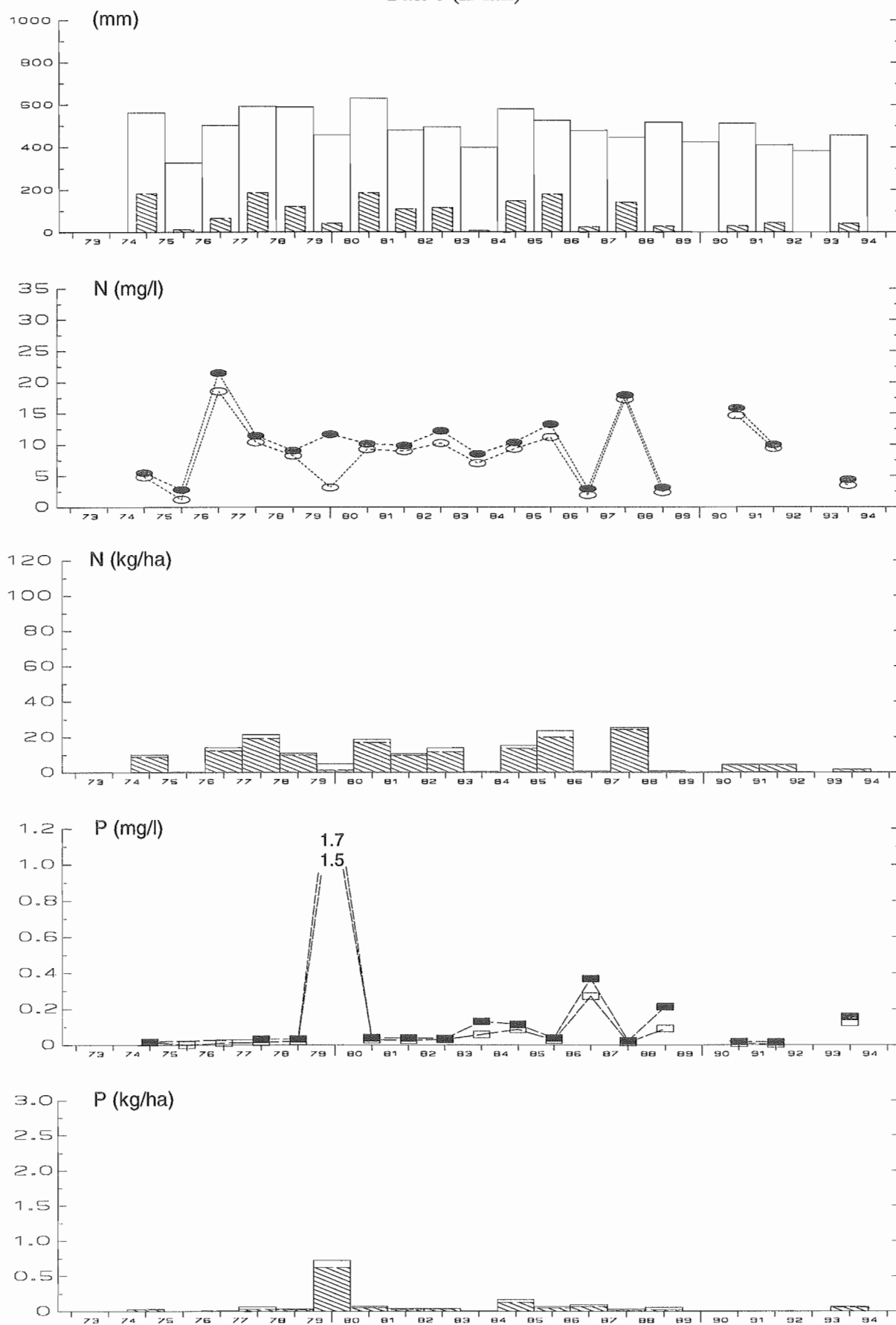
Figur 6. *Nederbörd och avrinning; hel stapel nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad stapel, fosfatfosfor.*

Fält 21 (E-län)



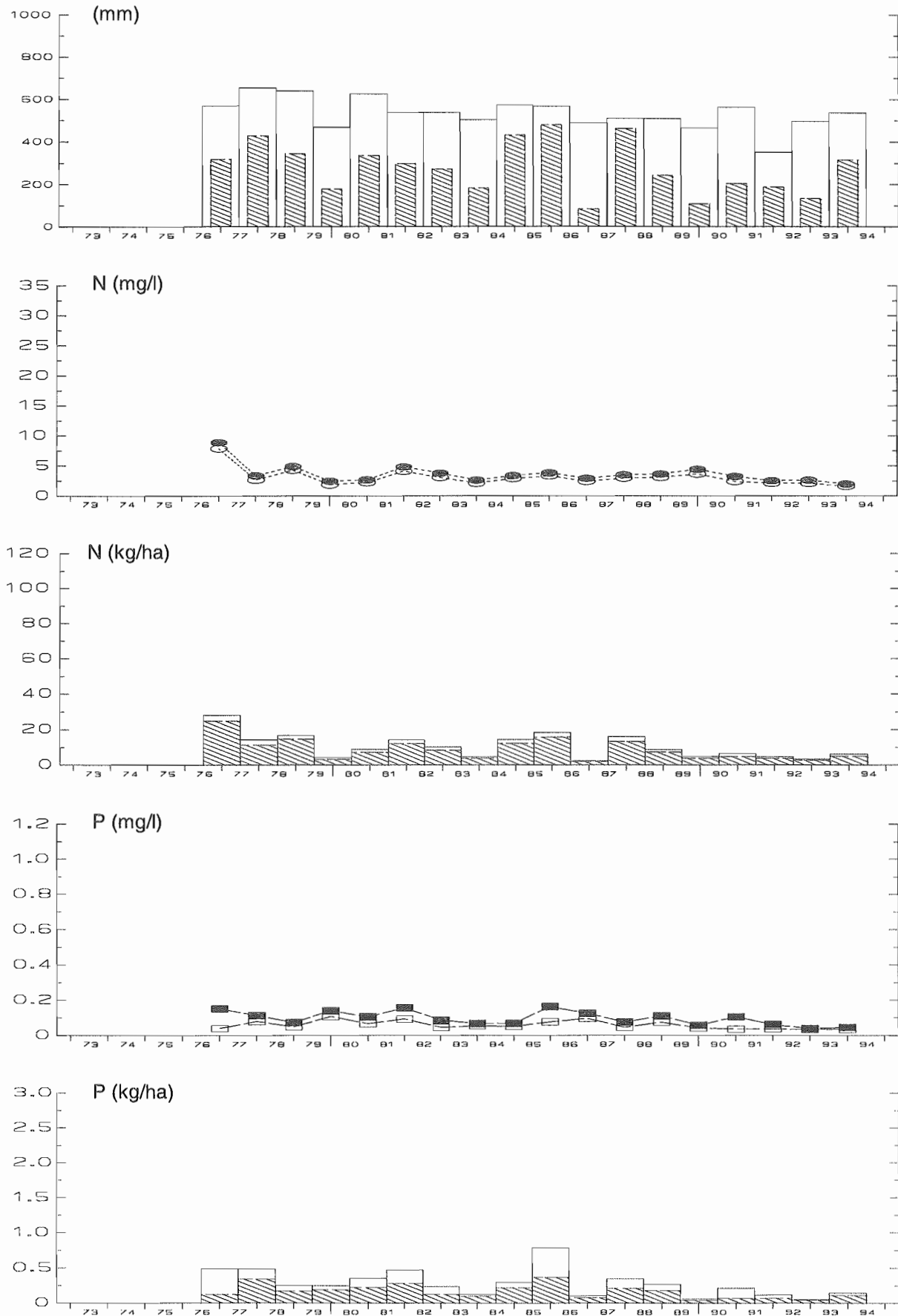
Figur 7. Nederbörd och avrinning; hel stapel nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad stapel, fosfatfosfor.

Fält 6 (E-län)



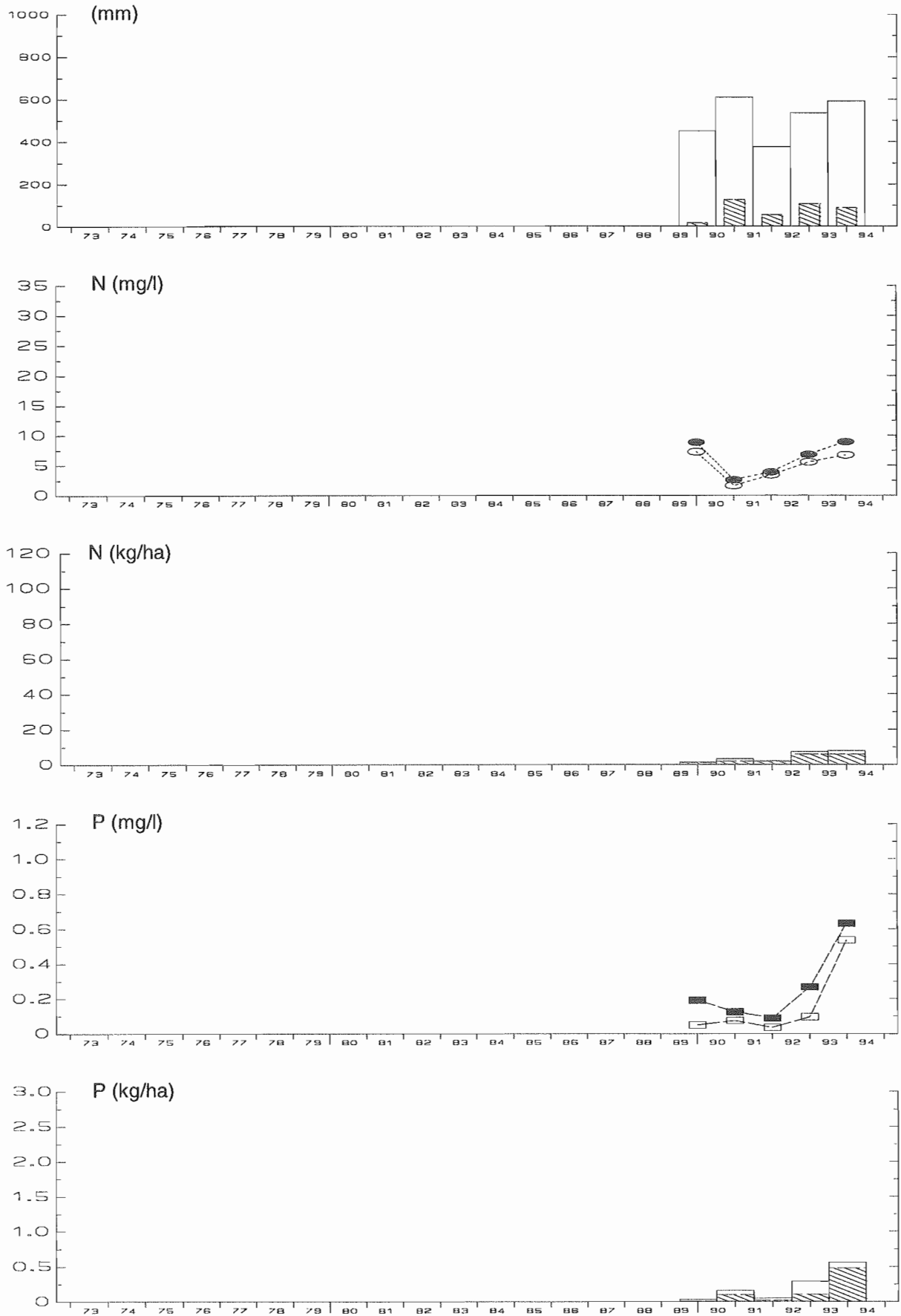
Figur 8. Nederbörd och avrinning; hel stapel nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad stapel, fosfatfosfor.

Fält 7 (E-län)



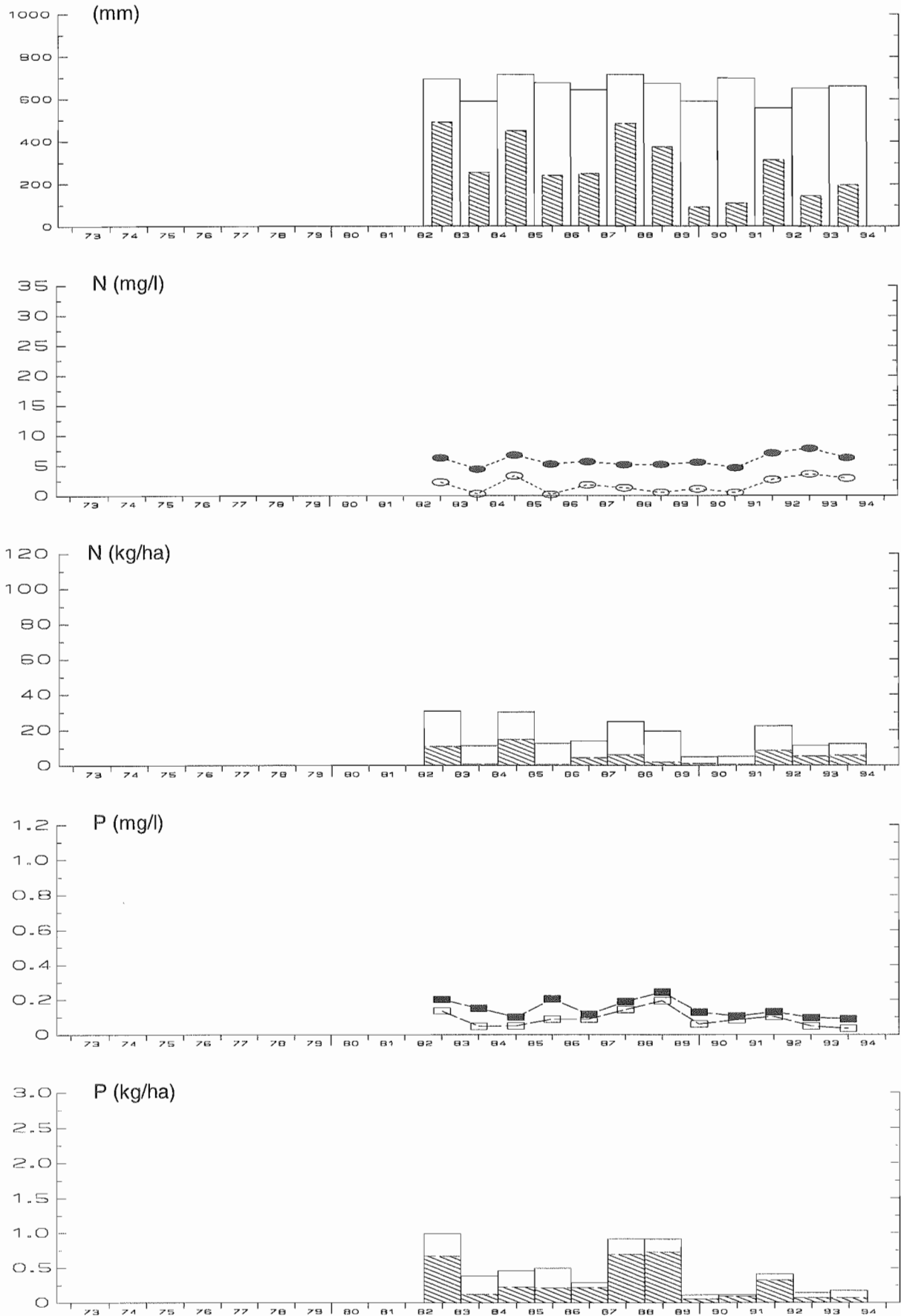
Figur 9. Nederbörd och avrinning; hel stapel nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad stapel, fosfatfosfor.

Fält 20 (E-län)



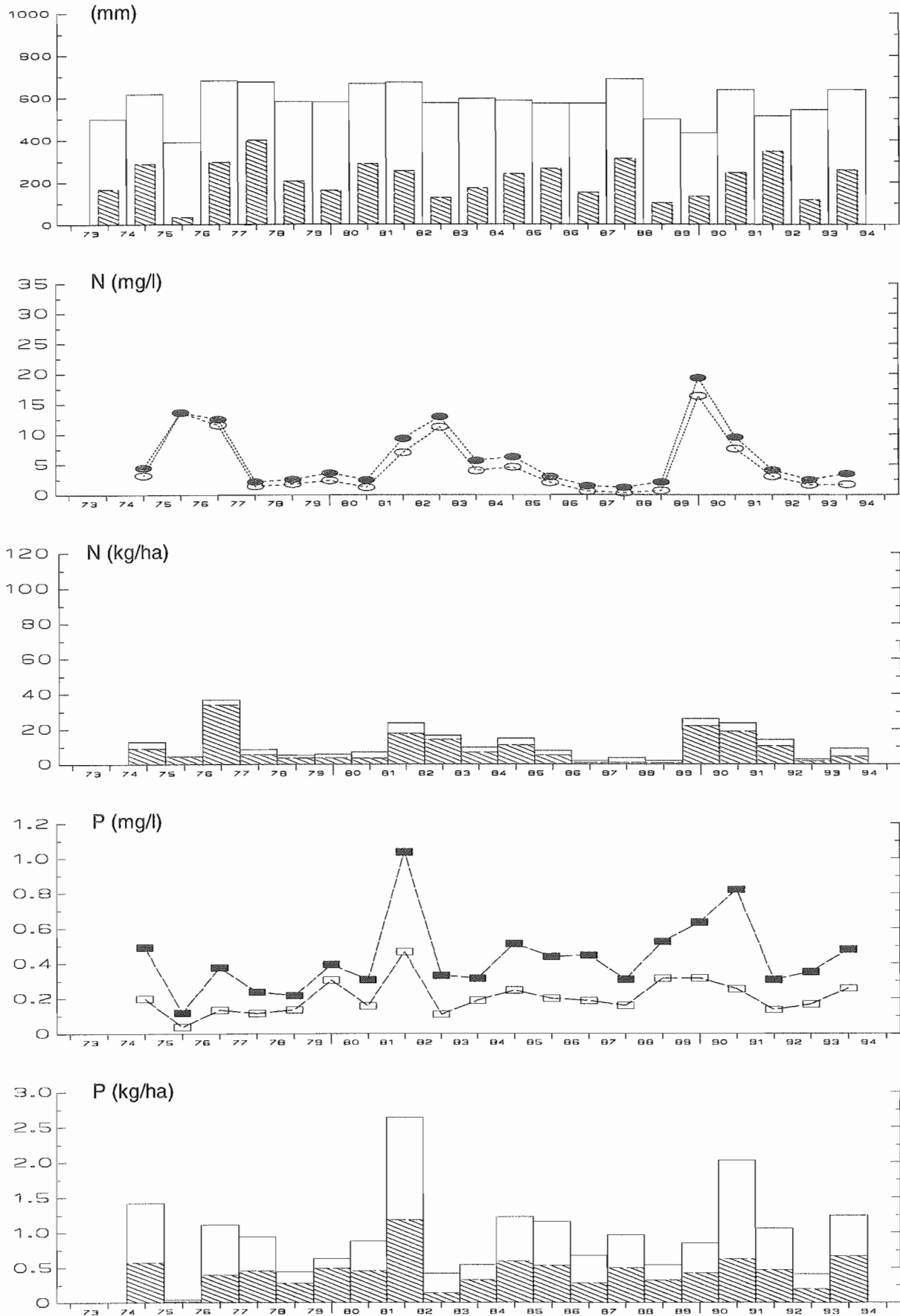
Figur 10. *Nederbörd och avrinning; hel stapel nederbörd; streckad, avrinning. Hält av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Hält av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad stapel, fosfatfosfor.*

Fält 18 (T-län)



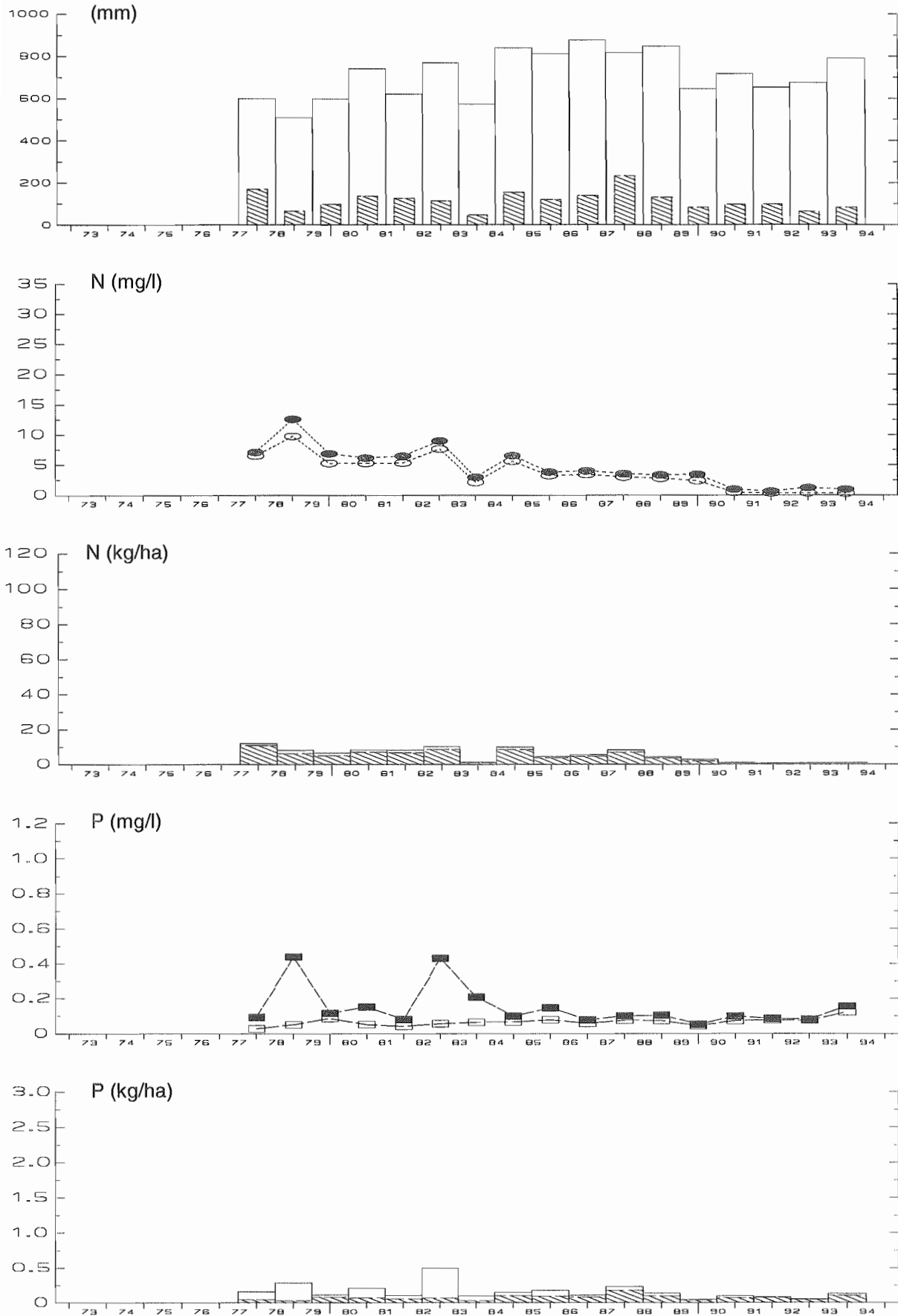
Figur 11. Nederbörd och avrinning; hel stapel nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad stapel, fosfatfosfor.

Fält 1 (D-län)



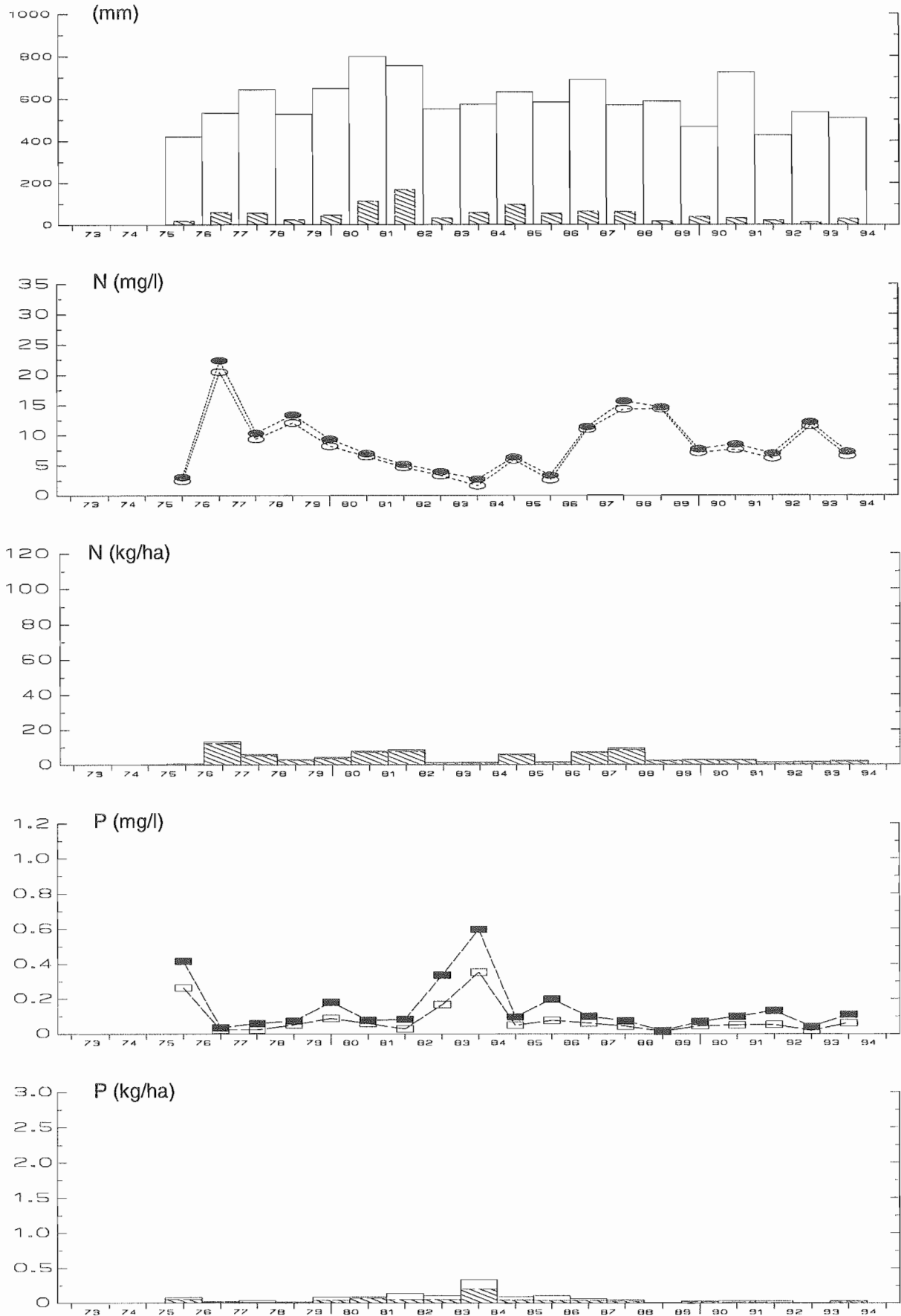
Figur 12. Nederbörd och avrinning; hel stapel nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad stapel, fosfatfosfor.

Fält 17 (S-län)



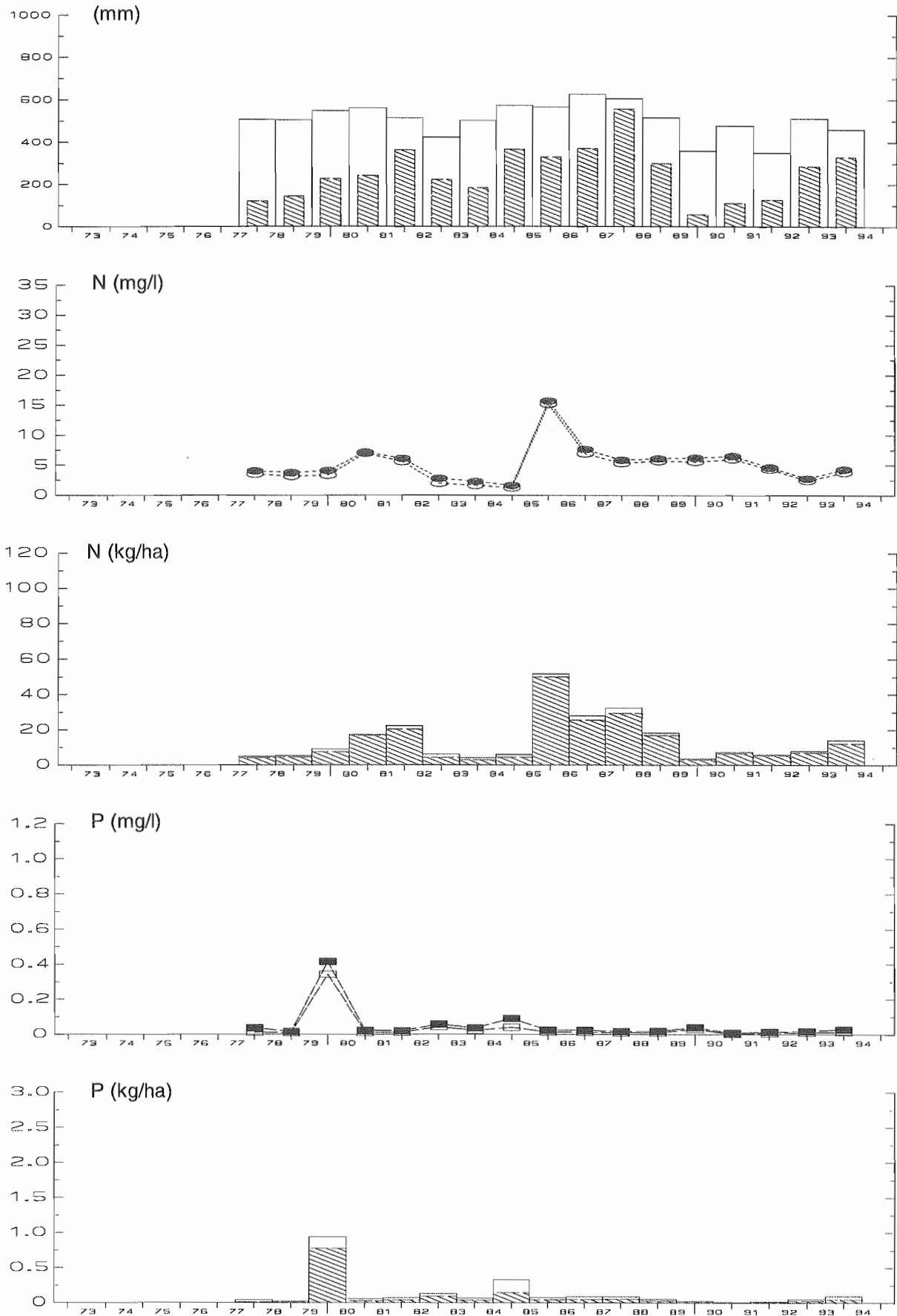
Figur 13. *Nederbörd och avrinning; hel stapel nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad stapel, fosfatfosfor.*

Fält 8 (C-län)



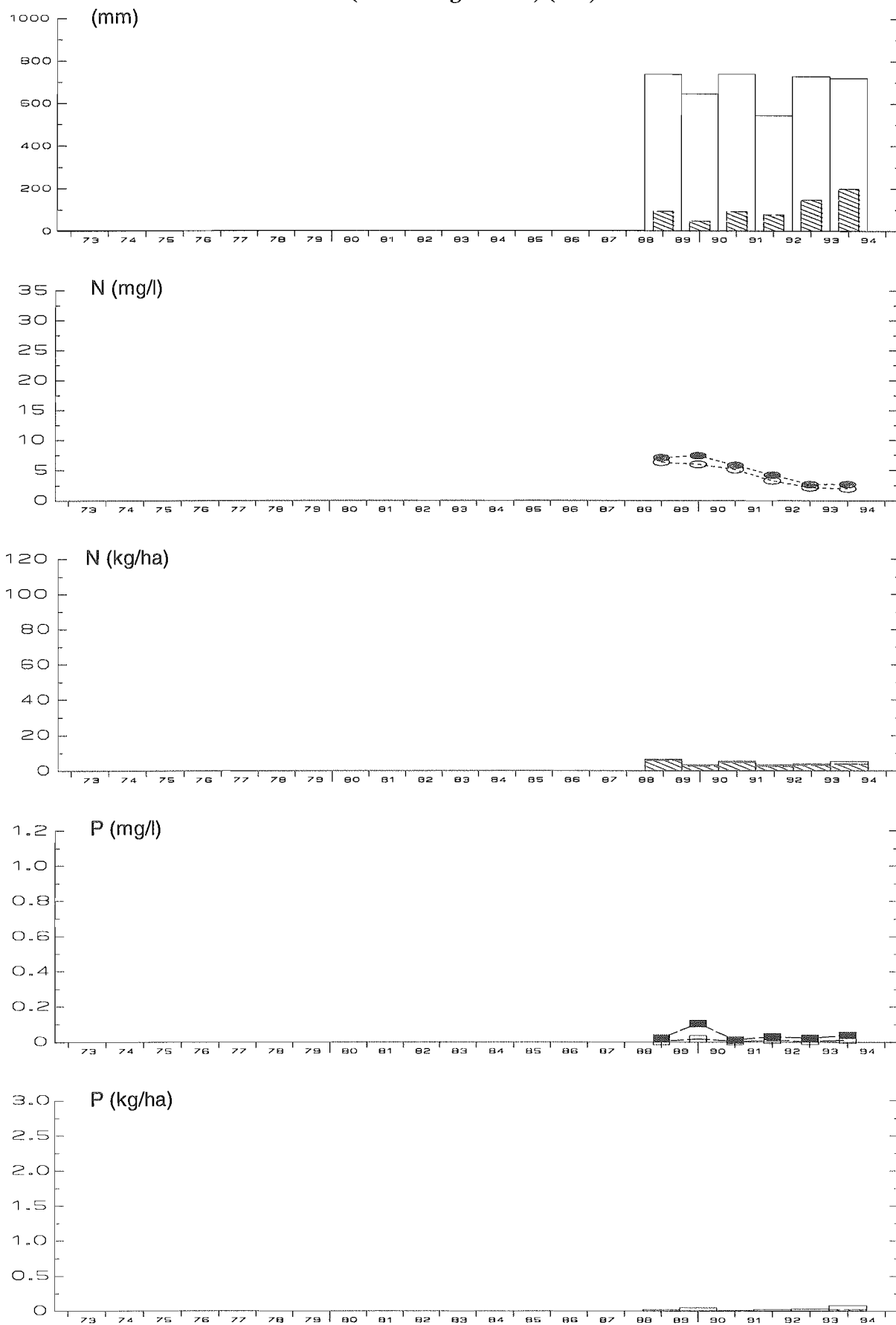
Figur 14. Nederbörd och avrinning; hel stapel nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad stapel, fosfatfosfor.

Fält 16 (Z-län)



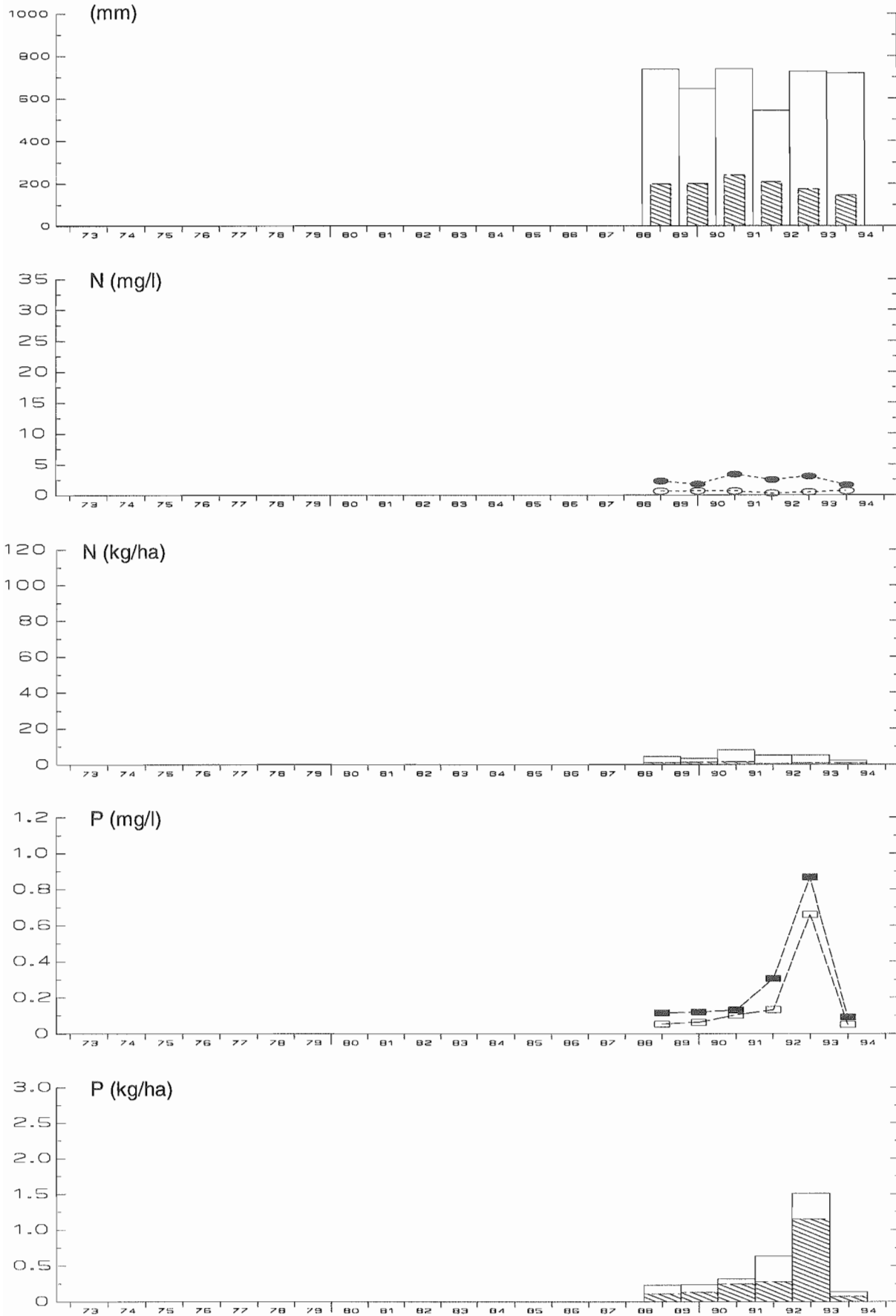
Figur 15. Nederbörd och avrinning; hel stapel nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad stapel, fosfatfosfor.

Fält 14 (Dräneringsvatten) (AC)-län

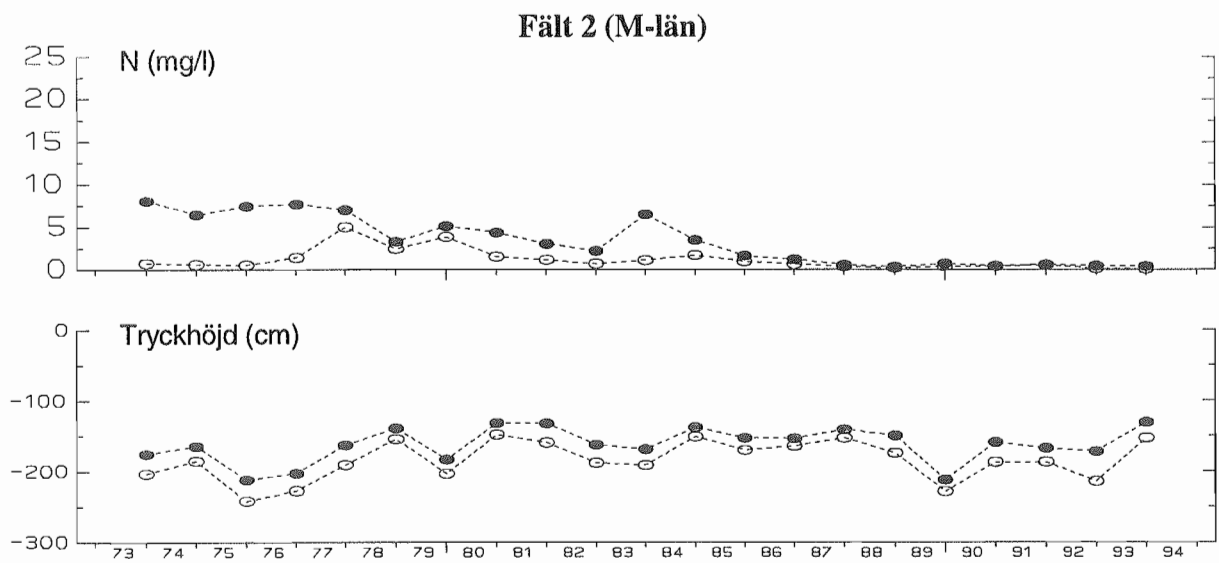


Figur 16. *Nederbörd och avrinning; hel stapel nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad stapel, fosfatfosfor.*

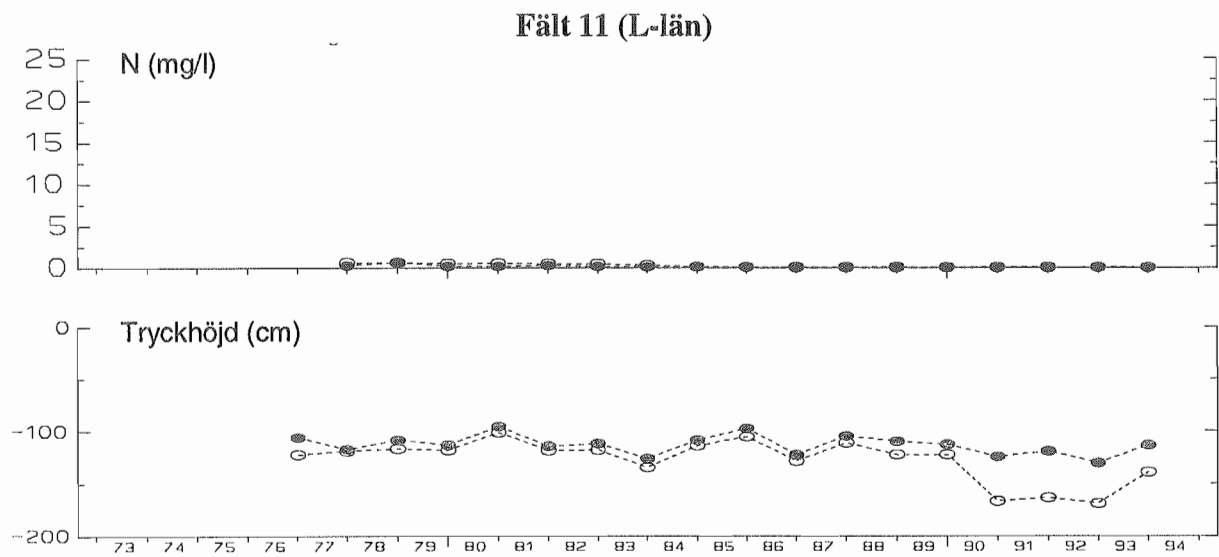
Fält 14 (Ytvatten) (AC-län)



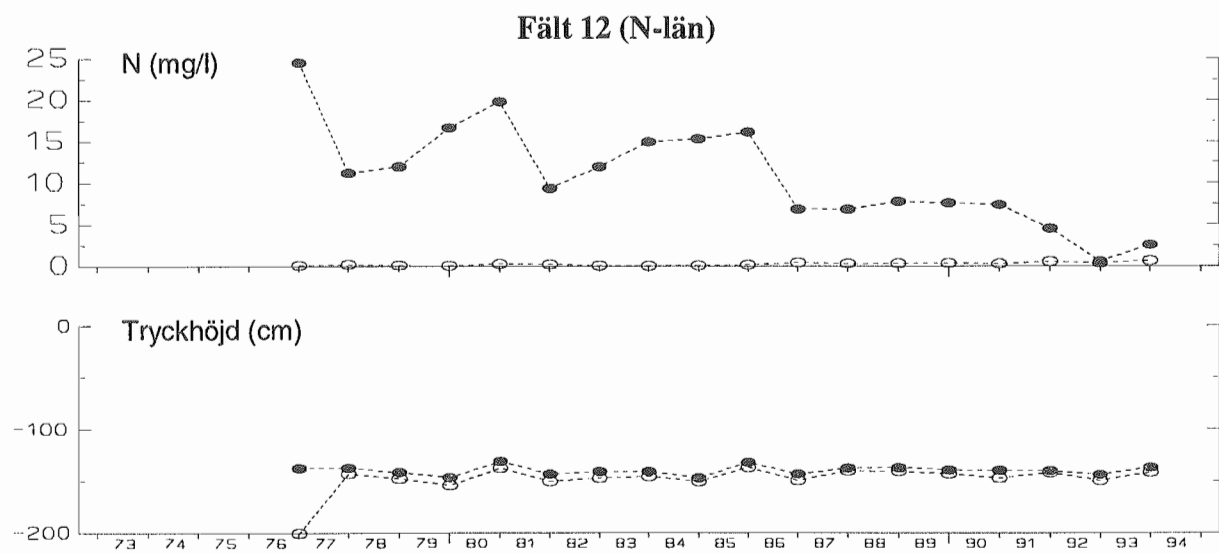
Figur 17. Nederbörd och avrinning; hel stapel nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad stapel, fosfatfosfor.



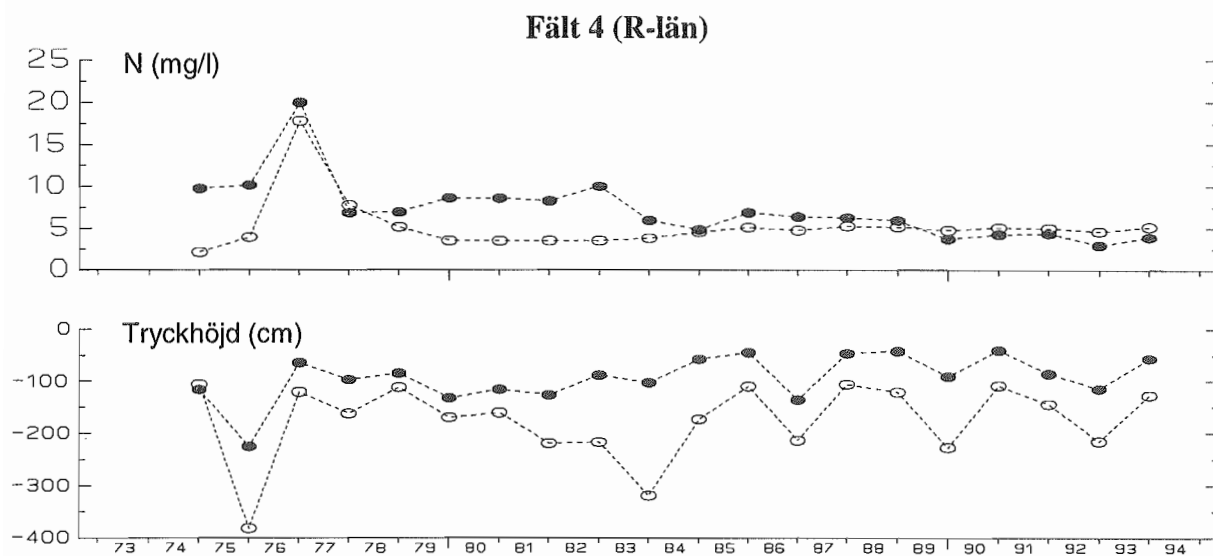
Figur 18. Nitratkväve i grundvattnet samt grundvattnets tryck på 2.9 m djup (●) och 5.6 m djup (○).



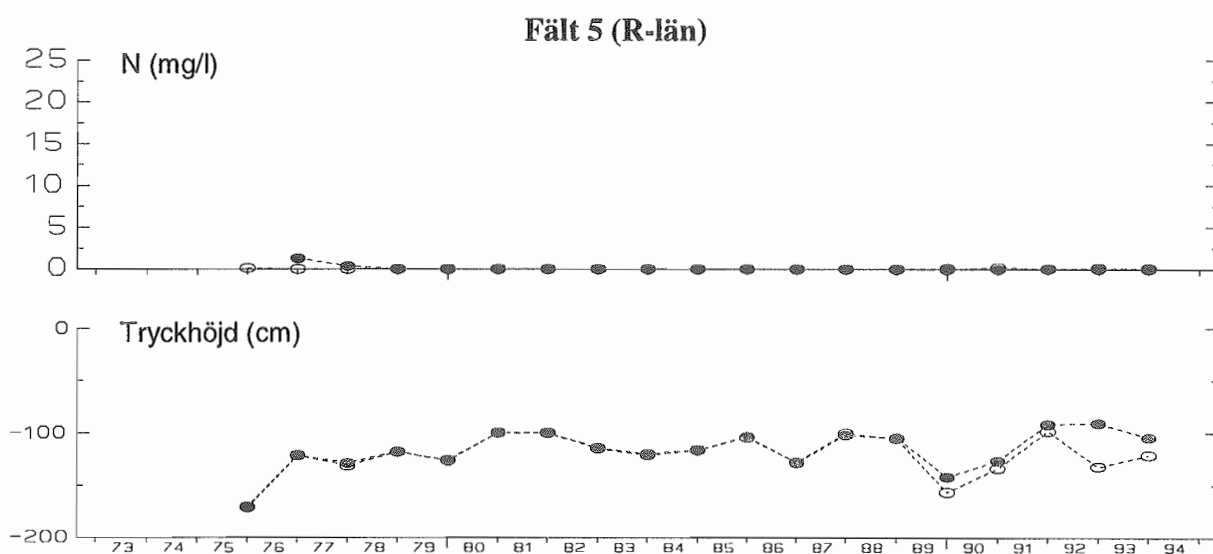
Figur 19. Nitratkväve i grundvattnet samt grundvattnets tryck på 3.6 m djup (●) och 5.8 m djup (○).



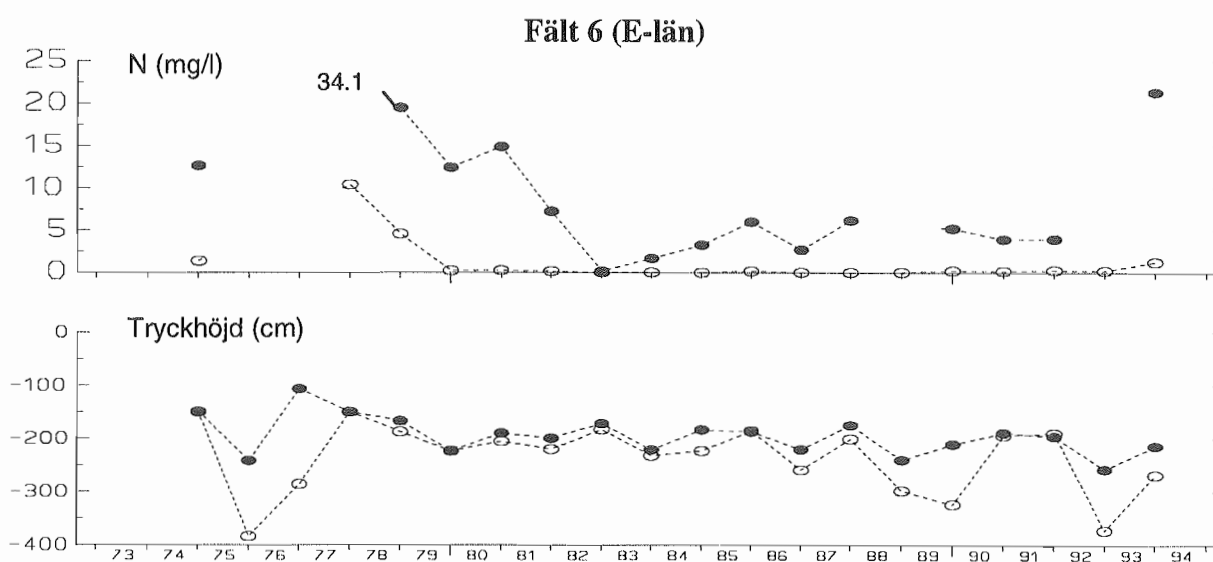
Figur 20. Nitratkväve i grundvattnet samt grundvattnets tryck på 1.7 m djup (●) och 5.5 m djup (○).



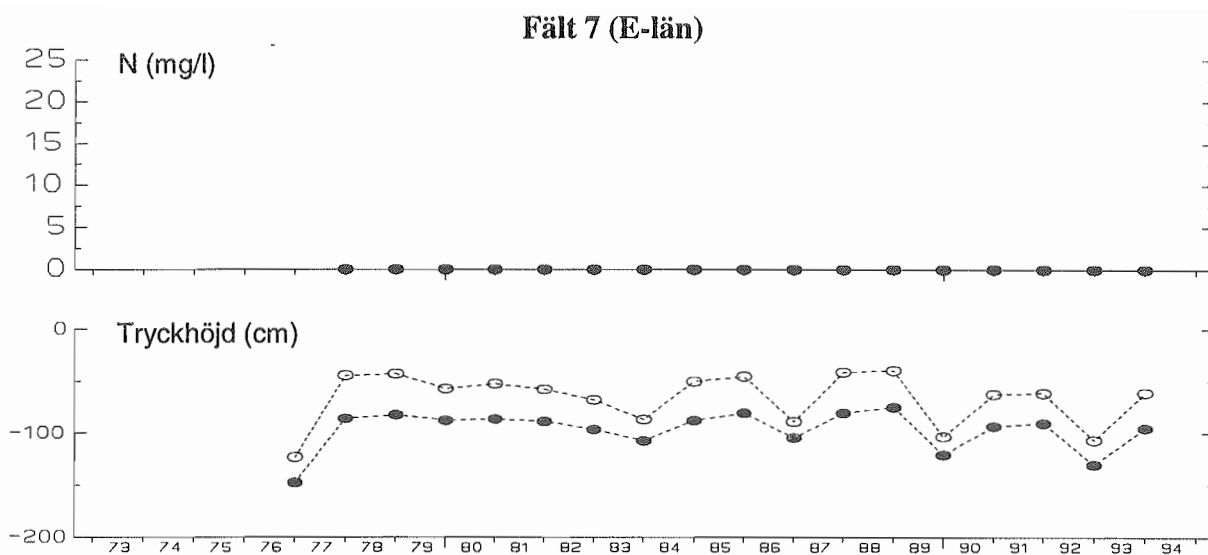
Figur 21. Nitratkväve i grundvattnet samt grundvattnets tryck på 2.0 m djup (●) och 4.0 m djup (○).



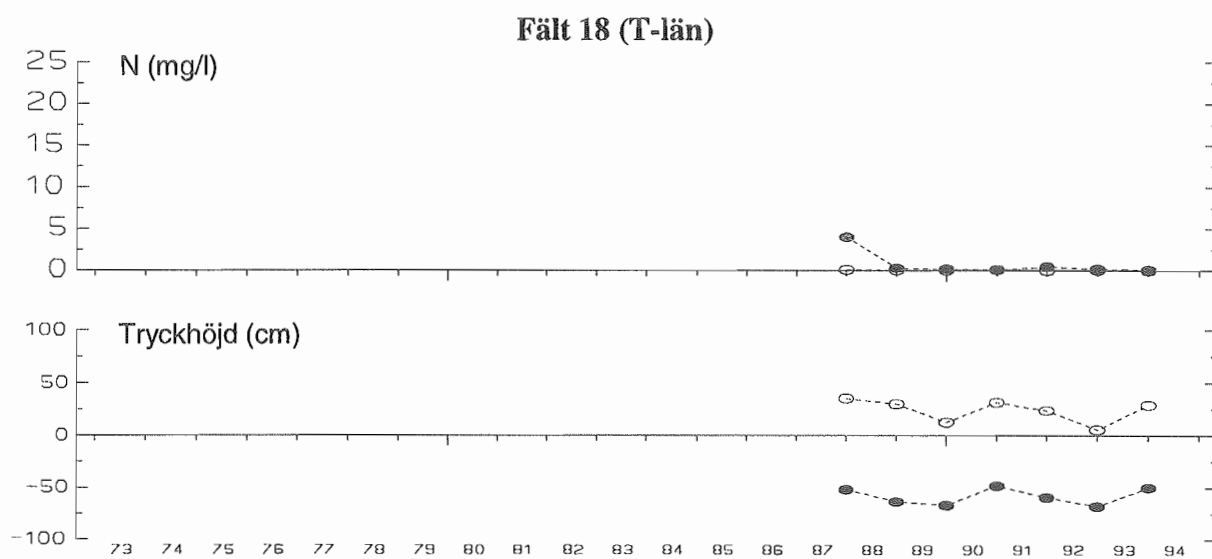
Figur 22. Nitratkväve i grundvattnet samt grundvattnets tryck på 2.0 m djup (●) och 4.0 m djup (○).



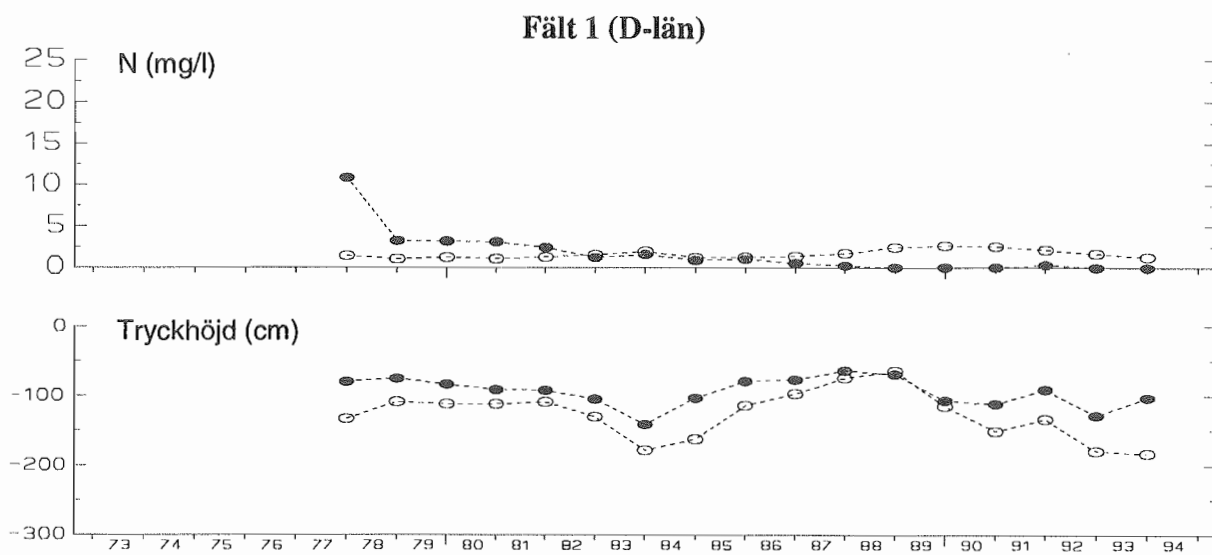
Figur 23. Nitratkväve i grundvattnet samt grundvattnets tryck på 2.0 m djup (●) och 4.0 m djup (○).



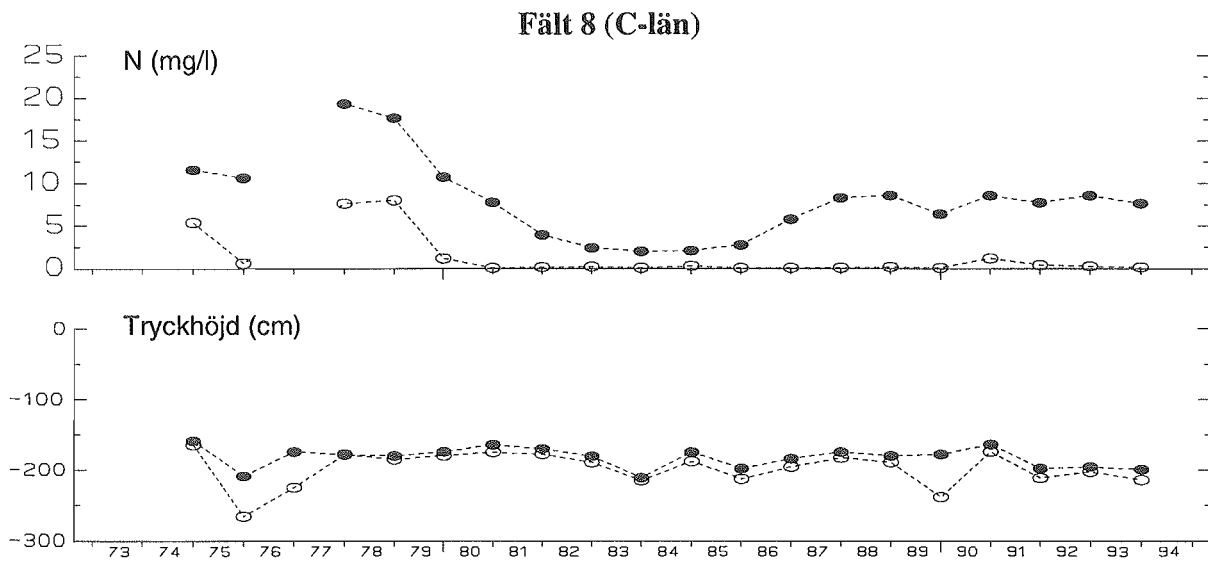
Figur 24. Nitratkväve i grundvattnet samt grundvattnets tryck på 2.5 m djup (●) och 4.0 m djup (○).



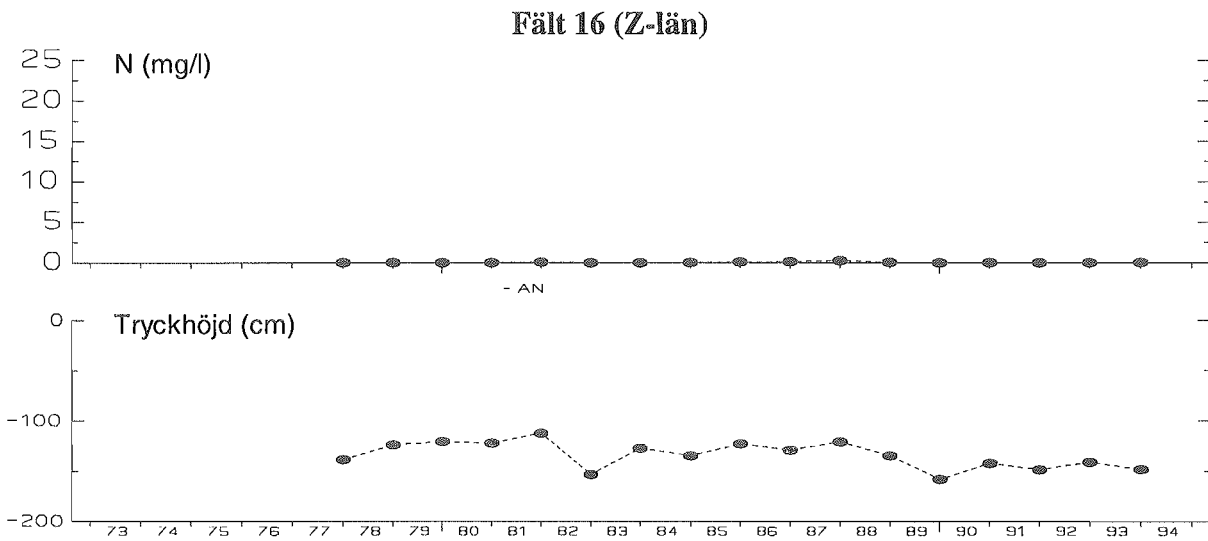
Figur 25. Nitratkväve i grundvattnet samt grundvattnets tryck på 2.0 m djup (●) och 9.5 m djup (○).



Figur 26. Nitratkväve i grundvattnet samt grundvattnets tryck på 2.2 m djup (●) och 4.1 m djup (○).



Figur 27. Nitratkväve i grundvattnet samt grundvattnets tryck på 2.0 m djup (●) och 4.0 m djup (○).



Figur 28. Nitratkväve i grundvattnet samt grundvattnets tryck på 1.8 m djup (●).

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

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

Nr	År	Författare och titel. <i>Author and title.</i>
1	1978	Nils Brink, Arne Gustafson och Gösta Persson. Förluster av växtnäring från åker. <i>Losses of nutrients from arable land.</i>
2	1978	Nils Brink och Arne Joelsson. Stallgödsel på villovägar. <i>Manure gone astray.</i> Lars Lingsten och Nils Brink. Åkergödslingens inverkan på miljön i en bäck. <i>The effect of agricultural manuring on the environment in a brook.</i> Nils Brink. Kväveutlakning från odlingsmark. <i>Nitrogen leaching from arable land.</i>
3	1979	Sven-Åke Heinemo och Nils Brink. Utlakning ur kompost av sopor och slam. <i>Leachate from compost of refuse and sludge.</i> Nils Brink. Self-Purification studies of silage juice. Arne Gustafson och Mats Hansson. Växtnäringsförluster på Kristianstadsslätten. <i>Loss of nutrients on the Kristianstad plain.</i> Per-Gunnar Sundqvist och Nils Brink. En gödselstad förorenar dricksvatten. <i>Pollution of the groundwater by a dung yard.</i>
4	1979	Nils Brink. Vattnet är det yppersta. Arne Gustafson och Börje Lindén. Kvävebehovet för 1979. Nils Brink, Arne Gustafson och Gösta Persson. Förluster av kväve, fosfor och kalium från åker. <i>Losses of nitrogen, phosphorus and potassium from arable land.</i>
5	1979	Gunnar Fryk och Sven-Åke Heinemo. Självrening av lakvatten från kompost på sand och mo. <i>Self-purification of leachate from compost on sand and fine sand.</i> Nils Brink. Växtnäringsförluster från skogsmark. <i>Losses of nutrients from forests.</i> Nils Brink. Utlakning av kväve från agroekosystem. <i>Leaching of nitrogen from agro-ecosystems.</i> Nils Brink. Ytvatten, grundvatten och vattenförsörjning.
6	1980	Arne Gustafson och Mats Hansson. Växtnäringsförluster i Skåne och Halland. <i>Losses of Nutrients in Skåne and Halland.</i> Nils Brink, Sven L. Jansson och Staffan Steineck. Utlakning efter spridning av potatisfruktsaft. <i>Leaching after spreading of potato juice.</i> Nils Brink och Arne Gustafson. Att spå om gödselkväve. <i>Forecasting the need of fertilizer nitrogen.</i> Arne Gustafson och Börje Lindén. Lantbruksuniversitetet satsar på exaktare kvävegödsling.
7	1980	Nils Brink och Börje Lindén. Vart tar handelsgödselkvävet vägen. <i>Where does the commercial fertilizer go.</i> Barbro Ulén och Nils Brink. Omgivningens betydelse för primärproduktionen i Vadsbrosjön. <i>The importance of the environment for the primary production in lake Vadsbrosjön.</i> Arne Gustafson. Jordbruket och grundvattnet. Nils Brink. Utlakning av växtnäring från åkermark. Nils Brink. Vart tar gödseln vägen.
8	1981	Nils Brink. Förurning av grundvatten på åker. <i>Acidification of groundwater on arable land.</i> Rikard Jernlås och Per Klingspor. TCA-utlakning från åker. <i>Leaching of TCA from arable land.</i> Arne Joelsson. Ytavspolning av fosfor från åkermark. <i>Storm washing of phosphorus from arable land.</i> Arne Gustafson, Sven-Olof Ryding och Barbro Ulén. Kontroll av växtnäringsläckage från åker och skog. <i>Control of losses of nutrients from arable land and forest.</i>
9	1981	Barbro Ulén och Nils Brink. Miljöeffekter av ureaspridning och glykolanvändning på en flygplats. <i>Environmental effects of spreading of urea and use of glycol at an airport.</i> Gunnar Fryk. Utlakning från upplag av malda sopor. <i>Leachate from piles of shredded refuse.</i>
10		Arne Gustafson och Arne S. Gustavsson. Växtnäringsförluster i Västergötland och Östergötland. <i>Losses of nutrients in Västergötland and Östergötland.</i> Barbro Ulén. Växtnäringsförluster från åker och skog i Södermanland. <i>Losses of nutrients from arable land and forests in Södermanland.</i> Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Nitrat, nitrit och pH i dricksvatten i Västergötland, Östergötland och Södermanland. <i>Nitrate, nitrite and pH in drinking water in Västergötland, Östergötland and Södermanland.</i> Lennart Mattsson och Nils Brink. Gödslingsprognoser för kväve. <i>Fertilizer forecasts.</i>
11	1982	Barbro Ulén. Vadsbrosjöns närsaltbelastning och trofinivå. <i>The nutrient load and trophic level of lake Vadsbrosjön.</i> Arne Andersson och Arne Gustafson. Metallhalter i dräneringsvatten från odlad mark. <i>Metal contents in drainage water from cultivated soils.</i>

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

- | Nr | År | Författare och titel. <i>Author and title.</i> |
|----|------|--|
| 21 | 1986 | Birgit Loeper. Toxicitetstest för pesticider med protozoer. <i>Toxicity test for pesticides using protozoa.</i>
Nils Brink, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Odlingsåtgärders inverkan på kvalitet hos yt- och grundvattnet.
Barbro Ulén. Lakning av fosfor ur jordar. <i>Leaching of phosphorus from soils.</i>
Nils Brink och Gunnar Torstensson. Vådan av proteingödsling. Värdera miljön. <i>Risk of fertilizing for increased protein. Evaluate the environment.</i>
Jenny Kreuger. Bekämpningsmedel. Utlakning från åkermark. |
| 22 | 1987 | Arne Gustafson. Water Discharge and Leaching of Nitrate. |
| 23 | 1987 | Lars Bergström. Transport and Transformations of Nitrogen in an Arable Soil |
| 24 | 1987 | Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggröda efter skörd. <i>Catch crop after harvest.</i>
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Läckage av växtnäring från åker i Nybroåns vattensystem. <i>Leaching of nutrients from arable land in the Nybroån river basin</i>
Solweig Ellström och Nils Brink. Stallgödsblad och konstgödsblad åker läcker växtnäring. <i>Fields spread with manure and fertilizer leach plant nutrients.</i>
Nils Brink. Kväveläckage vid försök med nitrifikationshämmare.
Nils Brink. Kväve och fosfor från stallgödsblad åker.
Nils Brink. Kväve och fosfor från konstgödsblad åker. |
| 25 | 1987 | Nils Brink och Klaas van der Meulen. Losses of Phosphorus and Nitrogen to Lake Ringsjön.
Nils Brink. Regional vattenundersökning söder och öster om Ringsjön. <i>Water nutrient status to the south and east of Lake Ringsjön.</i>
Petra Fagerholm. Vattenkvalitet och jordbruksdrift inom Ringsjöområdet. <i>Water Quality and agriculture in the area of Lake Ringsjön.</i>
Nils Brink. Nitrifikationshämmare eller svält mot kväveläckage. <i>Nitrification inhibitors or starvation against nitrogen losses.</i>
Nils Brink, Jenny Kreuger och Gunnar Torstensson. Näringsflöden från åkermark. <i>Nutrient fluxes from arable land.</i> |
| 26 | 1988 | Arne Andersson och Arne Gustafson. Deposition av spårelement med nederbörden. <i>Bulk deposition of trace elements in precipitation.</i>
Arne Andersson, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Utlakning av spårelement från odlad jord. <i>Removal of trace elements from arable land by leaching.</i>
Barbro Ulén. Fosforerosion vid vallodling och skyddszon med gräs. <i>Phosphorus erosion under ley cropping and a grass protective zone.</i> |
| 27 | 1990 | Lisbet Lewan. Insådd fånggröda: Effekter på utlakning av växtnäringssämnen. <i>Undersown Catch Crop - Effects on leaching of plant nutrients.</i>
Lisbet Lewan och Holger Johnsson. Insådd fånggröda: Effekter på utlakning av kväve. <i>Undersown catch crops - effects on leaching of nitrogen.</i>
Solweig Wall Ellström. Avrinning och växtnäring förluster från JRK:s stationsnät på åkermark. <i>Discharge and nutrient losses from arable land.</i> |
| 28 | 1992 | Gunnar Torstensson, Arne Gustafson, Börje Lindén, och Gustav Skyggesson. Mineralkvävedynamik och växt näringsutlakning på en grovmjord med handels- och stallgödsblade odlingsystem i södra Halland. <i>Mineral nitrogen dynamics and nutrient leaching in a sandy soil in southern Halland with cropping systems fertilized with commercial fertilizers and manure.</i> |
| 29 | 1992 | Barbro Ulén. Närsaltsförluster från mindre avrinningsområden inom jordbrukets recipientkontroll i Sverige. <i>Nutrient losses from small catchment areas in the recipient control of agriculture in Sweden.</i>
Markus Hoffman. Avrinning och växtnäring förluster från JRK:s stationsnät agrohydrologiska året 90/91 samt långtidsöversikt för 1977/90. <i>Discharge and nutrient losses from arable land in 1990/91 and review of the years 1977/90</i>
Markus Hoffman. Odlingsåtgärder och vattenkvalitet - en studie på sju fält i Malmöhus län. <i>Cultivation practices and water quality - a study on seven fields in Malmöhus county.</i> |
| 30 | 1993 | Börje Lindén, Arne Gustafson, Gunnar Torstensson och Erik Ekre. Mineralkvävedynamik och växtnäring utlakning på en grovmjord i södra Halland med handels- och stallgödsblade odlingsystem. <i>Mineral nitrogen dynamics and nutrient leaching in a sandy soil in southern Halland with cropping systems fertilized with commercial fertilizers and manure, and with or without ryegrass catchcrop.</i> |
| 31 | 1993 | Gunnar Torstensson, Arne Gustafson och Börje Lindén. Kväveutlakning på sandjord - motåtgärder med ny odlingsteknik. <i>Leaching of nitrogen from sandy soil - counter measures with new technique.</i> |
| 32 | 1993 | Markus Hoffman och Solweig Wall Ellström. Avrinning och växtnäring förluster från JRK:s stationsnät för agrohydrologiska året 1991/92 samt långtidsöversikt. <i>Discharge and nutrient losses from arable land in 1991/92 and a long term review.</i> |
| 33 | 1993 | Börje Lindén, Helena Aronsson, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggrödor, direktsådd och delad kvävegiva studier av kväveverkan och utlakning i olika odlingsystem i ett lerjordsförsök i Västergötland. <i>Catch crops, direct drilling and split nitrogen fertilization - studies of nitrogen turnover and leaching in crop production systems on a clay soil in Västergötland.</i> |
| 34 | 1993 | Gunnar Torstensson, Arne Gustafson, Helena Aronsson och Artur Granstedt. Ekologisk odling - utlakningsrisker och kväveomsättning. <i>Ecological Agriculture - Leaching risks and Nitrogen Turnover. Ecological agriculture - leaching risks and nitrogen turnover.</i> |
| 35 | 1993 | Erik Kellner. Årstidsbunden kvävebelastning och denitrifikation i dammar - en enkel modellansats. <i>Seasonal nitrogen fluxes and denitrification in ponds - simple model approach</i> |

Nr	År	Författare och titel. <i>Author and title.</i>
36	1995	Markus Hoffmann och Solweig Wall Ellström. Avrinning och växnäringsförluster från JRK:s stationsnät för agrohydrologiska året 1992/93 samt en långtidsöversikt. <i>Discharge and nutrient losses from arable land in 1992/93 and a long term review.</i>
37	1995	Katarina Kyllmar och Holger Johnsson. Växnäringsförluster till vatten från ett jordbruksområde på Gotland 1989/94.