



Göran Johansson och Arne Gustafson

# Observationsfält på åkermark

Avrinning och växtnäringsförluster för det  
agrohydrologiska året 2003/04  
samt en långtidsöversikt

---

Teknisk rapport 93

Uppsala 2005

Avdelningen för vattenvårdslära

Swedish University of Agricultural Sciences

Division of Water Quality Management

---

# Innehållsförteckning

<b>Bakgrund</b> .....	<b>4</b>
<i>Rapporteringsperiod</i> .....	4
<b>Material och metoder</b> .....	<b>4</b>
<i>Observationsfält med mätstationer</i> .....	4
<i>Dräneringsvatten</i> .....	4
<i>Grundvatten</i> .....	4
<i>Analys</i> .....	5
<i>Beräkningar</i> .....	5
<b>Resultat och diskussion</b> .....	<b>5</b>
Grödor, stallgödsling .....	5
Nederbörd och avrinning .....	6
Dräneringsvatten, halter och transporter .....	6
<i>pH, konduktivitet och TOC</i> .....	6
<i>Karbonat, sulfat och klorid</i> .....	8
<i>Natrium, kalium, kalcium och magnesium</i> .....	8
<i>Ammonium-, nitrat- och totalkväve</i> .....	9
<i>Fosfor</i> .....	11
Grundvatten .....	13
<b>Långtidsutveckling</b> .....	<b>15</b>
<b>Referenser</b> .....	<b>16</b>
<b>Bilaga 1</b> .....	<b>17</b>
<b>Bilaga 2</b> .....	<b>19</b>
<b>Appendix</b> .....	<b>21</b>
Långtidsutveckling .....	21
<i>Dräneringsvatten</i> .....	22
<i>Grundvatten</i> .....	36

# Observationsfält på åkermark

## Avrinning och växtnäringsförluster för det agrohydrologiska året 2003/04 samt en långtidsöversikt

### *Observation fields on arable land*

*Discharge and nutrient losses for the agro-hydrological year 2003/04 and a long-term review*

Göran Johansson och Arne Gustafson, avd. för vattenvårdslära, SLU, Uppsala

**Abstract.** *The objective of the programme "Observation fields on arable land" is to monitor the influence of agricultural cultivation on the quality of surface water and groundwater within selected fields. At present it consists of thirteen fields. These have measuring devices for registration of discharge and are parts of the farmers regular operations. The fields (4-34 ha) cover various soil types, and cropping and fertiliser regimes.*

*In the agro-hydrological year 2003/04 the major part of the fields had lower or equal precipitation compared to their long-term (77/03) mean values followed by low discharge values at many fields. The concentrations of the major ions in the drainage and groundwater were representative in relation to the long-term values for all fields.*

*The leaching of nitrogen and phosphorus were in general with some exceptions also representative in relation to actual cropping sequence and hydrological conditions. However mainly due to the comparable low mean discharge during actual year (74 % of the long-term mean value) the actual mean losses of total nitrogen and total phosphorus amounted to 74 and 58 % respectively of the long term mean value.*

*Nitrate nitrogen in groundwater was at all sites lower than the limit value for the nitrate directive.*

*Topsoil texture (percentage of clay/silt/sand) and the main management:*

Station No	Texture lera/mjåla/sand, % Clay/silt/sand, %	Driftsinriktning management
14 AC	*	#
16 Z	34/45/21	Mjlk dairy
1 D	35/49/17	Mjlk, ekologiskt 1988 dairy, organic farming since 1988
7 E	38/44/18	Nt cattle
6 E	16/51/33	Växtodling crop production
20 E	65/23/12	Nt, svin cattle, pigs
21 E	12/34/54	Växtodling crop production
5 O	15/43/42	Växtodling crop production
4 O	26/62/12	Kött djur beef cattle
12 N	10/18/72	Växtodling crop production
11 M	38/51/11	Mjölk dairy
3 M	5/9/86	Nt cattle
2 M	17/32/51	Växtodling crop production

\* lerig mo clayey fine sand

# fält 14 har ett antal försöksrutor med olika odling och gödsling  
*field 14 contains a number of experimental plots with different crops and fertilisation*

## Bakgrund

Samhället har såväl på ett nationellt plan som genom internationella överenskommelser uppställt klara miljömål för acceptabel inverkan på vattensystemen orsakade av bl. a. växt- och animalieproduktionen. Sektorsmål och åtgärdsprogram för reduktion av växtnäring-förluster från jordbruksmark till vattensystemen har upprättats (Jordbruksverket, 2000). Genom miljöövervakning kontrolleras graden av måluppfyllelse, samtidigt som övervakningen interagerar med forskningen. Observationsfält på åkermark är en metod för att följa jordbrukets förändrade odlingsåtgärder och hur detta inverkar på kvalitén på det avrinnande vattnet från jordbruksmarken.

### *Rapporteringsperiod*

I denna rapport redovisas i första hand resultaten från observationsfälten för det agrohydrologiska året (juli-juni) 2003/04 men även långtidsmedelvärden och långtidsutvecklingen för dränerings- och grundvatten visas i tabeller och figurer.

## Material och metoder

### *Observationsfält med mätstationer*

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 utvalda så att allt vatten i dräneringssystemet, förutom eventuellt tillkommande grundvatten, härstammar från det regn- eller bevattningsvatten som fallit på fältet. Via dräneringsledningarna förs det sedan till en mätstation där prov tas och flödet mäts med ett triangulärt överfall och en kontinuerligt skrivande pegel. Flertalet av mätstationerna är även utrustade med OTT Thalimedes-datalogger för automatisk registrering av vattenståndshöjden i Thomsonöverfallet. Det är bara en station (nr 14 AC) som har separat mätning av yt- och dräneringsvatten. Om ytvatten uppträder på övriga fält leds ytvattnet till särskilda samlingsbrunnar och förs sedan genom täckdikessystemet ut från fältet. Nederbördsmängderna för de olika fälten hämtas från SMHI:s närläggna stationer.

Vid större koncentrerade nederbördsmängder framförallt på senhösten/vintern samt vid hastig snösmältning kan dämning nedströms eller översvämning i vissa fälts mätstationer förekomma, varvid flödesmätningen ofta störs mer eller mindre allvarligt under något eller några dygn. Detta inträffade i nämnvärd grad vid fält 4 O i nov.-03 och feb.-04 samt vid fält 7 E i dec.-03 och feb.-04. Skattning av avrinningen vid dessa högflödestillfällen blir naturligtvis behäftad med ganska stor osäkerhet. Vid de två nordligare fälten (14dr AC och 16 Z) har problem med flödesregistreringsutrustningen medfört att avrinningen under vissa längre perioder skattats med ledning av veckovisa manuella mätningar samt med hänsyn till nederbörd/snösmältning.

### *Dräneringsvatten*

Dräneringsvattnet provtas manuellt, 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.

### *Grundvatten*

Nio av fälten är sedan gammalt försedda med grundvattenrör. Antalet på varje fält varierar mellan 1 och 5 och de undersökta djupen varierar mellan 1,7 och 5,8 m. Prov på grundvattnet

tas varannan månad och trycket mäts genom lodning en gång per månad. Ytterligare ett av fälten (21 E) som ligger inom ett avrinningsområde där det görs intensivstudier av växtnäringssläckage försågs med grundvattenrör år 2002. Någon redovisning av analyshalter från dessa rör görs ej i denna rapport.

### *Analys*

Tillämpade analysmetoder finns beskrivna i laboratoriets kvalitetsmanual (Anonym, 2004). Som förbehandling vid fosfatanalys har vattenproverna t o m 30/6 2000 centrifugerats vid 3000 rpm under 20 min. Efter detta datum har proverna istället filtrerats genom Satorius cellulosacetatfilter med porstorleken 0,2 µm före fosfatanalysen. En jämförelse hur de två förbehandlingarna påverkar fosfatanalysen redovisas i bilaga 1.

### *Beräkningar*

Beräkningarna för dräneringsvattnen 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 att beräkna dygnstransporter som därefter summerats till årstransporter. Medelårstransporterna har beräknats som medelvärdet av årstransporterna. Årsmedelkoncentrationerna har räknats fram genom att dividera årstransporten med årsavrinningen. Långtidskoncentrationerna slutligen har beräknats genom att medelvärdet av årstransporterna dividerats med medelvärdet av årsavrinningarna för hela perioden. Beräkningsperiodernas längd för olika analyserade parametrar vid respektive station finns beskrivna i bilaga 2.

För grundvattnen gäller att årsmedelkoncentrationerna är raka medelvärdet av koncentrationerna vid de enskilda provtagningarna. Långtidskoncentrationerna är ett medelvärde av årsmedelkoncentrationerna.

## **Resultat och diskussion**

### **Grödor, stallgödsling**

Stråsäd var den dominerande grödformen på observationsfälten (tabell 1). Majs odlades på ett av fälten i Skåne. Majs är näringskrävande vilket fordrar relativt intensiv gödsling. Vall förekom helt på två av fälten och delvis på tre av fälten. Sockerbetor förekom i två fall. Under vintern 03/04 förekom konventionellt plöjd mark (helt eller delvis) på fyra av fälten. Vintergrön mark i form av höstvetete, fånggröda och vall förekom helt eller delvis på nio av fälten. Normalt läcker plöjd mark mer kväve än oplöjd eller mark som är bevuxen med en gröda. Flerårig odling av gräsvall dämpar normalt kväveläckaget effektivt. Höstsäd räknas som vintergrön mark enligt jordbruksverkets författning (SJVFS 1999:79). I vissa lägen inverkar dock höstsäden bara försumbart på kväveläckaget och kan rentav ge högre läckage än vårsädesodling om höstbearbetningen sker sent (Torstensson & Håkansson, 2001). Sett över alla fält så är det därför bara de som har haft vall eller fånggröda över vintern där man mer säkert kan förvänta sig ha en mer tydlig reducerande inverkan på kväveläckaget. Även obearbetad stubb verkar dämpande på kväveläckaget.

Fosforläckaget dämpas inte i samma utsträckning av en vall eller fånggröda som kväveläckaget. Den lösta fosfatfosfor kan läcka lika mycket från en gödslad gräsvall som från som stråsäd, medan förlusterna av den partikelbundna fosfor vanligen är något mindre från vall. Ett par fält flytgödslades på hösten 2003. Spridning av flytgödsel vid blöta markförhållanden (t ex höst) kan ge upphov till distinkta läckage av fosfatfosfor (Ulén & Mattson, 2003).

Tabell 1. Grödor under odlingssäsongen 2003 och förhållanden under vintern 2003/04 på observationsfälten  
*Crops during the growing season 2003 and winter conditions 2003/04 in the observation fields*

Lokal		03/04	
Nr	Län	Gröda 2003	Vinter 03/04
14	AC	Vårkorn/Vall*	Plöjd/Vall
16	Z	Vall	Vall
1	D	Vall	Höstvete ( <i>vallinsådd i april-04</i> )
7	E	Vårkorn/Höstvete	Obearbetad stubb/Höstvete
6	E	Vårkorn	Höstvete
20	E	Våraps	Höstvete
21	E	Malkorn	Fodervete
5	O	Höstvete ( <i>ins. fånggr. i mar-03</i> )	Plöjd
4	O	Höstvete ( <i>ins. fånggr. maj-03</i> )/Havre/Vall/Träda**	Fånggröda/Höstvete/Träda**
12	N	Socketbetor	Vårplöjning -04
11	M	Konservärter/Vårkorn m. vallins./Höstvete/Träda**	Hvete+Vallins.+Träda**(70 %), Plöje (30%)
3	M	Majs/Socketbetor**	Delvis kultiverat
2	M	Vårvete med ins. fånggröda	Plöjd

\* fält 14 AC har även mindre arealer med annan gröda

\*\* närmast mätstationen

## Nederbörd och avrinning

Nederbörden var något lägre än normalt eller nära normal på elva av fälten. På två av fälten blev nederbörden något högre än normal (tabell 2). Avrinningen blev också mindre än långtidsmedelvärdet på nio av fälten medan fyra fick en högre avrinning än långtidsmedelvärdet och av de senare var det fält 6 E som uppvisade den största procentuella skillnaden (tabell 2). Nederbördens och den efterföljande avrinningens storlek har betydelse för masstransportens storlek på så sätt att jorden tvättas ur mer effektivt på utlakningstillgängliga näringsämnen när stora vattenmängder perkolerar genom markprofilen (Gustafson, 1988).

## Dräneringsvatten, halter och transporter

### *pH, konduktivitet och TOC*

Åkerjordens surhetsgrad beror förutom av jordarten på en rad biologiska och kemiska processer. Svavelnedfall med nederbörden komplicerar bilden ytterligare. Gödsling med kalksalpeter, totaloxidation av mull, ammonifiering och denitrifikation verkar höjande, medan gödsling med ammoniumgödselmedel, nitrifikation och svavelnedfall verkar sänkande på pH. Svängningar kan följaktligen förväntas i markvattnet beroende på vilka processer som överväger för stunden, men framförallt blir jordens egen buffringsförmåga avgörande. För lågt pH åtgärdas normalt med kalkning av åkermarken varvid pH-värdet stiger. I dräneringsvattnet kan pH och buffertförmågan (alkaliniteten) tillfälligt sjunka i samband med mycket inslag av nederbörd, speciellt smältvatten, och öka under perioder med mycket inslag av grundvatten i dräneringssystemet. Merparten av stationerna hade ett årsvärde i intervallet 6,3-7,7 och med inte särskilt stora avvikelser från långtidsmedelvärdet (tabell 3). En station (14 AC) hade lågt pH (5,0) i dräneringsvattnet vilket är i överensstämmelse med långtidsmedelvärdet. Orsaken till det låga värdet kan sökas i en pågående sulfidoxidation med svavelsyrabildning som följd vilket leder till lågt pH, men det är en helt normal situation för den jordtyp som stationen representerar.

Tabell 2. Årsnederbörd<sup>1</sup> och årsavrinning från observationsfälten, långtidsmedelvärden för perioden 77/03\* (nederbörd 61/90) och medelvärden för 13 fält

*Annual precipitation and discharge from the observation fields, long-term averages for 77/03 and averages for 13 fields*

Lokal		Nederbörd <sup>1</sup> (mm)		Avrinning (mm)	
Nr	Län	03/04	61/90	03/04	77/03*
14dr	AC	541	582	68	116
14yt	AC	541	582	91	193
16	Z	437	484	92	280
1	D	566	567	186	236
7	E	519	524	335	293
6	E	561	493	138	89
20	E	543	591	99	118
21	E	478	477	138	114
5	O	548	558	202	257
4	O	564	558	204	187
12	N	776	773	225	413
11	M	729	741	170	239
3	M	721	647	204	310
2	M	682	662	136	244
Medel		590	589	176	238

<sup>1</sup> nederbörd från näraliggande SMHI stationer

\* för fält 14 AC 88/03, för fälten 20 E och 21 E 89/03 samt för fält 5 O 98/03 – se även bilaga 2

Tabell 3. Årsmedelvärden för pH och konduktivitet samt årsmedelkoncentrationer av totalt organiskt kol (TOC) i dräneringsvattnet, långtidsmedelvärden för perioden 77/03\* och medelvärden för 13 fält  
*Annual average of pH and conductivity and annual average concentrations of TOC in drainage water, long-term averages 77/03 and averages for 13 fields*

Lokal		pH		Konduktivitet (mS/m)		TOC (mg/l)	
Nr	Län	03/04	77/03*	03/04	77/03*	03/04	94/03**
14dr	AC	5,0	5,2	51	53	6	4
14yt	AC	6,3	6,2	17	19	13	10
16	Z	7,4	7,4	68	67	14	5
1	D	6,7	6,7	17	13	8	14
7	E	7,5	7,5	53	52	10	5
6	E	7,7	7,7	79	70	10	6
20	E	7,7	7,6	97	96	15	11
21	E	7,5	7,5	79	71	11	4
5	O	7,2	7,1	40	36	8	6
4	O	6,9	7,1	22	27	10	10
12	N	6,7	6,6	26	29	10	10
11	M	7,4	7,5	45	46	16	16
3	M	7,3	7,2	67	74	18	14
2	M	7,6	7,6	72	69	18	10
Medel***		7,2	7,2	54	52	12	9

\* för fält 14 AC 88/03 och för fälten 20 E och 21 E 89/03 – se även bilaga 2

\*\* analys av TOC startade 1994

\*\*\* för fält 14 AC viktad summa av yt- och dräneringsvatten

Konduktiviteten är ett mått på den totala jonmängden i vattnet. Den speglar urlakningen av jorden och förhållanden och skeenden lokalt. Bland de i denna undersökning ingående jonerna är det knappast någon som ensam kan slå igenom i värdena. En tydlig skillnad i konduktivitet fanns mellan yt- och dräneringsvatten vid station 14 AC (tabell 3). Ytvattnet hade klart lägre konduktivitet än dräneringsvattnet till följd av att detta mera liknar nederbördsvatten.

TOC anger den totala halten organiskt kol. Försöksfälten har alla minerogena jordar och halterna av TOC var i allmänhet låga.

#### *Karbonat, sulfat och klorid*

Buffringsförmågan hos dräneringsvattnen beror främst på koncentrationen av vätekarbonat. Generellt uppvisade denna ett samband med kalcium och pH. Speciellt tydligt var detta för fälten 16 Z, 6 E, 21 E, 3 M och 2 M med höga koncentrationer av HCO<sub>3</sub> i dräneringsvattnet samtidigt som pH och kalciumhalterna var höga. Höga sulfidhalter i dräneringsvattnet var däremot som tidigare nämnts kopplat till låga pH (fält 14 AC). Kloridjonen är känd att lämna marken i samma kvantitet som den deponeras (Ulén & Snäll, 1999). Bortsett från fält 20 E med relativt mycket salt i dräneringsvattnet var kloridkoncentrationerna låga (tabell 4).

#### *Natrium, kalium, kalcium och magnesium*

Förutom från fält 20 E var natriumhalterna låga och oftast nära långtidsmedelvärdet (tabell 5). Kaliumhalterna var också vanligtvis låga, men från fält 3 M som under lång tid fått mycket kalium via gödsel var halterna högre. Både kalcium och magnesium är vittringskomponenter. Halterna avvek måttligt från långtidsmedelvärdet.

Tabell 4. Årsmedelkoncentrationer av karbonat, sulfat och klorid (anjoner) i dräneringsvattnet, långtidsmedelvärden för perioden 82/03\* och medelvärden för 13 fält  
*Annual average concentrations of carbonate, sulphate and chloride (anions) in drainage water, long-term averages 82/03 and averages for 13 fields*

Lokal		HCO <sub>3</sub> (mg/l)		SO <sub>4</sub> -S (mg/l)		Cl (mg/l)	
Nr	Län	03/04	82/03*	03/04	82/03*	03/04	82/03*
14dr	AC	3	5	71	77	22	31
14yt	AC	23	24	4	7	5	8
16	Z	363	321	16	16	9	11
1	D	15	36	2	3	5	8
7	E	270	237	10	14	10	15
6	E	267	231	37	26	41	47
20	E	403	334	21	22	59	64
21	E	323	309	24	13	47	30
5	O	152	127	7	9	8	13
4	O	74	75	4	5	3	7
12	N	47	43	8	11	21	16
11	M	192	179	8	10	8	17
3	M	211	223	23	23	27	32
2	M	210	294	20	16	41	24
Medel**		195	187	16	15	22	23

\* för fält 14 AC 88/03 och för fälten 20 E och 21 E 89/03 – se även bilaga 2

\*\* för fält 14 AC viktad summa av yt- och dräneringsvatten

Tabell 5. Årsmedelkoncentrationer av natrium, kalium, kalcium och magnesium (katjoner) i dräneringsvattnet, långtidsmedelvärden för perioden 82/03\* (kalium 77/03\*) och medelvärden för 13 fält  
*Annual average concentrations of sodium, potassium, calcium and magnesium (cations) in drainage water, long-term averages 82/03 (potassium 77/03) and averages for 13 fields*

Lokal		Na (mg/l)		K (mg/l)		Ca (mg/l)		Mg (mg/l)	
Nr	Län	03/04	82/03*	03/04	77/03*	03/04	82/03*	03/04	82/03*
14dr	AC	23	28	7	12	47	55	14	16
14yt	AC	2	4	7	7	8	12	1	2
16	Z	7	8	6	5	102	111	9	7
1	D	6	5	2	4	24	13	10	5
7	E	8	8	2	2	61	66	20	21
6	E	18	16	1	2	108	114	16	13
20	E	158	121	3	3	35	43	25	23
21	E	5	6	1	1	124	140	4	3
5	O	25	23	2	2	23	25	22	19
4	O	9	8	1	2	25	31	7	6
12	N	9	10	3	5	31	35	4	3
11	M	12	12	2	5	61	59	11	11
3	M	11	22	22	27	114	112	7	7
2	M	9	13	1	1	125	126	6	5
Medel**		22	20	4	5	66	69	11	10

\* för fält 14 AC 88/03 och för fälten 20 E och 21 E 89/03 – se även bilaga 2

\*\* för fält 14 AC viktad summa av yt- och dräneringsvattnet

#### *Ammonium-, nitrat- och totalkväve*

Nitrat är den dominerande kvävefraktionen i totalkvävet i avrinnande dräneringsvatten och ammoniumhalterna är normalt låga (tabell 6). Särskilt vid fält 14yt AC var ammoniumhalterna förhöjda vilket även är i överensstämmelse med långtidsmedelvärdet. Utfrysning av ammonium i ytligt organiskt material kan här vara en orsak till förhöjningen.

Nitralthalterna i rena ytvatten brukar vara låga vilket var tydligt från fält 14 AC. Andelen nitratkväve för de övriga vattnen var hög eftersom det mesta av kvävet som lakas ur jorden kommer i form av nitrat. Vanligtvis härstammar merparten från det kväve som mineraliserats i jorden. I nio fall var nitralthalterna högre än långtidsmedelvärdet och i ett fall betydligt högre. I det senare fallet (fält 1 D) kan det sättas i samband med vallbrott. Vallen skördades den 14 juli (andra skörd) varefter den gödslades med flytgödsel den 18 juli. Själva vallbrottet utfördes senare så att vallen bearbetades med kultivator två gånger den 30 juli (10 cm djup) och återigen den 14 aug. och 1 sep. (15 cm djup) varefter höstvetet såddes den 12 sep. Tillförseln av stallgödsel och tidigt vallbrott bidrog sannolikt till uppkomsten av stora mineralkvävemängder i profilen och då höstvetet endast har en begränsad upptagningsförmåga av kväve på hösten blev utlakningen förhöjd.

I flera fall var nitralthalterna lägre än långtidsmedelvärdet. Vid exempelvis fälten 4 O och 12 N kunde detta förklaras av fånggröda och vall respektive odling av sockerbetor som tar upp kväve relativt sent på hösten. I övrigt kan sägas att avvikelserna i medelhalter i förhållande till långtidsmedelvärdena låg inom ett normalt variationsintervall vilket varierar med var i växtföljderna man befinner sig.

Genomsnittligt för alla fält var kvävetransporterna under år 03/04 15,4 kg NO<sub>3</sub>-N/ha och 18,0 kg Tot-N/ha (tabell 7) dvs. under långtidsmedelvärdena (21,3 resp. 24,2 kg/ha). Den faktor som främst bidrog till detta var den i allmänhet lägre medelavrinningen vid fälten.

Tabell 6. Årsmedelkoncentrationer av ammonium-, nitrat- och totalkväve i dräneringsvattnet, långtidsmedelvärden för perioden 77/03\* (ammoniumkväve 86/03\*) och medelvärden för 13 fält  
*Annual average concentrations of ammonium-, nitrate- and total nitrogen in drainage water, long-term averages for 77/03 (ammonium nitrogen 86/03) and averages for 13 fields*

Lokal		NH <sub>4</sub> -N (mg/l)		NO <sub>3</sub> -N (mg/l)		Tot-N (mg/l)	
Nr	Län	03/04	86/03*	03/04	77/03*	03/04	77/03*
14dr	AC	0,09	0,08	4,7	3,4	5,3	4,2
14yt	AC	0,40	0,33	0,3	0,5	1,5	2,0
16	Z	0,05	0,01	6,1	5,0	6,7	5,6
1	D	0,07	0,06	15,4	3,6	18,3	4,9
7	E	0,01	0,01	3,7	3,1	4,1	3,7
6	E	0,01	0,02	14,0	11,4	15,8	12,7
20	E	0,01	0,03	6,3	5,1	7,5	6,3
21	E	<0,01	0,01	12,7	13,6	14,7	14,7
5	O	<0,01	0,03	10,8	9,3	13,0	10,3
4	O	0,01	0,02	5,6	9,0	6,4	10,4
12	N	0,01	0,02	4,8	9,7	5,4	10,7
11	M	0,01	0,09	7,8	5,9	9,2	7,6
3	M	<0,01	0,03	15,1	21,9	17,7	23,8
2	M	0,01	0,03	14,2	11,5	16,8	13,0
Medel**		0,04	0,05	9,1	8,5	10,7	9,7

\* för fält 14 AC 88/03 och för fälten 20 E och 21 E 89/03 – se även bilaga 2

\*\* för fält 14 AC viktad summa av yt- och dräneringsvatten

Tabell 7. Årstransporter av ammonium-, nitrat- och totalkväve med dräneringsvattnet, långtidsmedelvärden för perioden 77/03\* (ammoniumkväve 86/03\*) och medelvärden för 13 fält  
*Annual transports of ammonium-, nitrate- and total nitrogen with drainage water, long-term averages for 77/03 (ammonium nitrogen 86/03) and averages for 13 fields*

Lokal		NH <sub>4</sub> -N (kg/ha)		NO <sub>3</sub> -N (kg/ha)		Tot-N (kg/ha)	
Nr	Län	03/04	86/03*	03/04	77/03*	03/04	77/03*
14dr	AC	0,06	0,09	3,2	4,0	3,6	4,8
14yt	AC	0,37	0,63	0,2	1,0	1,4	3,9
16	Z	0,05	0,04	5,6	14,1	6,2	15,8
1	D	0,13	0,13	28,6	8,4	34,0	11,6
7	E	0,03	0,03	12,4	8,9	13,6	10,9
6	E	0,02	0,02	19,4	10,2	21,8	11,3
20	E	0,01	0,03	6,3	6,0	7,4	7,4
21	E	<0,01	0,01	17,5	15,5	20,3	16,7
5	O	<0,01	0,07	21,9	41,3	26,2	44,9
4	O	0,02	0,04	11,4	16,8	13,0	19,4
12	N	0,02	0,09	10,8	40,0	12,2	44,2
11	M	0,01	0,20	13,3	14,0	15,7	18,2
3	M	0,01	0,08	30,8	67,9	36,1	73,7
2	M	0,01	0,07	19,2	28,2	22,8	31,7
Medel**		0,06	0,12	15,4	21,3	18,0	24,2

\* för fält 14 AC 88/03, för fälten 20 E och 21 E 89/03 samt för fält 5 O 98/03 – se även bilaga 2

\*\* för fält 14 AC summan av yt- och dräneringsvatten

## Fosfor

Endast i två fall var fosfatfosforhalterna högre än långtidsmedelvärdet (tabell 8). I övrigt var de lägre eller lika med långtidsmedelvärdet. De förhöjda halterna förekom på de två nordligare fälten (14yt AC och 16 Z). Lakning från ytligt material som nått dränerings-systemet har här sannolikt spelat en stor roll. Den högsta medelfosfathalten noterades vid fält 3 M. Orsaken kan sökas i lågt fosforsorptionsindex för denna jord och hög fosformättnad genom långvarig tillförsel av stallgödsel (Orsmark, 2003).

Vid tre av fälten var totalfosforkoncentrationerna högre än långtidsmedelvärdena. I övrigt var de lägre.

Ungefär hälften av fälten hade en genomsnittlig totalfosforhalt på 0,1 mg/l eller mer i dräneringsvattnet (tabell 8). Ett fält hade en genomsnittlig totalfosforhalt på närmare 0,5 mg/l och fosfatfosfor var här den helt dominerande fraktionen.

Tabell 8. Årsmedelkoncentrationer av fosfat- och totalfosfor i dräneringsvattnet, långtidsmedelvärden 77/00 (PO<sub>4</sub>-P) resp. 77/03 (Tot-P) och medelvärden för 13 fält

*Annual average concentrations of phosphate- and total phosphorus in drainage water, long-term averages 77/00 (PO<sub>4</sub>-P) and 77/03 (Tot-P) and averages for 13 fields*

Lokal		PO <sub>4</sub> -P (mg/l) filtrerat		Tot-P (mg/l)	
Nr	Län	03/04	77/00*#	03/04	77/03**
14dr	AC	0,01	0,01α	0,09	0,03
14yt	AC	0,13	0,08	0,28	0,18
16	Z	0,08	0,02	0,10	0,04
1	D	0,06	0,14	0,21	0,44
7	E	0,02	0,05	0,07	0,10
6	E	0,01	0,06	0,06	0,08
20	E	0,03	0,16α	0,06	0,24
21	E	0,01	0,01	0,01	0,02
5	O	0,01	0,05	0,02	0,08
4	O	0,03	0,05	0,10	0,12
12	N	0,01	0,01	0,01	0,02
11	M	0,01	0,06	0,24	0,28
3	M	0,42	0,42	0,45	0,48
2	M	0,03	0,03	0,19	0,06
Medel***		0,06	0,09	0,13	0,16

\* för fält 14 AC 88/00 och för fälten 20 E och 21 E 89/00 – se även bilaga 2

\*\* för fält 14 AC 88/03 och för fälten 20 E och 21 E 89/03 – se även bilaga 2

\*\*\* för fält 14 AC viktad summa av yt- och dräneringsvatten

# omräknat till förbehandling genom filtrering enligt bilaga 1

α värdet avser förbehandling genom centrifugering

Tabell 9. Årstransporter av fosfat- och totalfosfor med dräneringsvattnet, långtidsmedelvärden 77/00 (PO<sub>4</sub>-P) resp. 77/03 (Tot-P) och medelvärden för 13 fält

*Annual transports of phosphate- and total phosphorus with drainage water, long-term averages 77/00 (PO<sub>4</sub>-P) and 77/03 (Tot-P) and averages for 13 fields*

Lokal		PO <sub>4</sub> -P (kg/ha) filtrerat		Tot-P (kg/ha)	
Nr	Län	03/04	77/00*#	03/04	77/03**
14dr	AC	<0,01	0,01⌘	0,06	0,03
14yt	AC	0,12	0,16	0,26	0,36
16	Z	0,08	0,05	0,10	0,10
1	D	0,12	0,32	0,40	1,04
7	E	0,06	0,12	0,22	0,29
6	E	0,02	0,05	0,09	0,07
20	E	0,03	0,16⌘	0,06	0,29
21	E	0,01	0,01	0,02	0,02
5	O	0,02	****	0,04	0,34
4	O	0,07	0,08	0,20	0,23
12	N	0,02	0,02	0,03	0,09
11	M	0,02	0,15	0,40	0,66
3	M	0,86	1,11	0,91	1,49
2	M	0,04	0,07	0,25	0,15
Medel***		0,11	0,19	0,23	0,40

\* för fält 14 AC 88/00 och för fälten 20 E och 21 E 89/00 – se även bilaga 2

\*\* för fält 14 AC 88/03, för fälten 20 E och 21 E 89/03 samt för fält 5 O 98/03 – se även bilaga 2

\*\*\* för fält 14 AC summan av yt- och dräneringsvatten

\*\*\*\* rättvisande långtidsmedelvärde för fält 5 O kan inte redovisas

# omräknat till förbehandling genom filtrering enligt bilaga 1

⌘ värdet avser förbehandling genom centrifugering

Genomsnittligt för alla fält var transporterna av totalfosfor under året 0,23 kg Tot-P/ha (tabell 9) vilket är under långtidsmedelvärdet (0,40 kg Tot-P/ha). En delförklaring till detta är den lägre avrinningen på flertalet av fälten. Fältet 3 M med låg fosforsorptionsförmåga i kombination med hög fosformättnadsgrad hade fortfarande en hög totalfosforförlust (0,91 kg Tot-P/ha). Avrinningen från detta fält uppgick till 66 % av långtidsmedelvärdet.

## Grundvatten

Grundvattentrycket varierade mycket för olika fält. Fält som helt eller delvis representerar utströmningssituationer (7 E, 16 Z) visade att jordbruksdriften hade ringa inverkan på grundvattenkvaliteten medan fält i utpräglade inströmningsområden visade att jordbruksdriften har en inverkan på kvaliteten (4 O). Fält belägna i en hydrogeologisk situation mellan dessa ytterligheter (6 E, 12 N, 5 O) uppvisade en med tiden variabel inverkansgrad.

För samtliga fält var trycksituationen (upptryck eller nedtryck) oförändrad. Den relativt låga nederbörden inverkade sänkande på grundvattentrycket i några fall. Dock gäller att ett nederbördsunderskott under ett enskilt år inte nödvändigtvis slår igenom utan här behövs ett ackumulerat underskott över flera år för att få en tydlig effekt (Gustafson 1983).

Tabell 10. Årsmedelvärden för pH och konduktivitet samt årsmedelkoncentrationer av nitratkväve i grundvattnet. Långtidsmedelvärden för perioden 81/03  
*Annual average of pH and conductivity and annual average concentrations of nitrate nitrogen in groundwater. Long-term averages for 81/03*

Lokal		Län	pH		Konduktivitet (mS/m)		NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	
Nr	: djup (m)		03/04	81/03	03/04	81/03	03/04	81/03
<b>16</b>	1 : 1,8	Z	7,6	7,3	87	97	0,1	0,1
<b>1</b>	1 : 2,0 *	D	6,4	6,5	17	21	<0,1	<0,1
	2 : 2,2		7,6	7,5	44	42	<0,1	0,4
	2 : 3,5		7,8	7,7	44	44	<0,1	<0,1
	2 : 4,1		7,6	7,7	42	39	1,7	1,8
	3 : 3,6		7,6	7,5	48	48	0,4	1,8
<b>7</b>	2 : 2,5	E	8,0	7,8	63	61	<0,1	<0,1
	2 : 4,0		8,0	7,8	63	63	<0,1	<0,1
<b>6</b>	1 : 2,2	E	7,7	7,6	46	52	5,0	4,7
	1 : 4,0		7,7	7,6	69	71	0,3	0,4
	2 : 2,0		7,3	7,6	27	46	4,5	6,7
	2 : 4,0		7,8	7,7	51	57	0,8	0,5
<b>5</b>	1 : 2,0	O	7,1	7,1	33	40	3,1	1,2
	1 : 4,0		7,2	7,2	59	60	<0,1	<0,1
<b>4</b>	1 : 2,0	O	7,0	6,9	25	32	2,2	4,1
	1 : 4,0		6,9	6,9	31	35	4,0	4,5
	2 : 2,0		6,9	6,8	42	45	8,4	9,9
	2 : 3,6		7,1	7,0	42	44	7,7	9,2
<b>12</b>	2 : 1,7	N	6,8	6,5	32	33	1,3	6,3
	2 : 2,2		7,4	7,4	57	55	2,3	0,7
	2 : 5,5		7,9	7,8	200	133	0,2	0,4
<b>11</b>	1 : 3,6	M	7,7	7,7	85	77	0,4	0,1
	1 : 5,8		7,6	7,8	76	78	0,1	0,1
<b>2</b>	3 : 2,9	M	7,4	7,4	95	93	0,3	1,2
	3 : 5,6		7,6	7,4	86	89	0,2	0,4

\* lokalen belägen i skogen vid fältets norra kant

Tabell 11. Årsmedelkoncentrationer av karbonat, sulfat och klorid (anjoner) i grundvattnet. Långtidsmedelvärden för perioden 81/03  
*Annual average concentrations of carbonate, sulphate and chloride (anions) in groundwater. Long-term averages for 81/03*

Lokal		HCO <sub>3</sub> (mg/l)		SO <sub>4</sub> -S (mg/l)		Cl (mg/l)	
Nr : djup (m)	Län	03/04	81/03	03/04	81/03	03/04	81/03
<b>16</b> 1 : 1,8	Z	417	419	70	84	3	4
<b>1</b> 1 : 2,0 *	D	64	90	7	8	7	5
2 : 2,2		268	241	8	10	3	4
2 : 3,5		259	252	10	10	4	6
2 : 4,1		217	198	11	11	6	7
3 : 3,6		268	263	11	11	8	9
<b>7</b> 2 : 2,5	E	383	381	17	14	9	7
2 : 4,0		383	379	17	15	10	8
<b>6</b> 1 : 2,2	E	233	262	10	13	9	15
1 : 4,0		397	401	22	23	13	14
2 : 2,0		98	130	11	22	8	31
2 : 4,0		297	343	8	7	14	16
<b>5</b> 1 : 2,0	O	161	205	6	8	11	15
1 : 4,0		374	384	1	2	19	21
<b>4</b> 1 : 2,0	O	99	103	11	17	5	7
1 : 4,0		114	136	13	14	7	9
2 : 2,0		176	188	9	9	13	17
2 : 3,6		177	186	8	8	14	16
<b>12</b> 2 : 1,7	N	73	42	22	21	21	23
2 : 2,2		213	207	22	23	39	39
2 : 5,5		645	456	33	23	358	196
<b>11</b> 1 : 3,6	M	566	494	5	6	15	17
1 : 5,8		496	511	5	6	14	17
<b>2</b> 3 : 2,9	M	438	444	20	15	89	83
3 : 5,6		395	426	20	15	73	80

\* lokalen belägen i skogen vid fältets norra kant

pH låg mellan 6,4 och 8,0 och inga större avvikelser förelåg hos de enskilda rören i förhållande till deras långtidsmedelvärden (tabell 10). Inga anmärkningsvärda avvikelser förelåg heller för konduktivitet eller anjoner och katjoner. Ett undantag från detta är det djupa röret på fält 12 N där halterna av karbonat, klorid och natrium varit tilltagande under senare år och här har de högsta värdena av samtliga rör (tabell 11 och 12).

Flera fält har konstant haft mycket låga nitrathalter i det ytligare grundvattnet (16 Z, 1 D, 7 E, 11 M och 2 M). Nitrathalten som under åren 98/01 ökade i grunda röret på fält 5 O hade under året en avtagande tendens. Övriga fält har ibland haft en långsamt minskad nitrathalt i grundvattnet med återkommande mestadels kortvariga smärre uppgångar varefter det att halterna åter avtagit (12 N, 6 E och 4 O). Ingenstans överskred medelhalterna gränsvärdet för nitratdirektivet, men på lokalen 2 vid fältet 4 O ligger långtidsmedelvärderna nära gränsvärdet men årets medelhalter var nu klart under både gränsvärdet och långtidsmedelvärderna (tabell 10).

Tabell 12. Årsmedelkoncentrationer av natrium, kalium, kalcium och magnesium (katjoner) i grundvattnet. Långtidsmedelvärden för perioden 81/03

*Annual average concentrations of sodium, potassium, calcium and magnesium (cations) in groundwater. Long-term average for 81/03*

Lokal		Na (mg/l)		K (mg/l)		Ca (mg/l)		Mg (mg/l)	
Nr : djup (m)	Län	03/04	81/03	03/04	81/03	03/04	81/03	03/04	81/03
<b>16</b> 1 : 1,8	Z	13	11	2	2	171	204	17	16
<b>1</b> 1 : 2,0 *	D	12	14	1	1	13	14	9	10
2 : 2,2		29	27	2	2	35	34	25	23
2 : 3,5		29	30	4	4	37	36	24	22
2 : 4,1		17	16	7	8	42	41	20	17
3 : 3,6		19	19	9	10	51	51	22	22
<b>7</b> 2 : 2,5	E	11	11	5	5	92	87	31	28
2 : 4,0		12	11	5	6	87	85	30	29
<b>6</b> 1 : 2,2	E	16	23	1	1	72	76	11	12
1 : 4,0		40	42	2	2	94	93	21	23
2 : 2,0		9	31	3	1	44	56	5	6
2 : 4,0		22	26	2	2	79	81	12	15
<b>5</b> 1 : 2,0	O	34	42	4	4	18	18	18	20
1 : 4,0		61	62	9	10	30	30	34	32
<b>4</b> 1 : 2,0	O	28	40	1	1	13	12	11	12
1 : 4,0		37	43	2	2	14	16	12	13
2 : 2,0		46	47	1	1	21	22	20	21
2 : 3,6		43	42	2	2	24	25	21	20
<b>12</b> 2 : 1,7	N	31	21	4	5	29	34	7	5
2 : 2,2		55	56	5	5	54	55	10	9
2 : 5,5		445	260	15	12	25	34	20	16
<b>11</b> 1 : 3,6	M	139	97	14	11	35	46	31	28
1 : 5,8		89	104	10	11	50	45	30	29
<b>2</b> 3 : 2,9	M	43	39	2	2	157	155	11	10
3 : 5,6		47	45	1	1	125	151	8	7

\* lokalen belägen i skogen vid fältets norra kant

## Långtidsutveckling

För att illustrera långtidsutvecklingen av vissa parametrar har ett appendix framställts. Här kan utvecklingen av nederbörd, avrinning, halter och transporter av kväve och fosfor i dräneringsvatten följas.

För grundvatten redovisas nitratkvävehalter och tryckvariationer för ett urval av rören.

Någon särskild diskussion kring de redovisade resultaten görs inte i detta sammanhang.

## Referenser

- Anonym, 2004. *Kvalitetsmanual för vattenanalyser*. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Gustafson, A. 1983. Leaching of nitrate from arable land into groundwater in Sweden. *Environmental Geology*, Vol. 5, No. 2, 65-71.
- Gustafson, A. 1988. Simulation of Nitrate Leaching from arable Land in Southern Sweden. *Acta Agric. Scand.* 38, 13-23.
- Jordbruksverket, 1999. Statens jordbruksverks föreskrifter om miljöhänsyn i jordbruket. *SJVFS 1999:79*, 12 pp.
- Jordbruksverket, 2000. Sektorsmål och åtgärdsprogram för reduktion av växtnäringsförluster från jordbruket. *Rapport 2000:1*, 162 pp.
- Orsmark, E. 2003. Phosphorus sorption Capacity, degree of phosphorus saturation and losses of dissolved phosphorus from mineral soils. Examensarbete. *Seminarier och examensarbeten nr 45*. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Box 7072, 750 07 Uppsala.
- Torstensson, G. & Håkansson, M. 2001. Kväveutlakning på sandjord – motåtgärder med ny odlingsteknik. Miljöanpassad stallgödselanvändning och odling i realistiska odlingssystem. *Ekohydrologi nr 57*, 43 pp. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Box 7072, 750 07 Uppsala.
- Ulén, B. & Snäll, S. 1999. Biogeochemistry and weathering in a forest catchment and an arable field in central Sweden. *Acta Agric. Scand. B: Soil and Plant* 48: 201-211.
- Ulén, B. & Mattsson, L. 2003. Transport of phosphorus forms and of nitrate through a clay soil under grass and cereal production. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 65, 129-140.

## Bilaga 1

### EFFEKTEN AV ATT FÖRBEHANDLA VATTENPROV GENOM CENTRIFUGERING ELLER FILTRERING VID ANALYS AV MOLYBDATREKTIV FOSFOR

Enligt svensk och internationell standard filtreras naturvatten före analys av molybdatreaktiv fosfor. Vid denna detekteras fosfater och andra lättlösliga fosforföreningar, här betecknade som  $\text{PO}_4\text{P}^{(f)}$ . Vid laboratoriet för avdelningen för vattenvårdslära används Satorius cellulosa-acetatfilter, och för att skilja ifrån lerpartiklarna i vatten från jordbruksmark används filter med porstorleken 0,2  $\mu\text{m}$ . Analysen av lättlösliga fosforföreningar sker därefter i filtratet. Vatten från observationsfält har dock tidigare analyserats i supernatant efter centrifugering vid 3000 rpm under 20 min, här betecknad  $\text{PO}_4\text{P}^{(c)}$ . Under drygt ett år, 28/2 2000- 8/4 2001, testades båda förbehandlingarna parallellt. Vattnen som undersöktes var från de 13 observationsfälten och från ett försöksfält (100AB).

Filtren kvarhöll partiklarna bättre än centrifugeringen. Bildad supernatant kan antagligen innehålla ytterst små partiklar av kolloidal storlek. Från dessa kan fosfatjoner desorbera i den sura lösningen vid molybdatreaktionen. Flera fält hade betydligt högre koncentrationer av  $\text{PO}_4\text{P}^{(c)}$  än  $\text{PO}_4\text{P}^{(f)}$  (tabell 1). Dessa fält har alla höga koncentrationer av lera i jorden och av höga halter totalfosfor och suspenderat material i dräneringsvattnet. Att skillnaden i analysresultat efter de båda förbehandlingarna var betydande gällde dock bara vissa av lerjordarna, 100AB, 1D, 14AC-Y, 11M, 21E och 5O men inte 7E och 20E.

Tabell 1. Förhållandet mellan fosfatanalys förbehandlad genom filtrering  $\text{PO}_4\text{P}^{(f)}$  och genom centrifugering  $\text{PO}_4\text{P}^{(c)}$  i vatten från olika fält under perioden 28/2 2000 till 8/4 2001, och för fält 100AB under perioden 1994-1997. Regressionssambandens styrka ( $r^2$ ) vid linjärt samband mellan  $\text{PO}_4\text{P}^{(f)}$  och  $\text{PO}_4\text{P}^{(c)}$  samt medelvärden för skillnaden, för totalfosfor (TotP) och suspenderat material (SS), samt antal prov som ekvationen är baserad på och område där omräkning kan göras

Fält	Ekvation	$r^2$	Medelv. (mg/l)			Ant. prov	Område för omräkning
			$\text{PO}_4\text{P}^{(c)} - \text{PO}_4\text{P}^{(f)}$	TotP	SS		
<b>100AB</b>	$\text{PO}_4\text{P}^{(f)} = -0,003 + 0,742 \times \text{PO}_4\text{P}^{(c)}$	0,84	<b>0,020 (+44%)</b>	0,171	67	209	$\text{PO}_4\text{P}^{(c)} > 0,00405$
<b>1D</b>	$\text{PO}_4\text{P}^{(f)} = 0,003 + 0,658 \times \text{PO}_4\text{P}^{(c)}$	0,89	<b>0,018 (+41%)</b>	0,272	206	34	$\text{PO}_4\text{P}^{(c)} > 0,00878$
<b>14AC-Y</b>	$\text{PO}_4\text{P}^{(f)} = -0,001 + 0,794 \times \text{PO}_4\text{P}^{(c)}$	0,82	<b>0,008 (+34%)</b>	0,104	30	16	$\text{PO}_4\text{P}^{(c)} > 0,00126$
<b>11M</b>	$\text{PO}_4\text{P}^{(f)} = 0,001 + 0,732 \times \text{PO}_4\text{P}^{(c)}$	0,89	<b>0,011 (+32%)</b>	0,264	278	20	$\text{PO}_4\text{P}^{(c)} > 0,00374$
<b>21E</b>	$\text{PO}_4\text{P}^{(f)} = 0,001 + 0,831 \times \text{PO}_4\text{P}^{(c)}$	0,99	<b>0,003 (+18%)</b>	0,018	5	24	$\text{PO}_4\text{P}^{(c)} > 0,00592$
<b>5O</b>	$\text{PO}_4\text{P}^{(f)} = -0,001 + 0,874 \times \text{PO}_4\text{P}^{(c)}$	0,99	<b>0,008 (+17%)</b>	0,073	22	26	$\text{PO}_4\text{P}^{(c)} > 0,00115$
4O	$\text{PO}_4\text{P}^{(f)} = 0,012 + 0,623 \times \text{PO}_4\text{P}^{(c)}$	0,66	0,004 (+12%)	0,083	27	25	$\text{PO}_4\text{P}^{(c)} > 0,03183$
2M	$\text{PO}_4\text{P}^{(f)} = 0,001 + 0,860 \times \text{PO}_4\text{P}^{(c)}$	0,79	0,002 (+10%)	0,027	4	20	$\text{PO}_4\text{P}^{(c)} > 0,00714$
7E	$\text{PO}_4\text{P}^{(f)} = 0,006 + 0,71 \times \text{PO}_4\text{P}^{(c)}$	0,86	0,002 (+7%)	0,047	25	27	$\text{PO}_4\text{P}^{(c)} > 0,02069$
6E	$\text{PO}_4\text{P}^{(f)} = 0,001 + 0,934 \times \text{PO}_4\text{P}^{(c)}$	0,99	0,001 (+4%)	0,028	10	31	$\text{PO}_4\text{P}^{(c)} > 0,01516$
3M	$\text{PO}_4\text{P}^{(f)} = 0,054 + 0,833 \times \text{PO}_4\text{P}^{(c)}$	0,92	0,013 (+3%)	0,402	7	30	$\text{PO}_4\text{P}^{(c)} > 0,32336$
12N	$\text{PO}_4\text{P}^{(f)} = 0,001 + 0,625 \times \text{PO}_4\text{P}^{(c)}$	0,53	0,001 (+1%)	0,016	8	30	$\text{PO}_4\text{P}^{(c)} > 0,00267$
20E	$\text{PO}_4\text{P}^{(f)} = -0,004 + 1,07 \times \text{PO}_4\text{P}^{(c)}$	0,98	0 (+0%)	0,129	48	28	$\text{PO}_4\text{P}^{(c)} > 0,00374^*$
16Z	$\text{PO}_4\text{P}^{(f)} = 0,001 + 0,716 \times \text{PO}_4\text{P}^{(c)}$	0,54	0 (+0%)	0,005	5	31	$\text{PO}_4\text{P}^{(c)} > 0,00353$
14AC-D	-	-	0 (+0%)	0,012	23	43	-

\*max upp till koncentrationer  $\text{PO}_4\text{P}^{(c)} = 0,05714$

För alla fält med stor skillnad kunde ett enkelt och tämligen stabilt samband räknas ut mellan resultatet av fosfatfosforanalysen efter de båda förbehandlingarna. Att inkludera totalfosforhalt eller koncentration av suspenderat material förbättrade bara sambandet marginellt. Då man ska jämföra nyare och äldre resultat i tidsserier kan man därför, för de koncentrationsområden som anges i tabellen, räkna om  $\text{PO}_4\text{P}^{(c)}$  till  $\text{PO}_4\text{P}^{(f)}$  enligt respektive ekvation. Detta gäller speciellt de fetstilade fälten. För övriga fält påverkades fosfatanalysen bara marginellt eller inte alls av förbehandlingen.

## Bilaga 2

### Beräkning av långtidsmedelvärden

I tabellhuvudet (tabellerna 2-12) anges den vanligaste beräkningsperioden för långtidsmedelvärdena. Analysomfånget har varierat i början av mätningarna, fält 14 AC anlades först 1988 och fälten 20 E och 21 E först 1989, varför beräkningarna fått göras under olika tidsperioder i flera fall:

#### Dräneringsvatten - beräkningsperiod för långtidsmedelvärdena

	14AC	16Z	1D	7E	6E	20E	21E	50*	4O	12N	11M	3M	2M
Avrinn.	88/03	77/03	77/03	77/03	77/03	89/03	89/03	98/03*	77/03	77/03	77/03	77/03	77/03
pH	88/03	77/03	77/03	77/03	77/03	89/03	89/03	77/03	77/03	77/03	77/03	77/03	77/03
Kond.	88/03	77/03	77/03	77/03	77/03	89/03	89/03	77/03	77/03	77/03	77/03	77/03	77/03
TOC	94/03	94/03	94/03	94/03	94/03	94/03	94/03	94/03	94/03	94/03	94/03	94/03	94/03
HCO <sub>3</sub>	88/03	82/03	82/03	82/03	82/03	89/03	89/03	82/03	82/03	82/03	82/03	82/03	82/03
SO <sub>4</sub> -S	88/03	82/03	82/03	82/03	82/03	89/03	89/03	82/03	82/03	82/03	82/03	82/03	82/03
Cl	88/03	82/03	82/03	82/03	82/03	89/03	89/03	82/03	82/03	82/03	82/03	82/03	82/03
Na	88/03	82/03	82/03	82/03	82/03	89/03	89/03	82/03	82/03	82/03	82/03	82/03	82/03
K	88/03	77/03	77/03	77/03	77/03	89/03	89/03	77/03	77/03	77/03	77/03	77/03	77/03
Ca	88/03	82/03	82/03	82/03	82/03	89/03	89/03	82/03	82/03	82/03	82/03	82/03	82/03
Mg	88/03	82/03	82/03	82/03	82/03	89/03	89/03	82/03	82/03	82/03	82/03	82/03	82/03
NH <sub>4</sub> -N	88/03	86/03	86/03	86/03	86/03	89/03	89/03	86/03	86/03	86/03	86/03	86/03	86/03
NO <sub>3</sub> -N	88/03	77/03	77/03	77/03	77/03	89/03	89/03	77/03	77/03	77/03	77/03	77/03	77/03
Tot-N	88/03	77/03	77/03	77/03	77/03	89/03	89/03	77/03	77/03	77/03	77/03	77/03	77/03
PO <sub>4</sub> -P	88/00	77/00	77/00	77/00	77/00	89/00	89/00	77/00	77/00	77/00	77/00	77/00	77/00
Tot-P	88/03	77/03	77/03	77/03	77/03	89/03	89/03	77/03	77/03	77/03	77/03	77/03	77/03

\* Vid fält 5 O delvis trasig dräneringsledning före år 1998. I denna årsrapport 2003/04 (Teknisk rapport 93) är därför långtidsmedelvärden för avrinning samt för kväve- och fosfortransporter i tabellerna 2, 7 resp. 9 endast beräknade på mätresultat från 1998 och framåt.

#### Grundvatten - beräkningsperiod för långtidsmedelvärdena

	16Z	1D	7E	6E	5O	4O	12N	11M	2M
pH	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03
Kond.	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03
HCO <sub>3</sub>	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03
SO <sub>4</sub> -S	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03
Cl	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03
Na	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03
K	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03
Ca	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03
Mg	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03
NO <sub>3</sub> -N	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03	81/03



## Appendix

### LÅNGTIDSUTVECKLING

Innehåll:

**Figur 1-14.** Nederbörd, avrinning, halter och transporter av kväve och fosfor i dräneringsvatten. OBS! De värden av fosfatfosfor som redovisas i figurerna under de senaste 4 åren utgörs av värden analyserade efter filtrering av vattenprovet och är därför inte helt jämförbara med värdena tidigare i mätserien där provet centrifugerats (se även bilaga 1).

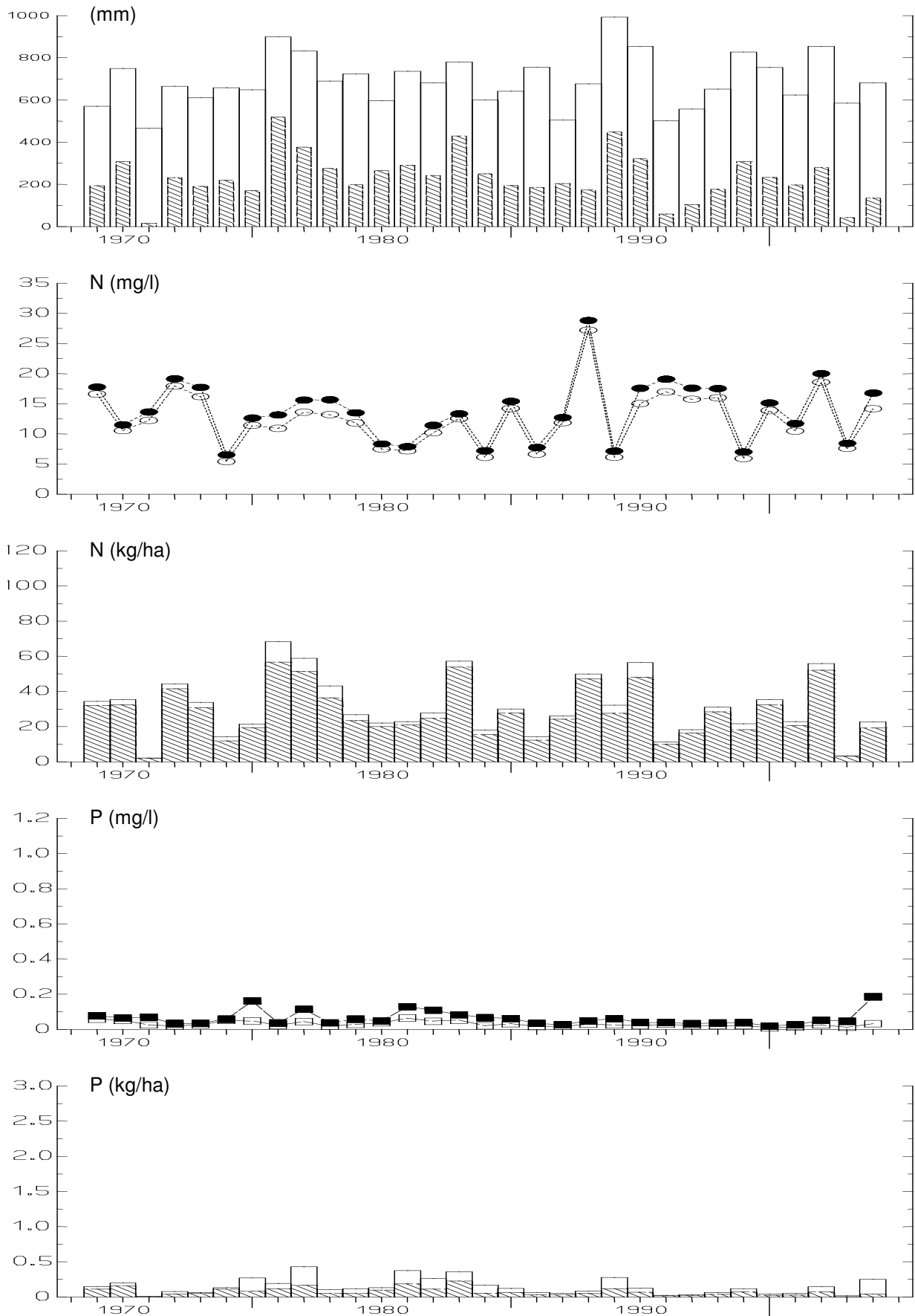
**Figur 15-23.** Nitratkvävehalter och tryckvariationer i grundvatten i ett urval av grundvattenrören.

*Contents:*

**Figure 1-14.** *Precipitation and drainage discharge; unfilled bar, precipitation; hatched bar, discharge. Concentration of nitrogen; (●) total nitrogen; (○) nitrate nitrogen. Transport of nitrogen; unfilled bar, total nitrogen; hatched bar, nitrate nitrogen. Concentration of phosphorus; (■) total phosphorus; (□) phosphate phosphorus. Transport of phosphorus; unfilled bar, total phosphorus; hatched bar, phosphate phosphorus.*

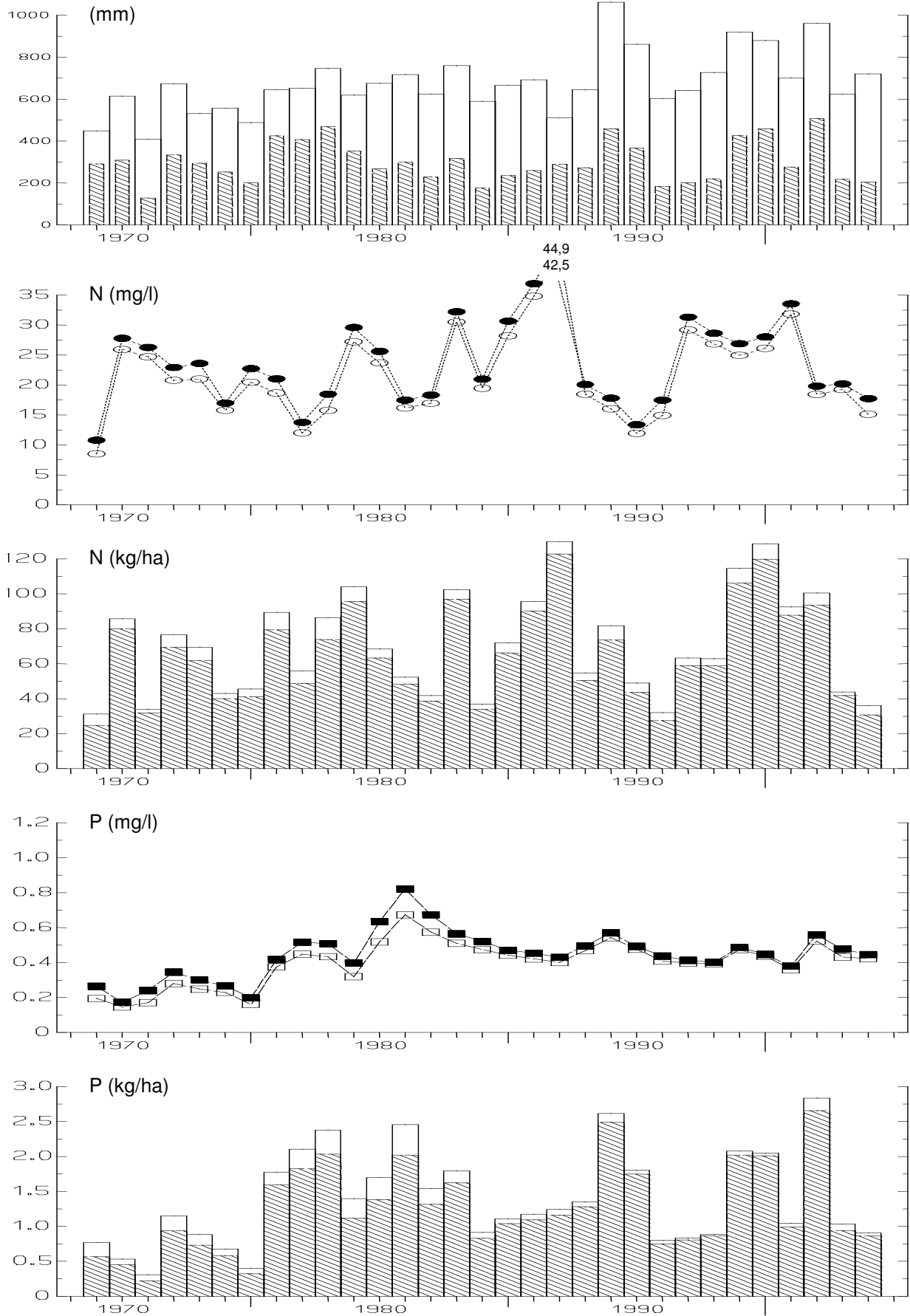
**Figure 15-23.** *Concentration of nitrate nitrogen in groundwater (upper sub-fig.) and groundwater pressure (lower sub-fig.) at two different depths.*

## Fält 2 (M-län)



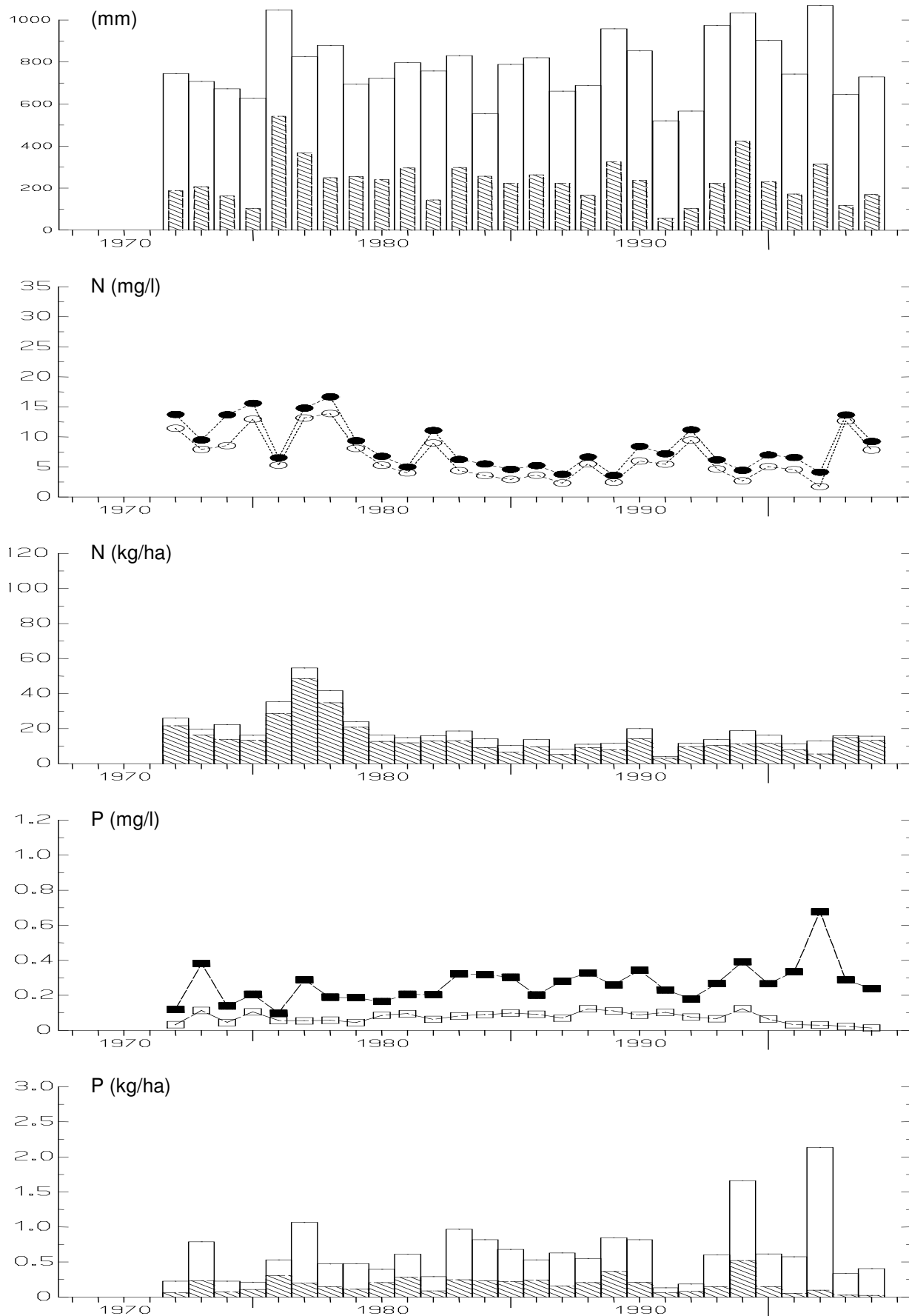
**Figur 1.** *Nederbörd och avrinning; hel stapel, nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor;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

### Fält 3 (M-län)



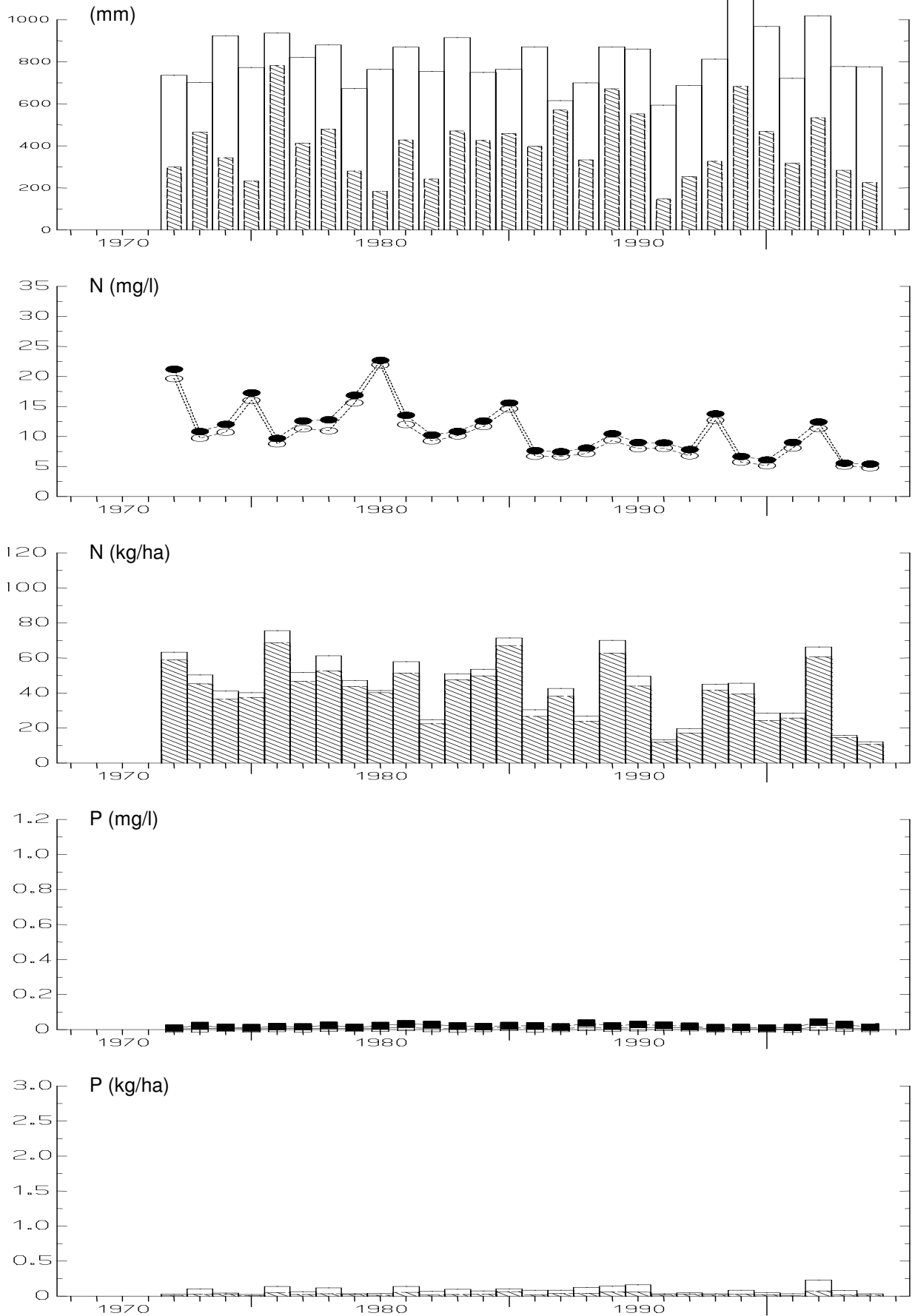
**Figur 2. Nederbörd och avrinning; hel stapel, nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad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

### Fält 11 (M-län)



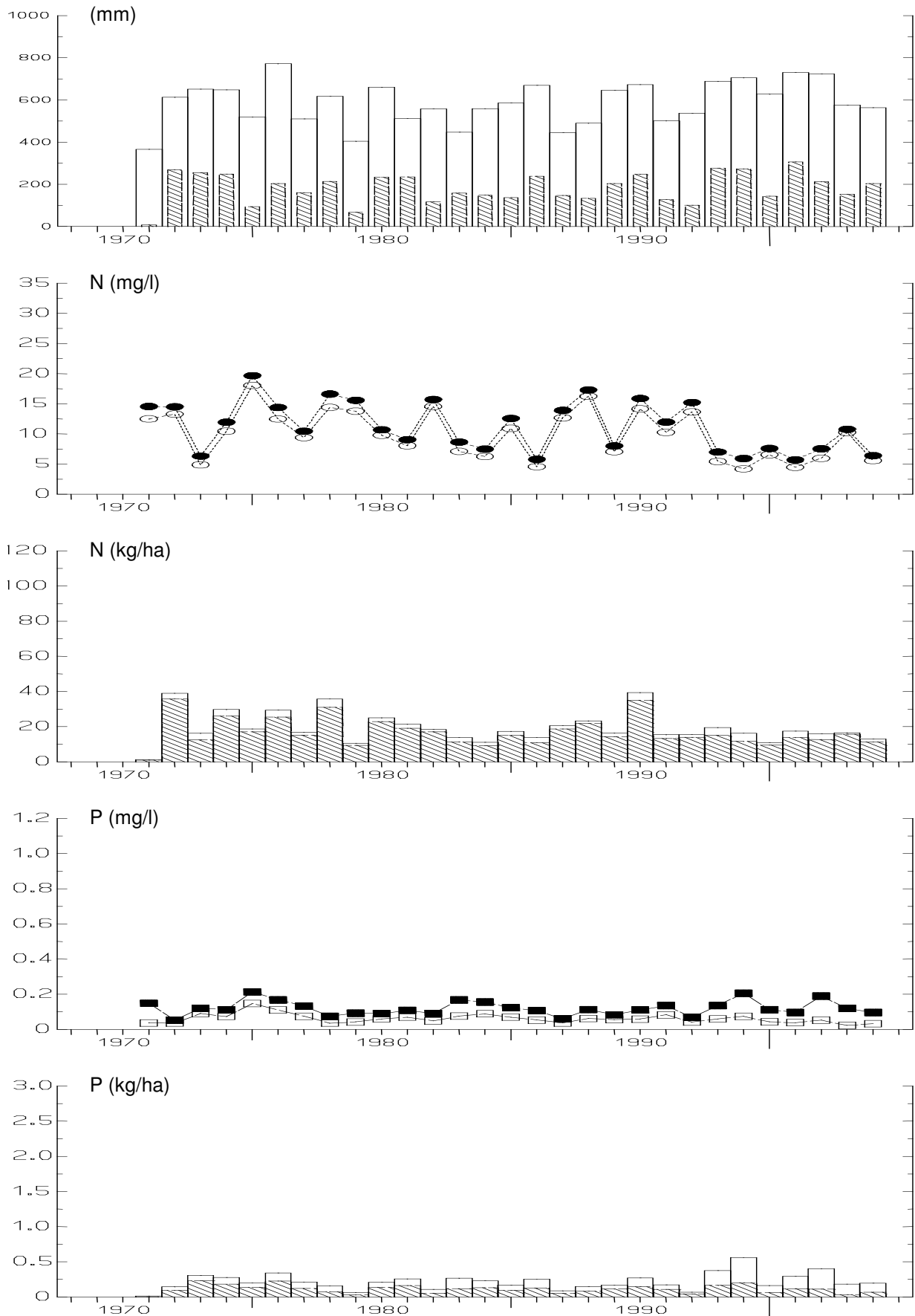
**Figur 3. Nederbörd och avrinning; hel stapel, nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad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

### Fält 12 (N-län)



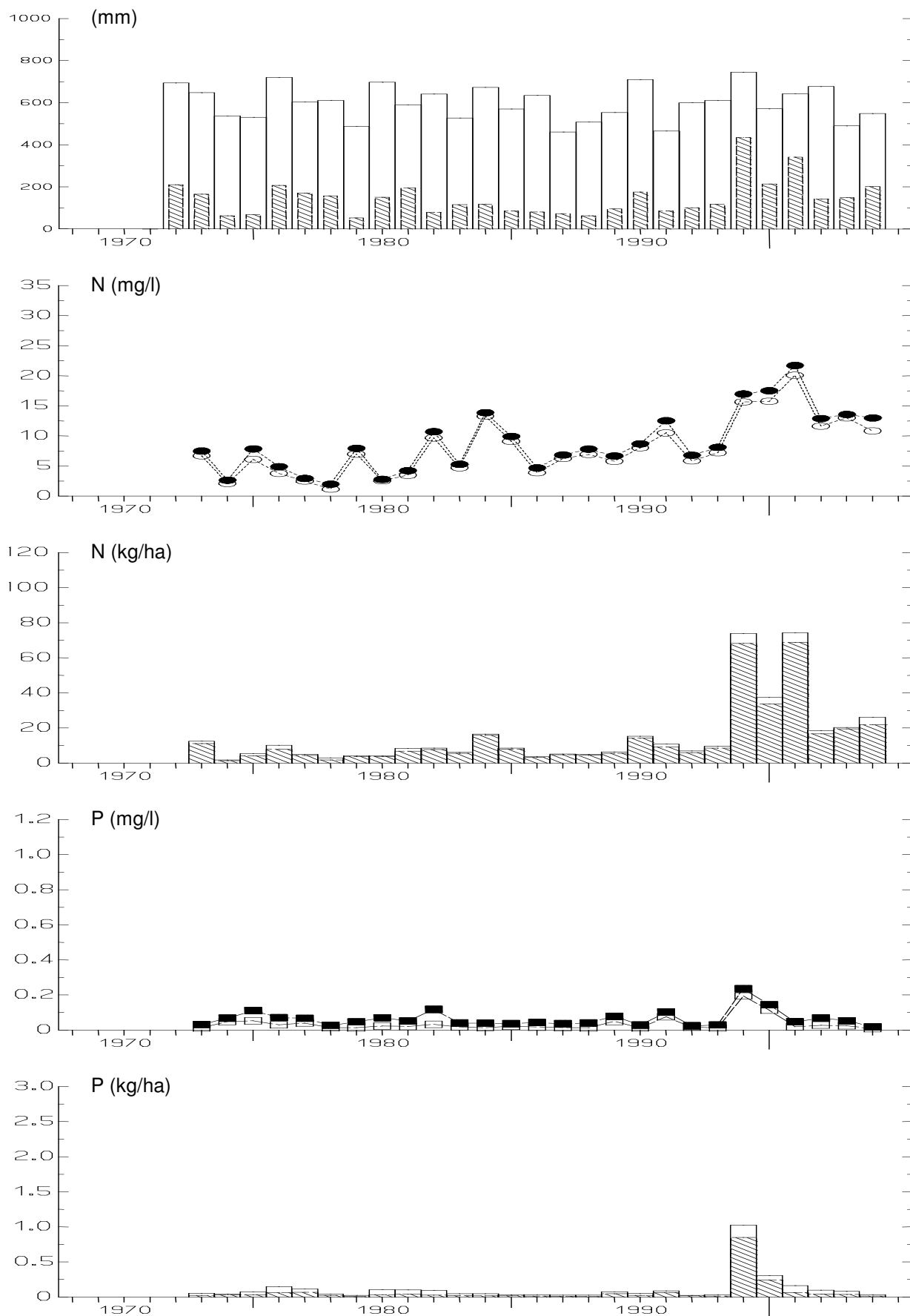
**Figur 4. Nederbörd och avrinning; hel stapel, nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad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

### Fält 4 (O-län)



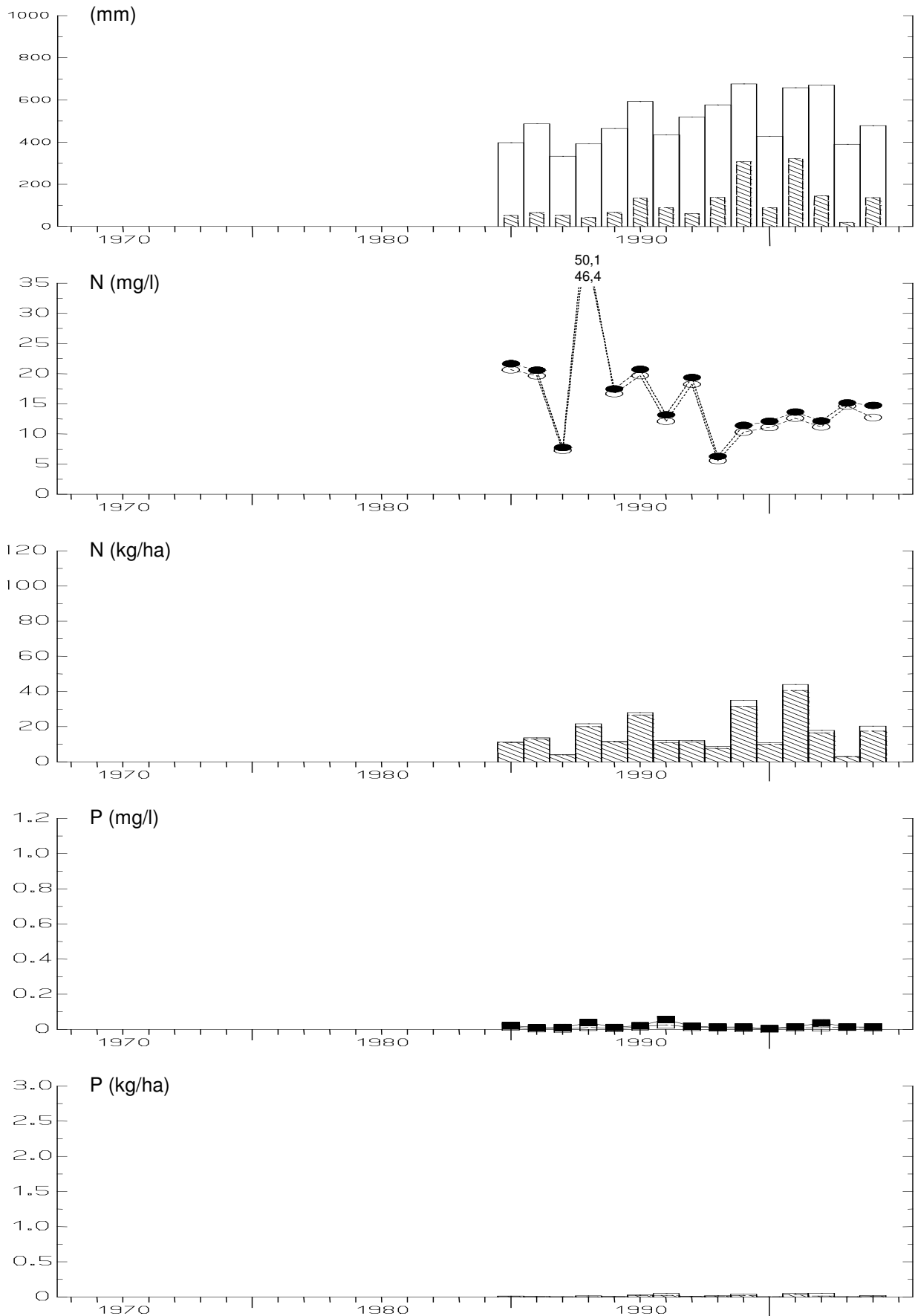
**Figur 5. Nederbörd och avrinning; hel stapel, nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad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

## Fält 5 (O-län)



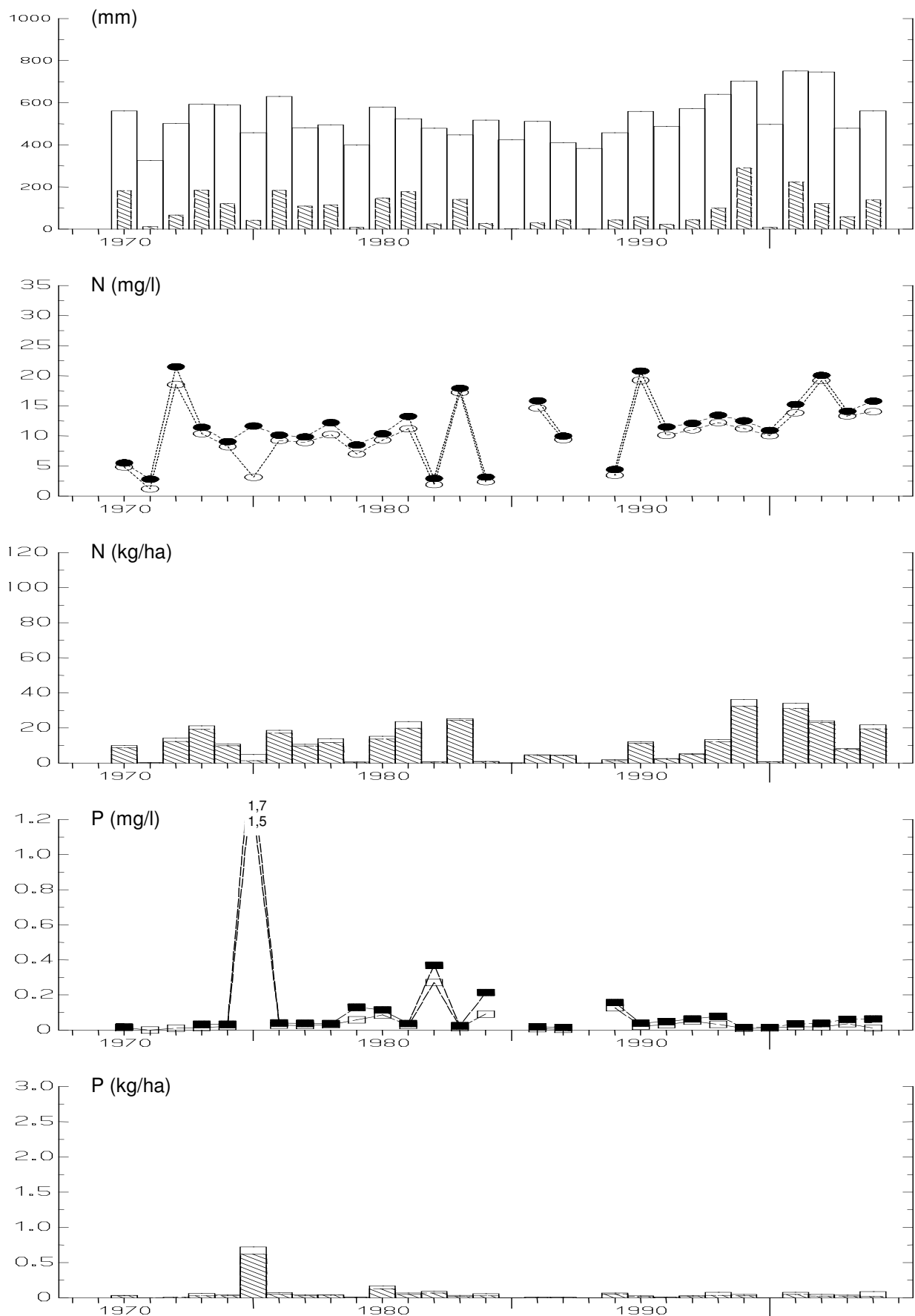
**Figur 6. Nederbörd och avrinning; hel stapel, nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad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

### Fält 21 (E-län)



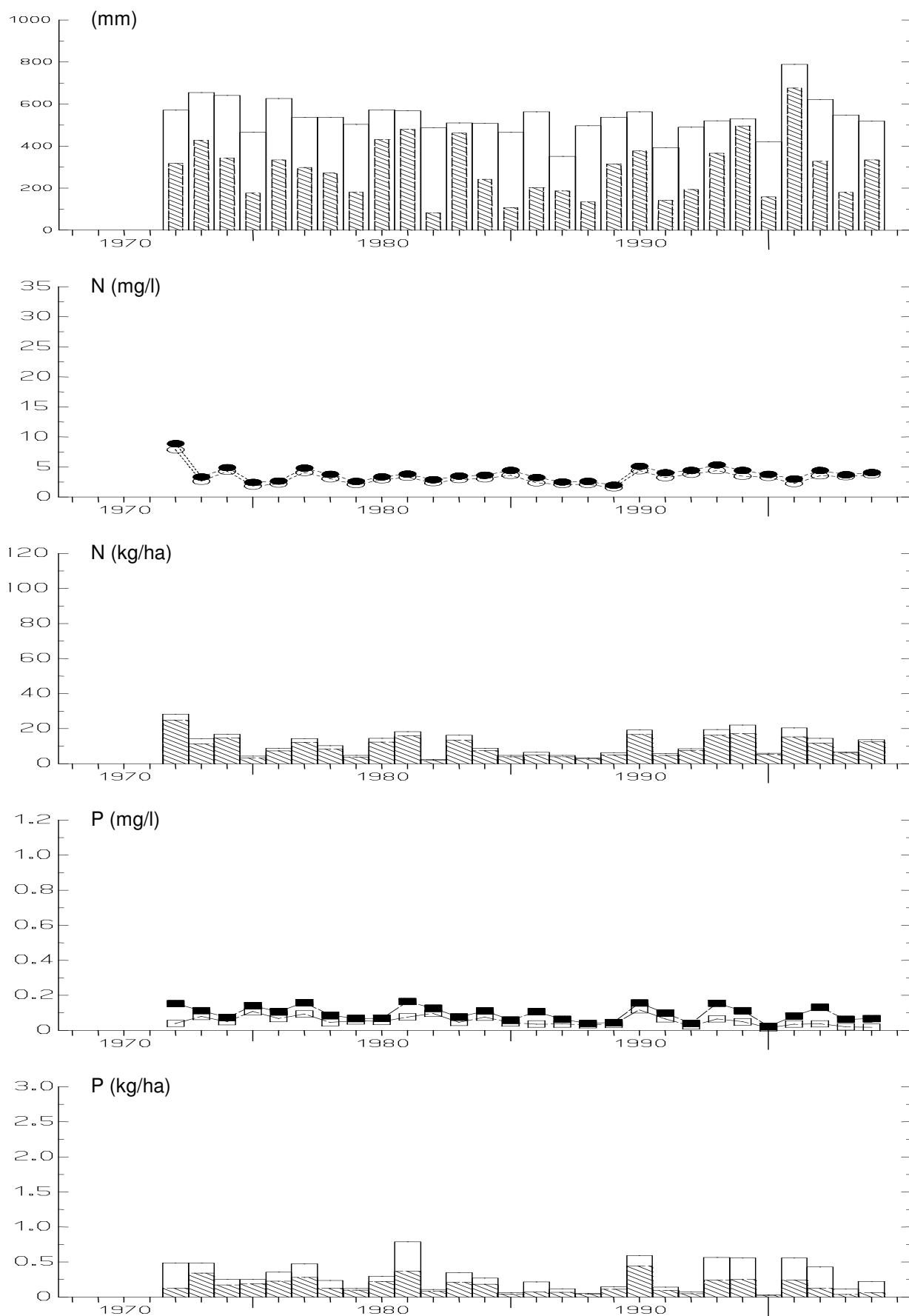
**Figur 7. Nederbörd och avrinning; hel stapel, nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad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

## Fält 6 (E-län)



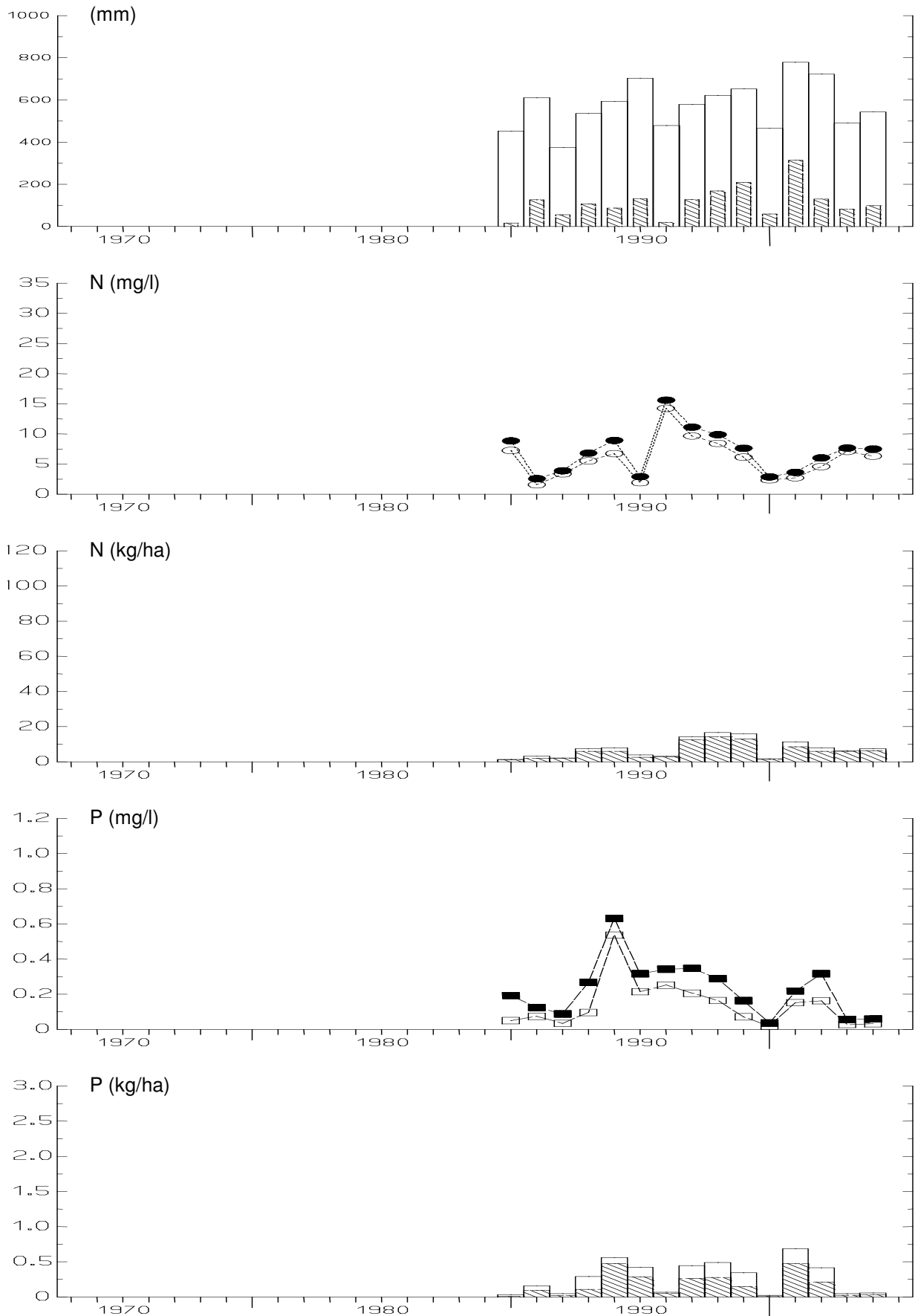
**Figur 8. Nederbörd och avrinning; hel stapel, nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad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

## Fält 7 (E-län)



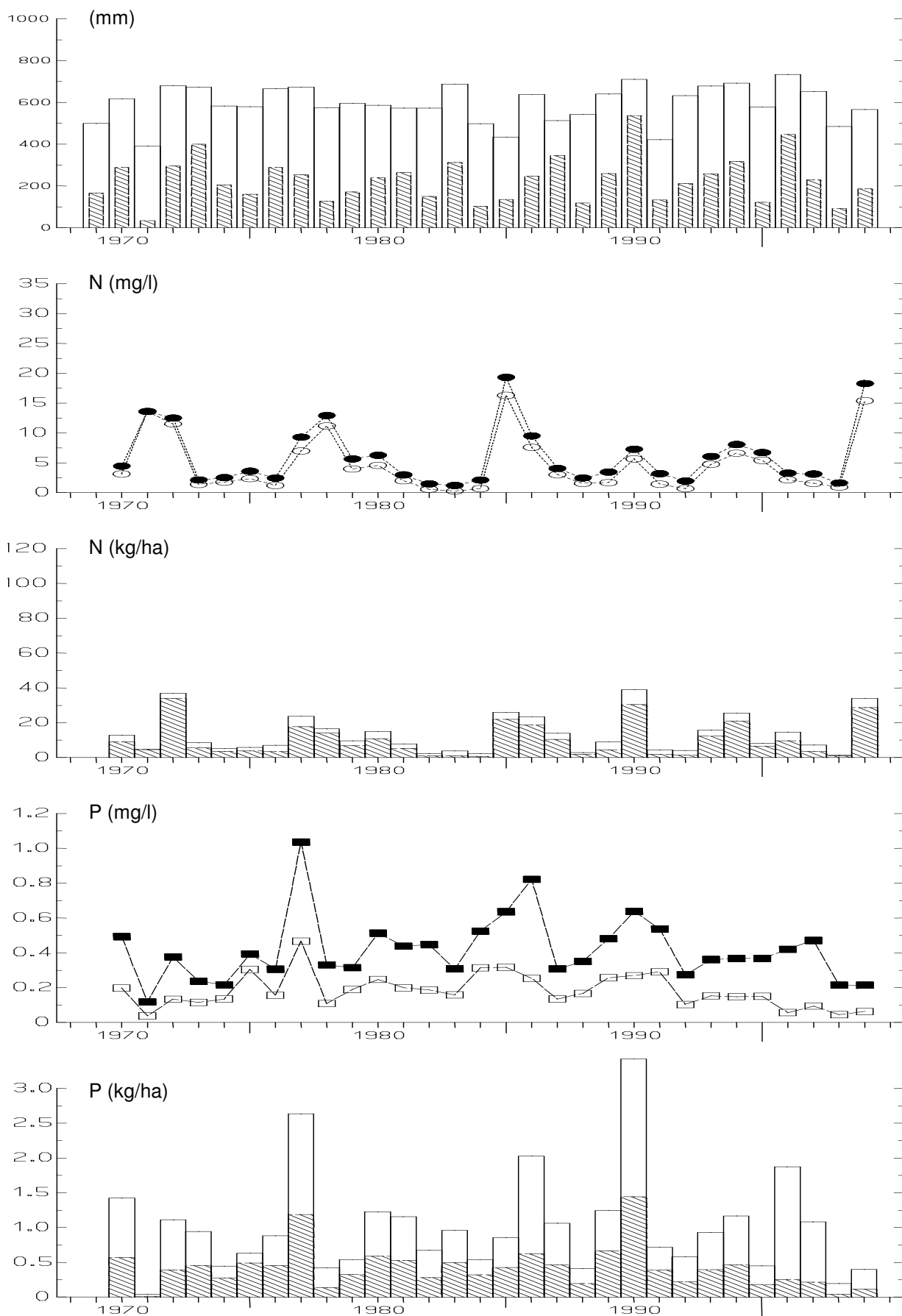
**Figur 9. Nederbörd och avrinning; hel stapel, nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad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

### Fält 20 (E-län)



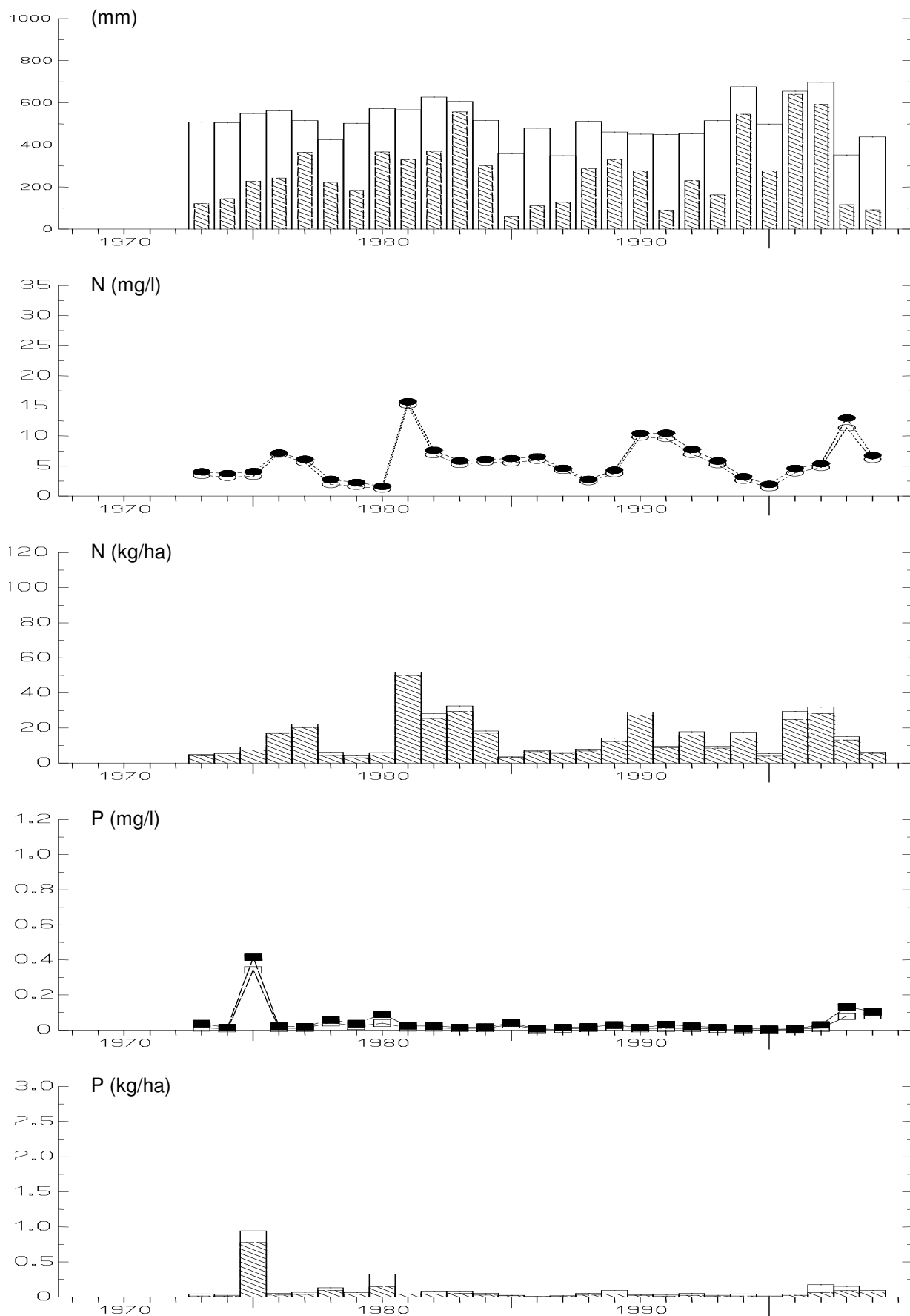
**Figur 10. Nederbörd och avrinning; hel stapel, nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad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

### Fält 1 (D-län)



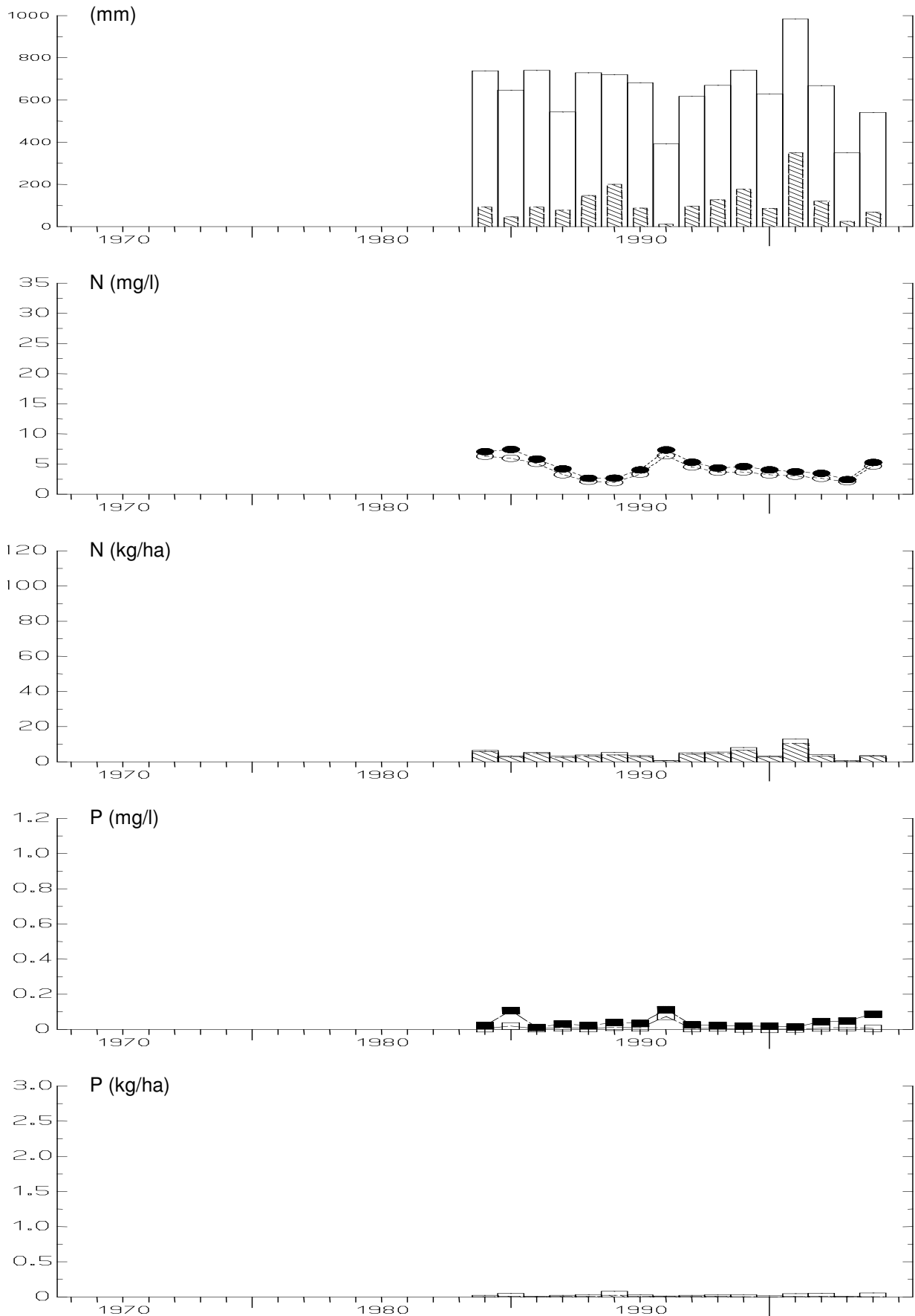
**Figur 11. Nederbörd och avrinning; hel stapel, nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad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

## Fält 16 (Z-län)



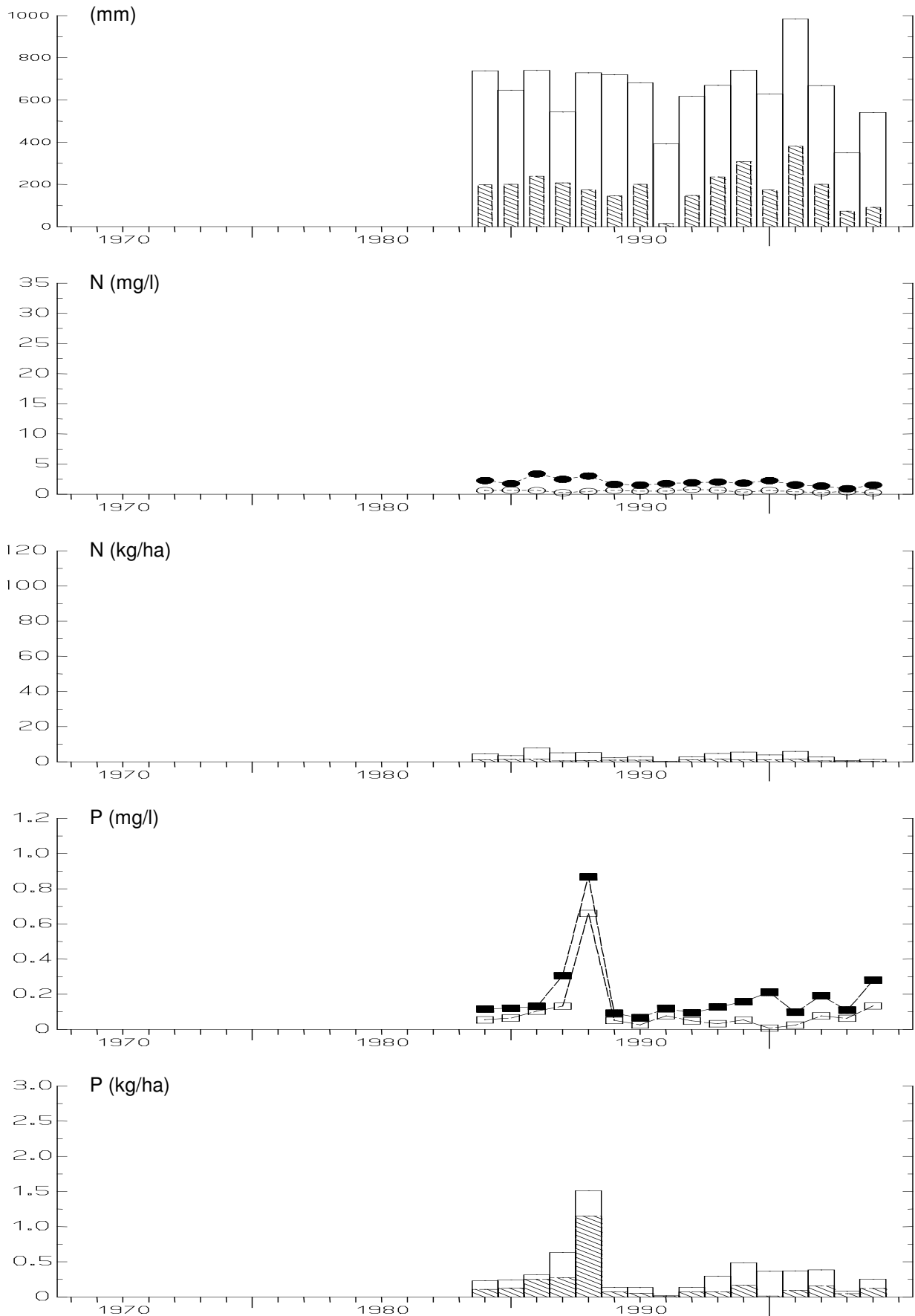
**Figur 12. Nederbörd och avrinning; hel stapel, nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad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

### Fält 14 (Dräneringsvatten) (AC-län)

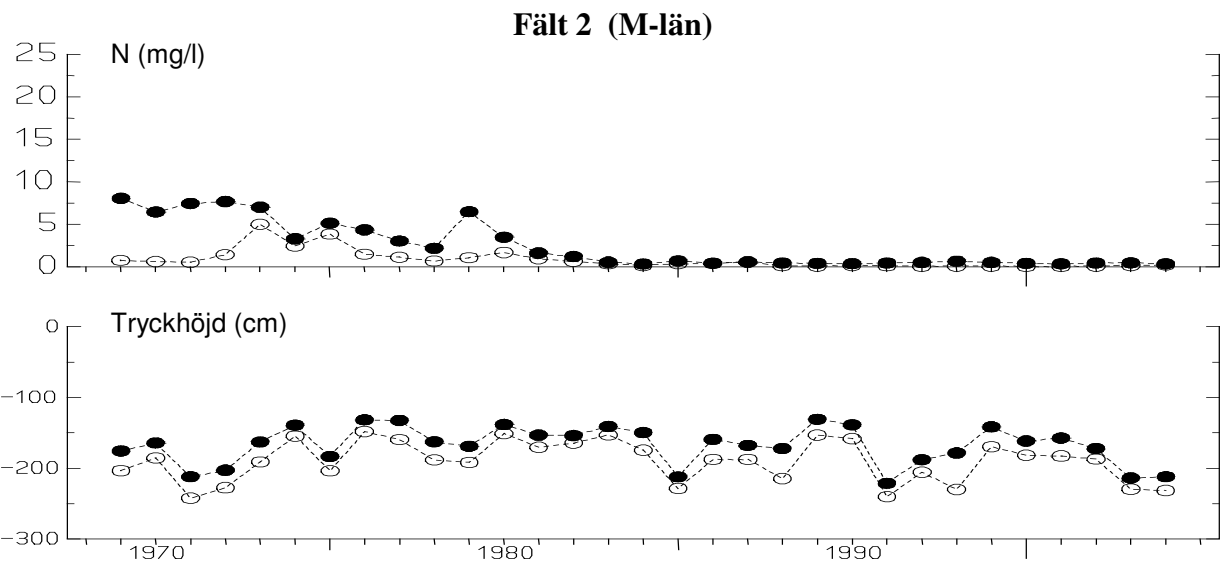


**Figur 13. Nederbörd och avrinning; hel stapel, nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad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

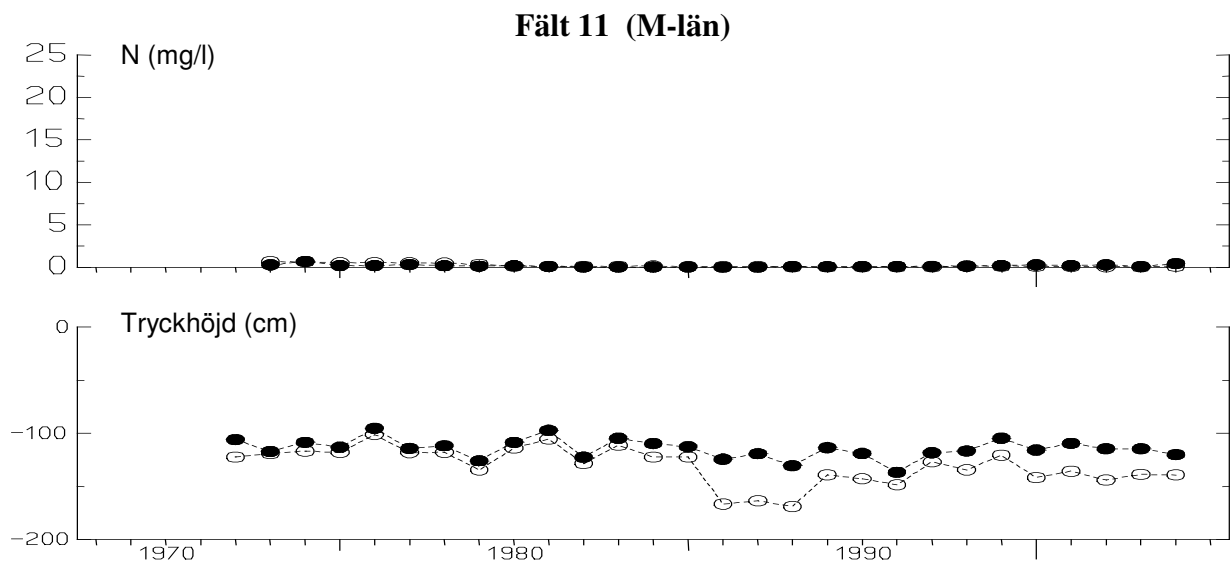
### Fält 14 (Ytvatten) (AC-län)



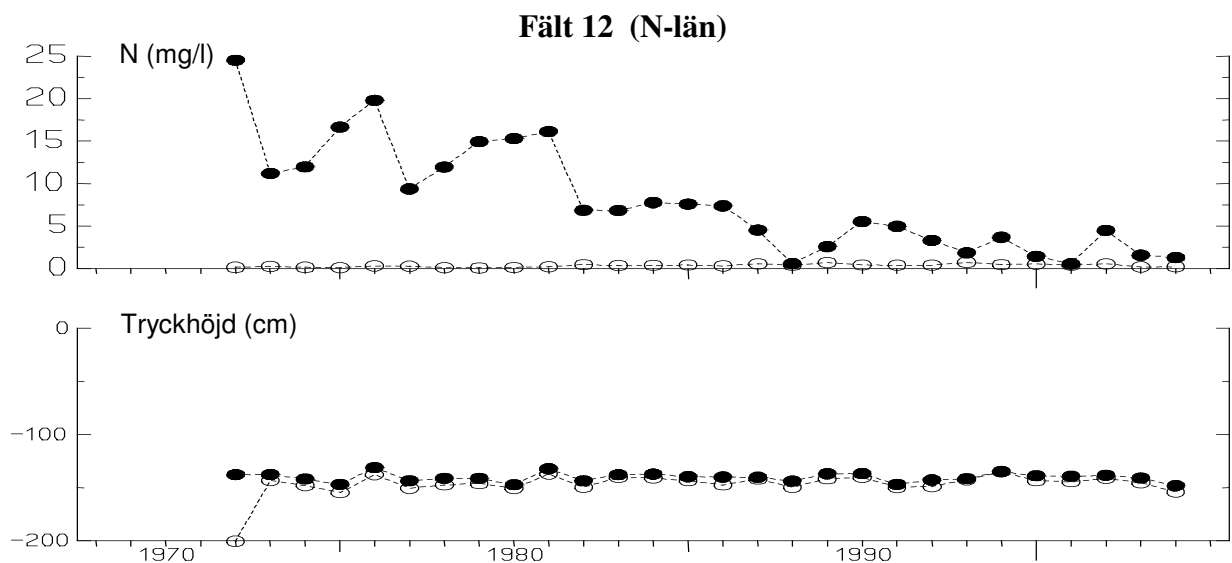
**Figur 14. Nederbörd och avrinning; hel stapel, nederbörd; streckad, avrinning. Halt av kväve; (●) totalkväve; (○) nitratkväve. Transport av kväve; hel stapel, totalkväve; streckad stapel, nitratkväve. Halt av fosfor; (■) totalfosfor; (□) fosfatfosfor. Transport av fosfor; hel stapel, totalfosfor; streckad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



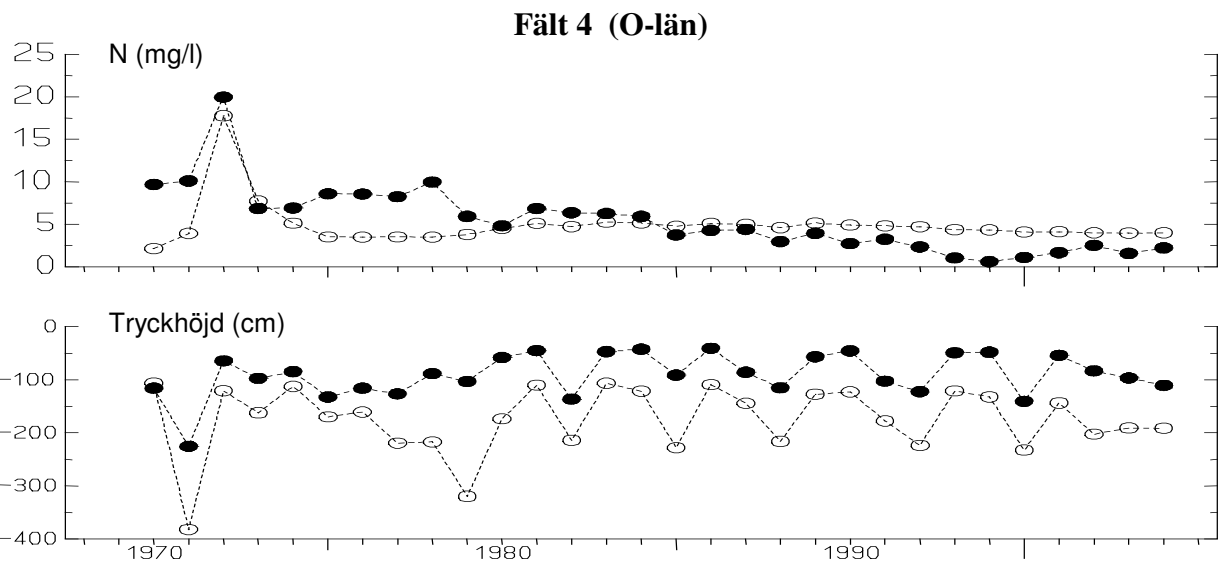
**Figur 15.** Nitratkväve i grundvattnet samt grundvattnets tryck på 2,9 m djup (●) och 5,6 m djup (○).



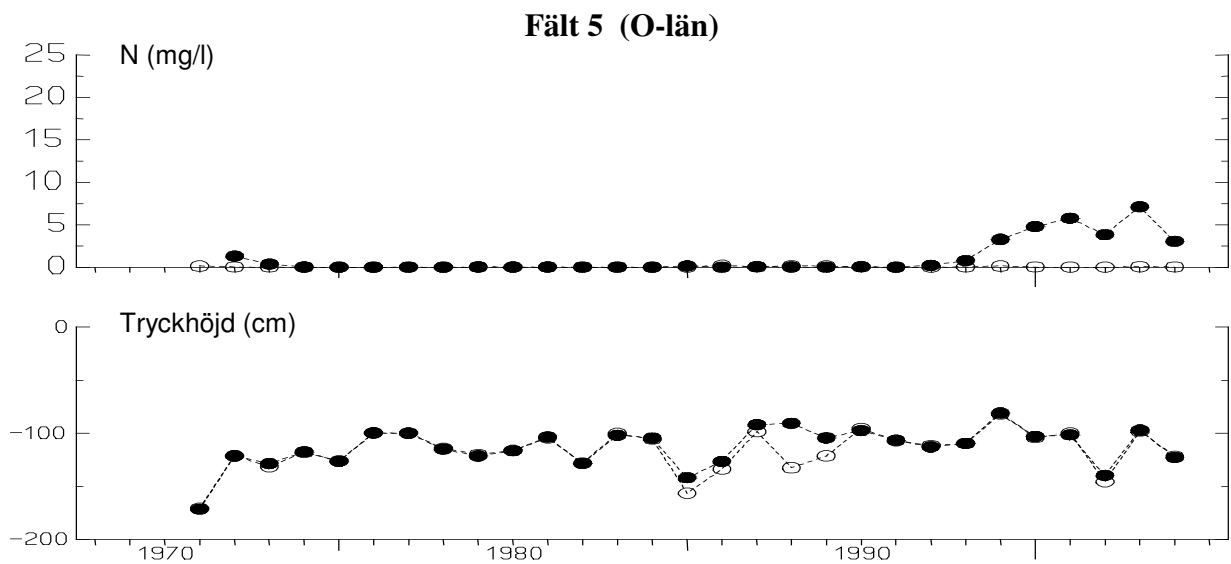
**Figur 16.** Nitratkväve i grundvattnet samt grundvattnets tryck på 3,6 m djup (●) och 5,8 m djup (○).



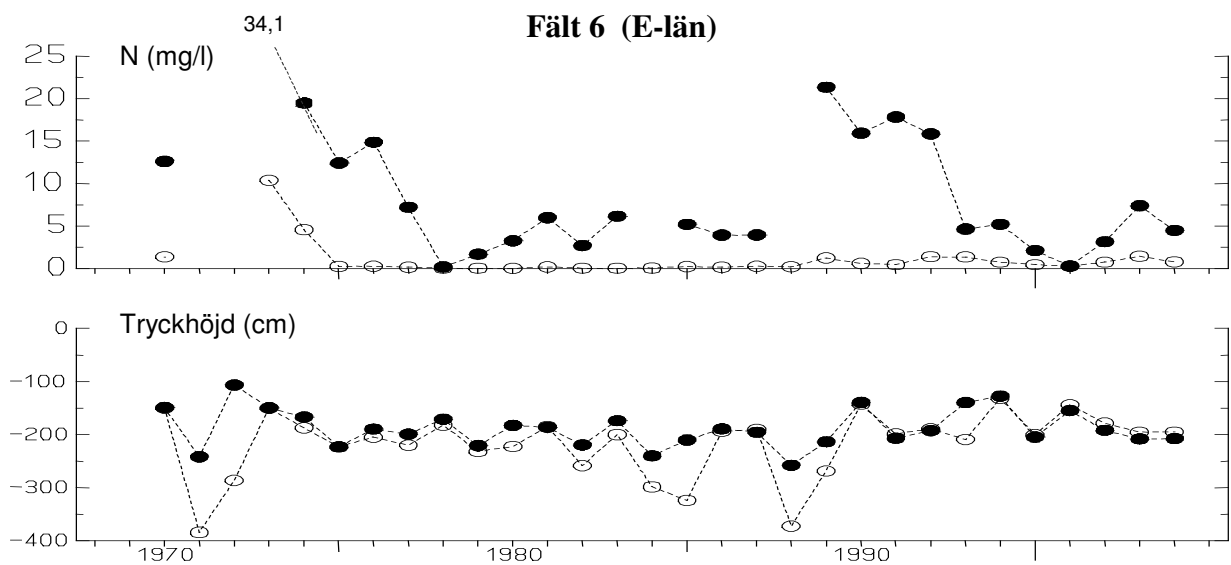
**Figur 17.** Nitratkväve i grundvattnet samt grundvattnets tryck på 1,7 m djup (●) och 5,5 m djup (○).



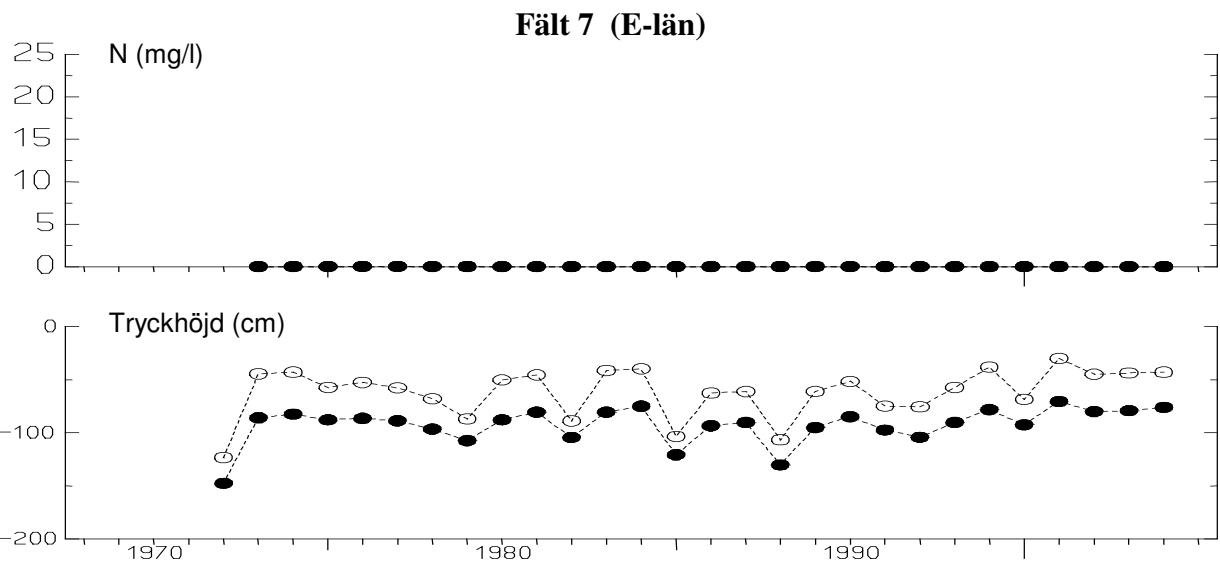
**Figur 18.** Nitratkväve i grundvattnet samt grundvattnets tryck på 2,0 m djup (●) och 4,0 m djup (○).



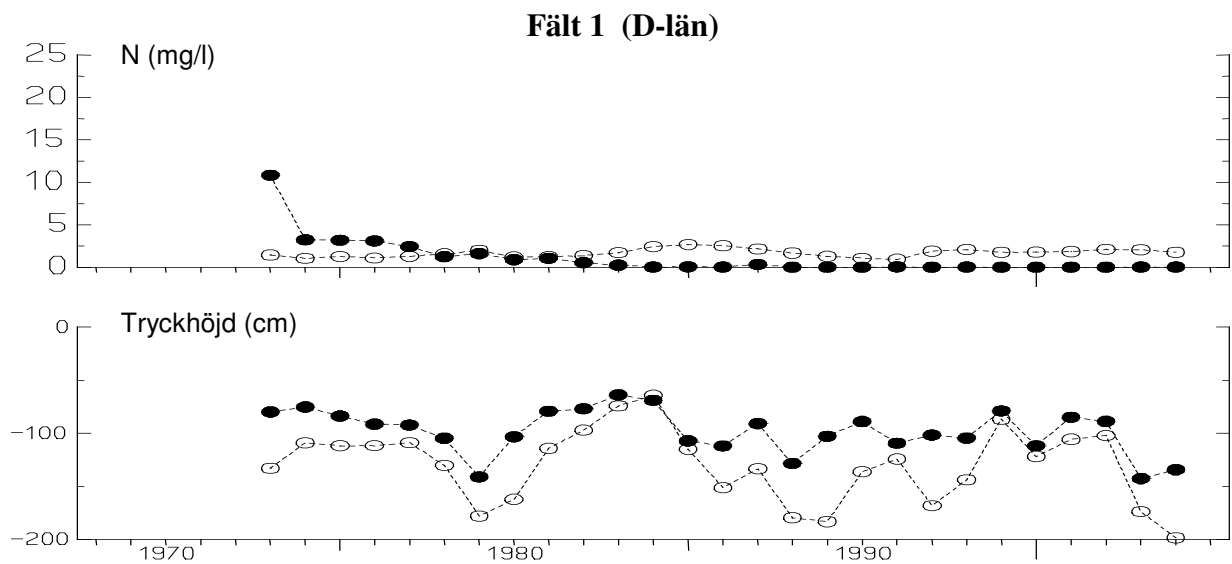
**Figur 19.** Nitratkväve i grundvattnet samt grundvattnets tryck på 2,0 m djup (●) och 4,0 m djup (○).



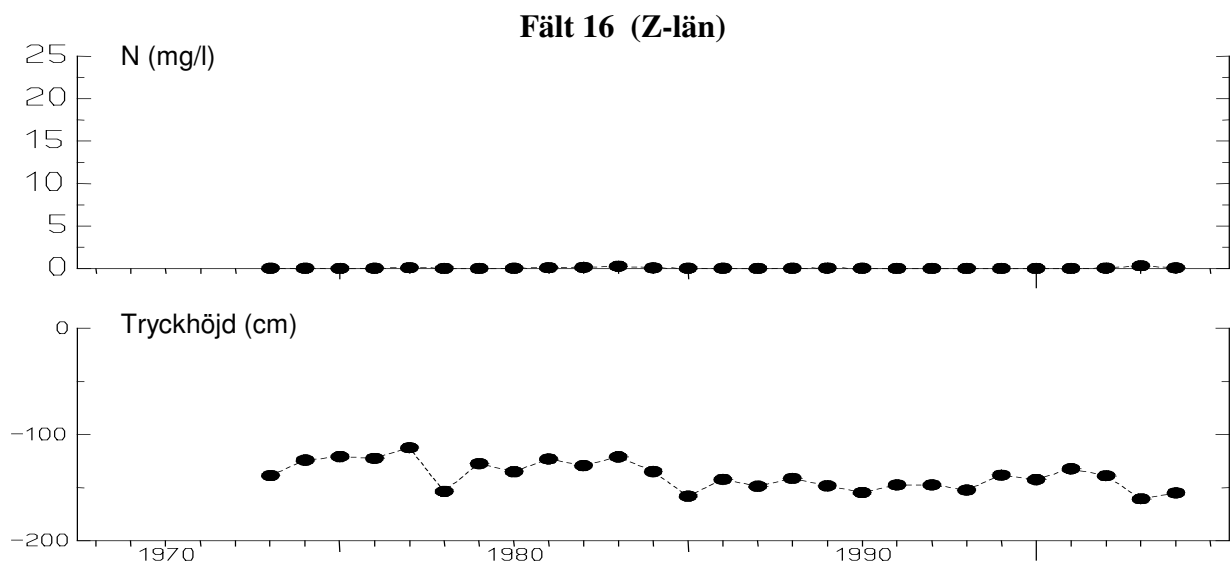
**Figur 20.** Nitratkväve i grundvattnet samt grundvattnets tryck på 2,0 m djup (●) och 4,0 m djup (○).



**Figur 21.** Nitratkväve i grundvattnet samt grundvattnets tryck på 2,5 m djup (●) och 4,0 m djup (○).



**Figur 22.** Nitratkväve i grundvattnet samt grundvattnets tryck på 2,2 m djup (●) och 4,1 m djup (○).



**Figur 23.** Nitratkväve i grundvattnet samt grundvattnets tryck på 1,8 m djup (●).

