



Sveriges  
lantbruksuniversitet

Gunnar Torstensson och Göran Johansson

## **Avrinning och växtnäringsförluster från åkermark, agrohydrologiska året 2009/2010**

*Årsredovisning för miljöövervakningsprogrammet  
Observationsfält på åkermark*

*Resultat från parallell provtagning av dräneringsvatten med momentan resp.  
flödesproportionell metod 2009/2010*

---

**Ekohydrologi 125**

**Uppsala 2011**

**Institutionen för Mark och miljö**

**Swedish University of Agricultural Sciences  
Department of Soil and Environment**

ISRN SLU-VV-EKOHYD-125-SE  
ISSN 0347-9307

---



# Innehållsförteckning

<b>Sammanfattning</b>	<b>3</b>
<b>Inledning</b>	<b>3</b>
<b>Material och Metoder</b>	<b>3</b>
<i>Observationsfält med mätstationer</i>	3
<i>Vattenprovtagning och vattenanalyser</i>	5
<i>Beräkningar</i>	5
<b>Resultat och Diskussion</b>	<b>7</b>
<i>Grödor, stallgödsling</i>	7
<i>Nederbörd, avrinning och temperatur</i>	7
<i>Vattenkvalitet och transporter med dräneringsvatten</i>	7
<i>Grundvatten</i>	10
<b>Resultat från parallell-provtagning av dräneringsvatten 2009/2010</b>	<b>21</b>
<b>Referenser</b>	<b>25</b>



## Sammanfattning

Inom programmet Observationsfält på åkermark undersöks avrinning, växtnäringsslakning och odlingsåtgärder på ett antal fält (13 st) som ingår i lantbrukarens normala drift. Programmet ingår i den nationella miljöövervakningen på Jordbruksmark med Naturvårdsverket som ansvarig myndighet, och med SLU som ansvarig utförare. I denna rapport redovisas resultat för det agrohydrologiska året 2009/2010.

Rapporten redovisar bl.a. flödesvägda årsmedelhalter, transporter och avrinning för varje fält, medan klimatet redovisas översiktligt för olika delar av Sverige.

Under det agrohydrologiska året 2009/2010 var årsnederbörden lägre än, eller nära den normala i de sydvästra delarna av landet, medan den var högre i de östra delarna och i Norrland. Juli 2009 var den nederbördsrikaste månaden i de flesta områden. Årsavrinningens storlek följde i stort sett samma geografiska mönster som årsnederbörden. På de flesta håll var avrinningen störst under våren 2010, till följd av den jämförelsevis kalla och snörika vintern.

Årsmedelhalterna av kväve varierade kraftigt, både mellan fälten och jämfört med fältens flerårsmedelvärden. På några fält var kvävehalten påtagligt högre medan andra hade betydligt lägre kvävehalter än normalt. Att utläsa någon gemensam trend för året går nästan inte, resultaten förefaller starkt påverkade av odlingsåtgärder och grödors direkta inverkan. Vid fyra av fälten var totalfosforhalterna något högre än normalt medan övriga fält hade lägre eller oförändrade koncentrationer.

## Inledning

Näringsämnen som rinner med vatten från åkermark bidrar till övergödning av sjöar och kustvatten. Samhället har såväl på ett nationellt plan som genom internationella överenskommelser, såsom nitratdirektivet (Jordbruksverket, 2006) och Baltic Sea Action Plan (HELCOM, 2007), uppställt klara miljömål för acceptabel inverkan på vattensystemen orsakade av bl. a. växt- och animalieproduktionen. Sektorsmål och åtgärdsprogram för reduktion av växtnäringssluster 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 (Naturvårdsverket, 2008). Projektet finansieras av Naturvårdsverket.

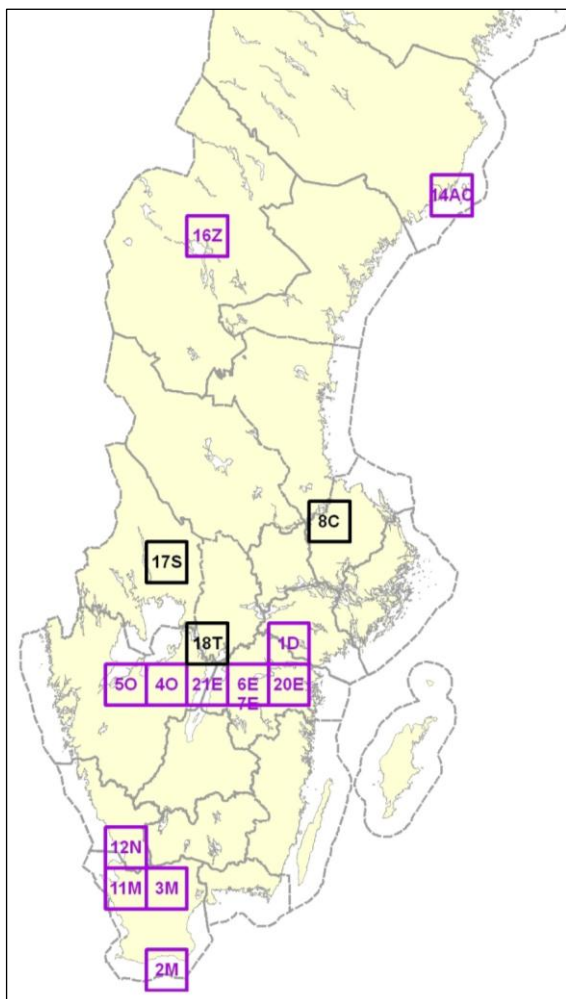
Inom programmet Observationsfält på åkermark undersöks avrinning, växtnäringsslakning och odlingsåtgärder på ett antal fält som ingår i lantbrukarens normala drift, med syftet att öka kunskapen om hur kvaliteten i det avrinnande vattnet kan variera med odling och klimat. Programmet omfattar 13 fält lokaliserade i olika delar av landet (figur 1), med varierande klimat, jordart och odlingsinriktning. På ett av fälten mäts och provtas dränerings- respektive på markytan avrinnande vatten separat.

I denna rapport sammanställs resultat för det agrohydrologiska året 2009/2010 för de 13 fälten. Fältnamn och exakta läge redovisas inte för att säkerställa undersökningarnas kontinuitet, då den är beroende av lantbrukarnas vilja att delta genom att lämna uppgifter om sina odlingsåtgärder. Rapporten innefattar bl. a. årsnederbörd, årsavrinning, halter i avrinnande vatten och ämnestransporter. Även aktuella grödor och normalt förekommande grödor på de olika fälten redovisas.

## Material och Metoder

### *Observationsfält med mätstationer*

Observationsfälten ingår i lantbrukens normala drift och årligen rapporterar lantbrukarna in flertalet 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 bevattningssvatten som fallit på fältet. Via dräneringsledningarna förs vattnet sedan till en mätstation där provtas 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 Thomson-överfallet. Installation av utrustning för loggerbaserad flödesregistrering och



**Figur 1.** Observationsfältens approximativa läge i Sverige 2008/2009. På fälten 8 C, 17 S och 18 T sker för närvarande ingen provtagning eller mätning.

**Tabell 1.** Dominerande jordart, huvudsakliga driftsinriktning på observationsfälten och regionens normalnederbörd 1961/90 (källa: SMHI:s nederbörds-karta)

Fält	Lerhalt* (%)			Driftsinriktning	Normalnederbörd (mm)
	Djup (cm)				
	0-20	20-60	60-90		
2 M	14	16	13	Växtodling	650
3 M	5	4	4	Mjolk	650
11 M	36	32	36	Mjolk	750
12 N	5	2	2	Mjolk	800
4 O	16	34	44	Kött djur	600
5 O	6	22	42	Växtodling	600
21 E	14	15	16	Växtodling	500
6 E	6	21	31	Växtodling	500
20 E	50	69	69	Nöt, svin	550
7 E	36	50	58	Nöt	500
1 D	29	50	64	Mjolk, ekolog.	550
16 Z	9	15	23	Mjolk	500
14 AC	10	11	17	Växtodling #	600

\* Preliminära analysresultat från provtagning 2005.

# Fält 14 AC innehåller även ett antal försöksrutor med olika odling och gödsling.

automatisk flödesproportionell vattenprovtagning pågår och är nu genomförd på 8 fält. Från 6 av dessa (2M, 11M, 4O, 20E, 7E och 1D) har avrinningen från den nya flödesregistreringen använts i denna årsrapport. Registreringen av vattenståndet sker med hjälp av en displacementkropp (ø ca 9 cm) som hänger i en lastcell. Då vattennivån ändrar sig omkring displacementkroppen ändras belastningen på lastcellen (Arkimedes princip) viken registreras av loggern och översätts till mm vattenstånd över V-spetsen. Mätmetoden har en upplösning och noggrannhet som väl motsvarar vad som under idealisk förhållanden kan uppnås med en skrivande pegel och efterföljande avläsning på digitaliseringsbord. Loggern mäter aktuell avrinning 2 gånger per minut vilken sedan summeras och lagras som timavrinning.

Det är bara en station, 14 AC, som har separat mätning av yt- och dräneringsvatten. Om ytvavrinnande vatten uppträder på övriga fält leds ytvattnet via olika typer av ytvattenintag till täckdikessystemet och vidare ut från fältet via mätstationen.

Nederbördsmängderna för de olika fälten hämtas från SMHI:s närbelägna stationer. Normalnederbörden i tabell 1 är hämtad från SMHI:s nederbörds-karta vilket mer speglar regionens normalnederbörd.

Vid större koncentrerade nederbörsmängder samt vid hastig snösmältning kan dämning nedströms eller översvämning i vissa fälts mätstationer förekomma, varvid flödesmätningen störs mer eller mindre allvarligt under något eller några dygn. Under 2009/10 inträffade bara ett fåtal störningar av detta slag, de flesta med mindre än 10 timmars varaktighet. Under drygt 2 månader (augusti till början av oktober) 2009 var den skrivande pegeln ur funktion på fält 14 AC ytvatten. Det finns dock inga observationer som tyder på att någon ytvavrinning av betydelse skedde under den perioden.

## Vattenprovtagning och vattenanalyser

### Dräneringsvatten

Dräneringsvattnet provtas manuellt (momentan provtagning), som regel varannan vecka då flöde finns. Under höghöden förekommer i vissa fall en förtätad provtagningsfrekvens. På de sex fält där den flödesproportionella provtagningen varit i drift uttogs även flödesproportionella vattenprov varannan vecka, men vid höga flöden kan tätare provtagning förekomma. I föreliggande årsrapport har resultaten från den momentana provtagningen använts på alla fält. Vattenanalyserna utförs vid institutionen för Mark och miljö vid SLU, dit proven når inom ett dygn. Analyserna omfattar för närvarande pH, konduktivitet, alkalinitet, filtrerad fosfatfosfor, totalfosfor, nitrat + nitritkväve, ammoniumkväve, totalkväve, organiskt kol, suspenderat material, kalium, natrium, magnesium, kalcium, klorid och sulfatsvavel.

**Tabell 2.** Grödor och rapporterad stallgödseltillförsel under odlings säsongen 2009 samt grödförhållanden på observationsfälten under vintern 2009/10

Fält	Gröda 2009	Vintern 09/10	Stallgödseltillförsel, slag/tidpunkt
2 M	Höstvete	Obearbetad vetestubb	
3 M	Majs	Stubbearbetad, (vårplöjd)	Fastgödsel/vår
11 M	Vall/Ärter/Höstvete/Träda	Höstvete/Vall/Plöjd/Träda	Nötflyt/vår/sommar/höst (olika delar)
12 N	Rågvete	Obearbetad (vårplöjd)	Nötflyt/vår
4 O	Vårkorn/Höstvete/Träda	Rågvete/Höstvete/Fånggröda	Nötflyt/vår
5 O	Höstraps	Höstvete	
21 E	Höstvete	Stubbearbetad	
6 E	Höstvete	Plöjd	
20 E	Höstvete	Plöjd	
7 E	Höstvete/Åkerböna/Ärter	Plöjd/obevuxen	Nötflyt/vår (H-vete)
1 D	Åkerböna	Höstvete	
16 Z	Vall	Vall	Nötflyt/ sommar + tidig höst
14 AC	Vårkorn*	Plöjd	

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

### Grundvatten

Nio av fälten är sedan gammalt försedda med grundvattenrör. Antalet rör 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. Analyserna omfattar pH, konduktivitet, alkalinitet, nitrat + nitritkväve, kalium, natrium, magnesium, kalcium, klorid och sulfatsvavel.

### Analyser

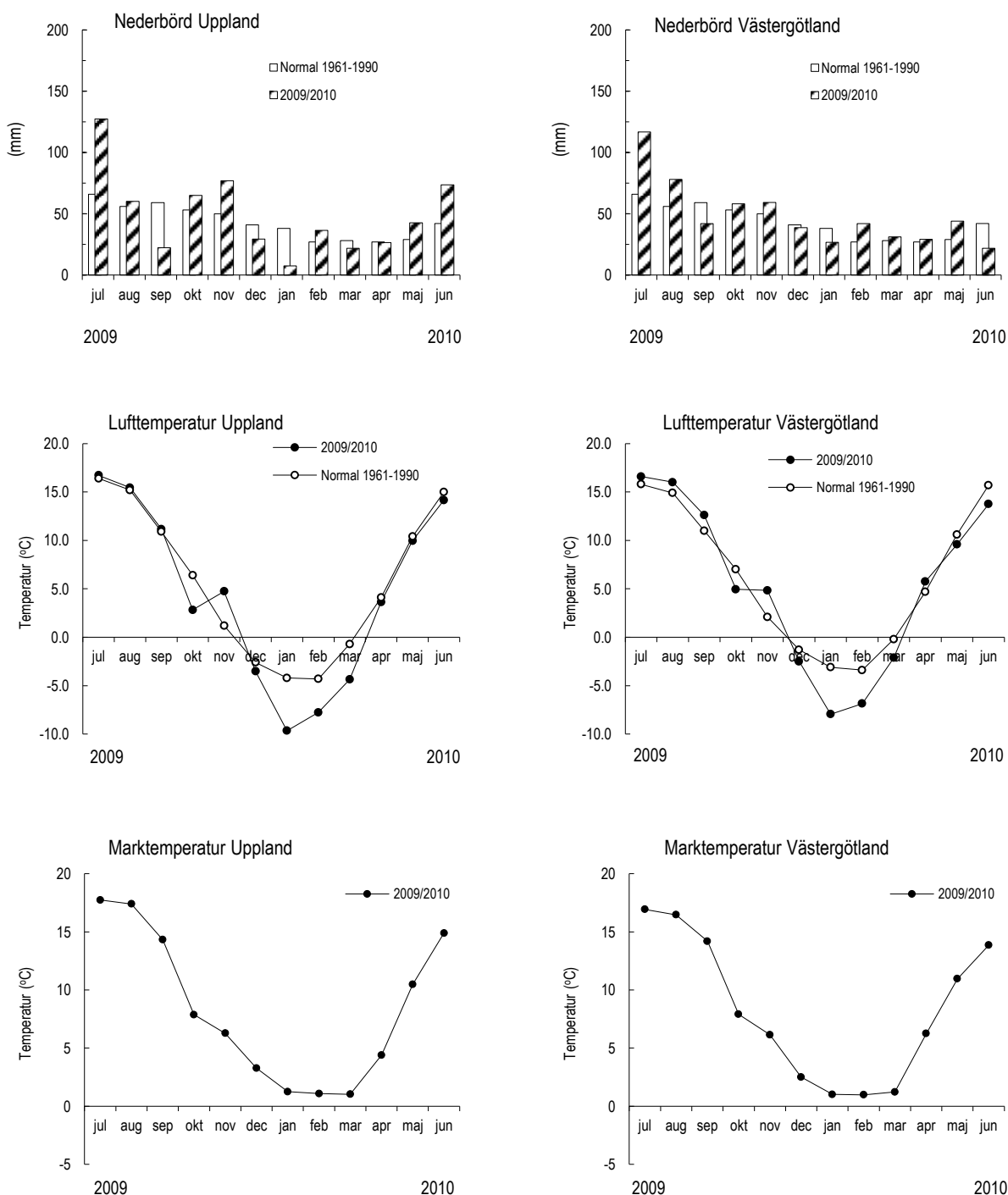
Analyserna har utförts av vattenlaboratorium vid SLU, Institutionen för Mark och miljö och utförs enligt Handboken för miljöövervakning (Naturvårdsverket, 2008). Tillämpade analysmetoder finns beskrivna i laboratoriets kvalitetsmanual (Anonym, 2010).

## Beräkningar

För dräneringsvatten gäller att dygnskoncentrationer har interpolerats fram linjärt för tiden mellan provtagningarna. Dygnskoncentrationerna har sedan multiplicerats med dygnsavrinningarna för att beräkna dygnstransporter som därefter summerats till årstransporter. Flerårsmedeltransporten har beräknats som aritmetiskt medelvärde av årstransporterna. Årsmedelhalterna av transportberäknade ämnen har räknats fram genom att dividera årstransporten med årsavrinningen. Flerårsmedelhalterna (1998/1999-2008/2009) har beräknats genom att medelvärdet av årstransporter dividerats med medelvärdet av årsavrinningen för hela perioden.

De variabler som inte har transportberäknats (pH, alkalinitet och konduktivitet), redovisas som aritmetiska medelhalter, d.v.s. medelvärden av de analyserade värdena. Årsvärden avser agrohydrologiska år (1 juli – 30 juni).

För grundvattnen gäller att årsmedelhalten är aritmetiska medelvärdet av koncentrationerna vid de enskilda provtagningsarna. Flerårsmedelhalterna är aritmetiska medelvärden av årsmedelhalterna.



**Figur 2.** Månadsnederbörd (mm) 2009/2010 samt normalnederbörd 1961-90 för Uppland (Uppsala) och Västergötland (Lanna); lufttemperatur som månadsmedelvärden (°C) 2009/2010 och normaltemperatur 1961-90 för Uppland (Ultuna) och Västergötland (Lanna); marktemperatur (°C) på 20 cm djup som månadsmedelvärden i lerjord i Uppland (Ultuna) och i styv lerjord i Västergötland (Lanna) 2009/2010.



Beräkningsperioden för flerårsmedelvärden omfattar 11 år (1998/1999 - 2008/2009), vilket motsvarar 2-3 växtföljdsomlopp i de flesta odlingsystem. Syftet är att flerårsmedelvärdena skall kunna ses som ”normalvärden” för den nu aktuella odlingsmetoden (aktuella grödor, skörde- och gödslingnivåer, mm).

## **Resultat och Diskussion**

### ***Grödor, stallgödsling***

Stråsäd (höstvet) var den dominerande grödformen på observationsfälten (tabell 2), men det förekom även ett ovanligt stort inslag av örter och åkerböna (3 fält). Fodermajs odlades på ett av fälten i Skåne. Vall odlades helt på bara ett fält. Oljeväxter förekom under 2009 endast på ett fält. Flerårig bevuxen träda förekom på två av fälten.

Vintern 2009/2010 var flertalet fält helt eller delvis obevuxna (tabell 2). Fyra fält var helt eller delvis sådda med höstsäd. Flerårig odling av vall dämpar normalt kväveläckaget effektivt men förkom bara på 2 av fälten. Höstsäd räknas som vintergrön mark enligt jordbruksverkets författning (SJVFS 2003:66). I vissa lägen inverkar dock sådden av höstsäd bara försumbart på kväveläckaget den första vintern till följd av den tidiga jordbearbetningen före sådden (Torstensson & Håkansson, 2001). Däremot blir ofta kväveläckaget något lägre vintern efter att höstsäden har skördats. Det är därför bara på de fält som i större omfattning har haft vall, fånggröda eller bevuxen träda över vintern man med större säkerhet kan förvänta sig ha en tydligt reducerande inverkan på kväveläckaget.

Fosforläckaget dämpas inte i samma grad av en vall eller fånggröda som kväveläckaget. Den lösta fosfatfosfor kan läcka lika mycket från en vall som från stråsäd, medan förlusterna av den partikelbundna fosfor vanligen är något mindre från vall (Ulén, 2005).

På sex av fälten spreds stallgödsel helt eller delvis under året 09/10. Flytgödsel tillfördes i växande gröda (fyra fall) och före vårsådd (två fall) och ett fall med spridning på träda före höstsådd.

### ***Nederbörd, avrinning och temperatur***

Årsnederbörd vid nederbördsstationer nära observationsfälten samt årsavrinning för respektive fält redovisas i tabell 4. Den regionala normalnederbörden redovisas i tabell 1. Nederbörd samt luft- och marktemperaturer i Uppland och Västergötland redovisas för varje månad i figur 2. Tidsserier av årsvärdena för nederbörd och avrinning redovisas i figur 3-10.

Under det agrohydrologiska året 2009/2010 var årsnederbörden lägre än eller nära den normala i de södra och sydvästra delarna av landet, medan den var högre i de östra delarna och i Norrland. Juli 2009 var den nederbördsrikaste månaden i de flesta områden. Årsavrinningens storlek följde i stort sett samma geografiska mönster som årsnederbörden. De största avvikelserna vad gäller avrinningen, jämfört med fältets flerårsmedelvärde, noterades i Skåne, Halland, delar av Östergötland och i Norrland. På de flesta håll var avrinningen störst under våren 2010, till följd av den jämförelsevis kalla och snörika vintern.

Sambandet mellan årsnederbörd och årsavrinning påverkas i mycket hög grad av nederbördens fördelning under året. En hög nederbörd under vegetationsperioden innebär oftast ingen eller högst måttlig ökning av avrinningen, medan hög nederbörd under hösten och vintern alltid leder till ökad avrinning.

Lufttemperaturen var betydligt lägre än normalt i både östra och västra Sverige under vintermånaderna, medan den var nära den normala under övriga årstider. Uppmätt marktemperatur (månadsmedelvärden på 20 cm djup) understeg inte noll under vintermånaderna, sannolikt en följd av ett skyddande snötäcke (figur 2).

### ***Vattenkvalitet och transporter med dräneringsvatten***

Flödesvägda årsmedelhalter av analyserade ämnen redovisas i tabell 3. Totala årstransporter av kväve och fosfor under 2009/2010 från respektive fält redovisas i tabell 4. Tidsserier av årsvärden av avrinning, halter och transporter av kväve och fosfor redovisas i figur 3-10.

### Kväve

De flödesvägda årsmedelhalterna av kväve varierade kraftigt, både mellan fälten och jämfört med fältens flerårsmedelvärden (tabell 3, figur 3-10). Medekvävehalten översteg påtagligt flerårsmedelvärderna på fälten 3M, 20E, 21E, 7E och 1D. Tidig höstbearbetning, obevuxen mark och odling av fodermajs, åkerböna och ärter förefaller vara de viktigaste orsakerna. Vårbearbetning, dominerande vallodling och en lyckad höstrapsodling torde vara förklaringarna till att kvävehalten blev påtagligt lägre på fälten 2M, 11M, 5O och 16Z. Att utläsa någon gemensam årstrend går nästan inte, resultaten domineras starkt av odlingsåtgärder och grödor på de enskilda fälten.

Nitrat var den dominerande kvävefraktionen i totalkvävet i avrinnande dräneringsvatten. Årsmedelhalterna av ammoniumkväve låg i de flesta fall under den nu gällande kvantifieringsgränsen för enskild analys (0,03 mg/l). Med undantag för ytvattnet från fält 14 AC, med en nitratandel på 56%, varierade andelen nitratkväve i övriga dränerings- eller blandvatten mellan 69 och 95 %.

**Tabell 3.** Flödesvägda årsmedelhalter (mg/l) samt aritmetiska medelvärden 2009/2010 i dräneringsvattnet för respektive observationsfält. Medelhalter 1998/1999-2008/2009 för totalkväve och totalfosfor

Fält	2009/2010							Aritm. medelv.			Medelvärde	
	Flödesvägda årsmedelhalter (mg/l)										1998/99-2008/09	
	Tot-N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	Susp mtr/l	TOC	pH	Alk mmol/l	Kond mS/m	Tot-N	Tot-P
2 M	8.8	8.0	0.01	0.08	0.03	27	11	7.6	4.73	65	12.3	0.06
3 M	31.2	28.9	<0.01	0.72	0.59	3	13	7.4	3.23	78	25.9	0.48
11 M	4.4	3.7	0.06	0.37	0.05	291	10	7.4	2.69	36	6.3	0.36
12 N	10.5	8.9	<0.01	0.02	0.01	5	10	6.8	1.14	31	9.2	0.02
4 O	3.9	3.6	0.01	0.11	0.04	45	6	7.1	1.31	22	6.4	0.13
5 O	5.6	5.3	0.01	0.05	0.03	13	4	7.2	2.33	34	13.1	0.08
21 E	15.0	10.4	<0.01	0.01	0.01	3	2	7.6	5.86	75	11.2	0.03
6 E	8.5	7.8	<0.01	0.04	0.02	9	5	7.6	5.03	85	11.9	0.06
20 E	9.5	8.4	0.02	0.26	0.16	113	7	7.7	7.19	107	5.9	0.15
7 E	6.9	5.6	<0.01	0.19	0.08	151	5	7.4	3.98	53	4.0	0.12
1 D	21.5	20.3	0.02	0.43	0.09	243	9	7.1	1.17	26	6.7	0.39
16 Z	3.9	3.7	<0.01	0.02	0.01	3	3	7.4	6.23	68	6.2	0.04
14 AC <sup>1</sup>	2.2	1.8	0.08	0.10	0.02	40	6	5.8	0.5	44	2.7	0.10
14 ytvatten	1.2	0.7	0.11	0.13	0.03	55	7	6.4	0.39	29	1.6	0.16

Fält	K	Na	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub> -S
2 M	<1	10	4	120	16	15
3 M	15	19	8	131	35	20
11 M	2	10	8	51	9	4
12 N	4	14	5	39	16	9
4 O	2	5	4	27	3	5
5 O	2	15	15	21	6	5
21 E	<1	5	4	166	8	19
6 E	2	15	14	142	24	28
20 E	2	71	21	51	41	12
7 E	2	8	17	62	11	9
1 D	3	7	9	30	7	2
16 Z	6	7	10	137	5	12
14 AC <sup>1</sup>	8	16	8	31	16	37
14 ytvatten.	7	8	3	18	10	14

<sup>1</sup> Sammanvägda medelkoncentrationer från yt- och dräneringsvatten.

**Tabell 4.** Årsnederbörd och årsavrinning (mm) samt totala årstransporter (kg/ha) för 2009/2010. Medelvärden 1998/1999-2008/2009 för avrinning, totalkväve och totalfosfor

Fält	2009/2010									Medelvärde 1998/99-2008/09		
	Nederbörd <sup>1</sup>	Avrinning	Tot-N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	Susp mtrl	TOC	Avr	Tot-N	Tot-P
2 M	625	172	15.2	13.8	0.02	0.13	0.05	47	19	233	27.2	0.13
3 M	706	268	83.7	77.4	0.01	1.93	1.59	8	35	335	87.1	1.64
11 M	719	168	7.3	6.1	0.11	0.62	0.09	488	17	237	13.5	0.91
12 N	662	349	36.8	31.0	0.02	0.05	0.03	16	35	455	46.2	0.11
4 O	653	228	8.8	8.2	0.03	0.25	0.08	104	15	229	13.7	0.30
5 O	559	254	14.3	13.5	0.03	0.13	0.07	33	9	249	33.8	0.23
21 E	665	241	36.3	25.1	<0.01	0.03	0.03	7	5	161	18.2	0.05
6 E	651	232	19.6	18.1	<0.01	0.08	0.05	22	12	125	16.2	0.07
20 E	654	161	15.2	13.5	0.04	0.42	0.26	181	12	133	7.8	0.23
7 E	597	457	31.4	25.7	0.02	0.87	0.35	689	24	324	13.4	0.43
1 D	682	218	46.9	44.3	0.04	0.94	0.19	530	20	208	13.0	0.84
16 Z	739	511	20.1	19.1	0.02	0.13	0.08	18	14	349	20.1	0.09
14 AC <sup>2</sup>	752	388	8.7	7.1	0.31	0.38	0.09	154	23	330	8.8	0.34
14 ytvatten		221	2.7	1.5	0.23	0.29	0.07	120	16	207	3.4	0.30

<sup>1</sup> Nederbörd från närliggande SMHI stationer

<sup>2</sup> Summering av yt- och dräneringsvatten.

Kvävetransporternas storlek beror, förutom på halterna av kväve, också till hög grad på avrinningens storlek. Till följd av den mellan olika landsdelar varierande avrinningen blev därför den beräknade kvävetransporten både lägre och högre än flerårsmedeltalen (tabell 4). Transporterna var överlag lägre än normalt i södra och västra Sverige, till följd av lägre avrinning. I östra och mellersta delarna av landet, som hade högre avrinning, var ofta kvävetransporterna högre än normalt.

#### Fosfor

Vid fyra av fälten (3M, 20E, 7E och 1D) var totalfosforhalterna något högre än flerårsmedelvärdena medan övriga fält hade lägre eller oförändrade koncentrationer (tabell 3). Vid fält 3M var den dominerande fosforfraktionen fosfat till skillnad från t.ex. fälten 1D och 11 M där övrig fosfor dominerar och det gäller här fosfor knuten till suspenderade partiklar.

Årstransporten av fosfor följde i stort sett samma mönster som fosforhalten men i några fall, t.ex. fält 12N blev fosfortransporten betydligt lägre än normalt på grund av lägre avrinning (tabell 4).

## Grundvatten

Aritmetiska medelvärden för analyser av grundvatten för 2009/2010 redovisas i tabell 5. Tidsserier av årsvärden av nitratkvävehalter i grundvattnet samt grundvattnets tryckhöjd för respektive fält redovisas i figur 11-12.

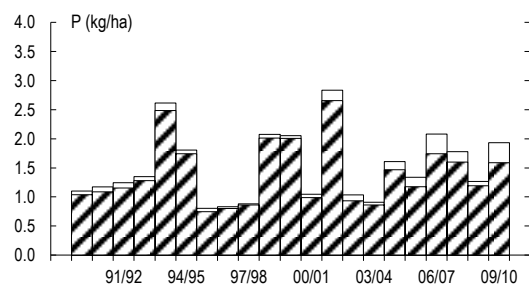
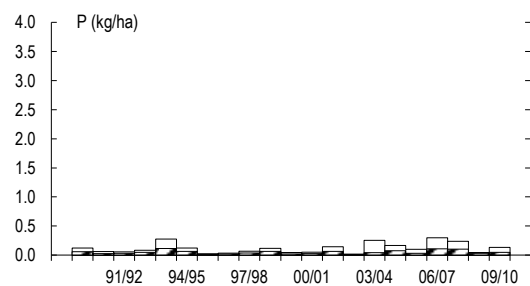
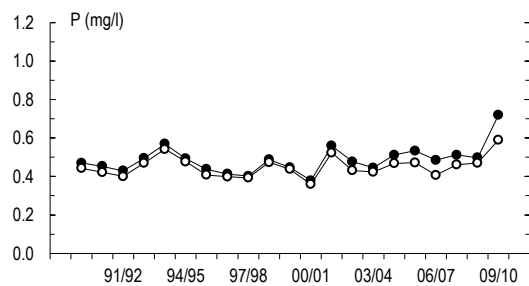
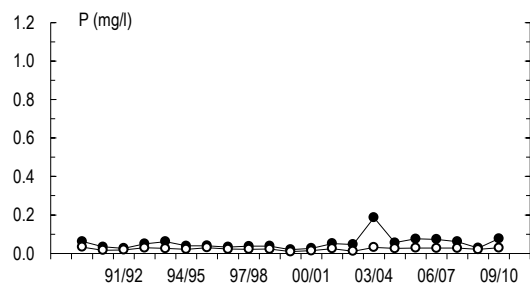
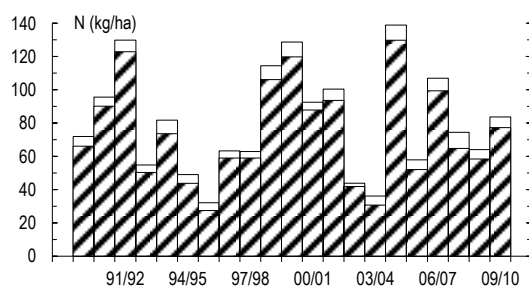
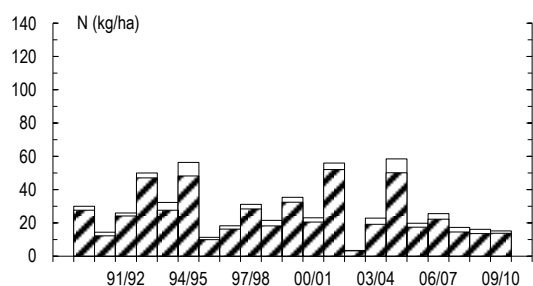
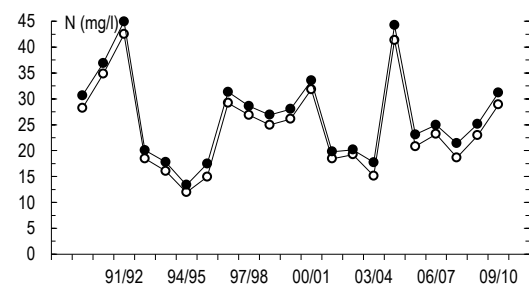
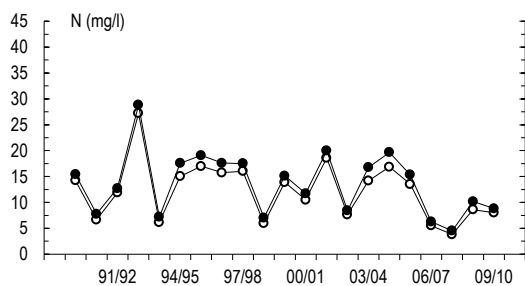
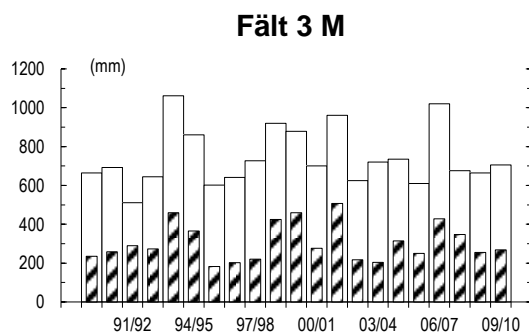
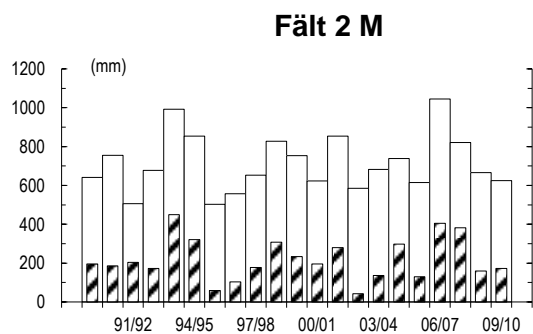
Grundvattnets sammansättning påverkas, förutom av markanvändning och jordart, av bland annat olika mineralers vittringsbenägenhet. Förändringar i grundvattenkvaliteten måste, liksom förändringar i grundvattentrycket, ses med flerårsperspektiv. Jordbruksdriften på fält som helt eller delvis representerar utströmningssituationer t.ex. (7 E, 16 Z) har oftast obetydlig inverkan på grundvattenkvaliteten (nitrathalten) medan övriga fält i inströmningsområden eller intermediära områden uppvisar en med tiden varierande påverkan av jordbruksdriften.

Flera fält hade låga, eller mycket låga, nitrathalter i det ytligare grundvattnet (2 M, 11 M, 7 E, 1 D och 16 Z). Ingenstans överskred årsmedelhalterna gränsvärdet för nitratdirektivet (11,3 mg/l). På fälten i södra Sverige (M län) finns en antydning till högre pH-värden i grundvattnet jämfört med flerårsmedelvärdet.

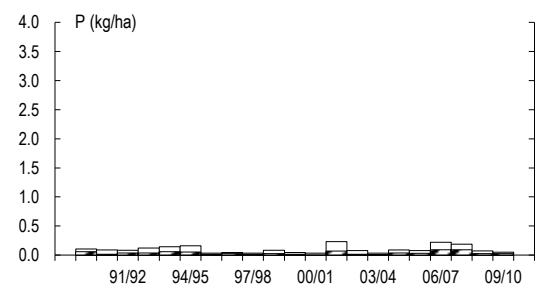
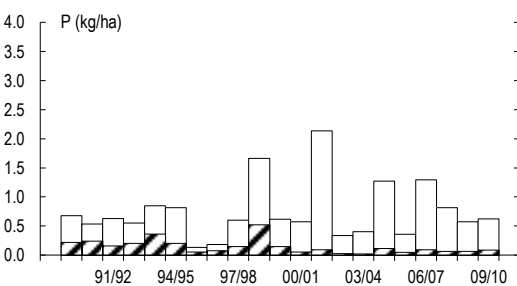
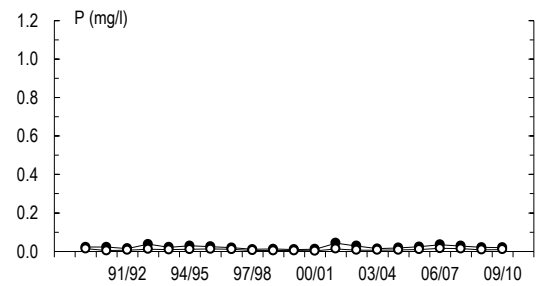
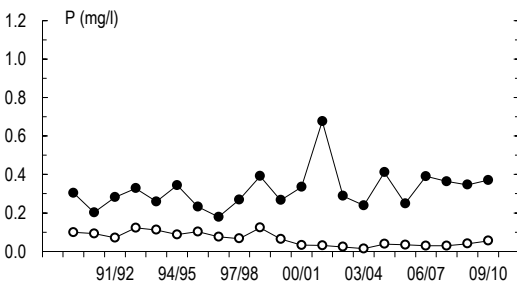
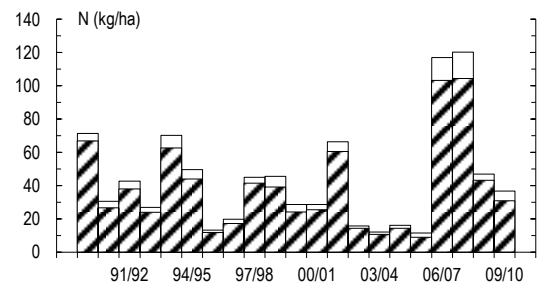
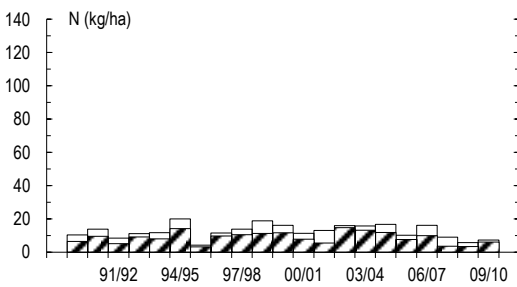
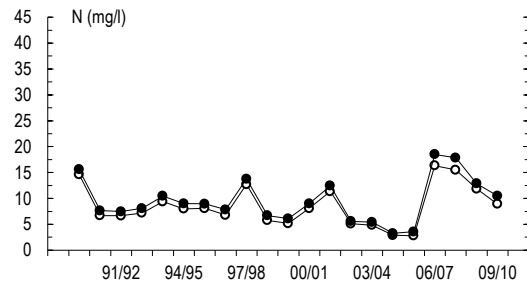
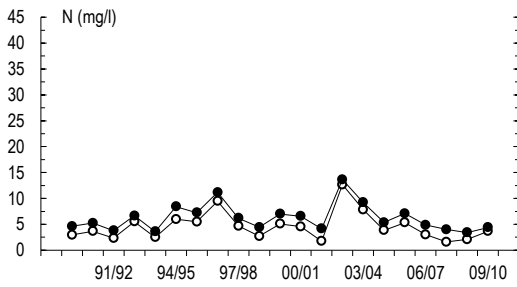
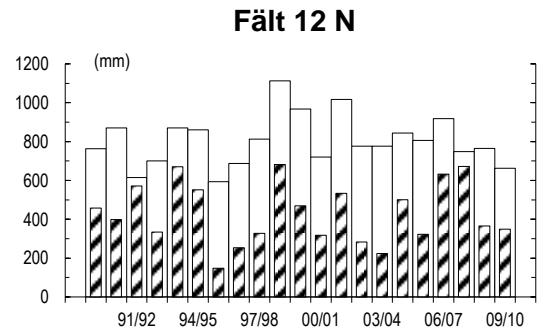
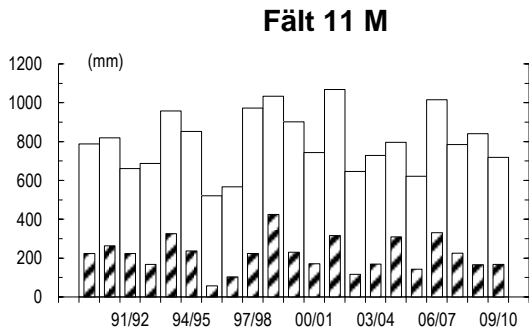
**Tabell 5.** Aritmetiska årsmedelhalter (mg/l) 2009/2010 i grundvattnet. Medelvärden 1998/1999-2008/2009 för nitratkväve och pH

Lokal	Nr : djup (m)	2009/2010							Medelvärde 1998/99-2008/09				
		Årsmedelhalter (mg/l)							pH	Kond mS/m	Alk mmol/l	NO <sub>3</sub> -N	pH
		NO <sub>3</sub> -N	K	Na	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub> -S					
2 M	3 : 2,9	0.7	2	39	12	162	59	15	7.8	92	6.9	0.4	7.4
	3 : 5,6	0.2	<1	32	9	152	47	15	7.7	81	6.5	0.1	7.5
11 M	1 : 3,6	0.3	15	133	32	41	16	5	8.1	87	9.0	0.3	7.8
	1 : 5,8	0.1	11	86	33	65	14	10	7.9	79	7.6	0.1	7.7
12 N	2 : 1,7	3.6	4	26	6	27	24	19	6.9	37	1.2	2.5	6.8
	2 : 2,2	0.4	6	67	10	63	43	19	7.6	64	3.9	1.7	7.5
	2 : 5,5	0.4	16	482	28	25	346	32	7.9	226	10.8	0.4	7.8
4 O	1 : 2,0	1.0	2	37	14	15	3	12	7.0	31	2.1	1.6	6.9
	1 : 4,0	3.2	2	35	12	15	7	12	7.1	31	1.8	3.8	6.9
	2 : 2,0	7.8	<1	45	21	22	13	8	7.0	44	2.9	8.9	6.9
	2 : 3,6	7.3	1	44	20	24	14	8	7.1	45	3.0	7.8	7.1
5 O	1 : 2,0	5.0	2	26	17	16	9	5	7.2	31	2.1	4.6	7.1
	1 : 4,0	0.1	11	62	33	31	19	<1	7.4	61	6.2	<0.1	7.2
6 E	1 : 2,2	0.7	1	15	16	102	12	18	7.7	59	5.0	3.6	7.6
	1 : 4,0	<0.1	2	43	24	106	14	23	7.7	75	6.5	0.2	7.6
	2 : 2,0	0.2	4	8	5	41	8	10	7.2	31	2.3	2.9	7.2
	2 : 4,0	0.2	3	23	11	81	14	7	7.9	56	5.2	0.5	7.7
7 E	2 : 2,5	<0.1	6	13	30	95	10	16	8.0	66	6.1	<0.1	7.9
	2 : 4,0	<0.1	6	13	30	95	11	17	8.0	66	6.3	<0.1	7.9
1 D	1 : 2,0*	<0.1	<1	10	7	12	13	7	6.6	17	0.6	<0.1	6.5
	2 : 2,2	<0.1	2	32	27	40	3	7	7.6	47	4.5	<0.1	7.5
	2 : 3,5	<0.1	4	30	25	41	4	10	7.8	46	4.1	<0.1	7.8
	2 : 4,1	0.4	8	17	19	46	7	9	7.6	41	3.4	1.3	7.6
	3 : 3,6	0.5	11	20	25	59	8	10	7.5	52	4.6	0.8	7.5
16 Z	1 : 1,8	0.1	2	15	18	175	2	35	7.7	82	6.6	0.2	7.5

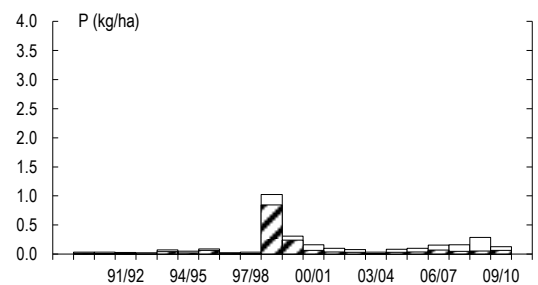
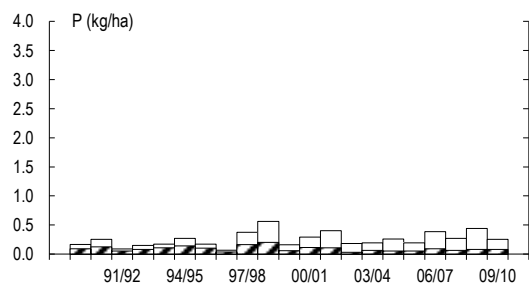
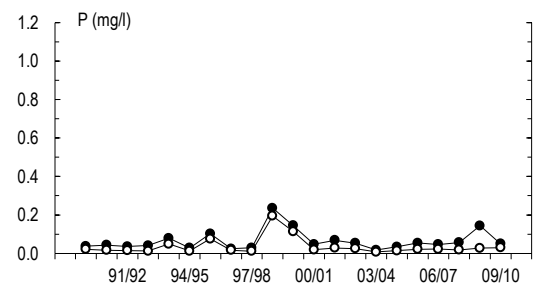
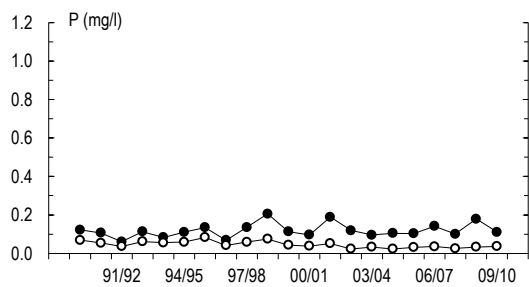
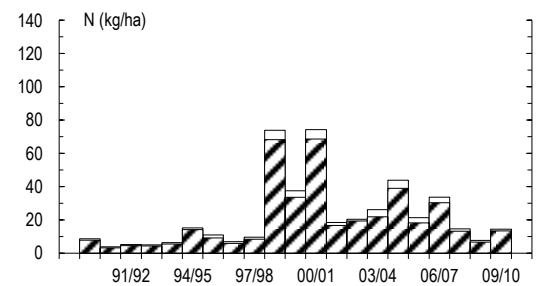
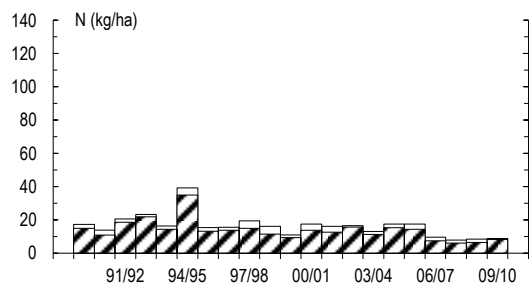
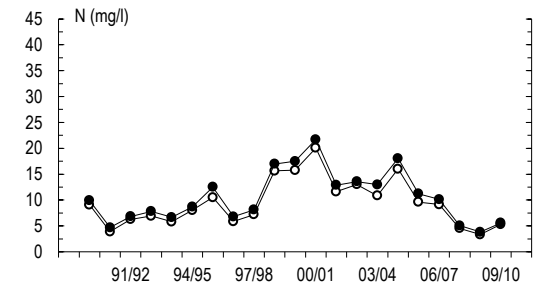
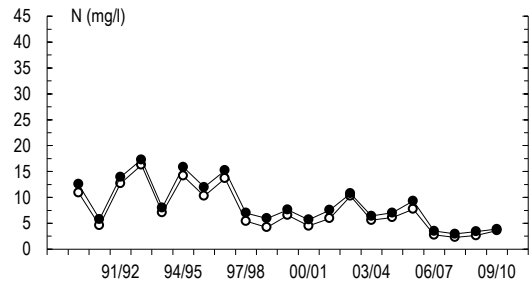
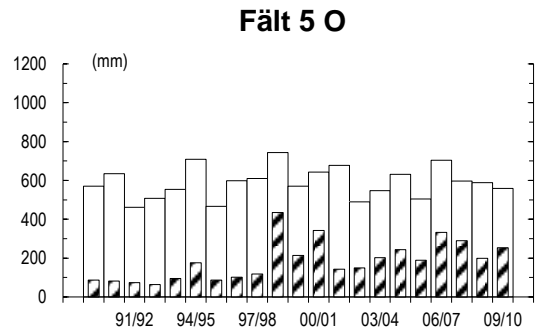
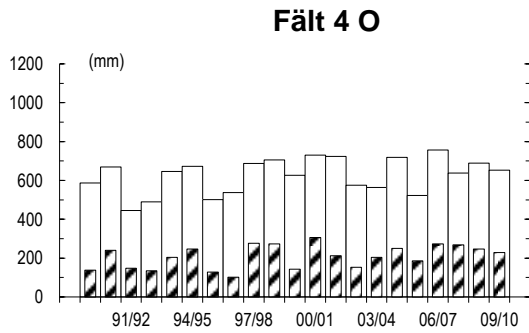
\*Lokalen belägen i skogen uppströms fältet.



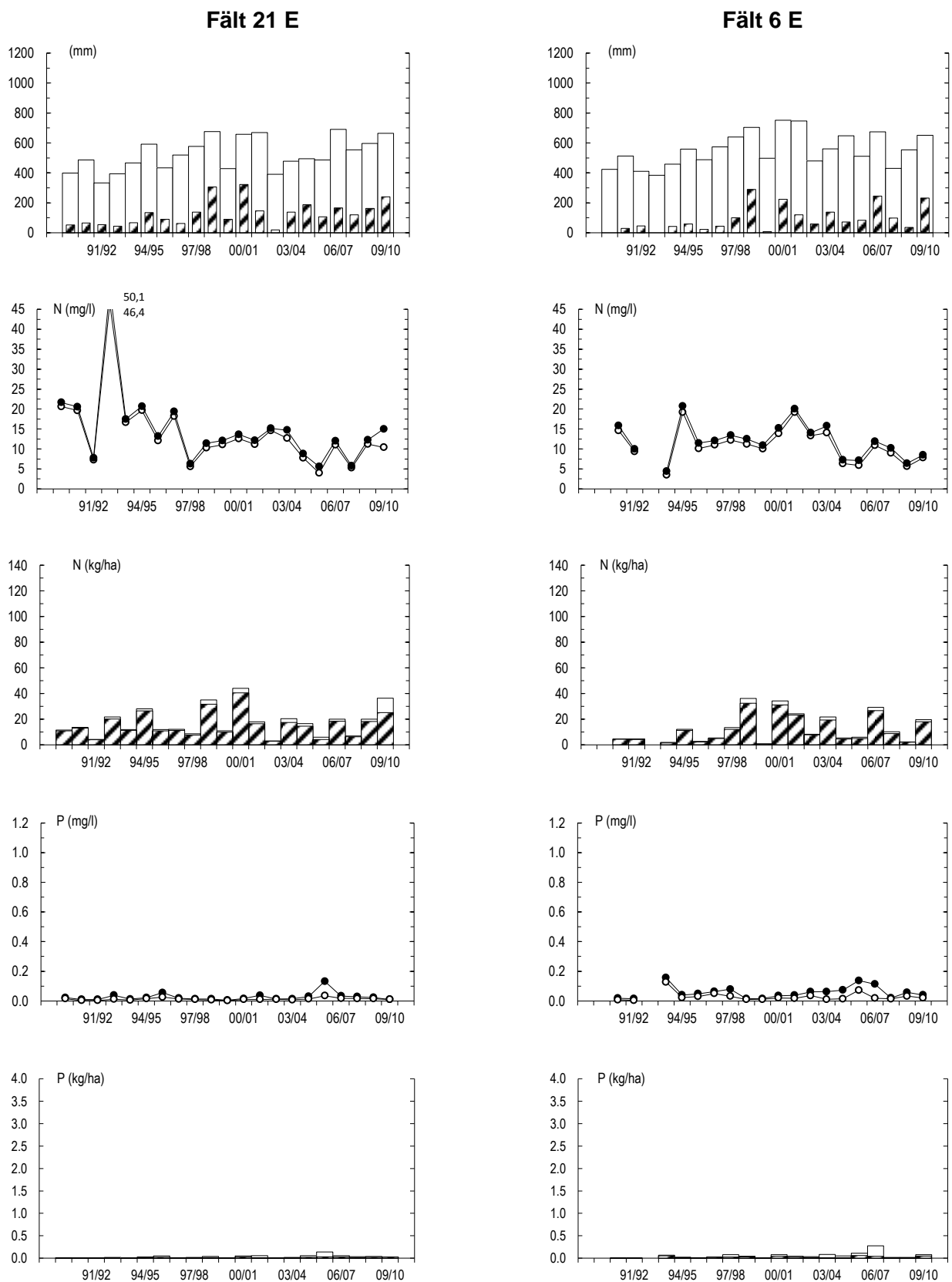
**Figur 3.** Fält 2 M och fält 3 M i Skåne län. Nederbörd (hel stapel) och avrinning (streckad). Halt av totalkväve (●) och nitratkväve (○). Transport av totalkväve (hel stapel) och nitratkväve (streckad). Halt av totalfosfor (●) och fosfatfosfor (○). Transport av totalfosfor (hel stapel) och fosfatfosfor (streckad).



**Figur 4.** Fält 11 M och fält 12 N i Skåne resp. Hallands län. Nederbörd (hel stapel) och avrinning (streckad). Halt av totalkväve (●) och nitratkväve (○). Transport av totalkväve (hel stapel) och nitratkväve (streckad). Halt av totalfosfor (●) och fosfatfosfor (○). Transport av totalfosfor (hel stapel) och fosfatfosfor (streckad).

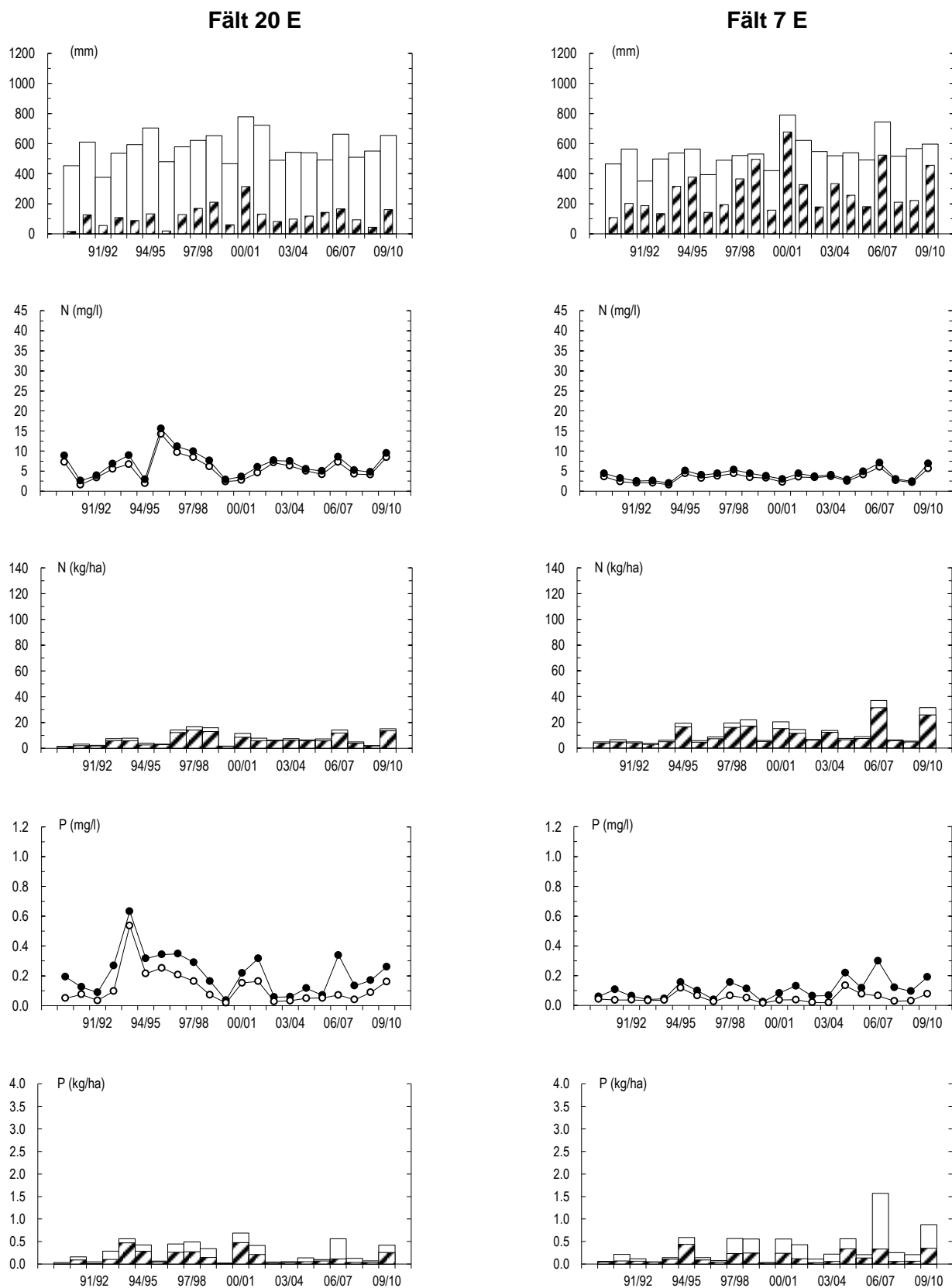


**Figur 5.** Fält 4 O och fält 5 O i Västra Götalands län. Nederbörd (hel stapel) och avrinning (streckad). Halt av totalkväve (●) och nitratkväve (○). Transport av totalkväve (hel stapel) och nitratkväve (streckad). Halt av totalfosfor (●) och fosfatfosfor (○). Transport av totalfosfor (hel stapel) och fosfatfosfor (streckad).

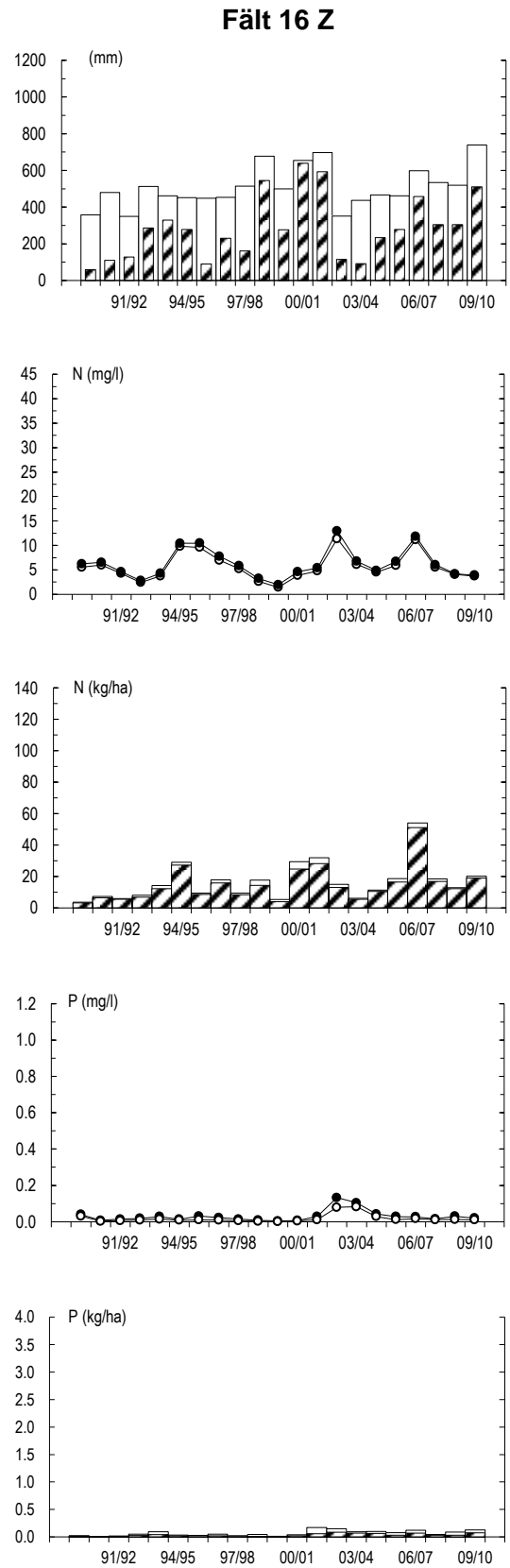
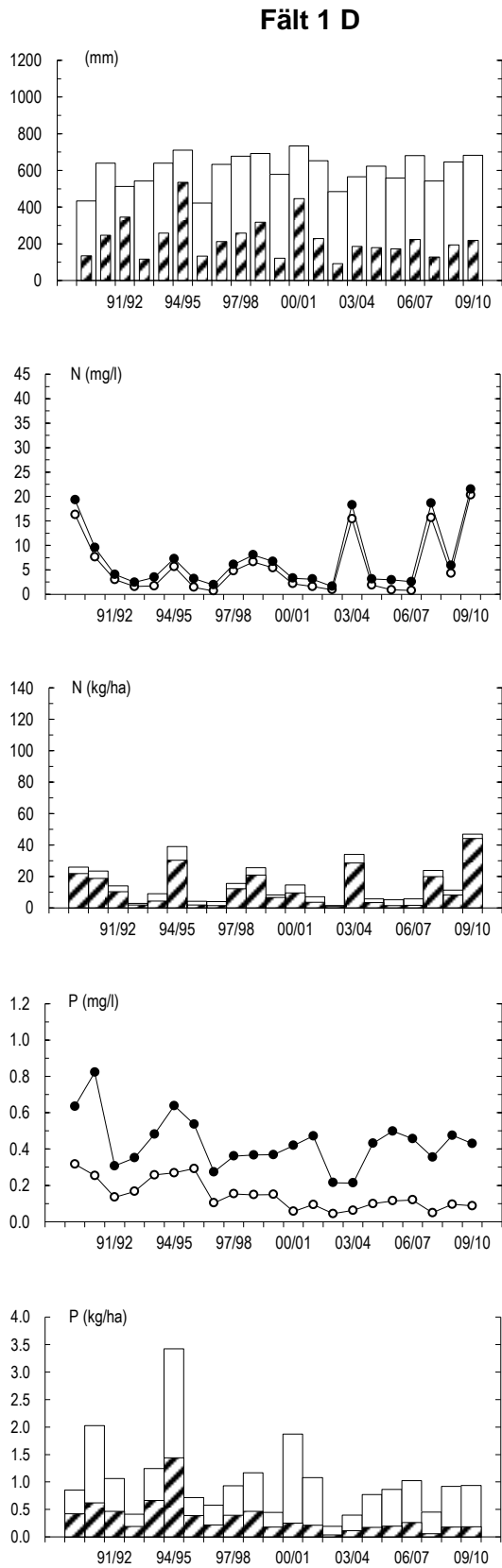


**Figur 6.** Fält 21 E och fält 6 E i Östergötlands län. Nederbörd (hel stapel) och avrinning (streckad). Halt av totalkväve (●) och nitratkväve (○). Transport av totalkväve (hel stapel) och nitratkväve (streckad). Halt av totalfosfor (●) och fosfatfosfor (○). Transport av totalfosfor (hel stapel) och fosfatfosfor (streckad).



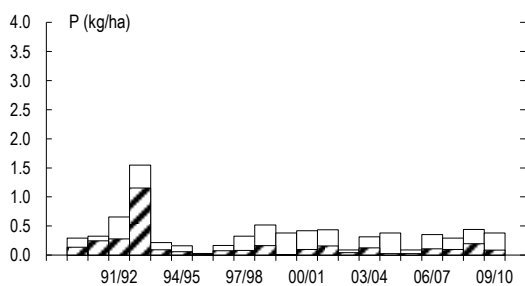
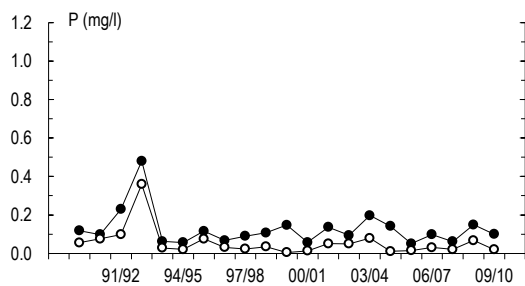
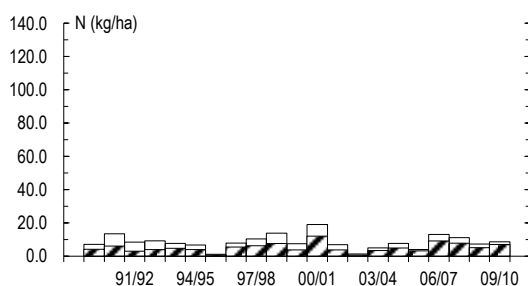
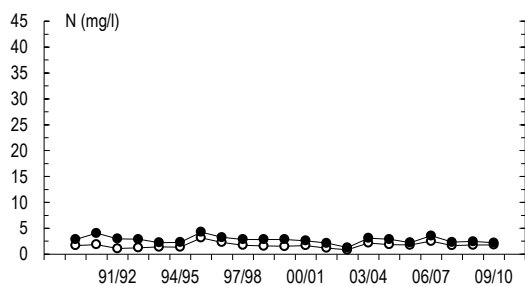
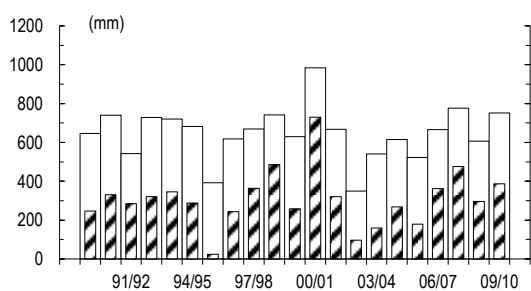


**Figur 7.** Fält 20 E och fält 7 E i Östergötlands län. Nederbörd (hel stapel) och avrinning (streckad). Halt av totalkväve (●) och nitratkväve (○). Transport av totalkväve (hel stapel) och nitratkväve (streckad). Halt av totalfosfor (●) och fosfatfosfor (○). Transport av totalfosfor (hel stapel) och fosfatfosfor (streckad).



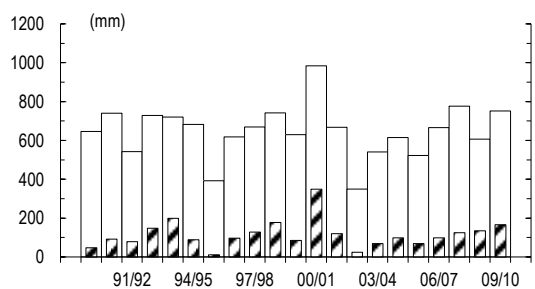
**Figur 8.** Fält 1 D och fält 16 Z i Södermanlands resp. Jämtlands län. Nederbörd (hel stapel) och avrinning (streckad). Halt av totalkväve (●) och nitratkväve (○). Transport av totalkväve (hel stapel) och nitratkväve (streckad). Halt av totalfosfor (●) och fosfatfosfor (○). Transport av totalfosfor (hel stapel) och fosfatfosfor (streckad).

### Fält 14 AC (Dränerings- + ytavrinning)

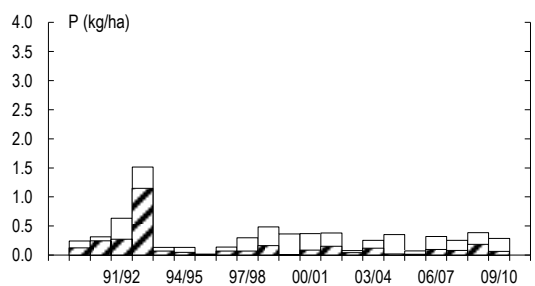
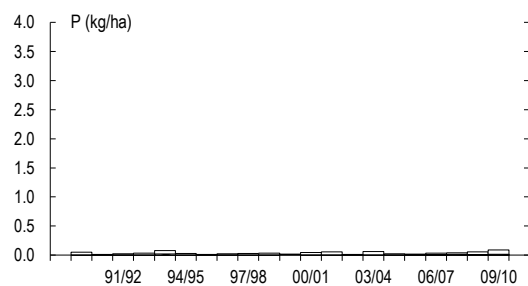
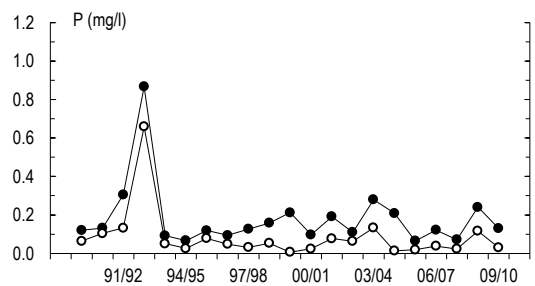
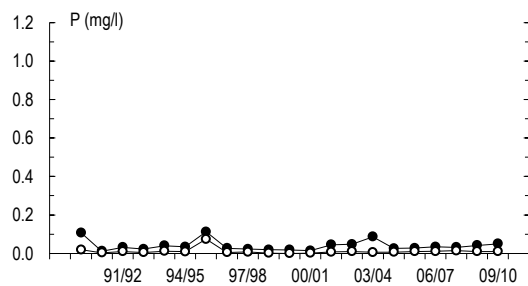
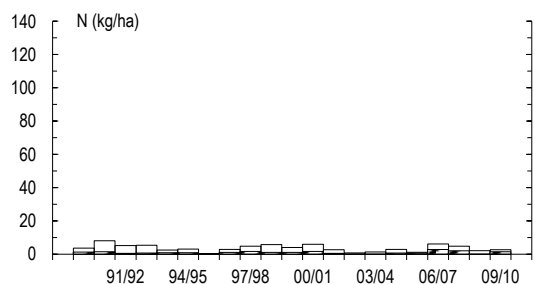
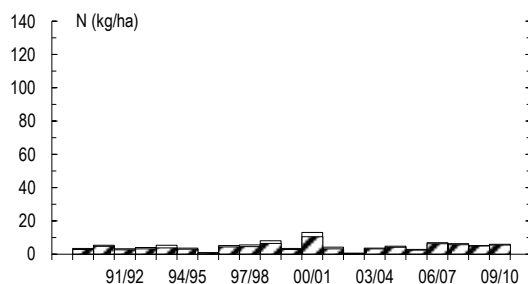
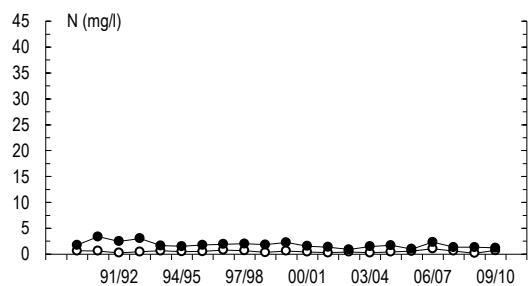
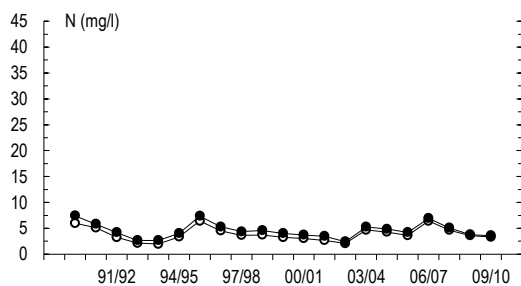
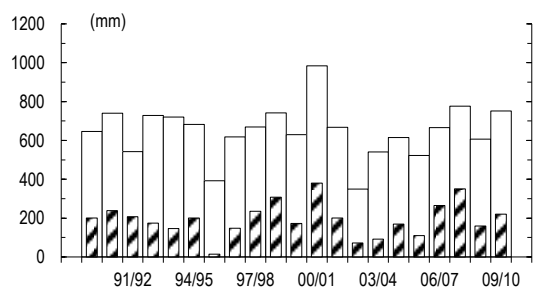


**Figur 9.** Fält 14 AC i Västerbottens län (Sammanlaggen dränerings- och ytavrinning). Nederbörd (hel stapel) och avrinning (streckad). Halt av totalkväve (●) och nitratkväve (○). Transport av totalkväve (hel stapel) och nitratkväve (streckad). Halt av totalfosfor (●) och fosfatfosfor (○). Transport av totalfosfor (hel stapel) och fosfatfosfor (streckad).

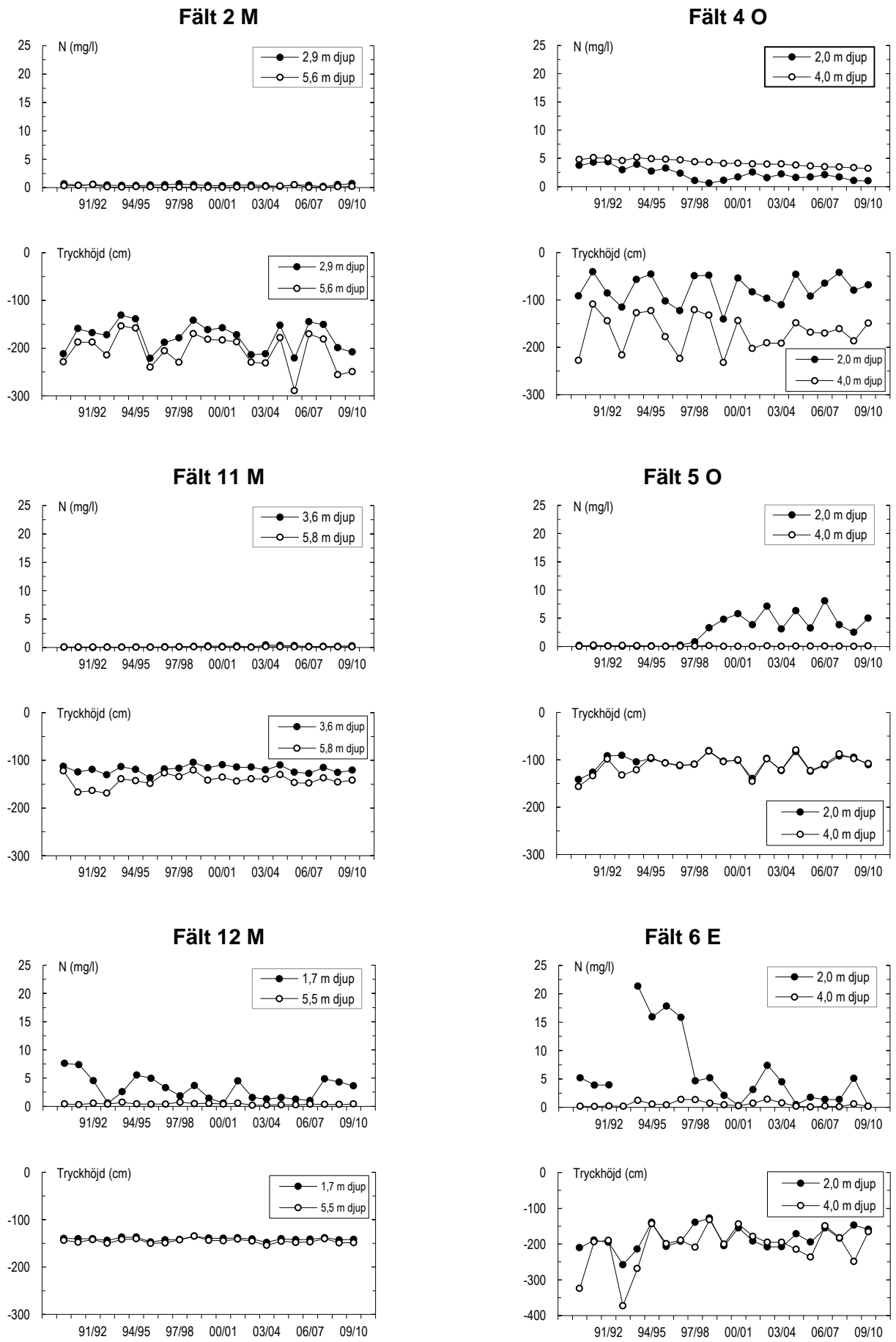
**Fält 14 AC Dräneringsvatten**



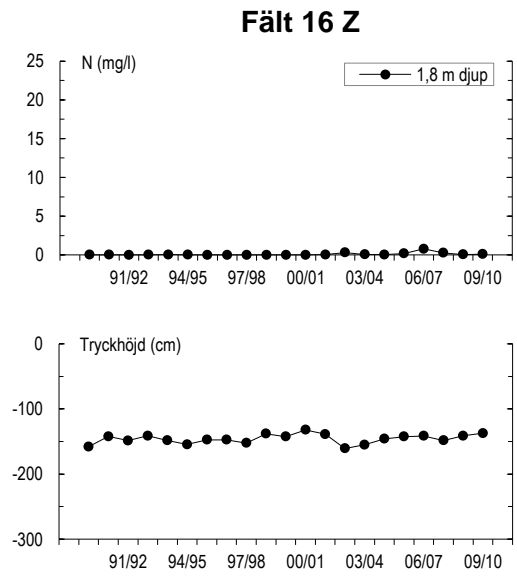
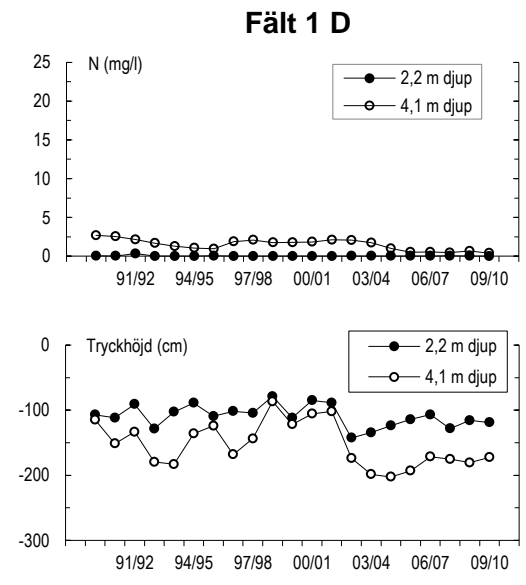
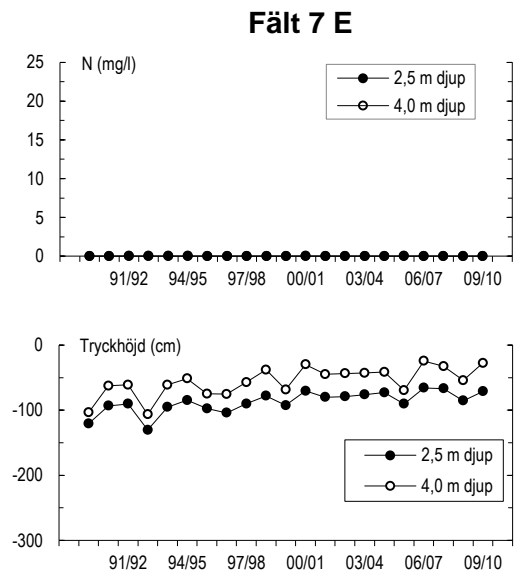
**Fält 14 AC Ytvatten**



**Figur 10.** Jämförelse mellan dränerings- och ytvatten på fält 14 AC, i Västerbottens län. Nederbörd (hel stapel) och avrinning (streckad). Halt av totalkväve (●) och nitratkväve (○). Transport av totalkväve (hel stapel) och nitratkväve (streckad). Halt av totalfosfor (●) och fosfatfosfor (○). Transport av totalfosfor (hel stapel) och fosfatfosfor (streckad).



Figur 11. Nitratkväve i grundvatten samt grundvattnets tryck på olika djup.



**Figur 12.** Nitratkväve i grundvatten samt grundvattnets tryck på olika djup.

## Resultat från parallell provtagning av dräneringsvatten med momentan resp. flödesproportionell metod 2009/2010

### *Flödesproportionell provtagning*

Loggerbaserad flödesregistrering och automatisk flödesproportionell vattenprovtagning har under hela det agrohydrologiska året 2009/2010 varit i drift på 6 fält. På ytterligare 2 fält, 16Z och 14AC (yt- och dräneringsvatten), pågår parallell provtagning sedan juli 2010. På de 6 fält där parallell provtagning pågått under 2009/2010 kommer den momentana vattenprovtagningen att avslutas 1 juli 2011. Hur länge de två senare fälten ska provtas parallellt är inte bestämt, utan får vara beroende av vad resultaten visar och om extra medel för dessa analyser ställs till förfogande. Provtagningen kommer dock pågå minst t.o.m. juni 2011, dvs ett agrohydrologiskt år, vilket måste ses som ett absolut minimum för att få en rimlig övergång mellan metoderna.

Registreringen av vattenståndet sker med hjälp av en displacementkropp (ø ca 9 cm) som hänger i en lastcell. Då vattennivån ändrar sig omkring displacementkroppen ändras belastningen på lastcellen (Arkimedes princip) vilket registreras av loggern och översätts till mm vattenstånd över V-spetsen. Mätmetoden har en upplösning och noggrannhet som väl motsvarar vad som under idealiska förhållanden kan uppnås med en skrivande pegel och efterföljande avläsning på digitaliseringsbord.

Loggern beräknar aktuellt flöde (liter/sek) 2 gånger per minut och avrunnen vattenvolym ackumuleras (räknas upp) 1 gång per sekund. När en förinställd vattenvolym, motsvarande ca 0,1 mm avrinning, har passerat mätpunkten aktiveras en provtagningsrutin som via en peristaltisk pump suger upp ett delprov på ca 15 ml. Samtidigt startas ackumuleringscykeln om på nytt.

Delproven samlas i en glasflaska (10 liter) som kommer att innehålla ett samlingsprov vars halter av olika ämnen tämligen väl får anses motsvara det under provsamlings tiden avrunna vattnets halter. Samlingsprovet vittjas normalt en gång var annan vecka varvid provtagaren efter noggrann omblandning tar ut ett delprov (3 x 100 ml) för analys. Därefter töms glasflaskan. Den flödesstyrda provtagningsmetoden medför dock att mängden vatten i glasflaskan kommer att variera med avrinningens storlek, vilken vid låga flöden innebär att samlingsprovets volym inte räcker till för alla analyser varför en prioritering har fått lov att göras.

Analyserna har omfattat, i prioritetsordning: fosfor (total-, filtrerad fosfat och partikulär), totalkväve, nitrat+nitritkväve, ammoniumkväve, organiskt kol, suspenderat material, pH, konduktivitet, alkalinitet, kalium, natrium, magnesium, kalcium, klorid och sulfatsvavel. Vattenanalyserna utförs vid institutionen för Mark och miljö vid SLU, dit proven når inom ett dygn.

### *Beräkningar*

Vid momentan provtagning (var 14:e dag) har att dygnskoncentrationer interpolerats fram linjärt för tiden mellan provtagningarna. Dygnskoncentrationerna har sedan multiplicerats med dygnsavrinningarna för att beräkna dygnstransporter. Vid flödesproportionell provtagning har de uppmätta koncentrationerna vid ett provtagningstillfälle använts för alla dygn mellan föregående provtagning och den aktuella provtagningsdagen. Dygnstransporterna har därefter summerats till år- eller månadstransporter.

### *Ämnestransporter*

En sammanfattande jämförelse av transportererna vid momentan resp. flödesproportionell provtagning av några utvalda ämnen presenteras i tabell 6 och figur 13. Sett på årsbasis har den flödesproportionella metoden generellt givit något högre fosfortransporter både av total- och fosfatfosfor beroende på en bättre täckning av varierande fosforhalter, vilka ofta är kopplade till varierande flödesintensitet (figur 14-15).

Kvävetransporten uppvisar inte något liknade generellt mönster utan kan bli såväl något lägre som något högre vid flödesproportionell provtagning jämfört med den momentana provtagningen. Två undantag är fälten 7E och 20E det senaste året där den flödesproportionella kvävetransporten är märkbart högre. Dräneringsvattnet på båda dessa fält har under längre eller kortare tider tydliga inslag av grundvatten med lägre kvävehalter (även andra ämnen varierar tydligt). Vid den momentana provtagningen, var 14:e dag, är sannolikheten mycket låg att man ska få rätt förhållande mellan prov tagna på "riktigt" dräneringsvatten och vatten som domineras av upptryckande grundvatten vid snabba och kortvariga avrinningsvariationer (figur 14 och 15).

**Tabell 6.** Beräknade årstransporter (kg/ha) baserade på momentan respektive flödesproportionell provtagning

År	Fält	Avrin-ning	Tot_N		NO3_N		Tot_P		PO4_Pf		TOC	
			Mom	Fprop	Mom	Fprop	Mom	Fprop	Mom	Fprop	Mom	Fprop
2008/2009	20E	44	2.1	2.4	1.8	2.0	0.07	0.09	0.04	0.05	4	4
2009/2010	2M	172	15.2	14.2	13.8	13.0	0.13	0.14	0.05	0.06	20	22
	11M	168	7.3	7.5	6.1	6.4	0.62	0.72	0.09	0.17	12	13
	4O	228	8.8	8.5	8.2	7.9	0.25	0.37	0.08	0.1	15	17
	20E	161	15.2	20.3	13.5	17.9	0.42	0.47	0.26	0.32	19	19
	7E	457	31.4	41.1	25.7	37.7	0.87	1.27	0.35	0.48	24	26
	1D	218	46.9	48.1	44.3	40.5	0.94	1.19	0.19	0.22	17	20

#### pH, alkalinitet och konduktivitet

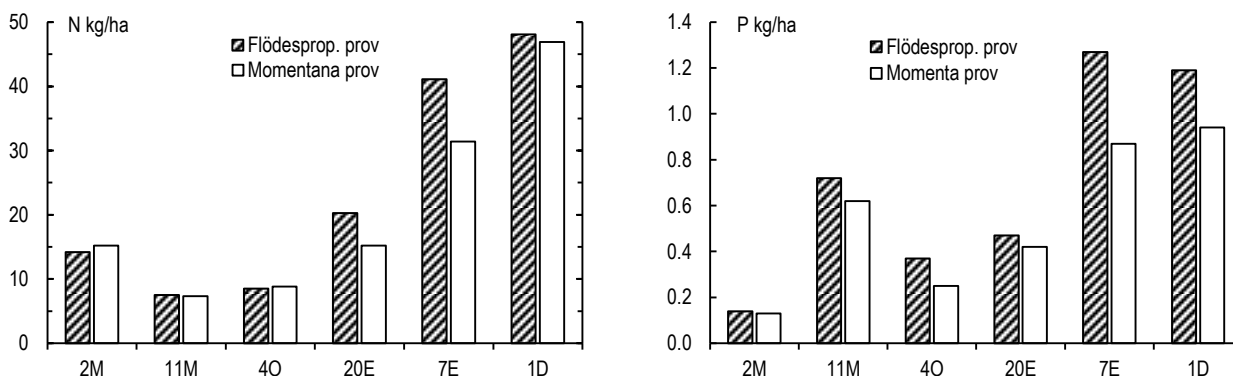
Vid provtagning av bäckvatten på intensivtypområdena har man funnit att lagringen av samlingsprovet (1-14 dagar under samlingsperioden) sannolikt har medfört förändringar av bl.a. pH, alkalinitet och konduktivitet i samlingsprovet jämfört med de momentana proven (Kyllmar, 2009). Man har därför valt att på bäckvattnet även i fortsättningen mäta dessa parametrar på ett momentant vattenprov.

I tabell 7 redovisas en jämförelse av aritmetiska medelvärden på pH, alkalinitet och konduktivitet från de 6 observationsfälten. I flera fall är det svårt att se någon tydlig skillnad som inte skulle kunna vara ett utslag av den högre täckningsgrad som den flödesproportionella provtagningen ger. Dräneringsvattnen förfaller generellt inte vara lika känsliga för lagringen i form av ett samlingsprov. Det finns dock några undantag, fält 2M (en kalkrik moränlera) och de båda fälten i E-län där pH-värdena visar en stigande tendens vilket kan vara en lagringseffekt.

För att slippa eventuella tveksamheter planerar vi att använda samma metod som på intensivtypområdena, d.v.s. fortsätta med ett momentant taget vattenprov för pH, alkalinitet och konduktivitet, när den parallella momentana provtagningen upphör.

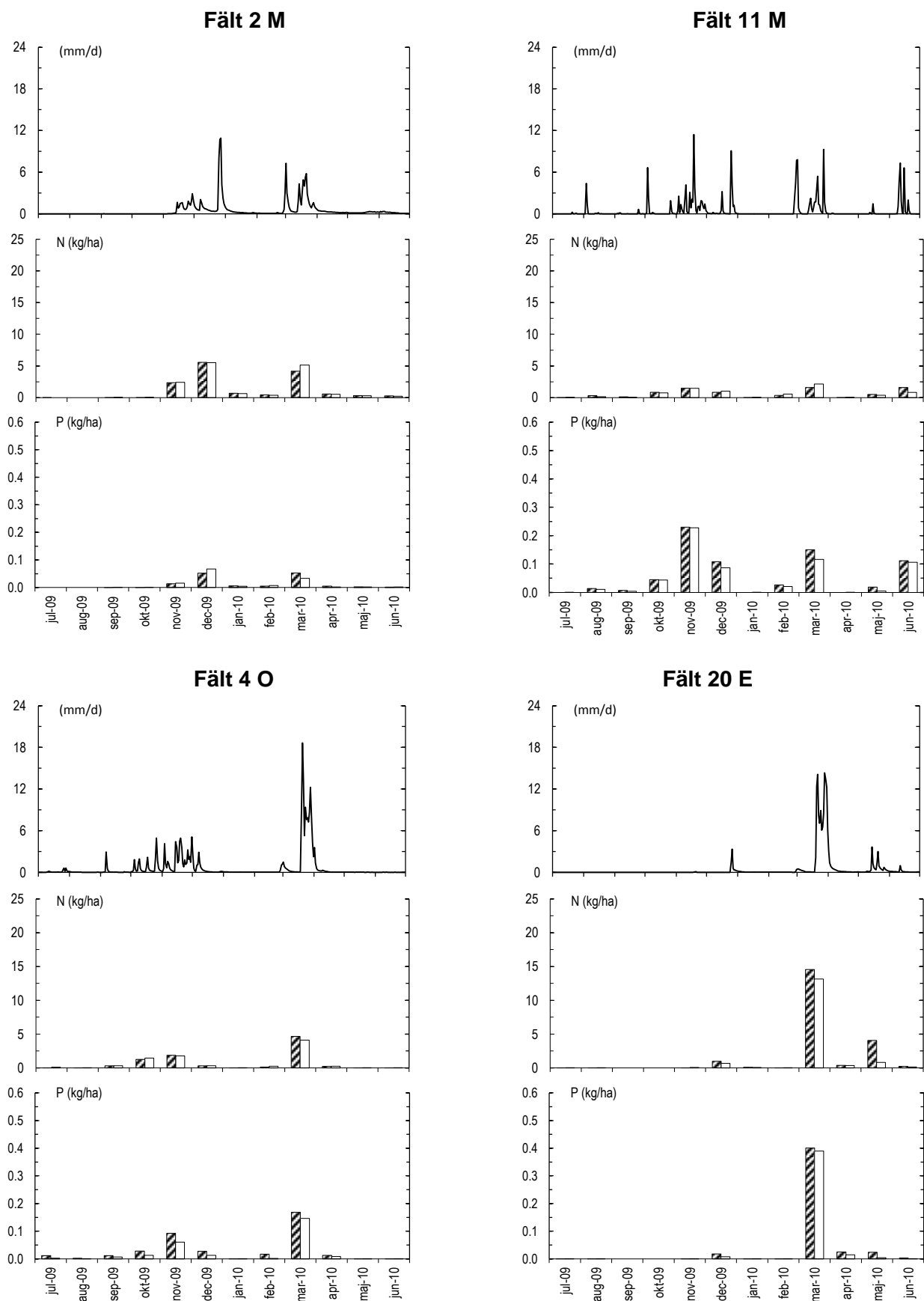
**Tabell 7.** Aritmetiska årsmedelvärden för 2009-2010 av pH, alkalinitet (mmol/l) och konduktivitet (mS/m) i dräneringsvattnet beräknade på momentana respektive flödesproportionella vattenprov

Fält	pH		Alk		Kond	
	Mom	Fprop	Mom	Fprop	Mom	Fprop
2M	7.6	8.0	4.73	4.36	65	60
11M	7.4	7.2	2.69	1.07	36	20
4O	7.1	6.9	1.31	1.08	22	20
20E	7.7	8.1	7.19	5.10	107	81
7E	7.4	7.8	3.98	3.68	53	53
1D	7.1	7.1	1.17	0.59	26	23

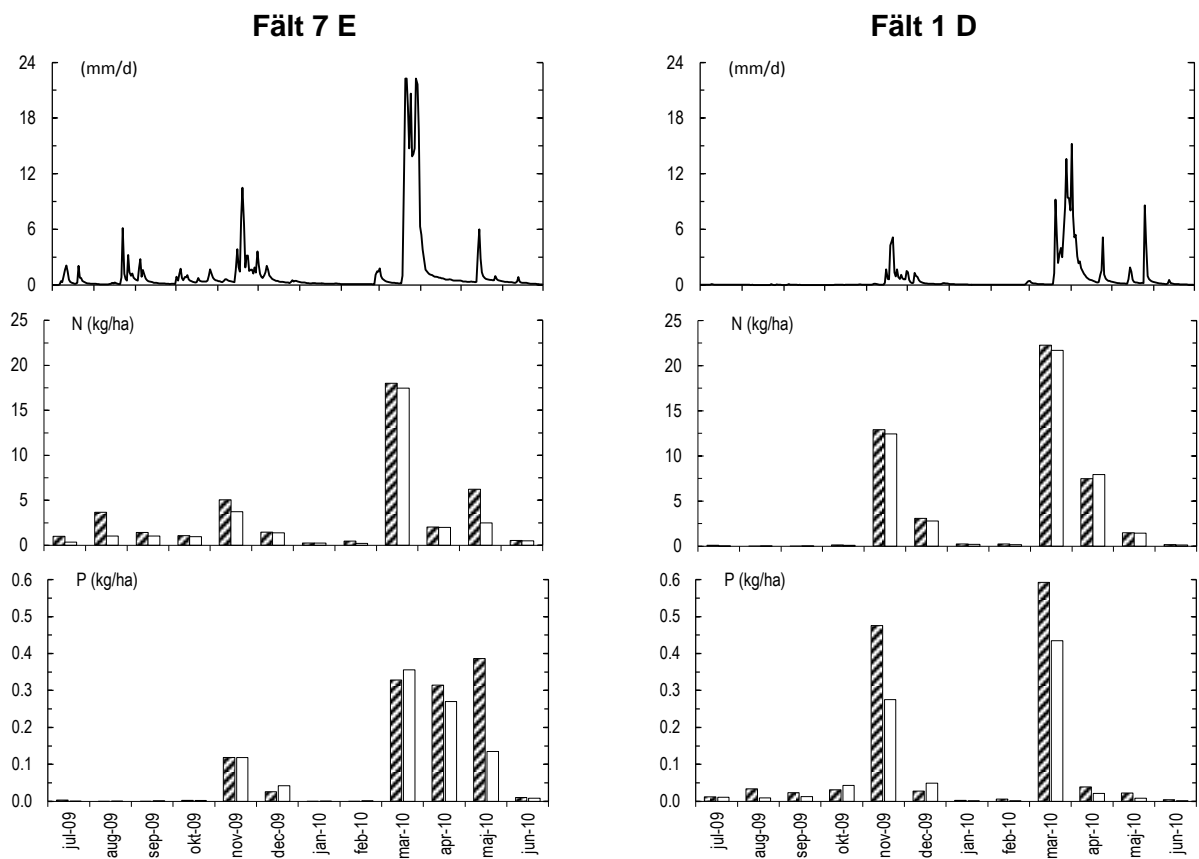


**Figur 13.** Beräknad årstransport av totalkväve och totalfosfor baserad på flödesproportionell vattenprovtagning (streckad stapel) resp. momentan provtagning var 14:e dag (hel stapel).





**Figur 14.** Fälten 2M, 11M, 4O och 20E. Dygnsavrinning. Jämförelse av månadstransporter av totalkväve och totalfosfor baserad på flödesproportionell vattenprovtagning (streckad stapel) resp. momentan provtagning var 14:e dag (hel stapel).



**Figur 15.** Fälten, 7E och 1D. Dygnsavrinning. Jämförelse av månadstransporter av totalkväve och totalfosfor baserad på flödesproportionell vattenprovtagning (streckad stapel) resp. momentan provtagning var 14:e dag (hel stapel).

## Referenser

Anonym, 2010. *Kvalitetsmanual för vattenanalyser*. Institutionen för Mark och miljö, SLU, Uppsala.

HELCOM, 2007. Baltic Sea Action Plan (antagen den 15:e november 2007 i Krakow, Polen).

Jordbruksverket, 2000. Sektorsmål och åtgärdsprogram för reduktion av växtnäringsförluster från jordbruket. *Rapport 2000:1*, 162 pp.

Jordbruksverket, 2003. Statens jordbruksverks föreskrifter om miljöhänsyn i jordbruket. *SJVFS 2003:66*, 22 pp.

Jordbruksverket, 2006. Översyn av känsliga områden enligt nitratdirektivet. *Rapport 2006:5*, 79 pp.

Kyllmar, K. 2009. Transporter av kväve och fosfor i vattendrag - inverkan av metodik vid vattenprovtagning. Teknisk rapport 131, Inst. för Mark och miljö, SLU, Uppsala.

Naturvårdsverket. 2008. Handbok för miljöövervakning. Programområde Jordbruksmark. Miljöövervakningsmetod: Dräneringsvatten på observationsfält.

[www.naturvardsverket.se/upload/02\\_tillstandet\\_i\\_miljon/Miljoovervakning/metod/jordbruk](http://www.naturvardsverket.se/upload/02_tillstandet_i_miljon/Miljoovervakning/metod/jordbruk).

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 7014, 750 07 Uppsala.

Ulén, B. 2005. Fosforförluster från mark till vatten, Identifikation av kritiska källor och möjliga motåtgärder. *Naturvårdsverket Rapport 5507*, ISBN 91-620-5507-0, ISSN 0282-7298, 61 sidor.



---

Distribution:

Pris: 50:- (exkl. moms)

Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU)

Institutionen för Mark och miljö

Box 7014

750 07 Uppsala

Tel: 018 - 67 24 60

Fax: 018 - 67 27 95

[www.slu.se/mark](http://www.slu.se/mark)

---