



Sveriges
lantbruksuniversitet

Gunnar Torstensson och Göran Johansson

Avrinning och växtnäringsförluster från åkermark, agrohydrologiska året 2008/2009

*Årsredovisning för miljöövervakningsprogrammet
Observationsfält på åkermark*

Ekohydrologi 119

Uppsala 2010

Institutionen för Mark och miljö

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

ISRN SLU-VV-EKOHYD-119-SE
ISSN 0347-9307

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
Inledning	3
Material och Metoder	3
<i>Observationsfält med mätstationer</i>	3
<i>Vattenprovtagning och vattenanalyser</i>	4
<i>Beräkningar</i>	5
Resultat och Diskussion	5
<i>Grödor, stallgödsling</i>	7
<i>Nederbörd, avrinning och temperatur</i>	7
<i>Vattenkvalitet och transporter med dräneringsvatten</i>	7
<i>Inomårsvariationer av kväve- och fosforhalter i dräneringsvattnet</i>	9
<i>Grundvatten</i>	11
Referenser	22

Sammanfattning

Inom programmet Observationsfält på åkermark undersöks avrinning, växtnäringsutlakning 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 2008/2009.

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 2008/2009 var årsnederbörden större än normalt i de flesta områden. Augusti var den nederbördsrikaste månaden och april den torraste månaden i de flesta områden. Trots den rikliga årsnederbörden blev årsavrinningen i de flesta lägre än normalt, beroende på att den extra nederbörden föll under årstider med hög avdunstning. På de flesta håll var avrinningen störst under senhösten.

Relativt låga kvävehalter i kombination med måttlig avrinning gjorde att kvävetransporterna i de flesta fall var mindre än flerårsmedelvärdet. På fälten i O, D och AC län var fosforhalterna något högre än normalt, vilket också ledde till högre fosfortransport. På övriga fält var fosfortransporten lägre än eller jämförbar med flerårsmedelvärdena.

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 växtnäringsförluster 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. Projektet finansieras av Naturvårdsverket.

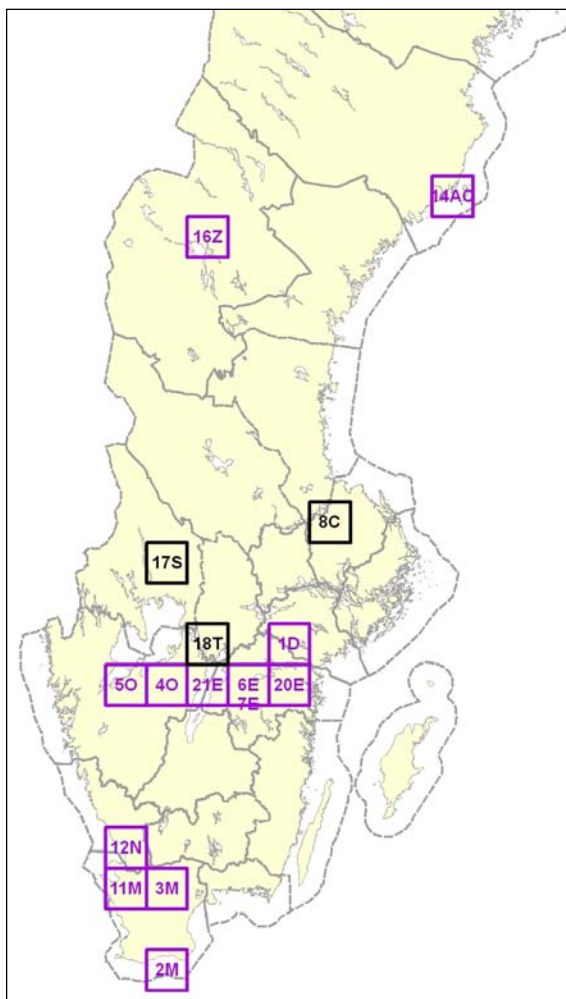
Inom programmet Observationsfält på åkermark undersöks avrinning, växtnäringsutlakning och odlingsåtgärder på ett antal fält som ingår i lantbrukarens normala drift, med syftet att öka kunskapen om hur kvaliteten i det avrinnande vattnet kan variera med odling och klimat. Programmet omfattar 13 fält 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 2008/2009 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* (%)			Drifts- inriktning	Normal- nederbörd (mm)
	Djup (cm)				
	0-20	20-60	60-90		
2 M	14	16	13	Växtodling	650
3 M	5	4	4	Nöt	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 som planerat. Det är bara en station, 14 AC, som har separat mätning av yt- och dräneringsvatten. Om ytavrinnande 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 2008/09 inträffade bara ett fåtal störningar av detta slag, alla med mindre än 10 timmars varaktighet.

Vattenprovtagning och vattenanalyser

Dräneringsvatten

Dräneringsvattnet provtas manuellt, som regel varannan vecka då flöde finns. Under högflöden förekommer i vissa fall en förtätad provtagningsfrekvens. Alla analyser utförs vid institutionen för Mark och miljö vid SLU, dit proven når inom ett dygn. Analyserna omfattar pH, konduktivitet, alkalinitet, filtrerad fosfor, 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 2008 samt grödförhållanden på observationsfälten under vintern 2008/09

Fält	Gröda 2008	Vintern 08/09	Stallgödseltillförsel, slag/tidpunkt
2 M	Höstraps	Höstvete	
3 M	Majs	obearbetad majsstubb	Fast + nötflyt/vår
11 M	Höstvete/ Vall/Höstvete/Träda	Höstvete/Vall/Plöjd/Träda	Nötflyt/vår/sommar/höst (olika delar)
12 N	Höstvete	Rågvete	Nötflyt/vår
4 O	Malkorn/Träda	Kornstubb/Höstvete/Träda	Nötflyt/vår
5 O	Höstvete	Höstraps	
21 E	Höstvete	Höstvete	
6 E	Höstvete	Höstvete	
20 E	Höstvete	Höstvete	Svinflyt/vår
7 E	Höstvete/Höstvete	Höstvete/Plöjd	Djupströ/ tidig höst?
1 D	Höstvete	Plöjd	
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.

Analys

Analyserna har utförts av vattenlaboratorium vid SLU, Institutionen för Mark och miljö och utförs enligt Handboken för miljöövervakning (Naturvårdsverket, 2002). Tillämpade analysmetoder finns beskrivna i laboratoriets kvalitetsmanual (Anonym, 2009).

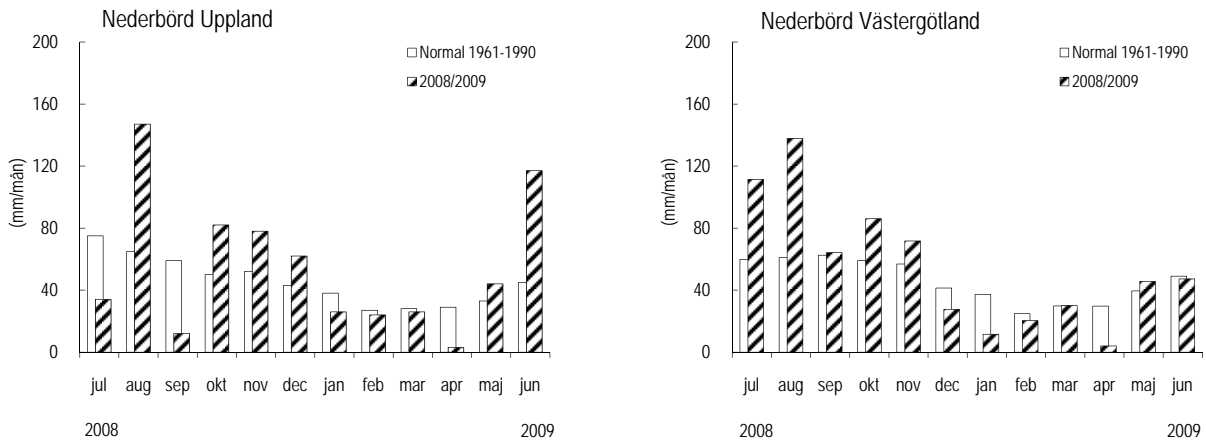
Beräkningar

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 slutligen har beräknats genom att medelvärdet av årstransporten dividerats med medelvärdet av årsavrinningen för hela perioden.

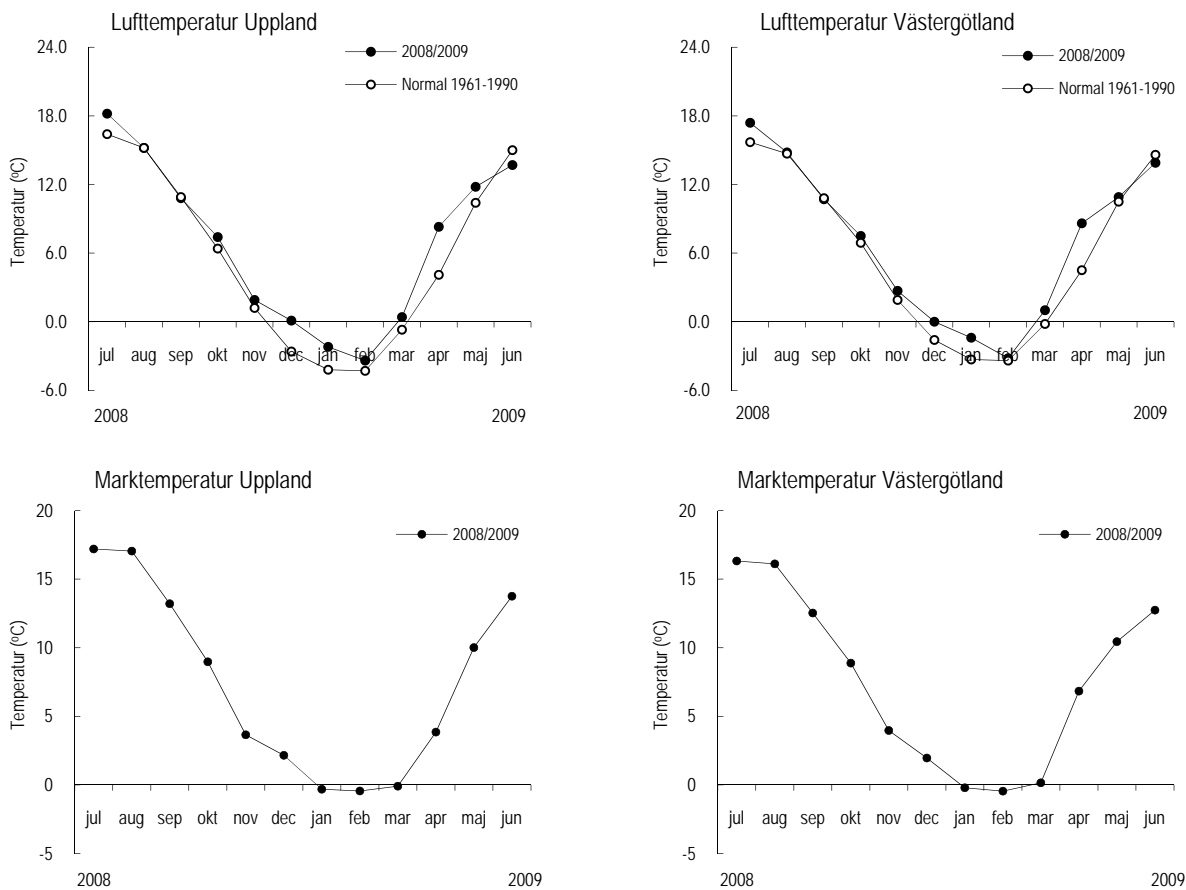
De variabler som inte har transportberäknats (pH, alkalinitet och konduktivitet), redovisas som aritmetiska medelhalter, d.v.s. medelvärden av de analyserade värdena. Flerårsmedelvärden (1997/1998-2007/2008) av halter redovisas som aritmetiska medelvärden av de beräknade årsmedelvärdena. Årsvärden avser agrohydrologiska år (1 juli – 30 juni).

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

Beräkningsperioden för flerårsmedelvärden har i denna rapport ändrats jämfört med tidigare rapporter. Jämförelseperioden bakåt i tiden har begränsats till 11 år (1997/98 – 2007/08 i detta fall), vilket motsvarar 2-3 växtföljdsomlopp i de flesta odlingsystem. Syftet är att flerårsmedelvärdena skall kunna ses mera som "normalvärden" för den nu aktuella odlingsmetoden (aktuella skörde- och gödslingnivåer mm).



Figur 2. Månadsnederbörd (mm) 2008/2009 samt normalnederbörd 1961-90 för Uppland (Uppsala) och Västergötland (Hällum).



Figur 3. Lufttemperatur som månadsmedelvärden (°C) 2008/2009 och normaltemperatur 1961-90 för Uppland (Uppsala) och Västergötland (Skara); marktemperatur (°C) på 20 cm djup som månadsmedelvärden i lerjord i Uppland (Ultuna) och i styv lerjord i Västergötland (Lanna) 2008/2009.

Resultat och Diskussion

Grödor, stallgödsling

Stråsäd (höstvetete) var den dominerande grödformen på observationsfälten (tabell 2). Fodermajs odlades på ett av fälten i Skåne. Vall odlades helt på bara ett fält. Oljevaxter förekom under 2008 endast på ett fält. Flerårig bevuxen träda förekom på två av fälten.

Vintern 2008/2009 var flertalet fält helt eller delvis bevuxna med höstsäd eller vall (tabell 2). Flerårig odling av vall dämpar normalt kväveläckaget effektivt. 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 sju av fälten spreds stallgödsel helt eller delvis under året 08/09. Flytgödsel tillfördes i växande gröda (sex fall), före vårsådd (ett fall) och före höstsådd (ett fall). På ett fält spreds djupströgödsel före höstvetesådd.

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 och 3. Tidsserier av årsvärdena för nederbörd och avrinning redovisas i figur 5-12.

Nederbörden var över den normala vid fem av observationsfälten, övriga hade nära eller något under normal årsnederbörd för regionen. Trots detta var årsavrinningen mellan 50 och 100 mm lägre än normal på nio av fälten, på övriga fält var avrinningen nära den normala. De största avvikelserna vad gäller avrinningen noterades i Skåne, Halland och Östergötland. 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 högre än normalt i både östra och västra Sverige under vintermånaderna, men också i juli och april. Jordtemperaturen understeg noll i både Västergötland och Uppland under januari och februari (figur 3).

Vattenkvalitet och transporter med dräneringsvatten

Flödesvägda årsmedelhalter av analyserade ämnen redovisas i tabell 3. Totala årstransporter av kväve och fosfor under 2008/2009 från respektive fält redovisas i tabell 4. Flerårsmedeltal av halter och transporter av kväve och fosfor redovisas i figur 5-12.

Kväve

De flödesvägda årsmedelhalterna av kväve låg, med undantag för fält 21 E, under flerårsmedelvärdet (tabell 3, figur 5-12). Det stora inslaget av höstvetete under år 2008 och den höga andelen vinterbevuxen mark vintern 2008/2009 kan vara bidragande förklaringar till de låga kvävehalterna. Höstvetetet utnyttjar i allmänhet kvävet i marken tämligen väl under skördeåret och ger som regel lägre kväveutlakning under efterföljande vinter än andra stråsädesgrödor. På fälten 5 O och 6 E låg kvävehalterna på ungefär hälften av respektive flerårsmedeltal. Delade, och därmed behovsanpassade, kvävegivor till höstvetetet är nog den huvudsakliga förklaringen. Vid fält 5 O följdes dessutom höstvetetet av höstraps, som under bra betingelser är en ännu effektivare höstväxande gröda än höstvetete.

Tabell 3. Flödesvägda årsmedelhalter (mg/l) samt aritmetiska medelvärden 2008/2009 i dräneringsvattnet för respektive observationsfält. Medelhalter 1997/1998-2007/2008 för totalkväve och totalfosfor

Fält	2008/2009								Medelvärde 1997/98-2007/08					
	Flödesvägda årsmedelhalter (mg/l)								Aritm. medelv.			Tot-N		Tot-P
	Tot-N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Tot-P	PO ₄ -P	Part-P ¹	Susp mtr/l	TOC	pH	Alk mmol/l	Kond mS/m	Tot-N	Tot-P	
2 M	10,2	8,6	<0,01	0,03	0,02		5	12	7,7	4,90	68,2	12,1	0,06	
3 M	25,1	22,9	<0,01	0,50	0,47		2	14	7,3	3,40	72,5	26,2	0,48	
11 M	3,4	2,1	0,01	0,35	0,04		388	18	7,2	2,69	33,7	5,9	0,38	
12 N	12,9	11,8	<0,01	0,02	<0,01		3	11	6,7	0,91	31,2	10,2	0,02	
4 O	3,4	2,6	0,01	0,18	0,03		88	12	6,9	1,40	20,9	6,4	0,13	
5 O	3,8	3,3	<0,01	0,14	0,03		128	10	7,1	2,39	34,0	14,1	0,08	
21 E	12,2	11,2	<0,01	0,02	0,01		2	6	7,6	6,24	74,8	10,8	0,03	
6 E	6,4	5,6	0,01	0,06	0,03		10	5	7,8	4,54	75,2	13,2	0,06	
20 E	4,8	4,1	0,01	0,17	0,09		120	9	7,7	6,20	89,9	6,3	0,19	
7 E	2,5	2,2	<0,01	0,09	0,03		124	6	7,4	4,02	50,5	4,4	0,14	
1 D	5,9	4,3	0,03	0,47	0,10		382	18	6,7	0,62	13,8	6,2	0,39	
16 Z	4,2	4,0	<0,01	0,03	0,01		3	4	7,4	5,75	65,7	5,9	0,02	
14 AC ²	2,5	1,8	0,26	0,15	0,07		28	7	5,7	0,27	45,7	2,7	0,10	
14 ytvatten	1,3	0,2	0,44	0,24	0,12		32	10	6,4	0,41	29,9	1,7	0,14	

Fält	K	Na	Mg	Ca	Cl	SO ₄ -S
2 M	<1	10	5	145	26	15
3 M	16	15	8	130	32	17
11 M	2	9	8	47	9	5
12 N	4	14	6	44	20	10
4 O	2	5	5	30	4	5
5 O	2	18	20	28	6	5
21 E	1	5	4	179	19	11
6 E	2	11	12	108	24	22
20 E	3	77	24	59	42	10
7 E	2	8	21	69	11	9
1 D	4	5	5	16	10	2
16 Z	4	5	7	111	6	9
14 AC ²	11	21	10	36	21	39
14 ytvatten	10	8	4	17	12	13

¹ Ej analyserat 2008/2009.

² Sammanvägda medelkoncentrationer från yt- och dräneringsvatten.

Nitrat var den dominerande kvävefraktionen i totalkvävet i avrinnande dräneringsvatten och ammoniumhalterna var normalt mycket låga. Årsmedelhalterna av ammoniumkväve låg, med undantag för fält 14 AC och fält 1 D, vid eller under kvantifieringsgränsen (0,01 mg/l). Med undantag för ytvattnet från fält 14 AC, med en nitratandel på 14%, varierade andelen nitratkväve i övriga dränerings- eller blandvatten mellan 61 och 96 %.

Kvävetransporternas storlek beror, förutom på halterna av kväve, också till hög grad på avrinningens storlek. Till följd av den allmänt relativt låga avrinningen blev därför beräknade kvävetransporten lägre än flerårsmedeltalen i de flesta fall (tabell 4). Det enda fält som hade påtagligt högre kvävetransport än normalt var fält 21 E. Avrinningen var nära den normala men kvävehalterna var under hela hösten och vintern högre än normalt. Det tyder på att höstvetet, i det här fallet, kan ha utnyttjat kvävet i marken sämre och lämnat påtagliga restkvävemängder efter sig.

Tabell 4. Årsnederbörd och årsavrinning (mm) samt totala årstransporter (kg/ha) för 2008/2009. Medelvärden 1997/1998-2007/2008 för avrinning, totalkväve och totalfosfor

Fält	2008/2009										Medelvärde 1997/98-2007/08		
	Nederbörd ¹	Avrinning	Tot-N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Tot-P	PO ₄ -P	Part-P ²	Susp mtrl	TOC	Avr	Tot-N	Tot-P
2 M	666	159	16,2	13,7	<0,01	0,05	0,03		8	20	235	28,6	0,14
3 M	664	254	64,0	58,4	<0,01	1,27	1,20		4	36	332	87,0	1,60
11 M	841	166	5,7	3,5	0,02	0,57	0,07		644	29	242	14,3	0,92
12 N	765	365	47,0	43,2	0,02	0,07	0,03		12	39	452	46,1	0,10
4 O	689	247	8,4	6,5	0,03	0,44	0,08		218	30	232	14,7	0,30
5 O	588	199	7,6	6,6	0,02	0,29	0,05		254	21	242	34,0	0,20
21 E	597	162	19,9	18,3	0,00	0,04	0,02		3	10	159	17,2	0,04
6 E	554	36	2,3	2,1	<0,01	0,02	0,01		4	2	131	17,2	0,08
20 E	550	44	2,1	1,8	0,01	0,07	0,04		53	4	144	9,1	0,27
7 E	567	222	5,4	4,8	0,01	0,21	0,07		274	14	338	14,7	0,46
1 D	647	194	11,4	8,3	0,05	0,92	0,19		739	35	214	13,3	0,84
16 Z	519	305	12,8	12,3	0,02	0,09	0,04		8	13	336	19,8	0,08
14 AC ³	606	296	7,3	5,2	0,76	0,44	0,20		81	22	337	9,0	0,33
14 ytvatten		160	2,2	0,3	0,70	0,39	0,19		51	16	214	3,6	0,29

¹Nederbörd från närliggande SMHI stationer.

²Ej analyserat 2008/2009.

³Summering av yt- och dräneringsvatten.

Fosfor

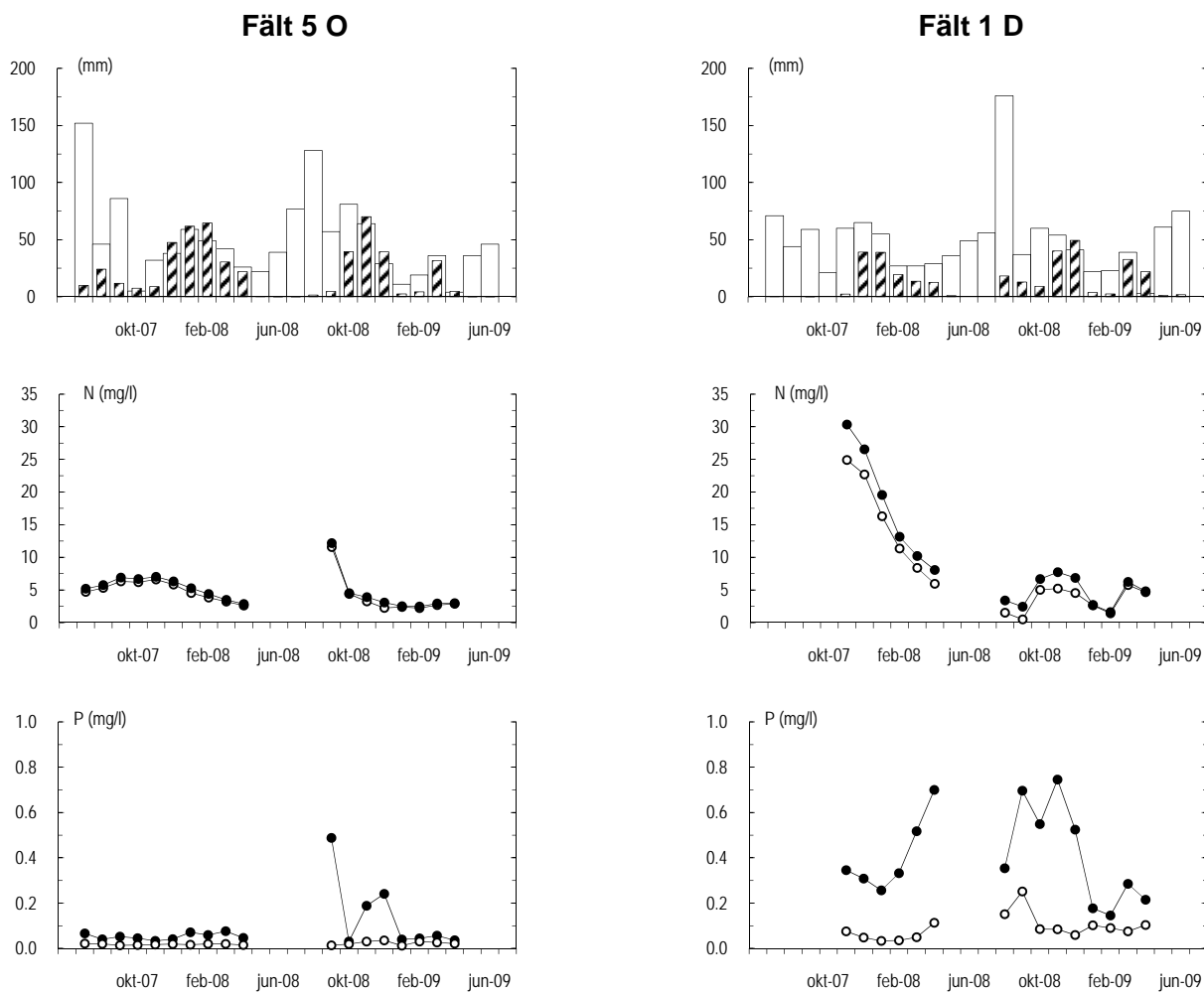
Vid fyra av fälten (4 O, 5 O, 1D och 14 AC) var totalfosforhalterna något högre än flerårsmedelvärdena medan övriga fält hade lägre eller oförändrade koncentrationer (tabell 3). Vid fält 3 M var den dominerande fosforfraktionen fosfat till skillnad från t.ex. fälten 1 D och 11 M där övrig fosfor dominerade och det gällde här fosfor knuten till suspenderade partiklar.

Årstransporten av fosfor följde i stort sett samma mönster som fosforhalten men i några fall, t.ex. fält 6 E och 20 E, blev fosfortransporten betydligt lägre än normalt på grund av låg avrinning (tabell 4).

Inomårsvariationer av kväve- och fosforhalter i dräneringsvattnet

Som exempel på hur varierande avrinning och halter av kväve och fosfor kan vara under året visas i år resultaten för fält 5 O och fält 1 D i figur 4. Det kan ibland vara lättare att förstå orsakssambandet mellan odlingsåtgärder och halter genom att titta på inomårsvariationen än att bara titta på årsmedelhalter eller årsutlakning i relation till exempelvis gröda, bearbetningstid etc.

På fält 5O var fältet bevuxet med höstvetete under vinter 2007/08. Nederbörden under juli till september bör ha gett höstvetetet goda förutsättningar att etablera sig. Det kan ha bidragit till att man inte ser någon markant uppgång i kvävehalter till följd av den tidiga bearbetningen som förgick höstvetesådden hösten 2007. Höstvetetet skördades i augusti 2008 och följdes tämligen direkt av jordbearbetning och sådd av höst-raps. I samband med rapsådden tillfördes ca 45 kg N/ha och 7 kg P/ha i form av handelsgödsel. Avrinning börjar uppträda i september. Precis i avrinningens inledningsskede noteras en viss uppgång i halterna av kväve och totalfosfor. Det är omöjligt att säkert säga vilken roll jordbearbetning resp. gödsling haft för de ökade halterna. Eftersom halten av vattenlöslig fosfatfosfor inte ökade alls är det troligt att gödslingen haft tämligen liten betydelse. Nerbrukning av nya skörderester i samband med jordbearbetningen, och därav ökad mineralisering av växtnäringssämnen, såväl kväve som fosfor, är troligen den viktigaste förklaringen.



Figur 4. Månadsvis avrinning (streckad stapel) och nederbörd från närliggande SMHI-stationer. Flödesvägda månadsmedelhalter av totalkväve (●) och nitratkväve (○), samt av totalfosfor (●) och fosfatfosfor (○) perioden juli 2007 till juni 2009 på fält 5O och fält 1D.

Även på fält 1D var fältet bevuxet med höstvetet vinter 2007/08. Vetet såddes efter spridning av djupströgödsel och ett tidigt vallbrott av ekologisk klöver-gräsvall. Vallbrottet och gödseln resulterade i höga kvävehalter under senhösten 2007. Med stor sannolikhet utgjorde den gröna växtmassan på vallen den huvudsakliga källan för det kväve som lakades ut så snabbt, samma fenomen har noterats många gånger i olika utlakningsförsök (Torstensson *et al.* 2006). Djupströgödsel, med sitt stora halminnehåll, innehåller normalt små mängder ammoniumkväve som kan omsättas till nitrat så snabbt. Även halten av totalfosfor ökade kraftigt under senvinter för att ligga kvar på en relativt hög nivå även under hösten 2008. Att halten av fosfor ökade betydligt senare än kvävet kan tänkas bero på att fosfor i större grad härstammade från djupströgödsel och/eller vallrötter, som båda kräver lite längre tid att omsättas och frigöra växtnärsämnen. Höstvetet skördades i slutet av augusti 2008 och fältet plöjdes i början av oktober. Därefter lämnades fältet obevuxet under vintern 2008/09.

Grundvatten

Aritmetiska medelvärden för analyser av grundvatten för 2008/2009 redovisas i tabell 5. Tidsserier av årsvärden av nitratkvävehalter i grundvattnet samt grundvattnets tryckhöjd för respektive typområde redovisas i figur 13-14.

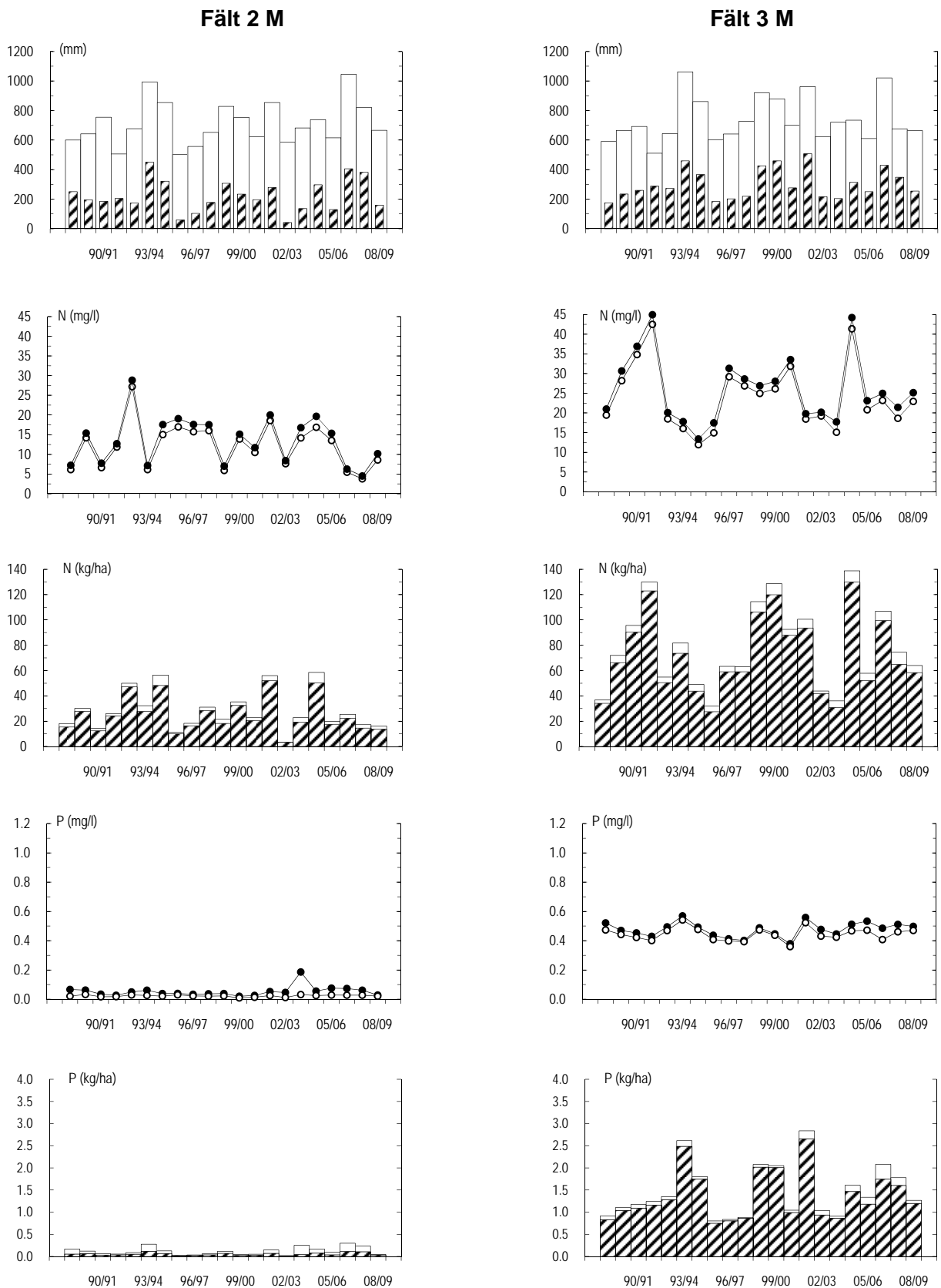
Grundvattnets sammansättning påverkas, förutom av markanvändning och jordart, av bland annat olika mineralers vittringsbenägenhet. Förändringar i grundvattenkvaliteten måste, liksom förändringar i grundvattentrycket, ses med flerårsperspektiv. Jordbruksdriften på fält som helt eller delvis representerar 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 (16 Z, 1 D, 7 E, 11 M och 2 M). Ingenstans överskred dock årsmedelhalterna gränsvärdet för nitratdirektivet (11,3 mg/l). På fälten i södra Sverige (M och N län) finns en antydning till högre pH-värden i grundvattnet jämfört med flerårsmedelvärdet.

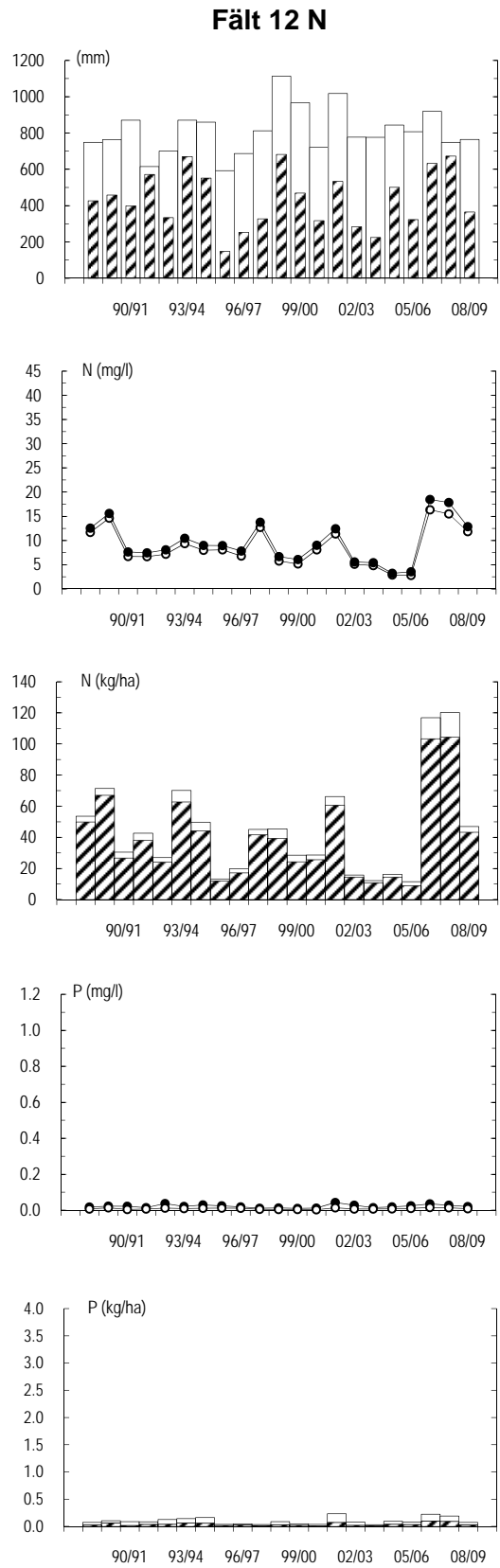
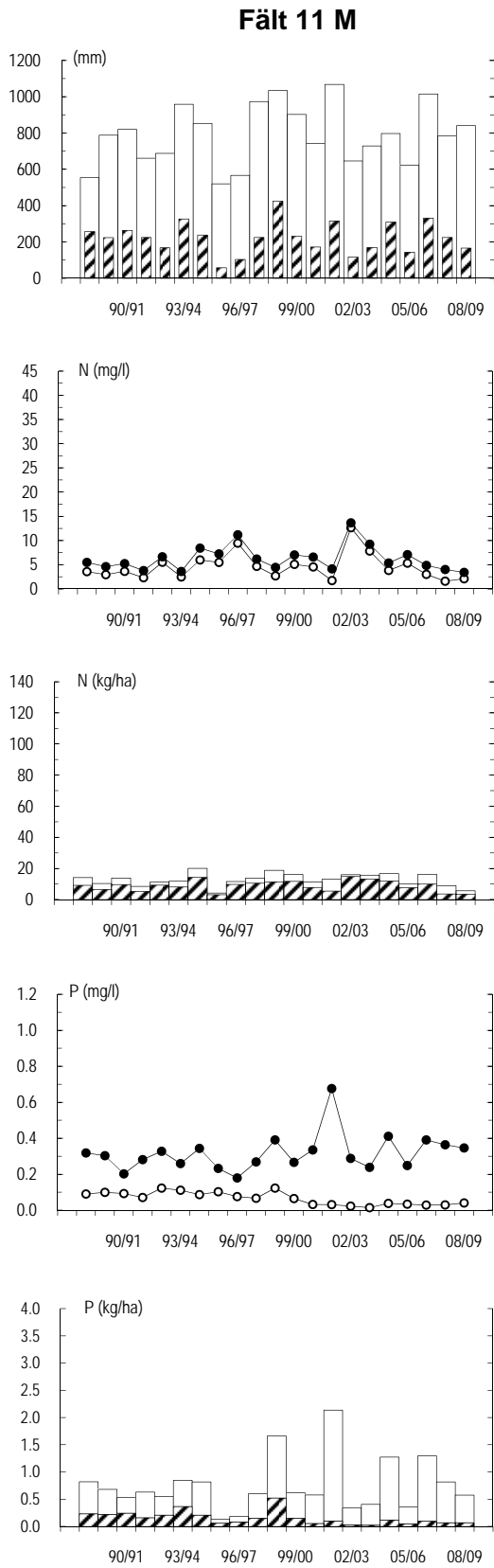
Tabell 5. Aritmetiska årsmedelhalter (mg/l) 2008/2009 i grundvattnet. Flerårsmedelvärden 1997/1998-2007/2008 för nitratkväve och pH

Lokal	Nr : djup (m)	2008/2009 Årsmedelhalter (mg/l)							Medelvärde 1997/98-2007/08				
		NO ₃ -N	K	Na	Mg	Ca	Cl	SO ₄ -S	pH	Kond mS/m	Alk mmol/l	NO ₃ -N	pH
2 M	3 : 2,9	0,5	2	38	16	183	64	13	7,6	94	7,4	0,4	7,4
	3 : 5,6	0,2	2	34	14	174	51	13	7,7	85	6,9	0,1	7,4
11 M	1 : 3,6	0,2	15	131	35	43	15	5	8,0	87	9,4	0,2	7,8
	1 : 5,8	0,1	12	83	34	64	14	10	7,8	78	8,1	0,1	7,6
12 N	2 : 1,7	4,3	5	30	7	33	24	18	6,9	36	1,2	2,1	6,8
	2 : 2,2	0,4	6	63	11	64	41	20	7,6	64	4,2	1,8	7,4
	2 : 5,5	0,3	18	482	25	30	338	31	7,8	230	11,8	0,4	7,8
4 O	1 : 2,0	1,1	1	34	13	13	4	10	6,9	29	2,1	1,6	6,9
	1 : 4,0	3,3	3	34	13	14	7	12	7,0	31	1,9	3,9	6,9
	2 : 2,0	8,2	1	45	21	22	14	8	6,9	44	2,9	9,2	6,9
	2 : 3,6	7,3	2	45	21	25	14	8	7,2	45	3,1	8,0	7,1
5 O	1 : 2,0	2,5	3	21	15	14	7	4	7,1	25	1,9	4,6	7,0
	1 : 4,0	<0,1	10	62	35	32	18	<1	7,4	60	6,3	<0,1	7,2
6 E	1 : 2,2	1,2	1	12	10	76	8	10	7,8	43	3,6	4,0	7,6
	1 : 4,0	<0,1	3	43	26	108	13	22	7,7	75	6,8	0,3	7,6
	2 : 2,0	5,1	3	10	6	46	14	13	7,0	30	1,1	2,9	7,2
	2 : 4,0	0,6	3	23	14	88	15	7	7,8	55	5,2	0,6	7,7
7 E	2 : 2,5	<0,1	7	12	32	100	9	15	7,9	66	6,2	<0,1	7,9
	2 : 4,0	<0,1	7	12	33	100	12	16	7,9	66	6,1	<0,1	7,8
1 D	1 : 2,0*	<0,1	1	9	7	12	10	5	6,4	14	0,7	<0,1	6,4
	2 : 2,2	<0,1	2	31	29	41	3	7	7,5	46	4,6	<0,1	7,5
	2 : 3,5	<0,1	4	28	26	41	4	9	7,8	45	4,1	<0,1	7,8
	2 : 4,1	0,7	8	16	19	46	7	9	7,6	40	3,3	1,4	7,6
	3 : 3,6	0,7	11	19	27	60	9	10	7,5	52	4,6	1,0	7,5
16 Z	1 : 1,8	<0,1	2	7	21	190	3	51	7,6	87	6,6	0,2	7,4

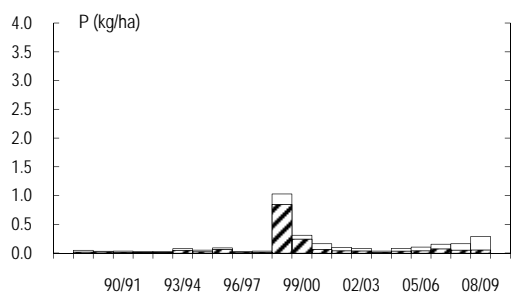
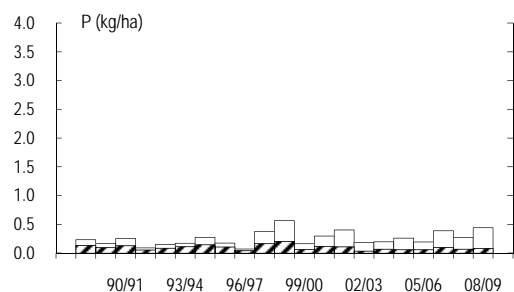
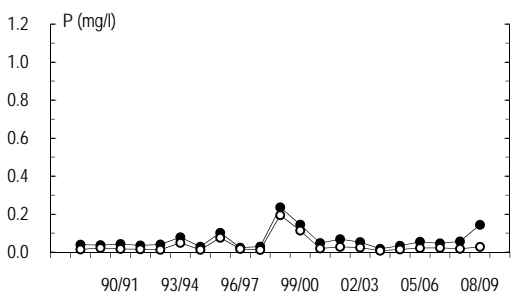
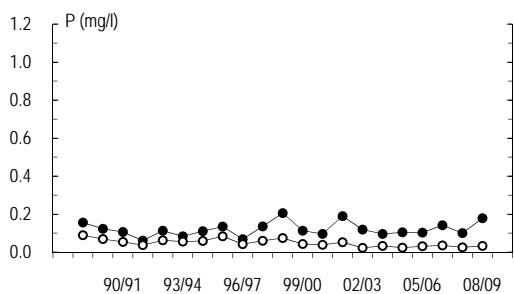
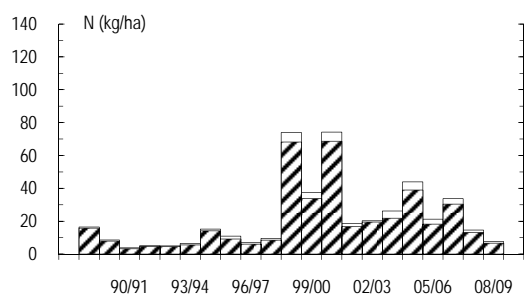
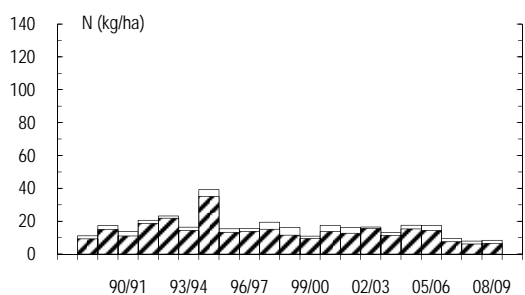
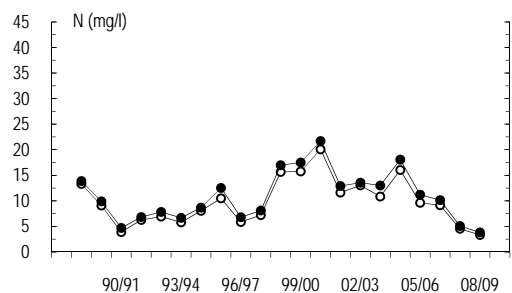
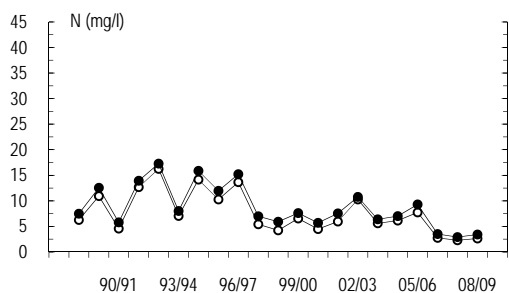
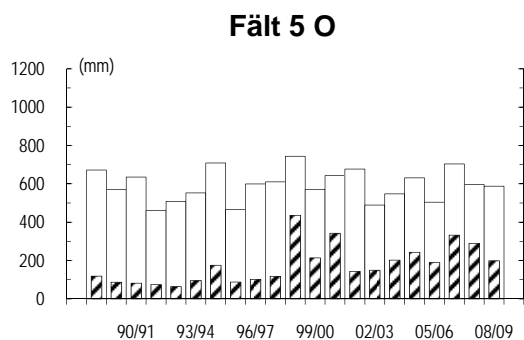
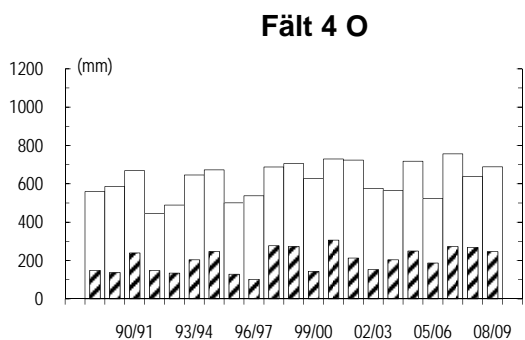
*Lokalen belägen i skogen uppströms fältet.



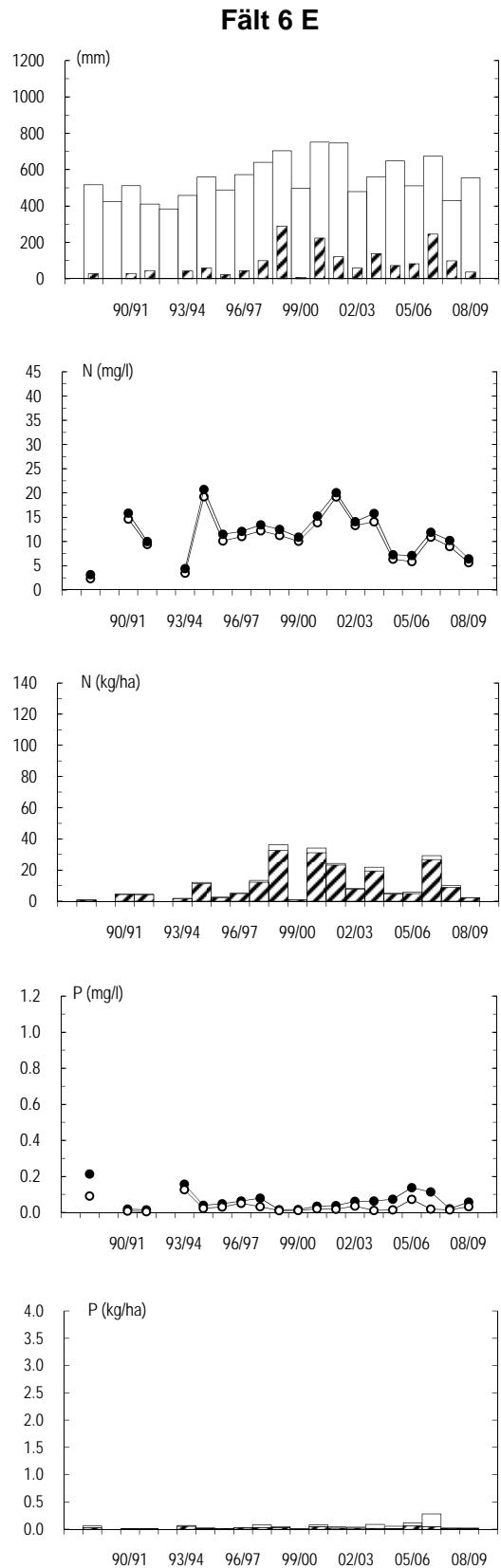
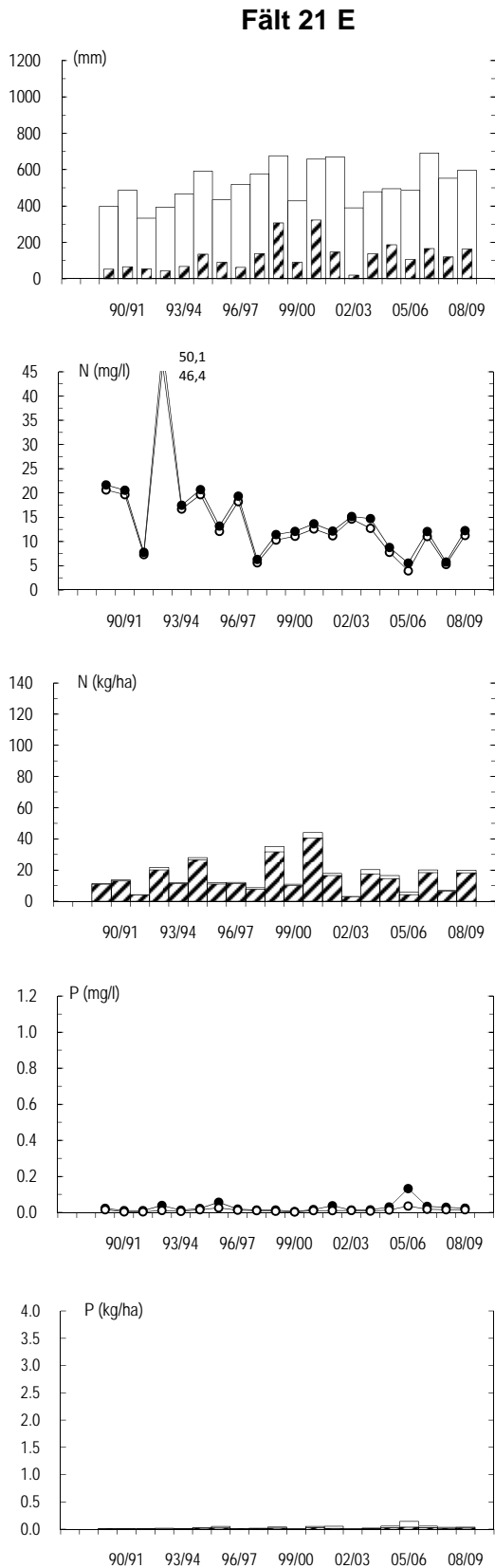
Figur 5. Fält 2 M och fält 3 M i Skåne län. Nederbörd (hel stapel) och avrinning (streckad). Halt av totalkväve (●) och nitratkväve (○). Transport av totalkväve (hel stapel) och nitratkväve (streckad). Halt av totalfosfor (●) och fosfatfosfor (○). Transport av totalfosfor (hel stapel) och fosfatfosfor (streckad).



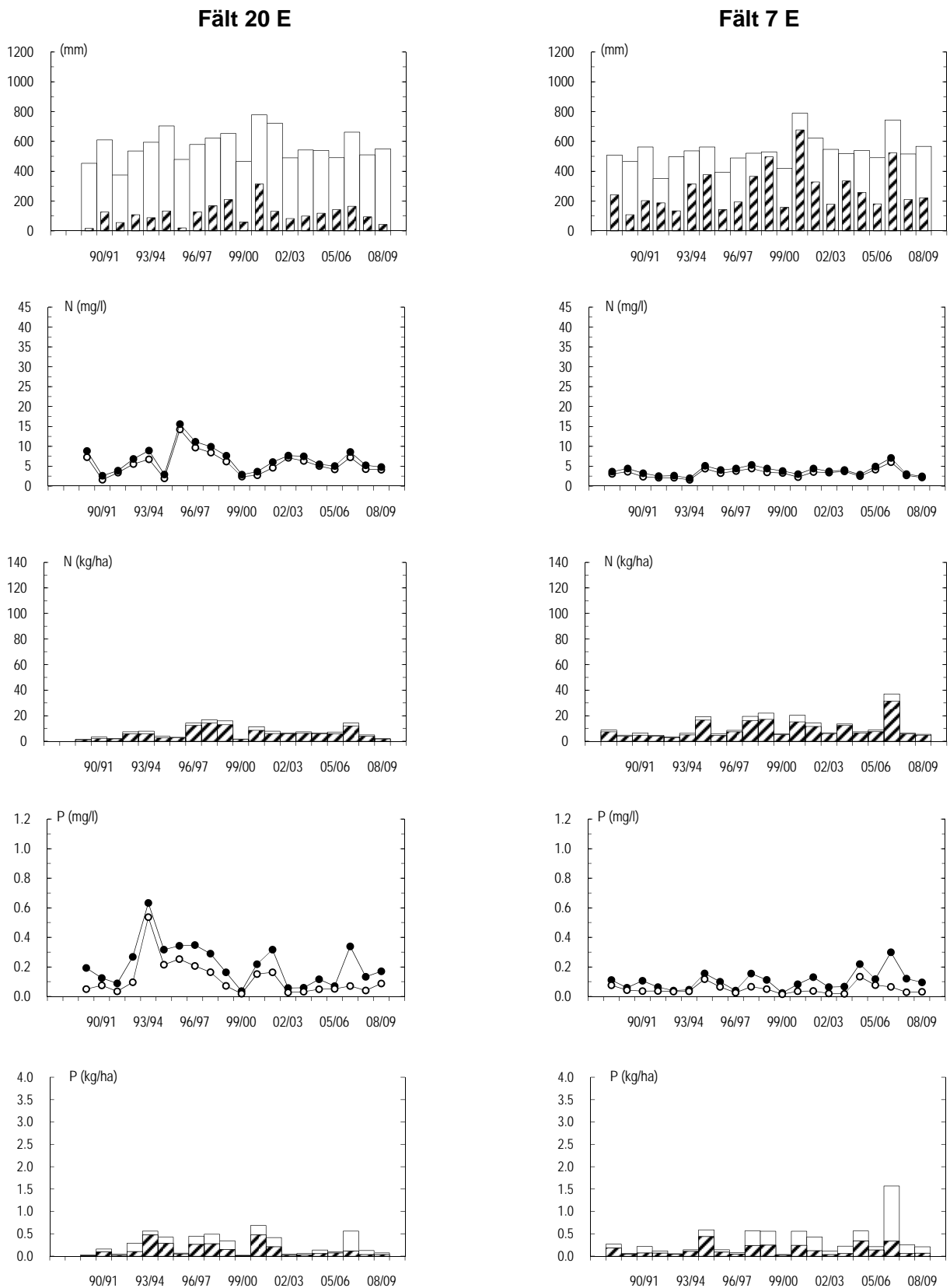
Figur 6. Fält 11 M och fält 12 N i Skåne resp. Hallands län. Nederbörd (hel stapel) och avrinning (streckad). Halt av totalkväve (●) och nitratkväve (○). Transport av totalkväve (hel stapel) och nitratkväve (streckad). Halt av totalfosfor (●) och fosfatfosfor (○). Transport av totalfosfor (hel stapel) och fosfatfosfor (streckad).



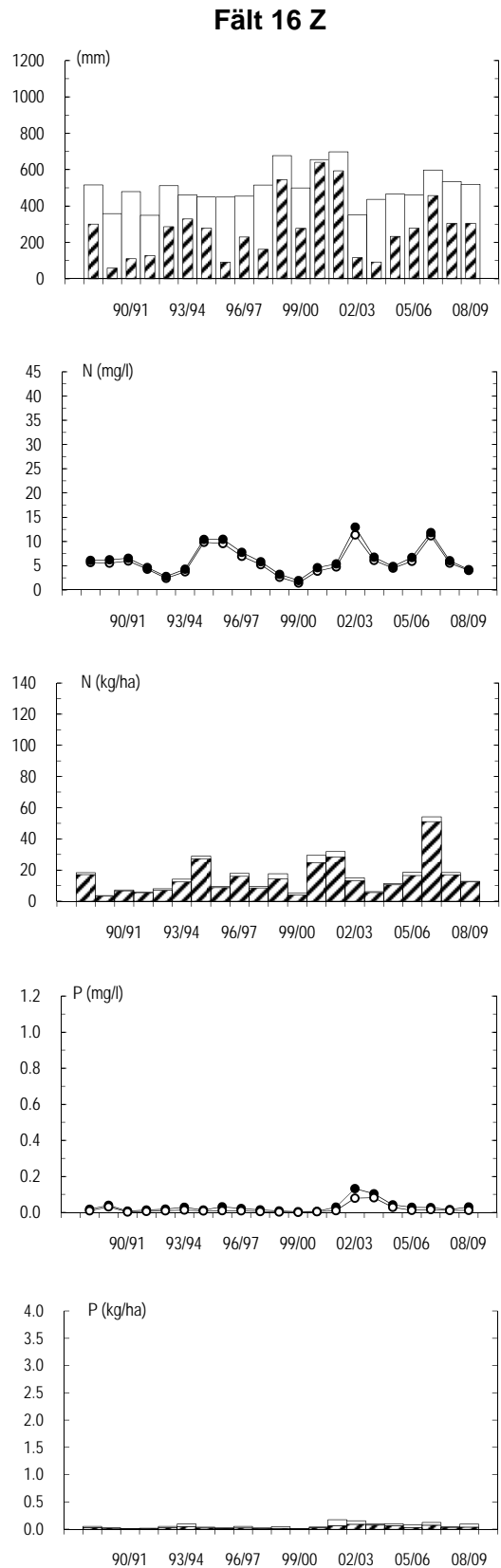
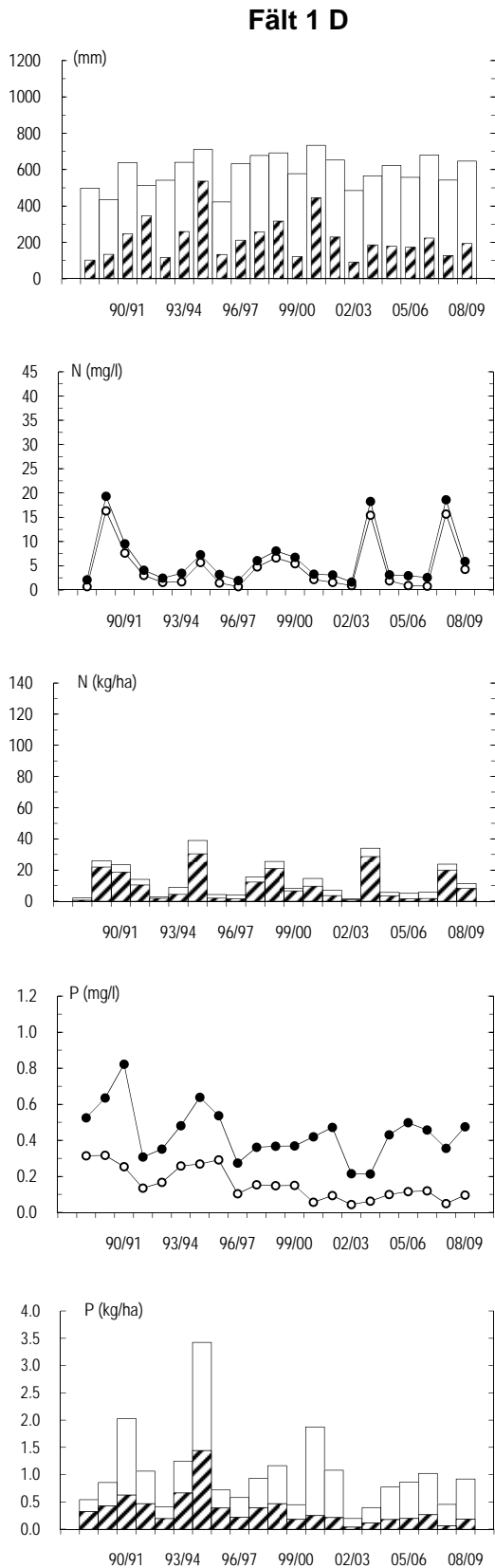
Figur 7. Fält 4 O och fält 5 O i Västra Götalands län. Nederbörd (hel stapel) och avrinning (streckad). Halt av totalkväve (●) och nitratkväve (○). Transport av totalkväve (hel stapel) och nitratkväve (streckad). Halt av totalfosfor (●) och fosfatfosfor (○). Transport av totalfosfor (hel stapel) och fosfatfosfor (streckad).



Figur 8. 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).

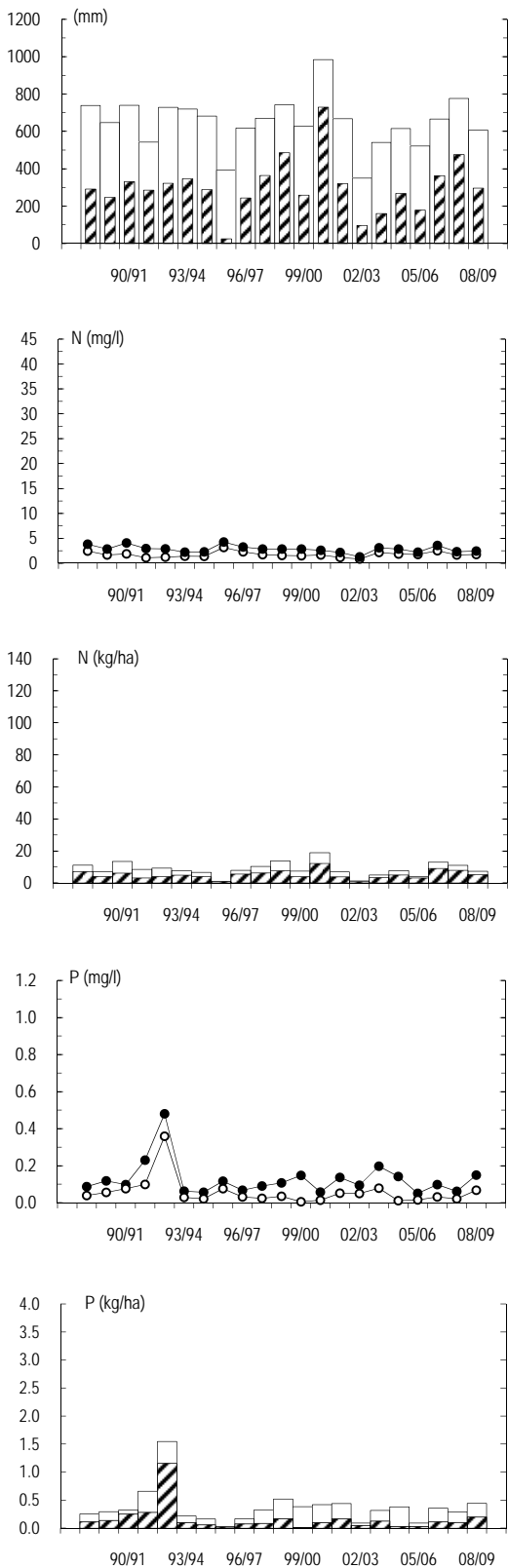


Figur 9. Fält 20 E och fält 7 E i Östergötlands län. Nederbörd (hel stapel) och avrinning (streckad). Halt av totalkväve (●) och nitratkväve (O). Transport av totalkväve (hel stapel) och nitratkväve (streckad). Halt av totalfosfor (●) och fosfatfosfor (O). Transport av totalfosfor (hel stapel) och fosfatfosfor (streckad).

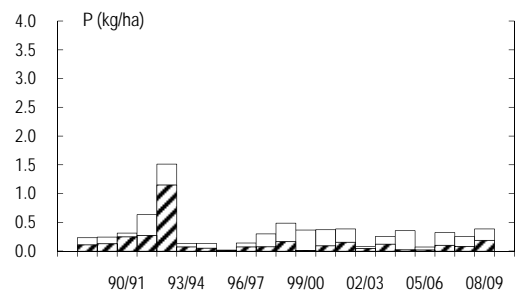
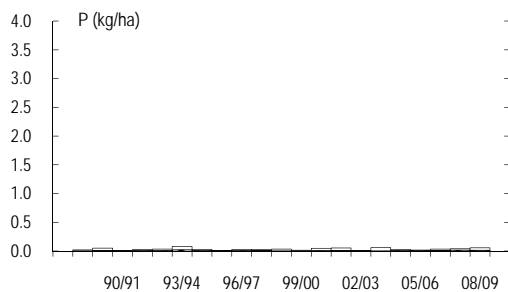
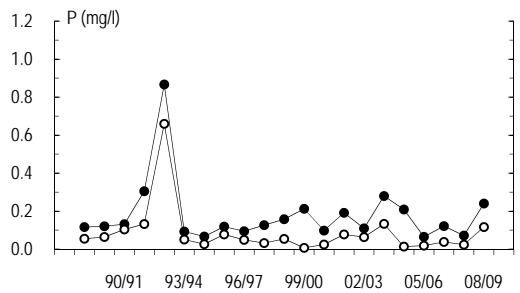
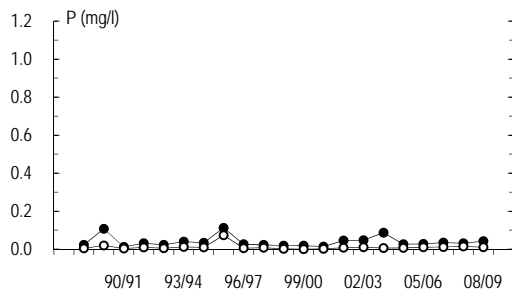
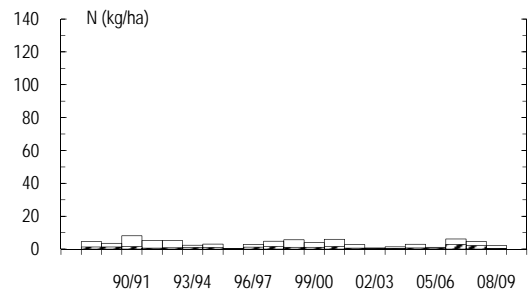
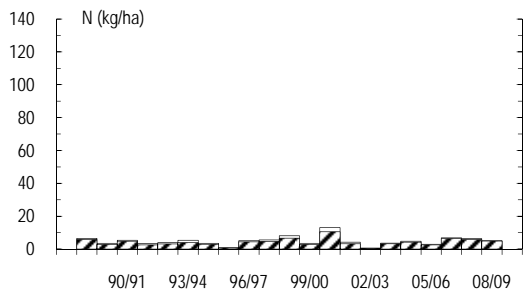
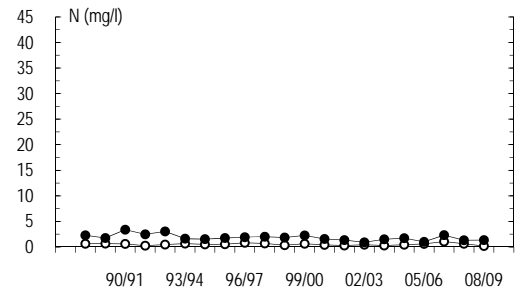
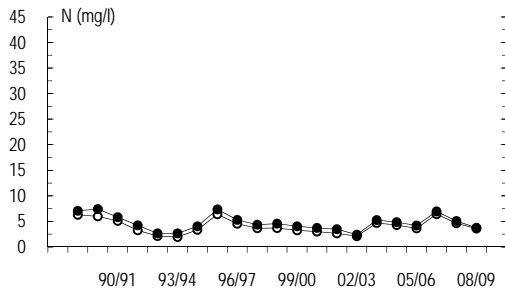
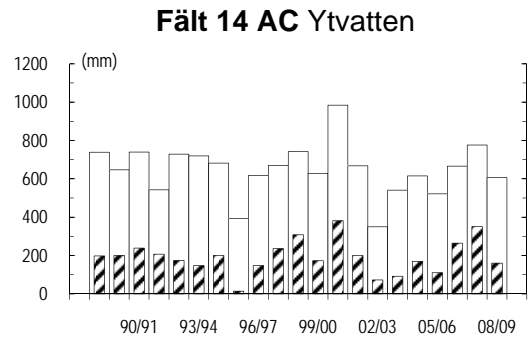
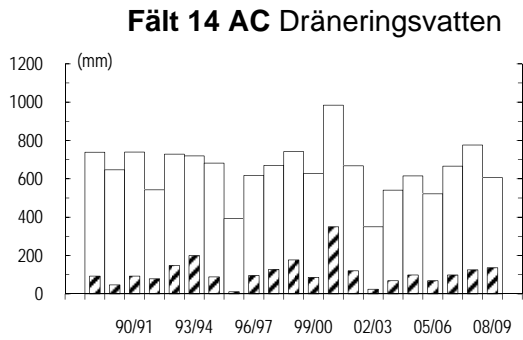


Figur 10. Fält 1 D och fält 16 Z i Södermanlands resp. Jämtlands län. Nederbörd (hel stapel) och avrinning (streckad). Halt av totalkväve (●) och nitratkväve (○). Transport av totalkväve (hel stapel) och nitratkväve (streckad). Halt av totalfosfor (●) och fosfatfosfor (○). Transport av totalfosfor (hel stapel) och fosfatfosfor (streckad).

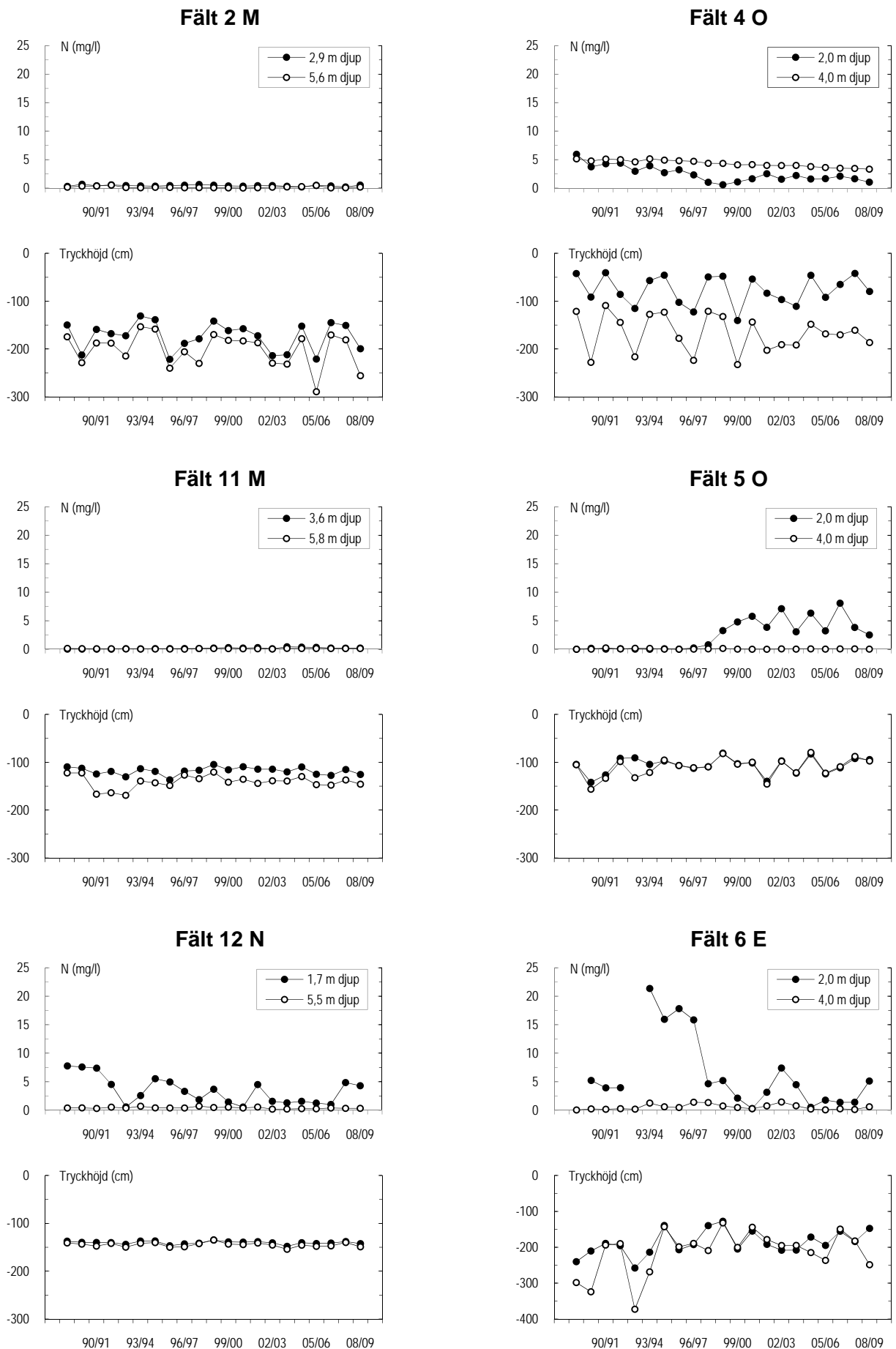
Fält 14 AC (Dränerings- + ytavrinning)



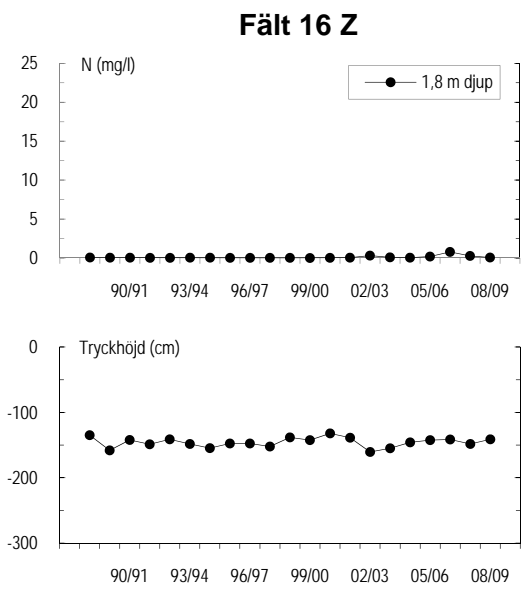
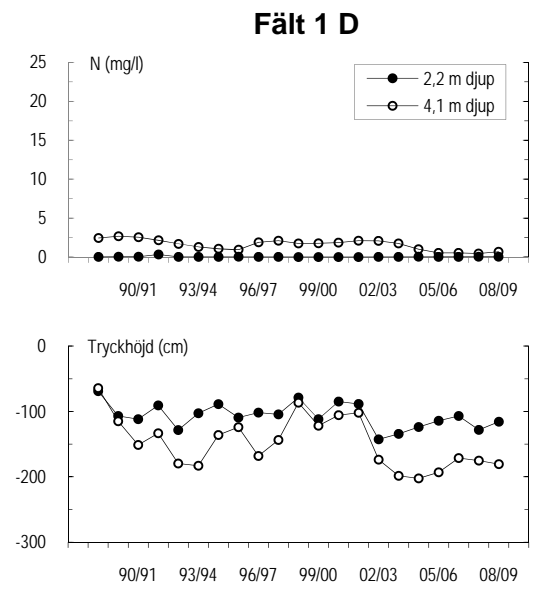
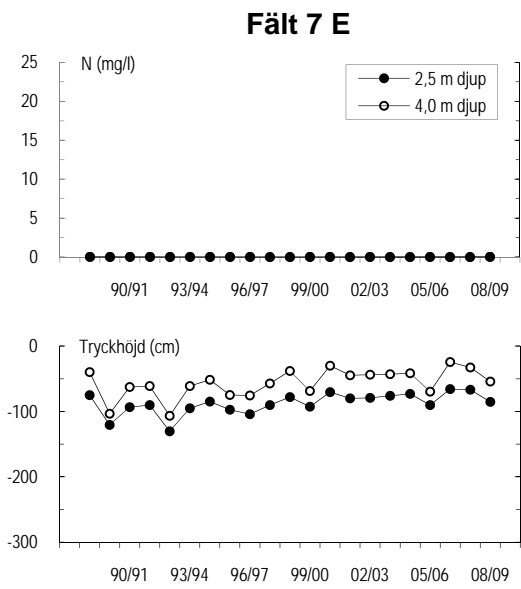
Figur 11. Fält 14 AC i Västerbottens län (Sammanlagda dränerings- och ytavrinning). Nederbörd (hel stapel) och avrinning (streckad). Halt av totalkväve (●) och nitratkväve (○). Transport av totalkväve (hel stapel) och nitratkväve (streckad). Halt av totalfosfor (●) och fosfatfosfor (○). Transport av totalfosfor (hel stapel) och fosfatfosfor (streckad).



Figur 12. 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 13. Nitratkväve i grundvattnen samt grundvattnets tryck på olika djup.



Figur 14. Nitratkväve i grundvatten samt grundvattnets tryck på olika djup.

Referenser

Anonym, 2009. *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.

Naturvårdsverket. 2002. Handbok för miljöövervakning. Programområde Jordbruksmark. Undersökningstyper för Observationsfält. www.naturvardsverket.se.

Torstensson, G. & Håkansson, M. 2001. Kväveutlakning på sandjord – motåtgärder med ny odlingsteknik. Miljöanpassad stallgödsel användning och odling i realistiska odlingssystem. *Ekohydrologi nr 57*, 43 pp. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Box 7014, 750 07 Uppsala.

Torstensson, G., Aronsson, H. och Gustafson, A. 2006. Ekologisk odling - Utlakningsrisker och kväveomsättning. Odlingssystem med och utan djur på sandjord i Halland och på lerjord i Västergötland. Slutrapport för perioden 2002 till 2005. *Teknisk rapport nr 99*. Inst. för Mark och miljö, SLU, 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
