



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences



NATIONELL
MILJÖÖVERVAKNING
PÅ UPPDRAG AV
NATURVÅRDSVERKET

Lovisa Stjernman Forsberg, Gunnar Torstensson och
Göran Johansson

Växtnäringsförluster från åkermark 2010/2011

*Årsredovisning för miljöövervakningsprogrammet
Observationsfält på åkermark*



Observationsfält 16Z, juni 2010.

Foto: Maria Blomberg

Ekohydrologi 131

Uppsala 2012

Institutionen för mark och miljö

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

ISRN SLU-VV-EKOHYD-131-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	7
<i>Grödor, stallgödsling</i>	7
<i>Nederbörd, avrinning och temperatur</i>	7
<i>Vattenkvalitet och transporter med dräneringsvatten</i>	8
<i>Resultat från parallellprovtagning av dräneringsvatten 2010/2011</i>	17
<i>Grundvatten</i>	18
Referenser	22

Sammanfattning

Inom programmet *Observationsfält på åkermark* undersöks avrinning, växtnäringsutlakning och odlingsåtgärder på ett antal fält (12 st) som ingår i lantbrukares 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 2010/2011.

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

Under 2010/2011 föll det mycket regn under sommarmånaderna och den totala årsnederbörden var större än den normala vid flera av de nederbördsstationer som ligger nära något av observationsfälten (tabell 4). På hälften av fälten avspeglade sig den rikliga årsnederbörden i en riklig årsavrinning, men på övriga fält var årsavrinningen mindre än normalt. På de flesta fält var januari en månad med ovanligt stor avrinning, detta i samband med plusgrader och snösmältning efter en period med kyla och snö under senhösten.

De flödesvägda årsmedelhalterna av totalkväve var lägre än flerårsmedel på de flesta fält. I flera fall kan vinterbevuxen mark ha bidragit till de låga halterna. På vissa fält blev dock årstransporten av kväve större än flerårsmedel, trots låga kvävehalter. Detta till följd av riklig årsavrinning. Årsmedelhalterna av totalfosfor i dräneringsvattnet var låga eller oförändrade på samtliga fält. Endast ytvattnet från fält 14AC (Västerbotten) hade en årsmedelhalt av totalfosfor som var högre än flerårsmedel. Även årstransporterna av totalfosfor låg i de flesta fall nära eller under flerårsmedelvärdena.

Information och data från undersökningen kan hämtas via www.slu.se/mark/dv.

Inledning

Inom programmet *Observationsfält på åkermark* undersöks avrinning, växtnäringsutlakning och odlingsåtgärder på ett antal fält som ingår i lantbrukares normala drift. Syftet är att öka kunskapen om hur kvaliteten i det avrinnande vattnet kan variera med odling, jordart och klimat. Programmet ingår i den nationella miljöövervakningen och finansieras av Naturvårdsverket. För närvarande omfattar programmet 12 fält, lokaliserade i olika delar av landet (figur 1). På de flesta fält har mätningar av kväve och fosfor pågått sedan 70-talet. På ett av fälten mäts och provtas dränerings- respektive på markytan avrinnande vatten separat.

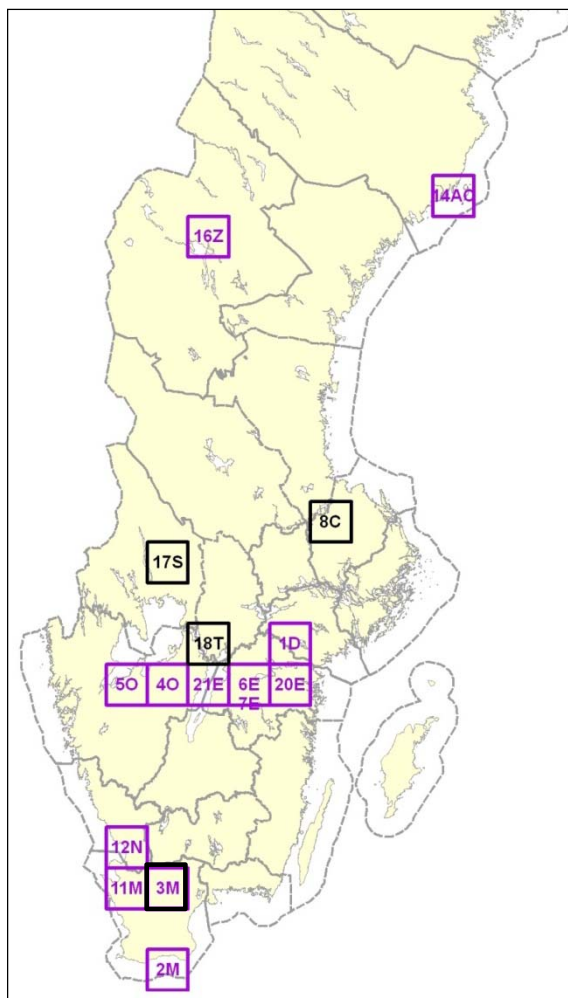
I denna rapport sammanställs resultat för det agrohydrologiska året 2010/2011 för de 12 fälten. Fältnamn och exakta läge redovisas inte för att säkerställa undersökningarnas kontinuitet, då den är beroende av lantbrukarnas vilja att delta genom att lämna uppgifter om sina odlingsåtgärder. Rapporten innefattar bl. a. årsnederbörd, årsavrinning, halter i avrinnande vatten och ämnestransporter. Även aktuella grödor på de olika fälten redovisas.

Material och Metoder

Observationsfält med mätstationer

Observationsfälten ingår i lantbrukares 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 bevattningsvattnet som fallit på fältet. Via dräneringsledningarna förs vattnet sedan till en mätstation där prov tas och flödet mäts med ett triangulärt Thomson-överfall. 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 automatisk flödesproportionell vattenprovtagning pågår och är nu genomförd på 9 fält. Från 8 av dessa (2M, 11M, 4O, 20E, 7E, 1D, 14AC och 16Z) har avrinningen från den nya flödesregistreringen använts i denna årsrapport. Registreringen av vattenståndet sker med hjälp av en displacementkropp (\varnothing 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 idealiska förhållanden kan uppnås med en skrivande pegel och efterföljande avläsning på digitaliseringsbord. Loggern beräknar aktuell avrinning 2 gånger per minut vilken sedan summeras och lagras som timavrinning.



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		
2M	14	16	13	Växtodling	650
11M	36	32	36	Mjölk	750
12N	5	2	2	Mjölk	800
4O	16	34	44	Köttjur	600
5O	6	22	42	Växtodling	600
21E	14	15	16	Växtodling	500
6E	6	21	31	Växtodling	500
20E	50	69	69	Nöt, svin	550
7E	36	50	58	Nöt	500
1D	29	50	64	Mjölk, ekolog.	550
16Z	9	15	23	Mjölk	500
14AC	10	11	17	Växtodling #	600

Figur 1. Observationsfälten approximativa läge i Sverige 2010/2011. På fälten 8C, 17S, 18T och 3M sker för närvarande ingen provtagning eller mätning.

* Preliminära analysresultat från provtagning 2005.
Fält 14 AC innehåller även ett antal försöksrutor med olika odling och gödsling.

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.

Vattenprovtagning och vattenanalyser

Dräneringsvatten

Dräneringsvattnet provtas manuellt (momentan provtagning), som regel varannan vecka då flöde finns. Under höglöden förekommer i vissa fall en förtätad provtagningsfrekvens. På de åtta 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 pH, konduktivitet, alkalinitet, filtrerad fosfatfosfor, totalfosfor, nitrat + nitritkväve, totalkväve, organiskt kol och suspenderat material. Analyser av ammoniumkväve, kalium, natrium, magnesium, kalcium, klorid och sulfatsvavel analyserades fram till årsskiftet 2010/2011, men upphörde sedan och resultaten redovisas därför inte i denna rapport.

Tabell 2. Grödor och rapporterad stallgödseltillförsel under odlingssäsongen 2010 samt grödförhållanden på observationsfälten under vintern 2010/11

Fält	Gröda 2010	Vintern 10/11	Stallgödseltillförsel, slag/tidpunkt
2M	Vårkorn	Höstvete	
11M	Höstvete/Vall/Havre/Träda	Höstvete/Träda	Nötflyt/vår/sommar/höst (olika delar)
12N	Socketbetor	Obearbetad (vårplöjd)	Nötflyt/vår
4O	Havre m vallins./Vårkorn	Vallins./Höstvete/Fånggr./Plöjd	Nötflyt/vår + höst (vallins.)
5O	Höstvete	Höstvete	
21E	Träda	Höstraps	
6E	Potatis/Höstvete	Höstvete/Plöjd	
20E	Vårkorn	Plöjd	
7E	Lin/Vårkorn	Höstvete	
1D	Höstvete	Plöjd	Nötdjupströ/höst före plöjning
16Z	Vall	Stubbearbetad	Nötflyt/sommar
14AC	Vallinsådd/Rörfleninsådd*	Vall/Rörflen	

* 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 och nitrat + nitritkväve.

Analys

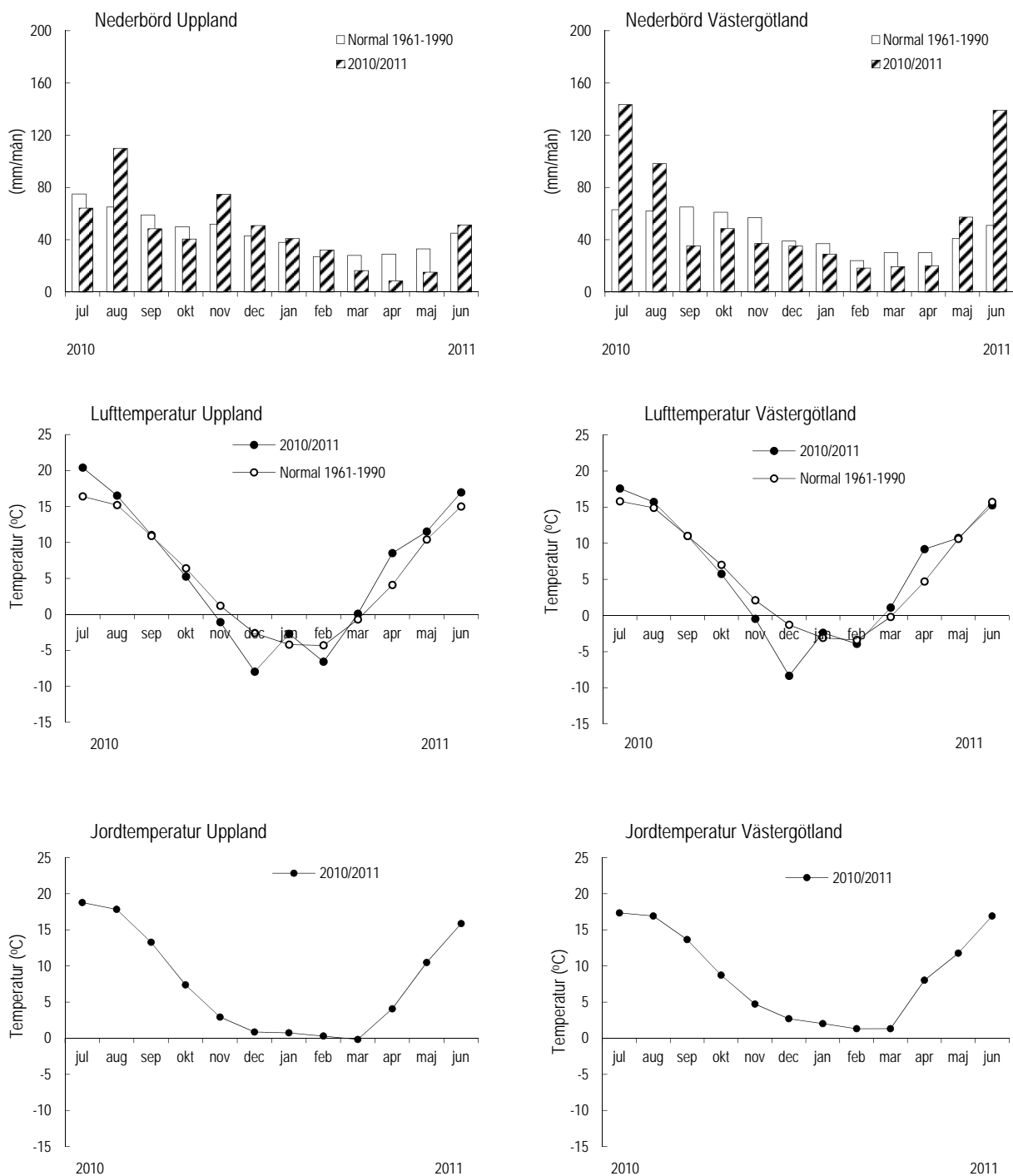
Analyserna har utförts av marklaboratoriet vid SLU, Institutionen för mark och miljö och utförs enligt Handboken för miljöövervakning (Naturvårdsverket, 2010). Tillämpade analysmetoder finns beskrivna i laboratoriets kvalitetsmanual (Anonym, 2011).

Beräkningar

För dräneringsvatten gäller att dygnskoncentrationer har interpolerats fram linjärt för tiden mellan de momentana 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 (1999/2000-2009/2010) 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 provtagningarna. Flerårsmedelhalterna är aritmetiska medelvärden av årsmedelhalterna.

Beräkningsperioden för flerårsmedelvärden omfattar 11 år (1999/2000 - 2009/2010), vilket motsvarar 2-3 växtföljdsomlopp i de flesta odlingssystem. Syftet är att flerårsmedelvärdena skall kunna ses som ”normalvärden” för den nu aktuella odlingsmetoden (aktuella grödor, skörde- och gödslingsnivåer, mm).



Figur 2. Månadsnederbörd (mm) 2010/2011 samt normalnederbörd 1961-90 för Uppland (Uppsala) och Västergötland (Lanna); lufttemperatur som månadsmedelvärden (°C) 2010/2011 och normaltemperatur 1961-90 för Uppland (Ultuna) och Västergötland (Lanna); jordtemperatur (°C) på 20 cm djup som månadsmedelvärden i lerjord i Uppland (Ultuna) och i styv lerjord i Västergötland (Lanna) 2010/2011.

Resultat och Diskussion

Grödor, stallgödsling

Stråsäd var den dominerande grödformen på observationsfälten (tabell 2), men det förekom även potatis (6E), sockerbetor (12N), lin (7E) och vall (16Z). Träda förekom på två fält (21E och 11M).

Vintern 2010/2011 var 6 stycken fält helt eller delvis bevuxna med höstvetete (tabell 2), ett fält var bevuxet med höstraps, två fält med vall och tre fält låg obevuxna. Höstsäd räknas som vintergrön mark enligt jordbruksverkets författning (Jordbruksverket, 2003). I vissa lägen inverkar dock sådden av höstsäd bara försumbart på kväveläckaget den första vintern till följd av den tidiga jordbearbetningen före sådden (Torstensson & Ul'ne, 2001). Däremot blir ofta kväveläckaget något lägre vintern efter att höstsåden 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).

Stallgödsel spreds på fem fält, varav ett fält endast gödslades på våren och ett fält enbart gödslades i växande gröda (vall) under sommaren (tabell 2). På ett av fälten spreds djupströgödsel före höstplöjning. Fält 11M gödslades både vår, sommar och höst och fält 4O gödslades vår och höst (Fält 4O).

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 3-7.

Under det agrohydrologiska året 2010/2011 föll det mycket regn under sommarmånaderna juli 2010, augusti 2010 samt juni 2011 och den totala årsnederbörden var större än den normala vid flera av de nederbördsstationer som ligger nära något av observationsfälten (tabell 4). Avrinningen var dock inte särskilt stor under sommarmånaderna, troligen på grund av hög evaporation vid den tiden på året, och trots riklig årsnederbörd blev den totala årsavrinningen mindre än flerårsmedel på hälften av fälten. Den totala årsavrinningen var större än långtidsmedel på fält lokaliserade i Östergötland (21E, 6E, 20E och 7E) samt på fält 2M i Skåne och fält 4O i Västergötland (tabell 4). På alla fält utom på fält 14AC och fält 16Z i Norrland blev januari en månad med ovanligt stor avrinning, detta i samband med töväder och snösmältning efter en period med kyla och snö i november och december. På fält 14AC och fält 16Z var istället april den månad som hade störst avrinning.

Lufttemperaturen var betydligt lägre än normalt i både östra och västra Sverige under december månad. I östra Sverige var även februari en ovanligt kall månad (figur 2). 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 2010/2011 från respektive fält redovisas i tabell 4. Tidsserier av årsvärden av avrinning, halter och transporter av kväve och fosfor redovisas i figur 3-7.

Kväve

De flödesvägda årsmedelhalterna av totalkväve var låga på de flesta fält, jämfört med flerårsmedel (tabell 3). Flera av dessa var vinterbevuxna under vintern 2010/2011 (tabell 2). Endast på fält 1D och fält 16Z översteg totalkvävehalten långtidsmedel. Båda dessa fält låg obebuxna under vintern. Fält 16Z stubbearbetades under hösten 2010, efter brott av flerårig vall. Detta, i kombination med en kraftig vårflood, kan ha bidragit till att kvävehalterna steg i höjden i samband med varmare temperaturer i april månad. Nitrat var den dominerande kvävefraktionen av totalkvävet i avrinnande dräneringsvatten från samtliga fält (figur 3-7).

Kvävetransporternas storlek beror, förutom på halterna av kväve, också till hög grad på avrinningens storlek (tabell 4). Årstransporten av totalkväve blev överlag mindre än medel på de fält där årsavrinningen var mindre än normalt; på fält 11M (Skåne), fält 12N (Halland), 5O (Västergötland) och 14AC (Västerbotten). Även på fält 21E (Östergötland) blev årstransporten av totalkväve mindre än långtidsmedel, trots en riklig årsavrinning. Det kan ha berott på en god etablering av höstraps och ett högt växtnäringssupptag av rapsen under hösten.

Fosfor

På åtta av fälten låg de flödesvägda årsmedelhalterna av totalfosfor mycket nära flerårsmedelvärdena (tabell 3). På samtliga fält i Östergötland, samt på fält 1D i Sörmland, var totalfosforhalten under medel. På fält 20E var totalfosforhalten endast hälften av flerårsmedelvärdet och den lägsta på fem år (figur 5). Endast ytvattnet från fält 14AC hade en årsmedelhalt över flerårsmedel.

Även årstransporterna av fosfor låg i de flesta fall nära eller under flerårsmedelvärdena (tabell 4). På fält 2M (Skåne) och 16Z (Jämtland) var dock årstransporten av totalfosfor större än flerårsmedel. Även fosfortransporten via ytvatten från fält 14AC (Västerbotten) blev större än medel.

Tabell 3. Flödesvägda årsmedelhalter (mg/l) samt aritmetiska medelvärden 2010/2011 i dräneringsvattnet för respektive observationsfält. Medelhalter 1999/2000 - 2009/2010 för totalkväve och totalfosfor

Fält	2010/2011 Flödesvägda årsmedelhalter (mg/l)						Aritm. medelv.			Medelvärde 1999/00-2009/10	
	Tot-N	NO ₃ -N	Tot-P	PO ₄ -P	Susp mtrl	TOC	pH	Alk mmol/l	Kond mS/m	Tot-N	Tot-P
2M	7.8	7.0	0.07	0.03	24	8	7.6	5.2	65	12.4	0.06
11M	3.1	2.4	0.38	0.04	337	9	7.4	2.6	33	6.3	0.36
12N	7.9	7.3	0.03	0.01	5	9	6.9	1.2	32	9.5	0.02
4O	5.9	5.4	0.12	0.04	49	6	7.2	1.3	23	6.2	0.12
5O	5.4	5.1	0.06	0.03	15	4	7.3	2.5	35	12.1	0.07
21E	8.3	7.7	0.02	0.01	2	2	7.7	6.3	73	11.6	0.03
6E	9.0	8.0	0.04	0.02	11	3	7.9	5.2	82	11.6	0.06
20E	5.8	5.4	0.08	0.04	48	7	7.8	7.7	96	6.0	0.16
7E	3.4	3.3	0.09	0.03	104	3	7.6	4.2	53	4.2	0.13
1D	18.0	16.1	0.28	0.08	138	6	7.3	0.9	24	8.0	0.39
16Z	8.1	7.0	0.05	0.05	1	6	7.6	6.2	70	6.3	0.04
14AC	3.4	3.2	0.03	0.01	17	4	6.7	0.6	23	4.3	0.04
14 AC*	1.7	0.5	0.49	0.30	5	7	5.9	0.7	52	1.5	0.16

*Ytvatten

Tabell 4. Årsnederbörd och årsavrinning (mm) samt totala årstransporter (kg/ha) för 2010/2011. Medelvärden 1999/2000 - 2009/2010 för avrinning, totalkväve och totalfosfor

Fält	2010/2011								Medelvärde 1999/00-2009/10		
	Nederbörd ¹	Avrinning	Tot-N	NO ₃ -N	Tot-P	PO ₄ -P	Susp mtrl	TOC	Avr	Tot-N	Tot-P
2 M	737	357	27.9	25.1	0.25	0.10	87	28	221	26.6	0.14
11 M	787	184	5.7	4.5	0.71	0.08	619	16	214	12.5	0.82
12 N	699	391	30.9	28.6	0.10	0.03	20	34	425	45.4	0.10
4 O	708	240	14.1	13.1	0.29	0.09	119	14	225	13.0	0.28
5 O	681	209	11.3	10.6	0.12	0.05	31	9	233	28.4	0.15
21 E	580	201	16.6	15.5	0.03	0.03	4	4	155	18.3	0.04
6 E	670	184	16.6	14.8	0.08	0.04	21	6	120	14.7	0.07
20 E	648	154	8.9	8.2	0.13	0.07	74	10	129	7.7	0.24
7 E	636	415	14.1	13.8	0.38	0.13	432	12	321	14.3	0.46
1 D	586	174	31.3	28.0	0.49	0.13	240	11	199	14.9	0.82
16 Z	523	341	27.5	23.8	0.19	0.16	3	19	346	20.3	0.10
14 AC	500	88	2.9	2.8	0.03	0.01	15	3	122	5.2	0.04
14 AC*		128	2.2	0.7	0.62	0.39	6	9	200	3.1	0.28

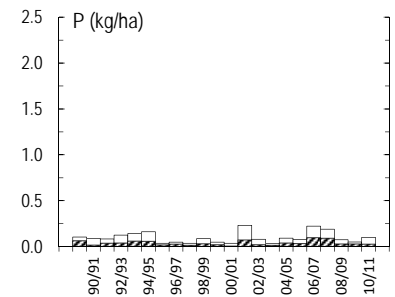
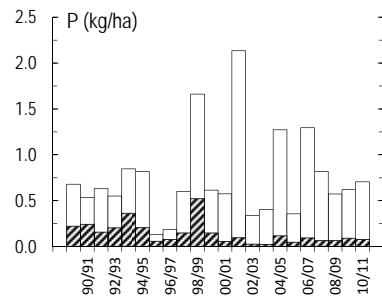
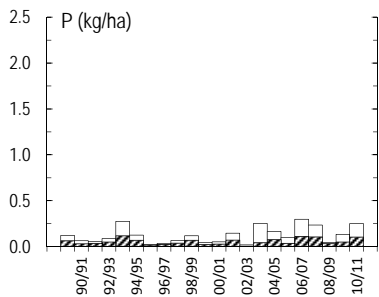
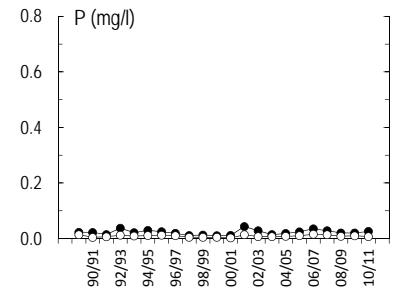
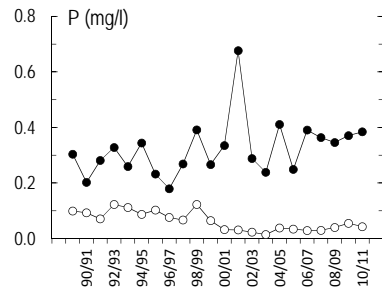
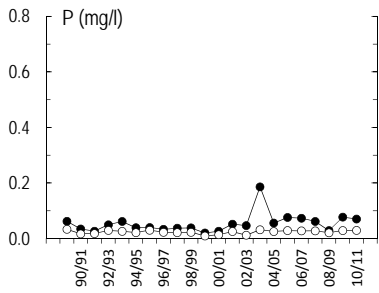
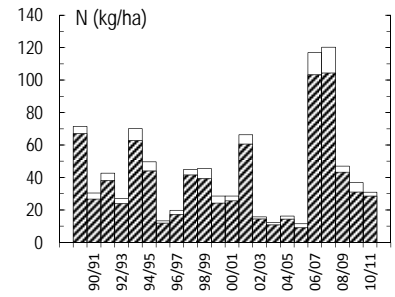
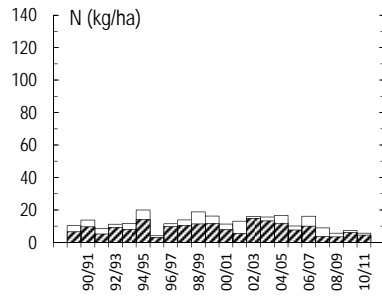
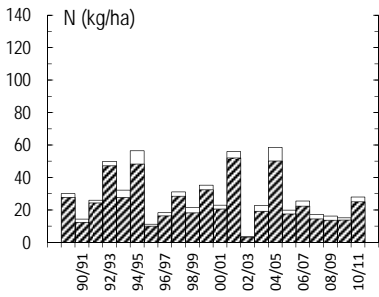
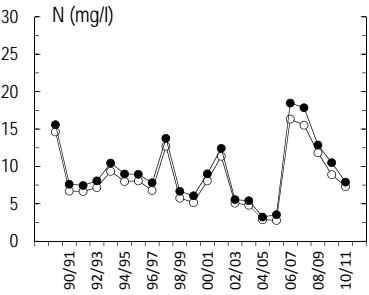
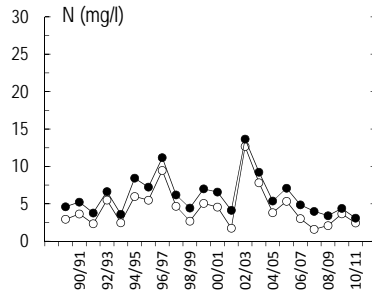
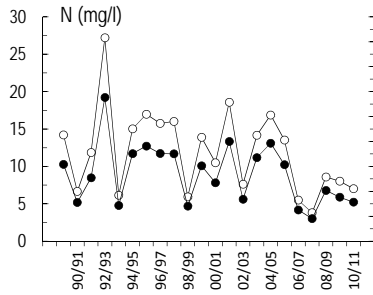
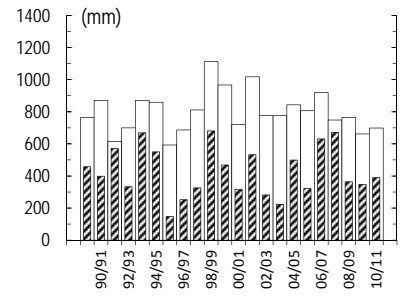
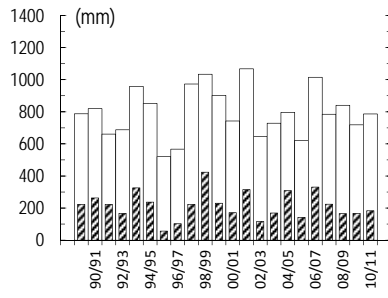
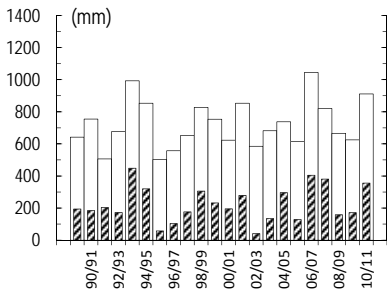
¹Nederbörd från närliggande SMHI stationer

*Ytvatten

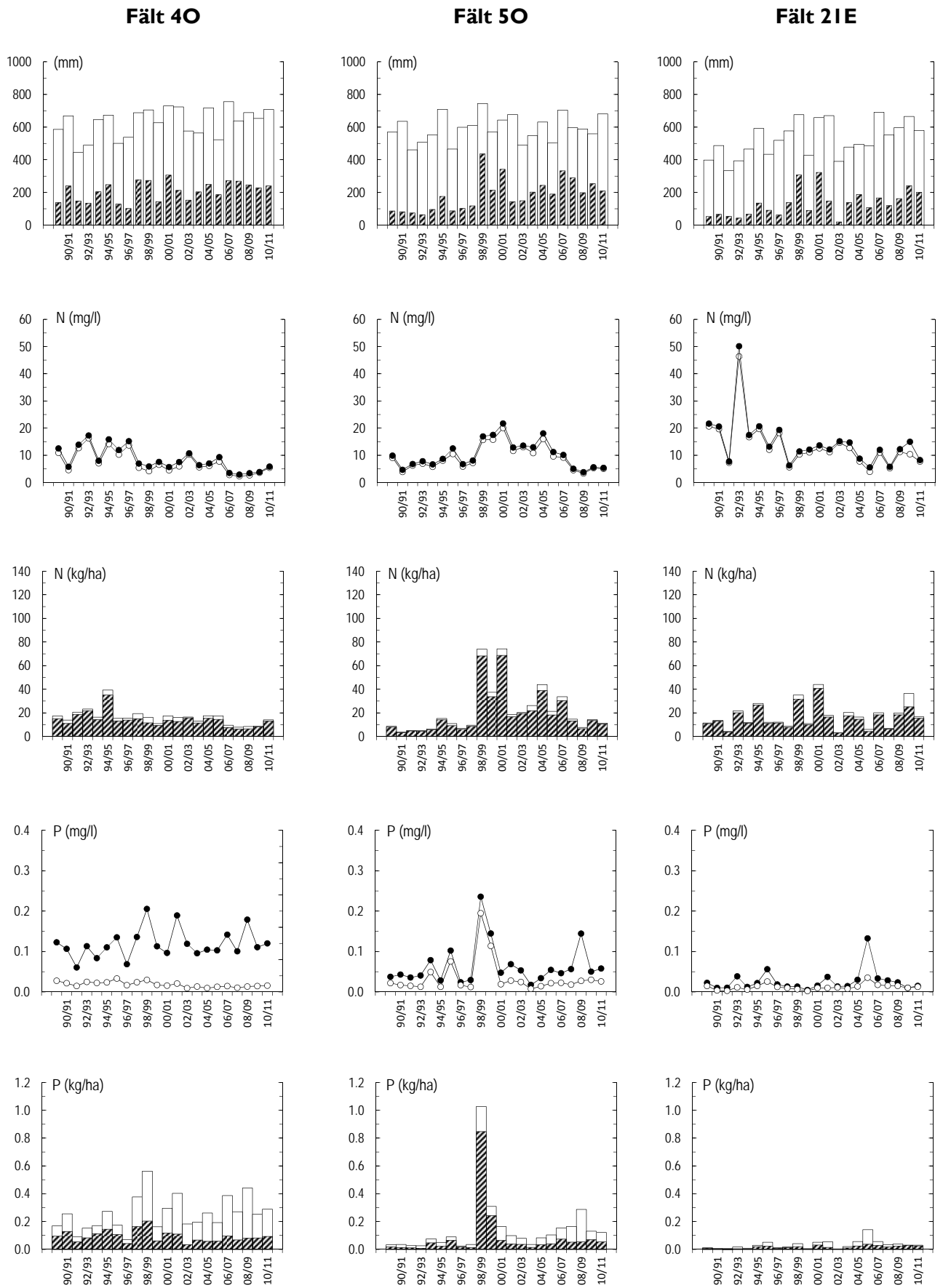
Fält 2M

Fält I1M

Fält I2N



Figur 3. Fält 2M (Skåne), I1M (Skåne) samt I2N (Halland). 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).

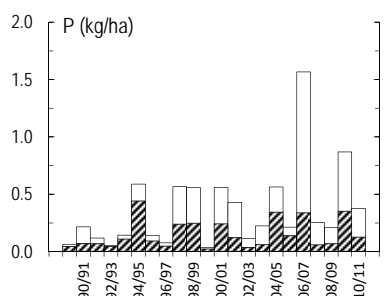
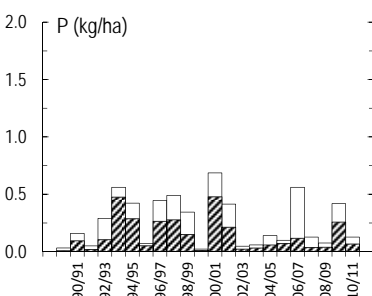
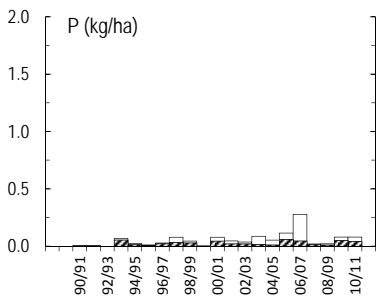
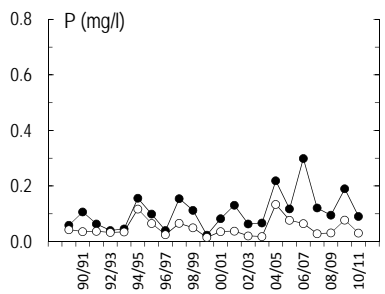
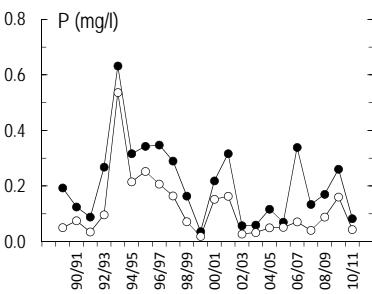
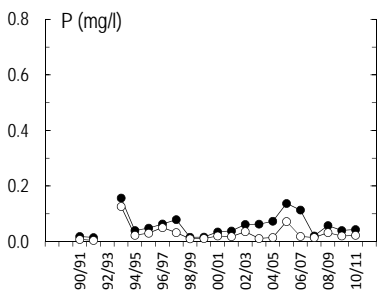
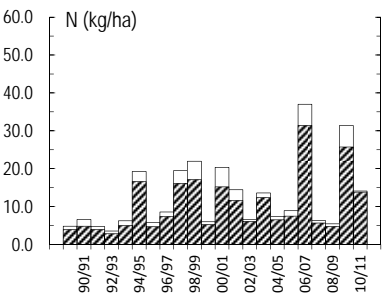
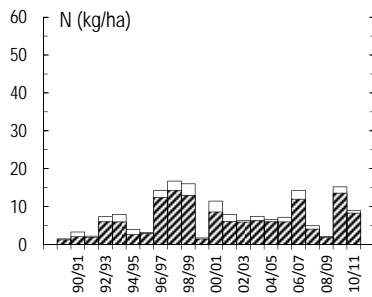
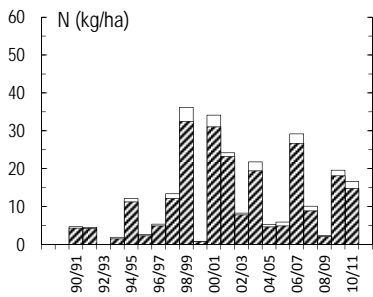
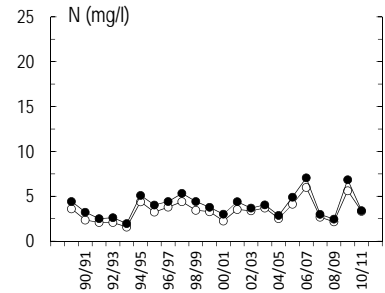
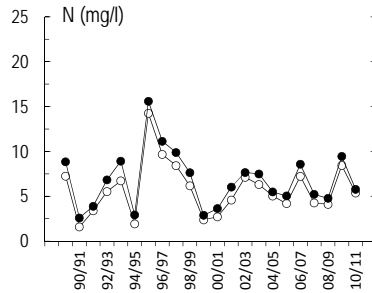
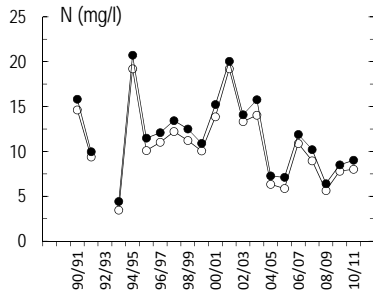
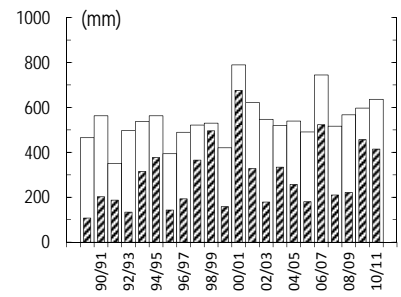
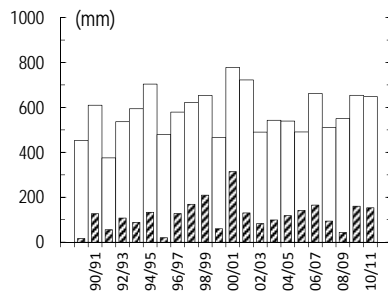
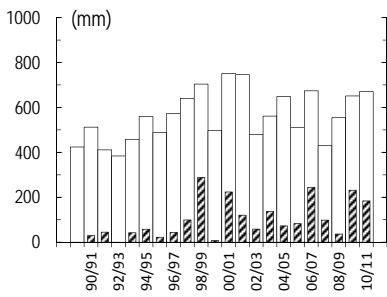


Figur 4. Fält 40 (Västergötland), 50 (Västergötland) samt 21E (Östergötland). Nederbörd (hel stapel) och avrinning (streckad). Halt av totalkväve (●) och nitratkväve (○). Transport av totalkväve (hel stapel) och nitratkväve (streckad). Halt av totalfosfor (●) och fosfatfosfor (○). Transport av totalfosfor (hel stapel) och fosfatfosfor (streckad).

Fält 6E

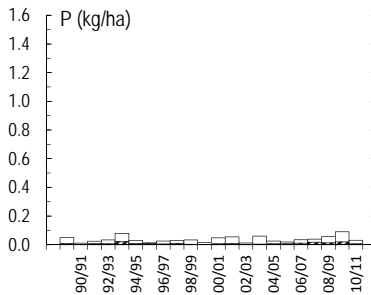
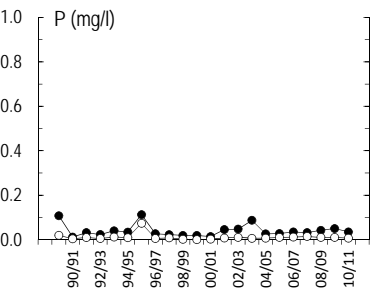
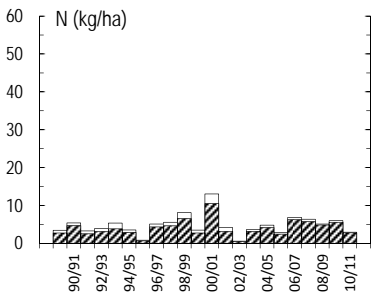
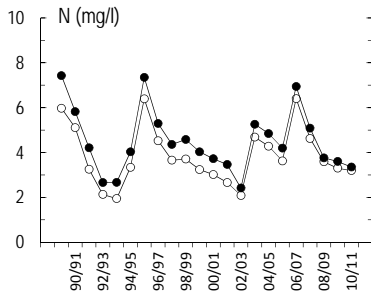
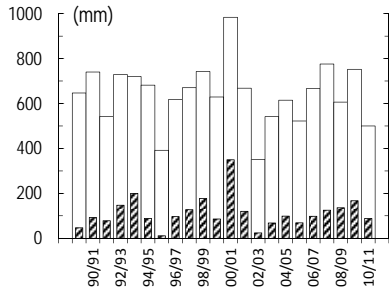
Fält 20E

Fält 7E

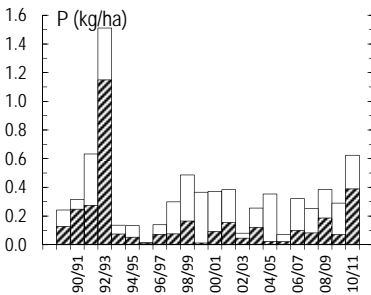
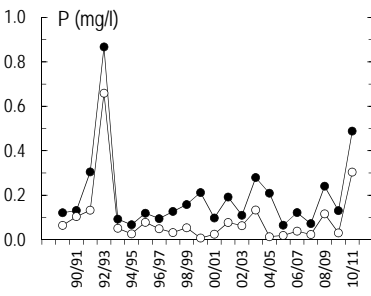
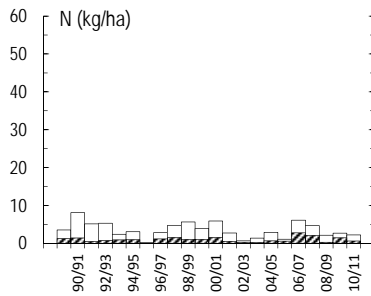
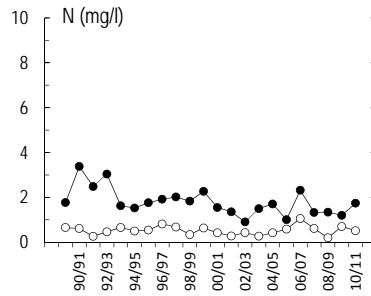
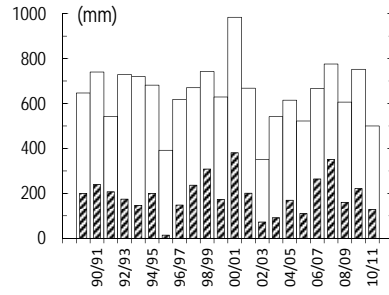


Figur 5. Fält 6E (Östergötland), 20E (Östergötland) samt 7E (Östergötland). Nederbörd (hel stapel) och avrinning (streckad). Halt av totalkväve (●) och nitratkväve (○). Transport av totalkväve (hel stapel) och nitratkväve (streckad). Halt av totalfosfor (●) och fosfatfosfor (○). Transport av totalfosfor (hel stapel) och fosfatfosfor (streckad).

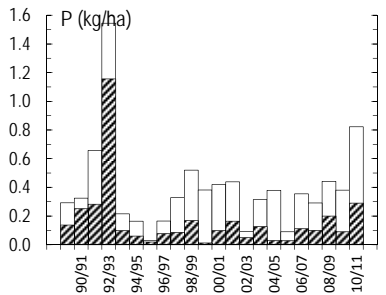
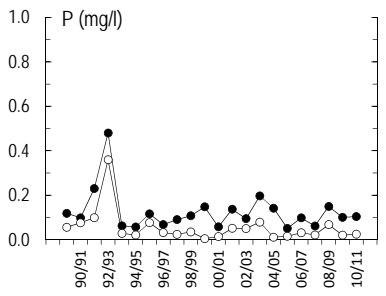
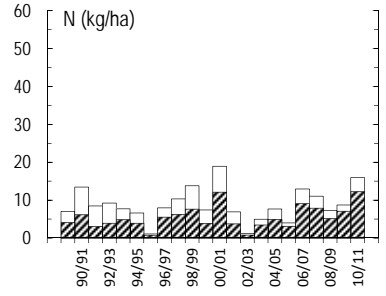
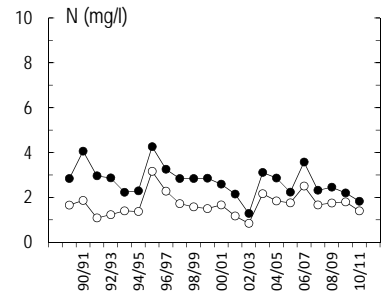
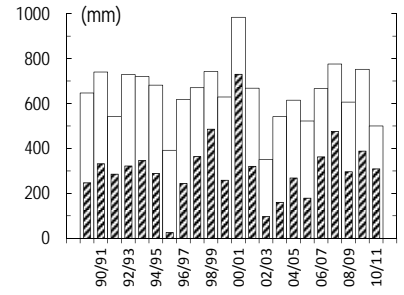
Fält I4AC (dräneringsvatten)



Fält I4AC (ytvatten)



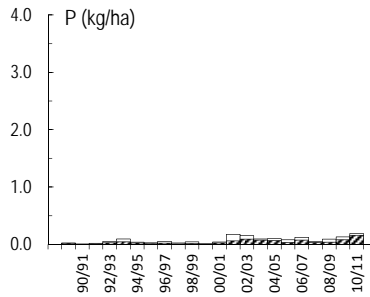
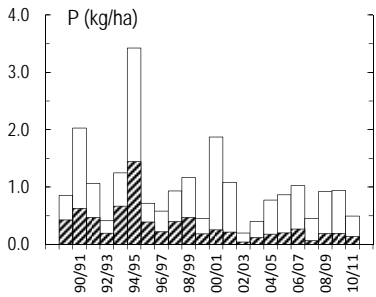
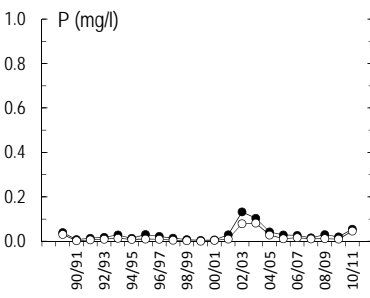
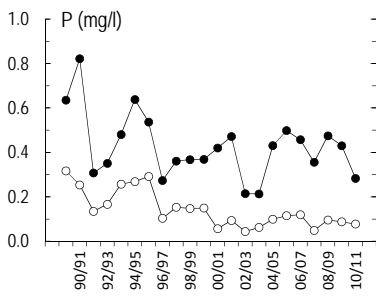
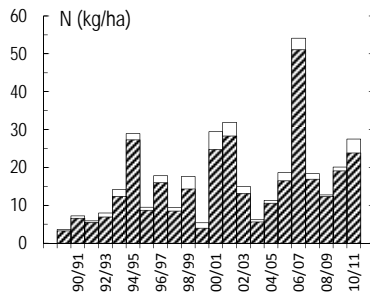
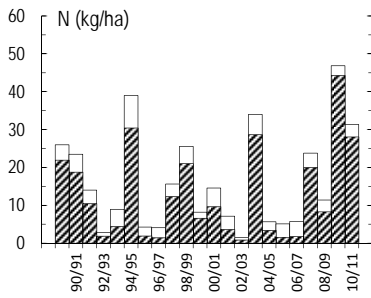
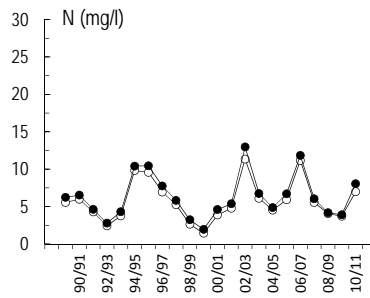
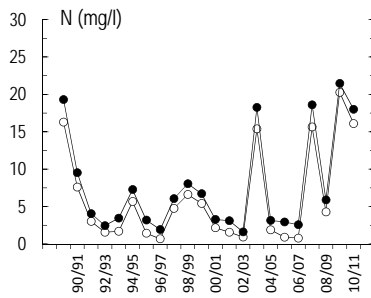
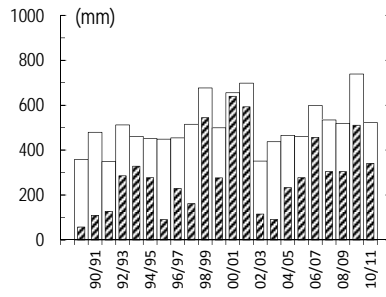
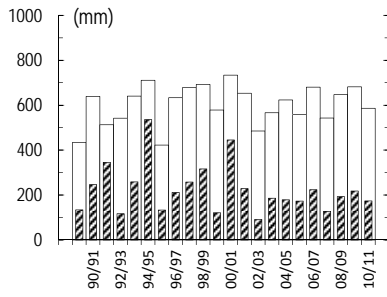
Fält I4 AC (dräneringsvatten + ytvatten)



Figur 6. Dränerings- och ytvatten från fält I4AC (Västerbotten). 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 ID

Fält I6Z



Figur 7. Fält ID (Sörmland) och fält I6Z (Jämtland). 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).

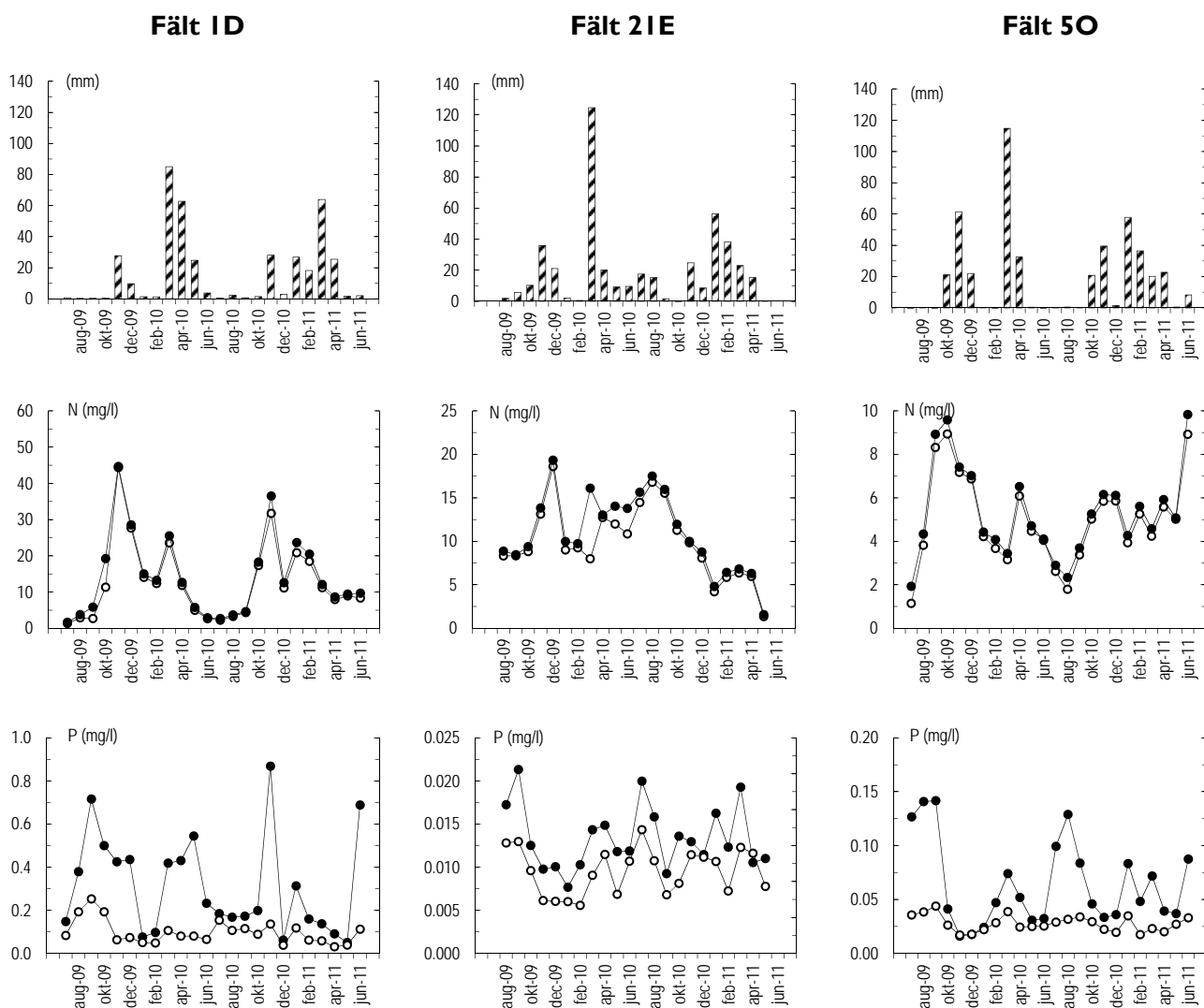
Inomårsvariationer av kväve- och fosforhalter i dräneringsvattnet

Det kan 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. Som exempel på hur avrinning och halter av kväve och fosfor kan variera under två odlingsår visas resultaten för fält 1D, 21E och 5O för perioden 2009-2010 (figur 8).

På fält 1D odlades åkerböna under odlingsåret 2009. Den ersattes med höstvetete under hösten 2009. I samband med höstbearbetningen och ökad mineralisering i marken steg totalkvävehalten i dräneringsvattnet kraftigt under hösten, från <10 mg/l till 45 mg/l (figur 8). Även totalfosforhalten steg. En stor mängd växtnäringsämnen frigjordes troligen efter nedbrukningen av åkerbönan. Under våren 2010 sjönk kvävehalten. Fosforhalten ökade däremot under våren, troligen till följd av hög halt av partikulär fosfor i samband med vårflödet. Efter en sommar med relativt låga halter uppnådde både kväve- och fosforhalten en topp i november 2010. Vid denna tidpunkt hade det börjat rinna igen efter en torr period, och fältet hade gödslats med lagrad djupströgödsel i oktober. Ökningen av kvävehalt blev dock inte lika stor som under föregående höst.

På fält 21E odlades höstvetete under odlingsåret 2009, som stubbearbetades i september. Efter höstbearbetningen steg kvävehalten i november och december 2009 (figur 8). Fosforhalten sjönk däremot, under samma period. Fältet låg i träda under våren 2010. Frånvaron av växande gröda var troligen orsaken till att kvävehalten i dräneringsvattnet låg kvar på en relativt hög nivå under mars och april. Trädan bröts i slutet av maj och totalkvävehalten ökade ett par månader senare, troligen till följd av jordbearbetningen. I augusti såddes höstraps. Etableringen av rapsen var god och under månaderna som följde sjönk kvävehalten kraftigt, troligen på grund av ett högt näringsupptag av grödan.

På fält 5 O växte höstraps under odlingsåret 2009. Rapsen ersattes med höstvetete under hösten 2009. Liksom på fält 1D steg totalkvävehalten i dräneringsvattnet efter höstbearbetningen, från ca 2 mg/l till ca 10 mg/l (figur 8). Även totalfosforhalten var hög vid denna tidpunkt. Sedan sjönk både kväve- och fosforhalten, men ökade igen i samband med vårflödet. Efter en sommar med sjunkande kvävehalt steg den igen under hösten 2010, återigen i samband med höstbruket (höstvetete skördades och nytt höstvetete såddes). Denna ökning var dock inte lika stor som ökningen under föregående höst, då det var höstraps som skördades. Ett flertal studier har visat att skörderester av höstraps orsakar ett större växtnäringsläckage än stråsäd (Hallgren, 2003; Johnsson et al., 2008).



Figur 8. Månadsvis avrinning (streckad stapel) och nederbörd från närliggande SMHI-stationer. Flödesvägda månadsmedelhalter av totalkväve (●) och nitratkväve (○), samt av totalfosfor (●) och fosfatfosfor (○) perioden juli 2009 till juni 2011 på fält ID, 21E och 50.

Trendberäkningar för perioden 1988-2009

Trendberäkningar för perioden 1988-2009 har nyligen utförts för att utvärdera om läckaget av kväve och fosfor har minskat från observationsfälten (Ulén et al., 2011). Ett Mann-Kendall test kunde statistiskt säkerställa en minskad trend av koncentrationerna av nitratkväve (NO₃-N) från två av fälten; fält 21E (Östergötland) och fält 40 (Västergötland). För fält 21E antogs möjliga orsaker vara att fältet inte stallgödslats sedan 1993, att fältet haft reducerad jordbearbetning samt att alla trädor har brutits sent under säsongen under senare år. För fält 40 kan minskade nitratkvävehalter bero på fånggrödor kombinerade med vårplöjning sedan 1999. Från fält 40 har även utlakningen av fosfatfosfor minskat, vilket också gällde för fält 11M (Skåne). Båda dessa fält hade en inre skyddszon av ogödslad träda (Ulén et al., 2011).

Resultat från parallellprovtagning av dräneringsvatten med momentan resp. flödesproportionell metod 2010/2011

Loggerbaserad flödesregistrering och automatisk flödesproportionell vattenprovtagning har under det agrohydrologiska året 2010/2011 varit i drift på 8 fält. I maj 2011 installerades även flödesproportionell provtagning på fält 6E (redovisas ej i denna rapport). På de 8 fält där parallell provtagning pågått sedan 2009 avslutades den momentana provtagningen 1 juli 2011.



Figur 9. Fikapaus i samband med installation av flödesproportionell provtagning på fält 16Z. Foto: Maria Blomberg

Registreringen av vattenståndet sker med hjälp av en displacementkropp (ø ca 9 cm) som hänger i en lastcell. Då vattennivån ändras 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 provsamlingsstiden avrunna vattnets halter. Samlingsprovet vittjas normalt en gång varannan vecka varvid provtagaren efter noggrann omblandning tar ut ett delprov (3 x 100 ml) för analys. Därefter töms glasflaskan. Provtagningsmetoden medför dock att mängden vatten i glasflaskan kommer att variera med avrinningens storlek, vilket vid låga flöden innebär att provets volym inte räcker till för alla analyser varför en prioritering fått göras.

Analyserna har omfattat, i prioritetsordning: fosfor (total-, filtrerad fosfat och partikulär), totalkväve, nitrat+nitritkväve, organiskt kol, suspenderat material, pH, konduktivitet och alkalinitet. Analyser av ammoniumkväve, kalium, natrium, magnesium, kalcium, klorid och sulfatsvavel analyserades fram till årsskiftet 2010/2011, men upphörde sedan och resultaten redovisas därför inte i denna rapport. Vattenanalyserna utfördes vid institutionen för mark och miljö vid SLU, dit proven nådde inom ett dygn.

Beräkningar

Vid momentan provtagning (var 14:e dag) har 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 provtagningsstillfälle använts för alla dygn mellan föregående provtagning och den aktuella provtagningsdagen. Dygnstransporterna har därefter summerats till år- eller månadstransporter.

Ämnestransporter

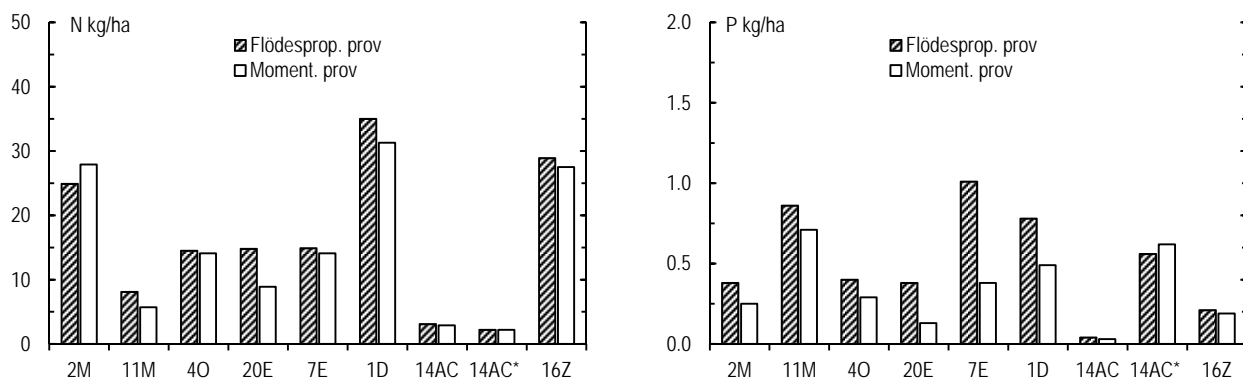
En sammanfattande jämförelse av transporterna vid momentan resp. flödesproportionell provtagning av några utvalda ämnen presenteras i tabell 5 och figur 10. Kvävetransporten uppvisar inte något generellt mönster utan kan bli såväl något lägre som något högre vid flödesproportionell provtagning jämfört med den momentana provtagningen. 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. Skillnaden har varit störst på fält 7E och 20E. Dräneringsvattnet på båda dessa fält har under längre eller kortare tider tydliga inslag av grundvatten med lägre halter av växnäringsämnen. 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.

Tabell 5. Beräknade årstransporter (kg/ha) baserade på momentan respektive flödesproportionell provtagning

År	Fält	Av-rin-ning	Tot_N		NO3_N		Tot_P		PO4_Pf		Susp	
			Mom	Fprop	Mom	Fprop	Mom	Fprop	Mom	Fprop	Mom	Fprop
2010/2011	2M	357	27.9	24.9	25.1	23.0	0.25	0.38	0.10	0.20	87	89
	11M	184	5.7	8.1	4.5	6.6	0.71	0.86	0.08	0.10	619	693
	4O	240	14.1	14.5	13.1	13.3	0.29	0.40	0.09	0.16	119	157
	20E	154	8.9	14.8	8.2	13.2	0.13	0.38	0.07	0.20	74	238
	7E	415	14.1	14.9	13.8	13.7	0.38	1.01	0.13	0.26	432	946
	1D	174	31.3	35.0	28.0	31.4	0.49	0.78	0.13	0.20	240	412
	16Z	341	27.5	28.9	23.8	25.4	0.19	0.21	0.16	0.15	3	9
	14AC	88	2.9	3.1	2.8	2.9	0.03	0.04	0.01	0.01	15	22
	14AC*	128	2.2	2.2	0.7	0.7	0.62	0.56	0.39	0.36	6	19

*Ytvatten



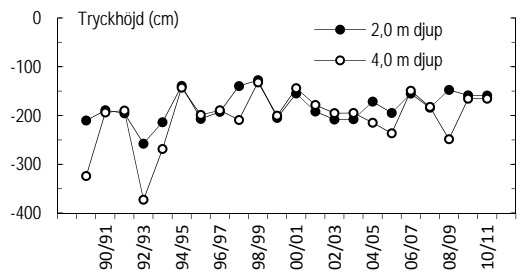
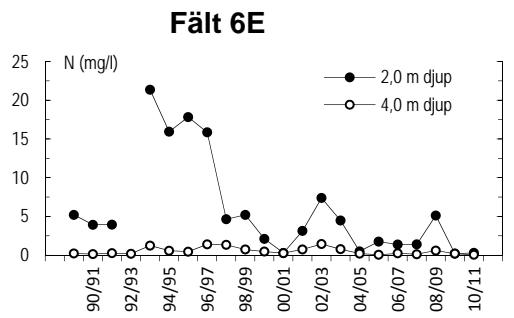
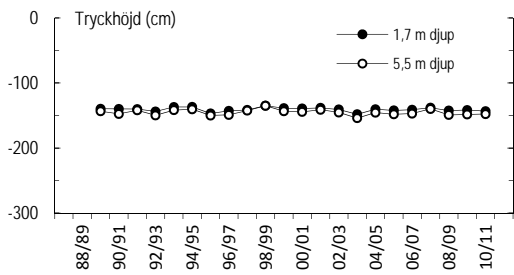
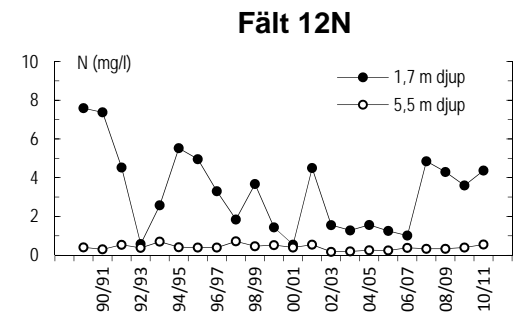
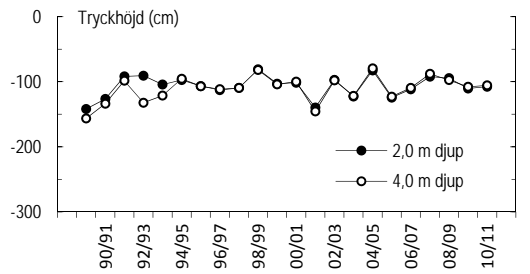
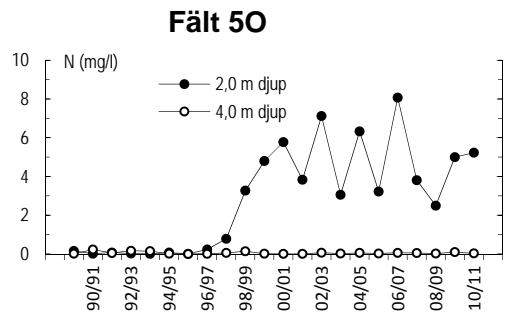
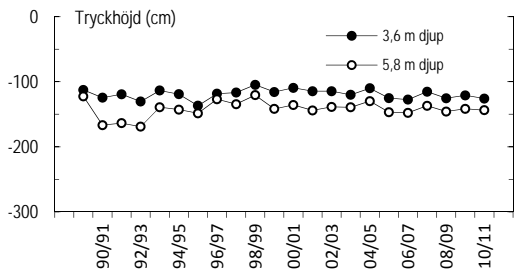
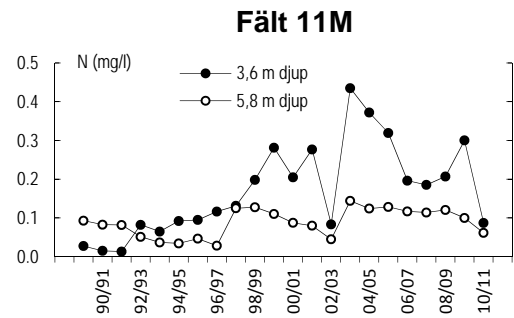
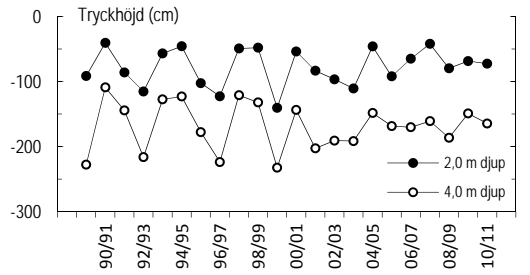
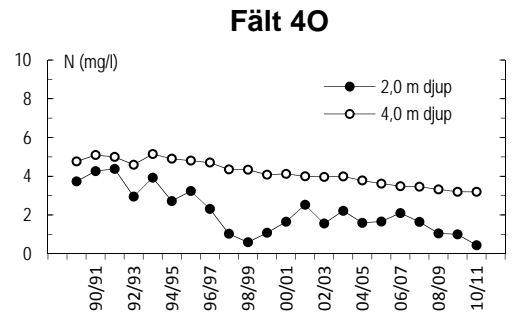
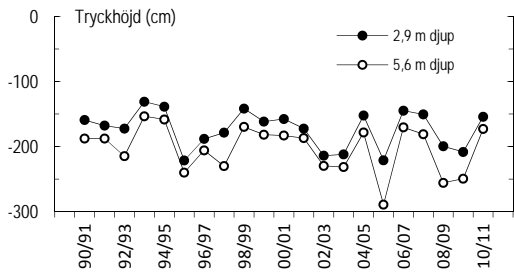
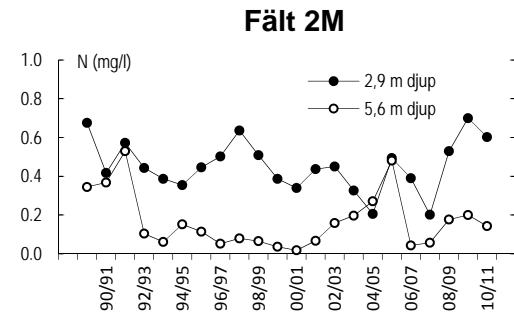
Figur 10. Beräknad årstransport av totalkväve och totalfosfor baserad på flödesproportionell vattenprovtagning (streckad stapel) resp. momentan provtagning var 14:e dag (hel stapel). 14AC* = ytvatten.

Grundvatten

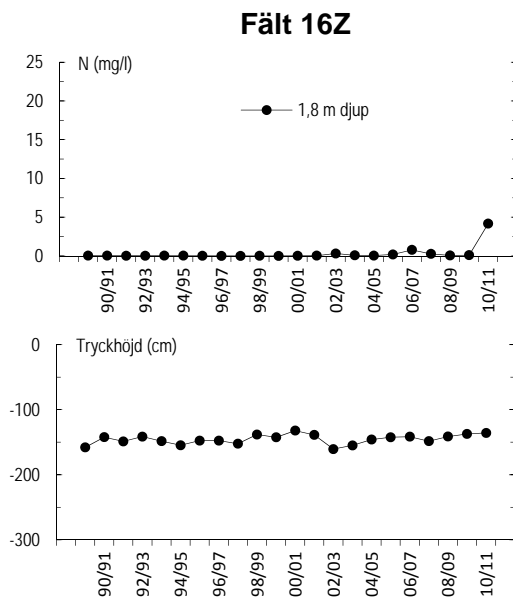
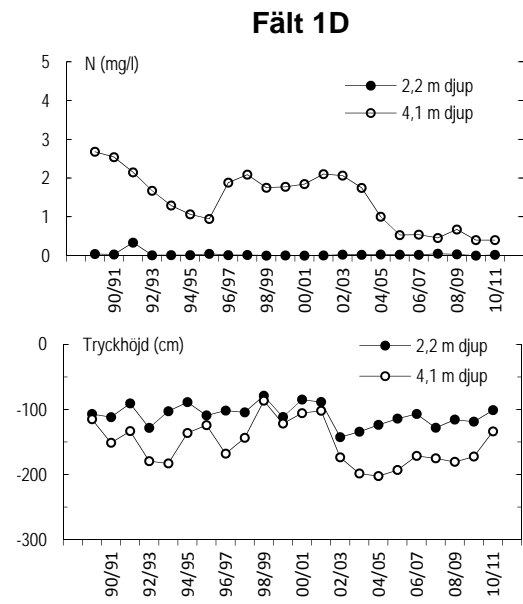
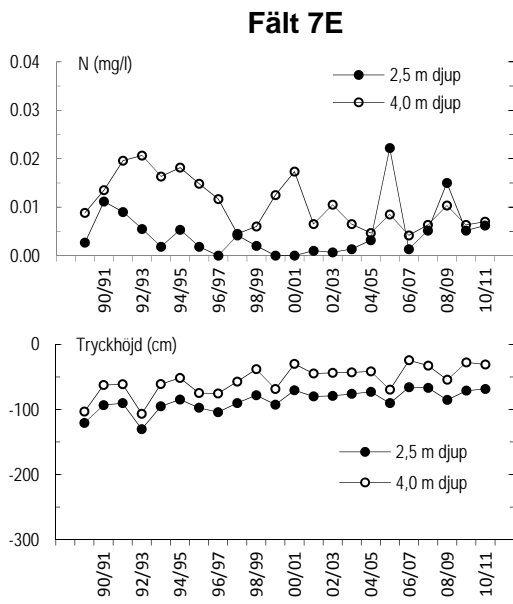
Aritmetiska medelvärden för analyser av grundvatten för 2010/2011 redovisas i tabell 6. Tidsserier av årsvärden av nitratkvävehalter i grundvattnet samt grundvattnets tryckhöjd för respektive fält redovisas i figur 11-12.

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. (7E, 16Z) 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 (2M, 11M, 7E och 1D). 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. På fält 16Z var nitratkvävehalten i år betydligt högre än flerårsmedelvärdet.



Figur 11. Nitratkväve i grundvatten samt grundvattnets tryck på olika djup. Observera olika skalor på y-axlarna.



Figur 12. Nitratkväve i grundvatten samt grundvattnets tryck på olika djup. Observera olika skalor på y-axlarna.

Tabell 6. Aritmetiska årsmedelhalter (mg/l) 2010/2011 i grundvattnet. Medelvärden 1999/2000 - 2009/2010 för nitratkväve och pH

Lokal	Nr : djup (m)	2010/2011				Medelvärde 1999/00-2009/10	
		NO ₃ -N (mg/l)	pH	Kond (mS/m)	Alk (mmol/l)	NO ₃ -N (mg/l)	pH
2M	3 : 2,9	0.6	7.6	101	8.3	0.4	7.4
	3 : 5,6	0.1	7.6	81	6.7	0.1	7.5
11M	1 : 3,6	<0.1	8.1	85	8.8	0.3	7.8
	1 : 5,8	<0.1	8.0	80	8.2	0.1	7.7
12N	2 : 1,7	4.4	6.9	35	1.1	2.3	6.8
	2 : 2,2	2.2	7.4	49	2.7	1.9	7.5
	2 : 5,5	0.6	7.9	192	10.0	0.3	7.8
4O	1 : 2,0	0.4	7.1	30	2.3	1.7	6.9
	1 : 4,0	3.2	7.1	31	1.8	3.7	6.9
	2 : 2,0	7.8	7.0	43	2.9	8.8	6.9
	2 : 3,6	6.7	7.2	44	2.9	7.7	7.1
5O	1 : 2,0	5.2	7.2	30	2.1	4.8	7.1
	1 : 4,0	<0.1	7.3	62	6.3	<0.1	7.2
6E	1 : 2,2	0.2	7.7	55	4.9	3.4	7.6
	1 : 4,0	<0.1	7.7	73	6.4	0.2	7.6
	2 : 2,0	0.3	7.1	30	1.4	2.6	7.2
	2 : 4,0	<0.1	7.9	57	5.3	0.5	7.8
7E	2 : 2,5	<0.1	8.0	67	6.1	<0.1	7.9
	2 : 4,0	<0.1	8.0	67	6.2	<0.1	7.9
1D	1 : 2,0*	<0.1	6.5	14	0.5	<0.1	6.5
	2 : 2,2	<0.1	7.7	46	4.6	<0.1	7.5
	2 : 3,5	<0.1	7.9	45	4.2	<0.1	7.8
	2 : 4,1	0.4	7.6	41	3.4	1.2	7.6
	3 : 3,6	0.4	7.6	51	4.7	0.8	7.5
16Z	1 : 1,8	4.2	7.9	75	6.0	0.2	7.5

*Lokalen belägen i skogen uppströms fältet.

Referenser

- Anonym, 2011. *Kvalitetsmanual för vattenanalyser*. Institutionen för mark och miljö, SLU, Uppsala.
- Lindén, B. & Engström, L. 2005. Höstraps, havre och ärter som förfrukter till höstvet: inverkan på kvävedynamiken i marken och på vetets avkastning. Institutionen för markvetenskap, Avd. för precisionsodling, SLU. Rapport 4.
- Hallgren, S. 2003. Mineralkväve i marken efter höstraps och efter havre – en fältstudie samt ett inkubationsförsök avseende inverkan av höstraps- och havrehalm på kväveförhållandena i jorden. Examensarbete. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för jordbruksvetenskap Skara. Examens- och seminariearbeten, nr 9.
- Johnsson, H., Larsson, M., Lindsjö, A., Mårtensson, K., Persson, K. & Torstensson, G. 2008. Läckage av näringsämnen från svensk åkermark. Beräkningar av normalläckage av kväve och fosfor för 1995 och 2005. Rapport 5823. Naturvårdsverket.
- Jordbruksverket, 2003. Statens jordbruksverks föreskrifter om miljöhänsyn i jordbruket. *SJVFS 2003:66*, 22 pp.
- Naturvårdsverket. 2010. Handbok för miljöövervakning. Programområde Jordbruksmark. Miljöövervakningsmetod: Dräneringsvatten på observationsfält. www.naturvardsverket.se
- Torstensson, G. & Håkansson, M. 2001. Kväveutlakning på sandjord – motåtgärder med ny odlings-teknik. Miljöanpassad stallgödselanvändning och odling i realistiska odlingsystem. *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.
- Ulén, B., von Brömssen, C., Johansson, G., Torstensson, G., Stjernman Forsberg, L. 2011. Närsaltstrender i dräneringsvatten från observationsfälten 1988-2009. *Ekohydrologi 128*. Institutionen för mark och miljö, SLU.

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 31 56

www.slu.se/mark
