



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences



NATIONELL
MILJÖÖVERVAKNING
PÅ UPPDRAG AV
NATURVÅRDSVERKET

Lovisa Stjernman Forsberg, Göran Johansson
och Gunnar Torstensson

Växtnäringsförluster från åkermark 2011/2012

*Årsredovisning för miljöövervakningsprogrammet
Observationsfält på åkermark*



Observationsfält 40. Foto: Maria Blomberg

Ekohydrologi 136

Uppsala 2013

Institutionen för mark och miljö

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

ISRN SLU-VV-EKOHYD-136-SE
ISSN 0347-9307

Innehåll

| | |
|--|-----------|
| 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> | 7 |
| <i>Inomårsvariationer av kväve- och fosforhalter i dräneringsvattnet</i> | 14 |
| <i>Resultat från parallellprovtagning av dräneringsvatten 2011/2012</i> | 16 |
| <i>Grundvatten</i> | 16 |
| Referenser | 20 |

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 2011/2012. Rapporten redovisar bl.a. flödesvägda årsmedelhalter, transporter och avrinning för varje fält, medan klimatet redovisas översiktligt för olika delar av Sverige.

På de flesta håll i landet blev årsnederbörden under det agrohydrologiska året 2011/2012 ovanligt stor. Likaså var vintern ovanligt mild. Gemensamt för samtliga observationsfält var också att det framförallt var någon period under sensommaren (juli-september 2011) som blev ovanligt nederbördsrik. Vid den tiden är avdunstningen hög och växter tar upp en stor del av vattnet. På flera observationsfält blev därför årsavrinningen mindre än medel, trots riklig årsnederbörd.

De flödesvägda årsmedelhalterna av totalkväve i dräneringsvattnet var låga på de flesta fält. Endast på fält 21E och fält 16Z var totalkvävehalten högre än medel. Årstransporten av totalkväve var mindre än normalt på samtliga fält utom på fält 16Z.

På fält 2M, 11M, 4O, 7E och 1D låg både flödesvägda årsmedelhalter samt årstransporter av totalfosfor över medel, medan motsvarande värden för övriga fält var i nivå med medel eller strax under.

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

Inledning

Denna årsredovisning är utförd av Institutionen för mark och miljö vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) på uppdrag av Naturvårdsverket. Rapporten redovisar resultaten från miljöövervakningsprogrammet *Observationsfält på åkermark* för det senaste agrohydrologiska året (juli 2011 – juni 2012). Inom programmet 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. Resultaten är tänkta att ge underlag för uppföljning av effekterna av olika miljöstödåtgärder inom jordbruket samt för uppföljning av miljömålet Ingen övergödning.

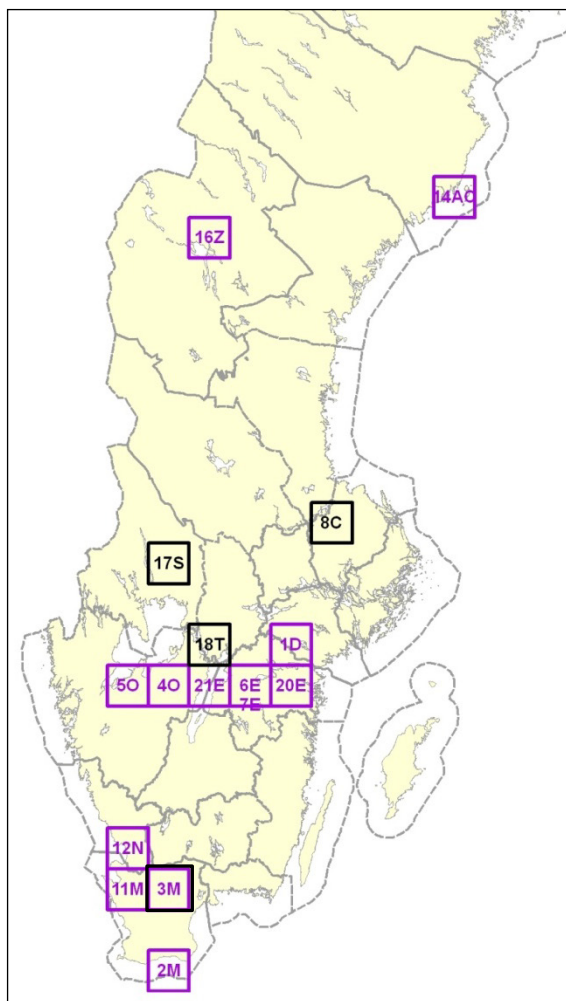
För närvarande omfattar programmet 12 fält, lokaliserade i olika delar av landet (Figur 1). På de flesta fält har mätningar av kväve och fosfor pågått sedan 70-talet. På ett av fälten mäts och provtas dränerings- respektive på markytan avrinnande vatten separat.

I denna rapport sammanställs resultat för det agrohydrologiska året 2011/2012 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 de odlingsåtgärder som har utförts på fälten. 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 10 fält. Från 9 av dessa (2M, 11M, 4O, 20E, 6E, 7E, 1D, 14AC och 16Z) har avrinningen från den nya flödesregistreringen använts i denna årsrapport. Registreringen av vattenståndet sker då 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) 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 och huvudsaklig 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 | | |
| 2M | 14 | 16 | 13 | Växtodling | 650 |
| 11M | 36 | 32 | 36 | Mjök | 750 |
| 12N | 5 | 2 | 2 | Mjök | 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 | Mjök, ekolog. | 550 |
| 16Z | 9 | 15 | 23 | Mjök | 500 |
| 14AC | 10 | 11 | 17 | Växtodling | 600 |

*Analysresultat från provtagning 2005.

Figur 1. Observationsfälten approximativa läge i Sverige 2011/2012. På fälten 8C, 17S, 18T och 3M sker för närvarande ingen provtagning eller mätning.

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

Dräneringsvattenprover har tagits varannan vecka. Under höglöden förekommer i vissa fall en förtätad provtagningsfrekvens. Loggerbaserad flödesregistrering och automatisk flödesproportionell vattenprovtagning har under det agrohydrologiska året 2011/2012 varit i drift på 9 fält (2M, 11M, 4O, 6E, 7E, 20E, 1D, 16Z och 14AC). I maj 2012 installerades även flödesproportionell provtagning på fält 21E (resultaten redovisas ej i denna rapport). 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 anses motsvara det under provsamlings-tiden 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 att mängden vatten i glasflaskan varierar med avrinningens storlek. Vid låga flöden övergår provtagningen i tidsstyrd provtagning (2 ggr/dygn) för att kunna erhålla tillräcklig provvolym för analys.

På fälten utan flödesproportionell provtagningsutrustning (fält 12N och 5O) tas enbart prover manuellt.

Tabell 2. Grödor och rapporterad stallgödseltillförsel under odlingssäsongen 2011 samt odlingsförhållanden på observationsfälten under vintern 2011/2012

| Fält | Gröda 2011 | Vintern 11/12 | Stallgödseltillförsel, slag/tidpunkt |
|-------|------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| 2 M | Höstvete | Höstraps | Kyckling fastgödsel före rapssådd |
| 11 M | Höstvete/Vall | Höstraps/Vallträda/Plöjd | Nötflyt/vår/(delskifte) |
| 12 N | Vårkorn med vallinsådd | Vallinsådd | Nötflyt/vår |
| 4 O | Höstvete/Vall/Vårkorn | Höstvete/Vall/Plöjd | Nötflyt/vår + sommar/(delskiften) |
| 5 O | Höstvete | Höstvete | |
| 21 E | Höstraps | Höstvete | |
| 6 E | Höstvete/Potatis | Höstraps/Höstvete | |
| 20 E | Lin | Höstvete | |
| 7 E | Höstvete | Höstvete | |
| 1 D | Havre med vallinsådd | Vallinsådd | |
| 16 Z | Vårkorn | Plöjd | Nötflyt/vår |
| 14 AC | Vall/Rörflen* | 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.

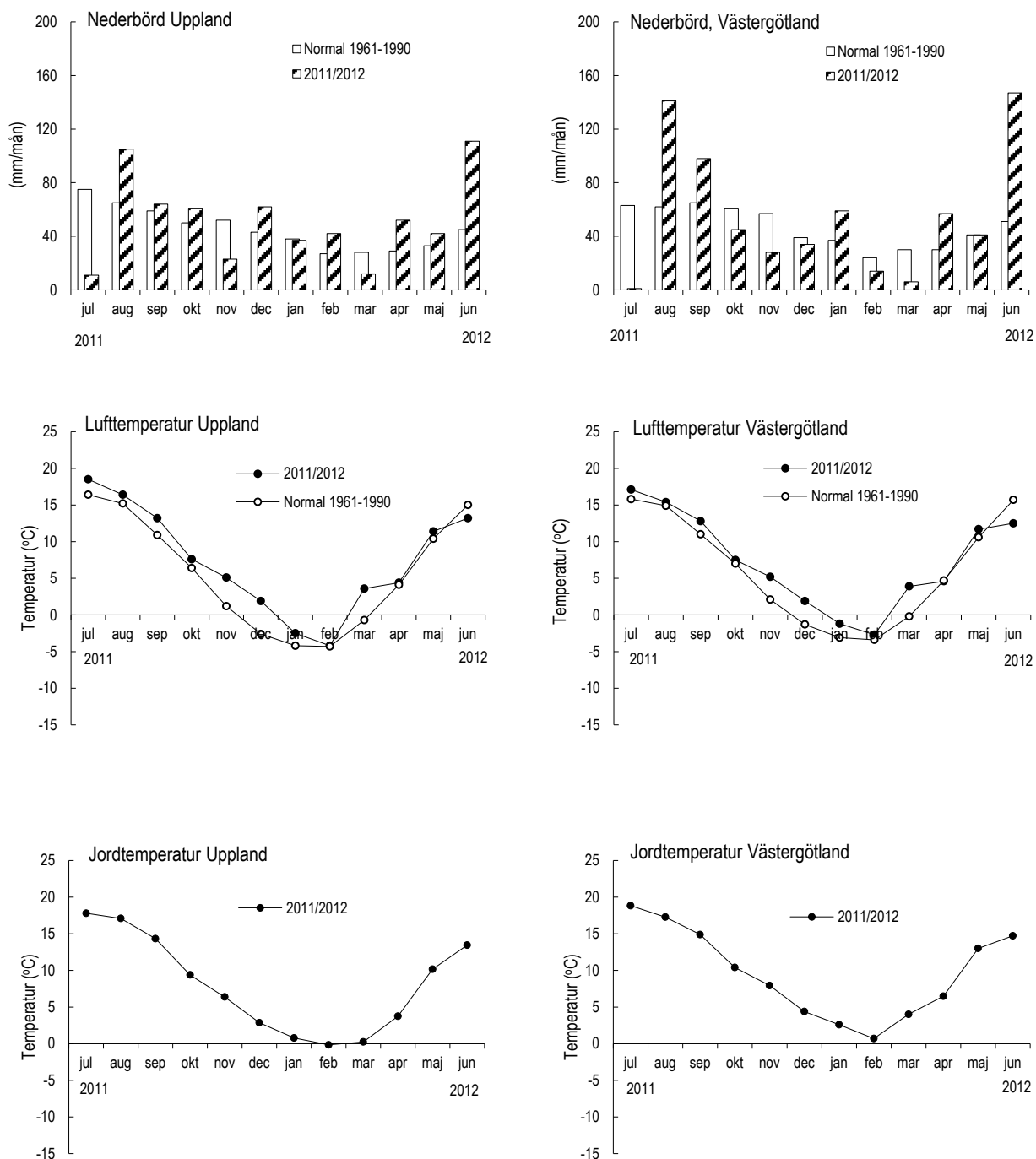
Analyser

Vattenanalyserna utförs vid laboratoriet på institutionen för mark och miljö (SLU) dit proven når inom ett dygn. För fält med flödesproportionell provtagning gäller att sedan 1 juli 2011 används flödesproportionell provtagning för mätningar av totalkväve, nitrat + nitritkväve, totalfosfor, fosfatfosfor, partikulärt bunden fosfor, suspenderat material och totalt organiskt kol och manuell provtagning för mätningar av pH, konduktivitet och alkalinitet. För de fält som ännu inte är utrustade med flödesproportionell utrustning (Fält 12N och 5O) gäller att samtliga parametrar ovan (utom partikulärt bunden fosfor) mäts i manuellt tagna vattenprover. Tillämpade analysmetoder finns beskrivna i laboratoriets kvalitetsmanual (Anonym, 2011).

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 provtagningstillfälle använts för alla dygn mellan föregående provtagning och den aktuella provtagningsdagen. Dygnskoncentrationerna har sedan multiplicerats med dygnsavrinningarna för att beräkna dygnstransporter som därefter summerats till månads- eller årstransporter. Årsvärden avser agrohydrologiska år (1 juli – 30 juni). Flerårsmedeltransporten har beräknats som aritmetiskt medelvärde av årstransporterna. Flödesvägda årsmedelhalter har räknats fram genom att dividera årstransporten med årsavrinningen. Flerårsmedelhalterna (2000/2001-2010/2011) 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. 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 (2000/2001 - 2010/2011), 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). Flerårsmedelvärden avser endast manuellt tagna prover, då perioden för flödesproportionell provtagning ännu inte anses tillräckligt lång för att kunna beräkna sådana medelvärden.



Figur 2. Månadsnederbörd (mm) 2011/2012 samt normalnederbörd 1961-90 för Uppland (Uppsala) och Västergötland (Lanna); lufttemperatur som månadsmedelvärden (°C) 2011/2012 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) 2011/2012.

Resultat och Diskussion

Grödor, stallgödsling

Stråsäd var den dominerande grödan på observationsfälten under odlingsåret 2011 (Tabell 2), men det förekom även lin (20E) och vall (14AC). Vintern 2011/2012 var samtliga fält utom fält 16Z helt eller delvis bevuxna med höstraps, höstvetete eller vall. Flerårig odling av vall dämpar normalt kväveläckaget effektivt. Höstsäd räknas som vintergrön mark enligt jordbruksverkets författning (Jordbruksverket, 2003). I vissa lägen inverkar dock sådden av höstsäd bara försumbart på kväveläckaget under vintern till följd av den tidiga jordbearbetningen före sådden (Torstensson & Håkansson, 2001). Däremot blir ofta kväveläckaget något lägre vintern efter att höstsäden har skördats. Fosforläckaget dämpas inte i samma grad av en vall eller fånggröda som kväveläckaget. Den lösta fosforforn kan läcka lika mycket från en vall som från stråsäd, medan förlusterna av den partikelbundna fosforforn vanligen är något mindre från vall (Ulén, 2005).

Stallgödsel spreds på fem fält, varav endast ett fält gödslades på hösten (fält 2M).

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.

På de flesta håll i landet blev årsnederbörden under det agrohydrologiska året 2011/2012 ovanligt stor. Likaså var vintern ovanligt mild. Uppmätt marktemperatur i både Västergötland och Uppland visade att marktemperaturen aldrig understeg noll grader på dessa platser (Figur 2). Gemensamt för samtliga observationsfält var att det framförallt var någon period under sensommaren (juli-september 2011) som blev ovanligt nederbördsrik. Vid den tiden är avdunstningen hög och växter tar upp en stor del av vattnet. På flera observationsfält blev därför årsavrinningen mindre än medel, trots riklig årsnederbörd. Endast fält 11 M (Skåne), 12N (Halland), 4O (Västergötland), 5O (Västergötland) och fält 14AC (Västerbotten) hade en årsavrinning som var större än respektive långtidsmedelvärde. På de flesta observationsfält var avrinningen som störst under vintermånaderna december och januari, men på fält 4O, 5O, 7E, 2M, 11M och 12N var avrinningen störst under augusti eller september.

Vattenkvalitet och transporter av näringsämnen

Flödesvägda årsmedelhalter av analyserade ämnen redovisas i Tabell 3. Årstransporter av kväve och fosfor under 2011/2012 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 (Tabell 3). På fält 2M, 11M, 4O, 6E och 14AC var årsmedelhalten bland de lägsta sedan undersökningarna startade. Dessa fält var helt eller delvis vinterbevuxna under vintern 2011/2012 (Tabell 2), vilket kan ha bidragit till de låga halterna. Endast på fält 21E och fält 16Z översteg totalkvävehalten långtidsmedel. Fält 16Z låg obevuxet under vintern, vilket kan ha bidragit till höga kvävehalter i dräneringsvattnet. Årstransporten av totalkväve var mindre än normalt på samtliga fält utom på fält 16Z.

Fosfor

På fält 2M, 11M, 4O, 7E och 1D låg både flödesvägda årsmedelhalter samt årstransporter av totalfosfor över medel, medan motsvarande värden för övriga fält var i nivå med medel eller strax under (Tabell 3 och 4).

Tabell 3. Flödesvägda årsmedelhalter (mg/l) samt aritmetiska medelvärden 2011/2012 i dräneringsvattnet för respektive observationsfält. Årsmedelhalter för 2011/2012 är baserade på manuell provtagning för fält 12N, 5O och 21E. För övriga fält är de baserade på flödesproportionellt tagna prover. Aritmetiska medelvärden för 2011/2012 (pH, alkalinitet och konduktivitet) samt medelhalter 2000/2001 - 2010/2011 för totalkväve och totalfosfor är beräknade på manuellt tagna prover för samtliga fält.

| Fält | 2011/2012 | | | | | | | Aritm. medelv. | | | Medelvärde 2000/01-2010/11 | |
|--------|-----------------------------------|-------|--------------------|--------|-----------|-----|----|----------------|------------|-----------|----------------------------|-------|
| | Flödesvägda årsmedelhalter (mg/l) | | | | | | | pH | Alk mmol/l | Kond mS/m | Tot-N | Tot-P |
| Tot-N | NO ₃ -N | Tot-P | PO ₄ -P | Part-P | Susp mtrl | TOC | | | | | | |
| 2M | 4.1 | 3.7 | 0.13 | 0.08 | 0.04 | 27 | 9 | 7.8 | 6.6 | 71 | 11.8 | 0.07 |
| 11M | 3.3 | 2.3 | 0.54 | 0.08 | 0.44 | 586 | 13 | 7.6 | 3.6 | 42 | 6.0 | 0.37 |
| 12N | 5.7 | 5.2 | 0.02 | 0.01 | - | 4 | 10 | 6.7 | 1.3 | 30 | 9.7 | 0.02 |
| 4O | 3.7 | 3.0 | 0.28 | 0.07 | 0.18 | 110 | 9 | 7.0 | 1.5 | 22 | 6.0 | 0.12 |
| 5O | 6.8 | 6.4 | 0.03 | 0.02 | - | 9 | 4 | 7.2 | 2.9 | 39 | 11.0 | 0.06 |
| 21E | 27.8 | 26.6 | 0.01 | 0.01 | - | 3 | 2 | 7.8 | 5.3 | 74 | 11.2 | 0.03 |
| 6E | 6.4 | 5.9 | 0.06 | 0.02 | 0.03 | 15 | 4 | 7.8 | 6.2 | 89 | 11.4 | 0.06 |
| 20E | 3.8 | 3.3 | 0.14 | 0.05 | 0.09 | 139 | 6 | 7.8 | 8.4 | 105 | 6.3 | 0.17 |
| 7E | 4.7 | 3.9 | 0.43 | 0.20 | 0.18 | 149 | 6 | 7.4 | 4.8 | 58 | 4.2 | 0.13 |
| 1D | 3.7 | 3.0 | 0.50 | 0.21 | 0.25 | 175 | 10 | 7.1 | 1.1 | 19 | 9.0 | 0.39 |
| 16Z | 16.6 | 14.3 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 12 | 4 | 7.6 | 5.7 | 68 | 6.8 | 0.05 |
| 14AC | 2.0 | 1.8 | 0.04 | 0.01 | 0.03 | 26 | 4 | 5.5 | 0.5 | 49 | 4.2 | 0.04 |
| 14 AC* | 1.3 | 0.5 | 0.25 | 0.16 | 0.04 | 22 | 7 | 6.7 | 0.5 | 27 | 1.5 | 0.18 |

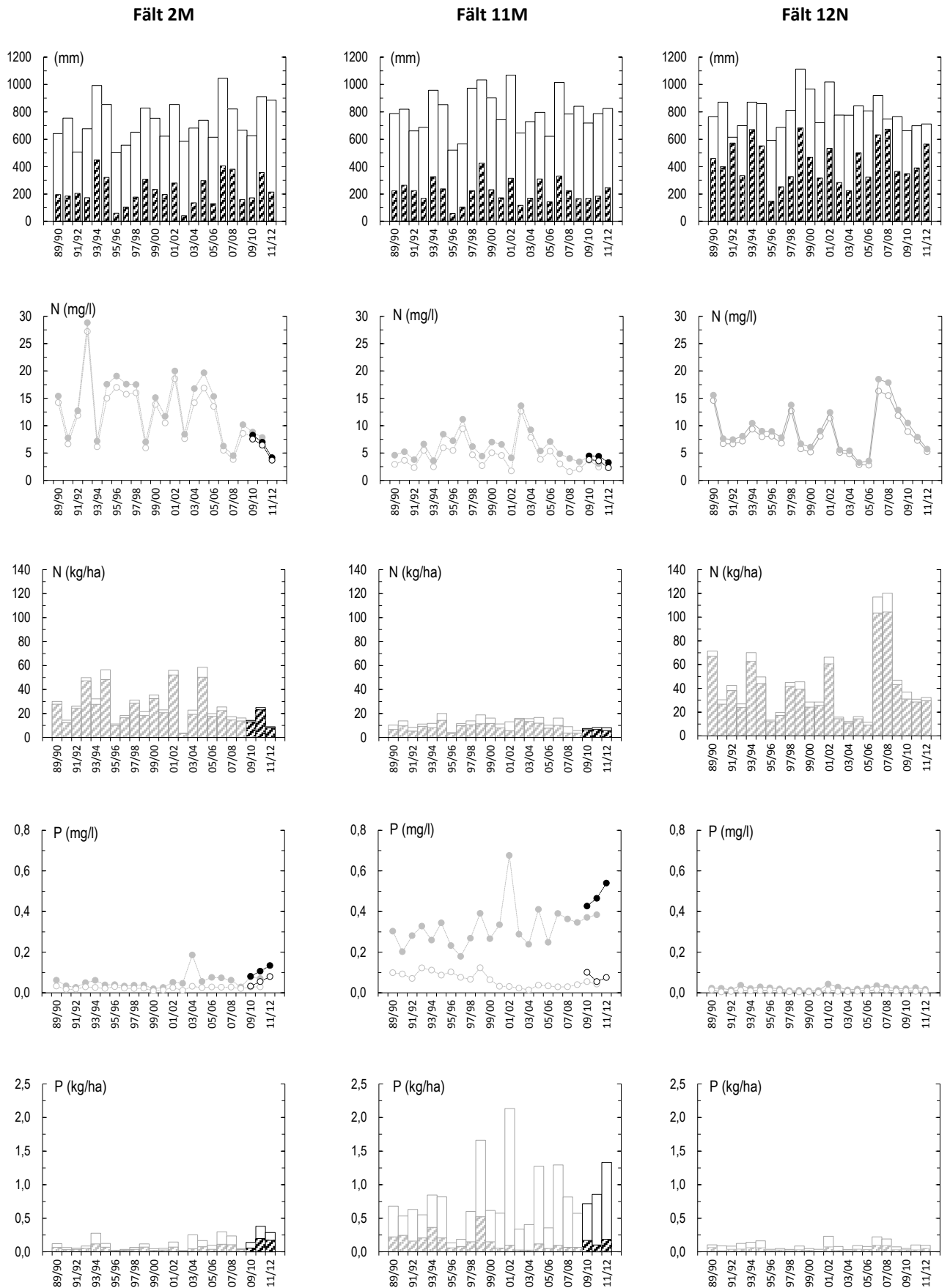
*Ytvatten

Tabell 4. Årsnederbörd och årsavrinning (mm) samt totala årstransporter (kg/ha) för 2011/2012. Årstransporter för 2011/2012 är baserade på manuell provtagning för fält 12N, 5O och 21E. För övriga fält är de baserade på flödesproportionellt tagna prover. Medelhalter 2000/2001 - 2010/2011 för totalkväve och totalfosfor är beräknade på manuellt tagna prover för samtliga fält.

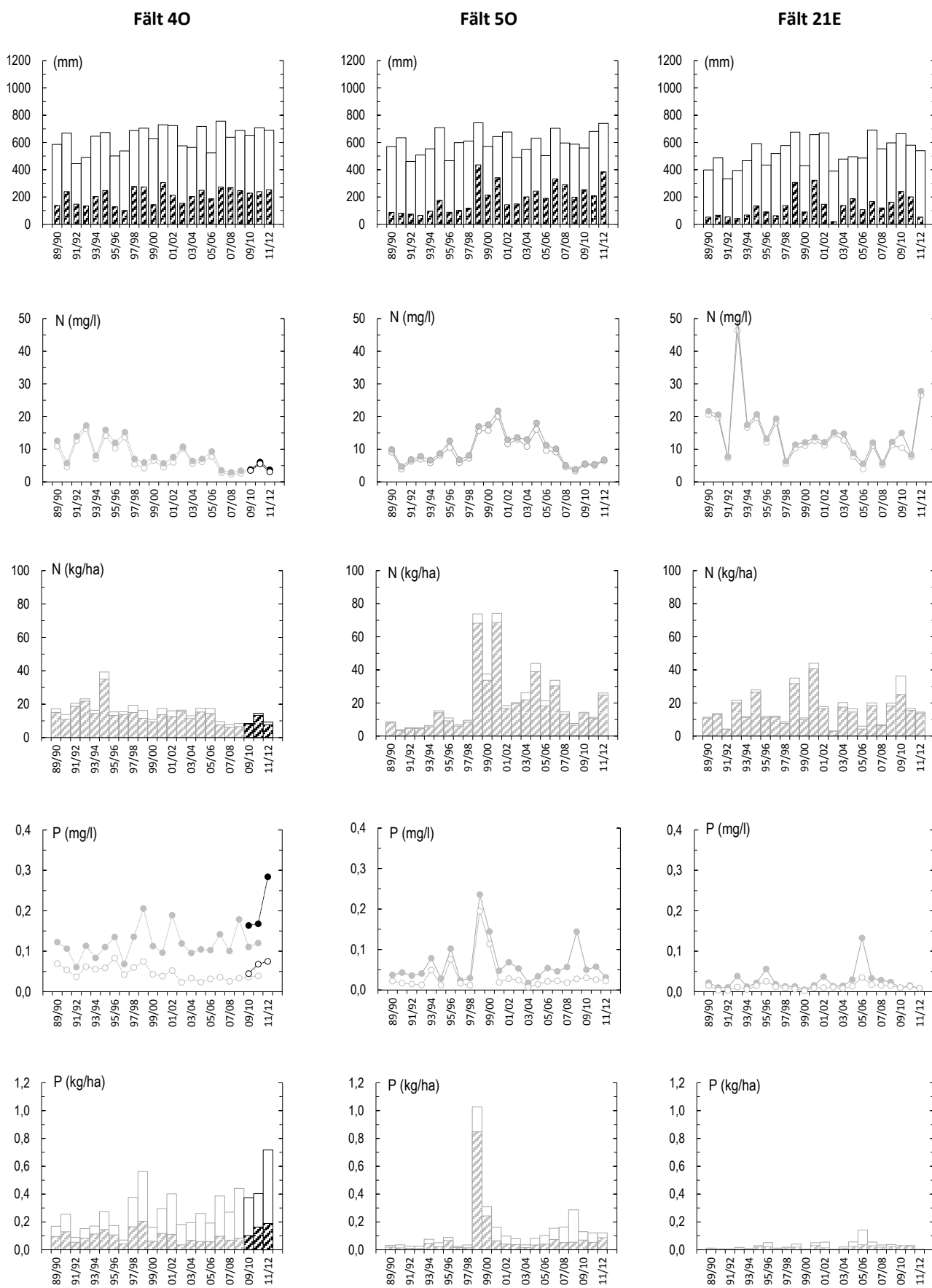
| Fält | 2011/2012 | | | | | | | | | Medelvärde 2000/01-2010/11 | | |
|--------|------------------------|-----------|-------|--------------------|-------|--------------------|--------|-----------|-----|----------------------------|-------|-------|
| | Nederbörd ¹ | Avrinning | Tot-N | NO ₃ -N | Tot-P | PO ₄ -P | Part-P | Susp mtrl | TOC | Avr | Tot-N | Tot-P |
| 2 M | 886 | 214 | 8.9 | 7.9 | 0.29 | 0.17 | 0.09 | 58 | 20 | 232 | 26.0 | 0.15 |
| 11 M | 825 | 247 | 8.0 | 5.7 | 1.33 | 0.19 | 1.09 | 1446 | 32 | 209 | 11.5 | 0.83 |
| 12 N | 712 | 566 | 32.3 | 29.6 | 0.10 | 0.05 | - | 23 | 54 | 418 | 45.7 | 0.11 |
| 4 O | 690 | 253 | 9.3 | 7.7 | 0.72 | 0.19 | 0.45 | 278 | 22 | 233 | 13.3 | 0.29 |
| 5 O | 740 | 385 | 26.1 | 24.7 | 0.12 | 0.09 | - | 35 | 15 | 232 | 26.0 | 0.13 |
| 21 E | 540 | 52 | 14.4 | 13.8 | 0.00 | 0.00 | - | 1 | 1 | 165 | 18.8 | 0.05 |
| 6 E | 648 | 57 | 3.7 | 3.4 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 8 | 2 | 136 | 16.1 | 0.08 |
| 20 E | 596 | 118 | 4.4 | 3.9 | 0.17 | 0.06 | 0.10 | 164 | 7 | 137 | 8.4 | 0.25 |
| 7 E | 700 | 329 | 15.6 | 13.0 | 1.40 | 0.66 | 0.59 | 491 | 20 | 344 | 15.0 | 0.49 |
| 1 D | 759 | 176 | 6.5 | 5.4 | 0.89 | 0.37 | 0.44 | 309 | 18 | 204 | 17.0 | 0.82 |
| 16 Z | 514 | 330 | 54.8 | 47.1 | 0.06 | 0.03 | 0.02 | 40 | 12 | 352 | 22.3 | 0.11 |
| 14 AC | 774 | 169 | 3.4 | 3.0 | 0.06 | 0.02 | 0.05 | 44 | 6 | 122 | 5.1 | 0.04 |
| 14 AC* | 774 | 293 | 3.8 | 1.4 | 0.72 | 0.46 | 0.13 | 63 | 22 | 195 | 3.0 | 0.31 |

¹ Nederbörd från närliggande SMHI stationer

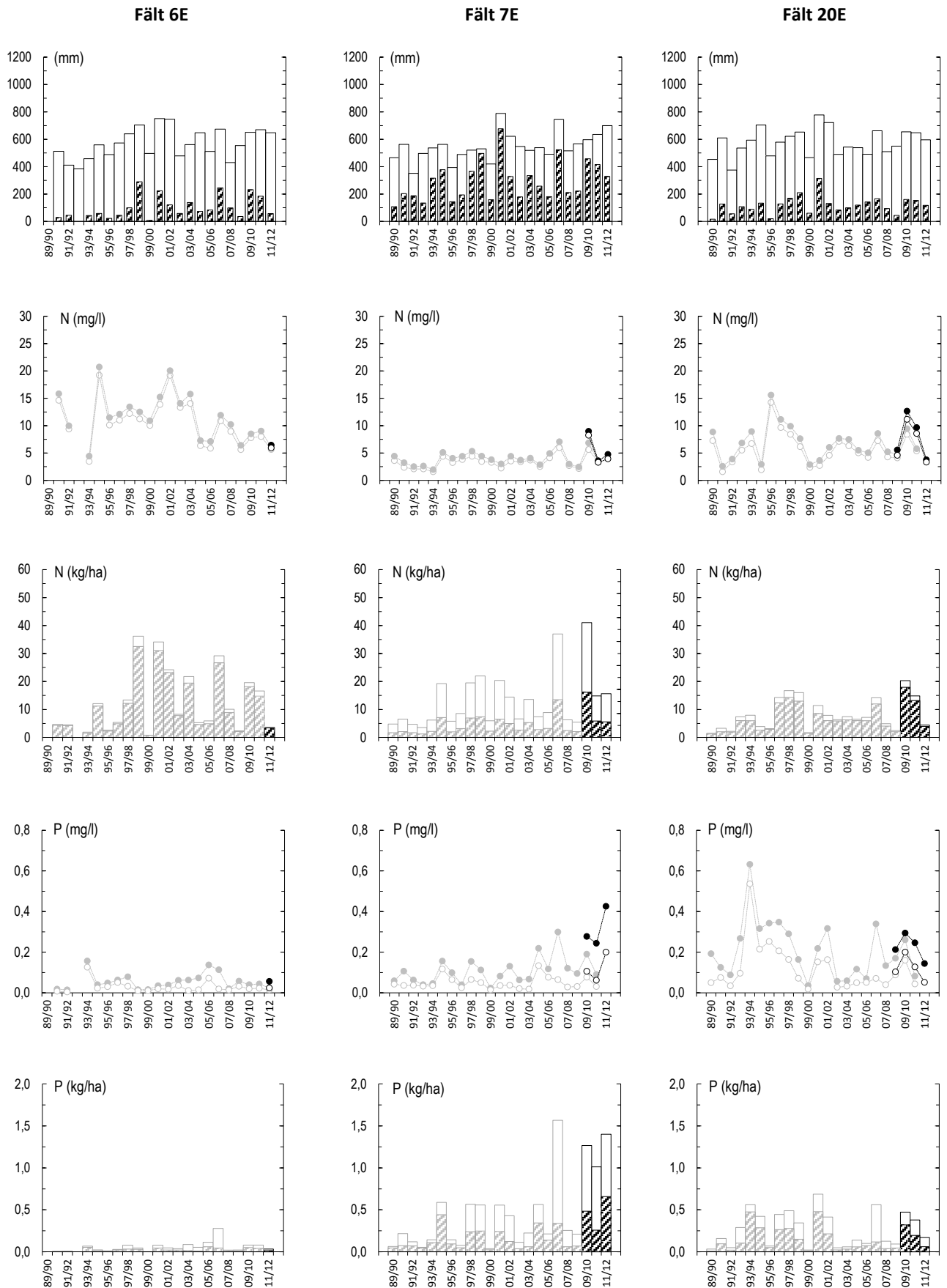
*Ytvatten



Figur 3. Fält 2M (Skåne), 11M (Skåne) samt 12N (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). På fält 2M och 11M tillämpades manuell vattenprovtagning (grå färg) fram till juli 2011 och flödesproportionell provtagning (svart färg) har tillämpats sedan 2009/2010. På fält 12N tillämpades enbart manuell provtagning.



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). På fält 40 tillämpades manuell vattenprovtagning (grå färg) fram till juli 2011 och flödesproportionell provtagning (svart färg) sedan 2009/2010. På fält 50 och 21E tillämpades enbart manuell provtagning.

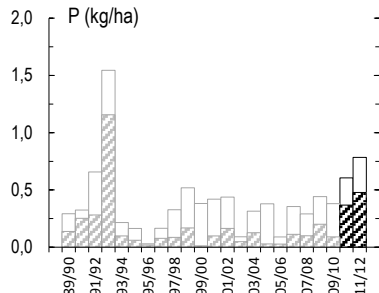
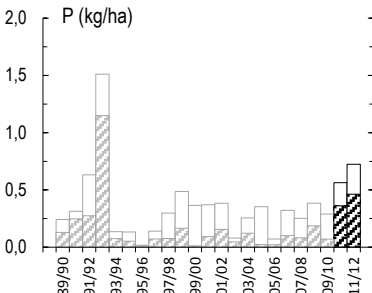
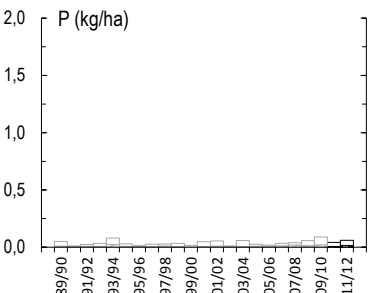
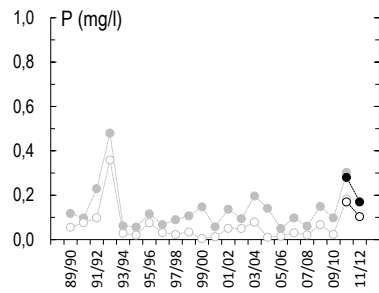
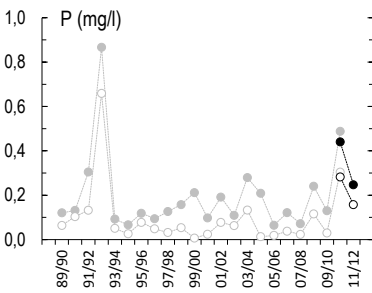
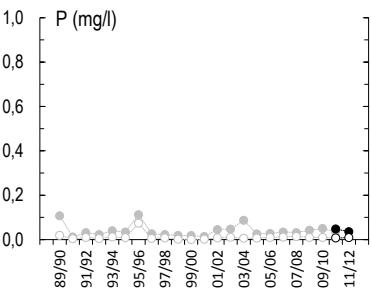
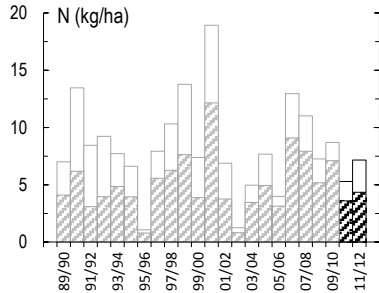
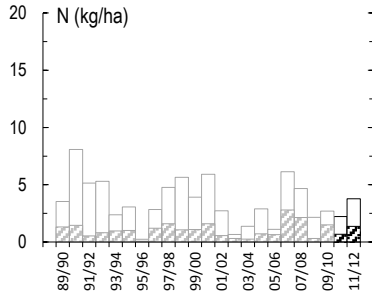
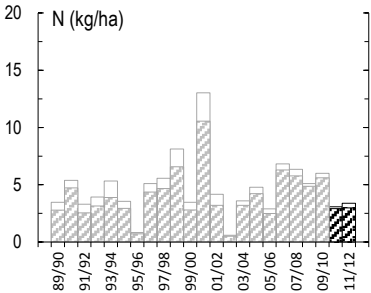
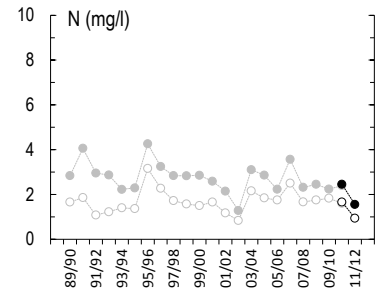
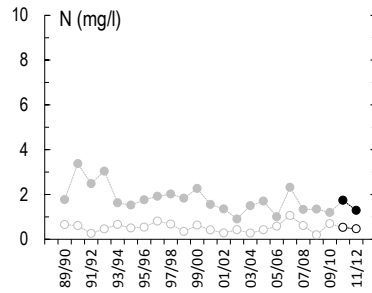
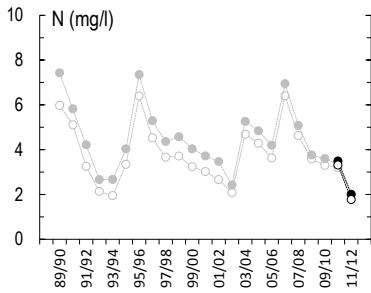
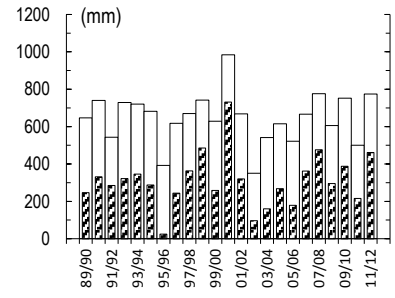
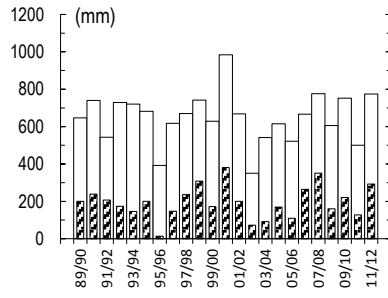
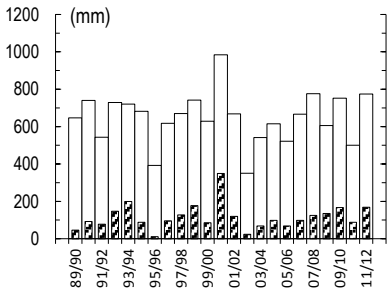


Figur 5. Fält 6E (Östergötland), 20E (Östergötland) samt 7E (Östergötland). Nederbörd (hel stapel) och avrinning (streckad). Halt av totalkväve (●) och nitratkväve (○). Transport av totalkväve (hel stapel) och nitratkväve (streckad). Halt av totalfosfor (●) och fosfatfosfor (○). Transport av totalfosfor (hel stapel) och fosfatfosfor (streckad). På fälten tillämpades manuell vattenprovtagning (grå färg) samt flödesproportionell provtagning (svart färg).

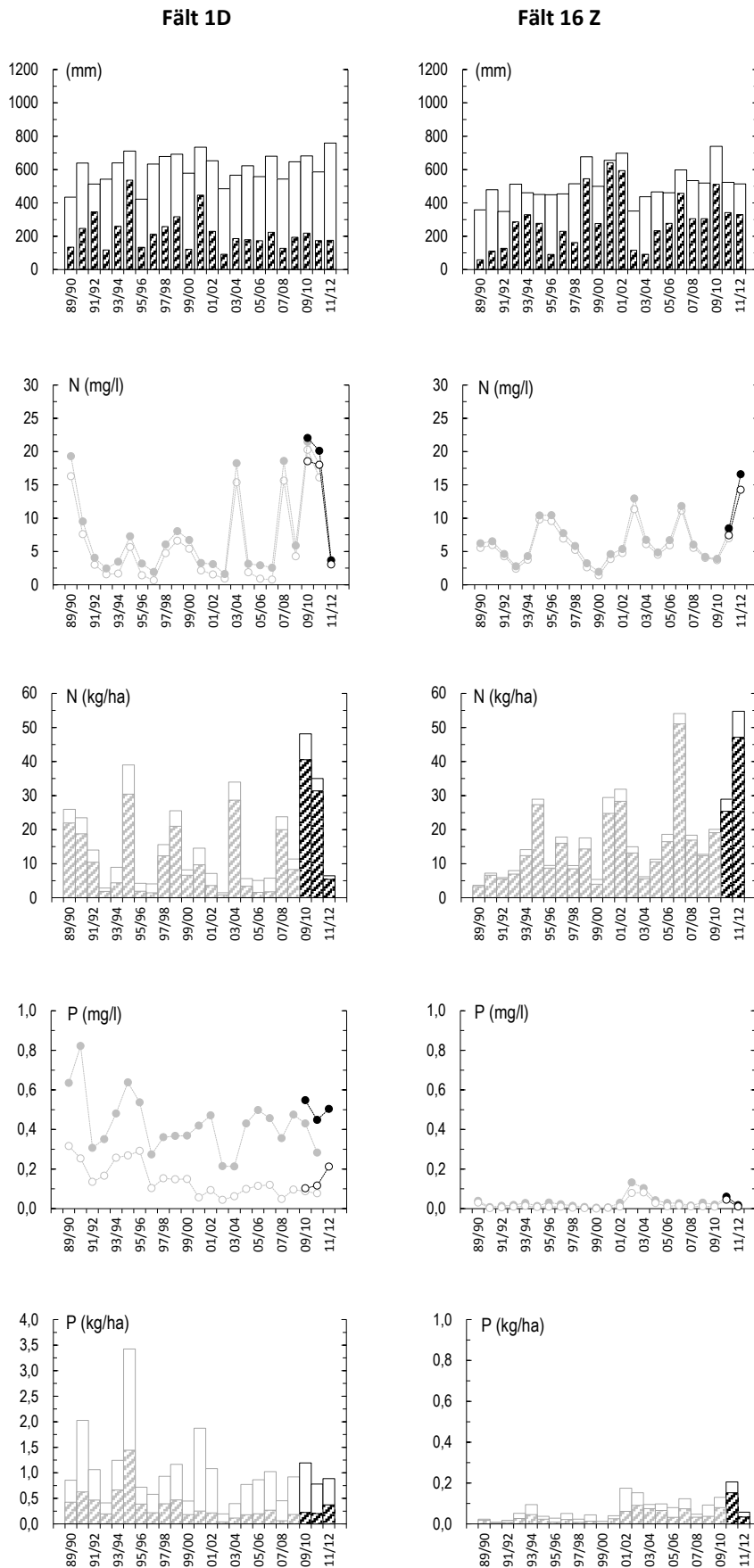
Fält 14AC (dräneringsvatten)

Fält 14AC (ytvatten)

Fält 14 AC (dräneringsvatten + ytvatten)



Figur 6. Dränerings- och ytvatten från fält 14AC (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). På fälten tillämpades manuell vattenprovtagning (grå färg) samt flödesproportionell provtagning (svart färg).



Figur 7. Fält 1D (Sörmland) och fält 16Z (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). På fälten tillämpades manuell vattenprovtagning (grå färg) samt flödesproportionell provtagning (svart färg). Observera olika skalor på y-axlarna för fosfortransporter.

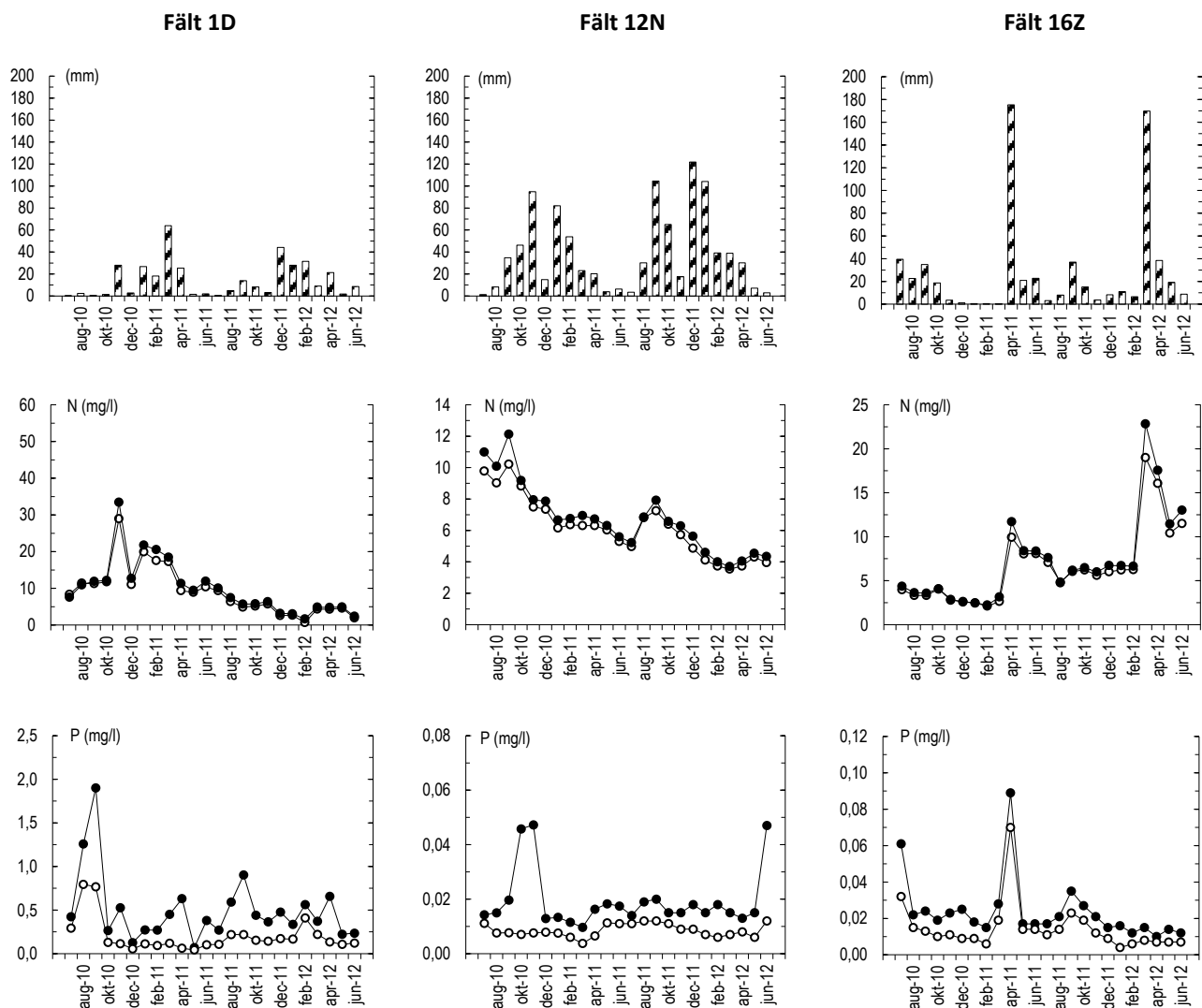
Inomårsvariationer av kväve- och fosforhalter i dräneringsvattnet

Det kan vara lättare att förstå orsakssambandet mellan odlingsåtgärder och halter genom att titta på inomårsvariationen än att bara titta på årsmedelhalter eller årsutlakning. Som exempel på hur avrinning och halter av kväve och fosfor kan variera under två odlingsår visas resultaten för fält 1D, 12N och 16Z för perioden 2010-2012 (Figur 8).

Fält 1D (Sörmland) plöjdes och gödslades med djupströgödsel efter skörd av höstvetete i augusti 2010 och låg sedan obevuxet under vintern. Under våren 2011 såddes havre med vallinsådd. Kvävehalterna var som högst under vinterhalvåret 2010/2011, men halterna sjönk under våren 2011 och har sedan dess legat på låga nivåer (Figur 8). Insådden av fånggröda samt utebliven jordbearbetning under hösten kan ha bidragit till lägre kvävehalter. Även fosforhalten nådde en topp under hösten 2010, i samband med skörd av höstvetete och efterföljande jordbearbetning, men har därefter legat på nivåer < 1 mg/l.

På fält 12N (Halland) odlades sockerbetor under år 2010. Totalkvävehalterna låg på något högre nivåer (10-12 mg/l) under sensommaren 2010, men började sjunka efter att betorna tagits upp i oktober 2010. Fältet plöjdes under våren 2011 och gödslades med nötflyt i samband med sådd av vårkorn med vallinsådd. En liten uppgång i kvävehalter noterades i samband med stor avrinning i september 2011, men i övrigt har kvävehalten sjunkit successivt sedan vallen etablerades och i slutet av mätperioden låg kvävehalterna runt 4 mg/l (Figur 8). Troligen har vallodlingen bidragit till sjunkande kvävehalter. Fosforhalterna i dräneringsvattnet är mycket låga och har mestadels legat mellan 0.01 och 0.02 mg/l.

Fält 16 Z (Jämtland) plöjdes i oktober 2010 i samband med vallbrott och både kväve- och fosforhalten i dräneringsvattnet ökade i samband med vårfloden i april 2011 (Figur 8). I maj 2011 besåddes fältet med vårkorn samt gödslades med nötflyt. Både kväve- och fosforhalten minskade successivt efter toppen i april, men till skillnad från fosfor så återgick inte kvävehalten till de låga halter som uppmättes under motsvarande period året innan, då fältet var bevuxet med vall. Efter skörden av vårkorn i september 2011 plöjdes fältet och låg obevuxet under vintern. En ny kvävetopp noterades i april 2012. Kvävehalten uppgick då till 23 mg/l, vilket var dubbelt så högt som det värde som noterades i april året innan.

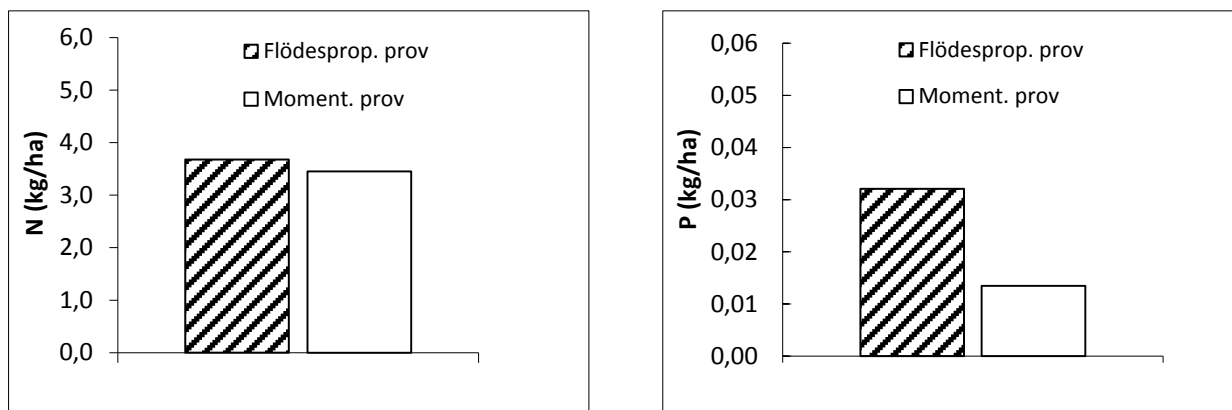


Figur 8. Månadsvis avrinning, flödesvägda månadsmedelhalter av totalkväve (●) och nitratkväve (○), samt av totalfosfor (●) och fosfatfosfor (○) perioden juli 2010 till juni 2012 på fält 1D, 12N och 16Z. Observera olika skalor på y-axlarna.

Parallellprovtagning av dräneringsvatten på fält 6E

I maj 2011 installerades flödesproportionell provtagning på fält 6E och manuell och flödesproportionell provtagning pågick parallellt under perioden juli 2011- juni 2012. En jämförelse av transportererna vid momentan resp. flödesproportionell provtagning av några utvalda ämnen presenteras i Figur 9.

Resultat från övriga fält med parallellprovtagning har tidigare visat att kvävetransporten inte uppvisar något generellt mönster, utan kan bli såväl något lägre som något högre vid flödesproportionell provtagning jämfört med den momentana provtagningen (Stjernman Forsberg *et al.*, 2012). När det gäller fosfor 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. Resultaten från fält 6E följde samma mönster som på övriga fält. Flödesproportionell provtagning gav bara något större årstransport av kväve, men mer än dubbel så stor årstransport av fosfor.



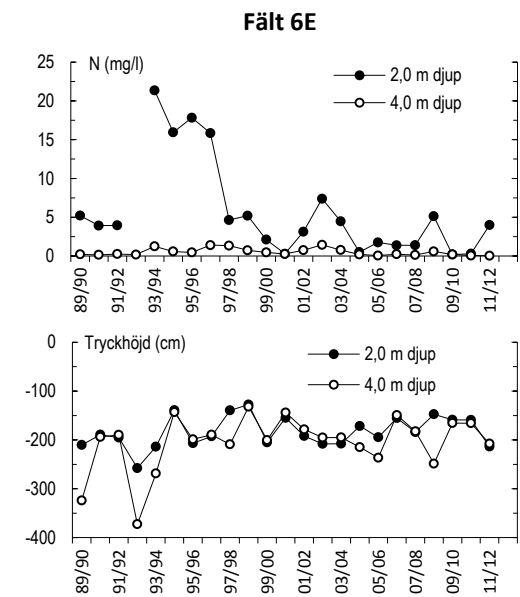
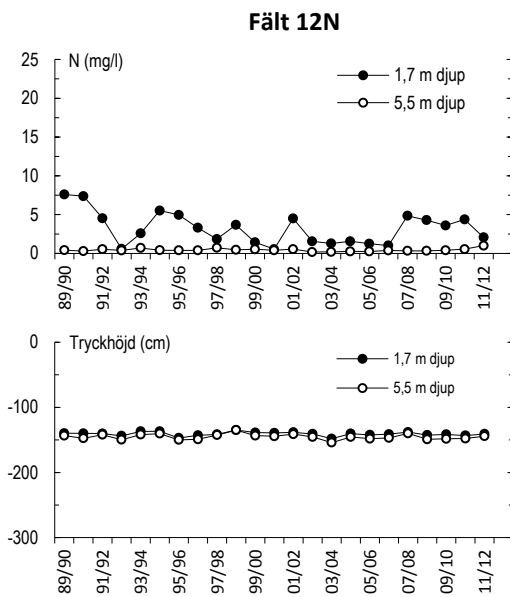
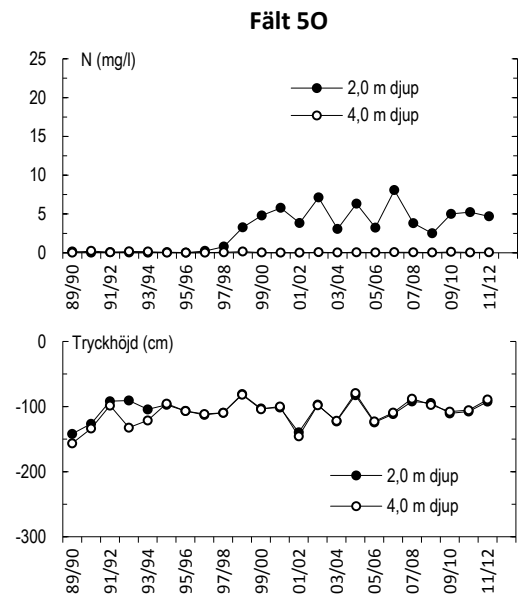
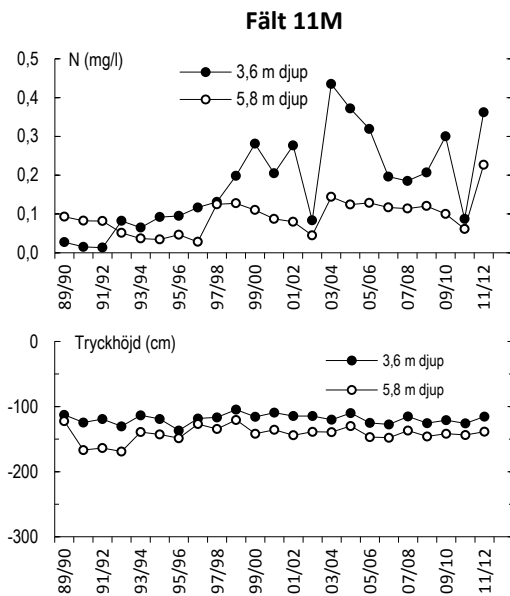
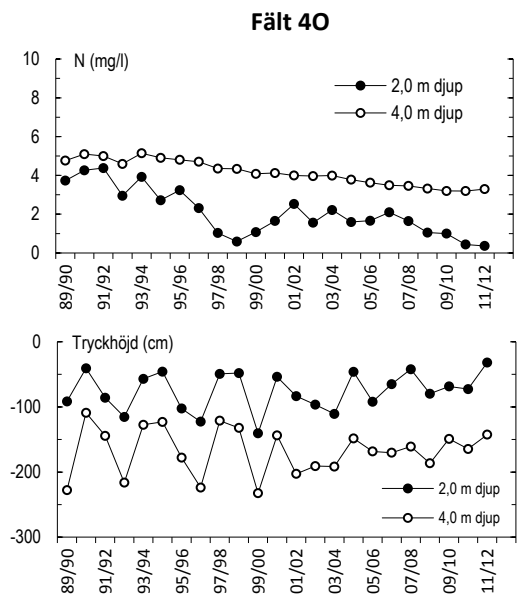
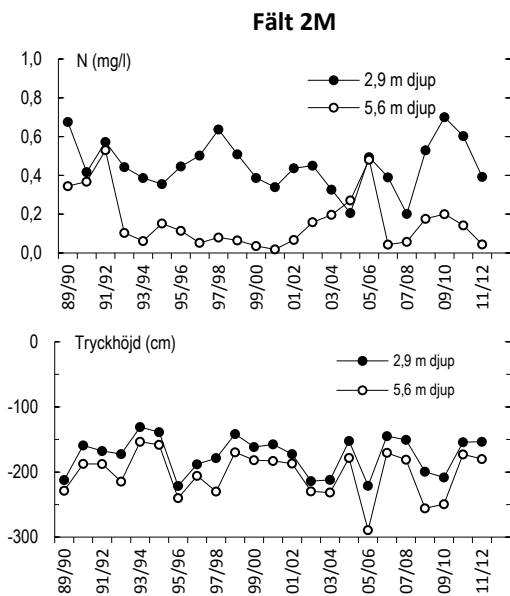
Figur 9. Beräknad årstransport av totalkväve och totalfosfor baserad på flödesproportionell vattenprovtagning (streckad stapel) resp. momentan provtagning (hel stapel).

Grundvatten

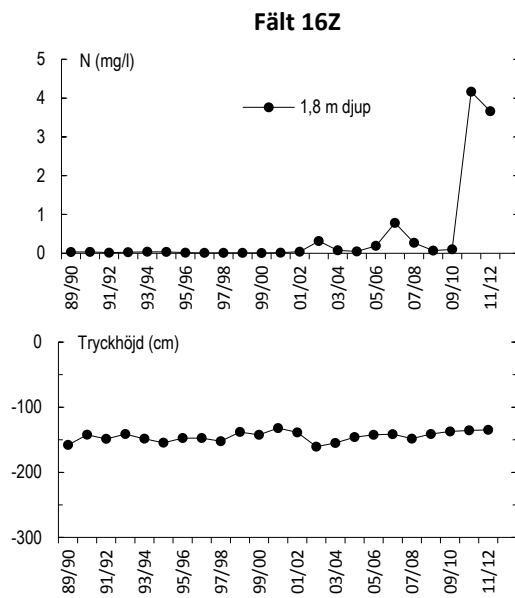
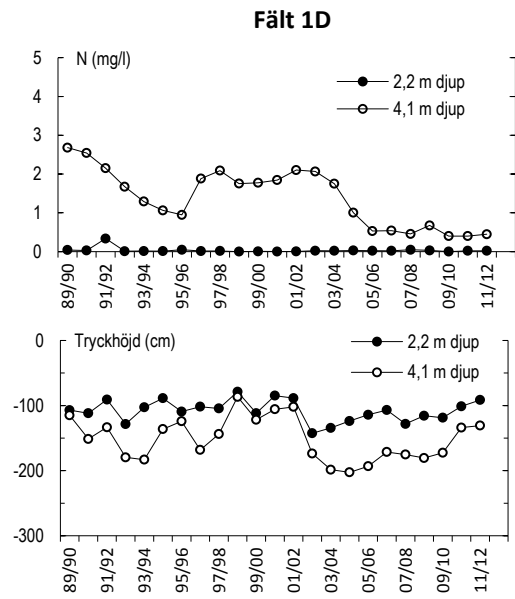
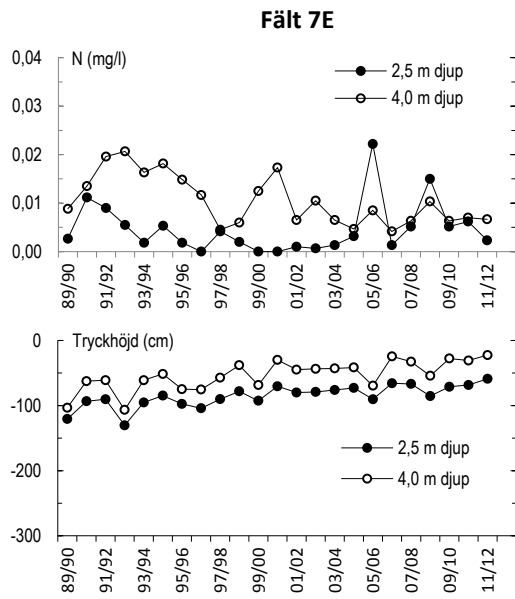
Aritmetiska medelvärden för analyser av grundvatten för 2011/2012 redovisas i Tabell 5. Tidsserier av årsvärden av nitratkvävehalter i grundvattnet samt grundvattnets tryckhöjd för respektive fält redovisas i Figur 10-11.

Grundvattnets sammansättning påverkas markanvändning, jordar samt 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 och sydvästra Sverige finns en antydning till högre pH-värden i grundvattnet jämfört med flerårsmedelvärdet. På fält 4O finns en antydning till minskande nitratkvävehalter (Figur 11). På fält 16Z var nitratkvävehalten i år betydligt högre än flerårsmedelvärdet.



Figur 10. Nitratkväve i grundvatten samt grundvattnets tryck på olika djup. Observera olika skalor på y-axlarna.



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

**Tabell 5. Aritmetiska årsmedelhalter (mg/l) 2011/2012 i grundvattnet.
Medelvärden 2000/2001 - 2010/2011 för nitratkväve och pH**

| Lokal | 2011/2012 | | | | | Medelvärde 2000/01- 2010/11 | |
|-------|-----------------|------------------------------|-----|----------------|-----------------|-----------------------------------|-----|
| | Nr: djup (m) | NO ₃ -N (mg/l) | pH | Kond (mS/m) | Alk (mmol/l) | NO ₃ -N (mg/l) | pH |
| 2M | 3 : 2.9 | 0.4 | 7.6 | 100 | 8.8 | 0.4 | 7.4 |
| | 3 : 5.6 | <0.1 | 7.6 | 91 | 8.3 | 0.2 | 7.5 |
| 11M | 1 : 3.6 | 0.4 | 8.0 | 88 | 9.3 | 0.2 | 7.9 |
| | 1 : 5.8 | 0.2 | 7.9 | 82 | 8.5 | 0.1 | 7.7 |
| 12N | 2 : 1.7 | 2.1 | 7.2 | 66 | 2.8 | 2.6 | 6.8 |
| | 2 : 2.2 | 1.1 | 7.6 | 57 | 3.5 | 1.8 | 7.5 |
| | 2 : 5.5 | 1.0 | 7.9 | 184 | 9.2 | 0.3 | 7.8 |
| 4O | 1 : 2.0 | 0.4 | 7.2 | 30 | 2.3 | 1.6 | 6.9 |
| | 1 : 4.0 | 3.3 | 7.2 | 31 | 1.8 | 3.7 | 6.9 |
| | 2 : 2.0 | 7.5 | 7.1 | 43 | 3.0 | 8.6 | 6.9 |
| | 2 : 3.6 | 6.6 | 7.4 | 44 | 3.0 | 7.5 | 7.1 |
| 5O | 1 : 2.0 | 4.7 | 7.3 | 29 | 2.1 | 4.9 | 7.1 |
| | 1 : 4.0 | <0.1 | 7.5 | 62 | 6.3 | <0.1 | 7.3 |
| 6E | 1 : 2.2 | 0.3 | 7.8 | 47 | 4.2 | 2.9 | 7.6 |
| | 1 : 4.0 | 0.1 | 7.7 | 71 | 6.3 | 0.2 | 7.6 |
| | 2 : 2.0 | 4.0 | 7.2 | 37 | 2.3 | 2.4 | 7.2 |
| | 2 : 4.0 | <0.1 | 7.8 | 58 | 5.4 | 0.5 | 7.8 |
| 7E | 2 : 2.5 | <0.1 | 8.0 | 67 | 6.3 | <0.1 | 8.0 |
| | 2 : 4.0 | <0.1 | 8.0 | 67 | 6.2 | <0.1 | 7.9 |
| 1D | 1 : 2.0* | 0.2 | 6.3 | 14 | 0.5 | <0.1 | 6.5 |
| | 2 : 2.2 | <0.1 | 7.8 | 47 | 4.6 | <0.1 | 7.6 |
| | 2 : 3.5 | 0.5 | 7.5 | 40 | 3.8 | <0.1 | 7.8 |
| | 2 : 4.1 | 0.4 | 7.6 | 41 | 3.5 | 1.1 | 7.6 |
| | 3 : 3.6 | 0.2 | 7.6 | 51 | 4.7 | 0.7 | 7.5 |
| 16Z | 1 : 1.8 | 3.7 | 7.7 | 78 | 6.4 | 0.5 | 7.6 |

*Lokalen belägen i skogen uppströms fältet.

Referenser

Anonym. 2011. *Kvalitetsmanual för vattenanalyser*. Institutionen för mark och miljö. SLU. Uppsala.

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

Stjernman Forsberg. L., Torstensson. G., Johansson. G. 2012. Växtnäringsförluster från åkermark 2010/2011. Ekohydrologi 131. Institutionen för mark och miljö. Sveriges lantbruksuniversitet.

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 31 56

www.slu.se/mark
