



Sveriges
lantbruksuniversitet

Katarina Kyllmar, Stefan Andersson och Pia Kynkäänniemi

Typområden på jordbruksmark i Östergötland

Utvärdering av undersökningar utförda 1988-2007



Typområde E23 i september 2006. Foto: Katarina Kyllmar

Ekohydrologi 105

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

Uppsala 2008

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

Förord

Denna utvärdering av Typområden på jordbruksmark i Östergötlands län har utförts av SLU, Institutionen för Mark och Miljö på uppdrag av länsstyrelsen i Östergötlands län. Data har erhållits från länsstyrelsen och från Datavärd för miljöövervakningsprogrammet Typområden på jordbruksmark. Datavärd, på uppdrag av Naturvårdsverket, är SLU, Institutionen för Mark och Miljö.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	7
Inledning	7
Material och Metoder	8
Typområden	8
Inventering av odling och fastigheter	11
Grödor och gödsling i regionen	12
Vattendelare och områdenas areal	12
Vattenföring, nederbörd och temperatur	13
Vattenprovtagning och vattenanalyser	14
Beräkningar	14
Källfördelning	14
Flödesnormalisering och trendanalys	15
Resultat	15
Odlade grödor, odlingsåtgärder och djurhållning	15
Gödsling och skördar	16
Vattenkvalitet och transporter i bäckarna	18
Åkermarkens nettoarealförluster av kväve och fosfor	19
Trendtest	22
Diskussion	22
Odling i typområden och i regionen	22
Odling och förluster av kväve och fosfor	23
Förslag på fortsatta undersökningar	23
Referenser	25

Sammanfattning

Inom miljöövervakningsprogrammet Typområden på jordbruksmark har tre små jordbruksdominerade avrinningsområden i Östergötland undersökts för sambandet mellan odling och växtnäringsförluster till vatten. Undersökningarna startade 1988 i samtliga tre typområden. Lantbrukarna i typområdena har intervjuats om odlingen på sina fält för ett antal år och utflödet av näringsämnen har mätts i bäcken. Typområdena ligger i Götalands norra slättbygder utgör exempel på hur jordbruket bedrivs i denna region. Typområdena är mer inriktade mot spannmålsproduktion än genomsnittet för regionen. Förlusterna av kväve varierade mellan 530 och 1620 kg/km². Störst var de i typområde E21 med lättlera som dominerande jordart och minst i typområde E24 där styv lera är den dominerande jordarten. Förlusterna av fosfor var däremot störst (39.3 kg/km²) i typområde E24 och minst (12.4 kg/km²) i E21. I undersökningsperioden (1988-2007) har endast mindre förändringar i odlingen skett. I flödesnormaliserade transporter av kväve och fosfor kunde signifikant trend inte fastställas för något av typområdena.

Inledning

För att säkerställa en god vattenkvalitet i sjöar, vattendrag och hav har nationella och internationella överenskommelser om miljömål för våra vattensystem upprättats. Inom jordbrukssektorn finns åtgärdsprogram med syfte att reducera växtnäringsförlusterna från åkermark till yt- och grundvatten och därmed övergödningen (Jordbruksverket, 2000). Undersökningar i ett antal små jordbruksdominerade avrinningsområden, s.k. Typområden på jordbruksmark, är ett sätt att följa upp åtgärdernas effekt på vattenkvaliteten.

Undersökningsprogrammet Typområden på jordbruksmark ingår i svensk miljöövervakning (Naturvårdsverket, 2002). Syftet med undersökningarna är att öka kunskapen om sambandet mellan jordbrukets odlingsåtgärder och vattenkvalitet i avrinnande vatten samt att följa förändringar över tiden i dessa samband. Typområdena fungerar som exempelområden på svensk åkermark och resultat från områdena relateras till åkermark där mätningar inte utförs. Liknande undersökningar genomförs i de övriga nordiska länderna, i Baltikum och i Västra Ryssland. Eftersom Typområdena inte är ämnade för recipientkontroll redovisas områdena inte med namn och inte heller exakt läge. Detta är dessutom en sätt att säkerställa mätningarnas kontinuitet då dessa är beroende av att lantbrukarna vill delta genom att lämna uppgifter om sina odlingsåtgärder.

I Östergötland startade länsstyrelsen i slutet av 1980-talet undersökningar i fyra jordbruksbäckar. Under första hälften av 1990-talet överfördes undersökningarna till det regionala miljöövervakningsprogrammet Typområden på jordbruksmark. Programmet startades av Naturvårdsverket med syfte att samordna alla de undersökningar i jordbruksbäckar som gjordes i länen. Sammanlagt undersöktes drygt 40 jordbruksbäckar under mitten av 1990-talet. I Östergötland avslutades undersökningarna i två av typområdena (E22 och E23) under 1995 men de återupptogs i E23 under 2002. Naturvårdsverket omorganiserade programmet under år 2002 varvid ett typområde (E21) överfördes till ett nationellt program (Intensivtypområden). För undersökningarna i de återstående regionala typområdena får länsstyrelsen medel från Naturvårdsverket.

Undersökningarna i typområdena är främst inriktade på växtnäringsförluster (N och P) från åkermarken men i typområde E21 undersöks även rester av bekämpningsmedel. I Östergötland

finns även fyra jordbruksfält som undersöks för växtnäringsförluster via dräneringsledningar och till grundvatten. Undersökningarna av dessa fält ingår i miljöövervakningsprogrammet Observationsfält på åkermark som startade i början av 1970-talet. Undersökningarna i de nationella programmen utförs av SLU, Institutionen för Mark och Miljö.

Typområde E23 ingår sedan 2007 även i pilotprojektet Greppa Fosfor som syftar till att lokalisera de större källorna till fosforförluster inom ett avrinningsområde och till att hitta åtgärder som kan minska dessa. Projektet drivs av Jordbruksverket i samarbete med länsstyrelsen, lantbrukare i området, SLU m.fl. I projektet ingår ytterligare två typområden, ett i Västmanland och ett i Halland.

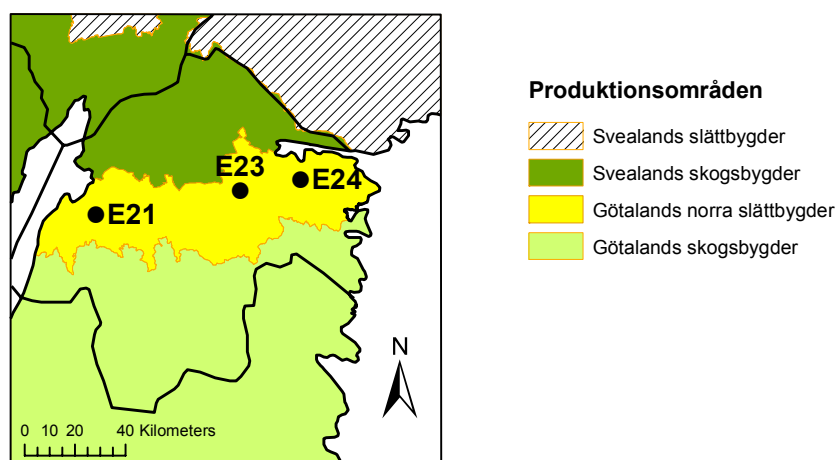
Syftet med denna rapport är att för tre typområden (E21, E23 och E24) i Östergötlands län: (1) sammanställa resultat av växtnäringsförluster till vatten; (2) utvärdera sambandet mellan områdenas karakteristik och växtnäringsförluster samt eventuella förändringar över tiden i dessa; (3) samt relatera resultat för typområden till övrig jordbruksmark i regionen.

Data för vattenkemi och vattenföring har sammanställts t.o.m. det agrohydrologiska året 2006/2007 och odlingsdata t.o.m. år 2006.

Material och metoder

Typområden

Östergötlands tre typområden är alla lokaliserade i produktionsområde Götalands norra slättbygder (Figur 1) enligt Statistiska Centralbyråns (SCBs) indelning. Produktionsområdet sträcker sig som ett band från Vättern, över Östgötaslätten och Vikbolandet och ut till Östersjökusten. Normalnederbörden vid klimatstationen i närheten av E21 (477 mm) i den västra delen av länet, är något lägre än den är vid klimatstationerna för E23 och E24 (Tabell 2). Temperaturen vid E21 (6.0 °C) är likaså något lägre än för de östligare typområdena.



Figur 1.
Typområden och produktionsområden (enligt SCBs indelning) i Östergötlands län.

Typområde E21 ligger mellan Vadstena och Skänninge i svagt kuperat slättlandskap (Figur 2). Området avvattnas via Svartån till Roxen, som genom Göta kanal har sitt utflöde till havsviken Slätbaken. Jordarterna i området domineras av lättlera men även mo är vanligt förekommande (Tabell 1a). Spannmål och oljevaxter odlas på ¾ av åkermarken medan andelen vall är låg. Odling av potatis förekommer också i området. Djurtätheten är låg, 0.2 DE/ha (Tabell 1b).

Typområde E23 mellan Linköping och Norrköping, karakteriseras av ett kuperat och småbrutet jordbrukslandskap. Mellan moränkullar med berg i dagen utgörs jordarterna på åkermarken mestadels av mellanlera. Några kilometer norr om mätstationen mynnar bäcken i Göta kanal. I området odlas spannmål på hälften av åkermarken, främst höstvetet medan vall och träda utgör en tredjedel av områdets åkerareal. Därutöver finns en del betesmark i området. Djurhållningen (0.6 DE/ha) är varierande med både nötkreatur, smågris- och slaktsvinsproduktion och kycklingproduktion. I området finns även ett flertal hästgårdar.

Typområde E24, på Vikbolandet, ligger i ett svagt böljande slättlandskap med mestadels styva lerjordar men också en del moränavlagringar. I den södra delen begränsas området av berg i dagen. Bäckens rinner ut i den norra delen av området och mynnar i Slätbaken ca 10 km nedströms områdets utloppspunkt. Grödfördelningen är likartad den i E23 förutom att betesmark är mindre förekommande. Djurtätheten är också lägre (0.2 DE/ha). Djurbesättningarna består av nötkreatur eller får och liksom i E23 finns en del hästar i området.

Tabell 1a.

Karakteristik för typområden på jordbruksmark i Östergötland

Typområde	Avrinningsområde	Produktionsområde ¹	Area (ha)	Åkermark (%)	Betesmark (%)	Skog och övrig mark ² (%)	Jordart ³	Period ⁴
E21	Svartån	Gns	1681	89	1	10	lättlera	1988-
E23	-	Gns	732	53	9	38	mellanlera	1988-1995, 2002-
E24	-	Gns	627	63	3	34	styv lera	1988-

¹ Gns: Götalands norra slättbygder

² Inklusivt energiskog

³ Dominerande jordart på åkermark

⁴ Avser start och slut för agrohydrologiska år (1 juli – 30 juni)

Tabell 1b.

Karakteristik för typområden på jordbruksmark i Östergötland (vid tidpunkt för senaste inventering, enligt tabell 3)

Typområde	Enskilda avlopp ¹ (pers/km)	Djurtäthet ² (DE/ha)	Produktionsinriktning
E21	9	0.2	Växtodling
E23	10	0.6	Animalieproduktion
E24	7	0.2	Växtodling

¹ Antal personer anslutna till enskilda avloppsanläggningar

² Djurtäthet per ha åkermark

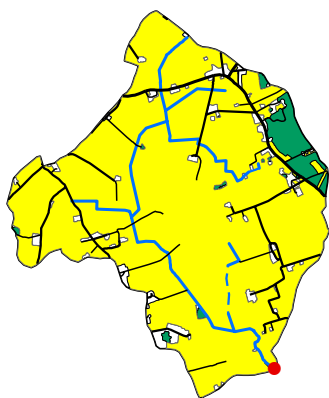
Tabell 2.

Typområden och referensnormalvärden (1960-91) av nederbörd och temperatur vid närliggande klimatstationer (SMHI, 2001)

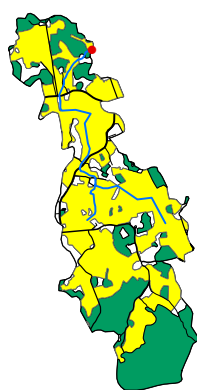
Typområde	Nederbördsstation	Årsnederbörd (mm)	Årsmedeltemperatur (°C) ¹
E21	Vadstena	477	6.0
E23	Söderköping (Skärkind t.o.m. 1995, Norrköping 2004-2006)	594 (535, 470)	6.3, 6.3
E24	Söderköping (Norrköping 2004-2006)	594 (470)	6.3

¹ E21: Herrberga; E23: Skärkind och Norrköping; E24: Norrköping

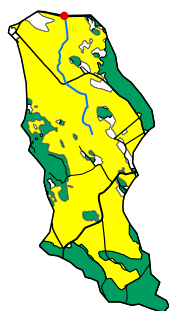
E21



E23



E24



0 0.5 1 2 Kilometers



Figur 2.

Typområden i Östergötland. Provtagningspunkt för ytvatten (●).

Inventering av odling och fastigheter

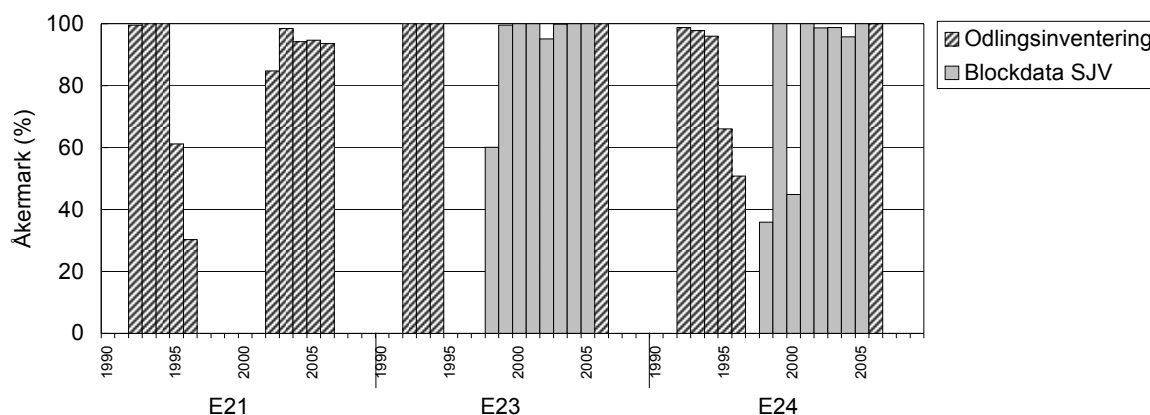
Odlingen på fälten i respektive typområde inventerades genom intervjuer med lantbrukarna (Tabell 3). I uppgifterna om odling ingick gröda, gödsling, tidpunkter för sådd, gödsling och jordbearbetning för varje fält och år. Andelen inventerad areal varierade mellan 30 och 100 % och antalet inventerade år mellan 4 och 10 år (Figur 3). För areal som inte har inventerats antas att grödfördelning och odlingsåtgärder är lika som för den inventerade arealen i respektive typområde. På samma sätt antas odlingsuppgifter för 1992-1996 för E23 och E24 gälla för all åkermark inom typområdena även efter omkartering av vattendelaren, se nedan, eftersom det inte finns information om fälten läge inom avrinningsområdet för dessa år och en del skiften kan ha hamnat utanför avrinningsområdet efter omkarteringen. Däremot redovisas inte data för de år då inventeringen täcker mindre än 50 % av åkerarealen.

För år som inte har odlingsinventerats, har respektive typområdes grödfördelning beräknats genom uppgifter om odlade grödor från Jordbruksverkets stöddatabas (år 1998-2005). I databasen redovisas de grödor lantbrukaren planerar att odla inom respektive jordbruksblock. Däremot är inte grödornas (skiftenas) lokalisering inom blocken redovisade. För block som endast delvis ligger inom typområdet har arealen för grödorna inom det blocket viktats för blockets andel inom området. Vid en jämförelse av grödfördelning enligt odlingsinventering och enligt stöddatabas för två typområden (E23 och E24) för år 2006, täcktes 98 % av inventerad areal av uppgifter från stöddatabasen. Andelen åkermark inom hela block inom respektive

Tabell 3.
Inventering av odling och fastigheter i typområden

Typområde	Odling	Djur + stallgödselhantering	Enskilda avloppsanläggningar
E21	1992-1996 [†] , 2002-2006	1992-1994, 2002	1993
E23	1992-1994, 2006	1992-1994, 2006	1993
E24	1992-1996 [†] , 2006	1992-1994, 2006	1993

[†] För 1995 är inte höstgödslingar hösten före (1994) inkluderade



Figur 3.
Andel (%) av åkerarealen för respektive typområde och år som har odlingsinventerats samt för övriga år, andel (%) av åkerarealen för vilken det finns information om grödor i Jordbruksverkets databas för jordbruksblock.

typområde var då 65 % i E23 och 73 % i E24. Grödfördelning enligt de två metoderna jämfördes genom att summera arealsviktad absolut avvikelse för åtta grödgrupper. Avvikelsen blev då 8 % för E23 och 2 % för E24. Liksom för odlingsinventeringen redovisas inte grödfördelning för de år då uppgifter från stöddatabasen omfattar mindre än 50 % av åkerarealen. Inte heller redovisas stöddata för E23 för år 1999 då uppgifterna bedöms vara osäkra.

Vid odlingsinventeringen för år 2006, tillfrågades lantbrukarna även om förändringar i odlingen hade skett sedan 1985. I ett kryssformulär fick de för femårsperioder ange om tidpunkt för stallgödselspridning, tidpunkt för vall- och trädesbrott samt jordbearbetningsteknik var annorlunda jämfört med år 2006. De fick även ange om gårdens areal hade förändrats och i så fall när. Lantbrukarna fick även ange om djurhållningen hade förändrats sedan 1985. Resultaten från frågor om förändringar redovisas endast i text.

Fastighetsinventeringen för lantbruk omfattade antal djur (djurplatser) för olika djurslag samt typ av stallgödselhantering (Tabell 3). Enskilda avloppsanläggningar (typ, ålder och antal personer som utnyttjar anläggningen) inventerades för fastigheterna inom respektive typområde. För typområde E21 inventerades endast en del av området och uppgifterna extrapolerades att gälla för hela området.

Grödfördelning i typområden och i produktionsområde redovisas för grödgrupper. Givror av tillfört kväve i gödsel samt skörd redovisas för vårkorn respektive höstvet, de enskilda grödor som utgör stor andel av åkermarken i flertalet typområden och för vilka uppgifter om gödsling och skörd ofta är goda. Uppgifter för exempelvis vall är mer svårbedömda. Kännedom om brukandet av vårkorn och höstvet tillsammans med grödfördelning bedöms ge en god uppfattning om hur jordbruket bedrivs i typområdena.

Tillfört kväve i handelsgödsel, oorganiskt kväve i stallgödsel och organiskt kväve i stallgödsel redovisas som arealsviktade medelvärden för gödslad åkermark. Tillförd fosfor i handelsgödsel och i stallgödsel redovisas som medelvärden för åkermark som har gödslats det aktuella året. Stallgödseltillförsel redovisas som andel åkermark som stallgödslats samt andel som stallgödslats på hösten. Gödsling redovisas inte för år 1995 då det är osäkert om inventeringarna har omfattat höstgödslingar dessa år.

Tillförda mängder av kväve och fosfor från stallgödsel beräknades utifrån standardvärden av kväve- och fosforinnehåll i stallgödsel efter spridningsförluster och med hänsyn tagen till spridningsteknik (SCB, 2004).

Inventeringen i E23 och E24 utfördes av länsstyrelsen (eller av dem anlidade konsulter). I E21 utfördes den av SLU, Vattenvårdslära för åren 2002-2006.

Grödor och gödsling i regionen

Årlig grödfördelning samt skörd för produktionsområde Götalands norra slättbygder (Gns) hämtades från Jordbruksstatistisk årsbok (SCB, 1991-2007). För gödsling användes data för år 2005 för östra delen av Gns (Östgötaslätten) enligt Johnsson m.fl. (2008).

Vattendelare och områdenas areal

I samband med odlingsinventeringen 2006, omkarterades vattendelaren för både E23 och E24 och därmed områdenas storlek. Omkarteringen gjordes av länsstyrelsen utifrån information från lantbrukarna om fältens avvattning. För E23 minskades områdets storlek något, från 756 till 732 ha, medan det för E24 var en större del som bedömdes avvattnas till ett annat avrinningsområde. Området bör därmed ha blivit mindre, men den areal som är angiven för området (564 ha) stämmer inte med uppgifter om områdets vattendelare som finns tillgängliga. När arealen för det omkarterade och reducerade avrinningsområdet beräknades, blev arealen 627 ha.

Vattenföring, nederbörd och temperatur

Mätstationer för vattenföringsmätning är anlagda i typområdenas bäckar. Samtliga stationer är byggda av SMHI men med olika syften. I typområde E21 anlades stationen för att ingå i SMHI:s stationsnät för vattenföringsmätningar och den drivs därmed också av dem. Stationen anlades 1988, samtidigt som vattenprovtagningarna startade. Mätsektionen utgörs av ett triangulärt överfall i en brotrumma kompletterat med en mindre trumma för högflödessituationer (Figur 4).

Vattenföringsstationen i typområde E23 består av ett triangulärt överfall i anslutning till en gjuten bassäng. Den anlades innan länsstyrelsen startade provtagningar i bäcken och ingår även den i SMHI:s stationsnät. I typområde E24 anlades stationen 1993 på uppdrag av länsstyrelsen, som även ansvarar för drift och underhåll. Stationen byggdes ca 4 km nedströms nuvarande provpunkt för vattenprovtagning, för ett avrinningsområde om ca 1200 ha. Mätstationen placerades vid en kvarndamm med en stenmur som dämme. Den bestämmande sektionen utgörs av en öppning i stenmuren. För perioden 1988 till 1993 simulerades vattenföringen av SMHI med en modell (HBV) för en punkt nedströms vattenföringsstationen (ca 5430 ha).

Vattennivå registreras kontinuerligt i samtliga stationer, i E21 och E24 med flottör och mekanisk pegelskrivare och i E23 med flottör och datalogger. Vattenföringen (l/s som medelvärde per dygn) har beräknats utifrån timvärden av vattennivå och med matematiska formler för de triangulära överfallen (E21 och E23), respektive med avbördningskurva för den bestämmande sektionen (E24). Vattenföring har beräknats av SMHI för samtliga stationer. För typområde E24 är vattenföringen som SMHI levererar viktad för provpunkten vid typområdets utloppspunkt, d.v.s. uppströms mätstationen. Vid viktningen används arealen 600 ha.

Beräknad vattenföring för E24 har befarats vara underskattad för senare år i undersökningsperioden. Det bekräftades vid ett stationsbesök i juni 2008 då det var lågflöde. Vatten passerade då under stenmuren vid sidan av den bestämmande sektionen, istället för genom sektionen. Registrerad vattennivå tillsammans med den formel som förutsätter att vatten endast rinner genom den bestämmande sektionen ger då ett för lågt beräknat flöde.

Nederbörds- och temperaturdata som årsvärden har erhållits från SMHI för klimatstationer i närheten av respektive typområde (Tabell 2). Månadsmedelvärden av temperatur för region Östgötaslätten redovisas enligt Johnsson m.fl. (2008).



Figur 4.
Mätstationer för vattenföring

Vattenprovtagning och vattenanalyser

Vattenprovtagning har skett vid mätstationerna för vattenföringsbestämning för typområde E21 och E23. För typområde E24 togs vattenprover vid provpunkten nedströms vattenföringsstationen (5430 ha) mellan 1988 och 1992, och från 1993 togs vattenproverna vid typområdets nuvarande utloppspunkt, uppströms vattenföringsstationen.

Vattenprover har tagits manuellt varannan vecka förutom då flödet varit för litet för provtagning. Tätare provtagning har förekommit vid högflöde. I typområde E21 har vattenprover tagits varje vecka under fem år (2002 till 2006). I typområde E23 var det provtagning varje vecka under sex år (juli 1988 till juli 1994) och sedan ett uppehåll i vattenprovtagning mellan juli 1995 och juni 2002. Därefter togs vattenprover varannan vecka.

Vattenproverna analyserades av ackrediterat vattenlaboratorium vid Vattenvårdslära, SLU för hela undersökningsperioden i respektive typområde. Analysmetoder och analyserade variabler (pH, konduktivitet, totalkväve, nitrat+nitritkväve, ammoniumkväve, totalfosfor, fosfatfosfor, partikulärt bunden fosfor, suspenderat material och totalt organiskt kol) har följt Handboken för miljöövervakning (Naturvårdsverket, 2002), sedan denna tillkom. Innan dess analyserades inte partikulärt fosfor och TOC. De analysmetoder som användes före 1994 är jämförbara med metoder enligt Handboken förutom metoden för fosfatfosfor. Analys av fosfatfosfor utförs enligt Handboken på filtrerat prov medan analyser av fosfatfosfor före 1994 utfördes på centrifugerade prov. För typområde E24 utfördes parallella analyser av vattenprover (13 st) för hösten 1995. Avvikelsen var mellan 2 och 50 % för enskilda prover och medel var 17 %. Alkalinitet (optionell variabel) analyserades inte under ett antal år: (E21: 1995-1996; E23: 1991-1995; E24: 1991-1997). I samtliga tre typområden analyserades kalium, natrium, magnesium, kalcium, klorid, sulfatsvavel och kaliumpermanganat mellan 1998 och 1991 men resultat från dessa analyser redovisas inte här.

Beräkningar

Transporter av kväve, fosfor, suspenderat material och totalt organiskt kol (TOC) har beräknats utifrån dygnsmedelvärden av vattenföring och av analyserade ämneskoncentrationer. Dygnskoncentrationer har tagits fram genom linjär interpolering mellan analyserade värden. För värden som ligger under respektive analysmetods detektionsgräns har halva värdet för detektionsgränsen använts vid interpoleringen. Dygnsvattenföringen har multiplicerats med dygnskoncentrationer till dygnstransporter vilka sedan har summerats till månads- och årstransporter. Arealspecifik transport (kg/km^2) har beräknats genom att dela total transport med total areal i avrinningsområdet för respektive provtagningspunkt. Arealspecifik avrinning (mm) har beräknats på motsvarande sätt utifrån vattenföring.

Årsmedelhalt för variabler som har transportberäknats har tagits fram genom att dela årstransport med årsvattenföring. De variabler som inte har transportberäknats (pH, alkalinitet och konduktivitet), redovisas som aritmetiska medelhalter, d.v.s. medelvärden av de analyserade värdena. Långtidsmedelvärden av halter redovisas som aritmetiska medelvärden av de beräknade årsmedelhalterna. Årsvärden avser agrohologiska år (1 juli – 30 juni).

Källfördelning

Åkermarkens nettoarealförlust (kg/ha) har skattats genom att beräkna differensen mellan den totala transporten i områdets utlopp och det skattade nettobidraget från punktkällor och annan mark än åkermark. Nettoarealförlusten avser därmed belastningen från åkermark vid utloppet från området efter eventuell retention i vattendraget. Metod och beräkningsunderlag är närmare beskrivna av Carlsson et al. (2004).

Flödesnormalisering och trendanalys

Förekomst av trender testades på flödesnormaliserade tidsserier av månadstransporter av totalkväve, nitratkväve, ammoniumkväve, totalfosfor, fosfatfosfor och partikulärt fosfor. Flödesnormaliseringen utfördes med en semi-parametrisk regressionsmodell (Stålnacke et al, 1999; Stålnacke och Grimvall, 2001) genom att använda ett Excelmakro (Grimvall, 2004). De flödesnormaliserade transporterna testades för trender med Seasonal Mann-Kendall Test (Hirsch & Slack, 1984) likaså det genom att använda ett Excelmakro (Libiseller, 2004). Även månadsvärden av avrinning testades för förekomst av trender.

Vid beräkning av de flödesnormaliserade transporterna av fosfatfosfor sänktes analysvärden, med en faktor (0.7), för perioden fram till augusti 1994 eftersom byte av analysmetod hade skett. Sänkningen gjordes lika för samtliga områden, och baseras på parallellprovtagning och analys med båda metoder under några månader.

För typområde E24 beräknades flödesnormaliserade transporter även med vattenföring från mätstationen för den närliggande stationen E23. Detta eftersom problem med mätsektionen vid E24 har medfört att beräknad vattenföring för senare år är underskattad och det därmed kan bli en falsk trend i vattenföringen.

Resultat

Odlade grödor, odlingsåtgärder och djurhållning

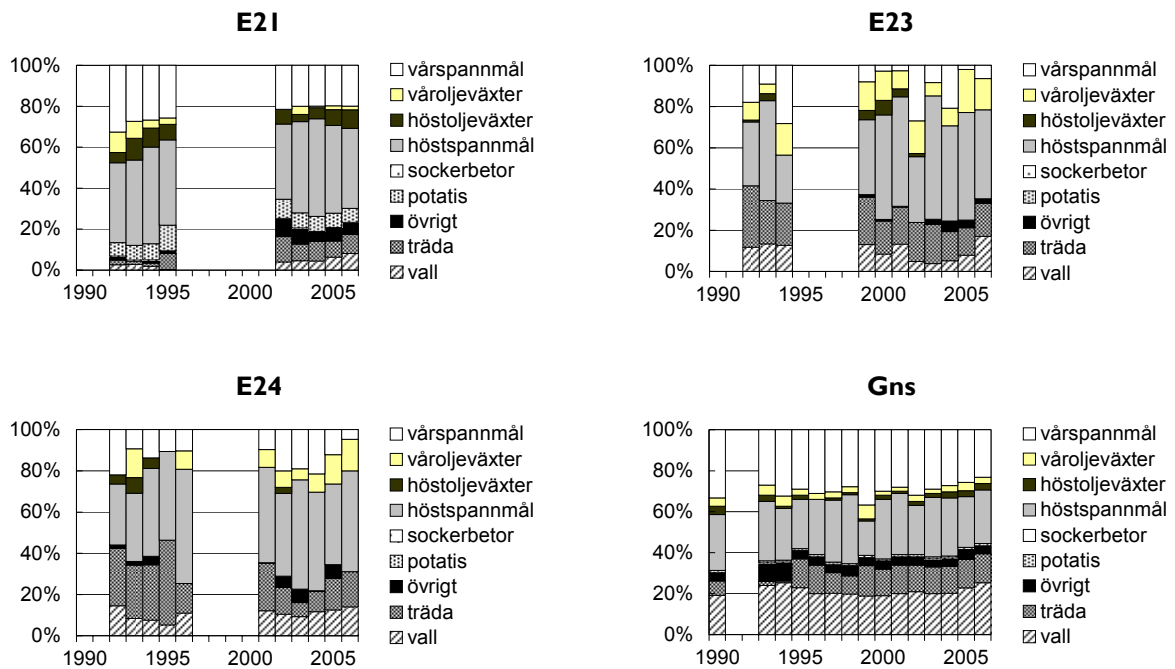
Typområde E21 karakteriseras av växtodlingsproduktion. Spannmål och oljevaxter odlades på ca 70 % av åkermarken under 2006 vilket var mer än för regionen (Tabell 4). Främst odlades höstvetete (25 %), vårkorn (15 %) och höstoljevaxter (9 %). I området odlades även en hel del potatis (7 %). Andelen vall och träda var låg jämfört med regionen. Jämfört med de första inventeringarna i början av 1990-talet har möjligen andelen vårspannmål i området minskat (Figur 5). Djurtätheten i området är låg, 0.2 DE/ha, och har minskat något jämfört med första hälften av 1990-talet då den var 0.3 DE/ha.

I *typområde E23* med inriktning mot spannmålsbaserad animalieproduktion är de största grödgrupperna höstspannmål och våroljevaxter och de utgjordes 2006 av enbart höstvetete (43 %) respektive vårraps (15 %) vilket är betydligt mer än för regionen. Andelen vårspannmål (6 %) var däremot liten. Jämfört med första hälften av 1990-talet är grödfördelningen i området likartad. Höstplöjning har varit helt dominerande i hela undersökningsperioden, vårplöjning har nästan

Tabell 4.

Grödfördelning (%) i typområden och i produktionsområde Götalands norra slättbygder (Gns) under 2006

Område	Höstolje- växter	Höst- spannmål	Vårolje- växter	Vår- spannmål	Potatis	Socke- betor	Vall	Träda	Övrigt
E21	9	39	2	20	7	0	8	9	6
E23	0	43	15	6	0	0	17	16	2
E24	0	49	15	5	0	0	14	17	0
Gns	3	26	3	23	1	0	25	14	4



Figur 5. Grödfördelning (%) i typområden och i produktionsområde Götalands norra slättbygder (Gns).

inte förekommit alls. Däremot har andelen direktsådd åkerareal ökat i undersökningsperioden. Under 2006 direktsåddes höstvetet på 13 % av åkermarken. Vall- och trädesbrott har skett främst i juli-augusti, både 2006 och tidigare år. Djurtätheten, 0,6 DE/ha, är oförändrad jämfört med början av 1990-talet men fördelningen mellan djurslag har förändrats något. Andelen svin har minskat medan andelen kycklingar har ökat.

Typområde E24 som karakteriseras av växtodlingsproduktion har en grödfördelning som är likartad den i E23. Andelen höstvetet av höstspannmål var stor under 2006, däremot utgjordes våroljeväxterna förutom av vårraps även av oljelin. I området har andelen träda minskat sedan 1992 medan andelen höstspannmål har ökat. Liksom i E23 sker plöjning på hösten och på samma sätt har andelen direktsådd ökat. Hösten 2006 blev 12 % av höstvetet direktsått. Vall- och trädesbrott sker mestadels under sensommar-tidig höst. Djurtätheten är låg, 0,2 DE/ha, och oförändrad jämfört med de första inventeringarna. Däremot var djurtätheten högre under perioden 1995 till 2003, då både antalet nötkreatur och svin var större. Under 2004 lades en suggbesättning ner, och år 2006 fanns i området endast nötkreatur, får och ett antal hästar.

I region Götalands norra slättbygder (Gns) odlas mindre höstspannmål än i de tre typområdena. Däremot odlas mer vårspannmål. Andelen vall är också större i regionen än i typområdena. Sedan 1990 har andelen vårspannmål minskat något medan andelen träda ökat.

Gödsling och skördar

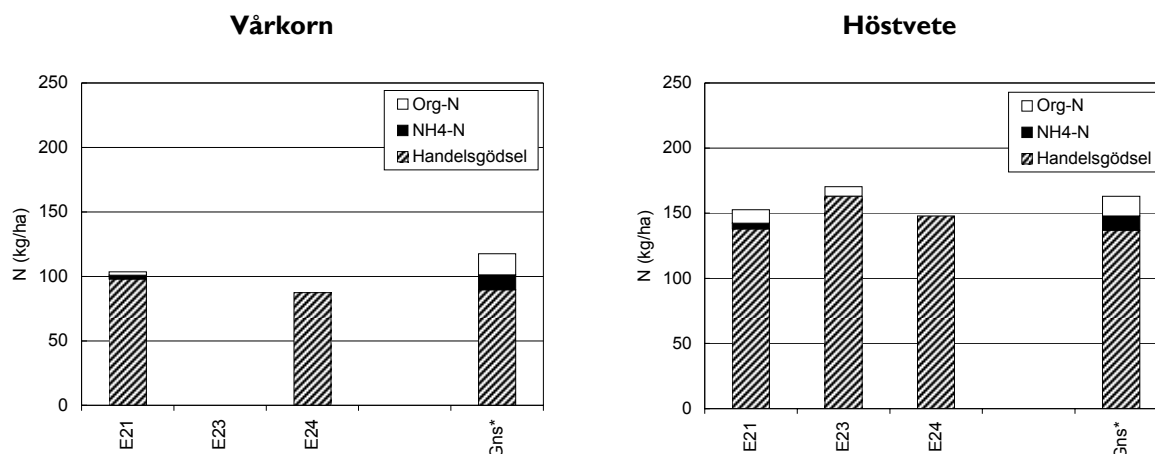
I typområde E21 var tillförseln av mineralkväve, som medeltal till alla gödslade grödor, 119 kg/ha under 2006 (Tabell 5). Medeltillförseln av fosfor var 18 kg/ha. Stallgödsel tillfördes till 12 % av åkermarken, varav en tredjedel fick givorna på hösten. Givor av mineralkväve till vårkorn och höstvetet var 101 respektive 141 kg/ha som medel under 2006, vilket var nära medel för regionen (Östgötaslätten) (Figur 6). Skörden för vårkorn var 4,8 ton/ha, vilket var högre än för regionen (Gns) (Figur 7). För höstvetet var skörden, 6,2 ton/ha, däremot lika som för regionen.

Tabell 5.

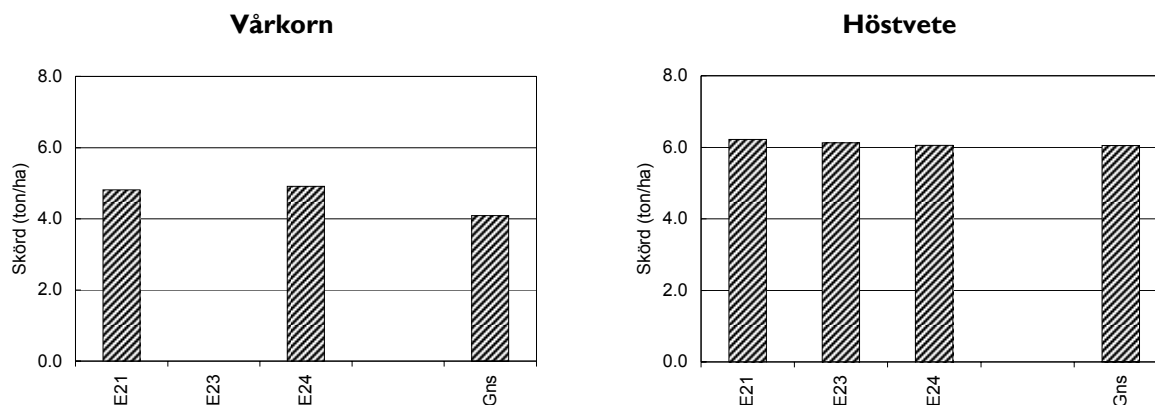
Gödsling med kväve och fosfor (handelsgödsel och stallgödsel) för åkermark som har gödslats; andel av gödslad åkermark som stallgödslats och som stallgödslats på hösten; samt andel gödslad åkermark, för typområden 2006 och produktionsområde Östgötaslätten (del av Götalands norra slättbygder) 2005

	N (kg/ha)			P (kg/ha)		Stallgödslad areal (%)		Gödslad åker (%)
	Handelsgödsel	Stallgödsel oorg.	Stallgödsel övr.	Handelsgödsel	Stallgödsel	Totalt	Höst	
E21	116	3	8	13	5	12	4	87
E23	141	4	9	7	8	13	0	77
E24	120	1	2	5	1	8	4	82
Gns ¹	125	12	15	6	6	21	8	78

¹ Östgötaslätten

**Figur 6.**

Giva av kväve i stallgödsel (org-N och NH₄-N) och i handelsgödsel till vårkorn och till höstvete. För typområden för år 2006; för produktionsområde Östgötaslätten (östra delen av Gns) för år 2005.

**Figur 7.**

Skörd av vårkorn och höstvete. För typområden och för produktionsområde Gns år 2006.

Typområde E23 hade en medeltillförsel av mineralkväve på 145 kg/ha varav endast 4 kg var från stallgödsel. Åkermarken gödslades i genomsnitt med 15 kg/ha av fosfor. Höstvetet kvävegödslades under 2006 med i genomsnitt 163 kg/ha vilket är mer än medel för regionen. Typområdets medelskörd (6.1 ton/ha) var däremot i samma nivå som för regionen. Vårkorn odlades inte alls år 2006. Stallgödselspridning på våren har blivit mer förekommande än under de första åren i undersökningsperioden, och år 2006 spreds ingen stallgödsel alls på hösten. Möjligen har också kvävegivorna ökat sedan början av 1990-talet (Appendix, Figur 1:1).

I *Typområde E24* gödslades åkermarken under 2006 med i medeltal med 121 kg/ha av mineralkväve, och i stort sett endast från handelsgödsel. Fosforgödslingen var i genomsnitt 6 kg/ha, vilket är lägre jämfört med början av 1990-talet. Vårkorn och höstvetet kvävegödslades med i genomsnitt 87 respektive 148 kg/ha under 2006. Skörden av höstvetet var lika som för regionen medan den för vårkorn var större. Endast 8 % av åkermarken stallgödslades och av den gödslades hälften på hösten. Under första delen av undersökningsperioden spreds en större andel av stallgödseln på hösten.

I region Östgötaslätten var medelgivan av kväve till gödslade grödor i samma nivå som snittet för de tre typområdena, däremot var andelen kväve från stallgödsel högre i regionen (Tabell 5). Fosforgivan var på samma sätt nära genomsnittet för typområdena. Andelen stallgödslad areal var större i regionen än i typområdena men fördelningen mellan höst- och vårspridning var ungefär lika. Medelskördarna av vårkorn var större i typområdena än i regionen men för höstvetet var skördenivåerna lika (Figur 7).

Vattenkvalitet och transporter i bäckarna

Avrinningen i E21 och E23 var i samma nivå, 158 respektive 169 mm, medan den i E24 var något lägre (122 mm) (Tabell 6a). Nederbörden vid närliggande nederbördsstation till E24 var däremot något högre (569 mm) än för de två andra typområdenas nederbördsstationer (506 respektive 522 mm). Förmodat läckage vid mätstationen i E24 under senare år är troligen orsak till områdets låga medelavrinning. De senaste fem åren har den årliga avrinningen i E24 varit under 100 mm (Figur 9).

Halterna av totalkväve var olika i typområdena, högst var långtidsmedelvärdet i E21 (10.5 mg/l) och lägst i E24 (5.3 mg/l). Andelen nitratkväve var även den högst i E21 (90 %). Halterna av ammoniumkväve var mer lika mellan områdena (0.059 – 0.125 mg/l). Halterna av totalfosfor varierade också mellan områdena men på motsatt sätt jämfört med för kväve. Den högsta medelhalten hade E24 (0.317 mg/l) medan E21 hade den lägsta (0.078 mg/l). I E21 var andelen partikulärt fosfor låg medan den var stor för E24, närmare 40 %. Olika jordart i områdena är den största förklaringen till skillnaderna i halter. I lerjordar binds fosfor till lerpartiklarna och eftersom lerjordar är erosionskänsliga riskerar fosfor att förloras till vattendraget genom både inre erosion i markprofilen och genom erosion på markytan och i bäckkanter. För kväve, främst nitratkväve, minskar däremot risken för utlakning genom marken när jorden har en hög lerhalt.

I mätserierna av totalkväve kan ett mönster med hastigt stigande halter under höstarna i samband med ökad avrinning urskiljas (Appendix, Figur 3:1-3). Under vinter och fram till sommaren sjunker halterna successivt. Detta är tydligast i E21 som har en stor andel nitratkväve. Under sommaren är kvävehalterna lägst och kvävet är då mest i form av ammoniumkväve. Under det övriga året är halterna av ammoniumkväve oftast lika som under sommaren men utgör då en mindre del, framförallt i E21.

För totalfosfor varierade halterna inom åren på ett annat sätt. Förhöjda halter under lågflöde, både sommar och vinter, indikerar påverkan från punktkällor. Främst kan det ses i E23 och E24. Vid högflöde ökar oftast andelen partikulärt fosfor, speciellt i E24.

Transporten av totalkväve var störst för E21 (1620 kg/km²) som hade hög kvävehalt i bäcken (Tabell 6a och 6b). För E23 och E24 med lägre kvävehalter var också transporterna mindre, 950 respektive 530 kg/km². Transporten av fosfor var störst för E24 medan den var minst för E21.

Åkermarkens nettoarealförluster av kväve och fosfor

Åkermarkens andel av utförseln av kväve från typområdena varierade mellan 88 och 97 % (Tabell 7). Störst var utförseln för E21 (18 kg/ha) och lägst för E24 (7 kg/ha). För fosfor var andelen från åkermarken mellan 73 och 86 %.

Tabell 6a.

Nederbörd, avrinning och transporter av kväve, fosfor, suspenderat material och TOC som långtidsmedelvärden för perioden 1988/2007 förutom för E23 (1988/1995 - 2002/2007)

Typ- område	Neder- börd ¹	Avrin- ning	Tot-N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Tot-P	PO ₄ -P	Part-P ²	Susp mtrl	TOC ²
	(mm)		(kg*100/km ²)							
E21	506	158	16.2	14.6	0.087	0.124	0.062	0.044	23	12
E23	522	169	9.5	7.2	0.122	0.377	0.171	0.212	154	35
E24	569	122	5.3	3.6	0.138	0.393	0.153	0.225	211	17

¹ SMHI klimatstation

² Fr.om. 1994

Tabell 6b.

Halter av kväve, fosfor, suspenderat material och TOC samt pH, konduktivitet och alkalinitet som långtidsmedelvärden för perioden 1988/2007 förutom för E23 (1988/1995 - 2002/2007)

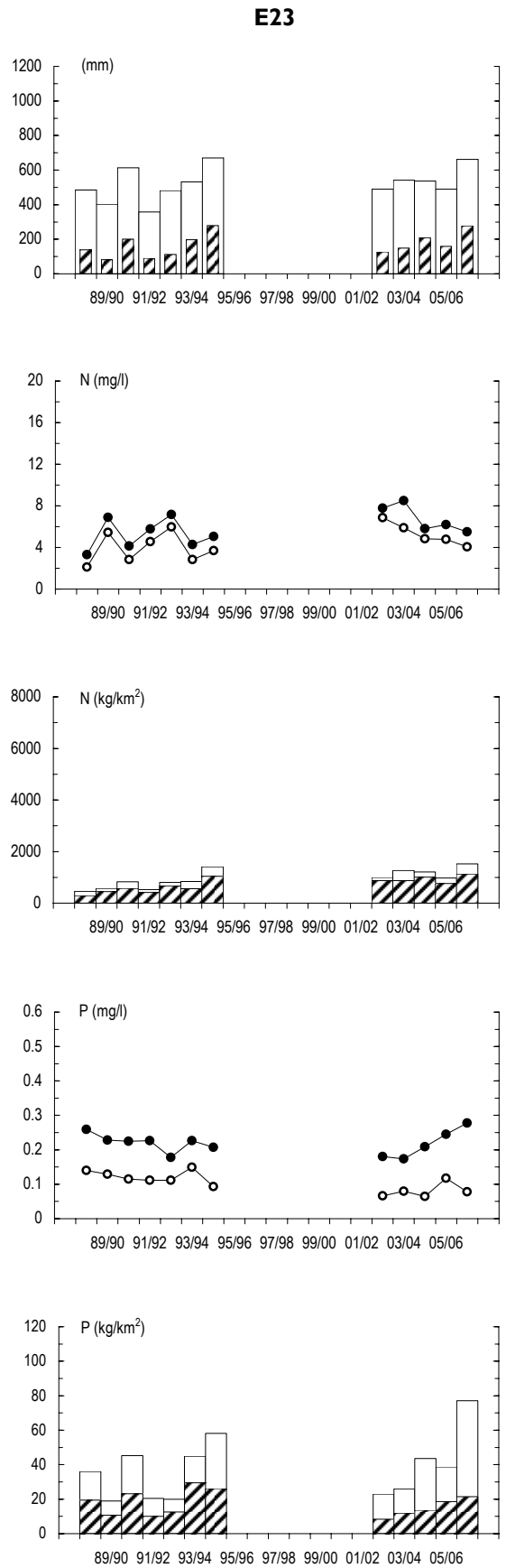
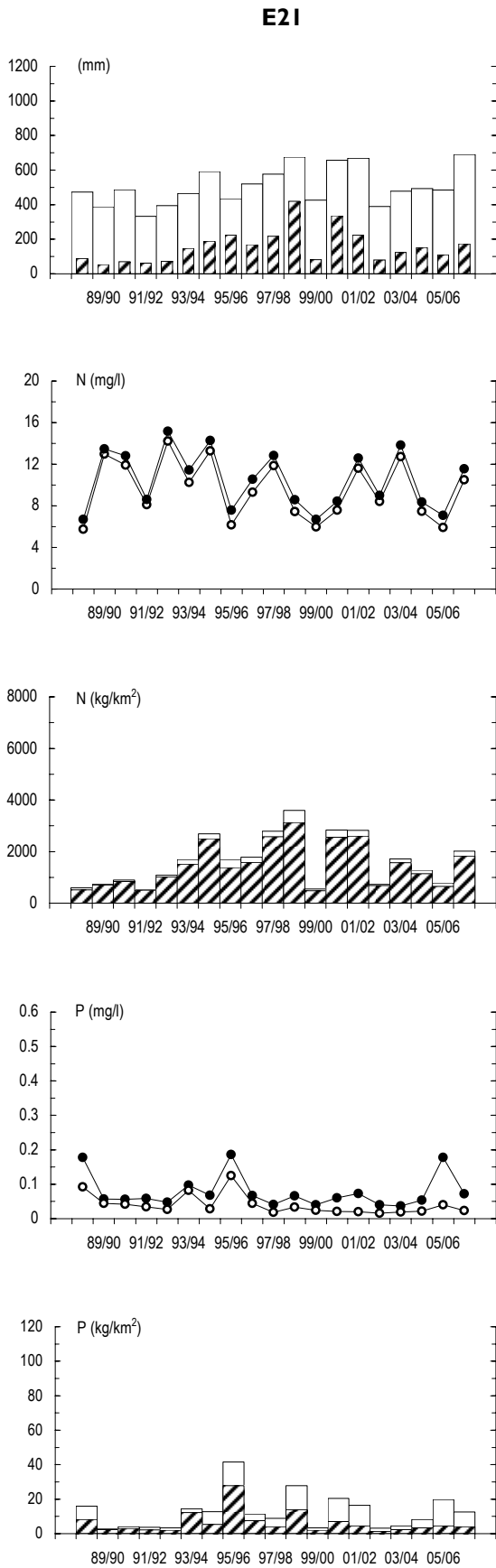
Typ- område	Tot-N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Tot-P	PO ₄ -P	Part-P ¹	Susp mtrl	TOC ¹	pH	Konduk- tivitet
	(mg/l)								(mS/m)	
E21	10.5	9.5	0.059	0.078	0.040	0.017	16	4	8.0	75
E23	5.9	4.5	0.077	0.220	0.105	0.050	86	9	7.8	46
E24	4.6	3.3	0.125	0.317	0.128	0.123	162	10	7.7	45

¹ Fr.om. 1994

Tabell 7.

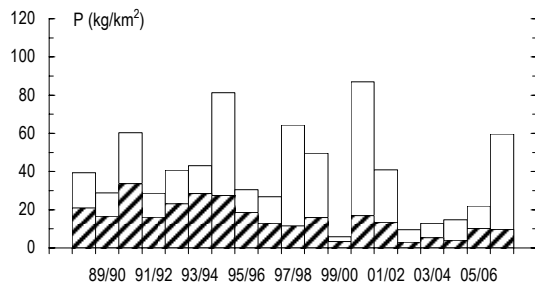
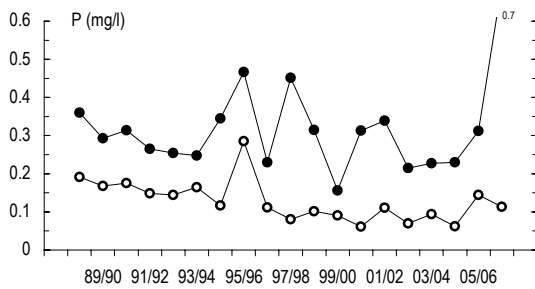
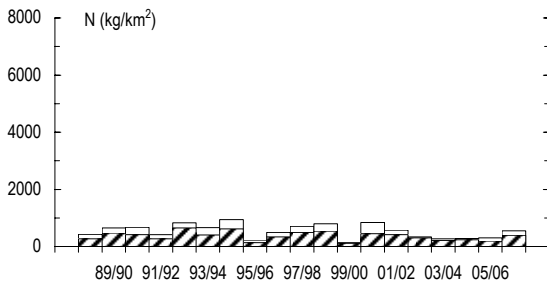
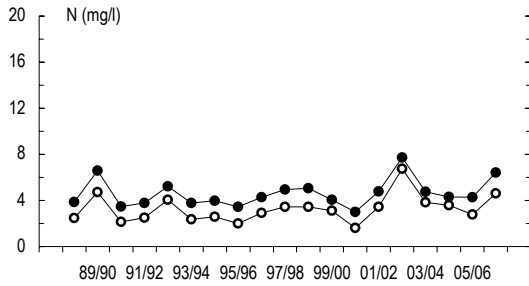
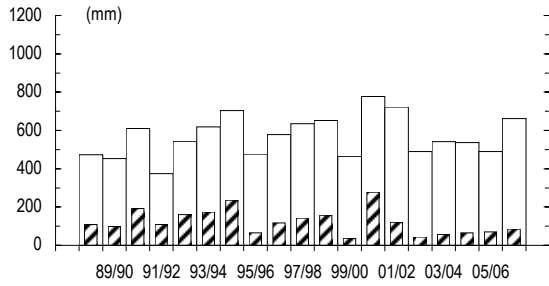
Källfördelning av kväve och fosfor som långtidsmedelvärden för respektive typområdes undersökningsperiod

Typområde	Åker (kg/ha)		Åker (%)		Skog och övrig mark (%)		Avlopp (%)		Antal år
	N	P	N	P	N	P	N	P	
	E21	17.7	0.10	97	74	1	4	2	
E23	16.2	0.52	90	73	5	9	5	18	14
E24	7.1	0.53	88	86	7	7	5	7	19



Figur 8. Typområde E21 och E23. 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).

E24



Figur 9. Typområde E24. 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).

Trendtest

För två av typområdena (E21 och E23) var det ingen trend i avrinningen (Tabell 8). Däremot kunde en nedåtgående trend i avrinningen säkerställas för typområde E24. Den minskande avrinningen är dock snarare ett följd av läckage av vatten förbi mätstationen än en verklig minskning i avrinningen. Eftersom ett trendtest på flödesnormaliserade transporter förutsätter att det inte är en trend i avrinningen beräknades flödesnormaliserade transporter för E24 därför även med flöde för det närliggande typområdet E23.

Vid trendtest för de tre typområdena på flödesnormaliserade transporter av totalkväve, nitratkväve, totalfosfor och fosfatfosfor kunde förekomst av trend endast säkerställas för fosfatfosfor för typområde E24 (Tabell 8). Den uppåtgående trenden för fosfatfosfor för E24 kan dock vara osäker. Den justering av analysvärden, p.g.a. byte av analysmetod, som gjordes före flödesnormalisering och trendtest kan ha varit otillräcklig för den typ av vatten som E24 har.

Tabell 8.

Seasonal Mann-Kendall Trend Test utförd på tidsserier av månadsvärden (t.o.m. det agrohydrologiska året 2006/2007) av avrinning och av flödesnormaliserade transporter vid utloppspunkten i respektive typområde

Typområde	N-tot	N-NO ₃	P-tot	P-PO ₄	Avrinning	Period
E21	0	0	0	0	0	1988-2007
E23	0	0	0	0	0	1988-95, 2002-07
E24	0	(↑)	0	0	↓	1988-2007
E24 justQ	0	0	0	↓	0	1988-2007

Statistiskt säkerställd trend (5 % signifikansnivå) i avrinning eller transport anges med: ↑ (ökande) eller: ↓ (minskande). Tidsserier utan trend anges med: 0. Resultat inom parentes är osäkra eftersom avrinningen har en trend. För typområde E24 med en trend i avrinningen redovisas även trendtest baserad på avrinningen för E23 (E24 justQ).

Diskussion

Odling i typområden och i regionen

I Östergötlands län finns jordbruksmark inom tre produktionsområden: Svealands skogsbygder, Götalands norra slättbygder och Götalands skogsbygder (Figur 1). De tre typområdena i länet ligger samtliga i Götalands norra slättbygder.

Typområdena i länet är något mer växtodlingsinriktade än det typiska jordbruket i region Götalands norra slättbygder där animalieproduktion är mer förekommande. Jämfört med regionen var andelen höstsådd spannmål och oljeväxter större i de tre typområdena. Samtidigt var vall mindre förekommande än i regionen. Mest avvikande från regionen var typområde E21 med lättlera som dominerande jordart. Typområde E21 är i sin karaktär ett utpräglat slättområde med inriktning mot växtodling. Eftersom andelen vall är låg och därmed också andelen vårsådd spannmål med insådd ger det stort utrymme för höstsådda grödor i växtföljderna. Även typområdena E23 och E24, med mellanlera respektive styv lera som dominerande jordarter, har stor andel höstsådd spannmål trots mer vall än i E21. Den högre lerhalten i jordarna ökar risken för sen upptorkning av jorden på våren och därmed sent vårbruk vilket medför att så mycket som möjligt sås på hösten.

Odling och förluster av kväve och fosfor

De förväntade effekterna för svensk åkermark av genomförda åtgärder för att minska utlakningen av kväve har beräknats av Johnsson m.fl. (2008). Utlakningen beräknades för all åkermark i Sverige för 1995 och 2005. I landets olika jordbruksregioner har åtgärder genomförts i varierande omfattning främst beroende på möjligheterna att få ersättning för olika åtgärder. För Östgötaslätten förväntades kväveutlakningen öka något (3 %) vilket förklaras av något lägre kväveeffektivitet. För Östergötland har det inte funnits möjlighet att få ersättning för åtgärder för att minska kväveutlakning.

För fosfor förväntades förlusterna att minska med 6 % för Östgötaslätten. Det förklaras främst (43 %) av att skyddszoner har anlagts längs öppna vattendrag. Mindre fosforgivor och ändrad grödfördelning förklarar vardera ca en tredjedel av beräknad minskning.

Den information som finns om odlingen i typområdena för undersökningsperioden indikerar att det endast har skett mindre förändringar som skulle kunna inverka på växtnäring förlusterna. Den ökade andelen direktsådd areal skulle kunna bidra till att kväveutlakningen minskat eftersom mineraliseringen av organiskt bundet kväve inte stimuleras i samma grad som vid höstplöjning vilket var mer förkommande tidigare år i typområde E23 och E24. Även att stallgödsel sprids mer på våren istället för på hösten, som i E23 och E24, kan bidra till minskad kväveutlakning. Något mindre vårspannmål i typområde E21 skulle även det kunna vara en orsak till minskad kväveutlakning. Enligt modellberäkningar är läckaget av kväve högre för vårkorn än medelvärdet för samtliga grödor (Johnsson m.fl., 2008). De berörda arealerna av dessa åtgärder är dock liten varför effekterna borde bli små.

Även för fosfor kan direktsådd liksom spridning av stallgödsel på våren istället för på hösten medverka till en minskad förlust av fosfor. De skyddszoner som har anlagts längs vattendragen kan bör också ha betydelse. Mest skyddszoner, sammanlagt ca 15 ha, har anlagts i E21 där huvudfåran löper i dagen. I E23 var det drygt fyra ha skyddszoner 2006 och i E24 mindre än en ha. Störst effekt för att minska erosionförluster av fosfor bör skyddszoner ha på den styva lerjorden i E24.

Att det inte var några trender i flödesnormaliserade transporter av vare sig kväve eller fosfor kan främst förklaras av att förändringarna inom odlingen var små. En annan förklaring är att det som mäts i bäcken inte bara speglar aktiviteter inom jordbruket. Andra källor som skog och punktkällor inverkar också på den samlade effekten på vattenkvaliteten i bäcken. Dessutom tillkommer processer i vattendraget på vägen mellan åkermark och provtagningspunkt i bäcken. En annan förklaring är att stora variationer i flöde och därmed transporter både inom och mellan åren minskar möjligheten att säkerställa trender i de flödesnormaliserade transporterna.

Förslag på fortsatta undersökningar

För typområde E24 föreslås att stationen för vattenföringsmätning renoveras m.a.p. läckaget förbi mätsektionen samt att avbördningskurvan kontrolleras. Dessutom bör vattenföringsdata rekonstrueras för de senare åren i undersökningsperioden då vattenföringen varit underskattad. Samtidigt bör vattenföringen viktas om eftersom avrinningsområdets storlek ändrades efter omkartering av vattendelaren. Eftersom stationen byggdes av SMHI och de också sköter inläsning av pegeldiagram kan de ges i uppdrag att utföra detta arbete.

Odling och djurhållning i typområde E24 bör fortsättningsvis inventeras med några års mellanrum (3-4 år). Eftersom avvikelserna mellan faktisk grödfördelning och planerad enligt stöddatabasen var små, bör grödfördelning för åren mellan inventeringarna bestämmas utifrån Jordbruksverkets stöddatabas. För typområde E23 sker odlingsinventering för 2007 och 2008 inom projektet Greppa Fosfor men därefter bör även detta område odlingsinventeras regelbundet. Punktkällor som enskilda avloppsanläggningar bör inventeras regelbundet.

Referenser

- Carlsson, C., Kyllmar, K. & Johnsson, H. 2004. Växtnäringsförluster i små jordbruksdominerade avrinningsområden 2002/2003. Årsrapport för miljöövervakningsprogrammet Typområden på Jordbruksmark. Ekohydrologi 80. Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU).
- Grimvall, A. 2004. FLOWNORM 2.0 – A Visual Basic Program for Computing Riverine Loads of Substances and Extracting Anthropogenic Signals from Time Series of Load Data. User's Manual. Linköpings Universitet.
- Hirsch, R.M. & Slack, J.R. 1984. A Nonparametric Trend Test for Seasonal Data with Serial Dependence. *Water Resources Research* 20, 727-732.
- 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 XXX. Naturvårdsverket.
- Jordbruksverket. 2000. Sektorsmål och åtgärdsprogram för reduktion av vxtnäringsförluster från jordbruket. Rapport 2000:1.
- Libiseller, C. 2004. MULTMK/PARTMK – a Program for the Computation of Multivariate and Partial Mann-Kendall Test. User's manual. Linköpings universitet.
- Naturvårdsverket. 2002. Handbok för miljöövervakning. Programområde Jordbruksmark. Undersökningstyper för Typområden . www.naturvardsverket.se
- SCB. 2004. Gödselmedel i jordbruket 2002/03. Handelsgödsel och stallgödsel till olika grödor samt hantering och lagring av stallgödsel. MI 30 SM 0403.
- SCB. 2006a. Gödselmedel i jordbruket 2004/05. Handelsgödsel och stallgödsel till olika grödor samt hantering och lagring av stallgödsel. MI 30 SM 0603.
- SCB. 1991. Jordbruksstatistisk årsbok 1991. ISBN 91-618-0416-9.
- SCB. 1994. Jordbruksstatistisk årsbok 1994. ISBN 91-618-0692-7.
- SCB. 1995. Jordbruksstatistisk årsbok 1995. ISBN 91-618-0758-3.
- SCB. 1996. Jordbruksstatistisk årsbok 1996. ISBN 91-618-0821-0.
- SCB. 1997. Jordbruksstatistisk årsbok 1997. ISBN 91-618-0887-3.
- SCB. 1998. Jordbruksstatistisk årsbok 1998. ISBN 91-618-0943-8.
- SCB. 1999. Jordbruksstatistisk årsbok 1999. ISBN 91-618-1000-2.
- SCB. 2000. Jordbruksstatistisk årsbok 2000. ISBN 91-618-1040-1.
- SCB. 2001. Jordbruksstatistisk årsbok 2001 med data om livsmedel. ISBN 91-618-1083-5.
- SCB. 2002. Jordbruksstatistisk årsbok 2002 med data om livsmedel. ISBN 91-618-1024.
- SCB. 2003. Jordbruksstatistisk årsbok 2003 med data om livsmedel. ISBN 91-618-1169-6.
- SCB. 2004. Jordbruksstatistisk årsbok 2004 med data om livsmedel. ISBN 91-618-1204-8.
- SCB. 2005. Jordbruksstatistisk årsbok 2005 med data om livsmedel. ISBN 91-618-1240-4.
- SCB. 2006b. Jordbruksstatistisk årsbok 2006 med data om livsmedel. ISBN 91-618-1285-4.
- SCB. 2007. Jordbruksstatistisk årsbok 2007 med data om livsmedel. ISBN 978-91-618-1347-6.
- SMHI. 2001. Temperaturen och nederbörden i Sverige 1961-90. Referensnormaler – utgåva 2. Meteorologi Nr 99.
- Stålnacke, P., Grimvall, A., Sundblad, K. och Wilander, A. 1999. Trends in nitrogen transport in Swedish rivers. *Environmental Monitoring & Assessment* 59, 47-72.
- Stålnacke, P. & Grimvall, A. 2001. Semiparametric approaches to flow-normalisation and source apportionment of substance transport in rivers. *Environmetrics* 12, 233-250.

Appendix

Figur 1:1

Tidsserier av medelgivor av kväve och fosfor för gödslad åkermark.

Figur 2:1

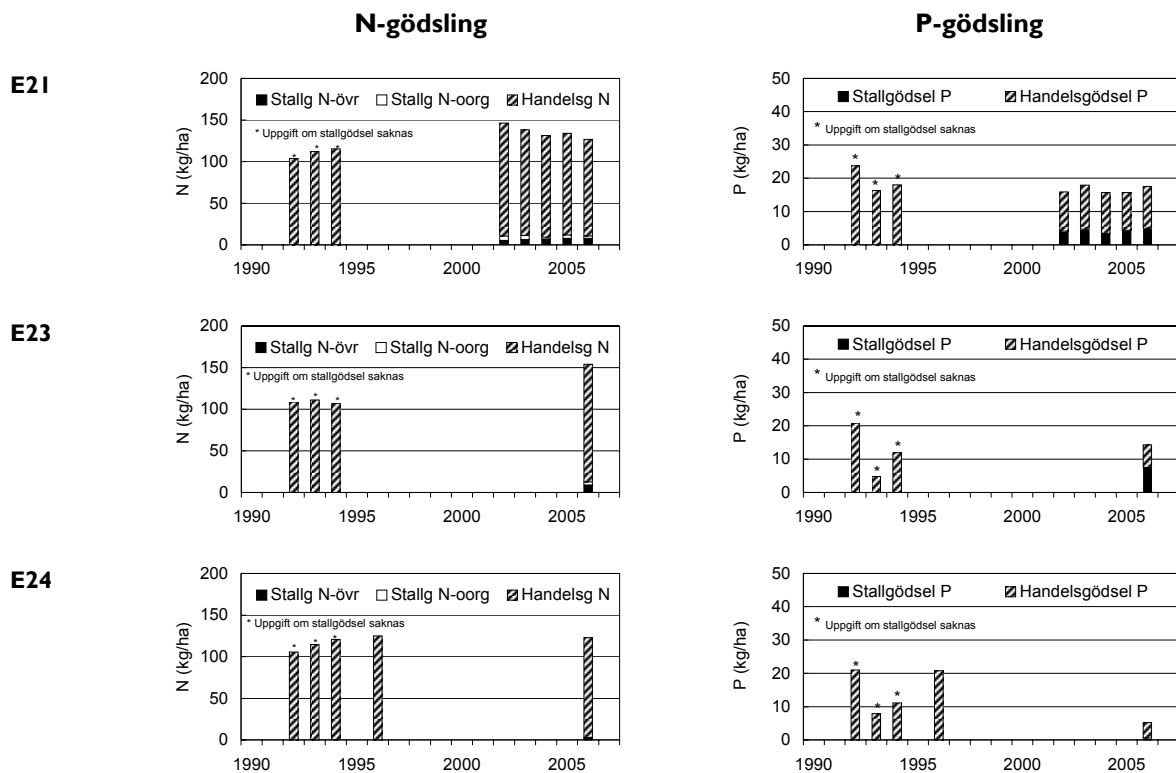
Temperatur (månadsmedel) för utlakningsregion 4 (Östgötaslätten).

Figur 3:1-3:3

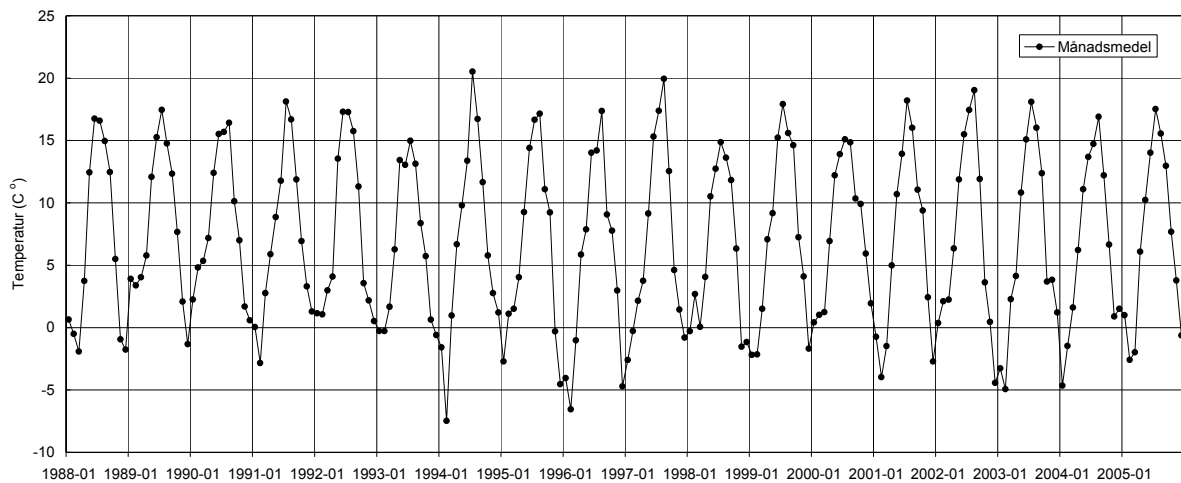
Dygnsavrinning samt analyserade värden av totalkväve och av totalfosfor i typområden.

Figur 4:1

Trendtest på tidsserier av avrinning och av flödesnormaliserade transporter av kväve och fosfor.

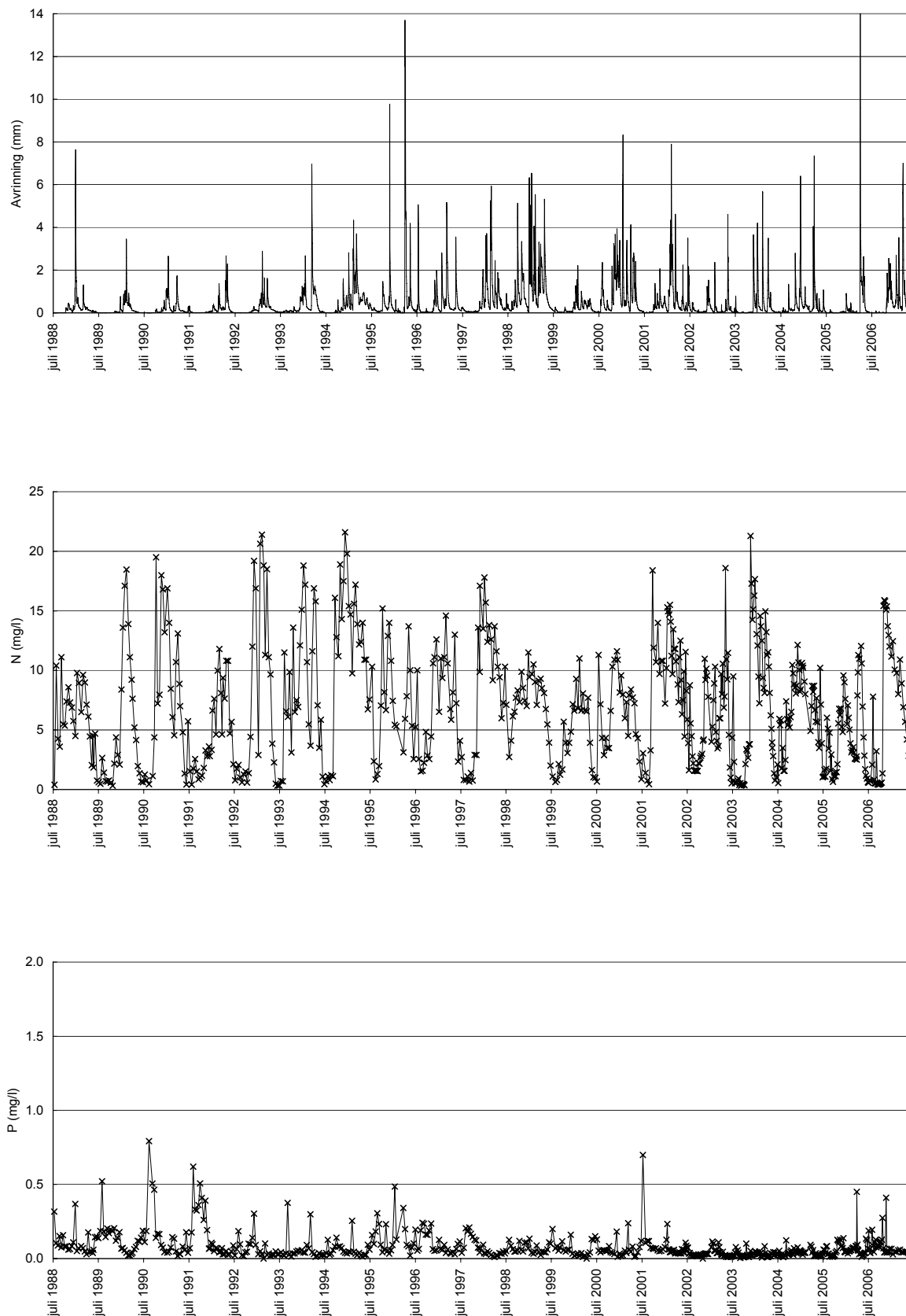


Figur 1:1.
Givror av kväve och fosfor som medelvärden för gödslad åkermark.



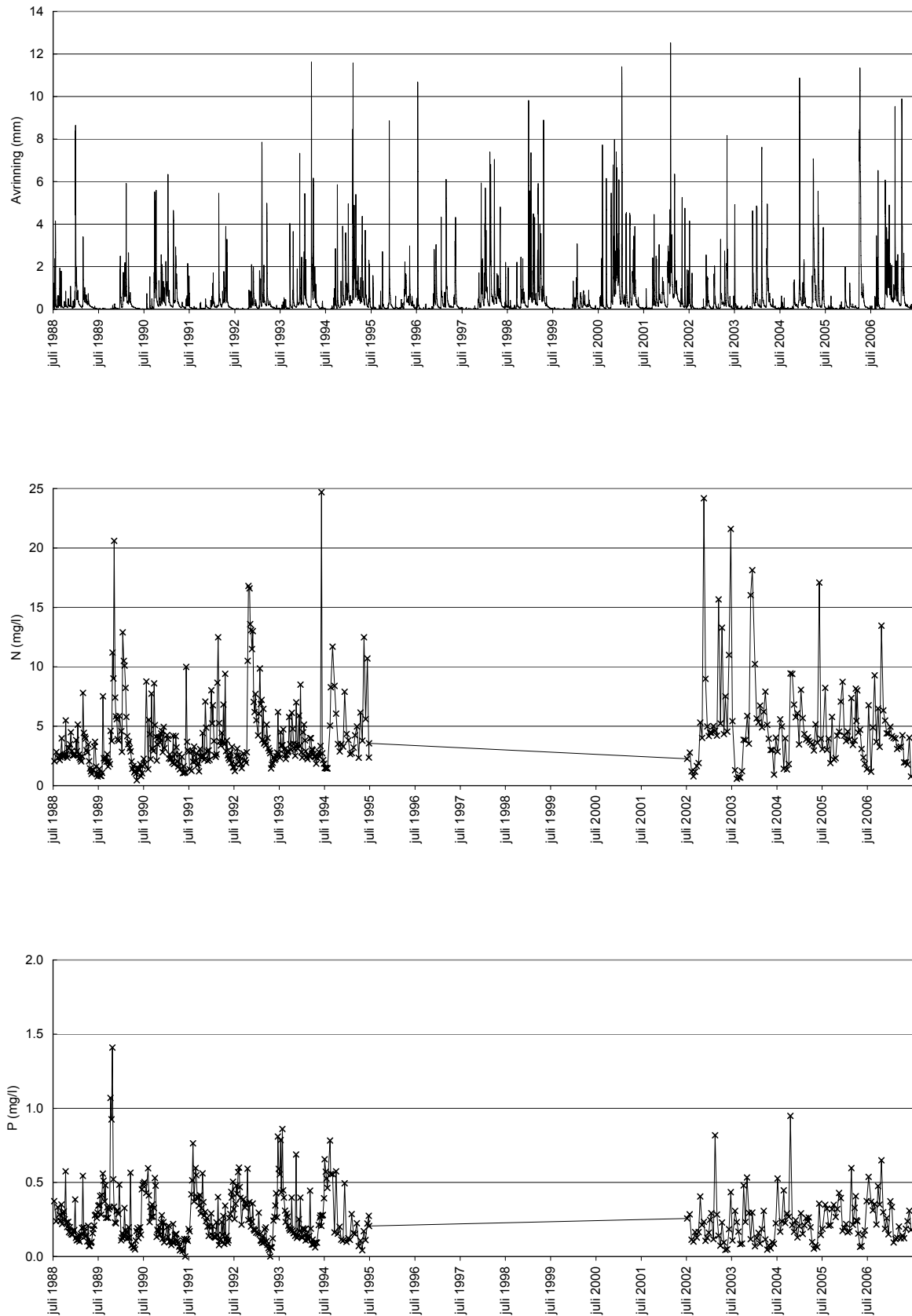
Figur 2:1.
Temperatur som månadsmedelvärden för utlakningregion 4 (Östgötaslätten) enligt Johnsson et al., 2008.

E21



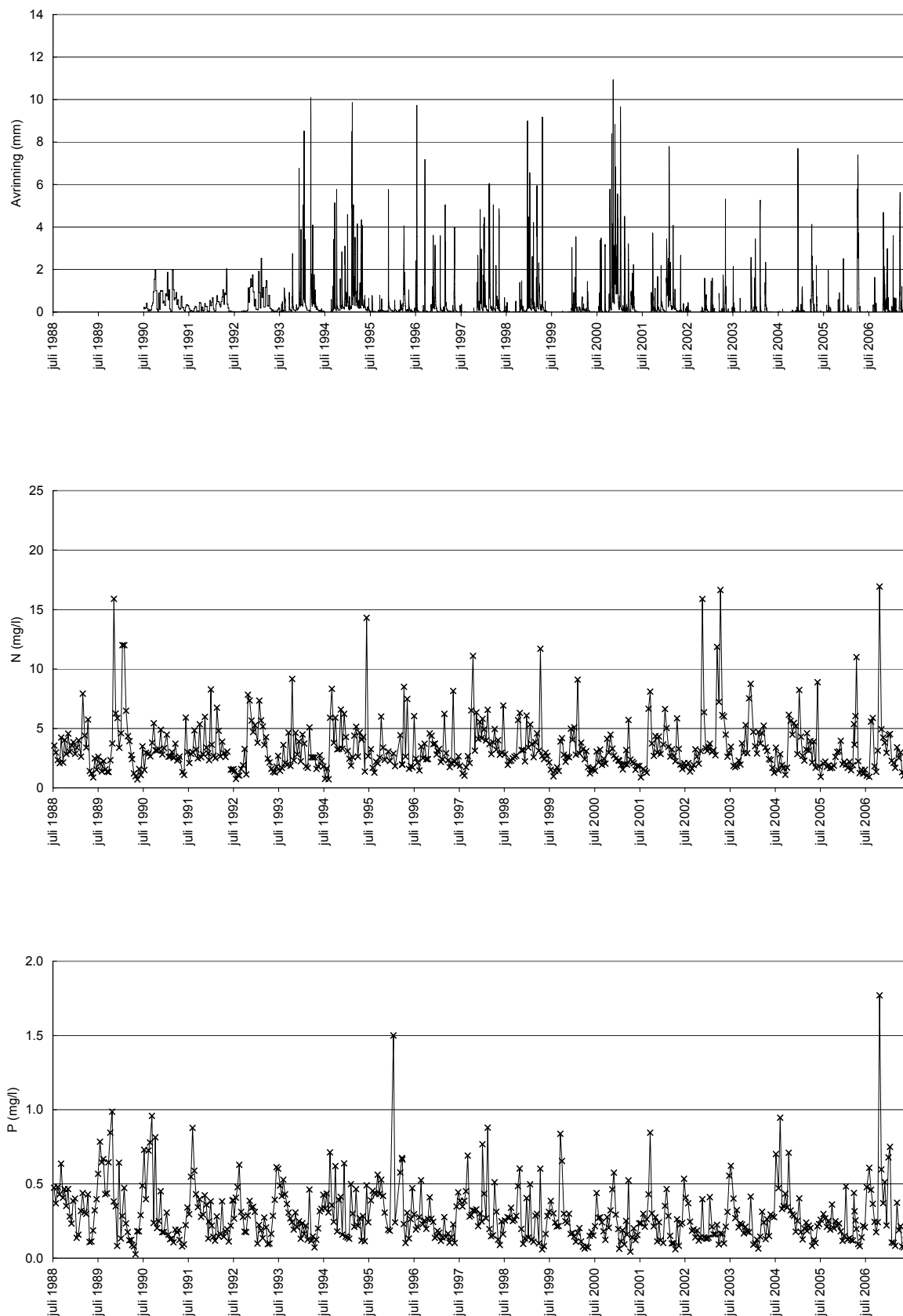
Figur 3:1.
Avrinning (mm) samt halter av totalkväve och totalfosfor (mg/l) i typområde E21.

E23

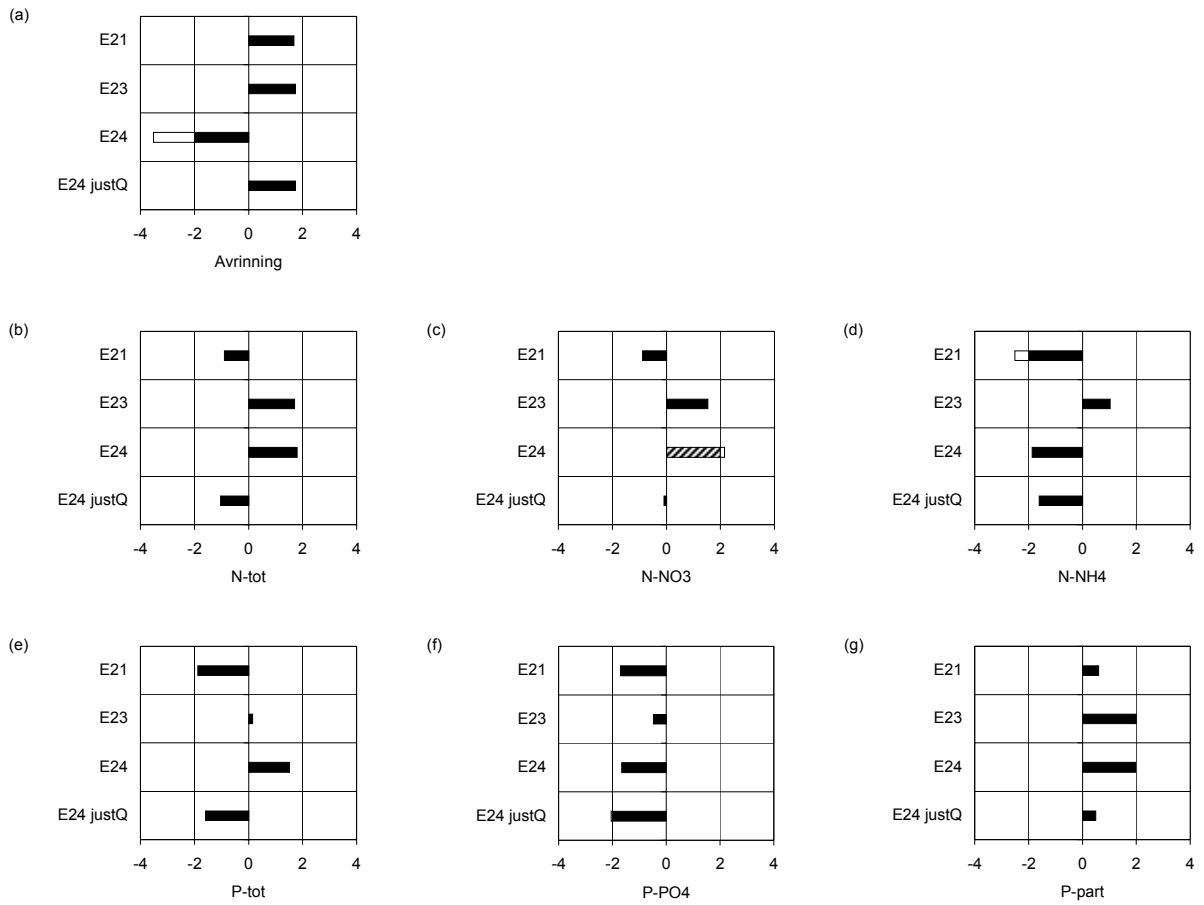


Figur 3:2.
Avrinning (mm) samt halter av totalkväve och totalfosfor (mg/l) i typområde E23.

E24



Figur 3:3.
Avrinning (mm) samt halter av totalkväve och totalfosfor (mg/l) i typområde E24.



Figur 4:1.

Seasonal Mann-Kendall Trend Test utförd på tidsserier av månadsvärden (t.o.m. det agrohydrologiska året 2006/2007) av avrinning (a) och av flödesnormaliserade transporter av kväve (b-d) och fosfor (e-g) vid utloppspunkten i respektive typområde. Vid testvärden ≤ -2 eller ≥ 2 är trenden statistiskt signifikant (5 %). Rasterade staplar avser resultat av trendtest för typområde med en trend i avrinningen.

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 38 46

www.mark.slu.se/bgf_vv
