



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för mark och miljö



LÄNSSTYRELSEN  
VÄSTRA GÖTALANDS LÄN

## Utlakning från jordbruksmark i Västra Götalands län

– Utvärdering av undersökningar 1988-2015

*Lisbet Norberg och Lovisa Stjernman Forsberg*



Titel: Utlakning från jordbruksmark i Västra Götalands län – Utvärdering av undersökningar 1988-2015

Författare: Lisbet Norberg och Lovisa Stjernman Forsberg

Kontakt: Lisbet.Norberg@slu.se, 018 – 67 11 87

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2018

Omslagsbild: Lisbet Norberg

Serietitel: Ekohydrologi

Delnummer i serien: 154

ISSN: 0347-9307

ISRN: SLU-VV-EKOHYD-154-SE

Elektronisk publicering: <http://pub.epsilon.slu.se>

Bibliografisk referens: Norberg, L. och Stjernman Forsberg, L. (2018). *Utlakning från jordbruksmark i Västra Götalands län – Utvärdering av undersökningar 1988-2015*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. (Ekohydrologi, 154).

## **Innehåll**

<b>Sammanfattning.....</b>	<b>4</b>
<b>Inledning.....</b>	<b>6</b>
<b>Beskrivning av typområde O14, O17 och O18.....</b>	<b>7</b>
<b>Material och Metoder .....</b>	<b>9</b>
Djurhållning och odling .....	9
Flödesmätning, vattenprovtagning och klimat .....	9
Transportberäkningar .....	11
Statistiska analyser .....	11
Källfördelning .....	11
<b>Resultat och Diskussion .....</b>	<b>13</b>
Djurhållning .....	13
Odling .....	14
Grödor .....	14
Skördar.....	16
Gödsling.....	16
Övriga odlingsåtgärder.....	18
Klimat och avrinning .....	19
Konduktivitet, pH och alkalinitet .....	21
Koncentrationer och transporter av kväve, fosfor, TOC och suspenderat material .....	21
Område O14 .....	21
Område O17 .....	22
Långtidsmedel av kväve, fosfor, TOC och suspenderat material .....	23
Jämförelse med övriga typområden .....	24
Källfördelning .....	25
<b>Slutsatser .....</b>	<b>28</b>
<b>Referenser.....</b>	<b>29</b>

**Bilaga 1.**

**Bilaga 2.**

## Sammanfattning

---

I denna rapport sammanställs och utvärderas de data som har samlats in från typområdena O14 och O17 i Västra Götalands län inom miljöövervakningsprogrammet Utlakning från jordbruksmark. I områdenas vattendrag har det sedan 25-30 år tillbaka genomförts kontinuerliga flödesmätningar samt analyser av flera olika kemiska parametrar, bl.a. kväve och fosfor. Vissa år har också uppgifter om odling och odlingsåtgärder samlats in från lantbrukarna i områdena.

### *Typområde O14:*

- Området består av 71 % åkermark och 23 % skog. Jorden domineras av lättlera och i området odlas främst spannmål och vall. Åkermarken plöjs främst på hösten.
- Långtidsmedel för totalkvävehalten i vattendraget är 4,9 mg/l. Från området transporteras årligen i genomsnitt 14 kg totalkväve per hektar, varav åkermarken beräknas stå för ca 94 %. Koncentrationen och transporten av kväve i bäckvattnet har en tydlig nedåtgående trend under mätperioden.
- Långtidsmedel för totalfosforhalten i vattendraget är 0,17 mg/l. Från området transporteras årligen i genomsnitt 0,53 kg totalfosfor per hektar, varav åkermarken beräknas stå för cirka 88 % och enskilda avlopp för ca 9 %. Transporten av total- och fosfatfosfor från området minskade under den första halvan av mätperioden, medan transporten av partikulär fosfor har ökat under hela mätperioden.
- Vid en jämförelse mellan odlingsinventeringarna utförda år 2015 och 2006 ses en del förändringar, däribland minskad andel fånggröda och ökade skördar. Även gödningen tycks ha förändrats, vilket har inneburit en högre tillförsel av kväve och en mindre tillförsel av fosfor till åkermarken år 2015 jämfört med tidigare inventerade år. Dessutom användes mer stallgödsel år 2015 jämfört med tidigare.

### *Typområde O17:*

- Området består av 55 % åkermark och 37 % skog. Jordarna är lättare än i typområde O14 och domineras av finmo och sand. I området odlas främst spannmål och vall.
- Långtidsmedel för totalkvävehalten i vattendraget är 3,3 mg/l. Från området transporteras årligen i genomsnitt 10 kg totalkväve per hektar, varav åkermarken beräknas stå för ca 88 % och skogsmarken för ca 9 %. Koncentrationen och transporten av kväve i bäckvattnet har en tydlig nedåtgående trend under mätperioden.
- Långtidsmedel för totalfosforhalten i vattendraget är 0,06 mg/l. Från området transporteras årligen i genomsnitt 0,19 kg totalfosfor per hektar, varav åkermarken beräknas stå för ca 70 % och enskilda avlopp för ca 20 %. Det

finns statistiska indikationer på att både transporten och koncentrationen av fosfatfosfor har minskat under den andra halvan av mätperioden, medan partikulär fosfor inte uppvisar någon trend.

- Vid en jämförelse mellan odlingsinventeringarna utförda år 2006 och 2015 ses en del förändringar, däribland minskad andel fånggröda, ökade skördar samt ökad andel höstplöjning. Det finns även en skillnad i gödsling mellan åren, som innebär en högre tillförsel av kväve år 2015 jämfört med tidigare inventerade år. Siffrorna för år 2015 är dock osäkra, eftersom nästan 30 % av åkermarken i typområde O17 inte inventerades detta år.

Det var i vissa fall svårt att förklara trender i kontinuerliga kemdata med hjälp av sporadiskt insamlade odlingsuppgifter. I båda områdena syntes exempelvis minskande trender i kvävehalter, trots ökad kvävegödsling och minskad andel fånggröda år 2015 jämfört med 2006. De högre skördarna år 2015 i båda områdena, samt den högre andelen vall i typområde O14, skulle däremot kunna vara bidragande orsaker till minskande kvävehalter. Osäkerheten är dock stor och utvärderingen fokuserar därför mer på förändringar i data över tid än på samband mellan olika parametrar.

# Inledning

---

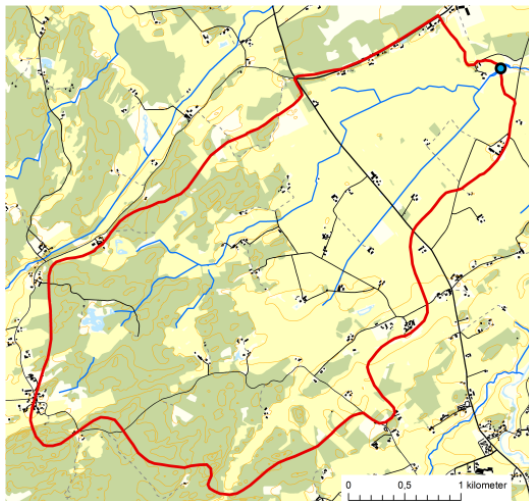
Kväve och fosfor från åkermark bidrar, via avrinningsvattnet, till övergödning i sjöar, vattendrag och kustvatten. Läckage av kväve och fosfor till omgivande vatten påverkas bland annat av nederbörd, jordart och odlingsåtgärder, såsom gröda och gödsling. För att öka kunskapen om sambandet mellan odling och växtnäringsförluster finns sedan slutet av 80-talet ett antal (i dagsläget 19 st) jordbruksdominerade avrinningsområden, s.k. typområden, spridda över hela Sverige. Dessa ingår i regionala eller nationella miljöövervakningsprogram. Inom programmen utförs provtagningar av näringsämnen (kväve och fosfor) i avrinningsområdets vattendrag och intervjuer med lantbrukarna i området genomförs. Informationen används sedan för att utvärdera hur vattenkvaliteten varierar med odling, djurhållning, klimat etc. samt hur den förändras över tid. De utgör en viktig del i uppföljningen av miljömålet Ingen övergödning.

I Västra Götalands län finns två små jordbruksdominerade avrinningsområden som ingår i länsstyrelsens regionala miljöövervakning. De två typområdena är O14 som ligger i Dalsland och O17 som ligger i Västergötland. I Västergötland finns ytterligare ett typområde, O18, som istället ingår i det nationella miljöövervakningsprogrammet *Typområden på jordbruksmark*. Generellt sett är typområdena inte helt och hållet representativa för regionen i sin helhet då de är utvalda för att ha en så stor andel jordbruksmark som möjligt. Det medför att de ligger inom produktiva jordbruksområden med intensivare jordbruksdrift än medeljordbruket i regionen. Typområdena kan alltså uppvisa högre värden på t.ex. tillförd kväve via gödsel eller utlakning av fosfor, än vad regionen i sin helhet har (Kyllmar m.fl. 2014). Detta är viktigt att ha i åtanke när typområden jämförs med andra jordbruksområden eller med en större landsdel.

Denna rapport sammanfattar och utvärderar resultaten från de undersökningar som har gjorts i O14 och O17 avrinningsområden sedan mätningarnas start år 1993 (O14) respektive 1988 (O17). Rapporten innehåller sammanställningar och analyser av 1) klimatdata, vattenflöde och avrinning, 2) odling, djurhållning och markanvändning, 3) halter och nettoarealförluster av kväve och fosfor. I rapporten görs även en skattning av olika källors bidrag till närsaltsbelastningen samt jämförelser med det nationella intensivtypområdet O18 och odlingsdata för regionen.

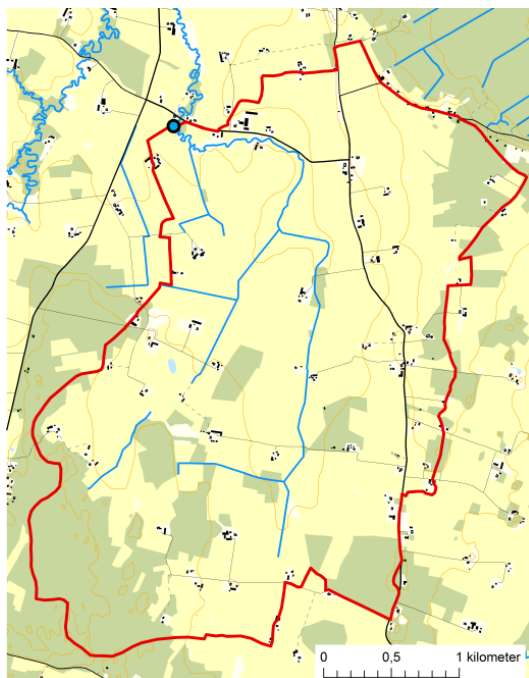
Sammanställningen är utförd av Lisbet Norberg och Lovisa Stjernman Forsberg vid Institutionen för mark och miljö, SLU, Uppsala, på uppdrag av Länsstyrelsen i Västra Götalands län. Data har erhållits från Länsstyrelsen och från Datavärdskap jordbruksmark vid SLU.

## Beskrivning av typområde O14, O17 och O18



Typområde O14 är ett 1014 ha stort avrinningsområde som utgörs av ett flackt landskap väster om Vänern. Den dominerande jordarten är lättlera. Den totala arealen utgörs av 71 % åker och 23 % av skog. Jordbruket domineras av spannmålsodling och vall.

Figur 1. Typområde O14 med vattendelare (röd linje).



Typområde O17 är ett 967 ha stort avrinningsområde som ligger i gränstrakten till Varaslätten. Jordbruksmarken ligger främst i typområdets nordöstra del. Lättare jordarter såsom finmo- och sandjordar dominerar området. Den totala arealen utgörs av 55 % åker och 37 % av skog. Jordbruket domineras av spannmålsodling och vall.

Figur 2. Typområde O17 med vattendelare (röd linje).



I den här rapporten jämförs typområdena O14 och O17 med det nationella intensivtypområdet O18 som domineras av åkermark (91 %) med odling av spannmål samt olje-och baljväxter. Det har en mycket liten andel vall samt få brukningsenheter med djur. Arealen är 766 ha och jordarten domineras av glacial styv lera. Alla tre typområdena ligger inom produktionsområde *Götalands norra slättbygder*.

typområdena utmärkta. Typområdenas exakta lägen anges inte, istället anges inom vilket kartblad enligt Rikets Nät (50x50 km) de är lokaliserade.

Tabell 1. Fakta om typområde O14, O17 och O18

	O14	O17	O18
Total areal	1014 ha	967 ha	766 ha
Jordbruksareal	71%	55%	91%
Skogsareal	23%	37%	2%
Dominerande jordart	Lättlera	Finmo/sand	Glacial styv lera
Odling	Spannmål, vall	Spannmål, vall	Spannmål
Årsnederbörd <sup>1</sup>	732 mm	769 mm	551 mm
Årstemperatur <sup>1</sup>	6,0°C	5,5°C	5,9°C

<sup>1</sup> normalvärde för 1960-1991 från SMHIs klimatstation i Erikstad, Gendalen och Hällum



# Material och Metoder

---

## Djurhållning och odling

Information om odlingsåtgärder, gödning, skördar, djurhållning etc. har erhållits genom intervjuer med lantbrukare inom avrinningsområdena. För avrinningsområde O14 gjordes odlingsinventering 1994, 2006 och 2015 samt intervjuer om enbart odlingsrelaterade frågor även 1995-1997. För avrinningsområde O17 gjordes odlingsinventering 1999, 2006 och 2015. Odlingsinventeringarna utfördes på 90-talet av länsstyrelserna i Skaraborgs län och Älvsborgs län. År 2006 utfördes inventeringarna av Hushållningssällskapet Skaraborg respektive Hushållningssällskapet Väst. År 2015 utfördes inventeringen för område O14 av Salbo Miljökonsult och för område O17 av Hushållningssällskapet Skaraborg.

Skördedata är beräknade utifrån inventerad odlingsdata där alla fält med aktuell gröda är inkluderade i ett medelvärde för respektive år och område. För beräkning av djurtäthet omvandlas först antalet djur till antalet djurenheter (se Bilaga 2) och därefter viktas antalet djurenheter efter gårdens åkerareal inom avrinningsområdet samt divideras med arealen åkermark.

Data för regionen är hämtad från SCBs Statistikdatabas på [www.statistikdatabasen.scb.se](http://www.statistikdatabasen.scb.se).

## Flödesmätning, vattenprovtagning och klimat

Mätstationen för vattenföring i typområde O14 är anlagd vid avrinningsområdets utloppspunkt. Stationen anlades av länsstyrelsen år 1993. Mätsektionen utgörs av ett triangulärt överfallsvärn. Under våren 2014 installerade SMHI en tryckgivare för registrering av flödet (innan dess registrerades vattenföringen av en mekanisk pegelskrivare).

Mätstationen för vattenföring i typområde O17 är anlagd vid avrinningsområdets utloppspunkt. Stationen anlades av länsstyrelsen år 1988. Mätsektionen utgörs av ett triangulärt överfallsvärn och vattenföringen registreras av pegelstation med tryckgivare (före 2011 registrerades vattenföringen av en mekanisk pegelskrivare). Flödesmätningen upphörde i oktober 2009, efter att det konstaterats att brister i mätsektionen orsakat överskattade vattenföringsdata sedan oktober 2006. För perioden 25 oktober 2006 – 30 juni 2009 har istället använts justerade flödesdata, beräknade av SMHI utifrån temperatur, nederbörd och avbördnings samband för O17, samt en jämförelse med vattenföringsstationen i O18. För perioden 1 juli 2009 – 30 juni 2011 har arealviktat flöde från O18 använts. I mars 2011 installerades den nya mätutrustningen med tryckgivare.

Ytvattenprover har tagits manuellt i bäckarna, nära mätstationerna, varannan vecka med undantag vid för lågt vattenflöde eller när vattendragen varit frusna. Provtagningen i O14 utförs av boende nära mätstationen och provtagningen i O17 utförs av Lanna Försöksstation, SLU. Den vattenkemiska analysen har utförts av olika laboratorier under olika tidsperioder (Tabell 2).

Analysmetoder och analyserade variabler (pH, konduktivitet, alkalinitet, totalkväve, nitratkväve, ammoniumkväve, totalfosfor, fosfatfosfor, partikulärt bunden fosfor, suspenderat material och totalt organiskt kol (TOC)) följer Naturvårdsverkets delprogramsbeskrivning (Naturvårdsverket, 2012). Ammoniumkväve och totalt organiskt kol (TOC) har inte analyserats för område O17 under perioden juli 1994 till december 2004.

Tabell 2. Anlitade vattenanalyslaboratorium under olika tidsperioder

Typområde	Laboratorium	Tidsperiod
O14	SLU, Institutionen för mark och miljö	1993-2014
	SLU, Institutionen för vatten och miljö	2014-
O17	SLU, Vattenvårdslära	1988-1994
	KM-lab, Skara	1994-2000
	ALcontrol, Jönköping	2000-

Till temperatur-och nederbördsnormaler för område O14 är nederbörden hämtad från stationen Erikstad och temperaturen är hämtad från stationen Naven A. För område O17 är temperatur hämtad från SMHI:s klimatstation Hällum och nederbörden är hämtad från stationen Gendalen. Normalvärden för temperatur och nederbörd avser perioden 1960-1991 utom temperatur för O14 som avser perioden 1996-2015.



Figur 4. Triangulärt överfallsvärn med tryckgivare för registrering av flödet vid område O14 (vänster) och O17 (höger).

## Transportberäkningar

Transporter av kväve, fosfor, suspenderat material och totalt organiskt kol (TOC) har beräknats utifrån dygnsmedelvärden av vattenföring och av analyserade ämneskoncentrationer. Dygnskoncentrationerna beräknades genom linjär interpolering mellan analyserade värden. För värden som ligger under respektive analysmetods rapporteringsgräns har halva värdet för rapporteringsgränsen använts vid interpoleringen. Dygnsvattenföringen har multiplicerats med dygnskoncentrationer till dygnstransporter, vilka sedan har summerats till månads- och årstransporter. Areal-specifik transport (kg/ha) har beräknats genom att dela transporten med typområdets totala areal. Areal-specifik avrinning (mm) har beräknats på motsvarande sätt utifrån vattenföring.

Årsmedelhalter för variabler som har transportberäknats är flödesvägda, d.v.s. de har tagits fram genom att dela årstransporten med årsavrinningen. Ett flödesvägt medelvärde tar bättre hänsyn till halterna vid stora flöden och minskar samtidigt inverkan från eventuella höga halter vid lågflöde. 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 agrohydrologiska år (1 juli – 30 juni).

## Statistiska analyser

För *trendanalysen* används en generaliserad additiv modell med thin plate splines (Hastie and Tibshirani, 1986; Wood, 2006). Först skattas en modell med säsongsvariation och samband till avrinning för att beräkna säsongsjusterade värden. Modellen tar även hänsyn till autokorrelation i data. För de beräknade säsongsjusterade värdena skattas en ny trendkurva och dess derivata. När derivatan är signifikant skild från 0 så tyder det på en uppåt eller nedåtgående trend (Curtis and Simpson, 2014). Tidsperioder med signifikanta ändringar i nivå ska användas som indikation snarare än som bevis, eftersom signifikansnivån inte justeras för att testet görs för många tidpunkter och eftersom modellen inte tar hänsyn till osäkerheten som uppstår i modellenpassningen. De statistiska analyserna är utförda av Claudia von Brömssen och Kerstin McEwan vid Institutionen för energi och teknik, SLU.

## Källfördelning

Olika källors bidrag till årstransporter av kväve och fosfor är baserade på 20-årsmedel för perioden 1996/1997 - 2015/2016 för typområde O14 och O17 samt perioden 1990/1991 – 2009/2010 för typområde O18 (efter 2010 ändrades provtagningsmetoden). Bidraget från skog och avlopp är skattat med schablonvärden enligt Carlsson m.fl. (2004). Avloppsanläggningar i område O14 inventerades 1993 och för område O17 och O18 gjordes inventeringen före 1992. Detta är alltså äldre uppgifter som kan ha ändrats till idag, vilket gör att värdena för avlopp är osäkra.

Åkermarkens nettoarealförlust (kg/ha) har skattats genom att beräkna differensen mellan den totala transporten i områdets utlopp och det skattade nettobidraget från

avlopp och skogsmark. Metod och beräkningsunderlag är närmare beskrivna av Carlsson m.fl. (2004).



Figur 5. Vy över område O14.

# Resultat och Diskussion

## Djurhållning

Djurtätheten är relativt låg i både område O14 och O17, även om O14 har något högre djurtäthet (Tabell 3). I område O14 är antalet djur högre 2015 än vid tidigare inventeringar, men antalet djurgårdar är färre. Brukningsenheterna har alltså blivit större. Anledningen till att djurtätheten inte var högre år 2015 för O14, trots fler djur, beror på att de lantbrukare som tidigare hade djur som ger höga djurandelar (t.ex. mjölkkor) också hade mycket areal i området, något som inte var fallet 2015. Antalet slaktkycklingar påverkar inte djurtätheten särskilt mycket eftersom de ger låga djurandelar samt att gården med slaktkycklingar inte har någon stor areal i området. I jämförelse med O18 är typområdena O14 och O17 djurtätare (Linefur m.fl. 2017). Inom område O18 finns sedan 2011 endast en större brukningsenhet med djur (nötproduktion).

Tabell 3. Antal djur per djurslag samt djurtäthet (DE/ha).

Område O14	1994	2006	2015	Område O17	1999	2006	2015
Mjölkkor inkl amkor	143	368	565	Mjölkkor inkl amkor	59	35	149
Ungnöt	253	494	674	Ungnöt	158	86	212
Suggor/slaktgris	82	3890	10000	Suggor/slaktgris	189	0	1364
Kyckling/höns	0	10000	10000	Får	15	0	50
Häst	7	16	20	Häst	1	22	10
Djurtäthet (DE/ha)	0,39	0,38	0,33	Djurtäthet (DE/ha)	0,18	0,08	0,12

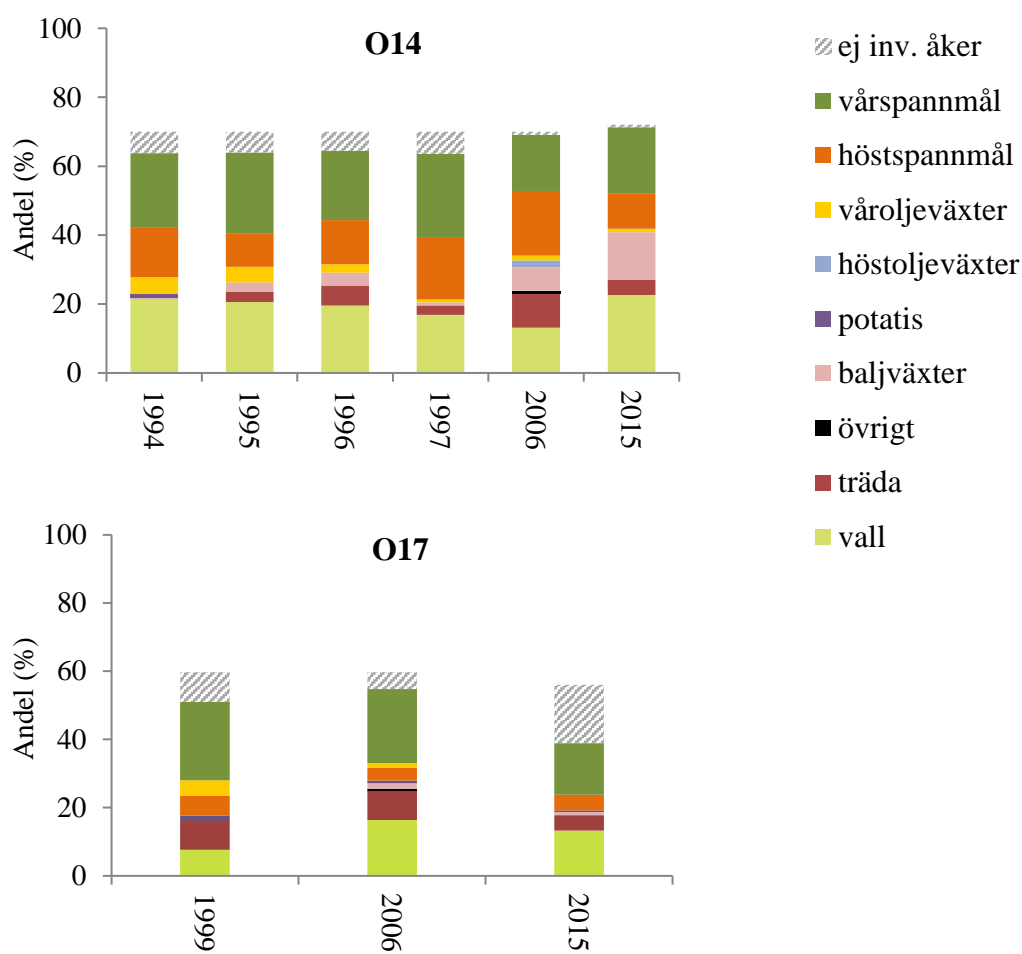


Figur 6. Vy över område O17.

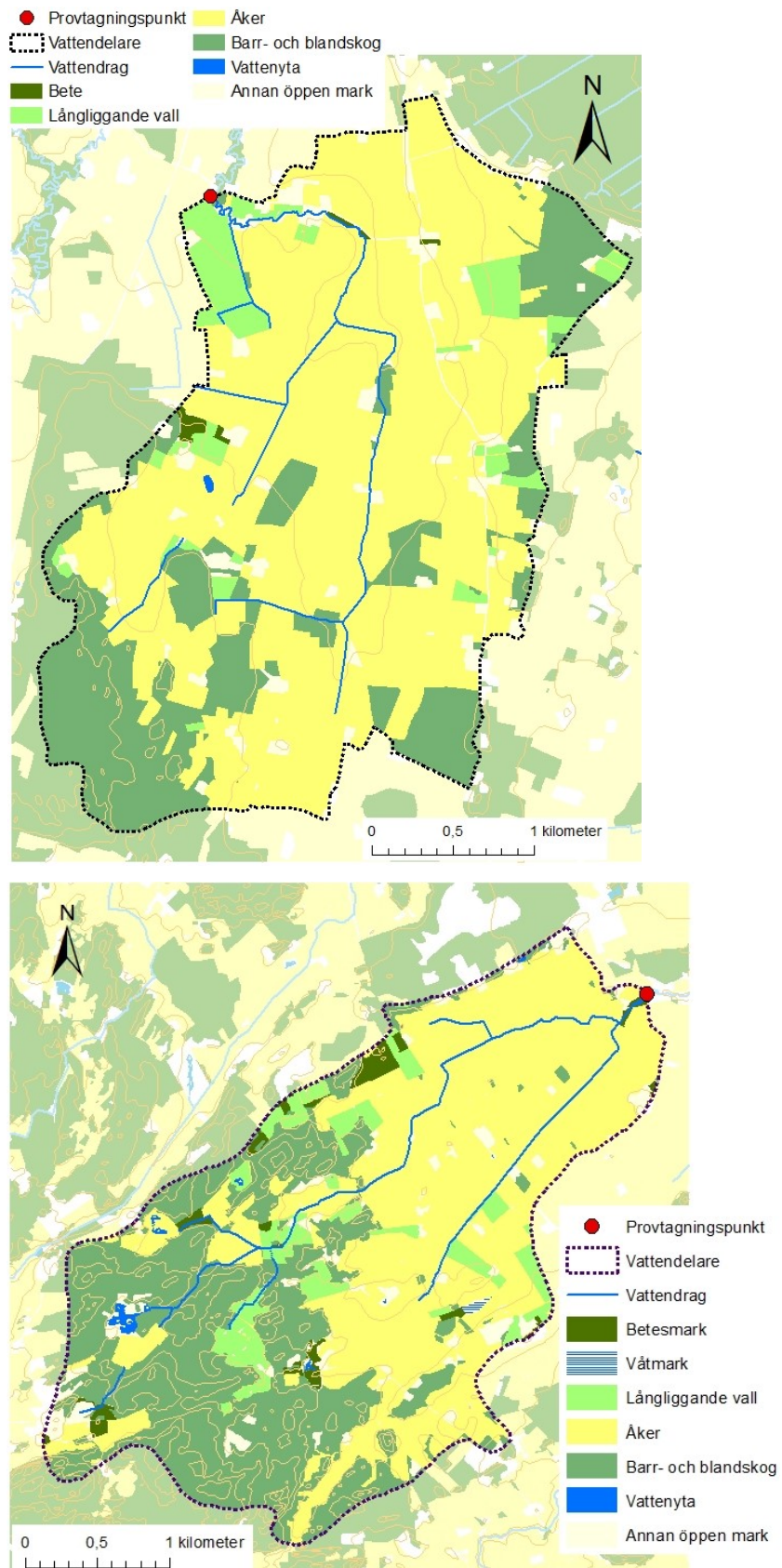
## Odling

### Grödor

Odlingen i område O17 domineras av vall och vårspannmål medan område O14 även har en stor andel höstspannmål förutom vall och vårspannmål (Figur 7). För område O18 domineras odlingen av spannmål, både vår-och höstsådd, samt oljeväxter och baljväxter. Andelen åkermark som används till de olika grödslagen varierar dock mellan åren (Figur 7) och ingen tydlig tidstrend i grödfördelningen kan skönjas i något område. Andelen baljväxter var högre i område O14 år 2015 jämfört med tidigare inventeringar.



Figur 7. Åkerarealens användning (andel grödor av områdets totala areal) för O14 (ovan) och O17 (nedan). Ej inv. åker innebär åkermark som inte har inventerats.



Figur 8. Markarealens användning år 2015 för område O14 (ovan) och O17 (nedan).

## Skördar

Skördarna av höstvetete, havre och vårkorn i område O14 och O17 är generellt lägre än i O18 (Tabell 4). För alla områden och grödor kan en generell trend med ökande skördar ses. Men observera att dessa resultat är baserade på intervjuer med lantbrukare som gjorts endast vid tre tillfällen vilket kan ge missvisande resultat då skördarna kan variera kraftigt från år till år, beroende på många olika faktorer däribland väderlek etc.

Tabell 4. Skörd av höstvetete, havre och vårkorn (ton/ha) för O14, O17 och O18 samt regionen. Skördevärdet är ett medel från alla inventerade fält på respektive område och år.

	Höstvetete (ton/ha)			Havre (ton/ha)			Vårkorn (ton/ha)		
	1994/99	2006	2015	1994/99	2006	2015	1994/99	2006	2015
O14	5,2	4,9	6,3	3,3	3,7	4,9	3,4	4,1	4,5
O17	3,7	-	7,8 <sup>1</sup>	3,2	3,7	4,9	3,9	4,3	5,5
O18	6,0	7,0	8,3	4,8	4,8	6,8	4,9	-	6,4
Västra Götalands län <sup>2</sup>	5,1	6,0	7,4	3,4	3,4	4,7	3,4	3,7	4,8

<sup>1</sup>endast ett fält, <sup>2</sup> Statistikdatabasen, SCB (2017)

## Gödsling

Den totala mängden kväve som tillfördes åkermarken via gödsling var högre år 2015 jämfört med tidigare inventerade år i båda områden (Figur 9). I typområde O14 var det kvävetillförseln via stallgödsling som var högre år 2015, medan det i område O17 främst var kvävetillförseln via handelsgödsel som var högre än tidigare.

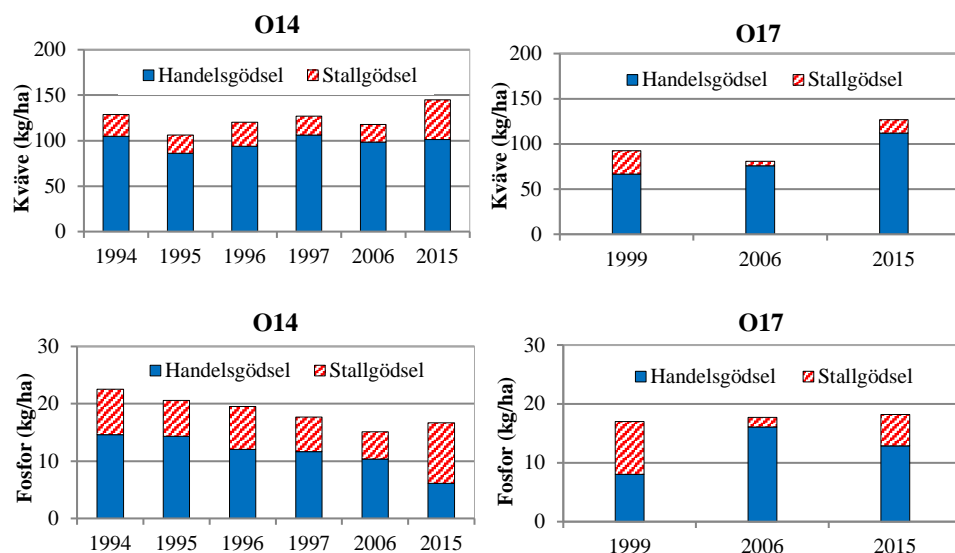
Mängden fosfor som tillförts åkermarken tycks ha minskat i område O14. Fosfortillförseln via handelsgödsel har i detta område varit mindre för varje år som inventerats och var som lägst vid den senaste inventeringen år 2015 (Figur 9). Fosfortillförseln via stallgödsel var dock större år 2015 än tidigare. I område O17 ses inga stora förändringar vad gäller den totala mängden fosfor som tillförts åkermarken via gödsling, däremot varierar andelen som kommer från stallgödsel respektive handelsgödsel (Figur 9). Det bör noteras att andelen inventerad åkermark i område O17 är lägre år 2015 (Figur 7), vilket medför en osäkerhet vid tolkningen av data.

Jordbruksverkets riktgivor för kvävegödsling 2015 var för höstvetete 135-165 kg/ha vid en skörd på 6-8 ton/ha, för havre 85 kg/ha vid en skörd på 5 ton/ha och för vårkorn 95 kg/ha vid en skörd på 5 ton/ha (Albertsson, 2014). Område O14 ligger då något över rekommendationerna för kvävegödsling (Figur 9) eftersom endast 10% av grödorna är höstspannmål år 2015. En osäkerhetsfaktor är vallodlingen (22%) där gödslingsrekommendationerna varierar från 35 till 315 kg kväve/ha beroende på skördenivå, klöverandel och antal skördar (Albertsson, 2014). Samma resonemang gäller för område O17 där endast 5 % av grödorna är höstspannmål och vallandelen 13 %. Där är dock andelen ej inventerad åkermark stor år 2015.

Riktgivorna för fosforgödsling vid fosforklass II, var år 2015 för höstsäd 20-26 kg/ha vid en skörd på 6-8 ton/ha och för vårsäd 20 kg/ha vid en skörd på 5 ton/ha (Albertsson, 2014). Både område O14 och O17 ligger under dessa rekommendationer



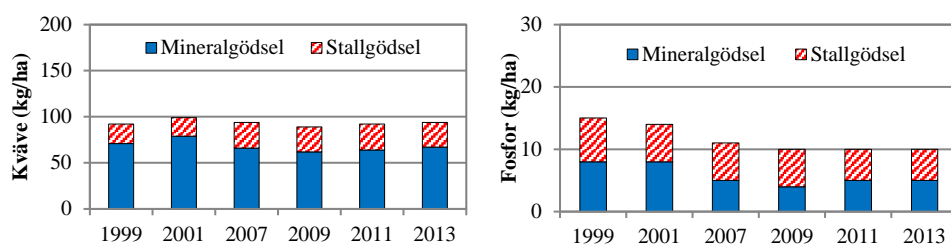
för fosforgödsling (Figur 9) vilket tyder på att gödningen är anpassad till aktuella P-AL-tal i marken (högre fosforklasser rekommenderas lägre fosforgivor) samt till aktuella grödor och skördenivåer.



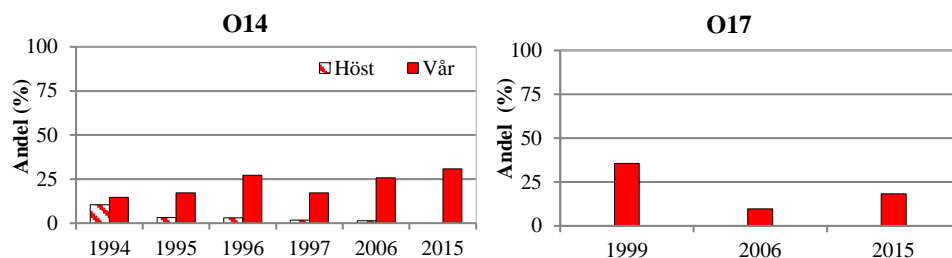
Figur 9. Gödning med kväve och fosfor (tillförd mängd i kg/ha gödslad åkermark) från stallgödsel och handelsgödsel för O14 (vänster) och O17 (höger).

I jämförelse med regionen Götalands norra slättbygder (Figur 10) tillförs något mer kväve per hektar åkermark för område O14. Område O17 har haft något lägre kvävetillförsel år 1999 och 2006, men högre 2015 än medel för regionen. Tillförseln av fosfor har vid alla tillfällen varit högre än regionens medeltillförsel för både område O17 och O14. SCBs beräkningsmetod för kväve- och fosfor tillförsel ändrades efter år 2001 så detta bör tas i beaktande när värden till och med 2001 jämförs med värden efter 2001.

Den stallgödslade åkermark som inventerades år 2015 gödslades enbart på våren i båda områden (Figur 11). I område O14 ligger andelen åkerareal som gödslats med stallgödsel kvar på ungefär samma nivå för alla inventerade år (Figur 11). I område O17 är andelen åkerareal som stallgödslats lägre år 2006 och 2015 jämfört med år 1999. Även här bör det tilläggas att andelen inventerad åkermark i O17 är lägre år 2015, vilket ökar osäkerheten.



Figur 10. Gödsling med kväve (vänster) och fosfor (höger) (tillförd mängd i kg/ha gödslad åkermark) från stallgödsel och handelsgödsel för produktionsområde Götalands norra slättbygder (Statistikdatabasen SCB, 2017).



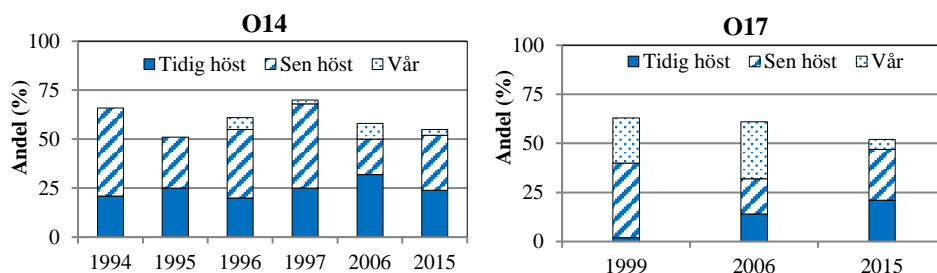
Figur 11. Andel av gödslad åkermark som gödslats med stallgödsel på våren respektive hösten för O14 (vänster) och O17 (höger). Höstgödslingen avser hösten föregående år.



Figur 12. Vy över område O14 (vänster) och O17 (höger).

### Övriga odlingsåtgärder

En stor andel av åkermarken i avrinningsområdena plöjs varje år (Figur 13), varav det mesta på hösten. Det var större andel som plöjdes tidig höst år 2015 jämfört med tidigare inventerade år i område O17 medan område O14 inte uppvisar någon trend. Att plöja tidigt på hösten istället för senare på hösten kan leda till större utlakning av kväve om inte någon höstsådd gröda odlas. År 2015 tillämpades ekologisk odling på 25 % av åkerarealen för område O17 och 14 % för område O14, andelen var något högre för båda områdena 2006 (Tabell 5). Fånggröda ingår i odlingen för båda områdena samt skyddszoner (Tabell 5). Andelen fånggröda var högst 2006 p.g.a. stödsystemets utformning. Efter 2007 sänktes stödnivån för fånggröda vilket visar sig i att mindre arealer sås med fånggröda.



Figur 13. Andel av inventerad åkerareal som plöjts respektive år, uppdelat på tidig höst (före 30 september), sen höst (efter 1 oktober) och vårlöjning, för O14 (vänster) och O17 (höger).

Tabell 5. Andel (%) av inventerad åkerareal som såtts med fånggröda eller skyddszon samt andel ekologisk odling, för O14 och O17

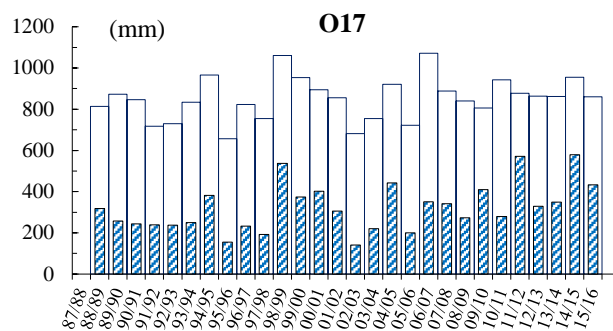
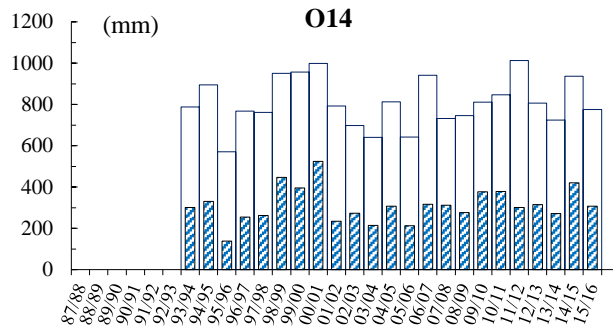
	Fånggröda			Skyddszoner			Ekologisk odling		
	1994/99	2006	2015	1994/99	2006	2015	1994/99	2006	2015
O14	7	19	7		0,2	0,1		19	14
O17	2	22	5		0,2	0,6		38	25



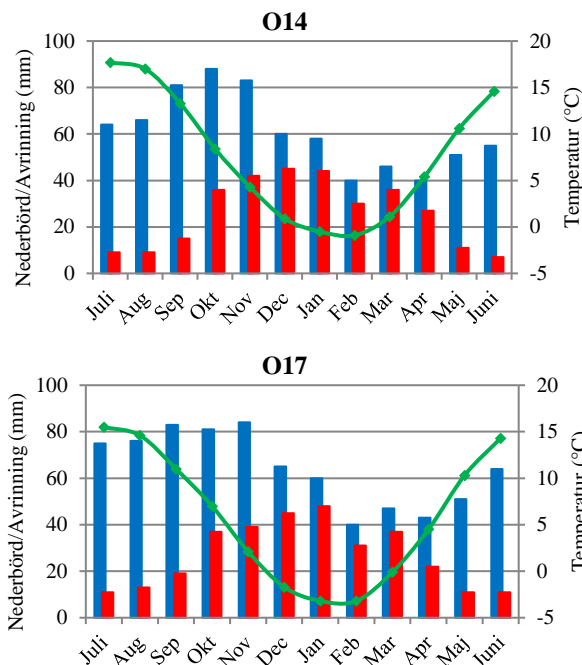
Figur 14. Vy över område O14 (vänster) och O17 (höger).

## Klimat och avrinning

Årsnederbörden (Figur 15) för område O17 varierar från ca 650-700 mm under torra år (95/96 och 02/03) till d135-rygt 1000 mm under nederbördsrikare år (98/99 och 06/07). För område O14 är årsnederbörden generellt sett lägre än för område O17 med 95/96 även här som det torraste året (571 mm) och 11/12 som blötaste året (1013 mm). Som bekant har västra delen av Sverige hög nederbörd i jämförelse med Sverige i sin helhet. Årsavrinningen följer inte alltid samma trend (Figur 15). Figur 16 visar hur nederbörden och avrinningen varierar månadsvis över året. Nederbörden är som störst under perioden juli till november medan avrinningen är som störst under perioden oktober till januari, då det inte finns växande gröda som tar upp vattnet. Långtidsårsmedel för nederbörd och avrinning presenteras i Tabell 6.



Figur 15. Årsnederbörd (hel stapel) och årsavrinning (streckad) för O14 (ovan) och O17 (nedan).



Figur 16. Normaler för temperatur (grön linje) och nederbörd (blå staplar) samt medelavrinning (röda staplar) för O14 (ovan) och O17 (nedan). Medel för typområdets avrinning avser perioden 1990/1991-2014/2015 (O14) och 1988/1989 – 2014/2015 (O17).

## Konduktivitet, pH och alkalinitet

*Konduktiviteten* ger ett mått på vattnets salthalt t.ex. av kalcium, klorid, fosfor, kalium, kväve, och kan ge information om avrinningsområdets jordart, berggrund och markanvändning. Hög konduktivitet i vattnet är en indikation på högt näringsinnehåll i avrinningsområdet t.ex. genom hög andel jordbruksmark. Område O14 har högre konduktivitet än område O17 (Tabell 6) vilket beror bland annat på jordarten och högre förekomst av närsalter (se nästa avsnitt). *pH* är ett mått på mängden vätejoner i vattnet och i sjöar och vattendrag är ett normalt pH värde mellan 6-8. Både område O14 och O17 har ett normalt pH värde (Tabell 6). *Alkaliniteten* ger ett mått på vattnets buffertkapacitet d.v.s. hur stort tillskott av joner vattnet tål utan att sänka pH värdet. Varken konduktiviteten, pH eller alkaliniteten uppvisar någon tydlig statistisk trend under mätperioden (Bilaga 1), i stället pendlar värdena lite upp och ner under året.

Tabell 6. Årsmedelnederbörd och årsmedelavrinning samt medelvärden av pH, konduktivitet och alkalinitet i bäckvattnet för hela mätperioden (1993/1994 – 2015/2016 för O14 och 1988/1989 – 2015/2016 för O17)

Typområde	Årsmedel- nederbörd <sup>1</sup> (mm)	Årsmedel- avrinning (mm)	pH	Konduktivitet (mS/m)	Alkalinitet (mmol/l)
O14	809	312	7,26	32,8	1,8
O17	851	328	7,12	21,5	0,98

<sup>1</sup> Uppmätt av SMHIs väderstation vid Gendalen (O17) och Erikstad (O14)

## Koncentrationer och transporter av kväve, fosfor, TOC och suspenderat material

### Område O14

För område O14 har koncentrationen och transporten av totalkväve och nitratkväve i bäckvattnet minskat under mätperioden, vilket kan ses i de flödesvägda årsmedelhalterna (Figur 17), i transportberäkningarna (Figur 18) och i de statistiska trendanalyserna (Bilaga 1). Däremot ses inga tecken på minskad kvävetillförsel via gödsling (Figur 9).

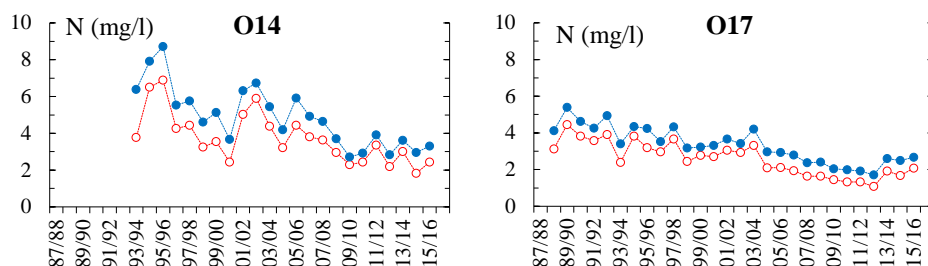
Det finns statistiska indikationer på att transporten och koncentrationen av fosfor i bäckvattnet för område O14 minskat under den första halvan av mätperioden och sedan stannat på en jämn nivå (Bilaga 1). Detta trots att den tillförda mängden fosfor till åkermarken i område O14 är lägre 2015 än tidigare år (Figur 9, Figur 19). Detta beror troligen på att fosfor binds hårt i marken, speciellt i lerjordar, och frigörs under lång tid. Indikationer finns på att transporten och halten av partikulär fosfor och suspenderat material har ökat under hela mätperioden för område O14 (Bilaga 1). Detta beror troligen även här på de erosionskänsliga lättleror som finns i området. Fosfor transporteras till stor del som partikulärt bunden fosfor, det vill säga bunden till bland annat lerpartiklar. Då lerjordar är erosionskänsliga riskerar fosfor att förloras till vattendraget genom både inre erosion i markprofilen och genom erosion på markytan och i bäckkanter.

### Område O17

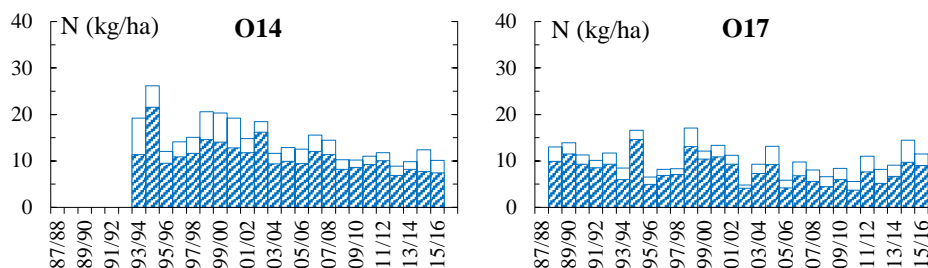
Koncentrationen av totalkväve och nitratkväve i bäckvattnet har minskat under mätperioden i område O17 (Figur 17, Bilaga 1), trots att ingen minskning av kvävetillförsel via gödsling kan ses. Transporten av totalkväve och nitratkväve minskar endast under den senare delen av mätperioden (Figur 18, Bilaga 1). Varken koncentrationen eller transporten av ammonium-kväve uppvisar någon tydlig trend under mätperioden för något av avrinningsområdena (Bilaga 1).

För område O17 har transporten och halten fosfatfosfor minskat under senare delen av mätperioden medan totalfosfor inte uppvisar någon trend (Figur 19, Figur 20, Bilaga 1).

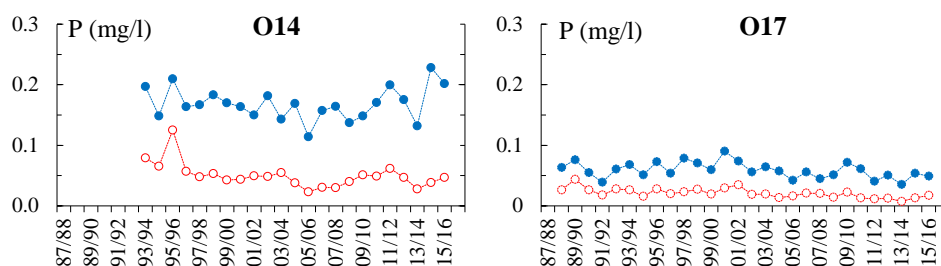
Det är viktigt att observera att transportberäkningarna för område O17 är baserade på skattade flödesdata. Mellan oktober 2006 till juni 2011 var inte flödet uppmätt på stationen utan flödesdata är beräknade utifrån vattenföringsstationen O18 samt från SMHI (se beskrivning i avsnitt *Flödesmätning och vattenprovtagning*). Detta gör att avrinning och transporter av kväve och fosfor måste analyseras med detta i beaktande.



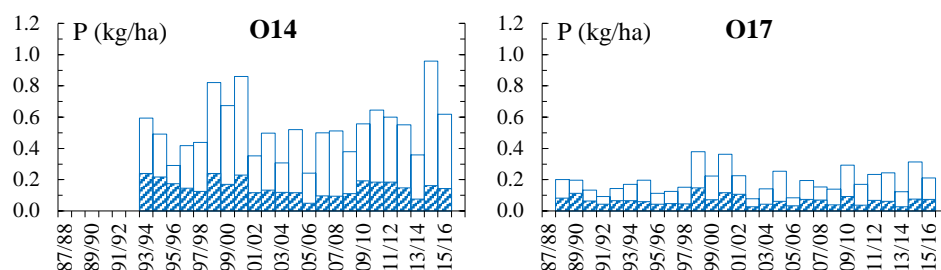
Figur 17. Tidsserier av flödesvägda årsmedelhalter av totalkväve (blå prick) och nitratkväve (röd prick) för O14 (vänster) och O17 (höger).



Figur 18. Transport av totalkväve (hel stapel) och nitratkväve (streckad) för O14 (vänster) och O17 (höger).



Figur 19. Tidsserier av flödesvägda årsmedelhalter av totalfosfor (blå prick) och fosfatfosfor (röd prick) för O14 (vänster) och O17 (höger).



Figur 20. Transport av totalfosfor (hel stapel) och fosfatfosfor (streckad) för O14 (vänster) och O17 (höger).

#### Långtidsmedel av kväve, fosfor, TOC och suspenderat material

Tabell 7 och tabell 8 åskådliggör årsmedelhalten och årsmedeltransporten (långtidsmedel) av samtliga uppmätta kväve och fosforfraktioner samt suspenderat material och TOC för de båda typområdena. Alla dessa variabler ingår i Naturvårdsverkets delprogramsbeskrivning (Naturvårdsverket, 2012). Suspenderat material och TOC är mätt på erosion och förluster av material från området. Halten TOC är högst på hösten då det finns mycket organiskt material i marken. Område O14 har högre värden än O17 för alla parametrar utom TOC där ingen skillnad kan ses. Det här visar tydligt att de två områdena skiljer sig från varandra och möjliga orsaker till det är skillnader i t.ex. jordart, jordbruksdrift, andel jordbruksmark, andel vall, djurtäthet.

Tabell 7. Halter (mg/l) av kväve, fosfor, suspenderat material och TOC (total organiskt kol) som långtidsårsmedelvärden för område O14 (1993-2016) och O17 (1988-2016)

	Tot-N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	Part-P	Susp mtrl	TOC
	mg/l							
O14	4,9	3,7	0,15	0,17	0,05	0,09	46	14
O17	3,3	2,6	0,09 <sup>1</sup>	0,06	0,02	0,03	8	13 <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ej mätt 1994-2004, <sup>2</sup>Ej mätt 1988-2004

Tabell 8. Transporter (kg/ha) av kväve, fosfor, suspenderat material och TOC (total organiskt kol) som långtidsårsmedelvärden för område O14 (1993-2016) och O17 (1988-2016)

	Tot-N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	Part-P	Susp mtrl	TOC
	kg/ha							
O14	14,4	11,0	0,43	0,53	0,15	0,28	151	44
O17	10,3	7,9	0,29 <sup>1</sup>	0,19	0,07	0,08	25	50 <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ej mätt 1994-2004, <sup>2</sup>Ej mätt 1988-2004

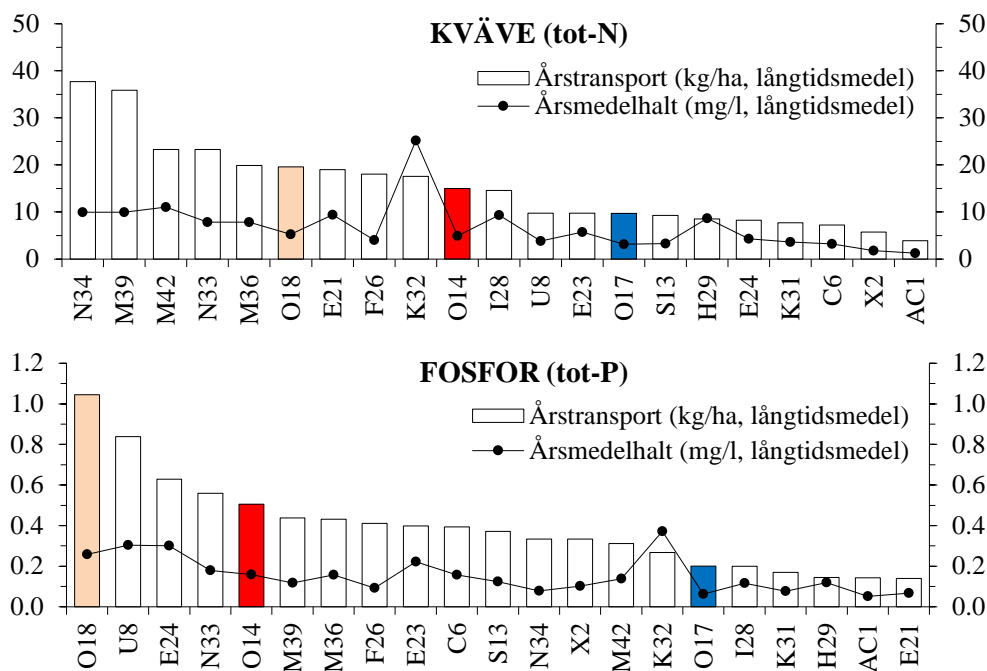
### Jämförelse med övriga typområden

Figur 21 visar hur område O14 och O17 förhåller sig till övriga typområden i landet, vad gäller halter och transporter av totalkväve och totalfosfor. För kväve ligger alla Västra Götalands läns typområden i mitten av spannet, där O17 har lägst och O18 högst halter och transporter av kväve i bäckvattnet. Detta beror troligen på en lägre gödslingsnivå i område O17 än i O18 som har en intensivare jordbruksdrift. Område O14 ligger däremellan. Det generella förhållandet mellan jordart och kväveutlakning pekar på att högre lerhalt ger lägre kväveutlakning vilket inte är fallet när dessa tre typområden jämförs. I jordar med hög lerhalt är kväve mer svårörligt än i lättare jordar och kvävetransporten blir därmed mer begränsad.

Halten och transporten av fosfor (Figur 21) uppvisar en tydligare koppling med jordart där område O18 med sin styva lera har högst halter och transporter. I område O14 med sin lättlera är halter och transporter av fosfor ungefär hälften så höga som i område O18. I område O17 är fosfortransporten ännu lägre än i område O14 på grund av sina finmo/sandjordar. I förhållande till övriga typområden i Sverige ligger O14 bland de högsta och O17 bland de lägsta vad gäller halter och transporter av fosfor. En annan skillnad mellan de tre typområdena, förutom jordart, är andelen jordbruksareal samt jordbruksdriftens karaktär.

Område O17 har en relativt stor andel skogsmark (37 %) och jordbruksdriften är mindre intensiv i jämförelse med område O14 som har mindre andel skogsmark (23 %) och intensivare jordbruksdrift. Område O18 har över 90 % jordbruksmark som används till produktionsinriktad spannmålsodling vilket gör det svårt att jämföra med område O17.





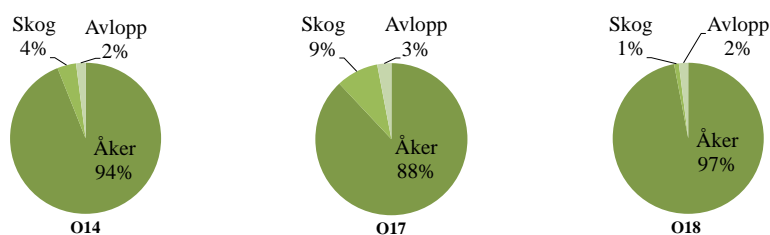
Figur 21. Typområdenas årstransporter och flödesvägda årsmedelhalter av total-kväve (ovan) och total-fosfor (nedan), baserade på manuell vattenprovtagning. Långtidsmedel är uträknat från perioden 1996/1997 – 2009/2010 under vilken manuell provtagning utfördes. Typområde O14 är markerat med rött och typområde O17 är markerat med blått samt jämförelseområdet O18 med orange.

## Källfördelning

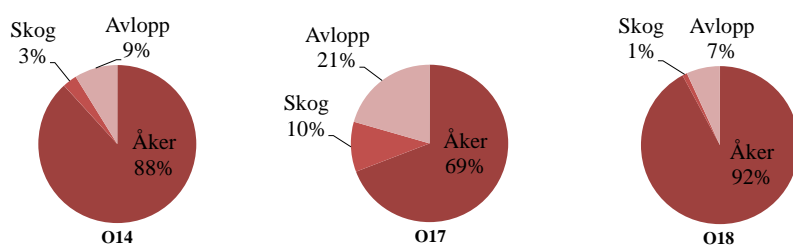
I utloppet från varje avrinningsområde uppmätts den samlade påverkan från all aktivitet som sker inom området. För att få en uppfattning om hur stor del av den totala transporten från området som åkermarken står för har en skattning gjorts där andra källor till utlakning i varje område räknats bort från den totala transporten. Skogsmark och enskilda punktkällor, i det här fallet avloppsanläggningar, utgör delen som inte är åkermark.

Figur 22 visar att större delen av allt kväve som transporterats från avrinningsområdena kommer från åkermarken. Även från område O17 där 37 % av avrinningsområdet består av skogsmark bidrar skogen med endast 9 % av kväveläckaget.

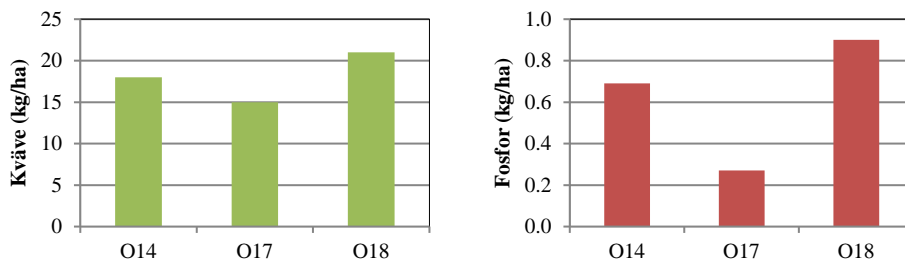
Transporten av fosfor är mer påverkad av enskilda avloppsanläggningar även om åkermarken står för den största delen (Figur 23). Även för fosfor kan påpekas att endast 10 % av läckaget kommer från skogsmarken i område O17 trots att skogen utgör en relativt stor andel av avrinningsarealen. Nettoarealförlusten av kväve och fosfor från åkermarken är högre från område O14 än från område O17 medan område O18 uppvisar det högsta värdet (Figur 24).



Figur 22. Olika källors bidrag till årstransporter av totalkväve från typområde O14, O17 och O18. Schablonvärden är använda för skog och avlopp (Carlsson, 2004). Värden för åkermark är 20-årsmedel för perioden 1996/1997–2015/2016 (O14 och O17) och 1990/1990–2009/2010 (O18).



Figur 23. Olika källors bidrag till årstransporter av total-fosfor från typområde O14, O17 och O18. Schablonvärden är använda för skog och avlopp (Carlsson, 2004). Värden för åkermark är 20-årsmedel för perioden 1996/1997–2015/2016 (O14 och O17) och 1990/1990–2009/2010 (O18).



Figur 24. Åkermarkens nettoarealförlust (kg/ha) av totalkväve (vänster) och totalfosfor (höger) för typområde O14, O17 och O18. Data är 20-årsmedel för perioden 1996/1997–2015/2016 (O14 och O17) och 1990/1990–2009/2010 (O18).



Figur 25. Mätstationerna i område O14 (ovan) och O17 (nedan).

## Slutsatser

---

I denna rapport utvärderas resultaten från undersökningar utförda i två jordbruksdominerade avrinningsområden i Västra Götaland (O14 och O17) avseende odling och växtnäringsläckage. Mätningarna i områdenas vattendrag har pågått kontinuerligt i 25-30 år, medan odlingsinventeringarna bara har utförts ett fåtal gånger, vilket gör det svårt att dra några säkra slutsatser kring samband mellan mätdata och odlingsdata. Utvärderingens fokus har istället legat på att lokalisera förändringar över tiden.

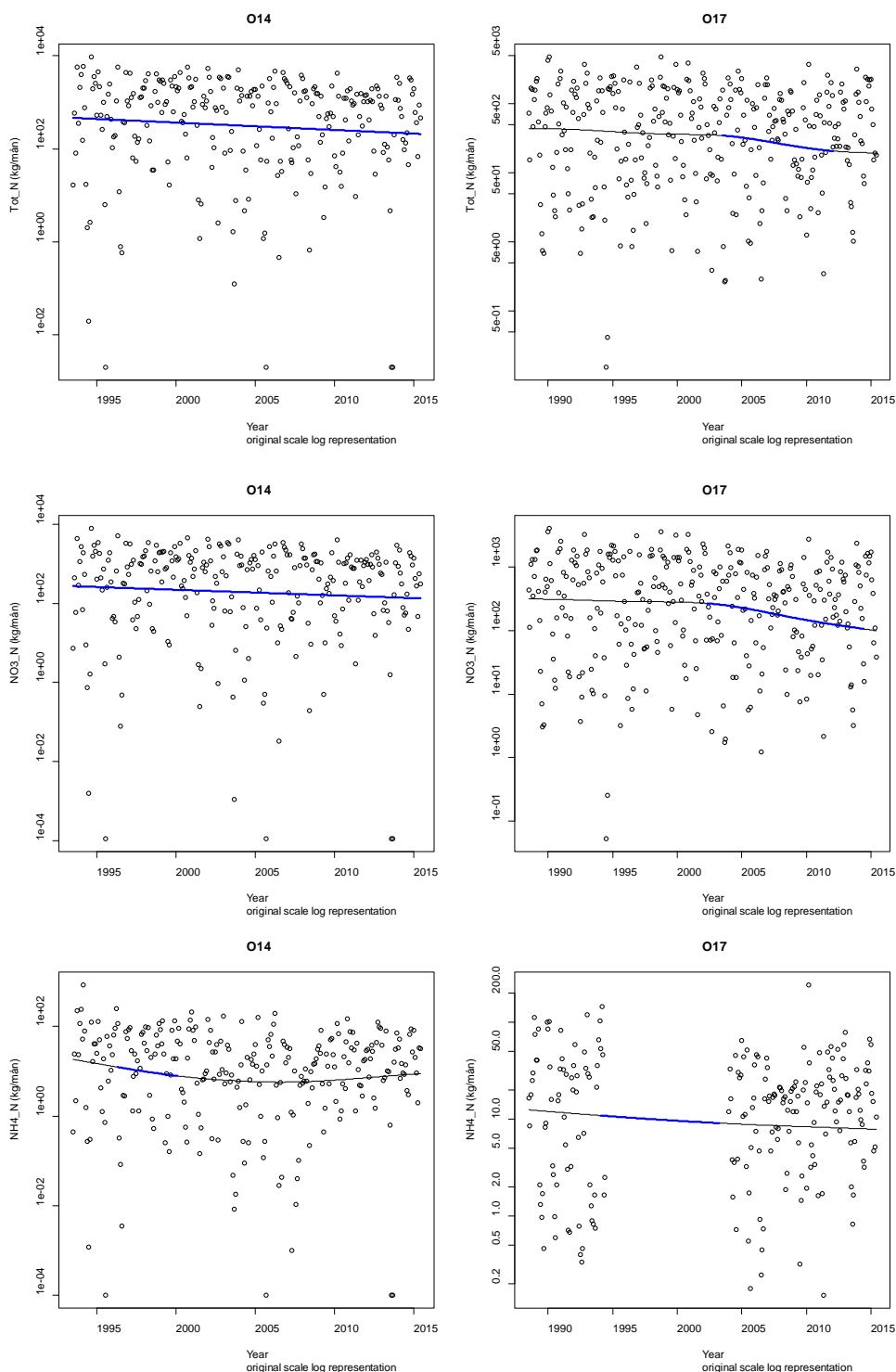
- Koncentrationen och transporten av kväve i bäckvattnet har en tydlig nedåtgående trend under mätperioden i båda områden, trots högre kvävetillförsel via gödsling och minskad användning av fånggröda i båda områdena, vid en jämförelse mellan 2006 och 2015. Möjliga orsaker till kväveminskningen skulle kunna vara ökade skördar (båda områden) och ökad andel vall (område O14). Halter och transporter av oorganiskt kväve från jordbruksmark har generellt sett minskat i Sverige och det finns visst statistiskt stöd för att åtgärder och förändringar inom jordbruket, samt ökad anslutning till rådgivningsprojektet Greppa näringen, har bidragit till denna minskning (Fölster m fl., 2012).
- För typområde O14 finns statistiska indikationer på att transporten och koncentrationen av totalfosfor och fosfatfosfor minskar under den första halvan av mätperioden, medan transporten och koncentrationen av partikulär fosfor ökar under hela mätperioden. För typområde O17 finns statistiska indikationer på att både transporten och koncentrationen av fosfatfosfor minskar under den andra halvan av mätperioden, medan partikulär fosfor inte uppvisar någon trend.
- Fosforgödslingen tycks inte överstiga rekommenderade gödselmängder och det finns inga tydliga samband mellan fosforläckage och odlingsåtgärder i något av områdena. Fosforläckaget har däremot ett starkt samband med jordart och avrinning, eftersom fosfor till stor del transporteras i partikulär form bunden till lerpartiklar. Därför är fosfortransporten större från de finkornigare jordarna i område O14 jämfört med de sandigare jordarna i område O17.
- Vid jämförelse med intensivtypområde O18 har både O14 och O17 lägre koncentrationer och transporter av kväve och fosfor. Detta beror på områdenas skillnader i jordart, andel åkermark, odlingsintensitet etc.
- De resultat som presenteras i den här rapporten behöver följas upp genom fortsatt kontinuerliga mätningar i bäckarna. Efterfrågan på mätningar av vattenkvalitet samt undersökningar av samband mellan odling och vattenkemi har ökat till följd av EU:s vattendirektiv samt ökade behov av regionala och nationella utvärderingar av åtgärdsprogram.
- Odlingsinventeringar som genomförs med betydligt tätare intervall skulle ge ett säkrare underlag för kopplingar mellan odling och växtnäringsläckage. Inventeringarna är dock tids- och kostnadskrävande och för år som inte inventeras skulle istället uppskattningar om odlingsåtgärder kunna göras utifrån gröddata hämtade från Jordbruksverkets odlingsdatabas.

## Referenser

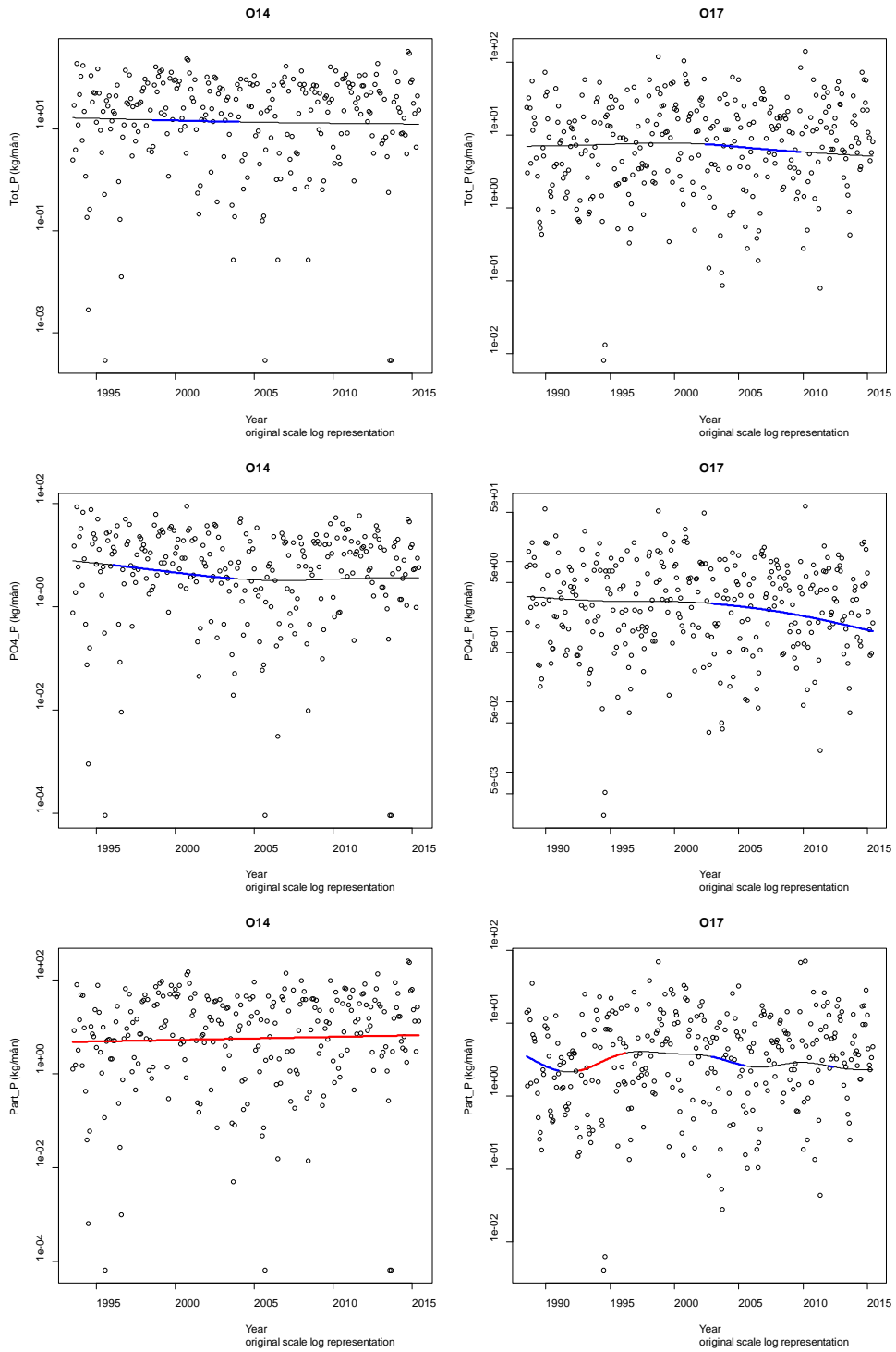
---

- Albertsson, B., Börling, K., Kudsk, T., Kvarnmo, P. 2014. Riktlinjer för gödsling och kalkning 2015. Jordbruksinformation 12, Jordbruksverket.
- Carlsson, C. 2004. Källfördelningsmodell för kväve och fosfor för Typområden på Jordbruksmark. Teknisk rapport 80, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU).
- 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).
- Curtis, C.J., Simpson, G.L. 2014. Trends in bulk deposition of acidity in the UK, 1988-2007, assessed using additive models. *Ecological Indicators*, 37, 274–286.
- Fölster, J., Kyllmar, K., Wallin, M., Hellgren, S. 2012. Kväve- och fosfortrender i jordbruksvattendrag – Har åtgärderna gett effekt? Rapport 2012:1. Institutionen för vatten och miljö, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU).
- Hastie, T., Tibshirani, R. 1986. Generalized Additive Models. *Statistical Science*, 1, 297–310.
- Kyllmar, K., Stjernman Forsberg, L., Andersson, S., Mårtensson, K. 2014. Small agricultural monitoring catchments in Sweden representing environmental impact. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 198, 25-35.
- Linefur, H., Stjernman Forsberg, L., Kyllmar, K., Andersson, S., Johansson, G., Blomberg, M. 2017. Växtnäringsförluster i små jordbruksdominerade avrinningsområden 2015/2016. Ekohydrologi 146. Institutionen för mark och miljö, SLU.
- Naturvårdsverket, 2012. Beskrivning av typområden – regionalt delprogram. Version 2, 2012-10-11. [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)
- Statistikdatabasen SCB, 2017. [www.statistikdatabasen.scb.se](http://www.statistikdatabasen.scb.se)
- Wood, S. 2006. *Generalized Additive Models An Introduction with R*. CRC Press, Hoboken."

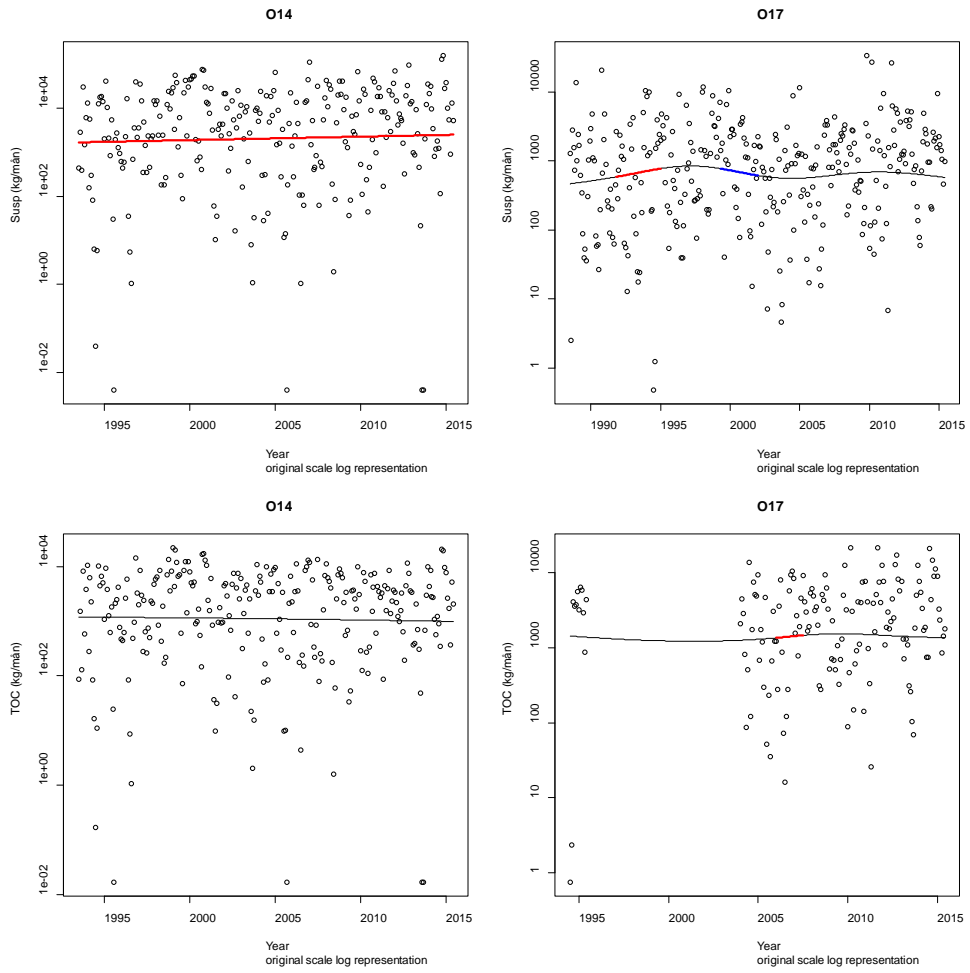
## Bilaga 1. Resultat av statistiska analyser för typområde O17 och O14



Figur 1. Transport (kg/månad) av totalkväve (tot-N), nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N) och ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N) med statistiskt signifikanta trender markerade med rött (ökning) respektive blått (minskning).

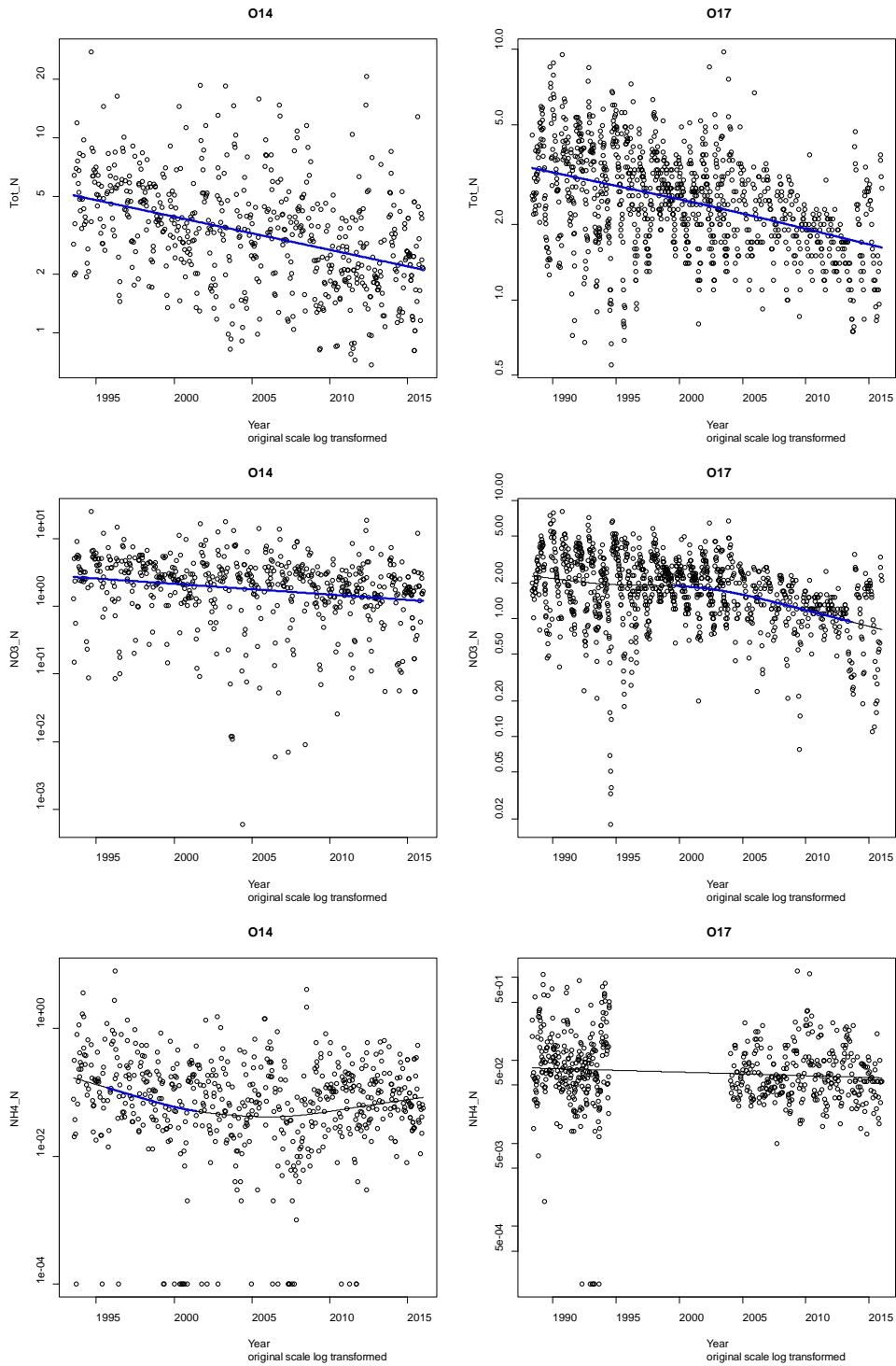


Figur 2. Transport (kg/månad) av totalfosfor (tot-P), fosfatfosfor (PO4-P) och partikulär fosfor (part-P) med statistiskt signifikanta trender markerade med rött (ökning) respektive blått (minskning).

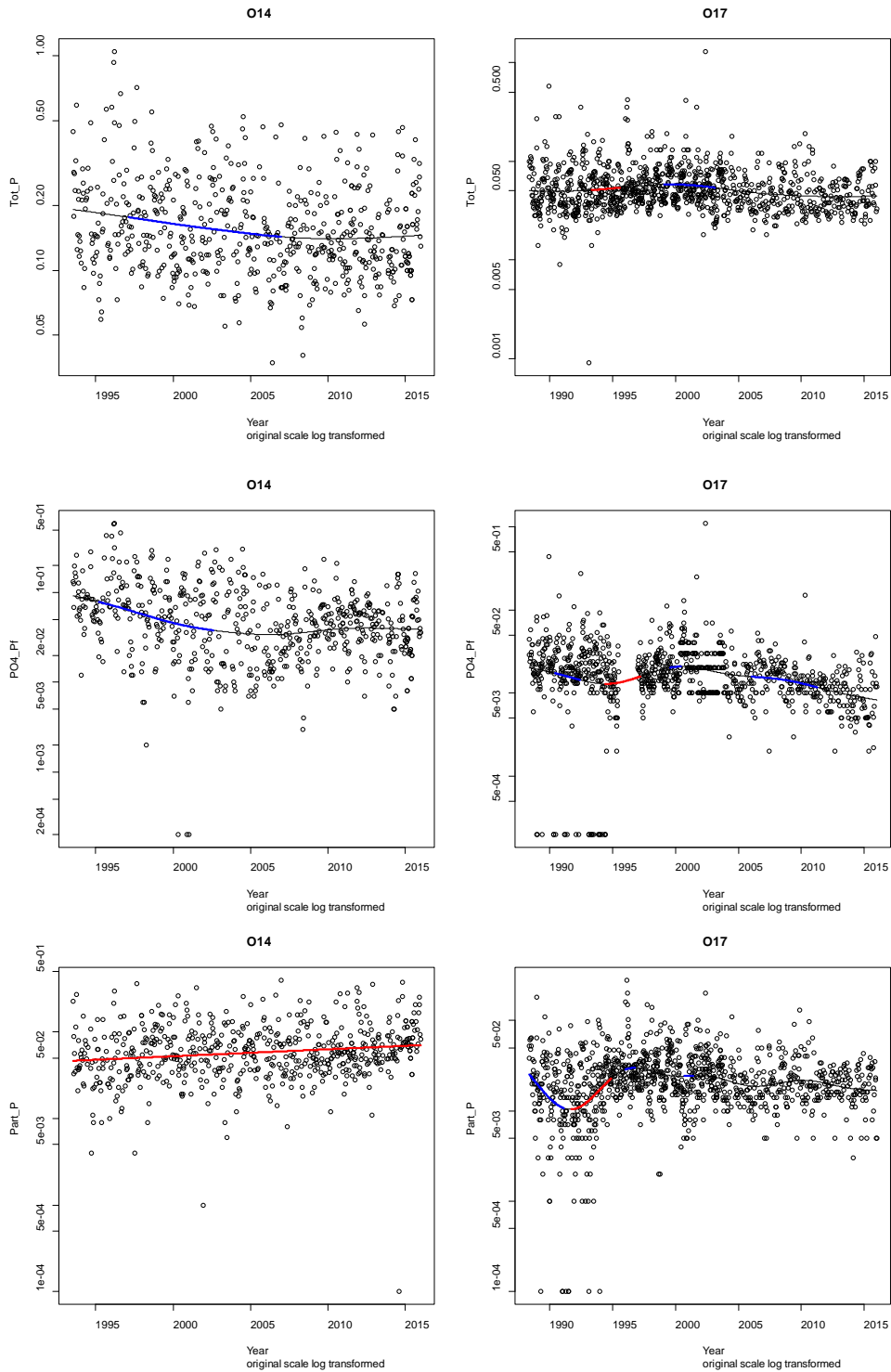


Figur 3. Transport (kg/månad) av suspenderat material (susp) och totalt organiskt kol (TOC) med statistiskt signifikanta trender markerade med rött (ökning) respektive blått (minskning).

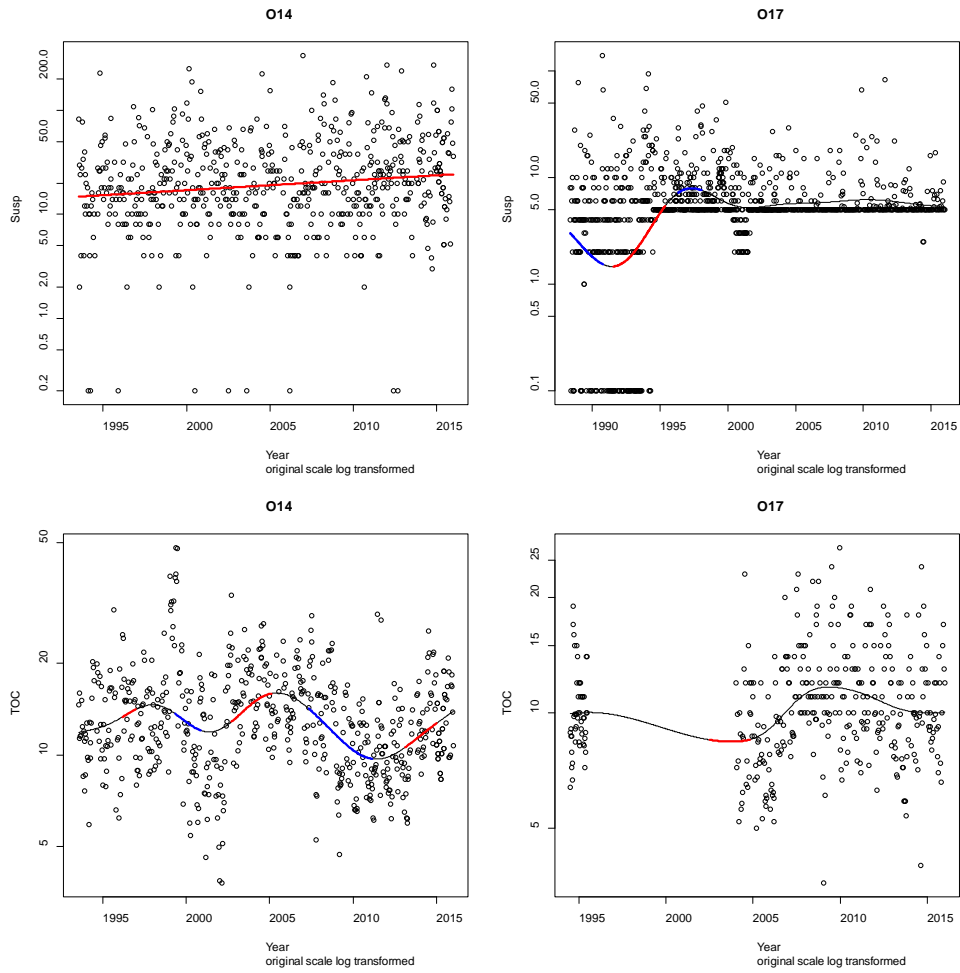




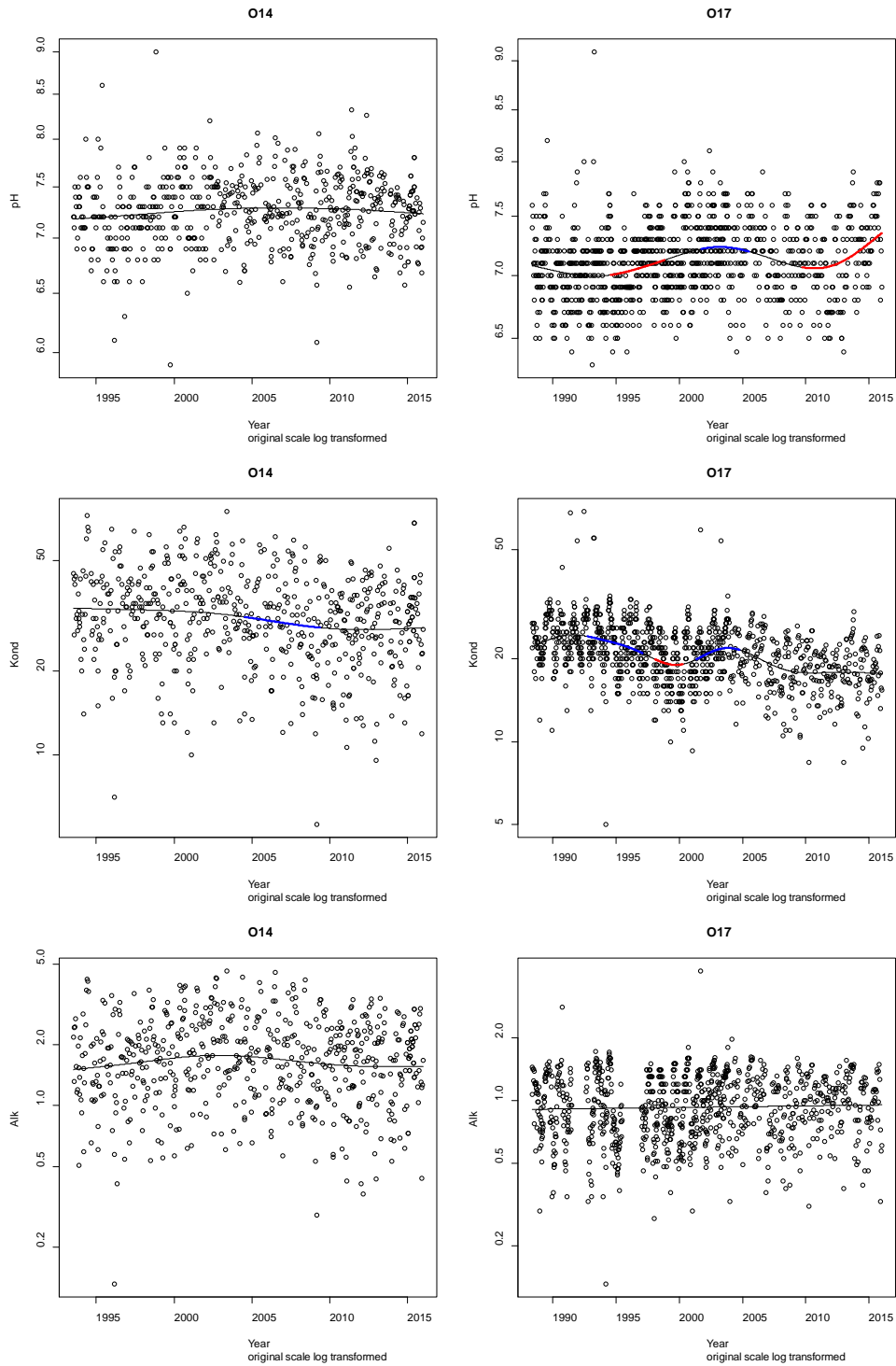
Figur 4. Halt (mg/l) av totalkväve (tot-N), nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N) och ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N) med statistiskt signifikanta trender markerade med rött (ökning) respektive blått (minskning).



Figur 5. Halt (mg/l) av totalfosfor (tot-P), fosfatfosfor (PO<sub>4</sub>-P) och partikulär fosfor (part-P) med statistiskt signifikanta trender markerade med rött (ökning) respektive blått (minskning).



Figur 6. Halt (mg/l) av suspenderat material (susp) och totalt organiskt kol (TOC) med statistiskt signifikanta trender markerade med rött (ökning) respektive blått (minskning).



Figur 7. pH (pH), konduktivitet (Kond, mS/m) och alkalinitet (Alk, mmol/l) med statistiskt signifikanta trender markerade med rött (ökning) respektive blått (minskning).

## **Bilaga 2.**

Tabell 1. Omvandlingstabell för djurenheter

Djurslag	Antal djur per djurenhet
Mjölkkö	1
Ungnöt (1-6mån / >6mån)	6/3
Sugga/slaktgris	3/10
Får	1
Slaktkyckling	200
Häst	1

