



Utlakning från jordbruksmark i Västra Götaland

Utvärdering av typområde O14 år 1993-2021
och typområde O17 år 1988-2021



Länsstyrelsen
Västra Götaland

Titel: Utlakning från jordbruksmark i Västra Götalands län – Utvärdering av typområde O14, år 1993-2021 och typområde O17, år 1988-2021

Författare: Lisbet Norberg, Stefan Andersson och Helena Linefur

Kontakt: Lisbet.Norberg@slu.se, 018 – 67 34 96

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2022

Omslagsbild och övriga bilder: Lisbet Norberg

Serietitel: Ekohydrologi

Delnummer i serien: 174

ISSN: 0347-9307

ISRN: SLU-VV-EKOHYD-174-SE

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

Bibliografisk referens: Norberg, L., Andersson, S. och Linefur, H. (2022). *Utlakning från jordbruksmark i Västra Götalands län – Utvärdering av typområde O14, år 1993-2021 och typområde O17, år 1988-2021*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. (Ekohydrologi, 174).

Innehåll

Sammanfattning.....	4
Inledning.....	6
Beskrivning av typområde O14 och O17.....	7
Material och Metoder	9
Djurhållning och odling	9
Flödesmätning, vattenprovtagning och klimat	9
Transportberäkningar	10
Statistiska analyser	11
Källfördelning	11
Resultat och Diskussion	12
Djurhållning	12
Odling	13
Grödor	13
Skördar	16
Gödsling	17
Övriga odlingsåtgärder	17
Klimat och avrinning	19
Koncentrationer och transporter av kväve och fosfor	21
Kväve	21
Fosfor	22
Långtidsmedel av kväve, fosfor, TOC och suspenderat material	24
Konduktivitet, pH och alkalinitet	24
Jämförelse med övriga typområden	25
Källfördelning	27
Slutsatser	28
Referenser	29

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 *Typområden på jordbruksmark*. I områdenas vattendrag har det sedan 28 respektive 33 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. Stort tack till alla lantbrukare som lämnat in uppgifter om sin gård och odling.

Typområde O14:

Området består av 71 % åkermark och 23 % skog. Jorden domineras av lättlera och i området odlas främst spannmål och vall. Plöjning sker främst på hösten och stallgödseln sprids på våren. Området har flera enheter med slaktgrisar och flera med mjölkkor samt en enhet med ca 20 000 värphöns. Ekologisk odling tillämpas på 12% av åkerarealen.

Område O14 har under mätperioden 1993-2021 en årsmedelnederbörd på 790 mm och en årsmedelavrinning på 310 mm, för det agrohydrologiska året (1 juli-30 juni). Nederbörden är som störst under perioden juni till november medan avrinningen är som störst under perioden oktober till januari. Koncentrationen av kväve i bäckvattnet är som högst under hösten då tillväxten av växtlighet är låg och flödet genom marken är hög. Lägst koncentration av kväve uppmäts under sommarmånaderna juni-augusti, då det mesta kvävet används av växterna. Koncentrationen av fosfor är som högst under sommarmånaderna, juni-augusti, och lägre under perioden december-maj. Trots detta är transporten av fosfor med bäckvattnet högst under vinterhalvåret (okt-mars) eftersom avrinningen är stor då.

Årsmedelvärdet för hela mätperioden, 1993-2021, är för koncentrationen av totalkväve 5,3 mg/l och för transporten av totalkväve 15,3 kg/ha. Motsvarande årsmedelvärden för totalfosfor är 0,17 mg/l och 0,55 kg/ha.

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. Plöjning sker främst på senhöst eller vår. Antalet nötkreatur år 2020 har mer än tredubblats sedan tidigare inventeringar vilket också har ökat mängden stallgödsel som spridits på åkermarken. Ekologisk odling tillämpas på 24% av åkerarealen.

Område O17 har under mätperioden 1988-2021 en årsmedelnederbörd på 848 mm och en årsmedelavrinning på 352 mm, avseende det agrohydrologiska året. Nederbörden är som störst under perioden juni till november medan avrinningen är som störst under perioden oktober till januari. Område O17 följer samma trend över året som område O14, även om variationen är mindre - koncentrationen av kväve i bäckvattnet är som högst under hösten och lägst under sommarmånaderna juni-augusti. Koncentrationen av fosfor är som högst under sommarmånaderna, juni-augusti, och lägre under perioden december-maj. Men även här är transporten av fosfor med bäckvattnet högst under vinterhalvåret (okt-mars), till följd av stor avrinning.

Årsmedelvärdet för hela mätperioden, 1988-2021, är för koncentrationen av totalkväve 3,5 mg/l och för transporten av totalkväve 12,1 kg/ha. Motsvarande årsmedelvärden för totalfosfor är 0,06 mg/l och 0,20 kg/ha.

Inledning

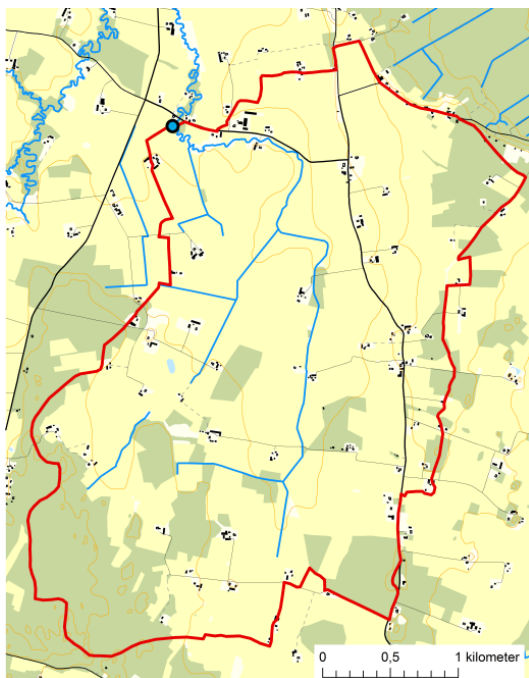
Kväve och fosfor från åkermark bidrar, via avrinningsvattnet, till övergödning i sjöar, vattendrag och kustvatten. Läckage av kväve och fosfor till omgivande vatten påverkas bland annat av nederbörd, jordart och odlingsåtgärder, såsom gröda och gödsling. För att öka kunskapen om sambandet mellan odling och växtnäringsförluster finns sedan slutet av 80-talet ett antal (i dagsläget 18 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 mängd 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 avrinningsområde O14 och O17 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.

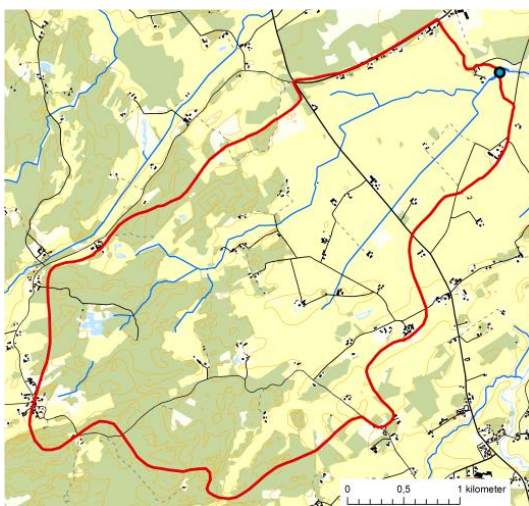
Sammanställningen är utförd av Lisbet Norberg med assistans av Stefan Andersson (odlingsdata), Helena Linefur (text, data) och Maria Blomberg (vattendata) vid Institutionen för mark och miljö samt Claudia von Brömssen (trendanalys) vid Institutionen för energi och teknik, SLU, Uppsala, på uppdrag av Länsstyrelsen i Västra Götalands län. Data har erhållits från Länsstyrelsen och från Datavärdskap Jordbruksmark vid SLU.

Beskrivning av typområde O14 och O17



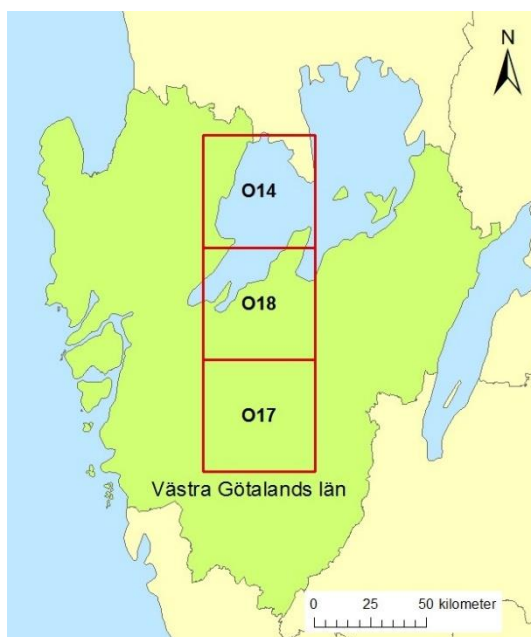
Typområde O14 är ett 1014 ha stort avrinningsområde med flackt landskap som ligger väster om Vänern. Den dominerande jordarten är lättlera. Den totala arealen utgörs av 71 % åker och 23 % av skog. Jordbruket domineras av spannmålsodling och vall.

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



Typområde O17 är ett 967 ha stort avrinningsområde som ligger i gränstrakten till Varaslätten. 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*.

Figur 3. Västra Götalands län med de tre typområdena utmärkta. Typområdenas exakta lägen anges inte, i stället anges inom vilket kartblad enligt Rikets Nät (50x50 km) de är lokaliserade.

Tabell 1. Fakta om typområde O14 och O17.

	O14	O17
Total areal	1013 ha	967 ha
Jordbruksareal	72%	56%
Skogsareal	23%	37%
Dominerande jordart	Lättilera	Finmo/sand
Odling	Spannmål, vall	Spannmål, vall
Årsnederbörd ¹	758 mm	856 mm
Årstemperatur ²	7,8°C	7,2°C

¹normalvärde för 1991-2020 från SMHIs klimatstation i Ånimskog (O14) och Gendalen (O17)

²normalvärde för 1991-2020 från SMHIs klimatstation i Naven (O14) och Gendalen (O17)

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, 2015 och 2020 samt intervjuer om enbart odlingsrelaterade frågor även 1995-1997. För avrinningsområde O17 gjordes odlingsinventering 1999, 2006, 2015 och 2020. 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. Senaste odlingsinventeringen, 2020, utfördes av Länsstyrelsen i Västra Götaland.

Skördedata är beräknade utifrån inventerade 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 SCB:s Statistikdatabas på 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 installerades 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 en 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 arealsviktat flöde från O18 använts. I mars 2011 installerades en ny mätutrustning 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).

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, Institutionen för mark och miljö	1988-1994
	KM-lab, Skara	1994-2000
	ALcontrol/Synlab	2000-2019
	SLU, Institutionen för vatten och miljö	2020-

Analysmetoder och analyserade variabler (pH, konduktivitet, alkalinitet, totalkväve (tot-N), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), totalfosfor (tot-P), fosfatfosfor (PO₄-P), partikulärt bunden fosfor (Part-P), suspenderat material (susp) och totalt organiskt kol (TOC)) följer Naturvårdsverkets delprogramsbeskrivning (Naturvårdsverket, 2021). Ammoniumkväve och totalt organiskt kol (TOC) har inte analyserats för område O17 under perioden juli 1994 till december 2004.

Till månadsvis temperatur- och nederbördsammanställning för område O14 är nederbörden hämtad från SMHI:s klimatstation Ånimskog mellan januari 1993 och juli 2021, temperaturen är hämtad från stationen Naven A mellan september 1996 och juli 2021. För område O17 är temperatur och nederbörden hämtad från stationen Gendalen mellan åren januari 1988 och juli 2021.

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

Trender i halter och transporter analyserades med generaliserade additive mixade modeller (GAMM, Hastie and Tibshirani, 1986; Wood, 2017). Dessa modeller kräver inte att man specificerar formen av trenden i förväg (t.ex. linjär) utan trendkurvan är en utjämning av data. En thin plate spline användes för tidstrenden och en cyclic cubic regression spline för att modellera säsongsvariationen. Derivator av trendkurvan samt deras osäkerhet beräknades och med hjälp av dessa kan man avgöra om en trend är signifikant uppåtgående eller nedåtgående vid en given tidpunkt (Monteith et al., 2014; Simpson, 2018). Sammanfattande plottar och grafer över enskilda tidserier gjordes enligt rekommendationer i von Brömssen et al. (2021). De statistiska analyserna är utförda av Claudia von Brömssen vid Institutionen för energi och teknik, SLU.

Källfördelning

Olika källors bidrag till årstransporter av kväve och fosfor är baserade på medelvärden för hela mätperioden (1993-2021 för O14, 1988-2021 för O17). Bidraget från skog och avlopp är skattat med schablonvärden enligt Carlsson (2004). Avloppsanläggningar i område O14 inventerades 1993 och för område O17 gjordes inventeringen före 1992. Detta är alltså äldre uppgifter som kan ha ändrats till idag, vilket gör att värdena för avlopp är osäkra.



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

Resultat och Diskussion

Djurhållning

Djurtätheten (djurenheter per hektar) är relativt låg i både område O14 och O17 (Tabell 3 a och b). I område O14 har det tillkommit får sedan tidigare inventeringar, antalet värphöns har dubblerats sedan 2015, antalet grisar har ökat, men antalet nötkreatur har minskat. Nötkreaturen har däremot blivit betydligt fler i område O17 sedan tidigare inventeringar och antalet får har ökat något, vilket återspeglas i högre djurtäthet, då får och nötkreatur bidrar mer till djurtätheten än t.ex. värphöns (Tabell 3, Bilaga 2). År 2020 var djuren fördelade på 11-12 gårdar i båda områdena.

I jämförelse med O18 är djurtätheten större i typområdena O14 och O17 (Linefur m.fl. 2021). Inom område O18 finns sedan 2011 endast en större brukningsenhet med djur (nötproduktion).

Tabell 3a. Antal djur per djurslag samt djurtäthet (DE/ha) i område O14.

	1994	2006	2015	2020
Mjölkkor inkl. amkor	143	368	565	202
Ungnöt	253	494	674	240
Suggor/slaktgris	82	3890	10 000	14 100
Värphöns	0	10 000	10 000	19 700
Får				120
Häst	7	16	20	11
Djurtäthet (DE/ha)	0,39	0,38	0,33	0,38

Tabell 3b. Antal djur per djurslag samt djurtäthet (DE/ha) i område O17.

	1999	2006	2015	2020
Mjölkkor inkl. amkor	59	35	149	554
Ungnöt	158	86	212	804
Suggor/slaktgris	189	0	1 364	1 268
Värphöns				
Får	15	0	50	79
Häst	1	22	10	7
Djurtäthet (DE/ha)	0,18	0,08	0,12	0,28

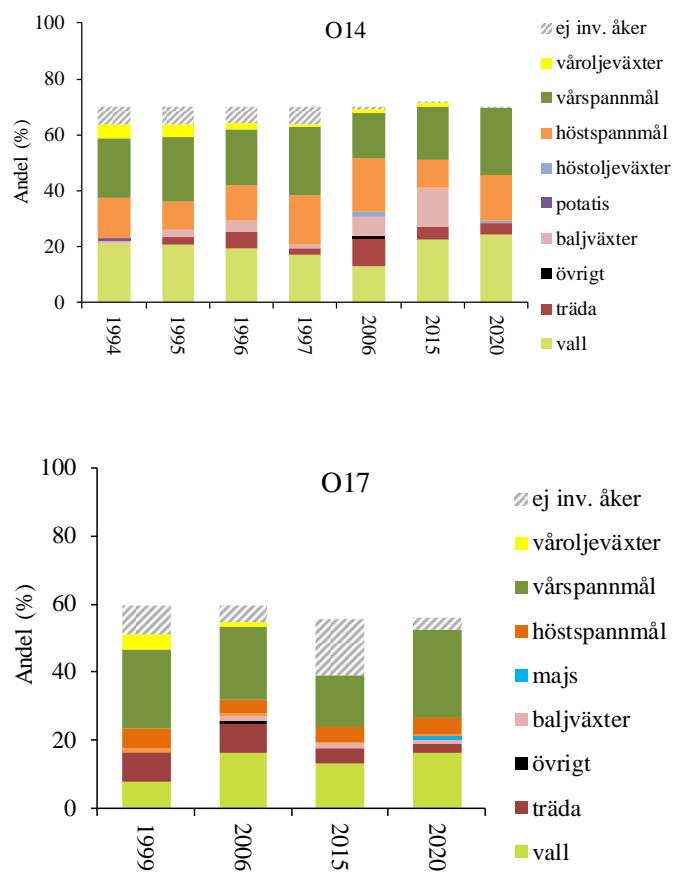


Figur 5. Vy från område O17. Foto: Lisbet Norberg

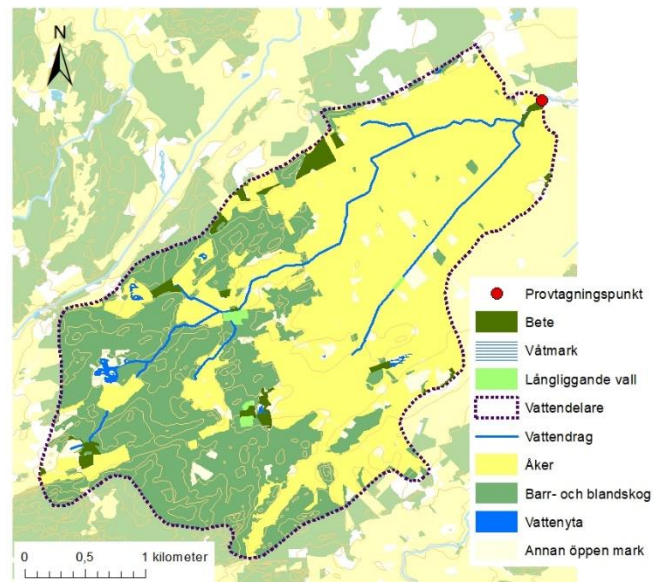
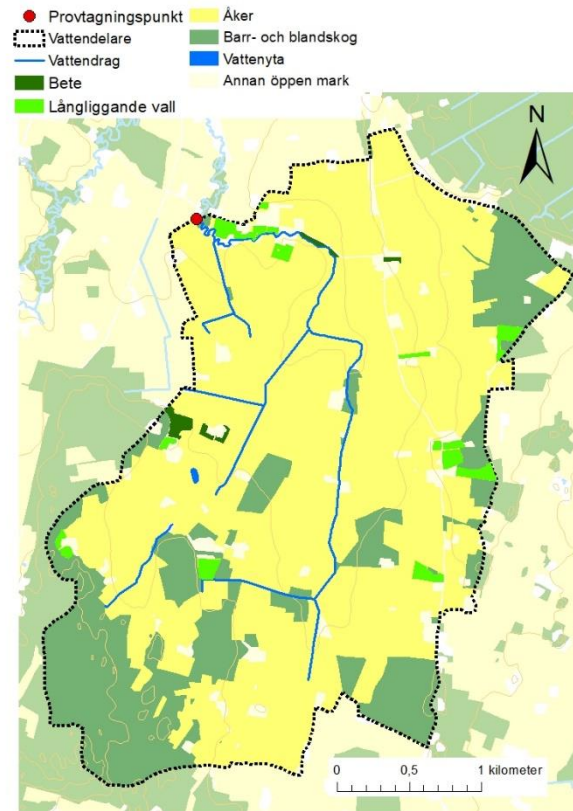
Odling

Grödor

Odlingen i område O17 domineras av vall och vårspannmål medan område O14 även har en stor andel höstspannmål förutom vall och vårspannmål (Figur 6). För område O18 domineras odlingen av spannmål, både vår- och höstsådd, samt oljeväxter och baljväxter (Linefur m.fl. 2021). I område O14 ökar andelen vall igen efter att ha utgjort en mindre andel år 1996, 1997 och 2006. Andelen vårspannmål är större 2020 än 2015. I område O17 är det något mer vårspannmål än vid senaste inventeringen. Trädesarealen minskar över tid och år 2020 har en ny gröda dykt upp i område O17 – majs. Det är mycket glädjande att arealen som ej inventerats är mycket liten år 2020 i båda områdena.



Figur 6. Åkerarealens användning (andel grödor av områdets totala areal) för O14 (överst) och O17 (nederst). Ej inv. åker innebär åkermark som inte har inventerats.



Figur 7. Markarealens användning år 2020 för område O14 (överst) och O17 (nederst).

Skördar

Skördarna av höstvetete, havre och vårkorn i område O14 och O17 är lägre än i O18 och för 2020 lägre än medelvärdet för regionen (Tabell 4). År 2020 har generellt något lägre skördar än 2015. Observera att dessa resultat är baserade på intervjuer med lantbrukare som gjorts endast vid fyra tillfällen vilket kan ge missvisande resultat då skördarna kan variera kraftigt från år till år, beroende på många olika faktorer, bland annat väderlek.

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.

4a. Höstvetete ton/ha

	1994/99	2006	2015	2020
O14	5,2	4,9	6,3	6,8
O17	3,7	-	7,8 ¹	5,6
O18	6,0	7,0	8,3	7,9
Västra Götalands län ²	5,1	6,0	7,4	7,0

¹endast ett fält, ² Statistikdatabasen, SCB (2021)

4b. Havre ton/ha

	1994/99	2006	2015	2020
O14	3,3	3,7	4,9	4,3
O17	3,2	3,7	4,9	3,3
O18	4,8	4,8	6,8	6,1
Västra Götalands län ²	3,4	3,4	4,7	4,6

² Statistikdatabasen, SCB (2021)

4c. Vårkorn ton/ha

	1994/99	2006	2015	2020
O14	3,4	4,1	4,5	4,6
O17	3,9	4,3	5,5	4,9
O18	4,9	-	6,4	5,9
Västra Götalands län ²	3,4	3,7	4,8	5,0

² Statistikdatabasen, SCB (2021)

Gödsling

Den totala mängden kväve som tillfördes åkermarken via gödsling var högre år 2020 jämfört med tidigare inventerade år i område O14 till följd av ökad mängd stallgödsel (Figur 9). Även område O17 hade en större mängd tillförd stallgödsel jämfört med tidigare år men den totala mängden tillförd kväve var i nivå med år 1999 och 2006. År 2015 skiljer sig med större mängd tillförd kväve, till följd av större mängd tillförd mineralgödsel.

I område O14 syns den ökade mängden tillförd stallgödsel som ökad total mängd tillförd fosfor. Fosfortillförseln via mineralgödsel har i detta område varit mindre för varje år som inventerats och var som lägst år 2015 (Figur 9). I område O17 har tillförseln av fosfor med mineralgödsel minskat år 2020 medan tillförseln via stallgödsel har ökat, dock har den totala mängden fosfor minskat något jämfört med tidigare år. Det bör noteras att andelen inventerad åkermark i område O17 var lägre år 2015 (Figur 6), 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 (Kvarmo, 2019). Område O14 ligger då något över rekommendationerna för kvävegödsling (Figur 9) eftersom endast 16% av grödorna var höstspannmål år 2020. En osäkerhetsfaktor är vallodlingen (24%) där gödslingsrekommendationerna varierade från 40 till 310 kg kväve/ha beroende på skördenivå, klöverandel och antal skördar (Kvarmo, 2019). Samma resonemang gäller för område O17 där endast 5% av grödorna var höstspannmål och vallandelen 16%.

Riktgivorna för fosforgödsling vid fosforklass II, var år 2020 för höstsäd 20 kg/ha vid en skörd på 6 ton/ha och för vårsäd 20 kg/ha vid en skörd på 5 ton/ha (Kvarmo, 2019). Område O14 låg år 2020 över dessa rekommendationer till följd av större mängd stallgödsel medan område O17 låg under (Figur 9), vilket tyder på att gödslingen var anpassad till aktuella P-AL-tal i marken (högre fosforklasser rekommenderas lägre fosforgivor) samt till aktuella grödor och skördenivåer.

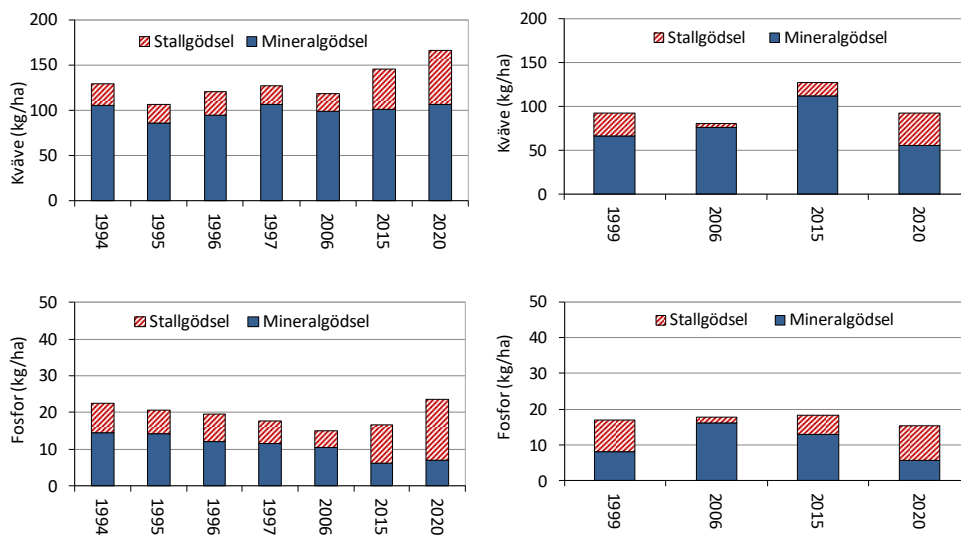
Den stallgödslade åkermark som inventerades år 2020 gödslades framförallt på våren i båda områdena (Figur 10). I område O14 har andelen åkerareal som gödslats med stallgödsel ökat sedan tidigare år (Figur 10). I område O17 var andelen åkerareal som stallgödslats lägre år 2006 och 2015 jämfört med år 2020. Även här bör det tilläggas att andelen inventerad åkermark i O17 var lägre år 2015, vilket ökar osäkerheten.

Övriga odlingsåtgärder

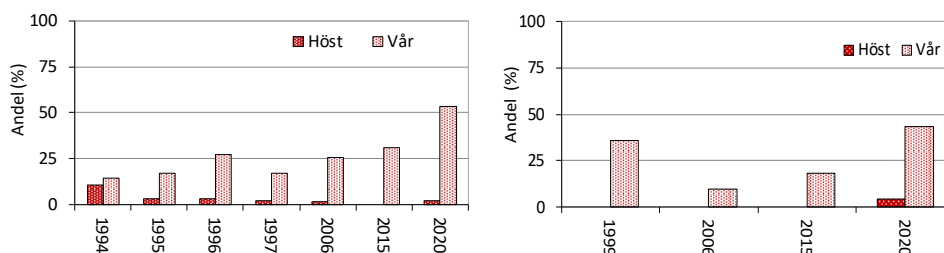
En stor andel av åkermarken i avrinningsområdena plöjs varje år (Figur 11), varav det mesta på hösten. I område O14 har andelen åkerareal som plöjs minskat ordentligt år 2020 jämfört med tidigare inventeringar. Det var större andel som plöjdes på våren 2020 jämfört med tidigare inventerade år i område O17 medan i område O14 har andelen som plöjs under tidig höst minskat. Att plöja tidigt på hösten istället för senare på hösten kan leda till större utlakning av kväve om inte någon höstsådd gröda odlas. År 2020 tillämpades ekologisk odling på 12 % av åkerarealen för område O14 och 24 % av åkerarealen i område O17, andelen var något högre för båda områdena 2015 (14 och 25%) och ännu högre 2006 (19 och 38%).



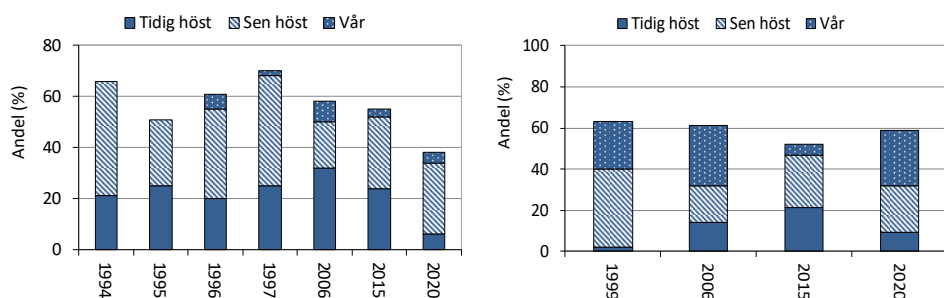
Figur 8. Vy från område O14. Foto: Lisbet Norberg



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



Figur 10. Andel av gödslad åkermark som gödslats med stallgödsel på våren respektive hösten för O14 (vänster) och O17 (höger). Höstgödslingen avser hösten föregående år.



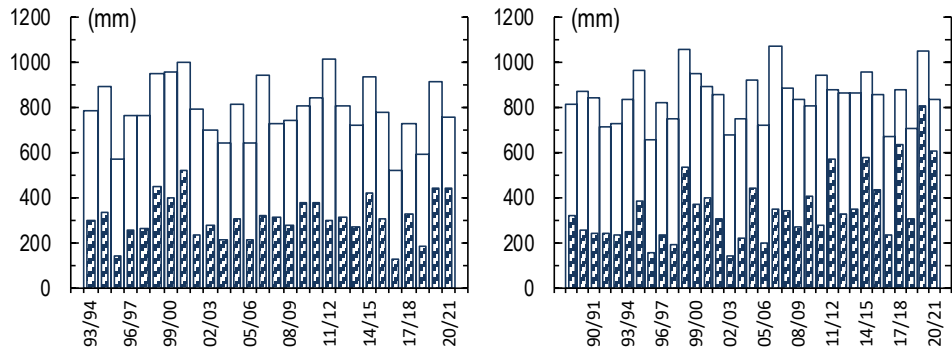
Figur 11. Andel av inventerad åkerareal som plöjts respektive år, uppdelat på tidig höst (före 30 september), sen höst (efter 1 oktober) och vårplöjning, för O14 (vänster) och O17 (höger).

Klimat och avrinning

Område O14 har under mätperioden 1993-2021 en årsmedelnederbörd på 790 mm och en årsmedelavrinning på 310 mm, för det agrohydrologiska året (1 juli-30 juni). Mätperiodens torraste år är 2016/2017 med 520 mm regn och detta gav också den lägsta avrinningen (123 mm). Det nederbördsrikaste året 2011/2012 med 1013 mm, gav inte störst avrinning (300 mm), vilket beror av när på året nederbörden faller. Mycket regn under växtsäsongen tas upp av växterna eller avdunstar innan det når bäcken och registreras som avrinning. Störst avrinning (525 mm) har istället året 2000/2001 som även har stor nederbörd (998 mm).

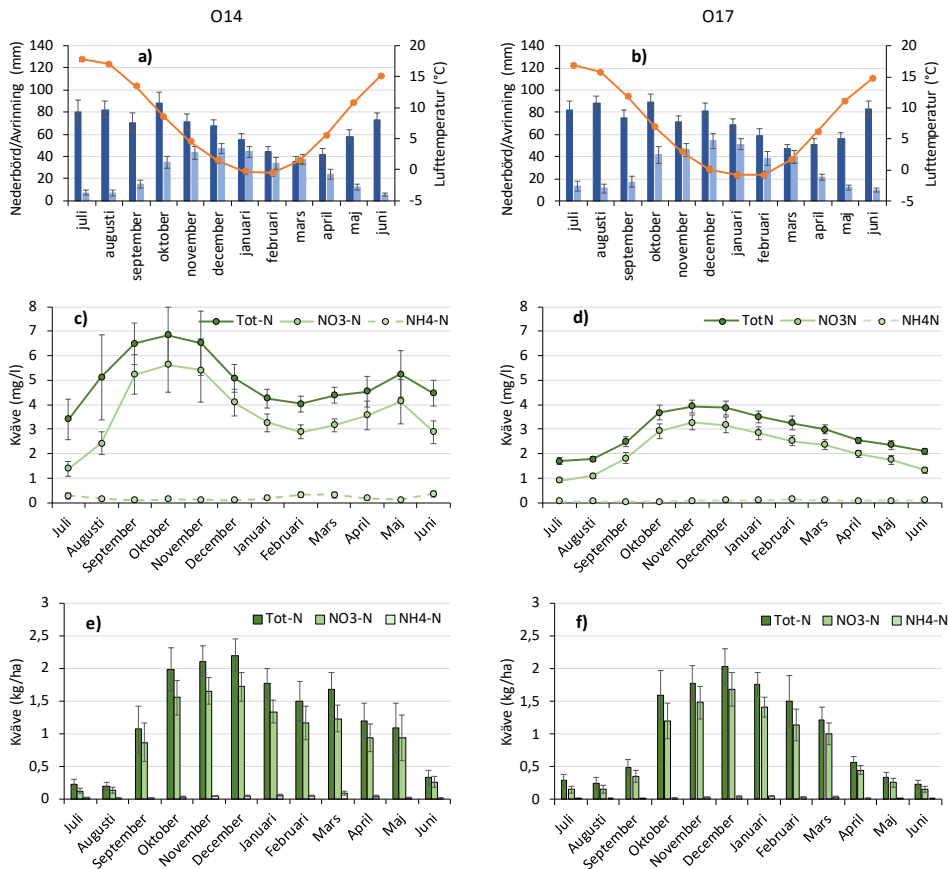
Område O17 har under mätperioden 1988-2021 en årsmedelnederbörd på 848 mm och en årsmedelavrinning på 352 mm, avseende det agrohydrologiska året. Torraste åren 1995/1996 och 2016/2017 med nederbörd på 656 och 675 mm, gav låg men inte lägst avrinning. Det var istället 2002/2003 som hade lägst avrinning med 141 mm. Tre år utmärker sig med nederbörd över 1000 mm, 1998/1999, 2006/2007 och 2019/2020, varav det senaste hade högst avrinning (809 mm) för hela mätperioden.

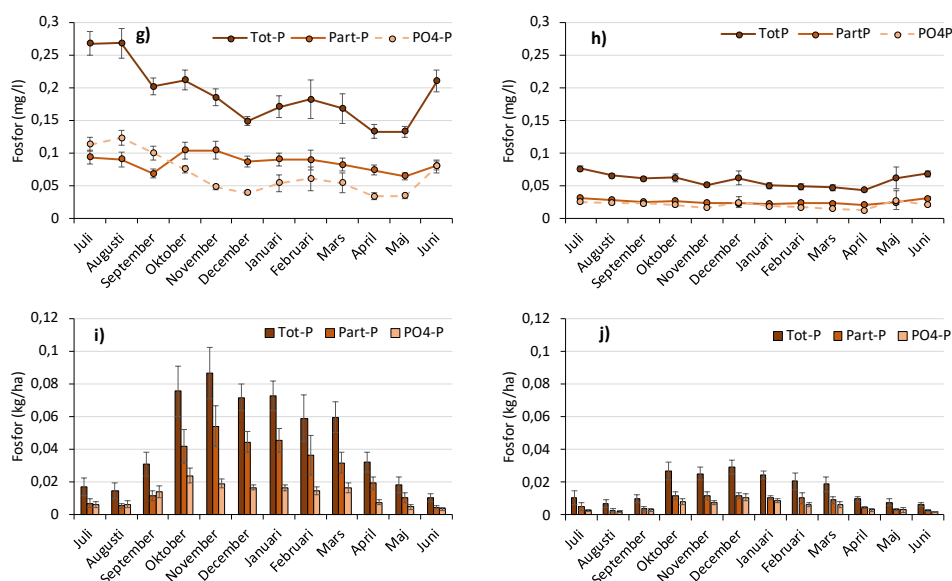
För område O17 finns en statistisk trend med ökande avrinning från ca år 2005 och framåt (Bilaga 1, Figur 4). Detta beror troligen på bytet av metod för flödesmätning- och beräkning, se beskrivning i Material och Metoder.



Figur 12. Årsnederbörd (hel stapel) och årsavrinning (streckad) för O14 (vänster) och O17 (höger).

Figur 13a och b, visar hur nederbörden och avrinningen varierar månadsvis över året. Nederbörden är som störst under perioden juni till november medan avrinningen är som störst under perioden oktober till januari. Under sommaren tas nederbörden upp av växtlighet eller avdunstar innan vattnet hinna transporteras genom marken och vidare ut i bäcken.





Figur 13. Flödesvägda månadsmedelvärden för område O14 (vänster) och område O17 (höger) för a och b) nederbörd (mm, mörk blå stapel), avrinning (mm, ljusblå stapel) och lufttemperatur (°C, orange linje), c och d) koncentration (mg/l) av totalkväve (tot-N, mörkgrön linje), nitratkväve (NO₃-N, ljusgrön linje) och ammoniumkväve (NH₄-N, ljusgrön streckad linje), e och f) transport (kg/ha) av totalkväve (tot-N, mörkgrön stapel), nitratkväve (NO₃-N, ljusgrön stapel) och ammoniumkväve (NH₄-N, gul stapel), g och h) koncentration (mg/l) av totalfosfor (tot-P, mörkröd linje), partikulär fosfor (part-P, ljusröd linje) och fosfatfosfor (PO₄-P, ljusröd streckad linje), i och j) transport (kg/ha) av totalfosfor (tot-P, mörkröd stapel), partikulär fosfor (part-P, ljusröd stapel) och fosfatfosfor (PO₄-P, orange stapel). Medelvärden och standard error (n=28 för O14 och n=33 för O17).

Koncentrationer och transporter av kväve och fosfor

Kväve

Koncentrationen av kväve i bäckvattnet varierar under året (Figur 13c och d), med högst koncentration under hösten då tillväxten av växtlighet är låg och flödet genom marken är hög. Lågst koncentration uppmäts under sommarmånaderna juni-augusti, då det mesta kvävet används av växterna. En liten topp i kvävekoncentration kan ses i maj för område O14 (Figur 13c), vilket troligen är till följd av vårgödslingen, däremot syns inte detta för transporten av kväve då avrinningen är relativt låg (Figur 13e). Nitratkvävet följer totalkvävet trend medan ammoniumkvävet ligger på mycket låga nivåer. För område O14 kan man skönja ett mönster där ammoniumkvävet uppvisar motsatt trend som totalkvävet. Vid lägre avrinning (sommarmånaderna och vårvinter) är halterna lite högre än under perioden med hög avrinning (hösten). Detta kan tyda på påverkan från avlopp eller annan punkt-källa.

Både område O14 och O17 har mycket förhöjda koncentrationer av kväve (Figur 15a och b) under det agrohydrologiska året 2018/2019 till följd av den varma och nederbördsfattiga sommaren 2018. Vädret bidrog till att grödorna hade lägre tillväxt än normalt vilket ledde till att överskottskväve som växterna inte tagit upp ansamlades i marken. Framförallt vallen växte dåligt och där brukar mycket kväve tas upp och lagras. Under senhösten 2018 och vintern 2018/2019 när flödet genom marken kom igång, sköljdes kvävet iväg med dräneringsvattnet och vidare ut i bäckarna, där förhöjda koncentrationer kunde mätas. Den totala transporten av

kväve (Figur 15c och d) under året 2018/2019 var däremot inte ovanligt hög till följd av relativt låg avrinning (Figur 12).

En nedåtgående trend i kvävekonzentrationer kan skönjas för båda områdena under en stor del av mätperioden (Figur 15a och b) men detta kan inte verifieras av den statistiska trendanalysen (Bilaga 1, Figur 1 och 2). Däremot visar trendanalysen att en uppåtgående trend finns under åren 2015-2020 för både koncentrationer och transporter av kväve för både område O14 och O17 (Bilaga 1, Figur 1-4). Detta gäller både totalkväve och nitratkväve. Koncentrationen ammoniumkväve minskar däremot under hela mätperioden för område O17 medan ingen trend finns för område O14 (Bilaga 1, Figur 1 och 2). Område O14 uppvisar en minskande statistisk trend i transport av ammoniumkväve under de första åren av mätperioden, en trend som inte kan ses för område O17 (Bilaga 1, Figur 3 och 4).

Den största delen av totalkvävet är i form av nitratkväve (78-79%) och endast en liten del som ammoniumkväve (2-3%), detta gäller för både transporter och koncentrationer i båda områdena (Tabell 5).

Fosfor

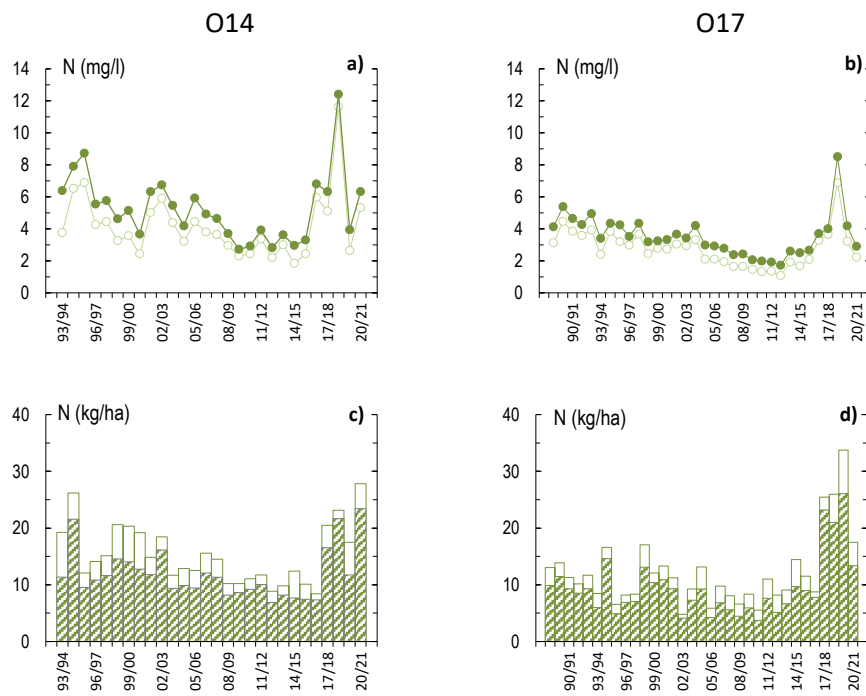
Område O14 har högre koncentrationer och transporter av fosfor än område O17 till följd av att den dominerande jordarten har högre lerhalt (Figur 13g-j och 15e-h). Fosfor binder till lerpartiklar och transporteras från fälten genom erosion. Ungefär hälften av totalfosfor är som partikulär fosfor i bäckvattnet, andelen är något högre i område O14 (54-57%) än i område O17 (44-45%) för transporter och koncentrationer (Tabell 5).

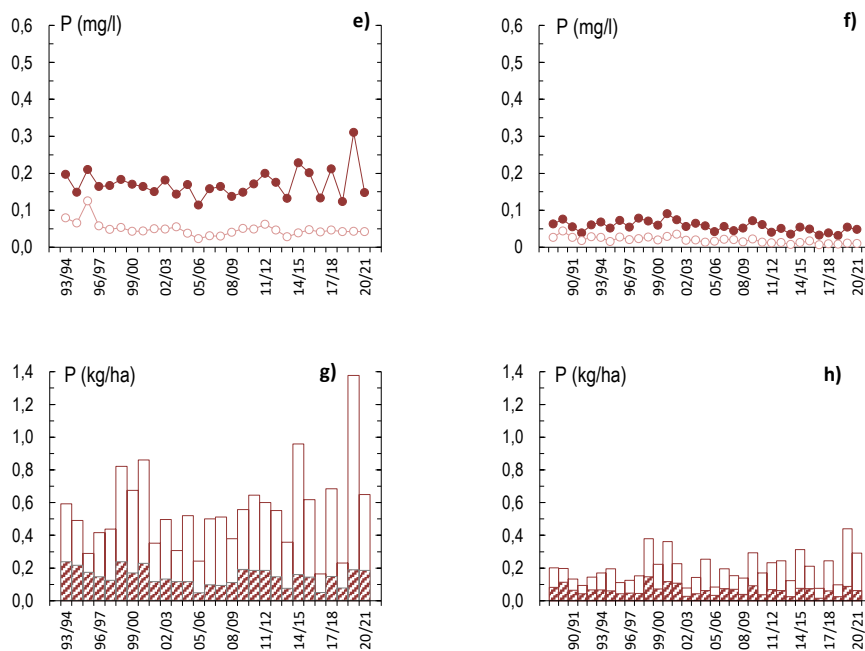
I område O14 är koncentrationen av totalfosfor som högst under sommarmånaderna, juni-augusti, och lägre under perioden december-maj (Figur 13g). Koncentrationen fosfatfosfor följer samma trend. Transporten av totalfosfor med bäckvattnet är trots detta högst under vinterhalvåret (okt-mars) eftersom avrinningen är stor då (Figur 13i). Område O17 följer samma trend för fosfor men variationerna är inte lika stora (Figur 13h och j). Att koncentrationen fosfatfosfor är hög när avrinningen är låg kan tyda på inverkan av avloppsvatten eller annan punktkälla i område O14 (Figur 13a och g). Både kväve och fosfor har hög variation mellan åren för respektive månad, vilket till stor del beror på variationer i vädret t.ex. nederbördsmängd, temperatur och när på året nederbörden faller.

För transport av totalfosfor kan ingen statistisk säkerställd trend ses för något av områdena medan för koncentrationen av totalfosfor kan en nedåtgående trend ses under två olika perioder för de två områdena (område O14, ca mellan åren 1995-2005 och område O17, ca mellan åren 2003-2012, Bilaga 1, Figur 1-4). Partikulär fosfor har en ökande trend under större delen av mätperioden för område O14, både transport och koncentration, medan område O17 inte uppvisar någon trend (Bilaga 1, Figur 1-4). För fosfatfosfor har område O17 minskande koncentrationer under hela mätperioden (Bilaga 1, Figur 1-4).



Figur 14. V-överfallet vid mätstationen i område O14. Foto: Lisbet Norberg





Figur 15. Flödesvägda årsmedelvärden för område O14 (vänster) och område O17 (höger) för **a** och **b**) koncentration (mg/l) av totalkväve (tot-N, mörkgrön linje) och nitratkväve (NO₃-N, ljusgrön linje), **c** och **d**) transport (kg/ha) av totalkväve (tot-N, hel stapel) och nitratkväve (NO₃-N, streckad stapel), **e** och **f**) koncentration (mg/l) av totalfosfor (tot-P, mörkröd linje) och fosfatfosfor (PO₄-P, ljusröd linje), **g** och **h**) transport (kg/ha) av totalfosfor (tot-P, hel stapel) och fosfatfosfor (PO₄-P, streckad stapel).

Långtidsmedel av kväve, fosfor, TOC och suspenderat material

Tabell 5 visar 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, 2021). Suspenderat material och TOC är mått 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 de flesta parametrar (Tabell 5). Det här visar tydligt att de två områdena skiljer sig från varandra och möjliga orsaker är skillnader i t.ex. jordart, jordbruksdrift, andel jordbruksmark, andel vall och djurtäthet. Totalt organiskt kol (TOC) uppvisar inga statistiska långtidstrender förutom för transporten av TOC i område O17, där en ökande trend kan ses den senare halvan av mätperioden (ca mellan år 2003-2021) (Bilaga 1, Figur 4). Det suspenderade materialet ökar under hela mätperioden för område O14, både i koncentration och för transport, medan område O17 inte uppvisar någon trend (Bilaga 1, Figur 1-4).

Konduktivitet, pH och alkalinitet

Konduktiviteten ger ett mått på vattnets salthalt t.ex. av kalcium, klorid, fosfor, kalium och 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 5) vilket beror bland annat på jord-

arten och högre förekomst av närsalter. *pH* är ett mått på mängden vätejoner i vatt-
net och i sjöar och vattendrag är ett normalt *pH* värde mellan 6-8. Både område
O14 och O17 har ett normalt *pH* värde (Tabell 5). *Alkaliniteten* ger ett mått på vatt-
nets buffertkapacitet, d.v.s. hur stort tillskott av joner vattnet tål utan att sänka *pH*
värdet. Varken konduktiviteten, *pH* eller alkaliniteten uppvisar någon tydlig statist-
isk trend under mätperioden, förutom *pH* som har en minskande trend de senaste
åren i område O14 (Bilaga 1, Figur 1 och 2).

Tabell 5. Koncentrationer (mg/l) och transporter (kg/ha) av kväve, fosfor, suspenderat
material och TOC (total organiskt kol) samt avrinning, *pH*, konduktivitet och alkalinitet,
som långtidsårsmedelvärden (och standard error inom parentes) för område O14
(1993-2021) och område O17 (1988-2021)

Tabell 5a Område O14

	mg/l	kg/ha
Tot-N	5,3 (0,4)	15,3 (1,0)
NO ₃ -N	4,2 (0,4)	11,9 (0,8)
NH ₄ -N	0,1 (0,0)	0,4 (0,1)
Tot-P	0,17 (0,01)	0,55 (0,05)
PO ₄ -P	0,05 (0,00)	0,15 (0,01)
Part-P	0,09 (0,01)	0,31 (0,04)
Susp mtrl	50 (5)	168 (24)
TOC	14 (1)	44 (4)
Avrinning	310 (18) mm	
<i>pH</i>	7,2	
Konduktivitet	33 mS/m	
Alkalinitet	1,8 mmol/l	

Tabell 5b Område O17

	mg/l	kg/ha
Tot-N	3,5 (0,2)	12,1 (1,1)
NO ₃ -N	2,8 (0,2)	9,5 (0,9)
NH ₄ -N	0,1 (0,0) ¹	0,3 (0,0) ¹
Tot-P	0,06 (0,0)	0,20 (0,02)
PO ₄ -P	0,02 (0,00)	0,06 (0,01)
Part-P	0,02 (0,00)	0,09 (0,01)
Susp mtrl	8 (1)	28 (3)
TOC	7 (1) ²	54 (4) ²

¹Ej mätt 1994-2004, ²Ej mätt 1988-2004

Avrinning	357 (27) mm
<i>pH</i>	7,1
Konduktivitet	22 mS/m
Alkalinitet	1,0 mmol/l

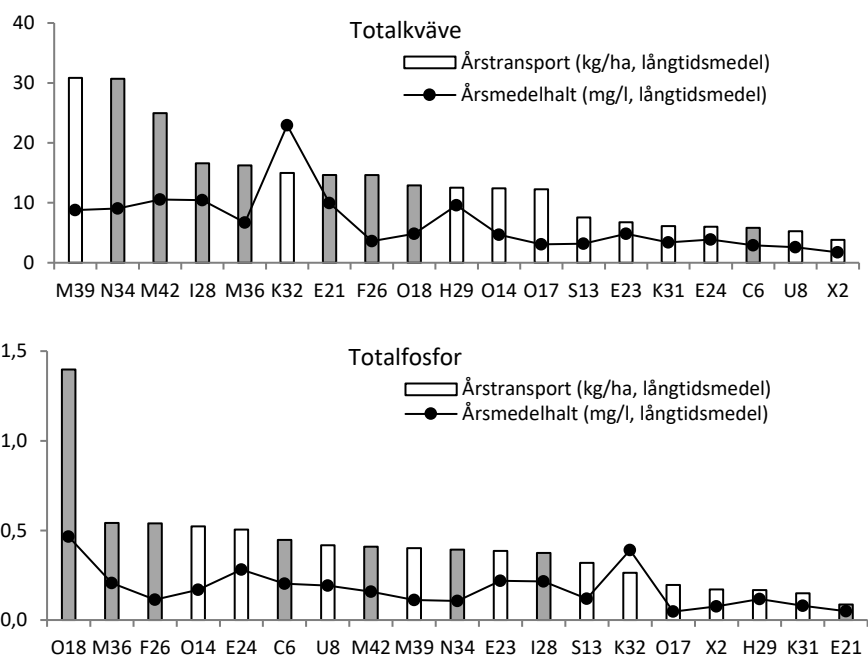
Jämförelse med övriga typområden

Figur 16 visar hur område O14 och O17 förhåller sig till övriga typområden i lan-
det, vad gäller halter och transporter av totalkväve och totalfosfor. För kväve ligger
alla Västra Götalands läns typområden i mitten av spannet, med ungefär lika halter
och transporter av kväve trots olika jordarter. Detta beror troligen på en lägre od-
lingsintensitet, lättare jordar och mindre andel åkermark i område O17 jämfört med

O18, som har en intensivare jordbruksdrift, lerjord och större andel åkermark medan område O14 ligger däremellan.

Halten och transporten av fosfor (Figur 16) uppvisar en tydligare koppling till jordart där område O18 med styv lera har högst halter och transporter. I område O14, med 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 finmo/sandjordar i området. 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.

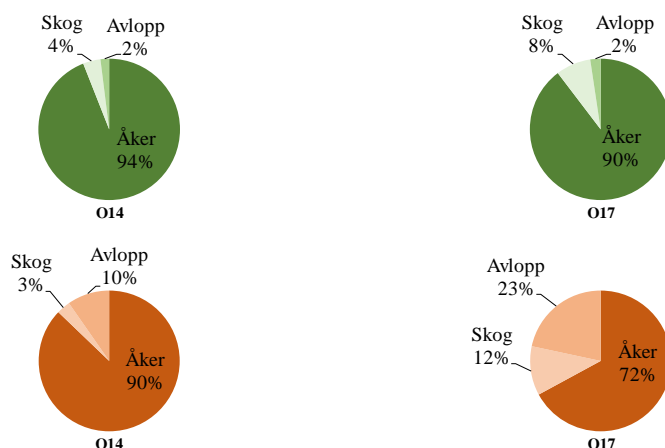


Figur 16. Typområdenas årstransporter och flödesvägda årsmedelhalter av totalkväve (ovan) och totalfosfor (nedan), baserade på manuell vattenprovtagning (vit stapel) respektive flödesproportionell provtagning (grå stapel) som långtidsmedel för perioden 2008/2009 – 2018/2019.

Källfördelning

I utloppet från varje avrinningsområde uppmäts 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. Bidraget från skog och avlopp är skattat med schablonvärden enligt Carlsson (2004). Avloppsanläggningar i områdena inventerades 1992-93. Detta gör att värdena för avlopp är osäkra eftersom uppgifterna eventuellt är inaktuella.

Figur 17 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 8 % av kväveläckaget. Transporten av fosfor är mer påverkad av enskilda avloppsanläggningar även om åkermarken står för den största delen (Figur 17). Även för fosfor kan påpekas att endast 12 % av läckaget kommer från skogsmarken i område O17 trots att skogen utgör en relativt stor andel av avrinningsarealen. Observera att de olika källornas bidrag till årstransporten är medelvärden för hela mätperioden, därför är inte summan alltid 100 %.



Figur 17. Olika källors bidrag till årstransporter av totalkväve (ovan) och totalfosfor (nedan) från typområde O14 och O17. Schablonvärden är använda för skog och avlopp (Carlsson, 2004). Data är för perioden 1993/1994–2020/2021 (O14) och 1988/1989–2020/2021 (O17).

Slutsatser

I denna rapport utvärderas resultaten från undersökningar utförda i två jordbruksdominerade avrinningsområden i Västra Götaland (O14 och O17) avseende odling och växtnäringssläckage. Mätningarna i områdenas vattendrag har pågått kontinuerligt i 28 respektive 33 år och odlingsinventeringar har utförts ett antal gånger under mätperioden.

Odlingen i båda områdena är fortsatt dominerad av vall och vårspannmål samt en del höstspannmål. I område O14 har andelen åkerareal som plöjs minskat ordentligt, från ca 70% år 1997 till knappt 40% år 2020, vilket är en vanlig trend i flera andra typområden (Linefur m.fl. 2021). I område O17 är den plöjda andelen av åkerarealen omkring 60%.

Område O17 har år 2020 många fler nötkreatur än vid tidigare inventeringar, vilket har ökat mängden stallgödsel och därmed ökat andelen kväve och fosfor som tillförts åkermarken med stallgödsel. Likaså för område O14 har andelen kväve och fosfor som tillförts via stallgödsel ökat. Även den totala mängden kväve och fosfor som tillförts har ökat jämfört med tidigare inventerade år.

Efter den torra sommaren 2018 följde ett år med de högsta årskoncentrationerna av totalkväve som uppmätts under hela mätperioden. Liknande ovanligt höga kvävevärden syns även i observationsfälten 4O och 5O som också ligger i Västra Götaland (Norberg, m.fl. 2021).

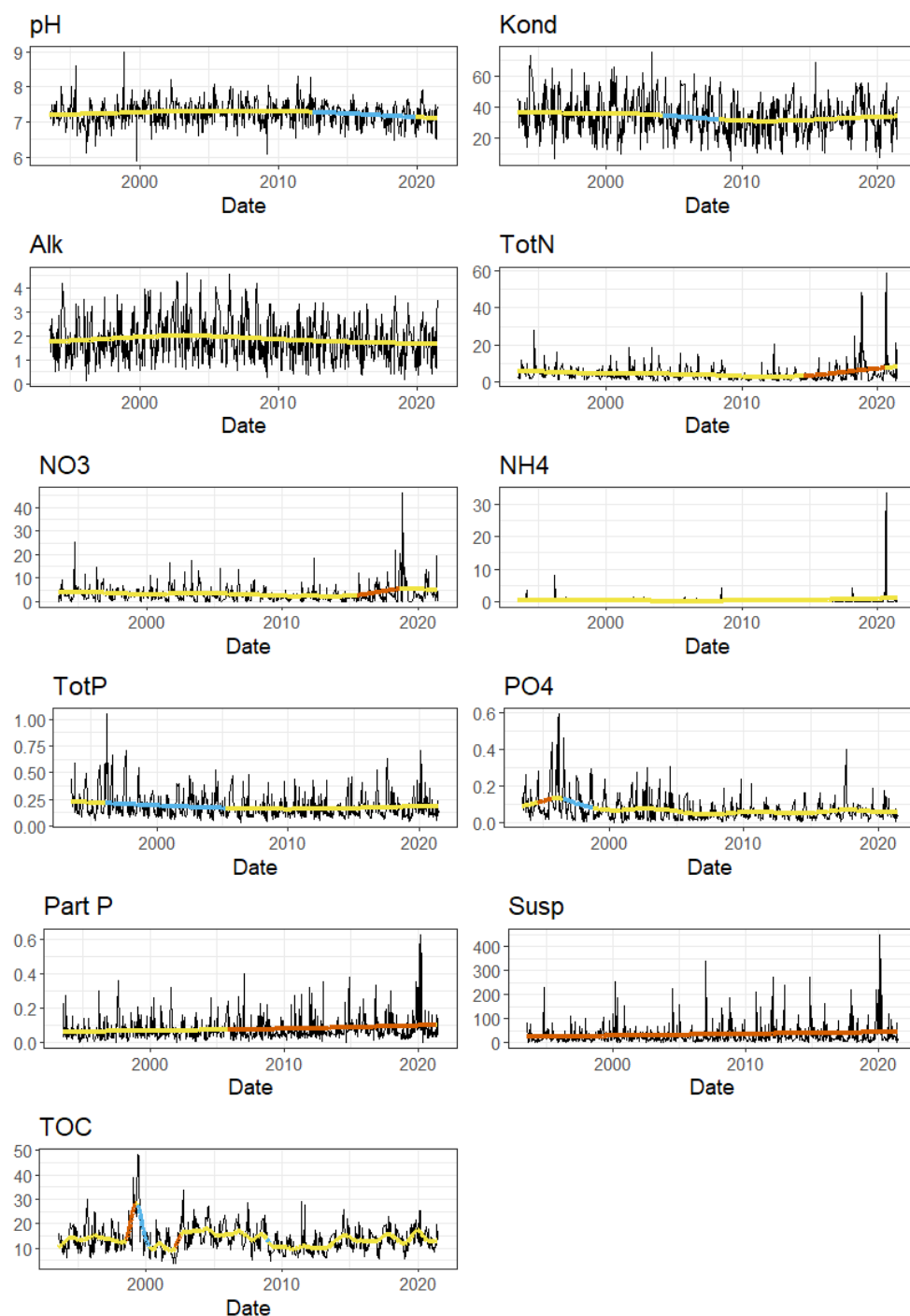
En statistisk uppåtgående trend finns under åren 2015-2020 för både koncentrationer och transporter av kväve för både område O14 och O17. Detta är en trend vi ser i de flesta typområden i västra och södra Sverige (Linefur m.fl. 2021) samt även i observationsfälten 4O och 5O i Västra Götaland (Norberg, m.fl. 2021), vilket kan tyda på att trenden är väderberoende snarare än till följd av förändringar i jordbruket.

För fosfor finns vissa statistiska trender, t.ex. ökar partikulär fosfor i bäckvattnet under hela mätperioden i område O14 medan koncentrationen fosfatfosfor minskar under hela mätperioden i område O17, men ingen förklaring till dessa trender kan ges.

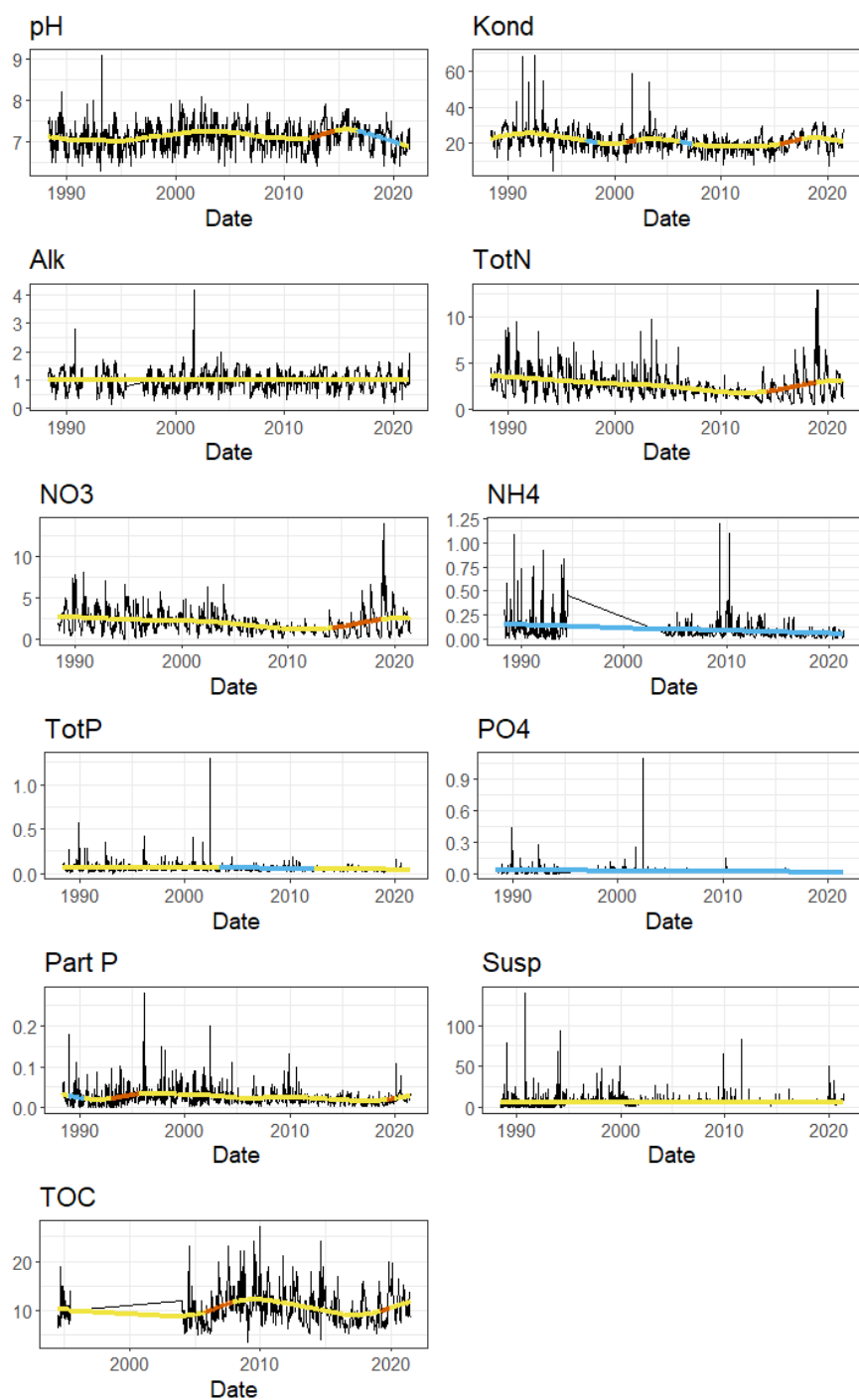
Referenser

- von Brömssen, C., Betnér, S., Fölster, J. och Eklöf, K. 2021. A toolbox for visualizing trends in large-scale environmental data. *Environmental modelling and software*, 136:104949.
- Carlsson, C. 2004. Källfördelningsmodell för kväve och fosfor för Typområden på Jordbruksmark. Teknisk rapport 80, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU).
- Hastie, T., Tibshirani, R. 1986. Generalized Additive Models. *Statistical Science*, 1, 297–310.
- Kvarmo, P., Andersson, E., Börling, K., Hjelm, E., Jonsson, P., Listh, U. och Malgeryd, J. 2019. Riktlinjer för gödning och kalkning 2020. *Jordbruksinformation* 12, Jordbruksverket.
- 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., Norberg, L., Kyllmar, K., Andersson, S. och Blomberg, M. 2021. Växtnäringsförluster i små jordbruksdominerade avrinningsområden 2019/2020. *Ekohydrologi* 171. Institutionen för mark och miljö, SLU.
- Monteith, D.T., Evans, C.D., Henrys, P.A., Simpson, G.L., och Malcolm, I.A. 2014. Trends in the hydrochemistry of acid-sensitive surface waters in the UK 1988-2008. *Ecological Indicators*, 37, pp. 287-303, DOI: 10.1016/j.ecoind.2012.08.013
- Naturvårdsverket, 2021.Handledning för miljöövervakning. Tillgänglig 2021-12-13. Handledning för miljöövervakning (naturvardsverket.se)
- Norberg, L., Linefur, H., Andersson, S. och Blomberg, M. 2021. Växtnäringsförluster från åkermark 2019/2020. *Ekohydrologi* 172. Institutionen för mark och miljö, SLU.
- Simpson, G.L. 2018. Modelling Palaeoecological Time Series Using Generalized Additive Models, DOI:10.1101/322248
- Statistikdatabasen SCB, 2021. Tillgänglig 2021-12-13, www.statistikdatabasen.scb.se
- Wood, S. 2019. *Generalized Additive Models An Introduction with R*. CRC Press.

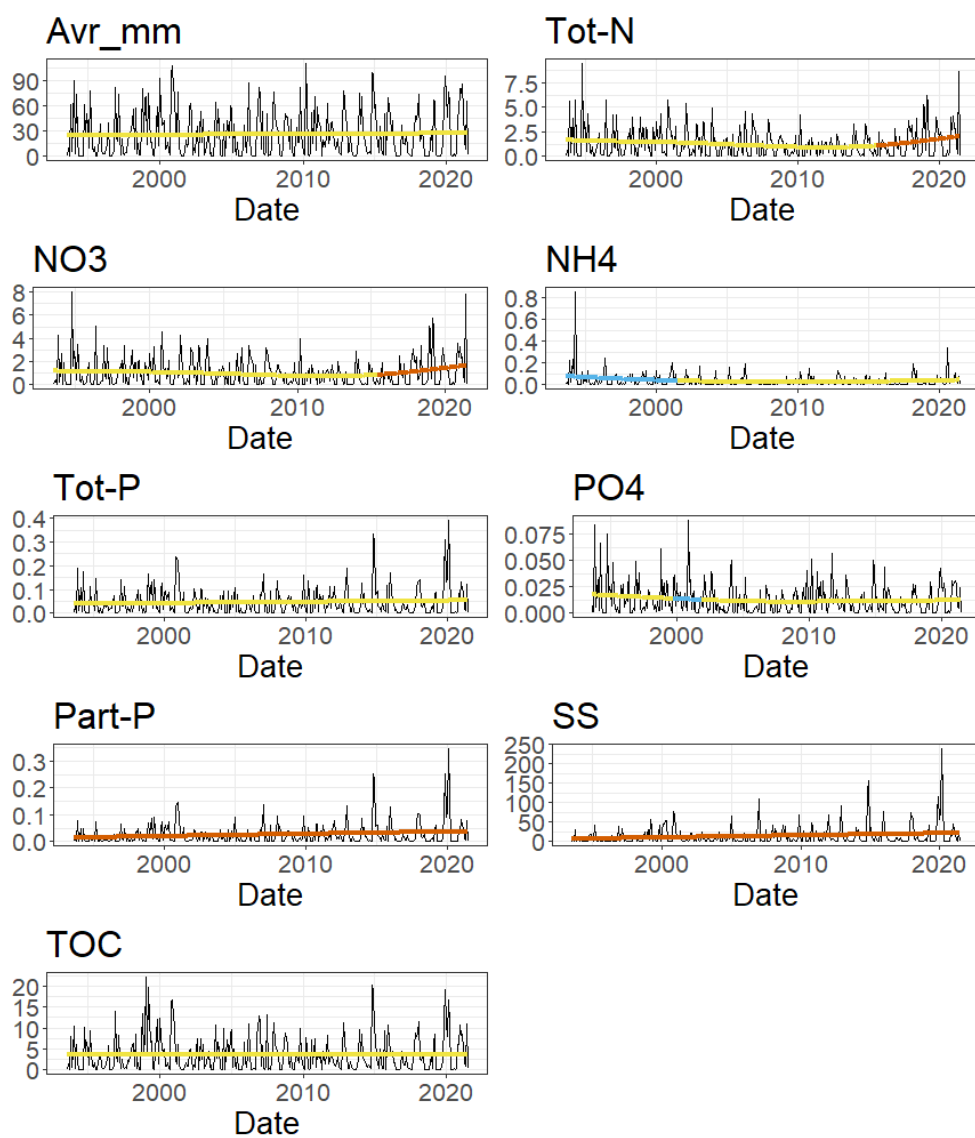
Bilaga 1. Resultat av statistiska trendanalyser för typområde O14 och O17



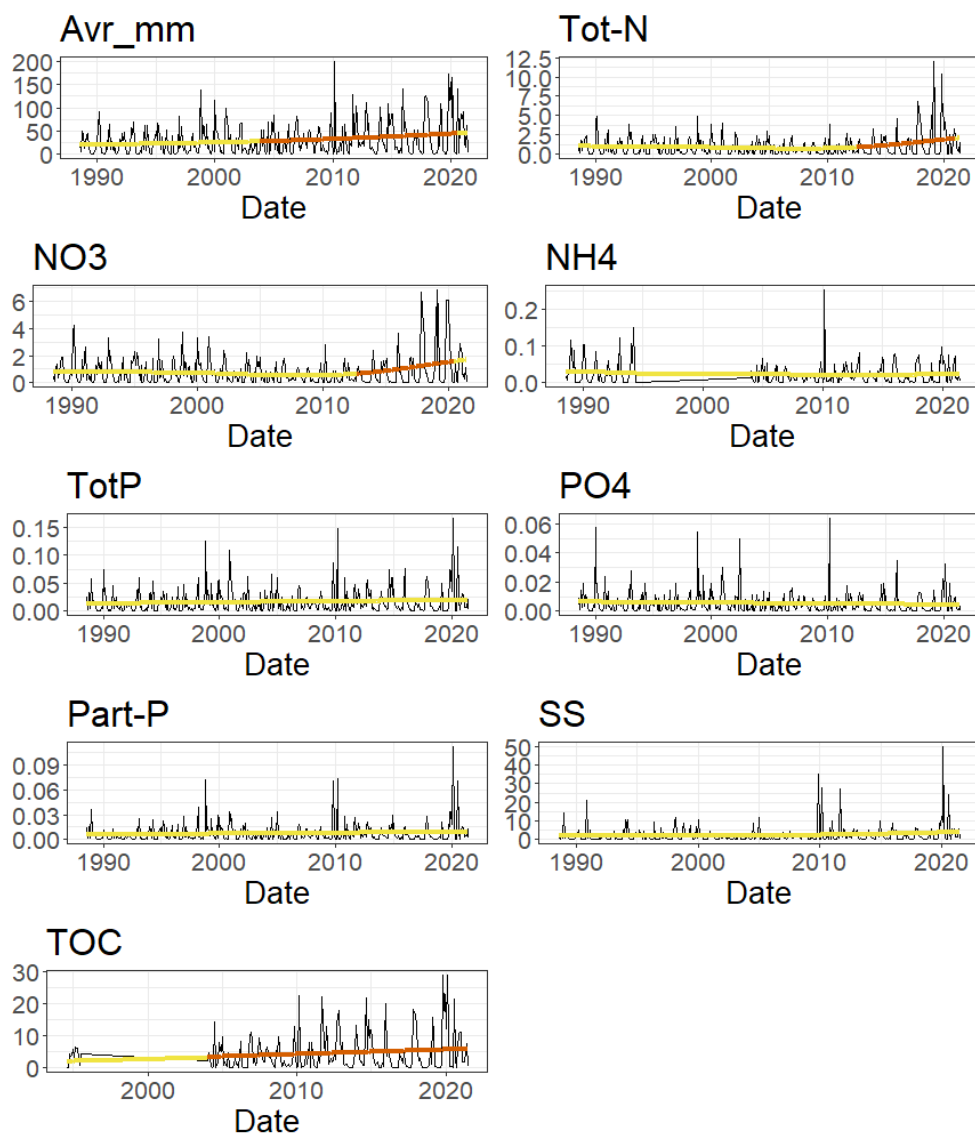
Figur 1. Statistisk trendanalys av pH, konduktivitet och alkalinitet samt koncentrationer av tot-N, NO₃-N, NH₄-N, tot-P, PO₄-P, part-P, suspenderat material och totalt organiskt kol (TOC) från område O14. Blå färg indikerar minskande trend, röd färg indikerar ökande trend och gul färg indikerar ingen trend.



Figur 2. Statistisk trendanalys av pH, konduktivitet och alkalinitet samt koncentrationer av tot-N, NO₃-N, NH₄-N, tot-P, PO₄-P, part-P, suspenderat material och totalt organiskt kol (TOC) från område O17. Blå färg indikerar minskande trend, röd färg indikerar ökande trend och gul färg indikerar ingen trend.



Figur 3. Statistisk trendanalys av avrinning samt transporter av tot-N, NO₃-N, NH₄-N, tot-P, PO₄-P, part-P, suspenderat material (SS) och totalt organiskt kol (TOC) från område O14. Blå färg indikerar minskande trend, röd färg indikerar ökande trend och gul färg indikerar ingen trend.

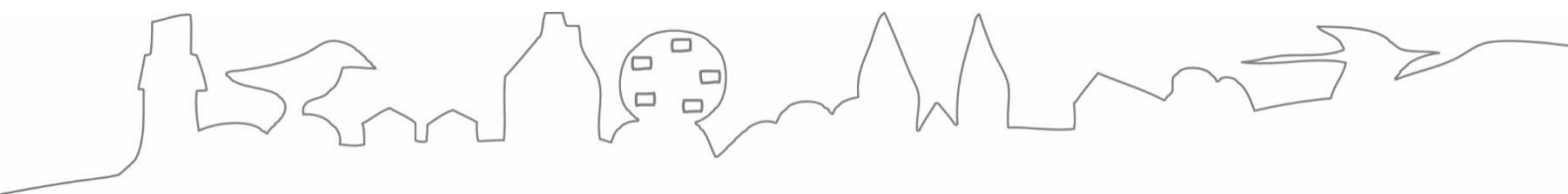


Figur 4. Statistisk trendanalys av avrinning samt transporter av tot-N, NO₃-N, NH₄-N, tot-P, PO₄-P, part-P, suspenderat material (SS) och totalt organiskt kol (TOC) från område O17. Blå färg indikerar minskande trend, röd färg indikerar ökande trend och gul färg indikerar ingen trend.

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



Länsstyrelsen
Västra Götaland