

## Värdering av möjligheterna att statistiskt klarlägga förändringar av fosforutlakningen från jordbruksmark

### **Bakgrund**

Jordbruksverket planerar att i utvalda typområden undersöka i vilken utsträckning utlakningen av fosfor från jordbruksmark till vatten kan minskas genom åtgärder inom jordbruket. Detta reser frågan hur stor minskningen måste vara och hur länge studien måste pågå för att man statistiskt ska kunna säkerställa att utlakningen förändrats. I denna rapport redovisas en inledande granskning av historiska data från två typområden: E23 (Skärkind) 756 ha samt U8 (Fiholm) 470 ha.

### **Historiska data**

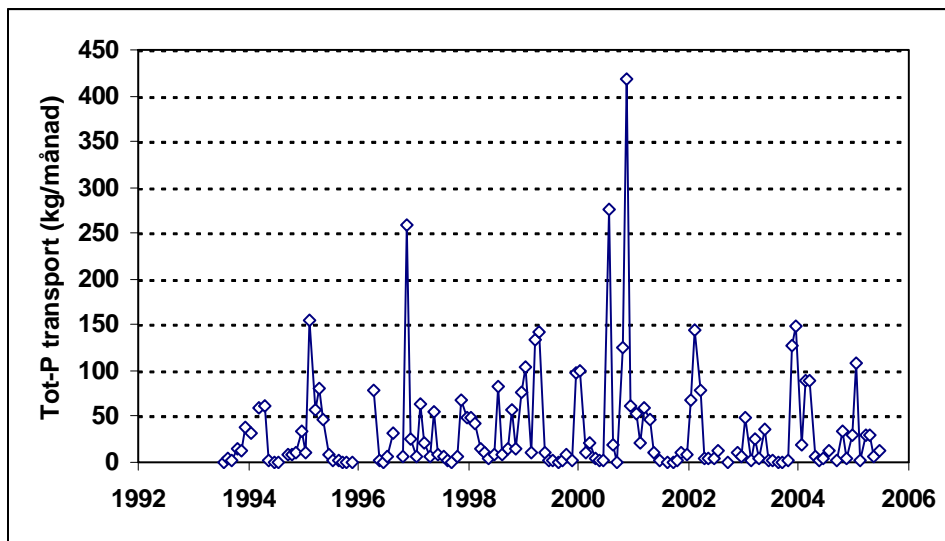
I typområde E23 (Skärkind) har vattenprover analyserats vid 416 tillfällen under tidsperioderna 1988-1995 och 2002-2005. Vattenföring har under större delen under dessa perioder mätts dagligen. I typområde U8 (Fiholm) har vattenprover analyserats vid 321 tillfällen under tidsperioden 1993-2005. Vattenföring har även inom detta område mätts dagligen under nästan hela perioden.

### **Statistisk metodik**

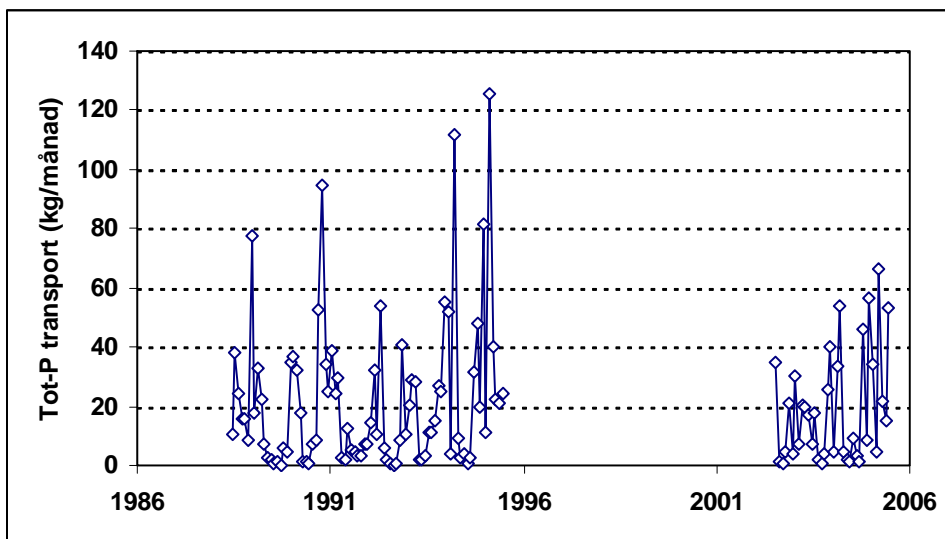
Erhållna data har analyserats med hjälp av traditionell beskrivande statistik (punktdiagram och tidsseriediagram) samt en nyutvecklade metod för samtidig flödesnormalisering och trendanalys av substanstransporter. Flödesnormaliseringen syftar till att reducera den meteorologiskt/hydrologiskt drivna variationen i data och därigenom tydliggöra hur åtgärder inom avrinningsområdet har påverkat fosfortransporterna. Närmare bestämt skapas flödesnormaliserade fosfortransporter genom att man för varje månad statistiskt försöker att uppskatta hur stor fosfortransporten skulle ha varit om avrinning varit normal för årstiden. Dessa flödesnormaliserade värden kan sedan analyseras med avseende på tidstrender. Vidare kan osäkerheten i de erhållna trendkurvorna beräknas med hjälp av s.k. bootstrapteknik. Metoden finns dokumenterad i en manual för datorprogrammet MULTITREND som kan laddas ner från forskningsprojektet ENGOs hemsida <http://www.mai.liu.se/engo/reports.html#soft>.

### **Samband mellan fosforutlakning och avrinning**

Den vattenburna exporten av fosfor från typområdena varierar mycket kraftigt med avrinningen. Detta är speciellt tydligt i typområde U8 (se Figur 1), men mellanårsvariationen är avsevärd även i typområde E23 (se Figur 2).

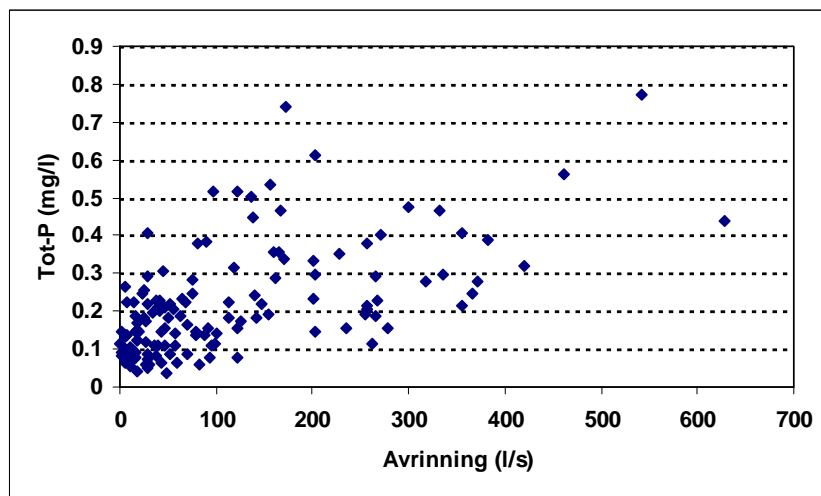


**Figur 1.** Månatlig vattenburen export av totalfosfor från typområde U8 (Fiholm).

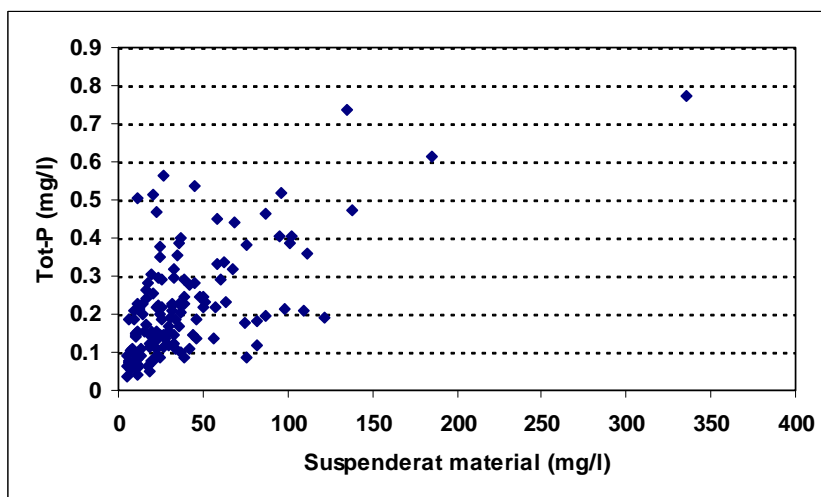


**Figur 2.** Månatlig vattenburen export av totalfosfor från typområde E23 (Skärkind).

En beskrivande statistisk analys av koncentrations- och avrinningsdata visar att de två typområdena skiljer sig avsevärt åt när det gäller mekanismerna bakom fosforutlakningen. I område U8 ökar koncentrationen av totalfosfor med vattenföringen (se Figur 3). I detta område finns även en tydlig korrelation mellan totalfosforhalt och mängd suspenderat material (se Figur 4). Exporten av fosfor tycks således vara starkt knuten till erosionsprocesser.

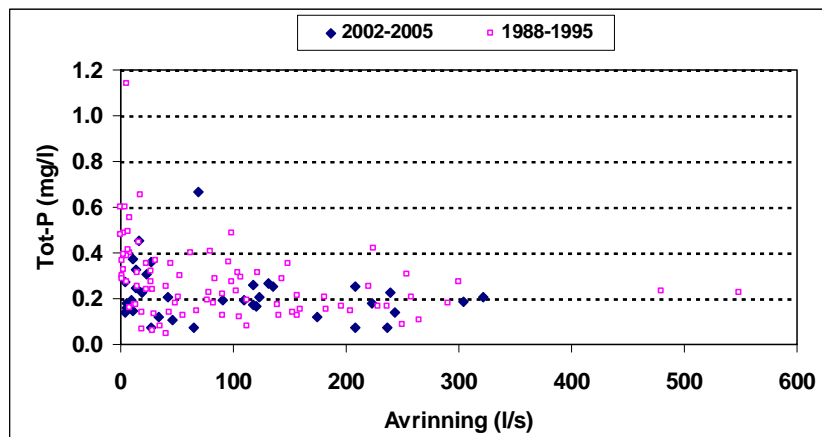


**Figur 3.** Punktdiagram för månatliga observationer av medelavrinning och flödesviktad koncentrationen av totalfosfor i typområde U8 (Fiholm).

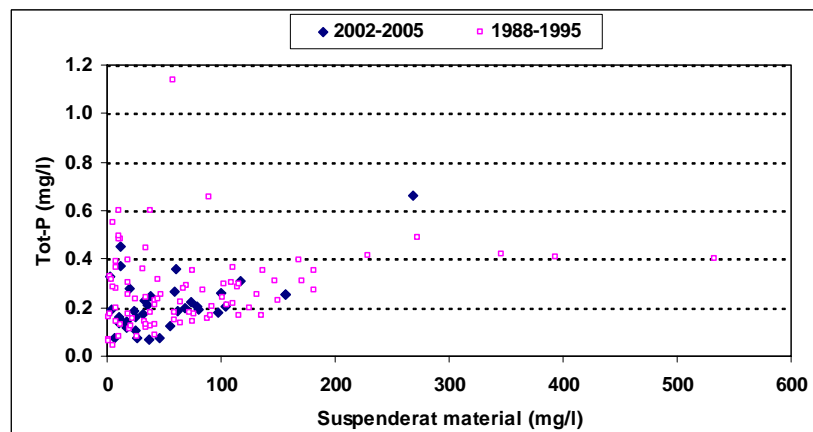


**Figur 4.** Punktdiagram för månatliga observationer av de flödesviktade koncentrationerna av suspenderat material och totalfosfor i avrinning från typområde U8 (Fiholm).

I typområde E23 (Skärkind) är sambanden mellan totalfosforkoncentrationen och avrinningen helt annorlunda (se Figur 5). Detta gäller i viss mån även sambandet mellan koncentrationen av totalfosfor och suspenderat material (se Figur 6). En närmare granskning av data visar att det i Skärkind förekommer anmärkningsvärt höga fosforkoncentrationer under perioder med låg vattenföring på sommaren. Sådana mönster i data brukar uppstå i områden som har betydande punktutsläpp. Vidare kan man konstatera att det främst är under den första mätperioden (1988-1995) som man sommartid observerat höga fosforhalter.



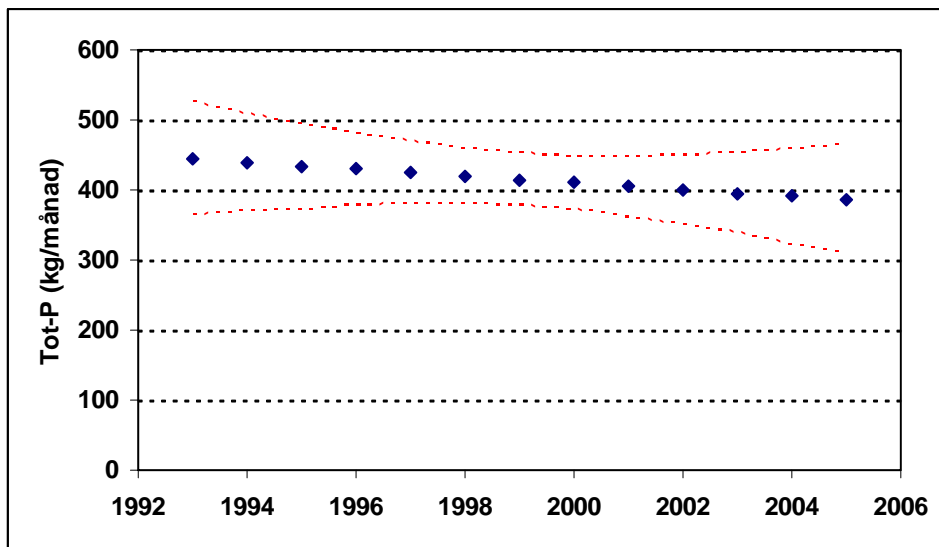
**Figur 5.** Punktdiagram för månatliga observationer av medelavrinning och flödesviktad koncentrationen av totalfosfor i typområde E23 (Skärkind).



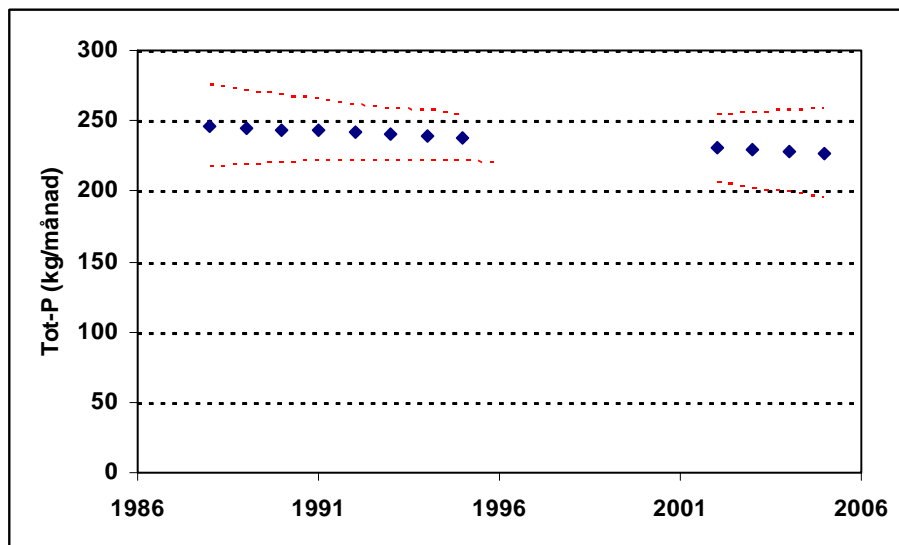
**Figur 6.** Punktdiagram för månatliga observationer av de flödesviktade koncentrationerna av suspenderat material och totalfosfor i avrinning från typområde E23 (Skärkind).

### **Trendanalyser**

Figur 7 visar att den skattade trendkurvan är nästan en rät linje och att förändringarna över tiden ligger inom den statistiska felmarginalen. Figur 8 visar att även i det andra typområdet blir den skattade trendkurvan nästan en rät linje och att förändringarna även där ligger inom den statistiska felmarginalen.



**Figur 7.** Trendanalys av flödesnormaliserade totalfosfortransporter i avrinningen från typområde U8 (Fiholm). Skattad trendkurva samt 95% konfidensintervall för värdena på denna kurva.



**Figur 8.** Trendanalys av flödesnormaliserade totalfosfortransporter i avrinningen från typområde E23 (Skärholm). Skattad trendkurva samt 95% konfidensintervall för värdena på denna kurva.

### **Osäkerhet i trendanalyserna**

Som framgår i figur 7 och 8 är osäkerheten i trendskattningen betydande. Detta gäller speciellt typområde U8, där osäkerheten i slutet av mätperioden är omkring  $\pm 20\%$ , medan den i typområde E23 är omkring  $\pm 15\%$ . Den något högre osäkerheten i typområde

Linköpings universitet  
Anders Grimvall  
2006-11-04

U8 beror på att exporten av fosfor från det området varierar mycket kraftigt med de meteorologiska/hydrologiska förhållandena.

I princip finns det fyra faktorer som påverkar osäkerheten i de ovan illustrerade trendanalyserna. Dessa är:

- 1) Osäkerheten i de empiriskt beräknade värdena för fosfortransport och avrinning;
- 2) Valet av metod för att normalisera bort den meteorologiskt/hydrologiskt drivna variationen i avrinning och fosfortransport;
- 3) Valet av statistisk metod för den avslutande trendanalysen;
- 4) Mätperiodens längd.

Den första osäkerhetsfaktorn är svår att bedöma. Eftersom de uppmätta fosforhalterna ligger långt över detektionsgränsen är osäkerheten i de kemiska analyserna troligen ganska liten. Däremot kan man inte utesluta att provtagning och provhantering påverkar resultaten eftersom en betydande del av fosfor är bunden till partiklar och det är förenat med vissa problem att ta representativa prover på partikulärt material. Om provtagningen inte är flödesproportionell tillkommer dessutom en viss osäkerhet vid beräkningen av månatliga och årliga transporter från observerade data.

Den meteorologiskt/hydrologiskt drivna variationen i avrinning och fosfortransport kan reduceras genom meteorologiska eller hydrologiska normaliseringar, t ex flödesnormaliseringar. Dock kvarstår även efter normaliseringen en avsevärd mellanårsvariation. Detta är huvudorsaken till att konfidensintervallen i figur 7 och 8 blir så breda. I denna rapport har programmet MULTITREND utnyttjats på ett ganska enkelt sätt. Det är möjligt att normaliseringen kan förbättras genom att man normaliserar koncentrationer istället för transporter, men en betydande osäkerhet kommer att kvarstå.

Valet av statistisk metod för den avslutande trenddetektionen kan också spela en betydande roll. Om man vet vid vilken tidpunkt en viss åtgärd genomförts, kan man öka styrkan i de statistiska testerna genom att byta ut trendanalysen mot en sk interventionanalys. Vidare kan man förbättra styrkan genom att sammanföra data från flera typområden.

Mätperiodens längd är självfallet också viktig. Det är betydligt lättare att upptäcka en interventionseffekt om mätprogrammet löper flera år efter interventionen. Ett minimikrav är att mätningarna fortgår åtminstone två år efter de vidtagna åtgärderna.

### **Slutsats**

En trendmässig minskning av fosfortransporten på ca 20% kan sannolikt säkerställas statistiskt om man: (i) sammanför data från flera områden, (ii) låter mätprogrammet fortgå åtminstone ett par år efter genomförda åtgärder; och (iii) gör en noggrann analys av insamlade data. Däremot är det tveksamt om det går att uttala sig om förändringar i enskilda typområden. Det kan även bli problem om vädret under den aktuella mätperioden avviker alltför kraftigt från genomsnittsförhållandena.

Linköpings universitet  
Anders Grimvall  
2006-11-04