

God skötsel av kantzoner för effektivare fosforretention (projekt nr H0970208)

Ararso Etana, Barbro Ulén, Gunnar Torstensson, Jan Lindström, Maria Blomberg

Syften och hypoteser

I detta projekt utvärderade vi hur effektiva den nu vanliga formen av skyddszoner är med att minska fosfortransporten i jämförelse med fält utan skyddszoner. Vi undersökte också om bortförel av växtmaterialet kunde förbättra infiltrationen och minimera risken för fosforanrikning, så att fosforretention i skyddszonerna optimeras både på kort och på lång sikt. Således syftade detta projekt till att testa optimala skötselmetoder för skyddszoner. Följande hypoteser testades:

- En skyddszon med gräs minskar fosfortransporten från ett fält jämfört med samma fält utan skyddszon
- Avslagning och bortförel av gräs minskar fosforanrikningen i skyddszonen
- Avslagning och bortförel av gräs ökar infiltrationen.

För att testa hypoteserna anlade vi ett fältexperiment där transporter av fosfor i löst och partikelbunden form kvantifierades både via ytavrinning från skyddszonen och via dräneringen i skyddszonen.

Bakgrund

För att minska utsläppen av växtnäring, bekämpningsmedel och suspenderat material från åkermark till vattendrag och sjöar anlägger man ofta skyddszoner med vallväxter längs vattendragen. Under slutet av den period då subventioner från det gamla landsbygdsprogrammet gällde överträffades det nationella målet att anlägga 5500 ha skyddszoner, baserat på den officiella statistiken (www.scb.se). Åtgärden anses som en viktig del i många åtgärdsprogram för att minska fosfortransporten till vattendragen, men effekten beräknas rent teoretiskt eftersom det nästan helt saknas erfarenheter från svenska försök. Studier i UK och Skottland har visat att fosfor kan ansamlas i skyddszonen för att i samband med kraftig avrinning föras ut i vattendragen (Stutter et al., 2009). En norsk studie har dessutom visat att en stor andel av finkorniga lerpartiklar passerade igenom skyddszonen jämfört med större partiklar (Syversen & Borch, 2005). De flesta studier i nordn angående skyddszonernas effektivitet mot fosforerosion har behandlat enbart ytavrinning (t.ex. Syversen & Borch, 2005; Uusi-Kämppe & Jauhiainen, 2010). Anledningen att man har fokuserat på ytavrinningen är att dominerand åkermarker t.ex. i Norge ligger i kuperade markområden där erosion är ett stort problem. Då åkern är plan eller har svag lutning som i de mellansvenska slättmarksområdena kan näringsförlusten i markprofilen vara lika viktig.

Material och metoder

Fältförsöket är beläggat i Krusenberg, söder om Uppsala. Jorden på försöksplatsen (tabell 1) är en mellanlera med hög andel mo (Ler =32,3 %, mjäla=18,9 %, mo =47,6 %, sand =1,2 %). Lutningen är måttlig och jämn. Förrådsfosfor (P-HCl) var 70,9 mg/L (klass IV) och pH var vid försökets början 6,4. I försöket ingick tre led med fyra upprepningar:

A) försöksrutor utan skyddszon, dvs. bearbetad mark på samma sätt som uppströms åkern (referens)

B) försöksrutor med permanent gräsvall som skyddszon

C) försöksrutor med gräsvall, vilken skördades en gång per år.

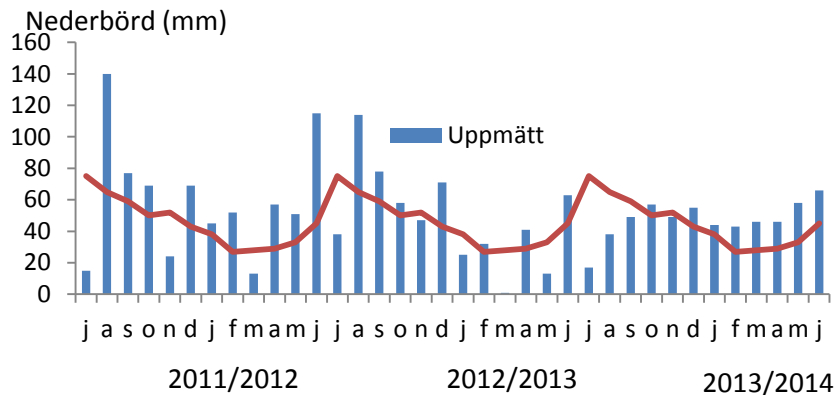
Försöket utfördes som randomiserat blockförsök med rutstorleken 6 m lång och 7 m bred. Varje försöksruta avgränsades av byggplast från 0,25 till 1 m's djup för att inget vatten ska kunna passera till närliggande ruta. Dräneringsledningarna i försöksrutor är sex m långa och ligger på 90 cm's djup. Dränerings- och ytvatten leddes till mätstation. Insamling av ytvatten sker med rännor för varje ruta till små brunnar för att sedan ledas till mätstationen. För att begränsa inströmning av vatten utifrån försöksfältet installerades en stamledning på övre kanten av uppströmsfält. Försöket utlades år 2010 och utvärderingen påbörjades ett år senare. Gräsvallen hade då etablerats väl.

Vattenflödet registrerades med vippkärl samtidigt som flödesproportionell prover samlades automatiskt för att bestämma sedimentkoncentrationen (mätt som turbiditet) och koncentrationerna av partikulär och löst reaktivt fosfor. Sedimentkoncentrationen i avrunnet vatten mättes två gånger i samma prov. Första mätningen (turb1) gjordes för att uppskatta den totala sedimentkoncentrationen direkt efter skakning av markvätskan. Andra mätningen av turbiditeten (turb2) gjordes efter det att partiklar och mikroaggregat som var större än lerpartiklar hade sedimenterat, enligt Stoks lag. Vegetationens ovanjordiska biomassa skördades en gång per år i slutet av augusti och dess innehåll av fosfor, kol och kväve bestämdes. Jordens vattenhållande förmåga och mättad hydraulisk konduktivitet bestämdes rutvis.

Resultat

Nederbörd och avrinning

Samtliga tre undersökningsår (2011/2012, 2012/2013 och 2013/2014) var nederbördsrika med mer nederbörd än 544 mm år^{-1} (normalvärde från perioden 1961-1990). Framför allt var nederbörden riklig under sommarmånaderna augusti 2011, juni 2012 och augusti 2012 (Figur 1). Vid dessa tillfällen uppmättes dock bara en mycket liten avrinning från dräneringsledningarna som kan bero på att vattnet rann förbi dräneringsledningarna genom makroporer. Vintrarna var relativt varma och därför var det bara mycket måttlig ackumulation av snö. Vinter 2012/2013 var dessutom ovanligt nederbördsfattig. Totalt var därför ytvattenavrinningen liten (Tabell 2) och mätbar mängd förekom endast 2 gånger (en i slutet av februari 2012, och en annan i slutet av januari 2013). I led med gräsvall och grässvall (skördad) var ytavrinningen 40 % respektive 32 % av den i kontrollled. Motsvarande siffror för dräneringsvatten var 112 % och 116 %.



Figur 1. Månadsnederbörd i Uppsala med normalnederbörd (medelvärde 1961-1990).

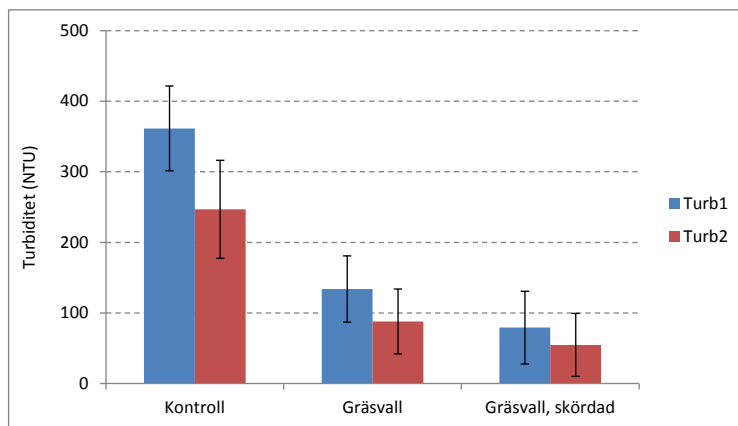


Figur 2. En bild av fältförsöket vid snösmältning på våren.

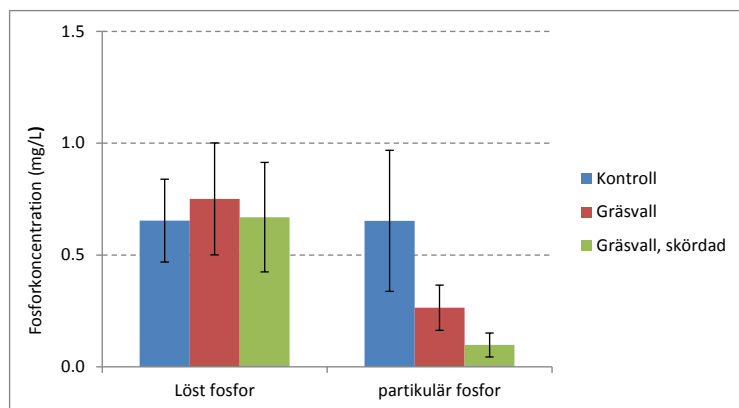
Både kraftiga regn och snösmältning har förekommit under andra tider men ytavrinning uteblev tack vare markens höga vattengenomsläpplighet (tabell 1) och att lutningen var måttlig (< 2 %). Snösmältningen var långsammare i gräsvallen än i bar mark (Figur 2). Avrinning via dräneringsledningarna förekom både efter regn och återkommande snösmältning. Vatten från uppströmsområdet, särskilt då grundvattennivån varit hög, har med stor sannolikhet bidragit till mängden avrunnit markvatten via ledningarna. Detta kan också förklara varför utflödet via ledningarna var ibland större än nederbörden.

Jord- och fosforförluster med ytavrinning

I figur 3 och 4 redovisas turbiditet respektive fosforkoncentration i eroderat material vid snösmältning. Turbiditeten dvs. grumligheten indikerar koncentration av sediment i vattenproverna varav Turb1 indikerar total sedimentkoncentration i markvätskan medan Turb2 visar koncentrationen av lerpartiklar. Gräsvall reducerade sedimentförluster med 64 % jämfört med kontrolden. Reduktionen blev ännu större om gräset fördes bort. Anledningen till att ledet med bortförsl av växtmaterialet fungerade bättre kan vara dess stora vattengenomsläpplighet (tabell 1) och jämn infiltration. Fosforkoncentrationen i partikulär form följde samma mönster som turbiditeten i ytavrinnande vatten men detta gällde inte för löst reaktiv fosfor (figur 4). I överlag var andelen löst reaktiv fosfor stor i förhållande till totalfosfor och ledet med gräsvall uppvisade litet större förlust än andra leden. Detta kan bero på att förmultnade vegetation brukar släpa ifrån sig löst reaktiv fosfor, speciellt vid upprepad tining och frysning (t ex. Elliott, 2013).



Figur 3. Turbiditet (grumlighet) av ytvatten (medeltal för två avrinningstillfällen).

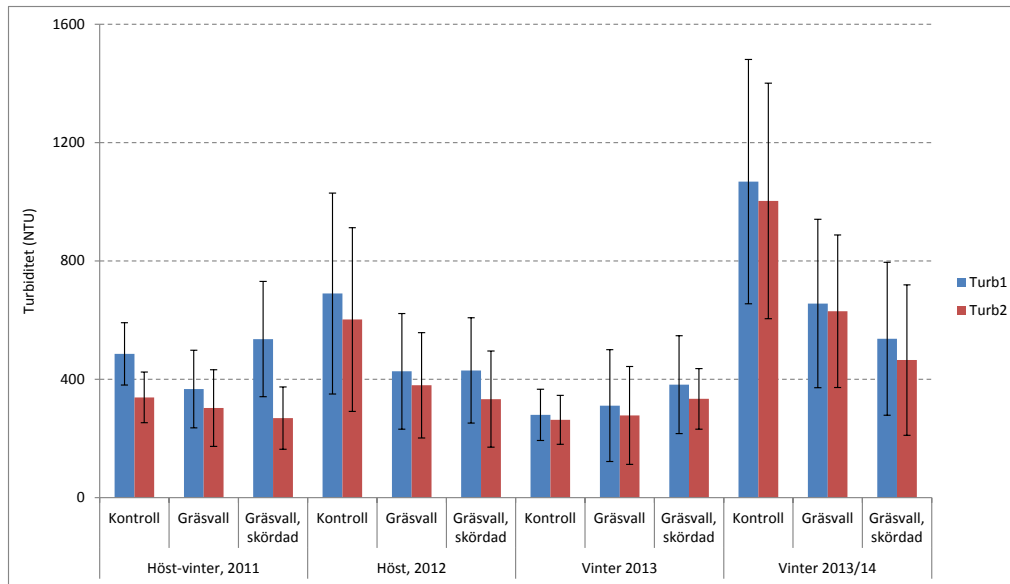


Figur 4. Fosforkoncentration i ytavrinning (medeltal för två avrinningstillfällen).

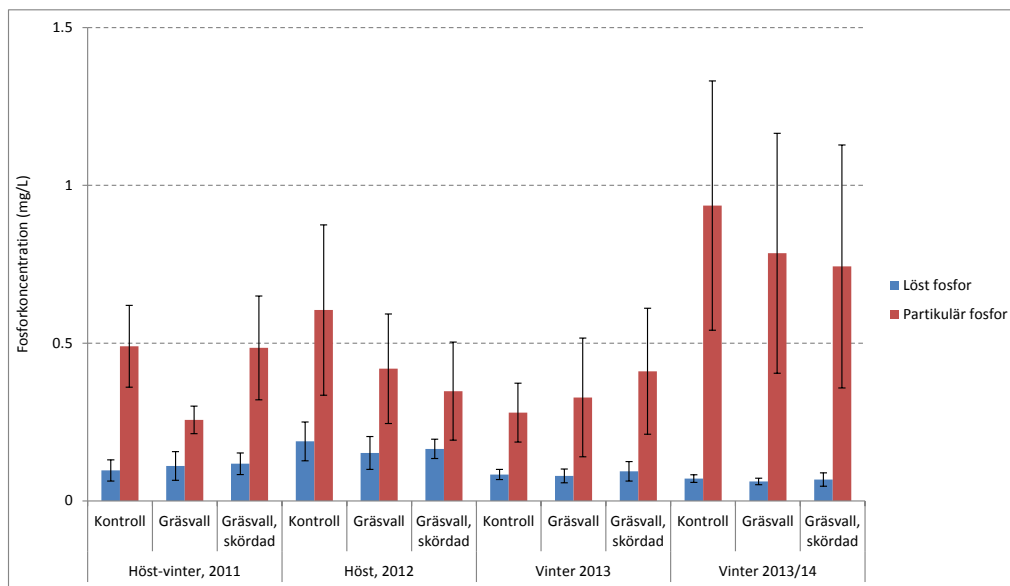
Förlust av jord och fosfor med dräneringsvatten

Turbiditet och fosforkoncentration i dräneringsvatten redovisas i figur 5 respektive figur 6. I genomsnitt urlakades mer jordmaterial via dräneringsledningarna än via ytavrinning. Avrinning via dräneringsledningarna förekom både efter regn och återkommande snösmältning. Kvoten mellan lerturbiditeten (turb2) och den totala turbiditeten (turb1) i genomsnitt för ytavrinning och dräneringsvatten var 0,68 respektive 0,83. Det visar att med ytavrinning följde jordaggregat av olika storlek medan mest lerpartiklar bortfördes med dräneringsvatten. En stor del av jord- och fosforutlakning under studieperioden skedde vid några få episoder. Vid två episoder (en gång år 2012 och en gång 2014) var turbiditeten och fosforkoncentrationen i dräneringsvatten från plöjd mark mer dubbel så stora som de från andra tidpunkter i samma led.

Gräsvall reducerade förlusten av partikulär och löst reaktiv fosfor jämfört med kontrollledet med 36 % respektive 29 %. Motsvarande siffror för ledet med gräsbortförel var 21 % respektive 12 %. Korrelation mellan turbiditeten och partikulärt bunden fosfor redovisas i figur 7. Prover från kontroll och gräsvall uppvisade en hög korrelation (korrelationskoefficient, $R^2 = 0,89$) medan de från ledet med gräsbortförel hade litet lägre korrelation (R^2 för turb1=0,81 och för turb2=0,73).



Figur 5. Turbiditet (grumlighet) i dräneringsvatten underperioden 2011-2014.



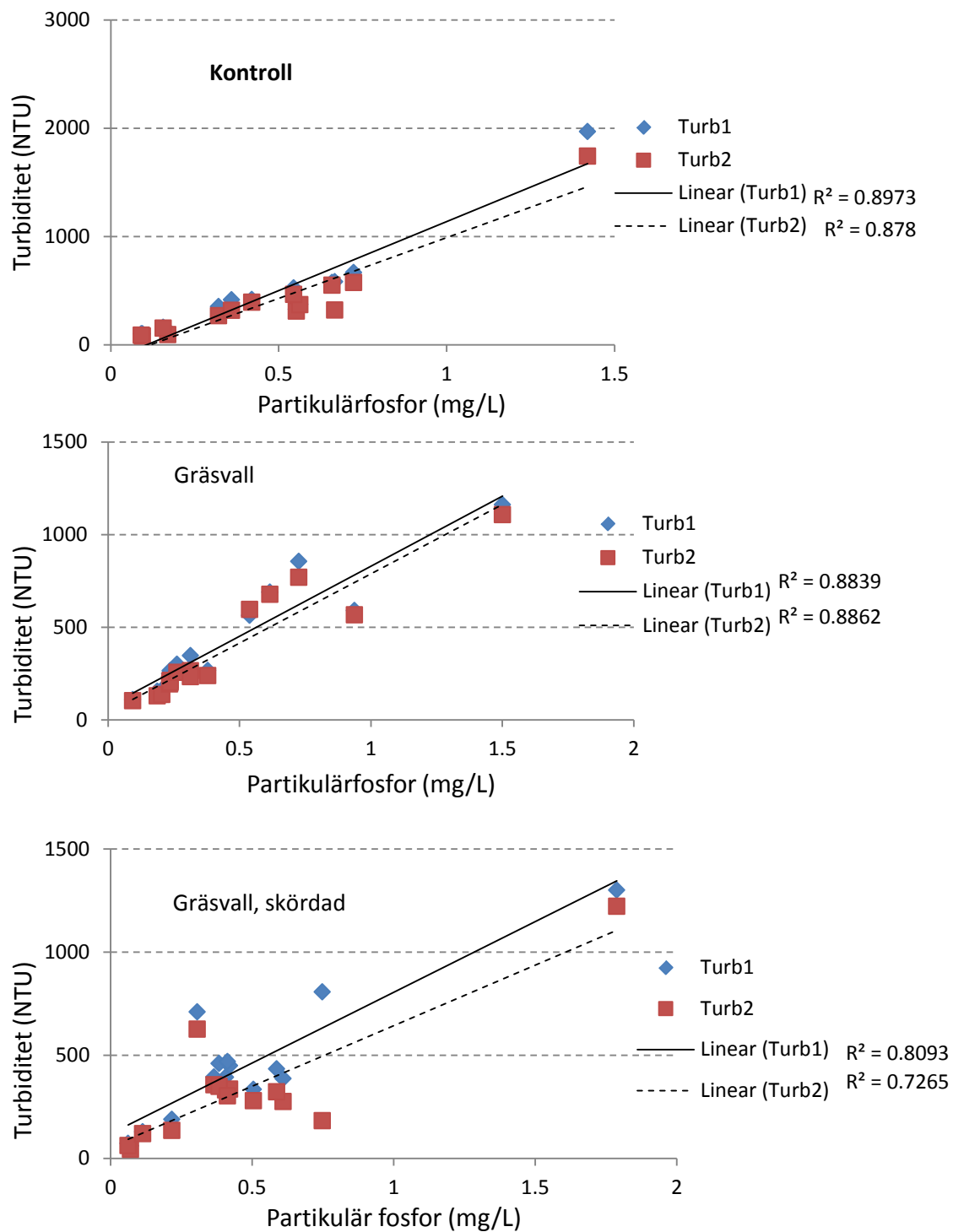
Figur 6. Fosforkoncentration i dräneringsvatten under perioden 2011-2014.

Tabell 1. PH, fosfor och kol vid start av försöket samt vattengenomsläpplighet uppmätt 2014

Parameter	Kontroll	Gräsvall	Gräsvall med bortförel
Vattengenomsläpplighet (cm/tim)	16,8	35,3	86,7
Värde			
pH	6,4		
P-HCl (mg/100g)	70,9 (IV)		
P-AL(mg/100g)	7,4 (III)		
Total kol (%)	1,3		
C/N	11.6		

Tabell 2. Total avrinning (mm) och Fosforförluster (kg/ha) uppmätt i ytvatten och i dräneringsledningarna under perioden 2011 – 2014

Behandling	Avrinning (mm)	Totalfosfor	Partikulär fosfor	Fosfatfosfor
<u>Med ytavrinning</u>				
Kontroll	27	0,160	0,07	0,066
Gräsvall	11	0,005	0,009	0,002
Gräsvall, skördad	9	0,006	0,009	0,001
<u>Via dräneringsledning</u>				
Kontroll	621	1,556	1,304	0,238
Gräsvall	697	1,015	0,834	0,170
Gräsvall, skördad	719	1,248	1,031	0,209



Figur 7. Korrelation mellan partikulär fosfor och turbiditet (grumlighet).

Diskussion

Generellt betraktas en hög vattenledningsförmåga hos åkerjordar som en god egenskap för att minimera riskerna för yterrosion och förorening av vattendrag. Topografin spelar också en stor roll när det gäller yttransport av näringsämnen från åkermark eftersom en stor lutning innebär en snabbare avrinning och en planare mark innebär större möjligheter för vattnet att infiltrera. Vår försöksmark har måttlig lutning som är typisk för mellansvenska slättmarksområden. Jordens vattengenomsläpplighetsförmåga var dessutom hög (tabell 1). Därför förekom yterrosion mycket sällan trots att det har förekommit åtskilliga perioder med hög och intensiva nederbörd. Stora fosforutlakning via dräneringsledningar förekom ofta under höst-vår period med få episoder som svarade för en stor del av utlakningen. Vid de tillfällen då det förekom ytavrinning har skyddszonerna gjort nytta genom att de har reducerat koncentrationerna av partikulär fosfor men inte den mest eutrofierande fosforformen (löst reaktiv fosfor). En finsk studie visade att gräsvall som skyddszon kan öka utlakningen av löst reaktiv fosfor (Uusi-Kämpä & Jauhiainen, 2010).

Försöket visade att skyddszon med gräs reducerade jord- och fosforförluster med dräneringsvatten men i mindre utsträckning jämfört med i ytavrinning. Anläggning av skyddszoner är därför viktig mot yterrosion då marken har en stor lutning och/eller en dålig infiltrationsförmåga. På åkrar med svag lutning och med god infiltrationsförmåga behövs det andra kompletterande åtgärder inte minst för att minska förlusterna av den lösta reaktiva fosfor.

Slutsatser

- Skyddszonen med gräs minskade mängden ytavrinnande vatten och fosfortransporten både med ytavrinning och dränering från ett fält jämfört med samma fält utan skyddszon.
- Avslagning och bortförsel av gräs var mindre effektiv jämfört med permanent vall för att reducera förlusterna av både partikulär och löst reaktiv fosfor med dräneringsvatten. Därför kommer vi att fortsätta forskningen några år till för att avgöra om fosfor ackumuleras i skyddszonerna och om bortförsel av gräset är fördelaktigare än permanent vall.

Referenser

Elliott, J. 2013. Evaluating the potential contribution of vegetation as a nutrient source in snowmelt runoff. *Can. J. Soil. Sci.* , 93: 435-443.

Syversen, N. & Borch, H. 2005. Retention of soil fractions and phosphorus in cold-climate buffer zones. *Eco. Eng.*, 25 (382-394).

Uusi-Kämpä, J & Jauhiainen, L. 2010. Long-term monitoring of buffer zone efficiency under different cultivation techniques in boreal conditions. *Agriculture, ecosystems and environment*, 137: 75-85.