

# Potential hos våtmarker anlagda för fosfor- och kväveretention i jordbrukslandskapet: analys och tolkning av mätresultat

Stefan Weisner, redovisning av projekt, februari 2012

## *Bakgrund*

Övergödning har pekats ut som ett viktigt område att åtgärda för att förbättra tillståndet för Östersjön och Västerhavet. Ett sätt att minska tillförsel av näringsämnen från jordbruket till det kustnära havet är att anlägga våtmarker. Den utvärdering som Våtmarkscentrum genomfört åt Jordbruksverket 2009/2010 (Jordbruksverket Rapport 2010:21) visar att våtmarksanläggning kan vara en mycket kostnadseffektiv åtgärd avseende växtnäringsretention. Beräknade kostnader står sig mycket väl i jämförelse med andra åtgärder i jordbruket. Våtmarker är dessutom multifunktionella ekosystem som erbjuder ett flertal ekosystemtjänster utöver växtnäringsretention såsom biologisk mångfald, vattenmagasiner, landskapsförsköning och eventuellt möjlighet att producera bioenergi. Dock pekar utvärderingen på ett starkt behov av fler mätningar och studier för att reducera den förhållandevis stora osäkerheten i modellberäkningarna av näringsretentionseffekter. De utvärderingar som hittills gjorts avseende effekter på näringstransporter av anläggning av våtmarker i jordbrukslandskapet i Sverige har baserats på modellberäkningar som i sin tur byggt på mycket begränsade mätningar i faktiska våtmarker. Att modellera retentionseffekter av anläggning av våtmarker i jordbrukslandskapet kommer därmed för närvarande att baseras på osäkra kunskaper om hur dessa våtmarker fungerar och hur olika parametrar påverkar retentionsförmågan hos olika våtmarker. Vi behöver veta mera om hur olika våtmarker med olika utformning eller vegetationssammansättning fungerar med avseende på växtnäringsretention. Denna kunskap behövs även för att kunna anlägga effektivare våtmarker i framtiden. Följaktligen är det av största vikt att vi får fram bättre data avseende variationen i avskiljning av näringsämnen mellan olika våtmarker och hur denna variation beror av skillnader i utformning och vegetationssammansättning.

När det gäller kvävet har tidigare visats att hög kvävebelastning ger hög kväveretention, förutsatt att kvävet är i form av nitrat, som det till stor del är i jordbruksmark. Detta samband kan förklaras av att kvävet till stor del bortförs genom bakteriell denitrifikation. Kväveretentionen i våtmarker uppvisar dock även en variation som är oberoende av belastning. Variationen kan bero på våtmarkernas utformning. Våtmarkers morfologi och växtsammansättning är exempel på parametrar som påverkar kväveretentionen. Det är dock oklart hur olika parametrar samverkar och vilka som har så stor betydelse att de bör ha inflytande över utformningen av kostnadseffektiva våtmarker.

Variationen i fosforretention mellan våtmarker är också stor och här tycks inte finnas ett tydligt samband mellan belastning och effektivitet. Det har stor betydelse för retentionsprocesserna om fosfor tillförs från våtmarkens tillrinningsområde som partikelbundet fosfor eller som fosfat. Fosforretentionen sker uteslutande genom fastläggning (t.ex. sedimentation och växtupptag) i våtmarken och det är därför rimligt att förvänta sig att våtmarker efter ett antal år uppnår en "mättad" som motverkar retentionen. Bibehållen retentionsförmåga kommer då att kräva någon

form av skötsel. Samtidigt finns studier som indikerar att vegetation i våtmarker kan förbättra fastläggningen av partikulärt fosfor vilket talar för att vegetationen inte bör rensas bort.

Beräkningar av näringsretentionseffekter på landskapsnivå av anläggning av våtmarker görs utifrån modeller, vilket är nödvändigt eftersom totalundersökningar i fält i praktiken inte är genomförbara. Modellerna som använts för beräkning av näringsretention i jordbruksvåtmarker bygger dock på och är beroende av mycket begränsade data. Detta innebär att hittillsvarande utvärderingar av effekten av anläggning av våtmarker i jordbrukslandskapet i Sverige inte ger en upplösning som möjliggör en bedömning av hur enskilda våtmarkers utformning och skötsel bör optimeras eller vilka miljöeffekter en sådan optimering i stor skala skulle ge. För att kunna fatta välgrundade beslut avseende vattenvårdsåtgärder i jordbrukslandskapet och utforma tydligare riktlinjer finns det därför behov av ökad kunskap om hur olika faktorer påverkar näringsretention i anlagda våtmarker. Fler och bättre analyser av mätningar i våtmarker bör leda fram till ökad kunskap om de faktorer som har betydelse för en effektiv näringsretention i anlagda våtmarker i jordbrukslandskapet.

### *Syfte*

Syftet med detta projekt är att ge en faktagrund för förståelse av anlagda våtmarkers potential (möjligheter och begränsningar) som åtgärd i jordbrukslandskapet för näringsretention. Resultatet kan ligga till grund för utformning av kriterier för planering och bedömning av enskilda våtmarksprojekt, såväl som för framtida beslut på regional och nationell nivå avseende vattenvårdsåtgärder i jordbrukslandskapet i Sverige.

### *Metoder*

Våtmarkscentrum genomförde under 2003-2006 automatisk flödesproportionell provtagning i tre jordbruksvåtmarker i Halland som utvalts för att representera högbelastade våtmarker anlagda i första hand med tanke på näringsretention. Den ena våtmarken ligger i Halmstads kommun vid Lilla Böslid och anlades redan i början av 1990-talet. Den har en vattenyta på 0,4 ha och en å som mottar avrinningen från ca 600 ha jordbruksmark rinner genom våtmarken. De två andra våtmarkerna anlades år 2000 vid Edenberga respektive år 2002 vid Bölarp, båda i Laholms kommun. De har en vattenyta på 0,22 respektive 0,28 ha och mottar dräneringsvatten från ca 60 respektive ca 200 ha jordbruksmark. Provtagningen i dessa våtmarker byggde på att vattenprovtagare vid in- och utflöde styrdes av flödesmätare vid utflödet. Provtagningsvatten uppsamlades i behållare vid respektive provtagare. Vatten från dessa behållare insamlades för analys av fosfor- och kvävehalter med omkring en veckas intervall. I samband med detta togs även stickprov för fosfor- och kväveanalys vid in- och utflöde. Sammantaget vattenflöde under varje period erhöles från flödesmätare och flöde loggades även kontinuerligt och vid insamlingstillfällena noterades momentanflöde. Data har analyserats och utvärderats inom detta projekt.

För att få en bild av retention av fosfor och kväve i ett större antal våtmarker har strategisk provtagning gjorts i 14 våtmarker i jordbrukslandskapet i Halland. Detta innebär att in- och utflödande mängder av näringsämnen har uppmätts i varje våtmark vid olika avgränsade perioder under två år (2005-2006), istället för som traditionellt med specifika tidsintervall (eller med

automatiska provtagare vilket inte är realistiskt för ett så stort antal våtmarker). Vid de utvalda perioderna togs under en begränsad tid upprepade stickprov på in- och utflödande koncentrationer, samtidigt som vattenföring mättes, för att utvärdera fluktuationer i koncentrationer.

Provtagningsperioder fördelades under året för att täcka in olika vattenflöden, men även för att täcka in olika säsonger. Våtmarkerna vid Edenberga respektive Bölarp som det gjorts automatisk flödesproportionell provtagning i enligt ovan ingår bland dessa 14 våtmarker (våtmark 157 respektive 152 i Appendix). Förutom nämnda mätningar gjordes även mätningar av yta, djup och växtbiomassa (finns redovisat i avhandling av Geraldine Thiere 2009). Dessutom skattades våtmarkernas hydrauliska effektivitet från våtmarkernas form och placering av in- och utflöde. Avrinningsområde för tillrinnande vatten har karakteriserats. Data har analyserats och utvärderats inom detta projekt.

I två av de våtmarker där det utfördes automatisk flödesproportionell provtagning 2003-2006 har det gjorts kompletterande provtagningar under 2009/2010. Dessutom genomfördes under 2011 kompletterande mätningar i en av de våtmarker där strategisk provtagning gjordes under 2005-2006. Dessa data har utvärderats inom detta projekt och det visade sig meningsfullt att jämföra data (baserat på stickprov) för kväveretention i våtmarken vid Edenberga mellan motsvarande perioder (juni – november) 2004 respektive 2010 för att få en bild av hur retentionsförmågan kan förändras med tiden i anlagda våtmarker.

### *Resultat och diskussion*

I samtliga våtmarker för vilka resultat avseende kväve och fosfor redovisas här har kväve analyserats både som Total-N och NO<sub>3</sub>-N och fosfor har analyserats både som Total-P och PO<sub>4</sub>-P. Kvävet utgörs till största delen i samtliga våtmarker av NO<sub>3</sub>-N och därför kan den huvudsakliga retentionsmekanismen anses var denitrifikation. Vad gäller fosfor så utgör PO<sub>4</sub>-P generellt endast en mindre del av Total-P och sedimentation av partikulärt fosfor är troligen den främsta retentionsmekanismen för fosfor i de undersökta våtmarkerna. Här efter redovisas endast belastning och retention av kväve och fosfor vilket alltså motsvarar Total-N respektive Total-P.

Våtmarken vid Lilla Böslid är mycket högbelastad och uppvisade en kväveretention på totalt ca 3000 kg N per ha vattenyta under de tre år som mätningar gjordes vilket motsvarar ca 1000 kg N per ha vattenyta och år (Fig. 1). Vid ett par provtagningsintervall erhöles enligt mätningarna en orimligt hög negativ kväveretention på grund av att mycket små skillnader mellan in- och utflöde i uppmätt koncentration gav ett stort genomslag på beräknad retention på grund av extremt högt vattenflöde. Dessa tillfällen har korrigerats genom att anta att koncentrationen var samma i in- och utflöde. En hög kväveretention skedde särskilt under 2004 då kvävebelastningen var hög sommartid. Fosforretentionen var mera variabel och var hög i samband med vissa högflödesperioder med hög fosforbelastning (Fig. 2). Retentionen uppgick enligt mätningarna till 190 kg P per ha vattenyta under treårsperioden, motsvarande drygt 60 kg P per ha och år. En analys av data visar dock att fosforretentionen kan ha kraftigt underskattats på grund av att den flödesproportionella provtagningen vid inflödet baseras på flödesmätning vid utflödet (tidsproportionell provtagning skulle troligen ge ännu större fel). Detta kan ha underskattat mängden fosfor som tillfördes våtmarken med ca 20% vilket skulle innebära att fosforretentionen under de tre åren var ca 700 kg P per ha, motsvarande drygt 200 kg P per ha och år.

Våtmarken vid Bölarp har något lägre kvävebelastning per ha vattenyta än våtmarken vid Lilla Böslid men uppvisar ändå en kväveretention på 2000 kg N per ha under tvåårsperioden, motsvarande 1000 kg N per ha och år (Fig. 3). Fosforretentionen är även här mera variabel än kväveretentionen och analyserna har korrigerats för att tidsproportionell provtagning gjorts i inflödet under den senare delen av provtagningsperioden då signal från flödesmätare inte gått fram till provtagaren i inflödet. Fosforretentionen var även i denna våtmark hög i samband med vissa högflödesperioder med hög fosforbelastning (Fig. 4). Retentionen uppgick enligt mätningarna till drygt 60 kg P per ha vattenyta under tvåårsperioden, motsvarande drygt 30 kg P per ha och år. Liksom för våtmarken vid Lilla Böslid kan fosforretentionen i våtmarken vid Bölarp ha underskattats på grund av att flödesmätning skett endast vid utflödet.

Våtmarken vid Edenberga har väsentligt lägre kvävebelastning per ha vattenyta än föregående våtmarker. Mätningar gjordes under 1,5 år och innefattar en sommarperiod (då kväveretentionen är högst på grund av att den sker genom en biologisk process) och uppvisade en kväveretention på drygt 600 kg N per ha och år både under de första 12 månaderna och under de sista tolv månaderna (Fig. 5). Även fosforbelastningen var betydligt lägre i denna våtmark än i föregående men fosforretentionen är även här mera variabel än kväveretentionen och var hög i samband med vissa högflödesperioder med förhöjd fosforbelastning (Fig. 6). Retentionen uppgick enligt mätningarna till knappt 18 kg P per ha vattenyta under perioden, motsvarande 12 kg P per ha och år. Risken för att fosforretentionen i våtmarken vid Edenberga ska ha underskattats väsentligt på grund av att flödesmätning skett endast vid utflödet är liten på grund av lägre belastning och högre relativ retention än i föregående våtmarker.

En jämförelse av kväveretention och kvävebelastning i våtmarken vid Edenberga mellan motsvarande perioder 2004 respektive 2010 visar att kväveretentionen var högre 2010 trots att belastningen var lägre (Fig. 7). Detta tyder på att kväveretentionsförmågan har ökat med tiden i denna våtmark vilket kan förklaras med att ökad vegetation är gynnsamt för kväveretentionen genom att den tillför organiskt kol till denitrifikationen och även skapar substratytor för denitrifikationsbakterierna. Eftersom de flesta mätningar av kväveretention i anlagda våtmarker har gjorts i relativt nyanlagda våtmarker är det risk att kväveretentionen underskattas i modeller som bygger på dessa mätningar.

Analys av resultaten från den strategiska stickprovtagningen i 14 våtmarker visade att både kväve- och fosforretention generellt är högre i våtmarker med högre belastning (Fig. 8 och 9 samt Appendix). Kväveretention uppvisar en avtagande ökning med ökad retention (Fig. 8) vilket kan förklaras med att kväveretentionen sker genom en biologisk process (denitrifikation) som begränsas av tillgången på organiskt material. Fosforretentionen uppvisar inte motsvarande avtagande kurva (Fig. 9) vilket kan förklaras av att det är en fysisk process som sker i proportion till tillgången på fosfor. Några våtmarker faller utanför det generella mönstret och har markerats med annan färg i figurerna. För kväve gäller detta tre våtmarker som inte når upp till den kväveretention som kan förväntas av relationen till belastning (Fig. 8). Dessa är våtmark 132 och 163 (enskilda våtmarker redovisas i Appendix) vilka båda hade mycket låg växtbiomassa vilket begränsar tillgången på organiskt kol och substratytor till denitrifikationen. Den tredje våtmarken är våtmark 141 som särskiljer sig genom stora variationer i flöde, extremt hög hydraulisk belastning vid högflöden, samt låg hydraulisk effektivitet (se Appendix). Våtmark 141 är den våtmark som särskiljer sig också negativt avseende fosforretention (Fig. 9). Däremot finns två våtmarker som särskiljer sig genom en påfallande hög fosforretention motsvarande ca 100 kg P per ha och år (Fig. 9). Detta är våtmark 184

som förefaller vara placerad i en "hot-spot" i landskapet med höga fosforhalter i tillrinnande vatten (se Appendix). Den andra våtmarken med påfallande hög fosforretention är våtmark 156 (se Appendix) som kombinerar relativt hög fosforbelastning med högt medeldjup som ökar omsättningstiden och därmed tiden för sedimentation.

### *Slutsatser*

Variationen är stor både avseende kväve- och fosforretention mellan olika våtmarker i jordbrukslandskapet även inom ett begränsat område.

Fosforretention underskattas lätt vid mätningar i våtmarker i jordbrukslandskapet och detta kan innebära att de modeller som använts har underskattat fosforretention generellt.

En kväveretention på 1000 kg N per ha vattenyta och år är rimligt att kunna uppnå vid optimal placering och utformning av våtmark för detta ändamål.

En fosforretention på 100 kg P per ha vattenyta och år är rimligt att kunna uppnå vid optimal placering och utformning av våtmark för detta ändamål.

Hög kväveretention uppnås i våtmarker med hög kvävebelastning sommartid och med hög växtbiomassa.

Hög fosforretention uppnås i våtmarker med höga fosforkoncentrationer i tillrinnande vatten. Detta kan gälla vid lokalt höga fosforhalter (tex "hot-spots" vid höga djurtätheter och gödselhantering).

Lokalt höga koncentrationer av fosfor missas vid storskaliga modellberäkningar av den typ som gjorts för utvärdering av anlagda våtmarker i Sverige. Eftersom både kväve- och fosforretention dessutom kan ha underskattats vid de mätningar som ligger till grund för dessa modeller är det risk att kväve- och fosforretention hos våtmarker generellt underskattats.

Den stora variationen mellan olika våtmarker innebär att det finns en mycket stor potential att öka retentionen av kväve och fosfor avsevärt i anlagda våtmarker genom förbättrad placering och utformning.

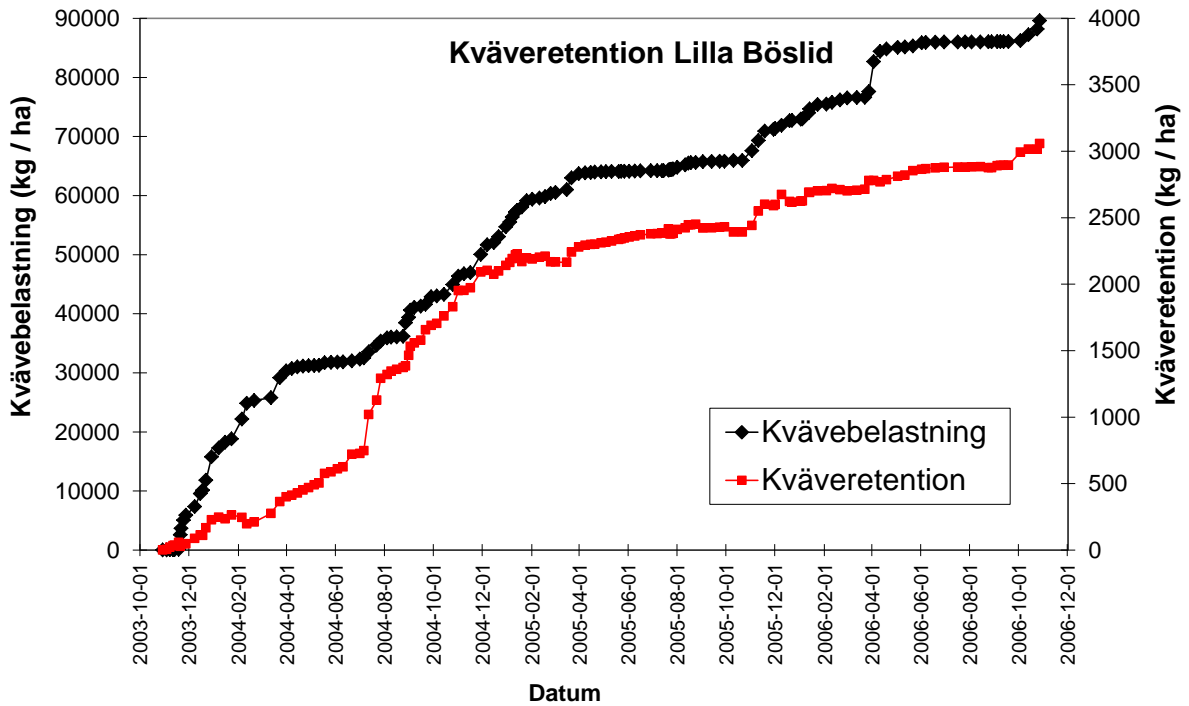


Fig. 1. Retention och belastning av kväve för våtmarken vid Lilla Böslid under provtagningsperiod med automatisk flödesproportionell provtagning.

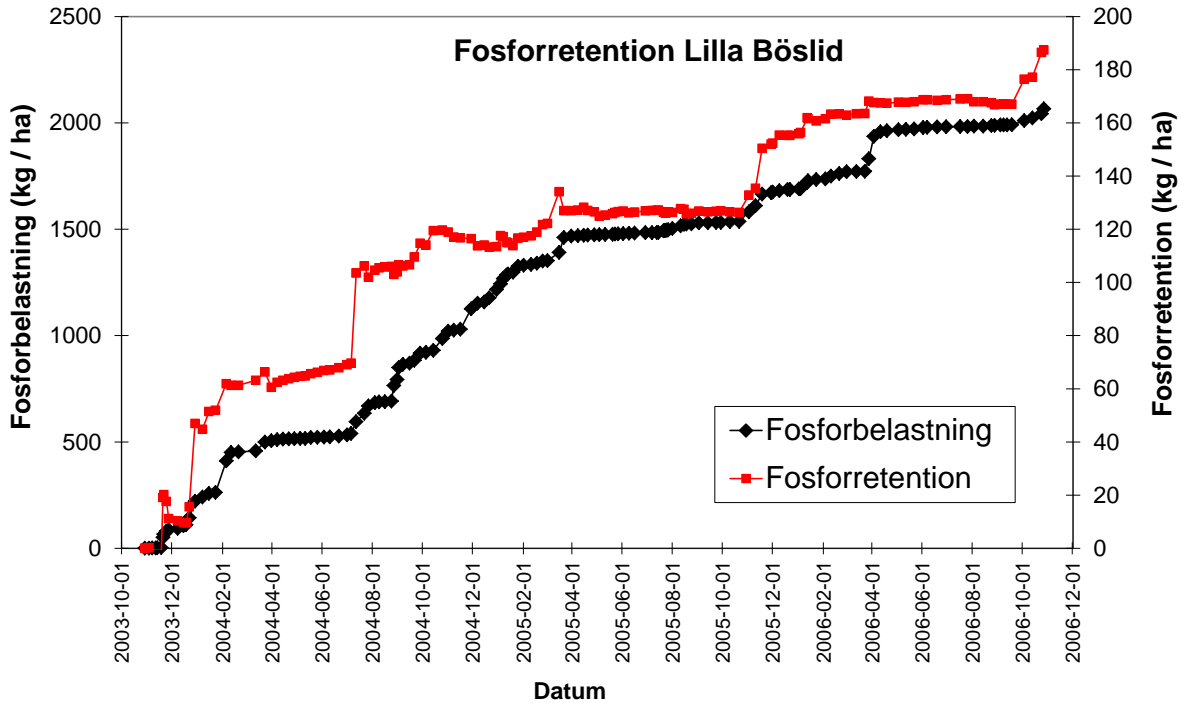


Fig. 2. Retention och belastning av fosfor för våtmarken vid Lilla Böslid under provtagningsperiod med automatisk flödesproportionell provtagning.

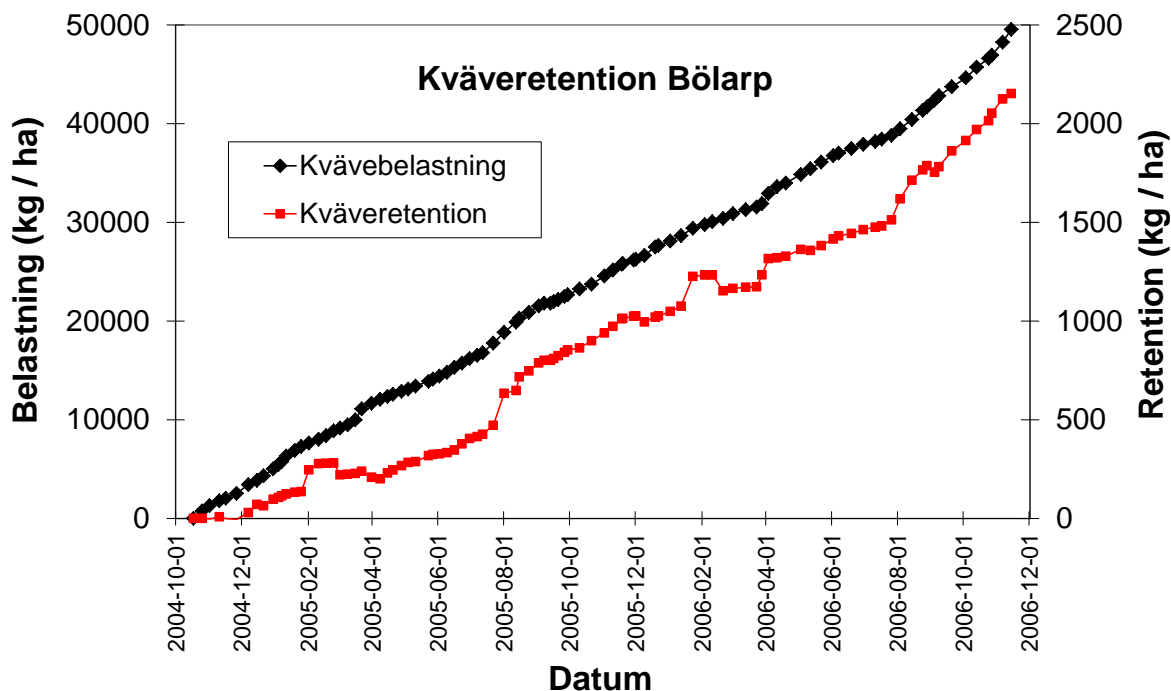


Fig. 3. Retention och belastning av kväve för våtmarken vid Bölarp under provtagningsperiod med automatisk flödesproportionell provtagning.

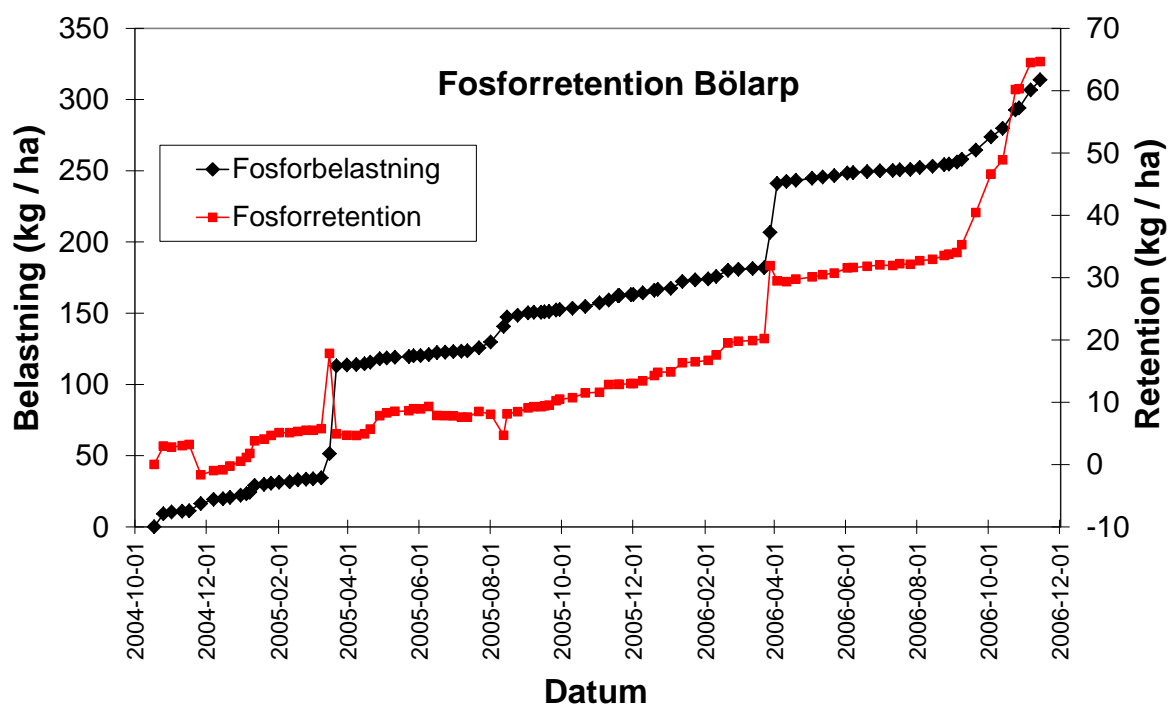


Fig. 4. Retention och belastning av fosfor för våtmarken vid Bölarp under provtagningsperiod med automatisk flödesproportionell provtagning.

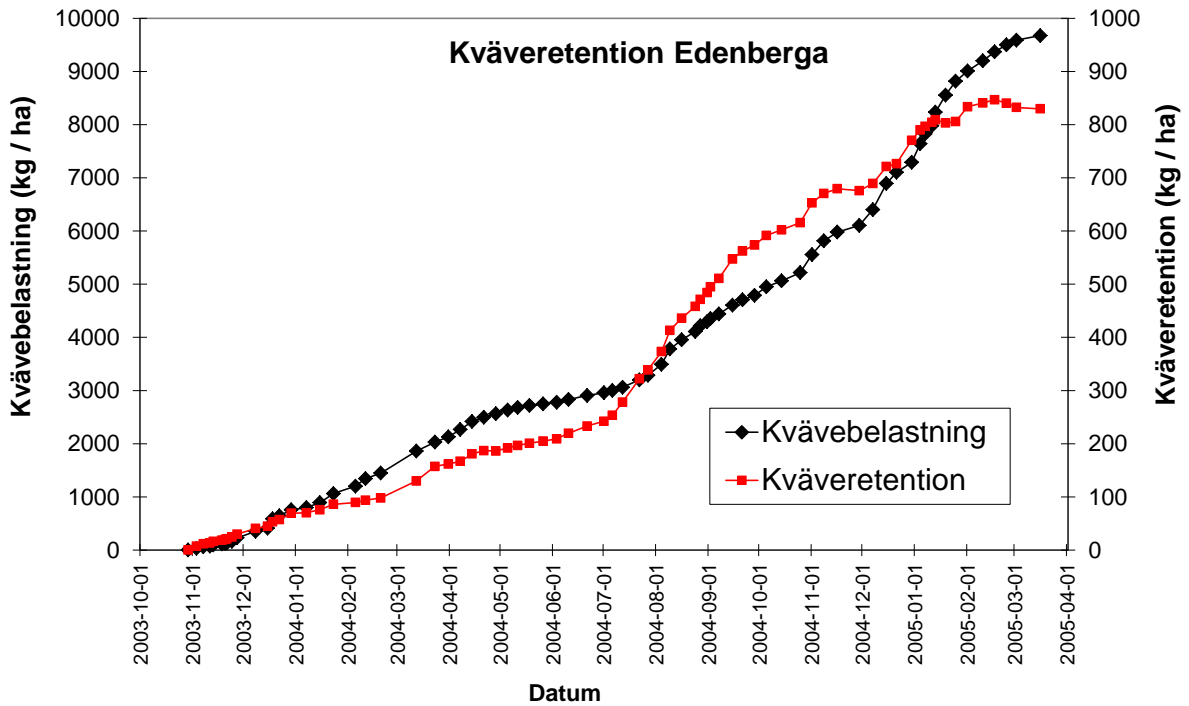


Fig. 5. Retention och belastning av kväve för våtmarken vid Edenberga under provtagningsperiod med automatisk flödesproportionell provtagning.

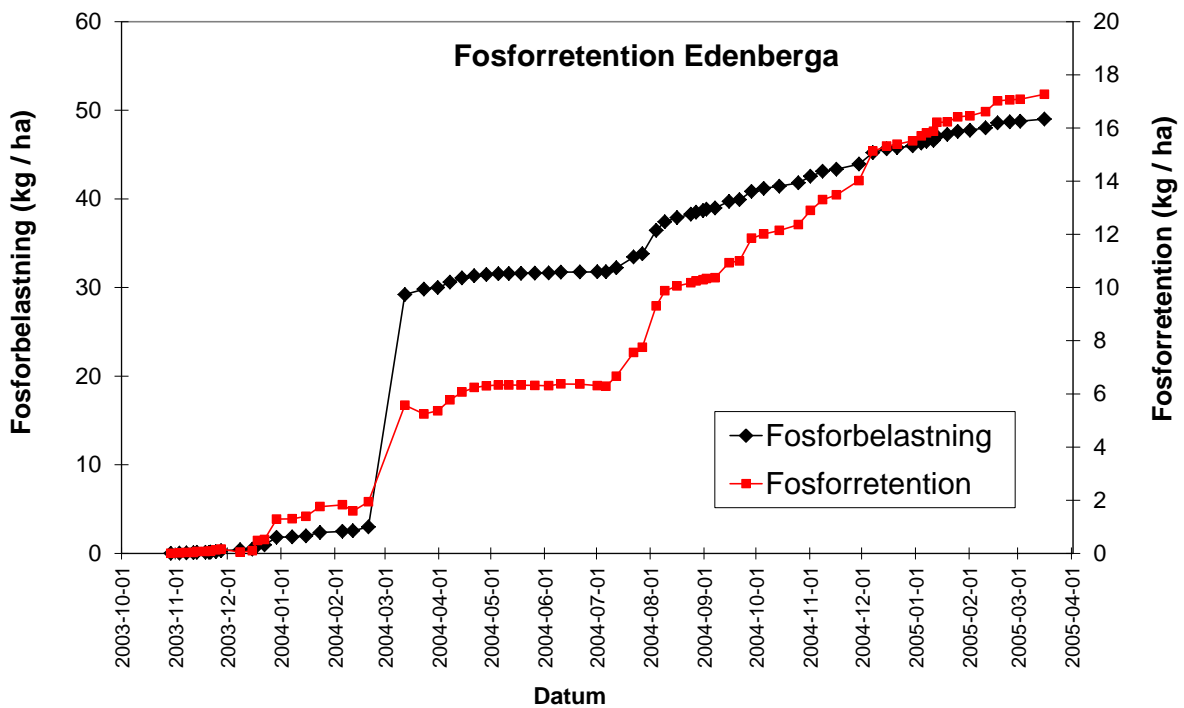


Fig. 6. Retention och belastning av fosfor för våtmarken vid Edenberga under provtagningsperiod med automatisk flödesproportionell provtagning.



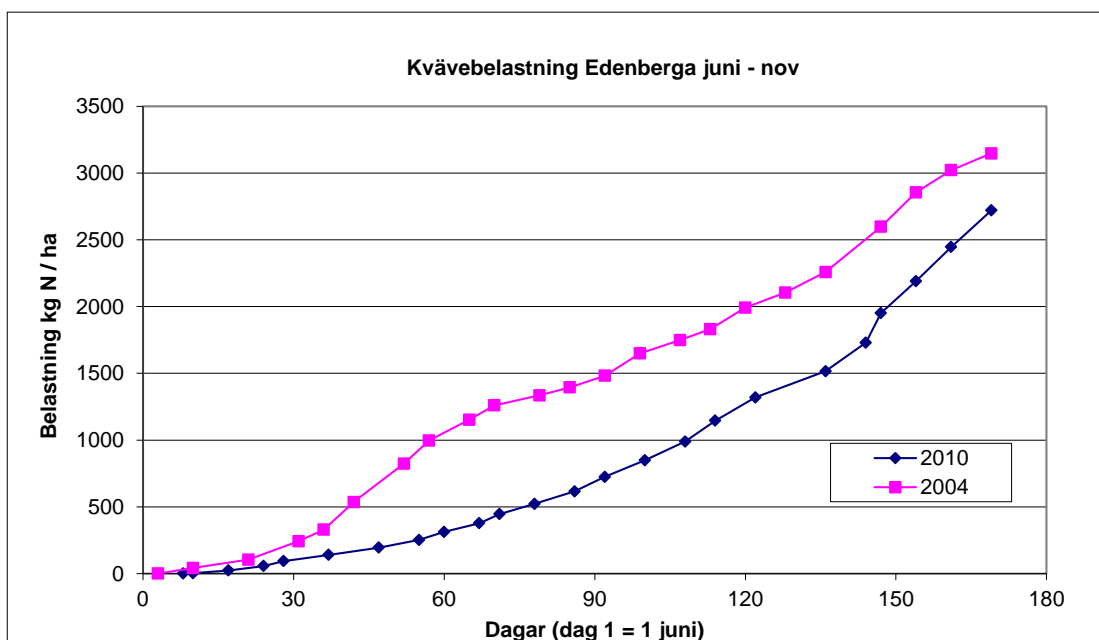
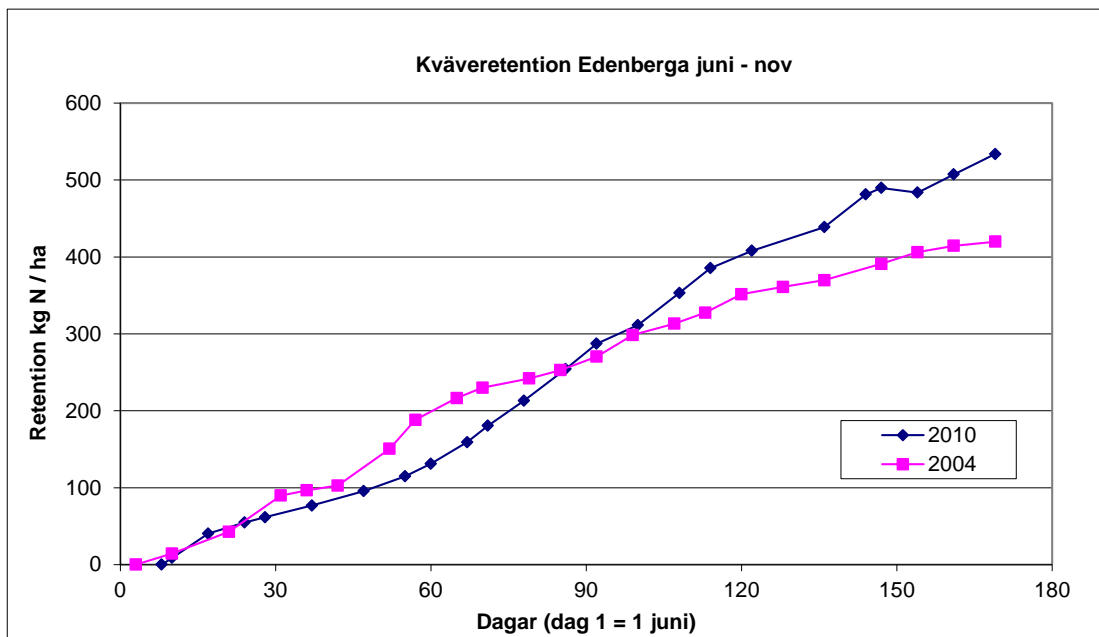


Fig. 7. Retention och belastning av kväve för våtmarken vid Edenberga under provtagningsperioder i 2004 respektive 2010.

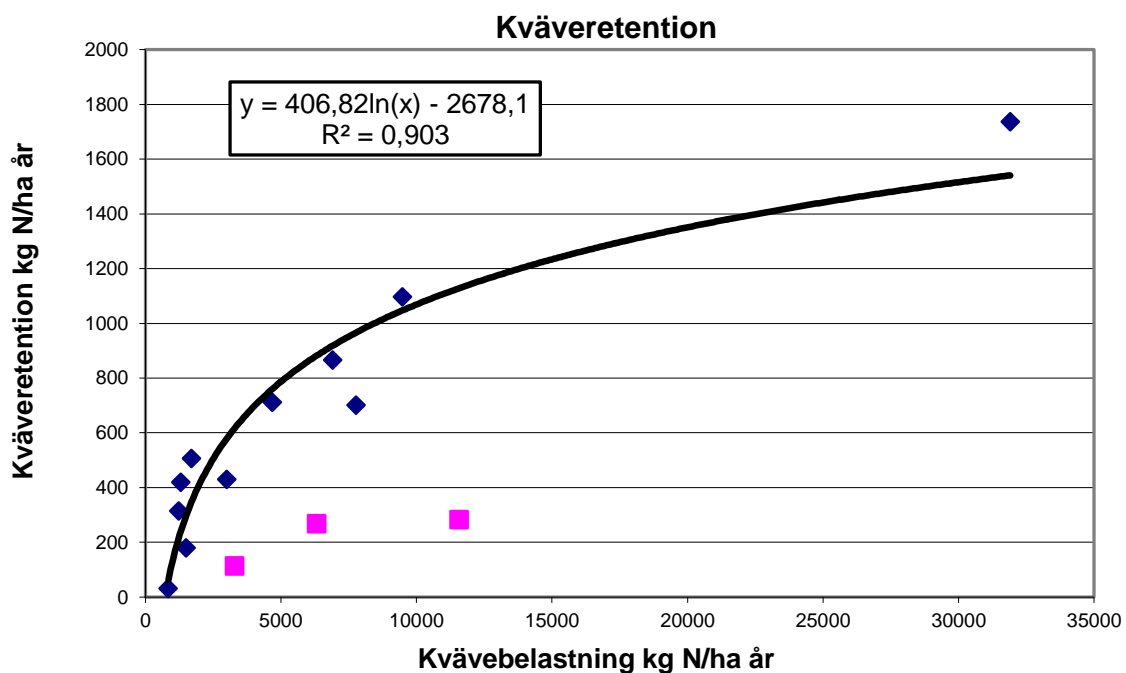


Fig. 8. Retention av kväve i 14 våtmarker i förhållande till belastning baserat på strategisk stickprovtagning under 2 år. Regressionsmodellen baseras på de punkter som ej faller utanför mönstret (som markerats separat)

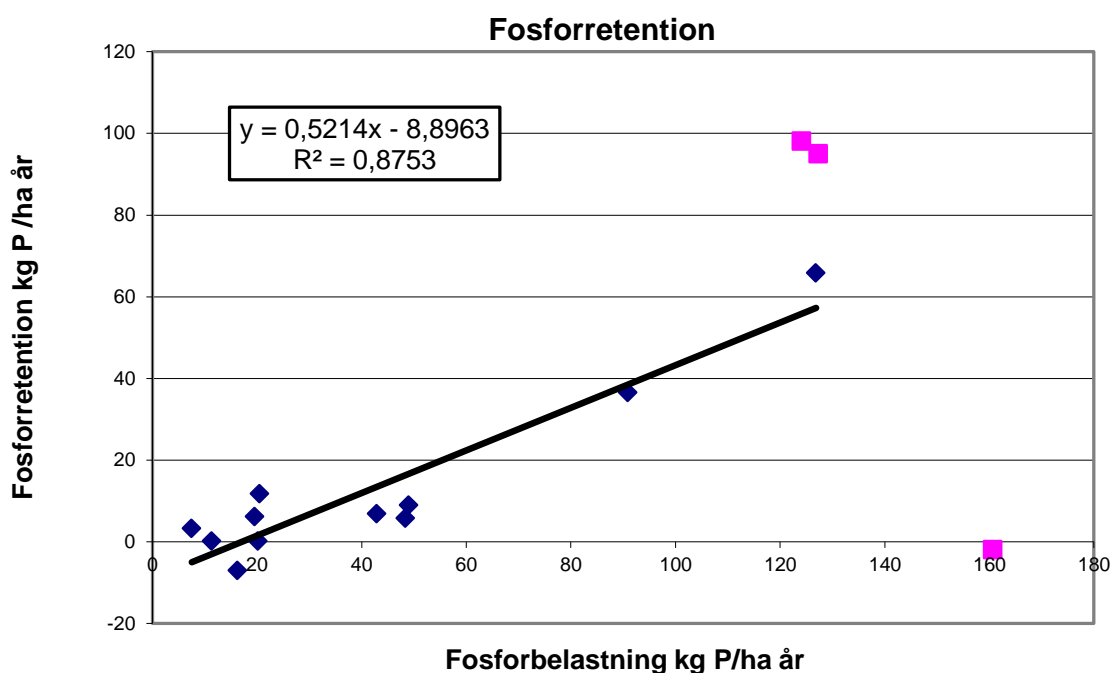


Fig. 9. Retention av fosfor i 14 våtmarker i förhållande till belastning baserat på strategisk stickprovtagning under 2 år. Regressionsmodellen baseras på de punkter som ej faller utanför mönstret (som markerats separat)

Appendix – data för 14 våtmarker där strategisk stickprovtagning genomfördes under 2 år.

Våtmark	q m/d	Belastning		Retention		Flödesvägd inkonc	
		kg N/ha år	kg P/ha år	kg N/ha år	kg P/ha år	TN mg/l	TP mg/l
27	0,1228	3005	48	430	6	6,70	0,072
132	0,0788	3301	20	113	6	11,48	0,045
137/143N	0,0820	843	127	31	66	2,81	0,282
141	0,3715	6327	161	268	-2	4,67	0,079
143/137S	0,0909	1513	49	178	9	4,56	0,098
150	0,1033	4681	21	711	12	12,41	0,036
152	0,8935	31915	91	1736	37	9,79	0,019
156	0,2498	7775	127	700	95	8,53	0,093
157	0,1740	6911	16	865	-7	10,88	0,017
160	0,0576	1227	43	313	7	5,84	0,136
163	0,3604	11583	20	282	0	8,81	0,010
168	0,0356	1703	8	505	3	13,09	0,039
171	0,2213	9487	11	1097	0	11,75	0,009
184	0,0477	1315	124	419	98	7,55	0,475

Våtmark	latitud	longitud	x	y
27	56°55'54.56"N	12°33'36.03"O	6316409	1302335
132	56°34'44.16"N	12°57'51.05"O	6276008	1325470
137/143N	56°46'40.44"N	12°41'13.32"O	6298884	1309423
141	56°41'51.08"N	12°46'1.03"O	6289752	1313854
143/137S	56°46'35.95"N	12°41'13.79"O	6298779	1309413
150	56°29'19.03"N	13° 2'7.12"O	6265780	1329322
152	56°33'57.54"N	13° 6'11.16"O	6274240	1333920
156	56°27'44.13"N	13° 4'29.36"O	6262730	1331755
157	56°27'40.21"N	13° 5'12.38"O	6262585	1332445
160	56°28'53.70"N	13° 6'24.02"O	6264825	1333780
163	56°31'22.82"N	13° 5'40.99"O	6269475	1333195
168	56°28'32.32"N	13° 5'18.87"O	6264196	1332609
171	56°27'25.91"N	13° 5'3.08"O	6262178	1332258
184	56°27'15.44"N	13° 3'29.09"O	6261928	1330718

Våtmark	Vatten- yta ha	Avrinnings- område ha	Avro/vy	Jordarter i avrinningsområde samt speciella förhållanden
27	0,66	200	303	Grovsilt-finsand 60%, sand 20%
132	0,19	25	132	Sand 80%
137/143N	0,17	45	270	Grus 80%, lera 20%, kraftig lutning med avrinning från gård
141	0,33	100	306	Sand 80%, lera 20%, ev tillrinning från ås
143/137S	0,48	115	242	Grus 50%, lera 50%
150	0,33	70	213	Sand 100%
152	0,28	200	703	Sand 100%
156	0,35	95	273	Sand 100%, tillrinning från intilliggande gård och uppströms våtmark
157	0,22	60	273	Sand 100%
160	0,20	15	76	Lera 80%, silt 20%, 2 våtmarker som båda ingår
163	0,50	113	225	Sand 100%
168	0,16	25	157	Sand 75%, silt 25%
171	0,22	40	182	Sand 100%, 2 våtmarker som båda ingår
184	0,14	20	138	Sand 100%, tillrinning från gårdar (samhälle) via uppströms våtmark

Våtmark	Hydraulisk belastning m/d				Medeldjup m	Hydraulisk effektivitet	Växtbiomassa kg/ha
	medel	max	min	max-min			
27	0,123	0,613	0,037	0,576	0,86	0,8	2240
132	0,079	0,152	0,008	0,144	0,93	0,9	182
137/143N	0,082	0,513	0,001	0,512	0,56	0,85	1538
141	0,372	2,090	0,045	2,045	0,73	0,35	1163
143/137S	0,091	0,320	0,018	0,301	0,22	0,75	529
150	0,103	0,403	0,041	0,362	0,83	0,9	2577
152	0,894	1,729	0,553	1,175	0,77	0,75	560
156	0,250	0,605	0,151	0,453	1,53	0,9	220
157	0,174	0,316	0,088	0,228	1,04	0,9	2370
160	0,058	0,170	0,015	0,156	0,78	0,8	1365
163	0,360	0,495	0,260	0,235	1,29	0,9	106
168	0,036	0,149	0,000	0,149	0,86	0,7	1693
171	0,221	0,442	0,030	0,411	0,69	0,9	1007
184	0,048	0,086	0,024	0,062	1,02	0,95	844