

Slutrapport för projektet "Miljødammar – recirkulation av vatten och växtnäring", Projekt; Mark-/växtodling H0533177

Bakgrund

Återanvändning av vatten inom jordbruket innebär hantering och kvalitetssäkring av dräneringsvatten inom ett avrinningsområde. Åtgärder kan utföras på gårdsnivå dels i syfte att minska mängden tillgängligt restkväve för utlakning och dels för att minska avrinningen. För att minska avrinningen kan dräneringsvattnet samlas och lagras i dammar s.k. miljødammar eller i våtmarker. Miljødammar kan fungera både som fällor för kväve, fosfor och sediment och som bevattningsmagasin. Under perioder med låg nederbörd kan vatten och växtnäringsämnen återföras till fälten genom bevattning. Genom att integrera vattenhanteringssystem och återanvända lagrat dräneringsvatten kan en för grödan och miljön optimal vattenhushållning skapas.

Återanvändning är en viktig och naturlig metod att hantera dräneringsvatten. Tidigare forskning inom ämnesområdet har i huvudsak varit inriktad på kvalitetsaspekt av vatten, då främst saltanrikning av vattnet har ansetts vara den största begränsning vid återanvändning. Kvaliteten på dräneringsvattnet avgör vilka grödor som kan bevattas (Shannon et al., 1997). I Ohio, USA, har man utvecklat ett integrerat vattenhanteringssystem som består av en våtmark och en lagringsbassäng som är sammanbundna genom ett ledningssystem som efter behov kan användas antingen för dränering eller för underbevattning. Vid bevattningsbehov återanvänds vattnet från lagringsbassängen (Allred et al., 2003). Försök som har pågått under fem till sex odlingsår visar på en genomsnittlig skördeökning på 20 % för majs och 17 % för sojabönor.

Återanvändning av dräneringsvatten ses i Finland som en fortsättning på regleringen av åkermarkens dräneringssystem. I Finland ingår återanvändning av torrläggningens vatten i jordbrukets miljöspecialstödssystem, år 2007-2013 (Mavi, 2009).

Dammar och våtmarker används för att behandla dräneringsvatten, avlopp och dagvatten. Behandling av dräneringsvatten och avlopp syftar i första hand till att reducera kväve-, kol- och fosforinnehållet i vattnet medan behandling av dagvatten strävar efter att minska sedimenttransporten. För minskad sedimenttransport är dammens utformning med avseende på hydrauliken den viktigaste faktorn (Persson, 2000). Belastningen, d v s hur mycket kväve som tillförs dammen, är den enskilda faktorn som har störst betydelse för kvävereduktionens storlek (Ekologgruppen, 2003). Eftersom också vattnets uppehållstid i dammen har betydelse för reduktionen av kväve, är en lokalisering av dammar i vattendrag med hög näringsämneshalt att föredra framför att eftersträva hög hydrologisk belastning i vattendrag med låg kvävehalt. Intensiva mätningar av kvävereduktionen i tre dammar under 2 till 7 år visade en absolut reduktion på mellan 380 och 3200 kg/ha/år och en relativ reduktion på mellan 5 och 50 % (Ekologgruppen, 2003).

Den allmänna målsättningen med projektet var att undersöka effekterna av miljødammar på växtnäringsläckage och vattenhushållning samt att skapa ett index för riskbedömning av avrinningsvattnets kvalitet.

Material och metoder

För att kunna studera möjligheter att samla, lagra och återanvända dräneringsvatten och därigenom minska det diffusa utsläppet av kväve och fosfor och samtidigt säkra ett långsiktigt hållbart vattenutnyttjande har undersökningar utförts i befintliga miljödammarna med lagrat dräneringsvatten från åkermark. Lagrat vatten har under vegetationsperioden återförts till åkermarken.

Studien har genomförts på Listerlandet i Blekinge. Den totala undersökta arealen var 163 km². Markanvändningen inom Sölvesborgs kommun har ett betydande inslag av jordbruk med intensiva odlingar av potatis, sockerbeter, grönsaker och bär. En bedömning har gjorts att 2,5 miljoner m³ grundvatten används för bevattning under ett normalår. Under år 2004 anlades 27 stycken miljödammarna i Sölvesborgs kommun, Blekinge. Syftet med dammarna är att förbättra vattenhushållningen och minska de diffusa utsläppen av närsalter till Östersjön. Totalt har dammarna en volym av ca 355 000 m³.

Samarbete har etablerats med Sölvesborgs kommun genom de aktiva i ”Rädda Hanöbukten” ett lokalt investeringsprogram och kommunens miljöenhet.

Undersökningar i fält

I början av projektet delades dammarna in i klasser efter storlek, utformning och tillrinningsområdets egenskaper (markanvändning, geologi, höjdförhållanden). I tabell 1 redovisas undersökta dammars utformning. Kontinuerliga mätningar har utförts i dammarna av kvaliteten på inkommande vatten, vattnet i dammen och utgående vatten. I vattenanalyser utförda på laboratorium ingick bestämning av pH och elektrisk konduktivitet samt analyser av N- och P-koncentrationer (Spektrofotometer, DR5000 UV-VIS, Hach-Lange). Vattennivån och vattentemperaturen i dammarna mättes kontinuerligt med tryckgivare (Levellogger Gold Solinst Canada Ltd).

En enkätundersökning genomfördes för att belysa ekonomiska aspekter samt för att kunna göra en översiktlig utvärdering av samhälls- och miljönyttan av anläggning av miljödammarna.

Tabell 1. Utformning av dammar som ingick i undersökningen av vattenkvalitet

Utformning	Damm D108	Damm D111	Damm D120	Damm D125
Area (m ²)	3200	2165	1383	7300
Djup (m)	3,5	3,3	2,4	3,4
Volym (m ³)	9900	3300	2600	24500
Tätning	Torv	Ingen	Plastduk	Plastduk

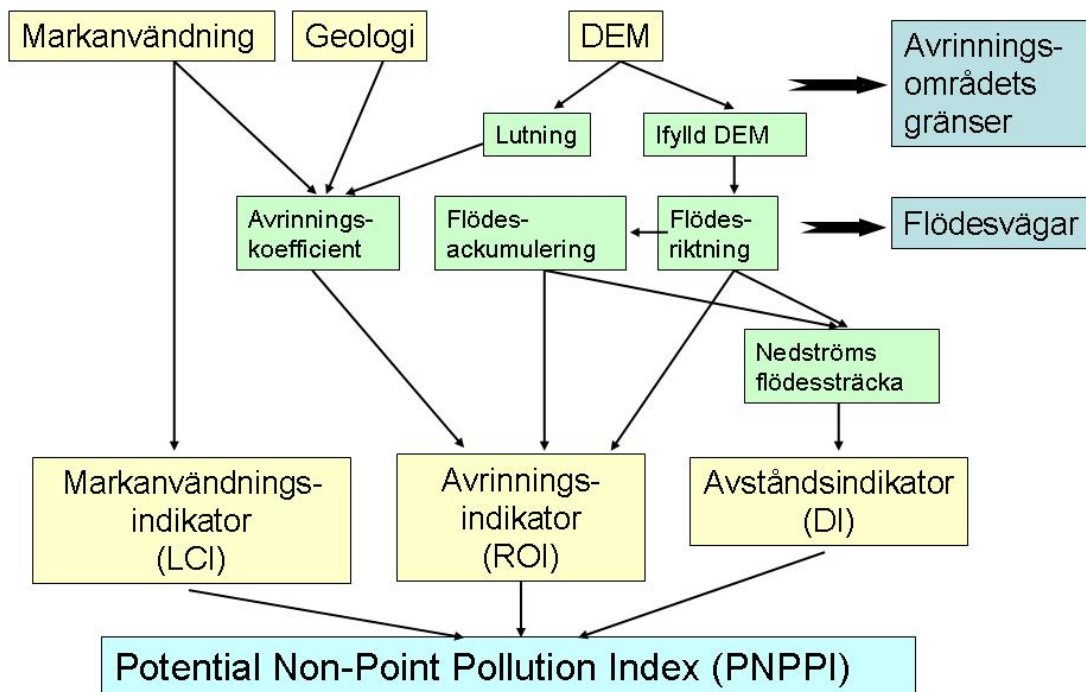
Metodik för utformning av Index

För att uppskatta miljödammarnas förmåga att reducera diffusa utsläpp av närsalter användes GIS beräkningar. Miljödammarna klassificerades enligt ett beräknat index PNPI (Potential Non-point Pollution Index) (Munaföa et al., 2005). Tillrinningsområdets fysikaliska egenskaper har beskrivits genom data hämtade från markanvändningskartor, geologiska kartor och digitala höjdm modeller (DEM). All data har bearbetats med hjälp av programvaran ArcInfo 9.3. Arbetssättet i detta projekt liknar en metodik som tidigare har använts i ett projekt med syfte att uppskatta areal lämplig för reglerbar dränering (Joel et al., 2009).

I denna studie uppskattades den potentiella utlakningen från definierade landytor som en funktion av tre indikatorer;

- LCI (markanvändningsindikator) vilken beskriver potentialen för utlakning relaterad till markanvändning
- ROI (avrinningsindikator) i vilken ämnenas rörlighet och möjligheter till infiltration med avseende på marklutning, marktäckning och geologi, ingår
- DI (avståndindikator) vilken beskriver hydrauliskt avstånd som en sorts retentionskoefficient

Figur 1 visar ett schematiskt flödesschema för ingående beräkningar av PNPPI.



Figur 1. Ett schematiskt flödesschema för ingående beräkningar av PNPPI, efter Munaföa et al. (2005).

LCI var den viktigaste faktorn för bedömning av potential för utlakning. All markanvändning inom tillrinningsområdet klassificerades efter potential för utlakning i en skala med den högsta klassen där intensivt odlad mark ingick till den lägsta klassen för mark med relativt opåverkad natur så som skogs- och ängsmarker. Tätbebyggda områden klassades i den lägsta klassen eftersom man kan anta att avloppsvatten från samhällen renas före utsläpp till recipienten. Terrängkartor producerade av Lantmäteriet i skala 1:50 000 har använts för att ta fram åkermarken i de studerade områdena. Varje terrängkarta representerar ett område på 25 x 25 km. Kartorna innehåller en detaljerad klassning av landskapet. Databasen innehåller flera skikt med olika typer av information. I detta projekt har skiktet innehållande markanvändning använts. Ett exempel på indelning av markanvändning i ett av de studerade avrinningsområdena redovisas i figur 2.

I denna studie låg de flesta dammar i områden med åkermark därför har utöver markanvändning en uppskattning gjorts av olika produktionsgrenars effekter på belastningen i området. Information om växtföljder har hämtats från Jordbruksverkets statistiska databaser. Markanvändning har delats in i en klass för alla typer av ytvatten och i fyra olika klasser baserade på hur hög tillförelse av växtnäring antas vara enligt följande; *mycket hög intensitet*, *hög intensitet*, *måttlig intensitet* och *låg intensitet*. I klassen *mycket hög intensitet* ingick intensiva odlingssystem med potatis, sockerbetor och grönsaker i växtföljden. I klassen *hög intensitet* ingick odlingssystem med spannmål- och oljeväxtdominerande växtföljder (vete, råg, raps). I klassen *måttlig intensitet* ingick odlingssystem med korn, havre och vall i växtföljden. I klassen *låg intensitet* ingick skogs- och ängsmarker samt bebyggda områden.

Digitala höjddatamodeller och information om markavvattningssystem har använts för att avgränsa avrinningsområden eller områden som tillför avrinningsvatten. Höjddatabasen kom från Lantmäteriet och innehöll höjddata i varje skärningspunkt på ett rutnät med storleken 50 m x 50 m. Varje datasätt bestod av en kartenhet på 25 km x 25 km. Av analysen framgick att dammarna i södra delen av studieområdet låg på relativt plana fält med lutningar under 2 %. I norra delen var dock lutningarna något högre (2 – 10 %). Ett exempel på marklutning redovisas i figur 2.

ROI beräknades som medelkoefficienten för avrinning längs hela sträckan från fält till stamdike eller damm. Avrinningskoefficienten från varje parcell beräknades som en funktion av genomsläpplighet. Marklutningen ingick inte i beräkningarna eftersom största delen av studieområdet bestod av plana fält med en lutning under 2 % och där all potentiell avrinningen (i huvudsak markvatten) avleddes genom dräneringssystem. Detta ledde till att effekterna av dräneringsvattnets hastighet och flöde på utlakningen bestämdes av markens vattenhållande förmåga och genomsläpplighet. Uppskattning av genomsläpplighet har utförts utifrån jordarternas egenskaper. All information om jordar är hämtad från SGU lokala jordartsdatabas. Kartorna visar jordarternas utbredning i eller nära markytan. Jordarterna indelas efter bildningssätt och kornstorlekssammansättning. Ytliga jordlager med en mäktighet som understiger 0,5 till 1 meter redovisas generellt inte. För att redovisa kartans jordartsinformation på ett så fullständigt sätt som möjligt beskrivs varje yta med hjälp av tre attribut, J1, J2 samt J3. J1 motsvarar jordarten i ytjord. Det normala karteringsdjupet vid jordartskartering är cirka 0,5 m. Detta motsvaras av J2 (grundskikt). J3 är jordarten på djupare jordlager. J2-skiktet har använts i denna studie eftersom det är det djupet där dräneringsegenskaperna har mest betydelse.

En generell omklassning av jordarter med avseende på skattad hydraulisk konduktivitet har gjorts enligt följande: 1.) *Hög genomsläpplighet*, för grövre jordartstyperna t.ex. sand och mo med mindre än 5 % ler, 2.) *Medelhög genomsläpplighet*, för jordar med ett visst inslag av ler dock högst 15 % ler, samt för organogena jordar (torv och gyttja) och osorterade moränjordar, 3.) *Låg genomsläpplighet*, för jordar med mer än 15 % ler och mjälajordar. Av omklassningen framgick att stora områden i studieområdet hade genomsläppliga till medel genomsläppliga jordar. I norra delen av studieområdet fanns några dammar i områden med lerjordar. Figur 2 visar ett exempel på jordartsfördelning med en indelning i klasser efter storlek på hydraulisk konduktivitet.

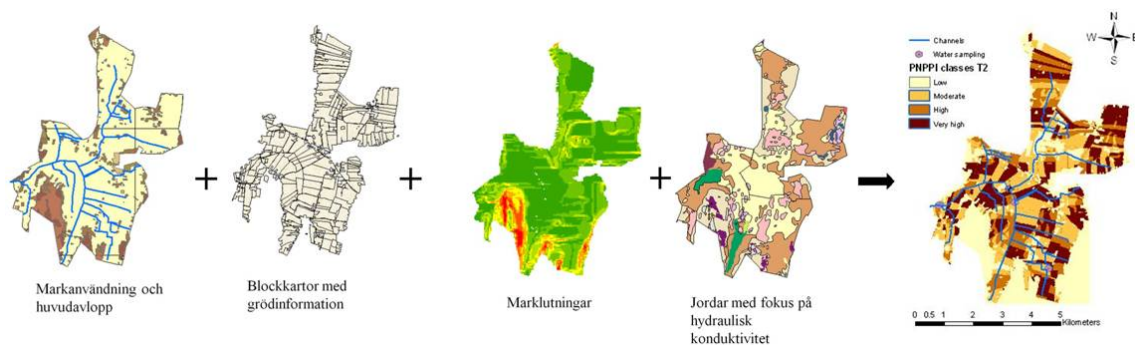
DI kan beräknas som det hydrauliska avståndet mellan varje punkt i avrinningsområdet till dammen. Avståndet beräknas som den teoretiska färdväg vattnet tar på markytan. Ett långt avstånd till dammen kommer att ge ett lågt DI värde då möjligheter till retention finns på vägen. I denna studie användes ArcGis programmet för att beskriva den naturliga hydrologin och fältens dräneringstillstånd. Av undersökningen framkom att generellt var de hydrauliska avstånden mycket korta då åkermarken till stor del var täckdikad. DI bedömdes inte ha någon större betydelse och ingår därför inte i beräkningarna av PNPPI.

LCI och ROI normaliserades mellan sina minimum och maximum värden, så att varje indikatorklass fick ett värde mellan 0 och 1. PNPPI beräknades för varje enskild pixel enligt följande ekvation;

$$PNPPI = K_{LCI} \cdot LCI + K_{ROI} \cdot ROI \quad (1)$$

PNPPI beräknades för två olika värden på koefficienterna K_{LCI} och K_{ROI} (T1 och T2). Vid T1 gavs båda koefficienterna värdet 1, vilket innebär att markanvändningen på platsen och markens förmåga att transportera vatten har lika stor betydelse för storleken på N- och P-transporten. Vid den andra beräkningen av PNPPI (T2) fick K_{LCI} ett värde på 5 och K_{ROI} ett värde på 1, vilket innebär att markanvändningen på platsen har störst betydelse för storleken på N- och P-transporten.

Efter det att LCI och ROI hade blivit indelade i klasser med givna värden beräknades PNPPI för varje klass enligt T1 och T2, beskrivna ovan. I figur 2 visas ett exempel på resultatet av beräkningar av PNPPI enligt T2 för ett avrinningsområde som ingick i studien. Tabell 2 visar de olika klassernas värden på LCI och ROI, använda värden på koefficienterna K_{LCI} and K_{ROI} samt beräknat PNPPI för varje klass.



Figur 2. Kartor innehållande information om markanvändning, huvudavvattningsledningar och vattenledningar för bevattning, blockkarta med information om grödor, marklutning redovisad i procent och sammanställning över jordarterna i studieområdet som har använts vid beräkning av PNPPI.

Tabell 2. Klassindelning och tabellvärde för indikatorerna LCI och ROI, tabellvärden för koefficienterna K_{LCI} och K_{ROI} samt beräknat PNPPI för varje klass

LCI		ROI		K_{LCI}		K_{ROI}		PNPPI index T1		PNPPI index T2	
Klass	Värde	Klass	Värde	T1	T2	T1	T2	Klass	Värde	Klass	Värde
Mycket hög	1,0	Hög	1,0	1,0	5,0	1,0	1,0	C-1	2	C-1	60
Mycket hög	1,0	Medium	0,6	1,0	5,0	1,0	1,0	C-2	1,6	C-1	56
Hög	0,6	Hög	1,0	1,0	5,0	1,0	1,0	C-2	1,6	C-2	40
Mycket hög	1,0	Låg	0,3	1,0	5,0	1,0	1,0	C-3	1,3	C-1	53
Måttlig	0,3	Hög	1,0	1,0	5,0	1,0	1,0	C-3	1,3	C-4	25
Hög	0,6	Medium	0,6	1,0	5,0	1,0	1,0	C-3	1,2	C-3	36
Låg	0,1	Hög	1,0	1,0	5,0	1,0	1,0	C-3	1,1	C-5	15
Hög	0,6	Låg	0,3	1,0	5,0	1,0	1,0	C-4	0,9	C-3	33
Måttlig	0,3	Medium	0,6	1,0	5,0	1,0	1,0	C-4	0,9	C-4	21
Låg	0,1	Medium	0,6	1,0	5,0	1,0	1,0	C-4	0,7	C-5	11
Måttlig	0,6	Låg	0,3	1,0	5,0	1,0	1,0	C-5	0,6	C-5	18
Låg	0,1	Låg	0,3	1,0	5,0	1,0	1,0	C-5	0,4	C-5	8

Resultat och diskussion

Effekter av miljödammarna på vattenkvalitet

Under perioden november, 2007 till december, 2008 undersöktes vattenkvalitet i olika vattendrag i anslutning till de fyra utvalda dammarna och i dammarna. Totalt analyserades 30 vattenprover på varje provtagningsplats. Lagring av avrinningsvatten i dammar hade en betydande effekt på vattenkvalitet. N- och P-koncentrationerna var lägre i dammarna än i inkommande vatten. Medel N-koncentrationerna var 2 till 16 gånger lägre än medelkoncentrationerna i inkommande vatten. Medel P-koncentrationerna var hälften så höga i dammarna D108 och D120 som i inkommande vatten. Skillnader i $\text{NO}_3\text{-N}$ och $\text{PO}_4\text{-P}$ koncentrationer i vattenprover tagna i inkommande, dammar och utgående vatten visas i figurerna 3 - 5.

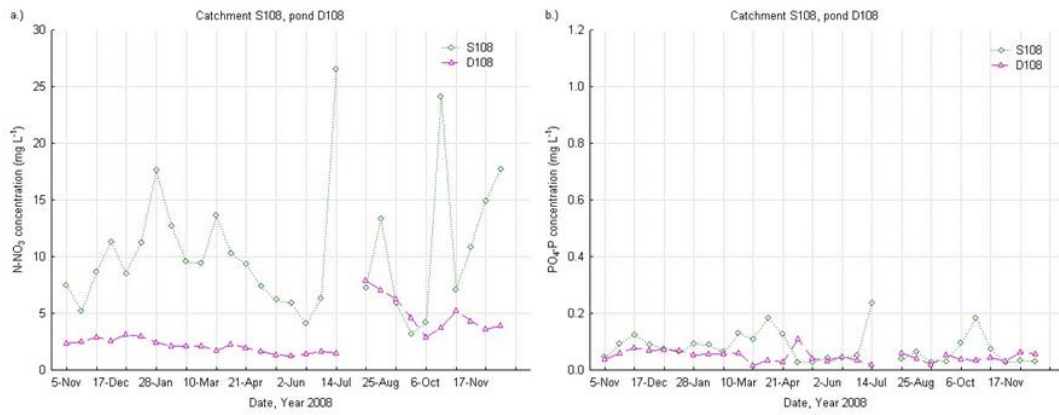


Figure 3. (a) $\text{NO}_3\text{-N}$ concentration (mg L^{-1}) and (b) $\text{PO}_4\text{-P}$ concentration (mg L^{-1}) i inkommande vatten (S108) och i damm D108, 2008.

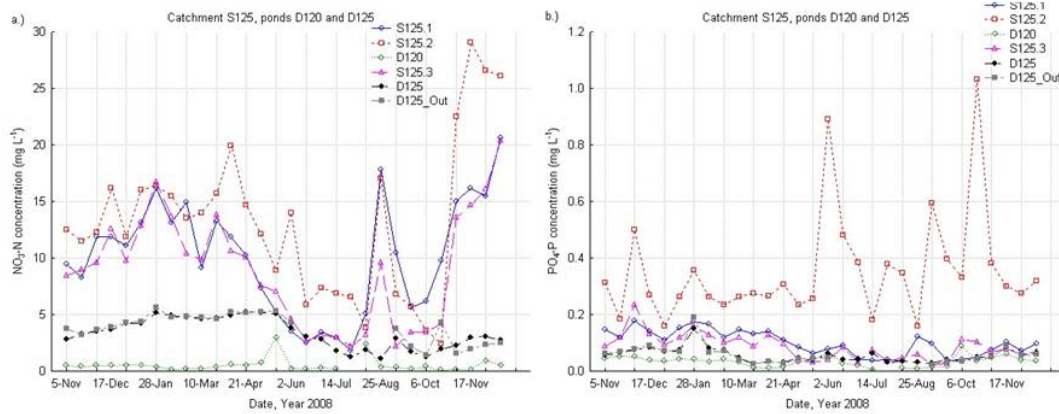


Figure 4. (a) $\text{NO}_3\text{-N}$ concentration (mg L^{-1}) and (b) $\text{PO}_4\text{-P}$ concentration (mg L^{-1}) i inkommande vatten (S125.1, S125.2 and S125.3), utgående vatten (D125_ut) och i dammarna D120 och D125, 2008.

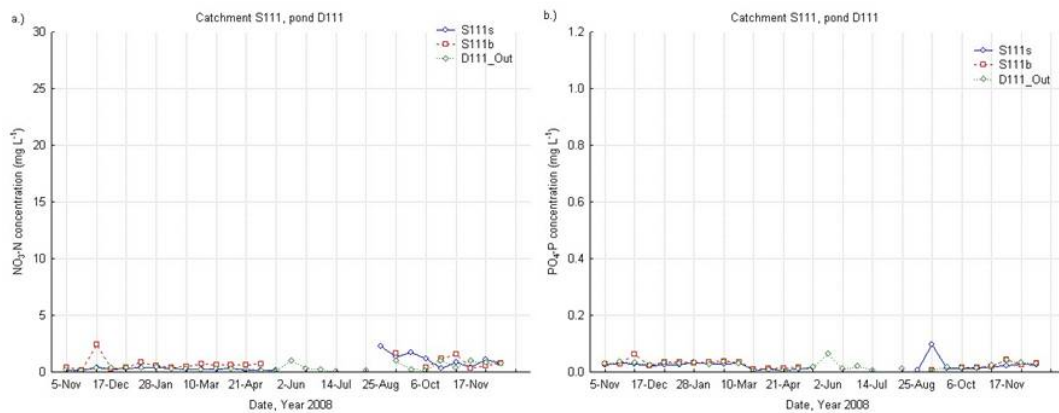


Figure 5. (a) $\text{NO}_3\text{-N}$ concentration (mg L^{-1}) and (b) $\text{PO}_4\text{-P}$ concentration (mg L^{-1}) i inkommande vatten (S111s and S111b) och i damm D111, 2008.

Effekter av miljödammarna på vattenanvändning

Olika tappnings- och påfyllningsstrategier användes i de olika dammarna (Tabell 3). I damm D108, startade tappningen i slutet av juni och var i huvudsak koncentrerad till tre tappningstillfällen. Den sista tappningen utfördes i början av augusti. I dammarna D111 och D120 startade tappningen i maj. I damm D111 avslutades tappningen i juli medan tappningen var utspridd på mindre tappningstillfällen i damm D120 under hela bevattningssäsongen (maj-augusti). Dammarna D108 och D120 fylldes på kontinuerligt under bevattningssäsongen medan damm D111 bara fylldes på vid ett tillfälle direkt efter första tappningen. De olika strategierna för tappning och påfyllning resulterade i en utnyttjandegrad av total dammvolymer på mellan 88 och 170 % under vegetationssäsongen och en extra vattentillgång på 420, 440 och 875 mm per hektar för respektive damm.

Tabell 3. Sammanställning av hantering av dammvatten

	Damm D108	Damm D111	Damm D120
Tidsperiod, 2008	april-okt.	maj-aug.	maj-aug.
Tappning (m ³)	8745	4244	4406
Påfyllning (m ³)	8525	4145	4320
Utnyttjandegrad (%)	88	129	170

PNPPI index för riskbedömning av avrinningsvattnets kvalitet

Avrinningsområdets bidrag till N- och P-transporten till varje damm analyserades utifrån tillrinningsområdets markanvändning och markegenskaper. Tre av avrinningsområdena (SS108, S120 och S125) var områden med intensivt jordbruk, medan markanvändningen i det fjärde området i huvudsak var skog (S111) och därför kunde användas som ett referensområde med låg antropogen påverkan.

Avrinningsområde S108, som försåg damm D108 med vatten, hade en areal på 533 ha varav 63 % bestod av åkermark och 24 % av skogsmark. Under studieperioden odlades till största delen korn, potatis och sockerbetor. Den dominerande jordarten i området (95 %) var jordar med hög hydraulisk konduktivitet.

Det minsta avrinningsområdet var S120 med en areal på 49 ha av enbart åkermark, försåg damm D120 med vatten. Under studieperioden odlades till största delen råg, potatis och vall. Jordar med hög hydraulisk konduktivitet dominerade (96 %) i området.

Det största avrinningsområdet S125, försåg damm D125 med vatten, hade en areal på 2838 ha. Detta avrinningsområde delades in i tre delområden S125.1 (747 ha), S125.2 (1281 ha) och S125.3 (810 ha). Vattenprover togs ut från utloppen på S125.2 och S125.3 för bestämningen av N- och P-koncentrationer. En tredje provtagningsplats valdes där de tre delområdena gick ihop 40 m från damm D125. Av arealen i S125 var 83 % åkermark, 9 % skogsmark och cirka 8 % öppna ytor och bebyggelse. Under studieperioden odlades till största delen korn, potatis och sockerbetor. Jordar med hög hydraulisk konduktivitet täckte 84 % av området.

Referensavrinningsområdet (S111) hade en areal på 171 ha och försåg damm D111 med vatten. Markanvändning i detta område var 97 % skogsmark och 97 % av den totala arealen bestod av lätta jordar med hög hydraulisk konduktivitet.

I varje delavrinningsområde klassificerades markanvändningen och de hydrauliska egenskaperna efter områdets potential för N- och P-utlakning. När koefficienterna K_{LCI} och K_{ROI} var satta till 1 (T1) låg det skattade värdet på PNPPI för de olika avrinningsområdena mellan 1,1 och 1,6 (tabell 4). Detta tyder på små skillnader i potentialen för utlakning mellan de olika avrinningsområdena och också på att fördelningen av markanvändningen i olika intensitetsklass har haft mindre betydelse. Detta med undantag för referensavrinningsområdet, S111, där nästan hela arealen tillhörde klassen ”mediumintensitet”.

I den andra utvärderingen (T2) när K_{LCI} var satt till 5 och K_{ROI} var satt till 1 varierade det skattade värdet på PNPPI mellan 1,5 (för S111) och 4,2 (för S120) (tabell 4). Med ett högre satt värde på K_{LCI} , blev överensstämmelsen bättre mellan avrinningsområdenas beräknade potential för N- och P-utlakning och uppmätta koncentrationer av N and P i avrinningsområdenas utlopp. Resultaten visar att värdena på koefficienterna K_{LCI} och K_{ROI} måste anpassas individuellt till varje avrinningsområde. Vidare måste olika värden på PNPPI parametrarna användas vid beräkning av N- och P-utlakning för att man ska kunna få tillförlitliga uppskattningar på avrinningsområdets potential.

Tabell 4. Beräknat och viktat PNPPI för två olika skattade koefficienter (T1 and T2) för de fyra avrinningsområden (S108, S125, S111 och S120) som försör dammarna D108, D111, D120 och D125 med vatten

PNPPI klass	S108		S111		S120		S125.1		S125. 2		S125. 3	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
Mycket hög	139	151	0	0	17	19	193	229	354	399	189	216
Hög	48	41	0	2	11	11	136	131	216	195	106	93
Medium	332	2	166	0	21	0	349	36	587	55	424	66
Låg	12	146	5	0	0	19	43	200	45	377	69	148
Mycket låg	2	195	0	168	0	0	27	150	80	255	21	287
Total areal, ha	533	533	171	171	49	49	747	747	1281	1281	810	810
Viktat PNPPI	1,4	3,2	1,1	1,5	1,6	4,2	1,4	3,6	1,5	3,7	1,4	3,3

Slutsatser

Genom att integrera vattenhanteringssystem och återanvända lagrat dräneringsvatten kan man förbättra vattenhushållningen för grödan och minska negativa miljöeffekter. I områden som har ett överskott av vatten under vinterhalvåret och ett bevattningsbehov under vegetationssäsongen kan miljödammar bidra med en extra vattenresurs som kan minska tillfällig vattenstress hos grödan. Miljödammar kan fungera som fällor för N och P som transporteras inom ett avrinningsområde.

PNPPI kan vara en användbar metod vid en översiktlig bedömning av ett avrinningsområdes potential för utlakning av N och P. Metoden ger en relativ uppskattning av potentialen för utlakning och bör inte användas för detaljerade beräkningar. Om uppmätta data finns tillgängliga kan noggrannare PNPPI värden fås genom kalibrering av K_{LCI} och K_{ROI} för varje delavrinningsområde och genom användning av olika PNPPI värden för N- och P-transport. Nackdelar är att man inte fullt ut kan ta hänsyn till tidsmässiga variationer eller att det kan finnas andra källor än jordbruks- och skogsmark till utlakat N och P. Beräkningar av punktkällors bidrag till utlakning bör inkluderas.

Publikationer

Nörregård, J. 2010. Miljödammarnas funktion som kväve- och fosforfälla samt bevattningsdamm i Sölvesborgs kommun. Kandidatuppsats i miljövetenskap. Institutionen för mark och miljö, SLU, Uppsala. Examensarbeten 2010:02.

Wesström, I. & Joel, A. 2010. Storage and reuse of drainage water. CSBE100159 – Presented at the ASABE's 9th International Drainage Symposium (IDS). Hosted by the Canadian Society for Bioengineering (CSBE/SCGAB) Québec City, Canada June 13-17, 2010. 10 s.

Övrig resultatförmedling till näringen

Posterpresentation på Borgeby fältdagar, Nordens lantbruksmessa i fält, den 30 juni - 1 juli, 2010 med 14 600 besökare och 260 utställare. Huvudarrangör HIR Malmöhus.

Litteratur

Allred B.J., Brown, L.C., Fausey, N.R., Cooper, R.L., Clevenger, W.B., Prill, G.L, La Barge, G.A., Thornton, C., Riethman, D.T., Chester, P.W. & Czartoski, B.J. 2003. Water table management to enhance crop yields in a wetland reservoir subirrigation system. *Applied Engineering in Agriculture*. 19(4): 407-421.

Ekologgruppen, 2001. Dammar som reningsverk. Mätningar av näringsämnesreduktionen i nyanlagda dammar, 1993-2002.

Joel, A., Wesström, I. & Messing, I. 2009. Mapping suitability of controlled drainage using spatial information of topography, land use and soil type, and validation using detailed mapping, questionnaire and field survey. *Hydrology Research* 40(4): 406-419.

Mavi. 2009. Skötselåtgärder för reglerbar dränering, reglerbar underbevattning eller återanvändning av torrläggingsvatten. Jordbrukets miljöspecialstöd, år 2007-2013. Landsbygdsverket, Finland. 8 s.

Munaföa, M., Cecchi, G., Baiocco, F. & Mancini L. 2005. River pollution from non-point sources: a new simplified method of assessment. *Journal of Environmental Management* 77, 93–98.

Persson, 2000. The hydraulic performance of ponds of various layouts. *Urban Water* 2: 243-250.

Shannon, M.C. 1997. Drainage water re-use. I: C.A. Madramootoo, W.R. Johnston & L.S. Willardson (red.). *Management of agricultural drainage water quality*. Water reports 13, Chapter 4. ICID & FAO, Rom.