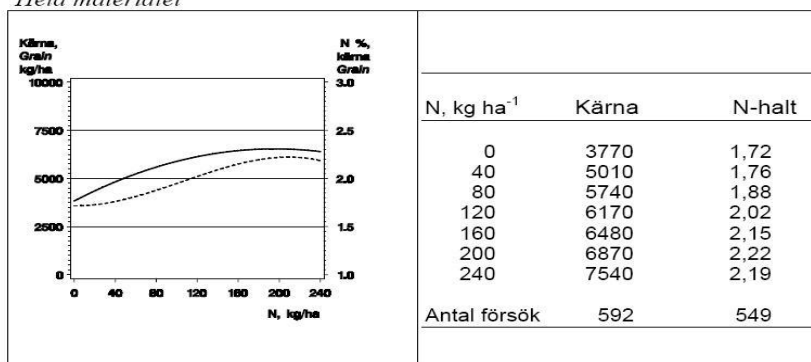


näring än en liten och därför kräver ett större tillskott. Styvare jord fanns motivera högre kvävetillförsel. Mulljord, från vilken en större mängd kväve mineraliseras, hade den lägsta optimala givan (Mattsson, 2006).

Den funktion som beskriver skördenivåns utveckling med ökad kvävegiva kan användas för att bestämma ekonomiskt optimal gödslingsnivå. Denna återfinns då den skördeökning som erhålls vid ett extra kilo kvävegödsling ökar inkomsten lika mycket som priset för ett kilo kväve, d.v.s. den punkt där kurvans lutning är densamma som priskvoten mellan gödselmedlet och avsalugrödan (Mattsson, 2006).

Tidigare har en liknande studie baserad på resultat från 37 försöksserier från perioden 1962 till 2002 med kvävegödsling till höstvetet genomförts av Mattsson (2004). Då testades endast andra- och tredjegrads polynom för att beskriva kärnskördens utveckling, samt tredjegrads polynom för att beskriva kvävehalten i kärnan. Polynom av andra och tredje graden fanns båda beskriva dataunderlaget väl. Tredjegrads polynomet gav den säkraste skattningen av ekonomiskt optimum, men andragsgradspolynomet fanns beskriva skördeutvecklingen över hela spektrum-ett av gödslingsgivor bättre. Det framhålls att det inte finns någon biologisk grund för att skördeökningen vid ökad giva åter ska öka vid riktigt stora givor efter att ha varit avtagande vid något lägre. För kvävehalten i kärnan gav tredjegrads polynomet den bästa anpassningen (Mattsson 2004). Figur 2 på nästa sida visar de grafer som beskrivs av de funna ekvationerna, d.v.s. funktionerna för skördenivåns och kvävehaltens utveckling med ökad kvävegiva.

Hela materialet



Figur 2. T.v: Responskurvor för kärnskörd (heldragen linje) och kvävehalt i kärna (streckad linje) för hela försöksmaterialet. T.h: Beräknade värden för kärnskörd (kg) och kvävehalt i kärna (%). Efter Mattsson, 2004.

Av figuren framgår att skördeökningen som erhålls för varje tillförd kg kväve är som störst upp till cirka 120 kg kväve, därefter planar kurvan ut och mersköörden för extra gödsling minskar. Kvävehalten ökar som mest i det ungefärliga intervallet 50 – 200 kg kväve. Den låga responsen mellan 0 och 50 kg förklaras av att tillväxten då är så kraftig att halten kväve i plantan blir låg, trots stort upptag (Mattsson, muntligen). Ökningen av kvävehalten i kärnan avtar vid kraftigare gödsling på samma sätt som kärnsköörden, men vid större kvävegivor.

Då materialet testades grupperat efter samma parametrar som i kornstudien följde resultaten samma mönster. Dock kunde inget samband mellan gödslingseffekt och lerhalt ses för vete (Mattsson, 2004).

Olika grödor utvecklas på olika sätt och deras behov av näring följer olika tidsförlopp. För att undvika att tillförd näring förloras med avrinning på grund av litet upptag och kraftig nederbörd, samt att kunna styra olika kvalitetsaspekter anpassas tillförseln av framförallt kvävegödsel till den eller de tidpunkter då den positiva effekten på tillväxt och kvalitet blir som störst. Stråsäd bör tillföras det mesta av kvävet under senare delen av bestockningsfasen, vilken beroende på odlingsregion inträffar någon gång mellan mitten av april och en vecka in i maj. Vid risk för kraftig nederbörd tidigt efter spridning, liggsädsbildning eller vid odling för hög proteinhalt kan givan delas på två eller tre delgivor. För bästa effekt bör all näring ha tillförts senast under sen stråskjutningsfas. Till vall är det rekommenderat att tillföra den första givan då den börjar grönska igen efter vintern, och därefter ge en giva direkt efter varje skörd. Den totala tillförseln bör fördelas så att mest tillförs vid det första tillfället och att efterföljande givor successivt minskar något. Höstoljeväxter tar upp relativt mycket kväve redan på hösten och kan behöva tillföras 30-40 kg om förfrukten har varit stråsäd. Ena hälften av resterande kvävemängd tillförs så snart marken kan trafikeras igen efter vintern, den andra runt fyra veckor därefter. Potatis bör tillföras halva mängden vid sättning, en fjärdedel tre veckor efter uppkomst och en fjärdedel efter sex veckor. För sen kvävetillförsel till matpotatis, som kan ske med stallgödsel, kan ha negativ effekt på kvaliteten. Sockerbetor kan tillföras hela mängden runt sådd. Vid spridning av stallgödsel bör inte mer än motsvarande halva behovet ges. Jämn spridning är viktig för betskördens kvalitet, vilken påverkas negativt av för höga kvävehalter (Jordbruksverket, 2010).

Upptaget av tillförd näring är inte fullständigt. Enligt beräkningar återfinns ungefär 85 % av tillfört kväve i de livsmedel som lämnar rena växtgårdar, för djurgårdar kan motsvarande siffra vara så låg som 25 %. Sveriges lantbruks totala utnyttjandegrad av kväve ligger också runt 25 %. Detta är inte ett medelvärde för samtliga gårdar, utan är en effekt av de kumulativa förluster som uppstår då växtodlingsgårdarnas spannmål används som foder på djurgårdarna. En del av förlusterna sker som ammoniakavgång från stallgödsel, en annan del genom utlakning, främst på lätta jordar. Förlusterna från ett givet område är tätt kopplade till djurtätheten. För fosfor beräknas ca 40 % återfinnas i livsmedel sett till hela det svenska lantbruket, men precis som för kväve kan nyttjandegraden på enskilda gårdar vara högre (Nilsson, 1995).

2.2 Näringshalter uppmätta i dräneringsvatten

Inom den svenska miljöövervakningen genomförs undersökningsprogrammet ”Typområden på jordbruksmark” med SLU som utförare och Naturvårdsverket som ansvarig myndighet. Programmet syftar till att öka förståelsen för hur odlingsåtgärder påverkar främst halterna av kväve och fosfor i avrinnande vatten. I undersökningen ingår nu 23 jordbruksdominerade avrinningsområden där kontinuerliga mätningar görs på vattenföring och prover för analys av kväve- och fosforinnehåll mm. tas en gång per vecka samt som flödesvägda värden. Det senare innebär att ett nytt prov tas vid varje tillfälle när en bestämd volym vatten har passerat mätpunkten, oberoende av hur lång tid som har förflutit sen det senaste provet togs. Resultaten från mätningarna under det agrohydrologiska året 2007/2008 (1 juli 2007 till 30 juni 2008) samt långtidsmedelvärden från mätningar mellan 1996 och 2007 har sammanställts av Stjernman Forsberg m.fl. (2009). Från rapporten har värden på flödesvägda årsmedelhalter av totalkväve (tot-N) och totalfosfor (tot-P), årsavrinning samt långtidsmedelvärden för samma parametrar hämtats för respektive avrinningsområde. Dessa redovisas i Tabell 2 nedan. För en noggrannare beskrivning av typområdena hänvisas till Stjernman Forsberg m.fl. (2009).

Tabell 2. Årsavrinning (mm) samt flödesvägda medelvärden för halten av totalkväve och totalfosfor (mg/l) 2007/2008; långtidsmedelvärde för årsavrinning samt flödesvägda medelvärden för totalkväve och totalfosfor 1996/1997 – 2006/2007 för respektive avrinningsområde. Data hämtade från Stjernman Forsberg m.fl. (2009)

Typområde	2007/2008			Medelvärde 1996/1997 – 2006/2007		
	Avrinning (mm)	Tot-N (mg/l)	Tot-P (mg/l)	Avrinning (mm)	Tot-N (mg/l)	Tot-P (mg/l)
Skåne M42	354	5,2	0,14	221	11,2	0,14
Skåne M36	374	5,2	0,16	319	7,8	0,16
Halland N33	398	4,3	0,14	309	8,2	0,19
Halland N34	494	7,2	0,12	371	10,4	0,09
Skåne M39	601	7,4	0,11	495	10,2	0,13
Blekinge K31	332	2,5	0,07	225	3,7	0,07
Blekinge K32	131	18,7	0,42	67	25,2	0,37
Kalmar H29	64	8,8	0,08	112	8,3	0,13
Gotland I28	127	9,8	0,10	164	9,2	0,11
Jönköping F26	657	3,0	0,07	459	4,3	0,10
Västra Götaland O14	316	4,6	0,17	317	5,1	0,16
Västra Götaland O17	815	2,4	0,05	333	3,3	0,06
Västra Götaland O18	427	3,1	0,26	379	5,8	0,29
Östergötland E21	116	6,7	0,07	190	10,0	0,07
Östergötland E23	125	4,6	0,21	178	6,5	0,23
Östergötland E24	125	4,0	0,30	204	4,4	0,32
Värmland S13	258	3,1	0,11	300	3,3	0,13
Örebro T10	312	16,8	0,06	568	8,8	0,05
Örebro T9	236	2,7	0,27	325	2,4	0,29
Västmanland U8	120	5,5	0,48	338	3,7	0,30
Uppsala C6	176	3,2	0,19	236	3,2	0,16
Gävleborg X2	275	1,6	0,07	296	1,9	0,11
Västerbotten AC1	612	1,1	0,03	273	1,2	0,05

De högsta koncentrationerna av både kväve och fosfor i avrinnande vatten beräknat som långtidsmedelvärde återfinns i typområde Blekinge K32. Som lägst är

kvävekoncentrationen i Västerbotten AC1. Där är även fosforkoncentrationen som lägst, liksom i Örebro T9. Utifrån uppmätta dygnsmedelvärden för vattenföring och näringshalter mellan 1996/1997 och 2006/2007 har även ett medelvärde för den totala årstransporten beräknats för samtliga typområden. Kvävemängderna har varierat mellan 3,4 kg tot-N/ha och år som minst, uppmätt i typområde Västerbotten AC1, och 50,4 kg tot-N/ ha och år som mest i Skåne M39. För fosfor gick motsvarande intervall mellan 0,12 kg tot-P/ha och år, uppmätt i Östergötland E21, och 1,09 kg tot-P/ha och år, uppmätt i Västra Götaland O18. Av det analyserade kvävet förelåg merparten i form av nitrat, mellan 31 och 93 %, medan fosfat endast utgjorde mellan 0 och 57 % och majoriteten var partikulärt bunden (Stjernman Forsberg m.fl., 2009).

Den största delen av det kväve som når vattendragen, upp till 90 % av totalkväve, utgörs i södra Sverige av nitrat på grund av den stora mängden jordbruksmark i området. I den mer skogsdominerade norra delen av landet är det istället löst organiskt kväve som utgör den större delen. Fosfor transporteras i form av löst fosfat, lösta organiska föreningar och partikulärt bunden fosfor. Det finns inget enkelt mönster för vilken fraktion som i störst grad förloras från ett givet område på samma sätt som det gör för kväve. Kväve är det ämne som främst begränsar tillväxten i marina miljöer, medan primärproduktionen i limniska system främst styrs av tillgången på fosfor (Leonardsson, 2002).

Provtagning av dräneringsvatten från sju olika fält i Malmöhus län under fyra år visade att typ av gröda och växtföljd i stor utsträckning påverkar nitratkoncentrationen i dräneringsvattnet. Uppmätta halter av totalkväve var låga efter sockerbeter, som har ett effektivt upptag. Höstraps gav också låga halter efter stråsäd, men halterna var relativt höga då den föregicks av rajgräs som plöjdes ner, vallbrott eller ärt. Som förklaring anges att raps kan ta upp stora mängder kväve på hösten, men att vissa grödor efterlämnar mer än så. Höga halter totalkväve uppmättes då marken lämnades obevuxen under vintern. I de enstaka fall detta inte resulterade i den för fältet och mätperioden högsta utlakningen anges det ha berott på att avrinningen varit liten eller att temperaturen och därmed kvävemineraliseringen varit låg, alternativt en kombination av båda. Detta ska ha överskuggat effekten av odlingsåtgärderna. Beräkningar visade att jämfört med stråsäd följt av obevuxen mark hade höstvetete efter oljeväxt reducerat nitrathalten med 15 %, höstraps efter stråsäd med en tredjedel och sockerbeter med 75 % (Hoffman, 1992).

Vid bearbetning av jorden stimuleras nedbrytningen av organiskt material eftersom jorden syresätts och växtrester blandas ner. Detta leder till en ökad kväveminalisering. Temperaturen har stor inverkan på hur snabbt mineraliseringen går, ju varmare desto fortare. En stor mängd mineraliserat kväve i nitratform i marken riskerar att transporteras med vattenflödena när nederbörds mängderna ökar på hösten. En senarelagd jordbearbetning har visats minska kväveutlakningen. Minst har den blivit vid vårplöjning då marken även har hållits bevuxen under vintern (Stenberg & Aronsson, 1999).

2.3 Vattenreningssystem

Det finns ett antal möjliga åtgärder för att minska flödet av näringsämnen till vattendrag. Anläggning av någon form av våtmarksområde är en sådan. De typer det oftast rör sig om är dammar med permanent vattenspegel, översvämningstvåmarker som periodvis täcks av vatten samt skyddszoner längs vattendrag genom vilka huvuddelen av genomströmningen utgörs av grundvattenflöden (Tonderski m.fl., 2002^a).

Avskiljning av kväve från vatten i våtmarker sker främst via växters upptag, sedimentation och denitrifikation. För fosfor sker avskiljningen främst via växters och bakteriers upptag, sedimentation och fastläggning (Leonardsson, 2002).

Mängden näring som kan avskiljas via växters upptag beror på vilka arter som dominerar. Annuella växter dör och bryts ner efter växtsäsongens slut varvid nästan all upptagen näring åter frigörs. Perenna växter däremot lagrar en stor del av den upptagna näringen i rötterna mellan växtsäsonger, och tar upp näring så länge de växer till. Ju äldre de blir ju mindre blir nettoupptaget av näring. Att skörda växterna innan upptaget blir alltför ineffektivt och föra bort biomassan är troligtvis det enda sättet att varaktigt separera den upptagna näringen från vattnet (Leonardsson, 2002).

Sedimentation gynnas av relativt täta växtsamhällen som bromsar upp vattnets rörelse och hindrar redan nedsjunkna partiklar från att resuspenderas. Alltför täta bestånd kan dock ge motsatt effekt. Resuspension orsakas av horisontella vattenströmningar längs bottensedimentets yta, vilka uppkommer genom vågrörelser skapade av vind eller hög hastighet på inflödande vatten. Uppgrumling sker även

när fiskar eller fåglar födosöker i sedimenten. Näring bunden i partikulär form kan då fortsätta att transporteras mot dammens utlopp och så småningom nå sjöar eller hav. Organiskt material som sedimenterat bryts ner, varvid näring frigörs. Denna kan tas upp av växter eller bakterier, eller som för fosfor fastläggas i mineralkomplex, men transporteras i värsta fall med genomströmmande vatten mot utloppet. Särskilt kväve i form av nitrat som inte adsorberas riskerar att lakas ut. Sedimentation i sig bidrar således på samma sätt som växters upptag endast till en tillfällig kväveretention i våtmarken (Leonardsson, 2002).

Den största varaktiga separationen av kväve från inströmmande vatten sker via denitrifikation. Vid anaeroba förhållanden kan ett flertal bakterier använda nitrat som elektronacceptor istället för syre vid nedbrytningen av organiskt material. Nitrat reduceras då till kvävgas, vilken löser sig i vattnet och sedermera diffunderar till atmosfären där den uppehåller sig tills den åter bindes av kvävefixerande organismer eller industriellt i handelsgödsel.

Denitrifikationsreaktionen är förutom att den kräver syrefria förhållanden gynnad av hög nitratkoncentration, hög temperatur inom intervallet 0-25 °C och en stor mängd omsättbart organiskt material. Det organiska materialet ger denitrifikationsbakterierna energi och näringsämnen och är efter mineralisering och nitrifikation en källa till nitrat. Vid nedbrytningen konsumeras syre vilket bidrar till att snabbare skapa anaeroba betingelser. I våtmarker blir reduktionen av vattnets kväveinnehåll mer effektiv vid långa uppehållstider då sannolikheten att bakterier och nitratmolekyler möts ökar (Leonardsson, 2002). För att säkra tillräckligt långa uppehållstider för betydande reduktion av kvävekoncentrationen även under perioder av höga flöden krävs oftast stora arealer våtmark, mellan 1 och 5 % av avrinningsområdets yta (Arheimer & Bergström, 2002).

Bakterier kan ta upp fosfor mycket effektivt, och bygger då in det i sin biomassa där det förblir tills de dör och bryts ner. Det frigjorda fosfatet kan då antingen fastläggas i mineralkomplex, återupptas av växter eller mikroorganismer, eller transporteras med genomströmmande vatten (Leonardsson, 2002).

Fosfor fastläggs genom komplexbindning eller adsorption till olika reaktionsbenägna mineralkomplex, såsom järn- mangan- och aluminiumhydroxider, kalciumkarbonat och lerpartiklar. Den kan även binda till humuspartiklar. Komplexbunden eller -adsorberad fosfor kan under vissa betingelser åter frigöras som fosfat och

transporteras vidare. Vilka betingelser som orsakar frigörelsen beror på till vilken typ av mineralkomplex fosfor är bunden. Fosfor bunden till järn- och mangan-komplex frigörs vid anaeroba förhållanden, kalciumkarbonatbunden fosfor frigörs vid låga pH-värden och fosfor bunden till järn-, mangan-, aluminium- eller lerkomplex frigörs vid kraftiga höjningar av pH. Mönstret av fastläggning och frigörelse av fosfor i en given våtmark är svårt att förutsäga eftersom ett antal kemiska och biologiska processer samspelar. Fördelningen mellan olika fosfatbindande mineralkomplex avgör om utsöndringen av syre och konsumtionen av vätejoner vid de gröna växternas fotosyntes samt protonutsöndringen vid nitrifikation leder till en nettoimmobilisering eller en nettomobilisering av fosfor. Dessutom inverkar nitratkoncentrationen i vattnet på våtmarkens fosforrenande förmåga. Vid anaeroba förhållanden då mikroorganismerna inte längre kan använda syre som elektronacceptor använder de istället i första hand nitrat. Finns inte heller det tillgängligt i tillräcklig mängd reducerar de järn och mangan i de komplex dit fosfat kan adsorberas. Fosfor blir då åter löslig (Leonardsson, 2002).

Det är svårt att säga hur effektiv avskiljningen av kväve och fosfor är i en våtmark. Mätningarnas representativitet och beräkningsmodellernas förmåga att beskriva varierar. Trots detta har ett antal försök att uppskatta separationens storlek gjorts. Dammar förefaller vara den mest effektiva åtgärden för att avskilja kväve, räknat per ytenhet. De flesta studier som har gjorts på dammar har visat en reduktion på 200 – 2000 kg kväve per år och hektar, varav merparten av minskningen uppskattas bero på denitrifikation. Halten av fosfor i utloppet från dammar som tar emot avloppsvatten ligger oftast mellan 0,04 och 0,1 mg totalfosfor per liter, motsvarande 30 – 90 % av den totala belastningen. Mätningar av ackumuleringen av fosfor i våtmarker har i genomsnitt gett resultat på 1,5 g P/m² och år för anläggningar på mineraljord, och 0,3 g P/m² och år för anläggningar på organogen jord. (Tonderski m.fl., 2002^b).

Naturvårdsverket (2009) har följt upp anläggningen av våtmarksområden i södra Sverige mellan 1996 och 2006 och gjort beräkningar av den resulterande reduktionen av näringstransporten till hav. Under den aktuella perioden hade 1574 våtmarker anlagts, med en total yta på 4135 hektar. Osäkerheten i beräkningarna och de antaganden som dessa bygger på är stor, men den troligaste uppskattningen är att dessa våtmarker tillsammans har minskat transporten av kväve med 140 ton per år, och av fosfor med 12 ton per år. Detta utgör mindre än 0,2 % av den totala kvävetransporten och 0,5 % av fosfor (Naturvårdsverket, 2009). År 2007 antogs

Baltic Sea Action Plan, som är ett handlingsprogram för att minska läckaget av näring till Östersjön från omgivande länder. Enligt denna ska Sverige minska förlusterna av kväve med 20780 ton per år och fosfor med 290 ton per år (Naturvårdsverket, 2008).

Årsvariationerna av nitratkoncentration varierar oftast inte mer än en faktor fyra, medan variationen i vattenflöde är mycket större. Därav följer att kvävetransporten är stor vid höga flöden och liten vid låga. Vid höga flöden är nitratkoncentrationen i våtmarker vanligen högre och därmed även denitrifikationsaktiviteten, vilket gör att mängden som reduceras vid höga flöden är större. Denna utgör dock en mindre del av den totala intransporten. Den relativa reduktionen av kvävekoncentrationen i en våtmark blir högre vid låga flöden eftersom vattnets uppehållstid i denna då blir längre och därmed även den tid under vilken denitrifikationen kan pågå. Detta, i kombination med det faktum att merparten av vatten- och kvävetransporterna sker under vintermånaderna när denitrifikationsaktiviteten är låg på grund av låga temperaturer, leder till att våtmarkernas vattenrenande effekt är som lägst när den behövs som mest (Kellner, 1993).

2.4 Grödors vattenbehov

Normalt utvecklade bestånd av grödor med god marktäckning förbrukar 2,5-3 mm vatten per dygn mellan april och september. Under högsommaren är förbrukningen större, då åtgår i snitt 3,5 mm, men den kan bli så hög som 5-7 mm under enskilda dygn med hög temperatur, låg luftfuktighet och kraftig blåst (Ingvarsson, 1992).

Under de klimatbetingelser som råder i Sverige räcker oftast nederbörden för att tillgodose grödornas vattenbehov. Mer intensiv odling av trädgårdsgrödor kräver dock för det mesta bevattning för att öka odlingssäkerheten och möjligheten att styra produkternas kvalitet. Dessa grödor ger större inkomster vilka kan täcka investerings- och arbetskostnader för anläggning och drift av bevattningssystemet. I växtföljder där t.ex. potatis, jordgubbar eller grönsaker ingår kan det även löna sig att bevattna övriga grödor, då det kan öka avkastningen av dessa. För de flesta grödor kan bevattning väntas leda till skördeökningar runt 20-25 % (Ingvarsson, 1992). Näringsutnyttjandet ökar vanligen med bevattning vilket minskar risken för utlakning (Linnér, 1986).

Effekterna av bevattning blir störst då underskottet av vatten är som störst. I Sverige är torra under växtsäsongen vanligast i sydöstra delen av landet, och det är i detta område som bevattning av grödor sker i störst utsträckning. På samma sätt blir effekten större på jordar med låg vattenlagrande förmåga (Ingvarsson, 1992). Detta har demonstrerats i försök med vall och potatis där skördeökningarna vid bevattning var som störst på sand- och grovmojordar (Johansson och Linnér, 1977)

Årligt bevattningsbehov kan beräknas genom att summera skillnaderna mellan medelvärdena för nederbörd och vattenbehov för de månader då behovet är större än nederbörden, korrigerat för den mängd vatten marken innehåller vid fältkapacitet. Dessa värden brukar dock ligga i underkant, vid kraftig nederbörd bildas avrinning och hela vattenmängden kan inte antas komma växterna tillgodo (Johansson och Linnér, 1977). Bevattningsbehovet brukar vid projektering inför anläggning av bevattningsanläggning antas vara 100-150 mm/år, vilket innebär en årlig vattenåtgång på 1000-1500 m³/ha bevattnad areal. Om inte direktuttag av erforderlig mängd vatten är möjlig måste denna volym samt runt 50 % ytterligare kunna lagras i en damm. Påslaget avser kompensera avdunstningsförluster och läckage (Ingvarsson, 1992).

Bevattningen delas upp på ett flertal tillfällen under växtsäsongen. Givans storlek bör vara optimerad för att fylla på markförrådet till fältkapacitet, utan att avrinning och utlakning uppstår. Tillväxtbetingelserna är som bäst när markens vattenhalt ligger runt fältkapacitet, men att hålla vattenhalten på konstant nivå skulle kräva alltför frekventa bevattningar och därmed en för stor arbetsinsats för att vara lönsamt. Bevattning rekommenderas istället ske då hälften till två tredjedelar av markprofilens växttillgängliga vatten har förbrukats (Johansson och Linnér, 1977). Föreslagna givor för olika jordarter och rotdjup återges i tabell 3.

Tabell 3. Lämpliga bevattningsmängder (netto) för olika jordar och rotdjup. Efter Johansson och Linnér, 1977

Jordart i matjorden	Rotdjup, cm	Bevattning, mm per gång
Mullfattig sand	0-30	15-20
	0-50	25-30
Mullhaltig grovmo	0-30	25-30
	0-50	35-45
Mullhaltig lättlera	0-30	30-40
	0-50	40-50
Mullhaltig styv lera	0-30	25-30
	0-50	35-45
Mulljord	0-30	40-50
	0-50	70-80

Av tabellen framgår att större givor kan ges vid ökande rotdjup, och att de största givorna kan tillämpas på mulljord som har en god vattenhållande förmåga, medan de minsta givorna rekommenderas till lätta sandjordar.

3 Material och metoder

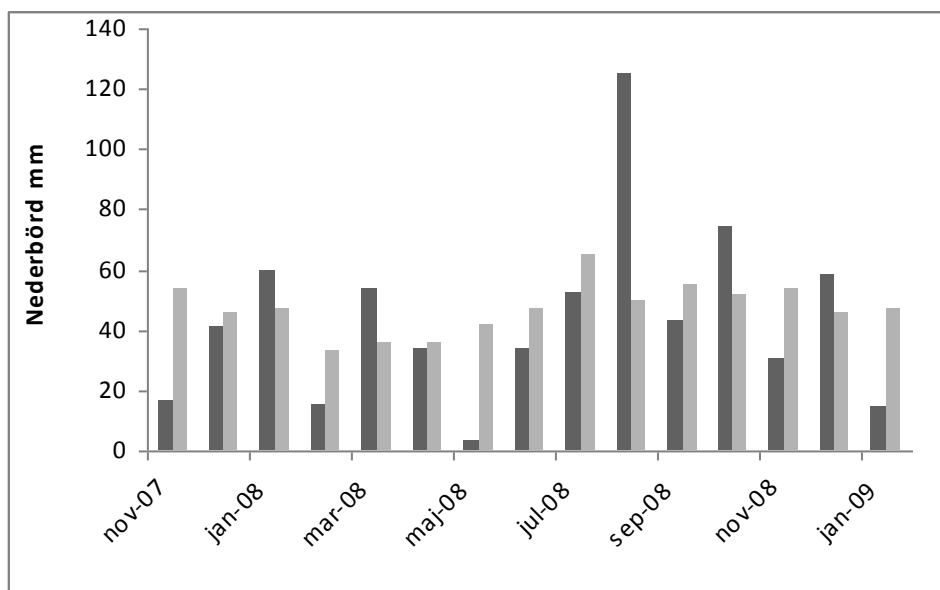
Sölvesborgs kommun har med pengar i form av LIP-bidrag (lokalt investeringsprogram) byggt 27 stycken miljödammor med en total volym av 350 000 m³. Dessa fylls med ytvatten från de vattendrag som avvattnar området, samt dräneringsvattnen. Näringskoncentrationerna i vattnet är oftast höga. Syftet med de anlagda dammarna har varit att dels minska behovet av grundvattenuttag, dels att minska näringstransporterna till havet. I Sölvesborgs kommun är tillgången till sött ytvatten mycket begränsad, och vattenuttaget är helt baserat på grundvatten. Förekomsterna är dock begränsade. Den allmänna vattenförbrukningen beräknas öka, liksom lantbrukets önskan om ökade uttag för bevattningsändamål (www.solvesborg.se/1032: www.solvesborg.se/6821).

Fyra av dessa dammar har ingått i projektet Miljödammor – recirkulation av vatten och växtnäring, som har syftat till att undersöka effekten av denna typ av dammar på växtnäringsläckage och vattenförsörjning, samt att identifiera de områden där den positiva effekten av dammanläggningar är som störst för att kunna fördela begränsade ekonomiska medel dit där de gör som störst nytta. Studien har utförts av forskare vid SLU med medel från Stiftelsen Lantbruksforskning. Mätningar har gjorts mellan 1 november, 2007 och 31 januari, 2009 av vattennivåer och –temperaturer i dammarna, samt koncentrationer av kväve och fosfor i inkommande och i lagrat vatten. Dessutom har information om markanvändning och jordarter i de olika avrinningsområdena samlats in, samt information från lantbrukare om odlade grödor. Dessa data har använts för att konstruera ett index över utlakningsbenägenheten i olika typer av områden. Detta index består dels av en markanvändningskomponent, dels av en jordartskomponent. Markanvändningen har värderats efter andel odlad mark och gödslingsintensitet, medan jordarterna har delats in efter genomsläpplighet. Potatisodling på sandjord har således fått ett högre indexvärde än vall på lerjord (Wesström & Joel, 2010^a). Området samman-

faller med typområde Blekinge K32 i Miljöövervakningens program Typområden på jordbruksmark som har behandlats tidigare (Wesström, muntligen).

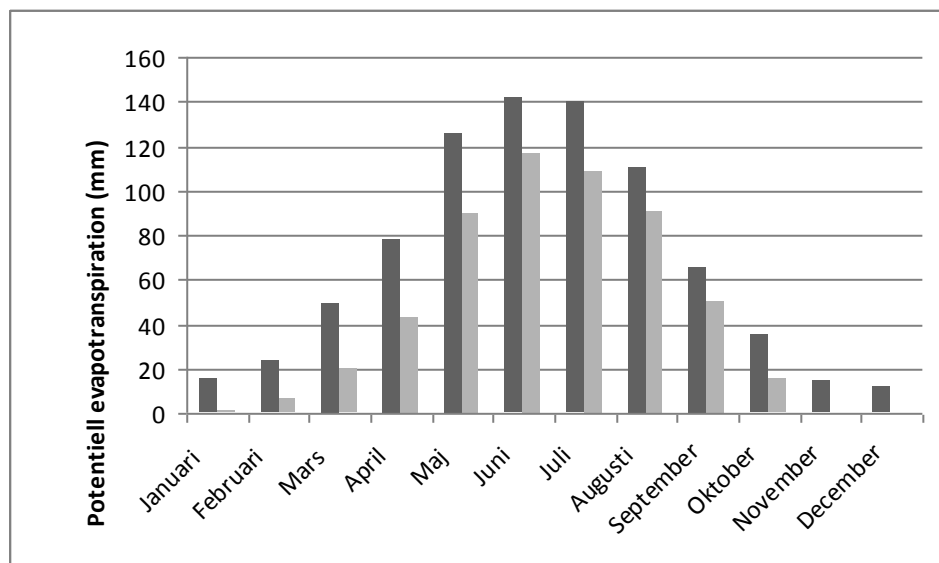
3.1 Klimat

Närmaste klimatstation är Kristianstad varifrån uppmätta värden på nederbörd, potentiell avdunstning och medeltemperatur för varje månad under undersökningsperioden har hämtats. Årsdynamiken åskådliggörs i figur 3-5 nedan.



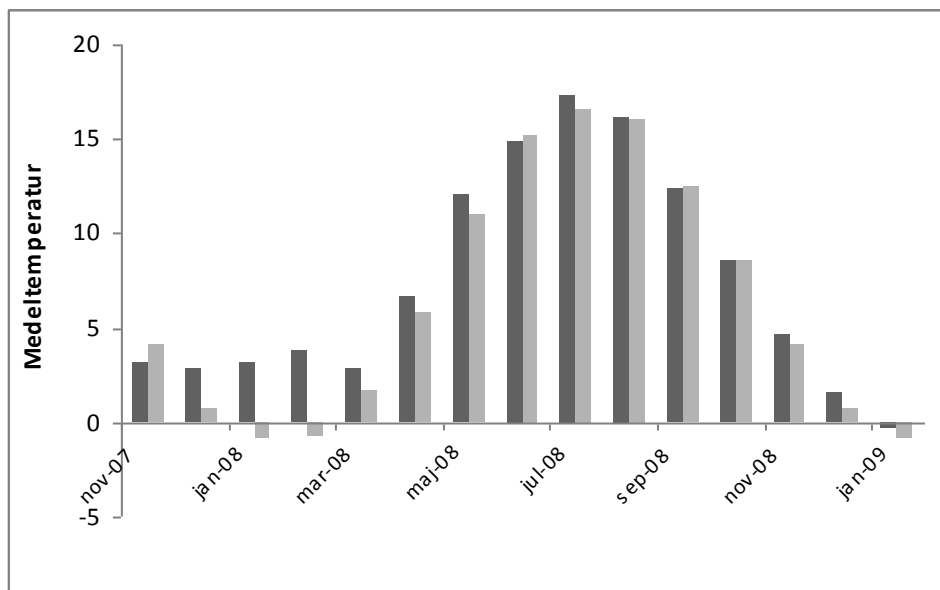
Figur 3. Månadsvis nederbörd i mm uppmätt vid SMHIs klimatstation i Kristianstad mellan 1 november 2007 och 31 januari 2009 (mörkgrå stapel), samt 30-årsmedelvärde från perioden 1961-90 (jusgrå stapel).

Totalt under mätperioden föll 656,3 mm nederbörd. Nederbörden i området var högre under detta år än normalt. Årsmedelvärde beräknat för perioden 1961-1990 är 562 mm. Framförallt var augusti betydligt blötare än vanligt. Däremot var maj torrare. I medeltal faller 50 mm under augusti, och 42 mm under maj. Högst är nederbörden under juli, 65 mm i snitt, och lägst under februari, då 33 mm (Alexandersson m.fl., 1991).



Figur 4. Månadsvis potentiell avdunstning i mm uppmätt vid SMHIs klimatstation i Kristianstad mellan 1961 och 1978. Mörkgrå staplar visar uppmätt maxvärde, ljusgrå staplar visar uppmätt minimivärde.

Årsavdunstningen för perioden 1961-78 var som mest 744 mm och som minst 612 (Eriksson, 1981). Medeltal för den senaste trettioårsperioden, 1961-90, är mellan 500 och 600 mm (Brandt & Grahn, 1998). Den totala avrinningen under ett år var i medel 252 mm beräknat för 1931-60 (Eriksson, 1980). Motsvarande värde för den senaste trettioårsperioden saknas. En lägre avdunstning i kombination med att nederbörden varit rikligare har sannolikt gett en större avrinning under mätperioden än normalt.



Figur 5. Medeltemperatur i °C beräknat för respektive månad baserat på dygnsmedeltemperaturer uppmätta vid SMHIs klimatstation i Kristianstad mellan 1 november 2007 och 31 januari 2009 (mörkgrå stapel), samt 30-årsmedelvärde från perioden 1961-90 (ljusgrå stapel).

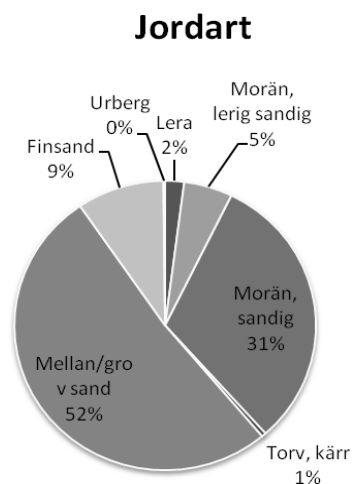
Temperaturen var i medeltal som högst under juli med 17,3 °C, och som lägst under januari 2009 då den var -0,3°C. Den högsta dygnsmedeltemperatur som uppmättes under perioden var 20,1°C den 26 juli 2008. December 2007 till mars 2008 var mellan 1 och 4 grader varmare än normalt. I övrigt finns inga anmärkningsvärda skillnader mot medelvärdet för 1961-90. Årsmedeltemperaturen var 7,3°C, vilket är något lägre än de 7,6°C som var medel under senaste trettioårsperioden (Alexandersson m.fl., 1991).

3.2 Försöksplatser

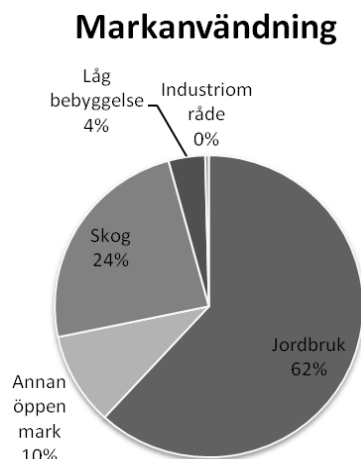
De fyra dammar som har ingått i undersökningen presenteras var och en för sig, med en kort beskrivning av avrinningsområdet som hör till det vattendrag som påfyllnadsvattnet tas från, samt mätdata från respektive damm och en sammanfattning av dessa.

3.2.1 Damm 1

Dammen är 3,3 m djup, har en yta på 3200 m² och en volym på 9900 m³ (Wesström & Joel, 2010^a). Vattnet tas från Hörviksbäcken som mynnar i Pukaviksbukten. Stora delar av bäcken är kulverterad (Wesström & Joel, 2010^b). Den har ett 533 ha stort avrinningsområde vilket domineras av genomsläppliga jordar, främst sandjordar (Wesström & Joel, 2010^a). En mer detaljerad fördelning på jordarter återfinns i figur 6. Markanvändningen i området åskådliggörs av figur 7.



Figur 6. Fördelning av förekommande jordarter inom Hörviksbäckens avrinningsområde (Wesström & Joel, 2010^b).



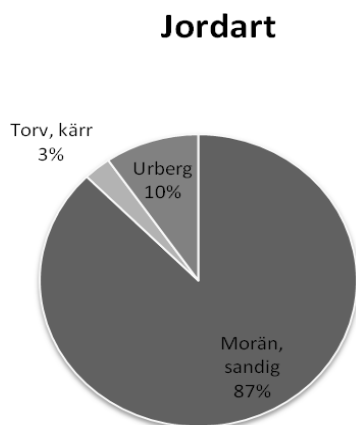
Figur 7. Markanvändning inom Hörviksbäckens avrinningsområde (Wesström & Joel, 2010^b).

Merparten av marken är jordbruksmark. På den största delen av jordbruksmarken odlades potatis och stråsäd (Wesström & Joel, 2010^a). En liten andel av arealen var höstsådd under den period som undersökningen pågick; under 2007 odlades höstraps på 1 % av marken och höstvetete på drygt 2 %. Under 2008 var ungefär 2,5 % höstsådda grödor, varav merparten höstvetete och en liten andel höstkorn (Wesström & Joel, 2010^b).

I området finns även ett antal minkfarmar. Utgödsling från anläggningarna kan ha stor påverkan på koncentrationerna av kväve och framförallt fosfor i avrinnande vatten (Wesström & Joel, 2010^b).

3.2.2 Damm 2

Damm nummer 11 ligger i norra Sölvesborgs kommun. Den har en yta på 2165 m², är 3,3 m djup och har en volym på 6500 m³. Vattenuttag sker från två närliggande vattendrag, det ena rinner genom skog och det andra genom betesmark (Wesström & Joel, 2010^b). Avrinningsområdet är 49 ha stort. Detta domineras av lätta jordar, främst sandig morän. Jordartsförekomsten och -fördelningen visas i figur 8. I stort sett hela området är skogsbevuxet, i den mån annan markanvändning förekommer är den av ringa betydelse för vattenkvalitet i vattendragen (Wesström & Joel, 2010^a).

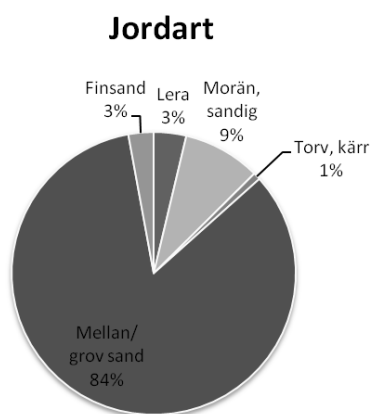


Figur 8. Fördelning av förekommande jordarter inom de bevattande bäckarnas avrinningsområde (Wesström & Joel, 2010^b).

3.2.3 Damm 3

Damm nummer 20 är 1383 m² till ytan, 2,36 m djup och rymmer totalt 2600 m³. Den fylls med vatten som tas direkt från huvudledningen till det dräneringssystem som avvattnar området. Det område som bidrar till detta flöde har en yta på 49 ha och är helt jordbruksdominerat (Wesström & Joel, 2010^a), den enda övriga markanvändningen faller under den kategori som kallats annan öppen mark och upptar 1 % av den totala ytan. Under 2004 odlades främst stråsäd, 59 % av arealen, i form av havre, råg och korn. Potatis, sockerbeter och träda var också relativt vanligt, medan vall utgjorde en liten andel. Under 2008 ökade potatisarealen från 10 till 31 %. Även vallandelen ökade, medan arealen med stråsäd och träda minskade. Då höstvetete och rågvete utgjorde en stor andel av stråsåden, och andelen vall ökade, var andelen höstsådda grödor betydligt större under 2008, 45 % av den totala arealen mot 4 % under 2007 (Wesström & Joel, 2010^b).

Andelen av olika jordarter visas i figur 9, av denna framgår att det mesta är jordar av genomsläpplig karaktär och att sand utgör den största delen (Wesström & Joel, 2010^a).



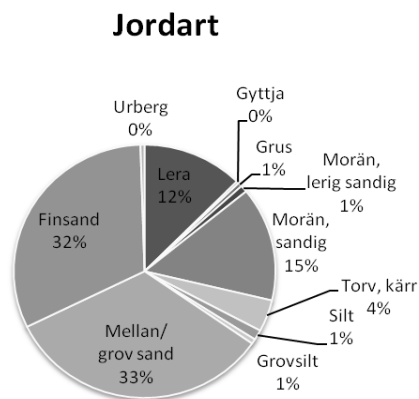
Figur 9. Fördelning av förekommande jordarter inom det bevattnande vattendragets avrinningsområde (Wesström & Joel, 2010^b).

3.2.4 Damm 4

Damm 25 är den största av de fyra som ingick i undersökningen. Dess yta är 7300 m², den är 3,36 m djup och rymmer 24500 m³. Vatten pumpas in från Siretorpskanalen. Denna har ett avrinningsområde som är 2840 ha stort (Wesström & Joel,

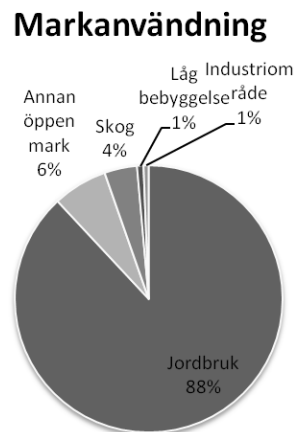
2010^a), varav en del utgörs av avrinningsområdet till damm 20. Kanalen mynnar i Sölvesborgsviken (Wesström & Joel, 2010^b).

Andelen av avrinningsområdet som ligger på lerjord är större än för de tre tidigare områdena, men även detta domineras av genomsläppliga jordarter (Wesström & Joel, 2010^a), som framgår av figur 10.



Figur 10. Fördelning av förekommande jordarter inom Siretorpskanalens avrinningsområde (Wesström & Joel, 2010^b).

Figur 11 visar markanvändningen.



Figur 11. Markanvändning inom Siretorpskanalens avrinningsområde (Wesström & Joel, 2010^b).

Merparten av marken är jordbruksmark. Stråsåd, potatis och sockerbetor är de vanligaste grödorna (Wesström & Joel, 2010^a). En relativt stor andel av arealen var sådd med höstgrödor under både 2007 och 2008, 21 respektive 24 %. Det rörde sig då främst om höstvetete, rågvete och slåtter- eller betesvall på åkermark (Wesström & Joel, 2010^b).

3.3 Metoder

3.3.1 Beräkningar av vattenflöden

Skillnader i vattennivå mellan två dygn har korrigerats för nederbörd och avdunstning och därefter multiplicerats med respektive damms area, vilket har resulterat i en ungefärlig storlek på volymförändringarna i dammarna. Detta efter att värden som sannolikt har varit felmätta har undantagits. Det har då rört sig om små ökning under en längre period av konstant minskande nivåer och vice versa. Längre perioder av konstanta, stora ökning eller minskningar har antagits bero på påfyllning respektive uttag. Stora minskningar utanför växtsäsong har däremot antagits bero på läckage. De volymer som har antagits vara uttag för bevattningsändamål har dividerats med de 100-150 mm som angivits vara genomsnittlig bevattningsmängd per hektar och säsong för att beräkna den areal som har kunnat bevattnas. Förluster vid spridning har försumrats.

3.3.2 Beräkningar av näringsflöden

Eftersom näringskoncentrationer uppmätts med två veckor mellan provtagningstillfällena har dygnsvärden interpolerats fram för att kunna uppskatta koncentrationerna i inkommande vatten vid varje påfyllning. Samma sak har gjorts med data för koncentrationerna i dammarna.

De volymförändringar i dammarna som med rimlighet har kunnat antas vara orsakade av påfyllningar har multiplicerats med de näringskoncentrationer som påfyllnadsvattnet beräknats ha haft under den tid påfyllningen pågick för att uppskatta den mängd kväve respektive fosfor som lagrats i dammarna istället för att transporteras vidare mot havet. På samma sätt har de volymförändringar som har uppfattats bero på uttag multiplicerats med näringskoncentrationerna i vattnet i dammarna för att uppskatta mängden kväve och fosfor som har tillförts åkermark med bevattningen. De totala mängderna har även delats med det antal hektar som

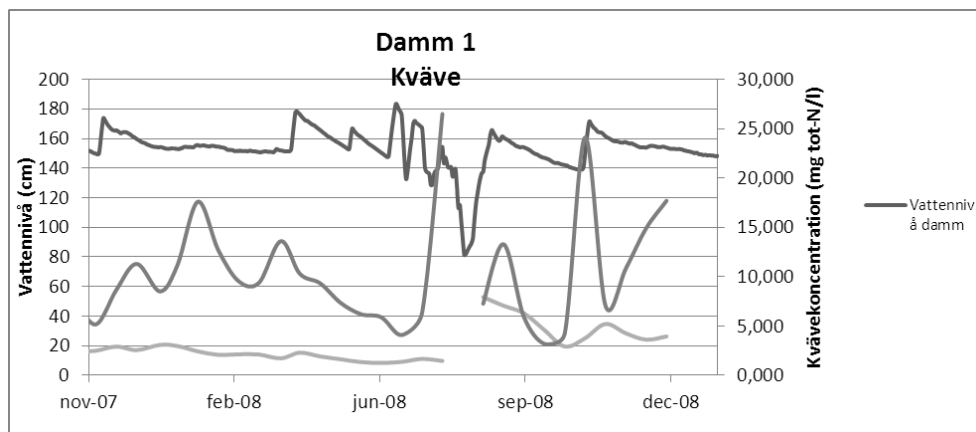
tidigare beräknats kunna bevattnas med de uttagna vattenvolymer. Därmed erhålls den mängd kväve och fosfor som tillförts per hektar. Då det inte finns data på näringskoncentrationen i påfyllnadsvattnet för damm 3 har mängden uppsamlad näring inte kunnat beräknas. För damm 4 saknas data på vattennivå, varför inga av ovanstående beräkningar har kunnat genomföras.

4 Resultat

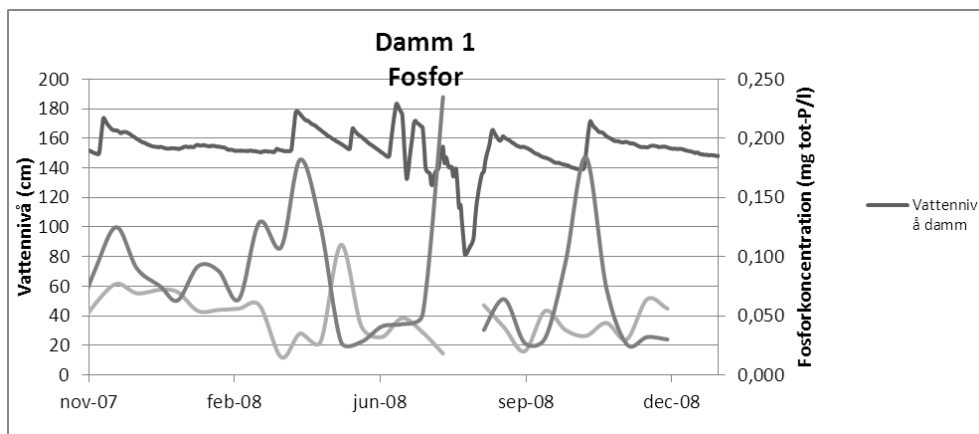
4.1 Uppmätta vattennivåer i dammarna samt näringskoncentrationer i damm och vattendrag

4.1.1 Damm 1

Figur 12 visar hur vattennivån i damm 8 har varierat under mätperioden, samt de totalkvävekoncentrationer som har uppmätts i dammen och i vattendraget som vattnet hämtats från. I figur 13 ses motsvarande variation av fosforkoncentrationer.



Figur 12. Vattennivå (cm) i damm 1, samt tota kvävekoncentration (mg tot-N/l) i dammen och i Hörviksbäcken.



Figur 13. Vattennivå (cm) i damm 1, samt totalfosforkoncentration (mg tot-P/l) i dammen och i Hörviksbäcken.

Dammen har fyllts på vid ett tillfälle i november 2007, ett flertal tillfällen under sommaren och sista gången i oktober 2008. Från början av april till slutet av augusti sker uttag av vatten, totalt ca 6800 m³. Volymen räcker för att bevattna mellan 4,5 och 6,8 hektar.

Kvävekoncentrationen i bäcken har varierat mycket under året, med ett antal kraftiga ökning och minskningar. Vattnet har haft relativt höga koncentrationer under vinter och vår, och fram till en topp inträffar i juli lägre koncentrationer under försommaren. Mönstret för fosforkoncentrationernas variation är mycket likt det för kvävekoncentrationerna, med ett flertal sammanfallande toppar.

Från den 21 till och med den 24 november 2007 ökar vattenvolymen i dammen med nästan 780 m³. Senaste uppmätta kvävekoncentration i dammen är 2,5 mg tot-N/l., uppmätt den 19 november. Vattnet i Hörviksbäcken hade under påfyllningen i snitt en koncentration på 6,05 mg tot-N/l. När koncentrationen i dammen mäts igen den 3 december är den 2,92 mg tot-N/l. Efter denna påfyllning sjunker nivån långsamt i dammen, och stabiliserar sig därefter på en ny nivå. Eftersom det inte är växtsäsong rör det sig troligtvis inte om uttag för bevattning utan troligare om läckage. Under den tid dammen står orörd sjunker kvävekoncentrationen, vid mätning den 25 mars 2008 är den 1,73 mg tot-N/l. Fosforkoncentrationen i vattendraget ligger mellan 0,096 och 0,103 mg tot-P/l, och vid mätning den 3 december har koncentrationen i dammen ökat till 0,077 från 0,061 vilket uppmättes två veckor tidigare. Efter detta fluktuerar mätvärdena något, men lagringen leder slutligen till en minskning av koncentrationen till 0,015 mg tot-P/l.

Mellan 1 och 4 april fylls dammen på nytt, volymen ökar med nära 850 m³. Påfyllnadsvattnet innehåller i snitt 11,44 mg tot-N/l, och när koncentrationen i dammen mäts den 7 april har den ökat till 2,30 mg tot-N/l. Under de efterkommande fyra veckorna sjunker den igen till 1,63 mg tot-N/l den 5 maj. Fosforkoncentrationen i Hörviksbäcken är hög under påfyllningen, mellan 0,150 och 0,168 mg tot-P/l. En liten ökning av koncentrationen i dammen uppmäts den 7 april, den är då 0,035 mg tot-P/l. En betydligt större ökning uppmäts den 5 maj, då har koncentrationen stigit till 0,110 mg tot-P/l.

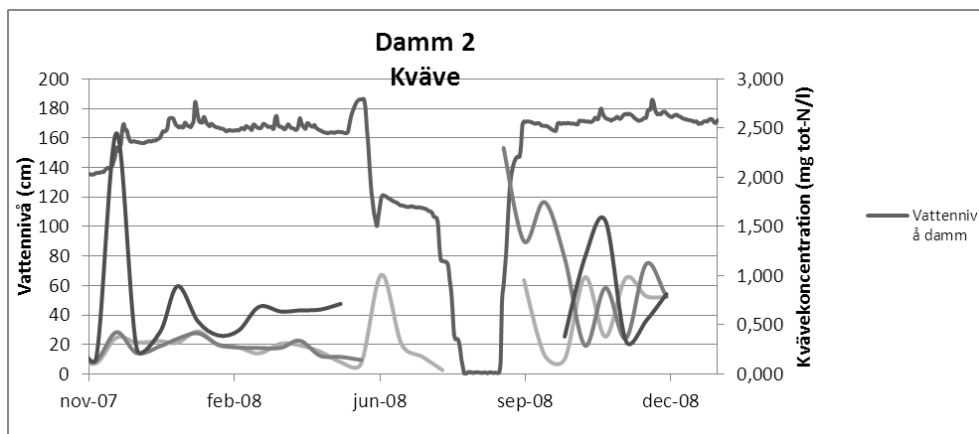
Under försommaren och sommaren sker omväxlande vad som förefaller vara ett antal mindre uttag och påfyllningar. Den 8 juli startar en påfyllning som pågår i en vecka och ökar volymen med cirka 670 m³. Kvävekoncentrationen i bäcken är hög, mellan ungefär 18 och 25 mg tot-N/l, men trots detta har koncentrationen i dammen när den mäts efter påfyllningen snarast minskat något. Kvävekoncentrationen i vattendraget minskar därefter. Fosforkoncentrationen i bäcken är låg, och koncentrationen i dammen minskar på det hela taget.

Mellan den 30 juni och den 17 augusti fylls 2520 m³ vatten på. Vattnet i Hörviksbäcken har vid påfyllnadens början en uppskattad kvävekoncentration på 15,5 mg tot-N/l vilken minskar till 9,8 mg tot-N/l vid dess slut och som lägst var 2,26 mg tot-N/l. Koncentrationen i dammen mäts under påfyllnaden, den 11 augusti, och är då 7,93 mg tot-N/l. Mätningar efter påfyllnaden visar stadigt sjunkande koncentrationer, från 7,06 mg tot-N/l den 25 augusti till 2,93 mg tot-N/l den 6 oktober. I juli ökar koncentrationen av fosfor i vattendraget markant, den 14 juli uppmäts den högsta koncentrationen under mätperioden, 0,235 mg tot-P/l. Påfyllningen resulterar i en ökning av koncentrationen i dammen, den 11 augusti är den 0,059 mg tot-P/l.

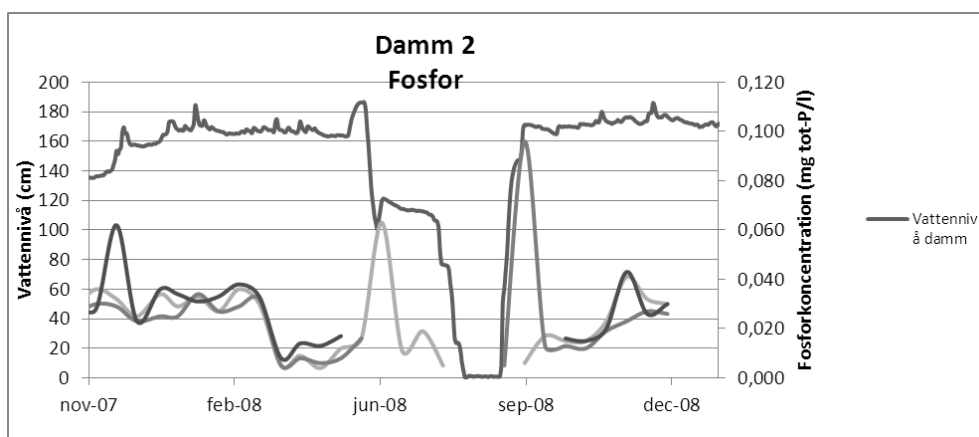
Den sista påfyllningen görs mellan den 19 och 23 oktober. Kvävehalterna i vattendraget är då höga mellan 24,10 och 20,46 mg tot-N/l, och koncentrationen i dammen ökar till 5,21 mg tot-N/l uppmätt den 3 november. Därefter minskar de igen. Även fosforhalterna är höga, som mest 0,184 mg tot-P/l. En liten ökning från föregående mättillfälle uppmäts den 3 november, 0,044 jämfört med 0,033. En större ökning uppmäts fyra veckor senare, då är koncentrationen 0,064 mg tot-P/l.

4.1.2 Damm 2

Förändringar i vattennivån i damm 11, samt variationerna i totalkväve- och totalfosforkoncentration i damm och vattendragen visas i figur 14 respektive 15.



Figur 14. Vattennivå (cm) i damm 2, samt totalkvävekoncentration (mg tot-N/l) i dammen och i vattendragen.



Figur 15. Vattennivå (cm) i damm 2, samt totalfosforkoncentration (mg tot-P/l) i dammen och i vattendragen.

Vattennivån fluktuerar relativt mycket under vintern, och förändringarna motsvarar stora volymer vatten. Minskningarnas storlek motsvarar dock ökningarnas, och då det är osannolikt att uttag har skett utanför växtsäsong föreligger tvivel på mätningarnas riktighet. Ökningar har därför inte betraktats som påfyllningar under denna period. Den första tydliga ökning som kan antas vara en påfyllning inträffar i början av maj, därefter följer en påfyllning i slutet av samma månad och en sista i slutet av augusti då den fylls upp efter att ha tömts helt. Uttag sker vid två till-

fällen, mellan den första och andra, respektive andra och tredje påfyllningen. Den senare minskningen pågår under en längre tidsperiod med omväxlande stora och små dygnsuttag. Uttagsvolymerna är stora, 1830 m³ på 9 dygn vid det första tillfället och runt 2600 m³ vid det andra. De uttagna bevattningsmängderna har räckt till att bevattna cirka 3 hektar med 150 mm eller 4,4 hektar med 100 mm.

Kvävekoncentrationerna i vattendragen är på det hela taget låga, och variationerna därmed små. Som högst når de 2,45 mg tot-N/l vid mättillfället den 3 december och som lägst 0,136 mg tot-N/l den 19 november 2007. Även fosforkoncentrationerna är låga, högsta värdet 0,096 mg tot-P/l uppmäts den 8 september och lägsta värdet 0,005 mg tot-P/l den 25 augusti.

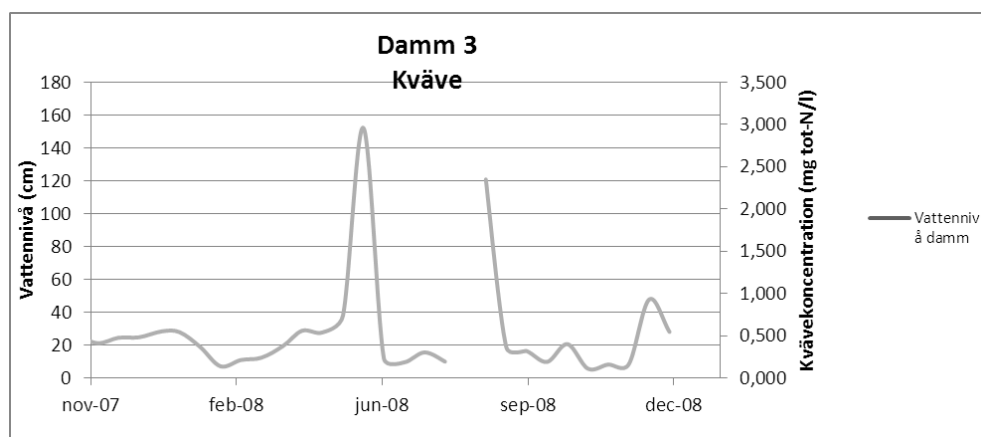
Den första påfyllningen pågår mellan den 9 och 18 maj, totalt pumpas knappt 520 m³ vatten in i dammen. Kvävekoncentrationen i dammen var vid senaste föregående mätning 0,122 mg tot-N/l. Koncentrationerna i vattendragen är betydligt lägre under påfyllningen, mellan 0,743 och 0,809 mg tot-N/l i det ena och mellan 0,166 och 0,145 mg tot-N/l i det andra. Då koncentrationen i dammen mäts igen den 19 maj har den minskat något till 0,103 mg tot-N/l. Fosforkoncentrationen i vattendragen är nära identisk med den i dammen, och den ökning som uppmäts efter påfyllningen är liten.

Den andra påfyllningen påbörjas den 31 maj och varar till den 3 juni. Runt 480 m³ tas in, med en kvävekoncentration mellan 0,903 och 0,925 mg tot-N/l. Samma dag som påfyllningen avslutas uppmäts koncentrationen i dammen till 1,010 mg tot-N/l. Även fosforkoncentrationen i dammen har ökat, denna till 0,063 mg tot-P/l. Dessvärre saknas mätningar av fosforkoncentrationer i vattendragen för detta tillfälle.

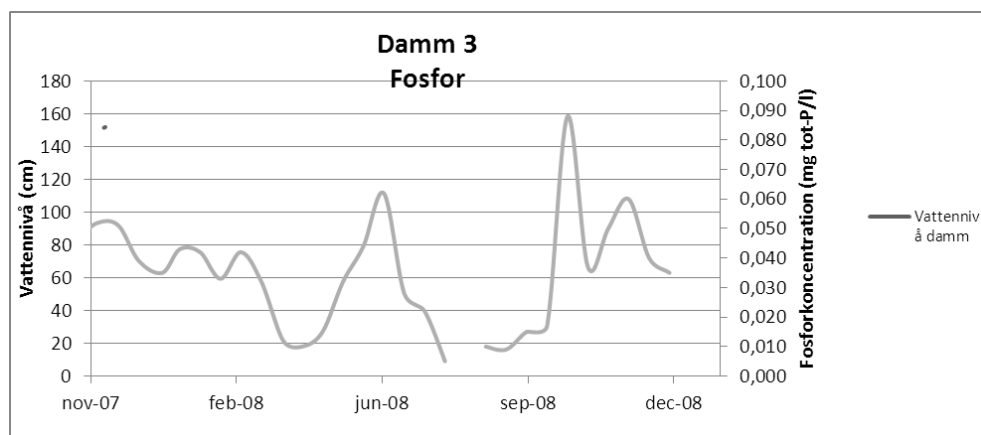
Vid den sista påfyllningen som pågår mellan den 22 augusti och den 8 september pumpas totalt lite mer än 3600 m³ in. Vattendragen har under denna tid relativt höga kvävekoncentrationer, mellan 1,506 och 1,623 mg tot-N/l i det ena och i det andra mellan 2,234 och 1,418 mg tot-N/l, som högst 2,3 mg tot-N/l. Koncentrationen i dammen har efter påfyllningen ökat till 0,957 mg tot-N/l. Därefter fluktuerar de uppmätta värdena. Fosforkoncentrationen i dammen förblir relativt opåverkad tiden närmast efter påfyllningen, däremot ökar den under november och är fortsatt hög under december. Koncentrationerna är då snarlika dem i ett av vattendragen.

4.1.3 Damm 3

Figur 16 visar hur vattennivån har varierat under mätperioden, samt variationer i totalkvävekoncentration i dammen. Motsvarande data för påfyllnadsvattnet saknas. Fosforkoncentrationens variation ses i figur 17.



Figur 16. Vattennivå (cm) i damm 3, samt totalkvävekoncentration (mg tot-N/l) i dammen.



Figur 17. Vattennivå (cm) i damm 3, samt totalfosforkoncentration (mg tot-P/l) i dammen.

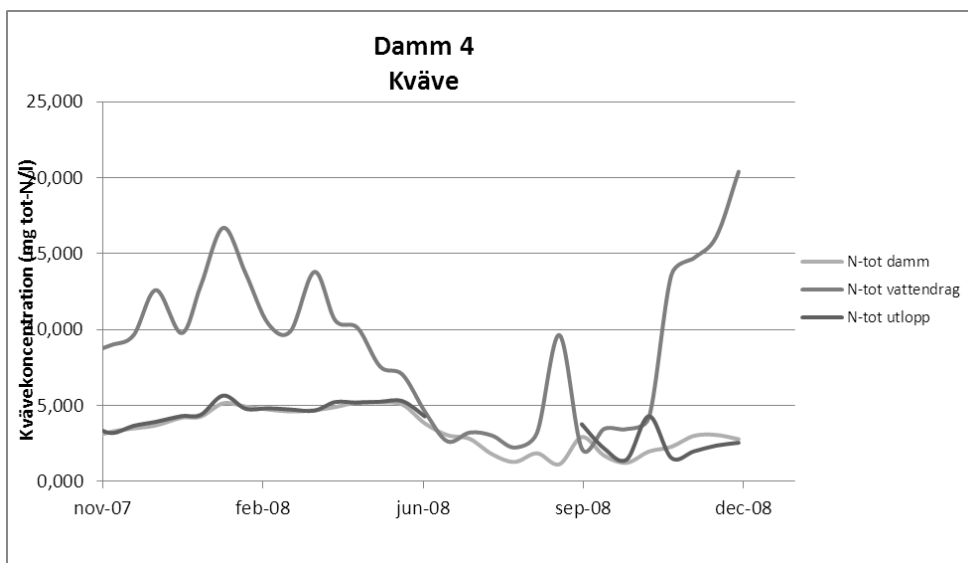
Av figurerna ovan framgår att dammen tömts helt en gång i mitten av maj och därefter fyllts på igen. Ett nytt, mindre uttag sker i mitten av juni. Dammen fylls åter på i början av juli. Därefter sker täta omväxlande ökningar och minskningar, som skulle kunna vara påfyllningar och uttag, men det är mer osäkert. Baserat på de två största minskningarna kan en volym på drygt 3000 m³ antas ha tagits ut för

bevattning. Detta skulle räcka till mellan två och tre hektar med bevattningsmängden 100-150 mm.

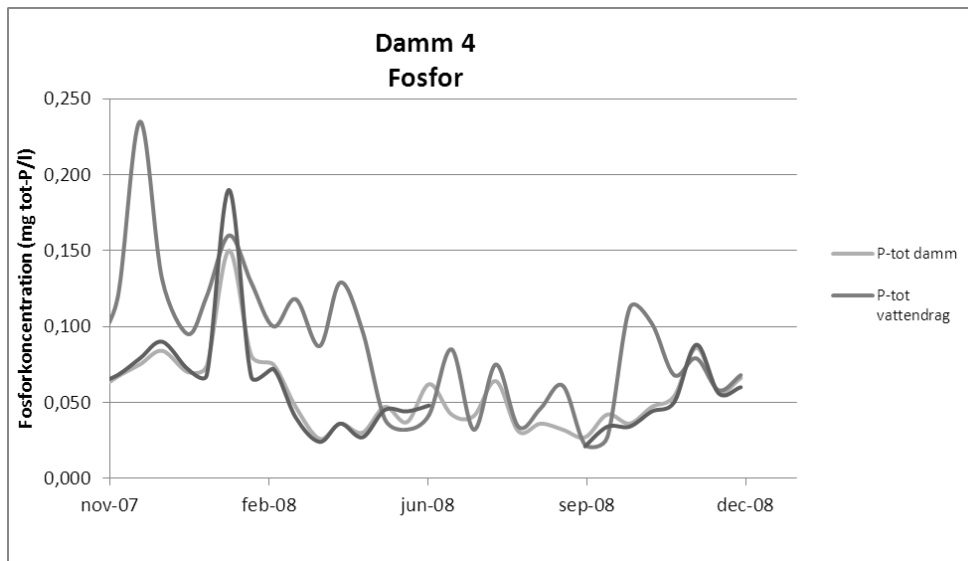
Kvävekoncentrationen i dammen har varit genomgående låg under vintern och våren tills den ökar kraftigt i maj och når det högsta uppmätta värdet 2,96 mg tot-N/l. Denna topp sammanfaller tidsmässigt med den första påfyllningen. Därefter minskar koncentrationen kraftigt igen och är låg tills mättillfället den 11 augusti då den på nytt når ett relativt högt värde, 2,32 mg tot-N/l. Denna mätning följs av lägre koncentrationer vilka fluktuerar något men som högst är 0,928 mg tot-N/l. Fosforkoncentrationen har varierat mellan mättillfällena, men inom ett smalt intervall; som högst 0,088 och som lägst 0,005 mg tot-P/l. En ökning sammanfaller tidsmässigt med den första påfyllningen, därefter är det svårare att se ett mönster.

4.1.4 Damm 4

För damm nummer 4 finns inga data på vattennivåns variation. figur 18 och 19 visar hur koncentrationen av totalkväve respektive totalfosfor har varierat i dammen, i Siretorpskanalen samt i utloppet från dammen under mätperioden.



Figur 18. Totalkvävekoncentration (mg tot-N/l) i Siretorpskanalen, i damm 25 Siretorp, samt i dammens utlopp.



Figur 19. Totalfosforkoncentration (mg tot-P/l) i Siretorpskanalen, i damm 25 Siretorp, samt i dammens utlopp.

Kvävekoncentrationen var hög i Siretorpskanalen under vintern och våren. Den sjönk och var låg under sommaren och tidiga hösten, undantaget en topp i slutet av augusti. I slutet av september ökade den kraftigt och var fortsatt hög under resten av undersökningsperioden. Koncentrationen i dammen var som högst under vintern. I slutet av maj månad minskar den, och minskningen fortgår under sommaren.

Fosforkoncentrationerna i inloppet till dammen har varierat relativt mycket mellan mätillfällena. Generellt har de varit lägre under sommaren än under övriga delar av året. Som högst var koncentrationen i början av december 2007 då 0,235 mg tot-P/l uppmättes. Detta är den högsta fosforkoncentration som har uppmätts i någon av dammarna under undersökningsperioden.

Koncentrationerna i damm och utlopp följer varandra relativt väl med ett fåtal undantag. Ökningar av koncentrationen infaller vid ett flertal tillfällen, vilket troligtvis beror på att dammen har fyllts på. Det rör sig dock i de flesta fall om ganska små koncentrationsförändringar. Mest markanta är de ökningar som sker i december 2007 och januari 2008, samt mellan september och november 2008. Vid den första ökar koncentrationen från 0,057 till 0,084 mg tot-P/l mellan den 15 no-

vember och 17 december, vid den andra och kraftigaste ökar den från 0,074 till 0,15 mg tot-P/l över en tvåveckorsperiod. Den sistnämnda ökningen sker mer stegvis än de andra, från 0,027 mg tot-P/l den 8 september till 0,086 mg tot-P/l den 17 november.

De två första av de ovan nämnda ökningarna har följts av minskningar av koncentrationen ner till nära samma nivå som innan ökningen.

4.2 Näringsflöden

Resultaten av genomförda beräkningar redovisas i tabell 4.

Tabell 4. Uppsamlad mängd och till åker via bevattning tillförd mängd kväve och fosfor (kg) för respektive damm

Damm nr.	Mängd kväve in (kg tot-N)	Mängd kväve ut (kg tot-N)	Mängd fosfor in (kg tot-P)	Mängd fosfor ut (kg tot-P)
1	97,8	22,5	0,4	0,3
2	7,0	1,1	0,4	0,1
3	Data saknas	4,7	Data saknas	0,1
4	Data saknas	Data saknas	Data saknas	Data saknas

De största näringstransporterna till och från dammen har skett i damm 1. Fosforflödena är små i samtliga dammar, men något större i damm 1. Däremot har nära 98 kg kväve genom påfyllning av denna hindrats från vidare transport och lantbrukaren har spridit drygt 22 kg på sin mark. Siffrorna i tabellen ovan motsvarar dock totala mängder för de respektive dammarna. De mängder näring som har spridits per hektar återges i tabell 5.

Tabell 5. Antal bevattnade hektar samt med bevattningen tillförd mängd kväve och fosfor (kg/ha)

Damm nr.	Antal bevattnade hektar	Tillförd mängd kväve (kg N/ha)	Tillförd mängd fosfor (kg P/ha)
1	4,5-6,8	3,3-5,0	0,04-0,07
2	3,0-4,4	0,25-0,4	0,02-0,03
3	2,0-3,0	1,6-2,35	0,03-0,05

Av tabellen framgår att maximalt 5 kg kväve och 0,07 kg fosfor har kunnat tillföras per hektar via bevattningen.

5 Diskussion

Växtnäring är en resurs i odlingen och bör betraktas som sådan. Skördarna är större idag än för några decennier sedan, och stora mängder näring går åt för att upprätthålla dem. I och med skörden förs stora mängder näring bort från åkermarken, vilken inte längre kompenseras på samma sätt som förr av att stallgödsel från djurproduktionen återförs. Växtodling och djurhållning sker idag vanligen separat på specialiserade gårdar, vilka ofta är regionalt separerade. Växtodlingens beroende av handelsgödsel har därmed ökat för att kompensera för den näring som försvinner med avsaluprodukterna, samtidigt som djurgårdar oftare har ett överskott av gödsel i förhållande till den odlade areal där den kan spridas.

Gödselgivor som baseras på priskvoten mellan gödselmedlet och grödan kommer att öka med sjunkande gödselpris och stigande produktpris och kan således variera relativt mycket mellan år. Grödans behov av näring kan också variera mellan år, men då är det snarare biologiska och klimatologiska faktorer som påverkar. Vad som är ekonomiskt hållbart kommer således inte alltid att motsvara en ur utlakningssynpunkt optimal gödsling. De genomsnittliga 70 kg N/ha till korn där tillförd mängd är lika stor som den upptagna och bortförda ligger i nedre delen av det intervall inom vilket ekonomiskt optimal gödsling till denna gröda varierar. För en stor del av den areal där korn odlas kan därför gödslingen antas överskrida de mängder som tas upp i kärnan. Kväve inlagrat i skörderester såsom halm är inte lika omedelbart utsatt för utlakning som mineralkväve, men beroende på mineraliserings- och nitrifikationsförloppets tidsmässiga samspel med avrinningen kan det med tiden förloras från marken om det inte finns en gröda som kan ta upp och fixera det.

Om inte skördarna och därmed livsmedelsproduktionen sådan den ser ut idag ska minska krävs således fokus på system för att ta hand om det överskott av nä-

ring som skapas för att undvika att det leder till övergödning av sjöar och hav. Önskvärt är också att försöka jämna ut de under- och överskott av näring som har uppstått.

Anlagda våtmarker är en åtgärd som om de placeras och utformas rätt kan avskilja stora mängder näring från det genomströmmande vattnet och därmed minska belastningen på sjöar och hav. Det krävs dock ofta stora arealer våtmark för att bromsa upp vattenflödet tillräckligt lång tid för en effektiv avskiljning. Läckaget av kväve är som störst i södra Sverige. Odlingen är intensiv, och skördenivåerna är höga. Kostnaden i form av utebliven skörd är därmed hög per ytenhet, och intresset för att ta mark ur produktion för att anlägga våtmarker kan på god grund antas vara litet. I delar av regionen är dock nederbörden otillräcklig för att tillgodose grödornas behov och vattentillgången under odlingssäsong begränsad. Dammar för lagring av ytvatten möjliggör en säkrad vattentillgång som minskar behovet av grundvattenuttag. Om dessa fylls med vatten som har höga näringskoncentrationer bör åtminstone en del av denna kunna tillföras grödorna via bevattningen. Eftersom en damm till skillnad från en våtmark inte har ett egentligt utlopp utan endast ett breddavlopp för oförutsett höga vattennivåer kan den näring som pumpas in i den tillsammans med vattnet antas bli mer varaktigt förhindrad från att transporteras vidare. Huvudsyftet med detta arbete var att undersöka hur mycket näring dammar av denna typ kan bidra till att återföra till åkermark, samt hur mycket de kan undandra från akvatiska system.

Uttags- och påfyllnadsmönstren för de tre dammarna 1, 2 och 3 varierar ganska mycket. Damm 1 har omväxlande fyllts på och tömts med jämna mellanrum under hela växtperioden. Uttagsvolymerna är endast något större än påfyllnadsvolymererna, och dammen töms aldrig mer än till drygt hälften. Detta tyder på att flödet i vattendraget har varit tillräckligt högt för att mer eller mindre täcka bevattningsbehovet under sommaren. Det största uttaget skedde under juli månad. Från damm 2 gjordes endast två större uttag, det andra tömde dammen helt och den förefaller ha stått tom en längre tid i slutet av sommaren. Detta kan bero på att flödena i vattendragen varit för låga för att kunna fylla på, men även på ett minskat behov på grund av riklig nederbörd under augusti. Damm 3 tömdes helt i mitten av maj och fylldes kort därefter på till en nivå nära den ursprungliga. Ett andra uttag i juni följs av att den nya lägre nivån bevaras en tid innan påfyllnad. Om det beror på att flödet i dräneringsledningarna varit otillräckligt eller om påfyllnadsbehovet varit litet på grund av hög vattennivå i dammen är svårt att uttala sig om.

Ur dammarna har relativt stora vattenvolymer kunnat tas under odlingssäsong. Från samtliga har uttag skett under maj månad, som var torr. Endast damm 3 tömdes helt vid detta tillfälle, för de två andra får den lagrade vattenreserven antas ha räckt för att kompensera för nederbördsunderskottet under denna period.

De återförda mängderna kväve och fosfor ger endast ett litet tillskott till grödornas näringstillförsel, och kan inte anses vara grund för att minska gödslingsgivaorna, särskilt som det är osäkert hur stor del av kvävet som förelåg i växttillgänglig nitratform efter en tids lagring. Vid ett flertal tillfällen inträffade minskningar av kvävehalten efter att initialt ha ökat vid en påfyllning. Sannolikt beror detta på att kvävet har utnyttjats av denitrifikationsbakterier och har avgått som gas. För att bevara mer av det kväve som förts in i dammarna skulle åtgärder för att hämma denitrifikationsaktiviteten krävas. Det skulle kunna röra sig om ett filter i intaget till dammen för att avskilja organiskt material. Omrörning och konstant syresättning av vattnet vore en annan. Det skulle dock troligtvis både bli för dyrt och arbetsamt. En tredje och mer rimlig lösning är att förkorta lagringstiden i dammen. Damm 1 och 3 har under undersökningsperioden kunnat fyllas på under odlingssäsongen, vilket både har minskat lagringstiden och inneburit att hela den förbrukade vattenvolymen inte har behövt lagras samtidigt. Detta gör det möjligt att anlägga en mindre damm. Även fosforkoncentrationen i dammarna har minskat efter att ha ökat vid påfyllning vid några tillfällen. Detta skulle kunna bero på att partikulärt bunden fosfor har sedimenterat då vattenrörelserna efter en tid har avstannat i dammen. Mönstret är dock inte lika tydligt som för kväve, och variationerna i de uppmätta koncentrationerna är så små att det är osäkert om mätningarna motsvarar de förhållanden som har varit.

Den mängd kväve som undandragits vattendragen genom att pumpas in i dammarna utgör en liten del av de knappa 21000 ton som Sveriges kväveutlakning ska minska med enligt Baltic Sea Action Plan, men det är i förhållande till den areal dammen tar i anspråk en skaplig rening. Om de 98 kg kväve som tagits upp i damm 1 delas med dess yta på 3200 m² blir dess avskiljningskapacitet motsvarande dryga 300 kg N/ha och år, vilket är i klass med den reningskapacitet på 200-2000 kg/ha och år som beräknas gälla för våtmarker. Reningskapaciteten för fosfor står sig inte lika bra i jämförelse; om de 0,4 kg som beräknas ha tagits in fördelas över den totala ytan har 0,125 g P/m² ackumulerats i dammen, vilket är lite jämfört med de 0,3-1,5 g P/m² som beräknas gälla för en våtmark.

Motsvarande reningskapacitet för damm 2 blir blygsamma 32 kg N/ha och år, men en något större fosforackumulation; 0,185 g P/m². Detta belyser vikten av att dammar som anläggs i syfte att rena vatten från näring placeras i områden där deras potentiella nytta är som störst. Jordbruksområdena i den del av Blekinge där Listerlandet ligger förefaller vara ett av dessa områden då det är det av de typområden där de högsta koncentrationerna av både kväve och fosfor har uppmätts av Miljöövervakningen. Den typ av index som konstruerades i projektet Miljödamm – recirkulation av vatten och växtnäring erbjuder en möjlighet att snabbt skapa en övergripande bild av områden där utlakningsrisken kan tänkas vara hög. Det ger dock endast en grov uppskattning. Hur stor utlakningen blir från ett bestämt område påverkas av fler faktorer än de som ligger till grund för det beräknade indexvärdet, samt samspel mellan dessa vilka är svåra att förutse och modellera. Dessutom förefaller utlakningen av kväve och fosfor inte vara kopplad, vilket ytterligare komplicerar förutsägelseerna.

6 Slutsats

Bevattning med dräneringsvatten kan inte sägas ha lämnat något betydande bidrag till åkergrödornas näringsförsörjning. Däremot innebär bevattning ett effektivare utnyttjande av tillförd näring och minskar risken för att den lakas ut. Möjligheten att använda näringsrikt ytvatten för detta ändamål har minskat behovet av att använda grundvatten och rent sötvatten, vilket ökat tillgången för verksamheter där bättre vattenkvalitet krävs, såsom dricksvattenuttag. Genom att styra en del av vattenflödet tillbaka till åkermark kan en del av den näring som utlakats därifrån hindras från vidare transport mot sjöar och hav.

7 Litteraturlista

http://www.yara.se/fertilizer/crop_advice/horticulture_field/vegetables.aspx

- Alexandersson, H., Karlström, C., & Larsson-McCann, S. 1991. Temperaturen och nederbörden i Sverige 1961-90, Referensnormaler. SMHI Meteorologi, Klimatsektionen nr 81
- Arheimer, B. & Bergström, S. 2002. Våtmarkers påverkan på vattenbalans och storskaliga flöden. I: Våtmarksboken. VASTRA rapport 3. Red: Tonderski, K., Weisner, S., Landin, J. & Oscarsson, H. Västervik.
- Brandt, M & Grahn, G. 1991. Avdunstning och avrinningskoefficient i Sverige, 1961-1990, Beräkningar med HBV-modellen. SMHI Hydrologi nr 73.
- Eriksson, B. 1980. Sveriges vattenbalans, Årsmedelvärden (1931-60) av nederbörd, avdunstning och avrinning. SMHI Rapporter.
- Eriksson, B. 1981. Den ”potentiella” evaporationen i Sverige. RMK 28, RHO 27. Liber Förlag – allmänna förlaget, Vällingby.
- Hoffman, M. 1992. Odlingsåtgärder och vattenkvalitet – en studie på sju fält i Malmöhus län. Ekohydrologi 29. Avdelningen för vattenvårdslära. SLU. Uppsala.
- Ingvarsson, A. 1992. Bevattning. Ekologisk trädgårdsodling. Från teori till praktik. Jordbruksverket. http://chaos.bibul.slu.se/sll/sjv/utan_serietitel_sjv/UST92-3/UST92-3N.HTM
- Johansson, W. & Linnér, H. 1977. Bevattning, Behov – Effekter – Teknik. LTs förlag. s 26-69
- Jordbruksverket. 2003. Dräneringsvatten i växthus – uppsamling och användning minskar miljöbelastningen. Jordbruksinformation 16.
- Jordbruksverket. 2010. Riktlinjer för gödsling och kalkning 2010. http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo09_13.pdf
- Kellner, E. 1993. Årstidsbunden kvävebelastning och denitrifikation i dammar – en enkel modellansats. Ekohydrologi 35. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.

- Leonardsson, L. 2002. Hur avskiljer våtmarker kväve och fosfor? I: Våtmarksboken. VASTRA rapport 3. Red. Tonderski, K., Weisner, S., Landin, J. & Oscarsson, H. Västervik.
- Naturvårdsverket. 2008. Sveriges åtaganden i Baltic Sea Action Plan. Rapport 5830.
- Linnér, H. 1986. Bevattning för optimering av tillväxt, kvalitet och växtnäringsutnyttjande. Konsulentavdelningens rapporter. Avdelningen för hydroteknik, SLU, Uppsala.
- Martinsson, M. 2003. Gödsling av bigarråer, söta körsbär, (søtkirsebær) samt surkörsbär, moreller, Stevnsbær m fl. Januari 2003. www.yara.se 2010-06-07.
- Martinsson, M. 2003. Gödsling till fruktodling äpple, päron och plommon. Januari 2003, version 2. www.yara.se 2010-06-07.
- Martinsson, M. 2003. Gödsling av svarta, röda och vita vinbär samt krusbär. Januari 2003. www.yara.se 2010-06-07.
- Martinsson, M. 2004. Gödsling av hallon (bringebær, hindbær). Januari 2003. www.yara.se 2010-06-07
- Martinsson, M. 2004. Gödsling av jordgubbar på friland. Mars 2004, version 5. www.yara.se 2010-06-07
- Mattsson, L. 2004. Kväveintensitet i höstvetete vid olika förutsättningar. Rapport 209. Institutionen för markvetenskap. Avdelningen för växtnäringslära. SLU. Uppsala.
- Mattsson, L. 2006. Kväveintensitet i korn – avkastning och kväveupptag. Rapport 212. Institutionen för markvetenskap. Avdelningen för växtnäringslära. SLU. Uppsala.
- Naturvårdsverket. 2009. Uppföljning av effekten av anlagda våtmarker i jordbrukslandskap, Belastning av kväve och fosfor. Rapport 6309.
- Stenberg, M. & Aronsson, H. 1999. Plöj senare och minska risken för kväveutlakning! Fakta – Jordbruk 2. SLU
- Stjernman Forsberg, L., Kynkäänniemi, P. & Kyllmar, K. 2009. Växtnäringsförluster i små jordbruksdominerade avrinningsområden 2007/2008. Årsredovisning för miljöövervakningsprogrammet Typområden på jordbruksmark. Ekohydrologi 112. Institutionen för Mark och miljö.
- Tonderski, K., Weisner, S., Landin, J. & Oscarsson, H. 2002^a. Skapande och nyttjande av värdefulla våtmarker – en översikt. I: Våtmarksboken. VASTRA rapport 3. Red: Tonderski, K., Weisner, S., Landin, J. & Oscarsson, H. Västervik.
- Tonderski, K., Leonardsson, L., Persson, J. & Wittgren, H.B. 2002^b. Dammar och översvämningsmarker – utformning och effektivitet. I: Våtmarksboken. VASTRA rapport 3. Red: Tonderski, K., Weisner, S., Landin, J. & Oscarsson, H. Västervik.

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

Wesström, I. & Joel, A. 2010^b. Slutrapport för projektet ”Miljødammar – recirkulation av vatten och växtnäring”, SLF-projekt; Mark-/växtodling H0533177. 10 s.

8 Appendix

Tabell 6. Normgivor av kväve och fosfor (kg/ha) till frukt och bärödling, samt frilandsodlade grönsaker. Uppgifter hämtade från Martinsson 2003 och 2004, respektive http://www.yara.se/fertilizer/crop_advice/horticulture_field/vegetables.aspx

Kultur	Rekommenderad gödslingsnivå, min-max (kg N/ha)	Rekommenderad gödslingsnivå, min-max (kg P/ha)
Jordgubbar	40-80	15-20
Hallon	80-160	15-30
Vinbär och krusbär	80-160	15-30
Körsbär	100	10-30
Äpple	80-90	10-20
Päron	80-100	10-20
Plommon	0-100	10-20
Blomkål	220-280	20-40
Broccoli och brysselkål	180-250	20-40
Grönkål	80-100	30-40
Vitkål, rödkål, m.fl.	180-300	30-50
Salladskål och kinakål	100-180	20-40
Isbergssallat	100-150	20-60
Gurka, pumpa, zucchini	90-170	30-50
Rotgrönsaker	60-200	20-60
Kepalök och gräslök	100-150	30-80
Purjolök	180-220	40-80
Baljväxter	30-40	20-40
Dill	80-120	30-40
Persilja	100-140	30-40
Sockermajs	120-180	20-40