

Näringsrening i anlagda våtmarker



Rapporter om natur och miljö | Rapport nr 2017:2

Näringsrening i anlagda våtmarker

Titel: Näringsrening i anlagda våtmarker

Rapportnummer: 2017:2

Diarienummer: 535-961-14

ISSN: 1653-7041

Författare: Christina Huhtasaari

Omslagsbild: Våtmark vid Sojvide i Eskelhem, foto Annika Broms

Foto sista sidan: Våtmark vid Norrbys i Barlingbo samt inloppsrör till våtmark, foto Annika Broms.

Foton: Kjell Norman (s. 33 och 36), Annika Broms (övriga foton)

Kartbilder: © Länsstyrelsen Gotland (samtliga kartor)

© Lantmäteriet Geodatasamverkan (samtliga kartor)

© Jordbruksverket (samtliga kartor)

Utgiven av: Länsstyrelsen i Gotlands län

Tryckår: 2017

Tryckeri: Länsstyrelsen i Gotlands län, Visby.

Rapporten finns att hämta i PDF-format på Länsstyrelsens webbplats:

www.lansstyrelsen.se/gotland

Innehåll

Sammanfattning	3
Syfte	4
Genomförande	4
Provtagningsmetod och gjorda analyser	5
Total näringsreduktion	5
Fakta om de provtagna våtmarkerna	7
Kvalitetskriterier för våtmarker i odlingslandskapet	9
Resultat för respektive våtmark	11
Barlingbo Norrbys	11
Barlingbo Stave	16
Eskelhem Sojvide	21
Hablingbo Botvards	26
Halla Möllebos	32
Havdhem Bols	38
Diskussion av resultatet från mätningarna i samtliga våtmarker	43
Våtmarker för näringsreduktion	43
Våtmarker för biologisk mångfald och näringsreduktion	44
Våtmarker för biologisk mångfald	45
Potential för näringsreduktion	47
Litteratur	49

Sammanfattning

Målet med projektet var att få ökad kunskap om olika typer av anlagda våtmarkers effekt på reduktion av närsalter. En utvärdering och jämförelse skulle göras mellan olika våtmarker med varierande ålder, läge, utformning och huvudsakligt syfte vid anläggandet. För att kunna jämföra de olika våtmarkernas näringsrenande funktion med varandra skulle näringshalterna mätas vid samma tidpunkt i ett antal våtmarker.

Provtagning har gjorts i sex våtmarker av varierande ålder och storlek. Den äldsta dammen anlades för flera hundra år sedan medan den yngsta anlades 2012. Storleken på våtmarkerna varierar mellan 0,15 till 7 ha. Totalt genomfördes provtagning under tolv olika månader perioden mars 2014 – april 2016, främst vintertid. Varje månad med provtagning togs prover vid tre tillfällen under samma vecka. Vattenprov togs vid våtmarkens inlopp respektive utlopp. Samtidigt mättes flödet in eller ut ur våtmarkerna. Proverna analyserades på totalkväve och totalfosfor.

Vid bedömningen av våtmarkernas effekt på näringsreduktion användes kvalitetskriterierna att inkommande vatten bör ha riktvärdet om lägst 5 mg kväve/l och 0,05 mg fosfor/l. Detta kan normalt nås med minst 50 hektars tillrinningsområde med minst 70 % åkermark inom området.

Tre av våtmarkerna anlades primärt för näringsrening och dessa hade tillrinningsområden som väl översteg kvalitetskriterierna, detsamma gällde både kväve- och fosforhalterna i inkommande vatten. Slutsatsen av provtagningen är att sedimentationen har haft stor betydelse för att fosforreduktion har kunnat ske. För kvävereduktion krävs att uppehållstiden i våtmarken är tillräckligt lång vilket gällde för två av dessa tre våtmarker. Den tredje våtmarken påverkades mer av höglödet vilket gjorde att jordpartiklar med fosfor följde med i utflödet och vid den perioden var även flödet för stort för att kvävereduktion skulle hinna ske. Eftersom denna våtmark hade flöde under stor del av året kunde dock näringsreduktion ske under längre del av året och påverka större mängder vatten.

En våtmark anlades för både näringsreduktion och biologisk mångfald. Denna våtmark består av ett system av tre våtmarker efter varandra. De hade begränsat inflöde med hög fosforhalt medan kvävehalten var lägre än kvalitetskriteriet. Både fosfor- och kvävereduktion skedde i våtmarken i begränsad omfattning eftersom liten mängd vatten passerade våtmarkerna.

Två av våtmarkerna hade ett stort tillrinningsområde på tusentals hektar och båda hade lägre halter av kväve och fosfor än kvalitetskriterierna. Betydelsen för den biologiska mångfalden är stor eftersom det finns få öppna vattenytor i omgivningen.

Två av våtmarkerna används även för bevattningsändamål vilket förstärker nyttan för näringsreduktion. Bevattningen gör att grödan under vegetationsperioden har möjlighet att ta upp den näring som följer med vattnet. Näringsreduktion sker

både under lagringstiden i våtmarken och genom att näring tas upp av grödan och förs bort vid skörden.

I samband med att våtmarkerna anlades som miljöinvesteringar inom landsbygdsprogrammet bedömdes huvudsyftet för våtmarkerna. Inga vattenprover togs utan bedömningen baserades på tillrinningsområdets karaktär och andel åkermark inom detta. Detta projekt visar att bedömningarna var korrekta eftersom näringsinnehållet fyllde de kvalitetskriterier som bör ligga till grund för anläggning av våtmarker för näringsreduktion. De våtmarker som har anlagts i syfte att rena vattnet är också de som har störst effekt på näringsinnehållet.

Syfte

Syftet med projektet var att få ökad kunskap om olika typer av anlagda våtmarkers effekt på reduktion av närsalter. En utvärdering och jämförelse skulle göras mellan olika våtmarker med varierande ålder, läge, utformning och huvudsakligt syfte vid anläggandet. För att kunna jämföra de olika våtmarkernas näringsrenande funktion med varandra skulle näringshalterna mätas vid samma tidpunkt i ett antal våtmarker under två år.

Genom mätning av kväve- och fosforhalterna i inflöde och utflöde skulle våtmarkerna kunna jämföras både med varandra och över tid. Flöden in och ut från våtmarkerna skulle mätas där så var möjligt för att kunna se hur flödena påverkar näringsretentionen.

Utifrån dessa mätningar var syftet att kunna dra slutsatser om hur våtmarkernas placering och utformning påverkar den näringsrenande effekten. All data skulle presenteras i en avslutande rapport tänkt att spridas till öns vattenråd, markägare, projektörer av våtmarker och andra intressenter.

Syftet var också att kunna jämföra våra resultat med tidigare undersökningar i andra delar av landet och se hur de stämmer för gotländska förhållanden. Detta kan sedan användas som underlag i kommande arbete med våtmarksanläggning.

Genomförande

Provtagning har gjorts på sex platser, varav en bestod av tre våtmarker efter varandra och en av två våtmarker på varsin sida av ett vattendrag. Våtmarkerna är av varierande ålder och storlek. Den äldsta dammen anlades för flera hundra år sedan för kvarn- och sågverksamhet, medan den yngsta anlades 2012. Storleken på våtmarkerna varierar mellan 0,15 till 7 hektar. Den äldsta våtmarken valdes ut eftersom där är kontinuerlig genomströmning i dammen medan övriga endast hade inflöde under högflödesperioden december till mars. Under övriga tider av året var vattendraget där vattnet togs ifrån torrt eller hade så litet flöde att inget vatten kunde strömma in i våtmarken.

Provtagningsmetod och gjorda analyser

Provtagningen har gjorts i form av stickprovtagning. I regel har provtagning gjorts vid tre tillfällen under samma vecka för att få ett så stabilt värde som möjligt för den månad som provtagningen avser. Denna metod rekommenderades vid de kontakter som projektet hade med Våtmarkscentrum vid Högskolan i Halmstad.

Vid varje tillfälle togs ett vattenprov vid inloppet och ett vid utloppet av varje våtmark.

Samtidigt med provtagningen har flödesmätningar gjorts av inflödande respektive utflödande vatten i den mån flödena och anläggningarnas konstruktion har möjliggjort detta. Eftersom de ingående våtmarkerna har olika karaktär har metoden för flödesmätning anpassats efter förhållandena på platsen. Detta beskrivs närmare under respektive våtmark. De flesta mätningarna har gjorts med en flödesmätare, flygel. I början av projektet gjordes mätningarna istället med hjälp av bollmetoden.

För att fånga olika typer av nederbördsförhållanden planerades att en provtagningsserie skulle göras varje månad under två år. Eftersom syftet med projektet var att jämföra halter och mängder av näringsämnen som rinner in i respektive ut ur våtmarken krävs att det finns ett flöde genom våtmarken. Eftersom våtmarkernas storlek och konstruktion skiljer sig ganska mycket åt har det ibland varit svårt att anpassa tidpunkterna för provtagning så att det finns ett flöde genom samtliga våtmarker. Provtagning kunde därför inte göras under de månader då det inte var något flöde av vatten in i eller ut ur våtmarkerna.

Provtagning gjordes följande månader:

2014: mars

2015: januari, februari, mars, april, maj, november (endast ett mättillfälle), december

2016: januari, februari, mars, april

Både hösten 2014 och 2015 var det så torrt, med något undantag, att det inte fanns något flöde genom de studerade våtmarkerna. Därför togs inga prover under hösten 2014.

Vattenproverna skickades till laboratorium, där de analyserades avseende halten av totalkväve och totalfosfor, allt i mg/l.

Total näringsreduktion

För att kunna göra en beräkning av den totala näringsreduktionen i en våtmark är stickprovsmetoden alltför osäker. För att med större säkerhet kunna uttala sig om den totala näringsreduktionen bör en flödesproportionell automatisk provtagning göras. Mer om detta finns att läsa i *Näringsavskiljning i anlagda våtmarker i jordbruket (Jordbruksverket Rapport 2015:7)*. Där redovisas även beräkningsmodeller samt effekter avseende minskad transport av fosfor respektive

kväve till vattendrag eller havet. Beräkningarna avser anlagda våtmarker inom landsbygdsprogrammet.

Eftersom provtagningen i de sex ingående våtmarkerna i detta projekt gjordes som stickprov (tre gånger under en vecka per månad med flöde) så går det inte att uttala sig om total näringsreduktion i form av antal kilo kväve respektive fosfor. Däremot kan en bedömning göras av om våtmarkens läge, med hänsyn lokalisering i landskapet och näringsinnehåll i inflödande vatten, ger förutsättningar för att en näringsretention ska kunna ske. Projektets resultat avseende detta redovisas under rubriken Potential för näringsreduktion, sist i rapporten.

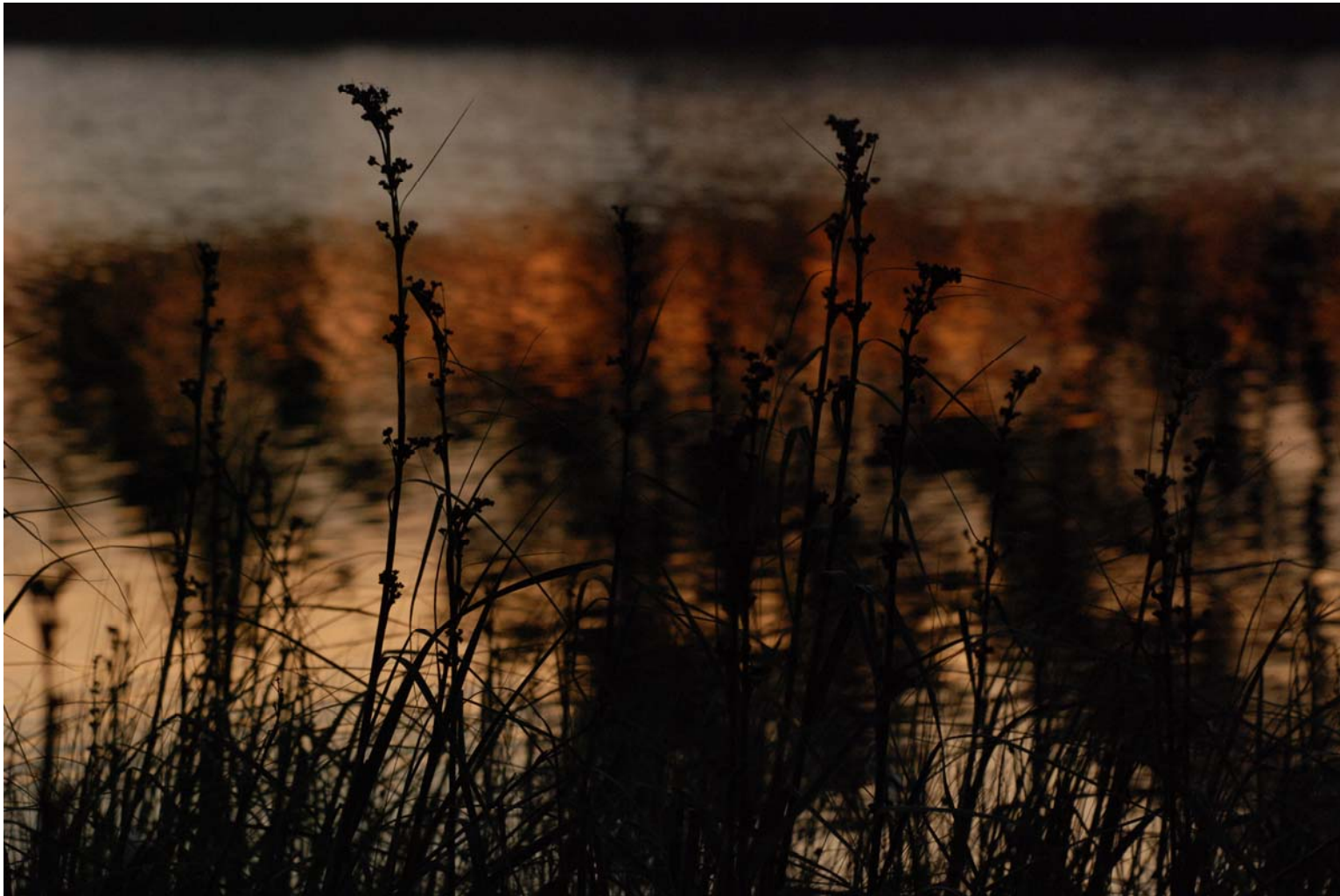


Bild 1. Våtmark

Fakta om de provtagna våtmarkerna

Beskrivning	Barlingbo Norrbys	Barlingbo Stave	Eskelhem Sojvide	Hablingbo Botvards	Halla Möllebos	Havdhem Bols
Våtmarkens storlek	3,82 ha fördelat på tre våtmarker	1,5 ha	0,3 ha fördelat på två våtmarker	7 ha	2,5 ha	0,34 ha
Medeldjup	1,0 m	0,7 m	1,0 m	1,3 m	2 m	0,5 m
Anläggningsår	2005 samt 2009	2005	2011	2003 samt 2012	1600-talet	2012
Tidigare mark-användning	Åker samt skogsmark	Åker	Skogsmark	Skogsmark	Damm för kvarn- och sågverksamhet sedan 1600-talet	Åker
Storlek, tillrinnings-område	90 ha	500 ha	4 600 ha	275 ha	5 600 ha	200 ha
Andel åker i tillrinnings-området	45 %	95 %	15 %	75 %	45 %	90 %
Tillflödets karaktär	Inflöde höst och vinter	Diket ständigt vattenförande, endast delflöde genom våtmarken	Inflöde vår/höst och vinter	Diket vattenförande höst och vinter, torrt fr. o m mars/april. Pumpning senare under våren.	Vattendrag som passerar genom dammen	Inflöde vintertid
Inflödets konstruktion	Rör i dike	Dubbla rör i dike	Rör i vattendrag	Rör i dike	Vattendrag passerar genom dammen, utflödet regleras med dammluckor	Rör i dike
Huvudsyfte biologisk mångfald eller näringsrening	Både näringsrening och biologisk mångfald	Näringsrening Mynnar ut i ett vattendrag, långt till havet	Biologisk mångfald	Näringsrening, cirka 2,5 km till havet	Biologisk mångfald, indirekt minskad utlakning genom bevattning	Näringsrening cirka 2,5 km till havet
Övriga syften				Används till bevattning	För sockerbrukets behov. Nu bevattning och dricksvatten till betesdjur	
Gällande tillstånd, vattendom, beslut	Anmälan om vattenverksamhet enligt 11 kap. 9a § miljöbalken	Anmälan om vattenverksamhet enligt 11 kap. 9a § miljöbalken	Anmälan om vattenverksamhet enligt 11 kap. 9a § miljöbalken	Miljöbalken 11 kap 12 §, ...”uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen skadas”...	Vattendom 1939 AD 29-1939	Anmälan om vattenverksamhet enligt 11 kap. 9a § miljöbalken

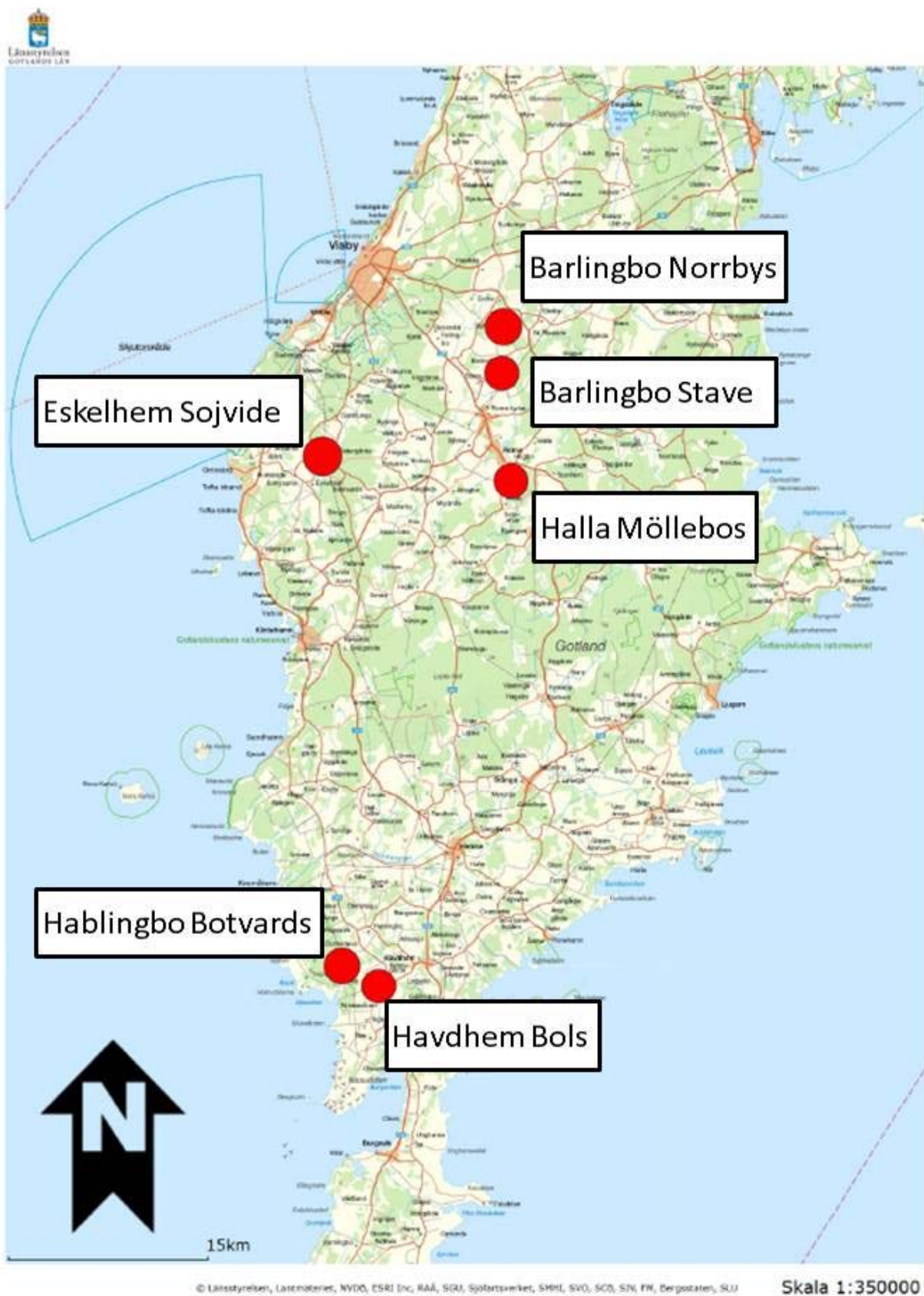


Bild 2. Översiktskarta över de våtmarker som har ingått i projektet.

Kvalitetskriterier för våtmarker i odlingslandskapet

Rapporten *Kvalitetskriterier för våtmarker i odlingslandskapet – kriterier för rening av växtnäring med beaktande av biologisk mångfald och kulturmiljö* (Jordbruksverket Rapport 2004:2) beskriver vilka kvalitetskriterier som bör beaktas för lokalisering av våtmarker samt hur dessa bör utformas och skötas för att ge en effektiv rening av växtnäringsämnen.

Nedan en kort sammanfattning av kriterierna för var en våtmark bör lokaliseras.

Ur rapporten:

”Den viktigaste förutsättningen för en effektiv rening av växtnäring i våtmarker är att belastningen och koncentrationen av kväve och fosfor är hög. För att säkerställa en stor nytta för miljön behöver man dessutom alltid beakta vattnets uppehållstid i våtmarken och avståndet till det vatten som ska skyddas.

En våtmarks näringsbelastning kan bedömas utifrån tillrinningsområdets storlek samt kriterier för andel åkermark, grödor, djurhållning och jordarter i våtmarkens tillrinningsområde. Vid val av placering ges högsta prioritet till våtmarkslägen med minst 50 hektars tillrinningsområde och minst 70 % åkermark inom tillrinningsområdet. För att våtmarken ska göra så stor nytta som möjligt ska den dessutom placeras nära det vatten som ska skyddas.” (sid 5, Sammanfattning)

I avsnitt 3 Processer för näringsretention i våtmarken beskrivs de tre processer som påverkar retention av kväve och fosfor; denitrifikation, upptag i alger och växter samt sedimentation.

För kväve är denitrifikation den viktigaste processen, dvs. när denitrifikationsbakterier oxiderar organiskt material till koldioxid och syre och kvävet avgår som kvävgas till atmosfären. Enligt avsnitt 4.4.1 har studier visat att andelen åkermark generellt bör vara minst 70 % i ett tillrinningsområde på minst 50 ha, för att få medelhalter på 5 mg kväve/l vattnet för att nå kostnadseffektivitet vid anläggningen av våtmark för kvävereduktion.

För fosforreduktionen är sedimentationen av partiklar, främst jordpartiklar, den viktigaste processen för näringsreduktion. Förutsättningen för fastläggning av fosfor beskrivs i avsnitt 3.2.3.2 och där framgår att lerjord i tillrinningsområdet i regel ger större mängd partikelbunden fosfor än lättare jordar. Vattnets uppehållstid i våtmarken har stor betydelse för att sedimentationen ska hinna ske. Ett problem är dock att den största transporten av material sker under högflödesperioder. Det framgår även i avsnitt 3.2.3.6 att det är svårt att kvantifiera sedimentationens långsiktiga betydelse för avskiljning av fosfor eftersom en våtmark även kan fungera som en fosforkälla om fosforrikt sediment virvlar upp i samband med högflödesperioder.

Enligt rapporten *Rätt våtmark på rätt plats* (Naturvårdsverket Rapport 5926, 2009) bör ett riktvärde för fosfor vara 0,05 mg/l i inkommande vatten.

Ovanstående kunskapsunderlag har använts vid bedömningen av de olika undersökta våtmarkerna potential för näringsrening.



Bild 3. Vass

Resultat för respektive våtmark

Barlingbo Norrbys

Det här är ett system av tre våtmarker, två mindre och en större, anlagda under olika år. De har anlagts för att ta bort näringsämnen ur vattnet och för att gynna den biologiska mångfalden. Inflödesprovet har tagits i det dike norr om våtmarkerna som vattnet tas från. Vid de flesta tillfällena har det inte varit något eller bara ett litet flöde in i våtmarken.

Från den första våtmarken längst västerut rinner vattnet vidare till den mellersta våtmarken. Från den rinner det sedan vidare till den största våtmarken längst österut. Ett vattenprov har tagits där vattnet kommer från den mellersta till den sista våtmarken där röret mynnar ut i den sista. I slutet av projektet togs prover oftare i början av röret, dvs. i slutet av den mellersta våtmarken. Ändringen gjordes därför att det vid låga flöden är ett flöde ut ur den mellersta, men inte in i den sista våtmarken. Utflödet från alla våtmarkerna sker genom ett rör i öster, tillbaka till diket. Där har vattenprov tagits vid utloppsrörets mynning i diket. Utflöde har funnits vid fler provtagningstillfällen än det har funnits inflöde. Detta förklaras av den fördröjningseffekt på vattenflödet som förekommer mellan de olika våtmarkerna. Flödet har kunnat mätas med direkt metod vid utloppet. För övriga rör, till och mellan våtmarkerna, har bara noterats ifall det är något flöde alls.

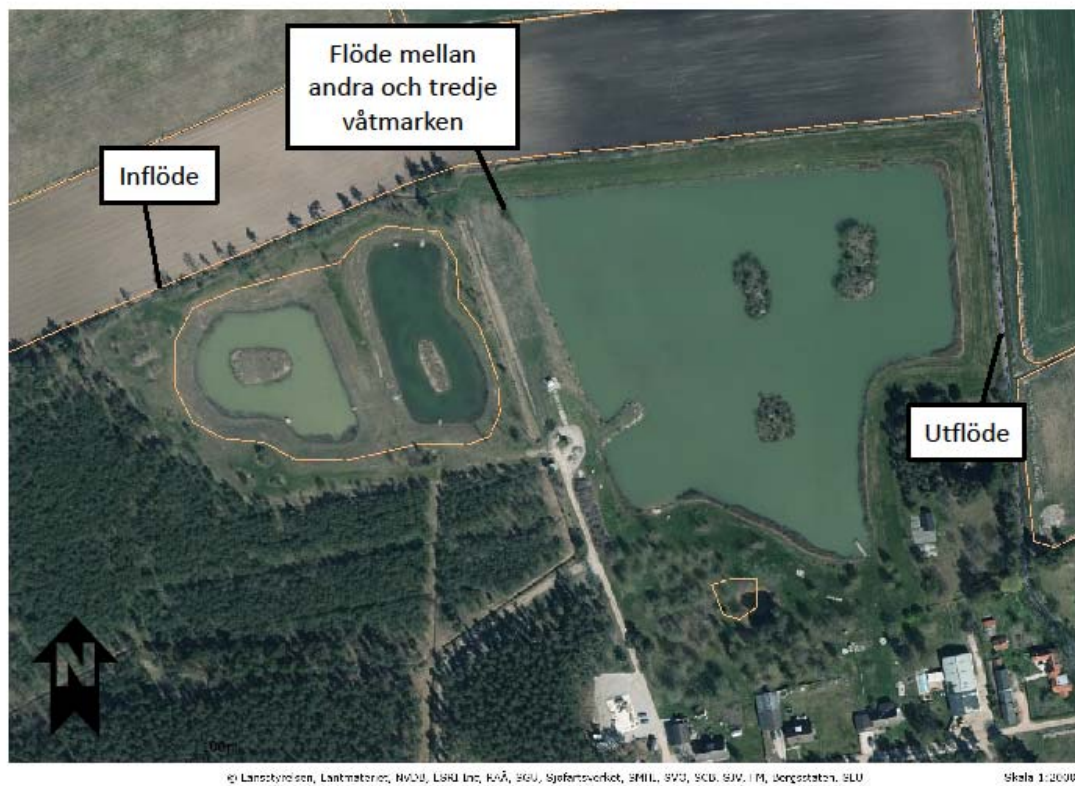


Bild 4. Karta över våtmarken vid Norrbys i Barlingbo.

Beskrivning av våtmarken	Barlingbo Norrbys
Våtmarkens storlek	3,82 ha fördelat på tre våtmarker
Medeldjup	1,0 m
Anläggningsår	2005 samt 2009
Tidigare markanvändning	Åker samt skogsmark
Storlek på tillrinningsområde, ha	90 ha
Andel åker i tillrinningsområdet	45 %
Tillflödets karaktär	Inflöde höst och vinter
Inflödets konstruktion	Rör i dike
Huvudsyfte biologisk mångfald eller näringsrening	Både näringsrening och biologisk mångfald
Övriga syften	
Gällande tillstånd, vattendom, beslut	Anmälan om vattenverksamhet enligt 11 kap. 9a § miljöbalken - Anläggande av damm eller våtmark



Bild 5. Den största av de tre våtmarkerna vid Norrbys.

RESULTAT

Innehåll av fosfor (P) och kväve (N) vid in- respektive utflöde

Inflöde	P mg/l	N mg/l
Medel	0,07	3,5
Max	0,13	12,0
Min	0,02	0,6
Median	0,07	2,7

Fosforhalten i inflödande vatten är i medeltal över de 0,05 mg/l som är ett kvalitetskriterium för lämplig lokalisering av våtmarker ur fosforreningsperspektiv. Det maximala värdet uppmättes under perioden januari/februari båda provtagningsåren.

Kvävehalten i inflödande vatten är i medeltal under de 5 mg/l som är ett kvalitetskriterium för lämplig lokalisering av våtmarker ur kväverenningsperspektiv. Det maximala värdet uppmättes under januari 2016 och värdena var höga även 2015 vid samma tidpunkt.

Vid utlopp	P mg/l	N mg/l
Medel	0,03	1,3
Max	0,06	5,9
Min	0,01	0,2
Median	0,03	1,2

Fosforhalten vid utloppet har som medeltal halverats jämför med halten i inflödande vatten. Detta gäller vid samtliga tidpunkter förutom då flödet var högt.

Kvävehalten vid utloppet har som medeltal halverats jämfört med halten vid inflödet. Detta gäller dock inte månaderna mars och april då kvävehalten var i princip lika eller högre i utflödande vatten än i inflödet.

Procentuell andel av P respektive N som finns kvar i utgående vatten

Tidpunkt	Procentuell andel P kvar i utgående vatten jämfört med ingående vatten	Procentuell andel N kvar i utgående vatten jämfört med ingående vatten	Flöde
2014-03	50 %	101 %	Svagt flöde in, 1-2 l/sek ut
2015-01	32 %	44 %	Mycket svagt flöde in och ut, inte mätbart
2015-02	18 %	56 %	Mycket svagt flöde in, mindre än 1 l/sek ut
2015-03	48 %	205 %	Inget inflöde, mindre än 1 l/sek ut
2015-04	107 %	147 %	Inget inflöde, mindre än 1 l/sek ut
2015-11	196 %	183 %	Inget inflöde eller utflöde
2015-12	43 %	88 %	Inget inflöde eller utflöde
2016-01	24 %	11 %	Inflöde upp till 5 l/sek, inget utflöde
2016-02	35 %	36 %	Mycket svagt flöde in, mindre än 1 l/sek ut
2016-03	40 %	28 %	Inget inflöde, mindre än 1 l/sek ut
2016-04	102 %	29 %	Inget inflöde, mindre än 1 l/sek ut

Tabellen visar vilken påverkan våtmarken haft för näringsreduktion under de olika provtagningsmånaderna.

God effekt för fosforrening under samtliga månader förutom under två månader. Ingen turbulens förekom som kan förklara den lägre reningen. Värdet 2015-04 går inte att förklara med turbulens eftersom det i princip var stillastående vatten i våtmarken under den månaden. Värdet 2015-11 kommer från endast ett prov taget i början av våtmarken vilket gör värdet osäkert.

Effekten för kväveretention har varit god under vintermånaderna. Det kan troligen förklaras med att vattnet har stått stilla i våtmarken relativt länge och denitrifikation har skett. När inflöde skett i januari så har det kväverikare vattnet transporterats till utflödet några månader senare i mars/april.



Bild 6. Våtmarken vid Norrbys.

Flöde och temperatur

Svaga vattenflöden genom våtmarken, inflödet sker under januari och februari månader. Efter någon månad har detta inflödet fortplantat sig genom våtmarken och ett visst utflöde sker. Vattentemperaturen är cirka 1-2 grader i januari för att stiga till cirka 8 grader under april månad.

Slutsats

Fosforhalten i inkommande vatten är högre än det rekommenderade kriteriet för möjligheten till en effektiv näringsreduktion av fosfor. Sedimentation har kunnat ske under perioden där inflöde inte skett medan läckaget är svårt att förklara.

Kvävehalten i inkommande vatten är lägre än det rekommenderade kriteriet för möjligheten till effektiv näringsreduktion av kväve. Tillrinningsområdet är högre än rekommendationen om 50 ha, däremot är andelen åkermark endast 45 % jämfört med rekommendationen om 70 %. Detta kan vara förklaringen till att kvävehalten är låg i inkommande vatten.

Barlingbo Stave

Det här är en mindre våtmark i form av en sidodamm till ett större dike. Vatten leds in i våtmarken från diket genom två rör. Första delen av våtmarken är egentligen ett mindre dike, och därefter kommer den öppna vattenytan. Utflödet finns i södra delen och utgörs av ett mindre dike som leder tillbaka till samma dike som vattnet togs från.

I denna våtmark har det alltid varit flöde både in och ut ur våtmarken när provtagningen har gjorts. Vattenprov har tagits vid inflödet, precis nedströms inloppsrören. Prov på utflödesvattnet har tagits i det mindre diket i slutet av våtmarken. Utflödesproverna representerar alltså i de flesta fall vatten som stått i våtmarken en kortare eller längre tid eftersom flödet ut ur våtmarken har periodvis varit lågt, men det har alltid funnits ett flöde ut ur våtmarken.

Flödet genom våtmarken har mätts med hjälp av flygel i utloppet. Eftersom vattendjupet i utflödesdiket oftast har varit litet så blir flödesmätningarna sannolikt ganska osäkra. I början av projektet mättes istället flödet med boll genom rören vid inloppet.



Beskrivning av våtmarken	Barlingbo Stave
Våtmarkens storlek	1,5 ha
Medeldjup	0,7 m
Anläggningsår	2005
Tidigare markanvändning	Åker
Storlek på tillrinningsområde, ha	500
Andel åker i tillrinningsområdet	95 %
Tillflödets karaktär	Diket ständigt vattenförande, endast delflöde genom våtmarken
Inflödets konstruktion	Dubbla rör i dike
Huvudsyfte biologisk mångfald eller näringsrening	Näringsrening, mynnar ut i ett vattendrag, långt från havet
Övriga syften	
Gällande tillstånd, vattendom, beslut	Anmälan om vattenverksamhet enligt 11 kap. 9a § miljöbalken - Anläggande av damm eller våtmark

RESULTAT

Innehåll av fosfor (P) och kväve (N) vid in- respektive utflöde

Inflöde	P mg/l	N mg/l
Medel	0,15	12,3
Max	0,38	27,0
Min	0,07	0,9
Median	0,12	11,0

Fosforhalten i inflödande vatten är i medeltal mer än dubbelt så hög jämfört med de 0,05 mg/l, kvalitetskriteriet för lämplig lokalisering av våtmark ur fosforreningsperspektiv. Inget värde var lägre än kvalitetskriterium för lämplig lokalisering.

Kvävehalten i inflödande vatten är i medeltal dubbelt så stort, (12 mg/l) som kvalitetskriterium för lämplig lokalisering av våtmarker ur kvävereningssperspektiv (5 mg/l). De högsta värdena uppmättes under januari månad både 2015 och 2016.

Vid utlopp	P mg/l	N mg/l
Medel	0,12	12,1
Max	0,35	26,0
Min	0,04	1,4
Median	0,10	11,0

Fosforhalten vid utloppet har som medeltal reducerats jämför med halten i inflödande vatten. Detta gäller vid även för max-värdet trots att turbulens under högflödet gjorde att sedimenterade jordpartiklar slammades upp och följde med i utflödande vatten.

Kvävehalten vid utloppet har som medeltal inte påverkats jämfört med halten vid inflödet. Eftersom inflödet var kraftigt vid merparten av provtagningstillfällena så har uppehållstiden i våtmarken varit relativt kort och denitrifikation har inte hunnit ske.

Procentuell andel av P respektive N som finns kvar i utgående vatten

Tidpunkt	Procentuell andel P kvar i utgående vatten jämfört med ingående vatten	Procentuell andel N kvar i utgående vatten jämfört med ingående vatten	Flöde
2014-03	104 %	96 %	Inflöde, utflöde upp till 50 l/sek
2015-01	94 %	111 %	Kraftigt inflöde, utflöde cirka 100 l/sek
2015-02	105 %	102 %	Inflöde, utflöde cirka 30 l/sek
2015-03	46 %	89 %	Kraftigt inflöde, utflöde cirka 10 l/sek
2015-04	63 %	87 %	Kraftigt inflöde, utflöde cirka 10 l/sek
2015-11	146 %	156 %	Mycket litet inflöde, visst utflöde
2015-12	141 %	112 %	Kraftigt inflöde, utflöde cirka 10 l/sek
2016-01	96 %	97 %	Kraftigt inflöde, utflöde 50 till 100 l/sek
2016-02	129 %	102 %	Inflöde, utflöde 10-30 l/sek
2016-03	89 %	100 %	Inflöde, utflöde cirka 30 l/sek
2016-04	30 %	82 %	Visst inflöde, utflöde mindre än 5 l/sek

Tabellen visar vilken påverkan våtmarken haft för näringsreduktion under de olika provtagningsmånaderna.

God effekt för fosforreduktion under perioder med litet utflöde mars-april (båda åren), dvs. när vattenhastigheten ut ur våtmarken varit låg och sedimentation har hunnit ske.

Effekten för kväveretention har varit begränsad förutom under månaderna mars och april.

Flöde och temperatur

Våtmarken är anlagd som en sidodamm till ett kraftigt vattenförande dike vilket har gjort att det har flödat vatten in i våtmarken vid samtliga provtagningstillfällen.

Vattentemperaturen är cirka 1-2 grader i januari för att stiga till cirka 8 grader under april månad.

Slutsats

Lokaliseringen av våtmarken är idealisk ur ett näringsreduktionsperspektiv eftersom den är belägen i ett stort åkerområde dominerat av lerjordar.

Fosforhalten i inkommande vatten överstiger det rekommenderade kriteriet för möjligheten till en effektiv näringsreduktion av fosfor. Sedimentation har kunnat ske under perioden med lågt inflöde men viss förlust har skett vid höglödesperioder med turbulent vatten. Både medeltal och medianvärden visar dock att halterna sjönk vid passagen genom våtmarken.

Kvävehalten i inkommande vatten är högre än det rekommenderade kriteriet för möjligheten till effektiv näringsreduktion av kväve. Tillrinningsområdet är stort, cirka 500 ha, dvs. betydligt högre än rekommendationen om minst 50 ha. Andelen åkermark är stor, cirka 95 % jämfört med rekommendationen om 70 %. Detta återspeglas att kvävehalterna i inkommande vatten i våtmarken är högt. Eftersom de högsta värdena uppmättes under januari månad både 2015 och 2016 visar de att belastningen av kväve är hög under vintern när vegetationen inte har kunnat ta upp näringen. På grund av det höga inflödet under provtagningsmånaderna har uppehållstiden i våtmarken varit för kort för att denitrifikation har hunnit ske.

Om det hade funnits tillräckligt med data hade det varit möjligt att beräkna den totala kvävereduktionen eftersom det flödar vatten in våtmarken under större delen av året. Minskningen kan vara betydande eftersom den hydrauliska belastningen är hög och en procentuellt liten reduktion kan ge betydande reduktion i absoluta tal.

Eskelhem Sojvide

Vid Sojvide har två våtmarker anlagts på var sin sida om ett vattendrag. Dessa våtmarker är sidodammar som tar in en del av vattnet från ån. Intagsrören är placerade så att inget vatten leds in i våtmarken vid lågvattenföring i ån. Ån har ett flöde under stor del av året. Båda våtmarkerna är långsmala, och har sitt inflöde via rör i den östra delen. Utflödet sker i båda våtmarkerna genom ett annat rör längst i väster. Efter våtmarkerna leds vattnet tillbaka till ån lite längre nedströms.

Vattenprov från inflödet har mätts på samma ställe hela tiden. Det provet visar näringsinnehållet i vattendraget före de båda våtmarkerna, och representerar alltså inflödesvattnet för både den norra och den södra våtmarken.

Prov på utflödet från den södra våtmarken har också alltid mätts på samma plats, precis före utloppsroret. Denna punkt kallas i tabellerna nedan för Södra UT.

Dessutom har prover på utflödet tagits i ån efter att vattnet passerat båda våtmarkerna, kallat Hela UT under perioden mars 2014 – januari 2015. Under perioden februari 15 - april 16 har provtagning även skett vid utloppet av den norra våtmarken.

Det gjordes även provtagning i den södra våtmarken under perioden januari 2012 – mars 2013 vilka redovisas under rubriken **Tidigare mätningar januari 2012 – maj 2013**.

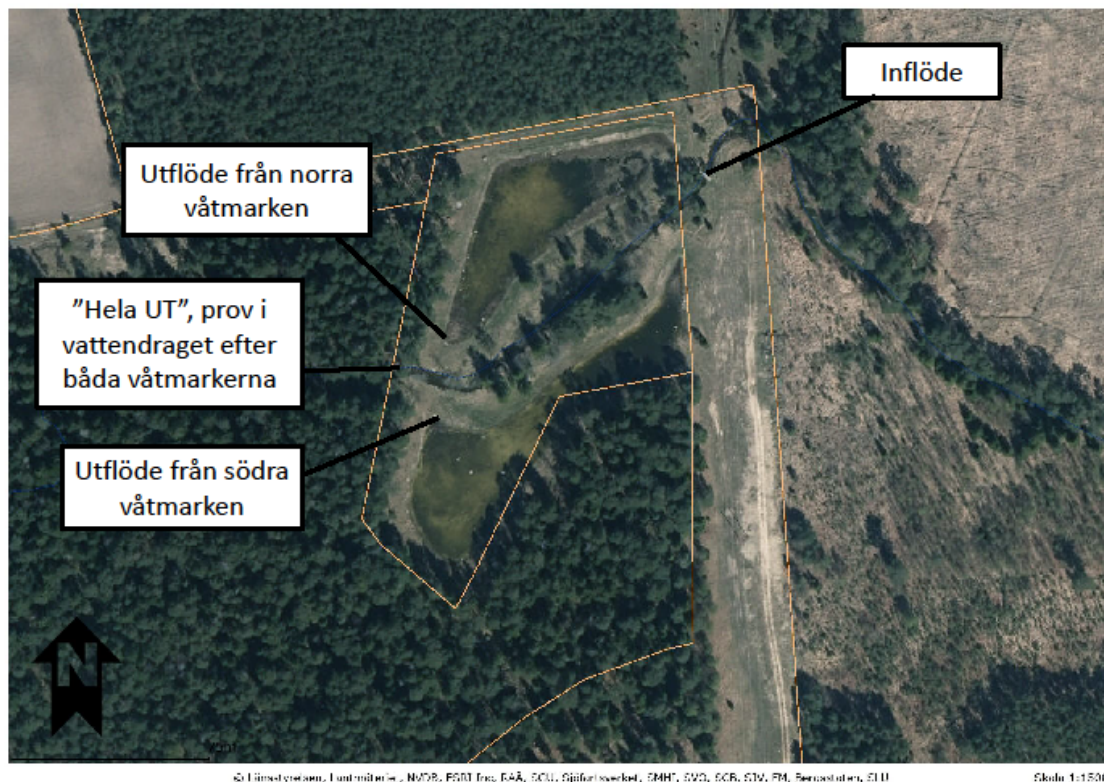


Bild 8. Karta över våtmarken vid Sojvide i Eskelhem.



Bild 9. Den södra av våtmarkerna vid Sojvide.

Beskrivning av våtmarken	Eskelhem Sojvide
Våtmarkens storlek	0,3 ha fördelat på två våtmarker
Medeldjup	1,0 m
Anläggningsår	2011
Tidigare markanvändning	Skogsmark
Storlek på tillrinningsområde, ha	4 600
Andel åker i tillrinningsområdet	15 %
Tillflödets karaktär	Inflöde vår/höst och vinter
Inflödets konstruktion	Rör i vattendrag
Huvudsyfte biologisk mångfald eller näringsrening	Biologisk mångfald
Övriga syften	
Gällande tillstånd, vattendom, beslut	Anmälan om vattenverksamhet enligt 11 kap. 9a § miljöbalken - Anläggande av damm eller våtmark

RESULTAT

Innehåll av fosfor (P) och kväve (N) vid in- respektive utflöde

Inflöde	P mg/l	N mg/l
Medel	0,03	5,4
Max	0,08	11,0
Min	0,02	1,0
Median	0,03	4,6

Fosforhalten i inflödande vatten är i medeltal lägre än 0,05 mg/l, kvalitetskriteriet för lämplig lokalisering av våtmarker ur fosforreningsperspektiv. Fosforhalter högre än kvalitetskriteriet uppmättes vid enstaka tillfällen under perioden december 2015 – januari 2016. Analyserna visar på högre fosforvärden under vinterperioden jämfört med halterna senare under våren.

Kvävehalten i inflödande vatten är i medeltal i nivå med 5 mg/l, kvalitetskriteriet för lämplig lokalisering av våtmarker ur kväverreningsperspektiv. Värdena ligger över 5 mg/l förutom för månaderna mars-april, med smärre avvikelser.

Södra UT	P mg/l	N mg/l	Hela UT, nov 14 -jan 15	P mg/l	N mg/l	Norra våtmarken UT, feb 15 – april 16	P mg/l	N mg/l
Medel	0,03	4,9	Medel	0,04	4,9	Medel	0,03	5,4
Max	0,08	11,0	Max	0,06	7,0	Max	0,07	11,0
Min	0,01	0,7	Min	0,03	3,1	Min	0,01	2,3
Median	0,03	4,3	Median	0,04	4,7	Median	0,03	4,6

Fosforhalten vid utloppet har, som medeltal betraktat, inte påverkats jämfört med halten i inflödande vatten. Däremot finns skillnader under de olika månaderna vilket framgår i nästa tabell. Mätvärdena för Hela ut, november 14-januari 15 bygger endast på provtagning under två veckor vilket gör dessa värden osäkrare än övriga värden i tabellen. Under perioden november 2014 - januari 2015 är fosforhalterna något högre jämfört med halterna under andra perioder. Troligen är det en effekt av att turbulens under högflödesperioder gör att sediment med fastlagd fosfor virvlar upp och följer med vattnet genom utloppet.

Kvävehalten vid utloppet har som medeltal sjunkit något jämfört med halten vid inflödet. Störst reduktion har skett under april månad både provtagningsåren.

Procentuell andel av P respektive N som finns kvar i utgående vatten

Vid en beräkning av hur stor andel av fosfor respektive kväve som finns kvar efter att vattnet passerat den **södra** våtmarken erhöles följande resultat.

Tidpunkt	Procentuell andel P kvar i utgående vatten jämfört med ingående vatten när vattnet passerat endast den södra våtmarken	Procentuell andel N kvar i utgående vatten jämfört med ingående vatten när vattnet passerat endast den södra våtmarken	Flöde
2014-03	81 %	92 %	Flöde
2015-01	84 %	93 %	Fullt flöde
2015-02	99 %	100 %	Fullt flöde
2015-03	60 %	95 %	Inget inflöde
2015-04	75 %	74 %	Inget inflöde
2015-12	149 %	52 %	Mkt litet flöde
2016-01	100 %	96 %	Flöde
2016-02	79 %	110 %	Flöde
2016-03	50 %	92 %	Mkt litet flöde
2016-04	73 %	67 %	Inget inflöde

Tabellen visar vilken påverkan våtmarken haft för näringsreduktion under de olika provtagningsmånaderna.

Även med detta beräkningssätt framgår att en näringsreduktion skett vid merparten av mättillfällena för både fosfor och kväve, med undantag den förmodade turbulensen av slam efter en längre torrperiod (december 2015). Analysresultaten för den norra våtmarken visar motsvarande resultat.

Tidigare mätningar i den södra våtmarken januari 2012 – april 2013

Initialt gjordes mätningar en gång i månaden under perioden januari 2012 – maj 2013 med uppehåll under sommaren när inget tillflöde fanns in i våtmarken. Eftersom det hade varit svårt att finna ytterligare våtmarker för provtagning gjordes ett uppehåll och provtagningen startade igen i mars 2014 då med totalt sex olika våtmarker.

Tidpunkt	Procentuell andel P kvar i utgående vatten jämfört med ingående vatten	Procentuell andel N kvar i utgående vatten jämfört med ingående vatten
2012-01-29	100 %	103 %
2012-02-24	86 %	110 %
2012-03-27	55 %	94 %
2012-04-24	67 %	88 %
2012-07-30	90 %	109 %
2012-09-03	42 %	97 %
2012-10-29	49 %	104 %
2012-11-28	104 %	100 %
2012-12-18	104 %	97 %
2013-01-29	103 %	108 %
2013-02-24	111 %	100 %
2013-03-19	83 %	100 %
2013-04-24	74 %	81 %

Samma mönster att P-reduktion sker under perioden när vattnet står stilla i dammen och sedimentation hinner ske medan det under inflödesperioden kan vara högre fosforinnehåll i utgående vatten än ingående vatten. Detta syns även genom att turbiditeten (grumligheten) är högre i utgående vatten än ingående vatten i samband med och strax efter att den stora påfyllningen av våtmarken skett under perioden november – december.



Bild 10. Inlopper till den södra våtmarken vid Sojvide.

Flöde och vattentemperatur

Vattentemperaturen är cirka 1-2 grader i januari för att stiga till cirka 8 grader under april månad.

Inga noteringar avseende flöde och temperatur ingick i den tidigare provtagningsomgången men mönstret torde vara likartat.

Slutsats

Relativt rent vatten som kommer in i våtmarken med ett medelvärde på 0,03 mg P/ml vatten respektive 5,4 mg N/l vatten. De högsta värdena för fosfor, 0,08 mg P/l vatten uppmättes under perioden december-januari, dvs. under den tid som våtmarken fylldes. Detsamma gäller för de högsta värdena för kväve med värden överstigande 5 mg N/l vatten under perioden december - februari. Viss reduktion skedde vid vattnets passage genom våtmarkerna. För att våtmarkerna inte skall bli fosforkällor under högflödestider är det att rekommendera att slammet grävs bort när det är lämpligt under torrperiod.

Tillrinningsområdet är stort, 4 600 ha med endast 15 – 20 % åkermark vilket troligtvis är förklaringen till att kvävehalten är låg i inflödande vatten.

De båda våtmarkerna har sitt största värde för biologisk mångfald vilket även var syftet vid anläggningen.

Hablingbo Botvards

Det här är en våtmark med flera olika funktioner eftersom den fungerar både för näringsreduktion och som bevattningsdamm. Våtmarken har byggts i omgångar, från början fanns en stor ö men nu har öns storlek halverats och våtmarken fördubblats.

Påfyllningen sker dels med naturligt inflöde från ett dike, dels genom att vatten vissa tider pumpas in från samma dike. Vattenprovet från inflödet har oftast tagits i diket precis där inloppsröret börjar. Röret är placerat så lågt i diket att det vid provtagningstillfällena legat helt under dikets vattenyta. Vid låga vattennivåer i våtmarken har prov tagits där röret leder in vattnet. Prover på inkommande vatten har tagits under perioden mars 2014 – april 2016.

Våtmarken har inget utflöde utan allt vattnet används till bevattning på omkringliggande åkermark. Det finns alltså inget utflöde att ta prover från utan vattenprover har tagits i våtmarken långt ifrån inflödet. Prover på vattnet i våtmarken har tagits under perioden december 2015 - april 2016.

Flödet har mätts med flygel vid rörmynningen. Dessutom har markägaren lämnat uppgifter om hur mycket vatten som pumpats in i dammen. Vid enstaka tillfällen har direkt mätning (med hink) i slutet av inloppsröret genomförts.

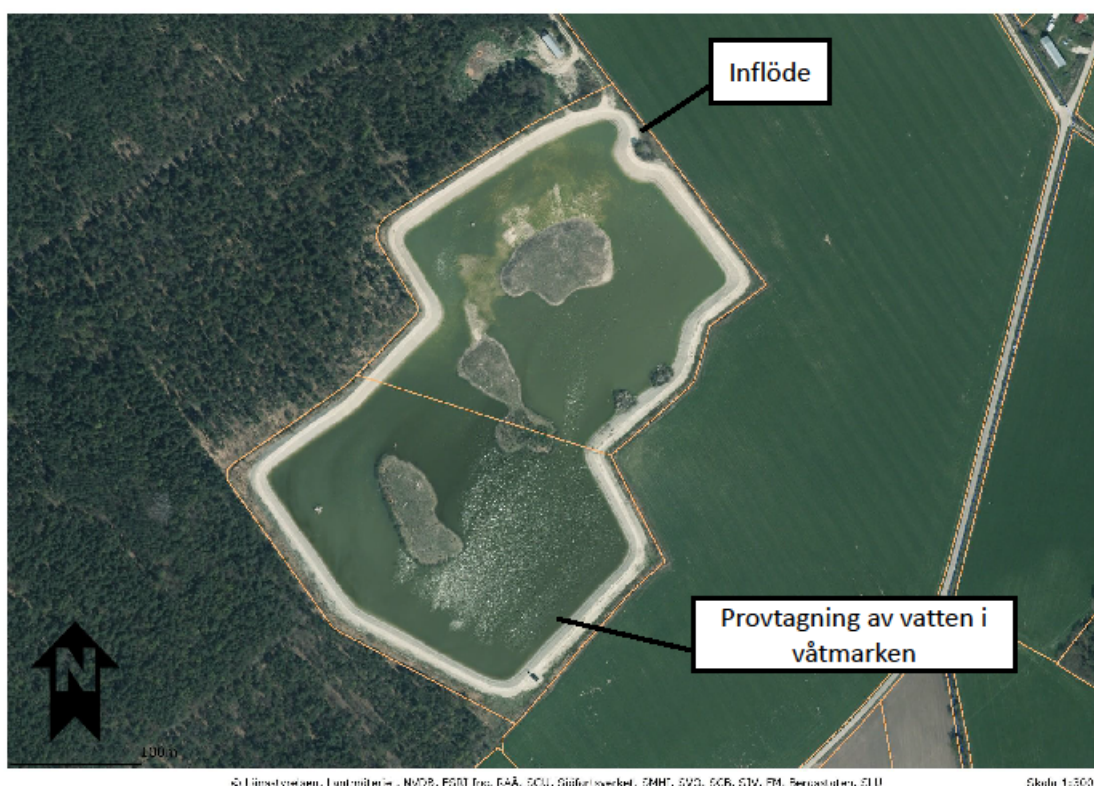


Bild 11. Karta över våtmarken vid Botvards i Hablingbo.

Beskrivning av våtmarken	Hablingbo Botvards
Våtmarkens storlek	7 ha
Medeldjup	1,3 m
Anläggningsår	2003 samt 2012
Tidigare markanvändning	Skogsmark
Storlek på tillrinningsområde, ha	275
Andel åker i tillrinningsområdet	75 %
Tillflödets karaktär	Diket vattenförande höst och vinter, torrt fr. o m mars/april, pumpning senare under våren
Inflödets konstruktion	Rör i dike
Huvudsyfte biologisk mångfald eller näringsrening	Näringsrening, cirka 2,5 km till havet
Övriga syften	Används till bevattning
Gällande tillstånd, vattendom, beslut	Miljöbalken 11 kap 12 §, ...”uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen skadas”...



Bild 12. Våtmarken vid Botvards.

RESULTAT

Innehåll av fosfor (P) och kväve (N) vid in- respektive utflöde

Inflöde, 11 mättillfällen	P mg/l	N mg/l
Medel	0,06	13,7
Max	0,14	30,0
Min	0,01	2,2
Median	0,06	12,0

Fosforhalten i inflödande vatten är i medeltal över de 0,05 mg/l vilket är ett kvalitetskriterium för lämplig lokalisering av våtmarker ur fosforreningsperspektiv. Det maximala värdet uppmättes under perioden januari/februari båda provtagningsåren.

Kvävehalten i inflödande vatten är i medeltal dubbelt så högt jämfört med de 5 mg/l som är ett kvalitetskriterium för lämplig lokalisering av våtmarker ur kvävereningsperspektiv. Det maximala värdet uppmättes under december 2015 - februari 2016.

Vid utlopp, 5 mättillfälle	P mg/l	N mg/l
Medel	0,04	7,8
Max	0,05	11,0
Min	0,02	1,2
Median	0,04	9,7

Fosforhalten i våtmarken långt från inloppet har som medeltal nästan halverats jämför med halten i inflödande vatten. Detta gäller vid samtliga tidpunkter förutom när slutpåfyllning skedde genom inpumpning och turbulens gjorde att jordpartiklar slammades upp.

Kvävehalten vid utloppet har som medeltal halverats jämfört med halten vid inflödet. Detta gäller samtliga månader då provtagning gjorts i våtmarken.

Procentuell andel av P respektive N som finns kvar i utgående vatten

Tidpunkt	Procentuell andel P kvar i utgående vatten jämfört med ingående vatten	Procentuell andel N kvar i utgående vatten jämfört med ingående vatten	Flöde
2015-12	53 %	6 %	Naturligt inflöde med start i december
2016-01	29 %	22 %	Nu sker det stora naturliga inflödet
2016-02	62 %	44 %	Nu sker det stora naturliga inflödet
2016-03	92 %	69 %	Nu sker det stora naturliga inflödet
2016-04	476 %	84 %	Slutfyllning via pumpning från dike

Tabellen visar vilken påverkan våtmarken haft för näringsreduktion under de olika provtagningsmånaderna.

God effekt för fosforrening vid samtliga provtagningstillfällen förutom då påfyllning skett genom att vatten pumpats in dvs. turbulens gjorde att jordpartiklar slammats upp.

Effekten för kväveretention har varit stor eftersom kvävehalten halverats medan vattnet stått stilla i våtmarken.

Flöde och temperatur

Det naturliga inflödet har skett under perioden december – februari och vatten har därefter pumpats in under mars månad.

Vattentemperaturen är cirka 1-2 grader i januari för att stiga till cirka 8 grader under april månad.



Bild 13. Våtmarken vid Botvards. Bilden är tagen på hösten när påfyllningen av våtmarken just har påbörjats.

Slutsats

Fosforhalten i inkommande vatten ligger högre än det rekommenderade kriteriet för möjligheten till en effektiv näringsreduktion av fosfor. Sedimentation har kunnat ske under perioden där inflöde inte skett. Troligen stannar sedimentet kvar i våtmarken i den mån det inte följt med ut i bevattningsvattnet och därigenom hamnar på fälten. Våtmarken kan med tiden behöva grävas ur och sedimentet kan köras ut på omkringliggande åkrar.

Kvävehalten i inkommande vatten är högre än det rekommenderade kriteriet för möjligheten till effektiv näringsreduktion av kväve. Tillrinningsområdet är 275 ha, dvs. större än rekommendationen om 50 ha, och andelen åkermark utgör 75 % jämfört med rekommendationen om 70 %.

Dessa faktorer gör att det är en väl placerad våtmark med tanke på näringsinnehållet i inflödande vatten. Att våtmarken dessutom töms under växtsäsongen så kvarvarande näringsämnen i form av fosfor och kväve kommer grödorna till del (vall, oljeväxter, spannmål) är ytterligare en positiv effekt av att våtmarken används till bevattningsändamål. Eftersom våtmarken är tom inför höglödesperioden så fylls nytt näringsrikt vatten i våtmarken årligen.

Våtmarken läge, 2,5 km från havet, samt vattnets användning för bevattning är faktor som bidrar till att reducera näringsläckaget till Östersjön.

Halla Möllebos

Våtmarken vid Möllebos utgörs av en damm där allt vatten i vattendraget passerar. Längs nedströmsdelen av dammen finns en gjuten dammvall och i den finns luckor där utflödet kan regleras. Eftersom luckorna inte är helt täta sker alltid ett mindre flöde ut ur dammen. Det gör att det alltid finns ett flöde av vatten genom våtmarken.

Kvarn-och sågverksamhet finns belagd sedan 1600-talet. Nuvarande läge på dammarmen är nog från tidigt 1920-tal. Det finns belagt att dammen användes för kvarnverksamhet 1914 – 1938 samt för elproduktion från 1922. Dammluckorna är nog i samma läge nu som då.

Möllebosdammen regleras genom en vattendom från år 1939. Enligt villkor i domen ska vattennivån under perioden 1 november till 11 maj inte överstiga höjden +5,77 (lokalt höjdsystem). Övrig tid ska utskoven hållas öppna.

Vattenprov på inflödet har tagits i vattendraget en bit uppströms våtmarkens början. Alla mätningar är gjorda när det varit flöde in i våtmarken. Utflödesprovet har tagits i dammen, precis före dammluckorna. Utflödesproverna representerar därför vatten som stått i våtmarken kortare eller längre tid. Flödesmätningen har gjorts med flygel i vattendraget lite nedströms om dammen.

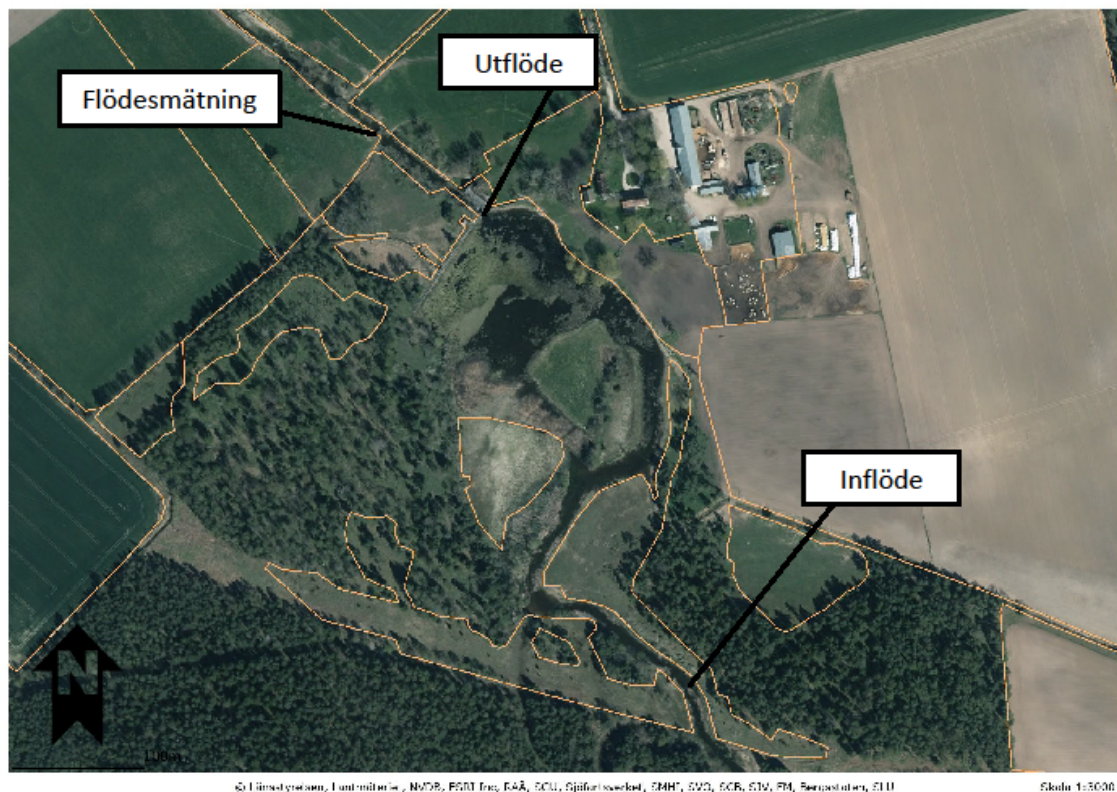


Bild 14. Karta över våtmarken Vid Möllebos.

Beskrivning av våtmarken	Halla Möllebos
Våtmarkens storlek	2,5 ha
Medeldjup	2 m
Anläggningsår	1600-talet
Tidigare markanvändning	Damm för kvarn- och sågverksamhet sedan lång tid tillbaka (1600-talet)
Storlek på tillrinningsområde, ha	5 600
Andel åker i tillrinningsområdet	45 %
Tillflödets karaktär	Vattendrag som passerar genom dammen
Inflödets konstruktion	Vattendrag som passerar genom dammen, utflödet regleras med dammluckor
Huvudsyfte biologisk mångfald eller näringsrening	Värde för biologisk mångfald, indirekt minskad utlakning genom bevattning.
Övriga syften	Vattendom för sockerbrukets behov. Nu bevattning och dricksvatten till betesdjur
Gällande tillstånd, vattendom, beslut	Vattendom 1939, AD 29-1939



Bild 15. Våtmarken vid Möllebos.

RESULTAT

Innehåll av fosfor (P) och kväve (N) vid in- respektive utflöde

Inflöde	P mg/l	N mg/l
Medel	0,02	4,0
Max	0,09	8,4
Min	0,01	0,6
Median	0,02	3,5

Fosforhalten i inflödande vatten är i medeltal endast hälften av rekommenderad halt av 0,05 mg/l, ett kvalitetskriterium för lämplig lokalisering av våtmarker ur fosforreningsperspektiv. Det maximala värdet uppmättes under mars månad 2014 medan övriga provtagningar under mars månad visade betydligt lägre värden, mer i linje med medianvärdena.

Kvävehalten i inflödande vatten är i medeltal lägre än de 5 mg/l, kvalitetskriteriet för lämplig lokalisering av våtmarker ur kvävereduktionsperspektiv. Det maximala värdet uppmättes under januari 2016 när området var översvämmat. Värdena var höga även följande månader samma år men de översteg sällan 5 mg/l.

Vid utlopp	P mg/l	N mg/l
Medel	0,02	4,1
Max	0,05	8,9
Min	0,01	1,2
Median	0,02	3,6

Fosforhalten vid utloppet har inte påverkats av att vattnet passerat våtmarken. Det samma gäller även för kvävehalten före och efter våtmarken.

Procentuell andel av P respektive N som finns kvar i utgående vatten

Tidpunkt	Procentuell andel P kvar i utgående vatten jämfört med ingående vatten	Procentuell andel N kvar i utgående vatten jämfört med ingående vatten	Flöde
2014-03	68 %	106 %	Inflöde finns, inte mätt
2015-01	88 %	102 %	Högt inflöde, viss översvämning av området Utflöde ca 2,7 m ³ /sek
2015-02	100 %	97 %	Inflöde finns Utflöde ca 1,4 m ³ /sek
2015-03	117 %	101 %	Inflöde finns Utflöde ca 0,9 m ³ /sek
2015-04	98 %	97 %	Inflöde finns Utflöde ca 0,9 m ³ /sek
2015-11	173 %	100 %	Inflöde finns Utflöde finns
2015-12	163 %	103 %	Inflöde finns Utflöde ca 0,3 m ³ /sek
2016-01	123 %	104 %	Inflöde finns Utflöde mycket kraftigt
2016-02	118 %	97 %	Inflöde finns Utflöde ca 0,9 m ³ /sek
2016-03	100 %	103 %	Inflöde finns Utflöde ca 1,3 m ³ /sek
2016-04	111 %	23 %	Inflöde finns Utflöde ca 0,7 m ³ /sek

Tabellen visar vilken påverkan våtmarken haft för näringsreduktion under de olika provtagningsmånaderna.

Vid flertalet provtagningstillfällen har fosforhalten varit högre efter att vattnet passerat våtmarken jämfört med inflödande vatten. Skillnader i halter är dock mycket små.

Effekten för kväveretention visar liknande mönster som för fosfor. Även här är skillnaden i halter mycket små mellan inflödande och utflödande vatten.

Flöde och temperatur

INFLÖDE	UTFLÖDE	m ³ /sek	
Ständigt inflöde till dammen. Enda mätvärdet i mars 2014 visar ett inflöde av 1, 5 m ³ /sek	Medel	1,35	Ständigt utflöde
	Max	2,9	I januari under vårflöde
	Min	0,23	Läckage hela tiden genom luckorna
	Median	1,0	Läckage hela tiden genom luckorna

Vattentemperaturen är cirka 1-2 grader i januari för att stiga till cirka 8 grader under april månad.



Bild 16. Dammen vid Möllebos.

Slutsats

Fosforhalten i inkommande vatten är lägre än det rekommenderade kriteriet för möjligheten till en effektiv näringsreduktion av fosfor. Sedimentation har kunnat ske under perioden där inflöde varit lågt med viss förlust under högflödesperioder med turbulent vatten.

Kvävehalten i inkommande vatten är lägre än det rekommenderade kriteriet för möjligheten till effektiv näringsreduktion av kväve. Tillrinningsområdet är högre än rekommendationen om 50 ha, däremot är andelen åkermark endast 45 % jämfört med rekommendationen om 70 %. Detta kan vara förklaringen till att kvävehalten är låg i inkommande vatten.

Eftersom provtagningarna skett under högflödesperioderna januari – mars har turbulensen i vattnet varit stor och sediment i våtmarken har virvlat upp och följt med vattnet utströms. Det stora tillrinningsområdet (5 600 ha) har cirka 45 % åker inom sig men reningseffekt hinner inte äga rum med det stora flödet genom våtmarken.

En del av vattnet i våtmarken används för bevattningsändamål. Därigenom kan näringsämnena tas upp av grödan och därmed minskar risken för utlakning från den bevattnade arealen.

Det är även positivt för näringsreduktionen att utflödet är lågt sommartid, dvs. vattnet står längre tid i våtmarken, och kvävehalten kan sjunka igenom denitrifikation. Det gjordes dock ingen provtagning sommartid som har verifierat detta. Eftersom det finns ett visst utflöde även när dammluckorna hålls stängda är det en fördel för den biologiska mångfalden nedströms i vattendraget eftersom läckaget gör att det finns vatten under längre tid i vattendraget.

Havdhem Bols

Det här är en liten våtmark, 0,34 ha, anlagd i ett låglänt hörn av en åker. Den är långsmal med inflöde i öster och utflöde i väster. Diket som vattnet tas ifrån går parallellt med våtmarken, söder om denna. Det är ett mindre dike med oftast ganska liten vattenföring, förutom under högflödesperioden.

Den låga vattenföringen gör att det vid de flesta provtagningstillfällena inte har varit något flöde in i eller ut ur våtmarken.

Vattenprov för inflödet har tagits i diket precis där inloppsröret ligger. Det har tagits i diket även om inget vatten runnit in i våtmarken vid tillfället.

Utflödesprovet har tagits i själva våtmarken, precis innan utflödesröret i väster. Om utflöde saknades togs provet i närheten av utflödesröret. Utflödesproverna representerar därför i de flesta fall vatten som stått i våtmarken en kortare eller längre tid. Under januari 2015 och mars 2016 kunde prov tas vid utflödet.



Bild 17. Karta över våtmarken vid Bols i Havdhem.

Beskrivning av våtmarken	Havdhem Bols
Våtmarkens storlek	0,34 ha
Medeldjup	0,5 m
Anläggningsår	2012
Tidigare markanvändning	Åker
Storlek på tillrinningsområde, ha	200
Andel åker i tillrinningsområdet	90 %
Tillflödets karaktär	Inflöde vintertid
Inflödets konstruktion	Rör i dike
Huvudsyfte biologisk mångfald eller näringsrening	Näringsrening, cirka 2,5 km till havet
Övriga syften	
Gällande tillstånd, vattendom, beslut	Anmälan om vattenverksamhet enligt 11 kap. 9a § miljöbalken - Anläggande av damm eller våtmark



Bild 18. Våtmarken vid Bols.

RESULTAT

Innehåll av fosfor (P) och kväve (N) vid in- respektive utflöde

Inflöde	P mg/l	N mg/l
Medel	0,09	15,5
Max	0,12	32,0
Min	0,05	2,3
Median	0,09	15,5

Fosforhalten i inflödande vatten är i medeltal nästan dubbelt så högt jämfört med 0,05 mg/l, kvalitetskriteriet för lämplig lokalisering av våtmarker ur fosforreningsperspektiv. Inte vid något tillfälle har fosforhalten varit lägre än kvalitetskriteriets nivå. Fosforhalten i diket har varit väldigt stabil, ingen stor förändring mellan provtagningarna. Halterna i våtmarken är mycket lägre än i diket.

Kvävehalten i inflödande vatten har i medeltal varit tre gånger så högt jämfört med 5 mg/l, kvalitetskriteriet för lämplig lokalisering av våtmarker ur kväverenningsperspektiv. Halterna av kväve har alltid varit högre i inflödesprovet än i själva våtmarken. Kvävehalten i diket har oftast varit hög. Det maximala värdet uppmättes under januari 2016 och värdena var höga även 2015 vid samma tidpunkt. De lägsta värdena uppmättes under april månad, endast ett enstaka värde låg under kvalitetskriteriets nivå.

Vid utlopp	P mg/l	N mg/l
Medel	0,06	9,7
Max	0,28	23,0
Min	0,02	1,6
Median	0,03	9,1

Fosforhalten vid utloppet har som medeltal halverats jämför med halten i inflödande vatten. Detta gäller vid samtliga tidpunkter förutom då flödet var högt under januari månad 2015 då turbulens troligen gjort att sedimenterade jordpartiklar slammades upp och fortsatte med i utflödande vatten.

Kvävehalten vid utloppet har som medeltal nästan halverats jämfört med halten vid inflödet. Vid provtagning på det vatten som stått stilla i våtmarken uppmättes de lägsta värdena. Under våren 2015 syns en stadigt sjunkande kvävehalt i våtmarken vilket tyder på att kvävereduktion sker hela tiden.

Procentuell andel av P respektive N som finns kvar i utgående vatten

Tidpunkt	Procentuell andel P kvar i utgående vatten jämfört med ingående vatten	Procentuell andel N kvar i utgående vatten jämfört med ingående vatten	Flöde
2014-03	55 %	45 %	Inget flöde in, men flöde i vattendraget.
2015-01	43 %	67 %	Våtmarken fylldes under slutet av januari – mitten februari. Visst utflöde vid utloppsörret
2015-02	26 %	70 %	Våtmarken fylldes under slutet av januari – mitten februari
2015-03	32 %	46 %	Inget flöde in, men flöde i vattendraget
2015-04	28 %	24 %	Inget flöde in, men litet flöde i vattendraget
2016-01	181 %	48 %	Våtmarken fylldes under slutet av januari – mitten februari
2016-02	138 %	105 %	Fortsatt lågt inflöde
2016-03	52 %	102 %	Fortsatt lågt inflöde
2016-04	27 %	311 %	Inget inflöde. Tveksamt om N-värdet är relevant. Detta vatten rann endast i diket och kom inte in i våtmarken

Tabellen visar vilken påverkan våtmarken haft för näringsreduktion under de olika provtagningsmånaderna.

God potential för fosforrening genom sedimentation under samtliga månader förutom under högflödesperioden då sediment virvlats upp i dammen. Inget utflöde från dammen under dessa månader, med undantag för januari 2015.

Effekten för kväveretention har, i princip, varit god. Hela tiden lägre värden i våtmarken än i inflödande vatten.

Flöde och vattentemperatur

Våtmarken fylls under januari/februari månad. Värdena för utgående vatten tagna vid utloppet men består av stillastående vatten i våtmarken förutom vid provtagningen januari 2105.

Flödena in uppgår till knappt 10/sek under perioden som våtmarken fylls.

Temperaturen i våtmarken under fyllningsperioden är cirka 3 grader och stiger till över 10 grader under mars månad. Eftersom det är stillastående vatten under perioden mars – december stiger vattentemperaturen vilket gynnar denitrifikationen.

Slutsats

Detta är en väl placerad våtmark. Dels med tanke på att fosfor och kväveinnehållet i dikesvattnet som fyller våtmarken ligger två – tre gånger högre än de kvalitetskriterier som bör beaktas vid anläggning av en våtmark för näringsreduktion. Dels med tanke på att avståndet till havet endast är 2,5 km och liten ytterligare näringsreduktion hinner ske i diket under vattnets väg till Östersjön.

God effekt för fosforrening under samtliga månader förutom under högflödesperioden då sediment virvlar upp i dammen. Eftersom utflödet från dammen är mycket begränsat sker ingen uttransport av fosfor utan sedimentet lägger sig på botten igen när inflödet upphör. För att undvika att fosforrikt sediment riskerar att följa med i utflödande vatten bör sedimentet tas bort under torrperiod och läggas på omkringliggande åkermark.

Kvävehalten i inkommande vatten är tre gånger så hög som det rekommenderade kriteriet för möjligheten till effektiv näringsreduktion av kväve. Kvävehalterna i vattnet i våtmarken har reducerats betydligt jämfört med inkommande vatten. Eftersom det är en grund våtmark kommer temperaturen att öka ganska snabbt och denitrifikationen av kväve snabbas på. Visst kväveupptag kommer även att ske av vegetationen eftersom växtligheten kan nå ganska långt in i den grunda våtmarken.

Våtmarkens näringsreduktion är inte förvånande eftersom tillrinningsområdet uppgår till 200 ha och består av 90 % åker, långt över kriterierna om minst 50 ha tillrinningsområde varav 70 % åker.

Diskussion av resultatet från mätningarna i samtliga våtmarker

De provtagna våtmarkerna har anlagts för olika ändamål. Tre av dem anlades främst för näringsrening, en för biologisk mångfald och en för både näringsrening och biologisk mångfald. Dessutom har prover tagits i en damm/vattenmagasin som ursprungligen anlades för kvarn- och sågverksamhet och senast för att säkerställa vattentillgången till ett sockerbruk.

I ett vattenfattigt landskap som Gotland medverkar alla våtmarker till att öka den biologiska mångfalden. Nya livsmiljöer uppkommer i och med att områden med öppet vatten skapas där det tidigare endast fanns åkermark eller skog.

Bedömningen av huvudsyfte för de fem anlagda våtmarkerna gjordes i samband med att de beviljades stöd till miljöinvesteringen ur landsbygdsprogrammet. Det togs inga vattenprover för att mäta näringsinnehållet i inflödande vatten utan bedömningen baserades på lokaliseringen i landskapet där tillrinningsområdets storlek samt andel åkermark inom området var den avgörande bedömningsgrunden.

Våtmarkerna är sinsemellan väldigt olika både vad gäller våtmarkens storlek, tillrinningsområdets omfattning och andel åkermark inom detta samt hur flödet varierar under året.

Det karakteristiska för flödet i grävda diken och kanaler på Gotland är en kort men intensiv högflödesperiod under december – mars, med stora variationer mellan åren. Provtagningarna gjordes november - april under åren 2015 -2016 när det överhuvudtaget var möjligt att ta prov på inflödande vatten till våtmarken. Övriga tider av året var det i de flesta fall torrt i vattendraget. Under dessa år var inflödet koncentrerat till månaderna december – mars. Två våtmarker har stora tillrinningsområden, 4 600 respektive 5 600 ha, och i dessa våtmarker var flödesperioden längre och i den med största tillrinningsområdet t o m visst inflöde hela sommaren.

Våtmarkerna var i storlek 0,15 ha – upp till 7 ha. De var anlagda som sidodammar till vattendrag förutom dammen för sockerbrukets behov där vattendraget strömmar genom våtmarken. Den största våtmarken samt dammen för sockerbruket används även för bevattningsändamål och därigenom uppnås effekt för minskad utlakning eftersom grödan som bevattnas kan utnyttja tillgänglig näring i marken.

Våtmarker för näringsreduktion

De tre våtmarker som primärt var anlagda för näringsrening (Barlingbo Stave, Hablingbo Botvards samt Havdhem Bols) hade tillrinningsområden på 500, 275 respektive 200 ha med 95, 75 respektive 90 % åker, dvs. väl över kvalitetskriterierna för våtmarker för näringsreduktion (tillrinningsområde på minst 70 ha med minst 50 % åker).

Dessa våtmarker uppvisar samstämmiga resultat vid provtagningen.

Fosforhalterna i inflödande vatten låg mellan 0,06 – 0,15 mg/l vilket är över kvalitetskriteriet om minst 0,05 mg/l. Fosforhalten i utflödande vatten visade att halterna sjunkit vid merparten av provtagningstillfällena, undantaget högflödesmånaderna när turbulens gjort att sediment i våtmarken virvats upp. I en av våtmarkerna spelade det egentligen ingen roll eftersom utflödet var väldigt litet och i fallet då våtmarken användes för bevattning hamnade eventuellt sediment på åkermarken i samband med bevattningen. I det tredje fallet skedde fosfortransport ut från våtmarken under högflödesperioden.

Kvävehalterna i dessa våtmarker visade att kvävehalter i inflödande vatten låg mellan 12,3 – 15,5 mg/l vilket är väl över kvalitetskriteriet om minst 5 mg/l. Kvävehalten i utflödande vatten visade att kvävehalten reducerats till ungefär hälften i våtmarken med litet utflöde samt i den som användes för bevattning medan den som påverkades av högt utflöde hade en betydligt mindre eller ingen effekt på kvävereduktionen.

Slutsatsen av dessa mätningar är att sedimentationen har haft stor betydelse för att fosforreduktion har kunnat ske. För kvävereduktion krävs att uppehållstiden i våtmarken är tillräckligt lång för att denitrifikation ska hinna ske. I litteraturen anges att uppehållstiden behöver vara minst två dygn¹ under sydsvenska förhållanden.

Våtmarker för biologisk mångfald och näringsreduktion
Denna våtmark - Barlingbo Norrbys – hade inget eller begränsat inflöde och utflöde vid samtliga provtagningstillfällen. Tillrinningsområdet är högre än rekommendationen om minst 50 ha, däremot är andelen åkermark endast 45 % jämfört med rekommendationen om 70 %.

Fosforhalten i inkommande vatten var högre än det rekommenderade kriteriet för möjligheten till en effektiv näringsreduktion av fosfor. Sedimentation har kunnat ske under perioden där inflöde inte skett men viss förlust har skett vid högflödesperioder.

Kvävehalten i inkommande vatten uppgick i medeltal till 3,5 mg/l vilket är lägre än det rekommenderade kriteriet för möjligheten till effektiv näringsreduktion av kväve. Däremot har kvävehalten som medeltal mer än halverats till 1,3 mg/l vilket bekräftar att genomströmningen i våtmarken är liten och att vattnet har stannat i våtmarken under en längre tid.

Bedömningen vid anläggningstidpunkten att både biologisk mångfald och näringsreduktion skulle gynnas bekräftas av provtagningsresultatet. Andel åker i tillrinningsområdet är troligen förklaring till att kvävehalten är låg i inkommande vatten medan lerjorden i området avspeglar att fosfor bundet till jordpartiklar har följt med vattnet in i våtmarken.

¹ Wittgren, H.B., Arheimer, B. & Tonderski, K. 2002. Kväveavskiljning i våtmarker: Effektivitet och regionala skillnader. K. Skogs- o. Lantbr. akad. Tidsk. 141:4, sid 53-62

Våtmarker för biologisk mångfald

Gemensamt för våtmarkerna Eskelhem Sojvide samt Halla Möllebos är att de främst har ett värde för den biologiska mångfalden i området. De har båda stora tillrinningsområden, 4 600 respektive 5 600 ha med 15 respektive 45 % andel åker. Med ett stort tillrinningsområde kan mer näringsämnen transporteras till våtmarken men det är belastningen och koncentrationen som har störst betydelse för näringsretentionen. En låg näringsbelastning kan inte kompensera för en hög hydraulisk belastning (stora vattenmängder) när det gäller att åstadkomma en effektiv näringsretention.

Fosforhalterna i inflödande vatten var i medeltal 0,02 – 0,03 mg/l, dvs. lägre än hälften av det rekommenderade kriteriet för möjligheten till en effektiv näringsreduktion av fosfor. Fosforhalten i utflödande vatten visar som medeltal att i princip ingen reduktion har skett av fosforhalten efter passage genom våtmarken.

Däremot är säsongsvariationerna stora i dessa våtmarker.

I våtmarken i Eskelhem, Sojvide sker sedimentation när inflödet är litet men genom turbulens så virvlar jordpartiklar upp igen och följer med i utflödande vatten under högflödesperioden när vatten strömmar genom våtmarken. Denna våtmark är således ett exempel på att en våtmark kan fungera både som fosforfälla och som fosforkälla.



Bild 19. Bred trollslända trivs i våtmarker.

Dammen vid Halla Möllebos har kontinuerligt flöde genom dammen men även här är fosforhalterna högre i utgående vatten än inkommande under högflödesperioderna.

Där så är möjligt är det angeläget att sediment grävs ut under torrperioder från dessa våtmarker för att minska risken för uttransport av fosforrika sediment under högflödesperioder.

Kvävehalten i inkommande vatten var i medeltal 4,0 -5,0 mg N/l, dvs. nära det rekommenderade kriteriet för möjligheten till effektiv näringsreduktion av kväve. Våtmarken i Eskelhem, Sojvide visar som medeltal att ingen kvävereduktion har skett, med viss säsongsvariation med reningseffekt under perioder med stillastående vatten i våtmarken. För Halla Möllebos är variationen över året mycket liten vid de tillfällen som provtagits, troligen beroende på att flödet genom våtmarken är för stort under dessa månader för att en denitrifikation ska hinna ske. Det är däremot positivt för näringsreningen att utflödet är lågt sommartid, dvs. vattnet står längre tid i våtmarken, och kvävehalten kan sjunka igenom denitrifikation. Det finns dock inga mätvärden för sommarperioden. Vattnet i våtmarken används för bevattningsändamål. Därigenom kan näringsämnena tas upp av grödan och därmed minska risken för utlakning från den bevattnade arealen.

Trots att andelen åkermark i tillrinningsområdet var betydligt större för Halla Möllebos var halterna av fosfor och kväve relativt lika. Kan det bero på att viss näringsreduktion har hunnit ske i vattendraget innan det nådde våtmarken?

Den biologiska mångfalden för båda våtmarkerna består främst i att vatten tillförs ett i övrigt vattenfattigt landskap. I Halla Möllebos uppnås dessutom effekten att viss mängd vatten sparas i dammen. Detta läcker genom dammluckorna även när de hålls stängda och dammen medverkar på så sätt till vattentillgång i vattendraget under längre tid, vilket är en fördel för den biologiska mångfalden nedströms dammen.

Potential för näringsreduktion

I rapporten Kvalitetskriterier för våtmarker i odlingslandskapet – kriterier för rening av växtnäring med beaktande av biologisk mångfald och kulturmiljö (Jordbruksverket Rapport 2004:2) framgår att viktigaste förutsättningen för en effektiv rening av växtnäring i våtmarker är att belastningen och koncentrationen av kväve eller fosfor är hög. För att säkerställa en stor nytta för miljön behöver man dessutom alltid beakta vattnets uppehållstid i våtmarken och avståndet till det vatten som ska skyddas.

I nedanstående tabell har de undersökta våtmarkerna bedömts utifrån dessa kriterier.

Kriterier	Barlingbo Norrbys	Barlingbo Stave	Eskelhem Sojvide	Hablingbo Botvards	Halla Möllebos	Havdhem Bols
Belastning >50 ha och >70 % åker		X		X		X
P >0,05 mg/l	X	X		X		X
N >5 mg/l		X	X	X		X
Upphållstid samt storlek	X 3,82 ha	 1,5 ha	X 0,3 ha	X 7 ha	X 2,5 ha	X 0,3 ha
Vattendraget sämre än god status enligt vattenför- valtningen	X Gothemsån	X Gothemsån	X Idån	X Östersjön	X Gothemsån	X Östersjön
Huvudsyfte biologisk mångfald eller näringsrening	Både närings- rening och biologisk mångfald	Närings- rening, mynnar ut i ett vattendrag, långt till havet	Biologisk mångfald	Närings- rening, cirka 2,5 km till havet. Dessutom indirekt minskad utlakning genom bevattning	Biologisk mångfald, indirekt minskad utlakning genom bevattning	Närings- rening, cirka 2,5 km till havet

En slutsats av ovanstående sammanställning är att samtliga våtmarker, på en eller flera punkter, motsvarar de kriterier som ställs upp för potential för näringsreduktion med beaktande av biologisk mångfald.

Bedömningen av huvudsyfte för de fem anlagda våtmarkerna i samband med stödet till miljöinvesteringen, baserades på lokaliseringen i landskapet där tillrinningsområdets storlek samt andel åkermark inom området var den avgörande bedömningsgrunden. Det togs alltså inga vattenprover för att mäta näringsinnehållet i inflödande vatten. Denna provtagning visar att bedömningen var korrekt eftersom näringsinnehållet fyllde de kvalitetskriterier som bör ligga till grund för anläggning av våtmarker för näringsreduktion.

Våtmarkerna Barlingbo Stave, Eskelhem Sojvide samt Halla Möllebos har flöde genom våtmarken under en större del av året än övriga våtmarker. Det gör att de har större potential till högre total näringsreduktion än övriga våtmarker i tabellen. Övriga våtmarker fylls på under högflödesperioden och påverkar således endast näringsreduktionen i det vatten som innesluts i våtmarken.

Att anlägga våtmarker på Gotland i form av sidodammar till ett vattendrag där våtmarken fylls på under högflödesperioden är den mest realistiska tekniska lösningen. Det är få vattendrag som har ett kontinuerligt flöde som till viss del kan ledas in i en våtmark och därmed ge näringsreduktion under större delen av året. Eftersom högflödet är väldigt kraftigt uppkommer alltid risker med turbulens i sidodammen om ett stort flöde leds in i våtmarken. Fosforrikt sediment kan virvla upp och transporteras ut ur våtmarken.

I översilningsvåtmarker, dvs. områden som översvämmas vintertid och där vattennivån regleras finns inte risken för fosforläckage på samma sätt. Vintertid släpps vatten in i våtmarken för att gradvis släppas ut under försommaren genom en reglerbar brunn, s. k. munk. Vegetationen kan ta upp näringsämnen eftersom vattenytan hålls på en sådan nivå att den inte kvävs under den tid som det står vatten på området. Det förutsätter bete eller slåtter sommartid för att sköta denna typ av våtmark.

Eftersom statusen för många vattendrag är sämre än god ekologisk status så är alla åtgärder som kan minska näringsbelastningen till vattendrag och Östersjön värdefulla. Alla våtmarker bidrar dessutom till att öka den biologiska mångfalden genom att tillföra öppna vattenytor i landskapet.

Litteratur

Näringsavskiljning i anlagda våtmarker i jordbruket (Jordbruksverket Rapport 2015:7).

Kvalitetskriterier för våtmarker i odlingslandskapet – kriterier för rening av växtnäring med beaktande av biologisk mångfald och kulturmiljö (Jordbruksverket Rapport 2004:2)

Rätt våtmark på rätt plats (Naturvårdsverket Rapport 5926, 2009))

Wittgren, H.B, Arheimer, B. & Tonderski, K. 2002. Kväveavskiljning i våtmarker: Effektivitet och regionala skillnader. K. Skogs-o.Lantbr. akad. Tidsk. 141:4, sid 53-62



Vi tar Gotland längre - i dialog och med helhetssyn

Länsstyrelsen ska se till att regeringens och riksdagens beslut, som påverkar länet, får så bra effekt som möjligt. Länsstyrelsen är den mest mångsidiga av Sveriges myndigheter. Våra ansvarsområden och vår kompetens spänner över hela samhällsområdet.

Vi arbetar med:

- att ge råd och information
- att bedriva tillsyn och kontrollera att olika verksamheter följer lagar och riktlinjer
- att ge tillstånd, pröva överklaganden av kommunala beslut och sammanställa information
- att samordna länets krafter genom att ta initiativ till olika möten och aktiviteter
- att ge bidrag till verksamheter av olika slag.

Läs mer på www.lansstyrelsen.se/gotland

Länsstyrelsen i Gotlands län

Besöksadress: Visborgsallén 4, 621 85 VISBY

Telefon: 010-223 90 00, e-post: gotland@lansstyrelsen.se