



VETENSKAPENS HUS



**SELLIN OCH
TORSTENSSON**

VATTENRENING I VÅTMARKER

HT 2011 – VT 2012

Blackebergs Gymnasium

Våtmarker är naturens reningsverk. De renar bland annat nitrat och fosfat som till följd av mänsklig aktivitet har ökat dramatiskt i våra vatten. Ökningen av dessa näringsämnen har lett till övergödning i Östersjön. I denna studie har vi undersökt hur väl våtmarker renar vatten och vilka förutsättningar som ger bäst reningseffekt. Vi har studerat reningseffekten i tre självgående våtmarker samt i en omskött våtmark från vilken växtlighet och sediment avlägsnas kontinuerligt. Vårt resultat tyder på att den omskötta våtmarken renar fosfat effektivast medan en självgående våtmark med stor tillförsel av näringsämnen renar nitrat effektivast. Fosfathalten ökar genom de självgående våtmarkerna. Nitrathalten minskar i den omskötta våtmarken, dock inte i samma utsträckning som i den självgående våtmarken. Eftersom alg tillväxten i Östersjön är kvävebegränsad skulle självgående våtmarker, enligt vår studie, kunna minska dess övergödning på ett kostnadseffektivt sätt. Vatten till sjöar med fosforbegränsad tillväxt bör dock renas genom omskötta våtmarker.

Handledare: Leena Arvanitis, Karin Larsdotter och Marianne Haage.

Inledning

Tillgång till rent vatten är ett måste för allas överlevnad. Men i dagens samhälle är den tillgången inte alltid en självklarhet (Lindström, 2003). På grund av övergödning och utsläpp av miljögifter verkar inte vattenkvaliteten förbättras utan snarare försämras varje dag.

Övergödningen orsakas av utsläpp av fosfor och kväve som finns ibland annat gödningsmedel respektive vanligt disk- och tvättmedel (Bernes, 2005). Varje år omvandlas 120 miljoner ton kvävgas från atmosfären och används till bland annat produktion av gödningsmedel, varav mycket läcker ut i sjöar och hav (Rockström *et al.*, 2009). Detta är mer än den totala naturliga kvävefixeringen per år (Rockström *et al.*, 2009). Varje år bryts 20 miljoner ton fosfor ur berggrunden varav ungefär hälften hamnar i sjöar och hav (Rockström *et al.*, 2009). Den ökade mängden kväve och fosfor i haven orsakar övergödning som i sin tur leder till syrebrist och bottenöd som förstör bottenlivet i haven. Genom denitrifikation återbildas kvävgas, men processen alstrar även dikväveoxid som är en potent växthusgas.

Under Miljökonferensen i Köpenhamn år 2009 diskuterades hur mycket vi kan utnyttja vår miljö ytterligare innan naturresurserna riskerar att gå förlorade. Forskare har satt upp nio planetära gränsvärden som ger ett mått på hur mycket planeten tål innan dess resiliens rubbas. Biologisk mångfald och kvävecykeln i naturen är två av de tre planetära gränsvärdena som redan har överskridits (Rockström *et al.*, 2009). Mänskligheten väntas även närma sig gränsvärdena för användning av rent vatten, försurning av sjöar och hav, störning av fosforcykeln och markanvändning (Rockström *et al.*, 2009). Ett sätt att stärka produktionen av dessa ekosystemtjänster är att restaurera våtmarker.

En våtmark är en vattensamling i vilken vattnet till stor del av året finns nära eller strax över markytan, och minst 50 % av växtligheten är fuktighetsälskande (Haage, 2011). I våtmarker sker processer som renar kvävet och fosfor från vattnet. Oorganiskt kväve binds till biomassa genom nitrifikation som utförs av autotrofa bakterier. Kvävet renas bort från vattnet genom denitrifikation, som utförs av många heterotrofa bakterier i anaeroba miljöer. Avsaknaden av syre medför att bakterierna använder syret i nitrat som elektronmottagare i celledningen, kvar blir kvävgas som avges till luften (Larsdotter, 2011). Fosfor binds kemiskt till biomassa samt fastläggs i botten sedimentet under syrefria förhållanden.

Idag förändrar vi miljön så fort att arter inte hinner anpassa sig. Detta leder till en extrem förlust av biologisk mångfald. Idag utrotas 100-1000 gånger fler arter än vad som anses vara naturligt (Rockström *et al.*, 2009). Att restaurera våtmarker skulle även vara ett sätt att återskapa arters biotoper, vilket kommer att öka den biologiska mångfalden. Den biologiska mångfalden är bland annat viktig ur vattenreningssynpunkt, då växter och djur står för upptag av kväve och fosfor ur vattnet.

Sedan mitten av 1800-talet har Sverige förlorat hela tre miljoner hektar våtmark som utdikats för att ge plats åt bland annat åkermark (Naturvårdsverket, 2010). På senare tid har myndigheter insett värdet av våtmarker. Naturvårdsverket hade exempelvis som mål att restaurera 12 000 hektar våtmarker inom odlingsområdet till 2010. Dock lyckades de endast restaurera 64 % (Naturvårdsverket, 2010). Man har även anlagt nya våtmarker i syfte att komplettera reningsverk. Alhagens våtmark i Nynäshamn är ett exempel på en våtmark som anlagts i renings syfte.

På grund av den stora mängd konstgödsel som används på åkrarna längs kusten blir utsläppen till Östersjön stora. Tillsammans med

avloppsvatten övergöder näringsämnena våra vatten och ger upphov till kraftiga algbloomingar och bottendöd. Eftersom alg tillväxten i Östersjön är kvävebegränsad är det fundamentalt att minska kvävehalten för att minska algblooming (Larsdotter, 2011).

En omskött våtmark rensas på växtligheten och sedimentet årligen. Detta gör att mer näringsämnen kan bindas i våtmarkernas

växtlighet och sedimenteras. Då det är kostsamt och tidskrävande att sköta om våtmarker, vore idealet om de anlagda våtmarkerna kunde vara självgående och samtidigt rena vattnet.

För att ta reda på hur bra och i vilka förhållanden våtmarker kan rena vatten har vi undersökt reningsförmågan av kväve och fosfat i fem lokaler. I fyra av dessa har vi även mätt förekomsten av ammonium.

Material och metod

Undersökningarna av reningseffekt utfördes i tre våtmarker och ett vattenpassage belägna i Tovetorp i Södermanland, cirka 100 km sydväst om Stockholm, samt i ett våtmarkssystem beläget i västra Stockholm (fig. 1). Fältstudierna utfördes i juni respektive i september 2011. Fosfat-, nitrat- och ammoniumhalt mättes i alla lokaler. Halterna av näringsämnena bestämdes med spektrofotometer av märket HANNA. Två replikat av vattenprover togs vid inlopp och utlopp i samtliga lokaler. Miljön omkring våtmarkerna dokumenterades och växter artbestämdes med *Flora, Fanerogamer och Ormbunksväxter* av Krok&Almqvist, 27:e upplagan.

Victoriasjön är en nyrestaurerad, självgående våtmark som fylldes på i april 2011. Våtmarken är rik på fåglar. Inloppet utgörs av en bäck med svagt strömmande vatten. Bäckens rinner genom en blomsterbevuxen åkermark bestående av ängsväxter såsom hundkex, smörblomma, ängsblomma, hallonbuskar etc. Tillrinningsområdet till bäcken består av berg och lövskog. Vid utloppet är vattnet grumligare och mer humöst än vid inloppet, där vattnet är klart. Utloppet går emot den näringsfattiga sjön Likstammen som kantas av granskog och klippor. Näckrosor breder ut sig strax efter utloppet.

Malma-Båvenpassagen utgörs av ett dike som leder vatten från den näringsrika sjön Malma

genom gödselpreparerade åkermarker och bilväg. Passagens utlopp mynnar där Båvenvåtmarken har sitt inlopp.

Båvenvåtmarken, en självgående våtmark, tar vid där Malma-Båvenpassagen upphör. Inloppet kantas av mycket lövskog och växter samt sådd åkermark. I vattnet dominerar andmat och näckrosor. Vid strandkanten växer videbuskar och vattenpilört. Klimatet vid utloppet är fuktigt och växtligheten dominerad av nässlor. Vattnet mynnar ut i en mellannäringsrik sjö. Vattnet vid utloppet är klarare än vid inloppet.

Långbromaden, en självgående våtmark, befinner sig vid nötkreaturs betesmark och hyser ett rikt fågelliv. Inloppet domineras av nässlor, hallonbuskar, smörblommor och andmat. Vid utloppet finns vass, kaveldun, gräs, hundkex, kirskaål, smörblommor och en stor mängd andmat.

Lövstavvåtmarken är belägen på en golfbana i västra Stockholm. Platsen där våtmarkssystemet är placerat har tidigare upptagits av våtmark som blivit utdikad. På grund av näringsläckage från omkringliggande skog, odlingsmarker och bostadsområde blev våtmarkssystemet år 2006 restaurerat. Det har ett direktutlopp till Mälaren. Våtmarken rensas kontinuerligt från vattenväxter.



Figur 1. Bilden visar de undersökta lokalerna: a) Victoriasjön, b) Malma-Båvenpassagen, c) Båvenvåtmarken, d) Långbromaden, e) Lovstavåtmarken.

Resultat

Nitrathalten var oförändrad i de två självgående våtmarkerna där ingen nitrathalt kunde uppmätas vid inlopp. Genom Malma-Båvenpassagen ökade nitrathalten med 366%. I efterföljande Båvenvåtmarken sjönk nitrathalten med 86%. Nitrathalten sjönk med 39% i omskötta Lovstavåtmarken.

Fosfathalten ökade i samtliga självgående våtmarker med 200, 50 respektive 14%. Den

största ökningen skedde i nyanlagda Victoriasjön. I omskötta Lovstavåtmarken sjönk fosfathalten med 47%. Fosfathalten var oförändrad genom Malma-Båvenpassagen.

Ammoniumhalten ökade med 446% i nyanlagda, självgående Victoriasjön. I Båvenvåtmarken sjönk ammoniumhalten med 8% medan den var oförändrad i Långbromaden. Ammoniumhalten sjönk med 17% genom Malma-Båvenpassagen.

Tabell 1. Halter av kväve (nitrat- respektive ammoniumbundet) och fosfat i fyra våtmarker samt i ett dike.

Lokal	Typ	Närsalt	Inlopp mg/L	Utlopp mg/L	Förändring mg/L (%)
Victoriasjön	Självgående, nyanlagd	nitrat	0,00	0,00	0,00 (0)
		fosfat	0,02	0,06	+0,04 (+200)
		ammonium	0,13	0,71	+0,58 (+446)
Malma- Båvenpassagen ¹	-	nitrat	0,6	2,8	+2,2 (+366)
		fosfat	0,02	0,02	0,00 (0)
		ammonium	0,3	0,25	0,05 (-17)
Båvenvåtmarken	Självgående, etablerad	nitrat	2,8	0,4	-2,4 (-86)
		fosfat	0,02	0,03	+0,01 (+50)
		ammonium	0,25	0,23	-0,02 (-8)

Långbromaden	Självgående, etablerad	nitrat	0,00	0,00	0,00 (0)
		fosfat	0,14	0,16	+0,02 (+14)
		ammonium	0,65	0,65	0,00 (0)
Lövstävåtmarken	Omskött, etablerad	nitrat	1,03	0,63	-0,4 (-39)
		fosfat	0,23	0,12	-0,12 (-47)
		ammonium	-	-	-

¹Malma-Båvenpassagen utgörs av ett dike med utlopp vid Båvenvåtmarkens inlopp.

Diskussion

Samtliga självgående våtmarker visar på dålig sedimentering av fosfat, då fosfathalten ökade med 200, 50 respektive 14 % i de självgående våtmarkerna. Att den största ökningen skedde i nyanlagda Victoriasjön tyder på att sedimenteringen av fosfat är en process som inte fungerar i en nyanlagd våtmark. I omskötta Lövstävåtmarken minskade fosfathalten med 47%. Anledningen till minskningen av fosfat i den omskötta våtmarken kan vara att mer näringsämnen binds i våtmarkernas växtlighet och sedimenteras då växtligheten avlägsnas kontinuerligt.

I de två självgående våtmarkerna, Victoriasjön och Långbromaden, där ingen tillförsel av nitrat uppmättes vid inlopp förblev nitrathalten noll. I självgående Båvenvåtmarken, med stor tillförsel av nitrat, minskade nitrathalten med hela 86%. Detta kan jämföras med Lövstävåtmarken där nitrathalten minskade med 39%. Nitrat avlägsnas ur vattnet genom denitrifikationsbakterier som kräver mycket organiskt kol för att utföra processen. Att växtligheten i omskötta våtmarker tas bort årligen kan periodvis bidra till mindre tillgång till organiskt kol vilket leder till ineffektiv denitrifikation. Mätningarna i den omskötta våtmarken skedde då växtligheten avlägsnats, och därmed under den period då tillgången till organiskt kol är liten.

Genom Malma-Båvenpassagen ökade nitrathalten med så mycket som 366%. Detta visar hur halten av nitrat kan öka då vattnet inte flödar genom en våtmark. Nitrattillförseln

härstammar med stor sannolikhet från de gödselpreparerade odlingsmarker som finns i passagens tillrinningsområde. Efter passagen följde Båvenvåtmarken genom vilken nästan allt det ansamlade nitrattet renades bort.

Att varken ammonium- eller nitrathalten ökade i etablerade Långbromaden, trots tillförsel av ammonium från djur i området, tyder på att nitrifikation- och denitrifikationsprocesser är verksamma. Att ammoniumhalten ökade med 446% medan nitrathalten inte förändrades i nyanlagda Victoriasjön tyder på bristande nitrifikationsprocesser. Detta är troligtvis en följd av att ekosystemet och därmed reningsprocesserna inte har hunnit etablera sig i en nyanlagd våtmark.

Då alg tillväxten i Östersjön är kvävebegränsad har vi belägg för att förespråka anläggning av våtmarker som är självgående mot Östersjökusten. Det är dock viktigt att poängtera att alla vatten inte har kvävebegränsad tillväxt. I dessa vatten, som till exempel Bottenhavet, är det istället väsentligt att rena bort fosfor från vattnet för att minska övergödningen. Mot vatten med fosforbegränsad tillväxt bör våtmarkerna, enligt vår studie, rensas på växtlighet och sediment årligen. Att sköta om anlagda våtmarker kan dock bli kostsamt. Detta problem skulle kunna lösas om ideella föreningar alternativt privatpersoner var villiga att sköta om dessa våtmarker. Lövsta våtmarkssystem är ett bra exempel på hur såväl förening som myndighet kan dra nytta av våtmarker. Föreningen gynnas

av att vattnet ansamlas i våtmarkssystemet istället för att spridas över golfbanan. Stockholms stad, som delvis finansierade bygget, investerar i förbättrad vattenkvalitet i Mälaren då näringsämnen renas bort i våtmarkssystemet. Ytterligare nytta skulle kunna dras ut av anlagda, omskötta våtmarker om de används som produktionsvåtmarker. Produktionsvåtmarker är skapade för att kunna producera våtmarksgräs, såsom kaveldun och bladvass, som i sin tur används för produktion av bioenergi (Naturvårdsingenjörerna, 2011).

Att anlägga våtmarker är dock inte hela lösningen på problemet med övergödning av våra sjöar; kväveutvinningen från luften måste minska. Fortsätter vi att utvinna kväve i den takt vi gör idag kommer vi att rubba kvävecykeln till den grad att ekosystemets resiliens minskar och de ekosystemtjänster våra hav, sjöar och vatten tillhandahåller oss med blir hotade. Våtmarker löser inte heller problemet med lustgas som genereras från kvävecykeln. För att minska mängden lustgas i atmosfären krävs oundvikligen minskade utsläpp av kväve.

Vår studie begränsas av att antalet undersökningar är relativt få och att fältstudierna utfördes under en kort tidsperiod. För att kunna dra mer generella slutsatser av mätresultaten krävs att undersökningar görs av fler våtmarker och med ännu fler replikat. Denna studie ger dock en god momentanbild av våtmarkernas funktion och vad de renande processerna i dessa resulterar i. Enligt vår studie renar självgående våtmarker vatten effektivt från nitrat då näringstillförseln är stor, medan de inte renar vattnet från fosfat. Det skulle därför kunna löna sig ur ekonomiskt, tidsmässigt och reningsmässigt perspektiv att anlägga självgående våtmarker mot vatten vars tillväxt är kvävebegränsad, exempelvis Östersjön. Mot vatten med fosforbegränsad tillväxt bör dock våtmarkerna vara omskötta. Kunskap som denna gör det möjligt att öka andelen våtmarker som placeras och utformas på ett genomtänkt sätt. Vi hoppas att vidare studier och insatser görs för att främja detta mål, för att hindra den övergödning som idag hotar våra vatten.

Tack!

Vi vill tacka Vetenskapens Hus som i samarbete med Svensk Våtmarksfond anordnade en veckas våtmarkskurs. Kursen inspirerade oss till att undersöka vattenreningen i våtmarker och möjliggjorde utförandet av en del av våra undersökningar. Tack till Karin Larsdotter, Marianne Haage och Johan Lundberg som introducerade oss till våtmarkers kemi, flora och fauna. Vi vill tacka Carl von Essen som visade oss våtmarkerna i Öster Malma, Tovetorp. Vi vill även varmt tacka Fredrik Linse på Hässelby Golf som tillät oss att utföra provtagningar av våtmarkssystemet i Lövsta. Slutligen vill vi tacka Leena Arvanitis på Blackebergs gymnasium för dina värdefulla synpunkter vid rapportskrivningen.



Bild: Öster Malma slott
(Våtmarksfonden, 2005)

Källhänvisning:

Bernes, C. 2005. *Förändringar under ytan*. Monitor 19. Naturvårdsverket. Upplaga 5000. Stockholm. 192 s.

Haage, M. 2011. *Våtmarkskurs 2011.pp*. Vetenskapens Hus.

Larsdotter, K. 2011. Projekt ledare vid Vetenskapens Hus AlbaNova, universitetscentrum KTH.

Lindström, M. 2003. *Lyckebyån - En attityd undersökning om vatten i EU-projektet SEAGULL*, studie I.
<http://www.lyckebyan.org/projekt/Attitydundersokning.pdf>. 2011-10-18

Naturvårdsingenjörerna AB. 2011. *Produktionsvåtmark för framställning av biogas*. Trelleborgs kommun, Miljöförvaltningen.

Naturvårdsverket. 2010. <http://miljomal.nu/11-Myllrande-vatmarker/Beskrivning/>. 2012-01-24.

Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F. S. Chapin, III, E. Lambin, T. M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H. Schellnhuber, B. Nykvist, C. A. De Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sörlin, P. K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R. W. Corell, V. J. Fabry, J. Hansen, B. Walker, D. Liverman, K. Richardson, P. Crutzen & J. Foley. 2009. *A Safe Operating Space for Humanity*. Nature.

Våtmarksfonden. 2005.

<http://www.vatmarksfonden.com/content.asp?ArticleID=227678&CategoryID=7412&ArticleOutputTemplatelD=541&ArticleStateID=2>. 2012-01-24.