

Våtmarker –naturens egna reningsverk

Jakob Hansson

Populärvetenskaplig sammanfattning av Självständigt arbete i biologi vt 2010
Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet

Våtmarker som exempelvis myrar, mossar och kärr kan med olika processer rena vatten som rinner genom våtmarken från överskottsnäring i form av kväve eller fosfor. Under de senaste seklen har en stor del av våtmarkerna förstörts genom utdikning på grund av jord- och skogsbrukets behov av odlingsbar mark. Den ökade markanvändningen i kombination med ökad gödsling och utdikning har bidragit till övergödningen som är ett stort problem i dagens samhälle. De stora giftalgbloomingarna och döda bottnar i östersjön är resultatet av detta. Konstgjorda eller restaurerade våtmarker kan vara en kostnadseffektiv och enkel lösning på problemet.

Våtmarkens renande förmåga

En våtmark karaktäriseras av sitt specifika vattenflöde, hydrologin. I definitioner av våtmarker så är hydrologin den faktor som skiljer de olika typerna åt. Länsstyrelsen definierar bland annat en våtmark som ett område där vatten finns nära, i eller över markytan under en större del av året. Dessutom ska hälften av växtligheten vara vattenälskande. Den specifika hydrologin skapar särskilda förutsättningar som exempelvis olika syrgasnivå i olika delar av våtmarken. Dessa förutsättningar gör det möjligt för olika bakterier, alger och växter att utföra processer där kväve och fosfor kan renas från det genomströmmande vattnet och på så sätt hindras från att vidare transporteras ut i sjöar och hav för att orsaka övergödning.

Rening av kvävet

Kväve är ett viktigt näringsämne för alla levande organismer och används därför inom jordbruket för att gödsla åkrar så grödorna växer bättre. Grödorna kan dock inte ta upp allt gödsel och en stor del följer vatten från nederbörd ut i naturen och ut i haven. Kväve frisätts även naturligt från döda växter och djur. Till våtmarken transporteras kvävet antingen löst i vattnet eller bundet till partiklar i vattnet i organisk eller oorganisk form. I våtmarken finns sedan ett antal olika processer som kan ta hand om kvävet och hindra överskottet att sprida sig. Dessa processer är ammonifikation, nitrifikation, denitrifikation, upptag av växtlighet och sedimentering (figur 1).

Rening av fosfor

Fosfor är liksom kväve ett mycket viktigt näringsämne för alla organismer och bidrar på liknande sätt till övergödning. Skillnaden mellan kväve och fosfor är att fosfor inte kan avges som en gas likt kväve i denitrifikationen. Fosfor är därför beroende av att bindas in i våtmarken och detta kan ske genom upptag av växtlighet och organismer, sedimentation eller bindning till bottensediment i föreningar med järn, aluminium eller kalcium. Likt kväve förekommer fosfor i både organisk och oorganisk form. Organiska former innebär att den är bunden i död växtlighet eller till jordpartiklar. Oorganisk fosfor kallas ofta ortofosfater och är lösta i vattnet, ett exempel är fosfat (PO_4^{3-}).

Reningseffekten -vad säger forskarna?

I vetenskapliga studier har våtmarkernas förmåga att rena vattnet från kväve och fosfor bevisats. En studie på 57 våtmarker, där man mätte hur mycket näring som kom in respektive lämnade våtmarken, visade att nästan alla minskade nivåerna av kväve eller fosfor i utgående vatten. 80 % av alla våtmarker som testades för kväve hade lägre nivåer och minskningen av kväve var i medel 67 %. Av våtmarkerna som undersöktes för fosfor hade 84 % minskade nivåer och medelvärdet för minskning var 58 %. Endast en tiondel visade på ökade nivåer i båda fallen.

En internationell studie gjorda på 85 globala konstruerade våtmarker, spridda över hela världen, bevisar också våtmarkens potential som renande element. Renings effektiviteten av kväve uppgick till 51,8 % och för fosfor var siffran 48,8 %. Dessa siffror är aningen lägre men beror på att vattnet som kommer till konstruerade våtmarker ofta är renat i ett tidigare steg och innehåller mindre näring.

En skillnad mellan naturliga eller restaurerade våtmarker och konstgjorda är att man i den senare formen kan kontrollera vattnet. Det har visat sig att konstgjorda våtmarker får en större effektivitet då vattnet kan distribueras under kontrollerade former. Detta talar för att man ska konstruera våtmarker framför att restaurera våtmarker ur ett reningsperspektiv. Våtmarker är dock viktiga även med perspektiv på artrikedom och om inte dessa konstrueras med detta i åtanke så riskerar man gå miste om detta.

Konstruktion och restaurering av våtmarker

Konstruktion och restaurering innebär att man producerar nya våtmarkssystem eller återger utdikade våtmarker sin tidigare hydrologi. Detta kan göras av olika anledningar. Konstruerade våtmarker har ofta syftet att fungera som ett renande element för avloppsvatten eller inom jordbrukslandskapet medan restaurerade våtmarker oftast syftar till att öka biodiversiteten och erbjuda habitat för hotade arter.

I Sverige har man i riksdagen beslutat om miljömål som syftar till att bevara naturen till framtida generationer. Ett av målen kallas ”myllrande våtmarker” och inom målet ska 12 000 ha våtmark byggas i jordbrukslandskapet fram till 2010. Endast 6 960 ha hade konstruerats 2008 och målet kommer sannolikt inte att nås. Ett annat mål satt av riksdagen är ”minskad övergödning” och satsningen med konstruerade våtmarker beräknats motsvara 27 % av den minskning av utsläpp som målet innefattar. .

Våtmarker är jämfört med investeringar i reningsverk en kostnadseffektiv lösning på reningsproblematiken. Detta kan vara ett bra alternativ i exempelvis utvecklingsländer för att minska diffusa utsläpp på landsbygd. Vegetation från konstruerade våtmarker kan användas som biobränsle eller ny gödning som en pusselbit i ett hållbarare system.

Konstruktion av konstgjorda våtmarker

Redan på 1960-talet började man konstruera våtmarker i syftet att rena avloppsvatten och avrinning från jordbruket. De tidiga modellerna bestod av ett horisontellt system med en bädd av jord och grus där ett membran hindrade vattnet från att läcka. Vattnets inflöde med näringsrikt vatten var placerat i ena ändan och det flödade sedan horisontalt till ett kontrollerat utlopp. I bädden fanns vass planterad som kunde ta upp näringen. Bakteriella processer kunde ske då lagret närmast ytan var syrerikt och lagret längst ner syrefattigt. Andra modeller med

ett vertikalt system har utvecklats för att öka sedimentationen. Det förbehandlade vattnet pumpas sedan ut och portioneras ut över den vertikala bädden. Detta ökade syresättningen med högre grad av nitrifikation som följd. Frisättningen av kvävgas blir dock lidande i dessa system. Fördelen är att de kräver mindre plats.

Det senaste tillskottet är hybridsystem med blandningar av horisontella och vertikala steg. I dessa förekommer även recirkulering av tidigare renat vatten för en optimal rening.

Restaurerade våtmarker

Inom naturvård har det blivit vanligt att återställa tidigare våtmarker som drabbats av utdikning och som nu inte har den typiska hydrologin. Detta kan göras med relativt enkla medel och en uppdämning av de diken som tidigare gjorts höjer vattennivån. Uppdämningen kan också vara kontrollerad så en konstant vattennivå kan hållas inom våtmarken. Dessa åtgärder gynnar ofta arter som är beroende av det specifika habitat som våtmarker erbjuder. Många rödlistade arter har kunnat avskrivas sin hotstatus på grund av dessa åtgärder.

Att öka arealen våtmarker i Sverige och globalt genom konstruktion eller restaurering gynnar biodiversiteten och minskar eutrofieringen. Viktigt i frågan är dock att kombinera dessa syften och slå två flugor i en smäll.

Bakgrund

Kväveprocesser

Ammonifikation

Ammonifikation, också kallat mineralisering, är när organiskt kväve exempelvis i döda organismdelar ombildas till oorganiskt kväve, såsom ammonium (NH_4^+). Denna process utförs av bakterier och kan ske i både syrerika och syrefattiga delar av våtmarken.

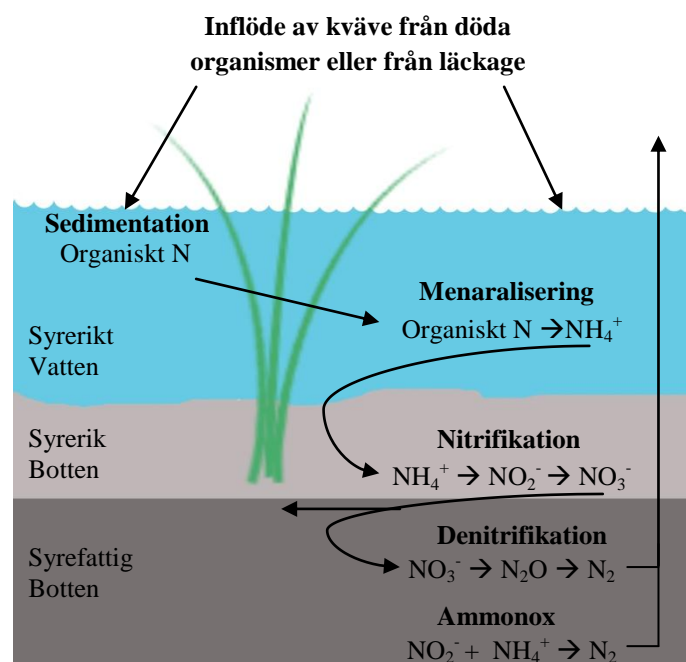
Ammonifikationen är viktig då andra processer som nitrifikation och upptag av växtlighet kräver oorganiskt kväve för att fungera.

Nitrifikation

Denna process är ett steg då oorganiskt kväve kan omvandlas till andra former av oorganiskt kväve. Exempelvis så kan ammonium från antingen ammonifikationen eller från läckage i gödsling inom jordbruk ombildas till nitrat (NO_3^-) eller nitrit (NO_2^-) som växter lätt kan ta upp och binda in i växten. Även denna process sker av särskilda bakterier och dessa kräver en syrerik miljö och sker därför i vattnet eller i översta bottenlagret av våtmarken.

Denitrifikation

Denna process är mycket viktig för att bli av med kväve från vatten. Denitrifikationen kan nämligen



Figur 1. Kvävekretsloppet i en våtmark. Pilar med fylld spets Visar transportriktningar. Pilar med tom spets visar processer.

producera kvävgas (N_2) som då stiger upp i luften och lämnar vattnet så att kvävet inte direkt bidrar till övergödning. Processen drivs av bakterier som under syrefattiga förhållanden använder oorganiskt kväve i form av nitrat eller nitrit för sin nedbrytning av kolföreningar istället för syre.

Ammonox

Ammonox är en relativt nyupptäckt process där ammonium (NH_4^+) och nitrit (NO_2^-) kan transformeras till molekylärt kväve (N_2) av bakterier i anaeroba miljöer. Kväve kan, liksom i denitrifikationsprocessen, lämna våtmarken i gasfas.

Upptag av växtlighet

Växter i våtmarken kan ta upp kväve i oorganisk form. För att upptaget ska vara effektivt måste därför de tidigare processerna fungera väl om organiskt kväve ska kunna ombildas till tillgängligt oorganiskt kväve.

Sedimentation

Sedimentation innebär att kvävepartiklar, organiska som oorganiska, kan falla ner på botten och fastna i våtmarken och bli lätt tillgängligt för övriga processer. För att detta ska ske måste vattnets uppehållstid i våtmarken vara tillräckligt lång och flödes hastigheten vara låg. Detta styrs av våtmarkens utformning och växtligheten som kan fungera som ett filter.

Fosforprocesser

Upptag av växtlighet, biofilm och alger

Vanliga växter i våtmarker är makrofyter, exempelvis starr och vass, som kräver god vattentillgång. Flytande vattenväxter kan ta upp oorganisk fosfor direkt ur vattnet och på så vis lagra fosfor i växten. Ett problem med flytande vattenväxter är att de bryts ner under höst och vinter varpå fosfor frisätts igen. Stationära växter kan istället i högre grad lagra fosfor i sina rötter och delar som är under vattnet. Dessa har däremot nackdelen att de måste ta upp fosfor genom rötterna i marken. Biofilm är en viktig del i reningen av fosfor. Biofilm är en yta av bakterier eller andra mikroorganismer som finns på växtdelar eller på botten av våtmarken. Biofilmen kan ta upp både organisk och oorganisk fosfor.

Sedimentation och bindning till botten

Fosfor kan bilda föreningar med järn, aluminium och kalcium i våtmarkens botten. På detta sätt kan fosfor bindas upp i våtmarken. Processen påverkas av syrgasnivån som styr elementens oxidationstal och därmed bindingsgraden till fosforföreningarna. Vid extrema vattenflöden kan sediment frisättas och både partikelbunden och löst fosfor spolats ur våtmarken.

Mera information

Fisher J. och Acreman, A.C. 2004. Wetland nutrient removal: a review of the evidence.

Hydrology and Earth System Sciences. 8(4) 673-685

Reddy K.R., Kadlec, Flaig E och Gale P. M. 1999. Phosphorus Retention in Streams and

Wetlands: A Review. Critical Reviews in Environmental Science and Technology 29: 83-146

Vymazal J. Greenway M, Tonderski K, Brix H och Mander U. 2006. Constructed Wetlands for Wastewater Treatment. Ecological Studies 190: 69-96