



Övergödningens problematik - förslag till praxis och åtgärder vid framtagande av en lokal åtgärdsplan/avrinningsområdesnivå



Nabben våtmark vid Slemmern. Bild: Ann-Sofi Lenander.

Innehållsförteckning

Övergödningens problematik - förslag till praxis och åtgärder vid framtagande av en lokal åtgärdsplan/avrinningsområdesnivå.....	1
Övergödning och dess problematik	2
Vikten av biologisk mångfald	3
Syfte och mål med en lokal åtgärdsplan.....	3
Ålands vattenmiljöer – Beräkning av belastning.....	3
Åtgärdsförslag inom ett avrinningsområde.....	3
Våtmark	4
Muddring.....	4
Biomaniplulation och problemet med vandringshinder	5
Minskat läckage genom fällning och bindning av fosfor samt andra tekniker/metoder	5
Skyddszoner och odling av vall.....	6



Tvåstegsdiken	6
Flytande våtmarker och kornhalmskassetter	7
Etablering av makrofyter	8
Avlopp	8
Slåtter av vass	8
Filterdiken	9
En kombination av åtgärder kan krävas för att minska näringsläckage	9
Checklista för vad som behöver utföras i ett avrinningsområde med tillhörande sjösystem	10
Bilaga 1	11
Referenser	13

Detta dokument är framtaget som en del av arbetet inom Coast4us. Större delen av texten har skrivits av högskolepraktikant Ann-Sofi Lenander sommaren 2020. Även Susanne Vävare, vattenbiolog vid miljöbyrån har deltagit med en del text om olika åtgärdsförslag.

Övergödning och dess problematik

I naturen kan gödande ämnen naturligt hittas, i form av till exempel kväve och fosfor i mark och i vatten. Dessa näringsämnen är nödvändiga för växter, men när för mycket närande ämnen ackumuleras kan övergödning uppstå. Övergödning kan ske både i mark och i vatten, och leder till negativa konsekvenser för ekologiska funktioner i vattendrag. Övergödningproblem blir märkbara i form av algbloomning och vattenområden som växer igen med vass och gräsväxter. Detta i sin tur påverkar ekosystemen samt hur människan upplever och använder övergödda vattnet. Ett mycket övergött vatten kan till slut leda till att botten blir syrefri. En syrefri botten är problematiskt, då arter och fiskar i en sjö med syrefria botten helt kan dö ut. Syrefria botten hämmar även nedbrytande processer. När växtligheten i en sjö ökar, kommer även syre behövas för nedbrytandet av senare döda växter (Regeringskansliet, 2020).

En övergödd sjö med hög koncentration av näringsämnen kan också drabbas av internbelastning. Med internbelastning menas att sedimenten i sjöns botten saknar kapacitet att binda allt kväve och fosfor som tillförs vattnet i sjön, vilket till slut leder till att fosfor frigörs ur bottensedimenten och omsätts i sjön. Detta kan öka behovet av syre för nedbrytning, vilket kan öka bottenareorna av syrefria botten (Regeringskansliet, 2020).

I naturen omsätts näringsämnena kväve och fosfor naturligt, vilket ibland kallas för bakgrundsbelastning av näringsämnena och källorna för omsättningen av näringsämnena är diffusa. Mänskliga aktiviteter bidrar till antropogen belastning. Antropogen belastning härstammar från mänskliga aktiviteter så som odling och jordbruk, skogsbruk, hållningar av djur och bete, samt utsläpp från industrier och reningsverk. Utsläppen kan även vara atmosfäriska, i form av transport av till exempel kväve via atmosfären från en aktivitet. Atmosfäriskt transporterat kväve kan röra sig långa sträckor innan det når ett mark- eller landområde (Regeringskansliet, 2020). Antropogen näringsbelastning släpper ut mer näringsämnen över en kortare tid än bakgrundsbelastningen. I och med det, är det av större effekt att rikta åtgärder mot antropogen näringsbelastning.



För att en sjö ska fungera så krävs att djur och växtsamhället är i balans. Djur och växtsamhället regleras både av näringstillgången och av konkurrens och predation. Alger och växter tar upp näring ur vattnet. Dessa äts av djurplankton som i sin tur äts av t.ex. mört. Mörtfiskens äts av rovfisk, t.ex. gädda. Om rovfisken tas bort ökar mängden fisk som äter djurplankton (t.ex. mört) och alger som tidigare hölls nere av djurplankton kan föröka sig obehindrat.

För övergödda sjöar är det avgörande att avlasta extern- och internbelastning. Nedan presenteras åtgärder som på olika sätt kan bidra till förbättrade vattenmiljöer. Genom att kombinera olika åtgärder längs ett vattensystem ökar chansen att uppnå en god vattenkvalitet.

Vikten av biologisk mångfald

Människan är beroende av naturen och dess ekosystem. Arter av både växter och djur har en nyttofunktion, vilken kan vara minskad erosion, upptag av koldioxid, att binda näringsämnen, pollinering och nedbrytning. Mänsklig aktivitet så som jordbruk och stadsbyggande har över lång tid lett till att artrikedom och täthet har försvunnit. Förändring av ekosystemen i vattendrag kan påverka och hämma olika arter. Vid förändring av klimatet kan biologisk mångfald och funktionell diversitet öka motståndskraften i samhället, genom att det finns flera arter i ekosystemet som kan täcka upp viktiga funktioner såsom pollinering och odling av ätbara växter. För att klara av klimatförändringen är det därför av stor vikt att bevara och återskapa biologisk artrikedom för att upprätthålla motståndskraftiga ekosystem.

Syfte och mål med en lokal åtgärdsplan

För att motverka och avhjälpa effekter av övergödning i ett delavrinningsområde kan en lokal åtgärdsplan tas fram. Åtgärdsplanen kan innehålla förslag på åtgärder som är platsspecifika och tillämpade på typen av markanvändning i det övergödda avrinningsområdet, eller vara allmänna förslag på åtgärder som kan hjälpa mot övergödning. En lokal åtgärdsplan innebär att planen arbetas fram i närhet till problemen, och på så vis kan de lokala resurserna och förutsättningarna att ta fram en åtgärdsplan mot övergödning lyftas. För att finna lämpliga lösningar behöver man tillgång till olika modellverktyg och belastningsverktyg. På Åland används SMHI:s modeller, se text nedan samt bilaga 1.

Ålands vattenmiljöer – Beräkning av belastning

Ålands vattenmiljöer är en hemsida som tagits fram i syfte att beräkna utsläpp från olika punktkällor runt om på Åland. Modellen baserar sig på två av SMHI:s modeller – HYPE och Kustzonmodellen. Modellen beräknar bland annat ut hur mycket fosfor och kväve som släpps ut från olika källor i åländska delavrinningsområden på årlig basis, för nuvarande under perioden 2006–2012. Modellen är under utveckling och uppdateras under 2020, och målet är att modellen utifrån inmatade utsläppsvärden ska kunna beräkna beting för åländska vatten. I modellen blir den atmosfäriska depositionen av modellen borträknad, vilket innebär att verktyget kan användas för att enklare kunna se var åtgärder bör tas till för att fånga upp näringsläckage från olika källor – innan dessa medför ackumulerad näringsuppsamling och övergödningens problematik i de olika avrinningsområdena.

Åtgärdsförslag inom ett avrinningsområde

Lokala åtgärdsplaner presenterar miljöproblemet i ett avrinningsområde och tar dess förutsättningar i beaktande för att lösa problemet. Arbetsättet skalar ner problematiken (i det här fallet övergödning) till avrinningsområdesnivå, vilket gör att planering av åtgärder enklare kan göras.



Arbets sättet kan tillämpas på övriga Ålands avrinnings- och delavrinningsområden, i synnerhet till dricksvattentäkternas avrinningsområden, samt i delavrinningsområden som omringar vattensystem med sämre ekologisk status enligt Ålands vattenförvaltningsplan. Som grund för källfördelning av näringsutsläppet kan hemsidan Ålands vattenmiljöer användas för att visualisera avrinningsområdet samt ge en övergripande bild av näringsläckageets källfördelning.

Åland är delaktig i arbetet att uppnå flera aktuella mål inom hållbarhet och miljö, vilka många syftar till att bevara vatten av god kvalitet. Några av dessa mål är FN:s 17 hållbara mål, HELCOM:s Baltic Sea Action Plan, Bärkraft Ålands mål för hållbarhet samt uppmaningar, förordningar och direktiv från EU. Genom att ta fram och verkställa en åtgärdsplan mot övergödning kan Åland bidra till att målen gällande miljö, biologisk mångfald och vattenkvalitet uppnås (Ann-Sofi Lenander, miljöbyrån 2020).

Nedan presenteras olika åtgärdsförslag som kan inkluderas i en lokal åtgärdsplan.

Våtmark

Anlagda våtmarker har ett syfte att återskapa funktionen av en naturlig våtmark. Våtmarker har en filtrerande funktion, och har stor potential att fånga upp och rena näringsläckage, men även andra föroreningar. Reningen sker genom sedimentation, filtrering, nedbrytning och växtupptag. För att våtmarken ska hålla näringsläckage från åkermark, bör våtmarken vara åtminstone 0,1-1 % av avrinningsområdets storlek (VISS, 2020). I många fall utgör våtmarker även en god levnadsmiljö för olika arter. En våtmark kräver tidvis underhållsarbete i form av vasskörd, tömning och omhändertagande av sediment som bildas. På hemsidan Vatteninformationssystem Sverige finns uppgifter gällande rening och kostnad för våtmarker av flera olika syften. För våtmarker med näringsretention som syfte (se tabell 1), är näringsretentionen baserad på bruttonäringsutsläpp. Kostnad och näringsretention kommer att variera beroende på förhållanden i området var våtmarken ska anläggas. Produktionsbortfall kan bli en konsekvens, om våtmarken anläggs på odlingsmark eller skogsbruk.

Tabell 1. Potentiell retention och anläggningskostnad för våtmark. Information och pris är taget från Vatteninformationssystem Sveriges åtgärdsbibliotek, "våtmark för näringsretention" (VISS, 2020).

Potentiell retention	tot-P kg/år	tot-N kg/år
per ha Våtmark	38	320
Anläggningskostnad	23 000 €/ha	

Muddring

För att komma åt internbelastningen kan det t.ex. innebära muddring av de närsaltrika översta sedimenten krävs. Alternativ kan vara att kemiskt binda fosfor i sedimenten. Muddringen har dock fördelen att även öka vattendjupet och i bästa fall kan fosfor komma till användning på landbacken. Lågflödesmuddring ser ut att vara det bästa alternativet i lite större och djupa vatten, medan mer igenväxta små och grunda sjöar kan pontonmuddras. Det finns idag också ny metodik med bland



annat GPS-styrd muddringsenhet¹. Denna svävar ovanför botten och så arbetet koncentreras till de djupaste delarna av sjön, som är syrefria, störs inget växt- eller djurliv. Dessutom torde bottnarnas funktion som fröbank behållas.

Ifall muddringsmassorna är fria från farliga ämnen kan de återbrukas som gödselmedel på land. Muddringsmassor kan samlas upp i stora slamsugningsbilar för vidare transport till lämpligt område.

I Sverige har man beräknat kostnader för muddring runt 18 000 euro/ha². Man behöver inte muddra hela sjön utan kan hålla sig till de mest sedimentrika partierna (GPS-muddring).

Bio-manipulation och problemet med vandringshinder

Sjöns ekosystem kan också behöva förändras för att vända den negativa trenden. Om fisksamhället har en för stor andel mörtfisk kan en åtgärd vara en riktad utfiskning, s.k. bio-manipulering, där fisket koncentreras för fångster av djurplanktonätande fisk. Om vegetationen i sjön som slagits ut p.g.a. massförekomst av alger kan återinplantering av undervattensväxter vara nödvändigt.

Reproduktionen av rovfisk i brackvatten har minskat, exploatering i kustmiljöer kan vara en orsak. Därmed ökar betydelsen av sötvattensmiljöer så som bäckar och sjöar som lekområden. Uppskattningsvis 45 % av Östersjöns gäddor härstammar från sötvatten.³ Ifall det finns vandringshinder, t.ex. rörlagda avsnitt av en tidigare sammanhängande naturlig vattensträcka (konnektivitet) så omöjliggörs fri vandring av t.ex. rovfisk till övergödda sjöar. Rovfisk är en viktig del av sjöars balans och bristen på rovfisk kan bidra till att algblooming ökar.

Det kan finnas olika metoder att motverka vandringshinder som t.ex. där naturliga omlöp för fiskevandring skapas/anläggs. Konnektivitet handlar inte bara om arters spridning utan även av spridning av oorganiskt och organiskt material. Det handlar om att återskapa mer naturliga förhållanden och spridningskorridorer, så att arter inte utarmas genetiskt samt att det bidrar till bättre balans i vattensystemet.

Minskat läckage genom fällning och bindning av fosfor samt andra tekniker/metoder

En metod som tillämpats i sjöar både i Sverige och utomlands är fällning av fosfor. Då tillsätter man aluminiumsulfat eller järnklorid som binder fosfor och på så sätt gör den otillgänglig för organismerna i sjön. Bieffekter är att små organismer som växt- och djurplankton också följer med fällningen och att tillsatsen av aluminiumsulfat medför en tillfällig sänkning av pH. Risken med aluminiumbehandling är att de giftiga jonerna aluminiumhydroxid ($(\text{Al}(\text{OH})_4^-)$) frigörs om pH är över 8,5 och att aluminiumjoner (Al^{3+}) frigörs vid låga pH-värden⁴. Tidigare försök i svenska sjöar har endast gett kortvariga resultat. Ett företag som tillämpar denna metod i Sverige är konsultföretaget

¹

<https://www.jonkoping.se/byggabomiljo/naturvardochskotselavgronomraden/vattenochvatmarker/overgodningavsjoarochvattendrag/barnarpasjonovergodning/restaureringavbarnarpasjon.4.74fef9ab15548f0b80023c1.html>

² Internbelastning av fosfor i svenska sjöar och kustområden - en kunskapsöversikt och förslag till åtgärder för vattenförvaltningen Brian Huser, Stefan Löfgren, och Hampus Markensten. Rapport 2016:6.

³ Husö-rapport no 150.

⁴ Aluminium finns i bergarten bauxit. Vid brytning bildas slagg som är giftig samt att processen fram till färdig produkt kräver mycket energi.



EUROPEAN UNION
European Regional Development Fund



Vattenresurs (www.vattenresurs.se). Enligt en svensk rapport från 2016 kan kostnaden för att behandla en grund sjö uppgå till ca 3600 euro/ha⁵

Andra metoder som diskuteras är att använda gips eller kalk på jordbruksmark. Gips är en restprodukt från fosforindustrin som kräver mycket energi vid tillverkningen. Kalk kan utgöra ett bekymmer ifall det bryts från känsliga miljöer som t.ex. från Gotland där både grundvatten och biologisk mångfald hotas. Den kan ifrågasättas om metoderna bygger på de grundläggande systemvillkoren, FN:s hållbarhetsmål eller den cirkulära och klimatsmarta ekonomi som efterfrågas genom EU:s nya gröna giv och strategin för biologisk mångfald⁶.

Skydds-zoner och odling av vall

Åtgärder kan sättas in på flera ställen längs näringsämnenas väg till sjön. Det allra bästa är om man kan förhindra läckage från olika källor ut till vattnet för vidare transport till sjön. Detta kan till viss del göras genom att ändra bruknings-sätt av jordbruks- och skogsmark. Skydds-zoner som filtrerar bort och tar upp näring är en annan effektiv åtgärd längs öppna diken och bäckar, dessa zoner kan vara flexibelt utformade och även sås in med pollineringsväxter för att ytterligare optimera förutsättningar för biologisk mångfald.

Reduktionen av fosfor med hjälp av skydds-zoner varierar med topografi, gröda och bruknings-sätt. Forsknings-försök i Finland visar att fosforreduktionen redan efter några meters skydds-zon kan bli upp till 60 % . Norska försök med olika bredder visar att en fem meters skydds-zon kan reducera fosforläckaget med 70 % medan 10 meters skydds-zon kan hålla kvar upp till 90 % av fosfor⁷.

Försök har visat på 20 % mindre förluster via dräneringsvatten vid odling av vall jämfört med en korngröda.

Tvåstegsdiken

Tvåstegsdiken har en annan utformning än vanliga diken, se figur 1. Ett tvåstegsdike har två nivåer, vilket minskar erosionen och ökar kapaciteten för vattenretention vid stora mängder nederbörd. Tvåstegsdiken kan även anläggas för retention av näringsämnen, tabell 2. Tvåstegsdiken kan vara bevuxna av gräs och utgör en naturlig miljö för olika arter, vilket kan bevara artrikedomen i ett område. För att tvåstegsdiket ska vara en effektiv åtgärd mot övergödning bör tvåstegsdiket placeras på eller bredvid åkermark. Tvåstegsdiken kan behöva skötsel under dikets livslängd, och kräver större markyta för anläggning än ett vanligt dike (Länsstyrelsen Värmland, u.d.).

⁵ Internbelastning av fosfor i svenska sjöar och kustområden - en kunskapsöversikt och förslag till åtgärder för vattenförvaltningen Brian Huser, Stefan Löfgren, och Hampus Markensten. Rapport 2016:6.

⁶ Eventuella risker med gips:

<https://blogs.helsinki.fi/save-kipsihanke/vanliga-fragor/?lang=sv#UKK11se>

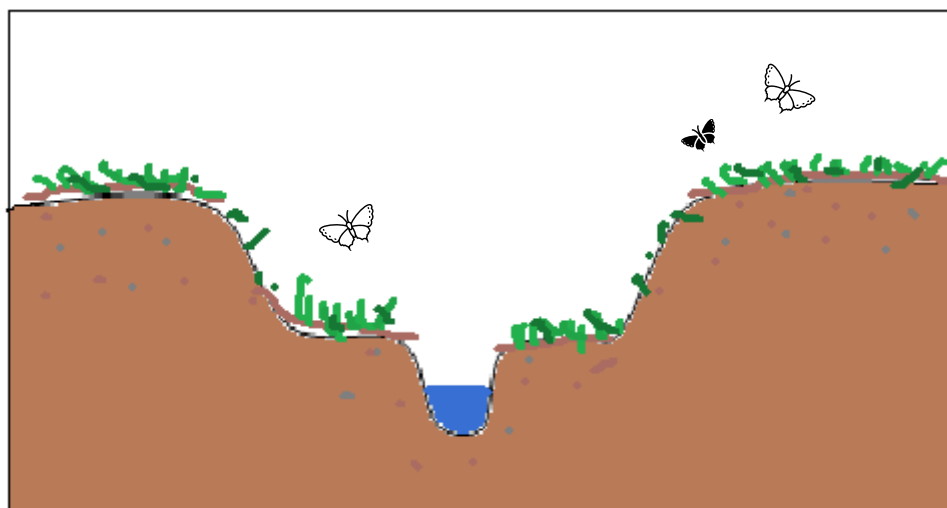
<https://blogs.helsinki.fi/save-kipsihanke/vanliga-fragor/?lang=sv#UKK12se>

⁷ Aqua reports 2017:10. Erik Degerman, Carl Tamario, Leonard Sandin, Johan Törnblom.

Tabell 2. Potentiell retention och anläggningskostnad för tvåstegsdiken. Uppgifter är tagna från Vatteninformationssystem

Potentiell retention	tot-P kg/år	tot-N kg/år
per meter Tvåstegsdike	0,012	0,1
Anläggningskostnad	80€/meter	

Sveriges åtgärdsbibliotek, "tvåstegsdike" (VISS, 2020).

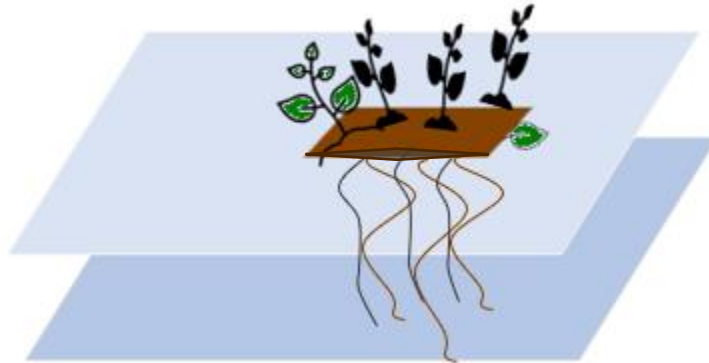


Figur 1. Profil av ett tvåstegsdike. Ann-Sofi Lenander 2020.

Flytande våtmarker och kornhalmkassetter

Flytande våtmarker kan anläggas i både naturliga våtmarker och vattendrag samt i anlagda våtmarker för rening av näring så som kväve och fosfor men också av närsalter från dagvatten. En flytande våtmark består av en porös flytande stomme som är beklädd med växtlighet, figur 2. Växterna på stommen har rötter, som under våtmarken bildar en rotgardin. Rening sker dels genom växtupptag (20%), men också genom retention och uppsamling av näringsämnen i den porösa stommen (80%) (VegTech, u.d.). Flytande våtmarker är enkla att anlägga och flytta, som till ett billigt pris kan bidra till näringsupptag. De flytande våtmarkerna kan variera i storlek, kopplas samman och också förankras för att hållas vid önskad plats. Då våtmarkens stomme är bevuxen kan den utgöra en trivsam miljö för olika arter. Flytande våtmarker bidrar till att reducera bort ämnen som ammonium, kväve och fosfor. Rötterna utgör en skyddad plats för djurplankton och öarna hjälper till att minska mängden cyanobakterier och därmed risken för cyanobakterier samtidigt som de bidrar med skugga och födoplatser för fisk⁸.

⁸ <http://flytandeoar.se/flytande-vatmarksoar/>



Figur 2. Modell av en flytande våtmark. Ann-Sofi Lenander 2020.

Halmkassetter av korn utgör ett komplement som bidrar till att eliminera giftig algblomning och skapar siktdjup. Ifall man skapar ett ökat siktdjup så möjliggörs ökad tillväxt av makrofyter, vilka i sig bidrar till att förbättra tillståndet i en sjö.

Etablering av makrofyter

De processer som kan bidra till att återföra sjön från grumligt till ett klart stadium är att återinplantera makrofyter, speciellt kransalger som tar upp mer fosfor från vattnet än övriga makrofyter (Zinko 2016). Samtidigt binder makrofyterna sediment och minskar uppgrumling samtidigt som de erbjuder en skyddad miljö för djurplankton och även fisk.

Primärt är att minska grumligheten eftersom siktdjupet är avgörande för växtetablering. Det handlar då om att minska extern och intern fosforbelastning samt att minska risk för uppgrumling av botten sediment. Återetablering av makrofyter kan alltså ses som en åtgärd som stabiliserar en sjö till den klara fasen.

Avlopp

Icke godkända enskilda avlopp bidrar med läckage av näringsämnen. För att förbättra övergödningssituationen kan det behövas avloppslösningar med stor reningskapacitet. Havs- och vattenmyndigheten samt avloppsguiden har bra information om olika enskilda avloppslösningar⁹. Det kan behövas en översyn i aktuellt avrinningsområde samt information och stödinsatser för att åtgärda problematik med enskilda avloppsreningsverk som bidrar till övergödning.

Slätter av vass

När näringskoncentrationen ökar i ett vattendrag blir förutsättningarna för ökad växtlighet högre. Vass som växer i en sjö med förhöjda näringskoncentrationer binder näringsämnen genom växtupptag. Istället för att låta vassen brytas ned och frigöra näringen i vattnet kan vassen skördas. På så vis kan

⁹ <https://vaguiden.se/marknadsoversikt/>



EUROPEAN UNION
European Regional Development Fund



näringsämnen bindas i växtlighet för att sedan avlägsnas från vattnet (Västerviks kommun, 2019). Enligt naturvårdsverket uppskattas 8 kg fosfor per år kunna avlägsnas (Naturvårdsverket, 2013).

Det är ganska vanligt att ta bort vegetation för att skapa fria vattenytor för bad, fågelliv eller båttrafik. Generellt är det bladvass, sjösäv, kavelkun och näckrosor som brukar vara i fokus. Vid röjning av vass och säv måste deras rotfilt tas bort, annars återkommer vassen snabbt. Helst skall rotfilten inte fräsas sönder utan bör tas upp ur vattnet. Varken rotfilt eller slagen vass bör lämnas i vattnet eftersom syrebrist kan uppkomma. Slätter kan gynna och missgynna olika arter och artgrupper.

Det behöver finnas logistik och maskiner och avsättning av material som fungerar för aktuella områden.

Filterdiken

Filterdiken har ett syfte att fånga upp näringsämnen innan de når vattendrag. Filterdiken anläggs genom att med hjälp av en kedjegrävare gräva ett dike, och blanda in ett material av god bindande förmåga (Västerviks kommun, 2019). I allmänhet används bränd kalk som utblandningsmaterial. Under det senaste decenniet har en del forskning gjorts kring användning av biokol för retention av näring vid åkermark. Enligt rådande miljömål bör användning av kalk begränsas, då kalk är ett material med ursprung i berggrunden av icke-förnyelsebar karaktär. Biokol framställs av biomassa av hållbart ursprung, och har tack vare en stor specifik ytarea och hög porositet god förmåga att binda föroreningar och näring. Biokol har också goda jordstrukturförbättrande egenskaper (Västerviks kommun, 2019). Biokol framställs både i Sverige och i Finland, och enligt en undersökning i ett projektarbete från KTH år 2020, finns möjlighet att i framtiden tillverka biokol av rötresterna från en kommande biogasanläggning i anslutning till Svinryggens deponi. Enligt resultatet i undersökningen förutspås lönsamheten i tillverkningen av biokol av rötresterna dock som låg (Karlsson, et al., 2020).

I Kalmar inleddes i Västerviks kommun våren 2019 ett treårigt projekt med biokolfilterdiken. Projektet anläggs i närhet till åkermarker i Dvärgstadalen i syfte att minska näringsläckaget i Dvärgstaån. Även i Eskilstuna kommun pågår utredning under år 2016–2021 hur biokolfilter kan användas för att begränsa läckaget av fosfor och andra ämnen till vattendragen. Under våren 2014 genomfördes ett projekt för ett examensarbete på SLU, i syfte att utreda hur stort näringsuppfånget i biofilterdiken i anslutning till åkermark kan vara (Mellhorn, 2015). Resultatet i studien blev mot förväntan, att biokolfilterdikets upptag av näringsämnen var sämre än förväntat. Mer utredningar behövs för att ta reda på effektiviteten av biokolfilterdiken.

En kombination av åtgärder kan krävas för att minska näringsläckage

Som ett grundläggande krav väljer vi att endast föreslå åtgärder som syftar till att uppnå hållbarhetsmål och som stärker naturen själv, dvs ekosystemets egna tjänster. Det är viktigt att åtgärderna från grunden uppfyller de grundläggande systemvillkoren för hållbarhet och att inte planetära gränser riskerar att överskridas, dricksvattentillgången att förstöras eller som bidrar med minskad biodiversitet. Det finns risker med kalkning (kalkbrytning från Gotland där grundvatten redan har minskat/förstörts, liksom art-utrotning/-minskning av biodiversitet) och gips (från en fosforindustri med en restprodukt som är giftig för mindre sötvattenlevande organismer) samt med användning av aluminiumfällning.

När man försöker restaurera vattensystem är det viktigt att tänka holistiskt och försöka anpassa sig till naturen, genom att stärka dess ekosystemtjänster. Ofta krävs en kombination av åtgärder för att lyckas, viktigast är att eliminera tillförsel av externa närsalter, lågflödesmuddring av näringsrika



sediment, sedimentationsdammar, eliminering av flytande alger, fler gungflyn och vassar, gärna en höjning av vattennivån samt skyddsdikey som t.ex. 2-stegsdiken eller bredare skyddszoner i anslutning till låglänt mark. Kompletterande åtgärder kan vara återetablering av makrofyter, dagvattendammar, flytande våtmarker och andra anlagda våtmarker samt åtgärder som ökar vattengenomströmningen samt att återställa konnektivitet i landskapet, dvs vattenvandringsvägar för fisk och andra organismer.

Skall man restaurera i grund och övergödd sjö bör det ske i ett antal steg:

- Bestäm målet med restaureringen, vilket samhälle/tillstånd och vattenkvalitet skall nås?
- Ta bort diffusa fosforkällor (sediment).
- Ta bort externt tillskott av närsalter och organiskt material.
- Undersök fiskebestånd och möjlig biomanipulering av fisk.
- Återintroducera makrofyter.
- Återintroducera rätt fiskarter, gärna rovfisk och inte sådana som gräver i bottenarna.
- Upprätta konnektivitet – sammanhängande vattenstråk - i landskapet samt bibehåll naturliga filterfunktioner vid stränder
- Följ upp effekterna och utvärdera.

Dock finns det alltid risker att en restaurering ändå inte lyckas, det är svårt att återfå förlorad balans i känsliga biologiska system. Ifall en eller flera åtgärder inte lyckas måste man undersöka orsakerna till det. Det är inte bara en sjö i sig som måste förbättras, utan det kan behövas insatser längs hela vattensystemet, t.ex. mot avlopp och genom olika jordbruksåtgärder. Det är mycket bra om man kan samarbeta i olika grupper i syfte att förbättra ett delavrinningsområde.

Checklista för vad som behöver utföras i ett avrinningsområde med tillhörande sjösystem

- Ta fram kartor med uppgifter om markanvändningen.
- Involvera lokalbefolkningen genom olika aktiviteter som t.ex. dikesvandringar, eco-mapping eller workshops.
- Ta fram ett övergripande förslag till handlingsplan med kartor i samverkan med lokalbefolkningen och markägare. Räkna upp alla förslag till insatser längs hela vattensträckan, dvs t.ex. GPS-muddring, kornhalmkassetter och flytande våtmarker, inplantering av makrofyter, ev. biomanipulation, upprätta konnektivitet för fiskevandring mha omlöp vissa sträckor, peka ut andra områden som ev. kan lämpa sig för bredare skyddszoner eller 2-stegsdiken, våtmarkslösningar, slåtter -vasskörd osv.
- Försök uppskatta hur mycket näring som kan tas bort genom olika åtgärdsförslag och försök uppskatta hur mycket näring som går ut via avrinningsområdet (SMHI-modellen).
- Ta med de utredningar som kommer att krävas som tex fiskeinventeringar, undersökningar av läckagebenägna sediment, utredning av lämpligt ställe för omlöp (förslag som sedan utverkas i samråd såklart med markägare). Använd information från Husö-rapport no 150, om fiskevandring¹⁰.

¹⁰

<https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/167388/rapport150digitalversion.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



- Använd GIS-material samt fältbesök för att finna lämpliga platser.

Förslag till jordbruksåtgärder i syfte för att uppnå god ekologisk status i vatten:

- Våtmark 1 ha – 25 000 euro (minskar fosfor med 10 kg, kväve än mer). Värden varierar beroende på källa.
- Fosfordamm 1 ha – 11 000 euro (minskar fosfor med 20 kg)
- Översvämningszon, två-stegsdiken – 1 km 2-stegsdike: ca 5500 euro (dammar etc. minskar med 10 kg och 2-stegsdike på en km minskar fosfor med 4 kg. Även kväve minskar, liksom att ett 2-stegsdike även utgör en klimatanpassning).
- Strukturkalkning: 1 ha – ca 500 euro (minskar övergödning med 30 %, men kan anses vara något tveksam metod, se fotnot)¹¹

Med hjälp av allt detta och genom lokal samverkan utformas en handlingsplan/lokalt åtgärdsprogram för ett avrinningsområde. Ett exempel på utformning ses i bilaga 1, Figur 3. I projektet Coast4us finns råd och rekommendationer om hållbar kustzonsplanering och information om möjligheter att ansöka om stöd för genomförande.

Bilaga 1

Nedan redogörs för markanvändning och förslag för ett avrinningsområde i Sund. Högskolepraktikant Ann-Sofi Lenander föreslog ett antal åtgärder inom avrinningsområdet som skulle bidra med en näringsretention av 65 kg total-fosfor och 549 kg total-kväve, Det motsvarar en minskning med 21,9% total-fosfor och 5% total-kväve, utgående från de genomsnittliga årsutsläppen under tidsperioden 2006–2012.

¹¹ OBS! Det kan ifrågasättas ifall metoden uppfyller grundläggande hållbarhetsvillkor, dvs om kalken brutits från ett område vars planetära gränser riskerar att överskridas, dricksvattentillgången förstörs eller om brytningen leder till minskad biodiversitet.



Figur 3. Karta över föreslagna specifika åtgärder mot övergödning i Finby delavrinningsområde. Figurerna är inte skalenliga. Karta från Ålands vattenmiljöer. Ann-Sofi Lenander 2020.

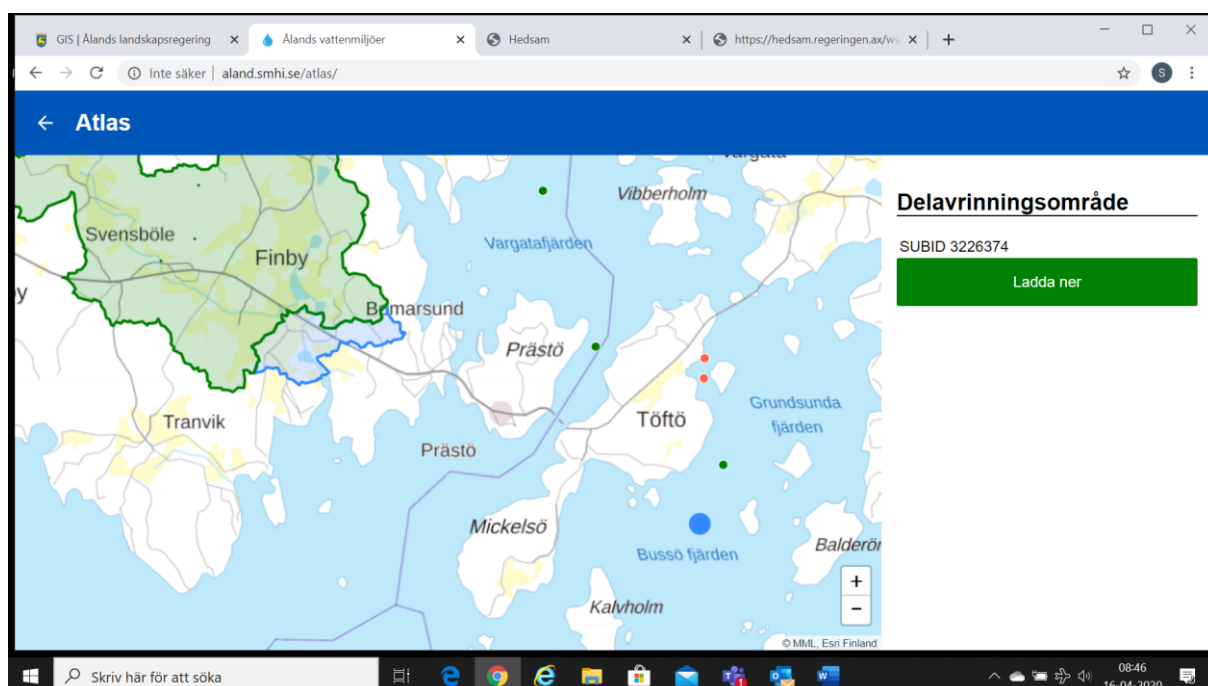


Fig. 4 Avrinningsområde i Sund. Från SMHI:s kartverktyg.

Tabell. 3. Punktkälfördelning för avrinningsområde i Sund. Källa: SMHI.

Totalt netto för hela avrinningsområdet (TNW)				
Punktkällor	Kväve [kg/år]	Fosfor [kg/år]	Andel Kväve [%]	Andel Fosfor [%]
Sjö & Vattendrag	75	0	0,69	0,00
Urbant (hårdgjord ytor)	63	16	0,57	5,44
Semiurbant (permeabla ytor)	106	3	0,97	1,04
Mosse/kärr/våtmark	62	1	0,56	0,50
Skogsmark	1167	19	10,62	6,43
Brukad mark	7309	201	66,53	67,81
Betesmark	361	8	3,28	2,76
Övrig mark	1052	10	9,58	3,26
Enskilda avlopp	196	20	1,78	6,86
Avloppsreningsverk/industri	595	17	5,42	5,90
Internbelastning	0	0	0,00	0,00
Totalt	10986	297	100	100

Referenser

Bärkraft.ax, 2020. *Färdplaner*. [Online]

Available at: <https://www.barkraft.ax/fardplaner?goal%5B%5D=24>

[Använd 26 juni 2020].

CARBOFEX, 2020. *Kauppa*. [Online]

Available at: <https://www.carbofex.fi/biohiili-verkkokauppa>

[Använd 16 juli 2020].



EUROPEAN UNION
European Regional Development Fund



Corinne, 2018. *Corinne Land database*. [Online]

Available at:

http://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?url=https%3A%2F%2Fimage.discomap.eea.europa.eu%2Farcgis%2Frest%2Fservices%2FCorinne%2FCLC2018_WM%2FMapServer&source=sd

[Använd 2 juli 2020].

Cvetkovic, V. L. G. e. a., 2004. *Environmental Dynamics, An Introduction to Modeling Anthropogenic Impact on Natural Systems*, Stockholm: u.n.

Europaparlamentet och rådets direktiv 2000/60/EG, 2000. *Europaparlamentet och rådets direktiv 2000/60/EG om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område*, Bryssel: Europaparlamentet.

Europeiska Kommissionen, 2019. *EUR-Lex Access to European Union Law*. [Online]

Available at: [https://eur-lex.europa.eu/legal-](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:52019DC0640&from=SV)

[content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:52019DC0640&from=SV](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:52019DC0640&from=SV)

[Använd 26 juni 2020].

FN, 2015. *Globala målen*. [Online]

Available at: www.globalamalen.se

[Använd 2 juli 2020].

Helcom, 2007. *Baltic Sea Action Plan*, u.o.: The Baltic Marine Environment Protection Commission.

Helsingborgs stadsbyggnadskontor, 1996. *Skyddszoner utmed vattendrag på kommunägd mark*, Helsingborg: Helsingborgs stadsbyggnadskontor.

Jordbruksverket, 2020. *Rekommendationer för gödsling och kalkning*, u.o.: Jordbruksverket.

Jordbruksverket, u.d. *Skyddszoner*, u.o.: u.n.

Karlsson, P., Emma Roos, Maza Seifu & Anna, B., 2020. *Produktion av biokol från rötresten - Projektrapport*, Stockholm: KTH.

Kvarnström, M., Tunón, H. & et.al., 2019. *Kartläggning av sociala, kulturella, ekonomiska och ekologiska värden i Sunds kommun, Åland - Resultat från lokala dialogworkshopar*, u.o.: SLU.

Länsstyrelsen Värmland, u.d. *Miljöinvestering - anlägga tvåstegsdiken*. [Online]

Available at: <https://www.lansstyrelsen.se/varmland/miljo-och-vatten/stod-for-atgarder-i-vatten/miljoinvestering---anlagga-tvastegsdiken.html>

[Använd 24 juli 2020].

Mariehamns stad, 2019. *Lotsbroverket*. [Online]

Available at: <https://www.mariehamn.ax/boende-miljo/boende-i-mariehamn/vatten-och-avlopp/lotsbroverket/>

[Använd 2 juli 2020].

Mariehamns stad, u.d. *Lotsbroverket*. [Online]

Available at: <https://www.mariehamn.ax/boende-miljo/boende-i-mariehamn/vatten-och-avlopp/lotsbroverket/>



EUROPEAN UNION
European Regional Development Fund



Mellhorn, M., 2015. *Biokol som filtermaterial i anslutning till dränering av åkermarksdiken - utformning, installation och utvärdering av ett biokolfilter*, u.o.: SLU.

Naturvårdsverket, 2013. *Hållbar återföring av fosfor - Naturvårdsverkets redovisning av ett uppdrag från regeringen*, Stockholm: Naturvårdsverket.

Nordback, E., 2020. *Kommuntekniker Sund* [Intervju] (6 juli 2020).

Regeringskansliet, 2020. *Stärkt lokalt åtgärdsarbete – att nå målet Ingen övergödning*, Stockholm: u.n.

Sunds kommun, 2020. *Enskild avloppsanläggning och gemensamt avlopp*. [Online]

Available at: <https://www.sund.ax/bygga-och-bo/vatten-och-avlopp/enskild-avloppsanlaggning-och-gemensamt-avlopp>

[Använd 2 juli 2020].

VegTech, u.d. *Flytande våtmark*. [Online]

Available at:

https://www.vegtech.se/upload/files/PDF/VegTech_Katalog_Flytande%20v%C3%A5tmark.pdf

[Använd 2020].

VISS, 2020. *Vatteninformationssystem Åtgärdsbibliotek*. [Online]

Available at:

<https://viss.lansstyrelsen.se/Search.aspx?searchType=MeasureTypes&SearchOnLoad=true&LockManagementCycle=false&freeTextSearch=&measureSurfaceWaterPressureTypeID=&measureSurfaceWaterPressureTypeSpecificationID=&measureGroundWaterPressureTypeID=&measureGroun>

[Använd 03 juli 2020].

Västerviks kommun, 2019. Västerviks kommun: Västerviks kommun.

Ålands Landskapsregering, 2015. *Tillsammans för en god vattenstatus. Förvaltningsplan för avrinningsdistriktet Åland, år 2016-2021*, Mariehamn: u.n.

Ålands Landskapsregering, 2015. *Ålands vattenmiljöer, Atlas*. [Online]

Available at: <http://aland.smhi.se/atlas/>

[Använd 1 juli 2020].

Ålands Landskapsregering, 2020. *Geosecma, Avrinningsområden*. [Online]

Available at: <https://gis.regeringen.ax/map/?app=Kartdatabas&lang=sv#map>

[Använd 1 juli 2020].

Ålands Landskapsregering, 2020. *Natur och kultur*. [Online]

Available at: <https://gis.regeringen.ax/map/?app=Kartdatabas&lang=sv#map>

[Använd 2020].

Ålands Vatten, 2018. *VA-plan Åland*, Mariehamn: Ålands vatten.

Aqua reports 2017:10. Erik Degerman, Carl Tamario, Leonard Sandin, Johan Törnblom.

Zinko, U. (2016). Kunskapsuppbyggande program för några hotade makrofyter i permanenta sjöar. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2016.



EUROPEAN UNION
European Regional Development Fund



Åtgärdsprogram Landsjön 2006. Jönköpings kommun.

Internbelastning av fosfor i svenska sjöar och kustområden - en kunskapsöversikt och förslag till åtgärder för vattenförvaltningen Brian Huser, Stefan Löfgren, och Hampus Markensten. Rapport 2016:6.

Husörapport no 150.

Instruktioner om restaurering av lekområden för fisk:

<https://www.regeringen.ax/nyheter/instruktioner-restaurering-lekomraden-fisk>

Länk till Coast4us-materialet: <https://www.regeringen.ax/miljo-natur/vatten-skargard/pagaende-projekt>

Åtgärdsplan mot övergödning – Finby avrinningsområde. Ann-Sofie Lenander, högskolepraktikant vid Ålands landskapsregerings miljöbyrå 2020.