

*Naturvård i
Norrtälje kommun*



**Restaurering av sjöar
och vattendrag**
- genom lokalt engagemang

Bilden på omslaget visar en amfibiegående arbetsbåt utrustad med en frontmonterad vassklipp. Den demonstrerades vid studiebesöket i Rådasjön i Söderbykarl den 15 augusti 2000.

Foto: M. Pettersson.

Restaurering av sjöar och vattendrag genom lokalt engagemang ingår i serien Naturvård i Norrtälje kommun

Projektansvarig:	Magnus Bergström
Projektledare:	Monica Pettersson
Författare:	Monica Pettersson
Teckningar:	Monica Pettersson, Nils Möllerström (Miljöbalksutbildningen)
Foto:	Monica Pettersson, Magnus Bergström
Layout:	Monica Pettersson
Tryck:	Norrtälje kommuns offsetcentral, 2001
Upplaga:	400 ex

Ledningskontoret har tagit initiativ och tillsammans med Stockholms läns landsting bekostat projektet.

Författaren är ensamt ansvarig för rapportens innehåll.

Förord

Många av sjöarna i Norrtälje kommun är idag till stor del igenväxta med näckrosor och bladvass. En del sjöar uppvisar årliga algblomningar. Vad är det som har hänt det senaste seklet? I likhet med övriga Sverige sänktes och torrlades en stor del av sjöarna i Norrtälje kommun under 1800-talet och fram till mitten av 1900-talet för att vinna åkermark till matproduktion för en växande befolkning. Många sjöar är naturligt näringsrika på grund av att de omges av näringsrika leror. Andra bidragande orsaker till att många sjöar i kommunen har förhöjda närsaltshalter är bland annat, enskilda avlopp, dikningar i avrinningsområdet och nedfall från luften. Vi har under det senaste seklet påskyndat den naturliga igenväxningen av sjöarna.

Initiativet till projektet "Restaurering av sjöar och vattendrag" togs av Ledningskontoret på Norrtälje kommun och finansieringen skedde tillsammans med Stockholms läns landsting. Bakgrunden till projektet är att ett växande antal markägare, permanent- och fritidsboende kontaktat kommunen och uttryckt sin oro över vattensystemens tillstånd och igenväxningen av våra sjöar. Kontakterna visade att många var intresserade av "sina" sjöar och var beredda att ta itu med praktiska åtgärder. Nästan alla efterfrågade mer information om vegetationsrensning, muddring, juridiken kring vattenverksamhet samt sjöarnas tillstånd och utveckling.

På flera håll har under den senaste tiden olika samarbetsgrupper bildats bestående av markägare, andra boende och ideella föreningar vid sjöar och vattendrag. Den gemensamma syn som finns i dessa grupper utgör en mycket viktig grund när praktiska åtgärder skall genomföras.

Syftet med projektet var att öka kunskapen hos allmänheten och olika samarbetsgrupper kring sjöar och vattendrag vad gäller bland annat landskapsutveckling, närsaltstransport och restaureringsmetoder. Projektet byggde på en seminarieserie och ett antal studiebesök. Detta har sedan fått ligga till grund för denna rapport som ingår i rapportserien "Naturvård i Norrtälje kommun".

Ledningskontoret hoppas att denna rapport ska ge svar på några av de vanligaste frågorna kring landskapsutveckling, näringsrika sjöar, restaureringsmetoder och grunda havsvikar samt ge lite tips och råd till de som har funderingar på att börja restaurera ett vatten.

NORRTÄLJE KOMMUN
Ledningskontoret

Monica Pettersson
Projektledare

**Restaurering av sjöar
och vattendrag**
- genom lokalt engagemang

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INLEDNING.....1

DEL A – ALLMÄN DEL

SJÖAR OCH VATTENDRAG I NORRTÄLJE KOMMUN10

KUST OCH SKÄRGÅRD I NORRTÄLJE KOMMUN10

LANDSKAPSUTVECKLING11

Geologiska processer och inlandsisen 11

Landhöjningen 11

Sjösänkningar 11

Upphört bete och slätter 12

Tillförsel av näring 12

NÄRINGSRIKA SJÖAR.....13

Sjöars livslängd och möjliga orsaker till igenväxning 13

Vad kännetecknar näringsrika sjöar? 13

Vegetation i näringsrika sjöar 14

GRUNDA HAVSVIKAR.....16

Varför är produktion så hög i grunda havsvikar? 17

Vegetation i grunda havsvikar 17

Från havsvik till insjö –en naturlig process 17

JURIDIK OCH VATTENVERKSAMHET19

Vattenverksamhet 19

Grundläggande regler för all vattenverksamhet 19

Vem får bedriva vattenverksamhet? 19

Tillståndsplikt 19

Exemplet muddring 20

Undantag från tillståndsplikten 20

Förfarandet vid ansökan om tillstånd eller omprövning av tillstånd 21

Kostnader 21

OLIKA METODER FÖR SJÖRESTAURERING22

Närsaltsreduktion22

1. Sedimentborttagning – muddring22
2. Riploxmetoden22
3. Fällning av fosfor med aluminiumsulfat eller järnklorid22
4. Luftning av bottenvattnet (hypolimnionluftning)23
5. Utspädning och bortpumpning av bottenvatten23
6. Biomanipulering23

Begränsning av vattenvegetation24

1. Beskärning av övervattensväxter som t ex bladvass26
2. Beskärning av flytbladsvegetation som t ex näckrosor26
3. Beskärning av undervattensvegetation26
4. Vattenståndsvariationer26
5. Inplantering av gräskarp27

BEVARANDE OCH RESTAURERING AV VATTENDRAG.....28

- Biotopförbättrande åtgärder i ett vattendrags avrinningsområde28
- Biotopförbättrande åtgärder i ett vattendrag28
- Biotopförbättrande åtgärder för havsöring28

DEL B - ATT TÄNKA PÅ VID PLANERING AV ETT RESTAURERINGSPROJEKT

UPPRÄTTANDE AV EN RESTAURERINGSPLAN30

1. Definiera problemet30
2. Definiera ett tydligt mål med restaureringen30
3. Definiera de olika aktörerna och förankra projektet30
4. Samla in och sammanställ information om det aktuella området31
5. Tillstånd31
6. Att tänka på vid anlitandet av entreprenör och val av teknisk metod32
7. Finansiering av projektet32

UPPRÄTTANDE AV ETT KONTROLLPROGRAM33

REFERENSER34

Litteratur34

Internet34

Tecknade bilder34

BILAGOR

Bilaga 1. Allmänna och särskilda hänsynsreglerna 2 kap. och 11 kap. i miljöbalken.

Bilaga 2. Några ordförklaringar

Inledning

Bakgrunden till den här rapporten är informationsprojektet ”Restaurering av sjöar och vattendrag” som genomfördes under år 2000 av Norrtälje kommun. Projektet finansierades av Norrtälje kommun och Stockholms läns landsting och det syftade till att öka kunskaperna om våra sjöar och vattendrag vad gäller landskapsutveckling, närsaltstransport, biologisk mångfald och restaureringsmetoder. Projektet byggde på ett antal seminarier och studiebesök med olika teman. Intresset och behovet av dessa kunskaper visade sig vara stort.

Den här rapporten är uppdelad i två delar. Den första delen, Del A är en allmän del och den är tänkt att ge en kort överblick över landskapsutveckling, näringsrika sjöar, juridik som berör verksamheter i och med vatten samt olika metoder för restaurering av sjöar och vattendrag. Här beskrivs också våra grunda havsvikar. I den andra delen, Del B ges slutligen lite råd och tips till nya restaureringsprojekt.



Smalsjön i Edsbro är en av många sjöar i Norrtälje kommun som sänktes i början av 1900-talet. Foto: Monica Pettersson, juli-2000.

Del A – Allmän del

Sjöar och vattendrag i Norrtälje kommun

Vattnets väg och tid i odlingslandskapet har förändrats avsevärt de sista 150 åren. Från 1860-talet och fram till mitten av 1900-talet genomfördes sjösänkningar och torrläggningar i stor omfattning i Sverige för att vinna ny åkermark för matproduktion till en växande befolkning. I Norrtälje kommun finns det ca 300 sjöar och av dessa sänktes nästan 90 % mellan 1880- talet och 1920-talet. Genom att sjöarnas utloppströskel sänktes och vattendrag utträtades, sänktes vattennivåerna och sjöarna blev grundare. Regleringsdammar medförde att de naturliga vattenståndsvariationer minskade. När sedan strandbetet nästan helt upphörde på 1950- 60 talet växte även stränderna på många ställen igen.

Kommunens sjöar och vattendrag är naturligt näringsrika på grund av

omgivande jordarters innehåll av näringsämnen. Jordarterna i kommunen domineras av morän och olika typer av leror. I de lägre delarna i landskapet finns näringsrika leror och genom dessa områden rinner vattensystemens nedre lopp innan de når havet. Detta resulterar tillsammans med den mänskliga påverkan i måttligt höga halter av fosfor och kväve. Av kommunens ca 300 sjöar betraktas så många som 22 % (ca 70 st) som näringsrika till mycket näringsrika. Sjöarna i kommunen har generellt höga pH-värden och hög buffringsförmåga. Förklaringen är att här finns många områden med kalkrika jordarter som transporterats hit med inlandsisen från Gävlebukten. Det vill säga att de försurade ämnen som i huvudsak kommer via lufttransport och förs ner via regn till största delen kan neutraliseras av den kalk som finns i marken.

Kust och skärgård i Norrtälje kommun

Norrtälje kommun är en av de kommuner i Sverige som har mest skärgård. Kontrasterna mellan olika delar av skärgården är stora. Det finns allt från den lummiga innerskärgården till ytterskärgårdens kala kobbar. Väddökusten är annorlunda då den i princip saknar skärgård och har branta stränder exponerade mot Ålands hav. Norrtäljes kust och skärgård utgör en övergångszon mellan det relativt artrika egentliga Östersjön och den artfattigare Bottenviken. Många marina arter lever här på yttersta gränsen för sin utbredning.

I kommunen finns ca 10 000 öar, holmar och skär och så mycket som 10 % av den svenska Östersjökustens produktiva

grundområden är belägna inom kommunens gränser. Till produktiva grundområden brukar skyddade grundområden som grunda flador (havsvik som genom landhöjningen är kraftigt avsnörd och isolerad från det öppna havet), vattendragsmynningar och liknande områden med snabb uppvärmning och god näringstillgång räknas. Dessa faktorer tillsammans med att vegetationen erbjuder såväl skydd som gömsle och föda resulterar i goda förhållanden för snabb utveckling och ökade överlevnadschanser för många olika organismer.

I Norrtälje kommun finns ett stort antal trösklade och/ eller grunda havsvikar varav några är relativt opåverkade och har höga

naturvärden. En havsvik kallas trösklad då vattenutbytet med havet begränsas genom en grundare del i vikens mynning mot havet. Landhöjningen resulterar till slut i att tröskeln når högre än Östersjöns medelvattennivå. Följden blir att inflöde av havsvatten endast sker vid perioder av högvatten. Trösklade havsvikar utgör liksom de produktiva grunda områdena viktiga reproduktions- uppväxt- och födolokaler, bland annat för skärgårdens fisk- och fågelfauna.

Utvecklingsprocessen från havsvik till insjö är lång och sker i olika stadier. De olika isoleringsstadierna har olika speciella

benämningar som t ex flad (har förbindelse med havet genom en eller några få smala öppningar) och glo (har vattenutbyte med havet endast vid extremt högvatten eller vid storm. Det är alltså helt naturligt att grunda havsvikar grundas upp. Det beror inte bara på landhöjningen utan också på en naturlig igenväxning. Igenväxningshastigheten beror på vilket isoleringsstadium havsviken befinner sig i samt hur mycket näring som transporteras till viken via olika tillflöden. Idag ser man att vegetationen breder ut sig betydligt snabbare än normalt i många grunda vikar på grund av för höga närsalthalter.

Landskapsutveckling

Geologiska processer och inlandsisen

Geologiska processer och inlandsisen hör till de faktorer som medfört att ojämnheter tillkommit i landskapet. I sänkor eller fördjupningar har sedan sjöar bildats. Nederbörden som faller på marken eroderar underlaget och för med sig partikulärt material till vattendragen som transporterar materialet till sjöarna där det sedimenterar. Detta leder till en långsam uppgrundning av sjöarna och att strandnära områden övergår till fast mark. När sedan människan började bearbeta och blottlägga marken resulterade det i att mängden material som eroderas och förs till sjöarna via vattendragen ökade. Det erosionsmaterial och partikelmateriel som produceras i sjön avsätts på botten i sjön. Mängden är olika inom skilda delar av en sjö beroende på vattendjup samt vind- och vågrörelser. Det finaste materialet ansamlas i de djupare områdena. I slättområden brukar man räkna med en sedimentationshastighet på ca 2 mm/år. sedimentationshastigheten är naturligtvis mycket mindre i näringsfattiga sjöar.

Landhöjningen

Landhöjningen är störst i Norrland och effekten av denna process är tydligast i vikar i kustområden. Under en mansålder kan tidigare öppna vikar snöras av och bilda insjöar. Landhöjningen i Norrtälje kommun är idag 4-5 mm/år. De av dagens sjöar som ligger under högsta kustlinjen, var en gång vikar vid dåtidens kustlinje och för 10 000 år sedan utgjorde de högsta bergen i kommunens västra delar kobbar i den tidens ytterskärgård.

Sjösänkningar

Sjösänkningar har lett till att vattendjupet minskat och strandområden torrlagts under det senaste århundradet. Syftet med sjösänkningarna var att vinna åkermark samt att förbättra avrinningen inom vissa låglänta områden. Sjöar inom jordbruksområden är ofta grunda och sänkning av vattennivån kom därför att innebära att nya strandområden skapades och att sjöbotten ofta fick ett vattendjup, som medförde gynnsamma förhållanden för vattenvegetation att breda ut sig.

Upphört bete och slåtter

Upphört bete och slåtter av strandängar har också medverkat till att vegetationens utseende har förändrats vid sjöar och vattendrag. Arealen betade strandängar var som störst under 40- och 50-talet och har därefter minskat drastiskt. Då djuren, framförallt nötkreatur, betade stränderna höll de vegetationen borta. När de trampade runt i strandkanterna skadade de även vegetationens rötter och hindrade därmed vegetationen att breda ut sig mer.

Tillförsel av näring

Tillförsel av näring från enskilda avlopp, växtnäring förluster från skogs- och jordbruksmark (konstgödseln introducerades på allvar på 1930-talet) och industrier är några saker som medfört en kraftig ökning av organiskt material till följd av ökade kväve och fosformängder. I Norrtälje kommun utgörs hälften av den totala transporten av fosfor och kväve till sjöar och vattendrag av det naturliga läckaget från skog och obrukad mark. Den

andra hälften utgörs av den sk mänskliga belastningen i form av läckage från enskilda avlopp och jordbruksmark.

Den externa näringstillförseln har resulterat i att vissa sjöar ibland får rikliga algbloomningar och/ eller ökad vegetationsutbredning. Algbloomningar kan även orsakas av interna processer i redan näringsrika sjöar. Vegetationsutbredningen dominerar framförallt i grunda sjöar med mjuka bottenar där näringsrikt bottenmaterial möjliggör för växterna att breda ut sig över stora områden. När växterna sedan dör sjunker de ner och ansamlas på sjöbotten. I vassområden äger även en uppsamling av erosionsmaterial rum. Vegetationsrika bottenar påskyndar därför uppgrundningen eller förlandningen av stränderna högst påtagligt eftersom vassmaterial bryts ned mycket långsamt.

Näringsrika sjöar

Sjöars livslängd och möjliga orsaker till igenväxning

Ur ett geologiskt perspektiv är sjöar kortlivade. Vattendragen transporterar hela tiden både partiklar och lösta substanser till sjöarna. Detta tillsammans med sjöns egen produktion bidrar till en successiv uppgrundning. Mycket material som kommer med vattendragen fastnar i första hand i inloppet i sjön på grund av att vattenhastigheten där sjunker och materialet börjar sedimentera. Hastigheten hos igenväxningsförloppet påverkas också av vilken form och djup en sjö har samt vilka växtnäringsskällor som finns i avrinningsområdet. Sjöar kan klassificeras utifrån deras näringsstatus. Man brukar tala om oligotrofa sjöar (näringsfattiga med låg produktion), mesotrofa sjöar (måttligt näringsrika med måttlig produktion), eutrofa sjöar (näringsrika sjöar med hög produktion) samt polytrofa sjöar (extremt näringsrika). Det finns ytterligare en klass som heter humösa sjöar, till vilka tillförseln av svärnedbrytbart organiskt material är stor, vilket brunfärgar vattnet.

Människans påverkan på sjöar under det senaste århundradet har medfört att den naturliga, långsamma uppgrundningen och igenväxningen har fått ett snabbare förlopp. Exempel på mänskliga aktiviteter som förkortar sjöarnas livslängd är sjösänkningar, uppodling, dikningar, kalhuggningar, konstgödsel, ökat nedfall från luften, enskilda avlopp. Allt bidrar till att förkorta sjöarnas livslängd.

Vad kännetecknar näringsrika sjöar?

Näringsrika sjöar kan också kallas för eutrofa sjöar. Begreppet eutrofiering avser en förändring mot ett näringsrikare tillstånd. Orsaken är ökad tillförsel eller ökat tillgängliggörande av växtnäringssämnen, främst fosfor och kväve. I svenska sjöar förekommer fosfor vanligen i underskott (i jämförelse med kväve) och sägs då vara det begränsande ämnet. En tillsats av fosfor väntas då vara direkt produktionsstimulerande. En stor tillsats kan dock leda till överskott och ett annat ämne (oftast kväve) blir begränsande. Näringsrika (eutrofa) sjöar finns vanligen i södra och mellersta Sveriges slättområden. Dessa lerslättsområden används dessutom ofta till odling, vilket medför en ytterligare näringstillförsel till sjön. Näringsrika sjöar är vanligtvis artrikare än näringsfattiga sjöar.

Näringsrika sjöar är ofta grunda med alggrumlat vatten på grund av rik algproduktion (t ex sjön Limmaren), men de kan också vara grunda sjöar med mycket högre vegetation som vass och näckrosor mm (t ex sjön Björkarn i Finsta). I en grund sjö som saknar en sk temperaturskiktning kan ibland algproduktion förekomma i hela vattenmassan. I en djup sjö däremot har vi en temperaturskiktning av vattnet i form av ett varmare ytvatten och ett kallare bottenvatten. Mellan dessa vattenvolymer bildas ett sk språngskikt som gör att de olika vattenmassorna inte blandar sig med varandra. Detta medför att algproduktion endast kan äga rum i den övre delen av vattenmassan i en djup sjö, där ljus, näring och temperatur är tillräckligt. Ett exempel på en djup sjö där det ibland förekommer algproduktion är sjön Erken norr om Norrtälje.

I näringsrika sjöar med alggrumlat vatten på grund av rik algproduktion, får vi en minskad ljusnedträngning. Detta sänker siktdjupet och begränsar växtproduktionen till ett grundare skikt. I en näringsrik (eutrofierad) sjö får vi en ökad totalproduktion och biomassa av organismer. Det visar sig genom att mängden växtplankton, bakterier, fastsittande trådalger samt vass och andra övervattensväxter ökar. Produktionen av bakterier och djur ökar på grund av direkt eller indirekt nyttjande av växtproduktionen. Samtidigt förändras sjöns artsammansättning inom olika organismgrupper. I en näringsrik sjö har man ofta en dominans av djurplanktonätande fisk som karpfisk (mört, braxen).

I en näringsrik sjö får man även en förändrad syrgasbalans. I dessa sjöar finns ofta stora mängder växter som avger syre

vid sin egen produktion. Detta medför att vi får mycket syre i ytvattnet under vårsommar-höst. När de ökade mängderna växtmaterial sedan dör och faller ned till botten får vi en ökad syrgasförbrukning i bottenvattnet. Totalt eller nästan totalt syrgasfria förhållanden under vintern kan leda till en reduktion eller utslagning av alla djur, inklusive fisk. Syrgasbristen kan också leda till att vi får syrgasfria mikrobiella processer och en avgivning av fosfat, ammonium och svavelväte från de syrgasfria bottensedimenten. Problemet med avgivning av fosfat från syrgasfria bottensediment kan även äga rum sommartid i vissa sjöar. När den bundna fosfor kommer ut i vattnet leder det till en rikligare växtlighet, som sedan skall brytas ned. Man kan säga att sjön har kommit in i en ond cirkel. Även om den yttre föroreningskällan nu tas bort kommer förloppet att fortsätta.



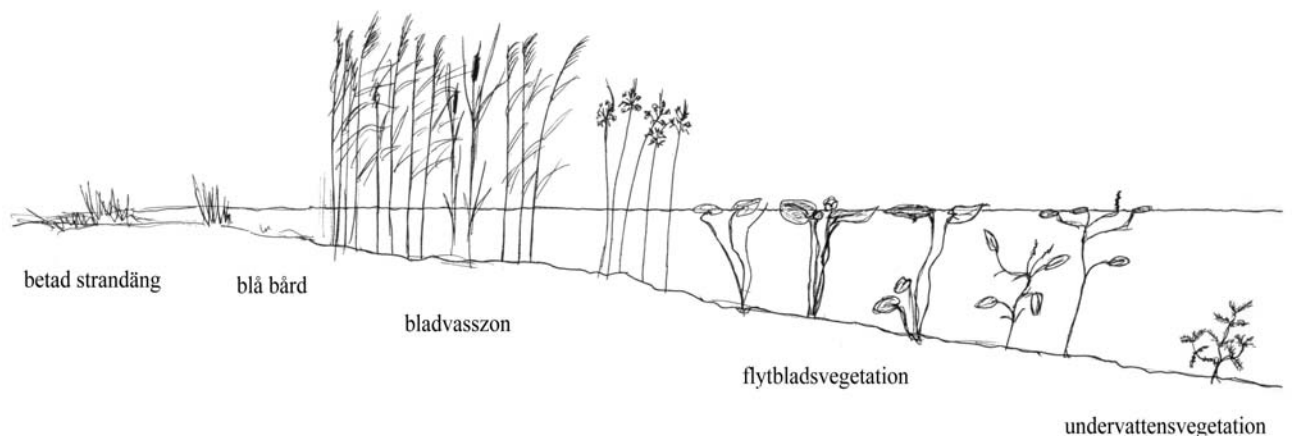
Sjön Björkarn i Finsta är nästan helt täckt av flytbladsvegetation i september månad.
Foto: Magnus Bergström, september-2000.

Vegetation i näringsrika sjöar

Det mest karaktäristiska för de näringsrika sjöarna är ökad totalproduktion av biomassa och organismer. Det visar sig ofta genom kraftiga bestånd av bladvass som växer längs stränderna. I dessa vassbälten finns också ofta inslag av jättegröe. Innanför de stora vassarna hittar man ofta ett antal storväxta örter som bredkaveldun, vattenskräppa, hästskräppa, vattenmärke, sprängört, sjöranunkel, stor igelknopp, svärdsilja och blomvass. Strandvegetationen domineras ofta av jättestarr, vasstarr, bunkestarr och grenrör. På betade stränder brukar en så kallad blå bård skapas innanför vassbältet genom boskapens bete och tramp. Vid alla typer av sjöar i södra och mellersta Sverige är klibbal ett typsikt inslag längs stränderna och omges sjön av öppna våtmarker är stora rundade buskage av gråvide vanliga.

På och under vattenytan kan man hitta arter som dyblad, vattenaloe, hornsärv samt flera arter av nate, slingor, andmatsväxter och vattenpest. Utanför vassbältet hittar man ofta stora bestånd av gul näckros. Även vit näckros förekommer.

De grunda näringsrika sjöarna i Norrtälje kommun har ofta ett brett bälte av bladvass utmed stränderna. I en del sjöar är flytbladsvegetationen riklig och näckrosor helt dominerande. De grunda vattenområdena är ofta bevuxna med olika arter nate, slingor, särv mm. De kalkrika jordarterna har gjort att vissa sjöar har en speciell och ovanlig flora av kransalger. I en del av sjöarna kan kransalgerna vara helt dominerande, medan andra sjöar uppvisar en blandning av nate, slingor, särv och kransalger.



Figur 1. Schematisk bild av strandområdet närmast en sjö. Denna strandzon är betad vilket har resulterat i en sk blå bård mellan stranden och bladvassen. Bladvasszonen är ofta tät och det förekommer ofta inslag av kaveldun, säv och jättegröe. Därefter följer diverse flytbladsvegetation (gula, vita näckrosor, pilört, gäddnate mfl natar) samt undervattensvegetation (slingor, särv, bläddror mm).

Grunda havsvikar

Grunda havsvikar (0-3 m) är mycket produktiva områden. Denna höga produktion är bl a basen för kustfisket, eftersom vikarna utgör skafferi och barnkammare åt flera av havets fiskarter. Vilka växt- och djurarter som trivs bestäms framförallt av havets salthalt. De grunda vikarna i kust- och skärgårdsområden är

också viktiga häckningsplatser för fåglar. Men havsvikarna är inte bara av intresse för fisk, fiskare och fåglar. Människan vill också använda samma områden för friluftsliv, skyddade småbåtshamnar och bryggor. Här råder således en intressekonflikt.



Vikasjön på Björkö utgör idag nästan en helt avsnörd havsvik och intransport av saltvatten sker bara vid högvatten. Foto: Monica Pettersson, juni-2000.

Varför är produktion så hög i grunda havsvikar?

I grunda havsvikar når solljuset lätt ner till botten vilket medför att mikroskopiska alger, större alger och blomväxter kan växa överallt. Tillrinningen från land och havsströmmar tillför ständigt näringsämnen till vikarna, vilket gynnar livet i vikarna. Växterna producerar mycket syre under dagen, men förbrukar i gengäld syre under natten. Tack vare vågrörelser och strömmar blir dock aldrig syrebristen allvarlig och ett rikt liv utvecklas. En annan effekt av att vikarna är grunda är att de värms upp tidigt på våren och är varma över sommaren, vilket ytterligare bidrar till att produktionen av växter och djur är hög.

Vilka fiskarter utnyttjar de grunda havsvikarna?

- ♦ **Rödspätta, pigghvar, gädda, abborre och ål** är exempel på arter som nyttjar vikarna som barnkammare.
- ♦ **Öring** samt de flesta av de ovan nämnda arterna äter som vuxna av vikarnas överflöd.

Det är framförallt de vegetationsklädda bottenarna som är viktiga. Den stora mängden växter skapar ett stort födounderland för olika växtätare men också skyddande gömslen för smådjur, räkor, krabbor och unga fiskar. Det är framförallt fiskarter som rödspätta, pigghvar, gädda, abborre och ål som nyttjar vikarna som barnkammare. Öring samt de flesta av de ovan nämnda arterna äter sedan som vuxna av vikarnas överflöd.

Vilka djur som trivs bestäms framförallt av havets salthalt och antalet fiskarter minskar successivt längre norrut i Östersjön. Förklaringen är att de arter som är anpassade till saltare vatten helt enkelt inte klarar av att leva i vatten med för låga salthalter. På västkusten är salthalten över 15 ‰ vilket ska jämföras med 10-6 ‰ i Östersjön. Uppe i Bottenviken ligger salthalten endast på 3-0 ‰ och i vattnet kring Norrtälje ligger salthalten på mellan 4-6 ‰.

Vegetation i grunda havsvikar

Salthalten i vattnet vid Östersjökusten sjunker gradvis mot norr och vattenvegetationen är artrikare än vid västkusten (undantag alger). Arter som bandtång och skruvnating förekommer upp till Gävlebukten. Andra arter som man kan hitta på Östersjökusten är kransalger, havsnajas, axslinga, olika natearter m fl. På de grundaste ställena växer ofta hårsärv. I vatten på mjukbotten växer också en rad arter som syns ovanför vattenytan som blåsäv, havssäv och vass.

Från havsvik till insjö –en naturlig process

Utvecklingsprocessen från en havsvik till insjö är lång och sker i olika stadier. Den initiala avgränsningen till en flad (grund havsvik med en eller flera förbindelser med havet) börjar hundratals år före själva avsnörningen. Landhöjningen (4-5 mm per år i Stockholms skärgård) gör att de grunda områdenas karaktär förändras relativt snabbt. Områden som tidigare varit exponerade för vind och vågor blir med tiden alltmer skyddade, trösklarna höjs och vattenutbytet med havet minskar samtidigt som vattnets uppehållstid förlängs.

Faktorer som avgör hur snabbt isoleringen sker är bland annat om tröskeln eroderas. Detta förlänger naturligtvis processen. Sker det däremot igenslamning och

igenväxning i utloppet förkortas processen. När tröskeln väl når högre än Östersjöns medelvattennivå sker inflöde av havsvatten endast under perioder med högvatten. Följden blir att vattnet i de grunda vikarna utsötas och näring anrikas inne i fladen. Vi får då en glo (en nästan helt isolerad flad) till vilken inflöden av havsvatten endast är sporadiska. Till slut snörs vikarna av och nya sjöar bildas. Härefter påverkar inte landhöjningen sjöns djup. Under den fortsatta utvecklingen växer sjöarna sakta igen. Sjöarna blir grundare och grundare genom sedimentering av dött organsikt material och lerpartiklar.

Utålskedjan i Norrtälje kommun, kan nämnas som ett exempel på vad som händer med en havsvik när den avsnörs. Här kan man följa förändringarna från de innersta vikarnas söta vatten till de yttre sjöarnas alltmer bräckta vatten till mynningen i den smala havsviken. Även utbredning av vatten- och strandvegetation medför att sjön så sakta växer igen. Slutligen får vi alkärr och myrar och i Upplands kalkrika områden kan grunda flador/glon övergå till att bli växtarrika rikkärr. Successivt kan alla dessa områden sedan övergå till fastmarksområden.

Den naturliga utvecklingen påverkas ofta av muddringar, vilka görs för att bevara vattenspeglar och för att få farbara vattenleder till småbåtsbryggor. Några av

de negativa effekterna på miljön vid muddring är ökad uppgrumling och sedimentation, utslagning av bottenvegetation samt frisläppandet av näringsämnen och föroreningar (t ex rester av olja, båt- och bottenfärger) som varit bundna i botten. Om man genom muddring tar bort den naturliga tröskeln till en grund vik förändras dessutom uppgrundningsförloppet. Upplägg av näringsrika muddermassor i vikar eller i strandnära områden medför näringsläckage till vattnet och ger därmed en ökad produktion i vattnet, som kan medverka till en ökad algblomning.

Organismsamhällena i en havsvik förändras med den pågående landhöjningen. De olika successionsstadierna kan ha olika naturvärden då olika arter förekommer, reproducerar sig och söker föda i dem. Sannolikt varierar också känsligheten för olika former av stress och störning.

Idag finns behov av ökade kunskaper kring vilken roll de grunda havsområdena har som barnkammare och skafferi åt våra fiskar. Det behövs också fortsatt forskning kring hur förändringar i miljön påverkar växt- och djurliv i kustzonen för att vi ska kunna veta hur vi ska hantera igenväxande havsvikar där konflikter med andra intressen uppstår.

Juridik och vattenverksamhet

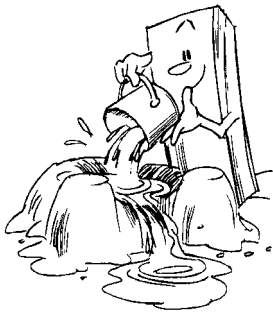
Från och med den 1 januari 1999 har Sverige en ny miljölagstiftning – en miljöbalk. Nu regleras vattenverksamhet i miljöbalken (MB) och i lagen om särskilda bestämmelser om vattenverksamhet (LSV).

verksamheter som prövats enligt tidigare bestämmelser. Vid vattenverksamhet gäller förutom dessa allmänna hänsynsregler också särskilda hänsynsregler (bilaga 1) som man ska följa.

Vattenverksamhet

Vattenverksamhet är ett sammanfattande begrepp på verksamheter i och med vatten. Med vattenverksamhet menas bland annat;

1. uppförande, ändring, lagning och utrivning av dammar eller andra anläggningar i vattenområden,
2. fyllning och pålning i vattenområden
3. bortledande av vatten från eller grävning, sprängning och rensning i vattenområden,
4. och andra åtgärder som syftar till att förändra vattnets djup eller läge.



Vem får bedriva vattenverksamhet?

Det får den som har rådighet över vattnet inom det område där verksamheten ska bedrivas. Rådighet kan t ex markägaren ha, som råder över det vatten som finns inom hans fastighet. Rådighet kan någon också få genom upplåtelse av fastighetsägaren (nyttjanderätt eller servitut).

Tillståndsplikt

- ♦ För åtgärder som klassas som vattenverksamhet gäller huvudregeln att det alltid krävs tillstånd enligt miljöbalken (11 kap. 9§).
- ♦ Arbeten av större omfattning får inte påbörjas innan tillstånd givits.
- ♦ Ansökningar om tillstånd till markavvattning prövas av länsstyrelsen och övriga ansökningar om tillstånd till vattenverksamhet prövas av miljödomstolen (För verksamheter i Norrtälje kommun är det Stockholms tingsrätt).

Grundläggande regler för all vattenverksamhet

De grundläggande reglerna för all vattenverksamhet är, liksom för allt som omfattas av miljöbalkens bestämmelser, de allmänna hänsynsreglerna (bilaga 1). Dessa gäller både för vattenverksamheter som inte är tillståndsprövade och för

Exemplet muddring

Muddring är ett exempel på en verksamhet som både kan vara vattenverksamhet och miljöfarlig verksamhet.

Enligt miljöbalkens definition för vattenverksamhet krävs det därmed också tillstånd enligt huvudregeln. Om det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen skadas genom vattenverksamhetens inverkan på vattenförhållandena, är verksamheten undantagen från tillståndsplikt. En muddring som ej behöver tillstånd men som väsentligt ändrar naturmiljön kan behövas prövas enligt samrådsparagrafen 12 kap. 6§. Syftet är att klargöra problemställningar i projektet, överväga alternativa lösningar, ge allmänheten möjligheter att påverka samt göra en relevant avgränsning av sakfrågorna. Anmälan görs till Länsstyrelsen.

Observera att en muddring som är undantagen från tillståndsplikt kan vara tillståndspliktig eller anmälningspliktig enligt andra bestämmelser i miljöbalken som t ex strandskyddsområde, naturreservat m fl. Hantering av muddermassor kan utgöra miljöfarlig verksamhet och därmed kan uppläggning eller dumpning av muddermassor vara tillståndspliktigt eller anmälningspliktigt (se nedan).

När det gäller att bedöma om allmänna eller enskilda intressen kan skadas, har verksamhetsutövaren bevisbördan och beviskravet är mycket starkt. Det skall vara uppenbart att ingen skada kan uppkomma. Vid muddringar där allmänna eller enskilda intressen påverkas krävs alltid tillstånd!

Hantering av muddermassor

Muddermassor klassas som avfall och uppläggning av muddermassor klassas som miljöfarlig verksamhet. Detta innebär att uppläggning av muddermassor oftast är

tillståndspliktigt (Länsstyrelsen är tillståndsmyndighet) eller anmälningspliktigt (Kommunen är anmälningsmyndighet). När det rör sig om dumpning av avfall (t ex muddermassor) inom svenskt sjöterritorium krävs dispens från Naturvårdsverket.

- ♦ **Tillståndsplikt:** gäller för muddringsverksamhet som innebär uppläggning eller utsläpp av fast avfall som kan förorena mark- eller vattenområde eller grundvatten och där föroreningsrisken inte bedöms som ringa.
- ♦ **Anmälningsplikt:** gäller för muddringsverksamhet som innebär uppläggning eller utsläpp av fast avfall på ett sätt som kan förorena mark, vattenområde eller grundvatten och där föroreningsrisken bedöms som ringa.

Undantag från tillståndsplikten

Det finns några undantag från tillståndsplikten. Det behövs inte tillstånd till rensning och återställande av vattendrag för att bibehålla vattnets djup och läge. Observera att om det var länge sedan en rensning genomfördes kan ett sk nytt naturtillstånd ha uppstått och då krävs det tillstånd! Ett annat undantag från tillståndsplikten är om det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen skadas genom vattenverksamhetens inverkan på vattenförhållandena.

Observera!

- ♦ Samråd skall alltid göras med Länsstyrelsen för vattenverksamheter som kan medföra skada på naturmiljön (12 kap. 6§).
- ♦ Det är alltid verksamhetsutövaren som avgör huruvida en vattenverksamhet är tillståndspliktig eller ej. Om en vattenverksamhet bedrivits utan tillstånd är utövaren bevisskyldig i fråga om de förhållanden som rådde i

vattnet innan verksamheten sattes igång.

- ♦ Vattenverksamheter som är undantagna från tillståndsplikt kan vara tillstånds- eller anmälningspliktiga enligt andra bestämmelser i miljöbalken, t ex inom strandskyddsområde, naturreservat m fl.
- ♦ Även om vattenverksamheten inte är tillståndspliktig kan man söka tillstånd. Detta för att t ex kunna undvika framtida diskussioner och konflikter eller undvika straff och andra sanktioner om åtgärden skulle visa sig vara tillståndspliktig.

Förfarandet vid ansökan om tillstånd eller omprövning av tillstånd

1. Samråd med berörda sakägare i god tid

Exempel på sakägare kan vara fastighetsägare, nyttjanderättshavare, verksamhetsutövare som utnyttjar samma vatten med flera. Lämna uppgifter om den planerade verksamhetens lokalisering, omfattning och utformning samt dess förutsedda miljöpåverkan.

2. Samråd med Länsstyrelsen

- De handlingar som behöver tas fram inför samrådet med Länsstyrelsen ska väl beskriva de tänkta verksamheterna eller åtgärderna. Dessa kan bestå av kartor, skisser och beskrivningar.
- Länsstyrelsen beslutar efter samrådet om verksamheten eller åtgärden kan antas medföra en betydande miljöpåverkan eller inte. Ett sådant beslut kan inte överklagas. Konsekvensen av ett beslut om betydande miljöpåverkan är att ett utökat samråd måste göras med exempelvis de statliga myndigheter, kommuner, den

allmänhet och de organisationer som kan bli berörda..

- Länsstyrelsens beslut om betydande miljöpåverkan kan också medföra att en utförligare miljökonsekvensbeskrivning måste upprättas.

3. Ansökan till miljödomstolen

- Kraven på ansökningshandlingarnas innehåll är beroende av verksamhetens eller åtgärdens art och omfattning. Kontakta miljödomstolen för att få erhålla vilka uppgifter som erfordras vid miljödomstolens prövning av en ansökan om tillstånd till vattenverksamhet.
- I en ansökan om tillstånd ska det dock ingå en miljökonsekvensbeskrivning.
- Ett tillstånd kan förenas med villkor.



Kostnader

Kostnader för ansökan om tillstånd, omprövning av tillstånd och lagligförklaring av anläggningar är väldigt individuellt och det varierar från fall till fall. Det som kostar är bland annat prövningsavgift, kungörelsekostnad, lokalkostnader och rättegångskostnader (om tvist). Ett gott råd vid planerandet av en vattenverksamhet är att skriva avtal och att alltid försöka undvika konflikter.

Olika metoder för sjörestaurering

Det är viktigt att komma ihåg att man inte kan "restaurera" en sjö tillbaka till sitt ursprungliga utseende. Det man kan göra är olika insatser som syftar till att bromsa igenväxningsprocessen (eutrofieringen). Det handlar oftast mer om att "rehabilitera" en sjö, snarare än att återskapa ett tillstånd som var verklighet för mycket länge sedan. De olika insatserna brukar man kalla restaureringsåtgärder och de delas ofta in i två huvudgrupper. Dels sådana som huvudsakligen syftar till att reducera närsaltsutflödet från sedimenten och växtplanktonproblem dels sådana som används för att reducera vattenvegetationen och återskapa fria vattenytor. För att effekterna av olika restaureringsåtgärder ska vara mer bestående bör arbetet om möjligt föregås av åtgärder för att begränsa belastningen i tillrinningsområdet.

Närsaltsreduktion

Nedanstående åtgärder (insatser) syftar alla till att reducera utflödet av näringsämnen från sedimenten i en sjö och därmed även växtplanktonproblemen.

1. Sedimentborttagning – muddring

Sedimentborttagning genom grävning, muddring eller sugmuddring är den mest använda metoden för att förbättra tillståndet hos en sjö. Målsättningen kan var att ta bort näringsrika ytsediment, avlägsna områden med övervattensväxter eller ta bort förorenade sediment. Till detta används grävmaskiner och mudderverk. Hur länge fördjupningen av sjön består beror av sedimentationshastigheten efter restaureringen. Muddringsmassorna kan efter avvattning användas som jordförbättringsmedel om inte koncentrationen av metaller är för hög. Muddring eller deponering av

muddermassor, bör inte utföras under tiden 1 maj -31 augusti då verksamheterna kan inverka negativt på livet i vattnet och störa friluftslivet.

Problemen med muddring är att det ofta blir mycket dyrt och arbetsintensivt. Noteras ska också att mudderverk ofta suger ojämnt och därmed kan en muddring förorsaka en ytförstoring av sedimentytan, det vill säga om kvarvarande sediment läcker fosfor kommer det efter muddringen att läcka från en större yta än före ingreppet. Andra tekniska problem är risken för uppgrumling med åtföljande utflöde av fosfor till vattnet.

2. Riploxmetoden

Målsättningen med den här metoden är att reducera den interna belastningen av fosfor genom att oxidera sedimentytan och därmed fastlägga fosfor i sedimenten. Oxideringen görs på biologisk väg genom att kalciumnitrat pumpas ner i sedimenten (bakterier utnyttjar tillfört nitrat för att bryta ned organiskt material). Innan nitraten tillsätts pumpas järnklorid ner i sedimenten eftersom järn i oxiderad form binder fosfor. För att pH ska vara optimalt för denitrifikation, så att kvävet försvinner upp i atmosfären, tillsätts också kalciumhydroxid. Dessa tre kemikalier (kalciumnitrat, järnklorid, kalciumhydroxid) är sedan tänkta att fungera som en barriär eller ett lock för fosforläckage från sediment till vatten. Metoden har provats med varierande resultat.

3. Fällning av fosfor med aluminiumsulfat eller järnklorid

Tillsats av aluminiumsulfat eller järnklorid används allmänt i reningsverk för att kemiskt fälla ut och avlägsna fosfor (sk kemisk rening). Metoden har också provats i sjöar, men resultatet är mycket varierande. Målsättningen vid tillsats i sjöar är dels att minska fosforhalten i

vattenfasen, dels att förhindra eller fördröja frigörelsen av fosfat från sedimenten.

4. Luftning av bottenvattnet (hypolimnionluftning)

I kraftigt eutrofierade, djupa sjöar minskar ofta syrehalten i vattenmassan nedanför det sk temperatursprångskiktet till nivåer där få organismer kan leva. En annan effekt är att utflödet av fosfor från sedimenten ökar när syrehalten blir för låg. För att förbättra syrgasförhållandena har denna metod utvecklats som innebär att man pumpar ner luft eller ren syrgas i temperatursprångskiktet. Metoden används ofta som ett komplement till andra insatser. Under tiden som luftningen pågår minskar fosforhalten i vattnet, medan effekterna på algbiomassa och siktdjup är varierande. Effekten är dock kortvarig. När väl luftningen avbryts återgår sjön till sin forna status.

5. Utspädning och bortpumpning av bottenvatten

Utspädning med vatten av bättre kvalitet kan vara ett sätt att minska närsaltkoncentrationen och mängden växtplankton i en sjö med temperaturskikt. Metoden kräver dock lite speciella förutsättningar. Dels måste det finnas rent (relativt näringsfattigt) vatten tillgängligt till en rimlig kostnad och dels krävs det en lämplig recipient (mottagare) för det syrefattiga och näringsrika bottenvattnet.

6. Biomanipulering

Undervattensväxter är en organismgrupp av stor betydelse vid biomanipulering. Får de tillgång till både ljus och näring kan många arter snabbt kolonisera stora ytor genom att sprida sig genom att bitar av plantan lossnar och fastnar någon annanstans. Undervattensväxter är i första hand tillväxtbegränsade av fosfor vilket innebär att en ökning av fosfor resulterar i en ökad tillväxt hos dem. Genom att stora mängder närsalter tas upp av

undervattensväxterna minskar också möjligheterna för växtplankton att tillväxa. Biomanipulering innebär att man reducerar mängden karpfisk (mört, braxen) för att gynna djurplankton med följden att mängden växtplankton minskar genom betning och siktdjupet ökar. Anledningen till att man vill reducera mängden karpfisk är att de då de söker föda på sedimentytan virvlar upp sediment vilket ökar utflödet av närsalter framförallt av fosfor till vattnet (sk ökad intern belastning). Braxens födosök i sedimentytan försvårar också etablering av undervattensvegetation. Vegetation som skulle kunna binda in stora mängder fosfor, stabilisera sedimentytan och utgöra refuger för djurplankton med mera.

Följden av att den interna belastningen ökar, blir att algproduktion ökar varvid mörtfiskar gynnas. Reduktionsfiske kan göras selektivt med hjälp av trålning där rovfisken släpps tillbaka. För att förstärka effekten av reduktionsfisket kan man också plantera in rovfisk. Förutsättningar för en lyckad biomanipulering är att reduktionen i biomassa av djurplanktonätande fisk (mört, braxen) bör vara 75 % eller mer. När mängden karpfisk reduceras ökar möjligheterna för kommande års yngel av karpfisk att överleva, eftersom konkurrensen om födan minskar. Rekryteringen av fiskyngel kan ibland motverka syftet med biomanipuleringen genom att de kraftigt kan reducera mängden och storleken av betande djurplankton. Följden blir att mängden växtplankton kan öka och siktdjupet därmed minskar. För att minska rekryteringen av fiskyngel kan man direkt plantera in rovfiskyngel. Vidare bör biomanipuleringen genomföras snabbt, helst under 1-2 år för att förhindra att karpsamhället kompenserar för borttagen biomassa genom ökad tillväxt etc. Vilket resultatet blir av en biomanipulering påverkas också av sjöns utseende, djup, form, sjöns hydrologiska förhållanden samt närsaltsbelastning.



Under ett studiebesök vid Rådasjön kunde man få se ett exempel på ett frontmonterat vassklippningsaggregat som de kringboende runt sjön köpt.
Foto: Monica Pettersson, augusti-2000.

Begränsning av vattenvegetation

I näringsrika sjöar finns ofta en utbredd förekomst av växter såsom vass, näckrosor och undervattensvegetation. Trots att våra utsläpp idag renas bättre från kväve och fosfor kan man se en ökad tillväxt av vattenväxter i sjöarna. Förklaringen är att den minskade tillförseln av näring gynnar de vattenväxter som tar sin näring från de redan mycket näringsrika sedimenten. Andra faktorer som påverkar utbredningen hos vattenvegetation är bottensubstratets beskaffenhet (mjukt, hårt), tillgången på ljus (siktdjup), vattenståndsvariationer och vattenrörelser (mycket vågrörelser medför mycket material i vattnet med följden att tillgången på ljus minskar).

Vattenvegetation är på många sätt mycket värdefullt. Undervattensväxter kan ta upp fosfor både från sedimenten och vattnet och under vegetationssäsongen kan de binda in stora mängder fosfor som annars skulle vara tillgängligt för växtplankton. Om undervattensväxterna är tillräckligt talrika minskar alltså risken för algbloomning eftersom fosfor blir tillväxtbegränsande för alger. Ett exempel

på detta utgör sjön Björkarn i Finsta, som är en starkt igenvuxen sjö men med relativt klart vatten. Undervattensväxter fyller också en annan viktig funktion. De stabiliserar sedimentytan, vilket gör att sedimenten blir mindre benägna att virvla upp och grumligheten minskar. Det kan vara bra att fundera igenom vad man egentligen vill med ett vatten innan man gör några insatser eftersom tar man bort det ena "problemet" får man med all säkerhet ett nytt.

Klippning av vattenvegetation är en åtgärd som måste upprepas. Om klippning upphör återkommer vegetationen snart. För att åstadkomma en mer långvarig effekt kan man bli tvungen att gräva bort rotsystemen. Effekten av upprepad klippning beror på vilken art som beskärs och vilka miljöförhållanden som råder på växtplatsen. Klippning av vattenvegetation förekommer alltför ofta eftersom det är en förhållandevis billig underhållsåtgärd. Vid all klippning av vattenvegetation är det mycket viktigt att den avklippta vegetationen tas upp ur sjön för att få bort både näringsämnen och syretärande ämnen (det organiska materialet). Det är också viktigt att inte klippa för tidigt på året med hänsyn till fågellivet.

1. Beskärning av övervattensväxter som t ex bladvass

När ska man klippa? Om bladvass klipps i slutet av juni/ början av juli blir resultatet att vi får en späddare återväxt men ett större antal, det vill säga man får en ökad skotttillväxt. Om man däremot klipper bladvassen i slutet av juli/ början av augusti då vassen inte hunnit lagra ner någon näring i rötterna ännu blir effekten bättre till nästa säsong. För att få bra effekt på bladvass kan man behöva gräva upp rotfilten.

Bladvass kan växa ut till ett djup av 1 – 1,5 m, men bladvassfrön kan endast gro i strandkanten, det vill säga i sjöar har vi endast vegetativ förökning. Rotmattan kan bli 25-30 cm tjock och tillväxten hos bottenfast vass kan vara 1 m/ år utåt i sjön. Gungflymattor tillväxer däremot inte lika snabbt. Bladvassens tillväxt påverkas negativt av kalla regniga vårar med högt vattenstånd.

2. Beskärning av flytbladsvegetation som t ex näckrosor

Näckrosor växer ut till ett djup av 2-3 m. De har jordstam och alltid nya blad på gång i rotområdet med mycket god tillväxt. Detta innebär att de kan återhämta sig mycket snabbt efter avklippning. Gula näckrosor sprids mycket lätt med frön. I en frökapsel kan det finnas omkring 300 frön. För att kunna begränsa näckrosors utbredning i en sjö behöver man klippa hela sjön för att få någon effekt eftersom kvarvarande bestånd hela tiden producerar nya frön som lätt sprider sig med följderna att nya näckrosor ständigt kan etablera sig.

Att få någon effekt enbart genom klippning av flytbladsvegetation som t ex näckrosor är svårt. Det krävs upprepade klippningar år efter år. I sjön Marsjön i Närtuna började man att klippa näckrosor för ca 7 år sedan. Där har man sedan klippt flera gånger per växtsäsong och idag kan man se att utbredningen av näckrosor har

minskat. Andra menar att klippning inte har någon inverkan alls på utbredningen av näckrosor utan att man är tvungen att avlägsna hela rotdelen för att lyckas begränsa spridningen i ett mer långsiktigt perspektiv.

3. Beskärning av undervattensvegetation

Undervattensvegetationens utbredning kan variera mycket från år till år utan att några åtgärder vidtagits. Dessutom har klippning av undervattensvegetation ofta visat sig ha liten eller ingen negativ effekt på utbredningen. Klippning av vissa växter kan också innebära att växtdelar sprids och slår rot, med följderna att utbredningen istället ökar. Exempel på växter som kan föröka sig vegetativt och därmed skulle gynnas av en avklippning är t ex vattenpest och axslinga. Dessa har dessutom sk övervintringsknoppar. Det är knoppar som på hösten ramlar ner till botten för att sedan gro på våren. Andra undervattensväxter man kan ha problem med är olika nateväxter och slingor samt hornsärv. Hornsärven är till skillnad från de andra fritt flytande och den tar sin näring direkt från vattnet. Det vill säga hornsärven hittar man företrädesvis i näringsrika vatten. Bästa sättet att bli av med undervattensvegetation är att dra upp dem och kasta dem på land.

4. Vattenståndsvariationer

Genom att använda sig av vattenståndsvariationer kan man minska utbredningen av övervattensväxter som vass, säv m fl. Vegetationen störs och begränsas genom att den utsätts för dränkning, extrem kyla eller värme. Om möjligheten finns att variera vattenståndet under höst, vinter och vår kan man t ex genom islyftningseffekter begränsa bladvassens utbredning ganska effektivt. För att kunna använda sig av vattenståndsvariationer krävs det tillstånd och vattendom.

5. Inplantering av gräskarp

Bete av gräskarp har i vissa sjöar, visat sig förvandla vatten med klarvattenfas till planktondominerade vatten. Förklaringen sägs vara att gräskarpen, när de söker efter föda, rotar i sedimenten, vilket ökar näringstillgången och grumligheten i vattnet. Gräskarpen biter dessutom sönder vattenvegetation vilket kan stimulera tillväxt och utbredning hos en del undervattensväxter. Andra problem med gräskarp är att de inte fortplantar sig här på grund av klimatet. Gräskarpen äter främst fintrådiga växter, det vill säga ej bladvass. Födointaget ökar med temperaturen och under gynnsamma förhållanden kan gräskarpen äta sin egen vikt/dygn.

Att plantera in karp är många gånger en dyr investering för en liten effekt. I Malstasjön strax nordväst om Norrtälje provade man 1983 att plantera ut gräskarp. Fyra år senare kunde man inte se någon påvisbar effekt på den rikliga vegetationen (hornsärv, vattenpest och näckrosor) i sjön. Förklaringen tror man bland annat är att det planterades ut för få fiskar och/eller att de ätits upp av gädda.

Vid utsättning av gräskarp i en sjö måste man först klargöra vilka växter som finns i systemet. Fisken måste ha förutsättningar för att äta den vegetation som man önskar bli av med. Sedan måste man göra en uppskattning av den växtbiomassa som finns i systemet för att kunna uppskatta den mängd fisk som behövs för att fisken ska fungera som önskad växtreducerare.

Metoden kan lämpa sig i mindre vatten, t ex dammar där temperaturen blir högre och det är lättare att erhålla tillräckligt många gräskarpar för att en bra effekt ska kunna uppnås. Genom att gräskarpen förvandlar vegetationen till ny näring genom den egna matsmältningen gör fisken näring direkt tillgänglig för alger. Det vill säga att effekten av att plantera in gräskarp kan bli mindre vegetation och samtidigt mer algblomning.

Observera att det alltid krävs tillstånd, ett sk utplanteringstillstånd, för att flytta och plantera ut fisk (gäller även kräftdjur), från den länsstyrelse där vattnet är beläget. Kontakta Länsstyrelsen för mer information.

Bevarande och restaurering av vattendrag

Vattendrag är viktiga lek- och uppväxtmiljöer för olika fiskarter som gädda, abborre, mört och id med flera. Rinnande och strömmande vattendrag hyser ofta en stor artrikedom. Tillgången på ryggradslösa djur som myggor, sländor, skalbaggar, musslor och kräftdjur tillsammans med groddjur och fisk drar till sig däggdjur och fågel. Nedan följer exempel på möjliga vårdande och restaurerande åtgärder som man kan göra i ett vattendrag

Biotopförbättrande åtgärder i ett vattendrags avrinningsområde

- ◆ Minska utflödet av erosionsmaterial, näringsämnen och bekämpningsmedel från avrinningsområdet till vattendraget genom att anlägga dammar, skapa slingrande vattendrag istället för raka diken, anlägga buffertzoner av träd och buskar längs vattendragen.
- ◆ Stabilisera vattendragets strandkanter genom att anlägga vegetationszoner kring vattendraget.

Biotopförbättrande åtgärder i ett vattendrag

- ◆ Bibehållande av en träd- och buskrik zon närmast bäcken, vilket förhöjer vattendragets värde för fåglar, skapar skugga åt fiskar och ger lägre vattentemperatur.
- ◆ Stenutläggning i grunda vatten, gynnar i första hand unga fiskar.
- ◆ Återkommande rensning av nerfallna stenar, stammar och grenar görs vår och höst för att avlägsna vandringshinder.
- ◆ Ökning av vattenhastigheten med hjälp av sk strömkoncentratorer (olika stenformationer) i en mindre del av fåran för att skapa en lokal erosion i botten eller i strandkanten.

Dessa strömkoncentratorer skapar också ståndplatser för större fisk.

- ◆ Anläggande av trösklar. Det finns två typer av trösklar; de som syftar till att skapa djupare ståndplatser uppströms och de som syftar till att skapa en eroderad håla nedströms.
- ◆ Skapande och bevarande av överhängande skydd. Det är framförallt större fisk som föredrar djupare vatten och överhängande skyddande vegetation i stället för skyddande stenar.

Biotopförbättrande åtgärder för havsöring

- ◆ Anläggande av lekplatser, grusbäddar för att få havsöring att etablera sig och leka.
- ◆ Skapande av ståndplatser för havsöringsungar. Lekbäddarna utgör viktiga uppväxtområden för yngel och små ungar. Efter att ynglen vandrat upp genom gruset börjar de konkurrera med varandra. Genom att erbjuda havsöringsungarna skyddade ståndplatser bakom stenar, stockar eller i vegetation, kan både överlevnaden och tillväxten öka betydligt. Allt eftersom ungarna växer sprider de sig sakta till nya områden i vattendraget.
- ◆ Skapande av djupare vattenhål sk höljor till större havsöring. Skapas enklast genom trösklar eller genom att koncentrera flödet till en mindre del av fåran med hjälp av olika stenformationer sk strömkoncentratorer.

Observera att muddring av mynningsområden för havsöringsförande vattendrag bör undvikas under lektiden (september-november).

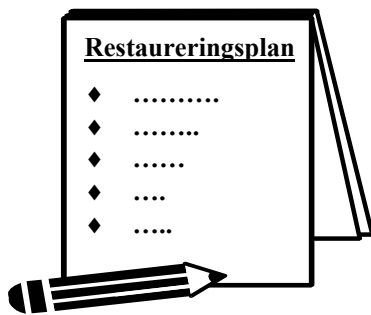


I Husbyån som rinner genom Finsta har man genom olika biotopförbättrande åtgärder återskapat ett variationsrikt och levande vattendrag.
Foto: Monica Pettersson, september-2000.

Del B - Att tänka på vid planering av ett restaureringsprojekt

Upprättande av en restaureringsplan

Innan man börjar med det praktiska i ett restaureringsprojekt bör man skriva ihop en restaureringsplan. Det är ett skriftligt samlingsdokument som bygger på den information mm man samlar in under projektets planeringsskede. Restaureringsplanen ska finnas med under hela projektet och fungera som ett stöd i arbetet. Under arbetets gång kan man sedan komplettera planen.



En restaureringsplan bör baseras på nedanstående.

1. Definiera problemet

Vilka är problemen i sjön eller vattendraget? Möjliga orsaker?

2. Definiera ett tydligt mål med restaureringen

Det är viktigt att definiera målet med restaureringen. Vad vill man uppnå? Målet kan vara att förlänga sjöns livslängd genom att försöka minska den interna belastningen av fosfor och kväve. Målet kan också vara att öka sjöns möjligheter till rekreation, fiske och bad. Kanske vill man återskapa viktiga häckningsplatser, ha en öppnare landskapsbild, en sjö med fria vattenspeglar mm. Vilka åtgärder kan bli aktuella?

3. Definiera de olika aktörerna och förankra projektet

Vilka kan på något sätt beröras av restaureringsprojektet? Det är viktigt att i ett tidigt skede kontakta och informera alla markägare, arrendatorer, permanentboende, fritidsboende, föreningar och sjösänkingsföretag med flera som på något sätt kan beröras. Försök att förstå samt ta hänsyn till deras argument, reaktioner med mera till projektet.

Vid diskussioner kring projektets genomförbarhet kan det vara bra att reflektera över:

- ◆ Vad krävs det för att projektet ska kunna genomföras? (arbetsinsatser, pengar, maskiner, specialkunskaper mm)
- ◆ Finns det lokalt stöd och engagemang för projektet samt finns det förutsättningar för fortsatta kommande insatser?
- ◆ Vilka är de förväntade miljöeffekterna av de planerade restaureringsåtgärderna?
- ◆ Hur ser tidplanen ut där olika åtgärder är preciserade i tid och rum? Vilka är kostnaderna?

4. Samla in och sammanställ information om det aktuella området

För att bedöma förutsättningarna för en restaurering måste alla tillgängliga data om sjön sammanställas. Sammanställningen ska mynna ut i en beskrivning av områdets förutsättningar och projektets förväntade effekter mm.

- ♦ Hur såg området ut tidigare ?
Beskrivning av sjön eller vattendragets situation tidigare och idag. Vilka är problemen och möjliga orsaker. Med hjälp av flygbilder och gamla fotografier över området kan man få en bra bild över hur t ex en sjö har förändrats. Även gamla kartor kan vara till hjälp för att se hur stor utbredning en sjö har haft innan t ex en sjösänkning.
- ♦ Dokumentera området och restaureringsarbetet
 - Studera sjöns eller vattendragets avrinningsområde. Hur ser det ut? Hur ser belastningen av näringsämnen ut i området? Kan belastningen minskas? Hur ser växt och djurliv ut?
 - Upprätta ett kontrollprogram där bl a undersökningar på vattenkvalitet och sediment, inventeringar av vattenvegetation och bottenfauna mm ingår.
 - Dokumentera med fotografier, film och skriftligt både före, under och efter olika restaureringsåtgärder. Detta för att man ska kunna följa upp åtgärderna man genomfört vid ett senare tillfälle.
- ♦ Hur har man gjort vid liknande restaureringar och vad blev resultatet?
Vilka erfarenheter fick man där? Vid dessa jämförelser måste man tänka på hur hydrologin, geologin och den mänskliga påverkan i form av enskilda avlopp, konstgödsel, bekämpningsmedel, industriavlopp med flera ser ut i de olika områdena. Är förutsättningarna i de olika områdena jämförbara?

- ♦ Vilka resurser finns att tillgå inom projektet i form av arbetsinsatser, maskiner och pengar?
Vad kan projektets deltagare bidra med? Hur är tillgången på arbetskraft och maskiner? Vilka kunskaper finns hos projektets deltagare? Finns det specialkunskaper? Vad behövs det anlitas konsulter till?
- ♦ Behövs det mer information om området, olika åtgärder mm?
Var kan man söka den informationen?
Nedan följer några ställen som man kan vända sig till med frågor:
Kommunen, Länsstyrelsen, Jordbruksverket, Naturvårdsverket, Fiskeriverket, LRF (Lantbrukarnas Riksförbund), WWF (Världsnaturfonden), Svensk våtmarksfond, SLU (Sveriges Lantbruksuniversitet), Upplandsstiftelsen, Lantmäteriverket, NNF (Norrtälje Naturvårdsfond), ornitologiska föreningar, fiskevårdsföreningar, naturskyddsföreningar med flera.

5. Tillstånd

För verksamheter som klassas som vattenverksamheter gäller generell tillståndsplikt. Ansökan om tillstånd prövas av miljödomstolen. För att få bedriva vattenverksamhet ska verksamhetsutövaren ha rådighet över vattnet inom det område där verksamheten ska bedrivas. Det är den som vill bedriva vattenverksamhet, det vill säga verksamhetsutövaren som ska ansöka om tillstånd. (Se vidare avsnittet ”Juridik och vattenverksamhet”).

6. Att tänka på vid anlita av entreprenör och val av teknisk metod

Information om olika entreprenörer och tillverkare av maskiner för vatten- och våtmarksvård kan man hitta med hjälp av gula sidorna via muddringsärenden och entreprenadarbeten samt med hjälp av internet.

Samla in information och ta in offerter från flera olika entreprenörer innan ni bestämmer er. Tänk på att en entreprenör som utför åtgärder utan tillstånd inte är seriös. Kolla därför alltid referenser!

- ♦ Vid bedömning av vilken teknisk metod som man bör använda ska man ta hänsyn till:
 - hur kan den påverka andra arter och ekosystem än de som är av intresse, till exempel nedströms?
 - hur har den fungerat i tidigare liknande projekt?
 - kräver åtgärden återkommande insatser
 - hur stor nytta ger åtgärden i förhållande till kostnad och arbetsinsats?
 - hur lång tid tar åtgärden/insatsen att genomföra?
- ♦ Planerar ni att köpa en egen maskin?

Det finns olika typer av maskiner för vatten- och våtmarksvård. För mekanisk bekämpning av vattenvegetation finns det sk vassklippare i olika storlekar och utföranden. Det finns både motordrivna och hydraulmotordrivna slätterknivar som kan monteras på vanliga standardbåtar. Ett komplement till dessa är en vassräfsa, med vilken flytande klippt vegetation kan samlas ihop och transporteras upp på land. För klippning i våtmarker och strandängar finns det också sk våtmarksklippare. Det finns även större maskiner som kan användas till bekämpning av vattenvegetation. Det finns sk amfibiegående arbetsbåtar som kan ta sig fram både på land och i vatten genom att de flyter på pontoner i vattnet (se

omslagsbild). För muddringsarbeten finns kranpråmar, olika grävmaskiner varav en del är pontonburna med mera.

7. Finansiering av projektet

Vilka möjligheter finns till egen finansiering? Saknas möjligheter till egen finansiering fullt ut krävs det att man hittar andra finansiärer. Det kan vara svårt och kräver ofta en hel del arbete. Ibland kan lokala fonder och stiftelser samt fristående organisationer såsom WWF med flera bidra ekonomiskt. Ibland finns det EU stöd som man kan söka. Kontakta Länsstyrelsen för löpande och praktisk information om gällande EU-stöd. Ibland har kommunen pengar avsatta för olika projekt. Andra sätt att samla in pengar kan vara att starta en förening med intresserade och/ eller att starta en insamling bland kringboende runt sjön eller vattendraget.

Upprättande av ett kontrollprogram

För att kunna klarlägga hur restaureringsarbetet påverkar vattensystemet samt för utvärderingen av insatta åtgärder behövs ett sk limnologiskt kontrollprogram. Syftet med ett kontrollprogram är att dels själva sjön och åtgärderna ska följas upp, dels att sjöns tillflöden och utlopp ska undersökas. Behovet av undersökningar varierar med vilka åtgärder man ska göra i en sjö, vattendrag eller havsvik. Utifrån olika åtgärder behövs olika undersökningar och därmed olika kontrollprogram.

Det är viktigt att följa sjöns utveckling under flera år efter en restaureringsinsats för att kunna få tolkningsbara resultat som man kan dra slutsatser ifrån. Det är viktigt att komma ihåg att mellanårsvariationerna kan vara stora.

Exempel på vad som kan ingå i ett kontrollprogram:

- *Vattenkemianalyser:* Bör göras flera gånger per år. I sjöar minst 4 ggr/år, i åar 6-12 ggr/år. Parametrar som undersöks är bla pH, fosfor, kväve, grumlighet, syrgas med flera.
- *Planktonanalyser:* Undersökningen kan utföras vår, sommar ev höst beroende på vilka växt- och djurplankton man vill undersöka.
- *Sedimentkemianalyser:* Kan utförs när som helst under året.
- *Vegetationsutbredning:* Undersökning av vilka arter som finns och deras utbredning. Utförs under sommaren och höst.
- *Bottenfaunaundersökning:* Bör utföras under vår eller höst.

- *Fiskundersökning:* Bör utföras under sommaren.
- *Fågelinventering:* För att få uppgifter på vilka fåglar som häckar i sjön ska en inventering föras under vår och försommar. Vissa sjöar utgör även viktiga rastplatser på hösten för fåglar. Då kan en inventering under hösten ge värdefull information.

Var kan man få hjälp med analyserna?

Det finns många laboratorier som utför analyser av dricksvatten, avloppsvatten, recipientvatten och badvatten. En del laboratorier utför även bottenfaunaundersökningar, fiskundersökningar, vegetationskarteringar samt analyser av sediment och plankton. Kostnaden varierar utifrån vilken typ av undersökning det rör sig om samt antal prover.

Referenser

Litteratur

Asplund, Ö. 1976. Sänkta och utdikade sjöar i Stockholms län. Länsstyrelsen i Stockholms län. 1975 nr 2.

Bergström, M. 1999. Ansökan för lokalt investeringsprogram för ekologiskt hållbar utveckling av Norrtälje kommun 2000-2002.

Dahlgren, S. 1997. Vegetation i trösklade havsvikar i Stockholms län. Miljövårdsenheten. Länsstyrelsen i Stockholms län. Underlagsmaterial Nr 33.

Fiskeriverket. 1991. Grunda havsvikar. Fakta om fisk, fiske och fiskevård, nr 3 aug-91.

Hansson, L-A. 1998. Biomanipulering som restaureringsverktyg för näringsrika sjöar –en kunskapssammanställning. Naturvårdsverket rapport 4851.

Hylander, K. 1998. Aktionsplan för biologisk mångfald. Norrtälje kommun.

Länsstyrelsen i Stockholms län. 1995. Några fakta om Miljön i Stockholms län.

Pettersson, K. & Wallsten, M. 1990. Sjörestaurering i Sverige - Metoder och resultat. Naturvårdsverket rapport 3817.

Internet

www.nrm.se Den virtuella floran;
Naturhistoriska Riksmuseets hemsida,
00-07-03

www.ma.slu.se Inst. för miljöanalys
SLU (Sveriges Lantbruksuniversitet),
00-07-03

Tecknade bilder

Figur 1. Vegetationsprofil, Monica Pettersson, 2000.

Teckningarna i avsnittet ”Juridik och vattenverksamhet” kommer från Miljöbalkutbildningens kurslitteratur och de är ritade av Nils Möllerström.

Allmänna och särskilda hänsynsreglerna i miljöbalken

Allmänna hänsynsreglerna 2 kap. i miljöbalken

Ska följas i alla de situationer, tillfällen, händelser, verksamheter och åtgärder som omfattas av miljöbalkens bestämmelser. T ex när mark och vatten brukas. De allmänna hänsynsreglerna gäller parallellt med annan lagstiftning.

- 1§ *Bevisbörderegeln* – verksamhetsutövaren har bevisbördan. Denna regel gäller före verksamheten, under verksamheten och efter att en verksamheten har upphört.
- 2§ *Kunskapskravet* – man ska veta vad man gör så att man inte stör. Det vill säga att den som utför en verksamhet ska ha sån kunskap att han kan utföra verksamheten utan att påverka omgivningen negativt. Vid en eventuell olycka eller skada kan verksamhetsutövaren aldrig skylla på att han inte visste, eller kunde förutse konsekvenserna av verksamheten.
- 3§ *Försiktighetsprincipen* – redan *risken* för negativ påverkan innebär en skyldighet för verksamhetsutövaren att vidta skyddsåtgärder och andra försiktighetsmått för att minska eller ta bort risken för skada på omgivningen. Det är alltid den som orsakar eller riskerar att orsaka en miljöstörning som ska bekosta de förebyggande eller avhjälpande åtgärder som behövs.
- 4§ *Lokaliseringsprincipen* – man ska välja den plats som är lämpligast för miljön och människors hälsa. Det vill säga en sådan plats där ändamålet kan uppnås med minsta intrång och olägenhet.
- 5§ *Hushållnings- och kretsloppsprinciperna* – man ska hushålla med råvaror och energi och utnyttja möjligheterna till återanvändning och återvinning. I första hand skall förnybara energikällor användas.
- 6§ *Produktvalsprincipen* – man ska välja sådana kemiska produkter och biotekniska organismer som är minst skadliga för miljön.
- 8§ *Ansvar för att avhjälpa skador* – skador ska avhjälpas. Även sådana som orsakats tidigare. Det är den som orsakat en skada eller olägenhet som är skyldig att avhjälpa denna. Detta gäller till dess att olägenheten har upphört, oavsett om verksamheten fortfarande bedrivs, har överlåtits eller upphört. Ansaret gäller ända fram till dess att skadan eller olägenheten avhjälpas.

Särskilda hänsynsregler 11 kap. 6-7 §§ i miljöbalken

Vid vattenverksamheter måste speciella hänsyn tas. Det vill säga att förutom att de allmänna hänsynsreglerna ska uppfyllas ska även de särskilda hänsynsreglerna uppfyllas.

- | | |
|--|--|
| 6§ <i>Båtnadskravet</i> | - Fördelarna från allmän och enskild synpunkt måste överväga kostnaderna, skadorna och olägenheterna av verksamheterna. Syftet är att hindra verksamhet som inte är samhällsekonomiskt motiverad. |
| 7§ <i>Ej försvåra annan verksamhet</i> | - En verksamhet får inte utföras så att den försvårar annan verksamhet som i framtiden kan antas komma att beröra samma vattentillgång, och som främjar allmänna eller enskilda ändamål av vikt. Verksamheter som med någon sannolikhet kan komma bedrivas inom en inte alltför avlägsen framtid. (som mest 10 år) |
| 8§ <i>Kompensera fisket</i> | - Då fisket kan komma att skadas skall sådana åtgärder vidtas som möjliggör fiskens framkomst och fiskets bestånd. Den som vill bedriva en vattenverksamhet som kan skada fisket är skyldig att utan ersättning vidta och för framtiden underhålla behövliga anordningar. |

Några ordförklaringar

Avrinningsområde	Till varje punkt i ett vattendrag och till varje sjö eller kuststräcka hör ett avrinningsområde, som begränsas av en vattendelare. Avrinningsområdet omfattar både mark och vattenytor. Inom avrinningsområdet förs vatten från områdets högsta delar till dess lägsta.
Biotopförbättrande åtgärder	Åtgärder som syftar till att förbättra miljö och livsbetingelser för olika organismer. T ex anläggandet av lekplatser i form av grusbäddar till förmån för havsöring.
Blå bård	Skapas mellan stranden och vassbältet på en betad strandäng. Genom att betesdjuren (t ex nötkreatur) går ut och betar även i vattnet skapas en öppen vattenyta intill strandkanten.
Eutrofa sjöar	Näringsrika sjöar med hög produktion. T ex sjön Lommaren och Närdingen i Norrtälje kommun.
Eutrofiering	Förändring mot ett näringsrikare tillstånd.
Humösa sjöar	Näringsfattiga sjöar med låg produktion och stor tillförsel av svårnedbrytbart organiskt material. Vanliga i barrskog och myrmark. T ex sjöar i torvområden.
Högsta kustlinjen	Under isavsmältningsskedet intogs stora delar av den nedpressade jordskorpan av havet. De högst belägna strandmärkena kallas högsta kustlinjen. Denna ligger olika högt i skilda delar av Sverige bl a beroende på hur stor landhöjningen varit.
Intern belastning	Periodvis utflöde av näringsämnen som tidigare ansamlats i sedimenten. Bidrar till en hög produktion av främst växtmaterial.
Karpfisk	Till karpfiskar, även kallade vitfiskar hör bl a mört, braxen. De trivs i öppet vatten och är mycket effektiva djurplanktonätare. Framförallt braxen som söker sin föda i bottensedimenten påverkar mängden bottendjur, grumlar upp sediment och närsalter samt stör etableringen av undervattensväxter.
Lerslättsjö	Är ofta grunda och har liten vattenvolym. Har förhållandevis en högre igenväxningsgrad beroende på omgivande marker som ofta utgörs av naturligt näringsrika jordar och brukad, produktiv jordbruksmark.
Mesotrofa sjöar	Måttligt näringsrika sjöar med måttlig produktion. T ex sjön Erken i Norrtälje kommun.
Närsalter	Ett annat namn för näringsämnen som är nödvändiga för växternas tillväxt t ex fosfor och kväve.
Oligotrofa sjöar	Näringsfattiga sjöar med låg produktion. T ex sjöar som Vättern, Torneträsk och sjön Lagen i Riala i Norrtälje kommun.
Organiskt material	Levande eller döda djur eller lämningar av dessa och växtmaterial.
Plankton	Utgörs av i vattnet fritt kringsvävande, mikroskopiska växter och djur. Djurplankton kallas även zooplankton.

Polytrofa sjöar	Extremt näringsrika sjöar. T ex Brunnsviken i Stockholm.
Sediment	På botten ansamlad organiskt (dy, gyttja) eller oorganiskt material (lera, sand).
Sjörestaurering	Betyder i praktiskt naturvårdssammanhang att återställa ett skadat sjöekosystem på ett sådant sätt att en från vattenvårdssynpunkt acceptabel situation varaktigt återskapas. Genom åtgärder i t ex en sjön försöker man styra ekosystemets utveckling i önskad riktning. Förhållandena i avrinningsområdet påverkar sjöekosystemets struktur och vattenvården bör således börja på land.
Syretäring	Förbrukning i vattnet av löst syre främst vid den mikrobiella nedbrytningen av organiskt material.
Temperaturskiktning	Vertikala temperaturvariationer under olika årstider som uppkommer i en relativt djup sjö. Temperaturskiktningen resulterar i olika vattenskikt (se nedan) mellan vilka vattenutbytet är mycket litet eller obefintligt på grund av att vatten med olika temperatur har olika densitet. Det översta skiktet i en sjö kallas epilimnion. Det är den vattenmassa som vinden förmår omblanda. Detta medför att vattnet får en och samma temperatur. Under epilimnion finns ett övergångsskikt till det kalla bottenvattnet (hypolimnion) där temperaturen faller snabbt på några meter. Detta skikt kallas temperatursprångskiktet. Bottenvattnet, hypolimnion utgörs av ett skikt med kallt vatten där temperaturen är relativt homogen och turbulensen ringa.

Naturvård i Norrtälje kommun är en serie publikationer som beskriver intressanta och värdefulla naturmiljöer i Norrtälje kommun. De kan beställas från Ledningskontoret, Norrtälje kommun, Box 800, 761 28 NORRTÄLJE, tel 0176-710 00.

Följande rapporter har hittills utkommit:

1. Erken-området, naturinventering och förslag till skyddsåtgärder
2. Broströmmen, en naturinventering från Erken till Norrtäljeviken
3. Tranviks naturreservat, naturinventering med förslag till skötselåtgärder
4. Rimsjöskogen, naturinventering av ett urskogsartat område
5. Långsjön/Karlsdalsmossen, naturinventering av ett skogs- och våtmarksområde
6. Extremrikkärr, botanisk inventering med förslag till skötselåtgärder
7. Skedviken, naturinventering med förslag till skötselåtgärder
8. Penningbyån/Väsbysjön, naturinventering med förslag till skötselåtgärder
9. Arslåjan, naturinventering av en kustnära barrskog
10. Storanden, naturinventering av ett skogs- och våtmarksområde
11. Mårdsjö-området, naturinventering samt förslag till landskapsekologisk planering
12. Limmaren-området, naturvärdering och sköselförslag
13. Södra Bornan, botanisk inventering med förslag till skydds- och skötselåtgärder
14. Utålskedjan, naturinventering av riksobjektets landområden
15. Lidön, naturinventering med förslag till skydds- och skötselåtgärder
16. Östra Lermaren/Eknöviken, naturinventering av riksintressanta havsvikar
17. Aspdalssjö-området, inventering av naturskogar
18. Kundbysjön – restaurering av en våtmark
19. Odlingslandskapets förändring på Stomnarö
20. Restaurering av sjöar och vattendrag genom lokalt engagemang