

*Naturvård i
Norrtälje kommun*



Kundbysjön

Restaurering av en våtmark

Omslaget visar våtmarken väster om Kundbysjön under våren 1995. Våtmarken har stor dragningskraft på rastande flyttfåglar men även på häckande våtmarksfåglar. Lokalen tillhör tidvis en av kommunens bättre fågellokaler men när vattnet sjunker undan under försommaren försämras den avsevärt. Våtmarker invid slättsjöar är mycket värdefulla miljöer men är beroende av någon sorts hävd för att bibehålla värdena.

Foto: Kristoffer Stighäll

Kundbysjön ingår i serien Naturvård i Norrtälje kommun

Projektledare:	Kristoffer Stighäll
Författare:	Lea Karpi
Fotografier:	Kristoffer Stighäll
Figurer:	Eva Skoglund Sonja Svensson
Ordbehandling och layout:	Kristoffer Stighäll
Teckningar:	Christina Fagergren
Tryck:	Affärstryckeriet
Upplaga:	500 ex

Planeringskontoret har tagit initiativ till och bekostat studien av Kundbysjön.

I rapporten ingående kartor är godkända från sekretessynpunkt för spridning enligt beslut av Lantmäteriverket 1998-03-09.

Författaren är ensam ansvarig för rapportens textinnehåll.



Förord

Ett stort antal fågelarter som förr var vanliga vid grunda slättsjöar har gått starkt tillbaka och finns nu bara på enstaka lokaler i kommunen. Vissa arter har till och med försvunnit helt. Orsakerna är flera men huvudorsaken är utan tvekan den upphörda hävden av insjöstrandängarna. Uteblivna vattenståndsfluktuationer har också stor effekt på igenväxningstakten.

Fortfarande vid sekelskiftet var många av de grunda, näringsrika sjöarnas stränder hävdade genom bete eller slåtter. Betade stränder med "blå bårder" mellan strandängen och vassen utgör en mycket värdefull miljö för våtmarksfåglar. Om hävden uteblir växer stränderna snabbt igen med högrör, vass och videbuskar, vilket drar till sig helt andra fåglar. Antalet betade strandängar i Norrtälje kommun är numera ytterst få.

Kundbysjön vid Rimbo restaurerades för några år sedan. Sjön hade nästan vuxit igen helt på grund av den under lång tid utsatts för hög närsaltsbelastning. Istället för att fungera som närsaltfälla hade sjön börjat "läcka" närsalter, vilket blev ett hot mot sjöarna nedströms. Genom restaureringen har halterna av främst fosfor minskat från utloppet av sjön. Restaureringen innebär dock ingen förbättring för sjöns tidigare så rika fågelliv. Snarare blev det sämre efter restaureringen.

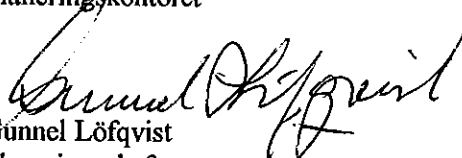
Våtmarken väster om Kundbysjön kan dock fortfarande anses som, efter en del åtgärder, lämplig för våtmarksfåglar. Det var främst för att se vilka åtgärder som kunde göras för att förbättra förutsättningarna för fågelfaunan vid våtmarken väster om Kundbysjön, som Norrtälje kommun tog initiativ till denna rapport. Den ingår i rapportserien "Naturvård i Norrtälje kommun".

Under senare tid har ett allt större intresse riktats mot våtmarkers funktion som närsaltsfällor. Många projekt och försök pågår runt om i landet, främst i de södra landskapen. Med tanke på läget av Kundbysjöns våtmark och dess närhet till Rimbo samhälle så ingår det som en del i denna studie att beskriva några förslag till hur våtmarken kan användas som närsaltfälla.

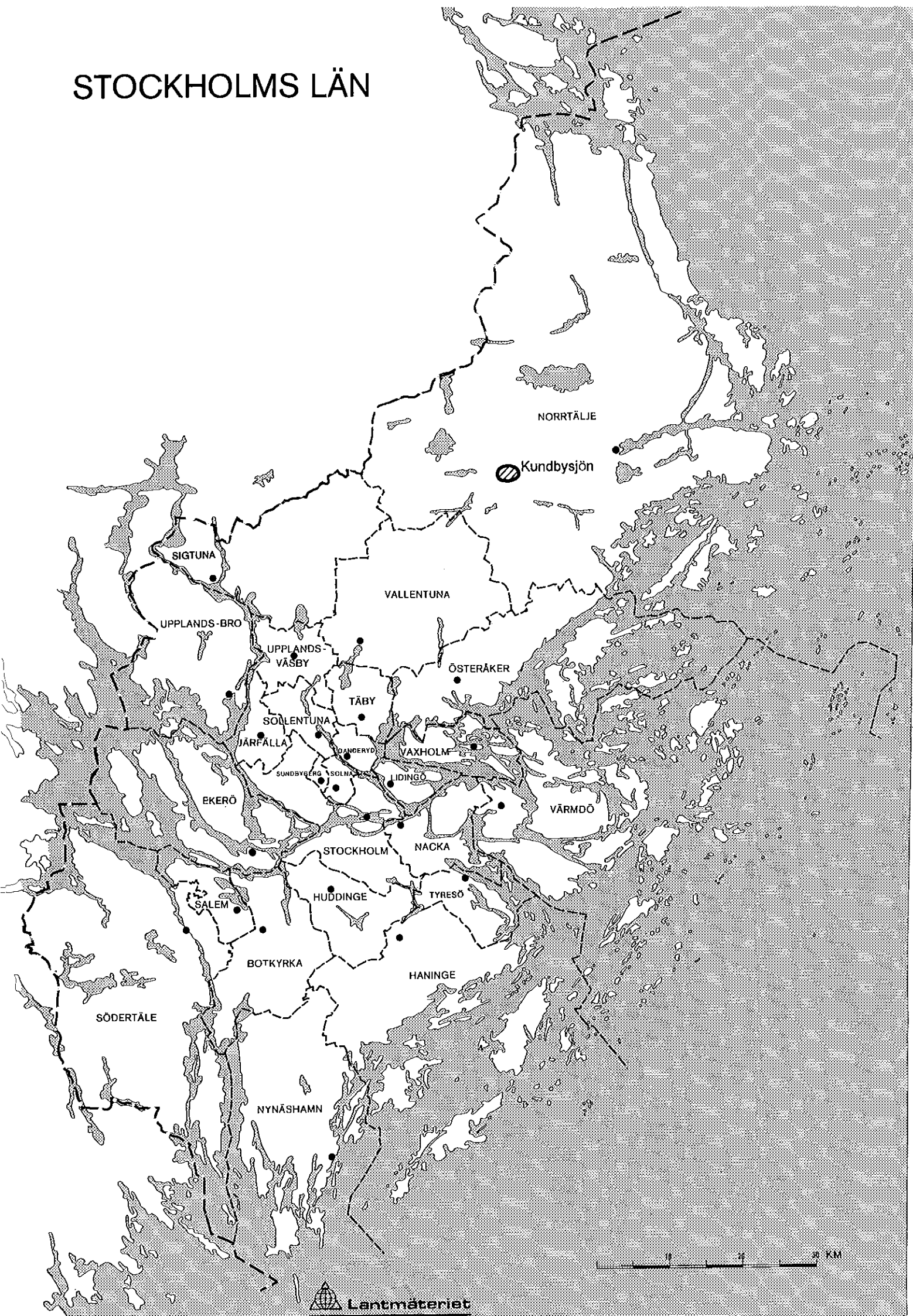
I Norrtälje kommuns nyligen antagna Aktionsplan för biologisk mångfald upptar sjöar, vattendrag och småvatten ett eget kapitel. Här beskrivs mål för bevarandet av biologisk mångfald i sjöar och vattendrag. Två åtgärder som särskilt lyfts fram rör restaurering av våtmarker samt hävden av insjöstrandängar och fuktängar. Vi hoppas att Kundbysjön kommer att återfå en värdefull våtmark och därmed sitt forna dagars rika fågelliv.

NORRTÄLJE KOMMUN

Planeringskontoret


Gunnel Löfqvist
Planeringschef

STOCKHOLMS LÄN



Kundbysjön

Restaurering av en våtmark

Lea Karpi

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid
SAMMANFATTNING	1
1. INLEDNING	3
1.1 Metoder	3
2. VÅTMARKER VID SLÄTTSJÖAR	5
2.1 Vegetationen i strandzonen vid en slättsjö	5
2.1.1 Fuktängen	6
2.1.2 Maden	6
2.1.3 Vassen	7
2.2 Fröproducerande vattenväxter	7
3. VÅTMARKERS FÅGELFAUNA	9
3.1 Hotade våtnarsfåglar i Norrtälje kommun	9
3.2 Fågelfaunan vid Kundbysjön	9
3.3 Vegetationens betydelse för fågellivet	9
4. KUNDBYSJÖN	11
4.1 Befintlig vegetation	11
4.1.1 Kartering av vegetationen	11
4.2 Resultat	11
5. ÅTGÄRDSFÖRSLAG FÖR FÅGELFAUNAN	15
5.1 Faktorer som påverkar produktionen i en våtmark	15
5.2 Åtgärder för fågelfaunan i Kundbysjön	15
5.2.1 Restaurering av strandängen på södra sidan av Vallbyån	15
5.2.2 Skötsel av fuktängar och mader	16
5.2.3 Restaurering av våtmark norr om Vallbyån	17
5.2.4 Sjöns vegetation	18
5.2.5 Omprövning av vattendom	18
5.2.6 Lämpliga tider	18
5.2.7 Fågeltorn	18
6. VÅTMARKER SOM NÄRSALTFÄLLOR	19
6.1 Näringstransport i ett vattendrag	21
6.1.1 Vattenkvalitet och näringstransport i Norrtäljeån	21
6.2 Våtmarker för närsaltsrening	23
6.2.1 våtmarker för avloppsvattenrening	23
6.3 Både våtmarksfåglar och närsaltrening	24
6.3.1 Översilningsmark	24
6.3.2 Fördämning vid sjöns utlopp	25
6.4 Den anlagda våtmarken	25
6.4.1 Skyddszoner	26
7. SLUTORD	27
8. REFERENSER	29

Sammanfattning

På våren 1995 påbörjades undersökningarna av våtmarken väster om Kundbysjön. Kundbysjön är en eutrofierad slättsjö sydost om samhället Rimbo i Norrtälje kommun. Det huvudsakliga tillflödet utgörs av Vallbyån. Sjön ingår i Norrtäljeåns vattensystem. Sjön ligger i ett stråk där mycket flyttfåglar drar fram under vår och höst. Våtmarkerna väster om Kundbysjön är sedan lång tid en rastplats för simänder och vadare.

I slutet av 1800-talet sänktes vattenståndet i Kundbysjön. Minskningen i vattenamplituden har haft en betydande inverkan på igenväxningen i sjön och bildandet av våtmarken. Sjön är också överbelastad med föroreningar av olika slag från Rimbo samhälle med omnejd. Framför allt har kväve- och fosforbelastningen till sjön varit stor. De fosfor-rika bottensedimenten i sjön togs delvis bort i och med en restaurering under åren 1988-1990. Orsaken till restaureringen var att sedimenten läckte fosfor till sjöarna nedströms. Efter restaureringen minskade också växtligheten, t ex arealen bladvass och undervattensvegetation. Sjöns djup ökade med ca en meter. Ungefär samtidigt upphörde betet i anslutning till våtmarken.

Förekomsten av olika våtmarksfåglar beskriver förhållandena i en våtmark. Om man vill gynna fågellivet bör man ha kunskap om de viktigaste faktorerna som gynnar eller missgynnar olika fågelgrupper.

Om vattenståndsvariationen minskas, vilket är fallet i reglerade sjöar, så påbörjas snart igenväxningen av strandzonerna. Våtmarksvegetationen minskar och träd och örter tar snabbt deras plats. Igenväxningen kan gynna småfåglar medan vadare och simänder däremot missgynnas.

Det finns även andra faktorer som utformar artsammansättningen på strandängarna. Starrnader och strandängar skulle inte existera utan hävd i form av bete eller slåtter. Om fuktängen växer igen invaderas starrzonen av örter eller växter som är av mindre betydelse för

sjöfåglar. Simänder och gäss lever på gräs och frön av starrar. Flertalet vadare häckar enbart på betesmark med kontinuerlig och kraftig bete.

Nu för tiden har våtmarken väster om Kundbysjön nästan förlorat sin funktion som levnadsmiljö för sjöfåglar. Skötselplanen för sjörestaureringen koncentrerades enbart på själva sjön. Sjön och våtmarken skulle, som ett sammanhängande system, kunna ha bevarat våtmarkens betydelse som fågellokal.

I denna studies åtgärdsförslag för restaureringen av våtmarken väster om Kundbysjön ingår åtgärder för att återskapa våtmarkens vegetation samt betydelse för fågelfaunan. Metoder för detta kan utgöras av kraftigt varierande vattennivåer, kontinuerligt och kraftigt betetryck alternativt slåtter. Den befintliga vegetationen föreslås elimineras genom att höja vattenståndet tillfälligt och att därefter dränera och kultivera.

Olika metoder till reducering av transport av kväve och fosfor till vattensystem har också studerats. Detta kan åtgärdas genom att näringsämnestransport från åkrarna till Vallbyån hindras av skyddszoner.

Två metoder som minskar inflöde av näringsämnen till sjön har studerats. Det ena innebär att genom slåtter bortta näringsämnena som växterna har tagit upp. Man kan t ex odla energigräs. Slåtter i våtmarken förutsätter ytvattenflöde som gödslar marken.

I den andra modellen används våtmarkens naturliga förmåga att hålla kvar näringsämnena. Detta förutsätter att en konstgjord vattenreglering med kraftigt varierande vattenstånd genomförs. Denitrifikation och sedimentation är dominerande mekanismer i den här modellen. Kvarhållningen av kväve genom upptag av växterna är mindre viktig. Det förutsätts att avloppsvatten från reningsverket ej släpps ut i åvattnet utan istället leds till våtmarken.



Kundbysjöns våtmark innan restaureringen. Efter muddringen blev den nya Kundbysjöns vattenyta så som visas av den ena streckade linjen. De båda andra streckade linjerna visar den nygrävda kanalen på sjöns södra sida.

Foto: Norrtälje kommun.

1. Inledning

Denna studie är ett 10 poängs examensarbete på påbyggnadskursen miljö- och hälsoskydd vid Stockholms Universitet och genomfördes under vårterminen 1995.Handledare har varit kommunekolog Kristoffer Stighäll vid Norrtälje kommun samt universitetslektor Lars-Gunnar Bråvander vid Naturgeografiska institutionen, Stockholms universitet.

Förarbetet har krävt litteraturstudier, men jag har även fått hjälp av sakkunniga. Jag vill rikta ett stort tack till alla som hjälpt mig med såväl goda råd som fakta. Ett särskild tack vill jag ge Stefan Thorssell (från fågelstationen vid Kvismaren) för stöd och hjälp.

1.1. Metoder

Arbetet grundar sig till övervägande delen på litteraturstudier och personliga kontakter med sakkunniga, där ibland forskare och personer på kommuner. Studieobjektet har besökts i fält under april - juli 1995. Fältinventeringen har omfattat en översiktlig vegetationsinventering. Fältbesök gjordes också för att studera våtmarkens allmänna utseende samt för att kontrollera terrängenformer.

Studieområdet har under många år dokumenterats. Det finns t ex flera inventeringar över områdets fågelfauna. Ett limnologiskt uppföljningsprogram genomfördes under åren 1991 - 93 av Uppsala universitet. Uppföljningsprogrammet fortsatte under åren 1994-1997.

Jämförande studier har gjorts av olika nyskapade våtmarker. Som referensområde i denna studie har valts Angarnsjöängen i Vallentuna, som efter en misslyckad restaurering senare återskapades till en fin fågelsjö. Erfarenheter ifrån restaureringen av Kvismaren i Örebro har också tillämpats i studien. Oxelösunds våtmark har valts som exempel på vattenrening.



Här pågår restaureringen av Kundbysjön, 1990.

Foto: Lennart Persson.

2. Våtmarker vid slättsjöar

Större delen av våtmarkerna i Sverige är myrar och sumpskogar. Exempel på andra våtmarker är t ex fuktängar, kärr och mossar. För att marken skall kallas våtmark skall minst hälften av vegetationen vara vattenväxter eller växter som trivs bäst på våta och fuktiga marker. Gränsen mellan våtmark och sjö kan oftast sättas där den vegetation som når ovan vattenytan slutar¹.

Naturvårdsverket använder följande definition för våtmarker: "Våtmark är sådan mark där vatten under en stor del av året, finns nära, under eller strax över markytan samt vegetationstäckta vattenområden." Den typ av våtmark som oftast avses i detta arbete är fuktig eller våt ängsmark vid en sjö eller å.

Sverige är anslutet till den s k *våtmarkskonventionen* som trädde i kraft 1975. Konventionen avser att bättre skydda värdefulla våtmarker². En rikstäckande våtmarksinventering påbörjades 1980. Ännu under 80-talet dikades dock enbart i Stockholms län 30 000 hektar våtmark ut om året. Under de senaste 200 åren har uppemot tre miljoner hektar våtmark dikats ut för att bli åkermark och skogsmark i Sverige³.

Den här utvecklingen har medfört förändringar av vattensystem. Det finns mindre vattenmagasiner nu än förr och den naturliga uppbyggnaden av näringsämnen sker inte när vatten snabbt transporteras ut till havet⁴.

Vatten i den kommunala planeringen har hittills indelats i ytvatten och grundvatten. Dessa är emellertid beroende av varandra och kan inte behandlas som skilda fenomen⁵. Våtmarker har haft en viktig roll i bildningen av grundvatten. Saknandet av helhetssynen har hindrat att uppmärksamma hotet mot våtmarkerna i planeringen.

Omkring 200 hektar åkermark i Stockholms län har till och ned år 1993 omvandlats till våtmark⁶. Idag finns det rikligt med material från våtmarksprojekt i Sverige. Inom

Halmstads kommun har det t ex genomförts flera våtmarksprojekt som syftar till att minska utsläppen till havet. En rad olika våtmarkstyper, dammar, sumpskogar, översilningsängar och konstgjorda våtmarksfilter har återskapats⁷.

Det finns flera skäl att nyanlägga olika typer av våtmarker, däribland:

- att förhindra oönskade växtnärsämnen att nå havet
- att utjämna vattenföringen i vattendrag. Översvämningar och onormalt lågvatten blir därigenom inte så vanliga
- att hotade våtmarksberoende djur- och växtarter skulle gynnas
- att ge tätorter nära utflyktsmål för skolor, kurser, natur- och fågelintresserade mm.

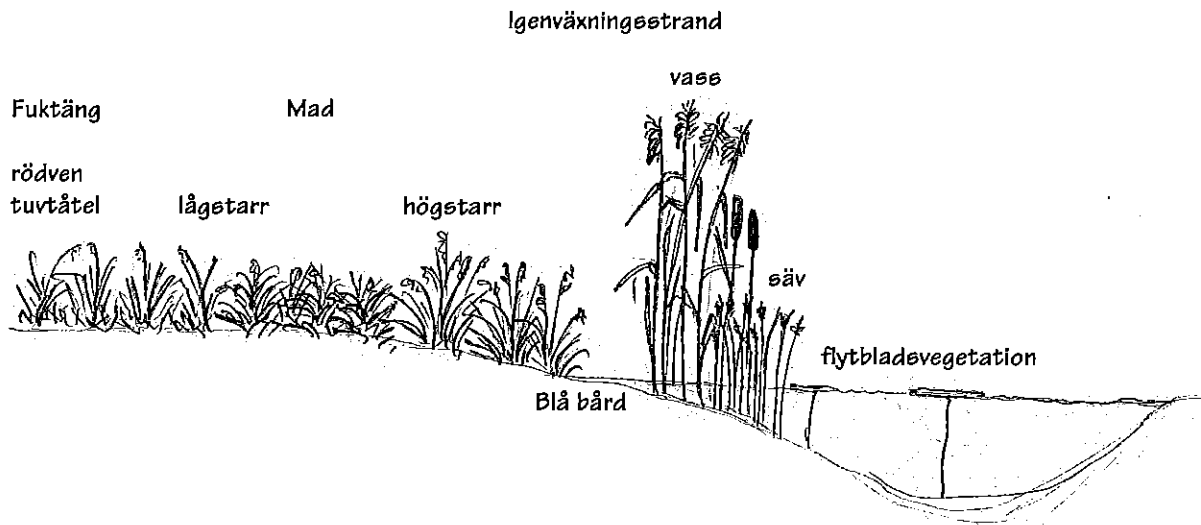
Våtmarker kan i flera fall dessutom rena avloppsvatten effektivare än konventionella reningsverk⁸.

Vattnet i våtmarker lagrar värme och på så sätt blir klimatet runt våtmarker relativt jämnt. Våtmarkerna ger föda och skydd åt grod- och kräftdjur samt våtmarksfåglar. Problemen är att arealen av våtmarksmiljöer i landskapen är allt för små för att kunna bevara artrikedomen⁹.

2.1. Vegetationen i strandzonen vid en slättsjö

De flacka stränderna vid en slättsjö formas bl a av översvämningar. Vegetationen bildar bälten som bestäms av markfuktigheten. Vass dominerar på den lägre nivån av stranden, den s k vattenstranden. Denna torrläggs endast undantagsvis. Den högre nivån av stranden som tidvis översvämmas kallas landstranden. Olika zoner på landstranden är mad och fuktäng¹⁰.

I en slättsjö är bildningen av fuktängar, mader och vassar beroende av sjöns topografi, vattendjup och vattenreglering. Antalet översvämningsskeden bestämmer också den hävdade strandens vegetationsbälten.



Figur 2. Vegetationsbältet hos en strandäng. Fuktängen kännetecknas av tuvbildande gräsarter, t ex tuvtåtel. Maden består av olika starrarter, t ex tråd- blå- och flaskstarr. I vassbältet växer bladvass, kaveldun och sjöfräken. Zoneringen ger upphov till olika miljöer för olika fågelarter (efter Alexandersson et al 1986).

2.1.1. Fuktängen

Normalt torkar fuktängen upp under sommaren men det kan variera mellan olika år. Fuktängen är helt beroende av hävd för sin existens. Det är enbart bete och slåtter som kan bevara fuktängens karaktär långsiktigt.

Ett vanligt gräs på fuktängarna är tuvtåtel. Rödsvingel och ängsgröe växer företrädesvis också på fuktiga ängsmarker. Ett bra betesgräs bör tåla och gynnas av betning, trampning, starkt varierande fuktighet och ispåverkan. Det skall även vara omtyckt av växtsugande insekter, betade nötkreatur och gäss¹¹. Försök med det vanliga saltgräset har visat att det har många goda egenskaper. Det är omtyckt av nötkreatur och blir därför kortare betad (2-3 cm). På sådana gräsytor betas också gäss mest intensivt¹².

Tuvtåtel, veketåg och olika starrarter är inte speciellt omtyckt av nötkreaturen. På den betade fuktängen lämnar de kvar täta tuvor av arter med dålig smaklighet. Det är viktigt för fågellivet att stubbar och större tuvor rensas

bort under sensommaren. Vid slåtter av tuvtåtelängen bildas ett tätt, otuvat artrikt växttäck, med stort inslag av örter¹³.

Om fuktängen lämnas outnyttjad blir tuvtåteln ofta den dominerande gräsarten på ängen. Högvuxen älgört, kärrtistel och rörflen utbreder sig även snabbt. Buskar och lövträd etablerar sig stegvis. Näringsrika fuktängar kan växa igen på några få år¹⁴.

2.1.2. Maden

Mad är en del av strandzonen, vars växlighet domineras av starrarter. Maden svämmas över vid högvatten¹⁵. Lågstarrbältet har en relativt liten utbredning. Glestuvad hundstarr, madrör, rörflen, brunven och krypsven är vanliga arter. Bland örterna märks t ex gäsört, ältranunkel och sumpmåra¹⁶.

Sjöfräken, bunkestarr, vassstarr och ryltåg är arter i maden som gynnas av bete. På hårdbetade ängar minskar vanligen inslaget av madrör, rörflen, och trådstarr. Slåtter glesar ut vassstarr. Detta medför att lågvuxna växter, t

ex kärrkavle, vattenmåra, kabbleka och ältranunkel, tar över¹⁷.

Hög- och tätvuxen vasstarr dominerar vanligen högstarrbältet. Blåsstarr och flaskstarr bildar en vasslik vegetation. Flaskstarr samt trådstarr var de viktigaste foderväxterna under myr-slåtterns tid i Norrland¹⁸. Flaskstarr är känslig för torrläggning och växer längre ut på de blötaste partierna av maden. Blåsstarr däremot, som föredrar näringsrika marker, klarar längre tids torrläggning. Simänder livnar sig på frön av starrar och andra våtmarksväxter i maden¹⁹.

Jättegröe föredrar de inre delarna av starr-maden som har kortvariga översvämningar²⁰. Arten fördes in till Sverige för att odlas som foderväxt. Den är mycket konkurrenskraftig och kan helt dominera i högstarrbälten på näringsrika, våta marker. Typiskt är att det, t ex vid bäckutflöden, växer ett tätt bestånd av jättegröe. På mindre än hundra år har jättegröe lyckats att expandera på de flesta växtplatserna²¹. Arten avsöndrar ämnen som hämmar groning och tillväxt hos andra arter²².

När hävden upphör kommer den mot översvämningar bäst anpassade vasstarren att återta sin dominerande position. Jättegröe, rörflen och säv är också vanliga arter vid igenväxning i högstarrzonen. Även bladvass kan snabbt vandra in²³.

2.1.3. Vassen

Bladvass, säv, kaveldun, sjöfräken och jättegröe räknas till de vassbildande arterna. De bildar bestånd genom fleråriga, underjordiska jordstammar. Från jordstammen utgår stråna²⁴.

Bladvassen är den mest konkurrenskraftiga arten av vassväxterna. Den förökar sig både genom stamskott och frön. Unga groddplantor dödas dock ofta av frost och dränkning²⁵. Säv förekommer vanligtvis i täta bestånd tillsammans med vass. Inne i eller utanför bladvassbältet träffar man ofta på sjöfräken och kaveldun.

2.2. Fröproducerande vattenväxter

Viktiga fröproducerande växter är pilörter, skräppor, svalting, olika starrarter, säv och natar²⁶. Fröspridda växter förökar sig dåligt genom vegetativ tillväxt t ex genom utskott från en jordstam. Därför är det viktigt att det finns bar mark för att fröna skall gro.

Variationer i vattenståndet gynnar fröproduktionen hos många för fåglarna viktiga arter²⁷. Rikt fröproducerande växter kallas ofta pionjärväxter d v s arter som invandrar allra först på blottlagda ytor. Rotorkultivering av vasstarr och bladvass i högvassbältet ger i några år en rik växtlighet med ett 20-tal fröproducerande arter²⁸.

Vid höstöversvämning av mader gynnas nästa vegetationsperiods frösättning hos den ofta dominerande vasstarren. Fröproduktion hos denna art kan uppgå till 300 kg per hektar²⁹.

Utanför vassbältet följer ett bälte med flytbladsväxter som gäddnate och vattenpilört som producerar mycket frö.

I sjön Östen, Skaraborgs län, undersöktes fröproduktionen i högstarrzonen under en 6-årsperiod³⁰. Man jämförde produktionen i två provtytor: rotfiltsbefriade ytor (kultiverade ytor) och ytor med kvarliggande rotfilt (opåverkade ytor).

I den kultiverade provytan (A) var produktionen mycket hög: 894 kg/ha. Det var svalting som stod för huvudparten, 640 kg/ha, brunskära och nickskära bidrog med 163 resp. 70 kg/ha. Efter dessa tidiga pionjärarter ökade inslaget av fackelblomster, vattenmärke, sprängört samt stor igelknopp.

I den opåverkade starrmaden (B) som bestod av vasstarr varierade fröproduktionen avsevärt som effekt av ett varierande vattenstånd. Den rikase skörden var 363 kg/ha. Men året efter gav enbart 9 kg/ha. Under de följande fyra åren var den totala fröproduktionen mera stabil i de störda (kultiverade) ytorna jämfört med de opåverkade³¹.

Reglering av sjöar och vattendrag minskar variationen i vattenståndet. Starrmaderna försvinner eller minskar i utbredning. Detta leder till minskad fröproduktion. Även andelen ryggradslösa djur minskar³².

1 (Florgård et al, 1994).

2,4,9,15 (Lönngren, 1995).

3,6 (Maniette, 1993).

5 (Persson, 1993).

7 (Halmstad kommun, 1991).

8 (Leonardsson, 1990).

10,14,16,17,19,21,23,24,25,27,28,29 (Alexander-
sson et al, 1986).

11 (Pehrsson & Thorssell, 1990).

12,20, (Pehrsson, 1992).

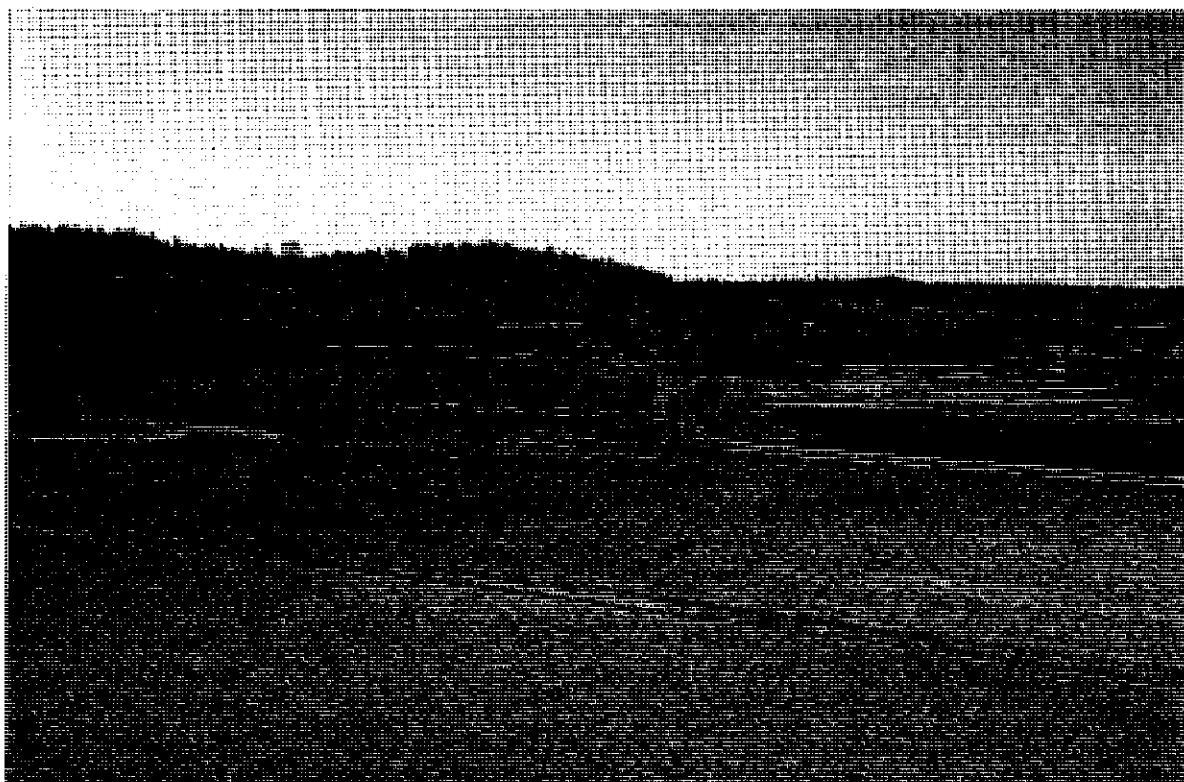
13 (Jonsson, 1976).

18 (Nilsson, 1982).

22,30 (Stefan Thorssell, muntlig uppgift).

26 (Pehrsson, 1980)

31 (Pehrsson, 1988b).



Kundbysjöns våtmark i våröversvämning, 1998.
Foto: Kristoffer Stighäll.

3. Våtmarkers fågelfauna

3.1 Hotade våtmarksfåglar i Norrtälje kommun

Enligt en översiktlig beskrivning av fågellivet i Norrtälje kommun¹ återfinns flera våtmarksfåglar bland de mest hotade arterna. I landet som helhet återfinns flera våtmarksfåglar bland de som gått tillbaka allra snabbast. När många av slättsjöarnas strandängar betades i början av seklet var dessa arter betydligt vanligare.

Kornknarr är ett exempel på en sådan art. Den började minska på grund av utdikning och uppodling av fuktig ängsmark i slutet av 1800-talet och framför allt mellan 1910-40. Numera är kornknarren en sporadisk häckfågel i kommunen.

Årta, gulärta och ängsbiplärka är andra arter som minskat starkt. Dessa är beroende av kontinuerligt betade strandängar. Årta och gulärta är båda årsvissa häckfåglar med några enstaka par inom kommunen. Ängsbiplärkan anses som en sällsynt häckfågel inom kommunen och finns på fuktiga strandängar och tuvmader främst i närheten av slättsjöar.

Storspoven var en allmän häckfågel i Roslagen i slutet av 1800-talet. Minskningen noterades redan i sekelskiftet som en följd av torrläggningen av mader och sankmarker. Även uppodling av åkerkanter och tidigarelagd tröskning är faktorer som spelar in. Idag finns bara enstaka par kvar.

3.2. Fågelfaunan vid Kundbysjön

Fågellivet vid Kundbysjön med tillhörande våtmark har studerats sedan 1960-talet. Området ansågs tidigare som en av de tio bästa fågelsjöarna i Stockholms län.

Under 1988 inventerades fågelfaunan på uppdrag av Norrtälje kommun för att dokumentera fågelfaunan innan restaureringen av sjön genomfördes. Under inventeringsåret obser-

verades ett 60-tal fågelarter. Häckfågelfaunan som observerades var karaktäristisk för vegetationsrika slättsjöar, bland dem 22 våtmarksarter. Platsen för observationerna noterades också för att få uppfattning om vilka arter som föredrog sjön och vilka som föredrog sankängen².

Före restaureringen hyste Kundbysjön kommunens enda kända inlandskoloni av skrattnås. Andra typiska slättsjöarter var bl a gräsand och kricka. Även ett par årtor häckade.

Sothöna var den talrikaste häckfågeln i sjön. Arten födosökte ofta på västra sankängen. Gäss och svanar rastade ofta på den översvämmande strandängen. Där uppehöll sig också olika vadare, t ex grönbenor, gluttsnäppor, svart-snäppor, rödbenor och tidvis rastade hundratala enkelbeckasiner där. Minst ett par enkelbeckasiner och två par mindre strandpipare häckade på sankängen. Tofsvipa häckade dels på sankängen och dels vid åinloppet.

Åker-, sank- och buskmarkerna kring sjön var utmärkta rastplatser för tättingar, t ex sånglärka, sädesärta och sävsparv. Ett par gulärter och tre par ängsbiplärkor häckade på sankängen under 1988. Rörsångare, som är direkt knuten till vass, häckade allmänt i Kundbysjön. Hägern observerades i sjön varje månad från maj till årets slut.

Ett par bruna kärrhökar häckade i vassen i den sydvästra delen av sjön. Rovfåglar som ormråk, brun kärrhök, fiskgjuse och sparvhök ses regelbundet jaga vid sjön.

3.3 Vegetationens betydelse för fågellivet

Vegetationen har stor betydelse som föda, skydd och häckningsplatser för fåglar. Skott, blad, ytliga jordstammar och frön av olika våtmarksväxter utgör föda. Olika grupper av fåglar utnyttjar slättsjöns strandzoner, d v s fuktäng, starrzon och vass, på olika sätt för att

söka föda. På gytjiga stränder och i starrzonen livnär sig vadare på skalbaggar, skinnbaggar och vattenlevande larver av fjädermyggor. I vassen hittar skägges, sävsparv, rörsångare, sothöna, vattenrall och knölsvan sin föda³.

Korta välbetade partier av ängen är rika på gräs samt låga och krypande örter t ex ranunkelväxter. Gulärla föredrar hårdbetade områden med några enstaka tuvor placera boet vid. Den kan dock även häcka i områden som nyligen har börjat växa igen. Sånglärka och ängspiålar missgynnas däremot starkt av högvuxen vegetation⁴.

Bete av nötkreatur gynnar krypven, kärrkavle och rörflen. Frånvaro av bete gynnar jättegröe och fackelblomster. Båda dessa arter producerar frön som är för små för att kunna nyttjas av andfåglar⁵. Gäss betar helst på de översvammade betesmarkerna med kärrkavle, krypven, rödsvingel och vitklöver. Vadare söker sig också dit under flyttningstiden för att söka insekter och maskar.

Grågås och kanadagås betar ibland unga toppskott av bladvass så hårt att växten lokalt glesas ut. Späda skott av jättegröe och jordstammar av sjöfräken betas istället gärna av sångsvan.

Växtätande insekter håller sig ofta till en värdväxt. T ex är saltgräs värdväxt för stritar. Dessa är i sin tur föda för många vadare⁶. Bladvassens strån och blad är också omtyckt av växtsugare (t ex bladlöss), hoppstjärtar, myggor, flugor och skinnbaggar⁷.

Vegetationshöjden har också betydelse för djur. Stritar väljer främst färsk skott, som växer ut efter klippning/betning⁸.

Zonen med öppet vatten mellan strand och vass, kallas blå bård (se figur 3). I denna zon med grunt, varmt vatten trivs groddjur samt olika insekter t ex larver av fjädermyggor. Den blå bården är viktig bl a för insekts- och maskätande vadare. Även simändarna och deras ungar söker föda på grunt vatten⁹.

För att fågelfaunan skall bli artrik krävs sammanhängande hävdade, d v s slåtrade eller betade, arealer på minst 15 - 20 hektar¹⁰.

Änderna kan tillgodogöra sig fröproduktionen genom att ta sig fram simmande i maderna under våren och hösten. Då behövs områden med grunda vatten högst 20 -30 cm djupa¹¹. Knölsvan och sothöna äter till stor del undervattensvegetation, bl a rikt fröproducerande slingerväxter och natar. Gräsänder livnär sig också på frön av trådnate.

Säv, igelknopp och möjligen jättegröe spelar mindre roll som producent av frön för andfåglar. Vass, bredkaveldun, smalkaveldun och sjöfräken saknar eller har alltför små frön för att utnyttjas av sjöfåglar¹².

1 (Stighäll, 1995)

2 (Granberg, 1988)

3,4,7 10,11 (Alexandersson et al, 1986)

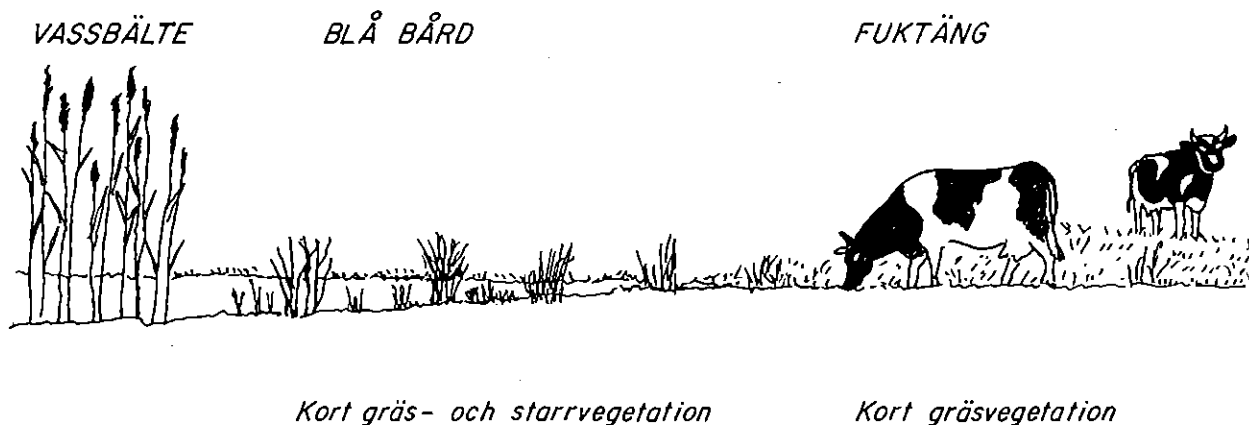
5,8 (Pehrsson, 1992)

6 (Pehrsson et al, 1990)

9 (Florgård et al, 1994).

12 (Pehrsson, 1980).

Figur 3. Idealtillståndet för en välbetad strandäng vid en insjö med den viktiga s k blå bården (efter Alexandersson m fl 1986).



4. Kundbysjön

Kundbysjön ligger i en slättbygd strax sydost om Rimbo samhälle i Norrtälje kommun. Sjön ingår i Norrtäljeåns vattensystem. Den övre delen av vattensystemet utgörs av ån som rinner från Gavel-Långsjön till Skedviken och senare via Syningen till Rimbo. Efter Kundbysjön fortsätter vattnet vidare till sjöarna Björkarn och Lommaren. Lommaren avvattnas genom Norrtäljeån till Norrtäljeviken.

Väster om Kundbysjön är landskapet flackt och öppet. Åkermark dominerar men en del av sankängarna vid sjön har tidigare betats. I övriga väderstreck utbreder sig skogs- och kulturlandskap. Invid och öster om sjön återfinns en hel del lövskog.

Kundbysjön är en mindre slättsjö med en total yta av ca 29 hektar. Av särskilt intresse är våtmarken väster om sjön. Studielokalen är indelad (Figur 4) enligt följande:

A. Våtmarksvegetation

Område "A" ligger omedelbart väster om sjön och utgörs av våtmarksvegetation. Det omfattar ca 15-20 hektar.

Området omfattar delvis marken där massorna från sjörestaurering deponerades. Massorna utgjordes av vassvegetation, rotfilt samt sjösediment (gyttja). En ny strandlinje skapades genom uppläggning av massorna. Höjden på den nya marken (+ 11,20 m) valdes med tanke på att dessa ytor inte skall översvämmas och på nytt läcka fosfor.

B. Landvegetation

Område "B" sträcker sig omkring 5 m från kanterna av Vallbyån. I nuläget finns det 0.5 - 1 meters landvegetationskant längs ån.

C. Åkermark, brukad samt igenväxt

Område "C" är åkermark som begränsas av industriområdet i väst och Vallbyån i norr. Totalt rör det sig om ca 10 -15 hektar. Sjösediment har deponerats på marken. En del av marken ägs av Norrtälje kommun.

4.1 Befintlig vegetation

Kundbysjön omges av busk- och våtmarksvegetation, som övergår till jordbruksmark i högre liggande områden med torrare markförhållanden. Vegetationen av Kundbysjön har tidigare inventerats av Wallsten år 1986.

4.1.1 Kartering av vegetationen

Det var enbart våtmarksvegetationen väster om Kundbysjön som inventerades (Figur 4). En översiktlig inventering över hela området gjordes med hjälp av en svart-vit flygbild från 1992. Detta kombinerades med fältbesök den tredje juli samt kontrollbesök 20 juli. I den norra och södra delen av området väster om Kundbysjön kunde fastighetsgränserna urskiljas med hjälp av diken som mynnar till ån.

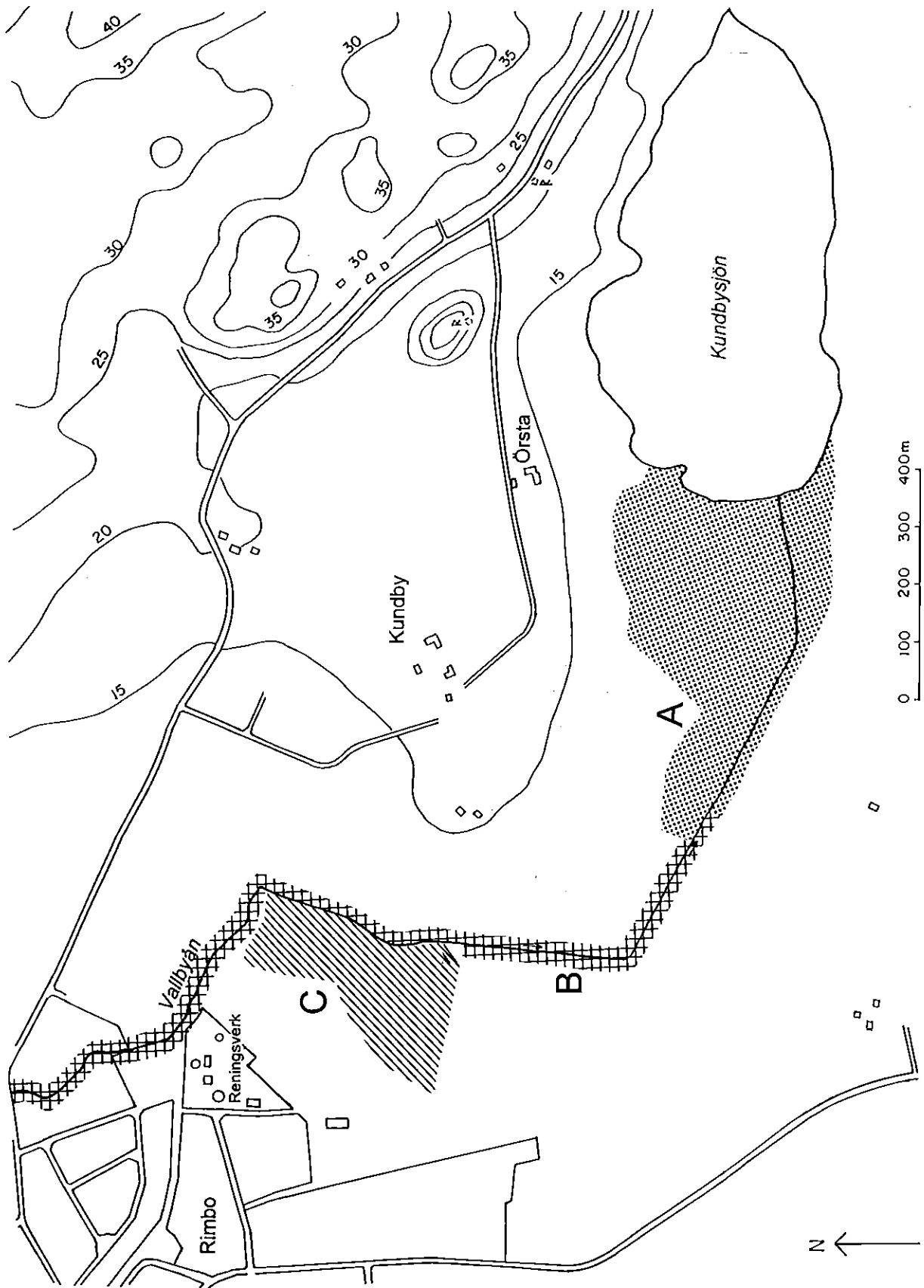
För kartering av vegetationen har inget allmänt indelningssystem använts. Identifieringen av floran bygger på litteraturstudier. Efter tolkning av flygbilder och efter kontrollbesök överfördes det tolkade materialet till den ekonomiska kartan.

Vid tidpunkten för inventeringen var blomningstiden som bäst. På ställen där det inte gick att ta sig fram till fots kunde växtligheten bestämmas med hjälp av kikare. Deponeringsområden för det fosforrika rotfiltmaterialet från sjörestaurering kunde ses i flygfoton som vita ytor.

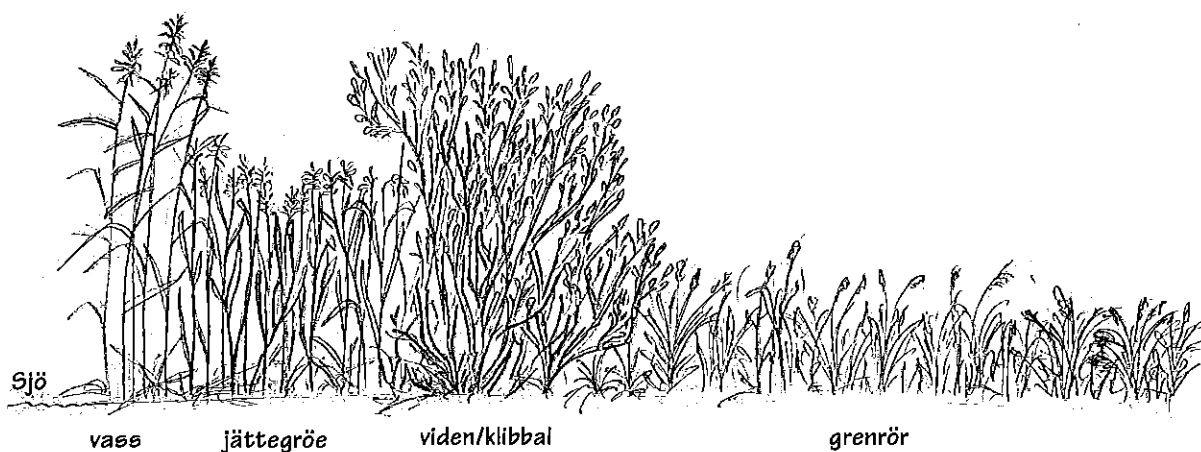
4.2. Resultat

1. Den södra delen av Vallbyån

Området söder om ån ligger på sjöns läsida. Stranden, som är i igenväxning, utgörs av gungfly. På fast mark, närmast stranden, bildar jättegröe nästan rena bestånd. Vegetationen på åns södra sida var kraftigt nedbetat av nötkreatur. Jättegröen var betad fram till vassbården. I nuläget dominerar jättegröen helt i den ovannämnda delen ända från till videbälte



Figur 4. Studieområdet kring Kundbysjön med delområden som visar var olika åtgärder föreslås.



Figur 5. Igenväxt betesmark på södra sidan av Vallbyån. Det finns en diffus övergång från sjön till stranden. Den högsta vattennivån ligger i buskbälten. Grästuvorna är mycket täta och höga med höljet av vatten emellan. Jättegröe dominerar helt på stranden.

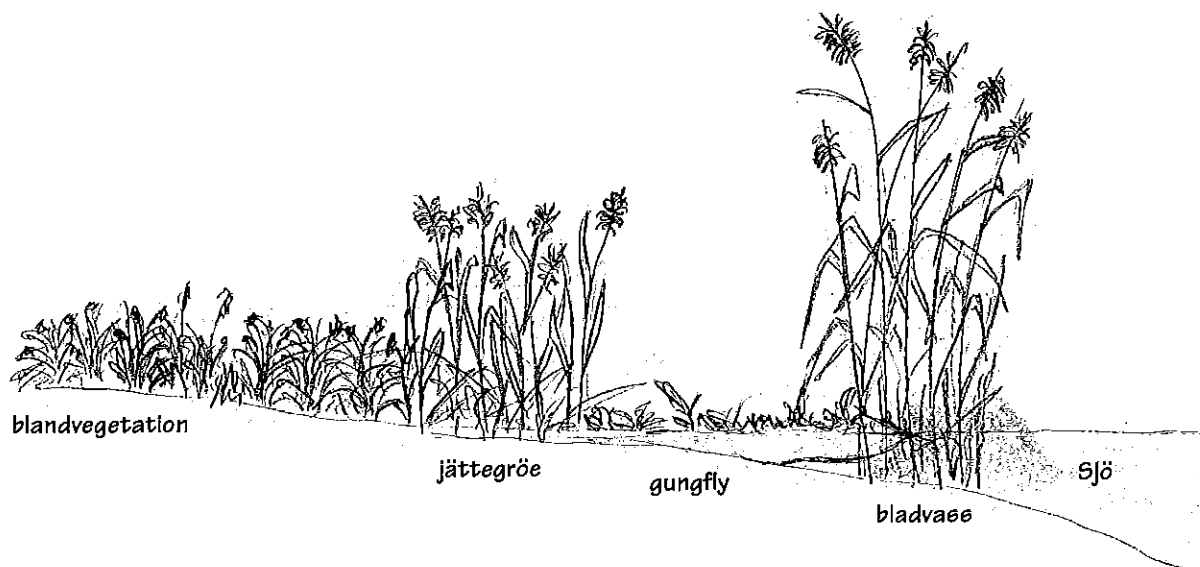
som växer i gränsen av högsta vattennivån (Figur 5).

Längre ut mot sjön övergår vegetationen till mer blandvegetation med smalkaveldun och vass. Dessa arter bildar en bred bård mot den centrala delen av sjön på båda sidor av tillflödet. I denna bård finns en artrik våtmarksvegetation med arter som vattenmärke, svalting, fackelblomster, luddunört, vattenmåra och brunskära. På vällen (som är byggd av rotfiltmaterial) vid utloppet av ån växer viden samt ett tätt bestånd av jättegröe. Jättegröe bildar också mycket täta bestånd längs Vallbyåns båda sidor och längs dikeskanter i hela området.

2. Den norra delen av Vallbyån

Vid sjöns västra strandkant på åns norra sida växer i huvudsak vass (Figur 6). Bladvassen bildar ett mycket tätt bestånd med några videbuskar. Gul svärdsilja och bredkaveldun finns i kanten av vassbården. Innanför denna vassbård på åns norra sida finns stillastående vatten med andmat. Mot fastare land bildar jättegröe rena bestånd.

Rotfiltmaterialet begränsar våtmarken i norr. Rotfiltzonen ligger 5 - 10 centimeter högre än våtmarken. Artsammansättningen på kanten av denna torra inmark varierar. Grässtjärnblomman bildar stora bestånd. Andra arter är rörflen och timotej. Smörblomma, pip- och hampdån bildar täta bestånd. På rotfiltzonen odlas gräs.



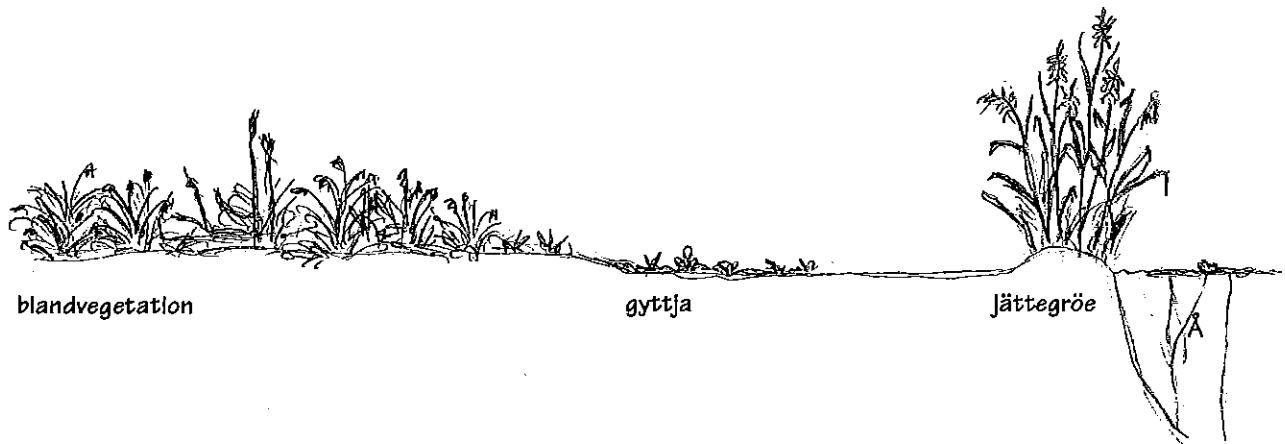
Figur 6. Schematisk bild av strandområdet närmast sjön. En tät vassbård begränsar gungflyområdet. Jättegröe bildar ett mycket tätt bestånd över resten av den fuktiga delen. Landvegetationen består av grässtjärnblomma, smörblommor samt olika gräs.

Området på åns norra sida begränsas av Vallbyån och av parallella diken i väst och öst. På den fuktiga delen växer enbart jättegröe. Där finns också barmark med gyttja. Vadarna söker sig ofta hit för näringssök. Närmast Vallby-ån finns fastare mark med gräs, ängskavle och hästskräppa. Längs dikeskanterna växer förutom jättegröe, veketåg, svalting och tiggarranunkel. Ett högvuxet och mycket tätt bestånd av tuvbildande gräs dominerar i resten av området. Marken är ohävdad.

I område Y, på åns norra sida, som också begränsas av parallella diken i öst och väst, är

marken i huvudsak torr (Figur 7). På den fuktiga delen finns barmark med våt gyttja. Där växer unga plantor av svalting, kaveldun och brunskära. I diken, som är ca. 1-1,5 m breda och ca. 0,5-0,7 m djupa, är vattnet brunt. Färgen på dikeskanterna är rostbrun. I diken växer svalting.

På kanten av rotfiltzonen finns en blandvegetation av veketåg, kärrkavle, rörflen, vattenmåra, brunskära, luddunört och tiggarranunkel. Norr om rotfiltzonen dominerar gräs.



Figur 7. Scenatisk bild av området vid Vallbyån. Blandvegetationen består av bl a veketåg, kärrkavle, tiggarranunkel och brunskära. På området har sjösediment från restaureringen deponerats. I en lagun växer svalting, kaveldun och brunskära. Ett tätt bestånd av jättegröe löper på båda sidor om Vallbyån.

5 Åtgärdsförslag för fågelfaunan

5.1 Faktorer som påverkar produktionen i en våtmark

Om man vill gynna produktionen av växter, frön, ryggradslösa djur eller fisk måste man ha kunskap om vilka vegetationszoner som skall gynnas eller skötas på ett speciellt sätt¹. Fiskproduktion går inte alltid så bra att förena med en fågelsjö. Fåglarna konkurrerar ofta med fiskebeståndet om födan. Därmed medför fisk som regel ett artfattigare växt- och djurliv i småvatten².

Stora skillnader i vattenståndet verkar, liksom betes- och slåtterhävd, föryngrande på växtligheten samt avgör bredden och därmed arealen av våtängar. Men det är viktigt för tillgången på insekter och andra ryggradslösa djur i lagunerna och i den blå bården, att vårvattenståndet snabbt kan sjunka ner mot sommarens nivåer³.

Våtmarkens växt- och djurliv har anpassats på olika sätt till naturligt växlande miljöer. När en torr period inträffar kan våtmarkens ryggradslösa djur, som t ex vattengråsuggor, tränga djupt ner i bottensubstratet. Vattenbaggar och skinnbaggar flyger helt enkelt bort. Kräftdjur lämnar vilägg när uttorkningen hotar etc⁴. En torrperiod kan tillfälligt minska våtmarkszoner. Men senare, vid fuktigare förhållandena, ökar produktionen avsevärt. Växlingar mellan torra och fuktiga år är viktiga för fortlevanden av en produktiv våtmark⁵.

5.2 Åtgärder för fågelfaunan i Kundbysjön

Restaureringsförslaget för våtmarken väster om Kundbysjön har indelats i två delar; 1) Restaurering av strandäng/betesmark på södra sidan av Vallbyån respektive; 2) Restaurering av sankängen på norra sidan av Vallbyån. Detta för att de naturgivna förhållandena skiljer sig från varandra.

Åtgärder som bedöms vara realistiska är nyupptagandet av bete/slätter och reglering av vattenståndet för att gynna produktion av växter, frön och ryggradslösa djur. De metoder som kommer att bli aktuella för att genomföra restaureringen är bearbetning av tuvor och/eller avbränning och röjning av buskar och träd. Reglering av vattenståndet kan åstadkommas genom att dämna sjöns utlopp eller ån.

5.2.1 Restaurering av strandängen på södra sidan av Vallbyån

Utmed Kundbysjöns södra strand saknas en tydlig våtmarkszonering av växtligheten. Viden och alar bildar ett nästan ogenomträngligt bälte vid den högsta vattennivån. På den ohävdade marken skuggar de stora täta tuvorna marken så att andra arter inte kan etablera sig. Näringsrikt vatten har gynnat snabbväxande jättegröe på fuktiga delar av stranden. Det svårt att avgöra var stranden börjar.

Vad som först behövs är bearbetning av tuvor på den gamla betesmarken. Röjning av viden och lövsly rekommenderas på hela området. Öppna stränder, fria från buskar, favoriseras av många fågelarter, bl a vadare placerar ofta bona i gräset i helt öppna marker. Lågvuxna växtarter gynnas genom större solin-strålning till marken⁶. Vad som också behövs är att bekämpa jättegröe som tagit över på maden.

Översikt över metoder:

Tuvarbetning

1) Maskinell tuvarbetning (fräsning) i kombination med slåtter

Maskinell bearbetning med tallriksharv under höst/vinter, i kombination med slåtter under vår och sommar (samt torrläggning för frysning under vintern). Bearbetning av tuvorna sker med hjälp av en stark jordbrukstraktor med trippelmontage och jordfräs⁷.

2) Restaurering genom tuvbränning

Om marken kommer att användas som betesmark i framtiden är avbränningen av torr gräsförna en metod som kan provas. Avbränning sker med låg eldintensitet. Den kan utföras bäst under höst, vinter eller vår. Vid rotbränning av tuvor kan man ändra vegetationstypen⁸.

I nuläget fyller den gamla betesmarken ingen funktion som betesmark för gäss. Maden har inte heller betydelse som livsmiljö för vadare. Tuvarbetning är därför en åtgärd som behövs för att senare återställa fuktängen och maden.

Avverkning/röjning av betesmark

Genom avverkning/röjning av buskvegetation påverkas den befintliga växtligheten av ändrade ljus- och vattenförhållanden. När ljustillgången till fältskiktet ökar bidrar detta till tillväxt och blomning av starrar och gräs⁹. Röjningsarbetet sker bäst under vintern, då det andra tider på året är för blött i markerna.

Konstgjorda variationer i vattenståndet

För att återfå sjöns normala vattenståndsvariationer så fodras en höjning av vattenståndet. Detta kan åstadkommas genom att bygga ett reglerbart dämme vid utloppet av sjön. Ett annat alternativ kan vara att fördämma Vallbyån så att översvämningarna kan säkras under våren och hösten. Man kan inte förutse hur mycket vattennivåerna skall komma att variera när restaureringen är färdig. Enligt Ridderstolpe (1995) kan lägen för vattennivåerna bestäms efter etablering av växter.

Den viktigaste åtgärden i och med en höjning av vattenståndet är att rensa bort oönskad vegetation, främst jättegröe. Rivs rotfilten sönder kan dock jättegröe sprida sig mycket effektivt genom rotbitarna¹⁰. Asp och viden är också översvämningsskänsliga och eventuella avverkningseffekter blir större vid ändrade vattenförhållandena. Rotfilt kan också släppa från underlaget vid högre vattenstånd och flyta upp som gungfly. Detta kan i ett tidigt skede hysa rikt med fröproducerande växter¹¹.

1) En tillfällig höjning av vattenståndet

Genom en tillfällig höjning (1 - 2 veckor) av vattenståndet med ca 0,5 m på våtmarken kan jättegröen till stor del elimineras.. Kvävning av annan befintlig vegetation genom dränkning är effektiv endast i kombination med senare markberedning¹².

Eventuella höjningar av vattenytan med 0,5 m kan medföra att vallar måste anläggas utmed östra eller norra stranden samt utmed Bergbydiken, söder om Vallbyån.

2) Torrläggning av våtmarken

Syftet med att torrlägga våtmarken är att skapa barmark och därigenom etablera ursprunglig vegetation, främst starrbälten. Diken kan komma att behöva grävas för att dränera våtmarken. Det medför också att det blir lättare för maskiner att bearbeta marken.

När vattennivån sänks, så att endast en fuktig bottenyta återstår, gror frön av många nyttiga våtmarksväxter bättre. Bra genomluftning, höga temperaturer och vattenmättnad i marken är krav som de flesta vattenväxter har för att kunna gro¹³. Den befintliga jorden i översvämningssområden innehåller ofta en fröbank av våtmarksväxter. Livslängden hos olika arters frön varierar starkt¹⁴.

På frilagda bottenytor utvecklar sig snabbt rika bestånd av fröproducerande pionjärväxter. Detta gäller dock även för vissa mindre önskvärda arter, t ex kaveldun och bladvass, som etablerar sig snabbt efter en sänkning¹⁵.

Då bottensedimenten kommer i kontakt med luftens syre så frigörs växtnäringssämnen. Den högre halten av närsalter gör det möjligt för mera krävande arter att etablera sig. Jordförbättringen ger också upphov till förbättrad foderväxtproduktion vid en påföljande höjning av vattenståndet¹⁶.

5.2.2 Skötsel av fuktängar och mader

Upphörd hävd av strandängar är en viktig orsak till att arter som årtå, storspov, rödbena, kornknarr, gulärla och ängsbiplärka har

minskat kraftigt i Norrtälje kommun under senare tid¹⁷. Den naturliga gödslingen av betesmarken genom översvämningar är dessutom mycket viktigt.

Genom bete och slåtter kan utbredning av jättegroe och fackelblomster begränsas. Tramp av nötkreatur skadar bladvassens unga skott och jordstammar på grunt vatten. På så sätt kan den blå bården med grunt vatten mellan vassen och högstarrnaden bibehållas¹⁸.

För att ovannämnda effekter ska bestå krävs ett högt betetryck eller slåtter. Slåtter minskar förnåldningen effektivt och skapar blottor. Slåtter och bete är nästan lika bra metoder för att gynna vadare¹⁹.

Höjden av vegetation i högstarrnaden får som lägst vara 40 cm. I lågstarrnaden får vegetationshöjden, förutom enstaka tuvor, inte överstiga 40 cm²⁰.

1) Skötselavtal om bete/slåtter:

Avtal bör tecknas med aktuella arrendatorer så att hävden återupptas. Avtal reglerar i vilket skick markerna skall lämnas för att vara lämpliga för betesdrift. För att hålla tillbaka förvuxet gräs med dåligt smaklighet bör putsning av betet utföras en gång under säsongen. För att de häckande fåglarna inte störs bör man göra putsningen tidigast i mitten på juli²¹. Betesintensiteten bör följas upp.

5.2.3 Restaurering av våtmark norr om Vallbyån

Den nuvarande vegetationen på våtmarken norr om Vallbyån bedöms ha en dålig grund för att utveckla en fungerande våtmark. Restaureringen kan uppdelas på två faser:

Fas 1: Våtmarken bör skötas i syfte att begränsa utbredningen av jättegroe och rörflen till förmån för andra arter. Metoderna är desamma som beskrivits tidigare, d v s höjning av vattenståndet samt torrläggning.

Vid förändrade ljus- och vattenförhållandena, när våtmarken är uppfylld med vatten, finns det risk för att alger börjar utveckla rikligt²².

Om det finns rikligt med djur-plankton äts dock algerna upp mycket snabbt.

Efter att den befintliga vegetationen har kvävts genom översvämning så torrläggs våtmarken. Marken bearbetas för att skapa ytor med bar mark. Genom aktivering av den befintliga fröbanken etableras en ny våtmarksanpassad växlighet.

Fas 2: För att säkerställa översvämningen av våtmarken under vår och höst regleras denna genom ett avtappningssystem. Översvämningarna styr vegetationens utveckling. På de blöta ytorna invandrar ofta svalting, vattenpilört, jättestarr och igelknoppar. Simänder gynnas av dessa pionjärarter. Efter etablering av pionjärarter önskas det att lågväxande och fröproducerande starr- och sävarter skall breda ut sig²³.

Slåtter med rotorslåttermaskin eller slåtterknivar är en metod som kan användas för att eftersträva ett traditionellt utseende på fuktängen. De låglänta stränderna som lutar mot Kundbysjön lämpas inte speciellt bra för bete. Stora mängder närsalter som härstammar från djurspillring transporteras med ytavrinning t ex vid snösmältningen till sjön²⁴.



Svalting (*Alisma plantago-aquatica*)
Teckning: Christina Fagergren

5.2.4 Sjöns vegetation

I de flesta större och även mindre svenska sjöar är produktionen av våtmarksväxter störst i den sydvästra delen av sjön, som ligger i lä för förhärskande vindar. Sedimentation av döda växtdelar och annat material är också stor i den sydvästra delen av sjön eller våtmarken²⁵. Här sker då uppgrundning och landbildning samt utbredning av vassar med gungflybildning (Figur 8).

Vid höga vattenstånd transporteras material högt upp på den nordöstra stranden och bryts ned (oxiderar) relativt snabbt. Både gungflyn och rotfilt i låg- och högstarrzonen kan på detta sätt elimineras (en restaureringseffekt) på den sydvästra produktionssidan d v s igenväxtningsstranden²⁶.

Genom att utnyttja den dominerande vindriktningen och starka vindar skulle en naturlig restaurering kunna fungera som en fortlöpande process enligt följande schema:

- vattenståndshöjning
- gungflybildning
 - ö-bildning (ev. med hjälp av maskinell utrustning)
- strandning på nordöstra stranden
- vattenstandsänkning
 - nedbrytning av ön på naturlig väg eller genom bränning sommartid.

5.2.5 Omprövning av vattendomen

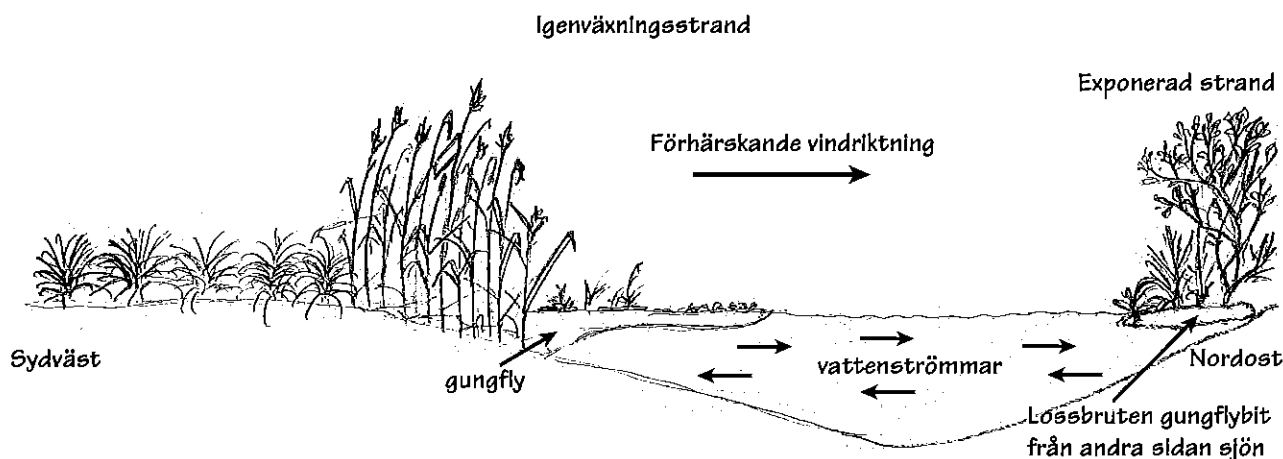
Vattenståndsförhållandena i Kundbysjön bestäms av tillrinningen till sjön samt botten- och vegetationsförhållandena i Balkensån. Denna ingår i Långsjön, Kundbysjöns och Björkarns sänkningsföretag från år 1887. Enligt vattendom 1972-06-01 är tappningen från Syningen kopplad till tvättkapaciteten vid landstingstvätten i Rimbo.

Vattendomen som nu gäller kan omprövas för att få tillstånd att tillfälligt höja vattenståndet för att kunna rensa våtmarken från oönskad vegetation. Markägaren som äger fastigheten vid dämmet kan själv begära rätt till vattenreglering. Norrtälje kommun har också rätt att begära tvångsrätt för fastigheten.

Skötseln av dammen måste klart framgå av en plan fastslagen av Vattendomstolen. Vattendomen skall innebära att vattenståndet skall variera, dels mellan olika årstiderna, dels mellan olika år. Huvudmannen kan ges rätt att reglera sjöängen enligt planen.

5.2.6 Lämpliga tider

Målsättningen är att etablering av växtligheten skulle ske snabbt. Men detta kan ske bara då marken är bar och fri från förna och konkurrerande växter²⁷.



Figur 8. En "naturlig" restaurering av en våtmark. Gungflyn bildas i sydvästra delen av sjön. Under vintern förenas is och markens tjäle i en "isfot". Isfoten och ett stycke gungfly bryts loss. Vårflödets höjda vattenstånd lyfter materialet. Hårda vintrar kan föra över de lossbrutna öarna till den exponerade stranden i nordost (efter Pehrsson 1992).

Markbearbetning (bearbetning av tuvor) bör ske från oktober till december eller då marken inte är för blöt för att fräsas av traktor. Röjningen utmed stranden utförs bäst på hösten eller på vintern. Kompletterande röjning och bränning kan ske t ex i mars. I april bränns det torra gräset av. Eventuell slåtter bör koncentreras till senare delen av juli-augusti så att störningar på häckanade fåglar minskas. Frysning av betesmarken genom torrläggning under vintern rekommenderas. Ett reglerbart dämme kan byggas på hösten. Uppdämningen kan ske redan i april när snösmältningen börjar. Under april och maj tillåts översvåmmas och vegetationen därmed kvävs.

5.2.7 Fågeltorn

Det finns idag två bra observationsplatser vid sjön. Dels udden vid sjöns norra strand (Björkudden) och dels Skiljeberget vid gamla banvallen strax norr om sjön. Genom att uppföra ett fågeltorn på norra sidan av våtmarken skulle man kunna komma fåglarna närmare och därmed skulle sjön kunna bli attraktivare för besökare.

Träd och buskar skulle kunna planteras längs norra kanten av våtmarken för att ge lä åt vegetationen och fåglarna. Det växer redan några buskar i anslutning till en lämplig plats för ett fågeltorn.

-
- 1,4, (Pehrsson, 1992).
 - 2 (Florgård et al, 1994).
 - 3,6,8,15,18,19 (Alexandersson et al, 1986).
 - 5 (Pehrsson & et al, 1990).
 - 7 (Länsstyrelsen Uppsala län, 1994).
 - 9,12,14,,22,23,27 (Ridderstolpe, 1995).
 - 10 (Stefan Thorsell, muntlig uppgift).
 - 11 (Pehrsson, 1992).
 - 13,16 (Pehrsson, 1980).
 - 17 (Stighäll, 1995).
 - 20 (Johnsson & Hamrén 1993).
 - 21 (Alexandersson et al, 1990).
 - 24 (SNV, 1989).
 - 25 (Pehrsson, 1983a).
 - 26 (Pehrsson, 1994).



Sångsvanar går in för landning.
Foto: Kristoffer Stighäll.

större från sand och mulljordar än från lerjordar¹⁴.

Vid bevattning med avloppsvatten är risken för nitratläckage väsentligt större än risken för fosforläckage. Fosfat (PO_4^{3-}) har stor benägenhet att fästa sig (sorberas) och fällas ut i jorden. Jordens innehåll av metallerna järn, aluminium och kalcium påverkar hur effektivt fosfor bindes. Organiskt material i jorden kan hämma fosforbindningen. Basiska förhållanden gynnar bindningen av fosfor till kalcium¹⁵.

Vattenlösligheten av olika järnföreningar avviker ifrån varandra. Fosfat som har bundit till järn(III)oxider i marken kommer att läcka om marken ställs under vatten. Vid högre halter av järn och fosfat är bindningen av fosfat större vid syrefattiga förhållanden. Fosforbindningen vid dränkning av jorden påskyndas av ökade halter av organiskt material och förhöjd temperatur¹⁶.

Enligt Sjöberg och Pettersson¹⁷ kan stora fosforläckage inträffa i samband med stora flöden, t ex snösmältning. Under lågflödesår tenderar fosfor att transporteras bort i mindre utsträckning. Lågflödesår minskar däremot inte borttransport av nitratkväve.

6.1.1 Vattenkvalitet och näringstransport i Norrtäljeån

I Rimbotrakten finns mäktiga glacialleror. Sjöarna Lommaren, Björkarn och Kundbysjön hör till ett östvästligt dalgångssystem (sprickbildningar i urberg). På södra sidan av Kundbysjön löper en rullstensås i öst-västlig riktning. Berggrunden i Rimbotrakten utgörs av Stockholmsgranit¹⁸.

Kundbysjön hör till ett området där saltvatten kan förekomma i grundvattnet. Norr om Kundbysjön ger de grävda eller borrhade brunnarna tidvis artesiskt vatten, d v s vatten som ligger instängt under lerlager. Den artesiska grundvattenytan är beroende av infiltrationsområdets grundvattenyta. Ett flertal brunnar har också sinat i samband med att kommunens täkt utnyttjades intensivt. Efter sedimentdeponeringen på åkrarna har man följt upp vattenkvaliteten i de enskilda brunnarna

kring Kundbysjön. Enligt analyser är fosforinnehållet i det kvarvarande sjösedimentets ytlager avsevärt reducerat.

Vattenuttag från Bergbys vattentäkt kommer att upphöra på grund av dålig vattenkvalitet¹⁹. Vattnet är för aggressivt d v s det har förmåga att kemiskt angripa metaller (speciellt koppar) och betong. Detta beror vanligen på förekomst av kolsyra eller sulfat i vatten samt saknaden av skyddande kalcium²⁰.

Norrtäljeån är av en mycket näringsrik karaktär och vattnet klassifieras som syrefattigt²¹. Detta beror på en hög gödselproduktion samt en ganska stor andel öppen mark i avrinningsområdet. Markanvändningen är den faktor som har störst betydelse för transporten av näringsämnen till kusten. Stora sjöar, t ex Gavel-Långsjön, Skedviken och Lommaren, fungerar som vattenmagasiner och kompenserar delvis påverkan av jordbruk och annan aktivitet som leder till att stora mängder närsalter transporteras till och i ån²².

Sjön Björkarn, nedströms Kundbysjön, kan fungera som en effektiv närsaltsfälla och således reducera närsalttransporten²³. Men undersökningar har visat att Björkaren under vissa perioder läcker både fosfor och kväve²⁴. Ett högre flöde medför att koncentration av fosfor och kväve ökar i Norrtäljeåsystemet²⁵.

Vid restaurering av Kundbysjön togs, genom sugmuddring, ca 50- 70 cm av botten-sedimenten bort. Enligt Ripl²⁶ utgjordes detta sediment av en något lös, svartbrun detritusgyttja, som successivt övergick i lergyttja. Fosfor var starkt anrikat i sedimententytan (0-20 cm) medan koncentrationen var relativt låg på större sedimentdjup²⁷.

De kommunala reningsverket i Norrtälje står för mindre än 10% av kvävetransporten. Totalkvävehalten på utgående avloppsvatten i Rimbo reningsverket har varit 13 mg per liter som genomsnitt för året 1994 och reduktionen har varit 50%²⁸. Reningsanläggningen är dimensionerad för en föroreningsbelastning motsvarande 7500 personekvivalenter (p.e.), varav ca 2000 pe beräknas utgöra belastningen från Rimbotvätten. Bräddningar på lednings-

nätet (avledningen av överflödsvatten) har skett vid två tillfällen under 1994.

Det totala kvävetillskottet från Rånäs, Rimbo och Finsta reningsverken till Norrtäljeån var 15,8 ton 1988 och 9,4 ton 1989. Det övervägande tillskottet kom från Rimbo reningsverk. Total kvävetillskottet från Rimbo reningsverk var 11,7 ton under år 1994²⁹. Fosformängderna varierar 200 -300 kg per år³⁰.

6.2 Våtmarker för närsaltrening

Våtmarker som skapas för närsaltsrening kan vara från näst intill naturliga till mer biotekniska anläggningar. Principen är dock samma som i reningverkets biologiska reningsteg, det måste finnas syrefattiga och syrerika vattenzoner för att skapa optimala förhållandena för bakterierna. Detta kan bäst åstadkommas med hjälp av långsamt respektive snabbt rinnande vatten. Ett sätt är också att samla upp vatten i en damm. För att få igång båda bakteriella processerna fylls och töms dammarna omväxlande. Botten i den tomma dammen exponeras till luft. Nitrifikationsbakterier får tillfälle att arbeta så snart en ny omgång av orenade vatten förs in. När syret i vattnet har förbrukats börjar denitrifikationen³¹.

Vid sura förhållanden hindras normal nedbrytning. Surheten kan även påverka tillväxten av många våtmarksväxter³². Neutralt till basiskt vatten är lämpligast både för växterna och bakterierna. Avloppsvatten innehåller också organiskt kväve³³. Om nitrat utgör en väsentlig del av kvävet i avloppsvatten är det förhållandevis lätt att anlägga en optimalt fungerande våtmark för denitrifikation. Om istället ammoniumkvävet utgör en väsentlig del av kvävet i avloppsvatten är det svårare att anlägga en våtmark.

I en våtmark som mottar avloppsvatten sker kväveprocesserna i vatten och i sediment. Det bildas ett syrerikt och syrefattigt skikt i sedimenten. I både skikt och i vatten sker mineralisering, d v s organiskt kväve omvandlas till ammonium. Allt ammonium i vatten oxideras till nitrit av bakterier i syrerika

miljöer. Nitrit omvandlas vidare till nitrat av nitrifikationsbakterier. Nitrifikationen kan ske också vid låga temperaturer (0 - 5 C)³⁴.

Syre för nitrifikationsprocessen kan dels tillföras från luften och dels från undervattensväxternas fotosyntes. Då fotosyntesen upphör under natten, kommer syrgashalterna i vattnet växla över dygnet. Vass kan transportera luft från skotten till den underjordiska stammen. Men syrgas från fotosyntesen eller periodisk dränering är de effektivaste metoderna för upprätthållandet av lämpliga miljöer för nitrifikationen³⁵.

Ammonium binder lätt till jordpartiklar. Med periodisk dränering underlättas syretillförseln och det bundna ammoniumet omvandlas till nitrit. När våtmarken återigen blir vattenfylld kan nytt ammonium bindas till partiklar³⁶. Det här är en viktig process för nitrifikationen³⁷.

Nitrifikationsprocessen orsakar lågt pH genom att producera vätejoner. Under sura förhållanden hämmas nitrifikationen³⁸. Nitrat som bildas i denitrifikationen kompenserar försurningen. Detta förutsätter emellertid ett system som omväxlande dränks och torrläggas. Denitrifikationen sker även nära fryspunkten. Hastigheten av omvandlingen av nitrit ökar dock med ökande temperatur³⁹.

6.2.1 Våtmarker för avloppsvattenrening

Enligt Wittgren⁴⁰ finns det tre principiellt olika sätt att utforma våtmarker för nitrifikationsdenitrifikation av avloppsvattenkväve. Ett alternativ är en våtmark som grundar sig på vassvegetation och som omväxlande fylls och töms. Vid fyllning utvecklas syrefattiga förhållanden för denitrifiering av nitraten, som bildades när våtmarken var tömd. Ett annat är att ammonium kan fästa sig till sedimentytan, och nitrifieras under nästa tömning. Den tredje lösningen är en damm med permanent stående vatten. Syrgas för nitrifikationen kommer under dagtid från fotosyntesen av undervattensväxter. Natttid förbrukas syrgasen och denitrifikationen börjar. Dessa tre alternativ kan varieras och kombineras på olika sätt.

Ett s k vegetationsfilter består av en sluttande yta med vegetation och en våtmark med vassvegetation. Vattnet tillförs periodiskt och det får sippra på ytan (nitrifikation). I en permanent fylld våtmark som följer sker denitrifikationen.

6.3 Både våtmarksfåglar och när-saltrening?

Detta avsnitt berör frågan om hur man kan förena fågelintresset med avloppsvattenrening i våtmarken väster om Kundbysjön. Tidigare i detta arbete har två lösningar för att återskapa våtmarken för fågellivet beskrivits: fördämning av sjön alternativt fördämning av Vallbyån.

Alternativt kan man tänka sig att nyanlägga en våtmark för kväverening på helt annan plats än på den naturliga våtmarken. Olika reningsalternativer som har presenterats är översilningsystem, fördämningens påverkan på reningsprocesserna, anlagda våtmarker och skyddszoner.

6.3.1 Översilningsmark

I "översilningsmark"-förslaget, så dämms Vallbyån upp på lämpligt ställe. Från ån leder man vattnet in i de tre befintliga diken i våtmarken. Från diken får vattnet sila över marken men inte dränka vegetationen. Vattnet regleras på så sätt att tillströmningen blir jämn. På grund av varierande höjd- och markförhållanden i våtmarken uppstår det tillfälliga vattensamlingar med stillastående vatten. Vattendjupet varierar på våtmarken från 0 till 0,5 meter.

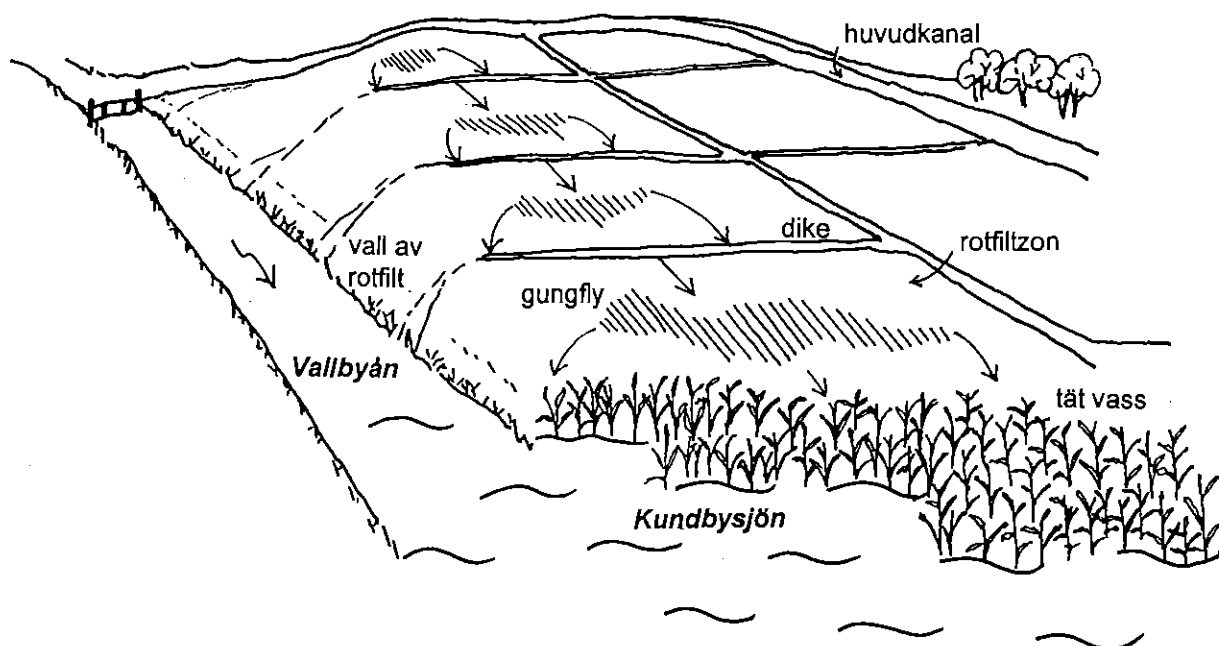
Sedimenten på våtmarken består förmodligen delvis av detritusgyttja, anrikat med fosfor⁴¹. Av våtmarkens areal är en relativt stort andel gungflyn. I organogena jordar är dock fosforbindningsförmågan liten⁴². En stor vegetations yta som gynnar ammoniumbindning av t ex bladvass, kavedun och starrarter⁴³. På området väster om Kundbysjön växer dock i nuläget jättegröe, rörflen och olika andra gräsarter.

Våtmarken kan även användas till odling av högproduktiva gräs, t ex jättegröe, madrör och grenrör. Det näringsrika vattnet måste då ledas över landvegetationen. Detta betyder att vattnet kommer att svämma över rotfiltzonen. Den näring som då tas upp av vegetationen förs effektivt ut ur systemet genom regelbunden skörd. Skörden kan användas som djurfoder, för kompostering, bränsle eller biogasproduktion⁴⁴.

I översilningsmarken är denitrifikationen ofta hög, men från marken läcker ändå nästan lika mycket kväve som det tillförs. Kväveretentionen i översilningsängar har uppmätts 0-100 kg kväve per hektar och år⁴⁵.

En fråga som kan uppstå är hur får man vattnet att räcka till för att samtidigt översila hela våtmarken. Uppströms dämnet i kanten av ån kan man t ex gräva en tillloppskanal. Denna kanal kommer att nå fram till ett dike (som är igensatt) i övre delen av rotfiltzonen (Figur 9). Från denna kanal har man sedan möjlighet att fördela vattnet över våtmarken. Vattnet får sedan infiltrera i marken innan det leds tillbaka till sjön. Vattnet som förs upp på en våtmark bör inte bli stående. De flesta gräsarterna tål inte för fuktig mark under längre tider. Då dör rötterna av syrebrist. Rörflen är emellertid tålig mot ständig väta⁴⁶.

Vid anläggning av en våtmark för rening av avloppsvatten önskas konkurrenskraftiga arter snarare än en speciell artsammansättning⁴⁷. Dessa arter etablerar sig också lätt. Vill man istället uppnå speciella miljöer med artrik våtmarksvegetation måste vattenståndet variera mer eller mindre kraftigt. Vegetationszoneringen som gynnar vissa våtmarksfåglar bildas främst på det här sättet. Översilningstekniken grundar sig däremot på ytavrinning och den har använts för att öka höproduktion.



Figur 9. Förslag till dämme av ån med system av småkanaler som leder vattnet över våtmarken.

Skötselåtgärder i den etablerade våtmarken är t ex att man skall glesa ut vegetationen regelbundet för att vattnet skall rinna på bred front. I naturliga våtmarker bildas lätt också åfåror som hindrar vattnets rörelser⁴⁸. Eftersom flödet följer prioriterade vägar kan det bildas torra ytor med landvegetation⁴⁹.

6.3.2 Fördämning vid sjöns utlopp

Ett alternativ till översilningmark är att gjuta en damm vid Kundbysjöns utlopp. Vattnet skulle kunna regleras så att vattennivån är högre på vår och höst för att gynna fågellivet. Växtligheten skulle därmed bestå av olika starrarter och rikt fröproducerande pionärarter. Kväveretentionen på mader och fuktängar brukar fungera bra om det finns en kontinuerlig vattengenomströmning. Ett svagt strömmande vatten kan åstadkommas genom en kontinuerlig tappning. Då hinna det organiska materialet sjunka till botten och nitrat tillförs kontinuerligt.

Karaktäristiskt för många våtängar är dock att inget kontinuerligt vattenutbyte sker i stora delar av området. Detta leder till utarmning av näringsförrådet och minskning av effektiviteten i närsaltsrening⁵⁰. De flesta redovisade mätdata uppger relativt låga retentionsvärden av kväve⁵¹.

6.4 Den anlagda våtmarken

Genom att föra det renade avloppsvattnet via ledningar över en igenväxt åker intill Rimbo reningsverk skulle vara ett sätt att minska kväve och fosfor. Marken ägs av kommunen. Jorden är mycket tät och det finns inte risk för vattenmättnad i marken. Den här lösningen innebär att det inte sker utspädning av avloppsvatten. Reningseffekten kommer att vara mycket högre jämfört med de två ovannämnda lösningar.

Reningen kan ske genom att vattnet får passera anlagda våtmarker, vassar och/eller dammar. Tillströmningen behöver också regleras i ett jämnt flöde med pumpar. Vattnet får rinna efter topografin eller man måste skapa zoner med olika djup.

Vattnet leds senare till det befintliga diket som löper till Vallbyån vid promenadvägen. Om man vill ha större areal för rening kan man leda vattnet under promenadvägen på en åkermark.

Genom att ändra markanvändningen där kan en översilningsmark bildas. Vattnet från våtmarken förs till ån som också mynnar till Kundbysjön.

En av förutsättningarna för en effektiv kväveretention i våtmarkerna är att vattnet rinner långsamt över en så stor yta som möjligt⁵². Våtmarken skall planeras också på så sätt att syretillförsel från luften underlättas. Vegetationens utveckling kan styras genom manipulering av vattenståndet. En täckande våtmarksvegetation för att gynna reningsprocesser behöver etableras. Önskvärt är att skapa dammar för fåglar med fröproducerande undervattensvegetation och strandvegetation. När marken vattenmättas med avloppsvatten aktiveras den befintliga fröbanken. Marken där består av sjösediment från Kundbysjön och innehåller förmodligen frön av vattenväxter. I dammar kan man plantera flytblad- eller undervattenvegetation, bl a vattenpilört och trådnate.

Näringsreduktionen i det ovannämnda systemet sker genom sedimentation, nitrifikation-denitrifikation och upptagande i växter. Högst kväveretention har uppmätts i dammar, rotzonanläggningar och infiltrationsvåtmarker, med möjliga värden på 1500 kg kväve/ha och år⁵³.

Fördelar med systemet är att kväve, fosfor och tungmetaller minskar eller försvinner innan vattnet når den befintliga ån. Dammar och våtmarker medför en långsammare infiltration av marken vilket gynnar grundvattennivån. Det är lättare också att kontrollera reningsprocessen när det inte är någon tillrinning från omgivande mark vilket är fallet i våtmarkerna vid Kundbysjön.

6.4.1 Skyddszoner

För att minska läckage av växtnäringsämnen från marken bör en odlingsfri zon på minst fem meters bredd finnas längs Vallbyån. Skyddande växtlighet i zonen kan vara gräs men även träd och buskar kan planteras. Vegetationen fungerar som filter och vattenhastigheten sjunker. Gröna bälten längs åar utgör också miljöer där växter kan spridas och djur får skydd⁵⁴.

Alternativt kan åkanternas lutning planas ut. Ett näringsrikt vatten från jordbruksdränering silas över en bevuxen mark längs strandbrinken. Man kan även anlägga en damm för att samla upp vattnet från dräneringens stamledning. I

dammen renas vattnet med t ex vass eller används till bevattning⁵⁵.

Ett exempel där man anlagt skyddszoner är Hölje å - en typisk skånsk slättå. Ån och dess biflöden har krympt, rätats och kulvertarats. För att ge åfåran nytt liv har vatten-dragsförbundet anlagt odlingsfria skyddszoner längs ca 20 km av åkanten. I projektet försöker man utnyttja befintliga svackor eller kanter av fält som ändå är svårodlade⁵⁶.

Vallbyån är ställvis igenväxt med jättegroe och det finns öar av gungfly i ån. Eventuell vattenståndshöjning i sjön kommer förmodligen att lösgöra mera rotfilt från åkanterna. Rensningen av ån kan göras i samband med andra åtgärder i åkanterna.

Uppgifter om hur effektivt skyddszonerna minskar utsläpp av kväve varierar och är inte alltid tillförlitliga på grund av bristfälliga mätmetoder⁵⁷. Reduktionen av kväve och fosfor i två av de nyanlagda dammarna vid Höje å visade dock en reningseffekt på 500 kg kväve/hektar och år⁵⁸.

-
- 1,3,45,46,48,50,51,52,53,57 (Leonardsson, 1990).
 - 2,12,31,54,55,56,58 (Lönngren, 1995).
 - 4,7 (Pettersson et al, 1990)
 - 5,6,8,9,15,16,33,35,36,39,40,42,47,49 (Wittgren, 1994).
 - 10,23,24,30 (Sjöberg & Pettersson 1994 B:6)
 - 11 (Jonsson, 1976).
 - 13 (Jansson et al, 1990).
 - 14 (SNV 1989).
 - 17,22,23 (Sjöberg & Pettersson 1994 B:2)
 - 18 (Svedmark, 1887).
 - 19 (Lars Dahlqvist, muntlig uppgift).
 - 20 (Nordström, 1991).
 - 25 (Sjöberg et al, 1993a).
 - 26,41 (Ripl 1979).
 - 27 (Forsberg et al, 1987).
 - 28,29 (Sundelin et al, 1994).
 - 32 (Pehrsson, 1980).
 - 34 (Sundblad et al, 1991).
 - 37 (Kruzic et al, 1990).
 - 38 (Painter, 1993).
 - 43 (Ridderstolpe, 1995).
 - 44 (Ekogruppen, 1990).

7. Slutord

På grund av varierande mark- och vegetationsförhållanden i studieområdet behöver man använda flera metoder för att gynna fågellivet. De lyckade projekten, t ex Kvismaren, Angarnsjöängen och Hornborgarsjön, har gemensamt att stora sammanhängande ytor har bearbetats. Ju större areal av olika naturtyper desto större artrikedom är resultatet.

Det finns möjligheter att återskapa en grön helhet från reningsverket till sjön. På köpet får man en naturvårdsnytta i form av rikt fågelliv och minskning av näringsämnestransport i vattendrag. Landskapsbilden kommer också att bli mera attraktiv. Man sparar överföringskostnader som utgör en väsentlig del av de totala reningskostnaderna¹.

Man kan också tänka sig dagvattenbehandling på våtmarken. S k dagvatten bildas genom att vatten (regn, vatten från snö) rinner av på hårdgjord ytor (t ex tak, asfalt). Dagvatten avleds normalt genom slutna ledningar. Detta leder till att man hindrar den naturliga nedbrytningen av föroreningar i vatten².

Principen vid dagvattenreningen i en våtmark består i att någon typ av mindre, lättrensad damm (fördröjningsdamm) finns innan våtmarken där tunga partiklar kan sedimentera i samband med höga flöden³. Fördelarna är att man kan mäta reningseffektiviteten. Det är ändå svårt att förutse hur mycket kväve, fosfor och andra oönskvärda ämnen kommer att minska.

Att förhindra utsläpp av växtnäringsämnen är en av de viktigaste åtgärderna för hela vatten-systemet. Det har vi förstått under de senaste trettio åren i form av t ex algblommningar i havet. Alla åtgärder som förbättrar vattenkvaliteten är ett steg mot en renare miljö. Allra bäst vore att förhindra att näringsämnen går ut i avloppsvattnet.

En del av denna skrift har ägnats åt att beskriva faktorer som inverkar på fågellivet. Avsikten med åtgärder som slåtter och bete och

möjligheten att rätt utnyttja varierande vattenstånd har varit att anlägga en värdefull våtmark för fågellivet. Det kvarstår en hel del frågor, t ex val av betesdjur. Utegångsboskap, t ex skotsk högländsboskap, har goda egenskaper som kan utnyttjas i restaureringen av våtmarker.

Runt den renoverade fågelsjön Kvismaren på Närkeslätten har man försök med högländsboskap. Dessa djur kan gå ute året runt och de väljer inte betet så noga. I Kvismaren har de t ex betat ned älgört och bredkvaveldun. Herefordboskap fyller också samma funktioner^{4,5}.

Att få tillbaka skrattnåsar, sothönorna och olika vadarfåglar är mycket komplicerat. Det saknas idag förmodligen häckningsplatser och föda. Det är svårt att återskapa deltaliknande tillopp av ån eller öar med vegetation där skrattnåsar kan häcka. Skrattnåsarna är dock en viktig faktor för att ge balans åt fågellivet. De är aggressiva mot rovfåglar och på så sätt ger de skydd för de andra våtmarksfåglarna⁶.

Innan restaureringen av Kundbysjön bestod omkring 25 procent av hela sjöytan av undervattensvegetation⁷. I den centrala sjön bildade vattenpest en matta från botten till ytan. Bland vattenpesten förekom spridd vegetation av krusnate, borstnate, vattenaloe samt vattenbläddra. Den grunda och näringsrika Kundbysjön utgjorde en lämplig livsmiljö för fjädermyggor. Bottendjurens biomassa (våtvikt) från Kundbysjön var nästan 19 gånger högre än medeltalet för 22 djupare sjöar i regionen⁸. Unikt var också att tofsmyggorna saknades vilket kan bero på sjöns snabba vattenomsättning.

Etablering av undervattensväxter i en renoverad våtmark kan gynna fåglar som sumphöns. Sothönan liksom rörhönan äter växter t ex natar, kransalger och slingor⁹. Idag finns sothöna enbart i några få exemplar i sjön. Tidigare kunde man, strax efter islossningen,

Maniette, H. 1991: Anläggning av våtmark. Info från LBN i Stockholms län.

Maniette, H. 1993: Torrlagd åker blir våt igen. Dagens Nyheter 1/11.

Nilsson, L., Hansson, L.-A. & Högström, C. 1982: Kävsjön som fågelsjö - häckande och rastande vattenfåglar 1972-1980 samt restaurering av strandbiotoper. Vår Fågelvärld 41: 297-314.

Norrtälje Naturvårdsfond 1992: Verksamheten inom Norrtälje Naturvårdsfond år 1992. Norrtälje.

Norrtälje Naturvårdsfond 1993: Verksamheten inom Norrtälje Naturvårdsfond år 1993. Norrtälje.

Nordström, A. 1991: Vattenförsörjning & Avloppshantering. Naturgeografiska institutionen. Stockholms universitet. Stockholm.

Painter, H.A. 1983: Aerobic bacteria and fungi. I: Curds, C.R. and Hawkes, H.A. (red.) Ecological Aspects of Used Water Treatment. Vol. 2: Biological Activities and Treatment Processes. Academic Press, London, sid.11-75.

Pehrsson, O. 1980: Skötsel av våtmarker för fröproduktion - en viktig resurs för sjöfågel. SNV PM 1244. Solna.

Pehrsson, O. 1983a: Hornborgarsjön som vattenmagasin, fiskodling och åkermark - blir detta den 10 000-åriga fågelsjöns nästa utvecklingsskede? Vår Fågelvärld 42, 161-180.

Pehrsson, O. 1988b: Produktion av elström eller fågelföda i den framtida Hornborgasjön? Vår Fågelvärld 47, 257-262.

Pehrsson, O. 1988c: Variations in the seed production of a staging marsh in Sweden and possible effects on mallard reproduction. Symposium on Habitat Management for migrating and Wintering Waterfowl in North America, January 24-28, 1988, Jackson, Mississippi, USA. Abstract.

Pehrsson, O. 1992: Skötsel av våtmarker som fågelbiotoper. SNV Rapport 4014. Solna.

Pehrsson O. & Thorssell S. 1990: Rekonstruktion av inlandsbiotop för vadare. Fauna och flora 85. s 226-233.

Persson, I.-G. 1993: Sårbart vatten, helhetssyn och beredskap i samhällsplanering i boken Biologi och Bosättning Naturanpassning i samhällsbyggnandet. Berg, P. G. (red.). Natur och Kultur. Stockholm.

Persson, L. 1995: Miljövård måste prioriteras - Agenda 21. Roslagensankaret Nr 1. Norrtälje.

Pettersson, K. 1991a: Norrtäljeån under restaureringen av Kundbysjön 1989-1990. LIU 1991 B:4.

Pettersson, K. 1991b: Kvävebudget för Björkaren - en igenväxt sjö i Norrtälje kommun. Vatten 47: 305-309.

Pettersson, K. & Boström, B. 1990: Kväveomsättning i limniska ekosystem. En litteraturöversikt. SVN Rapport 3822. Solna.

Ridderstolpe, P. 1995: Våtmark Oxelösund - växtetablering och preliminära resultat. Oxelösunds kommun.

Ripl, W. 1979: Förslag till restaurering av sjöarna Kundbysjön-Björkarn. Limnologiska Institutionen. Lunds universitet. Lund.

Roskarlen. 1992: Årgång 14. Roslagens Ornitologiska Förening

SCB 1993: Markanvändningen i Sverige. Andra utgåvan. Statistiska Centralbyrån. Stockholm

Sjöberg, M., Lindqvist, U. & Pettersson, K. 1993a: Limnologisk undersökning av Norrtälje kommunens större vattensystems utflöde i havet under 1992. LIU 1993 B:4.

Sjöberg, M. & Pettersson, K. 1992: Norrtäljeån år 1991 - situationen efter restaureringen av Kundbysjön. LIU 1992 B:1.

Sjöberg, M. & Pettersson, K. 1994 B:2: Naringstransport i Norrtälje kommuns större åar under åren 1988 till 1992. Limnologiska institutionen. Uppsala universitet. Uppsala.

Sjöberg, M. & Pettersson, K. 1994 B:6: Björkarens och Kundbysjöns roll för kväve- och fosforkvarhållandet i Norrtäljeån. Limnologiska institutionen. Uppsala universitet. Uppsala.

Stighäll, K. 1995: Hotade fågelarternas situation i Norrtälje kommun - underlag till ett handlingsprogram. Norrtälje kommun.

Sunblad, K. & Wittgren, H. B. 1991: Wastewater nutrient removal and recovery in an infiltration wetland. I: Etnier, C. & Guterstam, B. (red.). Ecological Engineering for Wastewater Treatment. Bokskogen, Göteborg.

Sundelin, E. & Leonardsson, P. 1994: Miljörapport enligt miljöskyddslagen för Rimbo avloppsreningsverk År 1994. Norrtälje kommun tekniska nämnden och kontoret. Norrtälje.

Svedmark, E. 1887: Beskrifning till Kartabladet Norrtälje. Sveriges geologiska

undersökningar. Ser.Aa. N:o 94. P.A.Norstedt & Söner. Stockholm.

SVN 1989: Miljöskydd vid djurhållning. Allmänna råd 89,6. Stockholm.

Thorssell, S. 1990: Ko för öppet landskap - härdat nördjur från skottland gör svensk miljöinsats. Dagens Nyheter 16/11.

Wallsten M. 1987: Vegetationen i Kundbysjön, 1986. Limnologiska institutionen. Uppsala universitet.

Wittgren, H.-B. 1994: Våtmarker som behandlingsmetod för avloppsvatten och dagvatten - kunskapssyntes och utredning om forskningsbehov. SNV Rapport 4365. Statens naturvårdsverk. Solna.

Muntliga källor

Dahlqvist, Lars. Ansvarig för drift och underhåll av Rimbo vatten- och avloppsreningsverk.

Thorsell, Stefan. Miljövårdsenheten, Länsstyrelsen i Örebro län.

Stighäll, Kristoffer. Kommunekolog i Norrtälje.

Naturvård i Norrtälje kommun är en serie publikationer som beskriver intressanta och värdefulla naturmiljöer i Norrtälje kommun. De kan beställas från planeringskontoret, Norrtälje kommun, Box 800, 761 28 NORRTÄLJE, tel 0176-71000.

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. Arsläjan, 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. Lidö, 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

Följande rapporter är under utarbetande:

Viren, naturinventering med förslag till skötselåtgärder

