



ALcontrol Laboratories



Vattenväxter Lagunerna

Slutrappport 2017

Uppdragsgivare: Växjö kommun

Kontaktperson: Andreas Hedrén
Växjö kommun, tekniska förvaltningen VA-avd.
Post: Box 1222, 351 12 Växjö
Adress: Västra Esplanaden 18
Tel: 0470 - 412 52, 076 - 12 71 854
E-post: andreas.hedren@vaxjo.se

Utförare: ALcontrol AB och Hushållningssällskapet
Halland

Projektledare: Håkan Olofsson (ALcontrol AB)

Kontaktperson: Håkan Olofsson ALcontrol AB
Adress: Karins Gränd 13, 302 75 Halmstad
Tel: 073 - 633 83 69
E-post: hakan.olofsson@alcontrol.se

Omslagsfoto: Nyanlagda trösklar med fasta sediment och övervattensväxter
(Foto: Andreas Hedrén)

Tryckt: 2017-11-08

INNEHÅLL

INLEDNING	2
Bakgrund.....	2
Utredning 2015	3
Djup- och substratkartering	3
Provfiske efter fisk	4
Provfiske efter kräftor	5
Växtinventering.....	5
Sediment	5
Förslag till genomförandeplan	6
GENOMFÖRANDE OCH UTREDNING 2016 OCH 2017.....	7
Genomförande	7
Utfiskning av fisk.....	7
Utfiskning av kräftor.....	8
Ombyggnation av Lagunernas utlopp för att undvika återmigration av fisk från Växjösjön.....	8
Skapa trösklar med fasta sediment och övervattensväxter	9
Aktiv plantering av vattenväxter.....	10
Kalkning.....	11
Uppföljning och bedömning av möjlig effekt.....	11
Uppföljning av vattenkvaliteten i södra Lagunen	12
Uppföljning av sediment	13
Bedömning av möjlig effekt	15
Råd avseende skötsel och uppföljning av lagunerna	17
REFERENSER.....	18
BILAGA 1. ANALYSRESULTAT VATTEN.....	19
BILAGA 2. ANALYSRESULTAT SEDIMENT	21

INLEDNING

Bakgrund

Expansionen av Växjö stad har bl.a. lett till att tillrinningsområdet för den centralt belägna Växjösjön numera till stor del utgörs av hårdgjorda ytor. Detta innebär att Växjösjön får en stor andel av sin vattentillförsel i form av dagvatten. Dagvatten kan bl.a. innehålla höga halter av fosfor som bidrar till övergödning i Växjösjön.

Växjö kommun har i många år jobbat med att skapa förutsättningar för rening och fördröjning av betydande dagvattenutsläpp för att förbättra övergödningssituationen i Växjösjön. Exempel på anläggningar är bl.a. Linnégatan – en kanal där vattnet vid kraftigt regn kan stiga utefter kanalens grässlänter, Kanalen - en ca 600 m lång täckt kanal längs Växjösjöns norra strand som samlar upp ett tiotal dagvattenutlopp och leder vattnet till "Lagunerna" vid Strandbjörket samt Spetsamossen - en vegetationsomgärdad försänkt park som vid kraftigt regn blir fördröjningsmagasin med vattenspegel.

I dagvattenanläggningarna sker rening bl.a. genom att föroreningar som är bundna till partiklar sedimenterar. Partiklarna kan också filtreras bort genom att de fastnar i vegetationen. Lösta föroreningar kan omlagras kemiskt och bindas till sedimentet eller tas upp av alger och vattenväxter. Rening kan också ske genom mikrobiell nedbrytning och denitrifikation. Sedimentationen och reningseffekten är starkt beroende av anläggningens utformning bl.a. uppehållstid, förmåga att sprida inkommande vatten jämnt över anläggningen så att inte turbulens eller s.k. kortslutningsströmmar (att vattnet tar en genväg så att uppehållstiden minskas) skapas samt djupförhållanden och växtlighet.

Växjösjön karakteriseras idag som en måttligt näringsrik sjö med måttligt höga fosforhalter, måttlig status med avseende på fosfor men god status avseende siktdjup. Primärproduktionen är fortsatt för hög i sjön för att god status skall kunna uppnås avseende klorofyll och växtplankton. Ett flertal åtgärder har genom åren utförts i och omkring Växjösjön för att förbättra näringsstatusen i sjön. Ytterligare åtgärder måste dock till för att minska fosforhalterna och primärproduktionen i sjön.

Inom ramen för projektet "Åtgärdsstrategi för Växjösjöarna, Etapp 1 av 3, undersökningar och beslutsunderlag" (ALcontrol & DHI 2014) identifierades att den externa fosforbelastningen på Växjösjön måste minska för att möjliggöra minskande halter i sjön så god näringsstatus avseende fosfor kan uppnås.

"Lagunerna" vid Strandbjörket anlades åren 1996 och 2001 och det har konstaterats att dammarna renar dagvattnet som rinner till Växjösjön på ett för branschen godtagbart sätt. De genomsnittliga totalfosforhalterna låg omkring 70-80 µg/l i samband med kraftigare regnperioder vid undersökningar år 2012 (ALcontrol & DHI 2014). Även om det brukar anses vara en godtagbar rening så är Lagunerna en "hot spot" när det gäller näringstillförsel till Växjösjön. Grovt räknat kan ca 35-40 % av den totala externa tillförseln av fosfor till Växjösjön komma från Lagunerna. Att ytterligare rena dagvattnet från fosfor har därför blivit en viktig del i åtgärdsarbetet för att minska den externa belastningen på Växjösjön och förbättra sjöns övergödningssituation.

Bäckaslövs våtmark, som renar dagvatten till Södra Bergundasjön, har likartade förutsättningar som Lagunerna sett till hydrologisk belastning, föroreningsbelastning och dammarea i relation till tillrinningsområdet. Vid omfattande mätningar av reningseffektiviteten i Bäckaslövs våtmark kunde man konstatera att utgående totalfosforhalter från Bäckaslövs våtmark endast var omkring 22 µg/l som flödesviktat medelvärde. Detta motsvarar en fosforrening på 85-90 %.

Utifrån det goda reningsresultatet i Bäckaslöv, och det stora behovet av att rena tillflödena till Växjösjön, finns nu goda möjligheter att med ledning av förhållandena i Bäckaslöv försöka förbättra reningsprocesserna i Lagunerna. Den mest uppenbara skillnaden mellan de två dagvattensystemen är att dammarna i Bäckaslöv innehåller en mycket stor mängd vattenvegetation, ex gäddnate och trubbnate.

Detta projekt har medfinansierats genom statsstöd till lokala vattenvårdsprojekt förmedlade av Länsstyrelsen i Kronobergs län.

Utredning 2015

Sommaren 2015 fick ALcontrol AB i samarbete med Hushållningssällskapet i Halland uppdraget av Växjö kommun, tekniska förvaltningen att med en jämförande studie mellan Lagunerna och Bäckaslövs våtmark utreda möjligheterna till förbättrad dagvattenrening i Lagunerna genom etablering av vattenväxter. Uppdraget innebar att ta fram en genomförandeplan för det fortsatta arbetet med aktiva inplanteringsåtgärder i Lagunerna.

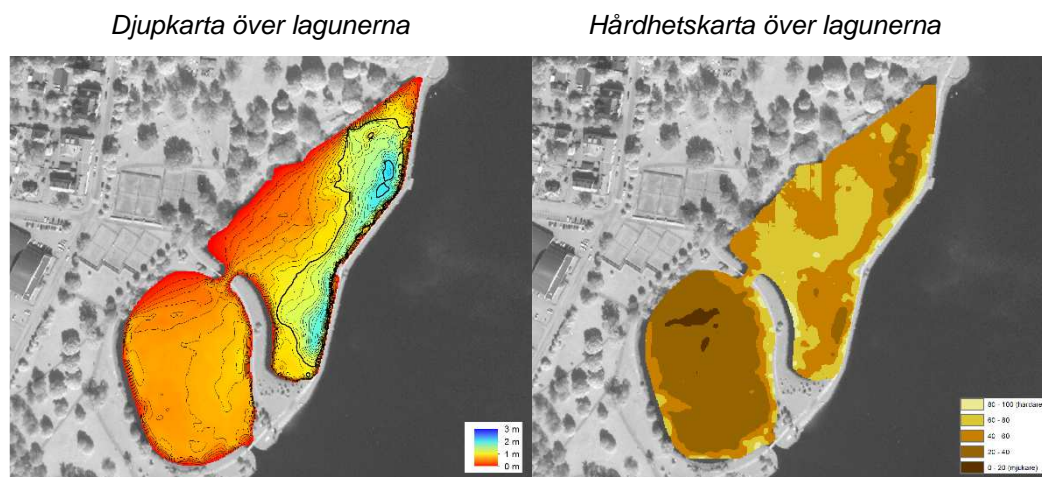
Inför framtagandet av genomförandeplanen genomfördes följande undersökningar:

- Djup- och substratkartering av bottnarna.
- Provfisken efter fisk.
- Provfisken efter kräftor.
- Växtinventering.
- Undersökning av fosforhalterna i sediment.

Genomförda undersökningar samt förslag till genomförandeplan redovisades i en rapport år 2015 (ALcontrol AB och Hushållningssällskapet Halland 2015). Resultaten från undersökningarna i Lagunerna sammanfattas nedan:

Djup- och substratkartering

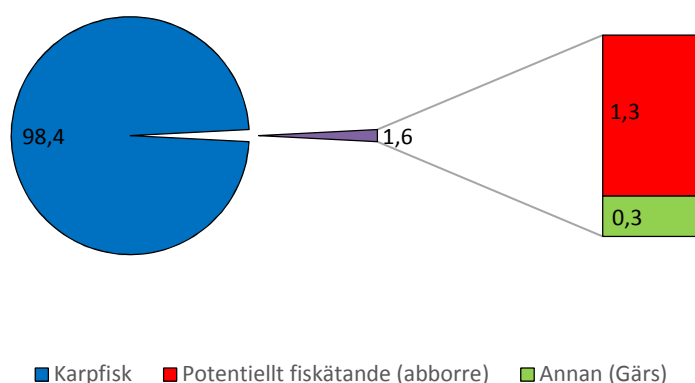
Lagunerna består av två dagvattendammar förbundna med ett smalt sund där den första/norra dammen har en djupare del där huvuddelen av sedimentationen sker. Maxdjupet i den norra dammen är 2,1 meter. Den andra/södra dammen har ett maxdjup på 0,8 meter med stora ytor mellan 0,5 och 0,7 meters djup. Kanterna i den södra dammen är oftast branta ner till 0,5-0,6 meter förutom den norra delen av den södra dammen som har mer flacka kanter. Dammarnas sammanlagda yta är 3,8 hektar. Medeldjupet är 0,7 meter. Lagunernas volym beräknades till drygt 27000 m³. Lagunernas vattendjup och bottnarnas hårdhet visas i Figur 1.



Figur 1. Den vänstra kartbilden visar vattendjupet i Lagunerna. Den högra bilden visar bottnarnas relativa hårdhet. I denna karta indikerar mörka färger mjuka bottnar. Kartorna visas i större format i Bilaga 2 och 3. Data insamlad och sammanställd av Medins Havs- och Vattenkonsulter AB 2015.

Provfiske efter fisk

I Lagunerna utgjordes 98,4 % av fångsten av karpfiskar (Figur 2). I näten fångades abborre, braxen, björkna, löja, mört, sarv, gärs och obestämd cyprinid. Totalt fångades 308 individer. Talrikast var mört och löja.



Figur 2. Procentuell fördelning av karpfisk och övriga fiskgrupper fångade vid översiktligt provfiske i Växjösjöns lagun år 2015.

Med utgångspunkt från utförda nätprovfisken i Lagunerna bedöms fiskbeståndet bl.a. kunna utgöra ett hinder för etablering av undervattensvegetation. Förekomsten av karpfisk var både talrik och helt dominerande över abborre. Mängderna löja och mört i mindre storleksklasser var att betrakta som en massförekomst. Detta innebär också ett mycket högt betningstryck på zooplankton med de negativa konsekvenser som det medför. Även bottenlevande bioturbierande cyprinider, d.v.s. braxen och björkna, utgjorde en betydande del av fångsten. I Lagunerna fanns dessutom sarv som är den enda fiskart i Sverige som i någon större utsträckning direkt äter vattenväxter.

Provfiske efter kräftor

Det fångades totalt 192 signalkräftor i Lagunerna i september 2015. Medelfångsten per ansträngning var 5,8 kräftor/mjärde räknat på alla mjärdarna och 7,4 kräftor/mjärde, exklusive de mjärdar som placerades ute på mjukbotten i södra lagunen. Som mest fångades 13 kräftor i en mjärde. Åtta mjärdar (av 33) var tomma. Av dessa var sju på mjukbotten och 1 på stenbotten. Ute på mjukbotten i södra lagunen fångades inga kräftor.

Med utgångspunkt från utfört kräftprovfiske bedömdes kräftbeståndet kunna påverka vattenväxterna i Lagunerna negativt. Risken bedömdes vara stor att återetablering av vattenväxter skulle förhindras/försvåras av förekomst av kräftor.

Växtinventering

Ingen undervattensvegetation påträffades i södra dammen. Mindre bestånd av gul näckros, vattenpilört och vattenklöver förekom. Botten utgjordes av sandliga hårdbottnar med inslag av grus och sten ofta överlagrat med upp till ca 25 cm lösare organiskt material med ökat inslag av sand i djupare sedimentskikt. Inte heller i den norra lagunen påträffades någon undervattensvegetation. Mindre bestånd av gul näckros och svalting förekom. Reningseffekten från vattenväxter i Lagunerna bedömdes därför vara minimal/obetydlig.

De vattenväxter som finns i Bäckaslövs våtmark och andra närliggande dagvattendammar utgörs framför allt av gäddnate och trubbnate men även gul näckros, vanlig igelknopp och stor igelknopp, svalting, säv, vit näckros, vattenpilört och vattenklöver förekommer. I sydöstra delen hittades även den lilla flytande levermossan vattenstjärna (*Ricciocarpos natans*). I Växjösjön påträffas även rostnate, krusnate, långnate och Nitella.

Sediment

Sediment undersöktes i två provpunkter i norra Lagunen och en provpunkt i södra Lagunen. Alla tre provpunkterna hade ett övre löst sediment bestående av en mörkgrå sandig findetritusgyttja. Mäktigheten på detta skikt var ca 5-10 cm. Därunder ökade inslaget av fastare material/sand. Prover togs ut från sedimentnivåerna 0-2, 2-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-60 och 60-90 cm. På samtliga prov utfördes fraktionerad fosforanalys.

Sedimentets torrsubstanshalt varierade mellan 22 och 74 % av provets vikt. De högsta torrsubstanshalterna noterades i skikten 5-25 cm där sedimenten dominerades av sand. Glödgningsförlusten utgjorde vanligen 10-30 % av torrsubstansen.

Totalfosforhalten i ytsedimenten (1400-1900 µg P/g TS) bedömdes vara mycket låga eller låga. Denna tillståndsklassning är dock anpassad för sediment från ackumulationsbottnar med normalt lägre torrsubstans och högre glödförlust än i dessa fall. I dagvattenanläggningar i fem Stockholmskommuner låg fosforhalten mellan 280

och 1550 µg/g TS (WRS Uppsala AB 2013), d.v.s. från betydligt lägre än till i nivå med Lagunernas sediment.

Förslag till genomförandeplan

För att en dagvattendamm skall fungera på ett tillfredsställande sätt krävs att den är rätt dimensionerad och utformad, har en lämplig vegetation och att den sköts på ett ändamålsenligt sätt. Reningseffekten beror ofta på tre olika faktorer: reningsprocesser, vattenomsättning och strömförhållanden. De viktigaste reningsprocesserna för fosfor är sedimentation samt upptag av vattenväxter, alger och bakterier.

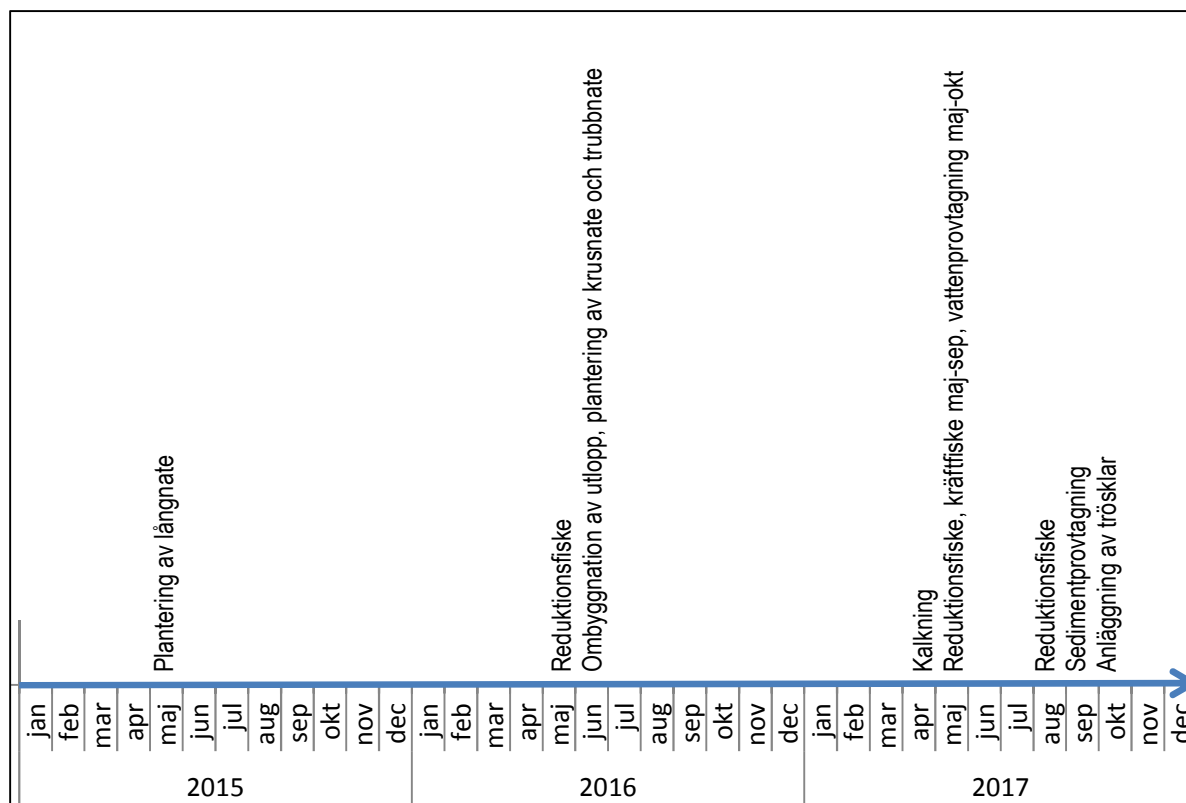
Med utgångspunkt från utförda undersökningar i Lagunerna och Bäckaslövs våtmark föreslogs följande åtgärder för det fortsatta arbetet med att förbättra reningseffekten i Lagunerna vid Strandbjörket intill Växjösjön.

Åtgärderna rankades utifrån relevans enligt nedan:

- 1) Skapa trösklar med fasta sediment och övervattensväxter.
- 2) Aktiv plantering av vattenväxter.
- 3) Utfiskning av kräftor.
- 4) Utfiskning av fisk.
- 5) Ombyggnation av Lagunernas utlopp för att undvika återmigration av fisk från Växjösjön.

GENOMFÖRANDE OCH UTREDNING 2016 OCH 2017

Genomförande



Figur 3. Tidsskala för genomförande och uppföljning av åtgärder i Lagunerna åren 2015-2017.

Utfiskning av fisk

Reduktionsfiske i Lagunerna startade våren 2016 (Figur 3). Med bottengarn utfiskades totalt 864 kg vitfisk (braxen, mört, björkna, karp och sutare i fallande ordning) våren 2016. Reduktionsfisket fortsatte i maj och augusti 2017. Totalt utfiskades ca 1800 kg vitfisk, motsvarande 460 kg/ha, under åren 2016-2017 (klaravatten.se/blogg/update-växjösjöarna-31312010).

Utfiskning av vitfisk/biomanipulation är en åtgärd som dels förbättrar ljusklimatet via trofiska interaktioner och dels minskar problemet med bottenlevande fisk som rotar upp plantor. Det sker också en minskad uppgrumling av sediment från de bottenlevande fiskarna.

Observationer i fält visade på onormalt bra sikt i Lagunerna i slutet av september och början av oktober 2017, vilket sannolikt hade med utfiskningen att göra.

Utfiskning av kräftor

Med kräftburar, samt i samband med reduktionsfisket, utfiskades totalt 3000 kräftor från maj till september 2017. Detta motsvarar ca 150 kg eller ca 40 kg/ha. Under och efter fiskeinsatsen i lagunerna år 2016 fångades ca 1500 kräftor i bottengarn och med burar.

Kräftor kan ha stor påverkan på makrofytbestånden i dammarna genom direkt betning av såväl etablerade som späda plantor. Utfiskning av kräftor, eller åtminstone en minskning av populationerna genom ett hårt fiske, kan rimligen ha en positiv effekt på etableringen av vattenväxter i Lagunerna. Utfiskning av kräftor är dock svårt och kan ta några år eftersom man inte kan fånga de små kräftorna. Det tar ca 4 år för en kräfta att bli fångstbar i mjärdar.

Ombyggnation av Lagunernas utlopp för att undvika återmigration av fisk från Växjösjön

För att förhindra återmigration av vitfisk från Växjösjön och för att lyckas med reduktionsfisket i Lagunerna installerades en stenbarriär vid södra Lagunens utlopp i juni 2016 (Foto 1). Tidigare kunde utströmmande vattnet från Lagunerna till Växjösjön fungera som "lockvatten" som kunde dra till sig stora mängder fisk. Vattnet från Lagunerna strömmar nu genom barriären, inte över, vilket gör att fisken inte kan passera.



Foto 1. Nytt utlopp från Lagunerna till Växjösjön som förhindrar återmigration av vitfisk från Växjösjön.

Skapa trösklar med fasta sediment och övervattensväxter

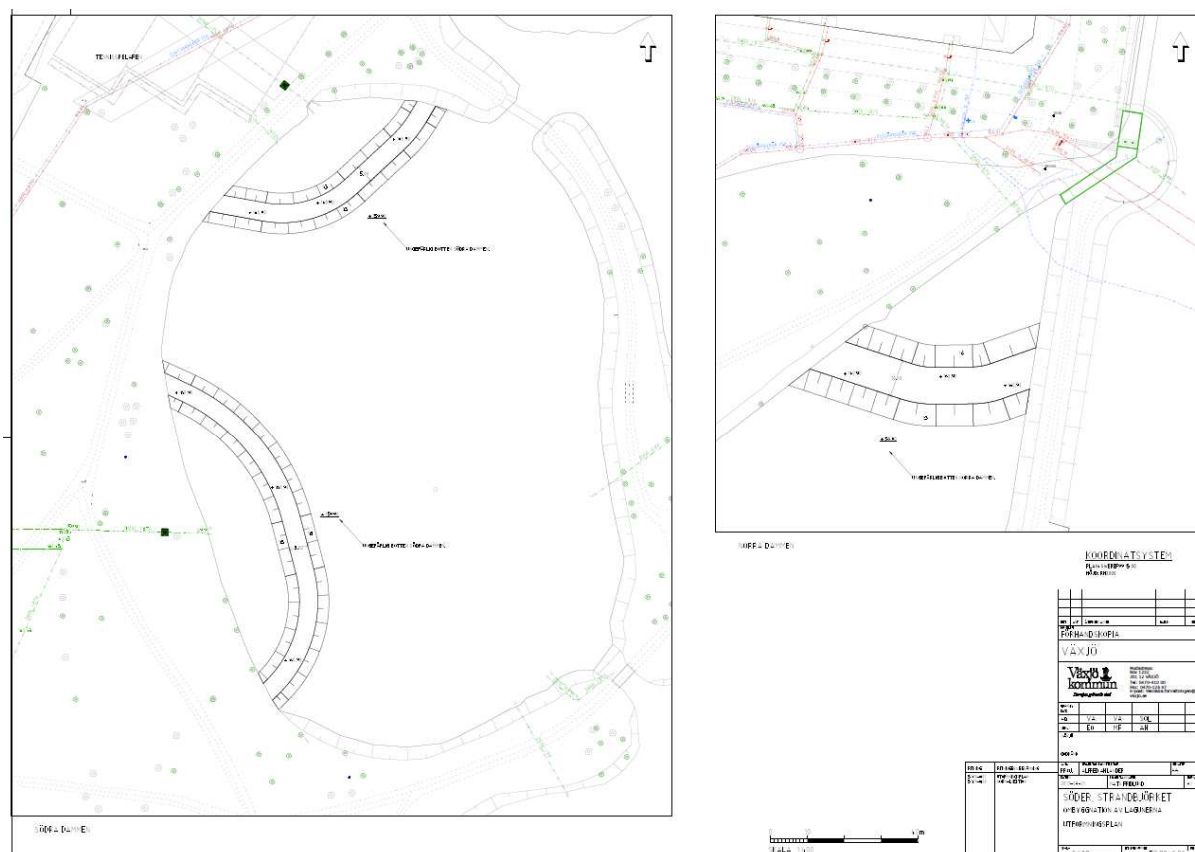
I september/oktober 2017 anlades tre trösklar i lagunerna (en i den norra och två i den södra, Figur 4 och Foto 2) för att dels åstadkomma försedimentering av partiklar vid de mest betydande dagvattenutloppen och dels underlätta växtetablering i de stora ytorna utanför trösklarna.

Försedimentering av partiklar innanför trösklarna gör bl.a. att sedimentationen och påverkan av partiklar (vattnets grumlighet) minskar utanför trösklarna. Detta förbättrar bl.a. förutsättningarna för etablering av vattenväxter i de stora kvarvarande ytorna utanför trösklarna. Med minskad grumlighet minskar också vattnets halter av bl.a. fosfor och metaller eftersom dessa till stor del är partikelbundna.

Utformningen och det strandnära läget möjliggör underhållsrensningar av sedimenterat material innanför trösklarna i mindre dramatisk omfattning.

Trösklarna har planterats med övervattensväxter, framför allt fackelblomster, för att öka reningseffekten, men också minska vind- och vågpåverkan och därmed ge skydd åt andra vattenväxter (övervattensväxter, flytbladsväxter och undervattensväxter) som kan kolonisera ytorna utanför trösklarna.

I samband med anläggningsarbetena har ca 100 ton slam/sediment grävts bort. Detta motsvarar i storleksordningen 70-100 kg fosfor.



Figur 4. Utformningsplan för ombyggnation av Lagunerna (Växjö kommun).



Foto 2. Anläggning av trösklar i Lagunerna år 2017.

Aktiv plantering av vattenväxter

Redan i maj 2015 gjordes ett försök att transplantera ett tiotal plantor av långnate (*Potamogeton praelongus*) från Skirviken i Trummen till den södra Lagunen. Plantorna eftersöktes under sommaren samma år utan resultat och inte heller därefter har långnate observerats i Lagunerna.

I juni 2016 planterades trubbnate (*P. obtusifolius*) nära utloppet och krusnate (*P. crispus*) nära diskokulan. Krusnate planterades innanför nät som skulle skydda mot fisk och till viss del fågel. I augusti 2016 observerades att krusnatebestånden innanför nätet tillväxte bra med gröna fina nya skott och blad. Trubbnaten återfanns aldrig.

I juli 2017 noterades fortsatt fina bestånd av krusnate innanför nätet. Nätet plockades bort i början av september 2017 p.g.a. skadegörelse. Vid en översiktlig växtinventering i södra Lagunen några dagar senare återfanns endast små fynd av krusnate vid diskokulan och punktvis vid västra stranden. Plantorna var tillsynes starkt påverkade av bete från kräftor eller fågel.

Vid en översiktlig inventering från stranden i början av september 2017 noterades, förutom de arter som förekom vid inventeringen år 2015, även gäddnate (*Potamogeton natans*). Denna art bör hållas under uppsikt eftersom den kan missgynna eta-

blering av undervattensväxter i och med sitt växtsätt med hög täckningsgrad av blad på ytan.

Kalkning

I april 2017 genomfördes en helikopterkalkning (Figur 5) av den norra och södra Lagunen för att binda fritt fosfor i vattenmassan och sedimenten. 6 ton Optimix (kalciumkarbonat/sjökalk, <http://movab.nu/wp-content/uploads/2016/01/IG-Optimix-Jan-2016.pdf>) tillsattes. 6 ton Optimix innehåller i storleksordningen 3 ton Ca som fördelat i Lagunerna motsvarar ca 80 g Ca/m². Räknat med en bindningseffektivitet på 1:100 skulle kalkningen kunna binda ca 0,8 g P/m².

Efter kalkningen steg pH-värdet i vattnet under ca en vecka för att därefter klinga av. Alla mätningar visade pH-värden i intervallet 7-8.



Figur 5. Helikopterkalkning av Lagunerna den 26:e april 2017 (foto: Andreas Hedrén).

Uppföljning och bedömning av möjlig effekt

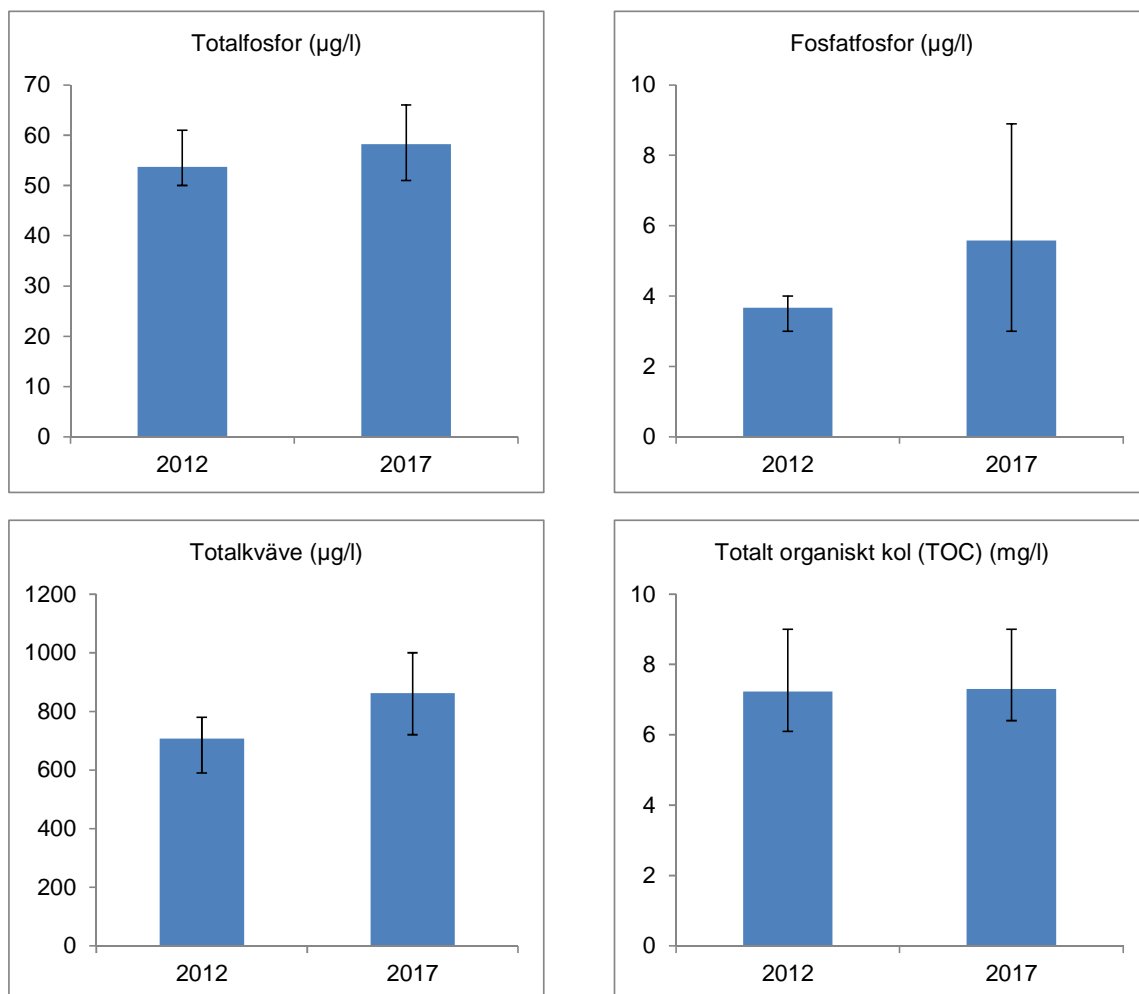
Uppföljning av vattenkvaliteten i södra Lagunen

Uppföljning av vattenkvaliteten i södra Lagunen startade i maj 2017 med månatlig provtagning under perioden maj-oktober. Proverna togs nära utloppet till Växjösjön och analyserades med avseende på pH, alkalinitet, konduktivitet, grumlighet, vattenfärg, syre, totalfosfor, fosfatfosfor, totalkväve, nitrat- + nitritkväve och ammoniumkväve samt metaller. Proverna togs som stickprov. Resultaten redovisas i Bilaga 1.

Resultaten från denna provtagning visar att vattnet i södra Lagunen hade nära neutrala pH-värden och mycket god motståndskraft mot försurning. Vattnet var starkt grumligt i maj, juni, juli och augusti, men i september var vattnet något klarare. Observationer i fält visade på onormalt klart vatten i Lagunerna i slutet av september och början av oktober, sannolikt som en effekt av reduktionsfisket. I samband med provtagningen i oktober genomfördes arbetet med trösklarna (Foto 2), vilket snabbt grumlade upp vattnet. Provet från oktober 2017 är därför inte representativt och tas inte med i den fortsatta utvärderingen. Syretillståndet var mestadels syrerikt, undantaget provet i juni då vattnet var måttligt syrerikt. Fosforhalterna bedömdes vara mycket höga, men minskade något från juni till augusti och september. I oktober var halten åter högre p.g.a. grävarbetena. Fosfatfosforhalterna var inte anmärkningsvärda, men svagt förhöjda jämfört med Växjösjöns ytvatten. Kvävehalterna var höga och förelåg till största delen som organiskt kväve.

Analys av metaller visade generellt låga halter, undantaget genomgående måttligt höga halter av koppar samt vid några tillfällen måttligt höga halter av bly, och zink.

I samband med en större utredning kring Växjösjöarna år 2012 (ALcontrol & DHI 2014) togs vattenprover vid södra Lagunens utlopp i form av tidsstyrda dygnssamlingsprov i samband med kraftiga regn och/eller snösmältning. Proverna togs i början av januari (2012-01-03 till 2012-01-05) i samband med kraftiga regn före snö- och vinterförhållanden, i slutet av februari (2012-02-23 till 2012-02-26) i samband med vårens kraftigaste snö-smältning och i slutet av juni (2012-06-25 till 2012-06-27) vid sommarens kraftigast regn. En jämförelse mellan resultaten från provtagningen i juni 2012 (tre tidsstyrda dygnsprov) och provtagningen i maj-september 2017 (fem stickprov) visar inga signifikanta skillnader för de vattenkemiska parametrarna (Figur 6). Det är dock svårt att dra några långtgående slutsatser kring resultaten eftersom de endast bygger på ett fåtal mätningar och undersökningarna utförts med olika provtagningsmetodik. Man bör också vara medveten om att stora variationerna i flöden och halter normalt förekommer i ett dagvattensystem.



Figur 6. Medelvärden samt min- och max-värden vid vattenkemisk undersökning år 2017 (5 stickprov maj-oktober) i utloppet från södra Lagunen jämfört med motsvarande undersökning år 2012 (3 dygns-samlingsprov i juni).

Uppföljning av sediment

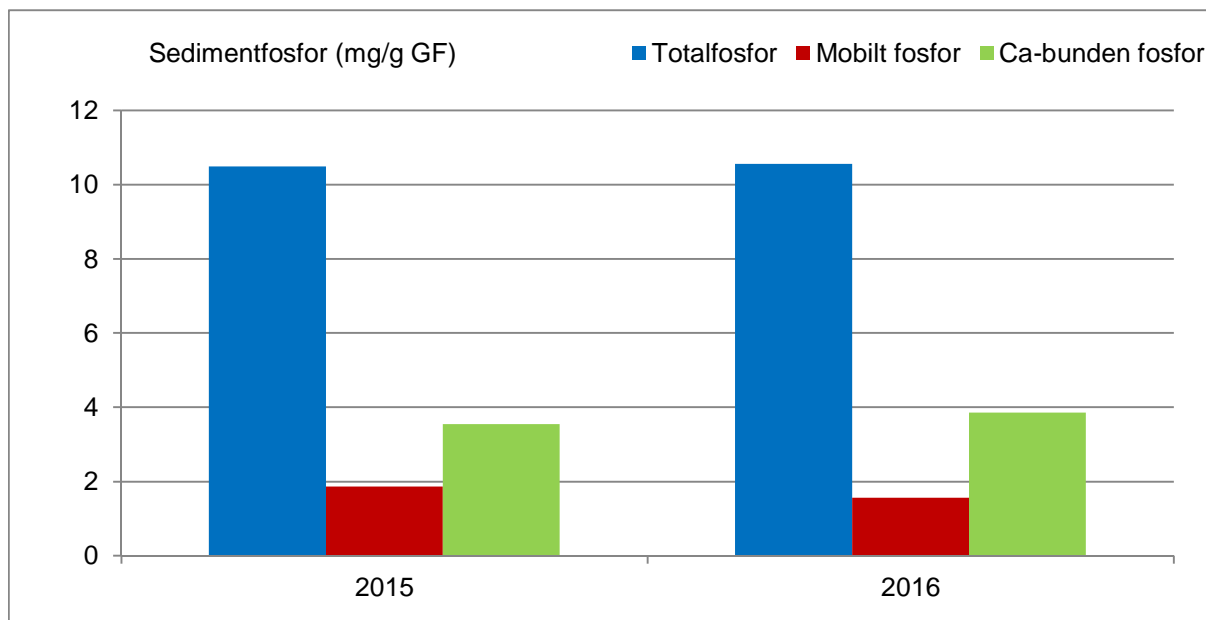
En förnyad sedimentundersökning genomfördes i Lagunerna i september 2017 i samma provpunkter som vid undersökningen år 2015. Resultaten redovisas i Bilaga 2.

Sedimentets torrsubstanshalt varierade mellan 24 och 68 % av provets vikt i sedimentnivåerna 0-10 cm. Den högsta torrsubstanshalten noterades i skikten 5-10 cm men även i skiktet 2-5 cm var torrsubstanshalten i vissa fall markant högre än i yt-skiktet 0-2 cm. Ackumulationssediment karakteriseras av torrsubstanshalter mellan 5 och 25 % och glödförlust vanligen 10-30 % av torrsubstansen. De allra översta centimetrarna sediment (0-2 cm) får anses vara ackumulationssediment på gränsen till transportsediment där periodvis sedimentering och periodvis transport av sediment sker.

Prover för analys av sediment togs som samlingsprov av fem delprov vid respektive provpunkt. Varje delprov togs med några meters mellanrum för att ge en så repre-

sentativ bild som möjligt av förhållandena vid provpunkten. Vid provtagningen noterades att sedimentets innehåll av minerogent material (sand) varierade betydligt mellan olika delprov. Det översta sedimentskiktet 0-2 cm bedömdes dock vara mer homogent med större inslag av organiskt material. Jämfört med undersökningen år 2015 syns stora skillnader vad gäller minerogent material (torrsubstans och glödförlust) för de olika sedimentskikten, undantaget det översta sedimentskiktet (0-2 cm) som hade en torrsubstanshalt mellan 23-28 % år 2015 jämfört med 24-28 % år 2017 samt en glödförlust mellan 13-18 % år 2015 och 14-16 % år 2017. Jämförelser mellan de båga undersökningarna har därför i första hand gjorts med avseende på resultaten från sedimentskikt 0-2 cm.

För att undersökningarna ska bli helt jämförbara har också resultaten korrigerats för olikheter i glödförlust.



Figur 7. Medelhalter av sedimentfosfor i sedimentnivå 0-2 cm vid undersökningarna i Lagunerna år 2015 och 2017.

Totalfosforhalterna har som genomsnitt inte förändrats nämnvärt mellan åren 2015 och 2017 (Figur 7). De mobila fosforfraktionerna (löst bunden och järnbunden fosfor) var dock genomgående lägre år 2017 jämfört med undersökningen år 2015 (Figur 7). För kalciumbunden fosfor var situationen omvänd, d.v.s. högre halter vid undersökningen år 2017 jämfört med år 2015 (Figur 7).

En sannolik förklaring till skillnaden i fosforfraktioner mellan undersökningarna åren 2015 och 2017 är att den kalk som tillfördes våren 2017 bundit upp en del av den mobila fosfor. Resultaten visar att kalciumbunden fosfor har ökat i motsvarande omfattning som de mobila fosforfraktionerna minskat (Figur 7).

Den potentiella internbelastningen av fosfor (beräknad enligt SLU 2016, löst bunden fosfor + järnbunden fosfor) var överlag något lägre år 2017 (9,5 mg P/m²/d) jämfört med undersökningen år 2015 (13 mg P/m²/d). Detta betyder att sedimentens potenti-

ella inverkan på fosforhalterna i Lagunerna och belastningen på Växjösjön har minskat något efter åtgärd.

Bedömning av möjlig effekt

Sammantaget bedöms utförda åtgärder i Lagunerna de senaste åren ha förbättrat möjligheterna till avskiljning (rening) av bl.a. fosfor som kan ge lägre fosforhalter i vattnet och en lägre belastning av fosfor på Växjösjön. Om undervattensväxter kan etablera sig ordentligt finns goda förutsättningar för en lika hög avskiljning i Lagunerna som i Bäckaslövs våtmark.

Sedimentation är en viktig process för avskiljning av partikelbunden fosfor. Innanför anlagda trösklar kan partiklar sedimentera, vilket bidrar till ett mindre grumligt vatten utanför trösklarna. Trösklarna kan, tillsammans med inplanterad övervattensvegetation, också minska vind- och vågpåverkan, vilket dels minskar resuspensionen av sedimenterat material och dels ger skydd åt andra vattenväxter (övervattensväxter, flytbladsväxter och undervattensväxter) som lättare kan kolonisera ytorna utanför trösklarna.

Etablering av vattenväxter är i sin tur viktigt för reningseffekten i dagvattendammarna genom att de:

1. lagrar näring i sin biomassa,
2. motverkar blomning av planktonalger genom att erbjuda substrat för fastsittande mikroalger som konkurrerar med det fria vattnets planktonalger om näringen,
3. stabiliserar sedimenten och minskar resuspensionen av näring,
4. erbjuder skydd för andra organismgrupper med centrala roller för närings- och växt-planktonsituationen, t.ex. fisk och djurplankton.

Utförda reduktionsfisken har ytterligare ökat chanserna för vattenväxter att etablera sig i dammarna. I Trummen och Växjösjön har utförda reduktionsfisken gett en dokumenterad positiv effekt på vattenväxternas (undervattensväxternas) etablering och tillväxt (ALcontrol och Hushållningssällskapet Halland 2017) mycket tack vare bättre siktdjup. Även vattnets fosforhalt har tydligt minskat i dessa sjöar tack vare reduktionsfisket. Hur stor effekt reduktionsfisket i Lagunerna får på siktdjupet och fosforhalten är dock svårt att bedöma. Eftersom dammarna är grunda jämfört med sjöarna får kontaktytan mellan sediment och vatten förhållandevis stor betydelse i dammarna, vilket talar för att ett reduktionsfiske skulle kunna få större positiv effekt i dammarna än i sjöarna. Dock är vattnets omsättningstid mycket kortare i dammarna än i sjöarna. Vid ett kraftigt regn har huvuddelen av dagvattnet passerat Lagunerna efter bara ett till två dygn. Detta betyder att den positiva effekten av ett reduktionsfiske till större del bestäms av tillrinnande vatten i dammarna, jämfört med effekten i sjöarna.

Krättfisket bedöms också kunna få positiv effekt på etableringen av vattenväxter i Lagunerna genom minskad risk för betning av såväl etablerade som späda plantor.

Kalkningen av Lagunerna har gjort att den potentiella internbelastningen av fosfor minskat med i storleksordningen 25 %.

Framför allt observationer i fält i slutet av september och början av oktober ger en bild av ett klarare vatten i Lagunerna efter reduktionsfiskena och kräftfisket som avslutades i september 2017. Några vattenprover togs dock inte vid dessa tillfällen. Vattenprov togs i oktober efter det att anläggningen av trösklarna startat. Anläggningsarbetet grumlade vattnet varför vattenprovet från oktober inte blev representativt.

Åtgärdsarbetet i Lagunerna med anläggning av tröskar, inplantering av vattenväxter, reduktionsfiske, kräftfiske, kalkning m.m. som utförts inom ramen för detta projekt har stor potential att förbättra Lagunernas funktion som reningsdammar och därmed minska belastningen av bl.a. fosfor på Växjösjön. Hur stor effekt åtgärderna får är för tidigt att säga eftersom en del av åtgärderna ännu inte hunnit få fullgod effekt och eftersom uppföljningen av vattenkvaliteten ännu inte kunnat visa på några tydligt minskande halter. Variationen i vattenkvalitet i Lagunerna är också mycket stor eftersom vattenomsättningstiden är kort i samband med kraftiga regnepisoder.

Råd avseende skötsel och uppföljning av lagunerna

En av de kritiska processerna för Lagunerna är att få till stånd en större utbredning av undervattensväxter. Därför borde utplanteringsarbetet av undervattensväxter fortsätta våren 2018 för att förhoppningsvis kunna utnyttja det "fönster" med förbättrat siktdjup som åstadkommit av bl.a. reduktionsfiske och kräftfångsterna. Lämpliga arter bör vara trubbnate, krusnate och rosnate, samt även *Nitella*. Möjligen är det en negativ faktor om gäddnate sprids kraftigt i systemet, särskilt innan undervattensväxter hunnit etablera sig ordentligt. I små vindskyddade system kan gäddnate expandera mycket snabbt och eftersom det är en flytbladsväxt försämrar de ljusmiljön i vattenmassan avsevärt. Spridningen av gäddnate bör hållas under uppsikt och vid behov försöka rensas bort. Den är svår att bli av med men återkommande klippning under vattenytan utarmar på sikt näringsupplagringen i rhizomen vilket gör att de inte kan producera stjälkar för att nå vattenytan (den kan inte fotosyntetisera under vatten).

I Bäckaslövs våtmark samexisterar kraftiga bestånd av gäddnate med kraftiga bestånd av trubbnate (Foto 3), men det beror sannolikt på att trubbnaten hunnit etablera sig innan gäddnaten.



Foto 3. Täta bestånd av gäddnate i Bäckaslövs våtmark. Under gäddnaten växer täta bestånd av trubbnate (foto: John Strand).

Lagunernas utveckling avseende vattenkemi och undervattensväxternas utbredning bör noggrant följas kommande år. Återkommande inventeringar av undervattensvegetationens etablering och tillväxt är centralt för uppföljningsarbetet. Det bör göras varje år i samband med det fortsatta åtgärdsarbetet, därefter mer sällan. Vattenkemin bör undersökas löpande under hela året. Man bör dock vara medveten om att stora variationerna i flöden och halter normalt förekommer i ett dagvattenssystem varför enskilda stickprov kan ge missvisande resultat.

REFERENSER

- ALcontrol & DHI 2014. Åtgärdsstrategi för Växjösjöarna, Etapp 1 av 3, Undersökning och beslutsunderlag. Växjö kommun.
- ALcontrol AB och Hushållningssällskapet Halland 2015. Vattenväxter Lagunerna. Förutsättningar och förslag till genomförandeplan. Växjö kommun.
- ALcontrol AB och Hushållningssällskapet Halland 2017. Vattenväxter i Växjösjön och Södra Bergundasjön. Slutrapport 2017. Växjö kommun.
- Hieltjes, A. H. M. & Lijklema, L. 1980. Fractionation of inorganic phosphates in calcareous sediments. *J. envir. Qual.* 8: 130-132.
- Naturvårdsverket 1999. (Wiederholm ed.). Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Sjöar och vattendrag. Rapport 4913.
- Naturvårdsverket, 2007. Status, potential och kvalitetskrav för sjöar, vattendrag, kustvatten och vatten i övergångszon. En handbok om hur kvalitetskrav i ytvattenförekomster kan bestämmas och följas upp. Handbok 2007:4, utgåva 1 december 2007. Bilaga A Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag.
- Psenner, R., R. Pucsko & M. Sager 1985. Fraktionierung organischer und anorganischer Phosphorverbindungen von Sedimenten. Versuch einer Definition ökologisch wichtiger Fraktionen. *Arch. Hydrobiol./Suppl.* 70: 111-115.
- SLU 2016. Internbelastning av fosfor i svenska sjöar och kustvatten – en kunskapsöversikt och förslag till åtgärder för vattenförvaltningen. Rapport 2016:6.
- WRS Uppsala AB 2013. Skötsel av dagvattendammar - en handbok. Oxunda vatten-samverkan.

BILAGA 1. ANALYSRESULTAT VATTEN

PROVPUNKT	ID	Datum	Vatten förling	Tem pera tur	Sikt- djup	Klo- ro fyll	Alka lini tet	Led nings förm	Tur bidi tet	Abs 420 filtr	Syr gas halt	Syre mätt nad	Total fosfor	Fosfat fosfor	Total kväve	Nitrat kväve	Ammo nium kväve	
		-	L/M/H	C	m	µg/l	- mekv/l	mS/m	FNU	abs/5cm	mg/l	mg/l	%	ug/l	µg/l	ug/l	µg/l	
Södra Lagunen	170519			22,1		7,8	1,0	29,7	12	0,046	9,0	10,5	120	57	4,4	910	28	<10
	170608			14,9		7,0	0,51	13,9	14	0,052	7,7	5,9	59	66	8,9	1000	270	89
	170710			20,6		7,2	0,61	14,3	8,8	0,062	6,9	9,0	100	65	3,0	780	<10	13
	170814			19,8		7,9	0,66	15,5	10	0,045	6,5	11,7	128	51	3,8	720	<10	<10
	170905			15,8		7,0	0,57	13,3	6,8	0,058	6,4	7,3	74	52	7,8	900	230	25

Rastrering motsvarar bedömning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913, 1999)

Bedömningen av kväve- och fosforhalter har gjorts utifrån sjöar maj-oktober,

Rastrering	Parameter	Bedömning	Halt/Värde	Enhet
Klass 5 av 5				
x,x	pH	Mycket surt	≤ 5,6	
	Alk	Ingen eller obetydlig buffertkapacitet	≤ 0,02	mekv/l
	Turbiditet	Starkt grumligt vatten	> 7	FNU
	Absorbans	Starkt färgat vatten	> 0,2	/5cm
	TOC	Mycket hög halt	> 16	mg/l
	Syrgashalt	Syrefritt eller nästan syrefritt tillstånd	≤ 1	mg/l
	Siktdjup	Mycket litet siktdjup	< 1	m
	Klorofyll	Mycket hög halt	> 25	µg/l
	Tot-N	Extremt hög halter	> 5000	µg/l
	Tot-P	Extremt hög halter	> 100	µg/l
Klass 4 av 5				
x,x	pH	Surt	5,6 - 6,2	
	Alk	Mycket svag buffertkapacitet	0,02 - 0,05	mekv/l
	Syrgashalt	Syrefattigt tillstånd	1 - 3	mg/l
	Tot-N	Mycket hög halt	1250 - 5000	µg/l
	Tot-P	Mycket hög halt	50 - 100	µg/l

PROVPUNKT	ID	Datum	Fe	Mn	Al	As	Pb	Cd	Co	Cu	Cr	Ni	Zn	Ca	Mg	Na	K	Si	S
	-	-	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Södra Lagunen	170519		0,81	0,15	100	0,47	1,2	0,010	0,24	5,1	0,34	0,73	14	21	3,4	29	3,9	1,4	4,5
	170608		0,67	0,13	190	0,51	1,3	0,014	0,28	7,6	0,66	0,66	28	10	1,7	12	2,6	1,4	2,0
	170710		0,85	0,10	92	0,44	1,1	<0,01	0,17	4,9	0,38	0,57	11	11	1,8	11	2,4	1,4	2,7
	170814		0,74	0,090	87	0,37	0,83	<0,01	0,14	3,5	0,30	0,57	7,3	13	2,0	12	2,9	1,7	2,9
	170905		0,72	0,10	76	0,36	0,78	<0,01	0,13	4,6	0,33	0,48	13	11	1,8	9,7	2,7	1,6	2,7

Rastreringen motsvarar bedömningen enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913)

Rastrering	Bedömning	Enhet	As	Pb	Cd	Cu	Cr	Ni	Zn
x,x	måttligt höga halter	µg/l	5-15	1-3	0,1-0,3	3-9	5-15	15-45	20-60
x,x	höga halter	µg/l	15-75	3-15	0,3-1,5	9-45	15-75	45-225	60-300
x,x	mycket höga halter	µg/l	>75	>15	>1,5	>45	>75	>225	>300

BILAGA 2. ANALYSRESULTAT SEDIMENT

Lagunerna 2015

	Sediment nivå cm	Sed tjocklek cm	TS % av prov	GF % av TS	Densitet g/cm ³	Löst bunden fosfor µg/g TS	Järnbunden µg/g TS	Organiskt bunden µg/g TS	Al-bunden µg/g TS	Ca-bunden µg/g TS	Rest-P µg/g TS
Damm 1A	0-2	2	24%	18%	1,1	18	310	420	320	620	98
	2-5	3	31%	17%	1,2	16	320	460	290	580	120
	5-10	5	56%	5%	1,5	11	120	310	84	410	250
	10-20	10	66%	3%	1,6	4	48	250	25	140	600
	20-30	10	49%	7%	1,4	5	47	180	60	180	250
	30-60	30	46%	5%	1,4	4	48	110	28	270	-16
	60-90	30	47%	4%	1,4	7	14	14	21	450	13
Damm 1B	0-2	2	23%	18%	1,1	22	360	420	380	550	140
	2-5	3	29%	15%	1,2	17	310	450	280	550	150
	5-10	5	59%	4%	1,5	14	98	280	66	380	160
	10-20	10	67%	2%	1,7	9	85	340	41	220	270
	20-25	5	74%	1%	1,8	9	40	140	14	220	110
Damm 2	0-2	2	28%	13%	1,2	12	200	280	220	530	190
	2-5	3	36%	13%	1,2	10	190	250	140	490	120
	5-10	5	43%	12%	1,3	12	170	360	120	490	46
	10-20	10	58%	5%	1,5	12	110	190	61	330	40
	20-25	5	73%	1%	1,8	13	44	75	7	340	76

Lagunerna 2017

	Sediment nivå cm	Sed tjocklek cm	TS % av prov	GF % av TS	Densitet g/cm ³	Löst bunden fosfor µg/g TS	Järnbunden µg/g TS	Organiskt bunden µg/g TS	Al-bunden µg/g TS	Ca-bunden µg/g TS	Rest-P µg/g TS
Damm 1A	0-2	2	28%	16%	1,2	5	230	470	230	600	110
	2-5	3	43%	11%	1,3	4	170	400	130	420	360
	5-10	5	49%	7%	1,4	4	120	350	86	370	210
Damm 1B	0-2	2	24%	15%	1,1	6	250	430	240	550	140
	2-5	3	55%	5%	1,5	3	120	340	61	310	240
	5-10	5	68%	3%	1,7	3	75	350	23	190	200
Damm 2	0-2	2	24%	14%	1,1	3	200	290	210	560	160
	2-5	3	28%	13%	1,2	2	190	290	190	550	130
	5-10	5	33%	12%	1,2	3	160	280	160	500	180

Vi är med i hela kedjan – från planering till åtgärd

Det här gör vi:

Utformar

- Egenkontrollprogram
- Provtagningsprogram
- Larmgränser
- Aktionsgränser

Genomför

- Provtagningar av vatten och sediment
- Källspårningsprovtagningar i avloppssystem
- Lokalisering av lämpliga provtagningspunkter
- Kemiska, mikrobiologiska och biologiska analyser
- Analys av analysdata, sammanställningar, trendanalyser

Föreslår åtgärder

- Förändringar i kontrollprogram
- Förändring av provpunkter
- Förändring av analysomfattning
- Förändring av processkontroll



Bollplank

- Tillståndprövningar/ansökningar
- Myndighetskontakter



ALcontrol Laboratories

Huvudkontor:

ALcontrol AB
Box 1083
581 10 LINKÖPING

Telefon: 013-25 49 00

Fax: 013-12 17 28

Hemsida: www.alcontrol.se