



ALcontrol Laboratories



Vattenväxter i Växjösjön och Södra Bergundasjön

Slutrapport 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: Rostnate (och gul näckros) (Foto: John Strand)

Tryckt: 2017-11-13



INNEHÅLL

INLEDNING	1
Bakgrund.....	1
Plan för etablering av vattenväxter i Växjösjön och Södra Bergundasjön 2015	2
Fältsäsongen 2016	6
FÄLTSÄSONGEN ÅR 2017.....	9
Deltagande personer.....	9
Metodik	9
Resultat.....	13
SLUTKOMMENTAR	22
REFERENSER	26
BILAGA 1 – TRANSEKTPROTOKOLL VÄXJÖSJÖN	27
BILAGA 2 – TRANSEKTPROTOKOLL SÖDRA BERGUNDASJÖN	29
BILAGA 3 – VÄXTINVENTERING TRUMMEN ÅR 2017	33
BILAGA 4 - DJURPLANKTON I VÄXJÖSJÖN OCH TRUMMEN 2016	43
BILAGA 5 - AKUSTISKA INVENTERINGAR AV VATTENVEGETATION I SJÖN TRUMMEN 2015	51



INLEDNING

Sommaren 2015 fick ALcontrol AB i samarbete med Hushållningssällskapet i Halland och Ekoll AB uppdraget av Växjö kommun, Tekniska förvaltningen, att utreda möjligheterna till etablering av undervattensvegetation i Växjösjön och Södra Bergundasjön, ta fram en genomförandeplan för det fortsatta arbetet med aktiva inplanteringsåtgärder samt under åren 2016 och 2017 genomföra försök med växtetableringar på olika ytor. Genomförandeplanen grundade sig på de erfarenheter som gjorts i samband med motsvarande projekt i Trummen.

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

Bakgrund

Växjösjön och Södra Bergundasjön är två övergödda sjöar centralt belägna i Växjö stad. Sjöarna restaurerades i huvudsak under 1990-talet, bl.a. genom sedimentmuddring och biomanipulering. Särskilt i Växjösjön ledde detta till en markant förbättring av sjöns vattenkvalité, men i Södra Bergundasjön är övergödningss problemen fortfarande extremt stora.

För åren 2012-2014 karakteriserades Växjösjön som en måttligt näringsrik till näringsrik sjö med måttligt höga till höga fosforhalter, måttlig status med avseende på fosfor och siktdjup samt otillfredsställande status med avseende på växtplankton. Södra Bergundasjön karakteriserades som en mycket näringsrik sjö med mycket höga fosforhalter, dålig status med avseende på fosfor och siktdjup samt otillfredsställande status med avseende på växtplankton. Förekomsten av blågrönalger var betydande i båda sjöarna och vissa år mycket stor särskilt i Södra Bergundasjön.

Ett flertal åtgärder utförs och planeras att utföras inom de närmaste åren i och omkring Växjösjön och Södra Bergundasjön för att ytterligare förbättra näringssituationen i sjöarna. Aktuella åtgärder är framför allt att behandla näringsrika sjösediment och att minska den externa belastningen. Reduktionsfiske startade i Växjösjön och Södra Bergundasjön hösten 2015 för att förbättra den biologiska strukturen och underlätta etableringen av undervattensväxter.

Vid många sjörestaureringar är återetablering av undervattensväxter nyckeln till framgång och till långvarigt positiva effekter på vattenmiljön. Anledningen är bl.a. undervattensväxters positiva effekt på sjövattnets innehåll av näring och växtplankton, d.v.s. där det finns riklig förekomst av undervattensväxter finns oftast också mindre problem med t.ex. giftiga algbloomingar. Flera mekanismer är viktiga i sammanhanget. Undervattensväxterna:

- lagrar näring i sin biomassa
- erbjuder substrat för fastsittande mikroalger som konkurrerar om näringen med det fria vattnets planktonalger

- stabiliserar sedimenten och minskar därmed återcirkuleringen av näringsämnen
- erbjuder skydd för andra organismgrupper med centrala roller för närings- och växtplanktonsituationen, t.ex. fisk och djurplankton.

Vid växtinventeringar av Växjösjön och Södra Bergundasjön år 2012 inom ramen för arbetet med projektet "Åtgärdsstrategi för Växjösjöarna, Etapp 1 av 3, undersökningar och beslutsunderlag" (ALcontrol & DHI 2014) konstaterades att utbredningen av undervattensvegetation var mycket sparsam i både Växjösjön och Södra Bergundasjön. Vegetationen i båda sjöarna utgjordes främst av övervattensväxter och flytbladsvegetation, huvudsakligen gul näckros. Kortsnittsvegetation saknades och långskottsvegetation noterades endast i en enstaka ruta i Växjösjön. Den ekologiska statusen med avseende på näringsämnen klassades till otillfredsställande i båda sjöarna.

Plan för etablering av vattenväxter i Växjösjön och Södra Bergundasjön 2015

Inför framtagandet av genomförandeplanen genomfördes följande undersökningar:

- Noggrann djup- och bottenkartering av Växjösjön och Södra Bergundasjön som ska användas som underlag för att bedöma vilka områden som kan vara lämpliga att välja ut för arbetet med återkolonisation av undervattensvegetation.
- Växtinventeringar i Växjösjön och Södra Bergundasjön för kartläggning av förekommande arter och arternas utbredning.
- Provfiske efter kräfter i Växjösjön.
- Test av akustisk inventering av vattenvegetation

Djup- och bottenkarteringen visade att Södra Bergundasjön överlag är grund och den centralt belägna djuphålan är liten (Figur 1). Bottnarna är jämna med få uppstickande formationer. Bottnarnas hårdhet uppvisade dock en något oväntad hög grad av variation. Många gånger var mycket små djupförändringar kopplade till markant förändrad hårdhet. I stora delar av sjöns grundare områden dominerar medelfasta bottnar och längs vissa stränder även fasta bottnar. I vissa skyddade vikar (Jonsbodaviken och Sallhagaviken) finns även mjukare bottnar på djup mellan 1 och 2 meter. De mjukaste bottnarna utgjorde ca 31 % av Södra Bergundasjöns bottenyta.

Växjösjön är grund utan några egentliga framträdande bottenstrukturer. De djupaste partierna finns lokaliserade nära sjöns östra kant, där det största noterade djupet var 7,5 meter (Figur 1). Den dominerande bottenytan i stora delar av litoralzonen och på djup ner till åtminstone 3 meter är sandiga hårbottnar med inslag av grus och sten. Detta särskilt i den västra delen av sjön. De mjukaste bottnarna utgjorde ca 54 % av Växjösjöns bottenyta.

Genom att kombinera djup- och hårdhetsdata identifierades lämpliga bottenytor för vattenvegetation (Figur 2).

Växtinventeringen visade att utbredningen av undervattensväxter i Växjösjön var sparsam men relativt kraftiga, om än små, bestånd av trubbnate (*Potamogeton obtusifolius*), krusnate (*P. crispus*), rosnate (*P. alpinus*) och *Nitella flexilis/opaca* påträffades. De största bestånden förekom i sjöns västra och södra delar. Bestånden var i de flesta fall små, men i västra delen av sjön var utbredningen av framför allt rosnate och krusnate relativt omfattande. Rosnate påträffades mellan 0,4 – 1,1 m vattendjup och krusnate mellan 1,0 – 1,3 m vattendjup. Vid inventeringen av Södra Bergundasjön påträffades inga undervattensväxter.

Prov fisket efter kräftor i Växjösjön visade på ett livskraftigt storvuxet bestånd. Kräftor fångades på alla typer av bottenar, men ute på de djupa mjukbottenarna fångades totalt endast 3 kräftor i totalt 13 burar. På stenbottenarna var medelfångsten 9,3 kräftor/mjärde och på sandbotten var medelfångsten 6,2 kräftor/mjärde. I Södra Bergundasjön utfördes inget kräftfiske.

Under sensommaren 2015 genomfördes en pilotstudie av akustisk vegetationskartering för att studera utbredning av långskottsvegetation (Medins Havs- och Vattenkonsulter AB 2016, Bilaga 5). Syftet var att utreda om akustiska metoder (ekolod) är ett tillförlitligt och kostnadseffektivt sätt att beskriva utbredning och förändringar av submers långskottsvegetation. Resultaten indikerade en viss samstämmighet mellan resultaten av de akustiska studierna och informationen kring naturliga växtbestånd samt platser där försök med stödplanteringar gjorts. För fortsatta växtinventeringar och uppföljning av vattenvegetationens utbredning i sjöarna valdes dock den traditionella metodiken (kratta) som användes i Trummen år 2013 och i Växjösjön år 2015 (ALcontrol AB m.fl. 2015). Den traditionella metodiken ger även information om artsammansättning, vilket bedömdes vara viktigt i sammanhanget.

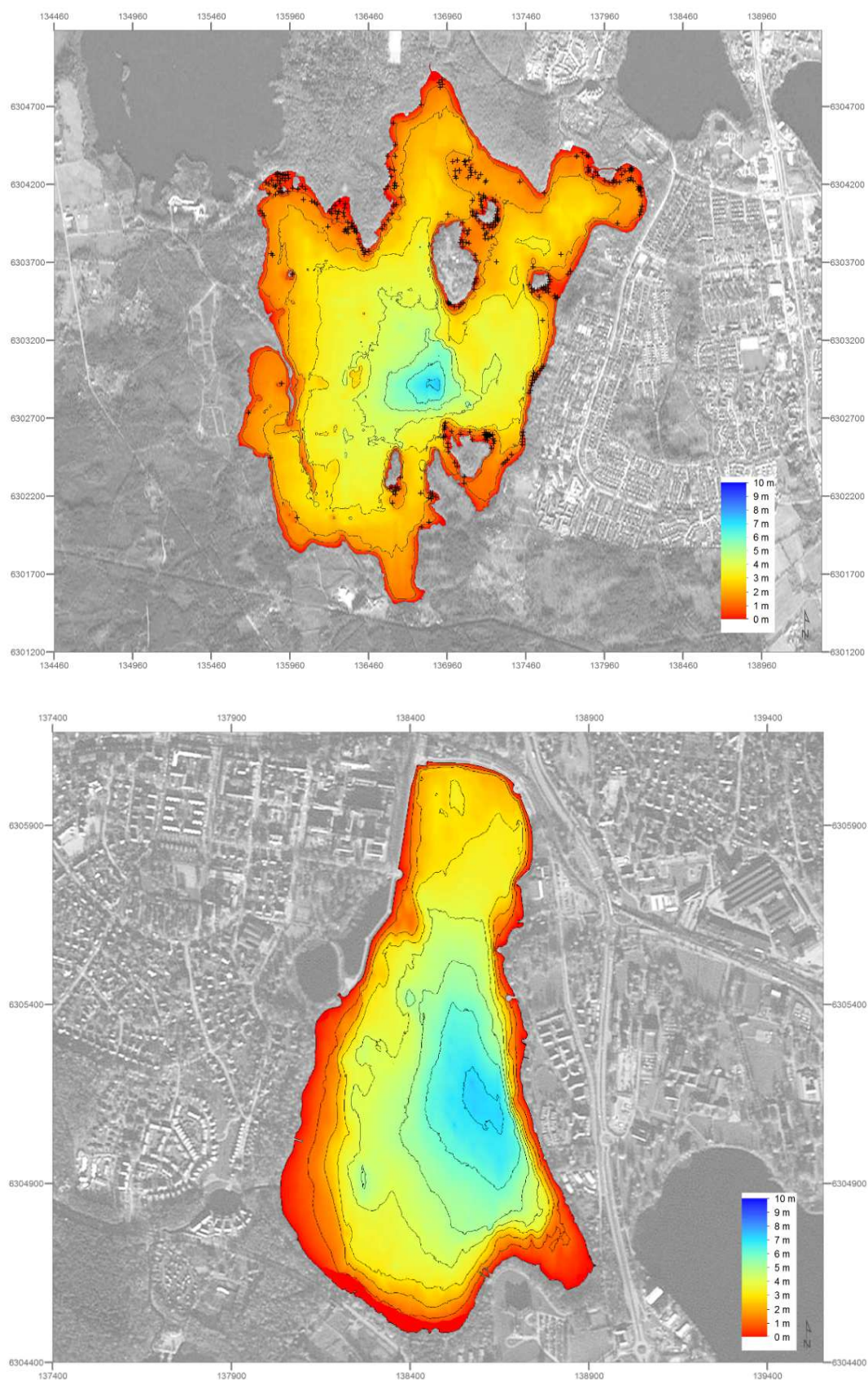
Genomförandeplan

Utifrån den samlade bilden av kräftor, fisk, sjöfågel, vattenväxternas utbredning/artsammansättning, spridningsmöjligheter, bottenförhållanden, ljusförhållanden m.m. visade utredningen att utbredningen av undervattensväxter i Växjösjön rimligen är en konsekvens av begränsande ljusförhållanden i kombination med betning och i vissa avseenden etableringsproblem. I Södra Bergundasjön var rimligen ljusförhållandena så pass dåliga att inga undervattensväxter fanns representerade i sjön.

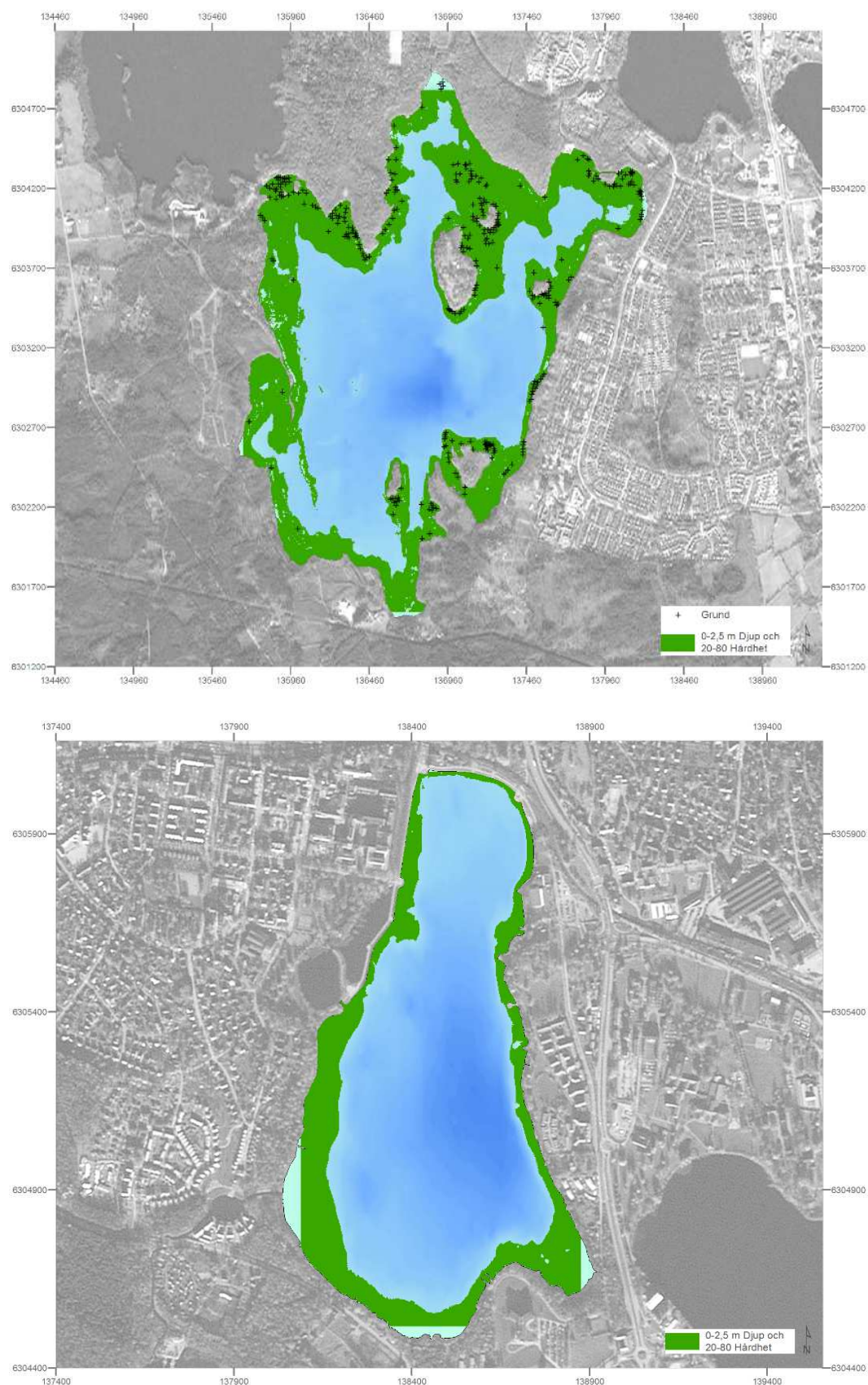
I genomförandeplanen föreslogs följande åtgärder för att underlätta återkolonisering av undervattensväxter i Växjösjön och Södra Bergundasjön:

- 1) Behandling av näringsrika sediment för att minska intern belastning av fosfor
- 2) Aktiv plantering av "nya" och/eller befintliga arter av undervattensväxter
- 3) Utfiskning av kräftor
- 4) Biomanipulation genom utfiskning av vitfisk
- 5) Vattennivåsänkning på våren

Erfarenheterna från växtetableringsförsöken i Trummen åren 2014 och 2015 indikerade att aktiv plantering av undervattensväxter fungerar och det ansågs vara en kostnadseffektiv åtgärd att testa även i Växjösjön. Växtetablering i Södra Bergundasjön ansågs dock ännu inte relevant eftersom vattenkvaliteten avseende siktdjup först måste förbättras avsevärt.



Figur 1. Djupkartor över Södra Bergundasjön (överst) och Väjösjön (under). Kartorna är baserad på sjömätning utförd av Medins Havs- och Vattenkonsulter AB 2015 och är inte avsedda för sjöfart och/eller detaljplanering.



Figur 2. Modell över bottenar lämpliga för återetablering av vegetation i Södra Bergundasjön (överst) och Våxjösjön (under). De gröna ytorna i kartorna visar bottenar med ett vattendjup inom intervallet 0-2,5 meter och en hårdhet mellan 20-80.

Fältsäsongen 2016

Den 21 februari 2016 startade ett försök att transplantera långnate och *Nitella* från den omuddrade Skirviken i Trummen direkt söder om gångbron vid Teleborgs slott till Växjösjön. Två lämpliga och jämförbara försöksytor valdes ut i Växjösjöns västra del nära sjöns utlopp (Figur 3). Lokalerna valdes för att få ett vindskyddat läge. Vattendjupet på lokalen var 1,3 – 1,4 meter och bottensedimentet var sand. Försöksytorna skyddades från vågor och vind med hjälp av vågbrytare från fyra håll. Vågbrytarna kring den norra försöksytan fick dock tas bort i början av försöksperioden eftersom förtöjningarna lossnade.

I huvudförsöket planterades 6 st nätkassar med långnateplantor på 6 platser i respektive försöksyta. 3 st nätkassar med *Nitella* planterades på 3 platser i respektive försöksyta. Utöver detta kompletterades planteringarna med ca 80 långnateplantor med lerklump i Växjösjöns norra del samt ca 40 krusnateplantor med lerklump i nära anslutning till huvudförsöket.

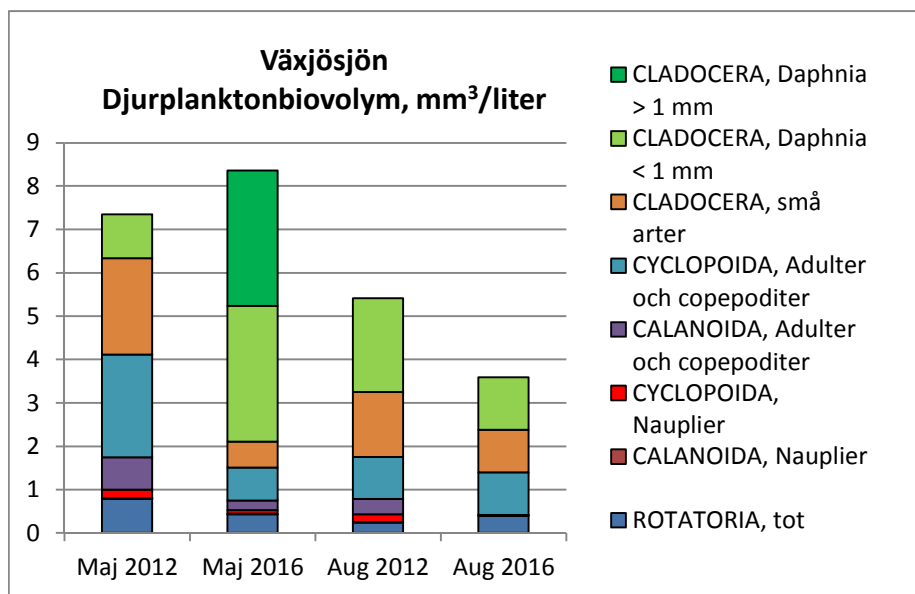
Under försökets gång kontrollerades plantornas status vid flera tillfällen med hjälp av vattenkikare från båt. Även befintliga bestånd kontrollerades vid flera tillfällen under säsongen. Den sista kontrollen av fältförsöket gjordes den 5 september, d.v.s. 137 dagar efter plantering.



Figur 3. Försöksytor i Växjösjön vid växtetableringsförsök år 2016.

I december 2015 samt under våren 2016 genomfördes omfattande reduktionsfisket i Växjösjön för att bl.a. stimulera etablering och tillväxt av undervattensväxter i sjön. De vattenkemiska undersökningarna i Växjösjön år 2016 visade ett bättre siktdjup, särskilt under våren och försommaren i samband med och direkt efter reduktionsfisket, jämfört med de närmaste åren före reduktionsfisket. Även andra parametrar som klorofyll, turbiditet (grumlighet) och fosforhalter visade överlag samma tydliga förbättring efter reduktionsfisket.

I maj och augusti 2016 togs djurplanktonprover i Växjösjön och Trummen (Bilaga 4) för jämförelse med motsvarande undersökning år 2012, d.v.s. före reduktionsfisket. Den mest påtagliga förändringen i Växjösjön efter reduktionsfisket var den rikliga förekomsten av storvuxna *D. longispina* våren 2016 (Figur 4). Detta tyder på att predationstrycket från fisk var lägre, åtminstone under våren 2016 än under motsvarande tid år 2012. Förändringen var dock inte stabil. I augusti 2016 hade djurplanktonsamhällets sammansättning återgått till att mer likna situationen före reduktionsfisket, eventuellt beroende på kraftig predation från fiskens årsyngel. I Trummen var den mest påtagliga förändringen en lägre djurplanktonbiovolym i augusti 2016 jämfört med augusti 2012. En rimlig förklaring till detta är en generellt minskad tillgång på föda (bl.a. små växtplankton).



Figur 4. Biovolymen av olika djurplanktongrupper i Växjösjön vid provtagningar i maj och augusti 2012 respektive 2016. Biovolymen har beräknats med samma metod som används i den nationella miljöövervakningen. *Daphnia* > 1 mm är uteslutande *D. longispina*, *Daphnia* < 1 mm är summan av flera arter, vanligen *D. cucullata* och *D. cristata* men vid några tillfällen troligen *D. galeata*, juvenila *D. longispina* och/eller hybrider inom *longispina*-gruppen

Trots optimala förhållanden vad gäller siktdjup och en vädermässigt gynnsam växtsäsong blev överlevnaden mycket dålig vid 2016 års växtetableringsförsök av långnate och krusnate i Växjösjön. P.g.a. det förbättrade siktdjupet i sjön ökade påväxtalgerna drastiskt i hela sjön och det stod tidigt klart att de transplanterade plantorna inte skulle överleva. Påväxtalger är känt som en viktig faktor för undervattensväxtsamhällen (Strand & Weisner 1996) och har ansetts vara den initiala faktorn som kan leda till en kollaps av vegetationen i en sjö som övergöds (Phillips m.fl.

1978). Det har också visats att bredbladiga arter av undervattensväxter (som långnate) är mer känsliga för påväxtalger jämfört med mer smalbladiga arter (Lalonde and Downing 1991). Den bakomliggande orsaken är sannolikt att smalbladiga och/eller finflikiga arter har en snabbare bladtillväxt och högre bladomsättning och kan därmed "växa ifrån" påväxtalgerna i större utsträckning än de mer bredbladiga arterna (t.ex. långnate) kan, med sin långsammare bladtillväxt och lägre bladomsättning.

De befintliga bestånden av bl.a. krusnate verkade klara algpåväxten bättre än de planterade långnateplantorna. Det kan vara så att vågbrytarna var så effektiva att det gynnade påväxtalgerna i försöksytorna i så stor utsträckning att framför allt långnate blev utskuggade. Det är också rimligt att nyetablerade plantor är känsligare för utskuggning av påväxtalger än befintliga bestånd.

Vädermässigt var växtsäsongen år 2016 (särskilt försäsongen maj-juni) onormalt gynnsam med avseende på lufttemperatur, vindhastighet och globalstrålning i likhet med säsongerna 2013 och 2014. Detta i kombination med ett mycket bättre siktdjup än normalt efter reduktionsfisket gjorde att växtsäsongen år 2016 blev gynnsam för tillväxt och spridning av de befintliga undervattensväxterna i Växjösjön.

Det befintliga beståndet av krusnate i sjöns västra del var mycket frodigt och i slutet av säsongen noterades även riklig förekomst av trubbnate i samma bestånd. Även en mer finbladig nateart noterades (gropnate, *P. berchtoldii*). Krusnatebeståndet i sjöns norra del var också mycket frodigt och observerades ner till 2 meters djup. Någon inblandning av trubbnate noterades inte i detta bestånd. Rostnatebestånden i sjöns västra och södra del var också mycket frodiga. I sjöns sydöstra hörn, i närheten av inflödet från Trummen, observerades ett mycket frodigt och mycket stort bestånd av trubbnate tillsammans med enstaka plantor av långnate, krusnate och rostnate. Detta bestånd bedöms vara det största efter bestånden i Skirviken. Samtliga bestånd hade större utbredning än tidigare år, vilket visade på en god tillväxt och spridning i sjön.

FÄLTSÄSONGEN ÅR 2017

Eftersom den befintliga undervattensvegetationen i Växjösjön visade så god spridning i sjön säsongen 2016 och att alla arterna långnate, trubbnate, krusnate, rostnae och *Nitella* påträffades i frodiga bestånd i sjön utfördes inga nya fältförsök med inplantering av undervattensväxter säsongen 2017. Istället genomfördes en ny växtinventering i Växjösjön för att kartlägga förändringen som skett sedan inventeringen år 2015. Även i Södra Bergundasjön genomfördes en förnyad växtinventering eftersom vissa observationer av undervattensväxter gjorts i sjön åren 2016 och 2017.

Deltagande personer

Följande personer har deltagit i projektet:

- Håkan Olofsson (ALcontrol) projektledning, fältarbete och rapportskrivning
- John Strand (Hushållningssällskapet) fältarbete och rapportskrivning
- Andreas Hedrén (Växjö kommun) beställare samt fältarbete

Metodik

Växjösjön

För att kartlägga utbredningen av undervattensvegetation i Växjösjön gjordes en inventering med samma metodik som år 2015 (ALcontrol AB m.fl. 2015). Fältarbetet genomfördes den 6 september av John Strand (Hushållningssällskapet Halland) tillsammans med Håkan Olofsson (ALcontrol) och Andreas Hedrén (Växjö kommun). Totalt inventerades 24 transekt (en transekt mer än vid inventeringen år 2015, Karta 1 och Bilaga 1). Transekterna startade vid vassytterdjupet, eller vid strandlinjen då ingen övervattensvegetation förekom, och följde en tänkt linje vinkelrät mot stranden/djupkurvorna. Botten provtogs kontinuerligt, i princip åtminstone varje 1 dm djupintervall genom krattning av ca 0,5 m av bottenytan. Vid varje transekt noterades koordinater för start- och slutpunkt (Bilaga 1). Vid varje provtagning noterades vattendjup och eventuella undervattensväxter. Strandområdena mellan transekterna inventerades översiktligt i likhet med år 2015.

Vattennivån i Växjösjön var vid inventeringstillfället i 160,8 möh (RH00), vilket var i nivå med inventeringen år 2015.

Siktdjupet var vid inventeringstillfället 1,8 m med vattenkikare i Växjösjöns mitt, jämfört med 1,1 m vid föregående inventeringstillfälle år 2015. Vid inventeringstillfället i Växjösjön år 2015 var vattnet längs strandkanten påtagligt grumligt vid ytan p.g.a. algblomning, men vid inventeringen år 2017 noterades ingen betydande algblomning.



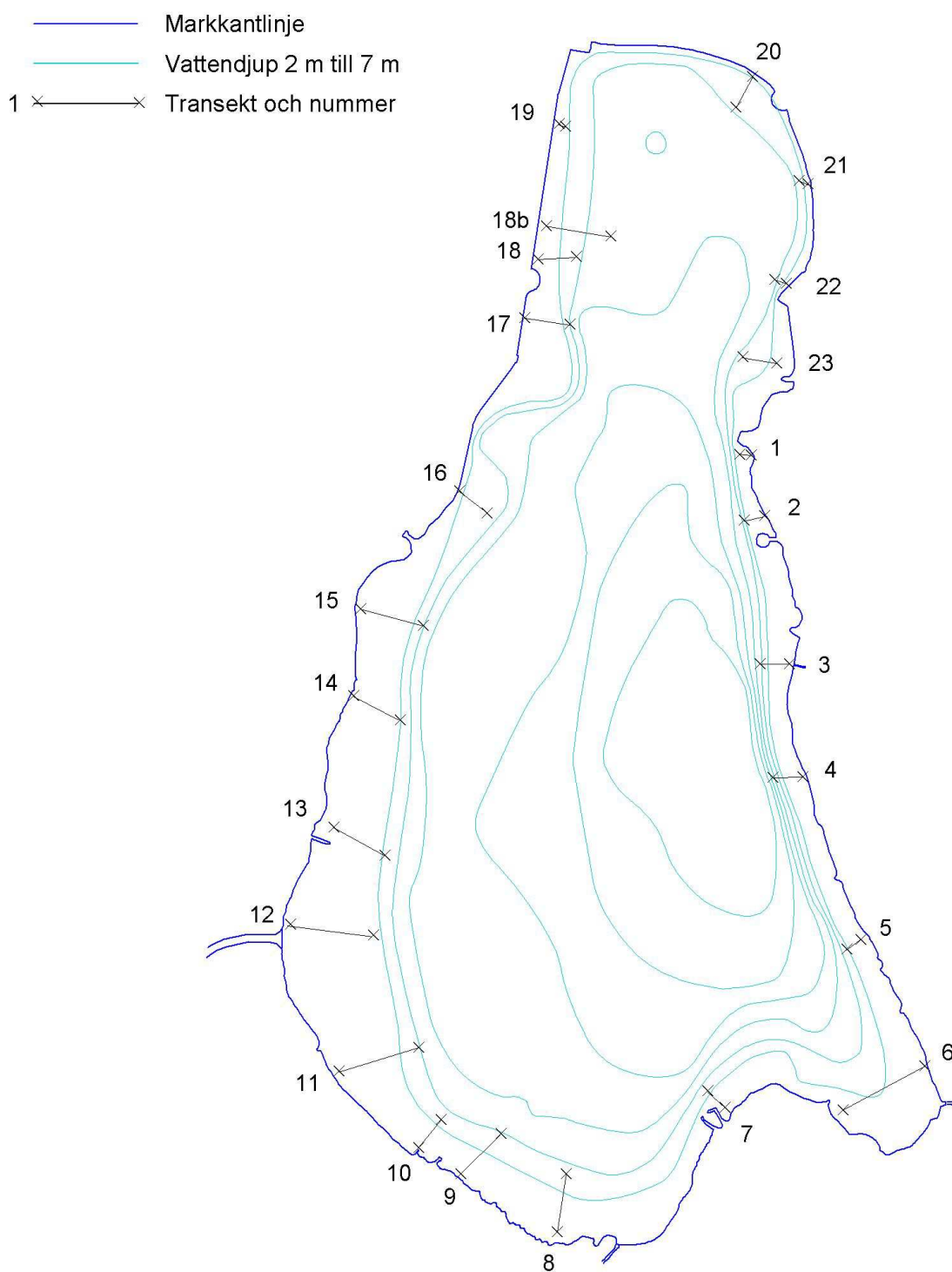
Foto 1. Växjösjön vid Kampa pelare inventeringsdagen den 6 september 2017.

Södra Bergundasjön

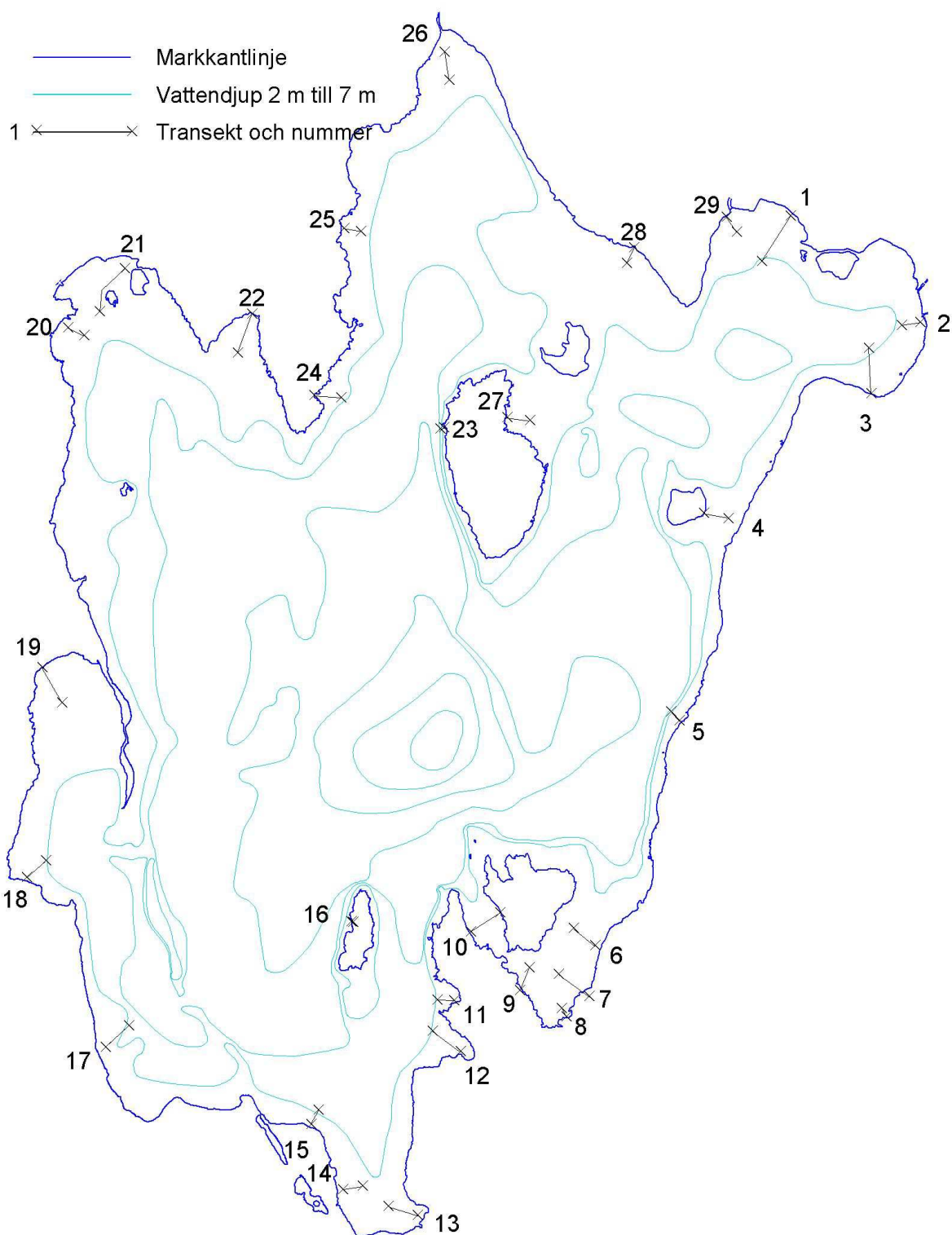
I Södra Bergundasjön utfördes en inventering den 21 september med samma metodik som i Växjösjön. Fältarbetet utfördes av John Strand (Hushållningssällskapet Halland) tillsammans med Håkan Olofsson (ALcontrol). Totalt inventerades 29 transekt (Karta 2 och Bilaga 2). Transekterna i Södra Bergundasjön startade vid vassytterdjupet, eller vid strandlinjen då ingen övervattensvegetation förekom, och följde en tänkt linje vinkelrät mot stranden/djupkurvorna. Botten provtogs kontinuerligt, i princip åtminstone varje 1 dm djupintervall genom krattning av ca 0,5 m av bottenytan. Vid varje transekt noterades koordinater för start- och slutpunkt (Bilaga 2). Vid varje provtagning noterades också bottenbeskaffenhet vad gäller hårdhet. Sten, grus och sandbotten noterades för sig, och vid finare fraktioner bedömdes hårdheten på botten subjektivt i 3 klasser där 3 motsvarar mellan fasta och lösa, 4 lösa och 5 mycket lösa organiska sediment. Strandområdena mellan transekterna inventerades i regel ej.

Vattennivån i Södra Bergundasjön var vid inventeringstillfället i 160,47 möh (RH00), vilket är ca 3 cm under normalt årslägst och ca 10 cm under normalnivå. Detta låga vattenstånd trots rikligt med regn p.g.a. avtappning för att kunna bygga dammvall i sundet.

Siktdjupet var vid inventeringstillfället 1,2 m med vattenkikare i Södra Bergundasjön. Någon betydande algbloomning, som kunde försvåra växtinventeringen, påträffades ej.



Karta 1. Transekternas placering vid inventering av vattenväxter i Växjösjön i september 2017. Som underlagskarta har en djupkarta från år 2006 (Myrica 2006) använts.



Karta 2. Transekternas placering vid inventering av vattenväxter i Södra Bergundasjön i september 2017. Som underlagskarta har en djupkarta från år 2006 (Myrica 2006) använts.

Resultat

Växjösjön

Inventering år 2017

Utbredningen av undervattensväxter i Växjösjön år 2017 var i vissa områden riklig med förekomst av frodiga bestånd av framför allt *Nitella flexilis/opaca*, men även rosnate (*Potamogeton alpinus*), krusnate (*P. crispus*) och trubbnate (*P. obtusifolius*). *Nitella* förekom allmänt spridd i stora delar av sjöns strandområden. Utöver dessa arter påträffades även långnate (*P. praelongus*) och gropnate (*P. berchtoldii*) i mindre bestånd.

Undervattensväxter påträffades vid 13 av 24 transekt (Figur 5), vilket motsvarar 54 % av de inventerade transekterna.

Med hänsyn taget till resultaten från såväl transekterna som observationer mellan transekterna förekom de största bestånden i sjöns västra och sydöstra del. I sjöns västra del dominerade *Nitella* (Foto 2) och rosnate och på vissa platser även krusnate. I den sydöstra delen, vid inloppet från Trummen, förekom frodiga bestånd av framför allt *Nitella*, rosnate och trubbnate. Längs sjöns mer exponerade östra strand påträffades endast enstaka plantor av *Nitella* och trubbnate men ett frodigt bestånd av rosnate påträffades i en skyddad vik mellan transekt 2 och 3. I sjöns nordvästra del fanns ett frodigt bestånd av krusnate, men i den allra nordligaste delen av sjön påträffades inga undervattensväxter.

I transekterna påträffades *Nitella* mellan 0,6 – 1,7 m vattendjup, rosnate mellan 0,4 – 1,6 m, krusnate mellan 0,7 – 1,7 m och trubbnate mellan 0,8 – 1,8 m.

Jämförelse med inventeringen år 2015

Jämfört med inventeringen år 2015 syns en tydlig spridning och tillväxt av undervattensväxter i Växjösjön de senaste två åren (2016 och 2017), framför allt *Nitella*. Vid inventeringen år 2015 förekom *Nitella* endast i en transekt (Figur 6) och inga fynd därutöver. Detta kan jämföras med 10 transekt vid årets undersökning (Figur 5) och allmän förekomst i stora delar av sjöns strandområden. Även rosnate visar en tydlig ökad utbredning, särskilt i sjöns sydöstra del. Krusnate återfanns på samma lokaler som vid inventeringen 2015. Observationer sommaren 2016 tyder på att utbredningen av krusnatebestånden var mer omfattande detta år jämfört med såväl 2015 som 2017. Även bestånden av trubbnate förekom mer rikligt i sjön sommaren 2016 jämfört med inventeringarna 2015 och 2017. I den sydöstra delen av sjön var dock utbredningen av trubbnate fortsatt frodig år 2017, jämfört med enstaka fynd i samma område år 2015.

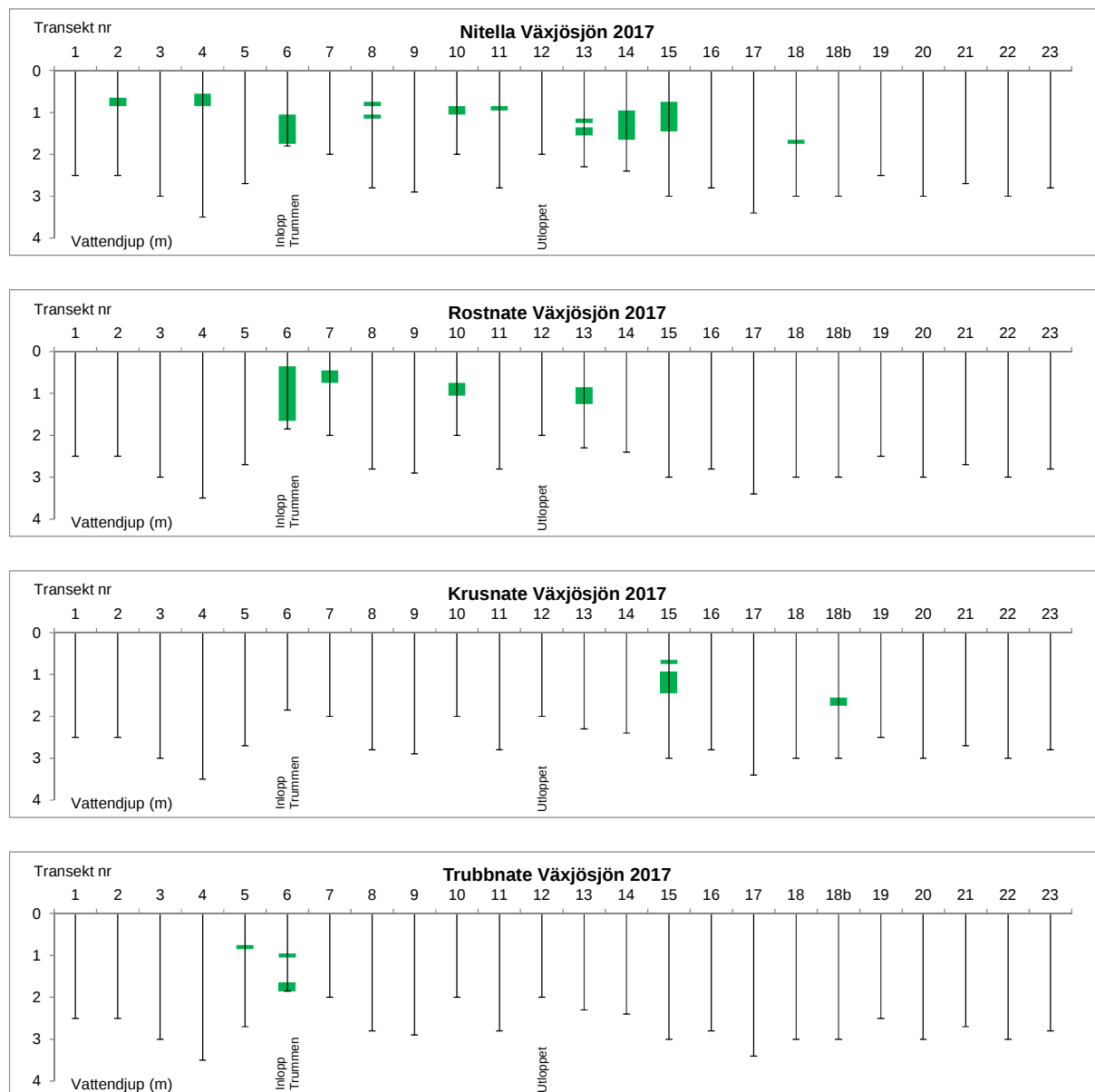
Djuputbredning för de olika arterna vid inventeringstillfällena åren 2015 och 2017 redovisas i Tabell 1. Resultaten visar en tydlig ökad djuputbredning för samtliga arter år 2017 jämfört med år 2015.



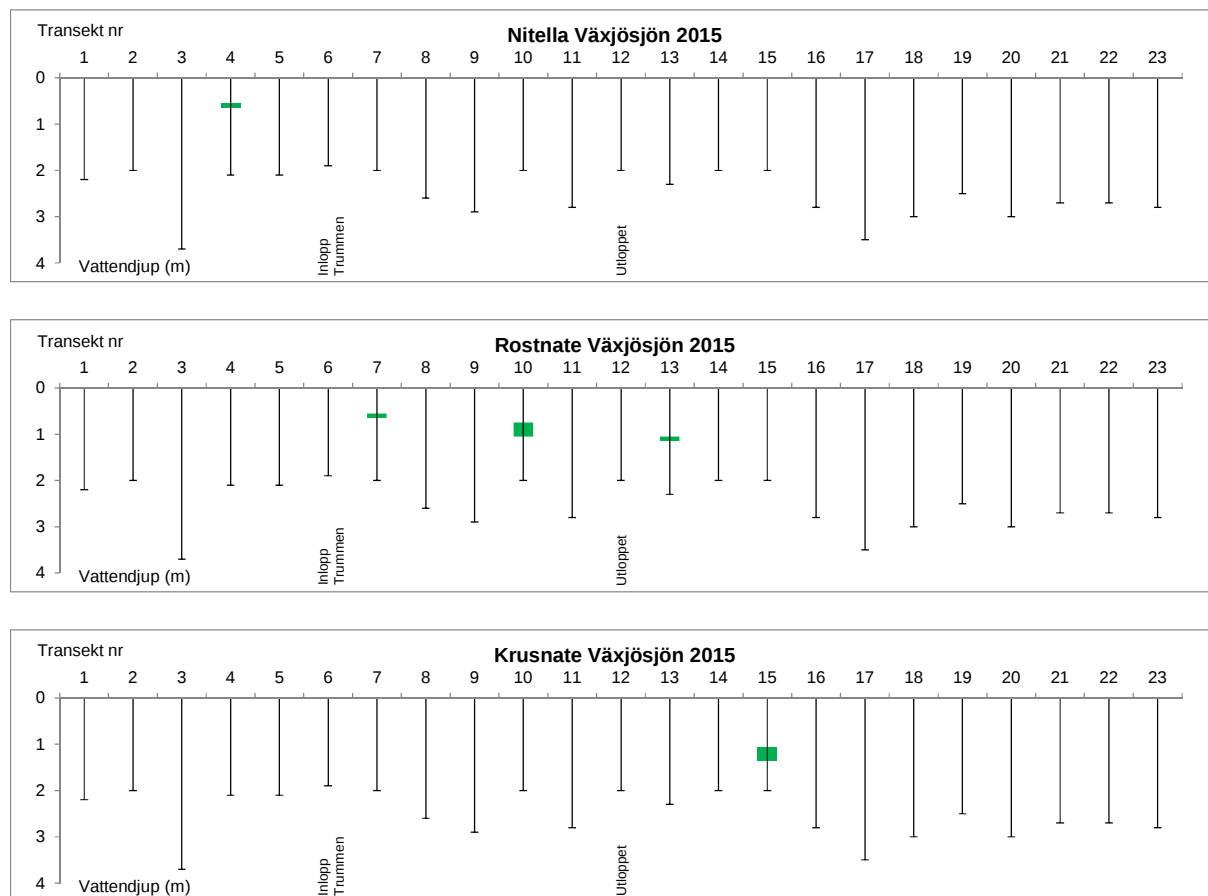
Foto 2. *Nitella* i Växjösjön den 6 september 2017.

Tabell 1. Djuputbredning vid inventering av vattenväxter i Växjösjön i september 2015 och 2017

	Djuputbredning (m) i transekterna	
	2015	2017
<i>Nitella flexilis/opaca</i>	0,6	0,6 – 1,7
Rostnate (<i>Potamogeton alpinus</i>)	0,6-1,1	0,4 – 1,6
Krusnate (<i>P. crispus</i>)	1,1 – 1,3	0,7 – 1,7
Trubbnate (<i>P. obtusifolius</i>)	-	0,8 – 1,8



Figur 5. Resultat vid inventering av vattenväxter i Växjösjön i september 2017. Förekomst av (gröna markeringar) *Nitella flexilis/opaca*, rostnate (*Potamogeton alpinus*), krusnate (*P. crispus*) och trubbnate (*P. obtusifolius*) vid de olika transekterna (svarta linjer) i sjön. Långnate (*P. praelongus*) påträffades inte i någon transekt, endast utanför transekterna 5 och 6. Gropnate (*P. berchtoldii*) påträffades utanför transekt 18b. Transektnummer kan jämföras med Karta 1.



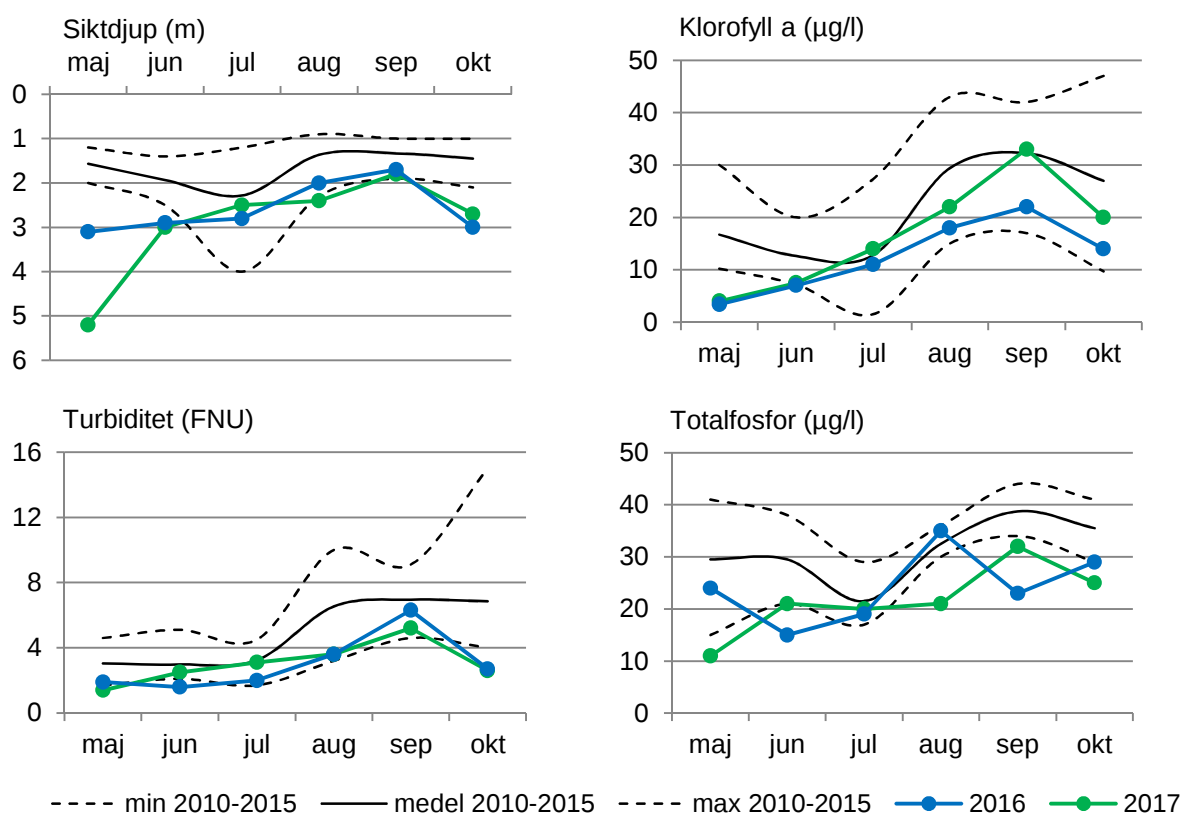
Figur 6. Resultat vid inventering av vattenväxter i Växjösjön i september 2015 för jämförelse med Figur 5. Förekomst av (gröna markeringar) *Nitella flexilis/opaca*, rosnate (*Potamogeton alpinus*) och krusnate (*P. crispus*) vid de olika transekterna (svarta linjer) i sjön. Trubbnate (*P. obtusifolius*) påträffades inte i någon transekt, endast vid en lokal utanför transekt 6. Långnate (*P. praelongus*) och gropnate (*P. berchtoldii*) påträffades varken i eller utanför någon transekt. Transektnummer kan jämföras med Karta 1.

Reduktionsfiske gav goda förhållanden avseende bl.a. siktdjup i sjön år 2016 och 2017, men ytterligare åtgärder behövs för att "God näringsstatus" skall uppnås.

I december 2015 samt under våren och hösten 2016 genomfördes omfattande reduktionsfisket i Växjösjön för att bl.a. stimulera etablering och tillväxt av undervattensväxter i sjön. I Växjösjön togs totalt 15 715 kg vitfisk upp, vilket motsvarar 199 kg/ha (provdrag not 11 december 2015 – 6399 kg, vårfiske år 2016 med bottengarn - 7012 kg och höstfiske år 2016 med not - 2300 kg, klaravatten.se/blogg/update-växjösjöarna-31312010).

De vattenkemiska undersökningarna i Växjösjön åren 2016 och 2017 visade ett bättre siktdjup, särskilt under våren och försommaren samt hösten, jämfört med de närmaste åren före reduktionsfisket (Figur 7). Sett till hela sommarsäsongen har siktdjupet förbättrats med i storleksordningen 67 %. Det förbättrade siktdjupet i sjön är med stor sannolikhet en av de viktigaste orsakerna till vattenväxternas fina utveckling i sjön. Siktdjupet i Växjösjön har de senaste två åren motsvarat "God status" nära gränsen till "Hög status" enligt bedömningsgrunderna i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19).

Klorofyllhalterna i Växjösjön har minskat med i storleksordningen 30 % åren 2016 och 2017 jämfört med före reduktionsfisket, men en liten försämring kan ses under år 2017 jämfört med 2016. Primärproduktionen är fortsatt för hög i sjön för att "God status" skall kunna uppnås avseende klorofyll. Augustivärdena behöver sjunka med ytterligare 50 %. Vattnets grumlighet (turbiditet) har minskat med ca 40 % efter reduktionsfisket och motsvarande minskning för totalfosfor är ca 30 %. Fosforhalterna motsvarar "Måttlig status" och för att komma ner till "God status" krävs en ytterligare minskning med ca 20-30 % (beräknat vid utloppet av sjön). Därmed finns ytterligare behov av åtgärder i sjön för att minska fosforhalterna och primärproduktionen i sjön.



Figur 7. Sikt djup, klorofyll, turbiditet (grumlighet) och totalfosfor i Växjösjön åren 2016 och 2017 efter reduktionsfisket jämfört med åren före reduktionsfisket (2010-2015).

Södra Bergundasjön

Inventering 2017

Utbredningen av undervattensväxter i Södra Bergundasjön var mycket sparsam år 2017, men på vissa lokaler påträffades trubbnate (*P. obtusifolius*) och krusnate (*P. crispus*) i frodiga bestånd. Utöver trubbnate och krusnate noterades förekomst av *Nitella flexilis/opaca*, dock endast enstaka exemplar.

Undervattensväxter påträffades vid 5 av 29 transekt (Figur 8), vilket motsvarar 17 % av de inventerade transekterna.

Undervattensväxterna påträffades endast i tre områden i sjön: 1) i viken vid Pettersborg (transekterna 7-9), 2) i Jonsbodaviken (transekt 19) och 3) i viken vid utloppet till Norra Bergundasjön (transekt 21). I övriga delar av sjön noterades inga undervattensväxter.

I transekterna påträffades *Nitella* på 0,6 m vattendjup, krusnate på 1,1 m och trubbnate mellan 0,4 – 1,2 m (Figur 8).

Stora delar av den inventerade ytan dominerades av steniga, grusiga och/eller sandiga hårdbottnar. Transekterna fördelades så att framför allt lämpliga bottnar för undervattensväxter i sjöns mer skyddade vikar skulle inventeras men även några mer exponerade lokaler valdes. De mest lämpliga bottnarna fanns i viken vid Pettersborg och i Jonsbodaviken där också frodiga bestånd av undervattensväxter påträffades.

Jämförelse med inventering 2015

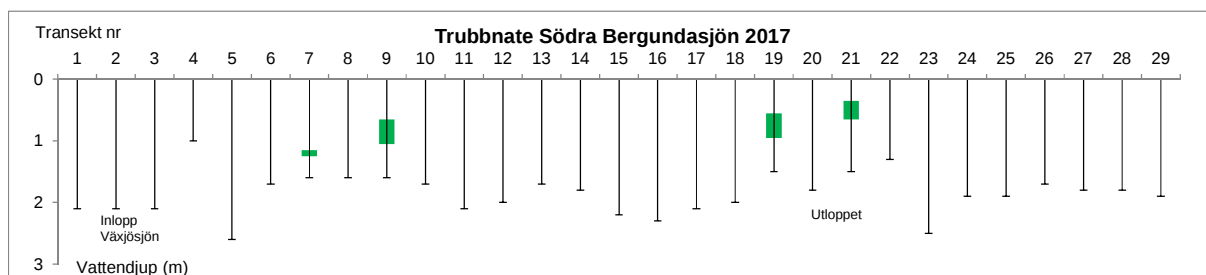
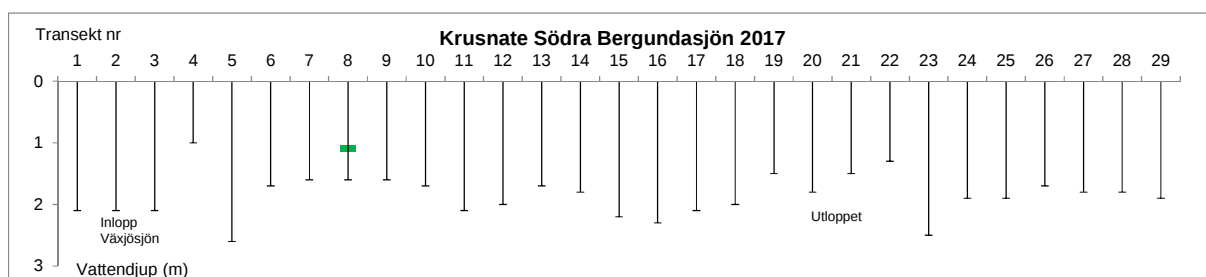
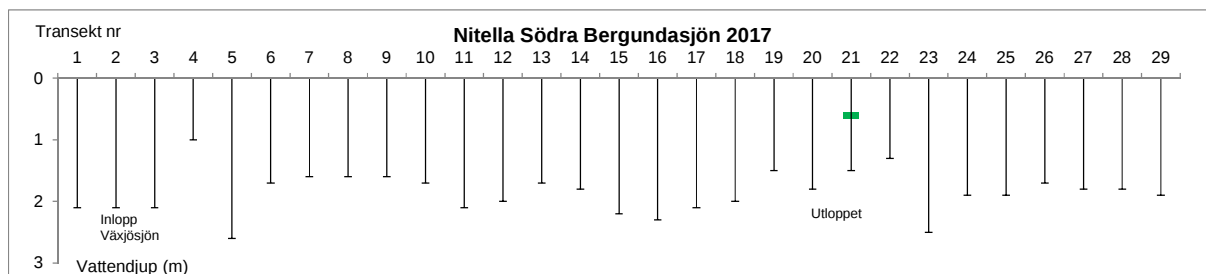
Vid inventeringen år 2015 i Södra Bergundasjön inriktades arbetet på att så noga som möjligt genomsöka lämpliga områden i sjön på relevanta djup. Det genomfördes också inventering av de yttersta 1-2 metrarna av vassbestånden efter kringflytande fragment av undervattensväxter, något som man som så gott som alltid påträffar i sjöar där det finns undervattensväxter, även i små bestånd.

Inventeringen visade inga spår av undervattensvegetation, vilket är mycket ovanligt även för starkt eutrofierade sjöar. Det är möjligt att det trots allt fanns undervattensväxter i sjön eftersom det i princip inte går att bevisa ett negativt resultat, men om det fanns var det rimligtvis ytterst små bestånd. Bl.a. genomsöktes ytorna i viken vid Pettersborg och Jonsbodaviken utan resultat.

Jämfört med inventeringen år 2015 har undervattensväxterna, och då framför allt trubbnate men även krusnate, med stor sannolikhet ökat i omfattning i sjöns mest skyddade vikar med lämpligt botten substrat (viken vid Pettersborg och Jonsbodaviken). Bestånden i dessa områden är mycket viktiga för undervattensvegetationens fortsatta utveckling i sjön, och kan sannolikt underlätta återetablering i andra områden vid en fortsatt restaurering av sjön.



Foto 3. Inre delen av Jonsbodaviken där undervattensväxter eftersöktes men inte påträffades år 2015, men där det år 2017 fanns stora bestånd av trubbnate.



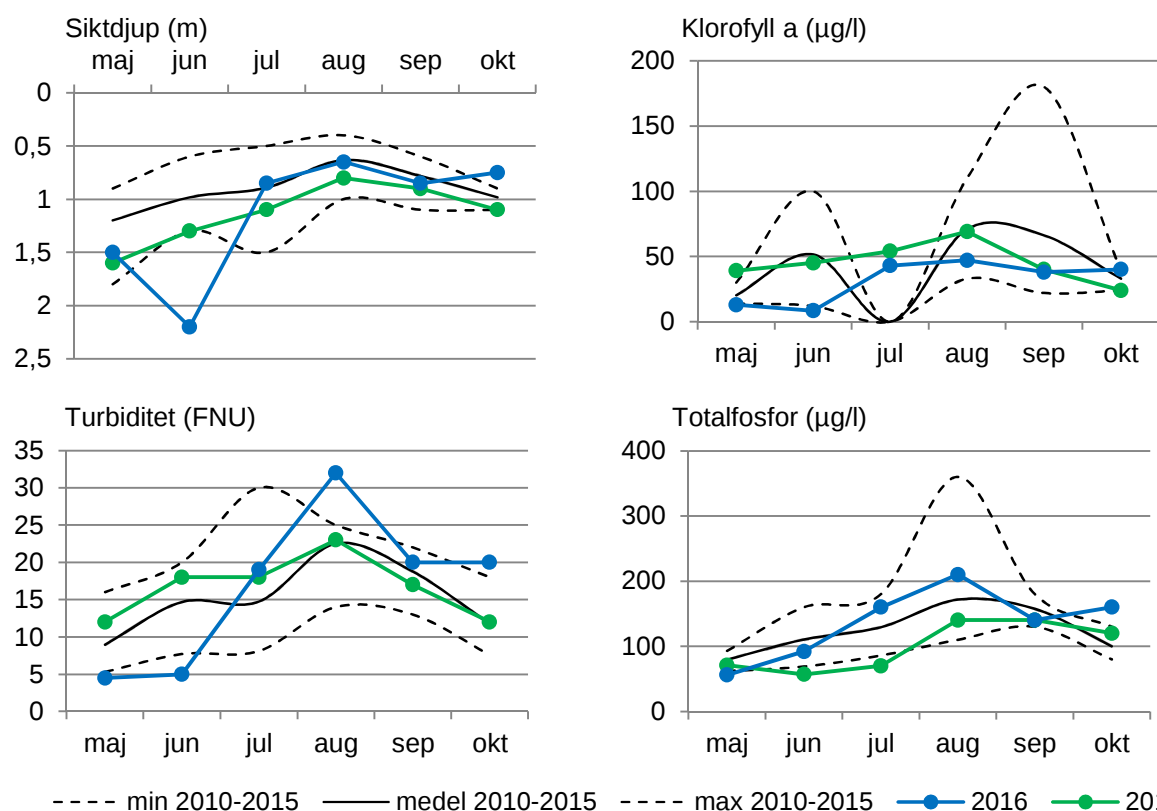
Figur 8. Resultat vid inventering av vattenväxter i Södra Bergundasjön i september 2017. Förekomst av (gröna markeringar) *Nitella flexilis/opaca*, krusnate (*P. crispus*) och trubbnate (*P. obtusifolius*) vid de olika transekterna (svarta linjer) i sjön. Transektnummer kan jämföras med Karta 2.

Reduktionsfiske har gett en viss förbättrad vattenkvalitet i sjön år 2017, men ytterligare omfattande åtgärder behövs för att "God näringstatus" skall uppnås.

Med start i december 2015 men framför allt under hösten 2016, vintern 2016/2017 och våren 2017 genomfördes omfattande reduktionsfisket i Södra Bergundasjön för att bl.a. stimulera etablering och tillväxt av undervattensväxter i sjön. I Södra Bergundasjön har totalt ca 108 000 kg vitfisk tagits upp, vilket motsvarar ca 165 kg/ha beräknat på både Södra och Norra Bergundasjön (provdrag not december 2015 – 3650 kg, höstfiske 2016/2017 med not – 45 800 kg och vårfiske år 2017 med bottengarn – 58 630 kg, klaravatten.se/blogg/update-växjösjöarna-31312010). Iakttagelser i fält tyder på att utbytet av fisk mellan sjöarna är mycket stort.

Vattenkvaliteten i Södra Bergundasjön har inte förbättrats på samma tydliga sätt som i Växjösjön efter reduktionsfisket. Siktdjupet har ökat med ca 25 %, men mycket tack vare ett ovanligt bra siktdjup i juni 2016, vilket var en effekt av en klarvattensfas i sjön. Med detta värde undantaget har siktdjupet ökat med ca 15 %. En viss förbättring kan också ses mellan åren 2016 och 2017, vilket kan vara en effekt av reduktionsfisket. Likartade resultat syns för Norra Bergundasjön, vilket talar för att fisket i Södra Bergundasjön även fått viss effekt i Norra Bergundasjön. Siktdjupet i Södra Bergundasjön motsvarar "Otillfredsställande status" enligt bedömningsgrunderna i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19) och behöver öka till i genomsnitt ca 2 meter för att "God status" skall uppnås.

Klorofyllhalterna i Södra Bergundasjön har minskat med i storleksordningen 20 % åren 2016 och 2017 jämfört med före reduktionsfisket, men en försämring kan ses under år 2017 jämfört med 2016. Primärproduktionen är fortsatt mycket hög i sjön. Augustivärdena för klorofyll behöver minska med i storleksordningen 80 % för att "God status" med avseende klorofyll skall kunna uppnås. Vattnets grumlighet (turbiditet) varierade betydligt år 2016 men i genomsnitt har grumligheten inte förändrats nämnvärt efter reduktionsfisket. Totalfosforhalterna visade inga tecken på förbättring i sjön år 2016, men år 2017 var halterna lägre. Genomsnittet för åren 2016-2017 var i nivå med genomsnittet för åren 2010-2015, men år 2017 var fosforhalterna bland de lägsta sedan undersökningarna startade. Fosforhalterna motsvarar dock fortsatt "Dålig status" och för att komma ner till "God status" krävs en minskning med i storleksordningen 80 % (beräknat vid utloppet av sjön). Därmed finns fortfarande ett stort behov av ytterligare åtgärder för att minska fosforhalterna i sjön.



Figur 9. Siktdjup, klorofyll, turbiditet (grumlighet) och totalfosfor i Södra Bergundasjön före (åren 2010-2015) och efter (2016-2017) reduktionsfiske. Efter reduktionsfisket representeras framför allt av resultaten från år 2017.

SLUTKOMMENTAR

Växjösjön

Resultaten från fältsäsongerna åren 2014-2016 i sjön Trummen (ALcontrol, Hushållningssällskapet Halland och Ekoll 2016a) visade att använd metodik för transplantering av undervattensväxter fungerar. I Växjösjön blev dock resultaten från etableringsförsöken mycket dåliga trots optimala förhållanden vad gäller siktdjup efter omfattande reduktionsfiske och en vädermässigt gynnsam växtsäsong år 2016. Orsaken till det dåliga resultatet i Växjösjön var sannolikt att det förbättrade siktdjupet i sjön ökade påväxtalger drastiskt i hela sjön, vilket tidigare har visats ha negativa effekter på undervattensväxter (Strand & Weisner 1996). De befintliga bestånden av undervattensväxter i Växjösjön klarade algpåväxten bättre än de planterade exemplaren. En tydlig spridning och tillväxt av de naturliga bestånden av undervattensväxter i Växjösjön har skett de senaste två åren (2016 och 2017).

Trots en god naturlig tillväxt och spridning av undervattensväxter i Växjösjön åren 2016 och 2017 kan fortsatta etableringsförsök, av i första hand långnate, vara en fördel för sjöns fortsatta utveckling. Långnate finns endast representerad i sjöns sydöstra hörn i närheten av tillflödet från Trummen. Förutsättningarna för en lyckad transplantering av långnate har förbättrats det senaste året avseende förekomst av påväxtalger, så plantering av långnate skulle kunna vara möjlig bl.a. på mjukbottnarna i sjöns norra del och eventuellt även på sandbottnarna i Växjösjöns västra del. Metodik och erfarenheter från fältsäsongerna 2014-2016 i Trummen kan användas för plantering av långnate i dessa områden. Långnate är en art som kan växa på djupare vatten. Därför är det en lämplig art ur aspekten att man vill uppnå så stor täckningsgrad som möjligt i sjön, för att få till stånd de positiva återkopplingsmekanismer som undervattensväxterna står för.

För att minska effekterna av påväxtalger på transplanterade plantor kan den metod som först användes i Trummen även användas i Växjösjön, det vill säga att man transplanterar rhizombitar med välutvecklade skott (Foto 4). Detta är en mer arbetskrävande metod eftersom hanteringen av plantorna är känslig för att inte bryta skotten, men det är sannolikt så att överlevnadschanserna ökar i en situation med påväxtalger om plantorna redan vid flytten har relativt omfattande fotosyntetiserande bladbiomassa. Då får de ett betydligt bättre utgångsläge jämfört med om metoden med endast rhizombitar eller med mycket små vidhängande skott används. Om den transplanterade plantan ska utveckla nya blad i stor utsträckning kommer sannolikt tillväxten av påväxtalger stå för en större del av ljusutsläckning per planta jämfört med om det redan vid planteringstillfället finns utvecklade blad. Om man istället flyttar plantor med väl utvecklade skott ger man de en god "basalfotosyntes" i den nya miljön, vilket sannolikt behövs i situationer med hög tillväxt av påväxtalger.



Foto 4. Långnate med rhizom och välutvecklade skott som användes vid plantering i Trummen år 2014.

Hittills utförda åtgärder i och omkring Växjösjön verkar inte vara tillräckliga för att uppnå "God ekologisk status" i sjön. Fosforhalterna motsvarar "Måttlig status" och för att komma ner till "God status" krävs en ytterligare minskning med ca 20-30 %. Primärproduktionen är fortsatt för hög i sjön för att "God status" skall kunna uppnås avseende klorofyll. Augustivärdena behöver sjunka med ytterligare 50 %. Därmed finns ytterligare behov av åtgärder för att minska fosforhalterna och primärproduktionen i Växjösjön.

Sjöns utveckling avseende vattenkemi och undervattensväxternas utbredning bör noggrant följas kommande år. Återkommande inventeringar av undervattensvegetationen i Växjösjön utgående från metodiken i den inventering som genomfördes 2015 och 2017 vore värdefullt för uppföljningsarbetet. Det bör åtminstone göras vart annat eller vart tredje år i samband med det fortsatta åtgärdsarbetet, därefter mer sällan.

Södra Bergundasjön

I Södra Bergundasjön har en ökad utbredning av undervattensväxter, jämfört med inventeringen år 2015, dokumenterats. Undervattensväxter påträffades i viken vid Pettersborg, Jonsbodaviken och viken vid utloppet till Norra Bergundasjön. De mest lämpliga bottnarna finns i viken vid Pettersborg och i Jonsbodaviken där också frodiga bestånd av undervattensväxter noterades. Stora delar av den potentiella ytan för

undervattensväxter i Södra Bergundasjön domineras dock av steniga, grusiga och/eller sandiga hårbottenar, vilket är negativt för en mer omfattande täckning i sjön.

Jämförelsen mellan växtinventeringen åren 2015 och 2017 är intressant utifrån aspekter kring spontan etablering. Inventeringen 2015 var relativt översiktlig och det är möjligt att små bestånd eller enstaka plantor vid utloppet och utanför Pettersborg missades. Det är däremot inte möjligt att bestånden i Jonsbodaviken kan ha missats år 2015, så där måste det med stor sannolikhet röra sig om en nyetablering. Vid inventeringen år 2015 spenderades lång tid just i Jonsbodaviken eftersom det tycktes vara en så uppenbart bra lokal och så gott som hela botten i inre halvan av viken undersöktes utan att några växter hittades. Givetvis kan man aldrig garantera att hitta enstaka plantor men det har definitivt skett kraftig spridning inne i den viken under åren 2016-2017, och sannolikt även nyetablering (d.v.s. antingen från fröbanken eller genom att spridningskroppar kommit dit efter år 2015). Frön av undervattensväxter är generellt mycket långlivade och om bara ljusklimatet förbättras ett år kan groningen starta.

Den viktigaste faktorn i Södra Bergundasjön är sannolikt ljusklimatet som ännu inte nått nivåer som i tillräcklig stor utsträckning medger riktigt effektiv inomsjöspridning av undervattensväxter. Ökningen jämfört med år 2015 visar dock på att de senaste två åren varit gynnsamma för undervattensväxterna. I sin nuvarande utbredning är de populationer som finns i sjön dock förmodligen känsliga för exempelvis mellanårsvariation i väderförhållandena, vilket erfarenheterna från Trummen visat kunna ha stor betydelse.

I Södra Bergundasjön kan man avvakta eventuella etableringsförsök tills siktdjupet i sjön förbättrats. Den steniga botten är en utmaning för att få etablering av undervattensväxter i stora delar av sjön. Utplantering av lämpliga arter på hårda bottenar kan diskuteras, men det är sannolikt svårt att få till etablering av arter som klarar nuvarande ljusklimat på dessa bottenar. Utplantering av kortskottsväxter (*Isoetes sp.*, *Lobelia m.f.*), som ofta växer i dessa miljöer i näringsfattiga sjöar, är sannolikt inte möjlig p.g.a. ljusklimatet. Om man trots allt vill satsa på att plantera ut växter är den rimligaste strategin sannolikt att försöka utöka bestånden av trubbnate och nyetablera *Nitella* i framför allt Jonsbodaviken. Här finns det bra förutsättningar för etablering och syftet skulle då vara att få upp bestånden till sådana storlekar att inomsjöspridningen kan ta fart.

Inomsjöspridningen av bl.a. trubbnate i Trummen och *Nitella* i Växjösjön var mycket effektiv åren 2016-2017 och det är möjligt att det var ett resultat av att utbredningen då nått över en kritisk nivå för att kunna öka i snabb takt. Inomsjöspridning av olika arter sker sällan linjärt utan det tycks finnas vissa tröskelvärde som måste nås för att fortsatt spridning ska ske (vilket då också vanligtvis sker i snabbare takt). Orsakerna till detta kan vara exempelvis att det helt enkelt måste finnas tillräckligt stor givarpopulation i en sjö för att etablering på nya platser ska lyckas (samt givetvis att förhållandena medger etablering). Detta beror i sin tur på att endast en relativt liten procent av spridningskroppar (frön, fragment, turioner etc) normalt sett lyckas etablera sig och det krävs helt enkelt årlig produktion av en viss mängd spridningskroppar för att spridning ska lyckas i större omfattning. När väl ett tröskelvärde uppnåtts för en specifik art (sannolikt även specifikt för sjön) kan det däremot gå mycket snabbt med

spridning till nya lokaler inom en sjö. Trubbnaten i Trummen och *Nitella* i Växjösjön uppvisar just detta beteende.

Det som talar mot Jonsbodaviken som en givarpopulation för hela sjön är möjligen att den är relativt avsnörpt från övriga sjön. Om man vill genomföra plantering är det nog bäst att fokusera på områden i södra delen av viken nära sjöns huvudbassäng, t.ex. vid transekt nr 18.

Vattenkvaliteten i Södra Bergundasjön har inte förbättrats på samma tydliga sätt som i Växjösjön efter reduktionsfisket åren 2016 och 2017, men en viss förbättring kan ses mellan åren 2016 och 2017. Likartade resultat syns även för Norra Bergundasjön, vilket talar för att fisket i Södra Bergundasjön även fått viss effekt i Norra Bergundasjön. Iakttagelser i fält tyder också på att utbytet av fisk mellan sjöarna är mycket stort. Primärproduktionen är fortsatt mycket hög i Södra Bergundasjön och fosforhalterna motsvarar "Dålig status". Därmed finns fortfarande ett stort behov av ytterligare omfattande åtgärder för att minska fosforhalterna i sjön.

Återkommande inventeringar av undervattensvegetationen i Södra Bergundasjön utgående från metodiken i den inventering som genomfördes år 2017 vore värdefullt för uppföljningsarbetet. Det bör åtminstone göras vart annat eller vart tredje år i samband med det fortsatta åtgärdsarbetet. Inventeringarna bör dock koncentreras på de lokaler som har lämpliga bottenar.

REFERENSER

- ALcontrol & DHI 2014. Åtgärdsstrategi för Växjösjöarna, Etapp 1 av 3, Undersökningar och beslutsunderlag. Växjö kommun.
- ALcontrol, Hushållningssällskapet Halland och Ekoll 2013. Plan för etablering av vattenväxter i Trummen. Växjö kommun.
- ALcontrol, Hushållningssällskapet Halland och Ekoll 2014. Vattenväxter Trummen, Fältförsök 2014. Växjö kommun.
- ALcontrol, Hushållningssällskapet Halland och Ekoll 2015. Vattenväxter Trummen, Fältförsök 2015. Växjö kommun.
- ALcontrol, Hushållningssällskapet Halland och Ekoll 2016a. Vattenväxter Trummen, Slutrapport. Växjö kommun.
- ALcontrol AB, Hushållningssällskapet Halland, Medins Havs- och Vattenkonsulter och Ekoll AB 2015. Vattenväxter i Växjösjön och Södra Bergundasjön, Förutsättningar och förslag till genomförandeplan. Växjö kommun.
- ALcontrol, Hushållningssällskapet Halland och Ekoll 2016b. Vattenväxter i Växjösjön och Södra Bergundasjön, Fältförsök 2016. Växjö kommun.
- Lalonde S. and Downing, J. A. 1991. Epiphyton Biomass is Related to Lake Trophic Status, Depth, and Macrophyte Architecture. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Vol. 48: 2285-2291.
- 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.
- Phillips, G. L., Eminson, D. and Moss B. 1978. A mechanism to account for macrophyte decline in progressively eutrophicated freshwaters. *Aquatic Botany* vol 4 4 Pages 103-126.
- Strand, J. A. & Weisner, S. E. B. 1996. Wave exposure related growth of epiphyton: implications for the distribution of submerged macrophytes in eutrophic lakes. *Hydrobiologia* 325; 113-119

BILAGA 1 – TRANSEKTPROTOKOLL VÄXJÖSJÖN

Väjösjön 2017-09-06 Transekt nr		2		3		4		5	
Start koordinat (X/Y)	488665	6302936	488683	6302740	488716	6302590	488734	6302374	488811
Stopp koordinat (X/Y)	488650	6302930	488656	6302740	488677	6302589	488694	6302361	488792
Transekt längd (m)	15	28		39		40		23	
Djup 0,4 0,5 0,5 0,6-2,5	Art jättegröe vattenpilört gul näckros -	Djup 0,8 0,8 0,7-0,8 0,9-2,5	Art jättegröe vattenpilört nitella (dålig kondition) -	Djup 0,5 0,6 0,7-3,0	Art knappsäv vattenpilört -	Djup 0,5 0,5 0,6-0,8 1,4-3,5	Art jättegröe vattenpilört nitella -	Djup 0,7 0,8 0,9-2,7	Art jättegröe trubbnate -
Mellan 1 och 2 Nitella (enstaka)		Mellan 2 och 3 Rostnate (frodigt) Trubbnate (enstaka)		Mellan 3 och 4 -		Mellan 4 och 5 Nitella på flera flatser		Mellan 5 och 6 Nitella flera platser stora bestånd 0,8-1,2 m Rostnate mycket stora bestånd Långnate	

Väjösjön 2017-09-06 Transekt nr		7		8		9		10		11		12	
Start koordinat (X/Y)	488896	6302151	488631	6301986	488408	6302063	488280	6302098	488224	6302199	488118	6302394	488054
Stopp koordinat (X/Y)	488787	6302173	488608	6302063	488420	6302116	488333	6302135	488254	6302231	488224	6302380	488164
Transekt längd (m)	123	32		78		75		48		111		111	
Djup 0,4 0,4-1,6 1,3-1,6 1,0 1,7-1,8 1,1-1,7 0-1,1	Art jättegröe rostnate (frodigt) nitella trubbnate trubbnate nitella gul näckros	Djup 0,5 0,5 0,5-0,7 0,8-2	Art jättegröe kaveldun rostnate -	Djup 0,8 0,8 1,1 1,2-2,8	Art vass nitella nitella -	Djup 0,5 0,5-2,9	Art jättegröe -	Djup 0,8 0,8-1,0 0,9-1,0 1,1-2,0	Art säv rostnate nitella -	Djup 0,5 0,5-1,3 0,9 1,3-2,8	Art sjöfräken vattenpilört nitella -	Djup 0,7 0,8 0,9-2,0	Art bredkaveldun vattenpilört -
Mellan 6 och 6 (viken) Nitella mycket rikligt Långnate (enstaka) Rostnate (rikligt) Trubbnate (rikligt) Igelknopp (enstaka)		Mellan 7 och 8 Nitella (enstaka)		Mellan 8 och 9 Nitella (enstaka)				Mellan 11 och 12 Nitella (rikligt)		Mellan 12 och 13 Nitella (enstaka)			

Våxjösjön 2017-09-06 Transekt nr		13		14		15		16		17		18		18b	
Start koordinat (X/Y)		6302523	488111	6302697	488138	6302813	488147	6302969	488278	6303199	488365	6303277	488382	6303321	488393
Stopp koordinat (X/Y)		6302486	488179	6302665	488199	6302791	488230	6302940	488315	6303190	488425	6303280	488433	6303307	488479
Transekt längd (m)		77		69		86		47		61		51		87	
		Djup 0,9 0,9-1,2 1,2 1,4-1,5 1,6-2,3	Art säv roströna nitella nitella -	Djup 0,5 1,0-1,6 1,7-2,4	Art jättegröe nitella -	Djup 0,6 0,7 0,8-1,4 1,0-1,4 1,5-3,0	Art jättegröe krusnate (enstaka) nitella (rikligt) krusnate -	Djup 0,3-2,8	Art -	Djup 1,5-3,4	Art -	Djup 0,6-1,1 1,7 1,8-3,0	Art vattenpilört nitella -	Djup 1,2-1,5 1,6-1,7 1,8-3,0	Art - krusnate (rikligt) -
		Mellan 13 och 14 Nitella (rikligt) Rostnate (rikligt)				Mellan 15 och 16 Nitella (rikligt) närmast 15 Krusnate (enstaka) närmast 15				Mellan 18 och 18b Nitella enstaka		Mellan 18b och 19 Gropnate Nitella Krusnate			

Våxjösjön 2017-09-06 Transekt nr		19		20		21		22		23	
Start koordinat (X/Y)		6303456	488410	6303519	488667	6303377	488741	6303245	488712	6303139	488699
Stopp koordinat (X/Y)		6303453	488419	6303478	488645	6303381	488729	6303250	488697	6303147	488654
Transekt längd (m)		9		47		13		16		46	
		Djup 1,4-2,5	Art -	Djup 2,7-3,0	Art -	Djup 0,5 0,5-2,7	Art jättegröe -	Djup 0,6-3,0	Art -	Djup 1,3 1,3-2,8	Art vass -
		Mellan 19 och 20 -		Mellan 20 och 21 -		Mellan 21 och 22 -		Mellan 22 och 23 -		Mellan 23 och 1 Nitella (enstaka) 1,1 m	

Södra Bergundasjön 2017-09-21 Transekt nr Start koordinat (X/Y) Stopp koordinat (X/Y) Transekt längd (m)	1			2			3			4			5			6		
	6301894	487855		6301593	488224		6301391	488085		6301038	487679		6300465	487541		6299827	487301	
	6301766	487775		6301585	488170		6301520	488077		6301052	487610		6300490	487517		6299877	487240	
	151			55			129			70			35			79		
	Djup	Art	Botten	Djup	Art	Botten	Djup	Art	Botten	Djup	Art	Botten	Djup	Art	Botten	Djup	Art	Botten
	0,5	vass	sten	0,6	vass	sten	0,9	vide och gul näckros	4	0,8	vass och vattenpilört	sand	0,6	säv	sten	0,8	vass	sten
	0,5-1,1		sten	0,6-1,7		sten	0,9-1,4	gul näckros	4	0,9	vattenpilört	sand	0,6-2,6		sten	0,9-1,1		sand
	1,2-1,4		sten och grus	1,8-2,1		sand	1,4-1,5		sand	0,8		sandrev				1,2		sten
	1,5		sand			sten	1,6-1,7		sten	1,0-0,6		sten				1,3-1,5		sand
	1,6		sten				1,8-2,1		3	0,6	vide	sten				1,6		sten
	1,7-2,1		sand													1,7		5

Södra Bergundasjön 2017-09-21 Transekt nr Start koordinat (X/Y) Stopp koordinat (X/Y) Transekt längd (m)	7			8			9			10		
	6299683	487285		6299650	487207		6299701	487088		6299867	486949	
	6299747	487198		6299626	487221		6299765	487115		6299920	487032	
	108			28			69			98		
	Djup	Art	Botten	Djup	Art	Botten	Djup	Art	Botten	Djup	Art	Botten
	0,6	starr	3-4	1,1	vass och andmat	3	0,7	sprängört	5	0,4	svalting	sten
	0,6-0,9		3-4	1,1	krusnate	3	0,7-1,0	trubbnate	5	0,5	sjöfräken	sten
	1,0-1,1		5	1,2-1,5		4	0,7-1,2	gul näckros	5	0,6	igellknopp	sten
	1,2	trubbnate	5	1,6		3	1,3		5	0,7-1,2		grus och sand
	1,3-1,6		3				1,4-1,6		3	1,3-1,7		3
										1,6-0,7		sten
										0,7	vass	sten
	Mellan 7 och 8			Mellan 8 och 9								
	Trubbnate			Krusnate frodigt								
				Trubbnate frodigt nära 9								

Södra Bergundasjön 2017-09-21																			
Transekt nr																			
Start koordinat (X/Y)																			
Stopp koordinat (X/Y)																			
Transekt längd (m)																			
11				12				13				14				15			
6299672 486902				6299527 486921				6299063 486799				6299137 486587				6299321 486496			
6299674 486855				6299585 486841				6299089 486716				6299146 486643				6299362 486517			
47				99				87				57				46			
Djup Art Botten				Djup Art Botten				Djup Art Botten				Djup Art Botten				Djup Art Botten			
0,8 smalkaveldun sten				1 smalkaveldun sten				1 smalkaveldun sten				0,9 smalkaveldun sten				0 björk sten			
0,9 sten				1,0-1,2 sand, grus och sten				1 gul näckros				0,9-1,2 gul näckros sand och sten				0-1,1 sten			
1,0-1,2 sand				1,3-2,0 sten				1,0-1,5 sjöfräken				1,3-1,4 sand och sten				1,2-2,2 sand			
1,3-2,1 sten								5				1,5-1,7 3							
								1,6-1,7 4				1,8 5							
Mycket friflytande trubbnate i viken																			

Södra Bergundasjön 2017-09-21 Transekt nr Start koordinat (X/Y) Stopp koordinat (X/Y) Transekt längd (m)				16			17			18			19			20			21		
				6299893	486615		6299540	485914		6300021	485691		6300615	485735		6301578	485808		6301745	485969	
				6299895	486611		6299601	485980		6300068	485744		6300515	485791		6301556	485853		6301623	485897	
				4			90			71			115			50			142		
				Djup	Art	Botten	Djup	Art	Botten	Djup	Art	Botten	Djup	Art	Botten	Djup	Art	Botten	Djup	Art	Botten
				0		häll	1,4	smalkaveldun	grus	1,3	smalkaveldun	sten	0,6	vass	5	1,3	smalkaveldun	4	0,4	bredkaveldun	sten
				0-2,3		sten	1,4-1,6		grus	1,4		sand och grus		smalkaveldun		1,8			0,4-0,6	trubbnate	sten
							1,7-1,4		3	1,5-2,0		4		sprängört m.fl.				0,6	nitella enstaka	sten	
							1,3		stenås				0,6-0,9	trubbnate mycket frodigt	5			0,6-1,5		sten	
							1,3-2,1		sten				0,8-1,3	gul näckros	5						
													1,3-1,4	gäddnate	5						
													1,5		5						

Södra Bergundasjön 2017-09-21 Transekt nr Start koordinat (X/Y) Stopp koordinat (X/Y) Transekt längd (m)	22 6301617 486329 6301507 486288 117	23 6301294 486873 6301291 486862 11	24 6301386 486505 6301380 486581 76	25 6301859 486590 6301851 486638 49	26 6302359 486875 6302279 486888 81	27 6301324 487052 6301315 487117 66	28 6301804 487411 6301760 487392 48
	Djup Art Botten 0,6 vass 3 org 0,6-0,7 3 org 0,8-1,2 4 1,3 sten	Djup Art Botten 0,9 smalkaveldun sten 0,9-1,2 sten 1,3-2,5 sand	Djup Art Botten 0,9 vide sten 0,9-1,1 vattenpilört sten 1,2-1,9 sten	Djup Art Botten 0,9 vass sand och sten 0,9-1,0 sand och sten 1,1-1,9 sten	Djup Art Botten 0,9 vass 4 0,9-1,7 4	Djup Art Botten 0,8 vass sten 0,8-1,0 sten 1,1-1,2 sand 1,3-1,8 3	Djup Art Botten 0,6 vide sand och sten 0,6-0,7 vattenpilört sand och sten 0,7-1,6 sten 1,7-1,8 sand och sten

Södra Bergundasjön 2017-09-21 Transekt nr Start koordinat (X/Y) Stopp koordinat (X/Y) Transekt längd (m)	29 6301891 487675 6301849 487703 50
	Djup Art Botten 1,1-1,6 gul näckros 4 1,7-1,9 4

BILAGA 3 – VÄXTINVENTERING TRUMMEN ÅR 2017

Inledning

Ett LOVA-projekt i Trummen med syfte att öka utbredningen av undervattensväxter i Trummens huvudbassäng slutredovisades hösten 2016. Efter några års aktiv plantering av undervattensväxter samt omfattande reduktionsfiske i sjön har stor spridning av flera arter som trubbnate, långnate, krusnate och *Nitella* dokumenterats. För att mer systematiskt kartlägga utbredningen av undervattensvegetationen i Trummen gjordes en inventering med samma metodik som år 2013 (ALcontrol AB m.fl. 2013).

Metodik

Fältarbetet genomfördes den 28-29 augusti 2017 av John Strand (Hushållningssällskapet Halland) tillsammans med Håkan Olofsson (ALcontrol) och Andreas Hedrén (Växjö kommun). Totalt inventerades 37 transekt, en mer än vid inventeringen år 2013 (Karta 3 och Bilaga 3). Transekterna startade vid vassytterdjupet, eller vid strandlinjen då ingen övervattensvegetation förekom, och följde en tänkt linje vinkelrät mot stranden/djupkurvorna. Botten provtogs kontinuerligt, i princip åtminstone varje 1 dm djupintervall genom krattning av ca 0,5 m av bottenytan. Vid varje transekt noterades koordinater för start- och slutpunkt. Vid varje provtagning noterades vattendjup och eventuella undervattensväxter. Strandområdena mellan transekterna inventerades översiktligt i likhet med år 2013.

Vattennivån i Trummen var vid inventeringstillfället ca 2 cm över skibordet vid Trummens utlopp, d.v.s. ca 9 cm högre än vid inventeringstillfället år 2013.

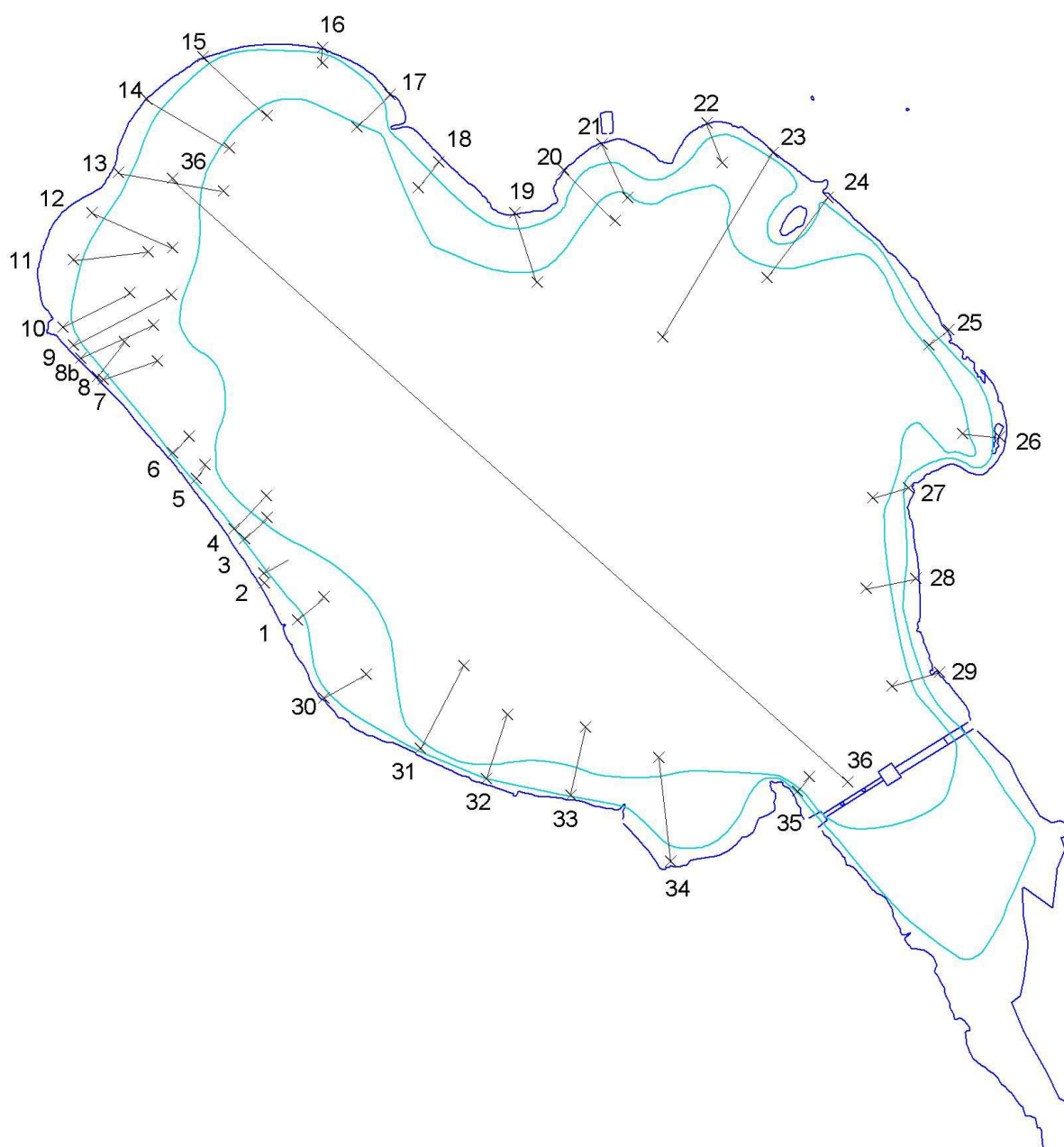
Siktdjupet var vid inventeringstillfället 2,3 m med vattenkikare i Trummens mitt, jämfört med 0,80 m vid föregående inventeringstillfälle år 2013.

Resultat

Inventering år 2017

Utbredningen av undervattensväxter i Trummens huvudbassäng år 2017 var i stora områden mycket riklig med förekomst av mycket frodiga bestånd av framför allt trubbnate (*Potamogeton obtusifolius*), men även *Nitella flexilis/opaca*, krusnate (*P. crispus*) och långnate (*P. praelongus*) förekom i frodiga bestånd i flera områden. Särskilt trubbnate förekom allmänt spridd i stora delar av strandområdena i sjöns västra, nordvästra och norra del. Gropnate (*P. berchtoldii*) påträffades i mindre bestånd vid ett par lokaler.

- Markkantlinje
— Vattendjup 1 m och 2 m
1 × — × Transekt och nummer



Karta 3. Transekternas placering vid inventering av vattenväxter i Trummen i augusti 2017. Som underlagskarta har en djupkarta från år 2006 (Myrica 2006) använts.

Undervattensväxter påträffades vid 20 av 37 transekt (Figur 5), vilket motsvarar 54 % av de inventerade transekterna. Förekomsten var mycket tydligt uppdelad i den nordvästra halvan av sjön, från transekt 31 till transekt 21, där undervattensväxter påträffades i 83 % av transekten (20 av 24 transekt). Detta jämfört med den sydöstra halvan av sjön, från transekt 22 till transekt 32, där undervattensväxter endast representerades av enstaka fynd av trubbnate och långnate mellan transekt 23 och 24 (trubbnate) samt 34 och 33 (långnate). Även mellan huvuddelen av transekterna i den nordvästra halvan av sjön var förekomsten av undervattensväxter mycket riklig.

I transekterna påträffades trubbnate mellan 0,5 – 2,0 m vattendjup, *Nitella* mellan 0,6 – 2,0 m, krusnate mellan 0,5 – 1,9 m, långnate mellan 0,6 – 2,0 m och gropnate mellan 1,0 – 1,3 m.

Jämförelse med inventering år 2013

Jämfört med inventeringen år 2013 syns en mycket tydlig spridning och tillväxt av undervattensväxter i Trummen de senaste två åren (2016 och 2017). Vid inventeringen år 2013 förekom trubbnate endast i två transekt (Figur 11) och inga fynd därutöver. Detta kan jämföras med 16 transekt vid årets undersökning (Figur 10) och allmän förekomst i stora delar av sjöns västra, nordvästra och norra strandområden, d.v.s. även mellan transekterna.

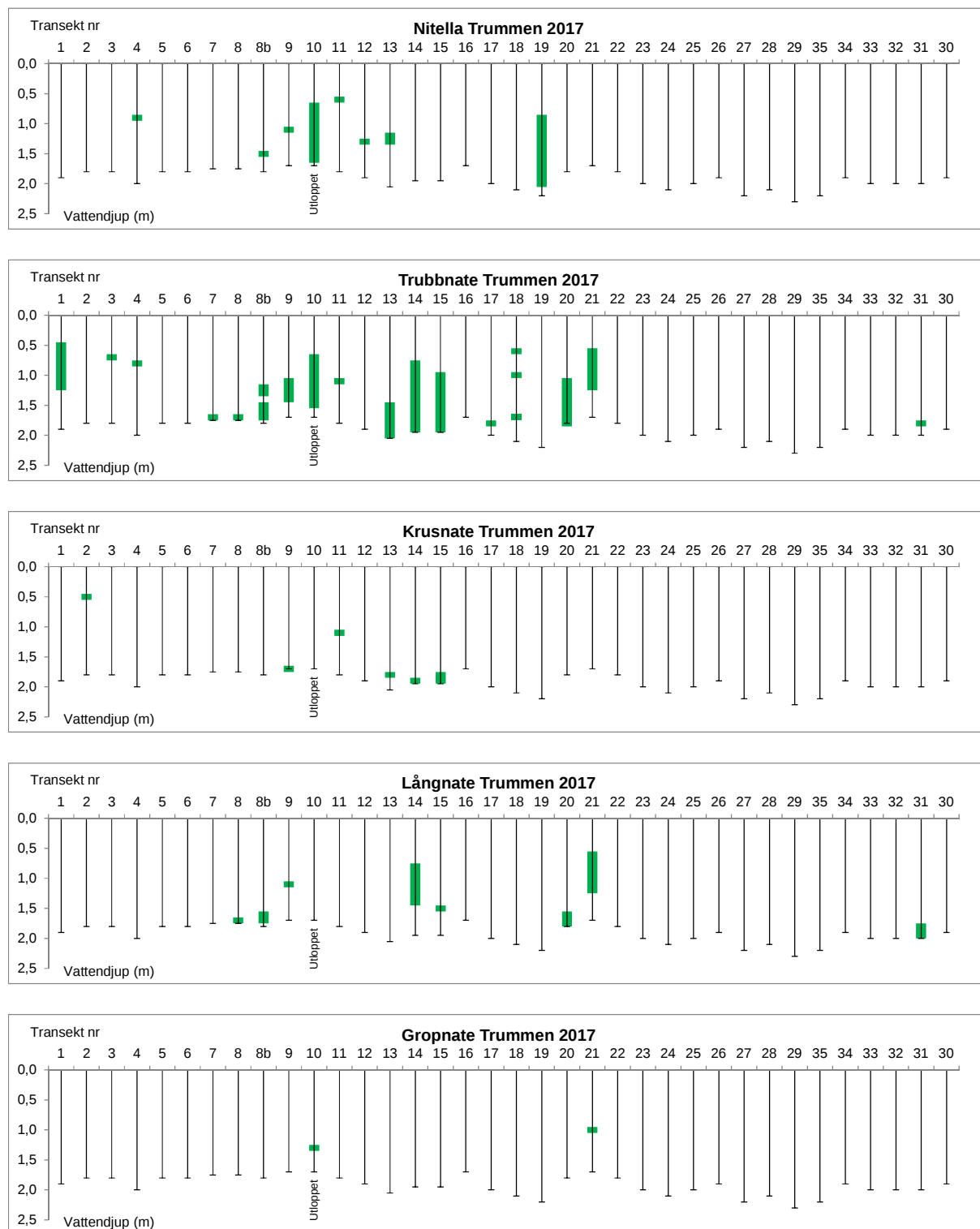
Även *Nitella* visar en tydlig ökad utbredning i sjöns västra och nordvästra del. Krusnate har spridit sig framför allt i sjöns nordvästra del. Långnate återfanns på ungefär samma lokaler som vid inventeringen 2013, men även där en ökad utbredning i sjöns nordvästra och norra del samt i området kring 8, 8b och 9 där utplantering genomfördes med mycket bra resultat år 2016.

I sjöns östra och södra del har det inte skett några större förändringar sedan inventeringen år 2013. Långnate påträffades dock med enstaka plantor i sjöns södra del mellan transekt 33 och 34 vid inventeringen år 2017 och mellan transekt 23 och 24, i skydd av ön, växte enstaka plantor av trubbnate vid årets inventering.

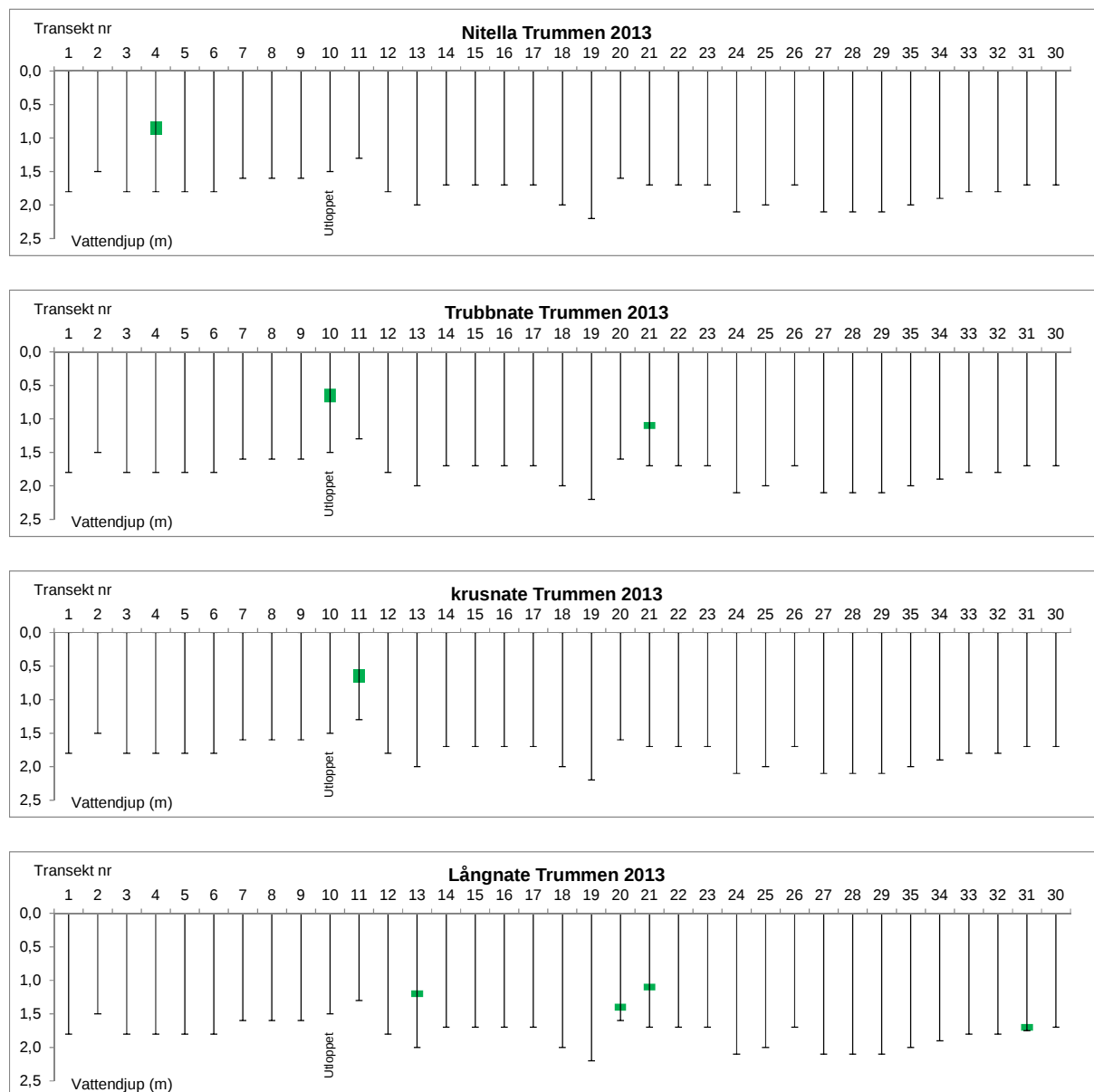
Djuputbredning för de olika arterna vid inventeringstillfällena åren 2013 och 2017 redovisas i Tabell 1. Resultaten visar en tydlig ökad djuputbredning för samtliga arter år 2017 jämfört med år 2013.

Tabell 2. Djuputbredning vid inventering av vattenväxter i Trummen i augusti 2013 och 2017

	Djuputbredning (m) i transekterna	
	2013	2017
<i>Nitella flexilis/opaca</i>	0,8-0,9	0,6 – 2,0
Trubbnate (<i>Potamogeton obtusifolius</i>)	0,6-1,1	0,5 – 2,0
Krusnate (<i>P. crispus</i>)	0,6 – 0,7	0,5 – 1,9
Långnate (<i>P. praelongus</i>)	1,1 – 1,7	0,6 – 2,0
Gropnate (<i>P. berchtoldii</i>)	-	1,0 – 1,3



Figur 10. Resultat vid inventering av vattenväxter i Trummen i augusti 2017. Förekomst av (gröna markeringar) *Nitella flexilis/opaca*, trubbnate (*Potamogeton obtusifolius*), krusnate (*P. crispus*), långnate (*P. praelongus*) och gropnate (*P. berchtoldii*) vid de olika transekterna (svarta linjer) i sjön. Transektnummer kan jämföras med Karta 3.



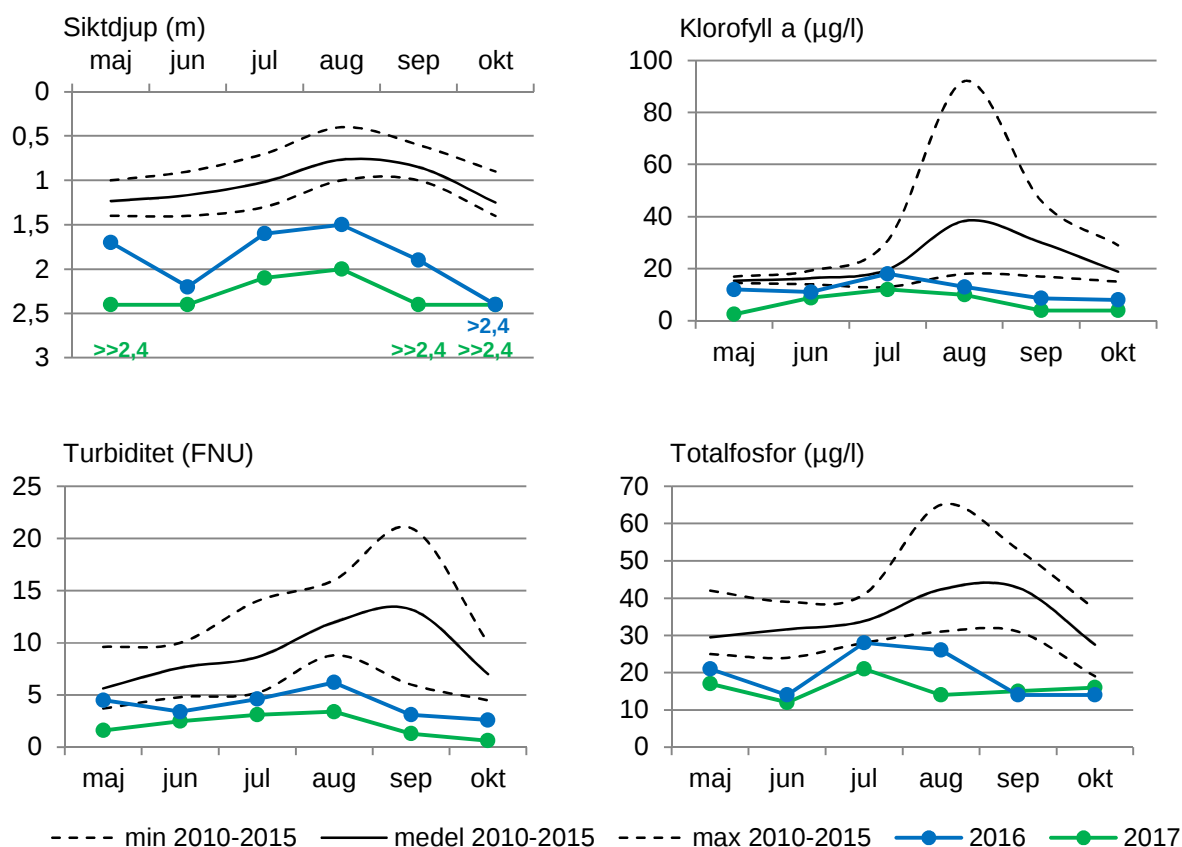
Figur 11. Resultat vid inventering av vattenväxter i Trummen i augusti 2013 för jämförelse med Figur 10. Förekomst av (gröna markeringar) *Nitella flexilis/opaca*, trubbnate (*Potamogeton obtusifolius*), krusnate (*P. crispus*), långnate (*P. praelongus*) vid de olika transekterna (svarta linjer) i sjön. Gropnate (*P. berchtoldii*) påträffades varken i eller utanför någon transekt. Transektnummer kan jämföras med Karta 3.

"God näringstatus" har uppnåtts i Trummen med avseende på siktdjup, klorofyll och fosforhalter

I november 2015 samt under våren 2016 och våren 2017 genomfördes omfattande reduktionsfiske i Trummen för att bl.a. stimulera etablering och tillväxt av undervattensväxter i sjön. I Trummen togs totalt 8 882 kg vitfisk upp, vilket motsvarar 116 kg/ha (provdrag not november 2015 – 844 kg, vårfiske år 2016 med bottengarn - 6490 kg och vårfiske år 2017 med bottengarn - 1548 kg, klaravatten.se/blogg/update-väjösjöarna-31312010).

De vattenkemiska undersökningarna i Trummen åren 2016 och 2017 visade ett avsevärt bättre siktdjup i sjön jämfört med de närmaste åren före reduktionsfisket (Figur 12). Och siktdjupet år 2017 var betydligt bättre än år 2016. Siktdjupet år 2017 hade vid flera provtagningstillfällen varit mycket större än 2,4 meter om djupet hade medgett sådan mätning. Sett till hela sommarsäsongen har siktdjupet mer än fördubblats i sjön. Det förbättrade siktdjupet är med stor sannolikhet en av de viktigaste orsakerna till vattenväxternas fina utveckling i sjön. Siktdjupet i Trummen har de senaste två åren minst motsvarat "God status" enligt bedömningsgrunderna i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19).

Klorofyllhalterna i Trummen har minskat med i storleksordningen 60 % åren 2016 och 2017 jämfört med före reduktionsfisket, och en förbättring kan ses under år 2017 jämfört med 2016. Primärproduktionen i augusti 2016 var något för hög i sjön för att "God status" skall kunna uppnås avseende klorofyll, men i augusti 2017 låg klorofyllhalten på gränsen till "God status". Vattnets grumlighet (turbiditet) har minskat med ca 65 % efter reduktionsfisket och motsvarande minskning för totalfosfor är ca 50 %. Även turbiditet och totalfosfor visade bättre resultat 2017 jämfört med 2016. Fosforhalterna har motsvarat "God status" både år 2016 och 2017.



Figur 12. Siktdjup, klorofyll, turbiditet (grumlighet) och totalfosfor i Trummen åren 2016 och 2017 efter reduktionsfisket jämfört med åren före reduktionsfisket (2010-2015).

Transektprotokoll

Trummen 2017-08-28 Transekt nr Start koordinat (X/Y) Stopp koordinat (X/Y) Transekt längd (m)	1 6301859 489305 6301884 489334 31	2 6301910 489268 6301899 489269 33	3 6301947 489247 6301970 489272 40	4 6301958 489236 6301994 489271 32	5 6302013 489195 6302028 489204 3	6 6302041 489169 6302059 489187 15	7 6302121 489093 6302141 489152 9
	Djup Art 0 - 1,1 0,5-1,2 0,5 1,2-1,9	Djup Art 0-1,0 0,5 1,0-1,8	Djup Art 0 - 0,7 0,7 0,7-1,8	Djup Art 0 0,8 0,9 0,9-2	Djup Art 0-0,3 0,3-1,8	Djup Art 0-1,8 0	Djup Art 0-0,7 0,7-1,2 1,2-1,6 1,7
	Mellan 1 och 2 Trubbnate (enstaka)	Mellan 2 och 3 Trubbnate (flera platser)		Mellan 4 och 5 Långnate (enstaka)			

Trummen 2017-08-28 Transekt nr Start koordinat (X/Y) Stopp koordinat (X/Y) Transekt längd (m)	8 6302124 489087 6302162 489116 6	8b 6302144 489069 6302180 489148 6	9 6302158 489061 6302213 489167 27	10 Utloppet 6302178 489049 6302215 489122 53	11 6302251 489061 6302260 489142 33
	Djup Art 0-1,3 1,3-1,6 1,7 1,7	Djup Art 0-0,3 1,2-1,3 1,5-1,7 1,6-1,7 1,5 1,8	Djup Art 0 - 0,7 1,1 1,1 1,1 1,1-1,4 1,5-1,6 1,7	Djup Art 0,7-1,5 0,7-1,6 1,3 1,7	Djup Art 0 - 0,4 0,4 0,6 1,1 1,1 1,1-1,8
			Mellan 9 och 10 Trubbnate och Nitella (frodigt)	Mellan 10 och 11 Frodiga bestånd med Trubbnate och Nitella Enstaka Långnate Nitella ner till 2 meter i ledningsgrav	Mellan 11 och 12 Trubbnate och Nitella Enstaka Långnate

Trummen 2017-08-28 Transekt nr Start koordinat (X/Y) Stopp koordinat (X/Y) Transekt längd (m)	12		13		14		15		16	
	6302302	489081	6302346	489110	6302426	489141	6302472	489202	6302482	489332
	6302264	489169	6302326	489224	6302373	489231	6302408	489272	6302466	489332
	89		94		68		52		26	
	Djup	Art	Djup	Art	Djup	Art	Djup	Art	Djup	Art
	0-0,7 1,3 1,4-1,9	Vass Nitella 0	0-1,0 1,2-1,3 1,5-2,0 1,8	Säv Nitella Trubbnate Krusnate	0-0,8 0,8-1,4 0,8-1,9 1,9	Säv Långnate Trubbnate Krusnate	0 - 0,7 1,0-1,9 1,5 1,8-1,9 1,9	Bredkaveldun Trubbnate (frodigt) Långnate (enstaka) Krusnate (frodigt) 0	0 - 1,2 1,2-1,7 0	Säv 0
	Mellan 12 och 13 Nitella (frodigt) Krusnate		Mellan 13 och 14 Nitella (frodigt) Trubbnate (frodigt) Långnate (enstaka)		Mellan 14 och 15 Trubbnate (mycket frodigt) Långnate (frodigt) Krusnate (frodigt) Nitella (frodigt)		Mellan 15 och 16 Trubbnate frodigt nära 15 därefter enstaka			

Trummen 2017-08-28 Transekt nr Start koordinat (X/Y) Stopp koordinat (X/Y) Transekt längd (m)	17		18		19		20	
	6302431	489406	6302358	489459	6302302	489542	6302349	489595
	6302396	489370	6302330	489437	6302227	489566	6302294	489651
	30		43		94		52	
	Djup	Art	Djup	Art	Djup	Art	Djup	Art
	0 - 0,8 1,8 1,9-2,0	Vattenpilört Trubbnate (enstaka) 0	0-0,3 0,6 1,0 1,7 1,7-2,1	Kaveldun Trubbnate (enstaka) Trubbnate (enstaka) Trubbnate (enstaka) 0	0,9-2,0 2,0-2,2 0	Nitella 0	1,1-1,8 1,6-1,8	Trubbnate Långnate (frodigt)
	Mellan 17 och 18 Trubbnate (enstaka)		Mellan 18 och 19 Enstaka Trubbnate och Nitella 6302317/489493 Rostnate/Hybrid				Mellan 20 och 21 Trubbnate (frodigt) Enstaka Långnate	

[illegible]

Trummen 2017-08-29 Transekt nr Start koordinat (X/Y) Stopp koordinat (X/Y) Transekt längd (m)	34		35		36 rakt över sjön	
	6301596	489712	6301672	489850	6301682	489905
	6301709	489699	6301688	489863	6302340	489169
	134		16		987	
	Djup	Art	Djup	Art		
	0-1,9	0	0-0,6 0,6-2,2	Starr 0	2,2-2,4	0

BILAGA 4 – DJURPLANKTON I VÄXJÖSJÖN OCH TRUMMEN 2016

Metodik

Djurplankton provtogs den 13 maj och den 10 aug 2016 i Växjösjön och den 10 aug 2016 i Trummen. Vid varje provtagningstillfälle togs ett samlingsprov som innehöll vatten från tre platser och tre djup enligt den metod som beskrivs i Danmarks Miljøundersøgelser (1992) och enligt samma metod som användes vid djurplanktonundersökningen i sjöarna 2012. Proverna tog med en Limnoshämtare. Efter omrörning av den insamlade provmängden togs 2 x 0,9 liter osållat provvatten ut och konserverades med Lugols lösning. Provtagningsförfarandet är i enlighet med Naturvårdverkets ”Handbok i miljöövervakning, djurplankton i sjöar” utgåva 2003-05-27 men med en högre ambition eftersom provvatten insamlades från tre platser i sjön istället för från endast en provpunkt. Dessutom sållades 9 liter provvatten genom en 80 µm sållduk och det användes här för kvantitativ analys av storvuxna rovlevande djurplanktonarter (i dessa prover endast *Leptodora kindti*).

Analysen av rotatorier, cladocerer och copepoder gjordes efter sedimentering av delfprov av det osållade provvattnet medan hela det sållade 9-litersprovet genomletades med avseende på *Leptodora*. Analysarbetet gjordes med hjälp av ett Leitz Wetzlar omvänt planktonmikroskop. Biovolymen av rotatorier och cladocerer beräknades med hjälp av litteraturvärden på fasta individvolymen hämtade från SLU:s databank för djurplankton. Metoden använder artspecifika biovolymen för rotatorier och separata individvolymen för aduler och juveniler av de olika arterna av cladocerer. Copepodernas (copepoditer och aduler) biovolym bestämdes efter storleksmätning av individer av alla taxa som påträffades i provet, också i enlighet med SLU:s metod vid den nationella miljöövervakningen. Storvuxna rovlevande djurplankton som *Leptodora* har inte inkluderats i biovolymberäkningarna.

Vid artbestämningarna användes i första hand Flössner (2000), Kiefer & Fryer (1978), Koste (1978) och Lieder (1996).

Metodiken, liksom provtagnings- och analysinsatsen, överensstämmer i alla avseenden med förfarandet vid djurplanktonundersökningen 2012.

Djurplanktonsamhället i proverna från 2016

Rotatorietätheten var hög i Växjösjön och mycket hög i Trummen. I Växjösjön dominerade *Keratella cochlearis* kraftigt i maj medan *Keratella*- och *Polyarthra*-arter samt *Kellicottia bostoniensis* var vanligast i augusti. Några eutrofiindikerande arter (t.ex. *Brachionus angularis*, *Filinia longiseta*, *Trichocerca* spp.) och några mer oligotrofigynnade arter (t.ex. *Conochilus unicornis*, *Kellicottia longispina*) observerades. Sammantaget tyder rotatoriesamhällets täthet och sammansättning på mesotrofa förhållanden i Växjösjön.

I Trummen var de småvuxna arterna *Trichocerca pusilla* och *Trichocerca similis* samt *K. cochlearis* de vanligaste. Även tätheten av några goda eutrofiindikerande arter som *Keratella tecta* och *Pompholyx sulcata* var relativt hög. Sammantaget indikerar rotatoriesamhället eutrofa förhållanden i Trummen.

Biovolymen av cladocerer (hinnkräftor) var hög i såväl Växjösjön som Trummen. I Växjösjön var biovolymen dock avsevärt högre i maj än i augusti. I maj utgjorde en stor art/form inom *D. longispina*-gruppen 35-40 % av biovolymen (figur 1). Flera småvuxna *Daphnia*-former förekom också rikligt och dessutom var den morfologiskt variabla *Bosmina (Eubosmina) coregoni* vanlig. Artavgränsningarna inom Växjösjöns daphnier är svår och de småvuxna formerna som identifierades i maj 2016 (tabell 1) representerar troligen *D. cucullata*, *D. galeata* och juvenila *D. longispina* samt eventuellt hybrider mellan dem. Såväl bland *D. longispina* som bland de småvuxna formerna observerades hanar och/eller viläggsproducerande honor och andelen asexuella honor som bar på var ägg mycket låg. Reproduktionshastigheten hos *D. longispina* i Växjösjön var således låg i maj 2016 och vid provtagningen i augusti i saknades storvuxna *D. longispina*-individer helt. Även tätheten av de småvuxna *Daphnia*-arterna var dock lägre i augusti jämfört med maj.

Även i Trummen i aug 2016 var småvuxna *Daphnia*-arter (*D. cucullata* och *D. cristata*) de dominerade cladocererna vad gäller biovolym (figur 2) men antalsmässigt var även *Chydorus sphaericus* mycket vanlig (tabell 1). *C. sphaericus* har delvis ett bentiskt levnadssätt men arten brukar ofta uppträda i pelagiala miljöer i samband med höga tätheter av kolonibildande växtplankton.

Bland copepoderna identifierades *Eudiaptomus gracilis*, *Mesocyclops leuckarti*, *Thermocyclops oithonoides*, samt en *Cyclops*-art i Växjösjön. Tätheten av vuxna copepoder var låg medan de yngsta larvformerna (naupliuslarverna) var vanliga. Copepodernas sammansättning förändrades mellan provtagningarna, i augusti saknades *Eudiaptomus* nästan helt medan

andelen *T. oithonoides* hade ökat. Den senare är en mycket småvuxen art som är mindre känslig för fiskpredation än den andra copepod-arterna i denna undersökning.

Copepodernas sammansättning i provet från Trummen liknade den i Växjösjön vid motsvarande datum. Småvuxna cyclopoida arter dominerade men deras täthet var högre än i Växjösjön.

I Växjösjön saknades stora evertebrata djurplanktonpredatorer helt i det analyserade 9-litersprovet från maj. I augusti förekom *Leptodora kindti* i mätbara tätheter både i Växjösjön och i Trummen (tabell 1).

Den totala biovolymen av djurplankton var mycket hög i Växjösjön i maj och hög både i Växjösjön och i Trummen i aug 2016 (figur 1 och 2).

Jämförelse mellan proverna från 2012 och 2016

I Växjösjön var den mest påtagliga skillnaden den under våren 2016 rikliga förekomsten av den storvuxna *D. longispina*. Förändringen tyder på att predationstrycket från fisk hittills var lägre åtminstone under våren 2016 än under motsvarande tid 2012. *D. longispina* reducerades dock påtagligt i täthet fram till aug 2016. Orsaken kan vara antingen att rekrytering-
en/tillväxten av fiskyngel var så god våren 2016 att de förmådde reducera mängden stora daphnier eller att daphnierna själva åstadkom en så effektiv nedbetning av växtplankton att de drabbades av födobrist.

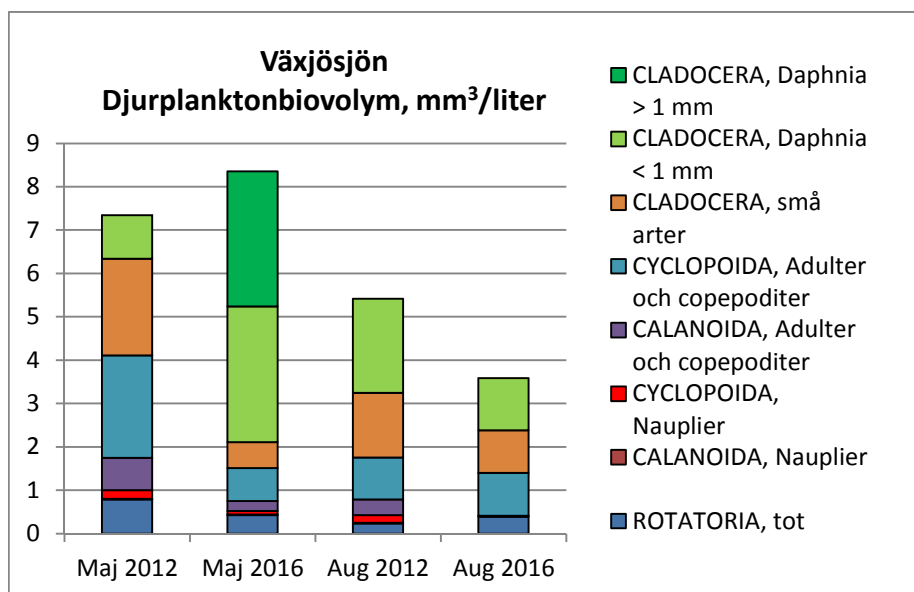
Longispina-liknande former av *Daphnia* har tidigare identifierats i Växjösjön, bl.a. i prover från september 2012. Tätheten var då låg men förekomsten indikerar att det finns en *longispina*-äggbank i sedimenten ur vilken t.ex. den population som förekom under våren 2016 kunde etableras.

Flera andra skillnader i Växjösjöns djurplankton kan i sin tur förklaras av földeffekter av förändringar i *Daphnia*-förekomsten. Tätheten av småvuxna cladocerer var avsevärt lägre i maj 2016 och även den samlade tätheten av rotatorier var lägre än i maj 2012. Dessa skillnader förekom inte om man jämför augusti-tätheterna. En rimlig förklaring kan vara förändrade förhållanden vad gäller födokonkurrens. *D. longispina* är en storvuxen art som är en effektivare konkurrent om födan än små arter av cladocerer. Ökad konkurrens från daphnier kan eventuellt även förklara den lägre tätheten av rotatorier i maj 2016 jämfört med maj 2012 men troligen kan *D. longispina* även äta direkt av småvuxna arter av rotatorier.

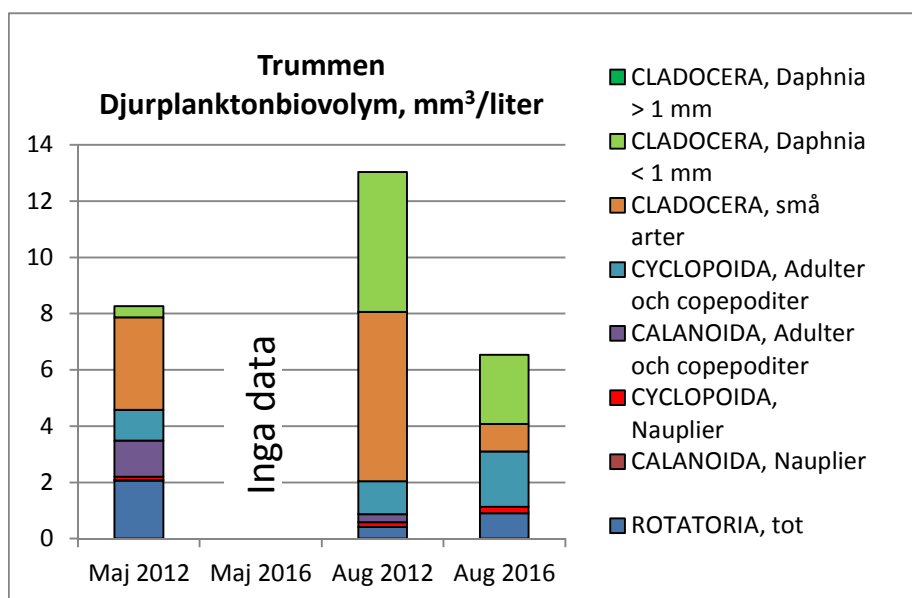
I Trummen var den mest påtagliga skillnaden den lägre djurplanktonbiovolymen i aug 2016 jämfört med aug 2012 (figur 2). Skillnaden kan framför allt hänföras till en påtagligt lägre mängd av små cladocerer, inkl små daphnier. De arter som framför allt förekom i lägre täthet vid provtagningen 2016 var *Bosmina (Eubosmina) coregoni*, *Chydorus sphaericus* och *Daphnia cucullata*. Detta är arter med delvis skilda ekologiska krav och olika känslighet för predation från fisk och *Leptodora*. En rimlig förklaring till nedgången i deras täthet, och därmed även till den lägre djurplanktonbiovolymen i Trummen 2016, skulle därför kunna vara en generellt lägre tillgång på föda (bl.a. små växtplankton).

Sammanfattning och slutsats

Sammantaget visade jämförelsen av djurplanktonproven från 2012 och 2016 på påtagliga skillnader både i Växjösjön och i Trummen. I Växjösjön dominerade under våren 2016 en stor *Daphnia* inom *D. longispina*-gruppen. Detta är i linje med vad man eftersträvar vid ett reduktionsfiske. Förändringen var dock inte stabil. I augusti 2016 hade djurplanktonsamhällets sammansättning återgått till att mer likna situationen före reduktionsfisket, eventuellt beroende på kraftig predation från fiskens årsyngel. I Trummen, där endast augustiprover från 2012 och 2016 ingick i jämförelsen, var den totala djurplanktonvolymen avsevärt lägre 2016 och flera små cladocerer hade minskat i täthet. Här påträffades ingen stor *Daphnia* vid någon av provtagningarna. Förändringarna i djurplanktonsamhällets mängd och sammansättning i Trummen kan därför tyda på förändringar hos födoresursen, fr.a. i mängd och sammansättning av växtplankton.



Figur 1. Biovolymen av olika djurplanktongrupper i Växjösjön vid provtagningar i maj och augusti 2012 respektive 2016. Biovolymen har beräknats med samma metod som används i den nationella miljöövervakningen. *Daphnia* > 1 mm är uteslutande *D. longispina*, *Daphnia* < 1 mm är summan av flera arter, vanligen *D. cucullata* och *D. cristata* men vid några tillfällen troligen *D. galeata*, juvenila *D. longispina* och/eller hybrider inom *longispina*-gruppen



Figur 2. Biovolymen av olika djurplanktongrupper i Trummen vid provtagningar i maj och augusti 2012 samt augusti 2016. Biovolymen har beräknats med samma metod som används i den nationella miljöövervakningen. *Daphnia*-arter > 1 mm saknades helt vid samtliga provtagningar. *Daphnia* < 1 mm är summan av *D. cucullata* och *D. cristata*.

Tabell 1. Artlista och individtätheter av djurplankton i Växjösjön och Trummen vid provtagningarna 2016.

	Växjösjön 13 maj 2016 <u>Ind/liter</u>	Växjösjön 10 aug 2016 <u>Ind/liter</u>	Trummen 10 aug 2016 <u>Ind/liter</u>
ROTATORIA			
Anuraeopsis fissa Gosse, 1851		17,5	11,7
Ascomorpha ovalis (Bergendahl 1892)	1,1		
Asplanchna priodonta Gosse, 1850	7,8		11,7
Brachionus angularis Gosse, 1851		5,8	
Collotheca sp		29,2	23,3
Conochilus (Conochilus) unicornis Rousselet, 1892	26,7	93,3	116,7
Filinia longiseta (Ehrenberg, 1834)	7,8		
Gastropus hyptopus (Ehrenberg 1838)	11,1		
Gastropus stylifer Imhof 1891	2,2		11,7
Kellicottia bostoniensis (Rousselet 1908)		215,8	
Kellicottia longispina (Kellicott, 1879)	22,2		23,3
Keratella cochlearis (Gosse, 1851)	633,3	128,3	478,3
Keratella quadrata (O.F. Müller, 1786)	32,2		
Keratella tecta (Gosse, 1851)		116,7	256,7
Polyarthra major Burckhardt, 1900		5,8	11,7
Polyarthra remata Skorikov, 1896	3,3	157,5	350,0
Polyarthra vulgaris Carlin, 1943	38,9	297,5	11,7
Pompholyx sulcata Hudson, 1885			105,0
Synchaeta sp (stor)	10,0		
Trichocerca capucina (Wierzejski & Zacharias, 1893)		23,3	
Trichocerca cylindrica (Imhof, 1891)		5,8	93,3
Trichocerca porcellus (Gosse 1851)	3,3	5,8	
Trichocerca pusilla (Jennings, 1903)		93,3	525,0
Trichocerca roussleti (Voigt, 1902)	2,2	29,2	560,0
Trichocerca similis (Wierzejski, 1893)	1,1	5,8	11,7
Obestämda art		11,7	93,3
CLADOCERA			
Bosmina (Eubosmina) coregoni coregoni Baird 1857, ad	7,8		
Bosmina (Eubosmina) coregoni coregoni Baird 1857, juv	8,9		
Bosmina (Eubosmina) coregoni gibbera Schoedler, 1863, ad		3,3	
Bosmina (Eubosmina) coregoni gibbera Schoedler, 1863, juv		11,1	
Bosmina longirostris (O.F. Müller, 1776), ad	1,1	0,0	13,3
Bosmina longirostris (O.F. Müller, 1776), juv	2,2	3,3	8,9
Bosmina (Eubosmina) longispina Leydig, 1860, ad		2,2	1,1
Bosmina (Eubosmina) longispina Leydig, 1860, juv	1,1	1,1	0,0
Ceriodaphnia ad		4,4	8,9
Ceriodaphnia juv		3,3	11,1
Chydorus sphaericus (O.F. Müller, 1776, ad		17,8	22,2
Chydorus sphaericus (O.F. Müller, 1776), juv		20,0	13,3
Daphnia spp, < 1mm (cucullata, galeata, longispina)	104,4	43,3	56,7
Daphnia sp, > 1mm (D. longispina s.l.)	31,1		
Diaphanosoma brachyurum (Liévin, 1848), ad		2,2	
Diaphanosoma brachyurum (Liévin, 1848), juv		1,1	1,1
Leptodora kindti (Focke, 1844), ad (räknade i 9 liter)		0,2	0,2
Leptodora kindti (Focke, 1844), juv (räknade i 9 liter)		0,6	0,1
COPEPODA			
Eudiaptomus gracilis (G.O. Sars, 1863), adulter	2,2		
Eudiaptomus gracilis (G.O. Sars, 1863), copepoditer	1,1	1,1	
Eudiaptomus gracilis (G.O. Sars, 1863), nauplier	16,7		
Cyclops sp, adulter	1,1		
Cyclops sp, copepoditer	12,2		
Mesocyclops leuckarti (Claus, 1857), adulter	1,1	1,1	1,1
Thermocyclops oithonoides (G.O. Sars, 1863), adulter	4,4	21,1	52,2
Cyclopoida, copepoditer (< 1 mm)	4,4	54,4	162,2
Cyclopoida, nauplier	77,8	16,7	233,3

Referenser

Danmarks Miljøundersøgelser 1992. Zooplankton i søer: metoder og artsliste : prøvetagning, bearbejdning og rapportering ved undersøgelser af zooplankton i søer. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen. (Miljøprojekt 205).

Flössner, D. 2000. Die Haplopoda und Cladocera Mitteleuropas. Backhuys Publishers.

Kiefer, F. & Fryer, G. 1978. Das Zooplankton der Binnengewässer. 2. Teil. Die Binnengewässer, band XXVI. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Koste, W. 1978. Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. Gebrüder Borntraeger, Berlin.

Lieder, U. 1996. Crustacea Cladocera/Bosminidae. Susswasserfauna von Mitteleuropas Band 8/Heft 2-3. Gustav Fischer, Stuttgart.





BILAGA 5 – AKUSTISKA INVENTERINGAR AV VATTENVEGETATION I SJÖN TRUMMEN 2015



Akustiska inventeringar av vattenvegetation i sjön Trummen 2015

Rapportdatum: 2016-02-04

Version: 1.1

Projektnummer: 3022

Uppdragsgivare: ALcontrol Laboratories AB (Växjö kommun)

Utförare: Medins Havs- och Vattenkonsulter AB
Företagsvägen 2, 435 33 Mölnlycke
Tel +46 31-338 35 40 | www.medinsab.se | Org nr 556389-2545

Författare: Robert Rådén Anna Scherer och Martin Mattsson

Kvalitetsgranskare: Carin Nilsson

Medverkande: -Anna Scherer och Martin Mattsson

Karta: Medins Havs- och Vattenkonsulter AB

Bilder: Omslagsbilden föreställer exempel på ekolodsdata från sjön Trummen.

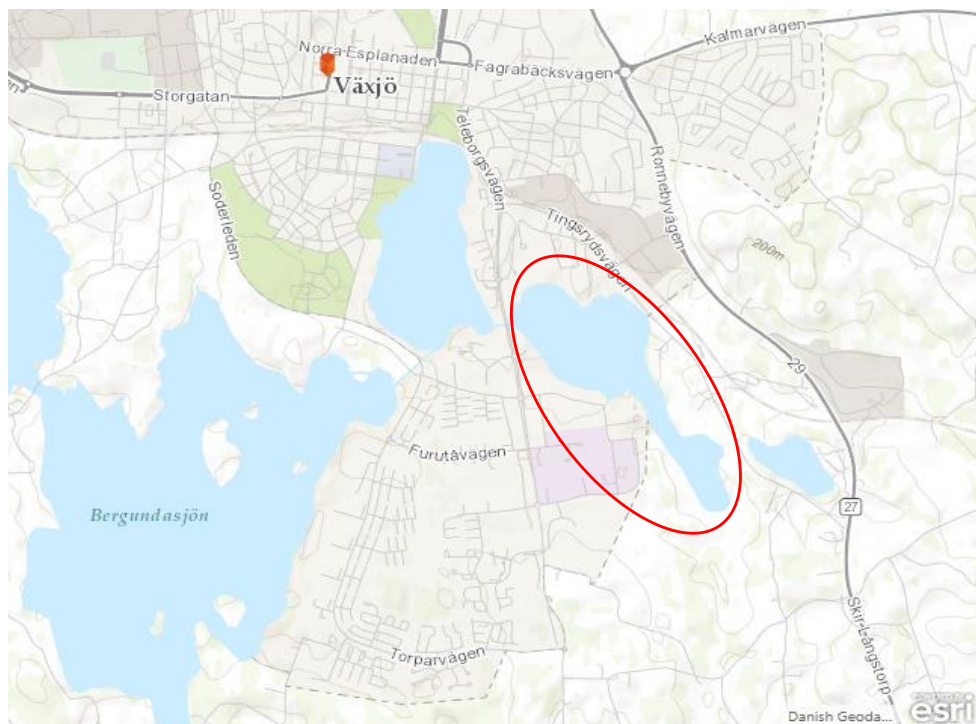
Allt bildmaterial i rapporten omfattas av © Medins Havs- och Vattenkonsulter AB, om inte annat anges

Innehållsförteckning

Inledning	4
Metodik.....	5
Fältmätning	5
Utrustning	6
Analys och redovisning	6
Resultat.....	7
Slutsats	9
Bilaga 1. Vegetationskarta.....	10

Inledning

På uppdrag av Alcontrol AB och Växjö kommun har Medins Havs- och Vattenkonsulter AB under sensommaren 2015 genomfört en pilotstudie (av akustisk vegetationskartering (för att studera utbredning av långskottsvegetation)). Studien genomfördes i den starkt eutrofierade sjön Trummen belägen i Växjö kommun (Figur 1). Syftet var att utreda hurvida akustiska metoder (ekolod) är ett tillförlitligt och kostnadseffektivt sätt att beskriva utbredning och förändringar av submers långskottsvegetation. Tidigare har växtbestånden i Trummen huvudsakligen inventerats med traditionella metoder som lutnerräfsa och dykinventeringar.

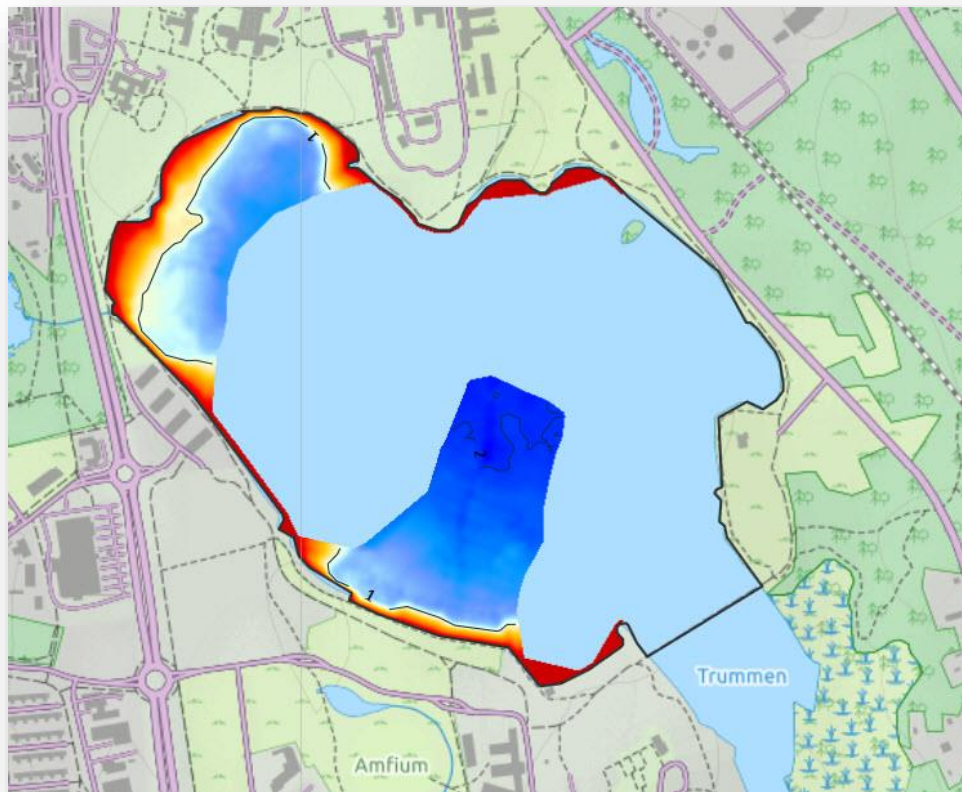


Figur 1. Sjön Trummen (inringad) i Växjö kommun. Under 2015 genomfördes en inledande studie för att utreda om akustiska inventeringar (ekolod) är ett kostnadseffektivt och tillförlitligt sätt att studera sjöns bestånd av långskottsvegetation. Studien genomfördes av Medins Havs- och Vattenkonsulter AB på uppdrag av Alcontrol AB (slutkund Växjökommun).

Metodik

Fältmätning

Insamlandet av akustisk data genomfördes av Medins Havs- och Vattenkonsulter AB 2015-08-20. Sjömätningen genomfördes vid 5 delområden (benämnda 1-5 i Figur 4). Dessa områden valdes då de hyste redan kända naturliga och/eller planterade bestånd av långskottsväxter (huvudsakligen nateväxter). Djupet vid de undersökta ytorna varierade mellan 1-2 meter (Figur 2).

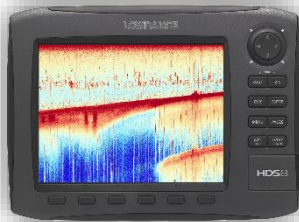


Figur 2. Djupkarta över de karterade ytorna i sjön Trummen. Data insamlad av Medins Havs- och Vattenkonsulter AB 2015. Kartan är inte avsedd för navigering eller detaljplanering.

Utrustning

Som huvudenhet användes ett ekolod av märket Lowrance (HDS 8 Gen 2). Till detta var en smal-strålig ekolodsgivare från Airmar (B258) kopplad. Positionering skedde med en GPS-mottagare från Simrad (HS70). Denna GPS medger en mät noggrannhet < 1 m 95 % av tiden (Figur 3).

Lowrance HDS 8 gen 2



Airmar B258



Simrad HS70



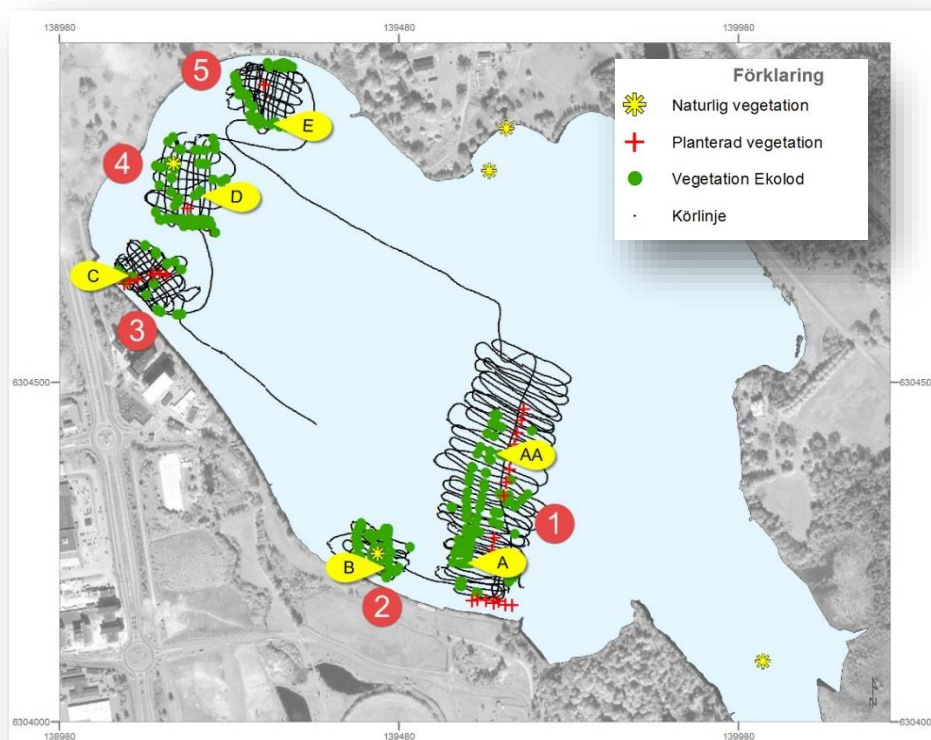
Figur 3. Utrustning som Medins Havs- och Vattenkonsulter använde vid sjömätning av sjön Trummen 2015.

Analys och redovisning

Rådata analyserades i form av ekogram (Figur 5) och indikationer på vegetation noterades och koordinatsattes. För att minska risken att "brus" vid botten registrerades som vegetation uteslöts alla indikationer vars uppstickande höjd understeg 20 cm. Denna typ av analys ställer höga krav på utföraren då de involverar ett betydande mått av manuella bedömningar. Resultateten sammanställdes i ArcGIS 10.3 och redovisades till kund i föreliggande rapport samt i form SHAPE-filer. I bilaga 1 redovisas årets resultat i form av en karta.

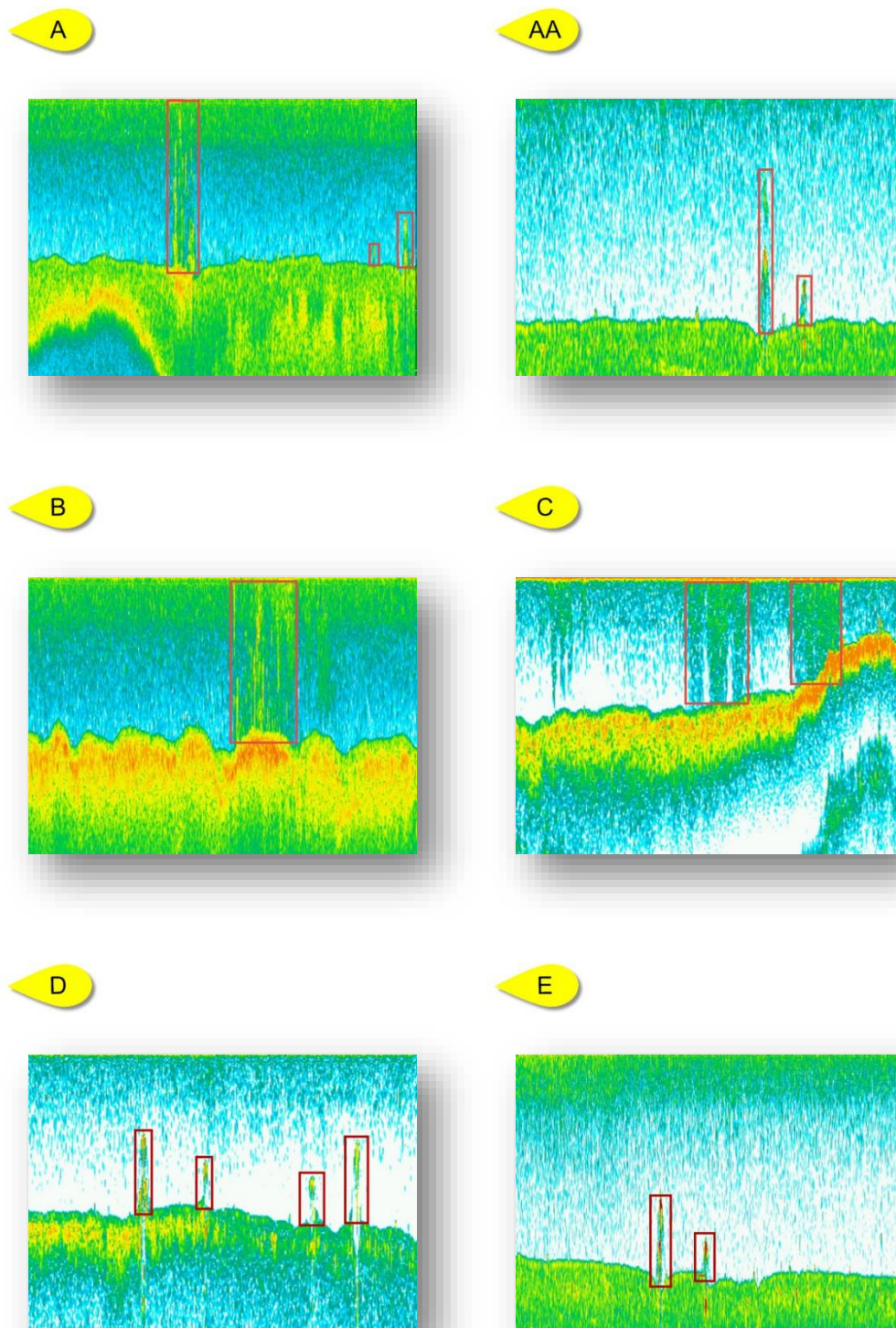
Resultat

Resultaten indikerar en god sammanstämmighet mellan resultaten av de akustiska studierna och informationen kring naturliga växtbestånd samt platser där försök med stödplanteringar gjorts (givetvis visar studien även naturligt växande plantor i områden där planteringar gjorts). Vid de platser i Figur 4 som är markerade som "naturlig vegetation" har vegetation vid något tillfälle observerats. Vid områden markerade som "planterad vegetation" har plantor satts ut men någon tillväxt inte kunnat beläggas. Detta trots noggranna inventeringar med krattor och kameror. Information kring var i sjön naturliga bestånd påträffats samt var planteringar har genomförts tillhandahölls av Håkan Olofsson (ALcontrol AB). Intressant var att i Figur 4 syns exempelvis att den akustiska datan visade på en "rak" förekomst av vegetation som väl följde planteringen av växter i delområde 1 (om än förskjutet cirka 30-40 m västerut). Detta trots att någon tillväxt bland de planterade plantorna ej kunnat beläggas. Orsaken till förskjutning i sidled är svår att avgöra och vid denna rapports tillkomst är precisionen med vilken plantorna satts ut i delområde "1" inte känd.



Figur 4. Vegetation i sjön Trummens norra ände. Gula och röda markeringar visar naturliga respektive planterade bestånd av vegetation. Gröna punkter markerar indikationer på vegetation (högre än 20 cm). Det svarta spåret visar spåret längs vilket data samlades in. Röda bokstäver visar hur delområdena benämns och de gula markeringarna med bokstäver visar positionen för de i denna rapport (Tabell 1) redovisade exemplen på ekogram.

EKOGRAM. Trummen 2015

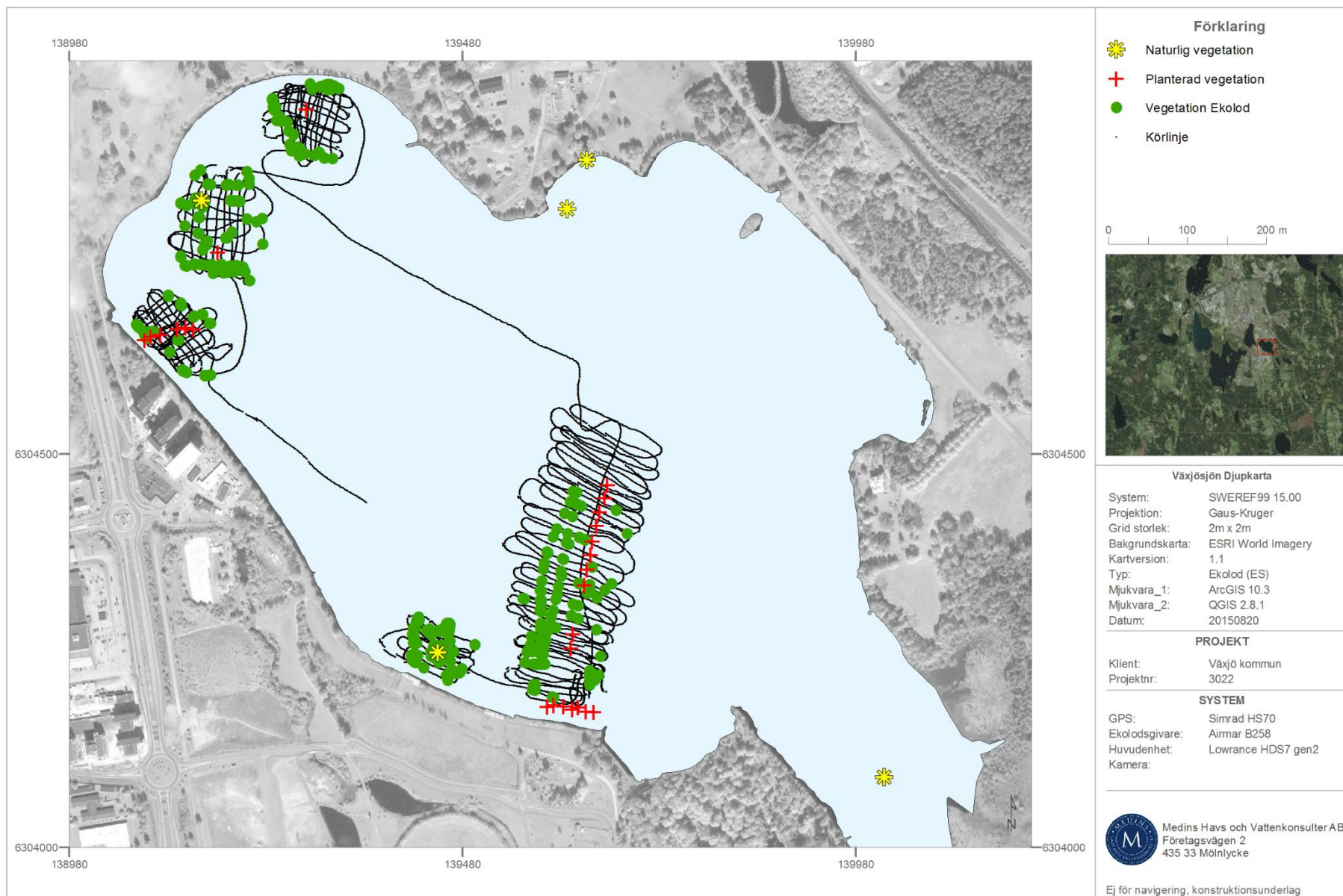


Figur 5. Exempel på ekogram från sjön Trummen. Ekogramen visar förekomst av vegetation (markerad med rött). De gula ikonerna refererar till motsvarande ikoner i Figur 4 i denna rapport. Data insamlad och sammanställd av Medins Havs- och Vattenkonsulter AB 2015

Slutsats

Resultaten av 2015 års ekolodningar var positiva. Det fanns en god samstämmighet mellan den akustiska kartering och redan kända vegetationsförekomster. För att till fullo utvärdera metoden skulle en mer heltäckande sjömätning behövas följt av verifierande sökprov med förslagsvis Luttnerräfsa. En sådan akustisk kartering skulle även ge värdefull information kring vilka bottenytor i Trummen som är bäst lämpade för fortsatta stödplanteringar.

Bilaga 1. Vegetationskarta



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

- Tillståndsprövningar/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