



ALcontrol Laboratories

Hushållnings
sällskapet
Halland



LVA
LOKALA VATTENVÅRDSPROJEKT

Ekoll AB



Vattenväxter Trummen

SLUTRAPPORT

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, Hushållningssällskapet
Halland och Ekoll AB

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: Försöksyta i Trummen 2016 med vågbrytare (Foto: Andreas Hedrén)

Tryckt: 2016-11-11

INNEHÅLL

INLEDNING.....	1
Bakgrund.....	1
Plan för etablering av vattenväxter i Trummen år 2013.....	3
Fältsäsongen år 2014.....	4
Fältsäsongen år 2015.....	7
FÄLTSÄSONGEN ÅR 2016.....	9
Deltagande personer.....	10
Metodik.....	11
Resultat och slutsatser.....	16
REFERENSER.....	23

INLEDNING

Under åren 2013-2016 har ALcontrol i samarbete med Hushållningssällskapet Halland och Ekoll haft i uppdrag att tillsammans med Växjö kommun, tekniska förvaltningen, genomföra växtetableringsförsök i Trummens huvudbassäng. Syftet har varit att öka förståelsen kring aktiv plantering och transplantation av i första hand långnate (*Potamogeton. praelongus*) från Skirviken.

Bakgrund

Sjön Trummen restaurerades i början av 1970-talet bl.a. genom sedimentmuddring och borttagning av vass- och näckrosvegetation. Samtidigt stensattes delar av kanterna i sjön. Sjöns vattenkvalitet förbättrades avsevärt, men är fortfarande inte tillfredsställande bl.a. p.g.a. betydande blågrönalgbloomningar sommardag.

Inom ramen för projektet "Åtgärdsstrategi för Växjösjöarna, Etapp 1 av 3, undersökningar och beslutsunderlag" (ALcontrol & DHI 2014) identifierades att den externa belastningen av fosfor på Trummen måste minska för att möjliggöra fosforhalter i sjön ner mot 18-20 µg/l, då risken för kraftiga algbloomningar minskar. Även åtgärder i sjön måste genomföras, framför allt mot bakgrund av att förekomsten av undervattensväxter är mycket liten. Likaså är fisk-sammansättningen snedfördelad och djurplanktonundersökningen antyder ett högt predationstryck från fisk. Centralt för att förbättra näringssituationen i sjön bedömdes vara att öka utbredningen av undervattensväxter. 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 algbloomningar. Flera mekanismer är viktiga i sammanhanget då undervattensväxterna:

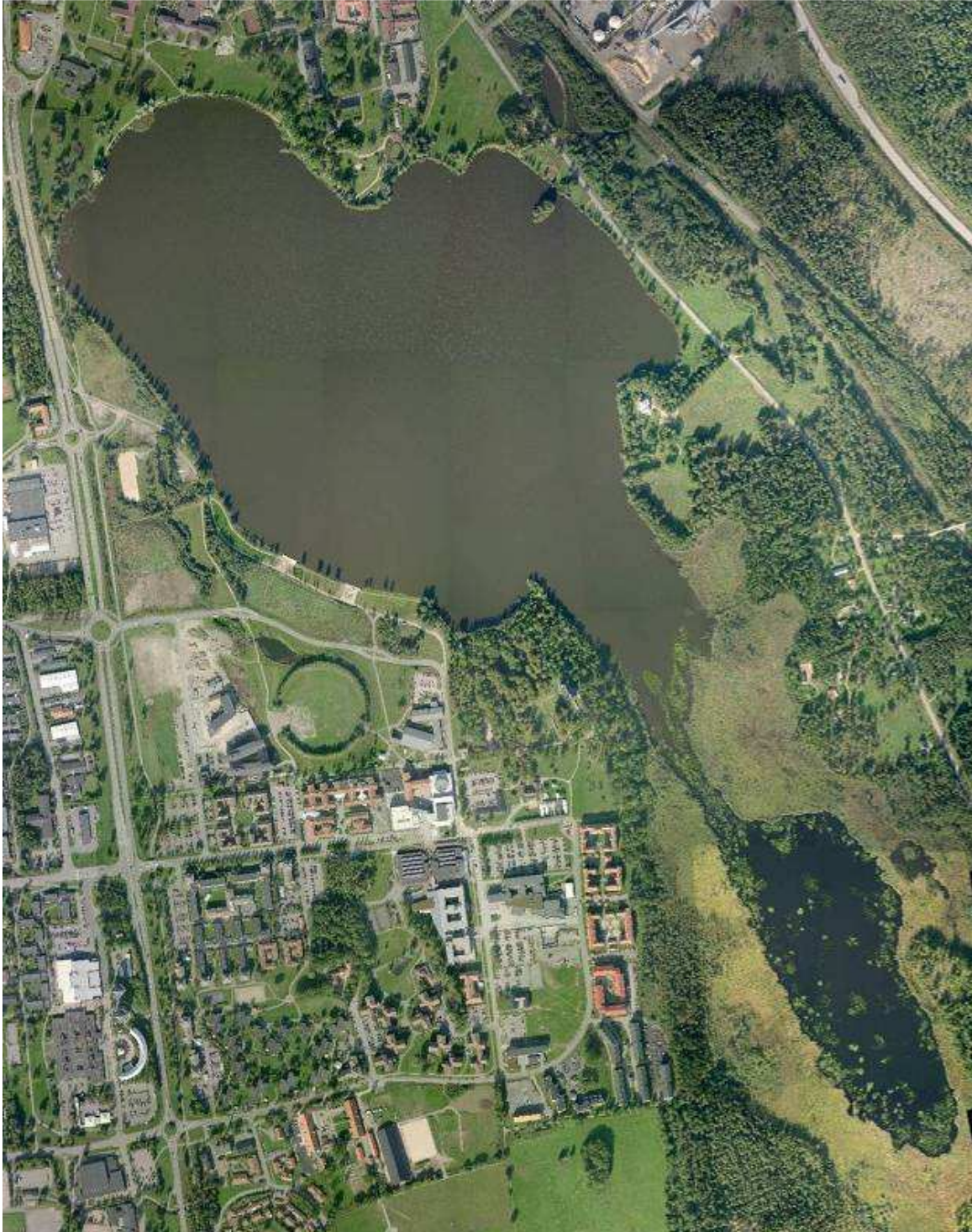
- lagrar näring i sin biomassa,
- erbjuder substrat för fastsittande mikroalger som konkurrerar om näringen med det fria vattnets planktonalger,
- stabiliserar sedimenten och minskar därmed återcirkuleringen av näring,
- erbjuder skydd för andra organismgrupper med centrala roller för närings- och växtplanktonsituationen, t.ex. fisk och djurplankton.

Vid många sjörestaureringar är därför återetablering av undervattensväxter nyckeln till framgång och till långvarigt positiva effekter på vattenmiljön.

Det dubbla siktdjupet i en sjö kan användas som ett grovt mått på vattenvegetationens djuputbredning. Siktdjupet i Trummens huvudbassäng ligger normalt kring 1 meter, vilket borde kunna innebära en vegetationszon ner till ca 2 meters djup, d.v.s. en stor del av Trummens bottenyta. Vid en översiktlig makrofytinventering år 2012 påträffades undervattensväxter endast ner till ca 0,7 meter i Trummens huvudbassäng. Sedan restaureringen av Trummen, i början av 1970-talet, har alltså undervattensväxterna inte etablerats nämnvärt i sjöns huvudbassäng. Inte heller har undervattensväxter spridit sig från den omuddrade Skirviken.

Skirviken, d.v.s. den isolerade viken i Trummens södra del, omfattades inte av sedimentmuddringarna på 1970-talet. I Skirviken finns därför mycket kraftiga bestånd av såväl flyt-

bladsväxter som undervattensväxter (framför allt långnate och trubbnate). En tydlig bild av vegetationens betydelse för vattenkvaliteten i Trummen kan ses på flygfotot från år 2006 där det alggrumliga vattnet i Trummens huvudbassäng tydligt skiljer sig från Skirvikens vegetationsrika område i nedre delen av bilden (Figur 1).



Figur 1. Flygbild över Trummen sommaren 2006. Copyright: Blom.

Plan för etablering av vattenväxter i Trummen år 2013

Sommaren 2013 fick ALcontrol AB i samarbete med Hushållningssällskapet i Halland och Ekoll AB uppdraget av Växjö kommun, tekniska förvaltningen, att utreda orsaken till Trummens sparsamma vattenvegetation och ta fram en "Plan för etablering av vattenväxter i Trummen" som en del i det fortsatta åtgärdsarbetet för att förbättra näringsstatusen i sjön.

Som underlag insamlades och analyserades befintliga data avseende nätprovfisken efter fisk och registrerade fågelobservationer på Artportalen. Som underlag beaktades även övrig information om, i och kring sjön som tagits fram inom ramen för projektet "Åtgärdsstrategi för Växjösjöarna, Etapp 1 av 3, undersökningar och beslutsunderlag" (ALcontrol & DHI 2014)

I uppdraget ingick också följande kompletterande undersökningar/bedömningar:

1. detaljerad inventering av undervattensväxter samt bedömning av substratets lämplighet,
2. provfiske efter kräftor,
3. bedömning av återetableringsmöjligheter och negativ påverkan (betetryck) från kräftor, fisk och sjöfågel.

Inventeringen visade att undervattensvegetationen i Trummens huvudbassäng som väntat var mycket sparsam men dock påträffades relativt kraftiga, om än små, restpopulationer av framför allt långnate (*Potamogeton. praelongus*) mellan 1,1 – 1,7 m vattendjup och trubbnate (*Potamogeton obtusifolius*) mellan 0,7 – 1,1 m vattendjup. I Skirviken var undervattensvegetationens utbredning påfallande stor och täckte stora ytor (>50 % totalt i viken).

Provfisket efter kräftor visade på ett livskraftigt storvuxet bestånd i princip runt hela huvudbassängen på alla typer av botten. I Skirviken fångades inga kräftor p.g.a. att bottenförhållandena (enbart mjukbotten) där är helt olämpliga för signalkräfta.

Utifrån den samlade bilden av kräftor, fisk, sjöfågel, vattenväxternas utbredning/artsammansättning, spridningsmöjligheter, bottenförhållanden, ljusförhållanden m.m. i sjön, blev den sammanfattande bedömningen att den sparsamma utbredningen av undervattensväxter i Trummens huvudbassäng rimligen är en konsekvens av etableringsproblem. Förutsättningarna för överlevnad och reproduktion är dock goda, både vad gäller sedimentbeskaffenhet och ljusklimat.

Det som framför allt försvårar/förhindrar etableringsfasen av undervattensväxter i Trummens huvudbassäng, utanför stenbottenarna, bedömdes vara större bottenlevande fiskar (braxen och karp) som kan ha stor negativ effekt på groddplantor av de båda natearterna, detta i kombination med att de översta centimetrarna av Trummens sediment är mycket lösa. Varken långnate eller trubbnate är några effektiva fragmenteringsarter och är därför beroende av fröspridning för långväga inomsjöspridning. Effektiva fragmenteringsarter som t.ex. axslinga (*Myriophyllum spicatum*), som har en mycket effektiv inomsjöspridning, finns inte representerade i sjön.

I planen för etablering av vattenväxter i Trummens huvudbassäng föreslogs ett antal åtgärder för att underlätta etableringen av undervattensväxter i Trummen.

- 1) Aktiv plantering av "nya" och/eller befintliga arter
- 2) Utfiskning av större bottenlevande fisk (braxen och karp)
- 3) Utfiskning av kräftor
- 4) Vattennivåsänkning på våren
- 5) Biomanipulation

Aktiv plantering (transplantation av plantor från Skirviken) ansågs vara den mest kostnadseffektiva åtgärden att testa. Ett växtetableringsförsök i Trummen föreslogs för att öka förståelsen kring aktiv plantering och transplantation av långnate från Skirviken samt testa om bottenlevande fisk kan påverka etableringen/överlevnaden av de planterade växterna.

Fältsäsongen år 2014

Under sommarsäsongen år 2014, med start den 23 juni 2014, genomfördes ett fältförsök vid 1,7 meters vattendjup med transplanterad långnate i burar (utestängning av större bottenlevande fisk) och transplanterad långnate utan bur som referens. Plantor (rhizom med långa vidhängande skott) hämtades från den omuddrade Skirviken i Trummen direkt söder om gångbron vid Teleborgs slott.

I varje bur (B1 och B2) och referensområde (R1 och R2) planterades 6 plantor av långnate (se Figur 2). Plantornas rhizom bäddades delvis in i en handfull näckroslera och droppades från ytan.

Uppställningen designades för att svara på viktiga frågor som till exempel:

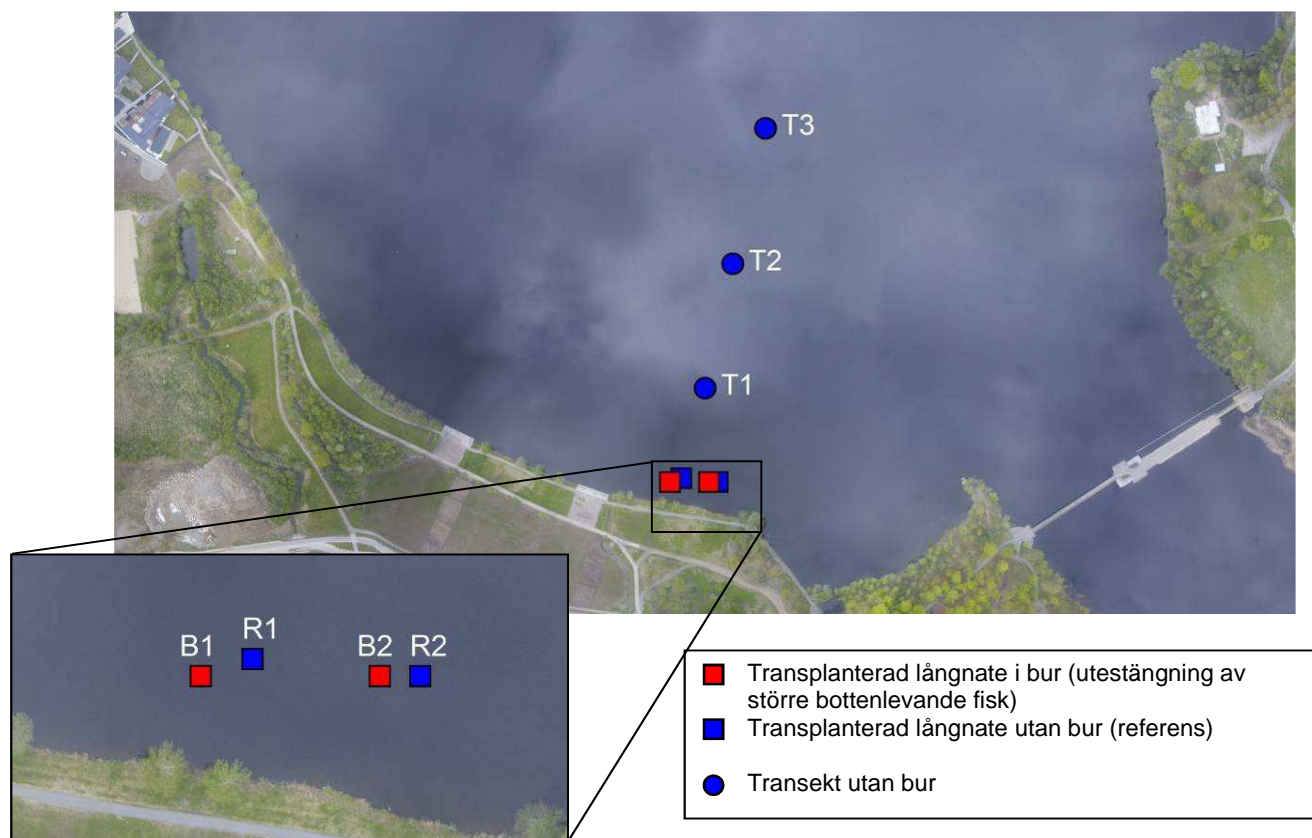
Kan man transplantera långnate från Skirviken till Trummens huvudbassäng med den föreslagna metoden?

Kan transplanterad långnate klara sig trots att inte naturlig fröetablering sker i huvudbassängen?

Påverkar fisken etablering av transplanterad långnate i huvudbassängen negativt?

Parallellt med uppställningen ovan gjordes en plantering av långnate i en transekt ner till 2,4 meters vattendjup utan burar (T1, T2 och T3 på Figur 2).

Den 15 september 2014 kontrollerades försöket i fält (Foto 1). Resultaten visade på god överlevnad framför allt i burarna men även i en av referenserna. En planta togs upp för dokumentation. Övriga plantor skördades inte utan fick stå kvar för kontroll av vinteröverlevnad. Plantan som togs upp var påfallande frisk och välmående och hade spridit sig vegetativt i åtminstone tre riktningar genom nya utlöpare av rhizom, samt producerat minst 3 nya skott och minst 95 cm ny skottlängd (Foto 2). Plantorna i transekten längre ut i sjön kunde dock inte återfinnas.



Figur 2. Försöksuppställning på experimentlokalen i Trummen vid växtetableringsförsök sommaren 2014.



Foto 1. Avslut med dykare efter fältsäsongen år 2014 (foto Sven Thunell).

Slutsatsen efter första fältsäsongen blev att man kan transplantera långnate från Skirviken till Trummens huvudbassäng med aktuell metod på 1,7 meters vattendjup och att de transplanterade plantorna klarar sig och tillväxer vegetativt.

Vår bedömning blev därför att det var värt fortsatta ansträngningar att hitta kostnadseffektiva etableringsmetoder för undervattensväxter i Trummen. Resultaten tolkades som att utestängningsförsök i större skala kan vara motiverat, men att det sannolikt är mer kostnadseffektivt att transplantera större mängder utan burar och acceptera en lägre överlevnadsfrekvens.

Mot bakgrund av den första fältsäsongens resultat föreslogs tre strategier inför 2015 års undersökningar för att få bättre underlag och kunskap om etableringsmetoderna.

1. Fortsättning av det pågående försöket för att få ett mått på vinteröverlevnaden.
2. Ny utplantering tidig vår 2015 med en delvis ny strategi där rhizombitar med ingen eller liten skottbiomassa. Förslaget grundade sig på det faktum att plantorna lagrar upp näring i rhizomen inför vintern och är lättare att flytta utan skott. Planen var att samla in rhizombitar från Skirviken och plantera dessa på samma sätt som tidigare men utan burar. Metoden föreslogs eftersom den är mer kostnadseffektiv om den fungerar. Genom att göra utplanteringen tidigt på våren (när isen släppt) sker den innan rhizomen börjat producera skott (som lätt kan brytas). En kort period efter utplantering börjar rhizomen skjuta skott och strax därefter tillväxa även med den underjordiska biomassan. Leran håller rhizomen förankrade den korta tidsperioden på våren innan de börjar tillväxa.
3. Uppodling av plantor i växthus för utplantering. Rekommendationen var dock att i första hand testa metoden med vårplantering av rhizombitar direkt i fält eftersom denna metod har störst kostnadseffektiv potential. Växthusodling fick tillsvidare bli plan B.

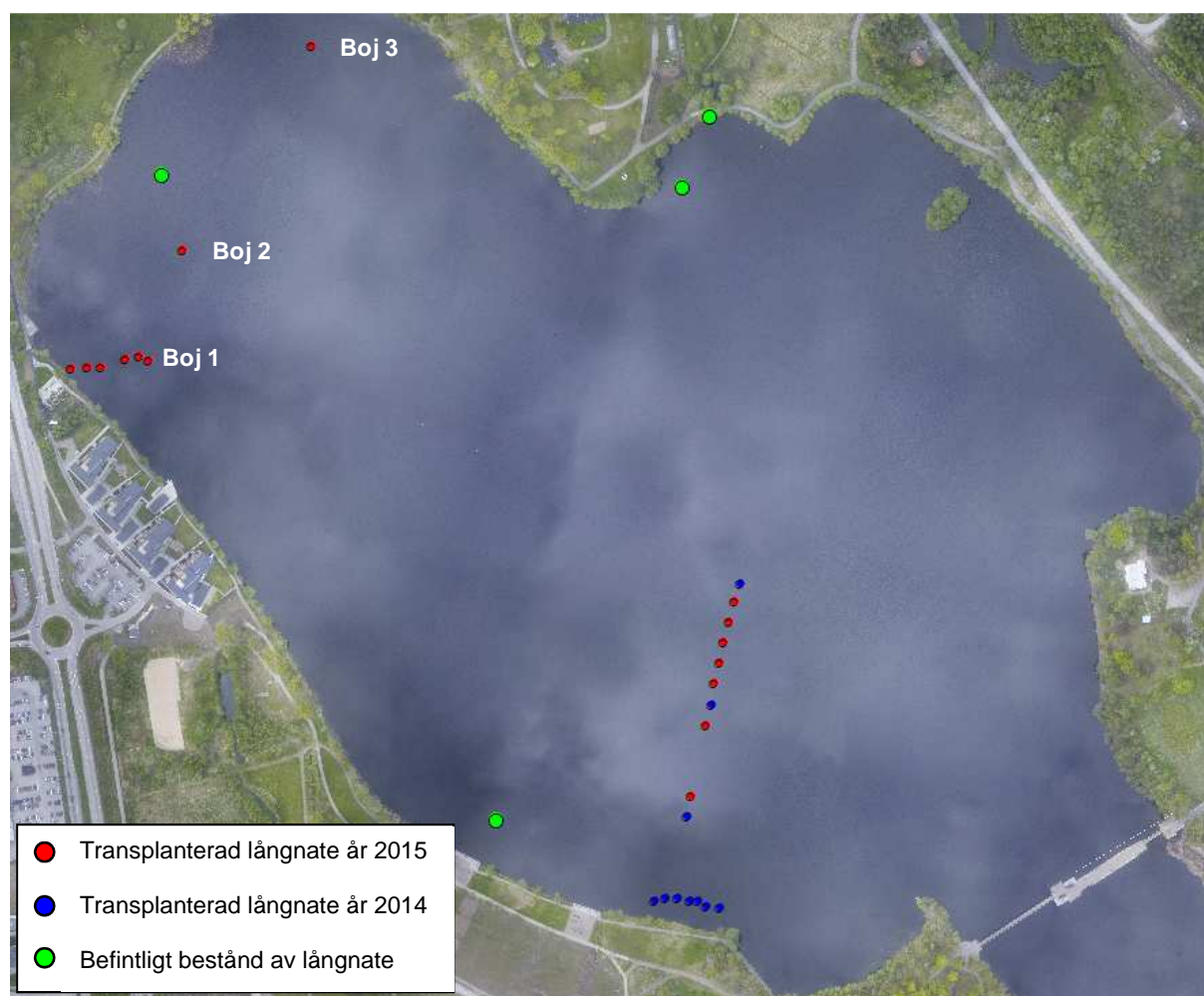


Foto 2. Planta R1 (1) som togs upp efter 84 dagar, den 15 september. Här syns inte växtsättet eftersom den är utsträckt och utplattad tvådimensionellt.

Fältsäsongen år 2015

Den 8 april 2015, startade ett nytt fältförsök med transplanterad långnate (*Potamogeton. praelongus*) utan burar i Trummens norra del. Försöket genomfördes med en delvis ny strategi där rhizombitar med ingen eller liten skottbiomassa planterades, detta för att testa en mer kostnadseffektiv metod.

För huvudförsöket valdes tre lämpliga försöksområden ut i Trummens nordvästra del (Figur 3). Sjöns nordvästra del valdes med hänsyn till motstående intressen såsom fiske och bad i andra delar av sjön. Försöksområdena valdes för att passa långnate med avseende på vattendjup (1,7-2,0 meter) och bottensediment (gyttjiga bottnar). Plantor hämtades från den omuddrade Skirviken i Trummen direkt söder om gångbron vid Teleborgs slott. 40 plantor planterades i varje försöksområde (Boj 1, Boj 2 och Boj 3). Planteringen utfördes genom att varje enskild plantas rhizom delvis bäddades in i en handfull lera och droppades från ytan. Plantan sjönk därmed till botten och en bit ner i den lösa gyttjan. Leran placerades i första hand mellan rhizomets noder.



Figur 3. Försökuppställning på experimentlokalen i Trummen vid växtetableringsförsök sommaren 2014 och 2015.

Ett transektområdet vid Boj 1 planterades på motsvarande sätt från 1,2 till 2,0 meters vattendjup (Figur 4). Vid Boj 3 planterades ett rhizomnystan i en kasse (typ potatissäck) på 1,7 meters vattendjup. Säcken förankrades med några stenar i botten och en lina upp till bojen. Detta för att möjliggöra kontroll av rhizombitarnas skotttillväxt. Transektområdet i Trummens södra del, som planterades år 2014, kompletterades med ytterligare planteringar (Figur 4)



Foto 3. Rhizombitar med lera färdiga att planteras.

Försöket avslutades 154 dagar efter plantering. Samtliga försöksområden från år 2014 och 2015 undersöktes i detalj med hjälp av undervattenskamera och kratta från båt. Samtliga befintliga bestånd av långnate i Trummens huvudbassäng samt stora delar av Skirviken besöktes och statusen på plantorna kontrollerades. Inga levande plantor återfanns vid avslutningsdagen den 9 september 2015. Detta gäller såväl i försöksområdena i Trummens nordvästra del, som planterades våren 2015, som försöksytorna i Trummens södra del, som planterades försommaren 2014. Vid varje Boj 1-3 hittades lerklumpar med döda rhizombitar i. De befintliga långnatebestånden på 1,7 meters vattendjup i Trummens huvudbassäng var också uppenbart i dålig kondition.

Slutsatsen efter andra fältsäsongen blev att metodiken med att förankra rhizom med lera i fungerat och att rhizomen försökt skjuta nya skott. Energin i rhizombitarna räckte dock inte till för att säkerställa plantornas överlevnad. I en statistisk analys verifierades att växtsäsongerna åren 2013 och 2014 karakteriserades av gynnsamma väderförhållanden och gynnsamma siktdjup för vattenvegetationen i Trummen, men också att växtsäsongen år 2015 var mer ogynnsam ur ett väderperspektiv. Överlevnaden var god efter första säsongen, men naturliga väderförhållanden kan vara begränsande även för transplanterade och befintliga plantors överlevnad och tillväxt i Trummen, åtminstone på djup kring 1,7 meter eller större. För att långnate skall trivas i Trummen verkar förutsättningar som höga vattentemperaturer, lugna vindförhållanden och hög ljusinstrålning tillsammans med bra siktdjup vara en förutsättning.

Sammanfattningsvis gav fältsäsongen 2015 mer negativa indikationer än den lyckade fältsäsongen år 2014. Försöken gav dock värdefull information som legat till grund för fältsäsongen 2016.

FÄLTSÄSONGEN ÅR 2016

Den 3 februari 2016 hölls ett möte med projektgruppen kring hur fältsäsongen 2016 skulle designas. En ny strategi föreslogs där planteringen skulle utföras på grundare vatten än 1,7 meter, plantorna skulle skyddas från vågor och vind och plantorna skulle ha rhizom med långa vidhängande skott i likhet med planteringen år 2014. Även försök med andra arter än långnate såsom trubbnate (*Potamogeton obtusifolius*), krusnate (*Potamogeton crispus*) och ålnate (*Potamogeton perfoliatus*) samt *Nitella* diskuterades.

Inför planteringen våren 2016 undersöktes möjligheterna att odla upp plantor av olika arter av undervattensväxter i växthus för att få livskraftiga individer för utplantering. Det har rapporterats som en användbar metod för att få fram stora mängder växtmaterial för utplantering vid sjörestaureringsprojekt (t.ex Shou *et al.* 2006). Försöket genomfördes tillsammans med VegTech i deras lokaler vid anläggningen utanför Visslanda. I december 2015 samlades växtmaterial in från Trummen och Bäckaslövs våtmark, framför allt långnate och trubbnate. I mitten på januari 2016 planterades de båda arterna i odlingskrukor som placerades på botten av större behållare (ca 1 m² bottenyta) (Foto 4). Behållarna placerades vid ett fönster i en lagerlokal (temperatur ca 10-12 grader) med växtlampor som ljusstillskott och flyttades senare (mars) till växthus. Vattendjupet var vid plantering ca 40 cm och höjdes vartefter plantorna tillväxte. Överlevnad och tillväxt var initialt god vad gäller överjordisk biomassa och de producerade flera decimeter långa skott i februari/mars (Foto 5). Ursprungligen planterades ca 400 individer långnate och ungefär 200 trubbnate. Efter omskolning till större krukor så fanns det ca 150 plantor långnate och endast ett fåtal (ca 10) plantor trubbnate färdiga för utplantering i Trummen. Omskolningen var stressande för plantorna, framför allt genom uttorkning av bladen.



Foto 4. Långnate planterad i odlingskrukor i januari 2016. På högra bilden syns de större odlingsbehållarna.



Foto 5. Undervattensbild från en av odlingsbehållarna samt en planta av odlad långnate i mars 2016.

Den 21 april 2016, startade ett nytt fältförsök i Trummens norra del med 72 st långnateplanter från odlingen på VegTech i kombination med transplanterad långnate och *Nitella* från Skirviken. Försöket genomfördes med en delvis ny strategi där försöksytan skyddades med vågbrytare som effektivt skapade lugnvatten på läsidan (se Foto 6).

Deltagande personer

Följande personer har deltagit i projektet:

- Håkan Olofsson (ALcontrol) projektledning, fältarbete och rapportskrivning
- John Strand (Hushållningssällskapet) fältarbete och rapportskrivning
- Per Nyström (Ekoll) fältarbete
- Andreas Hedrén (Växjö kommun) beställare samt fältarbete
- Lina Pettersson m.fl. (VegTech) förödling av långnate och trubbnate
- Leif Carlsson (Växjö kommun) fältarbete
- Jörgen Moding (Växjö kommun) tillverkning av vågbrytare

Metodik

Förberedelser

- Den 13 april valdes ett lämplig försöksyta ut i Trummens nordvästra del nära sjöns utlopp (RT90 6304450/1439975, Figur 4). Platsen valdes för att få ett vindskyddat läge och optimera nedströmseffekten, d.v.s. erhålla maximal rening av vattnet (filtereffekt) före utloppet till Växjösjön. Vattendjupet på lokalen var 1,3 – 1,5 meter och bottensedimentet var löst (gyttjig botten).

Plantering

- Den 21 april planterades långnate och *Nitella* i försöksytan. Försöksuppställningen redovisas i Figur 5.
- Förodlade plantor av långnate hämtades från VegTech. Från den omuddrade Skirviken i Trummen direkt söder om gångbron vid Teleborgs slott hämtades långnate, i likhet med tidigare år, samt *Nitella*.



Figur 4. Försöksyta i Trummen vid växtetableringsförsök 2016 samt beteckningar för befintliga bestånd i sjön.

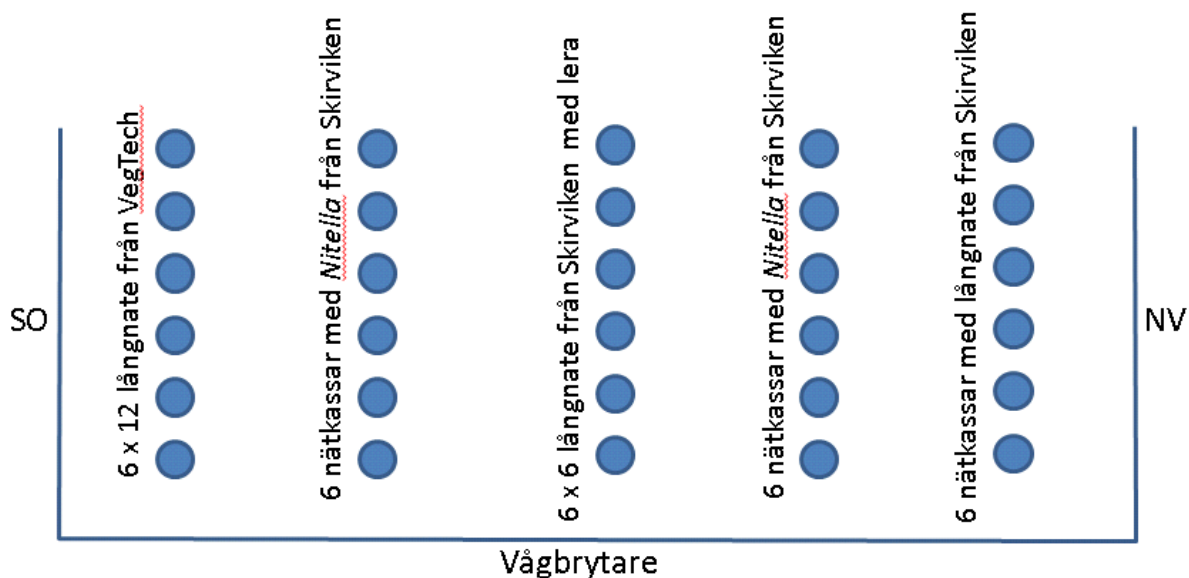
- 72 st långnateplantor från VegTech (Foto 7) planterades på 6 platser (12 st/plats) i försöksytan.
- 36 st långnateplantor från Skirviken planterades med näckroslera (Foto 7), i likhet med tidigare år, på 6 platser (6 st/plats) i försöksytan. Plantornas rhizom och skott var ca 30-50 cm långa. Planteringen utfördes genom att varje enskild plantas rhizom delvis bäddades in i en handfull lera och droppades från ytan. Plantan sjönk därmed till botten och en bit ner i den lösa gyttjan. Leran placerades i första hand mellan rhizomets noder.
- 6 st nätkassar med långnateplantor (Foto 7) från Skirviken planterades på 6 platser (1 nätkasse/plats) i försöksytan. Plantornas rhizom och skott var ca 30-50 cm långa. I nätkassarna placerades en sten som sänke. Nätkassarna släpptes från ytan. Metoden med nätkassar har använts framgångsrikt i andra försök internationellt (Paice *et al.* 2016).
- 12 st nätkassar med *Nitella* (Foto 7) från Skirviken planterades på 12 platser (1 nätkasse/plats) i försöksytan. I nätkassarna placerades en sten som sänke. Nätkassarna släpptes från ytan.



Foto 6. Försöksyta i Trummen med vågbrytare (foto: Andreas Hedrén).



Foto 7. Långnateplantor från VegTech (vänster över), långnateplanta med näckroslera (höger över), långnateplantor i nätkasse med sten (vänster under) och *Nitella* i nätkasse med sten (höger under), vid plantering i Trummen i april 2016.

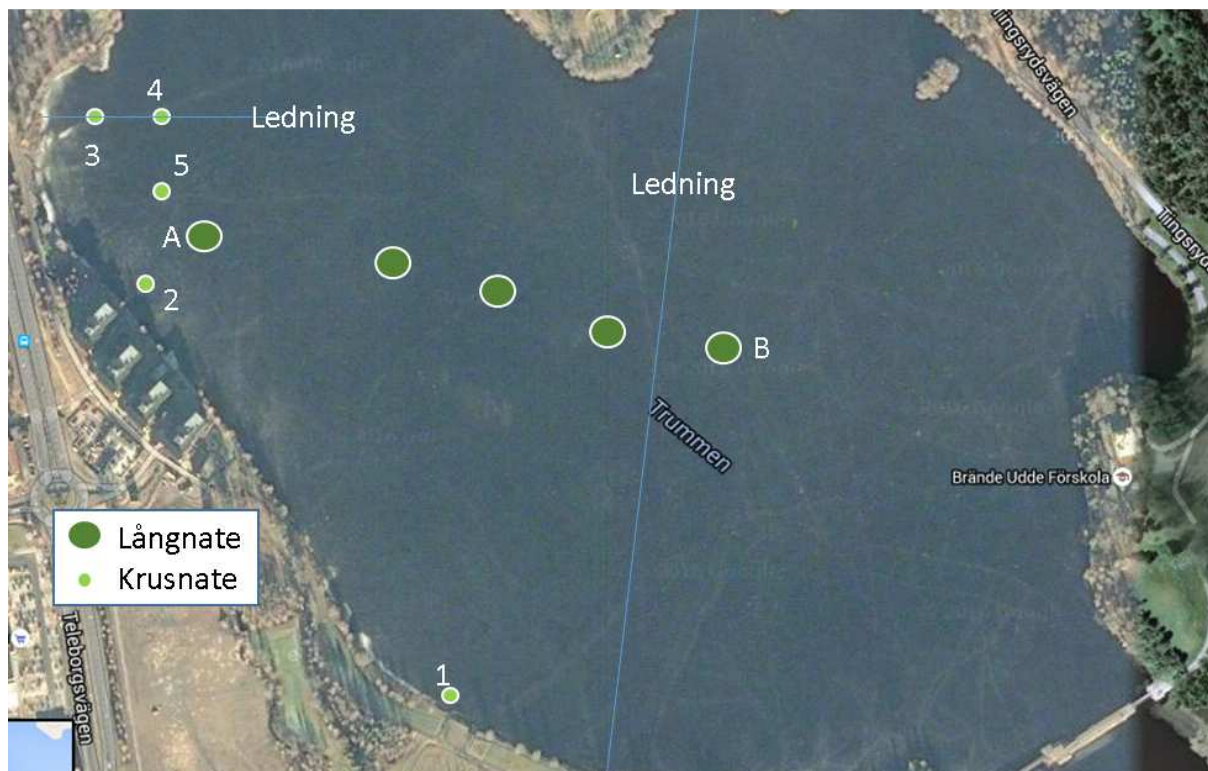


Figur 5. Försöksuppställning i försöksytan vid undersökningarna i Trummen i april 2016.

- Utanför, ca 20 meter sydväst om, försöksytan (samma avstånd från land samt samma djup- och bottenförhållanden som innanför försöksytan) planterades 6 st nätkassar med långnate.
- Mellan försöksytan och nätkassarna utanför försöksytan planterades 8 långnateplanter med lera.
- Växjö kommun utförde också kompletterande planteringar som sammanfattas nedan:

Långnate planterades den 20 maj 2016. Vid varje lokal planterades ca 5-10 plantor med lerklump på rhizom med gröna skott: A-B) Fem lokaler varav den längst i öster vid stor boj. Övriga utan boj.

Krusnate planterades den 23 maj 2016. Plantorna hämtades från norra delen av Växjösjön. Vid varje lokal planterades plantor med lerklump på rhizom med gröna skott: 1) 5 plantor 10 meter från land innanför boj fast sediment ca 1,5 meters djup och 5 st plantor 20 meter från land utanför boj mjukt sediment, 2) 5 plantor vid boj intill försöksyta på ca 1,5 meters djup, 3) i rörgrav mjukt sediment ca 1,5 meters djup, 4) i rörgrav mjukt sediment ca 2 meters djup och 5) mellan nr 2 och 4 mjukt sediment ca 1,5 meters djup.



Figur 6. Kompletterande planteringar i Trummen 2016 utförda av Växjö kommun.

Avslut

- Under försökets gång kontrollerades plantornas status vid flera tillfällen med hjälp av vattenkikare från båt. Befintliga bestånd och vissa platser som den akustisk vegetationskarteringen år 2015 (Medins Havs- och Vattenkonsulter AB 2016) indikerade naturliga växtbestånd kontrollerades vid flera tillfällen under säsongen.
- Den sista kontrollen av fältförsöket gjordes den 5 september, d.v.s. 137 dagar efter plantering. Ingen destruktiv insamling av växtmaterial gjordes eftersom utan samtliga planter i försöket fick stå kvar eftersom siktdjupet i sjön var så pass bra att plantornas överlevnad och tillväxt kunde bedömas med vattenkikare från båt.
- I samband med att vågbrytarna togs upp inför vintern den 31 oktober gjordes några drag med kratta i försöksytan för fotodokumentation.

Resultat och slutsatser

Mycket god överlevnad och tillväxt vid årets försök

Innanför vågbrytarna hade minst två av sex (minst 33 %) nätkassar med långnate tagit sig mycket bra och spridit sig vegetativt i flera olika riktningar i likhet med försöken år 2014 (Foto 8). I raden med lerklumpar innanför vågbrytaren hade också flera plantor tagit sig och spridit sig vegetativt i flera olika riktningar. Hur många av de 36 plantorna med lera som tagit sig går dock inte att bedöma. Minst en planta hade till och med spridit sig ut utanför försöksytan mot djupare vatten. Utanför vågbrytaren hade en nätkasse av sex (17 %) tagit sig och spridit sig i olika riktningar. Inga (0 %) lerklumpar utanför vågbrytaren hade tagit sig. Inga (0 %) av de förödlade plantorna från VegTech hade klarat sig.

Två av tre (67 %) av "nitellakassarna" innehöll enstaka strån av *Nitella* Foto 9. Den tredje var helt tom.



Foto 8. Skördad långnate innanför vågbrytarna i Trummen den 31 oktober 2016.



Foto 9. Nitellakasse innanför vågbrytarna i Trummen den 31 oktober 2016.

De kompletterande planteringarna av långnate och krusnate som utfördes i maj 2016 har hittills inte påträffats. Det är dock inte osannolikt att en eller flera av dessa tagit sig. Svanar har observerats födosöka på aktuella planteringslokaler (mitt ute i sjön på ca 2 meters djup), vilket rimligen innebär att de åt nate (långnate).

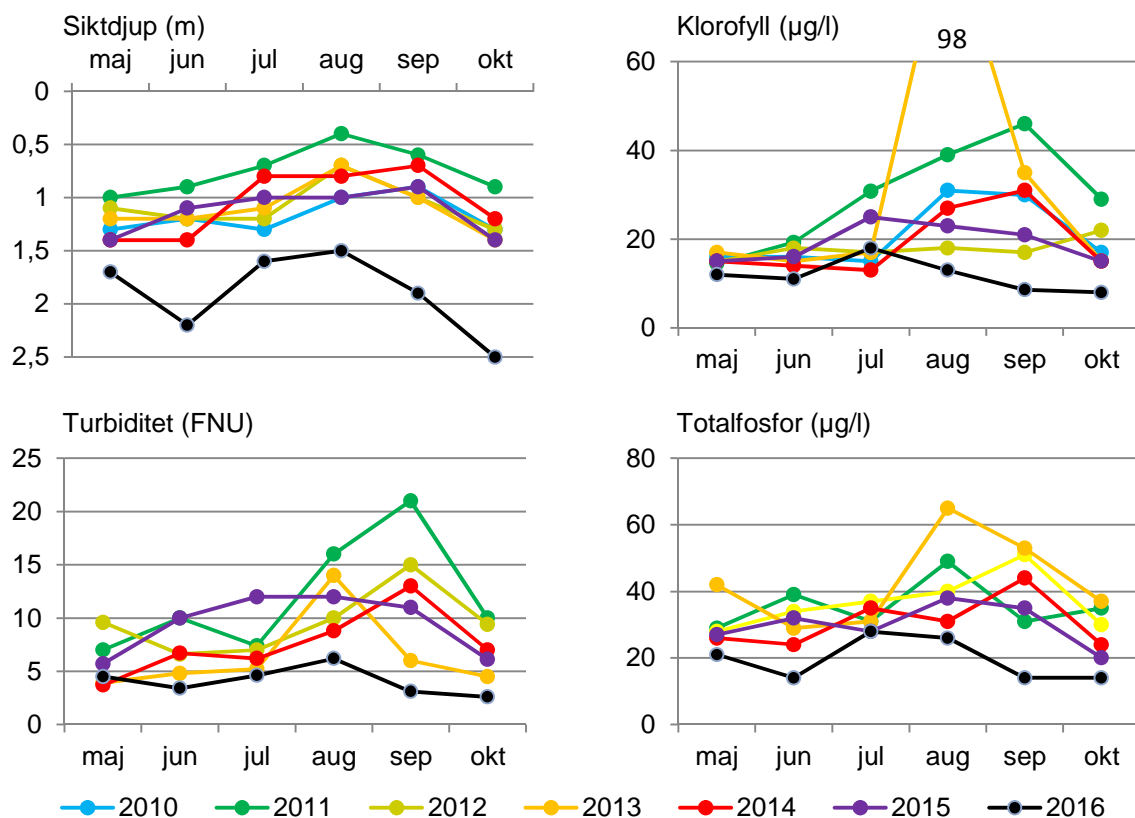
Överlevnaden och tillväxten är beroende av väderförhållanden

Planteringarna som utfördes fältsäsongen 2015 misslyckades dels p.g.a. att för små rhizomdelar användes (energin i rhizombitarna räckte inte för att säkerställa plantornas överlevnad) dels p.g.a. ogynnsamma väderförhållanden enligt den förklaringsmodell som togs fram efter fältförsöken år 2015 (ALcontrol, Hushållningssällskapet Halland och Ekoll 2015). Kontrollen av de befintliga långnatebestånden i Trummen och Skirviken gav också en tydlig bild av att växtsäsongen år 2015 var ogynnsam för långnate i sjön. Sannolikt var väderförhållandena så pass stressande för långnaten i Trummen att bestånden inte lyckats tillväxa i samma omfattning som t.ex. åren 2013 och 2014. Tidigare forskning har visat betydelsen av väderförhållanden för utveckling, överlevnad och artsammansättning av undervattensväxter, framför allt vad gäller stränga vintrar (Blindow *et al.* 2016, Netten *et al.* 2011) men också till exempel effekt av vind under vegetationssäsongen (Zhu *et al.* 2015). Särskilt etableringsfasen har visat sig vara känslig för vindpåverkan (Van Zuidam and Peeters 2015).

Vid fältsäsongen 2016 genomfördes därför försöken på grundare vatten, med längre rhizom-bitar och innanför skyddande vågbrytare för att minska vågpåverkan och optimera ljusinstrålningen.

Reduktionsfisket gav optimala förhållanden avseende bl.a. siktdjup i sjön år 2016

I november 2015 samt under våren 2016 genomfördes omfattande reduktionsfiskeri i Trummen för att bl.a. stimulera etablering och tillväxt av undervattensvattenväxter i sjön. Aktuell forskning har visat att överlevnad och tillväxt av såväl etablerade bestånd, som återetableringen av undervattensväxter påverkas negativt via flera olika direkta och indirekta mekanismer från bentivor (bottenlevande) fisk och att även små fiskar har stor betydelse på till exempel ljusklimatet (Badiou and Goldsborough 2016, Gu *et al.* 2016). I Trummen togs totalt 7334 kg vitfisk upp (motsvarar 96 kg/ha, klaravatten.se/blogg/update-växjösjöarna-31312010). De vattenkemiska undersökningarna i Trummen år 2016 visade ett mycket bättre siktdjup i Trummen efter reduktionsfiskeri jämfört med de närmaste åren före reduktionsfiskeri (Figur 28). Siktdjupet var i genomsnitt ca 85 cm större år 2016 jämfört med åren 2010-2015. Även andra parametrar som klorofyll, turbiditet (grumlighet) och fosforhalter visade samma tydliga förbättring.



Figur 7. Siktdjup, klorofyll, turbiditet (grumlighet) och totalfosfor i Trummen före (åren 2010-2015) och efter (2016) reduktionsfiske.

Befintliga bestånd i god kondition och god spridning av trubbnate, men även *Nitella* och långnate i sjön, som respons på utförd reduktionsfiske och gynnsamma väderförhållanden

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 undervattensväxterna i Trummen och Skirviken. Det befintliga beståndet i sjöns nordöstra del (A i Figur 4 på sidan 11) var mycket frodigt med såväl långnate som trubbnate. Beståndet hade större utbredning än tidigare år. I den norra viken intill och mellan vassområden (B) i området kring befintligt långnatebestånd noterades stor spridning av framför allt trubbnate men även viss spridning av långnate. I sjöns nordvästra hörn (C), där tidigare spridda exemplar av trubbnate och *Nitella* dokumenterats, återfanns nu stora bestånd av trubbnate och *Nitella* på ett område från utloppet och nästan sammanhängande med område B. Efter skibordet vid Trummens utlopp noterades enstaka mycket frodiga plantor av långnate och trubbnate på bara några dm vattendjup. Vid båtilläggnings-/badplats (D) påträffades ett nytt bestånd av långnate. Det befintliga beståndet av långnate utanför brygga (E) återfanns dock inte i samma omfattning som tidigare år. Vegetationen i Skirviken var också påfallande frodiga och ingen negativ påverkan syntes på det bestånd där planteringsmaterial hämtats åren 2014-2016. Resultaten ligger i linje med tidigare forskning som visat betydelsen av väderförhållanden på tillväxt och överlevnad av undervattensväxter (Zhu *et al.* 2015, Van Zuidam and Peeters 2015) och betydelsen av ett ökat siktdjup efter reduktionsfiske.



Foto 10. Långnate vid Trummens utlopp nedströms skibord.

Spridda mindre bestånd av långnate längs ledningar i sjön

Vid vissa platser där den akustiska vegetationskarteringen år 2015 (Medins Havs- och Vattenkonsulter AB 2016) indikerade naturliga växtbestånd påträffades mindre bestånd av långnate. I samtliga fall sammanföll indikationerna med ledningar i sjön. De bakomliggande mekanismerna till varför långnate påträffas på dessa fysiskt påverkade lokalerna är oklart, men kan tänkas bero på att rhizombitar eller frön driver med vindar längs botten, fastnar och lyckas etablera sig vid ledningarna eller att en fröbank frisätts i samband med ledningsarbetet. Omrörning av fröbanker har tidigare visats kunna ge groningen av långlivade, vilande frön som förs upp till ytan (t.ex. de Winton, *et al.* 2000). För att säkerställa vilka mekanismer som är verksamma vid ledningarna i Trummen krävs dock vidare studier kring denna fråga.

Använd metodik för aktiv plantering och transplantation av långnate fungerar

Resultaten från fältsäsongerna åren 2014-2016 visar att använd metodik med lera och nätkassar för aktiv plantering och transplantation av långnate fungerar. Nätkassar med tyngder har även använts framgångsrikt vid sjörestaureringsprojekt i bland annat Australien (Paice *et al.* 2016).

Överlevnaden och tillväxten verkar gynnas av vindskyddade lägen (t.ex. innanför vågbrytare) och av väderförhållanden som bl.a. innebär höga temperaturer, lugna vindförhållanden och hög ljusinstrålning. De planterade rhizomen bör vara långa (minst 30-50 cm) och vattendjupet får inte vara för stort beroende på siktdjup. Även om målsättningen är att få långnate på de stora områdena i Trummen som ligger mellan 1,5 m och 2 m vattendjup är det förmodligen en bättre metod att etablera ett större antal bestånd runt om i sjön på grundare vatten och sedan låta dessa sprida sig vegetativt ut till beståndens maxdjup.

Överlevnaden och tillväxten av såväl planterade individer som befintliga bestånd och naturlig spridning i sjön gynnades betydligt av utfört reduktionsfiske. Ett mycket bättre siktdjup och sannolikt också en minskad fysisk påverkan från bottenletande fisk kan sannolikt förklara en stor del av den förbättring som skedde i Trummen avseende utbredning av undervattensväxter år 2016.

Sammanfattningsvis har fältsäsongerna 2014-2016 gett värdefull information kring eventuella framtida transplanteringsåtgärder. De tre ursprungsfrågorna i projektet är besvarade:

Kan man transplantera långnate från Skirviken till Trummens huvudbassäng med den föreslagna metoden? Ja, plantorna klarar sig och tillväxer vegetativt.

Kan transplanterad långnate klara sig trots att inte naturlig fröetablering sker i huvudbassängen? Ja, men observationer i sjön år 2016 visar att naturlig fröetablering (eller etablering av vegetativa fragment) sannolikt också sker i Trummen förutsatt att rätt förhållanden råder avseende siktdjup, vindförhållanden, temperatur och ljusinstrålning samt att den fysiska påverkan från fisk är minimal.

Påverkar fisken etablering av transplanterad långnate i huvudbassängen negativt?

Ja. Påverkan sker genom försämrat siktdjup, men förmodligen även i form av fysisk påverkan.

Den sammanfattande bedömningen i "Plan för etablering av vattenväxter i Trummen år 2013" (ALcontrol, Hushållningssällskapet Halland och Ekoll 2013) var att den sparsamma utbredningen av undervattensväxter i Trummens huvudbassäng rimligen är en konsekvens av etableringsproblem. Det som framför allt försvårar/förhindrar etableringsfasen av undervattensväxter i Trummens huvudbassäng, utanför stenbottarna, bedömdes vara större bottenlevande fiskar (braxen och karp) som kan ha stor negativ effekt på groddplanter, detta i kombination med att de översta centimetrarna av Trummens sediment är mycket lösa. Väderförhållandena kan vissa år vara ogynnsamma, vilket ytterligare försvårar etablering och tillväxt. Det är sannolikt så att de tidigare etablerade bestånden klarar av att överleva även "dåliga år" rent vädermässigt som till exempel 2015 även om de minskar sin utbredning något och tillväxer sämre. Etablering av nya bestånd verkar dock i princip inte vara möjligt under dessa "dåliga väderår" med förhållanden som rådde då med lågt siktdjup och hög täthet av bottenlevande fisk. Det blir för många negativa faktorer som samverkar. När ljusklimatet förbättrades och/eller väderförhållandena var goda (2014 och 2016) så lyckades etableringsförsöken med god tillväxt och ledde år 2016 även till spontana etableringar i sjön.

Tack vare reduktionsfisket i Trummen 2016 fick Trummen ett klarare vatten som bidrog till en betydande naturlig spridning av framför allt trubbnate, men även *Nitella* och långnate i sjön. De största bestånden av undervattensvegetation i Trummen, utöver Skirviken, finns nu nära utloppet till Växjösjön, vilket gör att nedströmseffekterna kan bli goda.

Vad gäller försöket med uppodling av nate-individer i växthus, gav det inga positiva resultat avseende överlevnad av utplanterade växter. Orsaken är sannolikt att det dels var relativt dålig utveckling av rot- och rhizombiomassa, och dels att planteringsmediet inte var optimalt för utplantering. Initialt såg det mycket bra ut med god tillväxt av ovanjordisk biomassa. Det kan tänkas att ljusklimatet var för dåligt så att plantorna satsade energi på produktion av fotosyntetiserande biomassa på bekostnad av underjordisk biomassa. Vid inspektioner av plantorna under vinter och förvärsåg det dock mycket bra ut också avseende ljusklimat, det var inte förrän i april som det blev relativt kraftig tillväxt av fytoplankton i odlingsbehållarna. Ett mer sammanhållande odlingsmedium (lera) hade sannolikt också förbättrat överlevnaden. Försök i Tjeckien var framgångsrika med uppodling av långnate från frön och utplantering i försöksodlingar (Prazova *et al.* 2015). De satte då ut små fröplantor (5-15 cm) och planterade i både lösa och hårda sediment. Överlevnaden var bäst i lösa sediment och de fick generellt mycket goda resultat. Dock planterades inte växterna ut i sjöar utan i vattentankar så förhållandena är inte jämförbara med utplanteringen i Trummen. Med tanke på att metoden med direkt insamling från givarpopulationen i Skirviken var så lyckosam och relativt enkel rent praktiskt, så är det tveksamt om det är värt att gå vidare med odlingsförsök för Trummens del. Det är dock fortsatt en intressant möjlighet vid andra restaureringsprojekt där det inte finns så kraftiga bestånd i närheten som det gör i Trummen/Skirviken.

Viktigt att följa undervattensväxternas utbredning kommande år

Sjöns utveckling avseende vattenkemi och undervattensväxternas utbredning bör noggrant följas kommande år. För att få en långsiktig positiv effekt av utförda reduktionsfisker bör undervattensvegetationen spridas till stora delar av sjön. I annat fall finns risk för att vattnet åter blir grumligt av vind- och vågpåverkan och/eller bioturbation vilket skulle kunna orsaka utslagning av undervattensväxterna och en återgång till ett grumligt stadiet varefter det kan ta lång tid innan en naturlig återetablering kan ske. Återkommande inventeringar av undervattensvegetationen i Trummen utgående från metodiken i den inventering som genomfördes



2013 vore värdefullt för uppföljningsarbetet. Det bör göras 2017 och sedan vart annat eller vart tredje år åtminstone.

Metodik och erfarenheter från fältsäsongerna 2014-2016 kan nu användas för mer storskalig transplantering av långnate i valda delar i sjön för att underlätta spridning i sjön. Områden i sjöns mest skyddade vikar och strandavsnitt bör prioriteras.

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.
- Badiou, P.H.J. and Goldsborough, L.G. 2015. Ecological impacts of an exotic benthivorous fish the common carp (*Cyprinus carpio* L.), on water quality, sedimentation, and submerged macrophyte biomass in wetland mesocosms. *Hydrobiologia*, 755: 107–121.
- Blindow, I., Dahlke, S., Dewart, A., Flügge, S., Hendreschke, M., Kerkow, A. and Meyer, J. 2016. Long-term and interannual changes of submerged macrophytes and their associated diaspore reservoir in a shallow southern Baltic Sea bay: influence of eutrophication and climate. *Hydrobiologia*, Volume 778: 121–136.
- Gu, J., Jinc, H., Hea, H., Ninga, X., Yua, J. Tana, B., Jeppesen, E. and Li, K. 2016. Effects of small-sized crucian carp (*Carassius carassius*) on the growth of submerged macrophytes: Implications for shallow lake restoration. *Ecological Engineering*, Volume 95: 567–573.
- Medins Havs- och Vattenkonsulter AB 2016. Akustiska inventeringar av vattenvegetation i sjön Trummen 2015.
- Netten, J.J.C., Zuidam, J van., Kosten, S. and Peters ETHM. 2011. Differential response to climatic variation of free-floating and submerged macrophytes in ditches. *Freshwater Biology*, volume 56: 1761–1768.
- Paice R., Chambers, J. M. and Robson, B. J. 2016. Outcomes of submerged macrophyte restoration in a shallow impounded, eutrophic river. *Hydrobiologia*, Volume 778:179–192
- Prausova, R., Kozelkova, Z and Safarova L. 2015. Protocol for acclimatization of in vitro cultured *Potamogeton praelongus* – aspects of plantlet size and type of substrate. *Acta Societatis Botanicum Poloniae*, vol 83: 35-41.
- Zhou, C., An, S., Jiang, J., Yin, D., Wang, Z., Fang, C., Sun, Z. and Qian, C. 2006. An in vitro propagation protocol of two submerged macrophytes for lake revegetation in east China. *Aquatic Botany*, Volym 85: 44-52.
- Zhu, G., Zhang, M., Cao T. and Ni, L. 2015. Associations between the morphology and biomechanical properties of submerged macrophytes: implications for its survival and distribution in Lake Erhai. *Environmental Earth Sciences*, Volume 74: 3907–3916.
- Van Zuidam, B. G. and Peeters, E. T. H. M. 2015. Wave forces limit the establishment of submerged macrophytes in large shallow lakes. *Limnology and Oceanography*, Volume 60:1536–1549.
- de Winton, M., D., Clayton, J. S and Champion, P. D. 2000. Seedling emergence from seed banks of 15 New Zealand lakes with contrasting vegetation histories. *Aquatic Botany*, Volym 66: 181-194.

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