

NOBEL
PRIZE
MUSEUM

FORSKAR-
HJÄLPEN
2023

.

Tångskogs-
jakten



© Nobel Prize Museum 2023
Box 2245, 103 16 Stockholm
www.forskarhjalpen.se

OMSLAG: LENA KAUTSKY

Innehåll

- 4 Välkommen till Tångskogsjakten
- 6 Nu är det dags
- 8 Uppstartskonferens
- 10 Viktiga datum och arbetsflöde
- 12 Globala målen
- 17 Bakgrund till Tångskogjakten
- 37 Forskningsmetodik
- 40 Forskningsuppgift
- 48 Litteraturtips, litteratur och länkar
- 50 Ordförklaringar
- 53 Fältundersökning – lärare
- 56 Fältprotokoll – elev
- 57 Sorteringsprotokoll – elev
- 58 Hur du pressar alger och gör ett herbarium

Välkommen till Tångskogsjakten

Tillsammans ger vi oss ut i blåstångsskogarna för att undersöka hur den biologiska mångfalden förändras utmed Östersjöns långa och varierade kustmiljöer från Kullabergs sydsida i Öresund till norra Bottenhavet.

Vad?

I projektet Tångskogsjakten vill forskarna få hjälp med att samla in ny kunskap om Östersjöns blåstångskog, dess djurliv och påväxt för att få en bättre förståelse för hur blåstångssamhället fungerar idag och förstå hur det påverkas av klimatförändringar och främmande arter. Genom att samla in mätdata och undersöka den biologiska mångfalden i blåstången får eleverna en bild av hur livet i tångskogen ser ut på den lokal de undersöker. Eleverna sammanställer och tolkar sedan sina resultat med hjälp av utdelat material och egna kreativa idéer.

Hur?

Forskarna tillhandahåller bakgrund till forskaruppgiften, anvisningar för insamling i fält, artlistor samt bestämningslitteratur över ryggradslösa djur och påväxtalger. I artlistan presenteras om arten ursprungligen är en marin art eller sötvattensart samt vilken ekologisk funktion den har. Valet av lokal styrs av förekomst av blåstång, i Bottenhavet av blåstång/smaltång.

Fältstudier görs vid två tillfällen: maj/juni samt augusti/september. Materialet som samlas in tas med till skolan och förvaras fryst innan det undersöks av eleverna. Insamlade data sammanställs i ett protokoll som tillsammans med karta och beskrivning över fältlokalen skickas digitalt till forskarna.

Vid provtagningen i maj/juni sätts en datalogger ut för att mäta variationer i temperatur och ljus fram till höstens fältstudie. Därutöver samlas ett antal tångtoppar in som skickas till forskarna för analys av tungmetaller och vattenprov för analys av salthalt.

Under hösten skickas resultaten från dataloggern i form av grafer tillbaka till eleverna. Tungmetallsinnehållet i blåstången och undersökning av de pressade tångplantorna presenteras av forskarna vid senare tillfälle.

Varför?

Forskarna vill veta mer om hur den biologiska mångfalden i Östersjöns tångskogar förändras, både utmed salthaltsgradienten längs kusten från söder till norr, och mellan årstiderna. De behöver även mer kunskap om hur introduktionen av nya arter påverkar den biologiska mångfalden och ekosystemen.

Med elevernas hjälp att samla in data vid två årstider kan vi sammanställa en uppdaterad bild av hur den biologiska mångfalden ändrats jämfört med äldre studier och även få ett bättre underlag på hur främmande arters förekomst förändras utmed kusten. Detta är kunskap som behövs för att förstå hur klimatförändringar kan komma att påverka Östersjöns tångskogar.

Om lärarhandledningen

Denna lärarhandledning syftar till att presentera ett aktuellt forskningsområde för läraren samt sätta elevernas forskningsuppgifter i ett större sammanhang. I handledningen finns förslag på förberedande övningsuppgifter för elever, beskrivning av forskningstuppgifter samt nödvändiga protokoll för datainsamling och rapportering.



Länkar

Tips på länkar med fördjupande information.



Elevövningar

Dokument med denna symbol finns att ladda ner på forskarhjalpen.se
Allt nödvändigt material kommer att läggas på denna sida.



Dokument för nedladdning

Dokument med denna symbol finns att ladda ner på forskarhjalpen.se

Nu är det dags

Nobelprismuseets elevprojekt Forskarhjälpén drar nu i gång det trettonde delprojektet Tångskogsjakten.

Arbetsgruppen kring Tångskogsjakten består av:

- *Lena Kautsky*, professor emeritus vid Institutionen för ekologi, miljö och botanik, Stockholms universitet och senior advisor Stockholms universitets Östersjöcentrum i Stockholm.
- *Ellen Schagerström*, forskare vid Institutionen för biologi och miljövetenskap, Kristineberg, Göteborgs universitet.
- *Anna Ålander*, projektledare och pedagogiskt ansvarig för Tångskogsjakten, Nobelprismuseet.
- *Paulina Wittung Åman*, museilektor och pedagogiskt ansvarig för Tångskogsjakten, Nobelprismuseet.

Projektet innebär i korthet att din klass hjälper forskarna att samla in ny kunskap om Östersjöns blåstångskog, dess djurliv och påväxt för att få en bättre förståelse för hur blåstångssamhället fungerar idag och förstå hur det påverkas av klimatförändringar och främmande arter. Genom att samla in mätdata och undersöka den biologiska mångfalden i blåstången får eleverna en bild av hur livet i tångskogen ser ut idag på den lokal de undersöker. Eleverna sammanställer och tolkar sina resultat med hjälp av utdelat material samt med hjälp av egna kreativa idéer. I par tillverkar eleverna en vetenskaplig poster där de beskriver sitt arbete, resultat och slutsatser.

Nobelprismuseet anordnar en postertävling där en poster från varje deltagande skola tävlar. Den poster som väljs ut skickas digitalt till Nobelprismuseet.

Fyra olika jurygrupper bedömer postrarna som tävlar i fyra olika kategorier. Kategorierna är:

- *Helhetsperspektiv* där vetenskapligt innehåll, grafisk form samt presentationsteknik beaktas. Denna jury består av tre till fyra vetenskapsjournalister. Vinnarna får tre biljetter till Nobelprisutdelningen 2023 samt 5 000 kr till klasskassan.

- *Vetenskapligt perspektiv.* Denna jury består av forskarna Lena Kautsky och Ellen Schagerström. Vinnarna får 5 000 kr till klasskassan samt ytterligare ett pris som meddelas senare.
- *Layout och design.* Denna jury består av Nobelprismuseets grafiska formgivare Josephine Öhrlund. Vinnarna får 5 000 kr till klasskassan samt en halvdag med Josephine Öhrlund.
- *Skolornas pris.* Denna jury består av alla deltagande skolor. Ni delar ut poäng till de postrar som ni tycker är bäst. Vinnarna får 5 000 kr till klasskassan.

Ni kommer i god tid få mer information om deltagande i postertävlingen.

I mindre grupper får eleverna presentera sin poster och ge återkoppling på en annan poster. Alla postrar som har varit med i postertävlingen visas här på museet. Den 8 december arrangeras en avslutningskonferens på Nobelprismuseet dit en lärare och två elever per skola välkomnas. Konferensen innehåller föreläsningar, resultatrapportering från forskarna samt några andra inbjudna forskare.

Vi har startat en sluten Facebookgrupp för lärare – Tångskogsjakten. Gå gärna med i den. Syftet med denna är att deltagande lärare ska kunna utbyta erfarenheter med varandra samt nå oss med frågor och kommentarer. I detta projekt rekommenderar vi att ni besöker Tångbloggen som drivs av forskarna Lena Kautsky och Ellen Schagerström.

Forskarhjälpens är finansierad av Stiftelsen för Strategisk Forskning och Formas.

Med hopp om en stimulerande tid i Tångskogsjakten och än en gång – varmt välkomna!

Anna Ålander
Paulina Wittung Åman
Forskarhjälpens

Uppstartskonferens Nobelprismuseet 2 maj

09.15–10.00	Kaffe och fralla på museet
09.30–09.50	Guidad tur på museet Frivilligt
10.00–10.05	Paulina och Anna hälsar välkomna.
10.05–10.35	Lena Kautsky <i>Östersjöns historia och Tångskog som miljö</i>
10.35–11.00	Åsa Austin Nilsson, Stockholms universitet <i>Grunda vikar i en förändrande värld</i>
11.00–11.10	Fruktpaus
11.10–11.55	Matz Berggren, Göteborgs universitet: <i>Invasiva arter</i> Emma Frans: <i>Att skilja solid vetenskap från skräpforskning</i>
11.55–12.30	Lena och Ellen Introduktion Tångskogsjakten
12.30–13.15	Lunch
13.15–14.00	Lena och Ellen Hur går projektet till? Hur gör ni undersökningarna på bästa sätt?
14.15–15.00	Färja till Djurgården och Östersjöns hus
15.00–15.20	Guidad tur på Östersjöns hus
15.20–16.30	Workshop och utdelning av material Frågor Bubbel och tilltugg
16.30	Tack för idag!

Vad är Forskarhjälpenn?

SYFTET MED FORSKARHJÄLPEN är att skolelever ska ges möjlighet att att själva prova på riktig forskning. På så vis får eleverna en djupare förståelse för vad ett forskningsprojekt kan innebära och forskarna får samtidigt hjälp med sin forskning. Förhoppningen är att vi tillsammans kan bidra med en betydelsefull pusselbit i ett större forskningsprojekt. Forskarhjälpenn leds av Nobelprismuseet och är finansierat av Stiftelsen för strategisk forskning samt Formas.



För mer information om tidigare Forskarhjälpennprojekt, gå in på forskarhjalpen.se/tidigareprojekt

Varför Forskarhjälpenn?

Vi är mitt uppe i en tid av förändring. Förändringar medför i många fall förbättringar, men det innebär även att vi står inför en rad utmaningar. Vad behövs för att vi alla samt kommande generationer ska kunna leva på ett bra sätt i vår värld? Forskning är ett redskap. För att vi ska kunna hitta nya lösningar behövs människor som är kreativa, uthålliga och som vill lösa problem. Vi behöver de som vågar tänka tankar ingen tidigare tänkt, gå dit ingen tidigare gått, enträget söker vidare där andra har gett upp och med fast beslutsamhet står fast vid sin övertygelse. Dessa människor är vår framtids hjältar – Forskarna.

Viktiga datum och arbetsflöde

2 maj	Uppstartskonferens på Nobelprismuseet och Östersjöns hus på Skansen.
Maj/juni	Fältarbete: insamling av material längs kusten. Insamling av extra tångtoppar för analys av tungmetaller och ett vattenprov. Utplacering av datalogger. Månatlig rengöring av dataloggern. Insamlade prover kan sorteras och bearbetas under våren, alternativt kan de sparas till hösten.
16 juni	Skolorna skickar in tångtoppar för analys av tungmetaller och vattenprov för salthaltsanalys till forskarna.
Augusti– oktober	Forskarna återkopplar resultat av salthaltsanalys och arbetar med analys av tungmetaller i tångtopparna.
Augusti– september	Fältarbete: insamling av material längs kusten på samma lokal som i maj/juni. Dataloggern tas upp och tre extra tångplantor tas upp för att pressas. Labbarbete: sortering och bearbetning av insamlade prover.
18 september	Skolorna skickar in dataloggern samt de tre pressade tångplantorna och ev. fynd av nattsländelarver i rör med EtOH till forskarna. Datafilen med vårens och höstens resultat skickas till forskarna via epost.
29 september	Resultat av temperatur och ljus från dataloggern återrapporteras till skolorna.
Oktober	Posterarbete på skolorna.
26 oktober	En poster per skola skickas till Nobelprismuseet för feedback från forskarna och Nobelprismuseet.
6 november	Feedback på postrarna skickas till skolan.

10 november	Reviderad poster skickas till Nobelprismuseet. Dessa publiceras på Nobelprismuseets hemsida.
November	Juryarbete för att utse vinnarpostrar inom de olika kategorierna.
16 november– 1 december	Alla skolor går in på Nobelprismuseets hemsida och röstar på den poster de tycker är bäst.
5 december	Presentation av poster i mindre grupper, sker digitalt.
8 december	Avslutningskonferens på Nobelprismuseet. Från varje skola välkomnas en lärare samt de två elever vars poster deltagit i postertävlingen.
10 december	Vinnare av stora juryns pris får tillsammans med sin lärare gå på Nobelprisutdelningen.

Globala målen

År 2015 enades FN:s medlemsländer om Agenda 2030, en plan för hur vi ska uppnå en hållbar framtid. Agenda 2030 innehåller 17 Globala mål för hållbar utveckling, som i sin tur har 169 delmål. De Globala målen för hållbar utveckling är mätbara med drygt 230 globala indikatorer och ska uppnås till år 2030.

Agenda 2030 är den mest ambitiösa överenskommelse som världens länder enats om vad gäller arbete för en hållbar utveckling. De Globala målen omfattar alla: privatpersoner, näringsliv och regeringar i alla världens länder.

Världens länder har kommit överens om att vi fram till år 2030 ska

- avskaffa extrem fattigdom
- minska ojämlikheter och orättvisor i världen
- främja fred och rättvisa
- lösa klimatkrisen



Figur 1. De 17 Globala målen för hållbar utveckling.

Hållbar utveckling

Hållbar utveckling innebär att vi ska fortsätta utveckla och utvecklas. Det innebär att vi ska leva ett gott liv idag och kommande generationer ska ha samma möjlighet att leva ett gott liv. FN:s definition av hållbar utveckling från 1987 framtagen av Bruntlandkommissionen lyder:

Hållbar utveckling är en utveckling som tillfredsställer dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillfredsställa sina behov.

Hållbarhet innefattar ekologisk, social och ekonomisk hållbarhet. Den ekologiska hållbarheten berör jordens ekologiska system, här ingår stabila klimatsystem, biologisk mångfald, rent vatten, ren luft. Att något är hållbart ekologiskt innebär att det är miljömässigt hållbart. Det kan vara avsaknad av bekämpningsmedel, frånvaro av konstbevattning, få eller inga utsläpp av växthusgaser vid odling eller annan produktion.

Social hållbarhet handlar om rättvisa, makt, välbefinnande, individens behov. I ett socialt hållbart samhälle har människor en god hälsa och lever ett gott liv. Att det är socialt hållbart innebär att alla människor i samhället är jämställda och jämlika, människor mår bra och kan nå sin fulla potential.

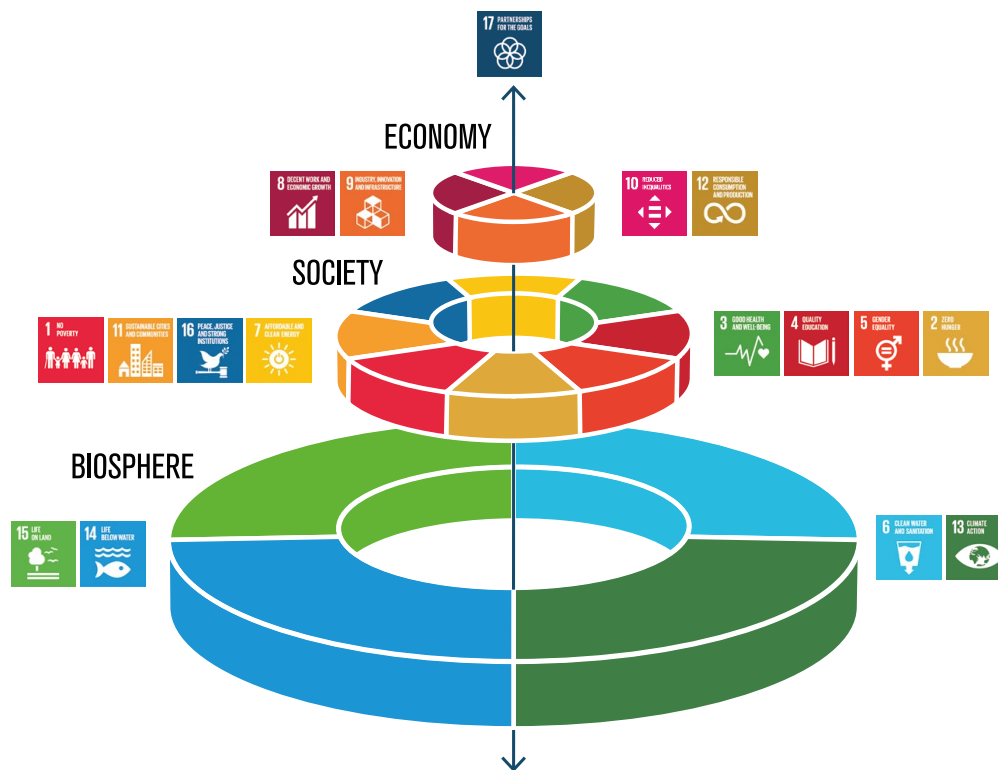
Ekonomisk hållbarhet skiljer sig lite från de två andra dimensionerna då det är en del som vi människor har konstruerat. För att underlätta vår vardag har vi värderat varor och tjänster i ekonomiska termer. Ekonomisk hållbarhet kan ses som ekonomisk utveckling som sker utan att den har negativa konsekvenser på den ekologiska eller sociala hållbarheten.

En modell för att illustrera hållbarhetens tre dimensioner är den hierarkiska hållbarhetsmodellen, även kallad "tårtan" (figur 2). Här är den ekologiska hållbarheten basen för allt levande, därefter kommer den sociala hållbarheten och högst upp den ekonomiska. För att vi ska överleva och leva krävs att vi har stabila, resilienta hållbara ekologiska system – både på land och i vatten.

Detta projekt fokuserar på de Globala målen 14 och 15: Hav och marina resurser samt Ekosystem och biologisk mångfald. Mål 14 handlar om haven och livet under ytan. Världens hav – dess temperatur, kemi, strömmar och liv – driver globala system som gör jorden beboelig för mänskligheten. Haven täcker 70 procent av vår planet och över tre miljarder människor är beroende av den marina och kustnära biologiska mångfalden för sin försörjning. Hur vi hanterar våra hav är avgörande för mänskligheten som helhet och för att balansera effekterna av klimatförändringarna.

Hållbara ekosystem och biologisk mångfald, både på land och i vattnet, är grunden för vårt liv på jorden. Att tillgodose mänsklighetens behov av livs-

medel, energi, vatten, mineraler och råmaterial utan att skada den biologiska mångfalden och säkerställa hållbart nyttjande av ekosystemtjänster är en avgörande utmaning för vår överlevnad.



Figur 2. Den hierarkiska hållbarhetsmodellen där de Globala målen är identifierade och integrerade.

ILLUSTRATION: JERKER LOKRANTZ/AZOTE

Tångskogsjakten och de globala målen

Det här projektet fokuserar på de Globala målen 14 och 15



MÅL 14 handlar om haven och livet under ytan. Världens hav – dess temperatur, kemi, strömmar och liv – driver globala system som gör jorden beboelig för mänskligheten. Haven täcker 70 procent av vår planet och över tre miljarder människor är beroende av den marina och kustnära biologiska mångfalden för sin försörjning.

Hur vi hanterar våra hav är avgörande för mänskligheten som helhet och för att balansera effekterna av klimatförändringarna.



MÅL 15 handlar om hållbara ekosystem och biologisk mångfald, både på land och i vattnet som är grunden för vårt liv på jorden. Att tillgodosätta mänsklighetens behov av livsmedel, energi, vatten, mineraler och råmaterial utan att skada den biologiska mångfalden och säkerställa hållbart nyttjande av ekosystemtjänster är en avgörande utmaning för vår överlevnad.



Inom både mål 14 och 15 finns det flera delmål som är relevanta för den här studien. Kunskap om hur människans aktiviteter påverkar Östersjön, vårt närmaste havsområde är central för att förstå hur detta unika brackvattenhav skiljer sig från de stora öppna oceanerna och hur den biologiska mångfalden påverkas i en brackvattenmiljö med stora naturliga årliga variationer.



Bakgrund till Tångskogsjakten

Östersjöns utvecklingshistoria

 Östersjön är ett ungt hav som efter den senaste istiden genomgått flera storskaliga och omvälvande förändringar. I slutet av den senaste istiden, för 15 000 år sedan, var Norge, Sverige och Finland täckt av tjock landis. När istäcket började smälta bildades den Baltiska issjön, fylld med smältvatten. Den Baltiska issjön fortsatte att växa under nästan 3 000 år i takt med att isen smälte. När isen dragit sig undan till Mellansverige var sjön fylld till brädden. Då trängde vattnet igenom Sverige vid berget Billingsens nordspets och en enorm mängd vatten forsade ut i Nordsjön. Detta gick fort, på bara några år sjönk vattennivån med 25 meter i Baltiska issjön (figur 3a).

Isen fortsatte att smälta under denna varma period, men när det blev kallare igen minskade avsmältningen och saltvatten från västkusten kunde komma in i bassängen genom den ganska stora öppningen (figur 3b). Detta resulterade i att vattnet blev saltare igen och stadiet kallar vi för Yoldiahavet efter Yolidamusslan, *Yoldia arctica*, numera *Portlandia arctica* en arktisk art, som förekommer i Norra ishavet idag. Andra arter som finns kvar från denna period är kräftdjuret skorv och vikaresäl.

Den långsamma gradvisa landhöjningen fortsatte och efter cirka 1 200 år bröts förbindelsen med Västerhavet och Östersjön blev i stället en sjö, Ancylussjön, uppkallad efter sötvattensarten flodhätnäcka, *Ancylus fluviatilis* (figur 3c). Landhöjningen fortsatte efter att den tunga isen smält bort, men världshavens yta steg snabbare än landhöjningen i söder. Vattendjupet i Öresund och de danska sunden ökade, vilket resulterade i att allt mer saltvatten kom in i Östersjön. Detta nya hav kallas för Littorinahavet och har ungefär samma form som Östersjön idag men hade lite högre salthalt (figur 3d). Sitt namn har den fått av den marina snäcka *Littorina littorea*, strandsnäcka, som fortfarande lever i södra Östersjön och på svenska västkusten. Landhöjningen pågår fortfarande och är som störst vid Höga kusten, där den ökar med 1 cm per år. Samtidigt minskar inströmningen av saltvatten genom de grunda sunden och Östersjön är idag ett brackvattenhav (figur 3e). Den fortsatta landhöjningen gör att Sveriges landyta ökar lite grann samtidigt som Östersjöns vattenvolym minskar med ca 10 miljoner m³ per år. Fortsätter



3a. Baltiska issjön, cirka 11 600 år sedan.



3b. Yoldiahavet, cirka 11 200 år sedan.



3c. Ancylussjön, cirka 10 500 år sedan.



3d. Littorinahavet, cirka 6 500 år sedan.



3e. Dagens Östersjö.

Figur 3. Östersjön har växlat mellan att vara en sjö och ett hav under de senaste 12 000 åren.

landhöjningen i samma takt kommer det att finnas en landförbindelse mellan Sverige och Finland vid Norra Kvarken om ca 3 000 år.

Jämfört med världshaven är Östersjön ett grunt hav med sitt största djup, Landsortsdjupet, på 459 meter. Sverige har den längsta kustlinjen av de nio länder som omger Östersjön, som sträcker sig från södra delen av Egentliga Östersjön, Öresund, till norra Bottenviken. I avrinningsområdet bor cirka 90 miljoner människor i 14 länder. Östersjöns avrinningsområde är över 1,7 miljoner km², vilket är mer än fyra gånger större än vattenytan (0,42 miljoner km²).

Via de stora floderna Neva, som mynnar i Finska viken, och Wistula, som rinner ut i södra Egentliga Östersjön, samt en mängd mindre floder och åar, påverkas Östersjön av människans aktiviteter. Avrinningen är som störst efter att snön har smält på våren. Det är också då som mycket av näringen förs till kusten via vattendragen, från avloppsreningsverk samt jord- och skogsbruk. Beroende på markanvändning, närhet till tung industriverksamhet eller hamn, transporteras också föroreningar med avrinningen via vattendrag till Östersjön.

När vi idag pratar om Östersjön delar vi in den i olika delar. Östersjön består av Bottniska viken, Finska viken, Rigabukten och Egentliga Östersjön. Vi kan även prata om de större områdena i Östersjön som Bottniska viken, egentliga Östersjön och Västerhavet. Den biologiska gränsen för Östersjön går vid Kullaberg i sydvästra Sverige, se figur 4.



Figur 4. Indelning av Östersjön samt markering av den biologiska gränsen vid Kullaberg i sydvästra Sverige.

Forskning om blåstång

Blåstång är en flerårig (perenn) makroalg inom brunalgerna och en av de marina alger som lyckats bäst med anpassning till Östersjöns unika bräckta miljö. Den växer från strax under vattenytan ner till 10 meters djup på klipp- och stenbottnar i ytterskärgårdens rena och klara vatten. Att blåstången är perenn innebär att den finns året om, till skillnad från flertalet ettåriga (annuella) algar som vissnar ner helt på hösten och inte kommer igen förrän på våren.

På mjuka sedimentbottnar växer det många arter av rotade vattenväxter. En vanlig art är ålgräs som kan bilda stora ängar, speciellt i de södra delarna av Östersjön. Men både ålgräs och flera andra vattenväxter vissnar ner på vintern. Detta gör blåstången extra viktig som skydd och bostad för många små djur under vinterhalvåret. Vi brukar kalla blåstången för Östersjöns skog, just för att den kan liknas vid träden i skogen som står år efter år och ger boplatser, skydd och mat till många olika arter.

I Tångskogsjakten vill vi få hjälp med att undersöka den biologiska mångfalden i blåstångskogen utmed kusten. På grund av skillnaden i salthalt, näringsinnehåll och vågexponering går det inte att prata om den svenska Östersjökustens tångskog som en och samma skog. Den varierar lika mycket som skogen uppe på land från norr till söder, kanske ännu mer. Tångskogen påverkas av en mängd faktorer, både naturliga variationer och människans aktiviteter.

Idag görs studier av blåstångens ekosystem i första hand på hösten och det finns mycket lite kunskap om vad som händer på våren. Denna kunskap är viktig i funderingar kring hur klimatförändringar kan påverka artsammansättningen. I dessa sammanhang används klimatmodeller för att kunna säga vilka förändringar som är mest sannolika och hur stora de kan komma att bli. En mycket trolig förändring är ökad nederbörd, att det regnar mer över Östersjöregionen. Om mer regn kommer ut i Östersjön med åar och floder, kommer salthalten i kustområdena att minska. Hur det kommer att påverka de arter som lever där vet vi inte.

Andra förändringar som kan hända är att det blir varmare, både tidigare på året och under sommaren. För många kräftdjur är tiden för förökning beroende av temperaturen. En tidigare vår eller varmare sommar kan påverka tidpunkten för när kräftdjur och snäckor förökar sig. Även påväxten av fintrådiga alger på blåstång gynnas av att det blir varmare i vattnet tidigare på året. Det är så mycket som hänger ihop.

En annan aktuell fråga för forskningen är vilken påverkan främmande arter kan ha på Östersjöns ekosystem. Ofta beskrivs främmande arter som något negativt, men så behöver det inte nödvändigtvis vara i ett artfattigt ekosystem som tångskogen i Östersjön. Kanske kan de i stället bidra till

artrikedomen i tångskogen och fylla viktiga funktioner genom sitt ursprung från brackvattenmiljöer och tålighet för lägre salthalt.

Innan Tångskogsjakten har vi i många år forskat om både blåstång och smaltång, och studerat dessa tångarter i fält. Våra studier innefattar arternas utbredning, förökning och hur övergödning påverkar möjligheterna för blåstångens etablering av nya groddplantor. Vi har sett att stora mängder tånggråsuggor kan beta ner ett blåstångsbestånd och att förändringar i mängden ryggradslösa djur i blåstångskogen hänger ihop med mängden rovfisk området.

Vi har båda en forskningsbakgrund inom naturvetenskapliga ämnen och har studerat kemi, biologi och marinekologi. Under många år har vår forskning varit inriktad på att studera dynamiken i Östersjöns tångskogar samt anpassningar hos blåstången till olika förändringar. Vi har gjort spännande upptäckter genom åren; bland annat att blåstången förökar sig vid fullmåne, att giftiga båtbottnfärger skadar tångens groddplantor och att det finns en ny art, smaltång, i Bottenhavet.

När en fråga är löst eller en ny upptäckt förklarad dröjer det inte länge innan nya frågor och funderingar dyker upp. Nu vill vi veta mer om hur Östersjöns tångskogar kan påverkas av klimatförändringarna och tillkomsten av nya arter. Här behöver vi er hjälp.

För att få en bättre bild av hur tångskogen fungerar behövs en massa händer och ögon som kan hjälpa till att samla in och undersöka blåstångssamhället vid två tidpunkter på året på flera olika platser. Något som vi som enstaka forskare inte kan genomföra på egen hand, utan här krävs samarbete.

Varför biologisk mångfald i Östersjöns tångskog?

Östersjön har gått igenom stora förändringar under kort tid, sett ur geologiskt och evolutionärt perspektiv. Under de senaste 12 000 åren har miljön växlat från insjö till hav, åter till insjö, sedan hav igen nu är ett brackvattenhav. När salthalten är mellan 0,5–30 promille kallas det för bräckt vatten eller brackvatten. Många djur klarar inte av att leva i brackvatten vilket gör Östersjön till ett naturligt artfattigt hav. Därmed blir de arter som finns här ännu viktigare eftersom det saknas någon som kan ersätta dem ifall de försvinner på grund av förändringar i miljön.

Av det stora antalet fleråriga tångarter som täcker bottenarna på västkusten är det bara några få som klarar att växa och föröka sig i Östersjöns bräckta vatten. Den art som dominerar på klipp- och stenbottnar är blåstång, *Fucus vesiculosus*, som växer tillsammans med sågtång, *Fucus serratus*, utmed kusten i de södra delarna av Egentliga Östersjön och med smaltång, *Fucus radicans*, i Bottenhavet. Tångskogen breder ut sig från ytan ner till ca 10–12

meters djup i rena vatten och spelar en viktig roll för den biologiska mångfalden. I tångskogen finns det gott om mat och bra skydd mot rovdjur. Detta ger tångskogen ett rikt djurliv av ryggradslösa djur och fisk.



Figur 5. Östersjöns salthalt och marina arter.

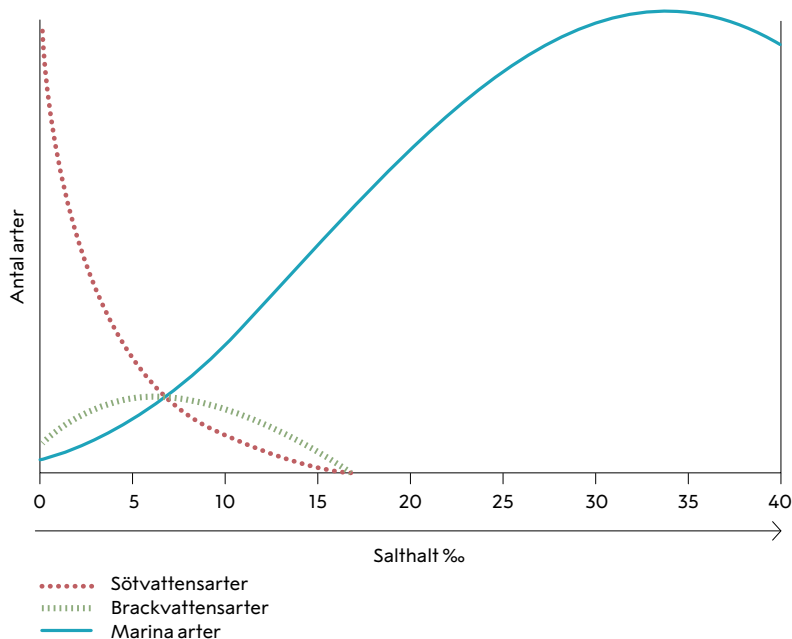
Kartan visar hur långt in i Östersjön några marina arter som förekommer i tångskogen kan leva. De röda siffrorna anger ungefärliga antalet marina djurarter. Salthalten i ytvattnet anges i promille.

Modifierad efter B-O Jansson/C. Bollner *Växter och djur i Östersjön – en fälthandbok*, Stockholms marina forskningscentrum, Stockholms universitet, 2000.

Salthalt

Salthalten är den viktigaste faktorn som påverkar artrikedomen längs Östersjöns kust. Den varierar från 15 promille vid Kullaberg och sedan minskar den ju längre in i Östersjön du kommer. I södra Egentliga Östersjön, som sträcker sig från Skåne till Ölands sydspets är det mellan 8–7 promille. I mellersta och norra Egentliga Östersjön är det 7–6 promille. I Ålands Hav och Bottenhavet är det 5 promille som sedan sjunker till 4 promille i Kvarken och sedan inte är mer än 1,5–3 promille i Bottenviken, se figur 5.

De artrikaste miljöerna finns antingen vid den högre salthalten på västkusten eller i utsötade vikar, som påminner mer om våra insjöar. En grupp som bidrar till fler arter i dessa vikar är en mängd sötvattensarter, framför allt snäckor och även flera insektsarter. Lägst antal arter av både alger och ryggradslösa djur förekommer i salthaltsintervallet mellan ca 4 och 7 promille (figur 5 och 6). Salthaltskartan visar att det är en stor del av Östersjön som har just denna salthalt (figur 5).



Figur 6. Antalet djurarter i förhållande till salthalt.

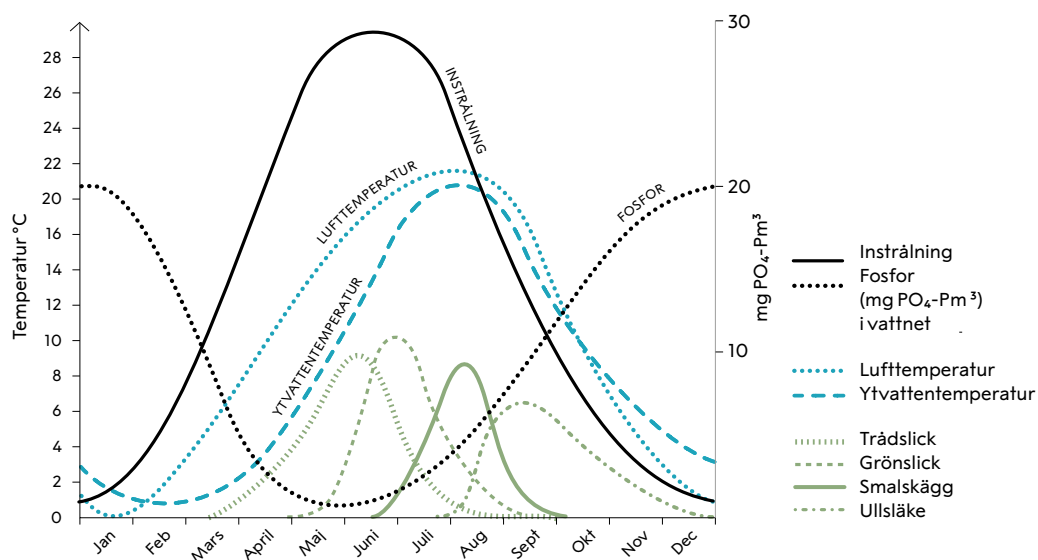
Gränsen mellan saltvatten och brackvatten är satt vid 30 promille och mellan sötvatten och brackvatten vid 0,5 promille. Enligt dessa definitioner är huvuddelen av Östersjöns vatten brackvatten.

Modifierad efter Remane och Schlieper 1971.

Temperatur och ljusinstrålning

Temperaturen i vattnet varierar över året beroende på solens ljusinstrålning. Beroende på salthalt kan det bildas is på ytan när vattnet blir kallare än 0°C. Under isen är det endast några plusgrader och mörkt. Tångskogen och alla dess invånare är anpassade till att klara av de bistra vintermånadernas mörker och kyla. Med våren kommer ljus och värme och tångskogen vaknar till liv. Stigande temperatur ökar tillväxten hos algerna och djuren börjar fortplanta sig. Under sommaren kan årets nykläckta små individer av snäckor, kräftdjur och insekter växa till sig i det varma vattnet och hinner bli stora lagom till höstens avkylning och vintervilan.

De arter som finns i tångskogen är alla anpassade till att klara av denna variation i temperatur. Figur 7 visar hur solinstrålningen förändras över året och hur den påverkar temperaturen i luft och ytvatten. Den visar även fosforhalten per m³ i vattenpelaren och förändringen i biomassan hos några vanliga fintrådiga algar, dvs trådslick/molnslick, grönslick, smalskägg och ullsläke. De växer som påväxt på blåstång och följer en succession under året. Efter sin tillväxt lossnar de och driver iland eller hamnar på botten där de bryts ner. Men de finns kvar under resten av året som små mikroskopiska stadier färdiga att tillväxa igen nästa år.



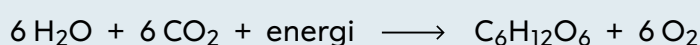
Figur 7. Årstidskurvor för ljusinstrålning, luft- och ytvattentemperatur, fosforhalten per m³ i vattenpelaren och förändringen i biomassan hos några vanliga fintrådiga algar.

Syrebildning i vattnet

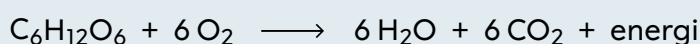


Tången binder in kol och producerar syre genom fotosyntesen. Det är viktiga funktioner i Östersjöns grunda kustekosystem. Fotosyntesen sker endast under dygnets ljusa timmar. På natten när det är mörkt producerar inte alger något syre. Precis som vi, och alla djur, andas alger och så även blåstången. Andning, eller respiration, är en process som förbrukar syre. På dagen producerar algerna mer syre än de respirerar, men på natten andas de bara utan att producera något syre. Då kan det bli syrefattigt i tångskogen.

FOTOSYNTES



RESPIRATION



Syre är en gas som är löslig i vatten. Ju kallare vatten, desto mer syre kan lösas i vattnet. Vid 10°C kan dubbelt så mycket syre vara löst i vattnet som vid 20°C. Hur kan det påverka en tät tångskog där vattnet inte rör sig särskilt mycket? Det finns gott om syre på dagen men kan bli syrefattigt på natten när alla andas men inget nytt syre produceras.

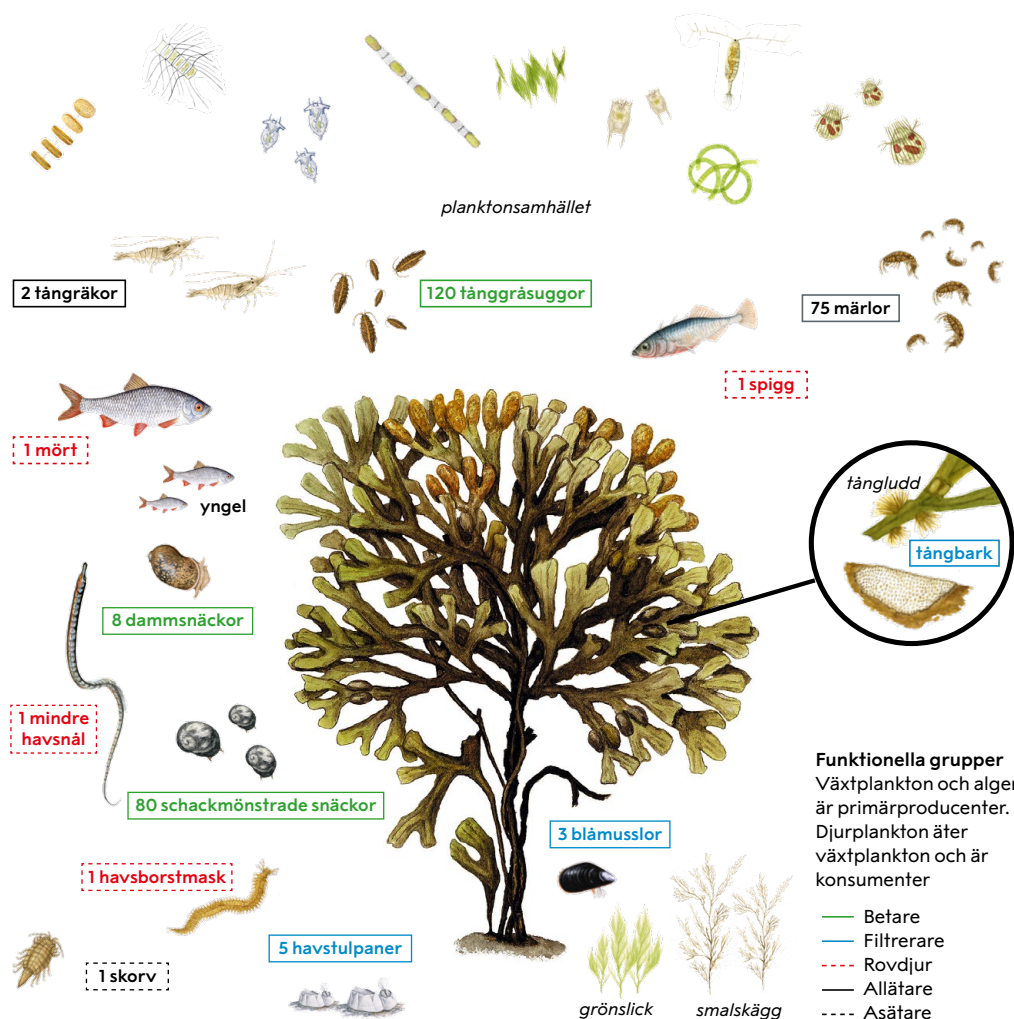
Funktionella grupper och näringsvävar

I ett ekosystem har olika arter olika funktion. När vi pratar om biologisk mångfald ur ett ekosystemperspektiv är det vanligt att inte prata om enskilda arter utan deras *funktioner* som gör att ekosystemet snurrar (figur 8). Ett ekosystem med hög biologisk mångfald har flera olika arter som utför samma funktion. Det är mer stabilt än ett där endast en eller två arter gör samma jobb.

I tångskogen finns följande funktioner:

- *Primärproducenter* – producerar syre genom fotosyntes. Den viktigaste är blåstången.
- *Betare* – äter alger och växter. Snäckor och tånggråsuggor är exempel på betare.
- *Filtrerare* – sitter fast och äter små organiska partiklar och plankton som den fångar ur vattnet. Havstulpaner är ett exempel på filterare.

- *Allätare* – äter det mesta, både växter, djur och dött material. Tångräkan hör till denna kategori.
- *Rovdjur* – äter mest andra djur. Hit hör fiskar bland annat storspigg och rovbörstmask.
- *Nedbrytare* – äter mest dött material. Nordamerikansk havsbörstmask, slammärla och många bakterier är nedbrytare.
- *Asätare* – äter mest döda djur. Skorv tillhör denna grupp.



Figur 8. Artsammansättning och funktionella grupper i en tångruska.

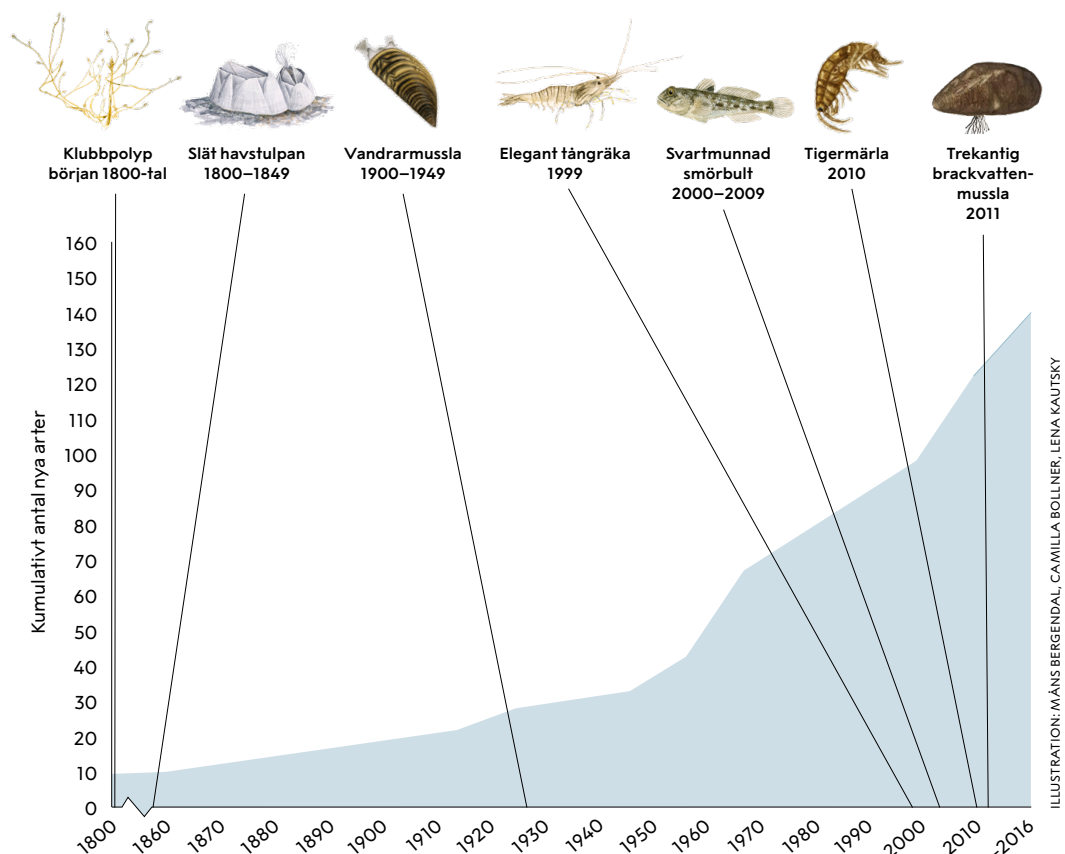
Exempel på hur artsammansättning och förekomst av funktionella grupper kan se ut i och runt blåstången i en del av Stockholms skärgård utan större påverkan av mycket näringsrikt vatten från land.

ILLUSTRATION: MÅNS BERGENDAL, CAMILLA BOLLNER, LENA KAUTSKY, ROBERT KAUTSKY

Introducerade arter

Antalet arter i Östersjön ökar bland annat genom att främmande arter kommer hit, oftast med människans hjälp. I många fall har de sitt ursprung ifrån Kaspiska havet eller Svarta havet som båda är brackvattenhav. Några exempel på arter som kom in i Östersjön redan i början på 1800-talet är klubbpolyp, *Cordylophora caspia* och slät havstulpan, *Amphibalanus improvisus*. Vandrarmussla, *Dreissena polymorpha* hittades kring 1900–1949. Efter andra världskriget ökade fartygstrafiken i Östersjön och antalet nya arter med den (figur 9).

Sedan 1940-talet har ca 100 nya arter etablerat sig i Östersjön. Främmande arter som numera ofta förekommer i tångskogen är klubbpolyp och slät havstulpan. Båda arterna har troligen kommit hit via fartygstrafik i ballastvatten eller sittande på båtens skrov. Arter som kommit in på senare år och fortfarande håller på att sprida sig i Östersjöns tångskogar är till exempel elegant tångräka, *Palaemon elegans*, svartmunnad smörbult, *Neogobius melanostomus*, tigmärsla, *Gammarus tigrinus* och trekantig brackvattenmussla, *Mytilopsis leucophaeta*.



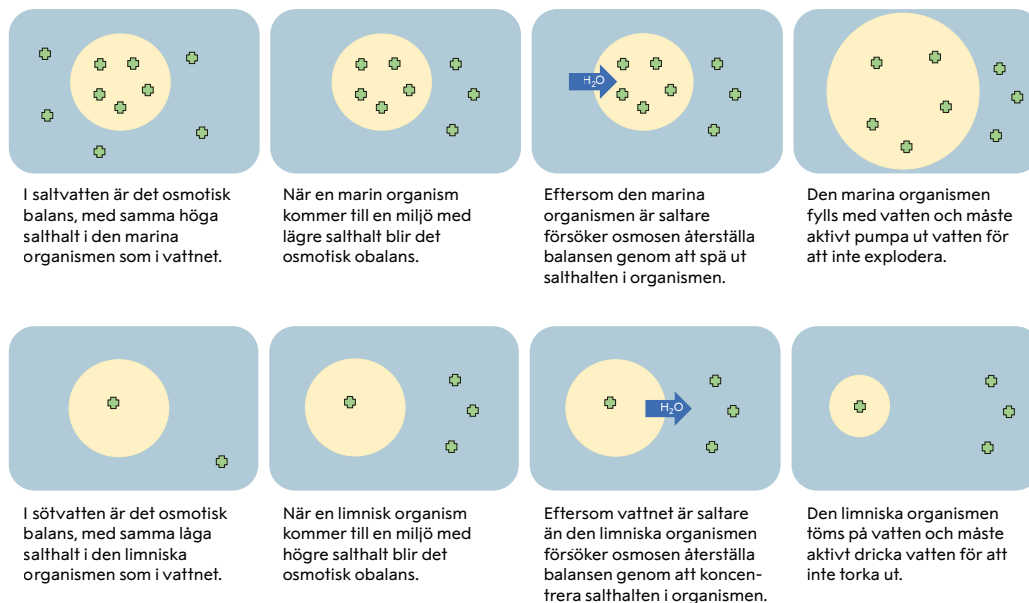
Figur 9. Nya arter som kommit till Östersjön framförallt via ballastvatten med fartyg.

Modifierad efter Ojaveer m.fl. 2016.

Anpassningar

Många arter i Östersjön lever under konstant stress för att salthalten antingen är för låg för marina arter eller för hög för sötvattensarter. De behöver använda extra mycket energi för att hålla samma salthalt i sina kroppsvätskor som i vattnet runt omkring dem. Förmågan att kunna upprätthålla denna balans avgör om en art kan leva och föröka sig i brackvatten eller ej. Speciellt känsligt är när de skall föröka sig. För sötvattensarter är problemet detsamma, fast tvärt om. De måste anpassas till att klara högre salthalt, vilket också kostar energi. Resultatet är att båda grupperna lever under konstant stress av antingen för låg eller för hög salthalt. Den energi som de annars skulle kunna lägga på tillväxt måste de nu lägga på att balansera salthalten (figur 10).

I Östersjön är därför många arter mindre än när de lever vid sin normala salthalt. Exempel på marina arter som är mindre i Östersjön är blåmussla, *Mytilus edulis*, nordlig hjärtmussla, *Cerastoderma glaucum* och sandmussla, *Mya arenaria*. Hos alger är rödalgen kräkel, *Furcellaria lumbricalis* och brunalgen sudare, *Chorda filum* tydliga exempel. Exempel på sötvattensarter är båtsnäcka, *Theodoxus fluviatilis* och stor dammsnäcka, *Lymnea stagnalis*.



Figur 10. Osmos.

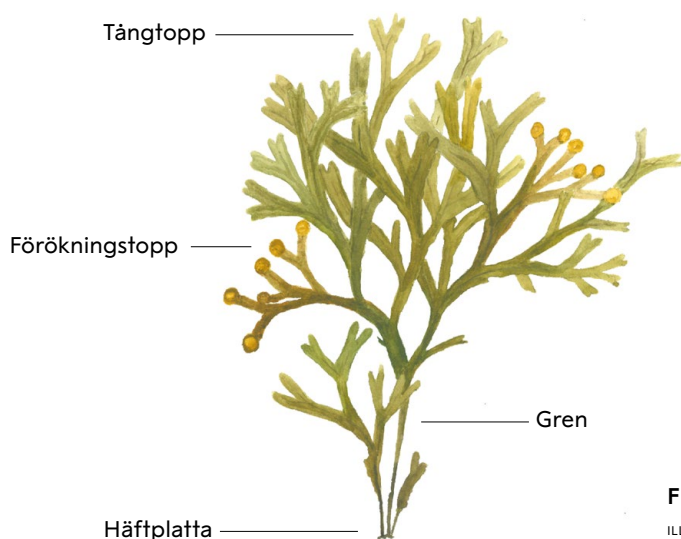
Kunskap om hur den biologiska mångfalden och näringsväven i Östersjöns tångskogar förändras utmed salthaltsgradienten är begränsad. De flesta undersökningarna och därmed kunskapen om artrikedom och artsammansättning finns i området kring fältstationer och i anknytning till det nationella miljöövervakningsprogrammet av vegetationen på hårda bottenar. Vår

kunskap om årstidsvariationer i grunda kustmiljöer av faktorer som temperatur och salthalt och dessas påverkan på tångskogsamhället är mycket begränsade. Inom den nationella miljöövervakningen görs mätningar av salt- halt, temperatur och pH-värde på platser ute i Östersjön, men inte inne vid strandkanten där tången växer.

Provtagningar av abiotiska faktorer, sker även via Vattenvårdsförbund, exempelvis Vattenvårdsförbundet för västra Hanöbukten, Sydkustens vatten- vårdsförbund och Svealandskustens vattenvårdsförbund. På badplatser mäts vattentemperaturen under badsäsong (maj–september) vilka presenteras på SMHI:s hemsida. Bortsett från dessa mätningar av vattentemperatur vid badplatser under sommarperioden vet vi väldigt lite om hur faktorer som temperatur och salthalt varierar under året på grunda botten i kustmiljön, i och utanför tångskogen.

Blåstångens uppbyggnad

Blåstången fäster mot hårt underlag med en häftplatta. Från häftplattan växer det upp nya grenar. En tångplanta kan bli mycket gammal, över 20 år i Öster- sjön, även om grenarna sällan blir äldre än 7 år. Till skillnad från växter så har alger inga rötter eller ledningsvävnad. De har ett rotliknande häftorgan och de tar upp sin näring över hela ytan. Kärleväxter har däremot rötter för att kunna ta upp vatten och näring från marken och transporterar det sedan upp till bladen. Blåstångens tillväxt sker uppe i grentopparna. Årets tillväxt sker över de översta flytblåsorna, som bildas tidigt på våren. Flytblåsorna är de släta, oftast parvisa ”bubblorna” på tångplantan. På vissa plantor sitter det knottriga ”bubblor” i grentopparna. Det är förökningstoppar, där tången bildar ägg eller spermier för sin förökning, se figur 11.



Figur 11. Tångplantans olika delar.

ILLUSTRATION: LENA KAUTSKY

Fotosyntesen i blåstången sker i de översta delarna av skotten. De översta delarna är extra hala och slemmiga för att förhindra påväxt av andra alger och djur som skuggar de unga delarna. På de äldre delarna är det vanligt med både djur och alger som växer på tången. Klipps plantan av strax ovanför häftskivan kan det växa upp nya grenar från häftskivan och plantan kan överleva.

Blåstångens utseende varierar stort beroende på miljön den växer i. Är det mycket vågor har den få eller inga flytblåsor och blir inte särskilt stor. Lever den i en stilla vik kan den ha massor med flytblåsor och bli upp till en meter hög. Om tången skadas, av frost, uttorkning eller betning, kan den få ”häxkvastar”, dvs det växer massa små korta skott från den skadade ytan som ser ut som en liten kvast.

BLÅSTÅNGSKOMPOST – BRA ELLER DÅLIGT?

Blåstång var förr en viktig resurs som gödning i jordbruket och i trädgårdslandet. Tång, ålgräs och andra vattenväxter driver ofta in på stränder och bildar tångvallar. Tångvallarna ägs av markägaren och det är straffbart att olovandes plocka tången utan tillåtelse av markägaren. I och med att Haber-Bosch-tekniken utvecklades ökade användningen av konstgödsel. Det var enklare att lägga på åkrarna, därmed övergavs tång som gödningsmedel på odlingarna. Det var dock inte bra för det viktiga mikroskopiska livet i jorden. En välmående jord innehåller flera hundra miljontals mikroskopiska bakterier och svampar, det är som ett eget litet ekosystem.

Ett välmående ekosystem i jorden är viktigt för att växterna ska kunna få de näringsämnen som de behöver för att må bra. Dessa bakterier och svampar kan inte leva i en jord som endast gödslas med konstgödsel, varför användandet av konstgödsel i förlängningen utarmar jorden och därmed kan ge en sämre skörd.

På senare år har intresset för användning av tång inom odling åter vaknat till liv. De insamlade tångvallarna skulle kunna användas till kompost. Men det är viktigt att de inte innehåller för mycket tungmetaller, särskilt kadmium. Om vi odlar i tångkompost som innehåller tungmetaller kommer vi som äter grönsakerna att få i oss tungmetallerna. Blåstång tar upp och lagrar både näringsämnen och tungmetaller som finns i vattnet där den växer. Tungmetallerna kan antingen finnas naturligt i berggrunden eller komma dit genom människans utsläpp. Halterna kan variera mycket mellan olika platser.

Vi vill ta reda på hur höga halter det är av tungmetaller i blåstång för att svara på om det är lämpligt att odla grönsaker i tångkompost eller inte. Innehållet av olika tungmetaller kommer att vara högre i blåstång än i ett vattenprov, vilket gör den lättare att analysera.

Väder under olika årstider och ett förändrat klimat

Låt oss börja med att definiera vad vi menar när vi pratar om väder, klimat och om hur olika väderhändelser kan påverka livet i tångskogen. Väder mäts i korta perioder, som timmar eller dagar. Väder är något som sker lokalt på en plats och faktorer som blåst, regn, solsken och temperatur förändras snabbt.

Även i vattnet sker förändringar men de går lite långsammare och sker med en viss tidsförskjutning. För livet i tångskogen är de viktigaste förändringarna kopplade till vädret på land. Blåst som blandar om vattnet, nederbörd och avrinning som leder till lägre salthalt samt solsken som värmer vattnet och höjer temperaturen. Effekter av stormar och blåst kan vara mycket kortvariga. När det blåser ruskas blåstångsplantorna om av vågorna och snäckor med sina tunga skal, ramlar av och faller till botten. Efter att det blåst och vattnet åter blir lugnt och stilla tar det en stund för snäckorna att klättra upp i tångplantan igen. Kräftdjur som tångmärlor och tånggråsuggor har dock en reflex att klamra sig fast.

Med klimat menas genomsnittet av fysiska förhållanden i atmosfären på en ort eller region över längre tidsperioder. Mätningar av förändringar av klimatet i Östersjön presenteras som medelvärden av exempelvis salthalten eller temperaturen i ytvattnet under tidsperioder på 30 år. Beroende på hur stor den pågående globala uppvärmningen faktiskt blir förväntas medeltemperaturen i Östersjön öka med 2–3°C till år 2100 jämfört med slutet av 1900-talet (dvs för ca 20–25 år sedan).

Vid en negativ förändring i miljön kan en organism reagera på fyra olika sätt: flytta, uthärda förhållandena, anpassa sig till nya miljöförhållanden eller dö. Lättast har fiskar som kan simma ut ur den varma viken eller dyka ner lite djupare där vattnet är kallare. Arter som sitter fast som vuxna individer, till exempel blåmusslor och havstulpaner, kan direkt få ett problem eftersom de inte kan flytta sig och måste då uthärda de nya förhållandena. Skulle miljöförändringen bli allt för negativ kommer de att dö. Andra förändringar som exempelvis tidigare och mildare vårar minskar risken för blåstångsplantor att skrapas bort av is och gör att de kan tillväxa och överleva närmare vattenytan.

För många arter i tångskogen kan högre temperatur på våren leda till att de startar sin produktion och tillväxt tidigare på året, som t.ex. grönslick och tarmalger. Det kan även påverka kräftdjur så att de förökar sig tidigare på året. Kanske hinner de med att föröka sig två gånger under en sommar om den blir längre. Ökad nederbörd och översvämningar av omgivande landområden, t.ex. åkermarker kan bidra till att mer näring läcker ut i vattnet. Detta kan gynna tillväxten hos snabbväxande fintrådiga alger jämfört med blåstången som redan under hösten och vintern lagrar stora delar av den näring som den behöver för sin tillväxt på våren.

Utvecklingen av modeller av hur klimatet kommer att förändras pågår hela tiden och de blir allt bättre. Enligt dagens modeller förväntas nederbörden öka vilket leder till kraftigare flöden i floder och åar som rinner ner till kusten. En ökad tillförsel av sötvatten kommer i sin tur att resultera i lägre salthalt, speciellt utanför mynningen till floder och åar, och en ökad salthaltstress hos många marina arter. De marina arterna förväntas minska sin utbredning i Östersjön samtidigt som sötvattensarternas utbredning ökar.

Salthalten i Östersjön påverkas inte bara av nederbörd och avrinning från land utan också av avdunstning och av inflöden av saltvatten genom Öresund och Bälten. Ytterligare en effekt av klimatförändringarna är att medelvattenståndet kommer att höjas. Detta kommer mest att märkas i de södra delarna av Östersjön medan landhöjningen i norr delvis kommer att kompensera för vattenståndshöjningen. Ett ökat vattenstånd i Öresund och Bälten skulle kunna ge större inflöden av saltvatten vilket i sin tur skulle kunna göra att salthalten ökar, inte minskar. Alla dessa faktorer samverkar vilket gör det svårt att förutsäga hur stor förändringen i salthalt verkligen kommer att bli.



Bottenviken

Tänkbara förändringar:
Minskad salthalt, högre temperatur och ökad brunifiering?

Öresund

Tänkbara förändringar:
Ökat inflöde av saltvatten överväger tillförseln av mer sötvatten genom avrinning och det blir ingen större förändring av salthalten utan bara högre vattentemperaturer?

Bottenhavet

Tänkbara förändringar:
Liknar Bottenviken, ökad avrinning från många stora älvar, brunifiering och minskad salthalt?

Egentliga Östersjön

Tänkbara förändringar:
Även här kan ökat inflöde av saltvatten motverka utsötningen storskaligt utmed öppna kuster medan lokal påverkan av avrinning i skärgårdar resulterar i minskad salthalt och ökad temperatur?



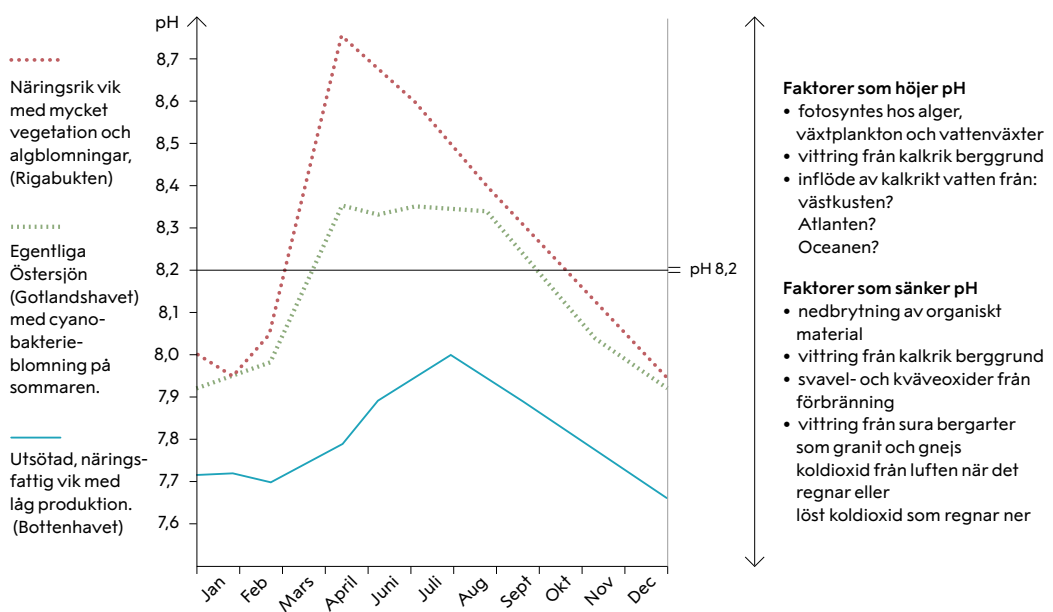
Figur 12: Ett scenario över salthalten för år 2100.

Modifierade efter Climate Change in the Baltic Sea 2021. Fact Sheet, HELCOM.

Faktorer som påverkar pH i Östersjön

Två av de viktigaste faktorerna som påverkar pH i öppet hav är fotosyntetiserande växtplankton som genom sin fotosyntes höjer pH-värdet, medan nedbrytning av organiskt material leder till att pH sjunker. Vilken typ av berggrund som det omgivande avrinningsområdet har kan påverka vattnet i kustområdet utanför. Ett exempel är kalkrika områden som vittrar bidrar med ett kalkrikt vatten och högre pH-värden jämfört med områden med sura bergarter som granit och gnejs som när de vittrar sönder bidrar till att sänka pH-värdet.

Jämför vi primärproduktionen i öppna Östersjön med vad som händer i en grund vik nära kusten kommer det i stället att vara bottenvegetationen av makroalger och rotade vattenväxter som påverkar pH mest. I ett tätt tångbälte med mycket fintrådiga alger stiger pH under dagen när fotosyntesen är hög. När det blir mörkt på natten andas alger, vattenväxter och djur vilket gör att pH sjunker. Den största variationen både under ett år och ett dygn sker i näringsrika kustområden i Östersjön och speciellt i inneslutna grunda vikar med mycket algvegetation på klippor, stenar eller rotade vattenväxter.



Figur 13. Faktorer som påverkar pH i Östersjöns olika havsbassänger.

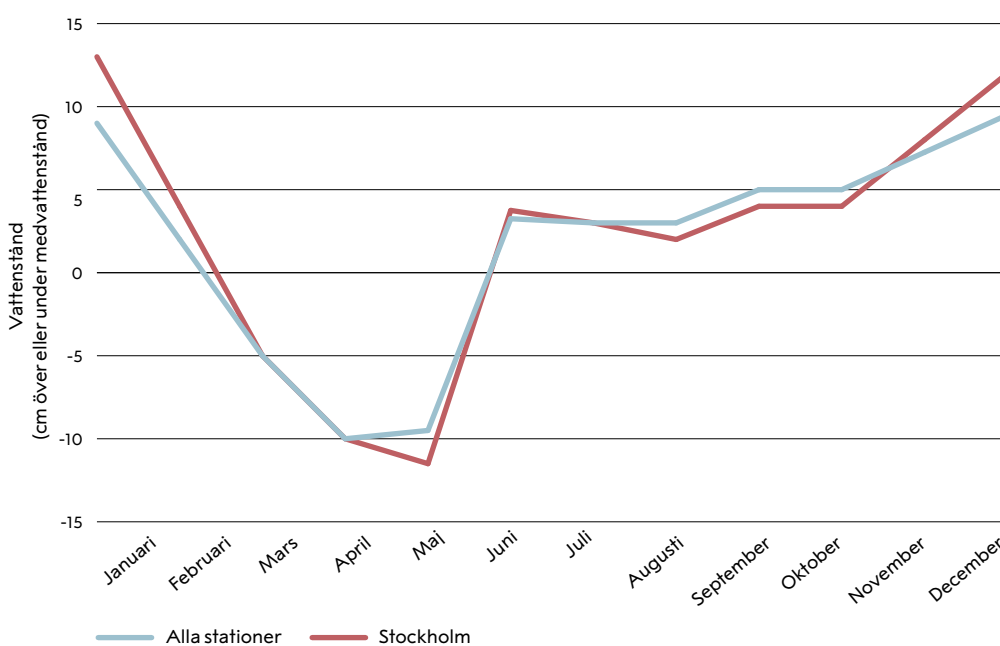
Modifierad efter Baltic Sea Policy brief mars 2020.

Vattenståndet i Östersjön

Vattenståndets medelvärde per månad har observerats vid 23 mätstationer längs Sveriges kust under perioden 1980–2020. I figur 14 visas medelvärdet för alla stationer, blå kurva, och medelvärdet för Stockholm, röd kurva.

På grund av sitt centrala läge i Östersjön följer Stockholm medelvärdet för alla stationerna. Värderna presenteras relativt 2020 års beräknade medelvattenstånd.

Kraftiga variationer i vattenståndet är mer vanligt förekommande under vintern än under sommaren och de högsta och lägsta vattenstånden under en månad kan skilja sig avsevärt från medelvärdet för månaden. Storleksordningen på dessa tillfälligt höga eller låga vattenstånd skiljer sig också mellan olika platser längs kusten, både på regional och på lokal skala. Till exempel är variationerna större längs västkusten och i Bottenviken än vad de är i de centrala delarna av Östersjön. Läs mer om höga vattenstånd i artikeln *Höga vattenstånd vid storm*, se länk sida 48.



Figur 14. Observerat medelvärde av vattenstånd per månad under perioden 1980–2020.

Modifierad efter SMHI.

VATTENSTÅNDET

Vattenståndet utmed kusten varierar med årstiden och påverkas mycket av hur länge lågtryck eller högtryck ligger över Östersjön. Under våren med längre stabila högtryck och nordostliga vindar pressas vattnet ut från Östersjön och vi får lågt vattenstånd utmed kusten. Detta är en period när den grunt växande blåstången riskerar infrysning eller uttorkning.

På sommaren varierar vattenståndet mindre beroende på att det blåser mindre och därmed minskar risken att tången kommer att bli torrlagd. På hösten ökar vattenståndet igen orsakat av att västliga vindar dominerar. Det är då som mycket blåstång slits loss, driver iland och bygger upp stora tångvallar utmed stränderna.

Under hösten är vattenståndet vanligtvis högre på grund av förhärskande västliga vindar som höjer nivåerna. Hur högt vattenståndet blir vintertid styrs primärt av om vintern är lågtrycks- eller högtrycksbetonad. En lågtrycksbetonad vinter med västliga vindar ger höga vattenstånd vilka också är mest vanligt förekommande vintertid. En kall högtrycksbetonad vinter förknippas i stället i regel med låga vattenstånd på grund av nordostliga vindar som pressar ut vattnet från Östersjön.



Forskningsmetodik

Frågeställningar/problem

LENA OCH ELLEN

En fråga som vi funderar mycket på är om och i så fall hur förändringar i salt-halt och temperatur kommer att påverka artsammansättningen och tiden för förökning hos arter som lever i tångskogen. Östersjöns brackvatten är för sött för de som kommer från havet och för salt för de som kommer från sjöarna. Vilka skulle trivas bättre om salthalten ändrades? Vilka skulle inte klara av att leva där alls, och hur påverkar det i sin tur blåstången? Vilka arter är skadliga för blåstången och vilka hjälper den, till exempel genom att hålla den ren från påväxt?

Vi är även nyfikna på om introduktionen av främmande arter, som i många fall har sitt ursprung i andra brackvattenhav, kan bidra till att öka den biologiska mångfalden i tångskogen i framtiden?

För att bevara dessa frågor behöver vi insamlade data från hela kusten. Med den data som ni kommer att samla in kan vi leta efter trender både lokalt och över större avstånd.

Vad ska eleverna undersöka?

Vi behöver elevernas hjälp för undersöka olika aspekter av biologisk mångfald. Den biologiska mångfalden i Östersjöns tångskogar påverkas av flera faktorer: abiotiska och biotiska. De påverkar både antalet arter och vilka ekologiska funktioner som finns i tångskogen. På en mindre lokal skala kommer ni att bidra med att undersöka påverkan av faktorer som till exempel vågexponering på tångskogens artsammansättning. Genom att studera tångskogens ekosystem utmed Östersjöns kustgradient av både salthalt och temperatur och jämföra två årstider, kommer projektet att bidra till ökad kunskap om hur förändringar av klimatet kan komma att påverka artsammansättning och funktioner som till exempel olika arters fortplantning.

Genom att ni hjälper oss med insamling av blåstångstoppar, kan vi även undersöka lämpligheten att använda tång som en resurs för odling av grönsaker.

Hela denna studie klarar vi inte av att genomföra utan er hjälp.

Provinsamling

ELEVER – MAJ/JUNI OCH AUGUSTI /SEPTEMBER

I alla vetenskapliga studier är beskrivningen av hur data har samlats in, vilken utrustning som använts och hur proverna sorterats jätteviktig så att andra kan göra om undersökningen på exakt samma sätt och därmed kunna jämföra sina resultat. Det är också viktigt att ni beskriver platsen, den omgivande miljön på land och i vattnet samt vilket djup plantan växte på. Komplettera gärna med bilder från platsen, hur tångplantan såg ut samt närbilder på några av djuren ni hittade. Beskriv också eventuella felkällor ni tror kan finnas som kan påverka resultaten.

Resultat och analys

LENA OCH ELLEN

Resultatet från datalogger som mätt temperatur och ljus skickas tillbaka till skolorna i form av en graf. En övergripande analys av samtliga fältundersökningar av tångskogssamhället samt påväxt på de pressade blåstångsplantorna påbörjas under hösten. Preliminära resultat från tungmetallanalyserna presenteras vid slutkonferensen i december.

Analys/diskussion av data

ELEVER, LENA OCH ELLEN – OKTOBER

Elever och forskare tolkar och analyserar data och diskuterar resultatet utifrån frågeställningar och egna funderingar. Viktigt är att utgå från redan befintlig kunskap och leta efter referenser (tidigare publicerade studier) som kan stödja eller motbevisa de förändringar som föreslås.

Slutsats och vidare funderingar

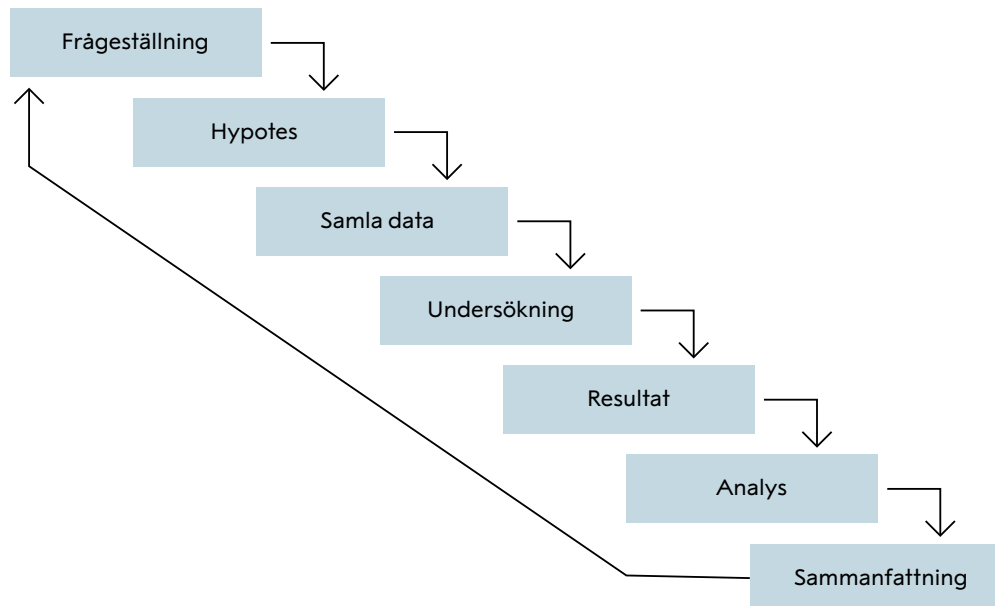
ELEVER, LENA OCH ELLEN

AVSLUTNINGSKONFERENS 8 DECEMBER

Har tolkningen av data gett upphov till nya frågeställningar?
Har ni fått idéer på nya undersökningar ni skulle kunna göra?
Har ni fått nya insikter om vilka effekter som vi kan förvänta oss på den biologiska mångfalden i tångskogen när klimatet förändras?

Har ni fått nya insikter om hur introduktionen av främmande arter kan påverka biologisk mångfald i Östersjön? Hela denna process som ni nu genomfört kan sammanfattas i figur 15 nedan.

- Slutsatsen ska vara kort och bygga på frågeställningen/frågeställningarna.



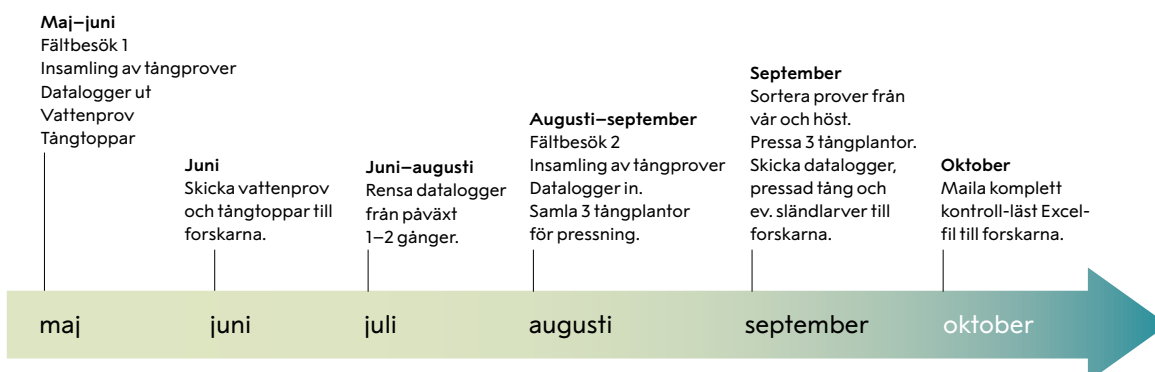
Figur 15. Illustration över den vetenskapliga processen.

Sprid kunskap ELEVERNA, LENA OCH ELLEN



Under projektets gång kommer forskarna att skriva på Tångbloggen: www.tangbloggen.com. Eleverna visar och presenterar sina postrar på skolan, Nobelprismuseet och i andra sociala sammanhang. Pressmeddelande till lokaltidningar och/eller lokalradio som efter eventuell överenskommelse kan delta i klassrummet eller ute i fält.

Forskningsuppgiften



Utförande

Förberedelser i klassrummet

- Bestäm lokal för undersökningen. En lämplig lokal ska gå att ta sig till med klassen och den utrustning som behövs. Det ska vara lätt att komma ner till vattnet och inte för djupt intill land, så att eleverna kan vada ut till tången. Det är bra om du som lärare har besökt lokalen innan. Vi rekommenderar inte en badplats, då mycket folk under sommaren kan innebära att dataloggern försvinner.
- Dela in klassen i grupper om *fyra elever* per grupp.
- Skriv ut en karta över lokalen som läraren antecknar platserna för gruppernas tångplantor på, samt var dataloggern placeras.
- Låt eleverna bekanta sig med vald lokal via Google Maps. Använd de olika kartfunktionerna för att ta reda på:
 - Området på land: orörd natur/bebyggelse/industri/jordbruk/vägar
 - Området i vatten: orörd vik/öppet hav/båthamn/båttrafik/badplats
- Skriv ut fältprotokoll och gå igenom vad eleverna ska göra.

I fält

Följande moment utförs i maj/juni och upprepas på samma sätt i augusti/september.

Grupperna i klassen kan med fördel samla in sin tångplanta på olika platser inom en sträcka på 100 meter utmed kusten. Om lokalens vågexponering varierar, låt halva klassen göra sin studie i den skyddade delen av viken och

den andra halvan vid den mer vågexponerade delen, om möjligt. Dela ut material till grupperna.

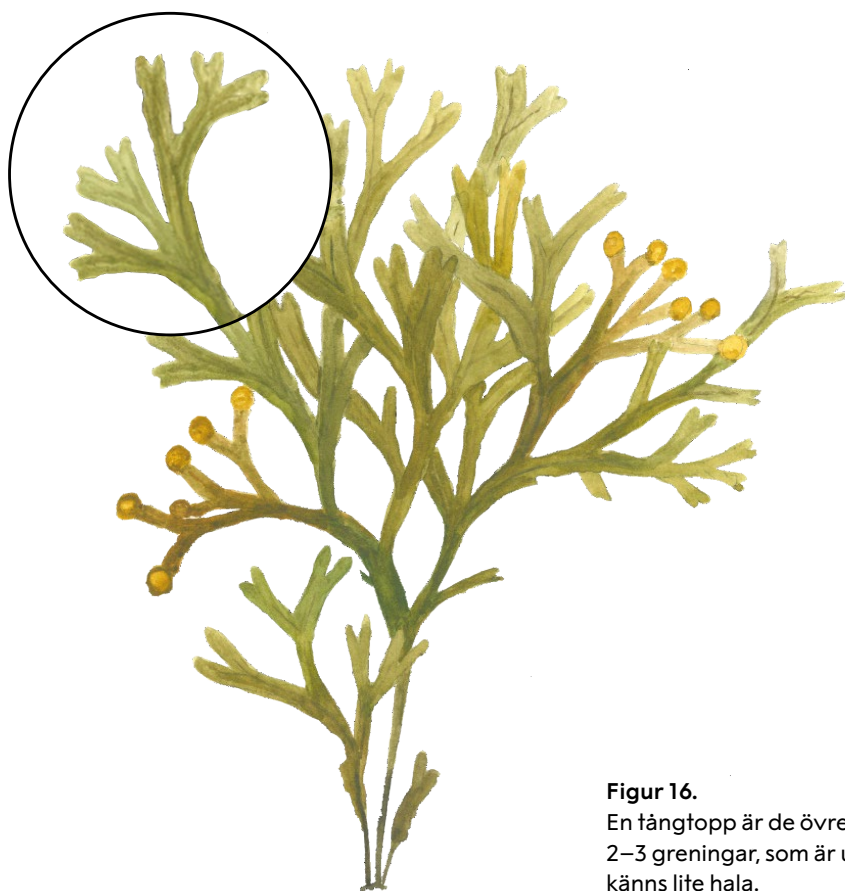


1. Innan ni startar fältprovtagningen noterar alla dagens vattenstånd i sina fältprotokoll. Skriv med blyertspenna. Vattenståndsuppgifter får ni från SMHI:s hemsida eller SSRS:s kustväderapp, se länkar sida 48. Använd den station som ligger närmast er lokal. Använder ni kustväderappen tar ni reda på vattenståndet när ni på plats ute i fält.
2. Läraren ringar in den faktiska provtagningslokalen på plats på kartan. Markera även ungefär på kartan var varje grupp tar sitt prov. Det underlättar för vidare diskussion om skillnader i till exempel vågexponering eller om det rinner ut en bäck i närheten.
3. Varje grupp väljer en plats med blåstång (ev. smaltång i Bottenviken). Beskriv hur miljön ser ut på platsen och uppskatta vågexponering enligt en tregradig skala: 1. skyddad, 2. lite vågexponerad eller 3. mycket vågexponerad, dvs ligger platsen i en mindre vik eller mot öppet hav med långt till land? Var växer blåstången, på stenar eller direkt på klippan? Finns det mycket sediment på stenar och klippor och hur ser algvegetationen ut på botten där tången växer? Växer det mycket vattenväxter på sedimentbotten? Finns det mycket eller lite fintrådiga alger? Växer de på tången? Notera också om det finns tillflöden av sötvatten i närheten, eller föroreningskällor som t.ex. en småbåtshamn, en åker eller bebyggelse.
4. Varje grupp mäter temperatur och pH-värdet på sin utvalda plats. Mätningen görs både inne bland blåstångsplantor (i Bottenviken smaltång och/eller blåstång) och utanför i öppet vatten.
5. Varje grupp samlar in en tångplanta (25–40 cm hög) genom att försiktigt trä nätpåsen över plantan och klippa av grenarna strax ovanför fästskivan och sedan dra ihop påsen med dragskon. Mät djupet från vattenytan ner till häftplattan med tumstock innan tångplantan klipps av. Lämpligt djup är ca 0,5–1 meter.
6. För över hela provet, tångplantan och alla små djur, även de som sitter fast i påsen till en fryspåse. Var noga med att få med alla djur från fångstpåsen. Har någon liten fisk fångats? Försök då plocka ur den ur påsen utan att få med något annat, artbestäm den och skriv in i fältprotokollet innan den släpps ut i vattnet igen.

7. Lägg en papperslapp i varje fryspåse med gruppens namn, plantans växt-
djup samt datum för insamling. *Skriv med blyerts*. Pressa ut luften ur påsen
så den tar mindre plats, knyt ihop och lägg i en kylväska. Låt inte tång-
provet ligga framme i solen.
8. Ta med materialet till skolan och lägg i frysen. Det är mycket lättare att
sortera provet när alla djur är döda. Provet kan förvaras i frysen över
sommarlovet eller sortera direkt efter frysning. För beskrivning av fortsatt
undersökning av tången i skolan, se sorteringsprotokollet.

Insamling av blåstångstoppar för tungmetallanalys

Topparna samlas in vid första provtagningstillfället i maj/juni. Samla in
toppar från olika tångplantor, klipp eller nyp av dem. En topp ska vara
ca 10 cm lång. Den kan vara förgrenad 1–2 gånger, se figur 16. Det är viktigt
att topparna inte har någon påväxt eller har några flytblåsor eller fortplant-
ningstoppar, utan är helt släta och rena. Samla in totalt 24 stycken toppar
och torka av dem med hushållspapper eller en pappersservett. Lägg sedan
8 stycken toppar i varje av de tre uppmärkta plastpåsar med kiselgel och
försegla. Skicka in de tre påsarna till forskarna tillsammans med vattenprovet
så snart som möjligt, men senast 16 juni.



Figur 16.

En tångtopp är de övre delarna, med
2–3 greningar, som är utan påväxt och
känns lite hala.

Vattenprov för mätning av salthalt

Provtagning görs i maj/juni. *Endast ett prov per skola.* Provet tas genom att skruva av korken på medskickad flaska och hålla den med mynningen uppåt under ytan till dess att hela flaskan är fylld. Korken skruvas på och flaskan paketeras i lite bubbelplast eller annat stötdämpande material och läggs i paket tillsammans med blåstångstopparna och skickas till forskarna i Stockholm för analys, gärna direkt efter provtagning, dock senast 16 juni.



Utsättning av datalogger

En datalogger som registrerar temperatur och ljus var fjärde timme placeras ut på ca 1 meters djup i maj/juni och tas upp i augusti/september. Dataloggern knyts fast med snöret runt en tyngd. En tegelsten fungerar bra. Den behöver göras ren från påväxt ett par gånger under sommaren, helst var 3–4:e vecka från det att den placerats ut i fält. Notera på kartan och ta gärna ett foto, med något bra landmärke, på var ni sätter ut dataloggern så blir det lättare att komma ihåg och hitta när ni ska hämta in den igen. Av erfarenhet vet vi att om man märker upp en datalogger med ett flöte så brukar någon nyfiken person komma och dra upp den. Därför är det bättre att inte märka upp den utan noga dokumentera var den är placerad på kartan. Tänk på att vattenståndet ofta är högre i augusti/september.

Metod – i klassrummet

Börja med att tina provet. Lägg de knutna provpåsarna i en balja eller diskho fylld med kallt vatten och låt dem tina ca 30–60 minuter. Använd inte varmt vatten! Tinade prover förvaras i kylskåp, men kommer börja lukta något efter ett dygn. Vattnet färgas gult av tångens bruna pigment.

- Skriv ut Sorteringsprotokollet, ett per grupp.
- Ladda ner och skriv ut Artlista, ett exemplar per grupp, laddas ner på forskarhjälpen.se. Arterna står i taxonomisk ordning och listan anger till vilken nivå (grupp, släkte eller art) som djur och alger ska bestämmas. Listan är inte komplett utan består endast av de arter eller släkten som eleverna kan förväntas klara av att bestämma. Ovanliga och svårbestämda arter har därför utelämnats, men kan såklart förekomma i era prover. Om ni vet vad det är får ni gärna skriva in det i protokollet, men det är inget ni behöver lägga ner extra tid att ta reda på. I Artlistan finns även information om arten är en sötvattensart eller marin art, samt vilken funktionell grupp den tillhör och om den är en nytilkommen art för Östersjön.
- Varje grupp får sitt prov, ett utskrivet sorteringsprotokoll och en vanna, med ca 1–2 cm kallt vatten i botten. Påsen öppnas och provet hålls ut i

vannan. Lite kallt vatten används för att skölja ur de sista djuren ur påsen ner i vannan.

- Börja med att beskriva plantans utseende. Finns det flytblåsor? Har den knotttriga fortplantningstoppar? Ser ni några betesskador? Finns det påväxt av alger? Finns det påväxt av djur? Var på tångplantan sitter påväxten? Notera i sorteringsprotokollet och fotografera.
- Sortera ut alla djur och påväxtalger. Plocka upp djuren med pincett och lägg varje art i en egen liten burk eller skål. Beroende på var provet är taget kan det vara mellan 10–30 arter. Här gäller det att vara noggrann så att alla djur kommer med. Använd fingertopparna och stryk över tångplantan för att känna att ingen liten rackare sitter kvar på tången. Det är enklast att gå igenom plantan gren för gren och lägga de rensade tånggrenarna i en egen skål för att lättare se vad som är kvar i vannan.

Sortera ut de olika arterna och räkna antal individer av varje djurart. Notera resultaten i protokollet. Använd latinska namn på arterna. Se sorteringsprotokollet för latinska namn samt vilka arter som skall delas in i två storleksklasser, (små, mindre än 1 cm och stora, större än 1 cm). För alger noteras om det var lite (1–2 små tussar) eller mycket (mer än så) av arten. Påväxt av tångbark, *Einhornia crustulenta* behöver inte skrapas av, men den ska självklart noteras om den finns och om det är enstaka eller mycket.

När alla djur sorterats ut och de större påväxtalgerna tagits bort från tångplantan, tar ni upp den från vannan, låter vattnet rinna av och så låter ni tångplantan ligga några minuter på ett par pappershanddukar. Dutta lite med en pappershandduk så att vattnet försvinner. Väg plantan för att få tångplantans våtvikt (gram). Notera den i protokollet. Använd formeln för omvandling (plantans våtvikt g x 0,195) för att beräkna tångplantans torrsvikt i gram. Notera även den i protokollet.

Resultaten från alla prover ska finnas nedskrivna i protokollen. Alla dessa data, våtvikt, torrsvikt och antal individer samt i vissa fall storlek, förs sedan in i Excel-filen som laddas ner.

För att få ett jämförbart mått på hur många djur det är i en tångruska, oavsett tångplantans storlek, används måttet antal individer per 100 g torrsvikt. När ni lägger in data i excel-filen beräknas antalet individer per 100 gram torrsvikt för alla arter per tångplanta, enligt följande formel:

$$Z \text{ (antal individ) per 100 g torrsvikt} = \frac{\text{räknat antal individ} \times 100}{Y \text{ (plantans torrsvikt g)}}$$

Eleverna kan sedan använda måttet ”djur per 100g” för att jämföra klassens resultat vid en provtagning samt mellan sommar och höst. När alla djur är bestämda och räknade kan allt organiskt material slängas på komposten.

Det går bara att arbeta en person åt gången i datafilen. Låt gärna grupperna knappa in sina egna data, men läraren ska kontrollläsa datafilen mot de handskrivna protokollen för att säkerställa att allt kommit med och är rättstavat innan filen skickas till forskarna.

De handskrivna protokollen sparas av läraren ifall forskarna behöver kontrollera någon uppgift.

Årets tillväxt – endast augusti/september

Tångplantans tillväxt sker huvudsakligen under vår och sommar. Det är lättast att bestämma tillväxten om plantan har flytblåsor. Blåsorna anläggs på våren, ungefär i maj, och allt ovanför flytblåsorna är årets tillväxt. På plantor som inte har flytblåsor är årets tillväxt de översta delarna av grenar som saknar påväxt och fortfarande är lite blanka och hala. De kan även ha gropar med små ofärgade hår.

Årets tillväxt bestäms genom att klippa av alla toppar från plantan, ovanför flytblåsorna eller utan påväxt. Väg de avklippta topparna (årets tillväxt) först och sedan resten av tångplantan efter att påväxten tagits bort. Bestäm hur mycket de väger, och skriv in årets tillväxt XX g torrsvikt och den totala vikten av plantan (topparna + resten av plantan) i Excelfilen. Tillväxten räknas automatiskt ut i Excelfilen enligt samma formel som för torrsvikten ovan.

Viktigt! Punkterna 1–8 ska göras både i maj/juni och efter sommaren i augusti/september.

Glöm inte!

Ta mycket foton, både under provtagningen och arbetet med att sortera tångplantan. Något intressant från lokalen? Hur ser den ut? Speciellt intressant kan vara att fotografera ovanliga färgvarianter av t.ex. tånggråsuggor, främmande arter eller arter som är svåra att bestämma. Kanske något passar till postern eller för att göra en illustration? Ni kan även lägga upp bilder på arter i Facebook-gruppen för att få hjälp av andra deltagande skolor med bestämningen.

Nu är det dags att börja fundera och tillverka en poster!

Kom ihåg

Vid provtagningen i maj/juni samlas följande material in och skickas till forskarna, senast 16 juni:

- Ett vattenprov i medskickad flaska för mätning av salthalt. Endast en flaska med vatten ska skickas in per skola.
- 24 tångtoppar (ca 10 cm långa) som plockats från olika plantor torkas av och läggs i ziplockpåsar med kiselgel. Lägg 8 toppar i varje påse.

Vid provtagningen i augusti/september samlas följande material in till forskarna, skickas senast den 18 september:



- Tre tångplantor tas med hem till skolan och pressas (detta är utöver de tångplantor ni har samlat in för undersökning i skolan). För beskrivning hur du pressar alger kopieringsunderlag "Hur du man pressar alger och gör ett herbarium" (sidorna 58–59) och instruktionsvideo.
- Om ni under sorteringen hittat larver till nattsländor läggs larven med sitt hus i det märkta plaströret med skruvlock och 80 % etanol (EtOH). Kontrollera att locket är ordentligt påskruvat innan det läggs i kuvertet!
- Dataloggern skickas i bifogat kuvert till forskarna senast 18 september.

Proverna skickas till:

Lena Kautsky

Stockholms universitets Östersjöcentrum,

Stockholms universitet

106 91 Stockholm.

Data i form av Excelfil skickas via mail till Ellen Schagerström:

ellen.schagerstrom@bioenv.gu.se

Om filen blir för stor för epost-programmet, använd ett gratis filöverföringsprogram som WeTransfer eller liknande.

Resultat

Eleverna börjar med att jämföra klassens resultat av de 8 insamlade plantorna. Vilka arter, hur många arter och antal individer hittades i de olika tångplantorna. Jämför skillnader i artsammansättning, antal och storlek hos några av de vanligaste arterna mellan plantorna från vårens och höstens provtagningar. Låt eleverna fundera kring sina egna resultat utifrån det utdelade underlaget om framtida klimatscenarier, artlistor över sötvattens och marina arter, vilken funktionell grupp arterna tillhör och artens tolerans för salthalt och temperatur. Till hjälp finns några frågor att fundera över och diskutera kring.

Exempel på frågor:

1. Förekommer det betskador på blåstången och var sitter de i så fall?
Hur många betare fanns i tångplantan? Tånggråsuggor äter både fintrådiga alger och blåstång. Vad händer om de ökar respektive minskar i antal?
2. Hur många främmande arter förekommer i tångbältet på lokalen?
När hittades dessa arter första gången i Östersjön och varifrån har de kommit? Hur kan de komma att påverka ekosystemet? Kan de ha en positiv eller negativ påverk
3. Hur skiljer sig sammansättningen av arter och antal individer av olika arter mellan insamlingen på våren respektive hösten?
Vad är de största skillnaderna och vad kan vara orsaken?
4. Hur kan den biologiska mångfalden/artrikedomen komma att påverkas av ett förändrat klimat (dvs lägre salthalt, höjd temperatur, mildare vintrar/mindre is, värmeböljor och försurning (minskat pH) på din lokal?
Vilken av faktorerna som ni mätt tror ni kommer att påverka/förändra arternas förekomst i tången mest när klimatet förändras (salthalt, temperatur, eller försurning?

Resultat av temperatur och ljus från dataloggern återrapporteras till skolorna. Hur har temperaturen förändrats under mätperioden? Hur skiljer sig temperaturen i luften från vattentemperaturen?

Från insamlade abiotiska mätdata (temperatur, salthalt och pH), blåstångens tillväxt och påväxt av arter, artantal och mängder av varje art per 100 g torrsvikt blåstång, blir uppgiften att presentera hur livet i tångskogen ser ut idag på den undersökta lokalen och diskutera hur den kan komma att ha förändrats till 2100.

Utifrån frågeställning, resultat och analyser ska ett antal egna slutsatser formuleras och diskuteras. Arbetet presenteras i form av en vetenskaplig poster. Vad är det viktigaste ni kommit fram till? Varför är det viktigt?

Undervisningstips, litteratur och länkar

- **Basfakta om klimat**
<https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/basfakta-om-klimat>
- **SMHI**
<https://www.smhi.se/data/oceanografi/havsvattenstand>
- **SSRS:s kustväderapp**
<https://www.sjoraddning.se/kustvaderapp>
- **Höga vattenstånd vid storm**
<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/oceanografi/vattenstand-i-havet/hoga-havsvattenstand-1.23985>
- **Östersjöcentrum rapportserie 2/2020, Framtidens Östersjön – påverkan av övergödning och klimatförändringar**
<https://www.kompendieutgivningen.se/v%C3%A4xter-och-djur-i-%C3%B6stersj%C3%B6n-728585>
- **Växter & djur i Östersjön – en fälthandbok**
<https://www.kompendieutgivningen.se/v%C3%A4xter-och-djur-i-%C3%B6stersj%C3%B6n-728585>
- **Östersjön och klimatet – Undervisningsmaterial för gymnasiet**
<https://bssc.se/vart-varmare-hav/>
- **Tångbloggen**
www.tangbloggen.com
- **Invasiva främmande arter – Havs och Vattenmyndigheten**
<https://www.havochvatten.se/arter-och-livsmiljoer/invasiva-frammande-arter.html>
- **Näringsvävar och främmande arter**
<https://ostersjon.fi/sv-FI>

- Ordförklaringar

Nedladdningsbara dokument

- Fältundersökning – lärare
- Fältprotokoll – elev
- Sorteringsprotokoll – elev
- Hur du pressar alger och gör ett herbarium

Ordförklaringar

Abiotisk: inte levande, t.ex. temperatur, salthalt. Motsats biotisk, levande.
t.ex. djur, alg.

Alg är en varierad grupp av eukaryota organismer som utviner energi ur ljus genom fotosyntes. De lever vanligen i vatten och inte är fanerogamer (fröväxter).

Algbloomning eller vattenbloomning är en kraftig tillväxt av planktonalger där de på kort tid bildar stora populationer. I Östersjön på sommaren dominerar cyanobakterier blomningen. Makroalger kan också bilda blomningar.

Allätare är djur som äter både växter och djur.

Anpassning eller adaption, är en genetisk förändring som ger högre fitness i den rådande miljön. En anpassning kan vara strukturell t.ex. att vattenväxter saknar klyvöppningar och att alger saknar ledningsvävnad. En fysiologisk anpassning innebär att organismens fysiologiska funktioner förbättras som t.ex. tillväxt, vätskebalans eller produktionen av giftiga ämnen som minskar betning. Beteendemässiga anpassningar är förändringar som leder till att beteende ändras på ett fördelaktigt sätt, t.ex. ett effektivare födosöksbeteende.

Artrikedom är en komponent i biologisk mångfald, dvs antalet arter som förekommer i området, i en ålgräsäng eller tångskog.

Asätare äter döda djur t.ex. skorven som kan äta fisk som fastnat i ett nät.

Betare är primärkonsumenterna och äter alger och vattenväxter

Biologisk mångfald eller biodiversitet är ett samlingsbegrepp för all den variation som finns mellan och inom arter och livsmiljöer på jorden. Den innefattar också genetisk variation.

Brackvatten: varken sött- eller saltvatten. Salthalt mellan 0,5–30 promille

Detritivor är ett djur som äter detritus, dvs dött organiskt material.

Detritus är dött organiskt material från växter och djur.

Ekosystem: en delvis avgränsad funktionell del av naturen, t.ex. en sjö, en vassvik eller ett speciellt bottenmiljö, tångskog eller ålgräsäng.

Endemisk: En art som är unik för ett område, ofta isolerade öar.

Evolution i biologisk mening är den process varigenom levande organismers egenskaper förändras från en form till en annan mellan successiva generationer.

Fanerogamer är fröväxter. Ett exempel på fanerogamer som lever i Östersjön på mjuka botten är ålgräs, vitstjälksmöja och natearter.

Filtrerare: ett djur som äter genom att filtrera vatten och samla partiklar och plankton.

Fitness är hur väl en art är genetiskt anpassad till en biologisk miljö och är ett inom evolutionsbiologin fundamentalt begrepp. Kan översättas till "lämplighet" eller "duglighet".

Fotosyntes: livets viktigaste process där energirika föreningar (t.ex. socker och andra kolhydrater och syrgas) framställs av närsalter, vatten och koldioxid med hjälp av det gröna växtpigmentet klorofyll. Det är bara organismer som har klorofyll som kan göra denna process och de kallas primärproducenteter.

Försurning innebär att vattnets pH-värde minskar över tiden.

Invasiv främmande art är en art som genom mänsklig aktivitet flyttats till en ny miljö kallas för en främmande art. Om den sedan allvarligt försämrar miljön, till exempel genom att sprida smittor, kallas den istället för en invasiv främmande art.

Karnivor: eller köttätare är djur och andra organismer som helt eller delvis lever av bytesdjur

Makroalg kallas stora alger och dit hör stora brun, röd- och grönalger. Mikroalger är mycket små, t.ex. växtplankton.

Makrofyt är arter av vattenväxter, både fröväxter och mossor som lever i eller nära vatten.

Marin: havslevande

Metall är ett grundämne med metalliska egenskaper, till exempel hög ledningsförmåga för elektricitet och för värme, formbarhet, i allmänhet hög densitet och metallglans. Några exempel på metaller är aluminium, bly, järn, kadmium, kvicksilver och zink. De kan ha olika effekt på en organism och vara livsnödvändiga som koppar vid låga koncentrationer eller inte ha någon biologisk funktion utan vara giftiga som bly, kvicksilver och kadmium.

Nedbrytare är arter som lever på dött organiskt material och bidrar till den fortsatta nedbrytningen.

Närsalter: salter av olika kemiska grundämnen. De viktigaste är fosfor (fosfat), kväve (nitrat, nitrit) och kiselföreningar.

Omnivor: allätare.

pH är måttet på hur sur eller basisk en vattenlösning är. En lösning med ett pH-värde som är lägre än 7 är surt och en lösning med ett pH-värde som är större än 7 är basisk. Rent vatten har ett pH-värde som ligger nära 7. Havsvatten i oceanerna har ett pH-värde på 8,2. pH-värdet varierar naturligt i Östersjön mellan 7,6 och 8,8. I riktigt tät vegetation kan pH-värdet bli ännu högre en solig dag på sommaren.

Population: är flera individer av samma art som lever inom ett visst ekosystem. Det kan exempelvis vara alla granar i en skog, myror i en myrstack eller människor på jorden.

Primärproducent: växter, alger och tång som har förmåga att utföra fotosyntes.

Påväxt: växt eller djur som sitter på en annan växt t.ex. blåstång, båtbottnar eller bryggpålar.

Reproduktion: förökning, fortplantning

Receptakel är en förökningstopp hos t.ex. blåstång och smaltång som innehåller ägg eller spermiesamlingar som släpps ut i vattnet där befruktningen sker.

Respiration är den vetenskapliga termen för andning.

Saltvatten definieras som havsvatten med en salthalt mellan 30 och 50 promille. Oceanerna har en salthalt på 35 promille.

Sjögräs: är samlingsnamnet på en typ av blomväxter som lever i vatten.

I Östersjön och på västkusten finns ett par arter sjögräs t.ex. ålgräs och Sjögräs äts av sjökor (dugonger) precis som kor på land kan äta gräs. Inget för oss människor.

Sötwater eller färskwater har en salthalt mellan 0 och 0,5 promille.

Tungmetall är en föråldrad term som är vilseledande och helst inte skall användas. Termen tungmetall har ofta använts i betydelsen tunga metaller med hög densitet och särskilt för miljöfarliga metaller. Det är bättre att ange vilken miljöfarliga metaller som avses. Visserligen stämmer det att de flesta tunga metaller och deras kemiska föreningar är giftiga, med det finns också flera livsnödvändiga tunga metaller som t.ex. järn, koppar och zink.

Tång används främst som ett samlingsnamn för stora brun- och rödalger.

Termen används också om några grönalger och ibland, felaktigt, om ålgräs (en fröväxt).

Vattenväxt: en växt med rötter som lever i vattnet.

Värmebölja definieras enligt SMHI som en period med minst fem dagar i sträck med en högsta dagstemperatur på minst 25°C. Någon definition för en värmebölja i havet finns inte. I samband med ett förändrat klimat och påverkan på det organismer som lever i vatten är det viktigt att tänka på att det både tar längre tid att värma upp vatten och att kyla ner det igen.

Fältundersökning – lärare

Utrustning och material inför undersökningen

- Tumstock för att mäta hur djupt tångruskan växer.
- Saxar för att klippa av tången ovanför fästplattan (8 st).
- Termometer för att mäta vattentemperaturen.
- Tegelsten eller annan tyngd att knyta fast dataloggern i.
- Blyertspennor för att skriva i fältprotokoll och ID-lapp i prov.
- Vitt papper för att klippa ID-lappar att lägga i varje provpåse.
Ge varje elevgrupp en unik kort-kod för sitt prov. Tex: 8C1, 8C2, 8C3 etc.
- En kylbox med kylklampar för att transportera proverna från fält till frys.
- Pappershanddukar att torka av tångtopparna med innan de läggs i kiselgel.
- Mobil med kamera (eleverna) för att fotografera fältlokalen och annat roligt.
- Badkläder och handdukar.
- Ev. vådräkter, mask och snorkel om eleverna har. Blöta vådräkter förvaras i tät plastpåse eller plastback.

Material som ingår i kit tillskolorna

- Vannor för provsortering (8 st).
- Nätpåse (8 st).
- Plastpincetter (30 st).
- Petriskålar (20 st).
- pH-pappe (1 rulle).
- Litteratur *Växter och djur i Östersjön* (10 ex).
- Datalogger för temperaturmätning med snöre (1 st).
- Flaska för vattenprovtagning (1 st).
- 3 liters fryspåsar för förvaring av tångprover (2 x 8 + 3 st).
- Ziplockpåse med kiselgel för tångtoppar (3 st).
- Plaströr med lock, fyllt med etanol (EtOH 80 %) för eventuella nattsländelarver med hus (1 st).
- Papperslakan för att lägga på tång som pressas (3 st).

Ta med ut i fält

- Nätpåsar att samla in tångplantor i (8 st).
- pH-papper för att mäta pH-värdet i vattnet (1 rulle).
- 3 liters fryspåsar för förvaring av tångprover, en påse per grupp (8 st).

Maj/juni – ta även med:

- Datalogger för temperaturmätning med snöre.
- Flaska för vattenprovtagning.
- Ziplockpåsar med kiselgel för tångtoppar (3 st).

Augusti/september – ta även med:

- 3 liters fryspåsar (3 st).

Förberedelser:

- Skriv ut ett fältprotokoll per grupp och ett extra.
- Skriv ut en karta över lokalen och markera var grupperna tar sina tångplanter och var dataloggern placeras.
- Notera platsens GPS-koordinater i format WGS84. Positionen kan också hittas på eniro.se. Högerklicka på platsen i kartan, välj GPS-koordinater. Ta en punkt i mitten på tångbältet.

Utförande

Varje grupp ska beskriva hur miljön ser ut på platsen och anteckna följande i sina protokoll:

- Dagens vattenstånd (hittas i Kustväder-appen).
- Uppskatta vågexponering enligt en tregradig skala:
1. skyddad. 2. lite vågexponerad. 3. mycket vågexponerad.
- Var växer blåstången, på stenar eller direkt på klippan?
- Finns det mycket sediment på stenar och klippor?
- Hur ser vegetationen ut på botten där tången växer? Växer det mycket vattenväxter på sedimentbotten? Finns det mycket eller lite fintrådiga alger? Växer de på tången?
- Notera om det finns tillflöden av sötvatten i närheten, eller föroreningskällor som till exempel en småbåtshamn, en åker, hagar eller bebyggelse.

När eleverna är i vattnet ska de mäta temperatur och pH-värde, både inne i tångplantan samt utanför tången och notera dessa värden i protokollet.

Varje grupp ska välja en tångplanta som är 25–40 cm hög.

Efter att de trätt påsen över sin utvalda planta, men innan de klipper av den, ska de mäta hur djupt plantan sitter och notera det i protokollet.

Om det råkar komma med en fisk i tångprovet, ta ett foto och släpp sedan tillbaka den i havet. Notera fiskarten i protokollet och att den släpptes ut.

Det ska inte komma med massa vatten i fryspåsen. Kläm eller sug ut luften så tar den mindre plats i frysen. Lägg fryspåsarna i kylväskan som står skuggigt. På skolan ska proverna förvaras i frys tills det är dags att sortera dem. Lägg dem gärna i en större påse och märk tydligt.

Vår – extra uppgifter

Utsättning av datalogger

- En datalogger placeras ut på ca 1 meters djup. Dataloggern knyts fast med snöret runt en tyngd. En tegelsten fungerar bra.
- Notera på kartan och ta gärna ett foto på var ni placerar ut dataloggern. Den behöver göras ren från påväxt ett par gånger under sommaren.

Vattenprov i flaska

- Öppna korken och stick ner flaskan helt i vattnet med halsen uppåt. Vänta tills alla bubblor är borta och flaskan är helt fylld. Skruva på korken under vattnet. Ställ flaskan i kylväskan.

Tångtoppar för tungmetallsanalys

- Toppen ska vara ca 10 cm lång, förgrenad 1–2 gånger och utan påväxt. Den ska vara helt slät och ren utan flytblåsor eller fortplantningstoppar.
- Samla in 24 toppar från olika plantor. Torka dem torra med hushållspapper. Lägg sedan 8 stycken toppar i de tre uppmärkta plastpåsarna med kiselgel och stäng påsen ordentligt.

Höst – extra uppgifter

Ta upp datalogger

- Ta med bilden på vart ni satte ut dataloggern och hitta den och plocka in den igen. Tänk på att vattenståndet ofta är högre på hösten, så den kan vara lite djupare.

Tre tångplantor för pressning

- Välj ut tre extra tångplantor efter att eleverna samlat in de 8 höstplantorna. Klipp av dem strax ovanför fästskivan. Använd inte nätkassen, utan skaka av tångplantan ovanför vattnet så att små djur får trilla ut.
- Lägg de tre plantorna i varsin 3 liters fryspåse, håll ut eventuellt vatten som samlats i påsens botten. *Dessa plantor får inte frysas utan förvaras i kyl fram till pressning.*



Beskrivning av plats

56

[illegible]



Hur du pressar alger och gör ett herbarium

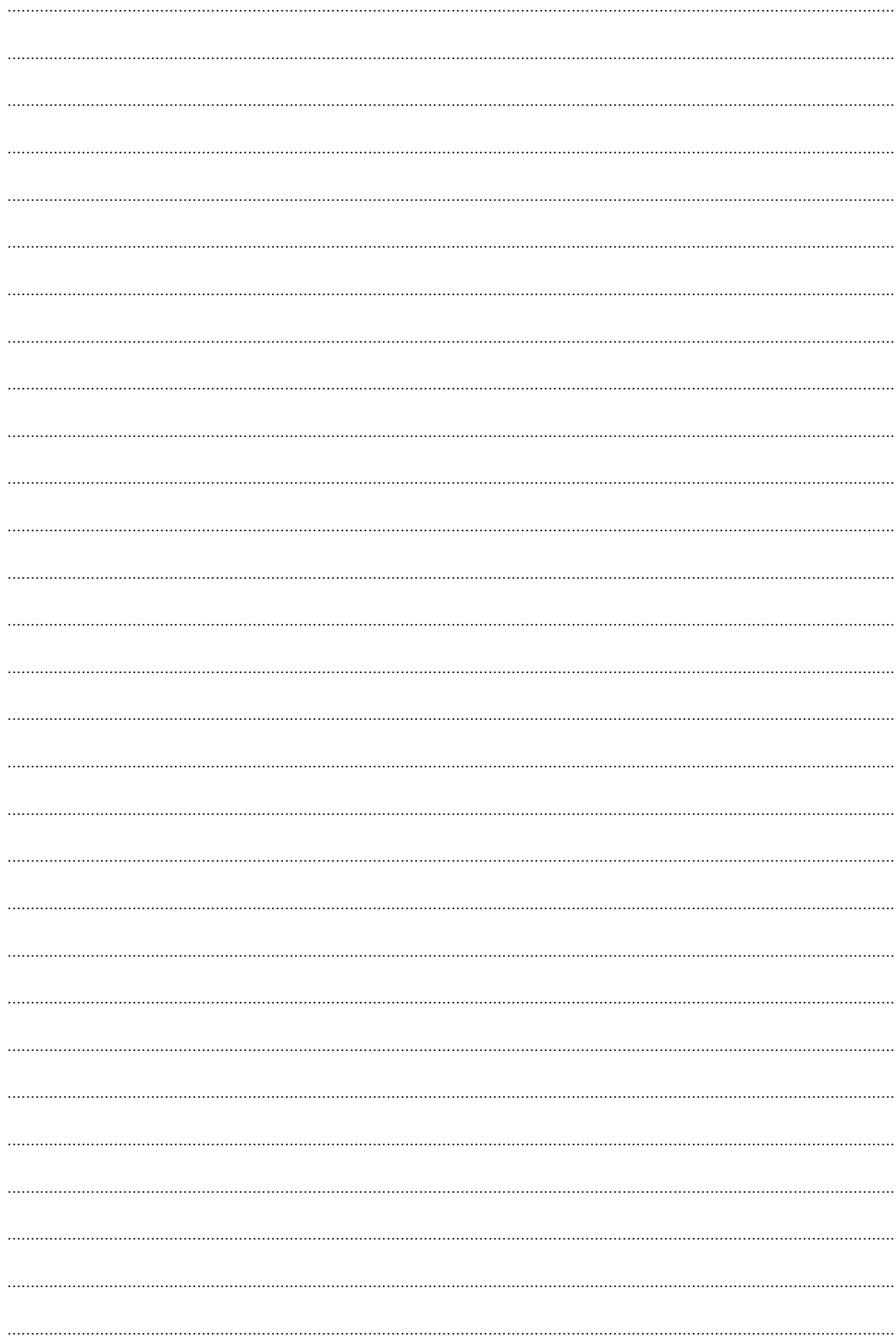
Du behöver:

- En balja eller tråg med låg kant, t.ex. framkallningsskål eller en större ugnform.
- En skiva i plast, laminat eller plexiglas, t.ex. en skärbräda, i A4-storlek.
- Pincett.
- Blyertspenna och suddgummi.
- Lämpligt papper för att pressa alger. Relativt tjockt, förslagsvis 180 g i storlek A4. Beroende på hur stora alger som skall pressas kan även papper i storlek A3 användas. Men då kommer du inte behöva doppa ner pappret i vatten utan lägger ut algen direkt på det torra pappret.
- Vanligt gråpapper och/eller dagstidningar
- Papperslakan. Klipp dem i A4- eller A3-storlek beroende på hur stora alger som ska pressas. Det är viktigt att lakanet täcker hela algen.

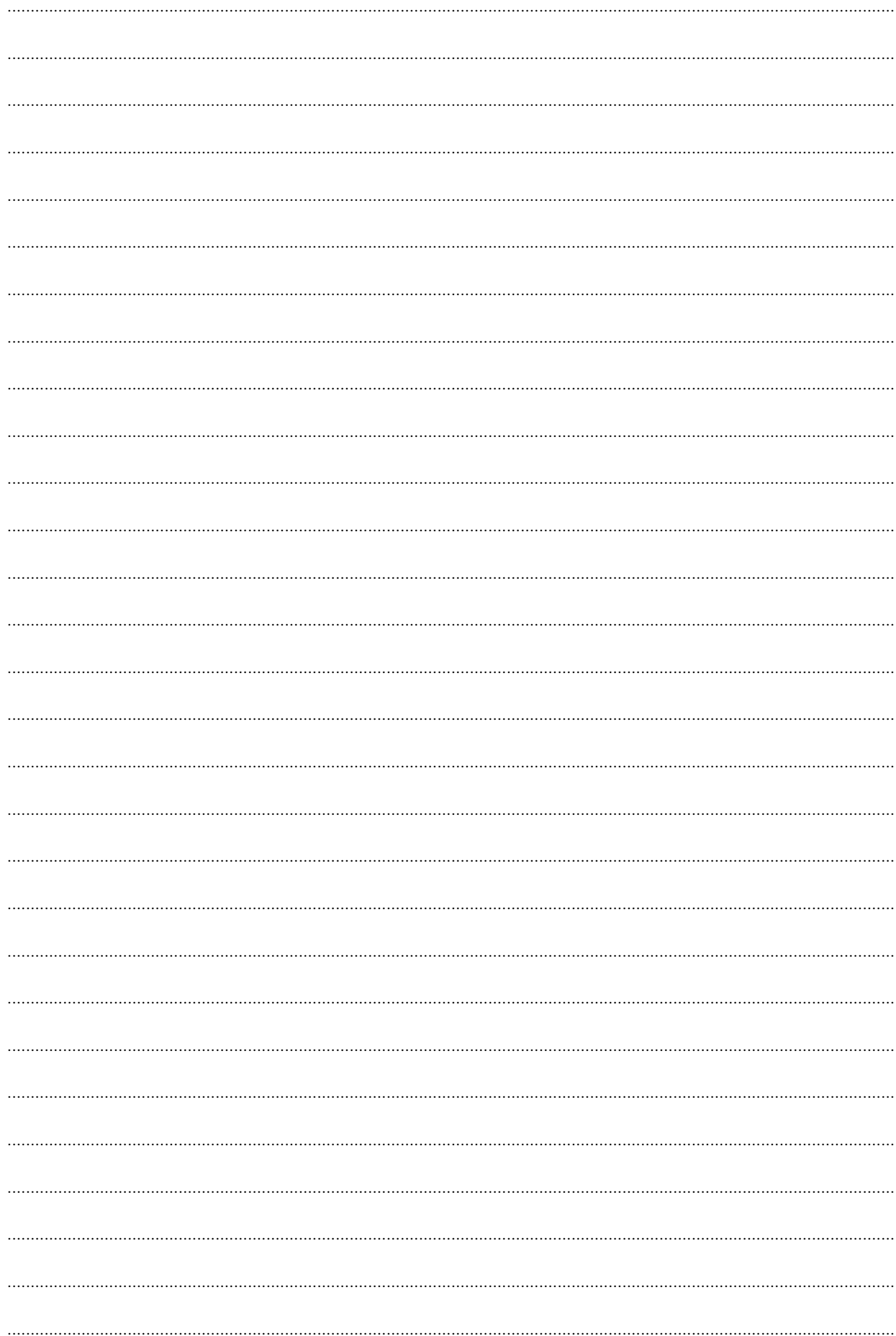
1. Artbestäm din alg.
2. Dokumentera vilken art det är, vilken plats den hittades på, vilket datum och vem som artbestämt. Skriv detta prydligt *med blyerts* nere i ena hörnet på det papper du vill pressa algen på. Se exempel i videon. Arta alla alger och skriv alla dina papper innan du börjar pressa, det blir enklare.
3. Håll vatten i baljan till 2–3 cm djup. *Viktigt!* Om det är alger från saltvatten behöver du hälla lite salt (ca 1 tsk per 2 liter) i vattnet så att algernas celler inte går sönder av osmosen. Då blir de fula och kan ruttna.
4. Lagg ner plastskivan i botten på baljan. Se till att den täcks med minst 1 cm vatten.
5. Lagg ner det uppmärkta pappret i baljan, ovanpå skivan. Se till att det ligger slätt under vattenytan med texten uppåt.
6. Sprid ut algen på pappret i vattnet. Justera så att grenar ligger fint på pappret med en pincett.
7. Drag försiktigt upp pappret ur vattnet genom att ta tag i skivan och nedre kanten på pappret. Lyft dem försiktigt (se exempel) så att algen följer med och se till att algen fortfarande ser fin ut. Rätta till eventuella ändringar med pincetten.

8. Låt vattnet droppa av genom att hänga upp pappret med algen på en slät yta. Det fastnar av sig själv på t.ex. kakel, plast eller mot bordskanten. Är det en tjockare alg som t.ex. blåstång, som inte kommer att fästa tillräckligt bra på pappret för att klara av att hänga, låt det istället torka upp genom att lägga det på en tidning eller en handduk.
9. När pappret inte längre är blött utan fuktigt, lägg det på ett gråpapper eller torr dagstidning och täck över algen med en tillklippt bit av pappers-lakan. Lakanet ska täcka hela algen, annars fastnar den i fel papper.
10. Lägg ett gråpapper eller en dagstidning över. Nu har du en täckt alg på ett papper mellan två gråpapper eller tidningar. En uppsättning.
11. Stoppa in din uppsättning i växtpressen. Varva varje uppsättning med ytterligare ett par tidningar emellan. De kommer suga upp all fukt. Byt tidningar och gråpapper ofta, i början en gång per dag. Du öppnar växtpressen, tar ut och känner med handen på alla gråpapper och byter ut de som känns fuktiga mot torra. De fuktiga hänger du på tork över stolar, på element eller i solen, och använder igen vid nästa byte. Efter en vecka bör de vara torra, beroende på luftfuktigheten. Känns de ändå inte helt torra, fortsätt byta papper några gånger till men inte så ofta.
12. När de är helt torra, sätt in dem i plastfickor i din herbariepärm.

forskarhjalpen.se







Kontaktuppgifter

Anna Ålander

Projektledare, pedagogiskt ansvarig
Nobelprismuseet
anna.alander@nobelprize.org

Paulina Wittung Åman

Museilektor, pedagogiskt ansvarig
Nobelprismuseet
paulina.wittung.aman@nobelprize.org

Lena Kautsky

lena.kautsky@su.se

Ellen Schagerström

ellen.schagerstrom@bioenv.gu.se

NOBEL PRIZE MUSEUM I SAMARBETE MED



FORMAS

