

Vårt varmare hav
LÄRARHANDLEDNING

Vårt varmare hav

- En läroportal om klimateffekterna på Östersjön



Foto: Baltic Seabird Project

Om materialet

-Vårt varmare hav-

Den här lärarhandledningen är baserad på materialet på läroportalen **Vårt varmare hav** som du hittar på bssc.se/vart-varmare-hav. Allt eftersom portalen byggs ut kommer materialet att uppdateras. Tveka därför inte att höra av dig med eventuella synpunkter och önskemål!

Syfte och målgrupp

Syftet med Vårt varmare hav är att förmedla forskning om hur vår del av havet - Östersjön - påverkas av klimatförändringarna. Vi vill också uppmuntra nyfikenhet och intresse för hur ny kunskap tas fram och kan förmedlas vidare. Vårt varmare hav riktar sig främst till elever och lärare på gymnasiet. Innehållet består av moduler för grundläggande kunskaper om klimatförändringarna och deras påverkan på havet och Östersjön, och tips på övningar och laborationer att göra i klassrummet. Aktuell forskning är en central del av innehållet:

- ➔ I modulen **Hur påverkas fisken?** får eleverna ta del av Anna Gårdmarks och Magnus Huss pågående forskning om hur fisk påverkas av varmare vatten
- ➔ I modulen **Var med och forska** är eleverna en aktiv del av Jonas Hentati Sundbergs forskning på sillgrisslor och hur de kan påverkas av extrema sommartemperaturer
- ➔ I modulen **Sprid kunskapen vidare** kan eleverna hjälpa till att sprida både forskarnas resultat och sina egna kunskaper vidare

Så här jobbar du med lärarhandledningen

Materialet på portalen riktar sig direkt till eleverna, och är tänkt att användas för en eller flera lektioner, beroende på kurs och hur mycket tid som finns till förfogande. Lärarhandledningen utgår från att ni som använder den har lite olika bakgrund och förkunskaper. Handledningen föreslår några undervisningsmoment för de olika modulerna, både om du vill arbeta med det under en lektion eller som ett längre tema. Men du som lärare bestämmer såklart själv vilka delar av materialet som är relevanta för just din klass!

Saknar du eller dina elever något på portalen, eller tycker något bör ändras? Hör av dig till oss!

“Ny” lärare under ytan?

För dig som inte känner dig helt bekväm eller uppdaterad när det gäller ekologi under ytan har vi samlat några tips på hur du kan förbereda dig och lägga upp undervisningen. Du som är lärare erbjuds även fortbildningar tillsammans med forskare under projektets gång - läs mer under fliken **För lärare** på portalen. Du som är med i projektet kan under våren 2022 även boka en kostnadsfri lektion om Östersjön hos oss på Baltic Sea Science Center (på plats eller digitalt väljer du själv).

Den grundläggande genomgången som ligger inbäddad i modulen **Basfakta om Östersjön** ger en bra överblick över Östersjön, ekologin och utmaningarna. På bssc.se finns ljudspår för en guidad tur i huset, men som också kan lyssnas på online (klicka på hörlurarna så hittar du dem).

Innehåll

-Lärohandledning-

Läroplan & agenda 2030	4
De olika modulerna – tips och trix	5
Basfakta om Östersjön	6
Basfakta om klimatet	9
Klimatet och Östersjön	11
Vad händer med fisken?	13
Var med och forska	15
Sprid kunskapen vidare	18
Laborationer och övningar	20
Albedoeffekten	21
Havsnivåer och smältande isar	23
Havsnivåer och densitet	25
Gaser i vatten – koldioxid	27
Organismer i lägre salthalt	29
Organismer i varmare vatten – djur	31
Organismer i varmare vatten – alger	33

Läroplan & Agenda 2030

-Vårt varmare hav-

I gymnasieskolan passar materialet exempelvis i följande kurser:

Naturkunskap

Nk1a1

Hållbar utveckling

Naturvetenskapliga arbetsmetoder

Nk1a2

Livsstil och miljö

Nk1b

Hållbar utveckling

Koppling mellan livsstil och miljö

Livsstil och miljö

Naturvetenskapliga arbetsmetoder

Nk2

Att pröva frågor naturvetenskapligt (delvis)

Biologi

Bi1

Ekologi

Organismers beteende

Biologins karaktär och arbetsmetoder

Bi2

Organismers funktion (delvis)

Biologins karaktär och arbetsmetoder

Geografi

Ge1

En klimatförändrad värld

Ge2

Klimatförändringar

Gränsöverskridande miljöproblem

Naturvetenskaplig specialisering

Portalen kan användas för att bygga ett mer omfattande moment om Östersjön och/eller klimatförändringarna. Passar alla delar av centrala innehållet:

Fördjupning

Arbete kring begrepp, metoder etc

Experiment och observationer

Tillämpningar

Granskning och tolkning av information

Naturvetenskaplig presentation

Materialet passar bra in under FN:s havsdekad - årtiondet för havsforskning. Läs mer på [SMHI.se](https://www.smhi.se).

Materialet i portalen kopplar även till flera av de globala målen för hållbar utveckling:



De olika modulerna

-Tips och trix -

Tanken med innehållet och upplägget med modulerna är att eleverna arbetar sig igenom de fyra modulerna i översta raden på startsidan, för att sedan hjälpa forskare i projektet om sillgrisslor. Eleverna kan även på olika kreativa vis kommunicera sina kunskaper och resultat vidare, i allt från en artikel till affischer eller en intervju. Du väljer såklart själv om ni fokuserar på en eller ett par moduler, eller arbetar med alla. Under respektive rubrik nedan finns idéer på upplägg utifrån **Lite tid**, **Mer tid**, eller **Oceaner av tid**. Modulerna som ingår i läroportalen är:

Basfakta om Östersjön

I den första modulen får eleverna grundläggande kunskap om Östersjön. Modulen tar bl a upp begrepp såsom bräckt vatten, övergödning, miljögifter och fiske.

Basfakta om klimatet

Här finns information om vad som händer på jorden när klimatet förändras. Information i form av film, bildspel, text och quiz.

Klimatet och Östersjön

Modulen innehåller bildspel med information om vad som kommer att hända i vår del av världshavet när klimatet förändras.

Vad händer med fisken?

Forskarna Anna Gårdmark och Magnus Huss från SLU berättar i två filmer om hur fiskar och annat liv i Östersjön kommer att påverkas av klimatförändringarna. Här finns repeterande bildspel med figurer från filmerna och ett quiz.

Var med och forska

I den här modulen får eleverna hjälpa Jonas Hentati Sundberg och hans forskargrupp vid SLU att studera hur ökande temperaturer påverkar Östersjöns sillgrisslor. På så sätt är de delaktiga i att ta fram ny kunskap!

Sprid kunskapen vidare

Låt eleverna kommunicera sin nyvunna kunskap vidare, t ex genom en utställning, en podcast eller en poster-session. Det kan handla om att informera men också påverka och skapa beteendeförändringar. Här samlar vi även elevexempel som inspiration, och tar framöver gärna emot fler elevexempel.

Laborationer och övningar

Här finns enkla demonstrationer och experiment som illustrerar vad som händer när klimatet förändras. Här finns också begreppsövningar, samt en guide till att läsa och förstå en vetenskaplig artikel.

Fördjupa dig

Här har vi samlat tips på några vetenskapliga artiklar som kan vara intressanta. allteftersom kommer här att fyllas på med länkar som berör ämnet.

-Tips och trix för modulen-

Basfakta om Östersjön

Syfte: Lära känna Östersjön och förstå att det är en känslig miljö

Bra att veta om innehållet i den här modulen

Östersjöcentrums (Stockholms universitet) genomgång om Östersjön ligger inbäddad i modulen. Den är tänkt att skapa en bra grundförståelse för de speciella förutsättningar som gäller i vår del av havet. Har ni arbetat med Östersjön på annat sätt innan kan den här sidan fungera som repetition.

Modulen knyter an till laborationen:

Organismer i lägre salthalt

Innehållet fokuserar på livet under ytan - fiskar, alger, plankton och smådjur. Men det kan vara bra att ha i åtanke att livet i havet och näringens kretslopp inte slutar med fisken, utan fortsätter upp på land med insekter, fåglar och däggdjur – inklusive oss människor. Viktiga organismer i Östersjön som inte tas upp särskilt mycket här är t ex sjöfågel, val och säl.

I frågan om varför mångfald är viktig (i quizet) står att allt levande släpper ifrån sig koldioxid. Det stämmer ju också för fotoautotrofer i deras cellandning, vilket kanske är ovanligt för elever. I fotosyntesen binds koldioxid, så en växande skog eller ålgräsäng binder mer kol än vad som släpps ut. I övrigt är hela växten eller algen en mer eller mindre långlivad lagringsplats för kol, precis som djur, svampar och bakterier.

Förslag i klassrummet om du har...

Lite tid

→ Kolla vad eleverna kan:

- Skriva ner tre saker som gör Östersjön speciell
- Tre saker som är värdefulla med Östersjön
- Försök att rita Östersjön och skriva in namnet på länderna runt omkring

→ Eleverna tittar igenom materialet under Basfakta om Östersjön. Ge dem i uppgift att ta fram 2–3 saker som var intressanta eller särskilt viktiga.

→ Få perspektiv på Östersjön som en liten del av havet – [TED Ed](#)

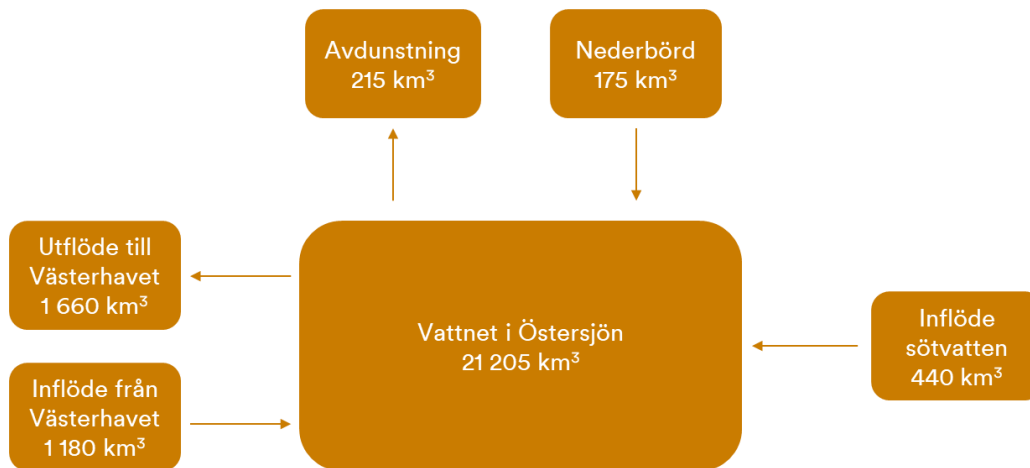
→ Efterkoll - eleverna återgår till sina punkter vid lektionsstarten:

- Stämde det du skrev i början? Fyll på med tre nya saker du lärt dig.
- Justera din karta. Skriv in något du lärt dig som kan noteras på kartan. Och markera något ställe du skulle vilja utforska!

Som alternativ för att greppa Östersjön går det att boka ett besök med pedagoger på Baltic Sea Science Center på Skansen - på plats eller som ett kortare digitalt besök. En sådan lektion är kostnadsfri för dig som arbetar med materialet på portalen.

Mer tid

- Gör laborationen **Organismer i lägre salthalt**, som illustrerar osmos och varför det är speciellt svårt att leva i Östersjön. Gör som demo eller låt eleverna planera, undersöka och utvärdera egna experiment. Läs mer under **Tips och Trix för modulen Laborationer och övningar**. Principen är intressant både för saltvattensanpassade arter i utsötat vatten, och för sötvattensanpassade arter i saltvatten.
- Fundera över Östersjöns vattenbudget tillsammans och diskutera vad som kommer hända om de olika flödena ändras: Vilka flöden borde finnas? Vad är största tillflödet? Finns det andra sätt för vattnet att ta sig ut från Östersjön än via sunden? Hur kan olika vattenflöden komma att ändras, t ex av klimatförändringarna? Och kan vi människor påverka något flöde?



Skissen ovan är baserad på uppgifter i boken *Biological Oceanography of the Baltic Sea* (P. Snoeijs-Leijonmalm m fl, 2018).

- Om avdunstningen ökar kommer salthalten i Östersjön att öka
 - Om nederbörden i avrinningsområdet ökar kommer i stället salthalten i Östersjön att minska. Dessutom ökar då transport av ämnen (gödande ämnen, humus och partiklar, kemikalier och miljögifter) från land via bäckar och floder.
 - Inflödet kan ändras beroende på hur väder och vind blir, och på så sätt minskar eller ökar salthalten i Östersjön. I nuläget är alltså nettoutflödet från Östersjön 480 km³ varje år, vilket påverkar salthalten i Kattegatt (och är anledningen till att man ofta inkluderar Kattegatt i begreppet Östersjön - se t ex HELCOMs rapporter och kartor).
- Det finns få arter i Östersjön och därför en ganska låg biologisk mångfald på artnivå.
 - Här kan man koppla till genetik och evolution och artbildning med exempelvis sill/strömming eller blåstång/smaltång, eller konvergent evolution hos sillgrissla/pingvin.
 - Låg mångfald innebär låg resiliens, med få arter som upprätthåller olika funktioner. Det är inte bara klimatet som ändrar spelreglerna för olika arter - utan även miljögifter, buller, fiske, ändrat predationstryck eller konkurrens samt övergödning. Här kan man arbeta med fördjupningar i de olika delarna, eller studera vilka arter som är viktiga för olika funktioner - tex torsk som håller styr på näringsväven, blåstång som flerårig boplats och skyddande miljö, blåmusslan som trots sin storlek filtrerar enorma mängder vatten, hoppkräfta/djurplankton som viktig länk i näringsväven mellan växtplankton och fisk.
 - Varför ska vi skydda havet? Skatta värdet av Östersjön! Spalta upp några ekosystemtjänster eller nyttor som Östersjön kan innebära för oss människor och försök värdera dem. Exempelvis:
 - Produkter - t ex alger, fisk
 - Upplevelser, rekreation (inklusive sportfiske, fågelskådning, grilla & chilla)
 - Kultur, identitet, historia
 - Nyfikenhet, vetskap om att det finns liv under ytan

Jämför med en undersökning som gjordes för 10 år sedan och finns publicerad [här](#) eller med kostnaderna förknippade med att [återskapa vikar](#).

Oceaner av tid

- Gör en fältstudie och undersök olika livsmiljöer, identifiera olika arter. Utgå exempelvis från den digitala fälthandboken [Livet i havet](#)
- [Bygg Östersjöns ekosystem](#) med Naturhistoriska Riksmuseets e-lesson
- Vilka verktyg har vi för att kunna skydda havet? Använd Naturhistoriska Riksmuseets e-lesson [Spelet om Östersjön](#) som utgår från ett riktigt case
- Bredda projektet och koppla till historia/samhälle/kultur med dåtid-nutid-framtid om Östersjön som ett hav som skiljer och enar - exempelvis genom en visning på det nya museet Vrak på Djurgården.

Länkar och fördjupning

- Östersjöcentrums (Stockholms universitet) genomgång om Östersjön: balticeye.org/sv/livsmiljoer/basfakta-livet-i-ostersjon
- How big is the ocean? (TED Ed): www.youtube.com/watch?v=QUW_Zv_iJb8&t=307s
- Fälthandboken *Livet i havet*: www.havet.nu/livet
- Naturhistoriska Riksmuseets e-lesson *Bygg Östersjöns ekosystem*: www.nrm.se/skola/forklassrummet/klassrumsmaterial/byggostersjonsekosystem.9006225.html
- Naturhistoriska Riksmuseets e-lesson *Spelet om Östersjön*: www.nrm.se/skola/forklassrummet/klassrumsmaterial/speletomostersjon.9006319.html
- Följ Östersjöcentrums löpande seminarier serie Baltic Breakfast digitalt: www.su.se/stockholms-universitets-ostersjocentrum/policyverksamhet/baltic-breakfast
- *Värdet av en friskare Östersjö*: havsmiljoinstitutet.se/publikationer/havet/2012/vardet-av-en-friskare-ostersjo
- Projektet Levande kust: www.su.se/forskning/forskningsprojekt/levande-kust?open-collapse-boxes=research-project-publications
- Gå med i det nationella nätverket för marin pedagogik: havsmiljoinstitutet.se/verksamhet/projekt/marin-pedagogik

-Tips och trix för modulen-

Basfakta om klimatet

Syfte: Förståelse för varför klimatet ändras och vad som händer, och få verktyg för att tänka kring åtgärder och livsstil.

Bra att veta om innehållet i den här modulen

I modulen finns en introducerande film från SMHI och Visualiseringscenter, ett bildspel, text och quiz.

Illustrationer av vad som händer i atmosfären är ofta kluriga och kan bli missvisande. Förenklingar och behovet av att visa elever med pilar vad som händer kan göra att missförstånd fastnar i elevens omvärldsbild. Det kan vara bra att få tag på elevernas uppfattningar om hur växthuseffekten och växthusgaser fungerar.

Vanligt är att elever blandar ihop ozonlagret med växthuseffekten. Ozon är förvisso en växthusgas, och ozonlagret absorberar en viss mängd UV-strålning. Var den yttre gränsen går är inte definierat eftersom gaserna egentligen bara tunnats ut längre ut från jorden, men fai.org har definierat Kármán-linjen till 100 km ovanför jordytan. Det är där solvinden skapar norrsken och stjärnfall börjar. Men det gör att den modell för atmosfären som vi brukar använda - med det yttre lagret utritat som en gräns, och att värmen från jorden "studsar" där och åker tillbaka mot jorden - inte är så bra, utan kanske snarare förvirrande.

I bildspelet finns exempel på självförstärkande climateffekter, men det finns ju fler: minskat albedo på grund av avsmältning av is, högre temperaturer leder till utsläpp av växthusgaser när permafrosten smälter, ökade temperaturer ökar avdunstning och därmed mängden vattenånga i atmosfären - en viktig växthusgas - och torka gör att risken för skogsbränder ökar så att kol bundet i vegetationen avgår som koldioxid och förstärker uppvärmningen.

Modulen
knyter an till
laborationen:

Albedoeffekten

Förslag i klassrummet om du har...

Lite tid

→ Titta på filmen *En varmare värld* från SMHI tillsammans. Några saker som kan diskuteras är:

- När solen går upp över horisonten syns det hur tunn atmosfären är. Jämför med senare i filmen (kring 1:40) där man för tydlighets skull visar den med helt andra dimensioner. Hur ser atmosfären egentligen ut, och vad är den gjord av?
- Vilka länder/kontinenter är det som syns på jorden efter att titeln dykt upp? Och vilka havsområden känns igen?
- När atmosfären visas ritas vågor som går in mot/ut från jorden. Varför är de olika?
(In: *ljusenergi*, ut: *värmeenergi*, och de har olika våglängd
 $E = (h \cdot c / \lambda) \cdot d \cdot v$ s *energin = Plancks konstant * ljusets hastighet / ljusets våglängd*
Solljus har hög energi och består av strålning med kortare våglängd, och det omvandlas till värme/infrarött ljus med lägre energi och därför längre våglängder.)
- Det dyker upp en graf när berättaren säger att jorden funnits 4,5 miljarder år. Den visar knappt 450 000 år bakåt i tiden, alltså bara en pytteliten del av hela jordens historia, och den visar hur temperaturen har förändrats historiskt (den visar alltså inte

medeltemperaturen på jorden, som ju är cirka 15 °C). Grafen blir intressant när vi pratar om framtida ökningarna i medeltemperaturen på 1, 2, ... 4 grader...!

- Summera tillsammans de faktorer som bidrar till att klimatet varierar:
 - kontinenternas placering på jorden - som är resultatet av strömmar i plasman under jordskorpan (p g a värme som bildas av radioaktiv aktivitet)
 - jordens förhållande till solen: jorden rör sig inte i en helt cirkulär bana, så avståndet till solen varierar
 - mängden växthusgaser i atmosfären: växthusgaser ökar mängden värme som hålls kvar, och mängden växthusgaser beror delvis på temperaturen, men fylls även på från jordens inre via vulkaner.
- Vilka symboler för människans anpassningsförmåga/påverkan skulle ni ha ritat in runt tiden 3:00?

→ Gör laborationen **Albedoeffekten** för att visualisera och känna skillnad på olika ytors förmåga att absorbera energi och omvandla den till värme.

Mer tid

- Låt eleverna göra små kortfilmer där de förklarar växthuseffekten och hur våra utsläpp av koldioxid kan påverka temperaturen på jorden.
- Gör elevövningarna kopplade till albedolaborationen: Att visualisera jordens energibudget, och fundera över hur de olika flödena kan påverkas.
- Fundera över hur koldioxidutsläppen kan minska: Vad av det som nämns i filmen kan du tänka dig att göra? Vilka åtgärder tycker du saknas? Ta reda på vad olika åtgärder är "värda" i minskade koldioxidutsläpp.

Oceaner av tid

- I filmen nämns våra resor - men hur långt låter du varor och prylar som du köper resa? I filmen visas flygplan som symbol, men mycket av varor och råvaror transporteras till havs - spana in någon av alla sidor där man kan följa lastfartygens väg genom AIS (Automatic Identifications System). Hur ser det t ex ut med fartygstrafik i Östersjön, och är det ett bättre sätt att transportera varor än med flyg? Ordna t ex en debatt där elever får en given ståndpunkt att argumentera för efter att ha samlat på sig faktaunderlag. Förslag på frågor att diskutera:
 - "Antal fartygstransporter på Östersjön ska bli flera"
 - "Konsumtion av onödiga saker måste begränsas"
 - "Lagstifta om förbud mot onödiga flygresor, exempelvis nöjesresor"
 - "Begränsa boendeytan per person för att spara energi"
- Utsläppen kan vi människor delvis påverka, men det kan vara intressant att arbeta vidare med kolsänkorna. Vad går att göra rent tekniskt? Kan vi skynda på upptaget av koldioxid? Läs exempelvis delar av IPCC-rapporten *Klimat i förändring 2022 - Att begränsa klimatförändringen*. Rapporten "utvärderar kunskapsläget avseende vetenskapliga, tekniska, miljömässiga, ekonomiska och sociala aspekter gällande begränsning av klimatförändringen" och finns på SMHI.se. Sök exempelvis på ordet "cost" i sammanfattningen för beslutsfattare och se vad som kommer upp.

Länkar och fördjupning

- IPCC-rapporten *Klimat i förändring 2022 - Att begränsa klimatförändringen*: www.smhi.se/klimat/ipcc/ipcc-resultat/ar6-delrapport-3-effekter-anpassning-och-sarbarhet-1.143520
- Cameron Beccario har skapat en visualisering av vindar och strömmar på jorden: earth.nullschool.net

-Tips och trix för modulen-

Klimatet och Östersjön

Syfte: Att få en inblick i hur klimatförändringarna på många olika sätt påverkar vår del av havet.

Bra att veta om innehållet i den här modulen

Informationen om hur Östersjön på olika sätt kommer att påverkas är sammanfattat på ett översiktligt sätt i bildspelet. Det är tänkt som en brygga över till modulerna Vad händer med fisken samt Var med och forska som båda fokuserar på ökande temperaturer.

Förslag i klassrummet om du har...

Lite tid

- Låt eleverna kolla igenom bildspelet. Sedan kan de exempelvis återberätta bilderna för varandra - vilken av de olika förändringarna känns som om den kommer påverka Östersjön mest? Varför? Vad kommer att påverka dig personligen mest?
- Låt eleverna göra en informativ sammanfattande bild av en Östersjömiljö med de olika förändringarna inritade/beskrivna.

Mer tid

- Genomför laborationerna **Havsnivåer och smältande isar** och **Havsnivåer och densitet** för att illustrera några saker som händer.
- Dela in eleverna i grupper och låt dem hitta mer information om de saker som tas upp i bildspelet. Förslag på källor är havet.nu och SMHI.se, som har en hel del information om hydrologi och oceanografi. Redovisa muntligt eller gör en utställning i klassrummet med mingel under en lektion. Kanske alla grupper får göra en eller ett par 1-x-2-frågor som ni sätter ihop i en tipspromenad?

Oceaner av tid

- Genomför experimentet **Gaser i vatten - koldioxid**. Gaser har olika löslighet i varmt och kallt vatten. Det beror lite förenklat på att molekylerna i varmt vatten rör sig snabbare, och då bryts fler av de ganska svaga bindningarna mellan den lösta gasen (exempelvis syrgas) och vattnet. Gasen "lossnar" alltså från vattnet. Att just innehållet av syrgas minskar i ett varmare hav kan få stora konsekvenser för livet i havet.
- Låt eleverna läsa någon av artiklarna som finns under **Fördjupa dig**, exempelvis
 - 1) *Long-term changes in trophic ecology of blue mussels in a rapidly changing ecosystem*
 - 2) *Projected future climate change and Baltic Sea ecosystem management*Ta gärna hjälp av handledningen **Att läsa en vetenskaplig artikel** under **Laborationer och övningar**.

Modulen knyter an till laborationerna:

Havsnivåer och smältande isar

Havsnivåer och densitet

Gaser i vatten - koldioxid

→ Hur kommer framtiden att se ut för Östersjön? Låt eleverna skriva eller spela in korta framtidsberättelser - hur ser ett besök vid stranden ut? Inspireras av den [framtidsvision](#) som togs fram av Östersjöfonden 2020 och skriv egna personporträtt - dessa berättelser kan läggas upp på sociala medier under hashtaggen #Östersjön2049. Det finns även ett medborgarforskningsprojekt som utgår ifrån just skapandet av positiva visioner för framtiden - [Utopian Stories](#) - vid Göteborgs universitet. Länkar hittar du nedan.

Länkar och fördjupning

- Klimatförändringarna och havet: www.smhi.se/klimat
- Livet i havet: Havet.nu
- Livet runt Östersjön 2049 - glimtar av en möjlig framtid: ostersjofonden.org/app/uploads/2018/11/o49-vision-sv.pdf
- Utopian Stories: www.gu.se/forskning/utopian-stories

-Tips och trix för modulen-

Vad händer med fisken?

Syfte: Dels att få en inblick i hur forskning om förändringar i havet kan gå till, dels kunskap om hur fisk påverkas av uppvärmning och vad det kan få för konsekvenser för exempelvis matförsörjningen.

Bra att veta om innehållet i den här modulen

Efter filmerna finns ett bildspel med illustrationerna som använts i filmen. Det kan vara hjälpsamt som repetition, då filmerna tar upp ganska mycket information på kort tid.

Modulen kommer inför hösten 2022 att kompletteras med ytterligare en film om hur Annas och Magnus forskning går till. De arbetar med experiment, fältundersökningar och modelleringar.

I film 1 är det en hel del blåstång som visas, även om materialet i stort handlar om fisk. Det kan vara bra att nyansera bilden av livet under ytan och visa på andra organismer som kommer att påverkas av ökade temperaturer och andra ändrade förutsättningar. Blåstången i sig är en mycket intressant och viktig organism i Östersjön.

Under 2022 kommer innehållet att kompletteras med Snäckjakten - en instruktion för fältarbete och experiment om hur vattentemperaturer påverkar snäckor i Östersjön. Stay tuned!

Modulen knyter an till laborationerna:

Organismer i varmare vatten - alger

Organismer i varmare vatten - djur

Förslag i klassrummet om du har...

Lite tid

- Titta på film 1. Låt eleverna välja ut tre av bilderna i bildspelet att berätta om för varandra.
- Om ni känner för att leka: dela in eleverna i lag. Varje lag får skicka en "spanare" i taget som får titta på en bild från bildspelet (skriv ut bilderna och lägg dem med baksidan upp med en siffra på). Spanaren tar med sig bilden tillbaka, lämnar den till läraren och beskriver den i ord för sitt lag - bara med ord, utan att rita i luften med händerna, eller på annat sätt illustrera den. Laget bestämmer vilken bild från sin hög som de tycker stämmer bäst överens med beskrivningen, och markerar siffran. Då skickas en ny spanare till högen med bilder. När ett lag har klarat alla lappar slutar tävlingen, och flest rätt (på kortast tid) vinner. Bestäm gärna innan leken vilka ord som inte får användas när bilden beskrivs (t ex varm/kall, optimal, temperatur, fisk, kurva, graf, snabb, äter/mat/föda, osv). Anpassa leken så att den funkar för er!

Mer tid

- Titta på film 2. Ta reda på vad det spelar för roll att det i framtiden kommer att produceras mindre fiskbiomassa: Hur många människor försörjer sig idag på fiske - i Östersjön? I världen? Vilka alternativa proteinkällor finns, och hur skulle en mattallrik 2050 kunna se ut om den baseras på

lokalt producerad mat? (Exempelvis växtbaserat, vilket i Sverige kanske innebär att plocka upp gamla grödor som bönor igen, eller börja äta insekter och larver.

→ Gör experimentet **Organismer i varmare vatten - djur** och låt eleverna skriva en labbrapport.

Oceaner av tid

→ Gör experimentet **Organismer i varmare vatten - alger**. Experimentet kan varieras, men kräver lite pyssel eftersom odlingen tar lite tid att få till. Laborationen ger en nyanserad bild av att flera organismer än fisk/djur påverkas, och även lite bra experimentvana för eleverna. Ett roligt inslag är att uppskatta celltätheten med en räknekammare vid mikroskopering.

→ Låt eleverna läsa artikeln *Larval fish body growth responses to simultaneous browning and warming* som ni hittar under **Fördjupa dig**. Ta gärna hjälp av handledningen **Att läsa en vetenskaplig artikel** under **Laborationer och övningar**.

Länkar och fördjupning

- Utopian stories: www.gu.se/forskning/utopian-stories
- Håll dig uppdaterad med Baltic Breakfast. Inspelade seminarier hittar du här - bland annat om Klimatförändringarnas påverkan på Östersjön: www.su.se/stockholms-universitets-ostersjocentrum/policyverksamhet/baltic-breakfast

-Tips och trix för modulen-

Var med och forska

Syfte: Att eleverna engageras genom att bidra till forskning på en organism i Östersjön, sillgrissla.

I den här modulen får eleverna hjälpa Jonas Hentati Sundberg och hans forskargrupp vid SLU att studera hur ökande temperaturer påverkar Östersjöns sillgrisslor - något man inte vet så mycket om i dagsläget. Den här delen är under utveckling, och målet är att eleverna ska få en tydlig känsla av att de är med och bidrar till ny kunskap. Genom att arbeta med autentiskt material med frågor som ingen ännu har svar på är förhoppningen att elever ska känna delaktighet och engagemang.

Bra att veta om innehållet i den här modulen

Det här är en uppgift där eleverna får prova på att göra en riktig ekologisk studie i en lite kontrollerad miljö med filmmaterial som vi spelat in under de senaste säsongerna. Vi har valt ut filmklipp på grissloras beteende vid olika temperaturer och uppgiften handlar om att försöka se om beteendena förändras när det blir riktigt varmt (och eventuellt riktigt kallt).

Extremtemperaturer uppstår väldigt sällan – kanske bara några gånger per år – men kan ha väldigt stark effekt på fåglarna. Här handlar det om att hitta dessa extremfall – samtidigt som vi behöver referensmaterial för olika temperaturer för att se också när detta inte sker. Många klipp kommer visa det vanliga livet på hyllorna med fåglar som bara gnabbas, ruvar, kelar eller tar hand om sina ungar – men om studenterna också kan hitta fallen där de lider av höga temperaturer är det av stort värde för vår forskning!

Jonas listar några exempel på värmereglerande beteenden. Ett fjärde beteende som man har kunnat observera där sillgrisslan kastar huvudet bakåt och samtidigt öppnar näbben hastigt tror man också vara relaterat till värmereglering. Men på vilket sätt och med vilken funktion är ännu oklart. Vid en pilotstudie för några år sedan trodde man att det var skrik, men vid närmare analys av videomaterialet visade det sig att det inte lät något alls. Vissa tror att sillgrisslorna fuktar halsen på detta sätt.

Modulen består av två delar:

Del 1 innehåller film, quiz och bildspel om den spännande havsfågeln som samlas för att häcka på Stora Karlsö. Eleverna får också en inblick i hur forskning kan gå till och varför sillgrisslan är spännande att studera - och lite extra utsatt för extremvärme. Sidan inleds med att Jonas berättar om sitt intresse för sillgrisslan.

Del 2 inleds med rubriken Hjälp forskaren Jonas att logga sillgrisslans beteende. Här kan ni tillsammans titta igenom några exempelfilmer på värmereglerande beteenden som forskarna är nyfikna på att veta mer om. Längst ner på sidan i del 2 finns instruktioner för hur eleverna ska gå till väga.

Målet är att under 2022–2024 samla in tillräckligt med data för att forskarna ska få underlag för att förstå mer om sillgrisslan under dagar med extremvärme.

Förberedelser



Hämta ett kalkylark att sammanställa elevernas data i genom att klicka på länken [här](#). Eleverna kommer även själva åt kalkylarket, så de kan skapa egna kopior att fylla i, men här behöver du själv tänka igenom hur det ska gå till logistiskt. Huvudsaken är att elevernas data till slut sammanställs i ett och samma dokument. Kalkylarket har färdiga rubriker, *ändra inte ordningen eller upplägget i tabellen!*



Välj filmklipp (forskningsmaterialet) till klassen genom att gå in [här](#). Du kan välja vilka mappar som helst, men vi ser gärna att vi får en bra spridning. Därför hittar du även en tabell där du kan sätta ett kryss intill de mappar du väljer - välj gärna mappar som ingen eller få har valt tidigare.

Materialet med filmklipp kommer att uppdateras under april/maj 2022. Varje mapp kommer efter det att innehålla både klipp från varma och från svalare dagar, så att upplevelsen för eleverna blir mer varierad och kanske lite mer spännande. Men vi hoppas att så många som möjligt testat/arbetat med/analyserat det material som nu finns tillgängligt!

I klassrummet

Teori & bakgrund



Låt eleverna titta igenom modulen **Var med och forska, del 1**. Där finns bakgrundsfakta om vad sillgrisslor är, varför de är intressanta och hur forskare studerar de här fåglarna. Den består av film, quiz och bildspel, och fungerar som en introduktion till sillgrisslans ekologi och dess utsatthet för extremvärme. Detta kan ev göras som förberedande hemuppgift.



Titta igenom exempelfilmen och bilderna med beteenden i **Var med och forska, del 2**. Se till att eleverna har koll på vilka tre beteenden som de senare ska leta efter:

- Flämtning
- Vänd med bröstet mot solen
- Höjer skulderna

Insamling av data



Visa kalkylarket som eleverna ska fylla i, och förklara de olika rubrikerna.



Fördela klippen mellan eleverna. Klippen är relativt korta, men det är viktigt att eleverna är noggranna. De kan behöva titta igenom filmklipp flera gånger för att få med all data (beteenden, antal individer etc) som ska med i kalkylarket. **OBS!** Det är såklart viktigt att eleverna förstår att uteblivna värmestressbeteenden också är viktiga data, liksom eventuella noteringar av sådana beteenden vid lägre temperaturer.

Klippen är från tre olika (konstgjorda) klipphyllor. Det är för dessa hyllor som beteenden och antal fåglar registreras, inte för det större klippområdet i bakgrunden. De tre klipphyllorna är *Farallon 3*, *Triangle 3* och *Røst 3*. Alla är uppkallade efter kända sillgrisslekolonier i världen: Røst i Norge, Triangle Island i Kanada och Farallon Islands i Kalifornien (Googla gärna!)



Eleverna samlar in data. Observera att de behöver ta reda på temperaturen för varje klipp. Länk till temperaturdata finns i modulen **Var med och forska**, längst ner i **del två**. Där söker eleverna reda på rätt temperatur utifrån tid/datum som anges i varje filmklipp.

Rapportering och avslut



Se till att all data sammanfattats i klassens gemensamma kalkylark. Dela eller skicka kalkylarket till bssc@skansen.se. Du får ett meddelande när era data är tillagda och synliga i det projektgemensamma dokumentet, som går att se [här](#).



Avsluta projektet exempelvis genom att låta eleverna analysera de data ni ser och diskutera om det går att dra några slutsatser. Detta kan göras i muntliga redovisningar eller i en mer vetenskaplig sammanfattning ("artikel"). Det kan då vara en naturlig ingång till att arbeta med **Att läsa en vetenskaplig artikel** som ligger i modulen **Laborationer och övningar**.

Länkar och fördjupning

- Projektgemensamt dokument:
- docs.google.com/spreadsheets/d/1iJGaqvlnI7-TKk6lc41S36gKZrAa3k0fu6ayhuAC3oo/edit?usp=sharing
- Kalkylark:
- docs.google.com/spreadsheets/d/1dTABhdGgvgY93hjZKtLLxVApXVvr6O5aFus2jIEqVL8/edit?usp=sharing
- Filmklipp:
- drive.google.com/drive/folders/11v1ckDzotjWC_zQGTJHQZnucUuRgUgkp
- Mappväljardokument:
- docs.google.com/spreadsheets/d/1ub75mu2pzGS3oob5ZEC3LVzwjLiOpE6TBCIqE1DBkIQ/edit#gid=0

-Tips och trix för modulen-

Sprid kunskapen vidare

Syfte: Att bidra till spridning av forskning och ny kunskap, och skapa engagemang.

Bra att veta om innehållet i den här modulen

Här har vi samlat några allmänna tips kring de olika sätten att kommunicera vetenskap som vi listar i modulen **Sprid kunskapen vidare**. Vi tar gärna emot dina erfarenheter, tips och elevers arbeten som inspiration och hjälp för andra lärare och elever.

Podda

Intervjua en forskare och gör ett poddavsnitt! Några tips inför poddskapandet:

- Ha en genomtänkt idé med en röd tråd och några stolpar och frågor att ställa, men undvik att läsa direkt från ett manus - det blir trevligare att lyssna på om poddaren pratar fritt
- Läs på om intervjuobjektets expertområde - det visar att du är intresserad av ämnet
- Ställ följdfrågor och försök hålla i gång ett dynamiskt samtal
- Det finns flera appar för enkel inspelning av podcast med en vanlig mobiltelefon - googla!

Filma

Filma och sätt ihop ett reportage på 3–5 minuter med bild, film, intervjuklipp och berättarröst. Hur kan ni engagera tittarna? Tänk t ex Vetenskapens värld eller liknande populärvetenskapliga tv-program. Eller varför inte ett nyhetsinslag om klimatet och Östersjön från framtiden? Hur ser världen ut om 50 år om vi agerar/om vi inte agerar? Några tips inför filmskapandet:

- Lägg tid på planering och skapa en tydlig storyboard (text och/eller bilder) och ett manus. Då sparar ni tid och energi längre fram.
- Några frågor att fundera över: Vad vill vi visa? Varför vill vi visa det? Hur ska vi visa det?
- Kolla att alla som medverkar i filmen är ok med det, samt att ni får filma där ni tänkt
- Våga begränsa er! Fokusera på ett väl avgränsat ämne i stället för att försöka täcka in allt om Östersjön och klimatet. Det blir lätt spretigt annars.
- Tänk på att ha en tydlig handling med en röd tråd från start till slut. Kanske med en oväntad twist?
- Vanlig mobilkamera funkar fint att filma med, men tänk på att alla klipp bör filmas i samma hastighet. Det brukar finnas enkla redigeringsprogram i smartphones, t ex iMovie i iPhone. Googla!
- Försök att undvika bullriga miljöer (om ni vill ha med ljudet i filmen alltså) - det är svårt att bli av med bakgrundsbrus i efterhand
- Håll kameran stadigt och lås fokus så skärpan inte åker in och ur under filmens gång
- Filma hellre för många och för långa klipp än tvärtom - det går fint att klippa bort i redigeringen
- Det viktigaste att komma ihåg är att storyn är viktigare än bildkvaliteten!

Gör en barnbok

Att förenkla så att alla kan förstå kan vara svårt, men roligt. Förklara det viktigaste på ett enkelt sätt, med text och listiga illustrationer eller fina fotografier. Några tips inför barnboksskapandet:

- Testa utkastet på barn i rätt ålder så ni inte skriver för en annan målgrupp än ni hade tänkt.
- Läs på så mycket som möjligt om ämnet - för att kunna förklara något på ett kortfattat och enkelt sätt behöver man bottna i ämnet ordentligt
- Leta gärna fram knasiga och oväntade fakta om det ämne ni väljer
- Använd korta meningar och enkla ord
- Även om det är viktigt att förenkla till en nivå som barnen förstår är det också viktigt att tänka på att faktan fortfarande är korrekt och inte missförstås. Tips! Ha en "faktaruta" för den vuxna som läser.
- Ha roligt när ni skapar boken!

Fokus: debatt!

Om du har engagerade elever kan det vara roligt att ställa till med ett diskussionscafé - bjud exempelvis in föräldrar eller andra klasser. Fundera i klassen vilka som kan vara intressanta att fråga dit - antingen låter du eleverna ta kontakt eller så gör du det. Kanske går det att göra digitalt? Låt eleverna sköta roddandet runtomkring: fika/snacks, presentation av ämne, moderering och att förbereda frågor som känns angelägna.

Gör en poster

En poster är ett vanligt sätt att visa sin forskning på ett översiktligt och lättförståeligt sätt, exempelvis på vetenskapliga konferenser. Några tips för att skapa en poster:

- Håll det kortfattat - vad är det viktigaste att ta med sig? Fokusera på det i stället för att få med allt ni kan.
- Fundera över hur postern kan funka som en ingång till ett samtal med skaparen snarare än en lång redovisning
- Visa så mycket som möjligt med illustrationer och bilder
- Layouten är viktig - det ska vara tydligt i vilken ordning man ska läsa (om det är viktigt), och en snygg poster lockar mer än en trist

Förklara

Låt eleverna genomföra och förklara några av laborationerna på sidan med åskådare, - exempelvis som en utställning eller varför inte på någon grundskola i närheten? Några saker att tänka på:

- Viktigt är att anpassa innehåll och språk till målgruppen – det ska varken vara för lätt eller för svårt
- Använd gärna förklarande rekvisita - som en jordglob eller en leksaksfisk

Skriv populärvetenskap

Att skriva så att alla förstår kräver att man har bra koll själv. Men det kan vara en rolig form som är lite friare än en vetenskaplig text. Skolverket har en text om att skriva populärvetenskapligt, läs den via länken nedan. Kanske har ni någon skoltidning eller webbsida där texterna kan läggas upp?

Fokus: lösningar!

Intervjua experter inom olika fält. Ta reda på hur de ser på vad som behöver göras, och hur åtgärderna kan gå till. Hur går det till att lagra koldioxid i havsbotten? Kan vi gödsla hav med järn för att öka organismers upptag av koldioxid? Låt eleverna redovisa i klassrummet. Kanske kan ni ordna ett klimathack? Naturskyddsföreningen har tagit fram en handledning för detta som du hittar nedan.

Länkar och fördjupning

- Forskarpodden – studenter möter forskare: www.skansen.se/sv/bsscforsskarpodden
- Filmskola: www.safarisverige.nu
- Att designa en poster: www.youtube.com/watch?v=agtggnJP3KoQ
- Skolverket om att skriva populärvetenskapligt: www.skolverket.se/download/18.1d7693d81684bec9282730/1548151345321/popularvetenskaplig-artikel-naturvetenskap-teknik-grundskola.pdf
- Exempel på populärvetenskapliga artiklar: www.havet.nu och www.forskning.se
- Naturskyddsföreningens handledning *Ordna eget klimathack*: www.naturskyddsforeningen.se/skola/klimathack-genomforande/

-Tips och trix för modulen-

Laborationer och övningar

Här finns enkla experiment som illustrerar vad som händer när klimatet förändras. På portalen finns labinstruktioner för eleverna. Där hittar ni också begreppsövningar, samt hjälp för eleverna att läsa och förstå en vetenskaplig artikel.

Bra att veta om innehållet i den här modulen

De flesta av laborationerna är snarare demonstrationer som kan öka förståelsen. De kan passa in i basmodulerna så här:



Det går såklart att variera övningarna. Instruktionerna under “Gör så här” är bara förslag, det finns massor av varianter som kan vara intressanta att testa, några förslag finns under “Testa vidare”.

Övningarna kan göras som demonstration i klassrummet, i labgrupper eller så att eleverna får ansvara för olika laborationer och visa/förklara för varandra. Det skulle även kunna genomföras som en utställning, där de får göra posters med fördjupande information.

Under projekttiden (2021 - 2024) kommer innehållet att utvecklas ytterligare.



Albedoeffekten

Undersök olika ytors albedo.

Syfte

Att förstå att olika ytor har olika stor förmåga att reflektera ljus. Effekten av klimatförändringarna gör att andelen ytor som reflekterar ljus (snö, is och glaciärer) minskar, d v s jordens albedo sjunker. Större andel mörka ytor kommer att öka uppvärmningen, och detta är en av de självförstärkande effekterna av klimatförändringarna.

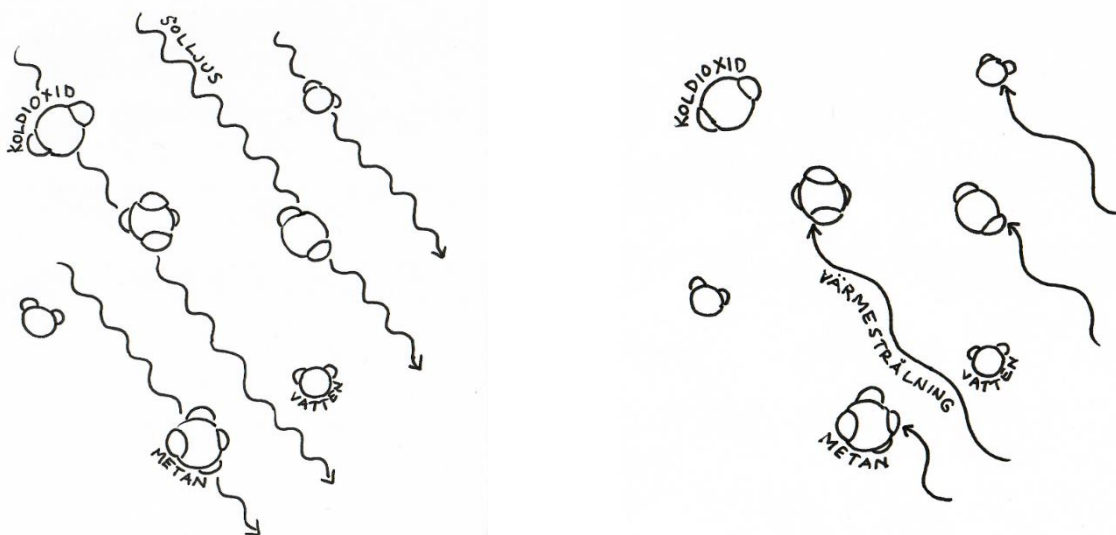
Praktiskt

Övningen går snabbt att genomföra och är enkel att ställa upp. En vanlig skrivbordslampa och t ex svart och vitt papper. Eleverna känner med handen, där det finns nervceller som reagerar på värme och kyla.

Tips att prata om

Energiprincipen - att energi inte kan skapas eller förbrukas, bara omvandlas. För att ersätta fossila bränslen (som är en form av långtidslagrad solenergi!) är energi från solen ett alternativ. Solenergi kan fångas in med exempelvis solceller, men även av gröna växter, alger eller vissa bakterier. Här kan man med fördel komma in på solceller och solpaneler vad gäller teknik, resurser för tillverkning samt möjlighet att cirkulera material och potentialen i relation till Sveriges eller Europas energiförbrukning.

All energi som når jorden är ljus från solen. Vad som händer med ljusenergin beror på partiklar i atmosfären, men framför allt på hur jordens yta ser ut där ljuset strålar in. Ljusa ytor är ljusa just för att det mesta av inkommande ljus reflekteras, och mörka ytor är mörka just för att ljus absorberas och inte reflekteras. Ljuset som inte reflekteras tillbaka omvandlas till värme. Det är denna värmeenergi som sedan strålar ut från jordytan och som kan absorberas av ("fastna i") växthusgaser. Det här kan vara en bra illustration för att få bort idén om att värmen skulle studsas mot ozonlagret, en föreställning som kan finnas hos en del elever.



Hur jordens yta ser ut och hur den förändras kommer att spela roll för hur mycket av solinstrålningen som blir till värme. Människan påverkar också jordytan direkt genom exempelvis hur vi brukar jorden, bebyggelse och hårdgjorda ytor samt avskogning. Vi påverkar också mängden värmeabsorberande partiklar i luften, exempelvis sot.

Vattens albedo är ungefär 0.1. Det betyder att 10 % av ljusenergin reflekteras, och resterande 90 % absorberas och blir värme. Naturliga ytor har ett albedo på någonstans 0.05-0.3 (5 % - 30 %). Snös albedo är över 0.6 - is och snö är alltså viktiga för att reflektera bort energi som annars blir värme. Nyfallen snö

reflekterar upp till 80–90 % av det inkommande ljuset! Om jorden var täckt av is skulle albedot vara 0.84. Om jorden vore täckt av mörk skog skulle albedot vara 0.14.

I verkligheten är det mer komplext än de här uppskattningarna - exempelvis absorberas olika våglängder olika mycket i olika miljöer. Moln eller flygplansstrimmor kan både skärma av inkommande solljus eller stänga inne värmen i atmosfären.

Vetenskaplighet

Uppfylls kravet på repeterbarhet och objektivitet i försöket? Kanske bör försöket göras med blindtest, där testpersonen inte ser vilket papper man känner på.

Elevövning

- Låt eleverna göra en visualisering av jordens energibudget. Mängden solenergi som strålar in kan antas vara konstant - vart tar energin vägen? Hur stora är flödena i förhållande till varandra? Solljuset som absorberas driver till exempel fotosyntesen, avdunstning, avsmältning av is och snö, och värmer jorden. Men solljus kan också reflekteras tillbaka eller spridas i atmosfären. Jämför med [NASA:s](#) sammanställning över energibudgeten.
- **Diskutera:** Kan vi människor på något sätt påverka pilarna och minska energin som blir kvar på jorden? Låt de lista en massa åtgärder - högt och lågt: ett stort parasoll mot solen, partiklar eller konstgjorda moln i atmosfären, ändra sammansättningen i atmosfären (begränsa utsläpp av växthusgaser men också se till att de som redan finns fixeras t ex i fotosyntes eller på något annat sätt), lägga ut enorma vita dukar med vitt tyg (se t ex konstnärskon [Bigert och Bergströms](#) projekt på Kebenekaises sydtopp)

Variationer/vidareutveckling

- Går det att bygga om experimentet och använda någon mätutrustning? Har ni tur har skolan tillgång till värmekamera. Den kan användas för att undersöka värmestrålning från olika ytor.
- Vad händer om lampan står på olika avstånd? Plotta avståndet mot temperatur. Översätt det till vårt solsystem, där planeterna är olika "ytor".
- Olika lampor drar som du kanske vet olika mycket energi. Förr fanns glödlampor, nu finns även lågenergilampor, halogenlampor och LED. Testa och jämför, här kan man komma in på olika val och fördelar/nackdelar med de olika. Här kan man också komma in på konsumtion och vad vi "behöver".
- Bygg en soldriven varmvattenberedare. Enklast är en svart påse i solen. Går det att få upp någon

Solen lyser alltid upp halva jordklotet, och eftersom jorden är rund får området vid ekvatorn mer solenergi per kvadratmeter än områden nära polerna - där samma mängd solenergi lyser på en större yta. Solenergin som når jorden är i genomsnitt 340 watt/m² (en lågenergilampa lyser med ungefär 1–5 watt, en mikrovågsugn använder ca 100 watt). En tredjedel av solljuset reflekteras tillbaka ut i rymden.

Länkar och fördjupning

- NASA:s sammanställning över energibudgeten: www.nasa.gov/feature/langley/what-is-earth-s-energy-budget-five-questions-with-a-guy-who-knows
- Konstnärskon Bigert och Bergströms projekt på Kebenekaises sydtopp: bigertbergstrom.com/works/the-freeze
- Radiation and albedo experiment: scied.ucar.edu/activity/learn/radiation-albedo
- Nationellt resurscentrum för fysik – frågelåda: fragelada.fysik.org/index.asp?id=20758&close=true
- Solstrålning: www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/stralning/solstralning-1.4186
- Mer om jordens albedo: earthobservatory.nasa.gov/images/84499/measuring-earths-albedo



Havsnivåer och smältande isar

Jämför hur smältande isar påverkar havsnivån.

Syfte

Att förstå betydelsen av smältande landisar för havsnivån på jorden.

Praktiskt

Se till att i god tid ha fryst in två klumpar vatten, exempelvis i ett par deciliter i nederdelen av tomma mjölkkartonger eller i pappersmuggar. Det behöver såklart inte vara en sten i den ena behållaren, men kan bli lite mer pedagogiskt än t ex en upp-och-nervänd bägare... Om det dröjer innan försöket läses av kan behållarna täckas med plast för att hindra avdunstning. Man ser effekt inom 30 min - 1 h.

Tips att prata om

Varför havsisar inte bidrar till att höja vattenytan är egentligen lite krångligare än vid första anblicken. Det har dels med Arkimedes princip att göra - att flytkraften för en kropp i vattnet motsvarar massan av volymen vatten som kroppen tränger bort. Så eftersom isens massa motsvarar lika mycket vatten som den trängde undan från början händer det ingenting med vattennivån. Men det är också viktigt att komma ihåg att den fasta formen av vatten har en lägre densitet än flytande vatten och därför flyter (till skillnad från många andra ämnen). Hade isens densitet varit högre än vattnets, skulle isklumpen ha sjunkit, eftersom massan av isen hade varit större än massan av det undanträngda vattnet från isklumpen. Då hade vattennivån höjts något när isen smälte.

De största glaciärerna på jorden finns på Grönland och Island, men det finns över 160 000 glaciärer i världens alla bergskedjor. Att glaciärer minskar eller dör påverkar inte bara jordens albedo, ekosystemen på eller i närheten av glaciärerna, eller för den delen människors upplevelser av fantastiska snö och ismiljöer för exempelvis vintersport (jo, fundera över vikten av inkomst från turister och skidåkare). Glaciärer byggs upp vintertid men smälter lite under sommaren, och det är absolut avgörande för färskvattentillförsel och är det vatten som fyller på floderna i många områden i världen. Vatten som ska användas till matproduktion och dricksvatten bland annat. Dessutom är glaciärer naturliga arkiv för klimatinformation, och när en glaciär är borta försvinner också en viktig källa till klimathistorisk information för alltid.

Vetenskaplighet

Är det viktigt att ha exakt lika mycket vatten i de olika isklumparna och i bägarna, utifrån hypotesen eleverna har? (Det som är mest intressant är att observera nivån i de olika bägarna vid start och slut, eftersom isen som flyter inte kommer att påverka vattennivån, medan isen som ligger ovanför ytan, på stenen, bidrar till nivåhöjning.) De skulle kunna förutse vilken nivå vattnet hamnar på genom att väga isklumpen vid start, och omvandla till volym som ev kommer att tillföras volymen som finns i bägaren från start. Hur skulle försöket kunna få ännu högre noggrannhet, d v s komma så nära det sanna värdet som möjligt? (Ett förslag kan vara att ha en så hög/smäl behållare som möjligt).

Elevövning

- ➔ Låt eleverna reflektera - har någon varit på en glaciär någon gång? Spelar det någon roll om jordens glaciärer upphör att finnas? Det finns glaciärer i exempelvis Alperna som är ekonomiskt viktigt för ekonomin kopplat till skidturism. Och vad händer när miljarder människor inte kan få tillräckligt med dricksvatten eller vatten för bevattning för odlingar? (Svält, migration, och kanske ännu viktigare, ekosystem som förändras och försvinner - som i sin tur kan påverka utvecklingen av klimatet). Glaciärernas värde borde gå att uppskatta i rena pengar - gör ett försök!

→ Läxa före/efter lektionen kan vara att lyssna på glaciolog Gunhild Rosqvists [sommарprat](#), och skriva ett kort referat eller lyfta ut tre saker man tar med sig från programmet.

Länkar och fördjupning

- Sommarprat i Sveriges Radio P1 med glaciolog Gunhild "Ninis" Rosqvist: sverigesradio.se/avsnitt/gunhild-ninis-rosqvist-sommarprat-2021
- Material från Göteborgs universitet för lärare och elever om isar och glaciärer: polarisen.se



Havsnivåer och densitet

Jämför olika vattens densitet.

Syfte

Konkret och direkt övning som kan "lekas" lite med, men som ger en bra ingång till att prata om havsnivåer och om havets roll för klimatet på jorden.

Praktiskt

Karamellfärg funkar fint, men det går också bra att använda upplöst vattenfärg.

Tips att prata om

Havet på jorden absorberar en stor del av inkommande solljus (och värms då upp). Varmt vatten har, som experimentet visar, en lägre densitet, d v s har mindre massa per volymenhet. Det betyder att en

viss vattenmassa tar upp en större volym när det blir varmare. Det här är den främsta orsaken till de havsnivåhöjningar som nu pågår.

Strömmar i havet är en del av hur klimatet på jorden regleras, och hjälper till att jämna ut temperaturen mellan ekvatorn och polerna. Strömmarna drivs på av vinden och av skillnader i vattnets densitet (kallas den termohalina cirkulationen: termo=värme, halin=salt). Exempelvis kyls Golfströmmen successivt när vattnet färdas norrut, och sjunker upp i Norra Atlanten. Ett kallt Arktis är alltså viktigt som pump för havsströmmarna i en del av världshavet. (Tips! Visa animationen som finns på Digitala forskningsblad - se länk nedan).

Även salthalten påverkar densiteten. I Östersjön är det olika salt vatten i olika delar; det finns i Östersjön en horisontell gradient med minskande salthalt norrut och in i Finska viken. Det gör faktiskt att havsytan lutar en aning i Östersjön - man kan se de olika delarna i Östersjön som kommunicerande kärl, där trycket på ett visst djup måste vara samma. En högre vattenpelare krävs för vatten med låg salthalt jämfört med saltare vatten.

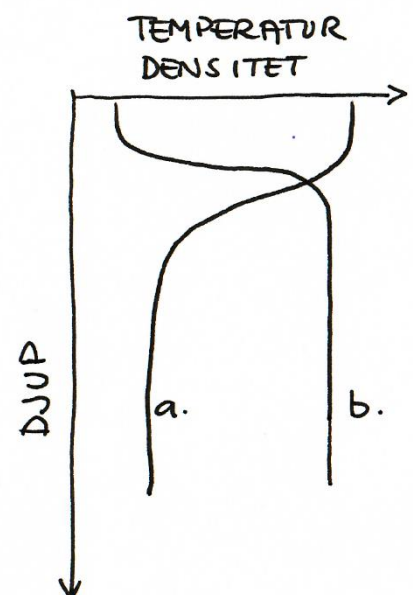
Vetenskaplighet

Är det temperaturen som avspeglar sig i försöket - eller är det karamellfärgen som flyter eller sjunker? Hur kan man ta reda på det? (exempelvis genom att göra försöket tvärtom, och färga in den andra typen av vatten)

Vattnets densitet skiljer sig ungefär från $1,00 \text{ kg/m}^3$ (rent vatten) till $1,025 \text{ kg/m}^3$ (vatten med 35 promilles salthalt) beroende på temperatur, men saltberoende densitet går ju att räkna fram. För att uppskatta densitet på vatten med olika temperaturer, kan man använda det faktum att ljusets hastighet ändras med vattnets densitet. Skillnaden i ljusets brytning kan mätas i en refraktometer.

Elevövning

- Låt eleverna i par förklara varför varmt vatten har lägre densitet än kallt vatten. (Högre temperatur innebär att molekyler rör sig mer och därmed tar de mer plats).
- Tänk att vattenprover tas på olika djup på en viss plats i Östersjön. Vilken kurva i grafen här bredvid visar temperatur och vilken visar densitet? (a visar temperatur, b visar densitet)

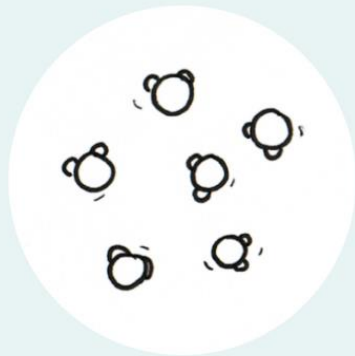


Variationer/vidareutveckling

- Undersök även skillnader i salthalt. Hur kan ökad nederbörd i framtiden påverka den unika och starka skiktningen i Östersjön? Tävla i hur många lager som går att göra. Ha gärna flera färger, och variera densiteten med både temperatur och med salt.
- Kallvattenpumpen vid Arktis driver Golfströmmen: visa genom att färga en isbit med karamellfärg och lägg i en bägare med kallt vatten. Då syns tydligt hur det kalla vattnet rinner ner. Jämför också med ett glas med nollgradigt smältande isvatten så att temperaturskillnaden minimeras (smältvattnet från isbiten är ju också noll grader Celsius). Hur påverkas Östersjön om Golfströmmen försvinner eller blir svagare?

Länkar och fördjupning

- Digitala forskningsblad drivs av Bolincentret och Vetenskapens hus i Stockholm. Här finns bl a en fin animering av havsströmmarna och det sjunkande vattnet i Norra Atlanten: forskningsblad.geo.su.se/havsstrommar



Gaser i vatten – koldioxid

Undersök hur mycket
koldioxid vatten kan ta upp.

Syfte

Att förstå havets roll som sänka för koldioxid, och hur uppvärmningen kommer att påverka havets förmåga att lösa CO₂.

Praktiskt

Här behövs sugrör, och känner du dig peppad går vass fint att klippa till och använda. Hämtas med fördel på senvintern, när den är torr och styvare då näringsämnen har gått ner i rötterna. Som alternativ till köpt indikator kan egen göras av rödkål, instruktion finns i länk under fördjupning nedan.

Tips att prata om

Passa på att gå igenom vad som händer när koldioxid reagerar med vatten. Förmågan att lösa koldioxid försämras med stigande temperaturer, men dessutom sänks pH i havet. Lyft exempel på

organismer (kalkskalsbyggare men även känsliga larvstadiet och vissa fiskyngel) som kommer att påverkas av ett lägre pH. Illustrera med en bit tavelkrita i t ex Coca-Cola jämfört med krita i vatten. Naturlig krita är bildad av fossila skal och består mest av kalciumkarbonat.

Här kan man också av allmänbildande skäl passa på att påminna om att syrgas från luften (eller från fotosyntesen i vattnet) främst löser sig i vatten, till skillnad från koldioxid som reagerar med vatten. Här kan man påminna även äldre elever om att alla djur som lever i vatten behöver syrgas, men den tas upp via gälar. Vi människor har ju lungor och tar upp syre från luft, precis som valar (däggdjur), sjöfåglar etc. Se koppling till labben **Organismer i varmare vatten - djur**.

Om vasstrån används som sugrör kan man bland annat nämna:

- Vass är ett gräs som kan växa både på land och i vatten, och är en vanlig och tålig växt som bland annat finns i utsötade vikar i Östersjön.
- Vass har haft en spännande betydelse i ett kulturhistoriskt perspektiv - både som foder och byggmaterial.
- Miljön i en vassbädd är viktig för många organismer som boplats och mat.
- Vass och andra växters roll för att binda sediment och hindra erosion, men även binda näring och lagra kol i rotsystemen via fotosyntesen - är det kanske t o m en spännande klimatsmart resurs? Vad går att hitta på med vass idag?

Vetenskaplighet

Med en lite mer standardiserad metod för hur mycket utandningsluft som tillförs vattnet (halten CO₂ varierar ju exempelvis mellan olika personer) kan temperatur plottas mot tiden det tar för färgomslag.

Elevövning

- Diskutera: Var det högre eller lägre temperaturer som löste mest koldioxid? Hur är det med andra ämnen, till exempel salt - löser det sig lättare i kallt eller varmt vatten? (testa om det behövs!)

Variationer/vidareutveckling

- Undersök olika vattentemperaturer i olika grupper. Hittar ni något mönster?
- En annan ingång är att vända på det hela, och att eleverna ska få läsk att behålla kolsyran - vilket är bäst: i kyl eller i rumstemperatur (en sådan övning finns på KRC:s hemsida).
- Om syremätare finns på skolan är det intressant att mäta syrehalten i vatten med olika temperaturer. Ett sådant försök kan läggas upp på lite olika vis. Låt t ex vattenprover stå under en

tid för att jämviktas mot luften, i ett par olika temperaturer med exempelvis isbad, rumstemperatur och vattenbad med lite högre temperatur (använd t ex en doppvärmare för akvarier). Blanda om vattnet regelbundet. Mät därefter syrehalten. För livet under ytan är sjunkande syrenivåer en ganska allvarlig effekt av uppvärmningen. Höjda temperaturer ökar metabolismen hos många djur och alger och därmed behovet av syre. Ibland möter vi elever som inte tänker sig att djur under vattnet har behov av - eller tar upp - syre från vattnet.

- Passa på att låta eleverna “ta bort” koldioxid med hjälp av fotosyntes. Använd växtplankton om ni har eller någon akvarieväxt/alg (exempelvis tarmtång om ni bor nära kusten): jämför exempelvis en bägare som förvaras ljus och en mörkt en stund. Se om pH har stigit i behållaren där fotosyntesen pågått (i ljus), d v s om koldioxid har konsumerats. Växla upp till algers och växters roll i klimatregleringen, avskogning mm.

Länkar och fördjupning

- Laborationen är hämtad från KRC, men omskriven. Hos KRC finns recept på egengjord pH-indikator med rödkål: www.krc.su.se/utbildningsmaterial/laborationer/v-y/v%C3%A4xthuseffekten-och-koldioxid-i-v%C3%A4rldshaven-1.494800



Organismer i lägre salthalt

Undersök vad som händer i
en cell i olika salthalter.

Syfte

Att få förståelse för den salthaltsstress de flesta organismer i Östersjön lever under.

Laborationen ger också bra möjligheter att diskutera experimentdesign och vetenskapligt arbetssätt.

Praktiskt

Det här är en öppen labb, som kan genomföras på olika sätt. Gå igenom principerna för osmos (passar extra bra i Biologi 2) och låt eleverna på lektionstillfälle 1 planera sitt upplägg, så att det material de behöver finns till själva genomförandet.

Dialysslangen köps hos leverantörer av labmaterial till skolor. Slangen kan släppa igenom en del joner, så de elever som eventuellt smakar på vattnet kommer att upptäcka det

(natriumreceptorer finns ju i munnen). Annars kan man använda volym eller vikt för att uppskatta om/hur vatten förflyttas. Varje grupp kan behöva 2–3 dialys”korvar”.

Dialysslangen ser ut som ett brett plastband när man köper den. Klipp bitar om minst 10 cm. Lägg bitarna i vatten så går de lättare att öppna. Kanske finns någon bättre metod än knutar i ändarna, så att slangen kan återanvändas - meddela oss gärna om ni kommer på något bra sätt! Det kan vara dyrt att låta eleverna ha replikat, men en kontroll är viktig. Om man t ex har bägare med saltvatten och sötvatten i korven behöver det ju jämföras med en annan bägare med sötvatten och saltvatten i korven, alternativt samma både utanför och innanför för att kunna analysera vad som hänt.

Tips att prata om

Eftersom Östersjön är ett ungt och bräckt hav finns det ännu inte så många organismer som är anpassade till den här ganska speciella miljön. Det innebär att de flesta djur, alger och växter är fysiologiskt anpassade genom evolutionen till antingen saltvatten eller sötvatten, och har system för att reglera salthalten i just den miljön. Det kan också vara så att den vuxna organismen klarar bräckt vatten men att andra stadier i livscykeln är känsligare. Ett exempel är havsöringens befruktade romkorn som måste vara i sötvatten för att överleva.

Kommentera t ex materialet dialysslang och vad den används till inom sjukvården - njurarna är ju våra organ för att bland annat hålla saltnivåerna i kroppsvätskorna på en jämn nivå - även om vi inte till vardags simmar runt i vatten.

Vetenskaplighet

Laborationen ger ett bra tillfälle att prata om experimentuppställning och vetenskapligt arbetssätt (t ex kontroll, replikat, objektivitet, reproducerbarhet), inklusive rapportskrivning och utvärdering (felkällor, men även vilka slutsatser som kan dras - och inte) och statistik (enkla tester, sannolikheter). Även pilotstudie, att bestämma vad som kan mätas för att hypotesen ska kunna testas och en massa annat spännande!

Elevövning

- Gör ett urval av Östersjöarter och ta reda på deras utbredningsgräns. Gör (tillsammans) en karta med utbredningsområdet för marina arter idag och i framtidens Östersjön. Vilka arter kommer att finnas vid kusten närmast där ni bor om nederbörden ökar och Östersjön sötas ut?

Variationer/vidareutveckling

- En snabbare och illustrativ variant är en potatisbit i saltvatten respektive i sötvatten (låt ligga en bra stund t ex över natten). Då kan man både se och känna vad som händer. Det går också att studera celler i mikroskop - t ex växtceller eller röda blodkroppar. Se om cellerna förändras i salt (exempelvis 35 ‰), isoosmotiskt (cirka 9 ‰ saltvatten) respektive sött vatten.

Länkar och fördjupning

- Om Östersjöarter och deras utbredningsgränser: artfakta.se/artbestamning
- CrashCourse på Youtube om Vetenskap vs Pseudovetenskap: www.youtube.com/watch?v=-X8XfI0JdTQ
- Khan Academy på YouTube om den vetenskapliga metoden: www.youtube.com/watch?v=N6lAzlugWw0



Organismer i varmare vatten – djur

Undersök hur vattnets temperatur påverkar metabolismen hos djur.

Syfte

Förståelse för att vattentemperatur påverkar djur i vatten.

Praktiskt

Här är det såklart viktigt att prata med eleverna om, och känna att man som lärare kan motivera, att ha levande djur i undervisning.

Blåmusslor kan köpas i väl sorterade mataffärer och kräver saltvatten (de tål salthalter mellan 12–40 ‰, optimalt runt 25 ‰). Blanda ca 40 g salt/liter vatten. De är tåliga, men eftersom de kommer från en kall kyldisk och säkert förvaras i kylskåp innan labbet bör de inte ha varmare än 15 grader (deras toleransgräns är runt 25 grader).

Nyponsoppa eller torrjäst funkar båda, och slammas upp i vatten. Om torrjäst används kan grumligheten mätas i antal celler per milliliter med räknekammare+mikroskop. Beroende

på grumligheten (mängd nyponsoppa/jäst i vattnet) kommer pseudofaeces att bildas, d v s att musslan packar ihop partiklar när det blir för mycket, och liksom “dreglar” ut det vid sidan av. Det är alltså inte bajs eftersom det inte passerat matsmältningen.

Det kan vara svårt att jämföra musslorna i de två bägarna, eftersom de kanske inte börjar filtrera exakt samtidigt. Ett sätt är då att bestämma en tid när det ser ut som om musslorna i varje bägare börjar filtrera, och låta dem köra t ex en kvart. Man kan ta bilder med telefonen och göra utsnitt ur färgen, och analysera RGB-färgerna i bilden. Om eleverna tar bilder med jämna mellanrum (t ex var 5:e minut) skulle dessa data kunna föras in i ett diagram.

Tips att prata om

Blåmusslorna vi kan köpa i affärer och i restauranger är samma art som de som lever i Östersjön, men de odlas på västkusten eller importeras från andra delar av havet. I Östersjön är blåmusslorna små på grund av det bräckta vattnet, men de är många. Beräkningar har visat att de varje år tillsammans filtrerar en volym motsvarande Östersjöns hela vattenvolym. Blåmusslan filtrerar ut plankton från vattenmassan, och är en viktig födokälla för t ex ejder. Vad skulle hända om blåmusslor i Östersjön får svårt att klara sig framöver? Här kan man koppla till en arts funktion och nytta/ekosystemtjänster.

Blåmusslans strategi är intressant: den sprids med vattenströmmar som larv, men sätter sig fast med starka byssustrådar, som den kan förflytta sig med lite grann. De kan alltså inte simma (vilket vissa andra musslor kan) och skalet ger skydd. Förutsatt att musslorna sitter på en bra plats med strömmande vatten behöver de bara andas och får då i sig både syre och ätbara partiklar. Passa på att visa de två öppningarna: den större flikiga öppningen där vatten sugas in, och en lite mindre slät öppning där vatten flödar ut. De har inga ögon, men kan reagera på rörelser i vattnet, så att skalhalvorna kan slutas.

För djur som kan förflytta sig (t ex fiskar) som är anpassade till kallvatten kan det bli viktigt att kunna ta sig till kallt vatten på större djup eller längre norrut när det blir varmare. Temperatursprångskiktet mellan kallt och varmt vatten i Östersjön kan ligga på 10–20 meter under sommaren. Men det blir såklart svårare att flytta sig till lägre temperaturer under perioder med extremvärme, då språngskiktet når långt ner och att det finns ett stopp i norr. Och sitter man som blåmusslorna fast är det ju inte ens möjligt att flytta sig.

Vetenskaplighet

Här kan man fundera över flera saker:

Hur kan filtreringshastigheten mätas objektivt? Kanske finns förväntningar på ett visst resultat som kan störa uppskattningen. Hur kan man göra då, om mätningen går ut på att uppskatta grumligheten med synen? Kan man kanske tillverka en liten siktskiva och mäta siktdjupet?

Filtreringshastigheten F (ml min^{-1} individ $^{-1}$) kan beräknas om partikelkoncentrationen har mätts i t ex räknekammare:

$$F = (V/nt) \ln (C_0/C_t)$$

där

C_0 är koncentrationen partiklar i vattnet vid tiden 0

C_t är koncentrationen partiklar i vattnet vid tiden t

n är antalet musslor

V är vattenvolymen

Experimentupplägg: passa på att prata om att experiment och undersökningar ofta kräver lite övning och hantverksskicklighet, hur bra och klokt upplägg man än har. Påverkas musslorna när de flyttas över till bägarna? Ligger termometern mot skalet och hindrar någon mussla från att öppnas helt? Kan något annat i tillvägagångssättet/försöksuppställningen påverka filtreringen, t ex pH eller syrehalten i vattnet? Ska man ha luftning till bägarna (pump, slang, syresten)?

Hur ser man till att alla musslor har samma koncentration av partiklar från start?

Lyft vikten av att ha kontroller: partiklarna som används för att grumla vattnet med faller till botten (sedimenterar) efter ett tag, så även en kontroll behövs för att justera mot det. Även i en bägare utan musslor kommer alltså vattnet att klarna.

Elevövning

- Utifrån blåmusslans funktion i ekosystemet: Vad finns det mer för olika funktioner som olika organismer kan ha i havet? (energiöverföring, geografisk transport av näringsämnen, vattenrening, predation, värd för parasit/bakterie, boplats/gömsle, erosionskydd, grävande djur som ventilerar botten osv). I Östersjön finns relativt få arter, och alltså få arter som upprätthåller en viss funktion. Välj ut ett antal arter/funktioner - vad händer med resten av ekosystemet om en av arterna inte klarar ett varmare hav?

Variationer/vidareutveckling

- Illustrera vilken öppning vatten tas in genom och vilken öppning vatten flödar ut ur (använd karamellfärg och en pipett, spruta försiktigt ut vid respektive öppning). Vilken är minst, och varför? Passa på att dissekera musslan, bilder och hjälp för det finns på nätet.
- Ett ökat fokus på blå ekonomi och hållbar mat från havet gör att blåmusslor är intressanta, även om det finns utmaningar i stora odlingar. Varför inte laga till musslorna för provsmakning?

Länkar och fördjupning

- Artikeln *Long-term changes in trophic ecology of blue mussels in a rapidly changing ecosystem* (som du hittar du i modulen **Fördjupa dig**)



Organismer i varmare vatten – alger

Studera hur temperaturer påverkar en algs tillväxt.

Syfte

Förståelse för att vattentemperatur påverkar inte bara djur utan även vattenväxter och alger.

Praktiskt

Beroende på vilken typ av alg/växt som används blir det lite olika krångligt och tar lite olika tid. Dela gärna med dig av erfarenheter så kan vi uppdatera den här delen med tips till alla.

Algodling från vår kultur (flagellaten *Tetraselmis suecica*) kan skickas till självkostnadspris (behållare + frakt), med minst 3 veckors framförhållning. Du behöver även planera in uppskalning av stamkulturen på skolan, och då är det bra att successivt skala upp kulturen över några veckor, och ganska snart fördela på två olika behållare, eftersom det kan komma in annat som börjar växa så att algodlingen kraschar. Det går såklart att använda andra alger och även växter i försöket. Som näringsmedium fungerar vanlig flytande växtnäring som ofta går att köpa i mataffären. Testa er fram till koncentration som

fungerar bra, ett ungefärligt mått kan vara 1 ml/l (både för lite och för mycket näring kan hämma tillväxten). Akvariepump, slang, termostat och salt till saltvattensakvarium går att hitta på nätet eller i väl sorterad djuraffär. En ljusramp hittar du t ex på Clas Ohlson eller i en växtaffär. Se till att ha hink med lock för att blanda saltvatten. Spädning av elevernas kulturer beror såklart på hur tät stamodlingen är när försöken startas.

Att hålla olika temperaturer för experimentet: Använd exempelvis vattenbad, där ena kan vara rumstempererat och andra värms med en termostat (går att köpa i t ex akvarieaffärer). **OBS!** Ha inte ner termostaten direkt i algodlingen utan i vattenbadet utanför.

Avläsning: Skaffa en räknekammare om ni har mikroskop. Det ger en bra bild av halten celler/ml, och ger lite nyttig mikroskopträning. Beroende på kurs och program kan eleverna räkna ut koncentrationen i antal celler/ml, eller bara räkna celler i samma antal rutor varje gång.

Om ni i stället uppskattar färgen (mörkt=hög algtäthet) skulle den kunna uppskattas med hjälp av en färgkarta. Plotta gärna allteftersom i ett gemensamt diagram.

Det kan vara bra att någon gång i veckan hälla över kulturen i ett rent kärl och rengöra behållaren, t ex med citronsyra. **OBS!** Använd inte diskmedel, det kan sitta kvar och påverka algerna. Häll sedan tillbaka kulturen. Försök i övrigt att se till att händer och redskap hålls rena när du och eleverna arbetar med algerna, för att minimera kontaminering av andra mikroorganismer.

Tips att prata om

Passa på att prata om algernas fantastiska funktion, inte bara som grund för ekosystemet, utan även som bindare av kol och transport av kol från atmosfären till havsbotten. Mikroalger har spännande former och har ofta en förmåga att förflytta sig med flageller (för att vandra uppåt mot solen på dagen), eller har vassa utskott som skyddar mot predation.

Olika grupper av alger finns: grönalger, rödalger, brunalger, kiselalger, dinoflagellater. Dessutom finns t ex cyanobakterier som bedriver fotosyntes.

Mikroskopiska alger, även kallade växtplankton eller fytoplankton, är tillsammans med makroalger och växter i havet avgörande för att det finns annat liv - precis som på land alltså. Vi tänker inte på dem, annat än när de syns i stora mängder under sensommarens algblomningar. Och då är det faktiskt mest bakterier

som vuxit till i det varma och näringsrika vattnet. Högre temperaturer kan alltså ge en högre tillväxt för vissa växtplankton. Precis som i djur går kemiska reaktioner snabbare i växter och alger om vattnet blir varmare.

Den övre delen av vattnet där tillräckligt med ljus finns för fotosyntes kallas den fotiska zonen. Under algblomningar grumlas vattnet och mindre ljus kan tränga ner till alger och växter på botten. Det kan också påverka sikten för rovfisk som jagar, exempelvis gädda. Algblomningar kopplar också till syrefria bottenar, eftersom stora mängder organiskt material hamnar på botten och syre konsumeras i nedbrytningen. Vattentemperaturen har stor betydelse för hur situationen med algblomningar och syreförhållanden på botten kommer att bli, trots att näringsutsläpp från avrinningsområdet runt Östersjön har begränsats.

Vetenskaplighet

Precis som för alla experiment kan man passa på att ta upp grundläggande saker som pilotförsök, replikat och kontroll, vikten av att märka upp odlingarna och ha bra dokumentation under försökets gång i exempelvis Excel.

Vilka variabler kan undersökas kontinuerligt? pH, temperatur, näringshalt (t ex med nitratstickor).

Elevövning

- Som alternativ till fossila bränslen har experiment gjorts med [genmodifierade alger](#), som fångar solens energi och tillverkar ... ja vad är det man vill att de ska tillverka? Och hur rimligt är det att gå till algproducerad diesel för våra bilar? Vilka andra möjligheter finns för att utnyttja algers tillväxt i framtiden?
- Alger finns i fler varor än vi kanske tänker på. Ta en titt i affären och se hur många matvaror med E-nummer mellan 400-407a du hittar. De innehåller alla ämnen från alger.
- Ni testar kanske inte salthalten, men en utspädning kommer sannolikt att ske i Östersjön, och påverkar troligen även mikrolivet. Exakt hur är i dagsläget mycket oklart, men man har sett att det sker ett skifte mot större andel cyanobakterier, vilket kan vara betydelsefullt för hur djurplanktonsamhället utvecklas. Läs artikeln om den stora planktonförändringen i Östersjön på [Östersjöncentrums hemsida](#).

Variationer/vidareutveckling

Det här experimentet går att variera på många sätt, beroende på art, salthalt, temperatur, mängd ljus, pH och näringshalt.

Diskutera hur parametrar hålls konstanta, t ex näringshalt. Hög tillväxt=hög konsumtion vilket leder till lägre koncentration av näring i vattnet.

Om klassen delas in i mindre grupper kan varje grupp ha två eller flera flaskor, en med varje temperatur, men de kan ställas gemensamt för temperaturhållning, och totalt ses som replikat för att kunna räkna statistik.

Länkar och fördjupning

- Gentekniknämnden om modifierade alger: www.genteknik.se/genmodifierade-mikroalger-for-produktion-av-biobransle/
- Artikel om den stora planktonförändringen i Östersjön på Östersjöncentrums hemsida: balticeye.org/sv/overgodning/vaxtplankton-forandras/