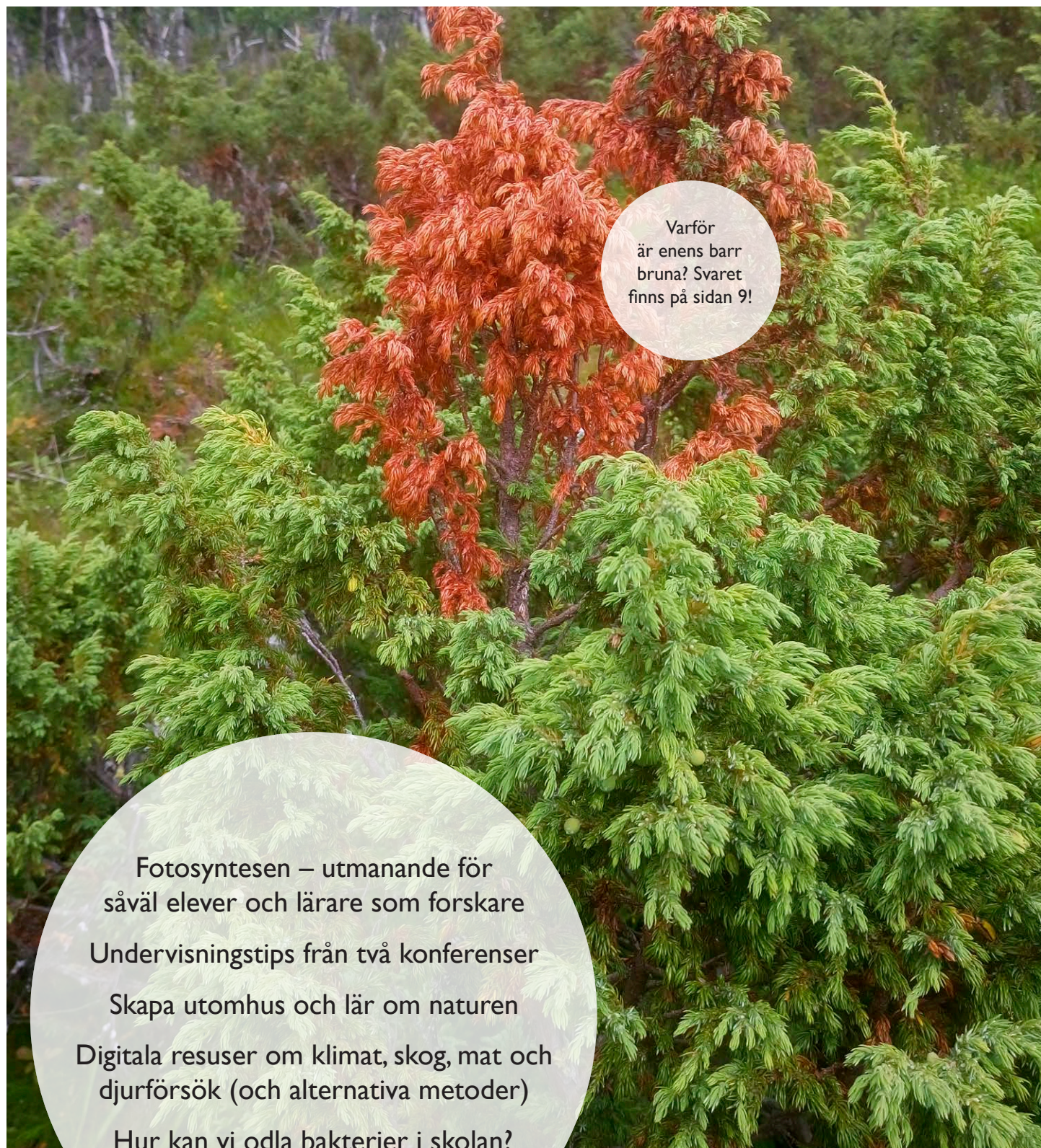


BI-LAGAN



Varför
är enens barr
bruna? Svaret
finns på sidan 9!

Fotosyntesen – utmanande för
såväl elever och lärare som forskare
Undervisningstips från två konferenser
Skapa utomhus och lär om naturen
Digitala resuser om klimat, skog, mat och
djurförsök (och alternativa metoder)
Hur kan vi odla bakterier i skolan?

BI-LAGAN

Bi-lagan ges ut av Nationellt resurscentrum för biologiundervisning, Bioresurs, och riktar sig till alla som arbetar med biologiundervisning, i alla skolformer.

Vid frågor om innehållet, skriv till skribenten eller info@bioresurs.uu.se.

Omslagsbild

En (*Juniperus communis*)

Foto: Bioresurs

Övriga foton

Bioresurs, om inget annat anges.

Prenumeration

Bi-lagan utkommer med ett par nummer per år och att prenumerera är kostnadsfritt. Anmälningsformulär finns på vår webbplats.

Utgivna nummer

Samtliga utgivna nummer finns tillgängliga i pdf-format på vår webbplats. Kontakta Bioresurs om extra exemplar av Bi-lagan som papperstidning önskas.

Annonsering

Vill du annonsera i Bi-lagan? Se information under Publikationer på vår webbplats.

Upplaga: 8 000 ex

ISSN: 2000-8139

Tryck: DanagårdLiTHO AB

Produktionen av tidningen är Svanen- och FSC®-certifierad.

© Nationellt resurscentrum för biologiundervisning

Materialet i tidningen skyddas av upphovsrättslagen men får fritt kopieras i icke-kommersiellt syfte om källan anges. För att återge bilder och illustrationer som inte är Bioresurs egna kan tillstånd krävas. Vid citat ska upphovspersonens namn och källan anges.

Postadress

Nationellt resurscentrum för biologiundervisning
Box 592
751 24 Uppsala



Ammie Berglund

Föreståndare
ammie.berglund@bioresurs.uu.se
070-425 09 73



Kerstin Westberg

Lärare och utvecklare av undervisningsmaterial
kerstin.westberg@bioresurs.uu.se
018-471 50 65



Ida Solum

Lärare och utvecklare av undervisningsmaterial
ida.solum@bioresurs.uu.se
018-471 50 65



Jenny Lagerqvist

Lärare och utvecklare av undervisningsmaterial
jenny.lagerqvist@bioresurs.uu.se
018-471 50 65



Lisa Reimegård

Redaktör för Bi-lagan
lisa.reimegard@bioresurs.uu.se
018-471 64 07



Nationellt resurscentrum för biologiundervisning, vid Uppsala universitet i samarbete med SLU, Biologilärares förening och Skolverket

Hösten är här!

Hösten förknippas ofta med färgsprakande rödbruna och gula blad, men granarnas och tallarnas barr förblir gröna. De har kvar sitt klorofyll – kanske världens viktigaste pigment? I det här numret djupdyker vi i fotosyntesen på sidorna 3–9. En artikel handlar till exempel om spännande rön från forskningsfronten på temat barrträd.

Naturens färger är viktiga inom *land art* – en konstform som kan inspirera till ett kreativt arbetssätt i utomhusundervisningen och fånga upp elevernas biologirelaterade frågor. Om detta kan du läsa mer i artikeln på sidorna 14–17.

Att växla mellan att lära ute och inne, mellan analoga och digitala verktyg, ger variation, en framgångsfaktor för intresseväckande undervisning. Mycket forskning pågår om undervisning ur olika perspektiv – läs mer om detta i rapporten från konferensen ERIDOB på sidorna 10–12.

Det finns en hel del material tillgängligt online som uppmuntrar till variation i arbetssätt och till diskussioner om aktuella samhällsfrågor. Flera exempel på digitala resurser lyfts på sidorna 18–25.

Trevlig läsning önskar vi på Bioresurs!

INNEHÅLL

Fotosyntes och cellandning på molekylnivå – Äggkartongsövningen **s. 3–5**

Fotosyntesen – Varför behövs kunskapen? **s. 6–7**

Barrträdens skydd **s. 8–9**

Rapport från en forskningskonferens om biologididaktik **s. 10–12**

Vad erbjuder skolans närmiljö? **s. 13**

Bygg naturkänsla med *land art* **s. 14–17**

Östersjön och klimatet – Undervisningsmaterial för gymnasiet **s. 18–20**

Skogslabbet – Ett läromedel från SLU **s. 21**

Feeding your mind – Fördjupade samtal om framtidens mat **s. 22–23**

Forskning, djurförsök och 3R – Ett läromedel för gymnasiet **s. 24–25**

Uppdaterade råd om säkerhet för arbete med mikroorganismer **s. 26–27**



Lärare som provar äggkartongsövningen bygger en modell av glukos, under en NO-kursdag våren 2022.

FOTOSYNTES OCH CELL- ANDNING PÅ MOLEKYLNIVÅ

– Äggkartongsövningen

TEXT: Ammie Berglund, Kerstin Westberg och Jenny Lagerqvist, Bioresurs

Varifrån kommer atomerna under fotosyntes och cellandning och vart tar de vägen? Detta illustreras med hjälp av flirtkulor i en lektionsaktivitet som vi kallar "Äggkartongsövningen". Övningen syftar också till att förtydliga hopp mellan olika organisationsnivåer.

Fotosyntesen är livsviktig för levande organismer i både havs- och landekosystem. Alger, växter och cyanobakterier ger en primärproduktion av biomassa som sedan omsätts av andra organismer i näringskedjor och näringsvävar. Fotosyntes är en förutsättning för vår existens – utan den försvinner viktiga ekosystemtjänster. Ingen mat. Inget syre. Med utgångspunkt i de didaktiska frågorna *vad*, *hur* och *varför* ska vi titta närmare på hur detta viktiga område kan tas upp i undervisningen.

Vad? – enligt styrdokumentet

I skolans reviderade styrdokument för grundskolan (Lgr22) finns begreppen fotosyntes och cellandning med i det centrala innehållet både för årskurs 4–6

och 7–9. Men många elever har redan hört ordet fotosyntes när de kommer till mellanstadiet, till exempel från filmer, barnprogram och undervisning. I årskurs 1–3 ingår att jobba med enkla näringskedjor, och i sammanhang där man pratar om växter är det naturligt att ta upp fotosyntes som begrepp. Eller i samband med människokroppen, att vi behöver andas syre som kommer från växterna.

I kommentarmaterialet för grundskolans biologi får man viss ledning i tolkningen av på vilken nivå fotosyntesen kan behandlas för olika stadier. Ur kommentarmaterialet, åk 4–6: *Kursplanen avser då inte i första hand att undervisningen ska behandla hur man skriver reaktionsformler. Det räcker att eleverna får förståelse för reaktionernas innebörd och därmed förstår att fotosyntes och cellandning är centrala delar i olika*

kretslopp. Fotosyntes och cellandning kan också illustrera organismernas livsvillkor och ömsesidiga beroende.

Det vi behöver fråga oss är hur processerna fotosyntes och cellandning kan göras konkreta i termer av materiaomvandling och energiomsättning.

Hur? – didaktiska strategier

Vatten och koldioxid blir socker och syrgas med hjälp av solljus. Detta enkla sätt att formulera fotosyntes väcker frågor: Hur går det till? Vad är egentligen socker för något? Vad gör solljuset?

Forskning som kartlagt elevers, studenters och allmänhetens kunskaper om fotosyntes visar att det finns en hel del uppfattningar som inte stämmer med dagens biologiska förklaringsmodeller. Ett exempel är att många tror att det mesta av massan i ett växande träd kommer från marken (medan det kommer från luftens koldioxid). Ett annat att växternas fotosyntes direkt omvandlar koldioxiden som vi andas ut till syrgas (det korrekta är att koldioxiden utgör byggmaterialet för sockret medan syreatomerna i syrgasen kommer från vattnet).

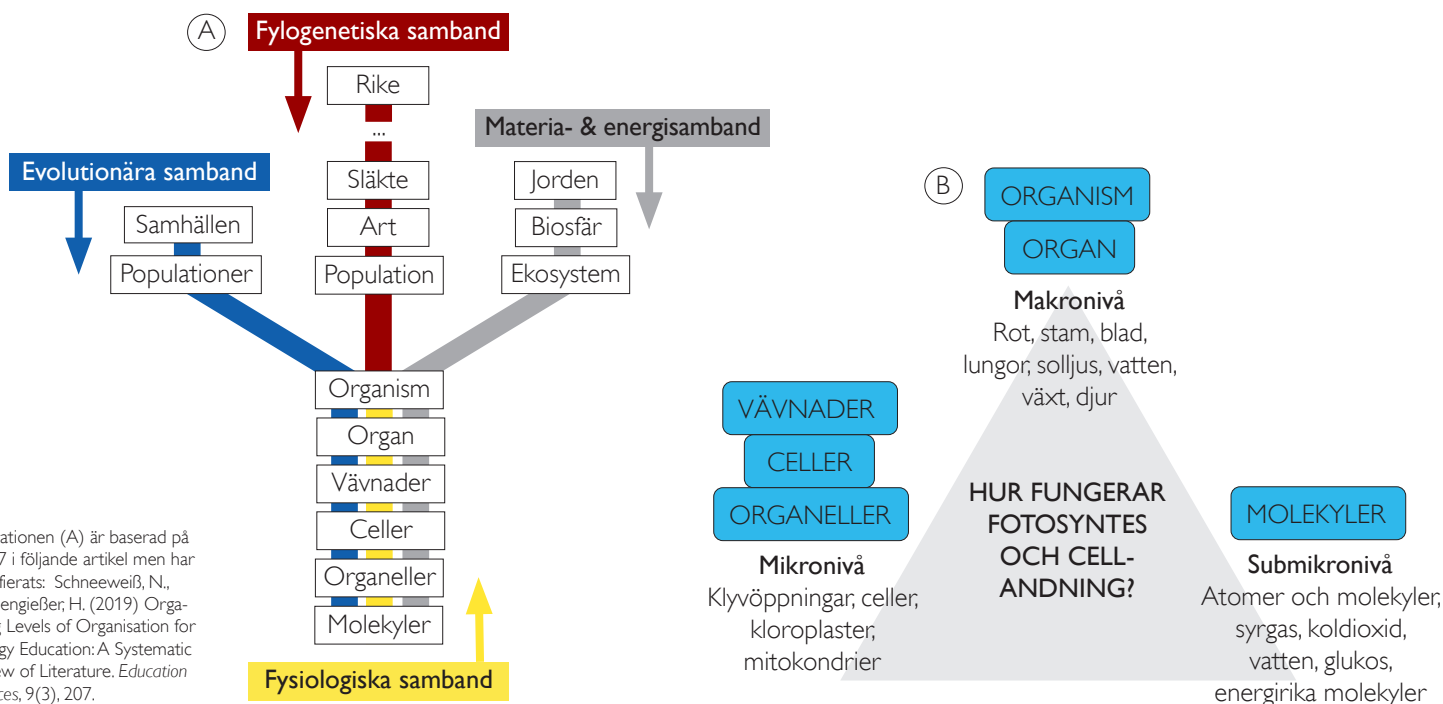
Ett råd från forskningen för att minska denna typ av uppfattningar är att iscensätta undervisning som synliggör materian i fotosyntesen. Eleverna behöver få hjälp att få syn på varifrån atomerna kommer och vart de tar vägen. Det är även bra om undervisningen stöttar förståelsen av de energi-omvandlingar som sker (ljusenergi till kemisk energi som lagras i de ämnen som bildas).

Inom biologin rör vi oss mellan olika så kallade organisationsnivåer (se figuren nedan till vänster): från molekyler till ekosystem. Skalan omfattar allt från nano-/mikrometer till kilometer/mil/"världskartenivå". Tidsbegreppen går från nanosekunder till miljarder år. Att förstå fotosyntesen i relation till kretslopp av materia innebär stora hopp mellan organisationsnivåerna – hopp som vi som lärare kanske inte alltid är medvetna om att vi gör. Som stöd för att medvetandegöra organisationsnivåerna vid fotosyntes och cellandning har vi inspirerats av en triangelmodell från kemi-didaktiken (Johnstons triangel) – och förenklat den till att omfatta makronivå (det vi ser och kan ta på), mikronivå (det vi kan se i mikroskop) och submikronivå (som vi inte kan se direkt men kan skapa modeller och representationer av). Se figur nedan till höger.

För att börja i det konkreta, makronivån, kan man till exempel göra odlingsförsök som visar att det bildas materia och att växter påverkas av tillgång till vatten och ljus. I en simulering som finns på Bioresurs webbplats (se Resurser/Ekologi/Ekologiska begrepp och modeller) kan man variera ljus och temperatur och studera syrgasbildningen för en vattenväxt på makronivå, som bubblor. Vattenväxter saknar i regel klyvöppningar och gasutbytet sker direkt via de tunna bladens celler. För att synliggöra mikronivån kan man titta på klyvöppningar, där gasutbytet sker hos olika landväxter (se tips på växter att studera under Resurser/Cellbiologi).

Om vi tittar på ämnena i fotosyntesen är vatten ett tacksamt konkret ämne som alla elever kan förstå

Organisationsnivåer: Den vänstra modellen (A) illustrerar vilka organisationsnivåer som används inom biologin. Den högra triangelmodellen (B) illustrerar hur vi rör oss mellan tre nivåer när vi undervisar om fotosyntes och cellandning: makro-, mikro- och submikronivå.



Illustrationen (A) är baserad på figur 7 i följande artikel men har modifierats: Schneeweiß, N., Gropengießer, H. (2019) Organising Levels of Organisation for Biology Education: A Systematic Review of Literature. *Education Sciences*, 9(3), 207.

på makronivå (hur det känns, hur det ser ut, några egenskaper). Koldioxid och syrgas är mer utmanande då de är osynliga gaser. Det är en klar fördel om eleverna har arbetat med luft/gaser och någon enkel partikelmodell innan man går in på fotosyntes. Socker kan också upplevas konkret (sockerbitar, smak). Hur ett blött ämne och en osynlig gas kan ge oss sött socker låter ju som magi. När man söker svar på frågor om hur något fungerar hoppar vi i regel nedåt i organisationsnivåerna. Att få grepp om en biologisk förklaringsmodell för materiaomvandlingen i fotosyntesen kräver här hopp ner till submikronivån för att få syn på materia i ingående ämnen. Det är här äggkartongsövningen kommer in i bilden.

Äggkartongsövningen

Syftet med äggkartongsövningen* är att visa var atomerna kommer ifrån under fotosyntes och cellandning och vart de tar vägen. Flirtkolor i olika färger fungerar som atommodeller och äggkartonger som molekyllmallar. Övningen har tre delar: fotosyntes i växter, cellandning hos växter och cellandning hos djur. Starta gärna med att göra den första rundan i fotosyntesdelen gemensamt i klassen.

Inför övningen arrangeras klassrummet i olika stationer. För fotosyntesdelen representerar elevernas arbetsplats en växtcell, eller närmare bestämt en kloroplast i en växtcell. En annan plats i klassrummet föreställer bladets klyvöppningar där gasmolekyler finns och en tredje är rot- och stjälkstationen där man hämtar vattenmolekyler. På en ljus plats sprids små ljusenergilappar ut.

För att undvika missförstånd som att gaserna bara "byter plats" med varandra börjar övningen med att simulera fotosyntesens solenergikrävande steg. Ljusenergin används för att bryta loss väteatomerna från vattenmolekyler. Energiomvandlingen från ljusenergi till kemisk energi illustreras genom att energilapparna viks om (se bild ovan). Syreatomer som blir över läggs i syrgasmallar som lämnas vid klyvöppningsstationen, där eleverna istället hämtar koldioxid. Glukosmallen fylls nu på med kol-, syre- och väteatomer. När den första rundan är klar ser vi början på en glukosmolekyl (se bilden på sidan 3).

När en glukosmolekyl är färdigbyggd efter sex rundor är det dags att simulera växtens cellandning och därefter avslutas övningen med cellandning i

* Inspiration till äggkartongsövningen kommer från en övning framtagen av California Academy of Sciences. Där används enfärgade pingisbollar istället för färgade flirtkolor för att representera atomer, vilket gör att alla atomer har samma färg och storlek. I vår övning har vi lagt till bildstöd på energilapparna för att underlätta förståelsen av de energiomvandlingar som sker. Vi har delat upp förflyttningen av atomer i fler steg än i ursprungsövningen, bland annat för att tydliggöra att syret i syrgasen kommer ifrån vattenmolekylerna.

En liknande övning beskrivs i Att lära in ute – Bladet nr 1 2018 och fungerar som en stafett som kan genomföras utomhus.



Materialet till äggkartongsövningen utgörs av energilappar som kan vikas, flirtkolor i vitt, svart och rött samt molekyllmallar av klippta äggkartonger.

en djurcell. Inför det sista momentet görs klassrummets station för klyvöppningar om till lungor och rot- och stjälkstationen tas bort.

För att övningen inte bara ska bli ett görande finns frågor att stanna upp och fundera kring efter varje del. Elevinstruktion och lärarhandledning finns på Bioresurs webbplats, under Resurser/Ekologi/Ekologiska begrepp och modeller. Vi ser möjligheter att anpassa övningen och använda den på såväl mellanstadiet som högstadiet och gymnasiet.

Varför? – motivation för lärandet

Ett sätt att besvara frågan om varför vi behöver kunskaper om fotosyntes och cellandning är att de är livsviktiga processer som påverkar oss varje sekund och utgör grunden för både mat och syre. Vi behöver motivera för eleverna hur viktiga processerna är och hur de påverkar individ och samhälle. Läs mer om detta i artikeln på sidorna 6–7.

KOMMENTARER FRÅN NÅGRA SOM TESTAT ÖVNINGEN

Elever:

"Jag visste inte att glukosmolekylen var så stor!"

"Man förstår vad växterna gör när man gör det själv."

Lärare och lärarutbildare:

"Jag fastnade speciellt för delen som visar hur syret blir en del av den omgivande luften, hur glukosen byggs upp och tydligheten med att molekylen innehåller energi med hjälp av energilapparna."

"Jag gillade just att få tydliga och representativa sätt att arbeta med områden som både elever och lärarstudenter upplever som problematiska att förstå."

"Det tillförde ytterligare ett sätt att konkretisera fotosyntesen, så det blir till att köpa flirtkolor och samla äggflak."

FOTOSYNTESSEN

– Varför behövs kunskapen?

Vår värld står inför flera hållbarhetsutmaningar som är kopplade till fotosyntes, direkt eller indirekt. Biologisk mångfald och mänsklighetens livsmedelsförsörjning är kanske de mest uppenbara men det gäller också klimat- och energifrågor. Kan hållbarhetsfrågorna ge svar på varför man behöver lära sig om fotosyntesen?

TEXT: Anders Eriksson, doktorand vid Institutionen för miljö- och livsvetenskaper vid Karlstads universitet, anders.eriksson@kau.se

”Fotosyntesen sticker tydligt ut som den mest betydelsefulla biokemiska processen på jorden”

Barker & Carr 1989

Citatet ovan om fotosyntesens betydelse skulle kanske upplevas som en självklarhet om vi tänker på att all vår föda från början har sitt ursprung i fotosyntesprocessen. Genom att bredda synen på undervisning om fotosyntesen via den didaktiska frågan *varför* kan förståelse för fotosyntesens betydelse öka:

- Fotosyntesens grundläggande betydelse inte bara för växternas och övriga fotosyntetiserande organismers egen överlevnad utan också som energigivare till övriga organismer i näringsvävarna.
- Fotosyntesens forntida skapande av fossila bränslen.
- Fotosyntesprocessens bidrag till att minska koldioxidhalten i atmosfären och därmed mildra växthuseffekten.
- Fotosyntesens avgivande av syrgas som gett oss en syrgasrik atmosfär.

I kommentarmaterialet för grundskolans biologi, åk 7–9, står: *I och med att kursplanen samtidigt lyfter fram fotosyntes, cellandning, materiens kretslopp och energins flöden, knyts energiflöden och materians kretslopp ihop med varandra. Det här innehållet kan sättas in i sammanhang som rör biobränslen, klimatförändringar eller organismers livsvillkor.*

Olika syften och mål

Men vilken kunskap om fotosyntesen behöver eleverna och varför? Det finns ingen allmän konsensus om vilken *scientific literacy* – "naturvetenskaplig allmän-

bildning" – som är väsentligast för elever att kunna efter genomgången grundskola. Utvecklingen har dock gått från mest förberedande för fortsatta naturvetenskapliga studier (Vision I) till mera allmänt förberedande för den naturvetenskap eleverna kan tänkas möta som vuxna i arbets- och privatliv (Vision II).

Vision I ses mest som den instrumentella kunskap som i fotosyntessammanhang skulle kunna vara att känna till den kemiska summaformeln för fotosyntesen och lära sig begreppen i den triangelmodell som beskrivs på sidan 4 i detta nummer av Bi-lagan. I Vision II är avsikten att eleverna ska kunna placera in fotosyntesen i ett kontextuellt sammanhang (Sjöström & Eilks 2018) och exempelvis motivera varför maten skulle räcka längre om fler äter vegetariskt.

På senare år har även en Vision III föreslagits, med mer fokus på handlingskompetens, aktiva ställningstaganden och elevers förmåga att påverka samhället och sin omgivning. Till exempel: Ska jag kämpa för att behålla parken i staden och hur gör jag då?

Undervisa för handlingskompetens

Att få elever att engagera sig för att minska hållbarhetsproblem har varit svårt, även i miljöcertifierade skolor (Olsson & Gericke 2016). En undervisning som ökar elevernas handlingskompetens har därför efterfrågats. Handlingskompetens definieras som beslutsamhet, passion, kunskap och den egna förmågan att lösa kontroversiella problem som exempelvis hållbarhetsfrågor (Sass m.fl. 2020). Hur gör man då för att eleverna ska tillägna sig handlingskompetens? Inom didaktisk forskning tas tre viktiga aspekter upp, *holistiskt* och *pluralistiskt* inriktad undervisning samt *aktionsorienterad* undervisning. En kombination av dessa ses som mest gynnsamt för skapande av ökad handlingskompetens för hållbarhetsfrågor (Sinakou m.fl. 2019).

Både holistisk och pluralistisk undervisning handlar om att ta ett helhetsgrepp och få med flera olika perspektiv. För hållbarhetsfrågor handlar det om såväl miljömässiga som sociala och ekonomiska perspektiv på den fråga man arbetar med. Intressekonflikter i både lokala och globala sammanhang tas upp. I den aktionsorienterade undervisningen betonas att eleverna inte bara ska vara aktiva utan även kunna planera för åtgärder för att lösa problem. Till exempel utför elever som plockar skräp en aktivitet medan elever som tänker ut hur nedskräpning ska förhindras arbetar aktionsinriktat.

Pågående forskning

Min forskning handlar om att svara på didaktiska frågor om fotosyntesundervisning i grundskolan: *Vad* ska fotosyntesundervisning i grundskolan ha för mål? *Varför* ska fotosyntesundervisningen ha dessa mål? *Hur* ska fotosyntesundervisning utföras för att nå dessa mål?

För att finna svar på *vad*-frågan genomförs en så kallad delphistudie, där en svarspanel bestående av kompetenta personer inom hållbarhetsfrågor, fysiologisk botanik och ämnesdidaktik får ge sin syn på vad fotosyntesundervisningen ska syfta till. Genom att analysera svaren och i omgångar få återkoppling strävas efter att nå konsensus kring frågeställningen om vad som är viktigt att högstadiel elever ska kunna om fotosyntes efter genomgången grundskola.

Under våren 2023 kommer några lärare på högstadiet att få ta del av delphistudiens funna kunskapsmål och prova olika undervisningsupplägg i en steg för steg-process. Här hoppas vi finna svar på *hur*-frågan och hitta en undervisningsmodell som kan leda till att eleverna lättare når de framtagna målen.

Parallellt skrivs en teoretisk artikel där *varför*-frågan kommer att beröras, genom att gå in på så kallad *kraftfull kunskap* och dess kopplingar till naturvetenskaplig allmänbildning, med fotosyntesen som exempel. Kraftfull kunskap är ett undervisningsideal där målet är att eleven genom av att tillägna sig den systematiskt framtagna bästa tillgängliga kunskapen om ett visst ämne, ska få förmågan att påverka sin egen situation och samhället på ett positivt och framgångsrikt sätt.

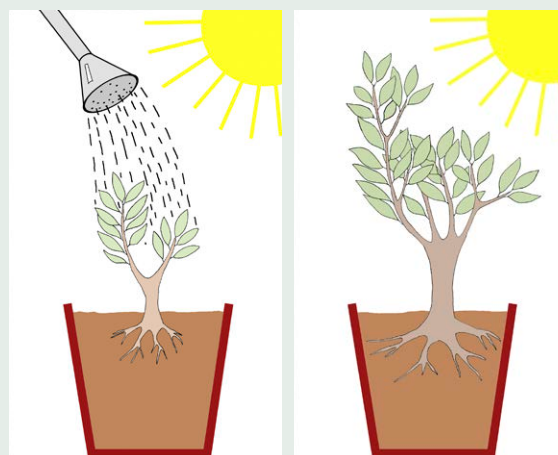
Referenser

- Barker, M., Carr, M. (1989). Photosynthesis – Can our pupils see the wood for the trees? *Journal of Biological Education*, 23(1), s. 41-44.
- Métioui, A. m.fl. (2016). The teaching of photosynthesis in secondary school: A history of the science approach. *Journal of Biological Education*, 50(3), s. 275-289.
- Olsson, D., Gericke, N. (2016). The adolescent dip in students' sustainability consciousness – Implications for education for sustainable development. *The Journal of Environmental Education*, 47(1), s. 35-51.
- Sass, W. m.fl. (2020). Redefining action competence: The case of sustainable development. *The Journal of Environmental Education*, 51(4), s. 292-305.
- Sinakou, E. m.fl. (2019). Designing powerful learning environments in education for sustainable development: A conceptual framework. *Sustainability*, 11(21), 5994.
- Sjöström, J. & Eilks, I. (2018) Reconsidering different visions of scientific literacy and science education based on the concept of Bildung. *Cognition, metacognition, and culture in STEM education*, s 65–88.

MISSFÖRSTÅND – VANLIGT BÅDE DÅ OCH NU

Fotosyntesen har genom historien inte alltid varit så lätt att begripa sig på. För att förstå hur en osynlig gas som koldioxid kan omvandlas till fast materia och utgöra ursprunget till större delen av all bildad biomassa krävs kunskap om vad gaser är för något. Därför är det kanske inte så konstigt att det är vanligt med vardagliga missförstånd om hur biomassa i ekosystemen uppstår även idag, bland både vuxna och barn över hela världen. Vardagliga missförstånd är svårare att tillrättalägga än att lära nytt utan förutfattade meningar. Att normativt tala om att "så här är det" brukar inte fungera så bra för att få människor att överge en invand uppfattning och ta till sig en ny. Arbetsätt som låter eleverna undersöka, utreda och experimentera, som i exempelvis "äggkartongövningen" (se sidorna 3–5) kan fungera bättre.

Aristoteles i antikens Grekland trodde att växters biomassa uppstod via omvandlad markmateria. Under 1600-talet funderade flamländaren Van Helmont över vad det var som blev till biomassan i träd. Han planterade en liten pil i en kruka, vattnade den och följde dess tillväxt under fem år. Krukan med plantan vägdes vid planteringen och även efter fem års tillväxt och utifrån dessa uppgifter beräknade han trädets massökning. Eftersom Van Helmut inte visste något om gaser drog han slutsatsen att den ökade biomassan i trädet kom från det vatten som hade hållits i krukan under de fem åren. När mikroskopien utvecklades kunde man senare upptäcka klyvöppningarna och så småningom förstå att gasutbyte mellan växter och luften sker via dem. Först i slutet av 1700-talet, när Lavoisier utrett luftens kemiska innehåll av gaser, började koldioxidens roll i fotosyntesen att förstås (Métioui m.fl. 2016).



Jan Baptist van Helmont planterade ett pilskott i en kruka med drygt 90 kg jord, som han vattnade vid behov. Efter fem år hade trädet ökat ungefär 74 kg i vikt (jordens vikt hade knappt påverkats). Han drog felaktigt slutsatsen att ökningen i biomassa kom från vattnet.

Tips!

Berätta denna historia för eleverna och be dem fundera över hur man kan ta reda på om biomassan kommer från det vatten som tillsatts.

BARRTRÄDENS SKYDD

TEXT: Stefan Jansson, professor i växters cell- och molekylärbiologi, och Pushan Bag, fil.dr; båda vid Umeå Plant Science Centre, Umeå universitet, stefan.jansson@umu.se

Så skyddas granar och tallar när vintern sätter stopp för fotosyntesen och klorofyllets ljusinfångning kan få skadliga konsekvenser.

Det är mycket vi tar för givet i naturen, snön på höga fjälltoppar, årstidernas växlingar och sommarens gröna skogar – och att de flesta träd får andra färger på hösten och sedan tappar sina blad. Men granar och tallar behåller sina barr över vintern. Forskare har genom åren försökt få svar på många frågor som berör dessa växter men något man faktiskt inte börjat förstå för rän nu är hur det egentligen kan komma sig att granar och tallar klarar av att vara gröna hela vintern.

Fotosyntes kräver värme

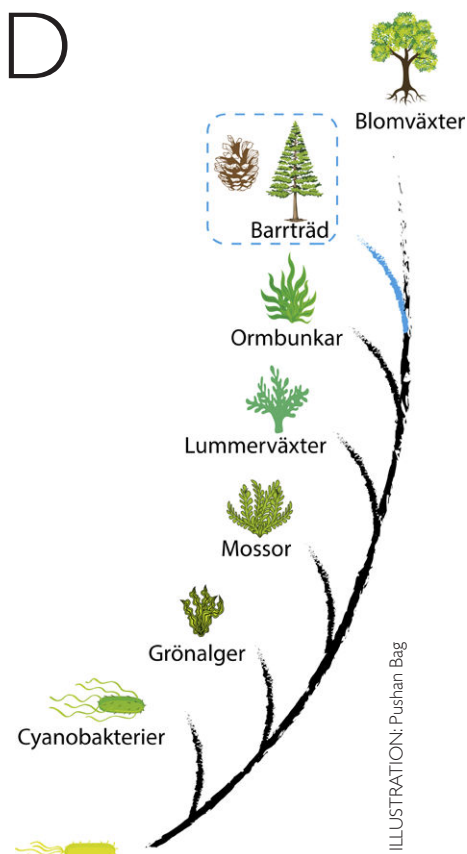
Fotosyntesen, processen i växters gröna delar som gör att de kan leva av endast solljus, koldioxid, vatten och lite näringsämnen, fungerar inte när förhållandena blir för svåra. Om temperaturen kryper under nollstrecket så vatten fryser kan nästan inga biokemiska processer fortgå, däribland fotosyntesen där hundratals olika enzymer och andra proteiner samverkar för att omvandla koldioxid och vatten till syre och kolhydrater. Fotosyntesen fungerar i de flesta växter optimalt vid 20–30 °C, blir det kallare går den långsammare för att helt avstanna om temperaturen blir för låg. Om detta bara skulle leda till minskad tillväxt hade problemet inte varit så stort men klorofyllmolekylerna i bladen slutar inte att absorbera ljus – vilket får negativa konsekvenser för växten om inte fotosyntesen fungerar.

I ett pigment som absorberar en foton exciteras en elektron i

pigmentmolekylen till ett högre energitillstånd. Detta tillstånd är ostabilt, så elektronen återvänder snabbt till sitt grundtillstånd och den absorberade energin avges som värme. Det är därför vi blir varma av solens strålar och varmare om vi har en svart tröja på oss som har mer pigment. Det speciella med pigmentet klorofyll är att det exciterade tillståndet är så stabilt att energin kan överföras till en närliggande pigmentmolekyl för att slutligen hamna i ett så kallat "reaktionscenter" där en elektron lossnar från sin klorofyllmolekyl. Det är dessa elektroner som sedan används i ljusreaktionen för att skapa energibärande ATP och NADPH, som i sin tur används för att fixera koldioxid i ett antal kopplade reaktioner (Calvin-Benson-cykeln).

Två fotosystem

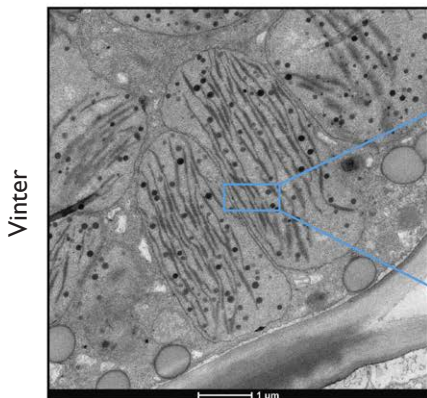
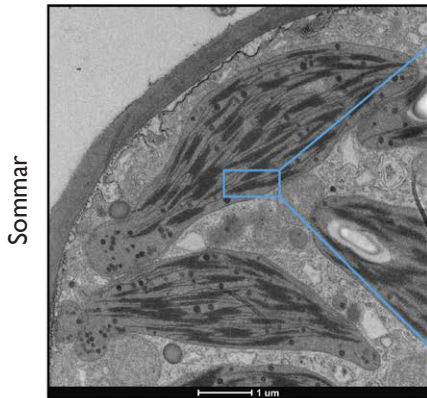
I alla fotosyntetiserande organismer utom de mest primitiva prokaryoterna finns två fotosystem, *fotosystem I* och *fotosystem II*. Båda består av mer än tjugo olika proteiner med olika funktioner. Vissa binder många klorofyllmolekyler, vilket gör att ljusinfångningen blir effektiv, andra tar hand om elektronerna som transporteras med mera. Fotosystemen måste samverka och varje elektron måste "lyftas" i två steg för att ljusreaktionen ska fungera, först i fotosystem II (där vatten oxideras och syrgas bildas) och därefter i fotosystem I. Elektronerna leds från fotosystem II till fotosystem I via



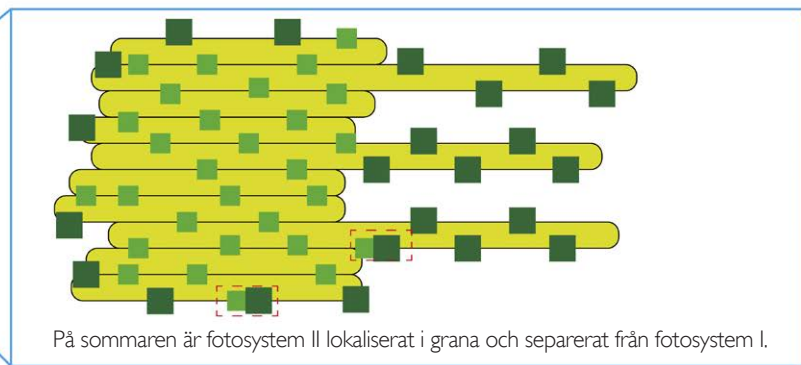
Utvecklingslinjen för barrträd i blått, i relation till andra organismer.

en elektrontransportkedja, men själva fotosystemen hålls isär i kloroplasternas tylakoidmembran – fotosystem II i så kallade "grana stacks", membran som staplats på varandra så de ser ut som mynt-rullar och fotosystem I i platta membran som binder samman olika grana (se figur på nästa sida). Om fotosystemen är i kontakt med varandra blir det svårare att reglera flödet av excitationenergi och elektroner mellan dem.

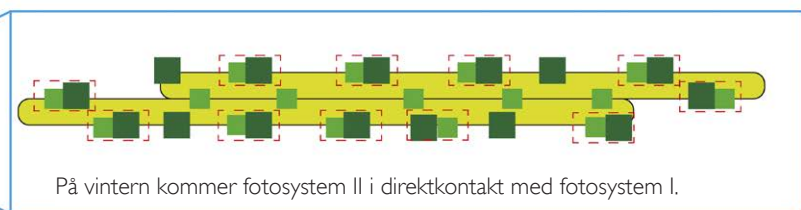
I en kloroplast i minusgrader stoppas alla dessa reaktioner förutom klorofyllets ljusinfångning; ett blad i en frysbox är lika grönt som innan. Då kommer en del av de exciterade klorofyllmolekylerna att överföra sin energi till syre, så att syreradikaler bildas som i sin tur leder till skador på fotosystemen. Men under evolutionens gång har flera olika molekylära skyddsmekanismer utvecklats, som leder till att excitationenergi eller elektroner tas



Elektronmikroskopbilder av kloroplaster



På sommaren är fotosystem II lokaliserat i grana och separerat från fotosystem I.



På vintern kommer fotosystem II i direktkontakt med fotosystem I.

Under sommaren är fotosystem II och I ihopkopplade via en elektrontransportkedja, där elektroner som lyfts till en hög energinivå i fotosystem II förflyttas till fotosystem I. Men fysiskt är systemen skilda åt via olika membran (övre bilden). Under vårvintern försvinner grana vilket gör att fotosystemen kommer i direktkontakt med varandra (nedre bilden) och excitationenergin överförs utan att gå via elektrontransportkedjan.

ILLUSTRATION: Pushan Bag

om hand och neutraliseras innan skada uppstår. Det är dock få av våra växtarter som utsätter sina gröna delar för starkt ljus under vintern – de övervintrar som frön eller rotsystem, några med gröna blad i skydd av snötäcket. Träd och buskar som sticker upp ovanför snön undviker "ljus-vinterskador" genom att fälla sina blad på hösten. Men granar och tallar utsätter sina klorofyllmolekyler för vinterförhållanden.

Enen är också vintergrön men klarar inte av de mest extrema förhållandena. I södra Sverige finns höga enar som står vintergröna men i norra Sverige är dessa inte hårdiga, där klarar sig bara krypande varianter vars barr skyddas av snön. Efter en snöfattig vinter i norr kan man ibland se hur övre delen av enbusken som stuckit upp över snön har bruna barr; deras fotosyntesapparat har inte kunnat hantera all den absorberade ljusenergin utan irreversibla skador har uppstått (se framsidan av tidningen!).

Två skyddsmekanismer

Det vi har visat i vår forskning är att granarna och tallarna verkar

ha två skyddsmekanismer som hittills inte beskrivits hos angiospermer (blomväxter).

Den ena utgörs av att grana försvinner under vårvintern, vilket leder till att fotosystem I och II kan komma i kontakt med varandra och därmed kortslutas (just det som undviks genom att grana bildas). Detta gör att excitationenergi kan överföras från fotosystem II direkt till fotosystem I utan att gå genom elektrontransportkedjan. I fotosystem I kan energin sedan snabbt omvandlas till värme, så att inga skador behövs uppstå.

Den andra mekanismen går ut på att så kallade Flv-proteiner (*Flavodiiron*), som finns i mer primitiva växter och barrträd men inte i angiospermer, effektivt kan ta hand om överskottselektroner och föra över dem till syre – så att syrgas reduceras till vatten och inga syreradikaler bildas. Då avger alltså inte barren syre, som gröna växter annars gör, utan förbrukar istället syre! Och det sker inte genom att "köra fotosyntesen baklänges" utan genom denna speciella mekanism som verkar bidra

till skydd mot överskottsljus.

Granarna och tallarna kan alltså behålla gröna barr under tuffa förhållanden genom att de har skyddsmekanismer som lövträd och andra angiospermer saknar. Barrträden är dock inte ensamma om dessa mekanismer, bägge finns i de fotosyntetiserande organismerna som blomväxterna utvecklats från. Det verkar istället som att utvecklingslinjen för angiospermer förlorat mekanismerna efter att den skildes från barrträds-linjen. Varför är oklart, rimligen måste de ha lett till att fotosyntesen i angiospermer under vissa förhållanden fungerade bättre och exakt vad som skulle vara negativt med mekanismerna vet vi inte. Men nog är det tur att barrträden har dem kvar, våra skogar skulle vara bra mycket fattigare och tråkigare om vi inte kunde se klorofyll även på vintern.

Mer information

Bag, P. m.fl. (2020) Direct energy transfer from photosystem II to photosystem I confers winter sustainability in Scots Pine. *Nature Communications*, 11(6388).



Rapport från en forskningskonferens om biologididaktik

University of Cyprus, där årets ERIDOB ägde rum

ERIDOB, European Researches In Didactics Of Biology, är en konferens som anordnas vartannat år och samlar forskare inom biologins didaktik. Här presenterar vi några exempel från årets ERIDOB på Cypern.

Vill du läsa mer om någon enskild studie, kontakta oss på Bioresurs för referenser. Se även 2022.eridob.org.

TEXT: Sofie Mellberg, lektor vid Rosendalsgymnasiet i Uppsala samt Ida Solum och Kerstin Westberg, Bioresurs

Konferensen inleddes med att konstatera att kunskaper om biologi är nödvändiga för att hantera många av de utmaningar samhället står inför. Vi behöver en hållbar matproduktion, bota sjukdomar, förhindra och bekämpa pandemier, rädda klimatet och bevara mångfalden. Frågorna är mångfacetterade och komplexa och ställer stora krav på biologiundervisningen för att eleverna ska utveckla de kompetenser och förmågor som krävs för att lösa framtidens utmaningar.

Utmanande med ESD

Något som har visats vara utmanande för lärare just på grund av

komplexiteten är utbildning för hållbar utveckling eller *Education for Sustainable Development* (ESD) – ett återkommande tema under konferensen. För att få förståelse och kunna agera för hållbar utveckling behöver elever få kunskap om många olika faktorerers inverkan, inom de tre dimensionerna ekologisk, ekonomisk och social hållbarhet (*pluralism*). De behöver också känna till på vilka sätt dessa faktorer påverkar och hur de fungerar som en helhet (*holism*). Dessutom ska undervisningen leda till att eleverna kan ta väl underbyggda beslut och agera utifrån sina kunskaper, det vill säga handlingskompetens.

En av studierna som presenterades under konferensen hade undersökt i vilken grad ämneslärare i Estland undervisade i ESD i årskurs 6–12. Den visade att det var lärare i naturvetenskapliga ämnen som undervisade om ESD och att de i princip enbart fokuserade på ekologi och miljöfrågor – få lärare undervisade om social och ekonomisk hållbarhet. Lärarna ansåg dessutom att de inte var tillräckligt förberedda för att undervisa om ESD.

Det verkar finnas ett behov av fortbildning för både lärare och lärarstudenter. Forskning visar nämligen att lärare med större tro på sin egen förmåga inom ett visst

område tenderar att utforska fler alternativa undervisningsmetoder och experimentera mer med nya, innovativa undervisningsmaterial.

En studie har gjorts på svenska grundskollärares upplevda förmåga att implementera ESD före, under och efter en fortbildningsinsats som bestod av fem seminarier under tre år. Mellan seminarierna fick lärarna handledning. Resultaten visade att lärarna till en början visade stor tro på sin egen förmåga att undervisa om ESD, men att den minskade efter de första seminarierna. En möjlig orsak kan ha varit att lärarna innan fortbildningen inte insåg komplexiteten av ESD. Mot slutet av fortbildningen steg dock lärarnas tro på sin egen förmåga. För att fortbildning ska ge effekt kan det vara av vikt att den sker under en längre tidsperiod med tillräckligt mycket stöd för att lärarna ska nå tillräckligt hög tro på sin egen förmåga för att på egen hand implementera nya kunskaper i klassrummen.

Undervisningsmetoder

Jojo-strategin

Det är vanligt att vi rör oss mellan flera organisationsnivåer när vi pratar om olika processer i biologin (se artikeln på sidorna 3-5). I evolutionsundervisningen förflyttar vi oss exempelvis från den molekylära nivån när vi tittar på mutationer till en annan nivå när vi studerar populationsförändringar. För läraren är det naturligt att hoppa mellan olika nivåer men för eleverna kan det försvåra inläringen. Jojo-strategin innebär att eleverna medvetandegörs om de olika organisationsnivåerna för att förstå och relatera till komplexa biologiska strukturer och processer.

Vid ett föredrag presenterades hur elever tolkar epigenetiska representationer från olika organisationsnivåer. Svenska högstadie-

”
FORSKNING VISAR NÄMLIGEN
ATT LÄRARE MED STÖRRE TRO
PÅ SIN EGEN FÖRMÅGA INOM ETT
VISST OMRÅDE TENDERAR ATT UT-
FORSKA FLER ALTERNATIVA UNDERVIS-
NINGSMETODER OCH EXPERIMENTERA
MER MED NYA, INNOVATIVA
UNDERVISNINGSMATERIAL.”

elever deltog i studien och fick, efter en kort instruktionsfilm om epigenetik, titta på bilder som visade olika organisationsnivåer. På makronivå visades bilder på en-äggstvillingar, ett yngre tvillingpar och ett äldre. På mikronivå visades bilder på kromosomer och på submikronivå bilder på DNA med metylgrupper. Eleverna fick med hjälp av dessa diskutera frågan "Varför ser enäggstvillingar mer olika ut när de är äldre?".

När eleverna fick titta på de olika bilderna blev det tydligt att de rörde sig mellan olika nivåer och hade ett så kallat jojo-resonemang. Bilderna hjälpte alltså eleverna att hoppa mellan olika nivåer i sina diskussioner om epigenetik trots att de inte hade några tidigare förkunskaper. Som tidigare studier visat är bilder och andra former av representationer på olika organisationsnivåer ett sätt att underlätta för eleverna att föra diskussioner även inom andra delar av biologin.

Virtuella eller fysiska laborationer?

Flera studier har undersökt skillnaderna i vad och hur eleverna lär sig om naturvetenskap och naturvetenskapliga metoder när laborationerna utförs fysiskt respektive virtuellt. En virtuell laboration har fördelarna att den är enkel att genomföra, kostar mindre, är mindre riskfylld och kan manipuleras genom att till exem-

pel stanna tiden. Fördelarna med de fysiska laborationerna är att man lär sig genom att praktiskt utföra ett arbete, och exempelvis ta och känna på material eller se och höra. Att uppleva med flera sinnen underlättar inläringen. Som exempel kan man tänka sig att om man har kastat en basketboll så kan man föreställa sig känslan av kastet och se bollrörelsen framför sig, utan att behöva genomföra det igen.

Forskning visar att båda former av laborationer har sina fördelar och kompletterar varandra väl, men en förutsättning är att de moment som genomförs i den virtuella laborationen är något eleverna har tidigare erfarenhet av i verkliga livet. Virtuella laborationer kan inte ersätta de fysiska laborationerna, speciellt inte för yngre elevgrupper. Lärandemålen och vilka förkunskaper elevgruppen har är viktiga att väga in i valet mellan en virtuell och fysisk laboration.

Växtblindhet

Flera forskningspresentationer handlade om växtblindhet (*plant blindness*). Det är ett globalt dilemma att många varken ser eller vill lära sig mer om växter. Botanikundervisningen har minskat och intresset för växter är lågt, även bland blivande lärare. Om man inte ser eller tänker på växters existens, blir växter i en

naturbild bara en bakgrund till djuren. Det kan också innebära att man inte vet vad växter behöver för att överleva, hur de fortplantar sig, hur man odlar eller känner igen växter i sin närmiljö eller vad vi får från växter i vårt dagliga liv.

En presentation beskrev hur tyska elevers intresse för olika arter skilde sig åt och vilka aspekter som påverkar intresset, för att på så sätt komma fram till vilka aktiviteter som är bra för att stimulera elevernas växtintresse. Eleverna hade fått ranka ett antal växtarter och säga vilka de tyckte var mest respektive minst intressanta och sedan motivera varför. Svaren varierade mellan: "för att det är gott att äta", "för att jag gillar att spela fotboll" (på gräs) eller "för att solrosor är så fina".

Elevernas intresse för växter kunde beskrivas utifrån tre teman:

- Växtens egenskaper – till exempel färg och smak
- Nyttiaspekter – som betydelsen för medicin, mat, fritid med mera
- Växtkopplade aktiviteter – som att odla

Slutsatsen var att för att fånga elevernas intresse ska de få chansen att jobba mer intensivt med växter för att upptäcka växters speciella karaktärer och få möjlighet att lära sig mer om just de växter som de är intresserade av.

Bygga förtroende för vetenskap

Tidigare studier har visat att elever får en stor del av sin information från sociala medier, vilket är problematiskt på många sätt eftersom både *misinformation* (felaktig information som oavsiktligt delas) och *desinformation* (felaktig information som avsiktligt sprids för att vilseleda) sprids via sociala medier. Elever, liksom många vuxna människor, har svårt att bedöma informationens och källornas trovärdighet. År 2019 angav WHO att vaccintvek-

samhet var ett av de tio största hoten mot global hälsa.

En av studierna som presenterades undersökte vilka argument personer i Spanien, som valt att inte vaccinera sig mot covid-19, anger för sitt val och hur argumenten kan kopplas till vetenskaplig kunskap och förståelse för vetenskapliga metoder. Det vanligaste argumentet var att "vaccinet utvecklades för fort". Forskarnas tolkning av detta var att dessa personer saknar förståelse för vetenskapliga metoder och procedurer som bygger upp naturvetenskaplig kunskap och hur denna kunskap i sin tur kan användas i olika tillämpningar, exempelvis för att utveckla vaccin. I studien kunde forskarna också se att personerna hade svårt att identifiera vilka vetenskapliga källor som var trovärdiga. Till exempel hade WHO, som är en högt rankad vetenskaplig källa, mycket låg trovärdighet bland dessa personer. Deltagarna i studien påverkades av *misinformation* via internet, framför allt när informationen lät vetenskaplig. Att studera allmänhetens uppfattningar och i detta fall, brist på kunskap, är viktigt eftersom det kan indikera vilka förmågor elever bör lära sig i skolan. Att förstå hur vetenskaplig kunskap utvecklas och därigenom bygga upp elevers förtroende för vetenskap (*trust in science*) samt att lära elever vilka källor som är trovärdiga är en utmanande, men mycket viktig uppgift för skolan.

En annan aspekt som togs upp i samband med kritiskt tänkande vid flera presentationer var hur vi påverkas av känslor. För att klara av att ta beslut baserat på vetenskaplig kunskap behöver vi kunna lägga bort våra känslor och endast fokusera på vetenskaplig data, men samtidigt vet vi att vi inte är helt opåverkade av våra känslor och det är viktigt att medvetandegöra elever om att det kommer att styra våra val och påverkar hur vi tolkar data och drar slutsatser.

Svarta lådor

Ett begrepp som togs upp under konferensen var så kallade *black boxes*. Dessa syftar på den outtalade kunskap som finns när exempelvis ett naturvetenskapligt fenomen beskrivs i en förenklad form. I meningen "solning orsakar cancer" kan man identifiera flera svarta lådor, mycket kunskap är nämligen outtalad. På vilket sätt orsakar solning cancer? Vilken typ av cancer? Vad i solljuset orsakar cancer? Vilka molekylärbiologiska mekanismer ligger bakom den cancerogena effekten av solljuset?

En undersökning som presenterades under konferensen var förekomsten av svarta lådor i tidningsartiklar. För att gemene man ska förstå nyhetsartiklar, exempelvis om covid-19, utelämnas information för att förenkla. Studier har indikerat att människor har svårt att förstå medicinsk information och upplever den som komplicerad och inkonsekvent. Förenklade förklaringsmodeller, där information utelämnas, begränsar möjligheten att förklara vissa aspekter av biologiska fenomen. Att kunna identifiera svarta lådor är därför viktigt för att förstå begränsningar av vetenskapliga modeller. Ett sätt att uppmärksamma elever på svarta lådor i undervisningen kan vara att "öppna" de svarta lådorna, vilket sker när nya eller fördjupade kunskaper erövrar. Öppnande av svarta lådor kan också kopplas till undervisning av naturvetenskapens karaktär (*nature of science*). Vår kunskap om naturvetenskap kommer alltid att vara ofullständig, men i och med att ny forskning sker kan fler och fler svarta lådor öppnas.

ERIDOB 2024?

Är du intresserad av att delta på nästa ERIDOB finns möjlighet att söka stipendium via fonden SFUB, Sällskapet för folkundervisningens befrämjande (stipendium.sfub.se).



Jonas Heikkilä, miljöpedagog vid Åbolands naturskola, arrangerar en övning under konferensen Ute är inne.

Tips!

Lär dig mer om utomhusundervisning, sök på "utomhusdidaktik webbkurs" på www.skolverket.se.

Vad erbjuder skolans närmiljö?

Konferensen Ute är inne i Helsingborg i augusti tog upp många olika perspektiv på utomhusundervisning under föreläsningar och olika workshops. Här kommer ett nedslag kring att bedöma kvaliteten i utomhusmiljön.

TEXT: Ammie Berglund, Bioresurs

Det finns mycket att vinna på att flytta ut delar av undervisningen utomhus, exempelvis ökad fysisk aktivitet och fler möjligheter att lära med olika sinnen. Men hur påverkar närmiljöns kvalitet möjligheter till utomhusundervisning?

Två viktiga faktorer

Landskapsarkitekten och forskaren Märit Jansson vid SLU lyfte fram två viktiga faktorer för utomhusmiljöer för barn: rörelsefrihet och variation. Rörelsefrihet handlar om hur lätt det är att ta sig till olika platser och variation om hur platserna ser ut. Barns lek och lärande kan underlättas av att vara i varierade miljöer med höjdskillnader, vatten och växtlighet och både öppna och slutna ytor. Vilka förutsättningar som ges i omgivningen skiljer sig mycket åt mellan olika förskolor och skolor: hur tillgängligheten ser ut till naturmiljöer och hur variationsrik själva skolgården är.

Bedöm skolgården

Skolgårdar med varierande miljöer har ofta fler olika växt-, djur- och svamparter, mer biologisk mångfald. Under en workshop på konferensen visade Jonas Heikkilä, miljöpedagog vid Åbolands naturskola, exempel på hur man tillsammans i klassen kan undersöka sin närmiljö för att göra en bedömning av kvaliteten. Idén kommer från *WWF Naturewatch H* och övningen *Utredningen Gårdens mångfald**, där man ska kryssa för vad man observerar för olika saker i omgivningen. Varje kryss ger ett poäng och ju fler poäng, desto mer varierad miljö.

En god idé är att samlas i mitten av den plats som ska bedömas och sedan dela ut "tårtbitar" av gården till olika elevgrupper att undersöka. Resultaten delas sedan i hela gruppen och diskuteras. Övningen har prövats med elever i årskurs 4–9 med ett digitalt for-

mulär*. Vill man göra detta med yngre elever kan man ta färre frågor och ställa dem "analogt" och barnen kan samla poäng på något annat sätt än digitalt.

Lek och lär om växter

Även om man har en väldigt liten eller enkel skolgård finns det ofta några växter där. Jonas Heikkilä visade också hur man med bildkort på de vanligaste växterna kring skolan kan lära sig namnen på dem på ett lekfullt sätt (se bilden). Dela ut bildkort till eleverna två och två och be dem leta efter den växt de fått. Samlas därefter i en ring runt en vit duk. Läraren kan säga: "Har du en växt som har gula blommor? Vad heter den?" De som har en växt med gula blommor säger namnet på växten och lägger ner sin växt på duken. "Har du en växt med lila blad (känn mot din kind)?" När alla växter ligger på duken får eleverna en siffra mellan ett och sex. Om läraren sedan säger: "Asp två" ska alla som fått siffran två springa ett varv runt ringen och därefter peka på den växt som heter asp.

* Ett digitalt formulär som kan användas finns här: wwf.typeform.com/to/rSHVEDY3. Frågorna kan även hittas i pdf-format genom att söka i en webbläsare på "www.fi. WWF Naturewatch H | stadsnaturen".



Studenter vid Stockholms universitet provar på land art under våren 2022.

BYGG NATURKÄNSLA MED LAND ART

TEXT: Ammie Berglund, Bioresurs, har intervjuat Ewa Wiklund, adjunkt i naturvetenskap vid Stockholms universitet, ewa.wiklund@su.se

INTERVJU Här berättar Ewa Wiklund, adjunkt vid Stockholms universitet med lång erfarenhet som pedagog, om att närma sig naturen med inspiration från konstformen "land art".

Vad är land art?

Land art handlar om att skapa konst ute i naturen med de material som finns på en plats. Konstformen växte fram som en motreaktion från de som upplev-



Spiral Jetty, som skapades 1970 av Robert Smithson
FOTO: Soren.harward, 2005, commons.wikimedia.org, CC-BY-SA-2.0 (beskuren)

de att konsten blivit för kommersiell på 1970-talet. Ett av de första uppmärksammade land art-verken i USA var Robert Smithsons jättespiral, som skapades i Stora saltsjön i Utah (se nedan). Den var fantastisk – men omöjlig att köpa och ta med sig hem.

Det storskaliga skapandet blev vanligt i USA, och ibland gjordes stora ingrepp i miljön. Att skapa spår i naturen, exempelvis stigar, har utforskats av många inom land art. Mönstren av de upptrampade stigarna i olika miljöer framträder ofta först när man ser dem uppifrån och användningen av drönare har gjort dem lättare att dokumentera.

Ett mer småskaligt skapande i naturen blev populärt i Europa och är nu mer vanligt överlag. Idag hör det också till genren att de verk man skapar ska tas bort, inga spår ska lämnas. Istället läggs fokus på att fotografera det man skapar där och då. Foton sprids i stor omfattning via sociala medier, där land art slagit igenom på bred front (sök på *land art* och *bilder*).

Även om det finns många som sprider bilder föreställande land art-verk är det bästa sättet att förstå vad land art är att prova själv.

Vad kan det ge biologiundervisningen?

Det viktigaste med att använda land art i undervisningen är att det kan ge naturkontakt, möjligheten

att kunna vara närvarande och öppna ögonen för det en plats erbjuder. För land art-konstnärer är naturkontakten helt central i skapandet. Den konstnärliga processen är utforskande och liknar till viss del det naturvetenskapliga sökandet efter samband och mönster. Både konstnärer och naturvetare arbetar kreativt och nyfiket och testar gränser. Med land art i undervisningen kliver vi lite utanför boxen, och elever och studenter ställer ofta jättespännande frågor.

Som pedagog fokuserar jag kanske mer än konstnären på frågorna som dyker upp, och ser hur de kan berika undervisningen. Elever och studenter får upp ögonen för blommor, djur och svampar. Det kommer frågor om arter: *Vad är det här?* Men också andra typer av naturvetenskapliga frågor: *Vad är ett snäckskal byggt av? Hur äter en snäcka? Hur ser lönnens blommor ut?* De här frågorna kan man sedan bygga vidare på i undervisningen. Jag tycker även att det är viktigt att lyfta att det kan dyka upp frågor vi inte har svar på – att det finns mycket kvar att utforska inom naturvetenskapen.

När jag tar in land art i undervisningen ligger alltså fokus på arbetet på platsen, med det som den kan erbjuda och på processen i skapandet och de frågor och tankar som väcks i arbetet, snarare än att det ska bli en snygg slutprodukt. Men det blir ofta både vackra, roliga och oväntade verk som växer fram!

När vi använder land art i undervisningen arbetar vi i grupp, till skillnad från land art-konstnärer som i regel är individualister, där fokus är på deras egna verk. Skapande i grupp har också ett värde för våra relationer. Samarbeta är viktigt, även inom exempelvis naturvetenskaplig forskning.

Sist men inte minst är det viktigt att kunna uppleva skönhet och känna glädje i undervisningen. Land art ger en upplevelse av kulturella ekosystemtjänster. Konstformen öppnar upp för lust och skapande, vilket jag tror är viktigt för alla, oavsett ålder. En bonus är också att utomhusundervisning ger positiva hälsoeffekter (se Faskunger m.fl. 2018).

Vilka åldrar/årskurser passar det för?

Min erfarenhet är att alla, både barn, ungdomar och vuxna uppskattar övningarna. Min gissning är att det är vanligast att man går ut och skapar i naturen med yngre elever och särskilt i förskolan (se tips i Hedberg 2019 och Sørenstuen 2011).

När man arbetar med årstider i lågstadiet kan övningar med land art vara ett sätt att stanna upp på en plats för att upptäcka vårtecken, eller hur naturen ser ut på vintern. Det fungerar utmärkt som ingång till att upptäcka vilka växter, djur och svampar som finns i närmiljön. I och med att de kreativa övningarna öppnar upp för att observera detaljer borde de även kunna passa som introduktion till den plats där man kanske ska gå vidare och göra andra undersökningar, även för äldre elever.

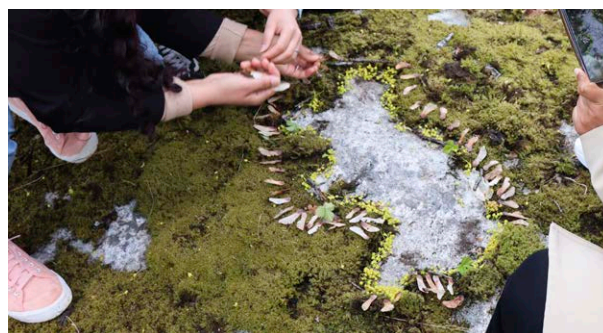
Hur gör man?

Jag brukar utgå från ekosystemtjänster, ge lite bakgrund till historiken inom konsten och visa några bilder med exempel på land art. Allemansrätten pratar vi också om, vad man får och inte får göra i naturen. Men sedan går vi ganska snart ut och provar tillsammans. I början tog jag ofta med mig lite extra material (till exempel blomblad i olika färger) till den plats där vi skulle vara, men min erfarenhet är att både elever och lärarstudenter gärna är kreativa bara utifrån det som finns på platsen. Om man tar med material får man tänka på att inte ta med frön från andra platser, särskilt inte från invasiva arter.

Valet av plats har stor betydelse för vilket material man kan hitta. Det behöver inte vara en fantastisk naturmiljö men helst inte heller en välstädd gräsmatta. Det får gärna vara en lite stökig plats, utan så mycket skräp. Ofta fungerar närområden runt skolan bra. Det viktiga är att jag som pedagog har studerat omgivningens resurser i förväg och att jag har en plan för vart vi ska gå, så att det finns bra tillgång till olika material.

Jag passar ofta på att ge lite utomhusdidaktiska tips till studenterna. Hur förbereder vi barngruppen på vad som ska hända, hur samlar vi gruppen enkelt och hur går vi säkert till platsen? Det finns många bra utomhusdidaktiska lekar man kan använda för att få det att fungera bättre ute (se exempel i Wejdmark m.fl. 2020). När vi kommer fram använder jag handtecken för att visa att de ska placera sig i en cirkel runt mig och se till att inte skymma varandra. Ett sätt för att landa på platsen är att be alla att blunda en minut och vara uppmärksamma på vilka ljud de hör, eller vilka dofter de känner. Jag kan också ha förberett olika naturföremål som var och en får i sina händer som de håller bakom ryggen, och så får de gissa med hjälp av sin känsel vad de har fått för något. Det kan man använda som gruppindelning också – de som fått grankottar bildar en grupp, tallkottarna en grupp och så vidare.

För att komma igång brukar jag låta elevgrupper om cirka 4–5 elever välja eller slumpmässigt dra ett kort med ett uppdrag att börja med. Om man börjar för öppet – ”skapa med det ni har omkring er” – kan det låsa sig helt. Man ska inte ha bråttom, men det kan vara bra att ge en bestämd tid att jobba på. Med ett avgränsat uppdrag får gruppen något att



Exempel på land art



TIPS PÅ UPPDRAG

- Hitta gränser
- Fyll mellanrum
- Hitta former
- Förstärk skuggor
- Gör ett mönster
- Omslut
- Gör ett djur
- Gör ett bo

GÖR ETT BO

diskutera kring – hur kan vi göra detta? – och de kommer lättare igång. Man kan jämföra med det vi brukar kalla styrda och öppna laborationer inom naturvetenskap. På samma sätt som det visat sig att guidade undersökningar kan vara mer konstruktiva än både helt öppna och helt styrda laborationer, så kan de här uppdragen ge en inramning som ger stöd (för vad som ska göras) men som öppnar upp för kreativa lösningar (hur kan vi göra?).

Som avslutning kan man samlas och tillsammans titta på varandras arbeten. Grupperna berättar lite kort om vilket uppdrag de haft, hur de tänkt när de skapat och om det väckts några frågor under deras arbete. Avslutningen utomhus blir att vi kanske fotograferar och sedan städar bort allt, så att vi inte lämnar några spår. Frågorna kan vi ta med in i den fortsatta undervisningen.

Kan land art knyta ihop biologin med andra ämnen?

Ett samarbete med bildlärare rekommenderas. Frågor som väcks under olika uppdrag kan handla om många olika saker. Exempelvis hade jag en grupp som fick uppdraget ”gränser” och som i sitt byggande med pinnar inledde mycket intressanta samtal om länder och krig, om vem som bestämmer gränser, och hur de flyttas. Den typen av frågor kan kopplas till SO-ämnena. Att låta eleverna verbalisera det de gjort, berätta och skriva, kanske även dikter, knyter an till svenskundervisning. Land art-uppdragen omfattar ofta utmaningar i hållfasthet, exempelvis när eleverna vill bygga torn eller foga ihop olika material, där finns kopplingar till både fysik och teknik.

Kan du tipsa om en land art-konstnär?

En av mina stora inspiratörer är Andy Goldsworthy som utgår helt och hållet från platsen där han är. Han jobbar utan verktyg, bara med händerna, för att kunna känna in de naturmaterial han arbetar med,

som blad i olika färger, pinnar och stenar. Taggar och strån används för att sätta ihop material. Han utmanar hela tiden gränserna i det han skapar. Han filmar ibland när han arbetar och på det sättet får man följa verket från start tills det rasar eller går sönder.

Några avslutande tankar?

För att fortsätta med kreativ undervisning om ekosystemtjänster kan man jobba med ett färgtema. Det går både att måla och färga tyg med naturfärger. Vad av det vi äter kan ge färg? Vilka material kan vi hitta utomhus som går att använda som färger? Färgtemat kan också fungera bra för systematiska undersökningar.

Att ge elever och studenter naturkontakt är en viktig del i hållbarhetsarbetet, för tycker man inte om att vara ute och förundras över skönheten, hur ska man då motiveras att bry sig om sin omgivning? Att tycka om att vara i naturen är avgörande för att vilja bevara den i framtiden. Och de lärare som vill gå ut och förundras kommer även ge eleverna en positiv upplevelse.

Mer information

Faskunger, J. m.fl. (2018) *Klassrum med himlen som tak – En kunskapsöversikt om vad utomhusundervisning betyder för lärande i grundskolan*. Skrifter från Forum för ämnesdidaktik nr 10, Linköpings universitet, Sveriges lantbruksuniversitet och Utenavet.

Hedberg, A. (2016). *LAND ART – ett konstpedagogiskt handledningsmaterial för konstnärer som vill arbeta mot förskolan*. www.kc-vast.se/images/uploads/fil/handledningsmaterial-land-art.pdf.

Sørenstuen, J.E. (2011). *Levende spor*. Fagbokforlaget.

Wejdmark, M. m.fl. (2020) *Att lära in ute: övningar i bakfickan*. Outdoor Teaching Förlag.

Wiklund, E., Osswald, H. (2018). *Arbeta med naturvetenskap – på ett lekfullt sätt i FK-3*. Natur & Kultur.

På Bioresurs webbplats under Resurser/Ekologi/Ekosystemtjänster finns flera tips på hur man kan arbeta med färger från naturen.



KOPPLING TILL STYRDOKUMENTEN


Land art handlar om att observera detaljer och ta med dem in i ett kreativt skapande på den plats man är på. För årskurs 1–3 kan detta passa när man ska studera årstidsväxlingar i naturen och det är ett sätt att träna på att observera, något som är mycket viktigt att kunna när man jobbar vidare med systematiska undersökningar. I kommentarmaterialet lyfter Skolverket fram att undervisningen ska erbjuda eleverna möjligheter att ställa frågor om naturen utifrån upplevelser. Genom övningar med land art kan läraren fånga upp elevernas frågor och använda dem i den fortsatta undervisningen.



FYLL MELLANRUM



GÖR MÖNSTER



Östersjön kommer precis som andra delar av världshavet att påverkas av klimatförändringar. Havsförsurning och lägre syrehalter kan gynna vissa arter, som exempelvis öronmaneter, under förutsättning att de får tillräckligt med föda. Ett varmare hav innebär ökad metabolism och därmed ett större behov av föda hos växelvarma organismer, som öronmaneter.

FOTO: Elisabeth Lundmark

ÖSTERSJÖN OCH KLIMATET

– Undervisningsmaterial för gymnasiet

Whaaa! Ansökan gick igenom! Pulsen går upp – allt arbete gav resultat. En digital portal om hur klimatförändringarna kommer att påverka Östersjön ska bli verklighet! När denna artikel skrivs, ungefär ett år efter det positiva beskedet, finns portalen på plats.

Här finns läromedlet:
bssc.se/vart-varmare-hav

TEXT: Sophie Lewenhaupt, pedagog vid Baltic Sea Science Center, sophie.lewenhaupt@skansen.se

Vi backar till januari 2021. Med covid-19 i kroppen, men med god hjälp av bland annat forskare vid SLU fick vi på Baltic Sea Science Center (BSSC) på Skansen till slut ihop en ansökan som skickades in till forskningsrådet FORMAS årliga kommunikationsutlysning. I juni 2021 fick vi reda på att den gått igenom. Sedan dess har den digitala portalen "Vårt varmare hav" tagits fram, som handlar om hur klimatförändringarna kommer att påverka Östersjön.

En portal, många delar

Portalen är utvecklad för gymnasiet men innehållet är kostnadsfritt och tillgängligt för alla. Materialet är tänkt att användas i klassrummet eller för instudering på egen hand. Tanken är att portalen ska fungera lite som ett "plockbord" där man använder sig av det som passar, utifrån kurs och moment. Men det går också bra att arbeta sig igenom innehållet från början till slut.

Via portalen har man tillgång till totalt åtta moduler. Modul 1–4 innehåller fakta om Östersjön och klimatförändringarna i form av texter, bildspel och kortare filmer. Där kan eleverna testa sina kunskaper i korta quiz.

Innehållet är tänkt att vara relativt grundläggande och ta ett par lektioner i anspråk. Utöver det teoretiska materialet finns fyra praktiska moduler, 5–8. Här hittar man bland annat *Var med och forska* och *Sprid kunskapen vidare*. Dessa moduler är framtagna för att eleverna ska få känna sig delaktiga i forskning och utveckla handlingskompetens, genom att dels bidra till pågående forskning om klimatförändringarna, dels

sprida kunskap och engagemang via egna kommunikationsprojekt. Det kan handla om att göra ett spel, en podcast eller posters.

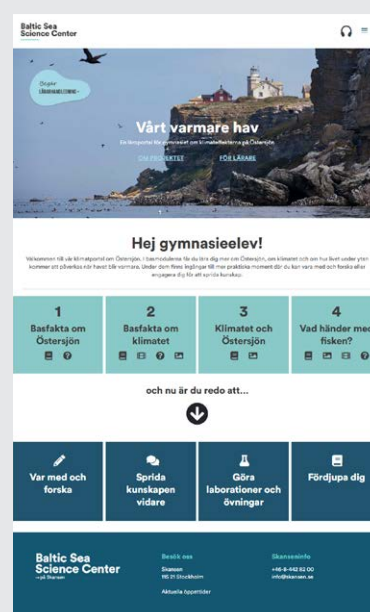
Stöd för lärare

Till materialet finns en lärarhandledning, där varje modul har förslag på arbetsupplägg i klassrummet utifrån tillgänglig tid. Där finns förslag på praktiska övningar och laborationer som kan passa in i de olika modulerna

VÅRT VARMARE HAV

Portalen *Vårt varmare hav* har tagits fram av skolverksamheten på Baltic Sea Science Center (BSSC) på Skansen med hjälp av forskarna Anna Gårdmark, Magnus Huss och Jonas Hentati Sundberg vid SLU, kommunikationsbyrån Azote och stiftelsen Voice of the Ocean – med bidrag från forskningsrådet FORMAS. Portalen innehåller allt från text och filmer om forskning till quiz och praktiska övningar för klassrummet. Medborgarforskning, där elever själva kan bidra med forskningsresultat, är också en viktig del.

Vill du veta mer, har synpunkter på innehållet eller vill komma i kontakt med forskarna i projektet? Mejla till bssc@skansen.se!





Under våren 2022 anordnades en lärarfortbildning tillsammans med forskarna i projektet och en klimatexpert från SMHI, och under sommaren en studieresa för lärare till sillgrisslornas häckningsplats på Stora Karlsö utanför Gotland. Håll utkik på portalen efter fler möjligheter för lärare framöver!

Via portalen *Vårt varmare hav* kan elever bidra med data till forskning genom att studera videomaterial med sillgrisslor under extremvarma sommarkdagar på klipporna på Stora Karlsö. Här ses exempel på några olika värmereglerande beteenden hos fåglarna som eleverna får leta efter: flämtning (A), upphöjda skuldror (B), och orientering med det vita bröstet mot solen (C). (D) markerar ett beteende som inte ingår i studien.

FOTO: Baltic Seabird Project

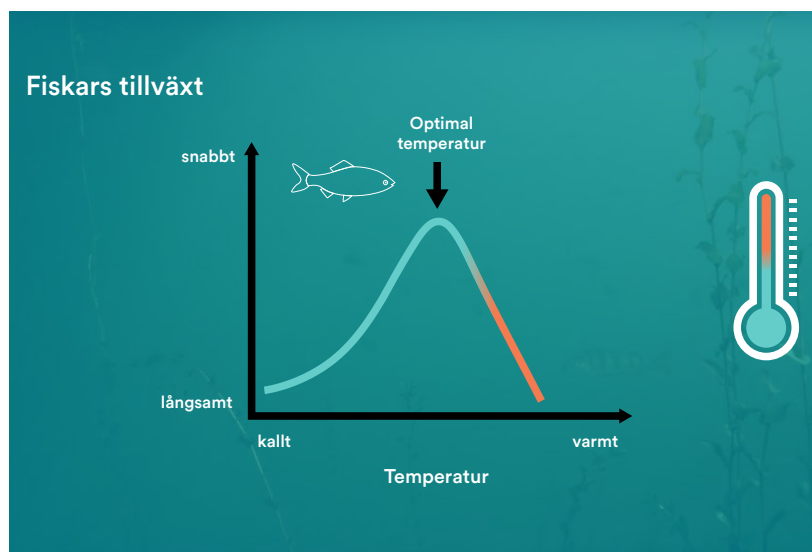
och vad man som lärare kan ta upp och diskutera – exempelvis kring naturvetenskapliga arbetsmetoder eller vanliga missuppfattningar elever kan ha, om bland annat växthuseffekten. Vi har också samlat tips på fördjupad information och några andra webbresurser att använda. En länk till lärarhandledningen skickas till de lärare som vill vara med och utvärdera arbetet med portalen. Anmälmingsmöjligheter finns under fliken *För lärare* på portalen. Där finns även information om vilka kurser och delar av det centrala innehållet som materialet passar till inom biologi, naturkunskap och naturvetenskaplig specialisering.

Hur bidrar eleverna till forskning?

Forskningen som eleverna kommer i kontakt med bedrivs vid Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, och handlar om hur fisk respektive sjöfågel påverkas av högre temperaturer. Forskarna Anna Gårdmark och Magnus Huss berättar i filmer om hur deras fisk-

experiment går till och vilka resultat de har fått. Eleverna får även själva delta i forskning, genom att studera sillgrisslors värmereglerande beteenden under extremvarma sommarkdagar. Detta gör de via filmklipp som samlats in under sillgrisslornas häckning på Stora Karlsö 2020 och 2021 (se bild ovan). Forskaren Jonas Hentati Sundberg är nyfiken på att få veta mer om hur extremvarma dagar

påverkar häckningsframgången. I lärarhandledningen finns stöd för hur du som lärare går tillväga. Elevernas observationer sammanställs i ett kalkylark och all insamlad data från alla deltagande klasser kommer att vara tillgänglig för analyser, för såväl forskare som elever. Våren 2022 har varit en testperiod med ett fåtal klasser, så vi ser med spänning fram emot en uppskalning under hösten!



I materialet på klimatportalen ingår förklarande animationer och bilder. Den ovan återfinns i en av modulerna där forskare från SLU förklarar hur fisk kommer att påverkas av varmare vatten.

Vad ska skogen räcka till?



SKOGSLABBET

– Ett läromedel från SLU

Här finns läromedlet: skogslabbet.se

Personerna på bilden har olika roller och åsikter om hur skogen ska utnyttjas. Bilden används i en av Skogslabbets övningar där elever får träna på att se en och samma fråga ur olika perspektiv.

TEXT: Jessika Lagrelius, projektledare för Skogslabbet vid SLU, jessika.lagrelius@slu.se

Skogslabbet är ett kostnadsfritt, digitalt läromedel anpassat för gymnasiet, baserat på forskning om skog och hållbar utveckling.

Skogslabbet innehåller fem teman: *Hållbar utveckling*, *Klimat*, *Biologisk mångfald*, *Skogen som cirkulär resurs* och *Människan och skogen*. För varje tema finns övningar med tillhörande lärarhandledningar, bildspel med instruktioner, filmer och annat material. Totalt finns ett femtiotal övningar, tolv bildspel, närmare hundra illustrationer och åtta (snart tio) filmer.

I de fem temafilmerna förkommer dels tre ungdomar som reflekterar över skog i sin vardag, dels forskare och andra som ger sitt perspektiv på temat. I till exempel *Temafilm 5: Människan och skogen* får man möta Elsa

Reimerson, forskare vid Umeå universitet som fokuserar på miljöpolitik och miljöpolicy, och Anders Esselin vid företaget Man & Nature, som arbetar för att skapa bra möten mellan människor med olika intressen i komplexa och svårlösta samhällsfrågor. De tar upp varför många tycker så olika i skogsfrågan och hur Sverige arbetar för att alla ska komma överens.

Skogslabbet har tagits fram av Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, med hjälp av en investering från Ljungbergsfonden. Innehållet, som utgår från aktuell forskning, har utvecklats av gymnasielärare och granskats av forskare vid SLU.

ZOOMA MED BIORESURS



Den 18 oktober kl 15.30-17 gästas Zooma med Bioresurs av tre nyckelpersoner bakom Skogslabbet:

Helen Forsgren arbetar som gymnasielärare i Örnsköldsviks kommun och har bred erfarenhet av läromedelsutveckling.

Anna Lodén är också gymnasielärare och läromedelsutvecklare men nu även doktorand vid Institutionen för naturvetenskaperna och matematikens didaktik vid Umeå universitet. Hennes forskning handlar om digital kompetens inom naturvetenskapliga ämnen, till exempel hur elever söker efter information online.

Jessika Lagrelius är projektledare för Skogslabbet vid SLU.

Webbinariet passar bäst för gymnasielärare men alla är välkomna. Se Fortbildning på Bioresurs webbplats, www.bioresurs.uu.se.

FEEDING YOUR MIND

– Fördjupade samtal om framtidens mat

TEXT: Ylva Carlqvist Warnborg, redaktör och producent för podden Feeding your mind, samt Anna Maria Wremp, kommunikatör vid SLU Future Food, anna-maria.wremp@slu.se

Här finns podden:
www.slu.se/feedingyourmind

Feeding your mind är en podd från Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, om hållbar produktion och konsumtion av mat. Podden vänder sig till såväl beslutsfattare och forskare som studenter och en mat- och hållbarhetsintresserad allmänhet. Här ställs de svåra frågorna och utrymme ges för fördjupade reflektioner och samtal.

I augusti 2022 hade tjugosju avsnitt hunnit ges ut i *Feeding your mind*, podden som följer nutidens skeenden och prövar dem mot vetenskapliga insikter. Några nyckelord för podden är tvärvetenskap,

hållbarhet och fakta. Utifrån det finns nästan hur mycket som helst att diskutera, problematisera kring och belysa. Precis som för plattformen SLU Future Food, som står bakom podden, är ett mål för

Feeding your mind att kommunicera kunskap och debatter kring framtidens hållbara mat. Podden är ett forum för många olika röster som på olika sätt arbetar med ämnet men allra främst är det en plats för forskarröster som får tala till punkt, både från SLU och från andra universitet.

KORT OM PODDEN

Podden *Feeding your mind* ges ut av SLU Future Food. Varje avsnitt har ett nytt tema, relaterat till hållbar produktion och konsumtion av mat, och det kommer ut 5–6 avsnitt per år. Podden blev verklighet efter ett möte i Almedalen 2017, då Ann-Sofie Wahlström och Gunilla Leffler, programchef respektive dåvarande kommunikatör vid SLU Future Food, träffade Ylva Carlqvist Warnborg, vetenskapsjournalist och en välbekant röst från Vetenskapsradion på Sveriges Radio. Hon är redaktör och producent för podden och är den som gör intervjuerna.

Några exempel på avsnitt:

- Kött – hur hållbart är det egentligen? (avsnitt 4)
- Insekter – kittlar dödsskönt i kistan! (avsnitt 5)
- Överproduktion, överkonsumtion och matsvinn (avsnitt 7)
- Almedalen special: Hur hotat är vårt dricksvatten? (avsnitt 11)
- Hur ser framtidens grönsaksdisk ut? (avsnitt 13)
- Om innovation och utbildning som game changer för hållbar livsmedelsproduktion (avsnitt 21)

Podden finns där poddar finns, till exempel på Soundcloud, iTunes eller Spotify.



Ylva Carlqvist Warnborg. FOTO: Jane Geismar



FOTO (äpplet): Shutterstock

Aktuella frågor

Mat handlar ju inte "bara" om överlevnad, utan leder också snabbt och ofta in tankarna på tätt sammanlänkade områden som djurvälstånd, etik, biologisk mångfald, klimat, kultur och tradition. Vad har till exempel kött för plats på framtidens tallrikar? Många är överens om att vi inte kan fortsätta att äta kött på det sätt som vi gör i västvärlden idag. Men vad ska vi i så fall äta istället? Sådana frågor har diskuterats i ett tidigt avsnitt av *Feeding your mind* (avsnitt 4), utifrån svensk konsumtion, men ämnet kött återkommer i ett av höstens avsnitt, då med ett internationellt perspektiv.

De frågor som hittills har varit i fokus har blivit alltmer dagsaktuella, både ur lokala och globala perspektiv. Frågor om till exempel livsmedelsberedskap vid kris, krig och extremväder har ju tyvärr sålän varit så aktuella som just nu. En annan central fråga är hur vi ska minska det enorma matsvin-

PODDEN I SKOLAN

Håkan Jansson är lärare vid Katedralskolan i Uppsala och har använt podden *Feeding your mind* i kursen Hållbart samhällsbyggande för gymnasiet årskurs 2–3. Eleverna har fått lyssna till poddavsnittet *Producers framtidens mat i städerna?* (avsnitt 12, 28 minuter):

– Eleverna har inför en lektion lyssnat på avsnittet och använt sig av en studieteknik där de plockat ut tre fakta, två frågor och en intressant sak. På lektionen har de sedan pratat parvis om vad de valt ut för att därefter sammanfatta tillsammans vad de tar med sig för fakta, frågor och intressant sak att arbeta vidare med i kursen. När vi senare har byggt en hållbar stad i Minecraft Education edition har några elever använt sig av delar av det vi sammanfattat från poddens avsnitt och, i kombination med fakta från andra områden inom hållbart samhällsbyggande, som arkitektur, tagit fram lösningar på framtidens utmaningar. Elevgruppen som står bakom bygget på bilden arbetade till exempel med demokratiseringsfrågan och byggde ett center där invånarna kan träffa representanter från kommunen, hälsovården, hålla egna möten samt ta del av utbildningsinsatser inom områden de har behov av att fördjupa sina kunskaper inom, till exempel odling, bevattnings och akvaponi, berättar Håkan Jansson.

BILDKÄLLA: Håkan Jansson (arbete i Minecraft Education edition)



net, där omkring trettio procent av all mat som produceras slängs – i en värld där svältkatastroferna fortsätter. Pandemins, klimatförändringarnas och Ukrainakrigets komplexa påverkan på den globala livsmedelsproduktionen har också belysts i podden. Även stora globala initiativ för att fokusera världens intresse och handlingskraft kring ödesfrågor om mat, klimat och miljö har tagits upp. Avsnitt 22 handlar om FN:s virtuella toppmöte om livsmedelssystem i september 2021, där 51 000 personer från 193 länder deltog (Food Systems Summit) och avsnitt 26 om miljökonferensen Stockholm +50 i maj 2022, som hölls femtio år efter FN:s första miljökonferens: Stockholmskonferensen 1972.

Inför höstens val gjordes ett avsnitt där både politiker och forskare svarar på centrala matfrågor (avsnitt 27). Vad vi väljer att göra i Sverige, kan spela roll också globalt. För – allt hänger ju ihop, i de cirkulära systemen.

OM SLU FUTURE FOOD

SLU Future Food är en av fyra framtidsplattformar vid SLU (*SLU Future Food*, *SLU Urban Futures*, *SLU Future Forests* och *SLU One Health*). Gemensamt för plattformarna är att de ska arbeta för tvärvetenskap och med framtidsperspektiv, och att de ska utgöra en brygga för kontakt och samverkan mellan forskare, både inom och utanför SLU, och med det omgivande samhället.

SLU Future Food verkar för ett ekologiskt, ekonomiskt och socialt hållbart livsmedelssystem genom att utveckla forskning och samverkan, identifiera nyckelfrågor, stimulera samarbeten och kommunicera vetenskapligt underbyggd kunskap. Förutom podden *Feeding your mind* sprider SLU Future Food kunskap via nyhetsbrevet *Food for Thought*, webinarier om aktuella ämnen (en del av dessa spelas in och kan ses i efterhand) och temasidor på webben kring områden som till exempel livsmedelsberedskap, matsvinn, hållbar matkonsumtion, mat & klimat, insekter som mat, klimatanpassning och dricksvatten & hälsa.

Via webbplatsen för SLU Future Food kan man också nå fler poddar relaterade till livsmedel:

Feed – en podd på engelska om hållbara livsmedelssystem som publiceras av TABLE, ett samarbete mellan SLU, Oxford University och Wachenigen University & Research.

Shaping our food – en podd (på svenska) om växtförädling och djuravel från forskningsprogrammet Mistra Biotech. Hur hindrar man en extra lurig svamp att angripa växten? Hur gör forskarna när de förändrar generna i växter och djur? Och var går gränsen för vad som är etiskt försvarbart att förändra? Det är några av frågorna som behandlas i intervjuer med forskare inom olika områden som relaterar till växtförädling, husdjursavel och bioteknik.

Länkar till allt ovan finns på www.slu.se/futurefood

Forskning, djurförsök och 3R

– Ett läromedel för gymnasiet

Här finns
läromedlet:
[gratisiskolan.se/
avsandare/
sveriges_3r_center](https://gratisiskolan.se/avsandare/sveriges_3r_center)

TEXT: Lisa Andersson, kommunikatör vid Sveriges 3R-center, 3Rcenter@jordbruksverket.se

Sveriges 3R-center, ett nationellt kompetenscentrum och en del av Jordbruksverket, har tagit fram ett digitalt utbildningsmaterial om forskning och naturvetenskapliga metoder riktat till gymnasieskolan.

En forskare måste alltid ställa sig frågan – vad är den bästa metoden som jag kan använda för att besvara min forskningsfråga? Ibland är den bästa metoden ett djurförsök, men det finns idag många djurförsöksfria metoder och utvecklingen går fort framåt. Det handlar bland annat om avancerade cellmodeller, men även datormodeller som matematisk modellering och artificiell intelligens.

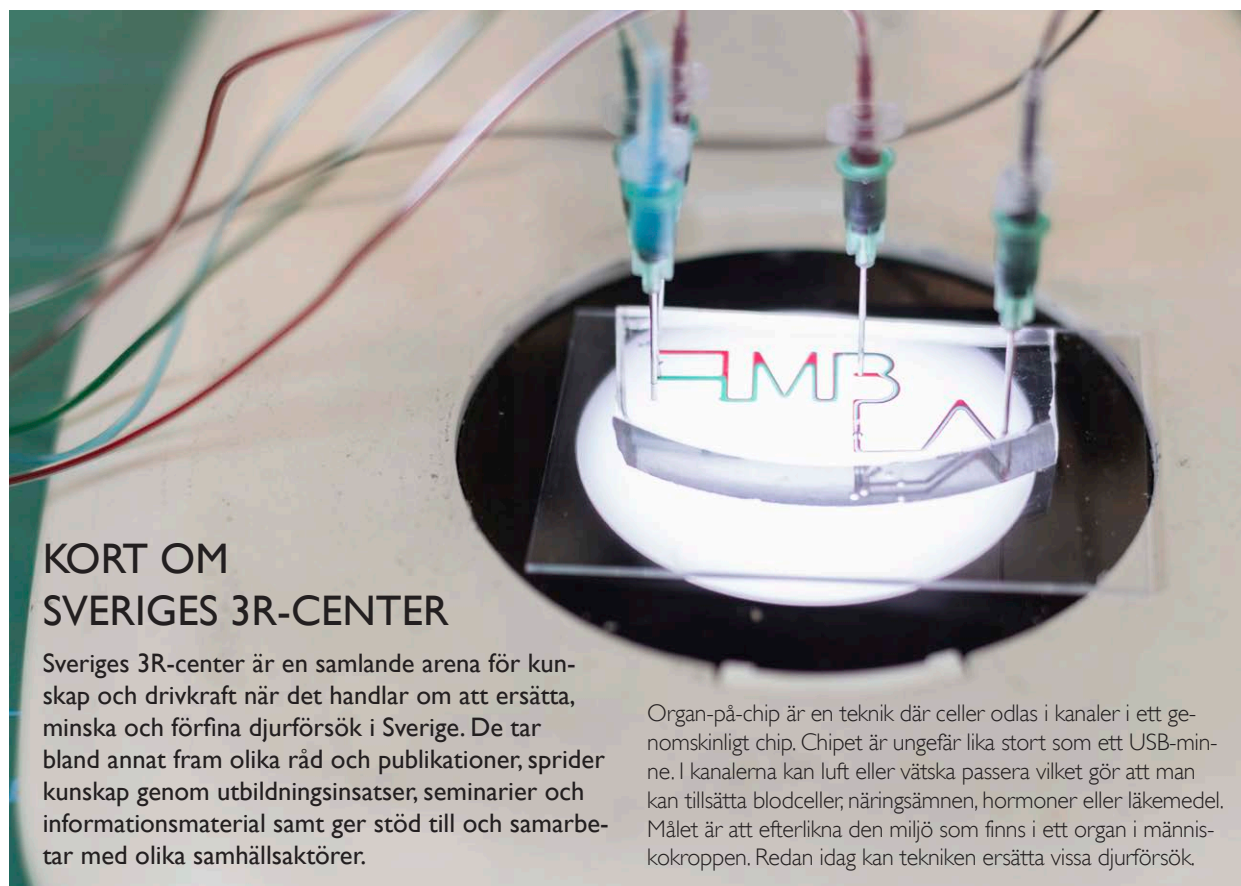
Material för gymnasieskolans kurser

Utbildningsmaterialet som tagits fram riktar sig till gymnasiet och syftar till att fördjupa undervisningen om vad forskning är, olika metodval, etiska frågor och avvägningar i relation till djurförsök och andra meto-

der som inte använder djur. Eleverna får lära sig mer om begreppet 3R, en internationell förkortning som handlar om att ersätta, minska och förfina djurförsök (*Replace, Reduce* och *Refine*).

Materialet består av tre fristående lektioner, som är webbaserade, kostnadsfria och kopplade till kursplanerna i naturkunskap och biologi. De fungerar också bra i andra ämnen som tangerar frågor om etik, djurförsök och bioteknik.

Materialet är framtaget av Sveriges 3R-center och Sveriges nationella kommitté för skydd av djur som används för vetenskapliga ändamål. Representanter från svenska universitet, företag, myndigheter, forskningsfinansierare och djurrättsorganisationer har varit



KORT OM SVERIGES 3R-CENTER

Sveriges 3R-center är en samlade arena för kunskap och drivkraft när det handlar om att ersätta, minska och förfina djurförsök i Sverige. De tar bland annat fram olika råd och publikationer, sprider kunskap genom utbildningsinsatser, seminarier och informationsmaterial samt ger stöd till och samarbetar med olika samhällsaktörer.

Organ-på-chip är en teknik där celler odlas i kanaler i ett genomskinligt chip. Chipet är ungefär lika stort som ett USB-minne. I kanalen kan luft eller vätska passera vilket gör att man kan tillsätta blodceller, näringsämnen, hormoner eller läkemedel. Målet är att efterlikna den miljö som finns i ett organ i människokroppen. Redan idag kan tekniken ersätta vissa djurförsök.

FOTO: Forskargruppen EMBLA, Uppsala universitet.

involverade för att kvalitets- och faktagranska allt material. Pedagoger via företaget KKM, som står bakom gratisiskolan.se, har arbetat med att omvandla underlaget till digitala lektioner. En referensgrupp med ett tiotal gymnasielärare har utvärderat materialet under själva produktionen.

Lektioner och fördjupningsmaterial

Lektionerna kan användas var för sig, för självstudier, samtal i mindre grupper eller i helklass, fristående eller i denna ordning:

- **Välkommen till forskningens värld!**
En introduktion till forskning och forskningsmetodik, där eleverna får lära sig hur en forskare arbetar med olika naturvetenskapliga metoder.
- **Djurförsök, 3R och etik**
Här får eleverna lära sig mer om djurförsök och försöksdjur. De får också lära sig om, och själva resonera kring, hur man kan se på djurförsök utifrån olika etiska teorier.
- **Djurförsöksfri forskning**
Här fokuseras helt på innovation och djurförsöksfria forskningsmetoder och hur de kan användas för att ersätta djurförsök.

Tanken är att eleverna själva ska kunna ta del av information från materialet, som består av texter, filmer, bilder och uppgifter. Varje lektion avslutas med ett kunskapstest. I materialet finns förslag på diskussionsfrågor, se exempel på denna sida.

För alla lektioner finns ett fördjupningsmaterial som kompletterar och ger en djupare förståelse för frågor och ämnen som tagits upp, som till exempel djurvälstånd och cellbaserade metoder.

FILMER

Till lektionerna hör filmer där eleverna får lyssna till personer som på olika sätt kommer i kontakt med ämnet:

Martin Bergman är forskare och utredare vid Vetenskap & Allmänhet, en förening som ska främja dialog, samverkan och öppenhet mellan forskare och allmänheten. Martin berättar på en övergripande nivå om forskning och olika metoder som används inom den naturvetenskapliga forskningen.

Elin Törnqvist är veterinär och forskare. Idag arbetar hon som chef på Statens veterinärmedicinska anstalt och hon har lång erfarenhet av både djurförsök och djurförsöksfria metoder. Elin berättar mer ingående om djurförsök, etik och 3R.

Karin Gabrielson Morton som är sakkunnig i stiftelsen Forska Utan Djurförsök, deltar i filmerna i den lektion som handlar om djurförsöksfri forskning. Karin ger exempel på nya metoder från idag, men också en tillbakablick med exempel på hur man har kunnat ersätta djurförsök med djurförsöksfria metoder.

ZOOMA MED BIORESURS



Den 28 november kl 15.30-17 handlar Zooma med Bioresurs om forskning, djurförsök och 3R.

För lärare

Lärarhandledningen innehåller tydliga instruktioner för hur materialet ska användas och vilka ämnen och delmoment det passar inom. Till varje lektion finns en presentation, med två sektioner: en del för lärare om Sveriges 3R-center, hur man använder materialet och lektionens uppbyggnad och en del avsedd för att introducera materialet för eleverna.

Nyanserad bild av djurförsök

Ämnet djurförsök skapar ibland reaktioner i samhället i stort och givetvis även hos gymnasieelever. Det kan resultera i starka känslor och uttryck (se hänvisningar till mer information om undervisning om kontroversiella frågor nedan). En förhoppning är att undervisningsmaterialet ska bidra till att belysa djurförsök och alternativa metoder ur olika perspektiv, för att nyansera bilden och ge en större förståelse för forskning.

DISKUSSIONSFRÅGOR

Exempel från materialet

I Sverige är det tillåtet med djurförsök. Men betyder det att vi alltid gör rätt när vi använder djur för att få svar på våra vetenskapliga frågor? Finns det en etisk gräns för vad djuren får utsättas för? Resonera utifrån två eller flera etiska teorier.

Det är förbjudet att testa kosmetika på djur. Finns det andra områden som ni tycker att man inte borde få använda djur till och varför?

Vad tror ni skulle hända om djurförsök förbjöds helt över en natt?

Hur tror ni att vi kan ersätta djurförsök, idag och om 20 år?

Vilka djurfria metoder tror ni kommer vara ledande i framtiden?


Mer information

Via länken nedan nås Skolverkets webbsida *Biologi: Att hantera kontroversiella frågor i undervisningen* samt dokumentet *Undervisa om kontroversiella frågor (Teaching controversial issues, 2016)* på Europarådets webbplats: www.skolverket.se/skolutveckling/inspiration-och-stod-i-arbetet/stod-i-arbetet/kontroversiella-fragor

Exempel på en didaktisk studie av undervisning om djurförsök: Garrecht, C. m.fl. (2021) 'I wouldn't want to be the animal in use nor the patient in need' – the role of issue familiarity in students' socioscientific argumentation. *International Journal of Science Education*, 43(12), s. 2065–2086.

Uppdaterade råd om säkerhet för arbete med mikroorganismer

TEXT: Ammie Berglund och Ida Solum, Bioresurs



Säkerhetsanvisningarna finns på Bioresurs webbplats, under Övrigt/Säkerhet.

Det finns flera spännande och intressanta försök att göra med mikroorganismer i skolan och många är enkla att arbeta med. Men det är viktigt att vara medveten om riskerna och att känna till vilka regler som gäller, inte minst för nya tekniker som omfattar genetisk modifiering.

När kunskaper och tekniker utvecklas behöver också lagar, regler och riktlinjer från myndigheter uppdateras. Sådana texter kan vara lite omständliga att sätta sig in i, och därför har Bioresurs sammanställt säkerhetstexter för olika områden inom biologiundervisningen. Nu finns en ny version av säkerhetsanvisningarna som handlar om laborationer med mikroorganismer, där vi bland annat har uppdaterat länkar till nya föreskrifter från Arbetsmiljöverket och gjort några andra tillägg.

Vad är nytt?

Tillsammans med experter från Uppsala universitet har vi förtydligat hur bakterier ska hanteras efter uppodling och hur de ska destrueras. I säkerhetsanvisningarna finns även mer detaljerad information om antibiotikahandling som bland annat tar upp vilka antibiotika som kan användas i skolan och nya råd om destruktion och avfallshantering. Problemen med en allt mer utbredd antibiotikaresistens bland bakterier måste tas på allvar, och i skolan ska vi göra det genom att använda så lite antibiotika som möjligt och ta hand om avfallet på ett säkert sätt. Att genomföra

en laboration med antibiotika ger samtidigt ett tillfälle att lyfta den allvarliga utveckling som pågår och att diskutera resistensproblematiken. På vår webbplats hittar du *Resistensbestämning vid urinvägsinfektion* som ett exempel på en laboration där antibiotika ingår och frågor om antibiotikaanvändning diskuteras (se Resurser/Mikrobiologi).


Vi har också valt att foga in information om arbete med genetiskt modifierade mikroorganismer (GMM) i det dokument som handlar om mikrobiologiskt arbete. Tidigare var det ett eget dokument. Tillgängligheten för kit som erbjuder möjligheter att laborera med GMM i skolan har ökat, vilket gör att vi tror att fler kommer att behöva känna till GMM-reglerna. Till stora delar är det också samma råd som gäller för arbete med GMM som för "vanligt" arbete med mikroorganismer.

För att förenkla bedömningen av vilken kompetens som behövs för lärare och elever för olika laborationer med mikroorganismer har vi på Bioresurs beskrivit så kallade kompetensnivåer: basnivå, mellannivå och avancerad nivå.

På basnivå kan man arbeta med exempelvis jäst och yoghurtbakterier i vanliga klassrum med närhet till vatten och möjlighet att tvätta händerna.

Mellannivån kräver att läraren har viss utbildning i att hantera mikroorganismer och eleverna bör ha nått minst skolår sex. På den här nivån rekommenderas en laborationssal med tillgång till rinnande vatten för handtvätt och bänkytor som tål desinfektion. Den kanske vanligaste laborationen är att odla upp mikroorganismer från olika miljöer på agarplattor med en allsidig sammansättning av näringsämnen, men det är inte utan risker (se nästa sida). Mikroorganismer från riskklass 1 kan användas men bakteriestammarna får inte omympas och hållas i odling. Det finns nämligen risk för att odlingarna kontamineras med potentiellt patogena mikroorganismer. För att undvika det krävs både goda praktiska och teoretiska kunskaper om bakterier och sterilteknik och lämplig utrustning, något som karaktäriserar avancerad nivå.

För avancerade laborationer i mikrobiologi ingår mer krävande metoder, och eleverna ska ha nått gymnasienivå.



Vi har också arbetat om exemplen på laborationer och lagt dem i tabellform för att tydliggöra kompetensnivåer, risker och skyddsåtgärder med korta kommentarer om metoder och vilken utrustning som krävs. Detta hoppas vi ska fungera som ett bra stöd för den riskbedömning som behöver göras på skolorna.

Vanligaste risken

En av de vanligaste riskerna med mikrobiologiskt arbete är att man odlar upp okända mikroorganismer som råkar vara patogena. Det är oerhört svårt att veta om något som växer på en agarplatta är helt harmlöst eller potentiellt farligt bara utifrån utseendet på kolonier. I riskbedömningen måste man ta höjd för detta och föreslå en skyddsåtgärd som förhindrar spridningsrisken helt och hållet. Vårt råd är att bakterieodlingar försluts med tejp och aldrig öppnas efter att de förslutits. Okända mikroorganismer får varken omympas, renodlas eller hållas i kontinuerlig odling. Bakterier ska inte heller samlas in från hygienområden så som toaletsits eller handfat då risken ökar för att patogena mikroorganismer odlas upp. Av samma skäl rekommenderas att bakterier från huden enbart odlas upp från händer och fingrar.

Skyddsåtgärder

I de föreskrifter som finns från Arbetsmiljöverket nämns det man kallar skyddsnivåer. En skyddsnivå är ett antal skyddsåtgärder som är anpassade för arbete med smittämnen med likartade risker. Folkhälsomyndighetens webbsida *Skyddsåtgärder* beskriver på ett tydligt sätt vad de innebär i praktiken. För oss i skolan är det relevant att jämföra skyddsnivå 1 och 2. Om man i en riskbedömning inte tydligt kan visa vilken

Skylden "smittrisk" kan laddas ner från Arbetsmiljöverkets webbplats: www.av.se.



skyddsnivå som behövs och allvarlig hälsorisk inte kan uteslutas, ska arbetet bedrivas på minst skyddsnivå 3, något som är orimligt i en normal skolmiljö och därför inte ska förekomma.

Skyddsnivå 1 kan motsvara en normal laborationslokal med tillgång till rinnande vatten för handtvätt och bänkar som lätt går att rengöra. I stort sett alla de laborationer som vi rekommenderar kan utföras på skyddsnivå 1.

För arbete med GMM tillkommer krav på autoklav eller tillgång till riskavfall för att säkerställa att allt material avdödas efter laborationen. Dessutom måste laborationer med GMM göras på ett sätt som garanterar att GMM inte släpps ut i miljön, oavsett om de är ofarliga eller inte. Det gör att vi måste tänka till kring spridningsriskerna. Spridningsrisken kan minskas genom att minimera antalet elever/personal som kan tänkas komma i kontakt med det material som används vid GMM-laborationerna. En lösning kan vara att GMM-laborationer enbart genomförs i en av skolans laborationssalar, med elever som är särskilt informerade och att det finns separat skyddsklädsel (rockar/förkläden/glasögon). Detta liknar beskrivningarna för skyddsnivå 2 där endast personer med lämplig skyddsklädsel och som fått information om riskerna får komma in i lokalen, som ska ha en skylt för smittrisk under den period som mikrobiologiskt arbete pågår. I de flesta skolor behöver förmodligen laborationslokaler användas av fler elever och lärare som kanske inte är informerade. Detta gör det svårt att ha en permanent laborationslokal på skyddsnivå 2. Ett alternativ kan vara att införa en rutin med extra noga rengöring av salen efter en GMM-laboration och att man har en skylt (se bild bredvid) som lätt kan sättas upp och tas ned.

Även om skylten kanske inte är ett strikt lagkrav på de nivåer vi arbetar på i skolan, så signale-

rar den extra försiktighet och blir en del av den ökade medvetenheten som behövs vid GMM-arbetet för att minimera spridningsrisk.

Anmälan till Arbetsmiljöverket

Vi avråder från arbete med mikroorganismer som klassas som smittämnen i riskklass 2 i skolan. Det är inte förbjudet, men kräver särskilda skyddsåtgärder och ska anmälas till Arbetsmiljöverket minst 30 dagar innan laborationen utförs. Att säkerställa att ingen öppnar upp odlingar där det finns okända mikroorganismer är mycket viktigt. Man får utgå från att de kan tillhöra en högre riskklass. Arbete med organismer i riskklass 3 och 4 är förbjudet i skolan. Därmed får man inte ympa om eller vidare behandla en odling av okända mikroorganismer i skolan.

Med få undantag så ska allt arbete med GMM anmälas till Arbetsmiljöverket med en så kallad F-anmälan. F står för försumbar risk, och anmälan gäller så kallad innesluten användning i laboratoriemiljö. Även om det handlar om harmlösa bakterier och gener som används för genmodifiering (exempelvis *Green Fluorescent Protein, GFP*) så ingår ofta olika sorters antibiotikaresistensgener och antibiotika i odlingsmedier som gör att risk för oönskad spridning inte kan uteslutas. Tänk på att det är straffbart att bedriva verksamhet som är anmälningspliktig utan att göra en anmälan. Skolledningen ansvarar för att riskvärderingen görs av kompetent personal och att relevanta skyddsåtgärder vidtas.

Stöd från Bioresurs

Utöver Säkerhetsanvisningarna för mikrobiologiskt arbete finns följande dokument som stöd för mikrobiologiskt arbete i skolan:

- Material och metoder vid mikrobiologiskt arbete
- Beskrivning av fyra vanliga bakteriearter, lämpliga för skolan
- Sterilteknik, elevinstruktion

Avsändare och retur:

Nationellt resurscentrum för biologiundervisning, Box 592, 751 24 Uppsala

AKTIVITETER I HÖST

Här visas ett urval av Bioresurs aktiviteter. Mer information finns på vår webbplats, under Fortbildning.

26 september: Fortbildning om CRISPR (se nedan)

13 oktober: Om arbete med naturvetenskapens karaktär med yngre elever (Zooma med Bioresurs, för åk 1–6)

18 oktober: Skogslabbet – ett nytt digitalt läromedel (Zooma med Bioresurs, för Gy, läs mer på sidan 21)

27 oktober: Att utbilda för hållbar utveckling – perspektiv på undervisning och lärande (Zooma med Bioresurs, för åk 4–9)

28 november: Om forskning, djurförsök och 3R (Zooma med Bioresurs, för Gy, läs mer på sidorna 24–25)

Webbinarieserie om CRISPR

Häng med på Bioresurs webinariserie om CRISPR/Cas och den gentekniska revolutionen tillsammans med Gentekniknämnden. Under fyra måndagar (26/9, 10/10, 24/10, 7/11) kl 16–17 lär vi oss mer om hur tekniken fungerar, olika tillämpningar och etiska frågeställningar. Alla träffar sker digitalt, via Zoom. Läs mer och anmäl dig via länk på Bioresurs webbplats, under Fortbildning.

Bioinformatik för ämneslärare

Våren 2023 ges kursen *Bioinformatik i skolan för ämneslärare (UU-67011)*, 3 hp, på distans under januari–mars. Kursen tar upp databaser och verktyg inom spännande teman som miljöövervakning, evolution och släktskap med didaktiska aspekter på att integrera bioinformatik i biologiundervisning. Läs mer på www.uu.se.

Halvdag om antibiotikaresistens

Den 31 oktober samt den 1 november arrangeras ett halvdagswebbinarium av Strama Stockholm i samarbete med Antibiotikasmart® Sverige. Programmet innehåller bland annat presentationer av undervisningsmaterial och Antibiotikasmart® skola. För anmälan, se www.folkhalsomyndigheten.se/konferens-och-utbildning.



European Olympiad of Experimental Science

Den nationella uttagningstävlingen till EOES för elever i åk 9 och åk 1 på gymnasiet sker den 10 november. Anmäl din skola senast den 21 oktober! Mer information: eoes.se

Samhällsfrågor med koppling till naturvetenskap och teknik

Undervisning utifrån samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll (SNI) och/eller tekniskt innehåll kan öka elevers intresse och engagemang, ge en nyanserad förståelse av och möjlighet att delta i samhällsdebatten samt ge kunskaper som leder till handlingsberedskap.

Tisdagen den 4 oktober kl 15–17 bjuder Skolverket in till ett webinarium där Skolforskningsinstitutet presenterar den nya systematiska forskningssammanställningen om SNI-undervisning (se nedan). Nationella resurscentrum inom naturvetenskap och teknik ger även exempel på resurser att använda i undervisningen. Målgruppen är lärare i åk 4–9 samt lärare på gymnasiet. Information och anmälmöjligheter finns på Skolverkets webbplats, www.skolverket.se, på sidan *Kalender för webinarier och konferenser*. Sista anmälningsdag är den 30 september.

Forskningsöversikt om SNI-undervisning

En ny systematisk forskningssammanställning har getts ut av Skolforskningsinstitutet: *Samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll – en kartläggning av undervisningsmöjligheter*. Kartläggningen beskrivs som en idébank med förslag på ämnesinnehåll och arbetsätt som kan användas i undervisningen och ska ge lärare kunskap om och inspiration för att utveckla undervisningen i SNI. Sammanställningen finns att hämta som pdf på www.skolfi.se. Där finns även ett informationsblad och en sammanfattning av forskningsresultaten.



Bioresurs nyhetsbrev

Vill du få aktuell information om biologi och biologiundervisning via e-post ungefär en gång i månaden? Anmäl dig till Bioresurs nyhetsbrev: www.bioresurs.uu.se/nyhetsbrevsanmalan

Facebook: www.facebook.com/bioresurs.uu.se