

# Bi-lagan



**Frisk jord  
– en viktig naturresurs**

**En studie i fältstudier**

**Hur ska grödor som förädlats med  
hjälp av en gensax regleras i EU?**

**Gymnasiearbete med kromoproteiner**

**Mitokondriernas viktiga roll**

**Skelett på 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](mailto:info@bioresurs.uu.se).

## Omslagsbild

Odling av grödor  
Foto: Bioresurs

## Övriga foton

Bioresurs, om inget annat anges.

## Prenumeration

Bi-lagan utkommer med två nummer per år och att prenumerera är kostnadsfritt. Anmälningsskyltar 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: 5 000 ex

ISSN: 2000-8139

Tryck: By Wind

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 använda bilder ej tillhörande Bioresurs som fristående objekt kan tillstånd krävas. Vid citat ska upphovspersonens namn och källan anges.

## Postadress

Nationellt resurscentrum  
för biologiundervisning  
Box 592  
751 24 Uppsala



**Ammie Berglund**

Föreståndare, lärare och utvecklare av undervisningsmaterial  
[ammie.berglund@bioresurs.uu.se](mailto:ammie.berglund@bioresurs.uu.se)  
070-425 09 73



**Kerstin Westberg**

Lärare och utvecklare av undervisningsmaterial  
[kerstin.westberg@bioresurs.uu.se](mailto:kerstin.westberg@bioresurs.uu.se)  
073-469 79 58



**Ida Solum**

Lärare och utvecklare av undervisningsmaterial  
[ida.solum@bioresurs.uu.se](mailto:ida.solum@bioresurs.uu.se)  
073-469 79 58



**Lisa Reimegård**

Redaktör för Bi-lagan  
[lisa.reimegard@bioresurs.uu.se](mailto:lisa.reimegard@bioresurs.uu.se)  
018-471 64 07

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

# Ny hösttermin

Hoppas att sommaren har gett många härliga naturupplevelser! I Bi-lagan nr 2 2023 fanns en artikel om förundran i den naturvetenskapliga undervisningen. I artikeln om fältarbete i detta nummer av Bi-lagan (sidorna 7–9) nämns också förundran och egentligen är ju hela biologin fylld av förunderliga företeelser som väcker frågor. Här bredvid kan du läsa svaret på en till synes enkel fråga från en elev i årskurs fem som inte alls var så enkel att svara på!

Om ett år, hösten 2025, kommer elever som börjar gymnasieskolan läsa enligt ämnesbetygsreformen. För biologiämnet innebär övergången ganska stora förändringar, inte minst då alla delar av biologin ska in redan på nivå 1. I artikeln på sidorna 14–15 kan du läsa om hur Skolverket resonerat om progression mellan olika nivåer.

Under det kommande läsåret planerar Bioresurs att ordna digitala Gy25-träffar på olika teman. Håll koll på vårt kalendarium via webbplatsen, eller prenumerera på vårt digitala nyhetsbrev.

## Innehåll

Har man fler celler om man är större? [s. 3](#)

Hur mår jorden? – Om markhälsa och jordpedagogik [s. 4–6](#)

En studie i fältstudier, med högstadiel elever från tre skolor [s. 7–9](#)

Restaurering av vattendrag [s. 10–11](#)

Undervisa om havet, med Lektionsbanken om Östersjön [s. 12–13](#)

Ny ämnesplan i biologi, för det ämnesutformade gymnasiet [s. 14–15](#)

Mänskliga kvarlevor – Hur ska de som finns i skolor hanteras? [s. 16–17](#)

Cellens kraftverk – Mitokondrierna i hälsa och sjukdom [s. 18–20](#)

Kromoproteiner – Ett färgglatt gymnasiearbete [s. 21](#)

Gensaxade växter i lagen – Lättad reglering kanske på gång i EU [s. 22–23](#)

Vitt snus [s. 24–25](#)

Lästips [s. 26–27](#)



Har det dykt upp en fråga i biologiundervisningen som du skulle vilja få hjälp med? Kontakta oss på Bioresurs!

# Har man fler celler om man är större?

Text: Bioresurs

Ett mejl från en lärare med en klurig fråga från en elev i årskurs fem ledde till ett utförligt svar från en forskare.

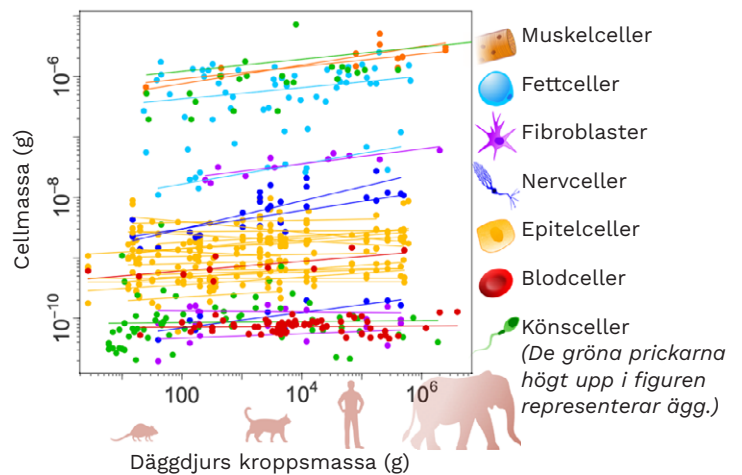
I slutet av 2023 blev Bioresurs kontaktade av Camilla Sörman, lärare på Gyttorpskolan i Gyttorp utanför Nora i Örebro län: "Vi arbetar just nu i biologin med människokroppen och vid varje lektion ställer eleverna frågor till oss lärare att ta reda på till nästa lektion. En fråga vi fått är: **Har man fler celler om man är större?** Har ni ett förståeligt svar jag kan ge mina elever?"

I sökandet efter ett bra svar fann vi den nyligen publicerade artikeln *The human cell count and size distribution*, i den vetenskapliga tidskriften *PNAS* (se referens i figurtexten). Vi vidarebefordrade elevens fråga till en av artikelförfattarna, Ian Hatton, forskare vid Max Planck Institute for Mathematics in the Sciences i Tyskland samt McGill University i Kanada, och fick följande svar (här översatt till svenska):

"Svaret är ja. Cellerna i kroppen behåller i stort sett sin storlek när du växer, så du behöver fler för att bli större. En tioåring har cirka 17 biljoner celler (siffran 17 med tolv nollor efter den), medan en fullvuxen man har cirka 36 biljoner celler och en fullvuxen kvinna cirka 28 biljoner.

Det finns några undantag från regeln – om du lägger på dig fett blir dina fettceller mestadels större snarare än fler. Dina muskelceller och nervcellerna i hjärnan och i hela din kropp blir också större snarare än fler. Men den stora majoriteten av cellerna i kroppen förblir ungefär lika stora från födseln till hög ålder. Detta gäller även för olika arter, såsom möss och elefanter."

rare än fler. Men den stora majoriteten av cellerna i kroppen förblir ungefär lika stora från födseln till hög ålder. Detta gäller även för olika arter, såsom möss och elefanter."



Figuren visar att cellmassan för olika celltyper håller sig relativt konstant när kroppsmassan ökar.

Källa: Hatton, I. A. m.fl. (2023). The human cell count and size distribution. *PNAS, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 120(39), Supplementary Materials, Appendix 01, CC BY 4.0. (Texten har översatts till svenska av Bioresurs.)





# Hur mår jorden?

## – Om markhälsa och jordpedagogik

Text: Christina Lundström, forskare vid Institutionen för människa och samhälle vid Sveriges lantbruksuniversitet, christina.lundstrom@slu.se

Frisk jord är en viktig naturresurs som ger oss växtlighet och mat. Dessutom renar och lagrar den vatten, cirkulerar växtnäring och lagrar kol.

”Ni som känner på er var ni ska gräva för att hitta mask – räck upp en hand!” Frågan ställdes vid en föreläsning om markhälsa för gymnasieelever för något år sedan och faktum är att några men inte så många räckte upp handen. Om du känner på dig var masken finns, så har du redan viktig kunskap om och känsla för vad god markhälsa är, även om du inte har tänkt på det. Att du också har grävt efter mask med en spade betyder att du har en erfarenhet av att uppleva en jord. Kanske dess lukt, dess textur och att många organismer, fler än vi riktigt kan förstå, lever sina liv där i marken. Har du egna erfarenheter och får reflektera över dem i klassrummet och på så sätt kombinera teori med praktik, bidrar det till ett ökat lärande.

Att odla något ätbart i en levande jord, om än i liten skala, gör det lättare att förstå vilken betydelse marken och jorden har för oss. Att odla kräver arbete och var och en av oss behöver ganska stor markyta för att försörja oss med mat. Så genom att odla och sedan jämföra det med hur mycket mat vi behöver på ett år, kan respekten för och medvetenheten om värdet av både jord och mat öka. En högstadieselev som odlat sa: ”Jag hade inte tänkt på att det var så mycket arbete som det faktiskt var. Ja, nu

tänker jag på att vi inte ska slösa med maten eftersom det är människor som jobbat hårt för att vi ska få mat”\*. Om vi tänker, erfar och pratar om marker och jordar som viktiga, levande ekosystem, oavsett om det är jordbruksmark, skogsmark eller urbana marker, då snuddar vi också vid kärnan i EU-kommissionens uppdrag *A Soil Deal for Europe (Mission Soil)*, där ett av målen är att öka människors medvetenhet om vikten av god markhälsa. Denna artikel är ett led i denna målsättning.

### Vad är mark?

Livet på jorden är beroende av friska marker som kan leverera många olika ekosystemtjänster. Marken bör vara ett levande ekosystem och jord är det vi får på spaden då vi gräver i marken. Jord bildas av vittrat berg blandat med organiskt material och hålrum. I en bra odlingsjord är förhållandet mellan partiklar och hålrum ett till ett. Hålrummen bör vara till hälften fyllda med vatten och till hälften med luft för att växternas rötter och många marklevande organismer ska trivas så bra som möjligt. Partiklarna bör bestå av omkring 80–90 procent mineraliskt och resten organiskt material, där det organiska materialet består av både

levande organismer och dött material\*\*. Marken är ett näringsförråd för växterna och många växter samarbetar på ett sofistikerat sätt med olika markorganismer genom att byta sockerarter från sin fotosyntes mot vatten och/eller näringsämnen. Mykorrhiza – symbiosen mellan vissa svampar och växters rotspet-sar – samt baljväxternas samarbete med kvävefixerande bakterier är exempel på det. Förs näring bort i skördade växter, måste marken gödslas för att skördenivån ska bibehållas. Högt näringsinnehåll i marken ger ökad skörd, men skapar också sämre förutsättningar för växter som inte kan konkurrera så bra. Därför är våra magra naturbetesmarker som aldrig gödslats de artrikaste biotoper vi har i Sverige. Där tillförs aldrig någon näring utöver gödsel från betesdjuren, nedfall från luften och vittring i marken, medan de betande djurens tillväxt hela tiden innebär en nettobortförsel av näring. Utan denna bortförsel växer markerna igen och våra ängsväxter förpassas att föra en tynande tillvaro på ogödslade marker, som väg- och dikeskanter.

\* Lundström, C. (2012). *Hur behandlas områdena livsmedelsproduktion, lantbruk och markanvändning i skolans värld – vad står i styrdokument och läromedel, vad har elever och lärare för erfarenheter?* Stiftelsen Lantbruksforskning, slutrapport.

\*\* Wallander, H. m.fl. (2020). *Trädgårdsboken om jord*. Bokförlaget Langenskiöld.





*Jord bildas långsamt, men kan förstöras mycket fort.”*

## EU lyfter vikten av hälsosamma marker

EU-kommissionen har satt fokus på markhälsa genom att ha det som tema för ett av sina fem uppdrag under perioden 2021–2027, tillsammans med teman som klimat, cancer samt restaurering av hav och sötvatten. Budskapet i Mission Soil är tydligt: Friska jordar ger oss mat, cirkulerar växtnäring samt renar och lagrar vatten. Marken kan lagra in kol från atmosfären och därmed fungera som kolsänka samtidigt som markhälsan ökar. Sist men inte minst utgör marken basen för växtlighet och biodiversitet på land, både nere i marken och på dess yta.

Trots detta tar vi nog ofta marken och våra jordar för givet och glömmer bort att betrakta marken, oavsett om det är jordbruksmark, skogsmark eller urban mark, som den viktiga naturresurs den är. Jord bildas långsamt, men kan förstöras mycket fort. Ett industriutsläpp kan förgifta mark för lång tid och ett kraftigt regn kan skapa erosion och på kort tid transportera bort fin matjord ut i våra vattendrag. Att bygga vägar, bostäder eller köpcentrum på åkermark är att förstöra den permanent, men i Sverige har åkermark ett svagt skydd om det står mot andra samhällsintressen.

EU-kommissionen har inom Mission Soil satt upp åtta mål för att öka markhälsan i jordbruksmark, skogsmark och urbana marker inom EU. Som nämndes på föregående sida handlar ett av

dessa om att öka kunskapen och medvetenheten om markhälsa hos EU:s medborgare.

Ytterligare ett mål handlar om att öka eller behålla mängden organiskt material och därmed kolhalten, i främst jordbruks- och skogsmark. Varje kilogram kol som binds in i marken innebär en lika stor minskning i atmosfären och här finns, även om det är komplicerat, stora möjligheter att binda in kol. Ökade mängder organiskt material gör dessutom jordarna tåligare för perioder av både torka och översvämningar, vilket är fenomen som med ökade klimatförändringar kommer bli allt vanligare. 2018 drabbades jordbruket i stora delar av EU av torka, med minskad livsmedelsproduktion som följd. 2023 var våren och sommaren torra i Sverige, men sedan kom mycket nederbörd under sensommaren och hösten, vilket påverkade jordbruket och försämrade den svenska spannmålsskörden kraftigt.

För redan mycket mullrika jordar vill man behålla markens kolhalt genom att återväta, ändra brukningsmetoder eller helt sluta bruka dem så att jordarna inte ska släppa ut koldioxid till atmosfären. Den ”blomjord” vi köper på säck är till stor del torv och borde därmed ersättas av annat material, eftersom torvbrytning inte är bra för klimatet.

De andra av målen i Mission Soil handlar om att minska EU:s globala fotavtryck på mark och mängden mark som bebyggs, eroderar bort, förgiftas eller förstörs på andra sätt.

## Goda exempel på jordpedagogik

I den bästa av världar skulle alla barn och ungdomar få erfarenhet av att odla och gräva i levande jordar under sin skolgång. För att inspirera lärare och andra till olika former av pedagogiska upplägg med jordar i centrum har vi inom ramen för projektet PREPSOIL efterlyst goda exempel på jordpedagogik under 2023 och 2024. Det kan handla om att odla grönsaker, kompostera eller göra laborativa undersökningar av jord. En del lyfter fram markorganismer som knappt syns med blotta ögat, men som i uppförstorad version kan se ut som fantasifigurer eller rena monster. Det finns också exempel på konstnärliga projekt med jord i centrum. Att ta i, känna, lukta, få egen erfarenhet och sedan reflektera är centralt för lärandet och här finns inspiration att hämta. Gå gärna in på PREPSOILS webbplats och låt dig inspireras: [prepsoil.eu/best-teaching-practices](http://prepsoil.eu/best-teaching-practices).

### Stöd i kursplaner

Det passar bra att arbeta med jord och markhälsa i alla grundskolans årskurser och även på gymnasiet, se kursplanerna för biologi och geografi.

Se också stöd materialet *Jord och vatten*, framtaget av Biorekurs för att ge inspiration och stöd för formativ undervisning med laborationer för årkurs 7–9.

Där handlar bland annat en elevövning om att designa jord för solrosodling.

[www.skolverket.se](http://www.skolverket.se)



Foto: Christina Lundström



Foto: Charlotte Lennartsdotter

# En studie i fältstudier med högstadieelever från tre skolor

Text: Emma Rova, lektor vid Kunskapsskolan i Enköping, emma.rova@kunskapsskolan.se;  
Charlotte Lennartsdotter, doktorand vid Centrum för utbildningsvetenskap och lärarforskning, Göteborgs universitet;  
Per Rohlin, förstelärare på Slottsskolan i Vingåker

Vad händer när elever får arbeta med praktiska undersökningar i fält? Det har tre lärare studerat i ett forsknings- och utvecklingsprojekt med fokus på fältstudier i biologi.

Forsknings- och utvecklingsprojektet (FoU-projektet) genomfördes på tre olika Kunskapsskolor av oss tre skribenter som alla är lärare och som alla har ett särskilt intresse för det lärande som sker när elever får arbeta med praktiskt undersökande i fältmiljö.

## Behövs fältundervisning?

I läroplanen för 2022 står att det laborativa arbetet i skolan kan ses som en del i undervisningen om naturvetenskapliga begrepp, modeller och teorier. Trots detta visar bland annat TIMSS (2019) att det sällan förekommer undervisning om och med undersökande arbetssätt i NO-ämnena i svenska skolor idag. Tidigare forskning visar även på en skillnad i mängd laborativa moment mellan de olika NO-ämnena, där dessa förekommer relativt ofta i fysik och kemi, men ibland saknas i biologi. Därför väcks funderingar kring vilka möjligheter elever faktiskt ges att utveckla förmågor

för att systematiskt undersöka, och använda arbetsmetoder som är specifika för ämnet biologi.

Många lärare upplever nog att det av olika anledningar kan vara svårt att ta sig ut i fält med elever. Det ligger utmaningar i att hitta platser där fältstudier skulle kunna genomföras, särskilt på skolor i stadsmiljö. Det finns också utmaningar som brist på tid, transportmöjligheter och utrustning. Detta sammantaget kan lätt resultera i att fältstudier får stå tillbaka i undervisningen. I ljuset av detta fick Emma Rova, som del av lektorstjänsten inom Kunskapsskolan, i uppdrag att utarbeta ett projekt tillsammans med STLS (*Stockholm Teaching and Learning Studies*) för att belysa behovet av undervisning om och med fältstudier i biologi.

Grundtanken med projektet var att lyfta fram vikten av att lära sig genom att göra och uppleva, samt visa på hur en sådan undervisning kan se ut utanför klassrummet. Vi ville skapa autenticitet i







Foto: Per Rohlin



Foto: Charlotte Lennartsdotter

lärandet, alltså meningsfulla sammanhang, som kan knytas till samhället och världen utanför skolan, och på så sätt väcka ett intresse hos eleverna för det vetenskapliga undersökandet. Meningsfullheten hittar vi i elevernas egna närmiljö, den skog de leker i, det vatten de badar i, och den äng de spelar fotboll på. Vi ville visa på och lära dem att undersöka och reflektera över orsak och verkan i deras kända närmiljöer. Vad orsakar till exempel försurning, övergödning och spridning av miljögifter, och hur påverkar det oss och den miljö vi har runt om oss? Utöver detta var målet att utveckla undervisningen och lärandet kring ett systematiskt undersökande arbetssätt för att kartlägga och förstå samband i naturen.

## Upplägget för projektet

Projektet genomfördes vid tre olika tillfällen under en sexmånadersperiod, med högstadiel elever från tre Kunskapsskolor i olika delar av landet. Vi arbetade med en skola i taget och under fältstudierna dokumenterades elevernas arbete och samtal i form av ljud- och filminspelningar. Detta användes som underlag för reflektion och analys och blev grunden för utformandet av fältstudien med nästa skola, med målet att ytterligare utveckla undervisningen och lärandet i fält.

På varje skola förbereddes fältarbetet med undervisning om gruppering och indelning av olika arter, övning i att formulera undersökningsbara frågeställningar, samt genomgång av olika metoder och utrustning. Efter exempel på möjliga undersökningsbara frågor valde eleverna vad de ville undersöka och hur. De fick återkoppling på sina planeringar och var förberedda inför arbetet i fält.

## Fältstudie 1: Vattenpark

Den första fältstudien genomfördes i en vattenpark i Mälardalen, ett öppet natur- och rekreationsområde, som genom olika dammar renar delar av områdets dagvatten. Inför fältstudien gick vi igenom hur vatten efter reningen leds ut till en av de mer populära badplatserna, och det fick eleverna att vilja undersöka hur effektivt dammsystemet renar deras badvatten.

Flera av eleverna valde att jämföra olika dammar och undersöka vattnets grumlighet, pH-värde, samt halter av fosfor och kväve kopplat till förekomsten av olika djurarter. Fokus hos många av grupperna var just faunan. Floran gick dem lite förbi, varför vi bestämde oss att inför tillfälle två, med nästa skola, fokusera mer på växtsamhället.

Vid fältstudietillfället i vattenparken var tiden knapp (90 minuter), och eleverna gavs inte möjlighet att på plats, och i direkt anslutning till undersökningarna, diskutera kring metoder eller resultat. Det visade sig också att de hade svårt att veta vad de förväntades diskutera.

## Fältstudie 2: Strövområde

Den andra fältstudien genomfördes under försommaren i ett strövområde i södra Sverige med varierande biotoper såsom ängar, blandskog och barrskog. Den tidiga säsongen bjöd på en nyutslagen och varierande flora, samt en stor aktivitet bland faunan.

Utifrån reflektioner och analys av föregående fältstudie, ville vi rikta fokus på att gruppera, indela och artbestämma organismer samt att utöka möjligheterna att diskutera samband i fält. För att kunna diskutera samband utifrån näringskedjor var det också nödvändigt att rikta fokus på växtligheten. Inför fältstudien fick eleverna därför en genomgång av de van-



ligast förekommande växtfamiljerna. De fick också tid för att öva på artbestämning av växter som tagits in i klassrummet. För att stötta och främja diskussioner i fält konstruerades diskussionsfrågor (se rutan bredvid) som stödstruktur och tiden i fält utökades.

Förändringarna som gjordes från den första fältstudien ledde till att eleverna under denna fältstudie i större grad inkluderade växtsamhället i sina undersökningar, lade ner mer tid på artbestämning samt hade mer djupgående diskussioner kring både metoder och resultat. Ett exempel på en undersökningsfråga i denna fältstudie var: "Finns det några skillnader mellan äng och lövskog utifrån soltillgång, näring, vatten, pH-värde och arter som lever där?"

### Fältstudie 3: Våtmarksområde

Den sista fältstudien genomfördes i ett våtmarksområde vid en mindre sjö i Mellansverige. Sjön kantades av gungfly och omgavs av tallskog med visst inslag av lövträd. Det hade hunnit bli senhöst och morgonen bjöd på minusgrader. De flesta växter hade blommat ut och fokus fick istället riktas mot exempelvis bär och svampriket. Djurlivet var lite svårt att upptäcka till en början på grund av kylan och den sena tiden på säsongen, men undervisande lärare gjorde eleverna uppmärksamma på spår av djur, som till exempel spindelnät, böckandet av vildsvin i marken, olika typer av spillning, kottar ätna av ekorre, samt fågelljud.

Den största skillnaden jämfört med fältstudien i strövområdet var att eleverna var mer förberedda i och med att de tidigare genomfört en förstudie vid Hjälmarens strand i syfte att träna på just fältarbete. Eleverna fick då möjlighet att planera, genomföra och reflektera över sina frågeställningar och metodval. I och med detta gavs de också möjlighet att ändra i sina planeringar utifrån vad som fungerat mer eller mindre bra. I fältundersökningen i våtmarksområdet återkopplade de ofta i sina samtal till förstudien och diskuterade sinsemellan hur de kunde använda sina tidigare kunskaper. Vid det här tillfället, liksom vid fältstudien i strövområdet, hade eleverna gott om tid till att artbestämma, diskutera för- och nackdelar med metoder, samt reflektera över de resultat de kom fram till. Som hjälp hade de samma typ av diskussionsfrågor som eleverna använde i fältstudie två.

### Slutsats

Vad är det då som händer när man är ute med elever och genomför undersökningar i fält? Det vi

## Exempel på diskussionsfrågor som eleverna fick med sig som stöd i fält

### Organismerna

Vad har du hittat för organismer?

Hur lever de?

Var trivs de?

Vad behöver de?

### Påverkan/samband

Beskriv en näringskedja/näringsväv där organismerna ingår.

Hur skulle ekosystemet påverkas av att de försvann?

Vilken miljöfaktor undersökte du?

Vad fick du för resultat?

Vilka slutsatser kan du dra mellan miljöfaktorer och levande organismer i ekosystemet?

### Metod

Hur fungerade metoderna ni använde?

Hur kan metoderna förbättras?

Diskutera och fundera kring några möjliga felkällor och hur de skulle kunna undvikas.

tydligt kunde se var att det väcker nyfikenhet och förundran över växter, djur och deras fysiologi. Vi kunde se en utvecklad förståelse för och förmåga att lära sig urskilja fler olika arter och att se, benämna och förstå ekologiska samband. Eleverna visade också i sina diskussioner på en medvetenhet kring behovet av att kritiskt granska sitt undersökande, och det var tydligt att de genom samtal tillsammans utformade strategier för både undersökande och dokumentation. En sådan strategi kunde vara att noga mäta avstånd från stranden där exempelvis hävning skulle ske, och att håva lika många gånger och på samma djup på de olika platserna som skulle jämföras.

Vi undervisar generellt för lite om hur man genomför och dokumenterar fältstudier. I projektet blev det tydligt för oss att själva förhandlandet eleverna emellan utgör en viktig del av lärandet. Att också aktivt rikta elevernas fokus mot växtligheten och erbjuda dem alternativa metoder för artinventering skapar en bredd i deras förmåga till undersökande och problemlösning. Ytterligare ett incitament för lärandet i fält är själva upplevelsen och den förundran eleverna visar inför den biologiska mångfald som finns runt omkring oss.



Stenar knuffas tillbaka från land på bäcksträckor där det är omöjligt att komma åt med grävmaskin.

Foto: Mårten Persson

# Restaurering av vattendrag

Text: Jonas Ohlsson, projektledare vid Naturskyddsföreningen i Örebro län, [jonas.ohlsson@naturskyddsforeningen.se](mailto:jonas.ohlsson@naturskyddsforeningen.se); Robert Andersson, lärare på Alléskolan i Hallsberg; Mårten Persson, fd. lärare på Rudbecksgymnasiet i Örebro

## I Örebro län pågår ett projekt där hundratals elever från olika gymnasieskolor hjälper till att återställa vattendrag för ökad biologisk mångfald och förbättrad vattenkvalitet.

I projektet *Lärande vatten* besöker elever och lärare olika vattendrag i Örebro län under början på höstterminen. Eleverna deltar med utgångspunkt från olika ämnen och kurser, till största del i helklass, främst biologi, naturvetenskaplig specialisering, naturkunskap och geografi. På fältdagarna får de med experters stöd utföra praktiska restaureringsåtgärder för att hjälpa öring och den hotade flodpärlmusslan att återfå sina livsmiljöer. Detta år får även elever från Italien, som besöker Rudbecksgymnasiet, möjlighet att lära sig praktisk vattenvård.

”Det är en ynnest att kunna erbjuda våra elever ett praktiskt naturvårdsarbete, som ger en djupare förståelse av naturens komplexa samband. Eleverna känner dessutom att de gör en insats på riktigt.”

Mårten Persson

En stor del av vattendragen i Örebro län har en gång i tiden rensats på sten för att möjliggöra flottning av trä, som användes som bränsle i hyttornas masugnar. Detta och även andra faktorer har bidragit till försämrad livsmiljö i vattendragen för flera arter, som nu hotas och riskerar att försvinna, däribland musslor och öring. Naturskyddsföreningen i Örebro län vill förbättra kunskaperna om biologisk mångfald i vattendrag och skapa intresse för dessa frågor i länet.

I projekten får eleverna se och delta i praktiska åtgärder för att återställa påverkad natur och uppnå delar av Sveriges miljö kvalitetsmål – till exempel genom att knuffa tillbaka sten och grus i vattendragen för att gynna, i första hand, bäcköring och flodpärlmussla. Under tre fältdagar får eleverna lära sig om Sveriges historia av järn- och skogshandling, vikten av biologisk mångfald, flodpärlmusslans och öringens fortplantningscykel, samt få en förståelse för vilka intressekonflikter som kan uppstå vid restaurering av vattendrag och natur.

”Med tanke på att våra ekosystem hotas och att arter utrotas allt snabbare så kan jag inte tänka mig något viktigare än att våra ungdomar får vara med och lära sig praktiskt hur vi kan reparera skadorna. Friska ekosystem är en nödvändighet för mänskligt liv.”

Jonas Ohlsson

### Lärande vatten

Projektet *Lärande vatten* leds av Naturskyddsföreningen i Örebro län som samarbetar med Länsstyrelsen Örebro län, Rudbecksgymnasiet och Virginska gymnasiet i Örebro samt Alléskolan i Hallsberg. Finansieringen består av bidrag från LOVA (Lokala vattenvårdsprojekt), naturvårdsorganisationen Hopajola och Region Örebro län, samt bidrag från försäljning av Bra Miljöval-märkt el. I år, 2024, genomförs det tredje Lärande vatten-projektet.

Vill du ta del av information om planering, utrustning och kostnader? Skriv till [jonas.ohlsson@naturskyddsforeningen.se](mailto:jonas.ohlsson@naturskyddsforeningen.se).



## Röster från projektet

Huvuddelen av projektets finansiering kommer från ett statligt bidrag (se ruta på föregående sida), men vad händer när statliga naturvårdsbidrag nu dras in?

– Det har varit ett så uppskattat projekt, vilket gör att vi kommer att fortsätta med projektet, eller delar av det, även om den externa finansieringen försvinner. Det är något vi kommer prioritera i budgeten kommande läsår. Under projektets gång har vi byggt upp en utrustningsbank, så den fortsatta projektkostnaden blir framför allt kostnaden för bussresorna, säger Marcus Boljang, rektor på Rudbecksgymnasiet.

Karl-Henrik Wickbom, rektor på Alléskolan i Hallsberg, fyller i:

– Rektorns uppgift är att skapa förutsättningar för lärarna. Våga lita på lärarnas engagemang. Det får en helt annan effekt att ha praktiska fältdagar än att lära sig om detta i klassrummet. Jag skulle önska att vi hade mer inslag av detta i fler ämnen.

Men hur påverkar projektet elevernas övriga lektioner på skolan? Karl-Henrik Wickbom fortsätter:

– Det har funkade bra. Fältdagarna påverkar såklart de övriga lektionerna men eleverna har fått möjlighet att komma ikapp under den stötid som finns för att hjälpa elever med skolarbete.

Lars Danielsson, lärare i biologi och matematik på Rudbecksgymnasiet, berättar hur fördelningen av lektionstid har hanterats på skolan:

– Vi förebygger att kurser krockar genom att lägga planeringen för utflykter tidigt i projektet. Det kräver en extra arbetsinsats i början, men sedan när projektet väl är etablerat på skolan så flyter det på med en mindre arbetsinsats.

Lärande vatten-projektet har kopplats till flera olika kursers centrala innehåll och mål, där lärare har utformat fältdagarna och elevernas deltagande efter sitt ämne.

Marcus Herbinger, lärare i naturkunskap och geografi på Alléskolan, säger:

– Vi har kunnat koppla projektet till både natur- och kulturgeografi och involverat flera olika yrkeskategorier i undervisningen under fältdagarna. Eleverna som deltog förra året inspirerades till och med av projektet i sina fortsatta studieval, där en elev nu valt att studera på skogsmästarutbildningen vid SLU.

Laila Svahn, biologilärare på Virginska gymnasiet, lyckades involvera andra lärarkollegor och deras elever från barn- och fritidsprogrammet:

– Eleverna fick i uppdrag att planera och hålla i en utflyktsdag för en förskoleklass. De fick öva sig i

naturpedagogik och fick ytterligare ett yrkesförberedande moment i kursen.

Även Länsstyrelsen i Örebro län är tacksam för elevernas arbete. Daniel Bergdahl, vattenvårdshandläggare, förklarar:

– Det är en fördel att få hjälp av eleverna att knuffa tillbaka sten och lägga till nytt grus i vattendraget på de bäcksträckor där det är omöjligt att komma åt med grävmaskin.

Men hur upplevde eleverna fältdagarna? Lärarna på gymnasieskolorna utför årligen enkäter för att undersöka elevernas upplevelse. En elev från Alléskolan berättar:

– Fältdagarna var kämpiga, men man kände att man gjorde något bra för miljön efteråt.

Detta uttalande uppvisar likheter med en didaktisk modell som Johan Öhman, professor i pedagogik vid Örebro universitet och Louise Sund, docent i pedagogik vid Mälardalens högskola, tagit fram för att undervisa om hållbarhets- och rättvisefrågor. Modellen innebär att undervisningen ska ge eleverna kunskaper om hållbarhetsproblemen, en möjlighet/förmåga att påverka och förändra, samt utrymme för och tillåtelse till känslomässiga reaktioner.

*"Det är viktigt att ta både negativa och positiva känslor på allvar och hjälpa eleverna att reflektera kring sina känslor på ett konstruktivt sätt. Det är genom känslorna som eleverna kan relatera till problemen på ett personligt plan",* säger Johan Öhman i en nyhetsartikel om modellen på Örebro universitets webbplats (se referens från 2021 nedan).

"Vi har implementerat modellen bland annat genom att eleverna får skriva ned sina tankar och minnen i en loggbok som bara läses av dem själva. Men även via kommunikation där till exempel vädret eller arbetet får vara en ingång till elevernas känslomässiga reflektioner."

Robert Andersson

## Referenser och mer information

Persson, M. (2022). *Restaurering av vattendrag*, [www.youtube.com/watch?v=SkJ1nSd9Qp0](https://www.youtube.com/watch?v=SkJ1nSd9Qp0)

Haglund, H. (2021). *Didaktisk modell för hållbart engagemang*, [www.oru.se](http://www.oru.se)

UR (2022). *Varför behöver vi biologisk mångfald?* [urplay.se](http://urplay.se)

Naturskyddsföreningen (2021). *Ordlista: Ekosystemtjänster, biologisk mångfald och naturskydd*

Flodpärlmussla respektive öring på [artfakta.se](http://artfakta.se)

WWF (2011). *Den levande skogsbäcken*, [www.wwf.se](http://www.wwf.se)

Bydén, S, m.fl. (2003). *Mäta vatten*, [www.matavatten.se](http://www.matavatten.se). Specifikt sidorna 118–120 och 124–126 är användbara.

Liljemalm, A. (2023) *Sveriges första odling för flodpärlmusslor*, [www.extrakt.se](http://www.extrakt.se)



# LEKTIONSbanken OM Östersjön

Östersjöcentrum  
Stockholms  
universitet

## Undervisa om havet med Lektionsbanken om Östersjön

Text: Michaela Lundell, vetenskapskommunikatör med marinpedagogisk inriktning vid Stockholms universitet, [michaela.lundell@su.se](mailto:michaela.lundell@su.se)

FN har utropat 2020-talet till "havsdekaden". Alla jordens invånare måste få större "havsmedvetenhet" för att de globala målen ska kunna nås. Den nya *Lektionsbanken om Östersjön* gör det lätt och roligt att undervisa om hav och hållbar utveckling.

Lektionsbanken om Östersjön är gjord för gymnasie- och högstadielärare i första hand, men erbjuder inspiration och pedagogiskt material för alla som är nyfikna på havet, med vårt eget unika innanhav som ett konkret och nära exempel. Den är framtagen av forskare och kommunikatörer vid Stockholms universitets Östersjöcentrum, i samarbete med Baltic Sea Science

Center på Skansen, och i dialog med en referensgrupp av lärare. Stiftelsen BalticSea2020 har finansierat undervisningsresursen, som är helt fri att använda.

Här finns ett rikt bildmaterial med kartor, grafik och illustrationer, korta animationer och filmer, samt flera övningar, inklusive ett *escape room*-inspirerat samarbetspel, där eleverna själva ska rädda

en skärgårdsvik från övergödning. Därutöver finns lärarhandledningar och faktaunderlag för lärarens egen inläsning.

Innehållet är tydligt kopplat till biologi-, geografi- och naturkunskapsämnena, men bjuder också in till ämnesövergripande samarbeten med till exempel fysik, kemi, hem- och konsumentkunskap och hållbart samhälle.



*”Mycket bra material! Jag behöver inte uppfinna hjulet och det kan användas ur ett tvärvetenskapligt perspektiv. Jag vill gärna framöver samarbeta med SO-läraren i detta”,* skrev en av de högstadielärare som provat ut materialet.

*”Jag sjunker gärna in ett par timmar i de här materialen. Jag skulle önska att mer läromedel var så här”,* skrev en annan av lärarna.

Vad gör Östersjön unikt, och varför talar man ofta om det som ett ”särskilt känsligt” hav och ekosystem? Varför finns det ens ett hav här, och varför är det så oerhört grunt jämfört med resten av världshavet\*? Vad innebär det för livet under ytan och oss som bor runtomkring (82 miljoner människor) att havet är så instängt, med ett så stort avrinningsområde i förhållande till volymen?

I lektionsbanken finns svar på dessa och många andra frågor. Eleverna kan till exempel utforska världens hav och havsbotten med forskarnas batymetriska (botten-topografiska) karta, eller undersöka hur Östersjön växlat mellan sötvattensjö, salt Atlantvik och bräckt innanhav, och när platsen de själva bor på smälte fram ur inlandsisen eller steg upp ur havet.

## Tre delar

Den första delen av Lektionsbanken om Östersjön handlar om innanhavets geografi och historia – allt som skapat de särskilda miljöförhållanden som naturligt råder i innanhavet, och hur vi människor nyttjat och påverkat det.

Den andra delen handlar om livet i havet, med fokus på ekologi och biologisk mångfald. Här finns bland annat övningen ”Få ’torskäggan’ att sväva”, där elever-

\* Det finns egentligen bara ett världshav, även om olika delar av det har fått olika namn.

na först får skapa en skiktning av vattenmassor med olika salthalt – precis som det är i Östersjön – och sedan försöka åstadkomma det som Östersjöns torskar måste lyckas med för sin reproduktion.

*”En mycket intressant och enkel demonstration som lyfter många olika aspekter inom biologin. Kommer använda mig av denna som ett stående inslag i min framtida undervisning inom evolution”,* skrev en av gymnasielärarna i referensgruppen, som testat övningen.

Den tredje delen handlar om det som fortfarande är Östersjöns värsta miljöproblem – övergödningen. Här finns material för att undervisa om orsaker, konsekvenser för ekosystemet, historisk utveckling – och vad vi kan göra åt problemet. Eleverna får också själva identifiera tecken på övergödning, beräkna utsläpp och sätta in lokala åtgärder i spelet ”Rädda viken!”.

## Aktuellt och brett

Innehållet i lektionsbanken bygger på aktuell forskning, och ett naturvetenskapligt arbetssätt är närvarande i materialet, både i övningar och genom att det står hur forskarna tagit reda på olika saker. Det finns utförliga lärarhandledningar och faktabakgrunder för att underlätta för läraren att hålla i genomgångar och leda diskussioner i komplexa frågor.

Materialet tar upp både problem – och lösningar. Det visar hur vi påverkar havet, och hur havet påverkar oss, med alla de ekosystemtjänster som havet ger, i form av till exempel mat, syreproduktion, klimatreglering, transporter och rekreation. Här finns mycket att hämta för att utrusta eleverna att kunna ta ställning till samhällsfrågor med naturvetenskaplig grund.

Nästan alla i Sverige bor inom Östersjöns avrinningsområde, och

materialet är gjort för att vara relevant även för de som bor i inlandskommuner. Endast ett fåtal av övningarna kräver tillgång till kusten. De flesta kan göras i klassrummet, vilken tid på året som helst.

Lektionsbanken erbjuder möjlighet att fördjupa sig i hur livsvillkoren skiljer sig mellan land och hav, och vad som avgör hur stor den biologiska mångfalden blir. Eller vad det innebär att Östersjön är ett mycket ungt ekosystem med extrema miljöförhållanden. De flesta av arterna i innanhavet har antingen marint eller limniskt ursprung och lever på gränsen för vad de tål. Samtidigt går evolutionen snabbt i den extrema miljön.

Här finns också stoff för att diskutera framtiden. Hur ser Östersjön ut om några decennier, och om några tusen år? Hur påverkas livsvillkoren av hur vi lyckas hantera övergödningen och växthusgasutsläppen?

Varmt välkommen att använda Lektionsbanken om Östersjön: [su.se/lektionsbanken-om-ostersjon](https://www.su.se/lektionsbanken-om-ostersjon).

## Medverka i referensgrupp?

En fjärde, samhällsinriktad, del av Lektionsbanken om Östersjön produceras under läsåret 2024/2025, med finansiering från forskningsrådet Formas. Temat är ”Hur tar vi hand om Östersjön?” och syftet är att ge eleverna klarhet i var olika beslut tas som rör havsmiljön, och hur besluten kan påverkas. Med kunskap och olika övningar ska elevernas egenmakt och handlingskompetens stärkas.

Vår referensgrupp av lärare är oerhört värdefull i arbetet. Är du intresserad av att vara med? Skriv till [michaela.lundell@su.se](mailto:michaela.lundell@su.se).

# Ny ämnesplan i biologi

## för det ämnesutformade gymnasiet

Text: Anna-Lena Göransson, undervisningsråd vid Läroplansavdelningen på Skolverket,  
[www.skolverket.se/om-oss/kontakta-oss](http://www.skolverket.se/om-oss/kontakta-oss)

Gy25 (ämnesbetygsreformen) börjar gälla 1 juli 2025. Det innebär att ämnesbetyg kommer att ersätta dagens kursbetyg. Uppdelningen av ämnen i kurser kommer att ersättas av ämnen med en eller flera nivåer.

Syftet med Gy25 är att eleverna ska få längre tid att hinna fördjupa sig i ett ämne innan betygen sätts och att betygen då bättre återspeglar vad eleverna kan i slutet av sina studier i ämnet. Gy25 ska också ge lärarna bättre förutsättningar för att undervisa långsiktigt och med en större helhetssyn i ämnet. I samband med arbetet har ämnesplaner, examensmål, programmål och programstrukturer också uppdaterats.

Några viktiga utgångspunkter inför revideringen av ämnesplanen i biologi var didaktiska aspekter på hur mål och innehåll struktureras samt stoffträngseln i de nuvarande kurserna. I den nya ämnesplanen har alltför detaljerade exempel och begrepp undvikits för att den ska vara hållbar över tid. Den har dessutom fått en starkare koppling till samhället och dess utveckling samt till hur naturvetenskap kan tillämpas i vardagen.

### Så har ämnesplanerna tagits fram

Skolverket började 2021 förbereda sig för uppdraget att införa ämnesbetyg på gymnasial nivå och har under arbetet haft samråd med bland annat lärare, nationella resurscentrum, rektorer, universitetslärare och forskare. Skolverkets förslag på ämnesplanen i biologi gick ut på remiss i januari 2023. Det kom in många svar på remissen från enskilda lärare, grupper av lärare, Nationellt resurscentrum för biologiundervisning med flera och det ursprungliga förslaget arbetades om en hel del innan ämnesplanen beslutades.

### Syfte och betygskriterier

I ämnesplanerna är syfte och betygskriterier gemensamma för alla nivåer. Det som skiljer nivåerna åt är det centrala innehållet.

De nya syftestexterna i biologi, fysik och kemi liknar varandra, dels för att visa att naturvetenskapen utgör en viktig helhet, dels för att underlätta samarbete mellan ämnena. I syftestexten kan man som lärare hitta inspiration till vad eleverna ska utveckla inom ämnet.

Betygskriterierna är mer övergripande eftersom de ska kunna användas på ett ämnes samtliga nivåer. En förhoppning är att med färre specifika aspekter att bedöma kan större fokus läggas på undervisning och lärande i stället för på betyg och bedömning.

### Progression mellan nivåerna

För att åstadkomma en tydlig progression mellan nivåerna i ämnet har innehållet strukturerats på ett delvis nytt sätt. Det centrala innehållet i högre nivåer behöver bygga på innehållet i lägre nivåer. Grundtanken är att innehållet från en lägre nivå är en förutsättning för att eleverna på bästa sätt ska tillgodogöra sig innehållet i en högre nivå. Ämnen är väldigt olika men måste passas in i samma system. Därför uttrycks progressionen i ämnena på flera olika sätt, enligt olika progressionsprinciper:

- Ökad komplexitet
- Breddning med nya innehållsliga områden
- Ett innehåll på en högre nivå förutsätter ett innehåll på en lägre nivå
- Samma formulering, men svårighetsgraden ökar då den relaterar till övrigt centralt innehåll på nivån.

Målet är att elevernas kunskaper ska fortsätta att utvecklas under hela deras utbildning. Det är därför viktigt att lärare vid planeringen av sin undervisning har en god förståelse för hur progressionen mellan



nivåerna i ämnet uttrycks. En och samma ämnesplan kan innehålla flera progressionsprinciper.

## Centralt innehåll

Ämnesplanerna i de naturvetenskapliga ämnena är mer kompakt skrivna än de nu gällande. Detta för att skapa ett större friutrymme för lärarens professionella omdöme att välja tyngdpunkt och exempelområden. Där det i nu gällande ämnesplaner finns uppräkningsav relaterade begrepp, så har dessa i de nya ämnesplanerna förts samman till samlingsbegrepp. Lärare förväntas ha tillräckliga ämneskunskaper för att kunna tolka vilka begrepp och samband som behöver behandlas även om vissa av dessa inte är explicit utskrivna i ämnesplanen.

Den nya ämnesplanen för biologi innehåller två nivåer och det centrala innehållet är uppdelat under områdesrubriker som är desamma för nivå 1 respektive 2. Rubrikerna kan vara ett stöd för att synliggöra progression mellan nivåerna.

I början av arbetet med ämnesplanen i biologi fanns inte evolution med som rubrik på grund av avsikten att den ska genomsyra hela ämnet. Under arbetets gång landade Skolverket slutligen i att lägga in det under rubriken *Ekologi och evolution*. Systematik och etologi är flyttat till nivå 2. Där återfinns också växters och svampars fysiologi och livscyklar som idag finns under rubriken *Organismens funktion*.

Under rubrikerna *Biologin i omvärlden* och *Biologins arbetsmetoder* är innehållet tänkt att appliceras på det mer ämnesspecifika innehållet som återfinns under andra rubriker. *Biologin i omvärlden* knyter ämnet till samhället i ett vidare perspektiv och breddar tillämpningarna i gränssytan till andra ämnesområden. Det ger läraren möjlighet att i undervisningen ta upp aktuella diskussioner och händelser, både sådant som eleverna lyfter och sådant som sker lokalt, nationellt eller globalt. Eleverna bereds på detta sätt möjligheter att kunna diskutera relevanta frågor som rör utmaningar, livsstilsförändringar och lösningar för olika frågor exempelvis kring hållbarhet och medicinska tillämpningar. Autentiska och öppna frågor ger eleverna möjlighet att lära sig och befästa kunskaper i biologi genom ett innehåll som de känner igen från andra sammanhang än skolan.

Begreppet hypoteser finns inte med i den nya ämnesplanen. I samråd med lärare har det framkommit att hypoteser anses svåra att göra på ett rimligt och givande sätt på gymnasial nivå eftersom det kräver djupare specifika kunskaper.

## Stöd från Skolverket

Under hösten 2024 och våren 2025 kommer Skolverket att genomföra olika implementeringsinsatser. Dessa kan man hitta på Skolverkets webbplats: [skolverket.se](http://skolverket.se). Ett bra sätt att hålla sig uppdaterad om vad som sker är att prenumerera på Skolverkets nyhetsbrev som kommer en gång i veckan.

### Bioresurs och Gy25



Under Bioresurs Gy25-webbinarium i våras framkom att reformen ses som en möjlighet till "nystart" för ökad likvärdighet, särskilt om det tas fram bra bedömningsstöd och kommentarmaterial. Lärare som deltog lyfte dock risken att de kortfattade skrivningarna i den nya ämnesplanen för biologi leder till olika tolkningar av vad som motsvarar nivå 1 respektive 2. Här kommer troligen läromedlen spela en viktig roll. Därför vände sig Bioresurs till några läromedelsförlag:

**Kommer ni ge ut en biologibok (för nivå 1 och 2) eller två (en för varje nivå)?**

Liber, Natur & Kultur samt Sanoma svarade att de planerar att ge ut två böcker. Liber och Sanoma har för avsikt att boken för nivå 1 (nya upplagor av *Spira Biologi* respektive *Biologi Campus*) ska kunna användas till höstterminen 2025 och boken för nivå 2 ska vara klar under vårterminen 2026. Natur & Kultur planerar att ge ut en helt nyskriven biologibok för nivå 1 till höstterminen 2026.

**Hur avgör ni vad som ska finnas med i boken för nivå 1 respektive nivå 2?**

Samtliga tre förlag svarar att de utgår från det centrala innehållet och försöker få till en tydlig progression mellan nivåerna. De tar även upp författarnas gedigna ämneskunskaper och lärarerfarenhet som en viktig del i arbetet. Till exempel skriver Per Granath Byrmo på Liber: "Våra författare har lång erfarenhet av läraryrket och betydande ämneskunskaper, vilket hjälper oss i att prioritera innehållet. Dessutom för vi dialog med Skolverket för att i möjligaste mån säkerställa att de tolkningar som görs ligger i linje med ämnesplanens intentioner."

### Jämförelsedokument och fler träffar

På Bioresurs webbplats finns dokument för att underlätta jämförelsen mellan Gy11 och Gy25 och även för att diskutera progression mellan nivå 1 och nivå 2 för Gy25, för biologi och naturkunskap.

Bioresurs planerar för fler digitala Gy25-träffar på olika teman under läsåret 2024/2025. Håll utkik på [www.bioresurs.uu.se](http://www.bioresurs.uu.se) för information och anmälmöjligheter!

# Mänskliga kvarlevor

## – Hur ska de som finns i skolor hanteras?

Text: Liv Nilsson Stutz, professor i arkeologi vid Linnéuniversitetet, liv.nilssonstutz@lnu.se

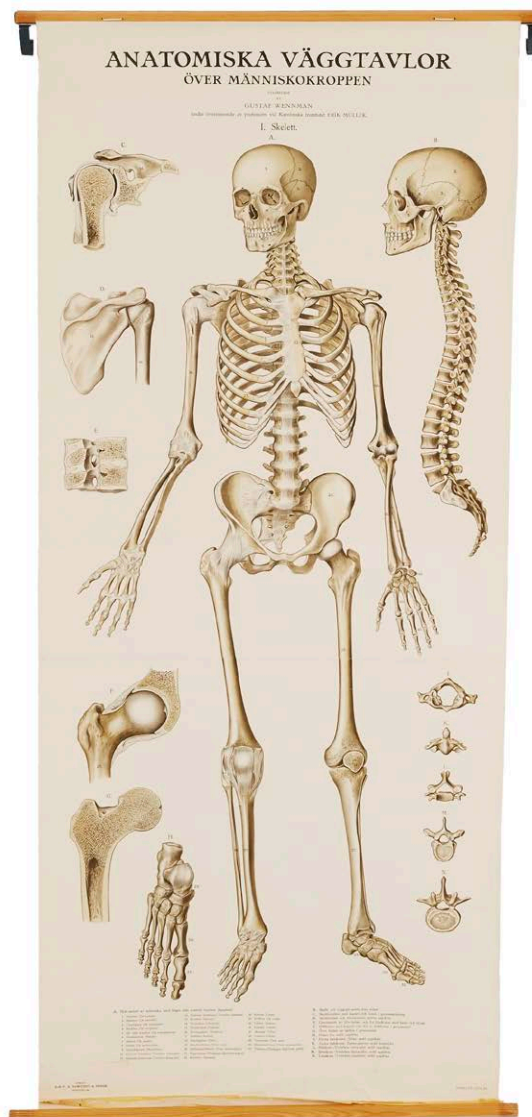
Skelett i skolan? Media har upprepade gånger behandlat ämnet och det väcker alltid debatt. Trots detta har ännu inget initiativ tagits för att systematiskt hantera denna komplexa fråga som berör människosyn, forskningsetik och skolans värdegrund.

I oktober förra året var det dags igen. Ett skelett hade hängts upp på en teaterscen i samband med en föreställning på en skola i Danderyd. Skelettet var en del av skolans biologisamling, men verkade inte användas i undervisningen eftersom lärarna inte visste om det var autentiskt. När det blev bekräftat att det rörde sig om ett människoskelett togs beslutet att det skulle kremas och gravsättas i en närbelägen minneslund. Under några veckor diskuterades saken livligt i media – sedan blev det tyst.

### Definitionen

Vad är egentligen mänskliga kvarlevor? Hur kan det finnas så många på de svenska skolorna, och varför vet man inte alltid

vad man har? Det finns många svar på detta och för att förstå komplexiteten bör vi börja med definitionen. I sitt nyligen utvecklade stöd till svenska museer definierar Riksantikvarieämbetet mänskliga kvarlevor som "allt som en gång tillhört en människokropp." Denna definition omfattar hela eller delar av skelett, men också kremerade lämningar, hår, hud, naglar, tänder, anatomiska och mikroskopiska preparat samt kroppsvätskor. Det kan tyckas underligt att använda en så bred definition, men det är viktigt att komma ihåg att mänskliga kvarlevor inte är neutrala, utan rör sig på ett spektrum mellan att vara objekt och subjekt. Var de befinner sig på detta spektrum kan skifta från kultur till kultur, eller bero på vilken relation man



Äldre plansch över människokroppens anatomi, av Gustaf Wennman  
Foto: Stockholms Auktionsverk

har till kvarlevan, vad man vet om den och vad man känner inför den. Från ett forskningsetiskt perspektiv blir det därför viktigt att beakta denna komplexitet. Vetenskapliga metoder, som DNA-analys, gör det också möj-



ligt att extrahera och analysera privat information ur mycket små fragment. När vi diskuterar mänskliga kvarlevor i skolornas samlingar är det alltså inte bara skelett vi syftar på.

## Ofta okänt ursprung

Det finns omfattande forskning om samlandet och byteshandeln med mänskliga kvarlevor under 1800- och 1900-talet både i Sverige och internationellt. Människokroppar samlades in i syfte att forska om människans biologi, utveckling och diversitet, och för att lära ut och utveckla medicinsk kunskap. Mänskliga kvarlevor hamnade i de svenska skolorna av samma skäl. De utgjorde ett pedagogiskt material för att undervisa om människokroppen. Problemet var att insamlingen skedde långt innan koncept som informerat samtycke kom att prägla medicinsk etik och forskning, och många av de som samlades in var marginaliserade och utsatta människor. Medan vår kunskap om samlingarna av mänskliga kvarlevor på Sveriges museer har ökat sedan en systematisk inventering 2016, finns det ingen sammanställning av hur mycket mänskliga kvarlevor det finns på svenska skolor och var de kommer ifrån. Den information vi har i dagsläget är anekdotisk och vi får anta att mörkertalet är stort. Det är därför svårt att redogöra för dessa samlingars historia och komplexitet. I de fall där vi har insyn rör det sig ofta om skolor som försökt avyttra kvarlevor som inte längre används i undervisningen.

I debatten förekommer allt från extrema exempel där identifierade personer från bygden som begått självmord hamnat i skolsamlingen, till mer komplexa

och ofta odokumenterade flöden mellan universitetssamlingar och lokala läroverk. Det är rimligt att anta att privata samlingar ibland skänkts till skolor. Eftersom skolor inte är museer finns inget formaliserat registreringssystem för deras samlingar. I många fall saknas därför dokumentation om var de mänskliga kvarlevorna kommer ifrån.

## En ny tid

Idag har både forskning och undervisning förändrats och de gamla samlingarna har mist sin tidigare självklara plats i undervisningen. I takt med att samhällsdebatten förändrats har samlingarna också ibland kommit att ifrågasättas. Är det verkligen okej att bokstavligen ha skelett i garderoben? Större institutioner som universitet och museer har i viss mån haft redskap för att hantera detta. Kvarlevor som inte längre används inom medicinsk forskning och undervisning har till exempel ofta blivit förpassade till historiska museer. I de fall man har tillräcklig information om var kvarlevorna kommer ifrån har de kunnat återlämnas till efterlevande släktingar eller folkgrupper. Men det förekommer också att mänskliga kvarlevor kasserats eller begravts utan att man vet vem de en gång var.

## Hur ska skolor göra?

Hur ska då skolorna agera idag? Det finns tyvärr inga lagar eller regler för hur detta ska hanteras. Många skolor vänder sig till museer för att avyttra sina kvarlevor, men får ofta nej eftersom museerna redan har fullt upp med att hantera sina egna samlingar. Att begrava dem är inte heller okomplicerat. Om man inte vet vem

personen var är det omöjligt att veta vilken form av begravning som kan vara lämplig.

Som forskare om forskningsetik rörande mänskliga kvarlevor anser jag att det är statens uppgift att organisera och bekosta en inventering av vad som finns på våra skolor, samt att utveckla ett stöd för skolorna för hur de ska hantera sina samlingar på ett etiskt sätt. Skolorna är förvisso under kommunernas ansvarsområde sedan 1989, men samlingarna är oftast så gamla att de tillkom långt före kommunaliseringen och det är inte rimligt att varje enskild skola och kommun ska utveckla egna metoder för att hantera detta arv.

Under tiden bör varje skola se över hur man förvarar dessa samlingar, se till att de hanteras varsamt och packas i lådor som rekommenderas för förvaring på museer (syrafri kartong), eller täcks med tyvek (vattentät plastduk) om det rör sig om monterade skelett, och placeras i låsta utrymmen då de inte används i undervisningen. Skelett ska inte heller namnges med "roliga" namn, användas som "dekor" i biologisalen eller få en tomteluva till jul.

Under tiden kan man fundera på ifall man bör använda dem i undervisningen. Vissa lärare kommer att välja att inte göra det, och det är okej. Men för de som vill, kanske dessa samlingar kan bli en utgångspunkt för att undervisa inte bara om människans anatomi och biologi, utan också om etik och vetenskapshistoria. Denna typ av undervisning skulle utgöra ett utmärkt tillfälle att diskutera skolans värdegrund och skapa möjligheter till samarbete över ämnesgränserna. Det skulle också bidra till att incidenter som den i Danderyd inte upprepas.

# Cellens kraftverk

## – Mitokondrierna i hälsa och sjukdom

Text: Anders Oldfors, seniorprofessor och överläkare vid Avdelningen för laboratoriemedicin, Sahlgrenska sjukhuset och Göteborgs universitet, anders.oldfors@pathology.gu.se

Mitokondrierna producerar energi genom nedbrytning av socker och fett och behövs även för flera andra cellfunktioner. De har en egen arvs massa och mutationer i mitokondriellt DNA förknippas med flera sjukdomar.

Mitokondrierna är cellorganeller som producerar energi i form av *adenosintrifosfat (ATP)* genom en syrekrävande process som benämns *oxidativ fosforylering* (se figuren på nästa sida). Energiproduktionen är en av mitokondriernas viktigaste funktioner men de är också betydelsefulla för flera andra processer i cellerna, till exempel programmerad celldöd (apoptos) och kalciumreglering.

Enligt *endosymbiontteorin* var mitokondrierna från början en slags bakterie med förmåga till energibildning genom oxidativ fosforylering. För ett par miljarder år sedan togs de upp av andra encelliga organismer, som med tiden utvecklats till eukaryoter, med cellkärnor och mitokondrier i cytoplasman. Som ett resultat av denna endosymbios finns två olika arvs massor i cellerna, *mitokondriellt DNA (mtDNA)* inuti mitokondrierna och *kärn-DNA* inuti cellkärnan. Dessa arvs massor skiljer sig något avseende hur DNA-sekvensen översätts (translateras) till protein.

MtDNA kodar för 13 proteiner, vilka ingår som viktiga delar i andningskedjan, där slutstegen av den oxidativa fosforyleringen sker. Dessutom kodar mtDNA för det transfer-RNA och ribosomalt RNA som behövs för att syntetisera de 13 proteinerna inne i mitokondrierna. Under utvecklingen har allt fler gener som är viktiga för mitokondrierna överförts till kärn-DNA. De mitokondrie proteiner som kodas av kärn-DNA syntetiseras i cytoplasman och importeras sedan in i mitokondrierna.

Det finns flera kopior av mtDNA i varje mitokondrie. Genom att mängden mitokondrier varierar mellan olika celltyper, beroende på deras energibehov, varierar också antalet kopior av mtDNA i

olika vävnader. I blod, där mtDNA finns i de vita blodkropparna och trombocytorna, är kopietalet mtDNA per kärn-DNA ett par hundra medan det i muskler är flera tusen.

### Ett dynamiskt nätverk

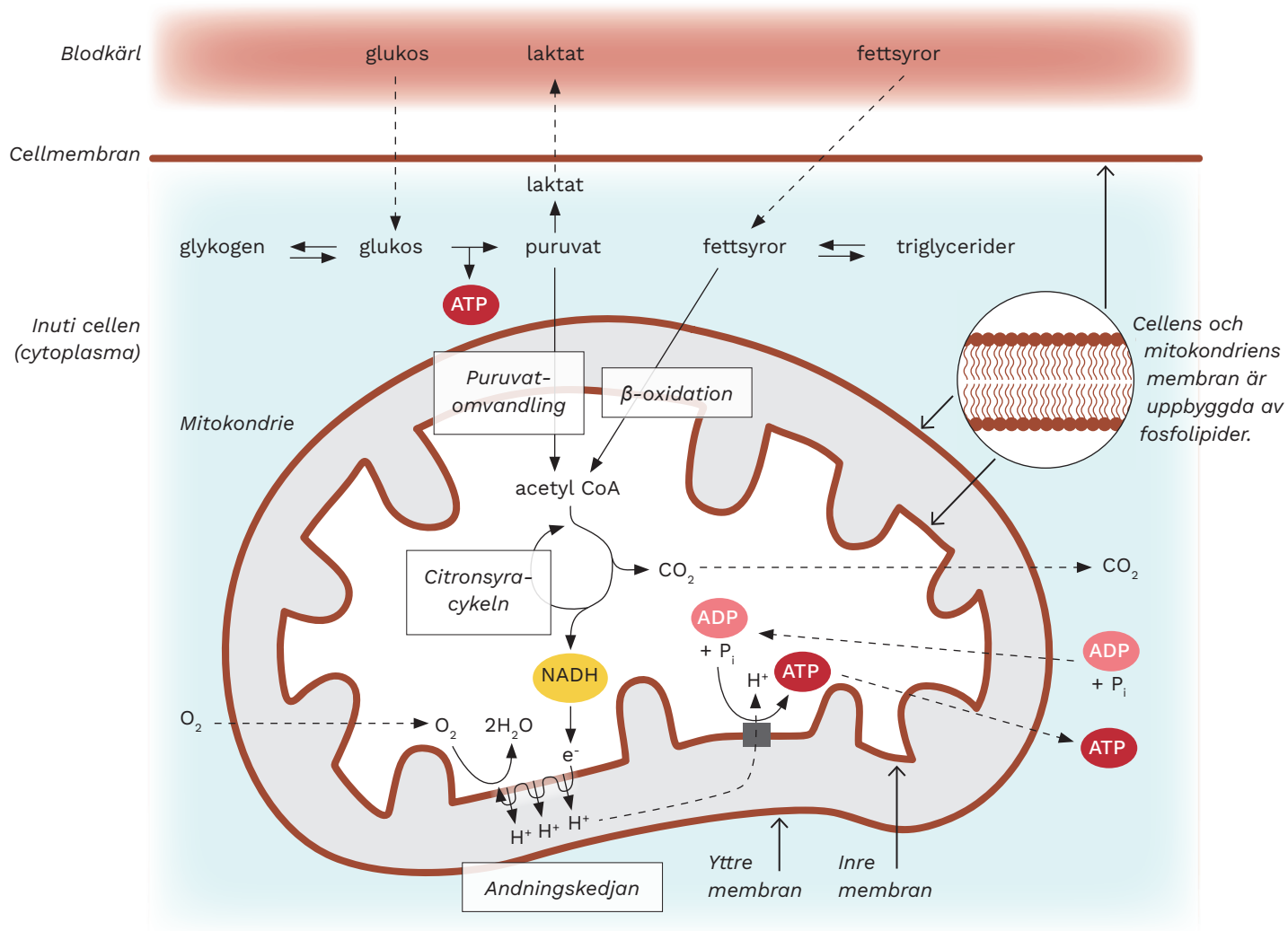
Genom delning (fission) och sammanslagning (fusion) av mitokondrierna bildar dessa ett dynamiskt nätverk i cellerna. Mitokondrierna nybildas kontinuerligt, samtidigt som föråldrade mitokondrier bryts ner i cellens system för omsättning av proteiner och cellorganeller. För mitokondriernas omsättning är autofagocytos med efterföljande nedbrytning i lysosomerna central och kallas mitofagi.

Mängden mitokondrier kan, beroende på cellaktivitet, öka eller minska. Vid uthållighetsträning ökar antalet mitokondrier i muskelcellerna inom några veckor, för att skapa mer energiproduktion. Vid celledelning kommer mitokondrier att fördelas till de båda dottercellerna på ett slumpmässigt sätt, i en process som inte är kopplad till mitokondriernas nybildning. Däremot nybildas mitokondrierna och mtDNA replikeras under hela livet i alla celler.

### Mitokondriella sjukdomar

Eftersom mtDNA kodar för några av de proteiner som bygger upp andningskedjan, har mitokondriella sjukdomar associerats med defekter i den oxidativa fosforyleringen. Energibildningen är en central funktion i mitokondrierna och därför är vävnader med stort energibehov ofta drabbade vid





Schematisk bild av mitokondriens roll i energimetabolismen, då energi i form av adenosintrifosfat (ATP) produceras genom nedbrytning av socker och fett. I andningskedjan (elektrontransportkedjan) sker den syrekrävande oxidativa fosforyleringen av adenosindifosfat (ADP) till ATP med hjälp av den protongradient som skapas över det inre mitokondriemembranet.

ATP används av cellerna för en mängd energikrävande funktioner. Mitokondriernas ATP-produktion kopplas på och av i relation till ATP-behovet. Ett undantag är en speciell typ av fettväv, brun fettväv, där energibildningen inte leder till ATP-produktion utan istället producerar mitokondrierna värme, en funktion som är viktig för djur som går i vinteride.

mitokondriella sjukdomar, framför allt hjärnan, skelettmusklerna och hjärtat. Tecken på mitokondriell sjukdom är till exempel neurologiska symptom som epilepsi, blindhet, dövhet och strokelikande tillstånd samt hjärtsvikt och att musklerna tröttnar onormalt fort vid ansträngning (*muscle fatigue*). Även andra celltyper drabbas ofta vid mitokondriesjukdom, som till exempel bukspottkörtelns betaceller som bildar insulin, med diabetes som följd.

De första mtDNA-mutationerna som orsakar sjukdomar hos människa beskrevs 1988. Att

flera av dessa sjukdomar beror på defekt oxidativ fosforylering var känt, men det var molekylärbiologins utveckling vid denna tid, med PCR och Sangersekvensering som viktiga metoder, som gjorde det möjligt att studera mtDNA i detalj. Senare har många olika sorters mutationer i mtDNA identifierats och kopplats till olika sjukdomstillstånd. En viktig upptäckt var att i de flesta av dessa sjukdomar finner man en blandning av muterat och normalt mtDNA, vilket kallas *heteroplasm*. Bara när andelen muterat mtDNA överskrider en viss nivå blir indi-

viden sjuk. Denna tröskleffekt har visat sig central för förståelse av sjukdomarnas variabilitet och ärftlighet eftersom heteroplasmnivån varierar mellan olika vävnader och mellan olika celler i en vävnad.

MtDNA nedärvs bara från mor till barn eftersom spermernas mtDNA minskar under spermernas utveckling och mängden som når äggcellen vid befruktningen är försumbar. Hos en kvinna som bär på en mtDNA-mutation kan en äggcell i ovariet innehålla en mycket hög andel mtDNA med denna mutation medan en annan äggcell innehåller endast en låg andel. Heteroplasmnivån i äggcellen blir avgörande för om barnet drabbas av sjukdom eller inte och också hur allvarlig sjukdomen blir. Detta innebär även att syskon drabbas olika med varierade symptom.

Ibland ses mtDNA-mutationer som ej nedärvt från mor till barn, utan istället uppkommit senare under livet (somatiska mutationer). Den vanligaste orsaken till riklig ansamling av mtDNA med somatiska mutationer är defekter i enzymet *polymeras-gamma* (POLG), som kodas av kärn-DNA och som importeras till mitokondrierna. POLG behövs för kopiering (replikation) av mtDNA i samband med nybildning (biogenes) av mitokondrier under hela livet. Vid nedfatt funktion, orsakad av mutationer i *POLG*-genen, bildas en andel felaktiga mtDNA-molekyler vid replikationen. Dessa muterade, defekta mtDNA-molekyler kommer i sin tur att replikeras vid efterföljande nybildningar av mitokondrier. Därför ökar mängden muterat mtDNA med åren och kan nå höga nivåer, vilket leder till sjukdomssymptom. En del mer allvarliga mutationer i *POLG*-genen orsakar otillräcklig replikation och därför brist på mtDNA, vilket kan ge svår sjukdom redan hos små barn.

Bland övriga orsaker till uppkomst av somatiska mtDNA-mutationer anses den vanligaste vara fria syreradikaler. Dessa bildas vid den oxidativa fosforyleringen i mitokondrierna och därför ansamlas det en mindre mängd muterat mtDNA vid normalt åldrande, vilket bidrar till försämrade cellfunktion vid stigande ålder.

## Diagnostik – en utmaning

Den mångfacetterade symptombilden vid mitokondriell sjukdom gör att det sällan är lätt att utifrån endast symptom avgöra vad det rör sig om. Å andra sidan kan man i många fall misstänka mitokondriell sjukdom just på grund av symptom från flera organ. För att komma fram till rätt diagnos måste man visa att det rör sig om en andningskedjedefekt och också påvisa den genetiska orsaken. Därför blir en kombi-

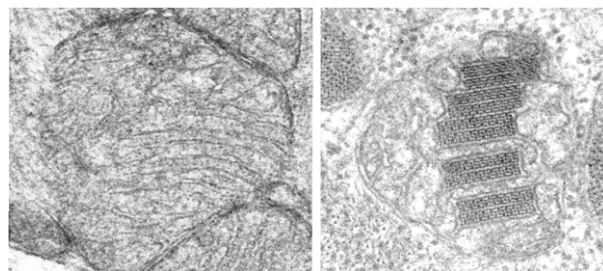


Foto: Anders Oldfors

Till vänster: Normal mitokondrie med dubbelmembran, där det inre membranet med andningskedjan har en stor yta tack vare veck, så kallade *cristae*

Till höger: Mitokondrie med *parakristallina inklusioner*, liknande parkeringsplatser till utseendet (*parking lot inclusion* på engelska), vilket förknippas med många olika mitokondriella sjukdomar

nation av mikroskopiska, biokemiska och genetiska analyser ofta aktuellt. Heteroplasm med varierande mängd muterat mtDNA i olika vävnader gör val av vävnad för analys till en grannlaga uppgift och alla vävnader är inte lätt tillgängliga för undersökning. I muskelvävnad kan defekta mitokondrier med utseendeförändringar upptäckas med hjälp av elektronmikroskopi (se bild ovan). Sådana förändringar, *inklusioner*, uppstår genom ansamling av kreatinkinaser, ett enzym som är viktigt för ATP-bildningen i mitokondrierna.

## Förebygga och behandla

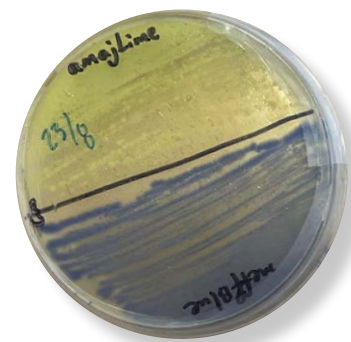
Prenatal diagnostik genom fostervattenprov kan påvisa mtDNA-mutationer hos fostret men slutsatser om sjukdomsrisk är mycket svåra att dra på grund av heteroplasm och tröskelnivåer som beskrivits ovan. Genom preimplantatorisk analys av embryot vid *in vitro*-fertilisering kan man studera heteroplasmnivåer och göra riskbedömning. På några få ställen i världen görs i vissa fall så kallat mitokondriebyte, vilket kräver äggceller från en donator med friska mitokondrier.

Många principiellt olika sätt att försöka behandla mitokondriella sjukdomar har skapat nya forskningsområden. För genterapi av mtDNA krävs att behandlingen når in i mitokondrierna, som inte endast ligger väl inneslutna i cellerna utan dessutom omges av en barriär i form av mitokondriernas membran. Genom mitokondriernas viktiga roll för cellerna har mitokondriell medicin under senare år utvecklats till ett stort forskningsfält, som inte bara rör ett fåtal sällsynta sjukdomar utan också många andra, ofta åldersrelaterade, folksjukdomar och cancer. Stora förhoppningar finns att sådan forskning ska förbättra hälsa och livskvalitet för många människor.



# Kromoproteiner

## – Ett färgglatt gymnasiearbete



Text och foto: Anja Nordin, lärare vid Täby Enskilda gymnasium, anja.nordin@tabyenskilda.se

### Elever studerade kromoproteiners toxicitet för bakterier.

Under Bioresursdagarna hösten 2022 kom jag för första gången i kontakt med kromoproteiner, då studenter från ett iGEM\*-projekt vid Uppsala universitet berättade om dessa. Vi fick veta att kromoproteiner är olika "giftiga" för bakterier, vilket gör bakterierna benägna att göra sig av med plasmider med kromoprotein-gener. Ett frö till en idé för ett gymnasiearbete såddes hos mig: Elever skulle kunna utgå från bakterier med olika kromoproteiner och sedan försöka fastställa vilka som är mest toxiska för bakterien.

Via Letian Bao, doktorand i professor Anthony Forsters forskargrupp vid Uppsala universitet, fick jag tillgång till tre bakterieodlingar, där bakterierna uttryckte olika kromoproteiner: *amajLime* (gul färg), *meffBlue* (blå) och *mrfP* (röd). Bakterierna växte på agarplattor med kloramfenikol (antibiotika), som de var resistent mot via resistensgener på plasmiderna.

För att jämföra hur negativa de tre kromoproteiner är för bakterierna odlades bakterierna upp på nya plattor utan kloramfenikol. Tanken var att eftersom bakterierna då inte längre utsätts för antibiotikan så kommer de göra sig av med plasmiden - ju "giftigare" färg desto snabbare.

Plattorna fick ligga i värmesåp (37°C) över natten och sedan analyserades de visuellt för att se om

\* iGEM står för *international Genetically Engineered Machine* och är en stor tävling i syntetisk biologi.

bakterierna hade tappat färgen. Om inte, så gjordes ett utstryk på en ny platta utan antibiotika med bakterier från plattan som inspekterats, som därefter inkuberades. Detta upprepades tills en tydlig färgskiftning kunde observeras.

Elevernas resultat på denna del av undersökningen blev att *amajLime*-bakterierna avfärgades först, följt av *meffBlue* och sist *mrfP*.

Eleverna fick även utföra en spektrofotometrisk analys där de odlade upp bakterierna (med kromoproteiner) i LB-medium med antibiotika och mätte OD (optisk densitet) vid 600 nanometer ett flertal gånger under cirka fyra timmar. Syftet var att se om de olika kromoproteiner skulle generera någon form av skillnad i tillväxthastighet för bakterierna. Denna undersökning var både rolig och svår för eleverna, framför allt eftersom de aldrig gjort en OD-mätning på bakterier förut. OD-värdena plottades i en tillväxtgraf, där eleverna sedan mätte lutningen i den exponentiella fasen för att kunna avgöra i vilken odling bakterierna hade den högsta tillväxthastigheten och därmed det minst toxiska kromoproteinet, enligt vår tolkning.

Eleverna utgick från en lägre och en högre startkoncentration av bakterier (1 respektive 14 ml bakteriesuspension till 45 ml LB-medium). Tillväxthastigheten i lösningen verkade påverkas av både bakteriernas startkoncentration och vilket kromoprotein de

uttryckte. Vid låg startkoncentration tillväxte bakterier med *mrfP* bäst och vid hög startkoncentration de med *meffBlue*.

Eleverna tyckte att det var ett roligt, lärorikt och utmanande gymnasiearbete. De fick jobba med ett projekt utan förutbestämt resultat – jag som handledare visste inte om eller hur det skulle fungera vilket resulterade i många bra diskussioner om metodval. Planen är att fortsätta köra detta som ett gymnasiearbete och försöka utveckla metoderna så att de förhoppningsvis ger mer tillförlitliga resultat.

### F-anmälan krävs

För att kunna bedriva ett gymnasiearbete likt detta krävs att det gjorts en F-anmälan hos Arbetsmiljöverket, eftersom det handlar om arbete med genetiskt modifierade organismer.

Se sidan "Laborationer med mikroorganismer samt genetiskt modifierade mikroorganismer" under Övrigt och Säkerhet på [www.bioresurs.uu.se](http://www.bioresurs.uu.se).

### Kromoproteiner

Kromoproteiner har en färgad prostetisk grupp – en organisk grupp som inte består av aminosyror – bunden till proteinet. Exempel på kromoproteiner är hemoglobin, cytokromer, flavoproteiner och rodopsin.

# Gensaxade växter i lagen

## – Lättad reglering kanske på gång i EU

Text: Annelie Carlsbecker, kansliansvarig vid Gentekniknämnden, annelie.carlsbecker@vr.se

Potatisfält.  
Foto: pixabay.com

Växter som förädlats med så kallade *nya genomiska tekniker* (NGT), som gensaxen CRISPR/Cas9, regleras idag i EU på ett sätt som försvårar användningen. Ett förslag till en ny lag har tagits fram men oenighet råder.

Det nya lagförslaget inom EU om växter som förädlats med hjälp av gensaxen CRISPR/Cas9 eller andra så kallade *nya genomiska tekniker* (NGT) går i korthet ut på följande: Om de genetiska förändringar som gjorts är jämförbara med förändringar som uppstår under konventionell förädling ska växterna inte regleras som genetiskt modifierade organismer (GMO), vilket de gör idag. Tanken med lagförslaget är att underlätta användningen av NGT för att effektivare kunna ta fram växtsorter som kan bidra till ett mer hållbart jord- och skogsbruk och en tryggad livsmedelssäkerhet.

### Riktade mutationer

I konventionell växtförädling söker man nya, bättre egenskaper att förädla vidare på, till exempel motståndskraft mot en viss sjukdom. En ny egenskap kommer av en genetisk förändring. Det kan vara en mutation som uppkommit spontant, eller inducerats med hjälp av strålning eller kemikalier. Oavsett orsak uppstår mutationer i dessa sammanhang slumpmässigt i genomet. Med hjälp av NGT kan förädlaren i stället bestämma var en muta-

tion ska hamna, till exempel i en specifik gen. Det ger möjlighet att specifikt justera vissa egenskaper, givet att man har goda kunskaper om vilka gener som styr den egenskapen. Eftersom NGT ger möjlighet att ändra på specifika ställen i genomet kallas teknikerna ibland för genredigering, genomredigering eller precisionsförädling.

Idag finns ett fåtal växter förädlade med NGT på marknaden, alla utanför EU. Först ut var en sojaböna med ändrad oljesammansättning i USA, 2019, och i Japan, 2021, en tomat med höga nivåer av ett ämne som kan sänka blodtrycket och verka avstressande. Utvecklingen går nu mycket snabbt och omkring 80 arter finns i olika utvecklingsfaser av NGT-förädling. Många tas fram i syfte att ge motståndskraft mot sjukdom, förbättra vattenanvändning, öka skörd eller förbättra näringsinnehåll.

I Sverige sker till exempel fältförsök med NGT-förädlad potatis med ändrad stärkelsesammansättning, lägre nivåer av solanin eller motståndskraft mot potatisbladmögel. Potatisbladmögel kan förstöra stora delar av en skörd och konventionella potatisodlingar

besprutas upp till tio gånger per säsong med växtskyddsmedel. En motståndskraftig potatissort skulle, om den kom ut på marknaden, därför ge ett kraftigt minskat behov av att använda medel mot potatismögel i potatisodlingen.

### EU-lagstiftning inte anpassad till NGT

Efter ett domslut i EU-domstolen 2018 regleras idag växter med NGT-inducerade mutationer som GMO inom EU. Detta sker även om inget nytt DNA har tillförts växten. Växter som i förädlingen fått slumpmässiga mutationer via strålning eller kemikalier undantas sedan tidigare och omfattas inte av GMO-lagstiftningen.

EU har en stram GMO-lagstiftning jämfört med övriga världen. Endast en GM-gröda, en fodermjäs, är godkänd för odling inom EU. GMO-lagstiftningen ställer höga krav på omfattande riskbedömning, vilket är tidskrävande och mycket kostsamt, utöver ett godkännande genom omröstning av EU:s medlemsstater. För att få använda växten som livsmedel eller foder krävs också att den genetiska modifieringen kan upptäckas i



stickprov. Det fungerar när modifieringen innebär att nytt DNA förts in i växten, men inte när en liten mutation inducerats med NGT. Eftersom det kravet innebär att NGT-förädlade organismer i praktiken inte kan godkännas enligt GMO-lagstiftningen fick EU-kommissionen 2019 i uppdrag att utreda frågan och föreslå en lagändring.

I EU-kommissionens utredning drogs slutsatsen att NGT-förädling inte innebär större risker än konventionella förädlingstekniker. NGT-förädling kan rent av ge lägre risk för oavsiktliga genetiska förändringar. Kommissionen menar också att NGT kan vara viktiga verktyg i omställningen mot ökad hållbarhet, och en mer tillåtande lagstiftning skulle vara positivt för innovation och utveckling inom EU. Det skulle också underlätta handel med de många länder utanför EU som redan lättat på sina regelverk för NGT-förädlade växter, till exempel England, Kanada, USA, många länder i Latinamerika, Indien, Kina, Filippinerna, Japan och Australien.

## Nytt lagförslag

Under sommaren 2023 lade EU-kommissionen fram ett förslag på en ny förordning för NGT-förädlade växter. Enligt lagförslaget ska växterna delas in i två kategorier, NGT<sub>1</sub> och NGT<sub>2</sub>. NGT<sub>1</sub>-växter ska uppfylla vissa kriterier som visar att de har förändringar som också skulle ha kunnat uppstått via konventionell förädling. De ska då inte omfattas av GMO-lagstiftningen. Däremot ska de, liksom konventionellt förädlade växter, genomgå sortprövning som till exempel måste visa att de har nya egenskaper jämfört med redan existerande sorter. För att ge transparens och valfrihet för

odlaren ska NGT<sub>1</sub>-växter registreras i ett öppet register och det ska framgå på fröpsälar att det är en NGT<sub>1</sub>-växt. Däremot ska de inte behöva särskällas i produktionsledet och livsmedel ska inte behöva märkas. Lagförslaget innehåller ett förbud mot användning av NGT<sub>1</sub>-växter inom ekologisk odling i enlighet med önskemål från många ekodlare.

Uppfyller växten inte kriterierna för NGT<sub>1</sub>, utan har mer komplexa genetiska förändringar, är det en NGT<sub>2</sub>-växt. Den ska då hanteras enligt dagens GMO-lagstiftning. Riskbedömningen och miljöövervakningen ska dock kunna anpassas beroende på vilka typer av förändringar som gjorts. Olika incitament ska ges för NGT<sub>2</sub>-förädling som kan bidra till hållbarhetsmålen, till exempel förädling för motståndskraft mot sjukdomar eller torka, bättre näringsinnehåll eller ökad avkastning. Sådana incitament kan vara påskyndad riskbedömning och stöd i ansökningsprocessen. Producenten ska ha rätt att märka produkten med de egenskaper som de genetiska modifieringarna medför, för att ge ökad insyn och konsumentupplysning.

## När kan den nya lagen träda i kraft?

Innan en ny lag kan träda i kraft måste den först förhandlas och godkännas i Europaparlamentet och EU:s ministerråd, och därefter ska eventuella ändringar förhandlas med EU-kommissionen.

Under våren röstade Europaparlamentet igenom ett delvis ändrat lagförslag om NGT-förädlade växter. Man gjorde vissa ändringar i kriterierna för vad som är en NGT<sub>1</sub>-växt, man lade till att livsmedel och foder som producerats av NGT-växtmaterial

ska gå att spåra via dokumentation och unik kod, och att NGT-växter inte ska gå att patentera. EU-kommissionen ska nu utreda frågan om NGT och patent inom biotekniksektorn, vilket regleras av en helt annan lagstiftning än GMO-lagstiftningen.

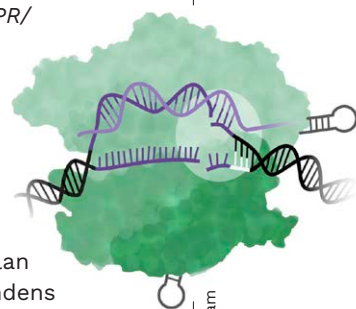
I ministerrådet har förhandlingarna gått i stå. Även om förslaget stöds av en majoritet av medlemsstaterna, inklusive Sverige, när man inte kräver på en kvalificerad majoritet, alltså 55 procent av EU:s medlemsstater och 65 procent av EU:s befolkning. Vissa stater vill inte undanta NGT<sub>1</sub>-växter från riskbedömning, och man diskuterar märkning, särskällning och patent. Lagförslaget hänger i skrivande stund i luften och kommer troligen inte upp på agendan igen förrän efter valet till Europaparlamentet i juni 2024, när ett nytt parlament och nya kommissionärer kommit på plats.

## Lektionsmaterial

*Gensaxen CRISPR/Cas9 – den gentekniska revolutionen* är ett undervisningsmaterial som har utvecklats i samarbete mellan Gentekniknämndens kansli och Bioresurs.

Materialet består av powerpointpresentationer med tillhörande information till lärare om CRISPR/Cas9-tekniken och hur den kan användas inom växtförädling, djuravel och för att bota sjukdomar.

Där finns också lektionsmaterial i form av övningar samt ett rollspel om växtförädling och biosäkerhetslagstiftning. Se Bioteknik, under Resurser på [www.bioresurs.uu.se](http://www.bioresurs.uu.se).



Illustrator: Gunilla Elam

# Vitt snus

Text: Jasmin Khessib, apotekare vid Giftinformationscentralen, jasmin.khessib@gic.se

Från 2021 till 2022 ökade försäljningen av vitt snus med 81 procent. Det vita snuset utgjorde 25 procent av den totala snusförsäljningen i Sverige 2022.

Historiskt många flickor snusar. På tio år har andelen snusande flickor i årskurs två på gymnasiet ökat från 4 till 21 procent. Ökningen beror främst på användning av vitt tobaksfritt snus. Men tobaksfritt betyder inte riskfritt.

Vitt snus innehåller nikotin, smakeraromer samt växtfibrer, men inte tobak, och introducerades på den svenska marknaden 2016. Eftersom det klassas som tobaksfritt saknades initialt regler för försäljning och marknadsföring. En ny lag om tobaksfria produkter trädde dock i kraft 2022. Då infördes en åldersgräns på 18 år samt förbud att marknadsföra produkterna mot personer under 25 år.

I centralförbundet för alkohol- och narkotikaupplysning (CAN:s) skolundersökning 2023 angav 28 procent av niondeklassarna att de någon gång provat vitt snus. Detta är en ökning från 18 procent 2021. Bland gymnasieelever i årskurs två var motsvarande siffra 44 procent 2023 vilket är en ökning från 34 procent 2021. På tio år har andelen snusande flickor i årskurs två på gymnasiet ökat från 4 till 21 procent. Men det är fortfarande fler pojkar som snusar. Cirka 30 procent av poj-

karna, i årskurs två på gymnasiet, angav att de snusar.

## Risker

Tobaksfritt betyder inte riskfritt. Nikotin är en av de mest beroendeframkallande substanser man känner till. Det är större risk att utveckla ett beroende efter första kontakten med nikotinprodukter än med narkotika som till exempel kokain och heroin. Cirka 5–6 procent av dem som provar kokain utvecklar ett beroende inom två år. Motsvarande siffra för ungdomar som provar att röka cigaretter med tobak är 30–50 procent. När en person som inte är van testar nikotinprodukter för första gången kan det resultera i illamående, kräkningar, hjärtklappning, yrsel och ökad salivproduktion. Symptomen kan upplevas som obehagliga men de är inte farliga och minskar ju mer man använder nikotin. Vitt snus är även kraftigt irriterande på munslemhinnan och kan orsaka skador på tandköttet. Graden av irritation och därmed risken för skador ökar med ökad nikotinkoncentration.

Tobaksfria nikotinprodukter, till exempel vitt snus, är relativt nya på marknaden och det saknas kunskap om långtidseffekter. Men det är välkänt att långtidsanvändning av nikotin kan ge ökad risk

för hjärt- och kärlsjukdomar eftersom nikotin höjer blodtrycket och minskar blodkärlens förmåga att vidgas. Det finns även en risk att få typ 2 diabetes, framför allt hos dem som snusar fler än fyra dosor i veckan. Teorin är att upprepad nikotinanvändning ger ett kroniskt stresspåslag, vilket minskar känsligheten för insulin i kroppens celler.

## Nikotin i vitt snus

Nikotin förekommer i två stereoisomerer där (S)-formen är generellt vanligast samt mest potent. Nikotin är en svag bas (pKa 8,0) och står i jämvikt (pH-beroende) med den laddade formen av nikotin. Det innebär att i en basisk miljö där det finns överskott av hydroxidjoner så kommer fler vätejoner avges och vi får fler oladdade nikotinmolekyler.

Nikotin passerar över membran i sin oladdade form (fritt nikotin) och styrkan hos snus beror dels av nikotinkoncentrationen, dels av pH-värdet. Eftersom pKa är 8 finns det vid pH 8 cirka 50 procent fritt nikotin, vid pH 8,5 cirka 75 procent och vid pH 9 cirka 90 procent. I vitt snus kan pH variera kraftigt, mellan 8,3–9,5, men även nikotinkoncentrationen varierar mycket och kan ligga mellan 3 och 50 milligram per gram snus. Traditionellt tobaks-

## Effekter av nikotin

### Centrala nervsystemet

Förbättrat humör, ökad vakenhet och koncentrationsförmåga samt minskad aptit

### Perifera nervsystemet

Ökad puls, förhöjt blodtryck, minskad rörelse i tarmen och ökad ämnesomsättning

snus har en nikotinkoncentration på cirka 8 milligram/gram. En snuspåse kan variera i vikt men väger cirka 0,6 gram. Mängden nikotin (och pH) i vitt snus är inte alltid väldefinierad på förpackningarna utan kan anges som prickar eller genom siffror (till exempel styrka 1 av 4).

Nikotin kan tas upp via luftvägarna, slemhinnorna, mag-tarmkanalen och huden. Nikotinet i snus tas upp relativt lätt via munslemhinnan eftersom pH i munhålan är cirka 6,2–7,6 och inte påtagligt påverkar pH i produkten. När nikotinet tagits upp i blodet förekommer det i laddad (69 procent) och oladdad (31 procent) form och med hjälp av blodbanan distribueras nikotin till hela kroppen och kan även passera över blod-hjärnbarriären. Om man däremot sväljer snus begränsas mängden som kan tas upp kraftigt på grund av den sura miljön i magsäcken, vilket förklarar att symptom sållan uppstår direkt efter nedsväljning. När snuset sedan åker vidare till tarmen ökar pH vilket medför att betydligt mer nikotin kan absorberas och då ökar risken för symptom, vilka brukar uppstå efter cirka två timmar. Utöver de symptom som ofta drabbar ovana snusare uppstår många andra symptom för såväl vana som ovana (se ruta på föregående sida).

## Nikotinet verkningsmekanism

Nikotin binder till nikotinreceptorer som finns både i det perifera nervsystemet, PNS (nerv utefr kroppen) och det centrala nervsystemet, CNS (hjärna och ryggmärg). Dessa receptorer aktiveras i normala fall av signalsubstansen acetylcholin. Nikotinreceptorerna tillhör gruppen ligandaktiverade jonkanaler och kan både aktiveras

och inaktiveras av nikotin. När nikotin aktiverar receptorn öppnas jonkanalen och tillåter inflöde av positiva joner. Detta resulterar i en kaskad av signaleringsmekanismer med bland annat frisättning av dopamin i hjärnans belöningssystem. Efter några millisekunder stängs jonkanalen och receptorn intar ett vilande stadium (receptorn är stängd men aktiverbar) eller övergår till en inaktiverad form. Övergången mellan receptorns olika stadier (aktiverad, vilande, inaktiverad, långvarig inaktivering) är beroende av nikotinetens koncentration och exponeringens längd.

## Långvarig exponering

Exponeras nikotinreceptorn för nikotin under lång tid, som till exempel vid snusning då halten nikotin är kontinuerligt hög, medför det att receptorn snabbare övergår i ett inaktiverat stadium som i sin tur försämrar nikotinetens belöningseffekt. Man tror att just denna inaktivering av receptorn är bakgrunden till utveckling av tolerans, det vill säga att det behövs mer och mer nikotin för att få samma effekt som tidigare.

Långvarig nikotintillförsel bidrar även till att det sker en uppreglering av antalet nikotinreceptorer i hjärnan. Det finns till exempel 3–4 gånger fler nikotinreceptorer hos en rökare än en icke-rökare. Hypotesen bakom denna uppreglering är att hjärnan kompenserar för den långa tid som receptorerna befunnit sig i ett inaktiverat stadium. När nikotintillförseln avbryts kommer de uppreglerade receptorerna återhämta sig från det inaktiverade stadiet och bli aktiva igen. Detta resulterar i ett större begär av nikotin för att kunna stimulera det ökade antalet receptorer och då uppstår abstinensbesvär.

Många upplever att den första snuspåsen på morgonen är den mest njutbara då nikotinet som intas leder till en kraftig frisättning av dopamin i hjärnan. Denna extra njutning kan förklaras av att receptorerna har återgått till en aktiv form under natten.

## Akut förgiftning?

Väldigt höga doser nikotin kan orsaka kramper samt andningspåverkan, men det är inte något som finns konstaterat vid snus-användning. Det finns inga kända fall, varken på Giftinformationscentralen eller i den vetenskapliga litteraturen, där allvarliga symptom uppstått vid tillbud med snus. När små barn sugit på eller svält enstaka snuspåsar uppstår endast milda symptom, som illamående, yrsel, kräkningar och salivering, men de flesta blir symptomfria inom två timmar.

---

## Ett urval av referenser

- Benowitz, N. L., m.fl. (2009). Nicotine chemistry, metabolism, kinetics and biomarkers. *Handbook of experimental pharmacology*, (192), 29–60.
- Folkhälsomyndigheten. (2023). *Kunskap om tobaks- och nikotinprodukters skadeverningar, Återredovisning av regeringsuppdrag*.
- Franck, J. & Nylander, I. (red.) (2022). *Beroendemedicin*. 3 uppl., Studentlitteratur.
- Ramstedt, M. (2023) *Den totala konsumtionen av cigaretter och snus i Sverige 2003–2022*. CAN Rapport 224.
- Thor, S. (red.) (2023). *CAN:s nationella skolundersökning 2023*. CAN Rapport 223.
- Prop. 2021 /22:200, *Hårdare regler för nya nikotinprodukter*, [www.regeringen.se](http://www.regeringen.se)
- För fler referenser, skriv till [jasmin.khessib@gic.se](mailto:jasmin.khessib@gic.se)



# Lästips

## Fascinerande forskning – för skolan med fokus på biologisk mångfald

Forskning fascinerar och hjälper oss förstå mer av vår omvärld. Inom biologijämnet ryms många viktiga framtidsfrågor, som minskad biologisk mångfald och effekter av klimatförändringar.

Magasinet *Fascinerande forskning – för skolan med fokus på biologisk mångfald* innehåller artiklar av ett 20-tal forskare och handlar om miljöer i Sverige så väl som i andra länder, om mångfalden av ekosystem och arter. Omfattande förändringar i miljöer och hot mot arter beskrivs, men även fascinerande upptäckter och målmedvetet arbete för att skydda och bevara värdefull natur.

Biologiundervisning handlar om organisationsnivåer och om processer inom och mellan dessa nivåer, från det största till det minsta, om ekosystem, arter och gener. Biologisk mångfald inkluderar alla dessa nivåer och är central för undervisning i biologi. Varje kapitel inleds därför med en grundläggande text och avslutas med diskussionsuppgifter som fördjupar förståelsen.

Magasinet har tagits fram av Bioresurs i samarbete med Martin Granbom, lektor i biologi och initiativtagare till magasinet, som även skrivit de inledande texterna till varje kapitel. Brittmarie Lidesten, tidigare föreståndare för Bioresurs, har varit redaktör. Målgruppen är framför allt lärare på gymnasium, vuxenutbildning och i senare delen av grundskolan, samt elever på gymnasienivå, men magasinet riktar sig även till övriga med intresse för biologi och biologiundervisning. Läs och fascineras!

Magasinet finns som pdf: [www.bioresurs.uu.se/publikationer](http://www.bioresurs.uu.se/publikationer)



## Till klassen?

Via Bioresurs webbplats, under Publikationer, kan du beställa en klassuppsättning av *Fascinerande forskning* för enbart fraktkostnad. Upplagan är begränsad, först till kvarn!

## Biologididaktik för lärare – Exempel från forskning och skolpraktik

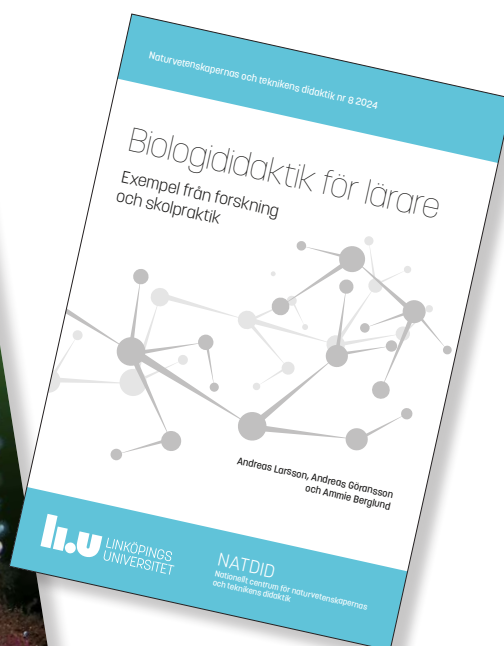
Skriften *Biologididaktik för lärare – Exempel från forskning och skolpraktik* innehåller sju professionsvetenskapliga texter skrivna av forskare och lärare som belyser biologiundervisning för både yngre och äldre elever och lärarstudenter.

Det biologiska innehållet som tas upp spänner över många organisationsnivåer och ger didaktiska perspektiv på bland annat hur man kan tolka illustrationer av molekylära processer i celler till hur man kan upptäcka, förundras och undersöka ekosystem eller arbeta med handlingskompetens i en aktuell samhällsfråga, antibiotikaresistens.

Skriften har tagits fram i ett samarbete mellan NATDID (Nationellt centrum för naturvetenskapernas och teknikens didaktik) vid Linköpings universitet och Bioresurs vid Uppsala universitet, med en redaktion bestående av Andreas Larsson (föreståndare för NATDID), Andreas Göransson (postdoktor vid Linköpings universitet) och Ammie Berglund (föreståndare för Bioresurs).

De flesta av texterna har lästs och diskuterats av lärargrupper som gav värdefull återkoppling till författarnas skrivprocess. Förhoppningen är att denna skrift ska inspirera till hur man kan möta den stora utmaningen i att undervisa om det levande!

Skriften finns som pdf: [liu.se/forskning/natdid](http://liu.se/forskning/natdid)



## Odla och lär: Lärarhandledning till skolträdgården

Odlarföreningen Små Frön och Anders Stålhand

Denna skolträdgårdsguide ger inspiration och vägledning för hur du kan lägga upp din utomhusundervisning, med allt från undervisningsupplägg i olika skolämnen till odling på skolschemat för ämnesintegrerat lärande. Grönkål, solros, citronmeliss och/eller hallon? Upptäck hur skolträdgården i skolkontexten är en pedagogisk resurs och en utvidgad lärmiljö.

Lärarhandledningen är framtagen av Odlarföreningen Små Frön i Broddetorp tillsammans med trädgårdsmästaren Anders Stålhand, inom projektet "Skolträdgård, närmiljö och lokalsamhälle som redskap för pedagogiken i F-6-skola" som finansierats av medel från Västra Götalandsregionen och Klimat 2030. Samtidigt som lärarhandledningen togs fram anordnades odlingsworkshops med lärarna vid Broddetorpsskolan i Skaraborg. För illustrationerna står Siri Arvidsson.

Guiden finns som pdf: [broddetorp.se/wp-content/uploads/2024/03/odla\\_och\\_lar\\_lararhandledning\\_till\\_skoltradgarden\\_odlareforeningen\\_sma\\_fron\\_2023\\_sidor.pdf](https://broddetorp.se/wp-content/uploads/2024/03/odla_och_lar_lararhandledning_till_skoltradgarden_odlareforeningen_sma_fron_2023_sidor.pdf)

## Utomhusundervisning – en handbok

Maria Hammarsten, Studentlitteratur 2022

Under de senaste åren har pedagogik med utomhusdidaktisk inriktning fått en renässans i den pedagogiska verksamheten. Utomhusundervisning drivs dock ofta av individuella eldsjälar, och många lärare känner sig osäkra över hur de ska sätta igång.

Handboken beskriver vad som behövs för att starta och ger insikter i vad utomhusundervisning kan tillföra eleverna, både från tidigare forskning och beprövad erfarenhet. Den visar att du inte behöver vara "naturexpert" för att genomföra utomhusundervisning samt hur man kan reflektera kring de didaktiska frågorna *När?*, *Var?*, *Hur?* och *Varför?* Boken innehåller även ett flertal handfasta undervisningsupplägg för platsspecifika kontexter, såsom den asfalterade skolgården, den naturpräglade skolskogen och den närliggande parken.

Maria Hammarsten är doktorand i pedagogiskt arbete vid Göteborgs universitet och universitetsadjunkt i pedagogik vid Jönköping University.

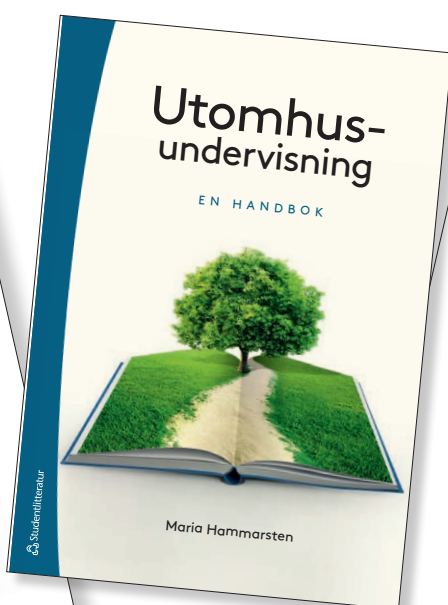
## Öppna förskolan flyttar ut: Kom igång med uteverksamhet

Åsa Sjögren och Stina Lindblad, Upplandsstiftelsen 2023

Det finns mycket att vinna på att barn och familjer är ute. Skriften *Öppna förskolan flyttar ut* utgår från Upplandsstiftelsens och Uppsala kommuns erfarenheter av flera års arbete med att utveckla och anpassa utedagar för öppna förskolan. Ursprungsidén var att ge barn och vuxna möjlighet att upptäcka och bli trygga i sin närnatur.

I den här skriften hittar du praktiska tips för att flytta ut, ett smörgåsbord av utomhusaktiviteter och en sammanfattning av vad forskningen säger om nyttan och vinsterna med utevistelse.

Skriften finns som pdf: [www.upplandsstiftelsen.se/ofskflyttarut](https://www.upplandsstiftelsen.se/ofskflyttarut)



**Avsändare och retur:**

Nationellt resurscentrum för biologiundervisning, Box 592, 751 24 Uppsala

## Aktiviteter i höst

*Ett urval – se mer på Bioresurs webbplats, Fortbildning*

**5–6 september:** Fältkursdagar i Uppsala  
(Anmäl dig senast den 26 augusti)

**10 september:** Zooma med Bioresurs. Progressionen mellan nivå 1 och 2 i biologi, i Gy25

**September–oktober:** Skolverkets NT-konferenser för lärare i åk 4-9, se information nedan

**1 oktober:** Vetenskapsfestivalens lärardag i Göteborg

**27 november:** Zooma med Bioresurs. Naturhistoriska riksmuseet berättar om ett nytt undervisningsmaterial om upptäckten av *Homo naledi*.

### NT-konferenser för lärare i åk 4–9

Hur kan man få NO- och teknikundervisningen att lyfta? Skolverket bjuder på ett heldagsprogram med föreläsningar och valbara workshops med olika aktörer. Bioresurs medverkar tillsammans med KRC, NRCF, CETIS, NATDID, NTA och Science centers med flera.

25 september, Göteborg (Universeum)

3 oktober, Lund (Vattenhallen och Lunds universitet)

17 oktober, Uppsala (Evolutionsbiologiskt centrum)

# Skolverket

### Skrivarworkshop för lärare

Jobbar du som lärare, forskollärare eller lärarutbildare och vill dela med dig av erfarenheter från undervisning i naturvetenskapsämnen eller teknik? Få stöd och verktyg genom en skriwarworkshop och publicera dina erfarenheter i tidskriften ATENA Didaktik. Workshopen består av två tillfällen: 18 september och 2 oktober, klockan 16.00-18.00. Den är kostnadsfri och digital och arrangeras av Nationellt centrum för naturvetenskapernas och teknikens didaktik (NATDID).

[atenadidaktik.se/skrivarworkshop](https://atenadidaktik.se/skrivarworkshop)



Foto: Thor Balkhed

### Prenumerera på Bi-lagan

Är du inte prenumerant? Teckna en gratis prenumeration på Bioresurs webbplats: [www.bioresurs.uu.se/publikationer/prenumerationsanmalan](http://www.bioresurs.uu.se/publikationer/prenumerationsanmalan)

### 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](http://www.bioresurs.uu.se/nyhetsbrevsanmalan)

### Bioresurs på Facebook

[www.facebook.com/bioresurs.uu.se](http://www.facebook.com/bioresurs.uu.se)



**Anta utmaningen – fixa Sveriges matsystem, rädda den biologiska mångfalden och klimatet!**

#### KliMATspelet

ett vetenskapligt baserat digitalt spel från SLU – Sveriges lantbruksuniversitet.

**[klimatspelet.se](http://klimatspelet.se) öppnar i höst**

### Katter på rymmen till klassen

Serietidningen *Katter på rymmen* är utvecklad för att berika undervisningen om evolution i framförallt mellanstadiet. Lärarhandledning finns på Bioresurs webbplats (se Evolution, under Resurser). Vill du få en kostnadsfri klassuppsättning? Beställ senast den 25 augusti via Bioresurs webbplats.

