

NOBEL  
PRIZE  
MUSEUM

FORSKAR-  
HJÄLPEN  
2026

Jakten på  
biologisk mångfald

# Innehåll

- 5 Vad är Forskarhjälpn?
- 6 Om lärarhandledningen
- 8 Välkommen till Jakten på biologisk mångfald
- 11 Tidsplan
- 12 Om vetenskaplighet
- 14 Vår levande planet
- 16 Människans påverkan på biologisk mångfald
- 20 Varför är det viktigt att bevara biologisk mångfald?
- 21 Svenska skogar – ett unikt naturarv
- 24 Naturliga variationer i biologisk mångfald
- 27 Att mäta biologisk mångfald
- 35 Målet med detta projekt
- 40 Jakten på biologisk mångfald och de globala målen
- 42 Referenser
- 44 Ordförklaringar och definitioner
- 46 Instruktioner till lärare och elever

# Vad är forskarhjälpen?

**SYFTET MED FORSKARHJÄLPEN** är att skolelever ska ges möjlighet att prova på riktig forskning genom att hjälpa en forskargrupp med insamling och tolkning av data. Förhoppningen är att elever och forskare tillsammans ska kunna bidra med betydelsefulla pusselbitar för att öka kunskapen och förståelsen för vår omvärld. Forskarhjälpen leds av Nobelprismuseet och är finansierat av Stiftelsen för Strategisk Forskning.

Vi lever i en tid av förändring. Förändringar medför i många fall förbättringar, men även utmaningar. Vad behövs för att vi alla, och även kommande generationer, ska kunna leva på ett bra sätt i vår värld? Forskning är ett redskap för att undersöka och ta reda på det. I sökandet efter nya möjligheter behövs människor som är uthålliga, kreativa och som vågar testa. Människan måste våga tänka de tankar ingen tidigare tänkt, gå dit ingen tidigare gått, enträget söka vidare där andra har gett upp, och med fast beslutsamhet göra detta med vetenskaplig förankring utifrån ett vetenskapligt perspektiv. Forskarhjälpen är ett sätt att träna på detta.

För mer information om tidigare Forskarhjälpsprojekt, gå in på [nobelprizemuseum.se/skola/forskarhjalpen/tidigare-projekt](https://nobelprizemuseum.se/skola/forskarhjalpen/tidigare-projekt)

# Om lärarhandledningen

**DENNA LÄRARHANDLEDNING** syftar till att presentera ett aktuellt forskningsområde för dig som lärare samt att sätta elevernas forskningsuppgifter i ett större sammanhang. I handledningen finns förslag på förberedande övningsuppgifter för elever, beskrivning av forskningsuppgifter samt nödvändiga protokoll för datainsamling och rapportering.



## **Elevövningar**

Dokument med denna symbol (Ö) finns att ladda ner på [forskarhjalpen.se](https://forskarhjalpen.se)  
Nödvändigt material kommer att läggas på denna sida.

# Välkommen till Jakten på biologisk mångfald

**J**akten på biologisk mångfald är den sextonde upplagan av Forskarhjälp. I år handlar projektet om den biologiska mångfalden i Sveriges skogar. Biologisk mångfald är viktigt både för ekosystemens funktion och balans, samt för oss människor. I Sverige är skogen en av våra viktigaste naturresurser, härifrån får vi råvaror och mat, den är även en plats för friluftsliv och avkoppling. Den biologiska mångfalden i skogen påverkas av flera olika faktorer och minskar idag i hög takt på grund av mänskliga aktiviteter. Idag är i princip all skog som finns i Sverige påverkad av människan, vilket i sin tur påverkar förutsättningarna för de arter som har skogen som livsmiljö.

I Jakten på biologisk mångfald kommer eleverna undersöka vilka arter som finns i skogen, både sådana arter som vi är vana att se i skogen såsom en fjäril, en tall eller en kantarell samt de mikrobiella organismerna, de som inte är så lätta att se. Kanske hittar vi till och med en ny art som forskarvärlden inte tidigare känt till. Eleverna undersöker även hur den biologiska mångfalden i skogen påverkas av skogsbrukets historia, latitud, altitud och avstånd till kusten. Målet är att få större kunskap om våra skogar så att vi kan ta hand om dem på bästa sätt.

Med hjälp av AI-verktyg identifierar eleverna två olika skogsområden i närheten av sin skola; ett med en historia av skogsavverkning och ett som representerar naturskogskaraktär. På dessa två platser samlar eleverna in fältprover som skickas till forskarna för eDNA-analys, en typ av genanalys. Eleverna undersöker även den biologiska mångfalden i skogarna genom att identifiera organismer med hjälp av appen iNaturalist.

I de inskickade proverna analyseras den biologiska mångfalden och återrapporteras till eleverna. Alla elever får träffa forskarna digitalt och resonera kring möjliga orsaker till eventuella skillnader och likheter mellan de två olika provtagningsplatserna, samt betydelsen av erhållna resultat. Utifrån insamlade data tillverkar eleverna, två och två, en vetenskaplig poster där deras arbete presenteras och resultaten tolkas med hjälp av utdelat material och utifrån egna kreativa idéer. En poster per deltagande skola mejlas till Nobelprismuseets projektgrupp. Pedagogerna på Nobelprismuseet, forskargruppen och Nobelprismuseets grafiska formgivare Josephine Öhrnlund ger individuell feedback på de inskickade postrarna. Under en arbetsvecka har eleverna möjlighet att göra justeringar utifrån erhållen feedback. De reviderade postrarna mejlas sedan åter till Nobelprismuseet igen och är därmed skolans bidrag till projektets postertävling. Se de olika tävlingskategorierna

nedan. Postrarna läggs upp på Nobelprismuseets hemsida. De elever som tillverkat just dessa postrar deltar i en digital posterpresentation och opponering tillsammans med elever från andra deltagande skolor. Dessa presentationer görs i mindre grupper där en pedagog från Nobelprismuseet och forskare från forskargruppen är med för att leda samtalen och ge feedback.

Alla postrar som har varit med i postertävlingen visas på Nobelprismuseet den 7 december i samband med projektets avslutningskonferens. Till avslutningskonferensen välkomnas tre personer från varje skola: de två elever som tillverkat postern och en lärare. Konferensen består av spännande föreläsningar, resultatrapportering från forskargruppen samt prisutdelning till vinnare i postertävlingens olika kategorier.

Postertävlingens kategorier och jurygrupper:

1. *Helhetsperspektiv* där vetenskapligt innehåll, grafisk form samt presentationsteknik beaktas. Denna jury består av en grupp vetenskapsskribenter. Vinnarna får tre biljetter till Nobelprisutdelningen 2026 samt 2 000 kr till klasskassan.
2. *Vetenskapligt perspektiv*. Denna jury består av Tobias Andermann med forskargrupp. Vinnarna får 2 000 kr till klasskassan samt ytterligare ett pris som meddelas senare.
3. *Layout och design*. Denna jury består av Nobelprismuseets grafiska formgivare Josephine Öhrnlund. Vinnarna får 2 000 kr till klasskassan samt träffa Josephine där hon delar med sig av sina bästa tips.

Det finns en privat Facebookgrupp som heter "Forskarhjälp 2026 – Jakten på biologisk mångfald". Syftet med denna är att ge deltagande lärare möjlighet till smidigt erfarenhetsutbyte inom projektet, ställa frågor till forskargruppen samt till oss pedagoger på Nobelprismuseet. Gå gärna med i den!

Forskarhjälp är finansierad av Stiftelsen för Strategisk Forskning.

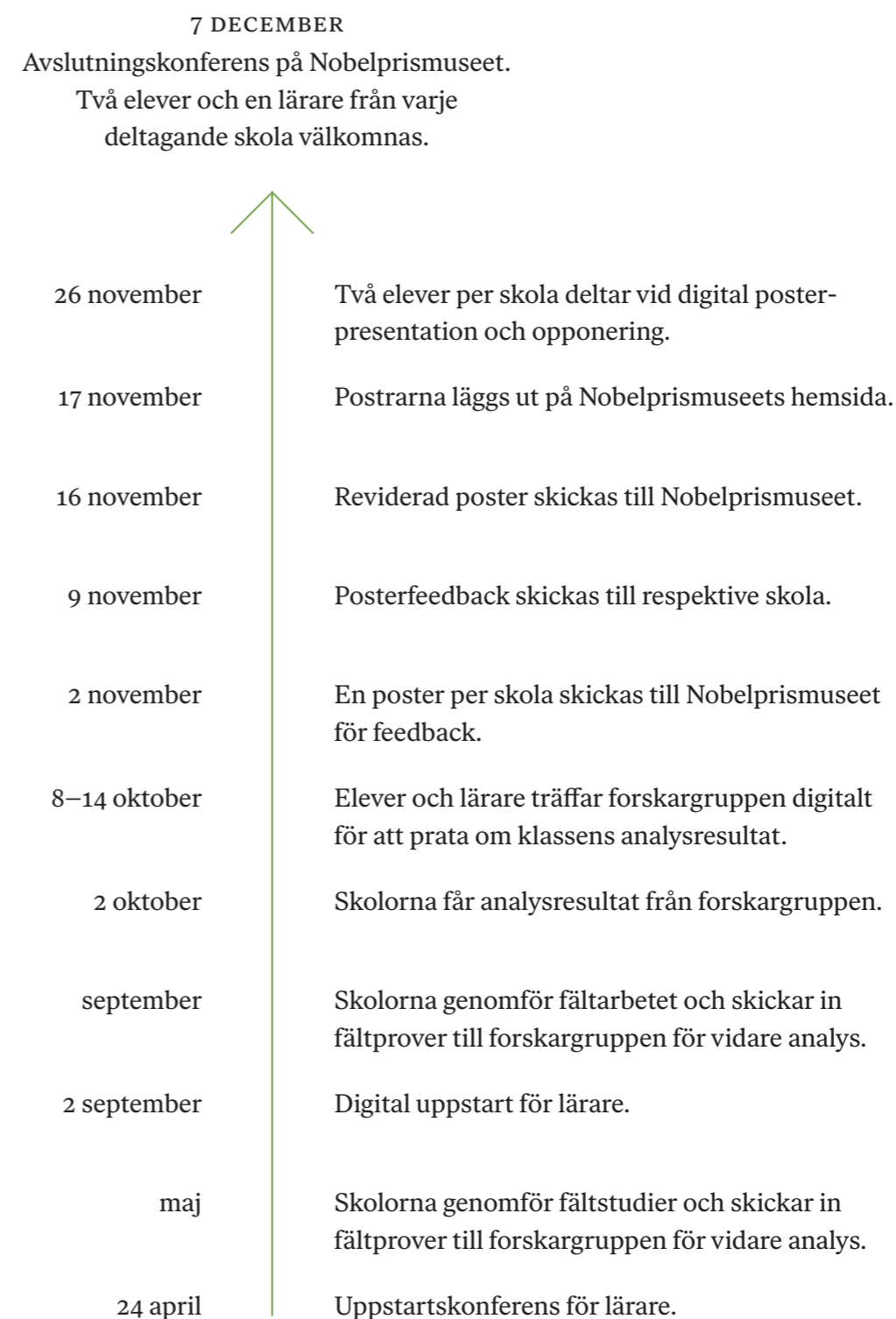
Med hopp om en stimulerande tid i Jakten på biologisk mångfald och än en gång – varmt välkomna!

Anna Ålander  
Kristina Holmén Bränn  
Forskarhjälp

### Arbetsgruppen i Jakten på biologisk mångfald

- *Tobias Andermann*, biträdande universitetslektor vid Institutionen för organismbiologi; Systematisk biologi, Uppsala universitet.
- *Mahwash Jamy*, forskare vid Institutionen för organismbiologi; Systematisk biologi, Uppsala universitet.
- *Ulf Ellervik*, professor i bioorganisk kemi vid Lunds universitet, Vetenskaplig rådgivare i Forskarhjälp.
- *Anna Ålander*, projektledare och pedagogiskt ansvarig för Jakten på biologisk mångfald, Nobelprismuseet.
- *Kristina Holmén Bränn*, museilektor och pedagogiskt ansvarig för Jakten på biologisk mångfald, Nobelprismuseet.

## Tidsplan



# Om vetenskaplighet?

Textutdrag från boken *Förundran* av Ulf Ellervik.

För mig är naturvetenskap inte en samling ämnen ägnade att förstå och beskriva naturen. Visst är det oftast så att man börjar räkna upp klassiska ämnen när man pratar om naturvetenskap. Kemi, fysik, biologi, astronomi och geovetenskap. Och visst är det så att naturvetenskapen oftast försöker förklara hur naturen fungerar. Men, det är inte det som är det viktiga. För mig är naturvetenskap ett systematiskt sätt att ställa frågor. Metoden fungerar ibland bra även i andra ämnen men den är oöverträffad när det gäller att förstå naturen och universum. Så, snarare än att se ett antal ämnen som råkar likna varandra ser jag naturvetenskap som en effektiv metod för att ta reda på mer om naturen. Det finns dock en skillnad mellan grundforskning, som är driven av ren nyfikenhet, och tillämpad forskning som syftar till att skapa till exempel ett läkemedel.

Den vetenskapliga metoden består av fyra steg som ofta upprepas i en process som leder till allt bättre förståelse. Första steget är observationer. Det kan vara allt från astronomiska data till mikroskopiska undersökningar. Observationerna är till en början spretiga och det är inte sällan så att en del slinker förbi en ouppmärksam forskare. Ibland läser jag artiklar där en enstaka mening kan vara det som gör det möjligt för mig att börja lägga det vetenskapliga pusslet. Och det är inte ens säkert att artikelförfattaren uppmärksammat att det är en hörnbit. När pusselbitarna börjat ramla på plats startar nästa steg – att ställa upp en hypotes.

En hypotes är ett försök till förklaring av ett visst fenomen. Det viktigaste är inte att den är rätt, även om det såklart ger en djup tillfredsställelse. Ett absolut krav är dock att hypotesen är möjlig att testa. Det går nämligen sällan att verifiera en hypotes och det närmaste vi kan komma är att inte hitta data som motsäger den. Det gäller alltså att med alla medel försöka falsifiera hypotesen. Det kan låta krasst, men det är bara genom att hela tiden försöka motbevisa hypoteser som vetenskapen går framåt. Det är förstås oerhört mycket enklare att bara sätta upp ett par enkla försök som verkar verifiera ens hypotes, men att nöja sig med det är ohederligt. Ännu värre är att bara välja de resultat som bekräftar hypotesen, en vetenskaplig dödssynd som går under namnet cherry picking.

Nästa steg är det roligaste. Det gäller att använda hypotesen, som ju bygger på kända fakta, för att förutsäga något annat. Det kan till exempel vara utfallet av en kemisk reaktion som aldrig tidigare gjorts. Sedan är det bara att gå in i laboratoriet och sätta upp experiment som testar

förutsägelseerna. Denna del av processen kan ta allt från timmar till år beroende på hur komplicerade experiment som krävs. I en del fall är experimenten billiga. I andra krävs det gigantiska forskningsanläggningar som kostar miljardtals kronor. När experimenten är gjorda är det oftast dags för en analys. Somliga är enkla, men inte sällan måste de olika datapunkterna ritas upp i scheman och analyseras med statistiska metoder.

I de allra flesta fall är experimenten inte konklusiva. Vi lär oss mycket. Vi kommer närmare svaret. Men det öppnas också nya frågeställningar och proceduren måste upprepas. Men för varje varv förfinas hypotesen och till slut hittar vi inte längre motsägelsefulla försök.

Den vetenskapliga metoden är oerhört kraftfull men gör också att forskare sällan uttalar sig tvärsäkert. Vi har lärt oss den hårda vägen att det när som helst kan komma nya experiment och observationer som kullkastar den rådande teorin. Det är det som är vetenskapens själ och styrka. Men det går inte att förneka att när man satt upp en hypotes som inte längre motsägs av experiment – när förutsägelseerna verkar stämma – ja, då är forskarlivet ljuvligt.

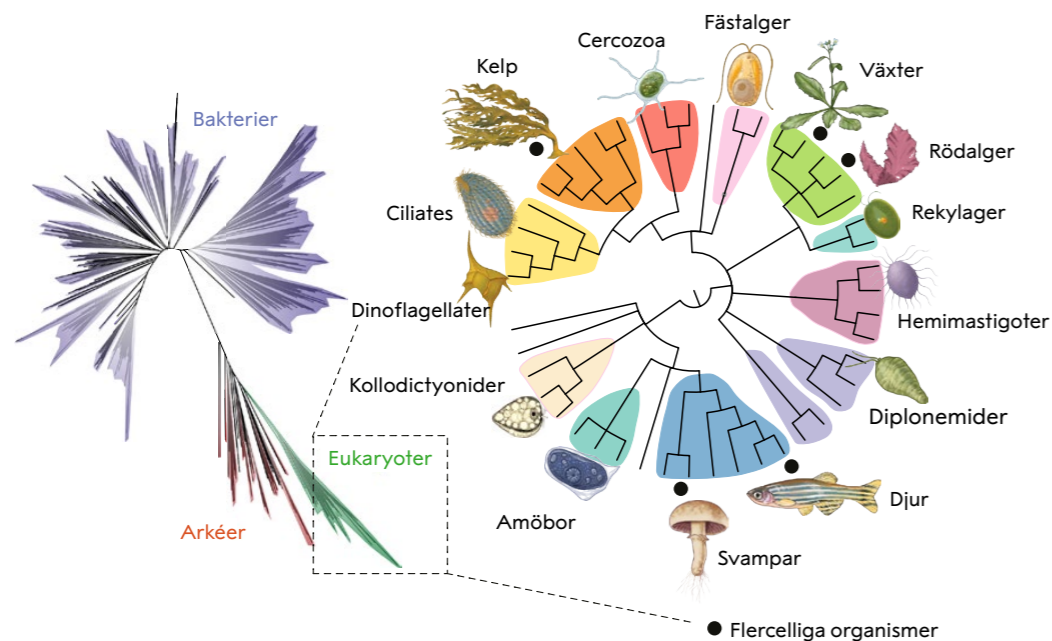
*Ulf Ellervik*

Vetenskaplig rådgivare Forskarhjälp

# Vår levande planet

Vår planet är hem för miljontals arter. Livet på jorden uppstod för omkring fyra miljarder år sedan och har utvecklats till den häpnadsväckande mångfald av levande organismer vi ser i dag. Det är mycket svårt att avgöra exakt hur många arter som finns, uppskattningarna varierar från 2 miljarder till 6 miljarder, men det kan vara så många som 1 biljon arter.

Liv delas in i tre domäner, eller grupper: bakterier och arkéer som är prokaryota, encelliga organismer med relativt enkla celler som saknar cellkärna, och eukaryoter, med mer komplexa celler där DNA finns inuti en cellkärna (fig. 1). Detta projekt kommer till stor del att fokusera på eukaryoter, som omfattar de större grupperna av flercelligt liv såsom växter, djur och svampar. I princip alla de arter som vi kan se under en promenad i skogen tillhör dessa grupper: fjärilar, tallar, svampar – och förstås vi själva.



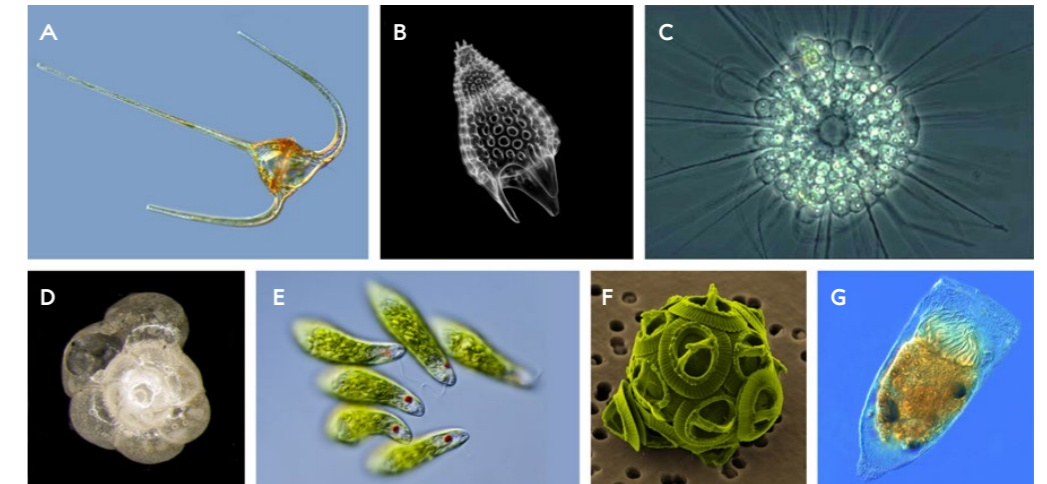
**Figur 1: Mångfalden av eukaryoter**

Till vänster: Livets träd som visar de tre huvuddomänerna, bakterier, arkéer och eukaryoter, där eukaryoter är markerade

Till höger: Ett förenklat eukaryotiskt träd som illustrerar större utvecklingslinjer. De flercelliga grupperna växter, djur, svampar, rödalger och kelp upptar endast några få grenar i trädet. Olika färger representerar olika eukaryota huvudgrupper, med utvalda grupper illustrerade och namngivna. Den största delen av eukaryoternas mångfald är mikrobiell.

FIGUR MODIFIERAD FRÅN HUG ET AL. 2016.

En stor del av den biologiska mångfalden bland eukaryoter är inte synlig för blotta ögat utan utgörs av encelliga mikrobiella eukaryoter. Dessa är släktingar till de flercelliga organismerna växter, djur och svampar. De kallas gemensamt för protister och förekommer i en mängd olika former; från kiselalger med glasartat skal till glupska ciliater, pansarklädda alger och formskiftande amöbor, för att nämna några (fig. 2). Protister finns över hela världen, från djuphavet och upp i atmosfären, från översta jordlagren ner till jordskorpan och från torra öknar till istäckta poler.



**Figur 2**

Exempel på mikrobiella eukaryoter.

A: dinoflagellater B: radiolarier C: heliozoer

D: foraminiferer E: euglenider F: haptofyter G: ciliater.

FOTO: A: PROYECTO AGUA B: PICTUREPEST C: DJPMAPPER D: CALIFORNIA ACADEMY OF SCIENCES GEOLOGY E: GERD GUENTHER/SCIENCE PHOTO LIBRARY F: NEON JA/RICHARD BARTZ G: JOHN DOLAN

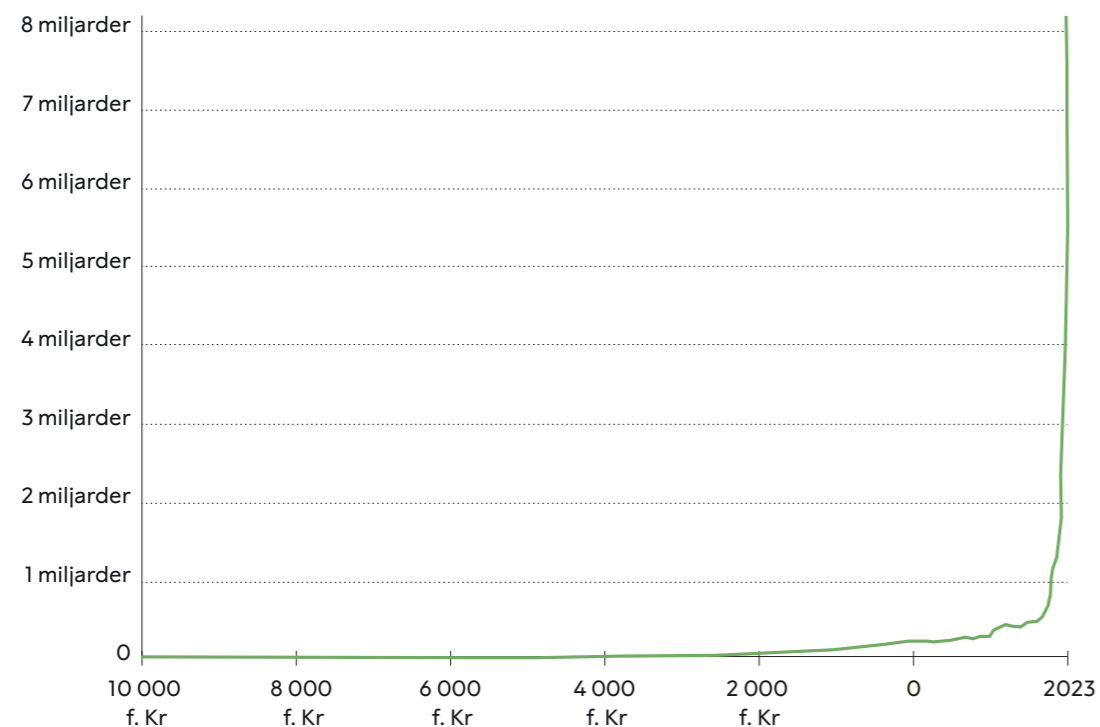
Sammanlagt är denna biologiska mångfald inte bara häpnadsväckande i sin variation, utan också avgörande för att jordens ekosystem ska fungera och även en förutsättning för mänskligt liv. Växter och alger producerar det syre vi andas och bygger biomassa med hjälp av solljus. Något som utgör grunden för de flesta näringsvävar. Insekter pollinerar både grödor och vilda växter, medan svampar är nödvändiga för nedbrytning och återvinning av näringsämnen. Samspel mellan olika protister gör att korallrev kan blomstra, vilket i sin tur skyddar kustlinjer från stormar och ger yngelplatser för fiskar.

# Människans påverkan på biologisk mångfald

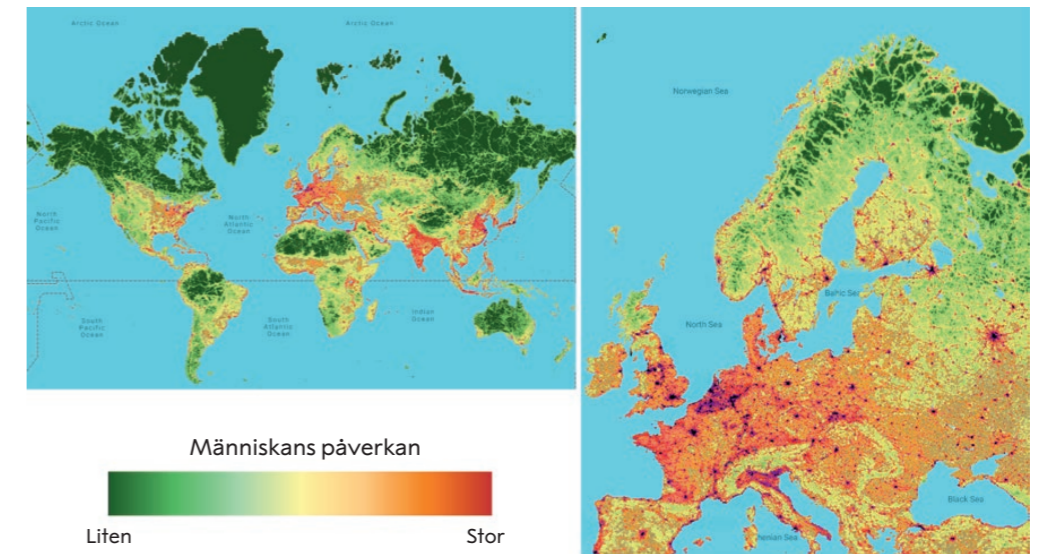
**M**ångfalden av levande organismer utgör grunden för den värld som vi lever i och är en del av. Vi människor är starkt beroende av den biologiska mångfalden eftersom den ligger till grund för viktiga ekosystemtjänster, till exempel livsmedelssäkerhet samt vårt fysiska och psykiska välbefinnande. I dag hotas den biologiska mångfalden av människan.



Sedan de tidigaste stadierna av vår arts historia och spridning över jordklotet har vi förändrat olika ekosystem, till exempel genom att använda eld och genom att introducera nya arter, något som har bidragit till att andra arter har dött ut. Fossildata visar att utdöende främst drabbade stora djurarter. Den industriella revolutionen och den snabbt ökande befolkningen gör att vi i dag står inför en ny typ av mänsklig påverkan på planeten. Detta leder till kraftiga minskningar av vilda populationer och utdöenden bland arter i alla ekosystem och taxonomiska grupper. Människan har ökat kraftigt i antal och en stor påverkan på naturen.



Figur 3: Den mänskliga befolkningstillväxten under de senaste 12 000 åren  
WWW.OURWORLDINDATA.ORG



Figur 4  
Världskarta och karta över Europa som visar hur människans påverkan naturen. Indexet för mänsklig påverkan är ett sammansatt mått som innehåller information om befolkningstäthet, vägnät, ljusföroreningar och flera andra faktorer. Områden i rött representerar stark mänsklig påverkan, medan grönt visar områden med relativt låg påverkan från människor

KÄLLA: [HTTPS://WCMSHUMANFOOTPRINT.ORG](https://wcmshumanfootprint.org)

En nyligen genomförd studie har analyserat de viktigaste faktorerna som leder till förlust av biologisk mångfald globalt. I studien identifierades fem huvudsakliga drivkrafter:

## 1. Förändrad markanvändning

För att göra marken användbar för mänskliga syften förstörs ofta befintliga ekosystem. Det gäller till exempel när en skog röjs för att bygga ett nytt bostadsområde. Det sker även när skogsmark omvandlas till jordbruksmark, något som i dag görs i särskilt hög takt i tropikerna. Förändrad markanvändning leder också till att de habitat som finns kvar för olika arter blir isolerade från varandra, en process som kallas fragmentering. Fragmenteringen påverkar arternas långsiktiga överlevnad.

## 2. Direkt exploatering av resurser

Denna kategori omfattar vår påverkan på biologisk mångfald när vi utvinna resurser ur naturliga ekosystem, till exempel när vi avverkar virke i en skog eller överutnyttjar fiskbestånd i haven.

## 3. Föroreningar

Kemiska föroreningar är en form av mänsklig påverkan som finns överallt. I dag finns det ingen plats på jorden som saknar spår av föroreningar orsakade av människan. Detta omfattar luftföroreningar från industriella

processer samt kemisk förorening av mark och vatten på grund av bristande avloppsrening. Det inkluderar också plastföroreningar som bildar icke biologiskt nedbrytbara partiklar, både makroskopiska och mikroskopiska, särskilt i havet samt ansamling av giftiga kemikalier i näringskedjor, något som särskilt drabbar rovdjur.

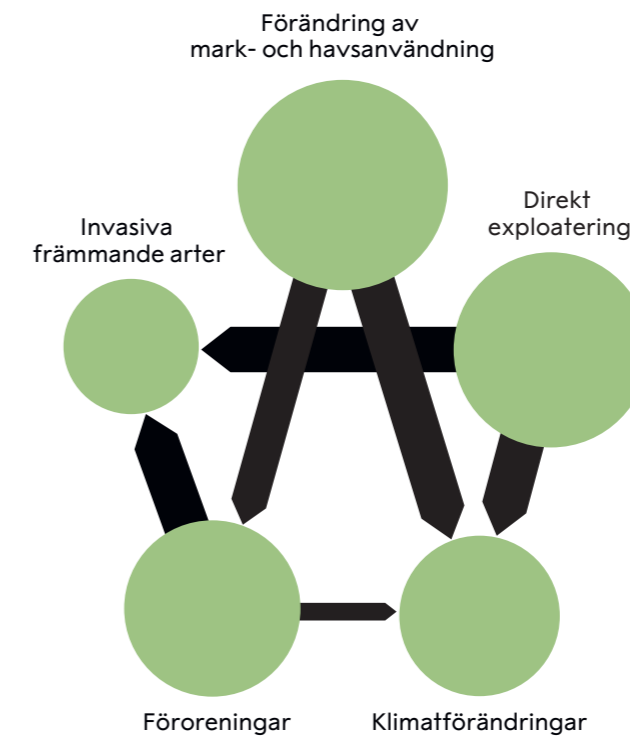
#### 4. Klimatförändringar

Klimatförändringar leder till störningar i temperatur- och nederbörds-mönster, vilket i sin tur påverkar olika livsmiljöer och pressar många arter bortom deras toleransnivåer. Det gör att många arter flyttar för att hitta nya lämpliga livsmiljöer. På grund av fragmentering och brist på korridorer mellan lämpliga habitat ökar risken för utdöende.

#### 5. Invasiva arter

Ökad global transport och resande gör det möjligt för arter med invasiv potential att nå nya delar av världen. I marina system transporteras till exempel många vattenlevande arter i fartygens barlastvatten som ofta töms i destinationshamnen. På så vis släpps potentiellt invasiva arter ut i vattnet. Motsvarande sker på land, där växtfrön eller djurägg transporteras på våra kläder eller skor. Dessa invasiva arter leder ofta till att lokala artsamhällen bryts ned och kan i vissa fall orsaka att hela ekosystem kollapsar.

De ovan beskrivna drivkrafterna påverkar inte bara den biologiska mångfalden negativt, de kan även i många fall förstärka och accelerera varandra. Att hugga ned skog för att omvandla mark till jordbruksmark leder till exempel till utsläpp av bunden koldioxid och minskad förmåga att binda koldioxid från luften, vilket ytterligare påskyndar klimatförändringarna. Hur starka dessa interaktioner mellan drivkrafterna är visas av pilarnas tjocklek i figur 5.



**Figur 5** De huvudsakliga drivkrafterna bakom global förlust av biologisk mångfald och deras interaktioner. Storleken av cirkeln visar hur omfattande denna specifika faktor är. Större cirkel indikerar större effekt och vice versa.

KÄLLA:  
JAUREGUIBERRY, P., TITEUX, N., WIEMERS, M., BOWLER, D.E., COSCIEME, L., GOLDEN, A.S., GUERRA, C.A., JACOB, U., TAKAHASHI, Y., SETTELE, J., DÍAZ, S., MOLNÁR, Z., PURVIS, A., 2022.

## Varför är det viktigt att bevara biologisk mångfald?

För alla ekosystem är det viktigt att upprätthålla ett friskt och rikt artsamhälle, vilket fungerar som en buffert som ger ekosystemet kapacitet att stå emot förändringar och fortsätta att utvecklas. Detta bidrar till det som kallas ekosystemresiliens. Om en ny invasiv art eller sjukdom påverkar den viktigaste pollinatören för en viss gröda kan skörden minska drastiskt för lantbrukaren. Om det finns andra pollinatörer i närheten kan dessa ta över pollinatörsfunktionen; i annat fall kan skörden utebli. På motsvarande sätt kan skadedjur hållas i schack om det finns en mångfald av rovdjur, parasitoider och andra arter i området som bidrar till att minska antalet individer av skadedjuret.

Utöver dessa praktiska skäl, kopplade till ekosystemtjänster och resiliens, kan man också argumentera för att det finns en moralisk skyldighet att begränsa vår påverkan på naturen till en hållbar nivå som gör det möjligt för natur och mänsklighet att samexistera. Detta har lett till förslag om och utveckling av filosofiska och juridiska ramverk, såsom begreppet naturens rättigheter. Naturens rättigheter tillskriver ekosystem som floder och skogar en laglig rätt att existera och frodas. Även om detta kan uppfattas som en abstrakt idé förändrar det vårt perspektiv på naturen från att vara ett objekt till att vara ett rättssubjekt, vars rättigheter kan försvaras i domstol mot exploatering. Versioner av detta ramverk har redan införts i lagstiftning på vissa platser och för vissa specifika ekosystem.



## Svenska skogar – ett unikt naturarv

Sverige är våra skogar en värdefull resurs. Det är ekosystem som i många fall har vuxit fram och utvecklats under tusentals år och därmed byggt upp en rik och högspecialiserad artsammansättning. Verkliga urskogar som inte har påverkats av människan är i dag sällsynta i Sverige. Det finns dock större sammanhängande skogar i norra Sverige som inte har påverkats av modernt skogsbruk, så kallade naturskogar. Sverige har dessutom den största återstående arealen naturskog i Europa. EU har i sin nyligen formulerade European Green Deal identifierat skyddet av alla återstående naturskogar i Europa som högprioriterat.

Våra skogar utgör en värdefull resurs eftersom de representerar den naturliga livsmiljö som en gång täckte stora delar av Sveriges landyta. De hyser många unika arter som fyller viktiga ekologiska funktioner i ekosystemen och som är känsliga för mänsklig påverkan. För naturvårdsarbetet i Sverige är det viktigt att bevara dessa arter och att främja deras återkolonisering i andra skogar. Trots att deras ekologiska värde är väl känt är dessa skogar utsatta för hot då de har ett högt ekonomiskt värde och utgör därmed en viktig resurs för skogsindustrin. Som en följd av detta har nästan en fjärdedel av Sveriges oskyddade naturskogar avverkats under de senaste 25 åren.

Skadorna som avverkningen orsakar dessa ekosystem är särskilt stora i Sverige på grund av den utbredda metoden kalavverkning. Det leder inte bara till att de avverkade träden försvinner, utan även kaskadeffekter i hela ekosystemet. Insekter som är beroende av död ved, svampar som är specialiserade på näringsutbyte med trädrötter, fåglar som behöver gamla träd för föda och häckning samt mossor och lavar som är beroende av det fuktiga och mörka mikroklimat som ett skogsbestånd skapar – alla påverkas när träden försvinner. Även biologiska samhällen i marken förändras dramatiskt när det exponeras för direkt solljus och när det tidigare underjordiska nätverket av levande organismer, rötter och svampmycel försvinner.

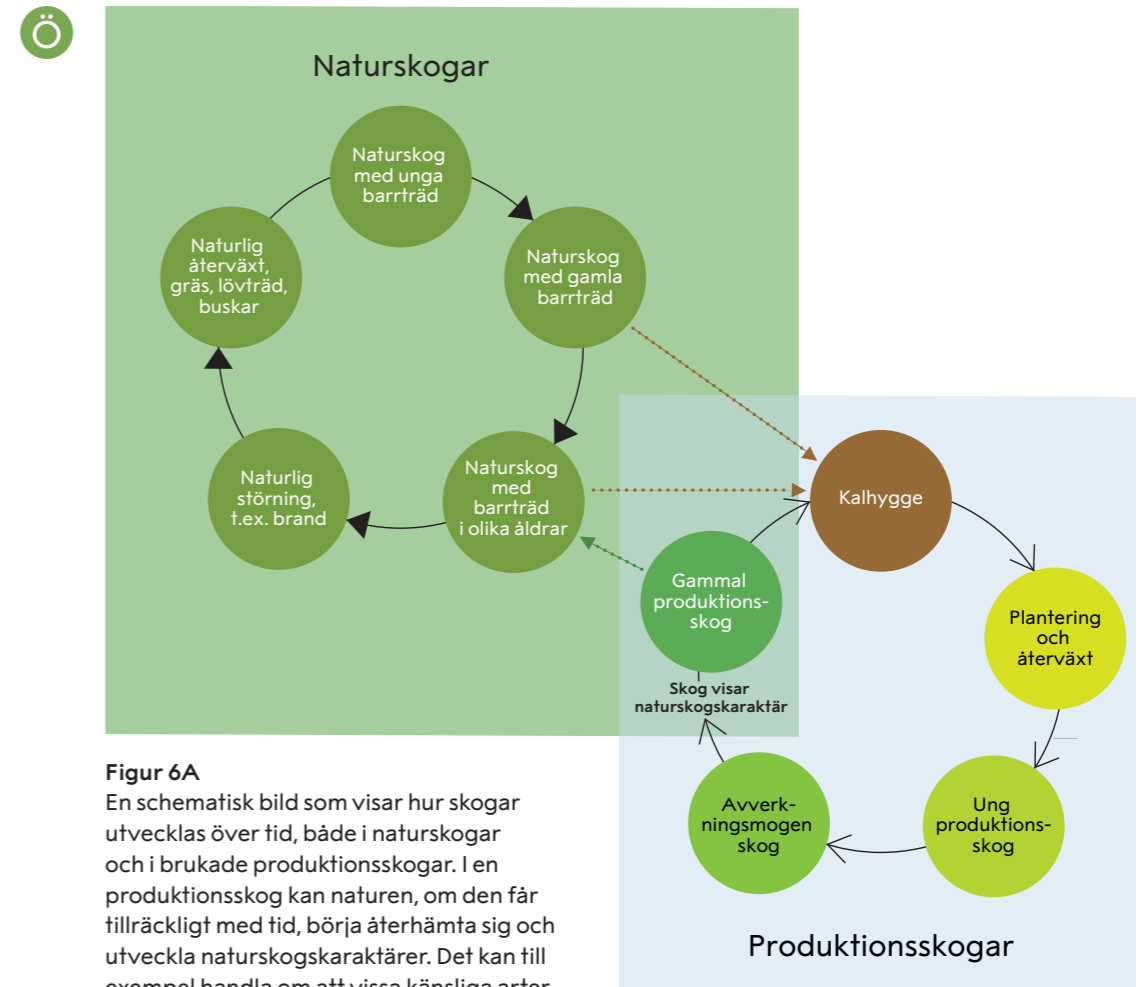
Det tar lång tid för skogens ekosystem att återhämta sig till ett naturskogstillstånd efter avverkning, om det ens är möjligt. Återhämtningen kan till viss del främjas genom att lämna kvar så kallade hänsynsträd, en praxis som ofta tillämpas vid kalavverkning. Med hänsynsträd avses en mindre andel träd som sparas på en avverkad yta och som kan bidra till kontinuitet i markens biologiska samhälle samt fungera som frökällor för nya generationer av träd. Det behövs dock mer forskning för att fullt ut förstå hur effektiv denna metod är för återhämtning av biologisk mångfald. Vanligtvis omvandlas en skog till

produktionsskog efter den första kalavverkningen, där träd lämpade för virkesproduktion planteras, följt av upprepad kalavverkning när dessa träd har nått mogen ålder. Majoriteten av skogarna i Sverige utgörs av dessa produktionsskogar.

Med tillräckligt lång tid och utan ytterligare avverkning börjar dessa skogar så småningom utveckla naturskogskaraktärer, såsom träd i flera generationer, förekomst av specialiserade arter (så kallade indikatorarter) samt ansamling av död ved. Denna process börjar ungefär 100 år efter kalavverkning och tar längre tid i norra Sverige på grund av kortare växtsäsonger och långsammare tillväxt. I detta stadium är skogen fortfarande långt ifrån att motsvara en verklig naturskog, men dess värde för den biologiska mångfalden ökar i takt med att naturliga strukturer och processer delvis såterskapas (fig. 6A–B).

Trots den ekologiska betydelsen av naturskogar fortsätter de att avverkas eftersom de saknar officiell skyddsstatus och till stor del fortfarande är okarterade i Sverige. I ett försök att kartlägga Sveriges skogar genomförde Skogsstyrelsen en rikstäckande inventering av naturskogar mellan 1993 och 2021, där experter i fält utifrån givna kriterier avgjorde om en viss plats hade naturskogskaraktär. Arbetet resulterade i ett dataset med nästan 67 000 skogsområden över hela Sverige. Därtill har skogsbolag och skogsägare kartlagt ytterligare nästan 49 000 områden enligt samma kriterier. Tillsammans ger dessa dataset en god överblick över delar av de naturskogar som finns i Sverige. Många av områdena är dock fortfarande okarterade.

I ett nyligen genomfört försök att fylla kunskapsluckor kring var i Sverige naturskogar förekommer utvecklade vi en AI-modell baserad på djupinlärning så kallad BioScann. Modellen har tränats på ett omfattande dataset av kända naturskogar och kan identifiera naturskogar med hjälp av fjärranalysdata från satelliter och flygburen laserskanning. De skogar som modellen identifierar utgör dock ingen ekologiskt enhetlig kategori, utan omfattar en gradient av tillstånd – från skogar som uppvisar naturskogskaraktärer under återhämtning efter nylig avverkning till äldre, mer karaktäristiska naturskogar. Detta gör det möjligt att få en mer heltäckande bild över var i Sverige naturskogar förekommer. Denna AI-modell kommer vi att använda oss av i detta projekt. I skogar med naturskogskaraktär förväntar vi oss en annan artsammansättning än i yngre skogar som ännu inte har återhämtat sig till ett naturskogslikande tillstånd.



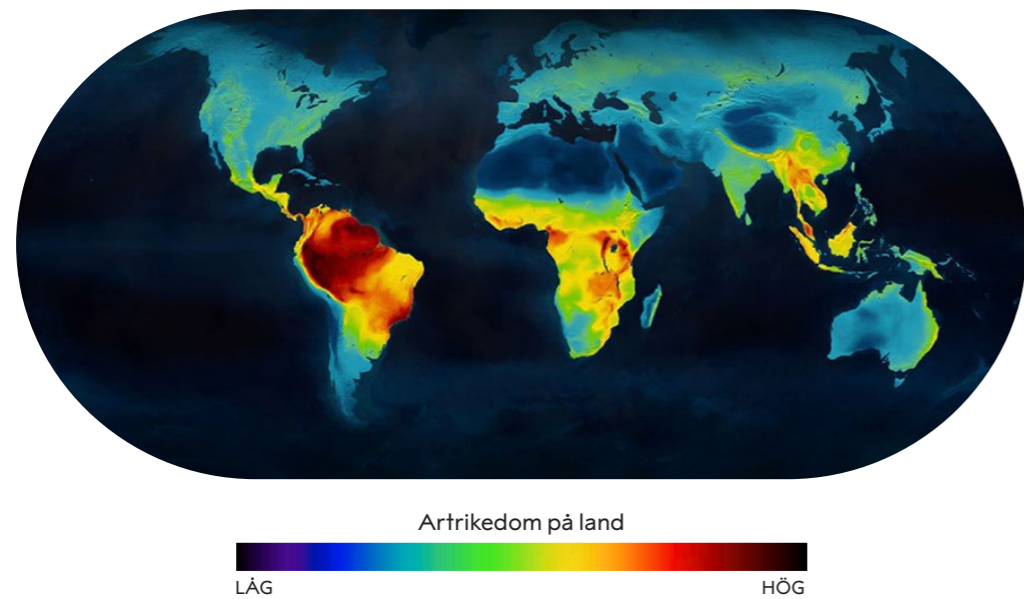
**Figur 6A**  
En schematisk bild som visar hur skogar utvecklas över tid, både i naturskogar och i brukade produktionsskogar. I en produktionsskog kan naturen, om den får tillräckligt med tid, börja återhämta sig och utveckla naturskogskaraktärer. Det kan till exempel handla om att vissa känsliga arter (så kallade indikatorarter) dyker upp, och att det finns träd i olika åldrar som vuxit upp i flera generationer. Trots detta tar det mycket lång tid, minst flera hundra år, innan skogen återfår en naturskogstillstånd.



**Figur 6B**  
De skogar som ingår i projektet kommer att representera två typer: dels en produktionsskog som är 40–50 år gammal (skog 1), dels en skog som har tydliga naturskogskaraktärer. Den senare kan vara allt från en äldre produktionsskog som börjat återhämta sig till en fullt utvecklad naturskog.

# Naturliga variationer i biologisk mångfald

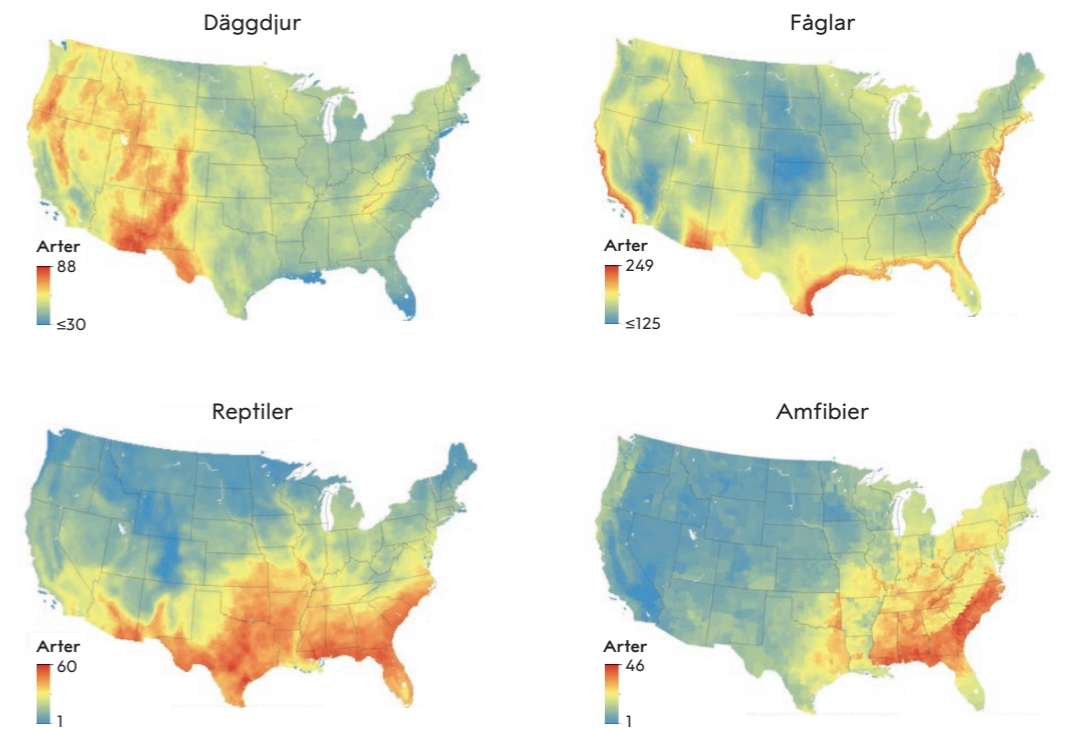
Antalet arter inom en viss taxonomisk grupp kan variera kraftigt mellan olika platser i världen. Redan för hundratals år sedan noterade forskare att det verkar finnas en allmän trend där artrikedomen ökar från polerna mot ekvatorn. Eftersom denna trend följer latituden i det geografiska koordinatsystemet kallas den för den latitudinella diversitetsgradienten (fig. 7). Det finns flera hypoteser om varför denna generella globala trend i artrikedomen uppstår. En möjlig förklaring är de högre temperaturerna och de större nederbördsmängderna, vilket gynnar tillväxt och generell biomassaproduktion. Detta påverkar i sin tur naturens bärande kapacitet, som då ökar, vilket gör att fler organismer kan leva där. En annan hypotes är den relativt långa klimatstabiliteten i dessa områden, något som de norra och södra delarna av jordklotet inte har haft. Klimatet närmare polerna har i stället präglats av flera cykler av dramatiska klimatförändringar under de senaste 2,5 miljoner åren.



**Figur 7: Karta över artrikedom av ryggradsdjur över hela jordklotet**  
Röda färger anger högre artrikedom, medan blå nyanser anger lägre artrikedom. Kartan visar den generella trenden med ett latitudinellt mönster i artrikedomen, som ökar från polerna mot ekvatorn.

KÄLLA: GLOBAIA

Utöver dessa generella globala mönster av biologisk mångfald finns det många drivkrafter som i komplex samverkan formar artrikedomen på en mer lokal nivå. Spatiala mönster i artrikedomen varierar också mellan taxonomiska grupper, eftersom varje grupp av organismer har olika ekologiska behov. Altitud påverkar däggdjursdiversitet, vilket ofta leder till högre artrikedomen i bergsområden, eftersom dessa erbjuder en mängd olika nischer längs höjdgredienten. På samma sätt är fågeldiversiteten ofta högre längs kuster, eftersom artsamhällena där består av både landfåglar och sjöfåglar. De flesta groddjursarter återfinns i områden med hög luftfuktighet och relativt höga temperaturer (fig. 8).

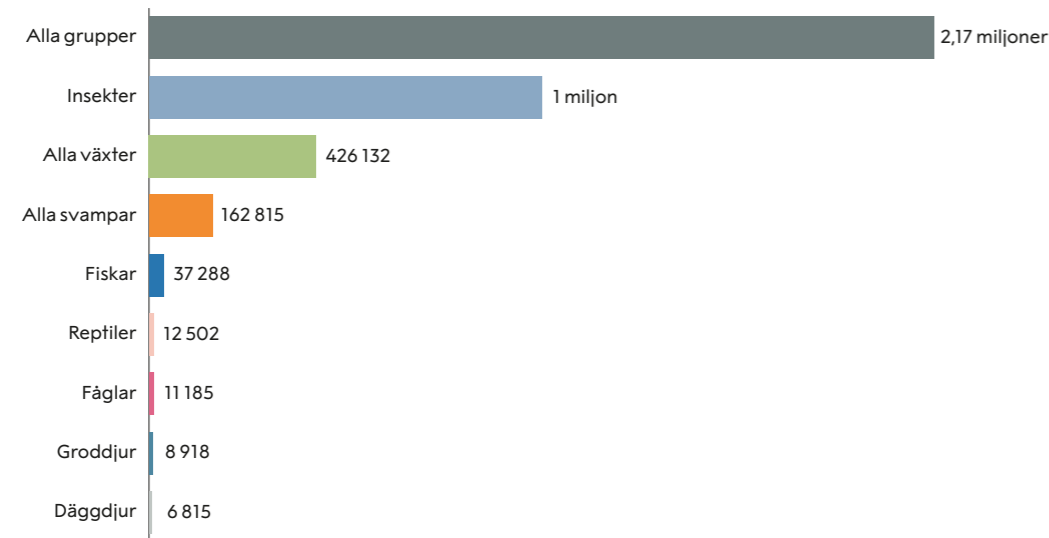


**Figur 8: Mönster i artrikedom i USA för olika taxonomiska grupper**  
I figuren visas artrikedomen för däggdjur, fåglar, reptiler och amfibier.

KÄLLA: [HTTPS://BIODIVERSITYMAPPING.ORG](https://BIODIVERSITYMAPPING.ORG)

## Att mäta biologisk mångfald

I dag finns det cirka 2,17 miljoner beskrivna arter. Större delen av vår nuvarande kunskap är begränsad till däggdjur, fåglar, kräldjur, groddjur och växter. Om protister och mikrobiella svampar inkluderades skulle det totala antalet arter vara betydligt större (fig. 9).



**Figur 9: Antalet beskrivna arter av några flercelliga eukaryoter**

Antalet beskrivna arter av flercelliga eukaryoter inom olika taxonomiska grupper. Alla grupper av flercelliga organismer visas inte i de gruppspecifika kategorierna vilket är anledningen till att siffrorna i de enskilda staplarna inte summerar till 2,17 miljoner.

KÄLLA: [HTTPS://OURWORLDINDATA.ORG](https://ourworldindata.org)

Det finns flera olika mått på biologisk mångfald. Beroende på forskningsfråga eller tillämpning bör ett lämpligt mått väljas. Valet kan se olika ut beroende på om det handlar om naturvårdsprioritering, konsekvensbedömning eller övervakning.

Hittills har vi använt artrikedom som ett mått på biologisk mångfald. Detta är förmodligen det mest intuitiva måttet, eftersom det sammanfattar antalet arter på en given plats. Artrikedom är dock inte alltid det mest lämpliga måttet för naturvårdsarbete, eftersom det inte nödvändigtvis speglar ekosystemets resiliens och grad av intakthet. Att avverka en del av en mycket gammal skog kan tillfälligt öka artrikedomen för vissa grupper, eftersom det skapar en mer varierad livsmiljö genom att området då innehåller både öppna och skogsklädda ytor. Det kan locka många nya arter som är anpassade till öppna miljöer och leda till en nettoökning av artrikedomen i området. Betydande skador har dock åsamkats ekosystemet, vilket kan leda till att populationsstorlekarna minskar för många av de ursprungliga arterna i denna skog. Förändringen i artsammansättning syns inte om vi enbart mäter artrikedom, och därför bör naturvårdsarbete även inkludera andra mått som bättre beskriver den lokala biologiska mångfalden.

### Artsammansättning

Medan artrikedom anger hur många olika arter som finns på en plats, beskriver artsammansättning vilka arter som utgör ett samhälle. Artsammansättning kan också kvantifieras numeriskt, till exempel genom att beräkna de relativa andelarna av arter som tillhör olika grupper. Två platser kan ha samma antal arter men ändå skilja sig åt i artsammansättning. På så sätt ger artsammansättning en mer nyanserad och informativ bild av ekologiska förhållanden än enbart artrikedom. Till exempel kan måttet visa om en plats domineras av generalister, som klarar sig under många olika förhållanden, eller om den hyser specialister som är beroende av intakta livsmiljöer. Artsammansättning är därför ofta en bättre indikator på ekosystemets resiliens och grad av intakthet. Detta mått är relevant vid ekologiska studier, naturvårdsplanering och miljöbedömningar.

## Betadiversitet

Artrikedom och artsammansättning, som beskrivits ovan, är mått på alfa-diversitet. Ett annat sätt att kvantifiera biologisk mångfald är att mäta hur den skiljer sig mellan olika platser. Sådana mått kallas beta-diversitetsmått. Två skogar med mycket likartade samhällen har låg beta-diversitet, medan skogar som hyser mycket olika samhällen har hög beta-diversitet. Detta begrepp hjälper forskare att förstå om olika habitat stödjer olika biologiska samhällen.

För att mäta beta-diversitet används ofta måttet Bray-Curtis-olikhet (faktaruta 1), som jämför artsamhällets sammansättning mellan två platser. Detta görs genom att beakta hur många individer eller observationer av varje art eller taxonomisk grupp som finns på respektive plats. Bray-Curtis-värdet

### FAKTARUTA 1 – BERÄKNING AV MÅTTET BRAY-CURTIS-OLIKHET

Ett vanligt sätt att mäta beta-diversitet är måttet Bray-Curtis-olikhet, som jämför antalet observationer för olika arter eller taxonomiska grupper mellan två platser. Detta görs genom att man först kvantifierar antalet arter på varje plats.

Därefter beräknas skillnaden i artantal för varje specifik art mellan de två platserna. Sedan summeras skillnaderna och divideras med det totala antalet observationer på båda platserna. Tänk dig till exempel att vi räknar tre djurgrupper i två olika skogar:

Taxonomisk grupp	Skog A	Skog B
Ryggradsdjur	5	3
Nematoder	20	10
Leddjur	30	35

Först beräknar vi skillnaderna för varje grupp:

- Ryggradsdjur:  $5-3=2$
- Nematoder:  $20-10=10$
- Leddjur:  $35-30=5$

Summan av skillnaderna är:  
 $2+10+5=17$ .

Därefter beräknar vi det totala antalet observationer i båda platserna:  
 $(5+3) + (20+10) + (30+35) = 103$ .

Bray-Curtis-olikhet:  $BC = \frac{17}{103} \approx 0,17$

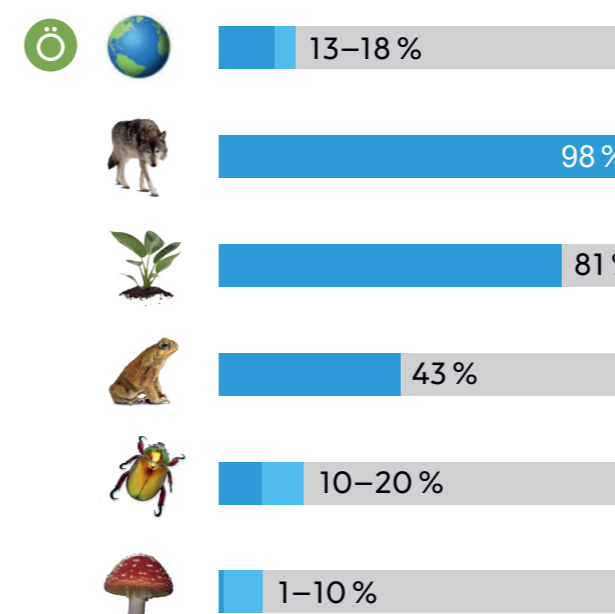
Ett värde på 0,17 indikerar att de två samhällena är ganska lika, eftersom värdet ligger närmare 0 än 1. Genom att beräkna Bray-Curtis-olikhet för flera par av platser kan forskare kvantifiera skillnader mellan artsamhällen.

varierar från 0 till 1, där 0 innebär att de två samhällena är identiska och 1 innebär att de är helt olika. Med hjälp av Bray-Curtis-olikhet kan forskare jämföra flera områden och statistiskt testa om vissa habitat, såsom produktionsskogar och naturskogar, hyser signifikant olika biologiska samhällen.

## Utmaningen med att mäta biologisk mångfald

För att kvantifiera biologisk mångfald måste vi börja med att samla in data om den biologiska mångfalden på en specifik plats. Föreställ dig att din uppgift är att identifiera och räkna alla arter på en äng samt att notera deras populationsstorlekar och relativa andelar. Detta är en utmaning även inom ett begränsat område. Det är möjligt att identifiera arter som tillhör välkända artgrupper som är synliga för det mänskliga ögat, men det är svårare att identifiera insekter och mikroorganismer som lever dolda i marken. Vid inventering av biologisk mångfald fokuserar man därför ofta på specifika organismgrupper, såsom fåglar, däggdjur, groddjur eller växter.

Något som ytterligare försvårar insamlingen av biodiversitetsdata är att alla arter ännu inte är beskrivna och namngivna. När nya arter upptäcks, beskrivs och systematiseras de enligt det taxonomiska system som Carl von Linné lade grunden till (faktaruta 2). Ett av Linnés mål var att hitta och beskriva alla existerande arter. Idag, över 250 år senare, har vi gjort betydande framsteg i vår strävan att identifiera och taxonomiskt beskriva arter. Men vi har långt kvar till att nå detta mål: nya studier uppskattar att vi kanske endast känner till 13–18 procent av de eukaryota arterna (fig. 10).

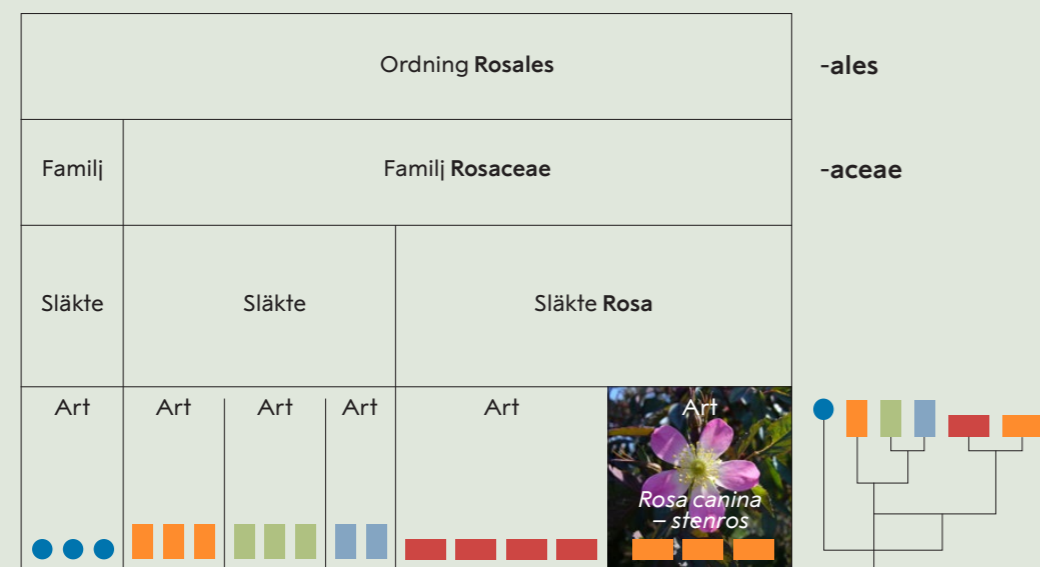


**Figur 10: Andel beskrivna arter**  
Aktuella uppskattningar tyder på att vi har beskrivit 13–18 % av alla arter som finns på vår planet (uppskattningarna inkluderar inte bakterier). Andelen beskrivna arter skiljer sig mellan taxonomiska grupper, där artrika grupper såsom insekter och svampar fortfarande till stor del är inte är beskrivna.

Av de i dag 2,17 miljoner beskrivna arterna utgörs ungefär hälften av insekter, men det verkliga antalet kan vara omkring 10 miljoner insektsarter (fig. 10). För många andra grupper har vi i dag ingen god uppfattning om den verkliga omfattningen av artrikedomen. Det finns studier som tyder på att det för varje insektsart kan finnas flera arter av encelliga symbionter och nematoder (rundmaskar) som är parasiter särskilt anpassade till en specifik värd. Detta skulle innebära att det verkliga antalet arter i dessa grupper är mångdubbelt högre än antalet insekter.

## FAKTARUTA 2 – DET LINNÉANSKA TAXONOMISKA SYSTEMET

Det linnéanska taxonomiska systemet är grunden för hur forskare namnger, organiserar och studerar levande organismer. Det utvecklades av den svenska naturforskaren Carl von Linné på 1700-talet och utgör ett strukturerat sätt att klassificera organismer utifrån gemensamma egenskaper. De ordnas i en serie rangordnade kategorier, från mycket breda grupper till allt mer specifika nivåer, se figur nedan.



Varje nivå representerar en inbäddad grupp. När man rör sig nedåt blir grupperna mindre och organismerna inom dem delar fler egenskaper.

Stenros klassificeras till exempel så här:

- Ordning: Rosales – blommande växter som omfattar rosor, hallon och äpplen
- Familj: Rosaceae – rosväxterna
- Släkte: Rosa – egentliga rosor
- Art: Rosa canina – stenros

Detta hierarkiska system fungerar som en uppsättning inbäddade lådor: varje art tillhör ett släkte, varje släkte en familj och så vidare. Hur man delar in grupper är delvis subjektivt men bygger på vår förståelse av hur olika organismer är släkt med varandra. Det tvådelade vetenskapliga namnet (släkte och art) kallas binomial nomenklatur och ger ett universellt namngivningssystem som undviker förvirring orsakad av trivialnamn, vilka varierar mellan språk och regioner.

Kort sagt: när det gäller biologisk mångfald finns det mycket vi inte vet, och att fylla alla kunskapsluckor uppskattas ta 1 200 år och kräva över 300 000 taxonomer, till en kostnad av mer än 360 miljarder US-dollar. Nya inventeringsmetoder, såsom miljö-DNA (environmental DNA, förkortat eDNA), kan användas för att identifiera arter, vilket gör det möjligt att effektivt kartlägga många olika typer av organismer samt att upptäcka nya arter.

## eDNA och metabarkodning

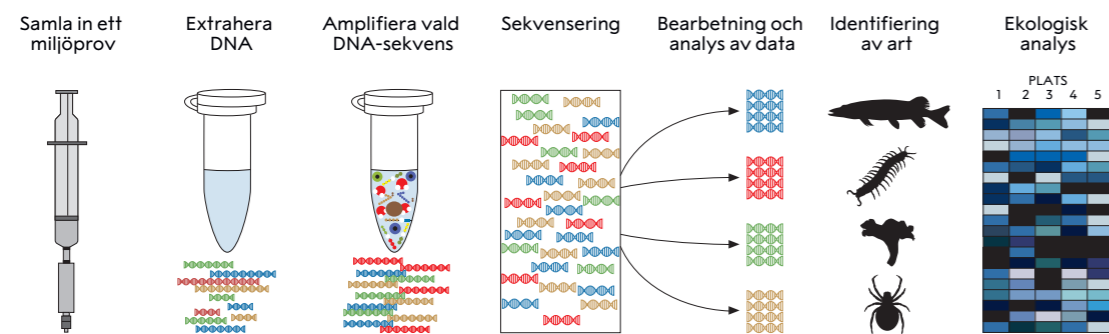
Nästan överallt på jorden kan vi hitta DNA. Om du tar ett miljöprov, till exempel några gram jord eller fyller ett provrör med vatten, kommer det att innehålla DNA från miljontals celler. Många av dessa celler kommer från mikroorganismer, såsom bakterier, svampar och protister, som lever i provet. Men provet innehåller också DNA från växter och djur som inte nödvändigtvis lever just där. Detta DNA kan till exempel komma från hud, hår, fjäll, pollen och blad. Allt detta DNA som vi återfinner i naturen kallas eDNA.

Det var först relativt nyligen som forskare började använda eDNA för att studera biologisk mångfald. Metabarkodning har i grunden revolutionerat vår möjlighet att undersöka biologisk mångfald i stor skala. Den övergripande principen bakom metabarkodning är att forskare riktar in sig på korta DNA-regioner som fungerar som genetiska streckkoder. Varje art har en unik DNA-sekvens i dessa regioner, vilket gör det möjligt att identifiera de arter som finns i ett miljöprov, ungefär som att skanna streckkoder för varor i en kundvagn (fig. 11).



## Så fungerar metabarkodning

Metabarkodning består av flera steg, som visas i figur 12.



Figur 12: Identifiering av på artnivå med hjälp av eDNA och metabarcoding

En schematisk figur över de olika stegen från insamlat fältprov till identifiering av specifika arter.

KÄLLA: MADDUPPA ET AL\_2021

### Steg 1. Samla in miljöprover

Arbetet börjar med provinsamling ute i fält. Proverna kan bestå av jord, vatten, sediment, insektsfällor, avföring. I detta projekt kommer ni att samla in jordprover och spindelnätprover.

*Jordprover* kan innehålla mikrober som lever i marken, växtrotceller, insekter, maskar, andra små ryggradslösa djur, pollenkorn och svampsporer som har fallit till marken eller celler från större djur i närområdet.

*Spindelnät* fungerar som naturliga luftfilter som fångar pollen, sporer, mikrober och celler från större organismer.

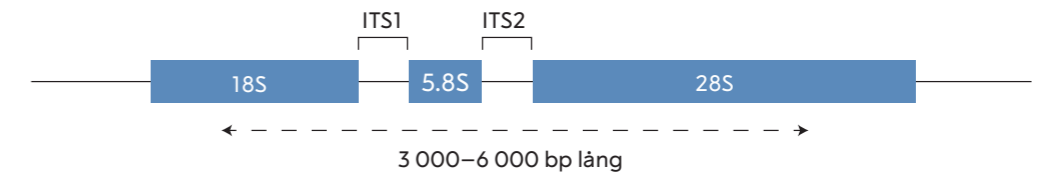
### Steg 2. Extrahera DNA

DNA finns inuti celler, så det andra steget är att bryta sönder cellerna. Enzymer och mekanisk nedbrytning används för att bryta ned proteiner och frigöra DNA i cellerna. Detta DNA renas därefter, vilket resulterar i en "soppa" av DNA från alla organismer som har levt i eller passerat genom provet.

### Steg 3. Amplifiera den riktade barkodregionen

En kort DNA-region väljs ut för att fungera som streckkod, regionen varierar beroende på vilken taxonomisk grupp som är av intresse. Denna region kopieras (amplifieras) sedan miljontals gånger med en teknik som kallas PCR (polymerase chain reaction). Särskilda korta DNA-sekvenser som kallas primers används för att starta kopieringsprocessen på rätt plats i genomet.

I detta projekt riktar vi in oss på en specifik streckkod: det ribosomala DNA-operonet (rDNA-operonet), som innehåller både 18S- och ITS2-markörerna (fig. 13).



Figur 13. Schematisk bild av det eukaryota ribosomala DNA-operonet. Den utvalda regionen är artspecifik och kan variera i längd från ungefär 3 000 till 6 000 baspar.

### Steg 4. Sekvensering

En sekvenseringsmaskin används sedan för att "läsa" de amplifierade DNA-fragmenten och bestämma ordningen på kvävebaserna A, C, G och T i det ribosomala DNA-operonet. I detta projekt kommer vi att använda den relativt nya sekvenseringstekniken PacBio, som kan läsa sekvenser som är tusentals baspar långa.

### Steg 5. Dataanalys

Den slutliga analysen av sekvenseringsdatan går ut på att sekvenser jämförs med en referensdatabas som innehåller sekvenser från kända organismer. På så sätt kan vi ta reda på hur många och vilka arter som finns i vilka prover – och kanske till och med upptäcka helt nya arter!

### FAKTARUTA 3 – HUR VÄLJS DNA-SEKvens?

En funktionell DNA-sekvens ska i detta sammanhang tydligt kunna skilja en art från en annan, men samtidigt visa liten eller ingen variation mellan individer av samma art. I praktiken finns det dock ingen enskild DNA-sekvens som fungerar perfekt för alla organismgrupper, och därför använder forskare olika markörer beroende på vilken grupp som studeras.

En annan viktig fråga är om man ska använda korta eller långa DNA-sekvenser. Traditionellt har sekvenserna varit kortare än 500 baspar, vilket beror på att sekvenseringsmaskiner fram till nyligen endast kunde läsa sekvenser av denna längd. I dag kan dock nyare sekvenseringsmetoder, såsom PacBio och Nanopore, sekvensera DNA-sekvenser som är tusentals baspar långa. Detta öppnar för användning av längre och mer informationsrika genetiska streckkoder.

# Målet med detta projekt

detta projekt kommer vi att använda nya tekniker för att mäta biologisk mångfald på olika platser: både artificiell intelligens (AI) och DNA-sekvensering. Tillsammans med oss kommer ni att bidra till banbrytande forskning om biologisk mångfald genom att medverka i utvecklingen av provtagningsmetoder för övervakning av biologisk mångfald samt i arbetet med att hitta effektiva sätt att skydda den.

I Jakten på biologisk mångfald arbetar vi utifrån dessa två hypoteser:

**Hypotes 1:** Artsammansättningen skiljer sig signifikant mellan produktionsskogar och naturskogar.

**Hypotes 2:** Skogens grad av naturskogskaraktär förklarar variation i artrikedom och artsammansättning i större utsträckning än miljövariabler såsom höjd över havet, avstånd till havet, latitud och klimatfaktorer.

I detta sammanhang definieras graden av naturskogskaraktär utifrån skogskategori, där produktionsskogar representerar låg grad av naturskogskaraktär och naturskogar hög grad av naturskogskaraktär.

## Provtagningsplatser i fält

Varje skola kommer genomföra fältstudier och samla in prover från två olika skogar med olika grad av naturskogskaraktär: en skog som uppvisar naturskogskaraktär samt en produktionsskog som kalavverkades för cirka 40–50 år sedan. Att välja en produktionsskog inom detta åldersintervall säkerställer att skogen har vuxit upp igen efter den senaste kalavverkningen, samtidigt som den fortfarande är långt ifrån att ha återhämtat sig till de strukturer som kännetecknar en naturskog, vilket kräver flera 100 år, om det ens är möjligt. För att hitta lämpliga platser för provtagning kommer vi att använda AI-programmet BioScann, som har utvecklats för att uppskatta graden av naturskogskaraktär i svenska skogar, läs mer i faktaruta 4.

## Insamling av biodiversitetsdata

Vi kommer att använda två kompletterande metoder för att samla in biodiversitetsdata. Först kommer eleverna att samla in eDNA-prover i varje skog. Vi tillhandahåller provtagningskit för insamling av jordprover och spindelnätsprover. I båda dessa provtyper kan vi hitta DNA från organismer som lever i skogen. Spindelnät har fördelen att de är klibbiga och därmed fångar upp

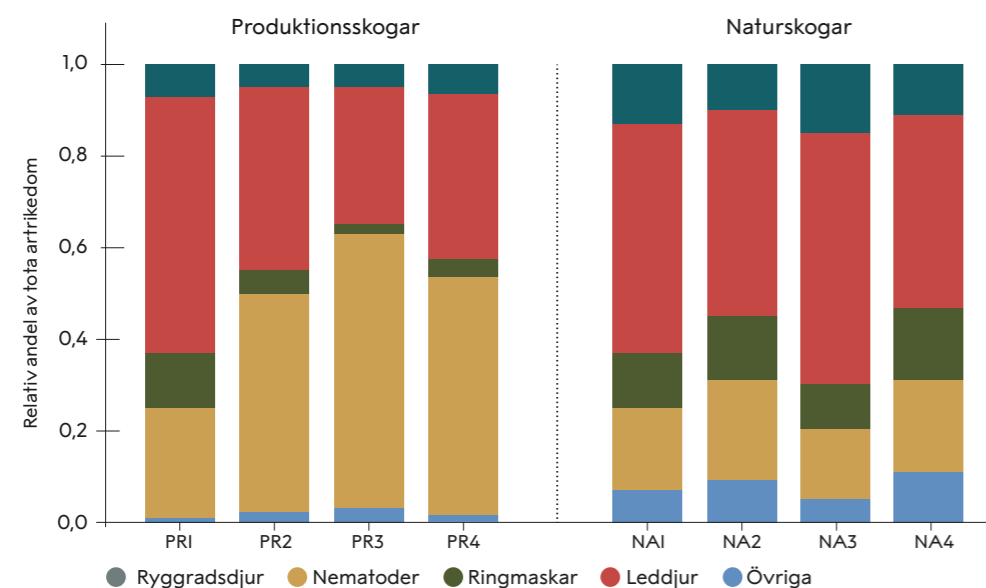
DNA-fragment som transporteras med vinden genom skogen, vilket leder till en ansamling av eDNA från många olika arter. På liknande sätt ansamlas DNA-fragment i marken över tid genom direkt deposition från marklevande organismer. DNA från organismer som lever ovan mark transporteras ned i jorden och binds till jordpartiklar genom vindens och regnets påverkan.

Den andra metoden är det klassiska tillvägagångssättet att göra en inventering och att registrera de arter som kan observeras och identifieras på en plats. För detta ändamål används den AI-baserade appen iNaturalist, som möjliggör automatiserad artidentifiering utifrån bilder tagna med en smartphone. Alla elever får ladda ner iNaturalist, skapa ett användarkonto, logga in i vårt gemensamma projekt och ta fotografier på respektive provtagningsplats. Detta kallas ibland en "bioblitz", där målet är att dokumentera så många arter som möjligt inom ett avgränsat tidsfönster och område.

Sammantaget ger dessa biodiversitetsdata en omfattande bild av de artsamhällen som finns på varje plats.

### Analys av biodiversitetsdata

De biodiversitetsdata som eleverna samlar in genom eDNA-provtagning och bioblitzten kommer att användas för att testa våra två hypoteser. För analyserna är det viktigt att data samlas in med samma metoder på varje plats, så att resultaten kan jämföras mellan olika skogar.



**Figur 14. Sammansättning av djursamhällen per skogstyp**

Skillnader i artsammansättning mellan produktionsskogar (PR) och naturskogar (NA), här exemplifierat med sammansättningen av djurgrupper. För djur omfattas dessa grupper av ryggradsdjur (fåglar, däggdjur, kräldjur och groddjur), nematoder (rundmaskar), annelider (daggmaskar) och leddjur (till exempel insekter och spindlar). De relativa proportionerna i figuren är illustrativa och baserade på påhittade data, och återspeglar inte de verkliga proportionerna av dessa organismgrupper i naturen.

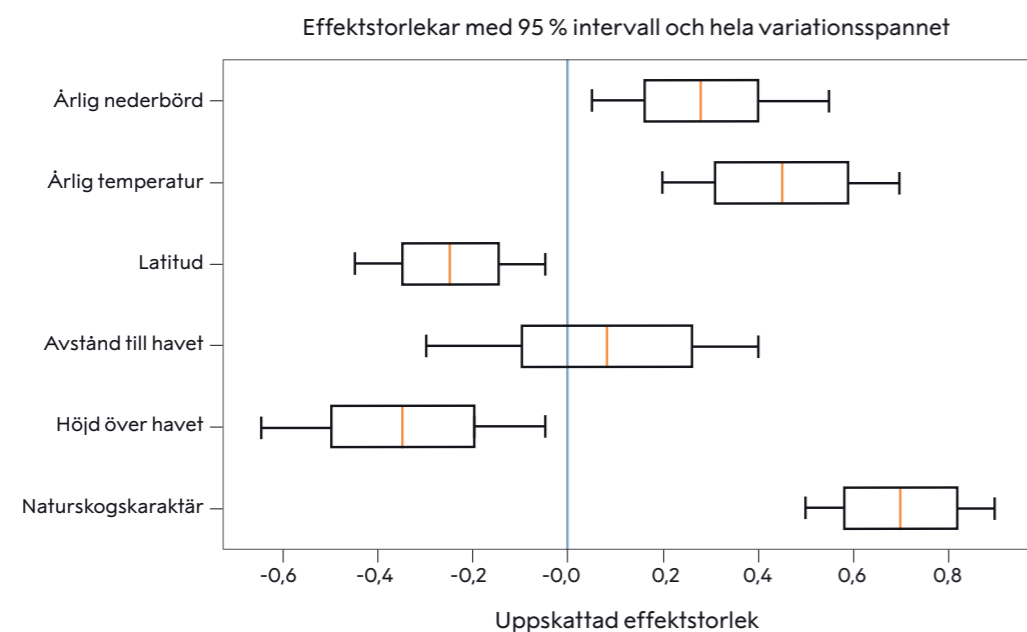
För att pröva hypotes 1 – att artsammansättningen skiljer sig signifikant mellan produktionsskogar och naturskogar – kommer vi att bestämma de olika taxonomiska gruppernas relativa bidrag till det totala antalet observerade arter. Det visualiseras i ett stapeldiagram (fig. 14).

Därefter kommer vi att beräkna parvisa skillnader i artsamhällets sammansättning mellan de olika platserna med hjälp av Bray-Curtis-olikhet (beta-diversitet). Detta gör det möjligt att kvantifiera och statistiskt testa hur mycket artsamhällen skiljer sig mellan produktionsskogar och naturskogar, samt att jämföra skillnader mellan skogar inom samma kategori (till exempel mellan naturskogar). Samma analyser kommer att genomföras separat för svampar, växter och djur.

För att pröva hypotes 2 – att skogens grad av naturskogskaraktär i större utsträckning förklarar variation i artrikedom och artsammansättning än vad andra miljövariabler gör – kommer vi att använda en multipel regressionsmodell. Denna modell gör det möjligt att analysera flera miljövariabler samtidigt samt att beräkna hur stor betydelse varje enskild variabel har för att förklara variationen i biologisk mångfald. De miljövariabler som ingår i denna analys är:

- skogstyp
- höjd över havet
- avstånd till havet
- latitud
- årsmedeltemperatur
- årsnederbörd

Måttet på biologisk mångfald som används i denna analys är artrikedom (alfa-diversitet). Med hjälp av regressionsmodellen kommer vi att uppskatta hur stor del av variationen i biologisk mångfald som kan förklaras av miljöfaktorer som generellt påverkar biologisk mångfald, såsom höjd över havet, avstånd till havet, latitud, temperatur och nederbörd, samt hur stor del som kan kopplas direkt till mänsklig påverkan (fig. 15).



**Figur 15. Effektstorlekar**

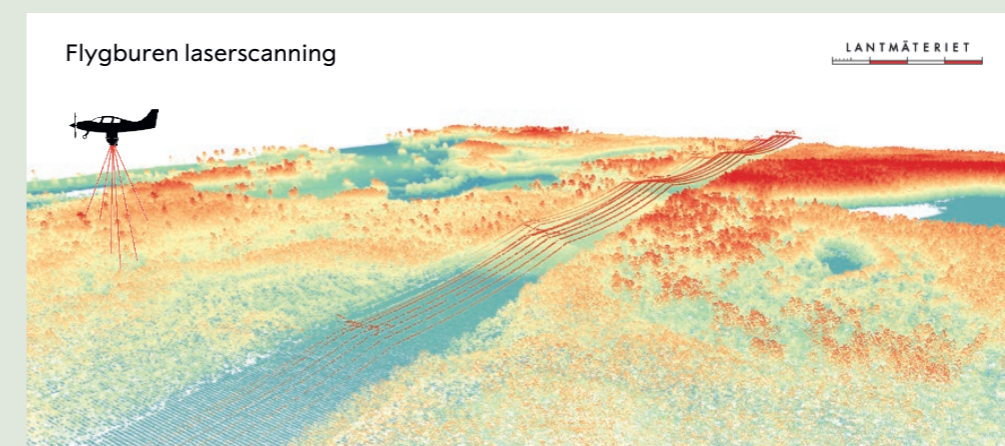
Exempel på resultat från den multipla regressionsmodellen för att testa hypotes 2, med artrikedom som responsvariabel.

Diagrammet visar de uppskattade effektstorlekarna för varje variabel. I denna analys analyseras prover från alla skogar gemensamt. Om rutan överlappar 0 (blå linje) är effekten inte signifikant. Om rutan ligger på den positiva sidan betyder det att variabeln har ett positivt samband med artrikedom. Om rutan ligger på den negativa sidan betyder det att variabeln har ett negativt samband. I detta diagram ser vi till exempel att artrikedomen minskar med ökad höjd över havet.

## FAKTARUTA 4 – IDENTIFIERING AV NATURSKOGAR

Lantmäteriet har använt sig av flygburen laserscanning för att kartera Sveriges skogar. Nedan visas ett så kallat punktmoln, där varje punkt representerar en enskild mät punkt från laserskanningen. Mät punktens höjd visas med en färgskala, där höga punkter visas i rött och låga punkter i blått.

Med hög detaljrikedom kan vi se var träd finns och hur högt varje enskilt träd är. Detta gör det möjligt att identifiera skogar som uppvisar naturskogskaraktärer, såsom flerskiktad kronsammansättning och förekomst av höga, grova träd. I praktiken tolkar vi inte dessa datapunkter manuellt, punkt för punkt, utan tränar i stället statistiska modeller att känna igen de punktmönster som indikerar förekomst av naturskog.



### BioScann

Ett exempel på en sådan modell är BioScann, som har tränats med hjälp av ett omfattande, rikstäckande dataset över naturskogar i Sverige, i kombination med de komplexa data som genererats av flygburen laserscanning samt satellitdata och andra datakällor. Resultatet är att BioScann kan identifiera skogar i Sverige som uppvisar naturskogskaraktär.

Kartorna nedan visar modellens resultat, som kan tolkas som sannolikheten för förekomst av naturskog. Hög sannolikhet visas i rött, medan låg sannolikhet visas i blått. En låg sannolikhet innebär att området sannolikt utgörs av skog som nyligen har påverkats av mänsklig aktivitet, främst genom kalavverkning. I detta projekt använder vi BioScann för att identifiera naturskogar och för val av produktions-skogar av fältstudier och fältprovtagning.



# Jakten på biologisk mångfald och de globala målen

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

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

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

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

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

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

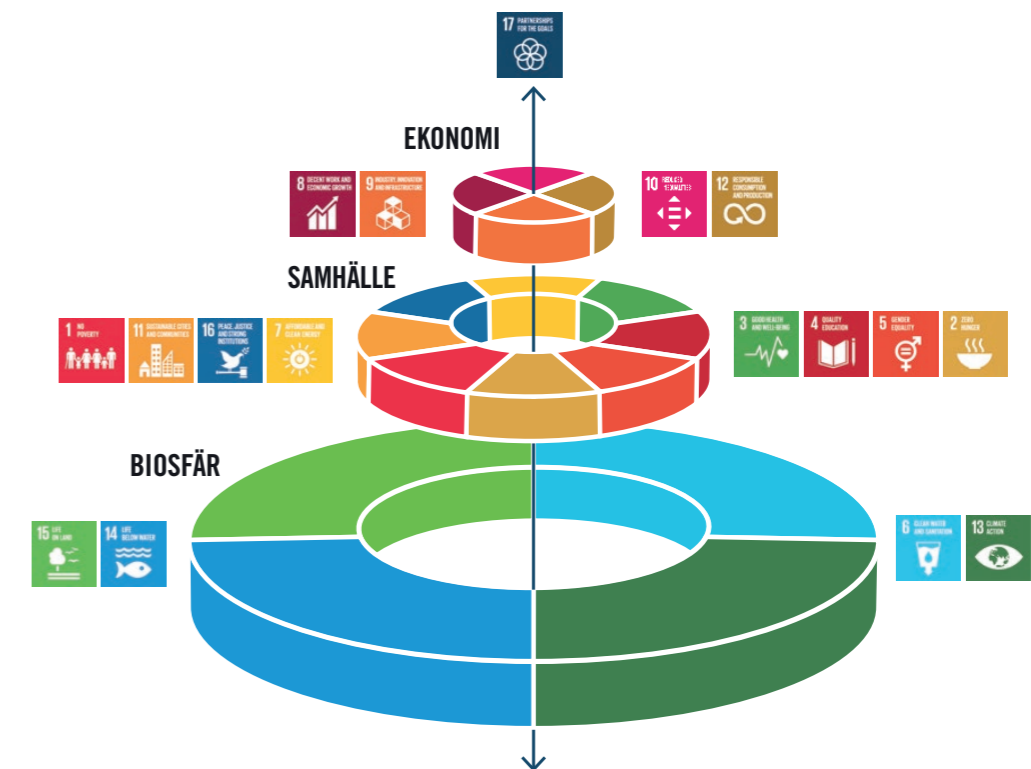
Hållbarhet innefattar ekologisk, social och ekonomisk hållbarhet. Den ekologiska hållbarheten berör jordens ekologiska system, här ingår stabila klimatsystem, biologisk mångfald, rent vatten, ren luft. Att något är hållbart ekologiskt innebär att det är miljömässigt hållbart. Det kan vara avsaknad av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

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

Ekonomisk hållbarhet skiljer sig lite från de två andra dimensionerna då det är en del som vi människor har konstruerat. För att underlätta vår vardag har vi värderat varor och tjänster i ekonomiska termer. Ekonomisk hållbarhet

kan ses som en ekonomisk utveckling som sker utan att den har negativa konsekvenser på den ekologiska eller sociala hållbarheten.

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



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

ILLUSTRATION: JERKER LOKRANTZ/AZOTE



I Jakten på biologisk mångfald fokuserar vi på mål 15 och dess delmål.

# Referenser

Ahlström, A., Canadell, J.G., Metcalfe, D.B., 2022.

*Widespread Unquantified Conversion of Old Boreal Forests to Plantations*

Earth's Future 10, e2022EF003221

<https://doi.org/10.1029/2022EF003221>

Andermann, T., Häggmark, J., Olsson, P., Högström, A., 2024.

*Deep learning segmentation model produces accurate biodiversity*

*predictions at 10 m spatial resolution*

<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4734879/v1>

Barredo, J., Brailescu, C., Teller, A., Sabatini, F., Mauri, A., Janouskova, K., 2021.

*Mapping and assessment of primary and old-growth forests in Europe*

<https://doi.org/10.2760/797591>

Jaureguiberry, P., Titeux, N., Wiemers, M., Bowler, D.E., Coscieme, L., Golden, A.S., Guerra, C.A., Jacob, U., Takahashi, Y., Settele, J., Díaz, S., Molnár, Z., Purvis, A., 2022.

*The direct drivers of recent global anthropogenic biodiversity loss*

Science Advances 8, eabm9982

<https://doi.org/10.1126/sciadv.abm9982>

Mora, C., Tittensor, D.P., Adl, S., Simpson, A.G.B., Worm, B., 2011.

*How Many Species Are There on Earth and in the Ocean?*

PLOS Biology 9, e1001127

<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001127>

[https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en)

# Ordförklaringar och definitioner

**Alfa-diversitet:** Biologisk mångfald inom en enskild plats, till exempel artrikedomen i en provyta.

**Art:** En grupp organismer som kan fortplanta sig med varandra och få fertil avkomma.

**Arters utbredning:** Var olika arter finns på jorden.

**Artrikedomen:** Antalet olika arter som finns i ett givet område.

**Artsammansättning:** Vilka arter som finns i ett område och hur vanliga de är i förhållande till varandra.

**Beta-diversitet:** Ett mått på hur mycket artsammansättningen skiljer sig mellan olika platser.

**Bioblitz:** En kort, intensiv inventering där många arter registreras inom ett avgränsat område.

**Biologisk mångfald:** Variationen av liv på jorden, inklusive arter, deras genetiska variation och de ekosystem de bildar.

**Biodiversitetsinventering:** En lista över arter som registrerats på en specifik plats.

**Biodiversitetskrise:** Den snabba globala förlusten av arter och ekosystem, huvudsakligen orsakad av mänskliga aktiviteter.

**Bray-Curtis-olikhet:** Ett mått på beta-diversitet som används för att jämföra artsammansättning mellan två platser.

**Drivkraft (för biologisk mångfald):** En faktor som påverkar vilka arter som finns i ett område.

**eDNA:** Förkortning för environmental DNA, eller miljö-DNA på svenska. DNA som samlas in från miljöprover såsom jord, vatten eller luft, utan att organismerna behöver observeras direkt.

**Ekosystem:** Ett samhälle av organismer som samverkar med varandra och med sin miljö.

**Ekosystemresiliens:** Ett ekosystems förmåga att motstå och återhämta sig från störningar.

**Eukaryoter:** Organismer vars celler har en cellkärna som innehåller DNA samt membranomslutna organeller.

**Evolution:** Den process genom vilken arter förändras över långa tidsperioder.

**Genetisk streckkod:** En kort DNA-sekvens som används för att identifiera en art.

**Latitudinell diversitetsgradient:** Mönstret att artrikedomen generellt ökar från polerna mot ekvatorn.

**Livets träd:** Ett diagram som visar hur alla levande organismer är släkt genom evolutionen.

**Metabarkodning:** En DNA-baserad metod som används för att identifiera många arter samtidigt från ett miljöprov.

**Multipel regressionsmodell:** En statistisk modell som används för att undersöka hur flera variabler samtidigt påverkar ett resultat.

**Naturskog:** Skog med hög grad av naturkaraktär och liten påverkan från modernt skogsbruk.

**Operon:** En grupp gener som ligger intill varandra och styr genreglering.

**Prokaryoter:** Encelliga organismer vars DNA inte är inneslutet i en cellkärna. Prokaryoter saknar membranomslutna organeller.

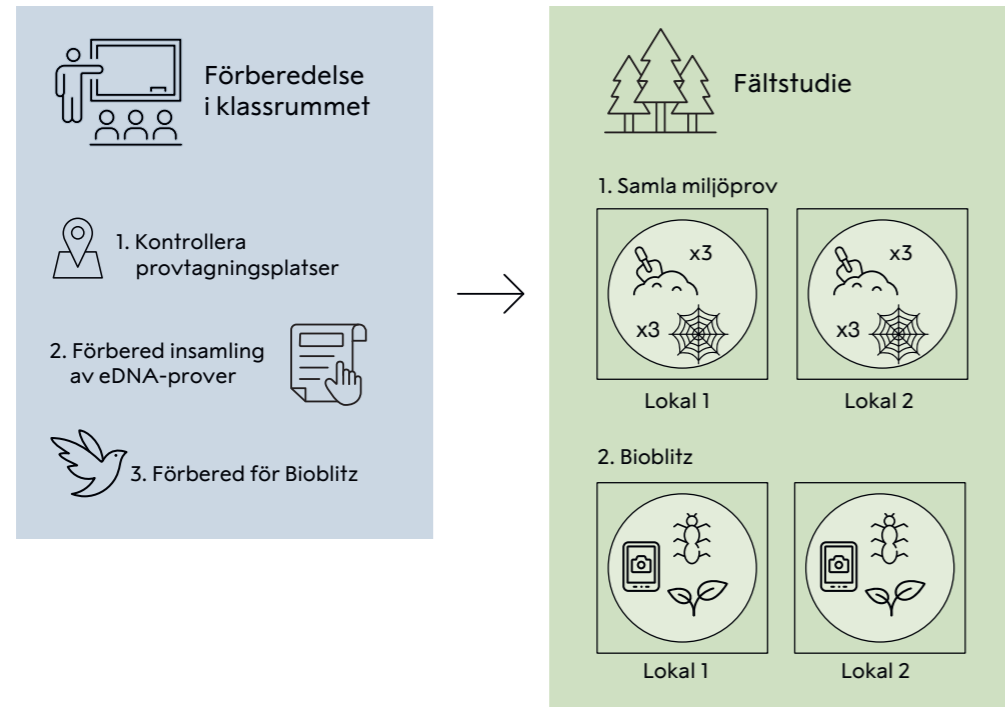
**Protister:** Eukaryota organismer som ofta är encelliga och inte tillhör djur, växter eller svampar. Protistgrupper återfinns på många ställen i livets träd..

**Statistisk modell:** Ett matematiskt verktyg som används för att analysera data och förstå mönster.

**Taxonomi:** Vetenskapen om att namnge och klassificera organismer.

# Praktisk info om fältstudierna

Elevuppgiften består av flera delmoment, både i klassrummet och i fält, se figur 16 för en översikt.



Figur 16. Schematisk figur över elevernas arbete.

I elevinstruktionen används flera länkar, de länkar som hänvisas till finns på [forskarhjälpen.se](https://forskarhjälpen.se). I Google Sheet hittar du som lärare information om bland annat provtagningsplatsernas korrdnater, det är även här som provtagningsdatum skrivs in. Länk 1.

Det är bra om du som lärare har hunnit bekanta dig med det interaktiva verktyget BioScann då ni kommer att använda det i klassrummet med eleverna.

- Google Sheet, länk 1.
- BioScann, länk 2.
- Videoinstruktion för BioScann, länk 3.

Datum för fältstudier med insamling av fältprover görs utifrån årstidsväxlingarna i landet. Välj datum inom de tidsfönster som anges. Både fältstudien i en skog med hög naturskogskaraktär samt fältstudien i en produktionsskog ska utföras inom angivna tidsperioder.

## Fältstudier vår:

- 7–15 maj: Skåne, Blekinge, Halland, Kronoberg, Kalmar, Jönköping, Västra Götaland, Östergötland, Södermanland, Stockholm, Uppsala, Västmanland, Örebro.
- 18–22 maj: Värmland, Dalarna, Gävleborg, Västernorrland.
- 25–29 maj: Jämtland, Västerbotten, Norrbotten.

## Fältstudier höst:

- 21–25 september: Skåne, Blekinge, Halland, Kronoberg, Kalmar, Jönköping, Västra Götaland, Östergötland, Södermanland, Stockholm, Uppsala, Västmanland, Örebro.
- 14–18 september: Värmland, Dalarna, Gävleborg, Västernorrland.
- 7–11 september: Jämtland, Västerbotten, Norrbotten.

## Provtagningskit

Varje skola får fyra provtagningskit, två för vårens provtagningar (en för vardera skogstyp) och två för höstens provtagningar (en för vardera skogstyp).

### Ett provtagningskit innehåller:

- 3 st sterila provtagningsrör med kuvert
- 6 par sterila handskar
- 3 skedar och smörkniv
- 3 st homogeniseringspåsar
- 3 st provförvaringspåsar
- 3 st papperspåsar
- Silikagel
- Rep (15 m)
- 8 st flaggor/pinnar

### Provtagningskit jordgrupp:

1 par sterila handskar med homogeniseringspåse, 1 sked, 1 smörkniv, 1 papperspåse, 1 förvaringspåse.

### Provtagningskit spindelnätsgrupp:

1 par sterila handskar, 1 provtagningsrör med bomullspinne, 1 kuvert.

# Förberedelse i klassrummet – till läraren

## 1. Dela in eleverna i sex provtagningsgrupper enligt nedan

- Jordgrupp 1
- Jordgrupp 2
- Jordgrupp 3
- Spindelnätsgrupp 1
- Spindelnätsgrupp 2
- Spindelnätsgrupp 3

## 2. Lokalisera provtagningsplatser och identifiera skogstyp

De flesta skolor kommer att så långt det är möjligt att tilldelas ett provtagningsområde i en skog med högre naturskogskaraktär och ett i en produktionskog.

Låt eleverna lokalisera provtagningsplatserna med hjälp av koordinaterna i länk 1, och sedan identifiera vilken typ av skog det är genom att använda BioScanns interaktiva verktyg, länk 2.

## 3. Hur provtagning går till, provtagningskit och fältprotokoll

Titta på instruktionsvideon för hur provtagningen går till samt hur proverna förvaras, länk 4. Gå igenom materialet i provtagningskiten. Gå igenom fältprotokollen och hur de ska fyllas i, både på papper och digitalt (länk 5).

## 4. Introduktion till iNaturalist

iNaturalist är ett AI-verktyg som kan användas för att identifiera olika arter. I den andra delen av fältstudien ska eleverna använda iNaturalist för identifiering av arter. Se länk 6, för att få koll på hur du använder iNaturalist.

För att lära dig hur användbara foton tas, gå in på iNaturalists webbplats, länk 7, och klicka ”Utforska”. Studera noga hur andra foton är tagna för att arter ska kunna identifieras. Var uppmärksam på:

- Hur bilden är tagen: närbild, tydliga vinklar, fler bilder vid behov.
- Detaljrikedom: blad, stjälkar, bark, mönster, blomma, storlek.

## 5. Installera iNaturalist på era smartphones och skapa konto

Installera iNaturalist på era smartphones, appen finns gratis både i Apple Store och Google Play Store. Varje elev skapar ett iNaturalist-konto. Det som krävs för detta är en mejladress och ett användarnamn. Skapa användarnamn enligt följande: ”Skola, klass, namn”, så här: ”Vallaskolan, 9D, Anna Jinde”.

## 6. Testa iNaturalist innan provtagning i fält

Testa iNaturalist så att alla är bekväma med att använda appen. Ta er till en grönyta i närheten av skolan. Låt eleverna ta några testbilder. Studera vilka bilder som fungerar bra och vilka som fungerar sämre. Att vara bekant med verktyget i förväg kommer att göra fältarbetet mycket enklare och roligare.

Gå igenom hur en BioBlitz fungerar så att eleverna är väl bekanta med det inför kommande fältstudie.

## 7. Gå med i insamlingsprojekt i iNaturalist för Forskarhjälp

Gå med i de två insamlingsprojekt som skapats för er skola, se länk 1. När ni har gått med i ett projekt kommer alla observationer som ni gör ute i fält i respektive provtagningsområde automatiskt att läggas till i projektet. På så vis behöver ni inte ladda upp något manuellt.

## Fältstudie

### Att ta med i fält:

- Provtagningskit
- Fältprotokoll på papper
- Blyertspenna
- Telefon (för att kunna göra BioBlitz och fylla i digitalt fältprotokoll)
- Liten matsäck är alltid trevligt
- Plastpåse att lägga mobilen i om det regnar

# Förberedelse i fält för provtagning

## Provtagningsområde och provtagningsyta

Ta er till provtagningsområdet och bestämd provtagningsyta. Säkerställ att platsen inte omfattar en damm eller en sjö vilket försvårar provtagning. Se även till att så att det går att gräva något för att kunna ta jordprover.

### 1. Bestäm mittpunkt och markera provtagningsyta

Markera en provtagningsyta i form av en cirkel med radien 15 meter. För att mäta upp radien kommer ni att använda ett rep.

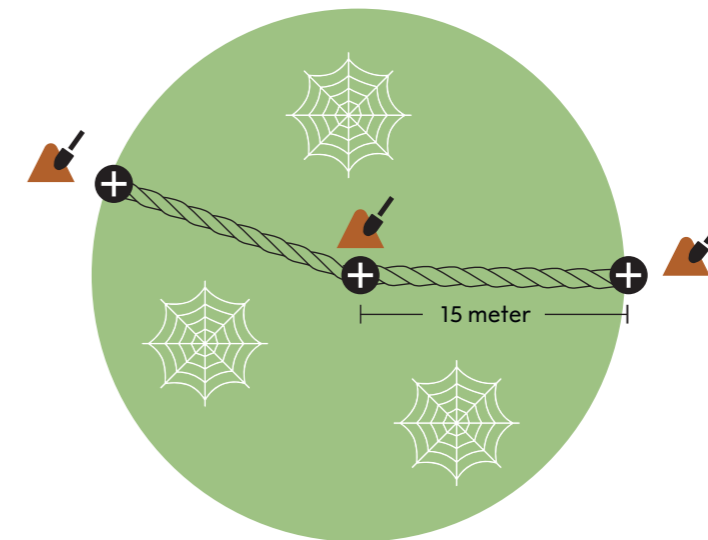
- En elev står vid den bestämda mittpunkten och håller i repändan. En annan elev en annan elev tar den andra repändan och går utåt tills repet är helt utsträckt, 15 meter.
- Placera en flagga i den yttre repändan.
- Fortsätt gå runt mittpunkten med repet sträckt. Det kan vara svårt att få till en jämn bana då träd och buskar kan vara i vägen. Om något är i vägen går ni tillbaka till mittpunkten med repet, väljer en ny riktning och går utåt tills repet är helt sträckt. Placera en flagga vid yttre repändan.
- Upprepa denna process i flera riktningar tills ni har satt ut alla flaggor längs en tänkt omkrets av en cirkel. Obs. var försiktiga när ni går i provtagningsområdet och markerar provtagningsytan. Så få personer som möjligt ska röra sig i provtagningsytan när den mäts upp. Se fig. 17.

### 2. Ta spindelnätsprover

Spindelnätsgrupp 1, 2 och 3 sprider ut sig och tar spindelnätsprover så långt från varandra som möjligt, men inom markerad provtagningsyta, fig. 17.

### 3. Ta jordprover

Jordgrupp 1 tar sitt jordprov i cirkelns mitt. Jordgrupp 2 och jordgrupp 3 väljer två punkter längs cirkelns radie som ligger långt ifrån varandra för att ta ytterligare två jordprov, fig. 17.



**Fig 17: Markering av provtagningsyta och provtagningspunkter**  
Bestäm en mittpunkt för er provyta och definiera en cirkel med 15 meters radie runt denna mittpunkt.

## Elevinstruktion – spindelnätsprov

Alla tre spindelnätsgrupper samlar eDNA-prover enligt följande:

1. Utse en person i gruppen som är ansvarig för att fylla i fältprotokollet på papper.
2. Utse en person i gruppen som tar fotografier av provtagningspunkterna och provtagningsplatsen med omgivning. Dessa bilder används när ni senare ska tillverka en poster och berätta om vad ni har gjort. Ta hellre får många än för få bilder.) Samma person fyller i det digitala fältprotokollet, länk 5. Det som ska fyllas i är koordinater, skogstyp och väderförhållanden.
3. Utse en person i gruppen som ska ta själva spindelnätsprovet: provtagaren. Provtagaren har koll på provtagningsröret med blått lock var i spindelnäten ska samlas.
4. Provtagaren tar på sig engångshandskar.
5. Övriga personer i gruppen söker upp fem spindelnät som ligger inom markerad provtagningsyta. Obs. kom ihåg att gå försiktigt så att spindelnäten ej förstörs.
6. Om ni behöver, använd mobilens ficklampa för att lättare hitta spindelnät.
7. Provtagaren rullar upp spindelnäten på pinnen som finns i provtagningsröret med det blå locket. Sätt tillbaka pinnen i röret. Ni kan använda samma pinne för flera spindelnät. Försök att undvika att samla in själva spindel, men det är inget stort problem om det råkar ske.
8. Skruva åt locket ordentligt och lägg provtagningsröret i kuvertet. Stäm av så att märkning på provröret och kuvertet är desamma.

## Elevinstruktion fält – jordprov

Varje jordprovtagningsgrupp samlar prover enligt följande:

1. Utse en person i gruppen som är ansvarig för att fylla i fältprotokollet på papper.
2. Utse en person i gruppen som tar fotografier av provtagningspunkterna och provtagningsplatsen med omgivning. (Dessa bilder kan användas när ni senare ska tillverka en poster och berätta om vad ni har gjort. Ta hellre får många än för få bilder.) Samma person fyller i det digitala fältprotokollet. Det som ska fyllas i är koordinater, skogstyp och väderförhållanden.
3. Utse en person i gruppen som ska ta själva jordprovet: provtagaren.
4. Provtagaren tar på sig engångshandskar. Återförslut och spara påsen som handskarna låg i, den ska senare användas som homogeniseringspåse.
5. Provtagaren förbereder provtagningspunkten för att göra det lättare att komma åt jordlagret. Ta bort allt levande material såsom gräs och mossor i en cirkel på ungefär 10 cm i diameter.
6. Provtagaren använder smörkniven för att skära ut en jordbit som är ungefär 5 cm i diameter och 5 cm djup.
7. Provtagaren för över den lösa jorden med skeden till den tomma homogeniseringspåsen.
8. Ta fyra jordprover på samma sätt som ovan: 1 m öst, 1 m väst, 1 m nord och 1 m syd om den första provtagningspunkten. Samla alla fem jordprover i homogeniseringspåsen.
9. Förslut homogeniseringspåsen väl och homogenisera (blanda) det sammanslagna jordprovet så gott det går. Tryck försiktigt sönder eventuella jordklumpar och skaka påsen försiktigt. Viktigt är att påsen ej går sönder, eftersom ni då behöver ta om alla prover. Behåll handskarna på.

10. När jorden är väl blandad öppnar jordprovtagaren homogeniseringspåsen (med handskar på) och tar bort större bitar såsom stenar, rötter och träfragment.
11. Ta fram provförvaringspåsen som innehåller den orangea silikagelen och ta ut papperspåsen. Märk båda påsarna (papperspåsen och provförvaringspåsen) med platsnamn och datum med de medföljande etiketterna. Fyll i de tomma fälten med blyertspenna.
12. Provtagaren för över 3 skedar av den blandade jorden från homogeniseringspåsen till papperspåsen och försluter papperspåsen genom att vika öppningen några gånger.
13. Lägg tillbaka papperspåsen med jordprovet i provförvaringspåsen som innehåller den orangea silikagelen och förslut påsen ordentligt.
14. Ge provtagningspåsen och homogeniseringspåsen till din lärare.

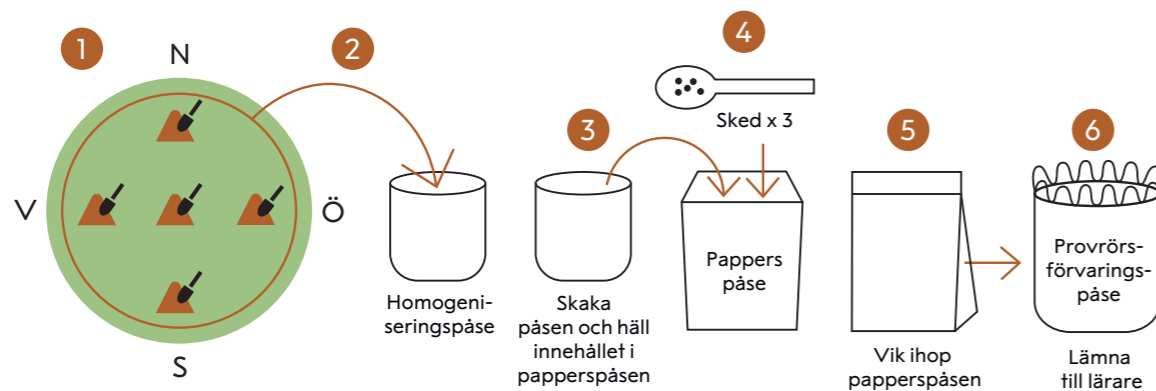


Fig 18: Schematisk bild över de olika stegen för jordprovtagningen.

Låt provet stå i rumstemperatur. Silikagelen kommer att ändra färg från gul/orange till blå när den absorberar fukt från jordprovet. Om jorden är mycket torr från början kanske ni inte ser någon färgförändring.

Om proverna är mycket våta (det märks genom att silikagelen blir helt blå): Ta ut den blå silikagelen och torka den i ugnen med en temperatur av 100 grader Celsius. När silikagelen har torkat blir den orange igen kan ni hålla tillbaka den i provförvaringspåsen. Viktigt att hålla papperspåsen försluten hela tiden. När silikagelen inte längre ändrar färg från gul/orange till blå är provet helt torrt.

När provet är torrt förvaras det svalt och mörkt tills att det ska skickas.

Rengör knivar och skedar noggrant. Skicka dessa till forskargruppen tillsammans med höstens prover alternativt ta med till avslutningskonferensen den 7 december.

## Instruktion BioBlitz

Under BioBlitzen är ert främsta mål att samla tydliga observationer av hög kvalitet – inte att direkt avgöra art.

Under 15 minuter ska ni dokumentera så många växter, svampar och djur som möjligt. Detta görs i intervaller om fem minuter per organismgrupp. Fokusera på att ta tydliga bilder på nära håll. Själva identifieringen, artbestämningen, av organismerna görs sedan i skolan.

### Gör så här:

1. Läraren sätter en timer på 5 minuter.
2. När alla är redo startar tidtagningen. Eleverna ska nu ta så många bilder som möjligt på *växter* på den uppmätta provtagningsytan. Det gör inget om ni tar bild på samma växt som klasskompisen.
3. När 5 minuter gått tar ni en paus. Under tiden sätter läraren timern på 5 min.
4. När alla är redo startar tidtagningen. Eleverna ska nu ta så många bilder som möjligt på *djur* på den uppmätta provtagningsytan. Det gör inget om ni tar bild på samma djur som klasskompisen.
5. När 5 minuter gått tar ni en paus. Under tiden sätter läraren timern på 5 min.
6. När alla är redo startar tidtagningen. Eleverna ska nu ta så många bilder som möjligt på *svampar* på den uppmätta provtagningsytan. Det gör inget om ni tar bild på samma svamp som klasskompisen.

Alla moment i fältstudien är nu avklarade. Ta bort alla flaggor som markerar provtagningsområdet och se till att ingen utrustning, inga markörer eller andra tecken på mänsklig aktivitet lämnas kvar. Lämna platsen så ostörd som möjligt.

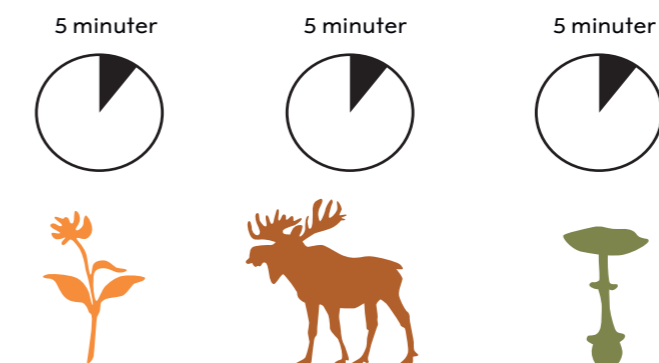


Fig 19: BioBlitz i 5 min per organismgrupp.

# Bearbetning av fältdata

Läraren skickar in jordprover och spindelvävsprover nästkommande måndag eller tisdag.

## I klassrummet

1. Arbeta i provtagningsgrupperna.
2. Gå igenom era observationer i iNaturalist. Öppna uppladdade observationer och kontrollera att bilderna är tydliga och korrekt placerade på kartan. Lägg till artbestämningar så noggrant du kan. Det är helt okej att börja brett (till exempel "mossor", "svampar", "insekter" och sedan förfina identifieringen senare.
3. Välj ut tre organismer från valfri organismgrupp (växt, djur, svamp) som ni har hittat och lyckats identifiera. Läs mer om dem, gå gärna in på Artfakta (<https://artfakta.se/>). Sammanfatta kort:
  - Hur lever de?
  - Hur förökar de sig?
  - Hur ser deras livscykel ut?
  - Har de några anpassningar till miljön de lever i?
  - Vilken funktion har de ekosystemet? Är de till exempel en producent, pollinatör eller nedbrytare?
4. Jämför de två platserna ni besökte. Diskutera i grupp eller helklass:
  - A. Hur skilde sig de två platserna åt?
  - B. Vilka arter ni hittade?
  - C. Var vissa grupper av organismer vanligare på en plats än på den andra?  
Om skillnader finns – vad tror du att det kan bero på?

# Fältprotokoll – elev

Skola: .....

Klass: .....

Namn, gruppmedlemmar: .....

Datum: ..... Plats:.....

Platskoordinater: .....

Typ av skog: .....

Typ av prov och antal spindelnät: ..... Prov-ID: .....

Höjd över havet: ..... Temperatur: .....

Väder, välj en

Soligt eller klart

Växlande molnighet

Mulet

Regn

## Beskriv platsen

Öppen och ljus eller skuggig? Platt mark eller sluttande? Finns det vattendrag

i närheten? Dominerar vissa arter platsen eller syns stor variation?

Finns spår av störningar – naturliga eller orsakade av människan? Något annat?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Närhet till vägar: .....

Hur lättillgänglig är platsen: .....

Är det en plats där många människor vistas, exempelvis för att vara ute i naturen

eller för att träna: .....

# Kontaktuppgifter

**Anna Ålander**

Projektledare, pedagogiskt ansvarig  
Nobelprismuseet  
forskarhjalpen@nobelprize.org

**Kristina Holmén Bränn**

Pedagogiskt ansvarig  
Nobelprismuseet  
forskarhjalpen@nobelprize.org

NOBEL PRIZE MUSEUM I SAMARBETE MED

---

