

NOBEL PRIZE MUSEUM

FORSKARHJÄLPEN 2021

Pollenjakten



Närbild på olika pollenkorn i en pollenklyppa insamlade av Crainerbin under sommaren 2020 från Jörgen Kragh's bigård utanför Umeå.

© Nobel Prize Museum 2021
Box 2245, 103 16 Stockholm
forskarhjalpen@nobelprize.org
www.forskarhjalpen.se

Image credits: Omslag, denna sida och baksidan:
Natuschka Lee, Baraa Rehamnia och UCEM, Umeå Universitet.

Innehållsförteckning

VÄLKOMMEN TILL FORSKARHJÄLPEN 2021!.....	4	ELEVBLAD för kopiering	51
VETENSKAPLIG BAKGRUND.....	7	Steg 1 – i labbet: Utvärdera pollenklumparna.....	51
Bakgrund	7	ELEVBLAD för kopiering	52
Livets utveckling på jorden	10	Steg 2 – i labbet: Mikroskopi av ett urval av pollenklumparna	52
Växternas evolution	11	ELEVBLAD för kopiering	55
Djurens evolution	14	Steg 3 – valfri plats: Identifiering av pollenkornens växtursprung	55
Leddjur och insekter	16	ELEVBLAD för kopiering	56
Pollineringsbiologi.....	18	Steg 4 – valfri plats: Ekologiövningen.....	56
Pollineringssekologi.....	23	KNYT IHOP FAKTA OCH EGNA OBSERVATIONER:...	60
Tio olika grupper av pollinatörer i Sverige.....	25	FORSKNINGSMETODIK.....	61
Pollenjakts mål och relevans för de globala hållbarhetsmålen	28	Den vetenskapliga processen – Pollenjakten.....	62
Globala målen för hållbar utveckling	29	ATT RAPPORTERA FORSKNINGSRISULTAT	64
INTROÖVNINGAR.....	32	REFERENSER:.....	66
Växternas evolution	32	TABELL 1.....	68
Växter	32	TABELL 2.....	69
Blomväxter och spridning	35	TABELL 3.....	70
Varför behövs pollinatörer?	37		
Artbestämma insekter.....	38		
Exkursion i fält	41		
Redovisa resultat	42		
KORT INTRODUKTION TILL LABBÖVNINGARNA.....	44		
Kort om materialet	44		
Kort presentation av uppgifterna	45		
Huvudmoment 1: Observationer av pollenklumpar	45		
Huvudmoment 2: Ekologiövningen	49		

VÄLKOMMEN TILL FORSKARHJÄLPEN 2021!

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

Målet med Forskarhjälpen är att inspirera skolelever till att bli intresserade av forskning och vetenskap genom att de får möjlighet att prova på riktig forskning. Eleverna får en djupare förståelse för vad ett forskningsprojekt kan innebära, och forskarna får samtidigt hjälp med sin forskning. Förhoppningen är att vi tillsammans kan bidra med en liten men betydelsefull pusselbit i ett större forskningsprojekt. Forskarhjälpen leds av Nobel Prize Museum och är finansierat av Stiftelsen för strategisk forskning och Formas.

I årets projekt, Pollenjakten, behöver forskarna mer kunskap om hur pollinerande insekter fungerar och samexisterar med oss människor. Detta för att de pollinerande insekterna, hädanefter betecknade som pollinatörer, är helt grundläggande för vår egen fortlevnad men också för många andra organismer. Pollinatörer spelar en viktig roll i bevarandet av den biologiska mångfalden. Det är tack vare dem vi kan odla och skörda grödor. Utan pollinatörer får vi varken frukt, grönsaker eller vackra blommor. Här kan elevernas arbete bli till stor hjälp!

FORSKARHJÄLPEN 2021 – POLLENJAKTEN

Vad ska vi göra? Många känner idag till hotläget kring pollinatörer och många försöker därför hjälpa pollinatörerna med att så blomsterfröer, sätta upp insektshotell eller återskapa habitat som gynnar dem. Detta är en viktig mjukstart men det krävs fler konkreta åtgärder, som i sin tur är beroende av mer kunskap och därmed forskning om pollineringssekologin i Sverige.

Genom Forskarhjälpen vill vi med elevernas hjälp ta fram aktuell data kring vilka växter bin besöker i

olika delar av Sverige. Vi vill också med detta projekt öka kunskapen om Sveriges pollinatörer, vilka stödtåtgärder det finns i Sverige för dessa, vad jag själv kan göra för att gynna pollinatörernas överlevnad, samt inspirera landets skolor till att sprida denna kunskap vidare.

Varför ska vi göra detta? Sverige är ett långt land med olika typer av landskap och därmed finns det också olika pollinatörer och växter. Här kommer eleverna få bra möjligheter till att lära sig om Sveriges biologiska mångfald och regionala skillnader. För att kunna erbjuda pollinatörerna optimala stödtåtgärder i olika delar av Sverige är det viktigt att vi utforskar deras behov och vilka hotbilder de utsätts för. Vi kommer att lägga fokus på fyra frågor:



Vilka pollinatörer finns det i Sverige och var finns de?



Vilka växter pollineras av honungsbin i olika delar av Sverige?



När finns det risk för att honungsbin konkurrerar med vilda pollinatörer?



Hur skadefria är biprodukterna som bina producerar och varför?

Hur ska vi göra detta? Det finns många olika sätt att planera aktiviteter för dessa frågeställningar. För att kunna göra det enkelt och riskfritt för skolor har vi valt att studera bipollen som samlas in med hjälp av pollenfällor hos biodlare runt om i Sverige. Dessa bipollenprover kommer att skickas till skolor där eleverna får räkna pollenklumpar, sortera dem efter färg samt mikroskopera och gruppera pollenkornen med förenklade identifieringsnycklar, som alla klasser kommer att få. Utifrån detta arbete kan vi se vilka växtgrupper honungsbina har besökt och hur ofta.

Efter en grov identifiering av vilka växter som honungsbin har samlat in pollen från, får eleverna träna på att söka i olika databaser, där vi tar reda på hur naturens beskaffenhet ser ut med dess växter, djur och vilda pollinatörer. Vår forskargrupp kommer även att parallellt med elevernas arbete utföra kompletterande analyser, till exempel innehåll av pesticider på ett urval av dessa pollenkorn och den honung som har producerats vid de olika bisamhällena. Eleverna kommer att få tillgång till dessa data och får därmed en möjlighet att sätta sina data i ett större sammanhang och sedan kunna resonera kring antropogena effekter på naturliga ekosystem.

Två och två tillverkar sedan eleverna vetenskapliga postrar där de beskriver sitt arbete och sina resultat. Av alla klassens postrar (cirka 15 i en klass på 30 elever) så väljer klassen ut en poster som får representera skolan och som är med i en postertävling.



Flera klasser på samma skola får gärna medverka i projektet, men tänk då på att man bara kan skicka in en poster per skola till postertävlingen. De cirka 25–30 postrarna kommer att visas för tre olika juryer.

Jury nr 1 bestående av tre populärvetenskapliga journalister väljer ut en vinnare utifrån ett helhetsperspektiv (vetenskapligt innehåll, grafisk form samt presentationsteknik). Vinnarpostern får 5 000 kr till klasskassan, samt ett spännande pris som meddelas senare.

Jury nr 2 bestående av forskaren kommer att välja ut den bästa postern ur ett vetenskapligt perspektiv. Vinnarpostern får göra ett studiebesök hos forskaren, Natuschka Lee på Umeå universitet samt 2 000 kr till klasskassan.

Jury nr 3 är eleverna själv! De röstar fram vinnaren av Skolornas pris. Vinnarpostern får göra ett studiebesök hos vår sakkunniga rådgivare, Pernilla Wittung Stafshede på Chalmers samt 2 000 kr till klasskassan.

Anslutningskonferens

Fredagen den 11 februari 2022 kommer det att bli en avslutningskonferens på Nobel Prize Museum dit en lärare och två elever per skola är välkomna. Konferensen kommer att bestå av föreläsningar och resultatrapportering från forskarna. Alla postrarna som har varit med i postertävlingen (en per skola) kommer att visas här på museet och eleverna får kort presentera sin poster.

Arbetsgruppen för Pollenjakten

består av:

Natuschka Lee Natuschka Lee, forskare i pollineringssekologi vid Umeå universitet.

Pernilla Wittung Stafshede professor vid avdelningen för Kemisk biologi vid Chalmers Tekniska Högskola, vetenskapligt sakkunnig i Forskarhjälp.

Paulina Wittung Åman museilektor på Nobel Prize Museum och pedagogiskt ansvarig.

Anna Ålander museilektor på Nobel Prize Museum, och pedagogiskt ansvarig.

Vi har även startat en sluten Facebookgrupp för lärare som heter *Pollenjakten* – gå gärna med i den! Där är det meningen att ni som lärare skall kunna utbyta erfarenheter med varandra, nå oss med frågor och kommentarer, och gärna lägga upp bilder från klassens arbete.

Forskarhjälp är finansierad av Stiftelsen för Strategisk Forskning och Formas.

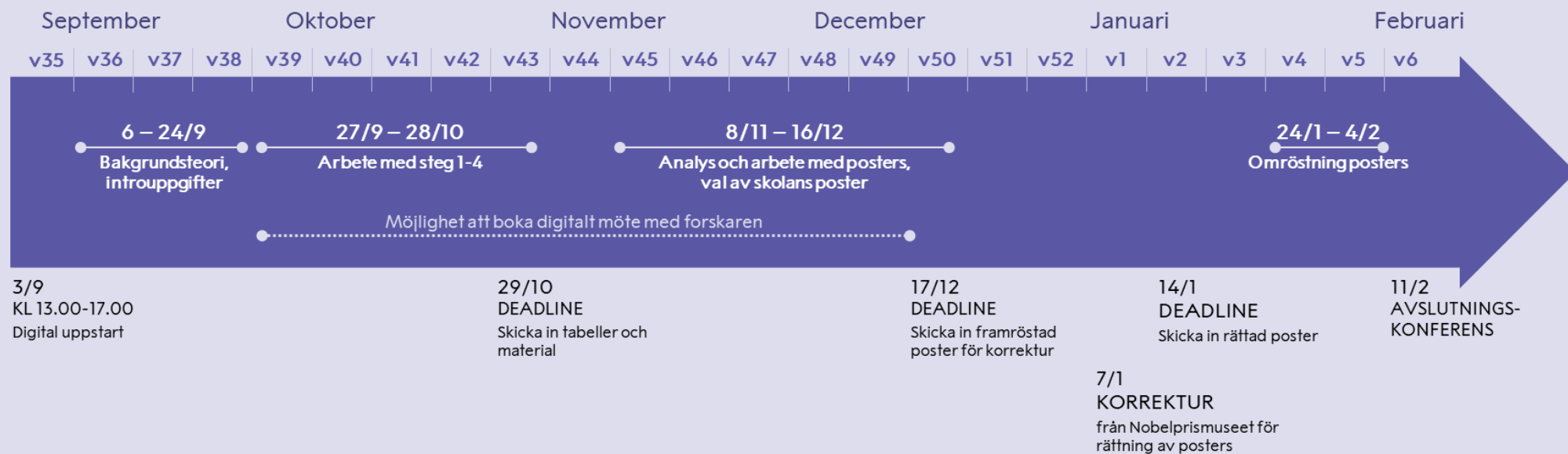
Med hopp om en stimulerande tid i Pollenjakten, och än en gång:

Varmt välkommen!

Paulina Wittung Åman och Anna Ålander,
Forskarhjälp

forskarhjalpen@nobelprize.org

Tidplan för arbete och rapportering av resultat i Pollenjakten



VETENSKAPLIG BAKGRUND

Bakgrund

Pollinerings värde: Pollinering av blommor via insekter såsom bin är något av en ekologisk kronjuvel som livets evolution har frambringat på jorden. Pollinering är en av flera väsentliga ekosystemtjänster som andra organismer utför på vår jord, för allas välbefinnande. Den är och har varit en avgörande faktor för att utveckla den biologiska mångfald som vi har idag. Pollinatörerna kan i mångt och mycket betraktas som superhjältar. Tack vare deras närpå osynliga, men ändå så flitiga aktiviteter befruktas myriader blommor hos många olika växtarter, så att de kan bilda frön och frukt, och därmed mat för nästan alla organismer på vår jord. Man brukar säga att cirka 80-90 procent av alla växter är beroende av pollinering på något sätt, och att minst en tredjedel av alla våra livsmedelsgrödor är helt- eller delvis beroende av insektpollinering.

Visserligen kan vissa av våra livsmedelsgrödor klara sig utan insektpollinering, men då skulle vår kost inte bli lika näringsrik – eller lika god. Vi skulle få avstå från till exempel kakao, vanilj, kaffe och mandlar - och hallonpaj med vaniljsås! Förutom näringsrik mat, finns det många andra värden med växter som är beroende av pollinering. Till exempel inom industrin; byggmaterial, biobränsle, bomullsproduktion och hälsoväxter såsom viktiga örter och eukalyptus. Allt detta gör pollinatörerna gratis - som en positiv bonus av deras livsstil.

Vårt samhälle gör enorma vinster på dessa pollinatörer. Bara i Sverige har man uppskattat att det ekonomiska värdet av pollinering av livsmedelsgrödor, skogsbär och produktion av honung och bivax motsvarar upp till drygt 1 miljard kr per år. Men den långsiktiga vinsten är pollinatörernas bidrag till den biologiska mångfalden.

Ekosystemtjänster

Ekosystemtjänster definieras som: "Ekosystemens direkta och indirekta bidrag till människors välbefinnande" (The Economics of Ecosystems and Biodiversity, TEEB).

Den första insikten till ekosystemens betydelse för människan uppstod redan bland de gamla grekerna. Den kände filosofen Platon (428-348 före vår tideräkning) insåg redan då hur grova skogsavverkningar kunde leda till jorderosion och brist på vatten. Dagens definition grundlades under 1860-talet när enstaka visionärer under industrialismens framfart började föreslå att människan inte skulle utgå från att jordens resurser är ändlösa. Under senare delen av 1900-talet när miljömedvetandet ökade, användes först begrepp som "naturkapital" och "miljötjänster", innan begreppet ekosystemtjänst myntades - tack vare vår växande kunskap och förståelse för ekologi och miljöförstörelse.

Idag brukar man dela in ekosystemtjänsterna i fyra olika kategorier:

- Försörjande (till exempel ved, foder, energi)
- Reglerande (till exempel klimatreglering, rening av vatten och luft, hantering av sjukdomar)
- Stödjande (till exempel fotosyntes, närings- och vattencykler)
- Kulturella (till exempel kulturarv, friluftsliv)

Exempel på ekosystemtjänster: Pollinering, klimatreglering, översvämningskydd (Länk till PDF, se figuren på sidan 3 [Synen på ekosystemtjänster - begreppet och värdering ISBN 978-91-620-8725-8 \(naturvardsverket.se\)](#))

Insektskrisen: Under de senaste åren har många olika larmrapporter publicerats kring insekternas situation. Katastrofrubrikerna har ibland haft paradoxala budskap: dels rapporteras det om massinvasioner av insekter, och om att allt fler farliga virus sprids med allt fler insekter, dels rapporteras det om "insektsdöden – den ekologiska

katastrofen", "insekts-apokalypsen", "bidöden, och hotet mot de vilda pollinatörerna (CCD, colony collapse disorder, figur 1, 2)" och att den biologiska mångfalden och mänsklighetens livsmedelsförsörjning är i fara. Ibland uttrycks det till och med att insektsdöden är värre än den globala uppvärmningen.



Figur 1: Foto på döda bin, omgivna av varroakvalster – små ellipsformade organismer.
Foto: Philippe Simon och Natuschka Lee.



Figur 2: Närbild på varroakvalstren som angriper bin.
Foto: Philippe Simon och Natuschka Lee.

Det ironiska är att dessa katastrofsituationer förutsågs redan för decennier sedan av en av vår tids främsta insektsforskare vid Harvard universitet i USA, Edward O. Wilson, som ibland har titulerats som vår tids Charles Darwin och den biologiska mångfaldens fader. På basis av sin pionjärforskning kring insekter och den biologiska mångfalden myntade han citatet: *"If all mankind were to disappear, the world would regenerate back to the rich state of equilibrium that existed ten thousand years ago. If insects were to vanish, the environment would collapse into chaos"*.

Katastrofrubrikerna förmedlar verkligen dramatiska budskap, men de symboliserar tydligt jordens kritiska tillstånd orsakade av ständiga miljö- och klimatförändringar sedan industrialismens början för drygt 300 år sedan. Som tur är har många av dessa problem nu identifierats och det pågår mycket forskning runt om i världen för att förstå den

vetenskapliga bakgrunden till dessa olika problem, så att långsiktiga, hållbara stödåtgärder kan utvecklas.

Varje kategori av miljöproblem kräver dock olika forskningsstrategier och stödåtgärder. Redan idag pågår olika stödåtgärder av pollinatörer och övriga insekter runtom i Sverige, dels statliga (Jordbruksverket, Naturvårdsverket, olika utbildningsenheter från förskolor till studieförbund, högskolor, universitet, museer såsom Naturhistoriska Riksmuseets InsectBiome Atlas projekt, med flera), dels icke-statliga. De icke-statliga insatserna utförs oftast av olika organisationer och rörelser, såsom Biodlareföreningar, Hushållningssällskapet, Naturskyddsföreningen (Rädda bina), Pollinera Sverige, Svenska Bin, Svenska Botaniska Föreningen, Svensk Dagfjärilsövervakning, Sveriges Entomologiska Förening, Trädgårdsföreningar, WWF fadderprojekt för humlor, med mera.

Idag finns tre olika huvudstrategier för att rädda de hotade pollinatörerna:

Strategi 1: De enklaste stödåtgärder brukar bestå av att sätta upp insektshotell, bi-holkar, fjärilsholkar, och att så ut frön från olika lämpliga växter, främst lokala arter, samt vid behov förhindra spridning av invasiva växtarter.

Strategi 2: De något mer avancerade stödåtgärder brukar bestå av att återskapa lämpliga habitat för pollinatörerna, som att låta naturen växa igen (undvika nitiska gräsklippningar och röjningar av trädgård, mark och skog), återskapa ängar och betesmarker samt skapa speciella miljöer för insektsarter med specifika livsbehov, till exempel sandbäddar och stengårdsgårdar.

Strategi 3: De mest avancerade åtgärder består av fältstudier och forskning av pollinatörer, deras växter och miljö för att förstå deras livsbehov bättre, och därmed kunna utveckla mer specifika och holistiska stödåtgärder. Faktum är att vår kännedom om pollinatörer, deras växter och övriga ekologi är långt ifrån fullständig. Dessutom tvingas de anpassa sig till nya omständigheter på grund av ständiga förändringar av växtlighet (orsakat av människans val av vilka växter som ska odlas), övriga miljöfaktorer och klimat. Denna typ av forskning tar tid och kräver mycket arbete både ute i fält och på laboratorier. Det kräver också god artkännedom om både insekter, växter och deras komplexa ekologi (samverkan med andra organismer).

Grunden för en välfungerande pollinering i naturen bygger inte enbart på en enda växtart och en specifik insektsart. Alla organismer i naturen är involverade i olika näringsvävar, med olika typer av interaktioner från de minsta biologiska enheterna – som virus, bakterier, svampar – till mer komplexa arter såsom växter, insekter, och andra djur – kvalster, fåglar, fladdermöss och fiskar till exempel.

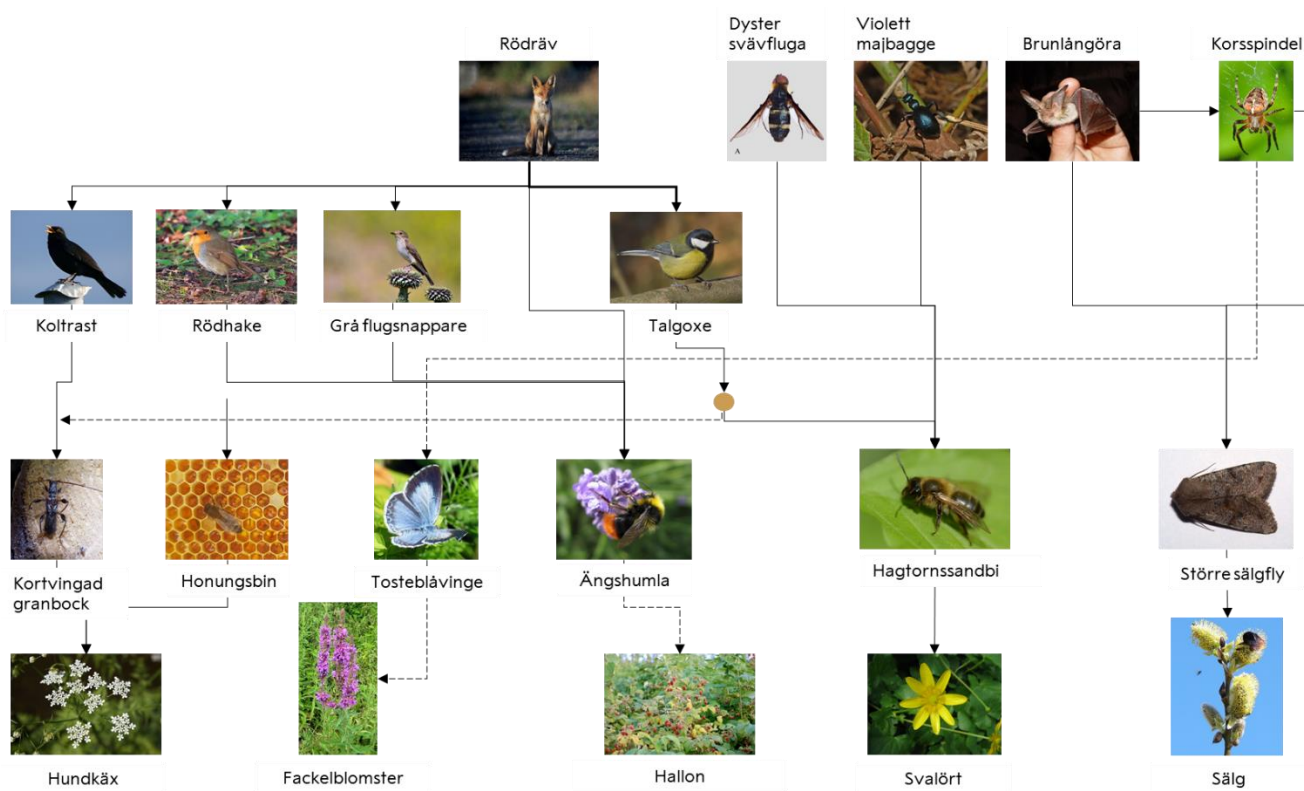
Samtliga tre huvudstrategier krävs och har sina respektive för- och nackdelar. Det beror helt enkelt på de individuella förutsättningarna hos aktörerna (finansiella tillgångar, tidsperspektiv, antal medverkande) och tillgång till områden där man får utföra sådana aktioner. I en EU rapport från år 2020 betonades uttryckligen att trots alla stödsatser som görs idag för att försöka rädda pollinatörerna, så är vi ännu långt ifrån våra mål att säkra både pollinatörerna och att rädda den globala livsmedelsproduktionen. Det kommer att krävas ännu större krafttag i framtiden.

Den stora flaskhalsen i att säkra pollinatörernas livsbehov är dock bristen på kunskap. Dels om själva temat, dels om hur man ska kunna identifiera relevanta växter och insekter för olika platser.

I mångt och mycket har vi blivit art-analfabeter. Artkunskapen, som förr var ett viktigt element i skolundervisningen har prioriterats ned till förmån för mer moderna fakta. Denna nedprioritering har medfört en rad nackdelar, varför det nu har uppstått ett stort behov av att förbättra vår ”ekologiska läskunskap”. Den kan också fungera som en inspirerande grund för att kunna utveckla en gedigen, livslång ”ekologisk empati”.

All kunskap kan inte erhållas sporadiskt via appar på en mobiltelefon. För att kunna förstå de större sammanhangen och dra logiska slutsatser för åtgärder krävs också eftertanke, observationer och tålmod. Många av de råd som distribueras idag kan behöva lokala anpassningar för att de ska kunna ge optimal effekt. Sverige är ett avlångt land med stor variation av olika landskap, men tyvärr har även undervisningen kring säregenheterna hos olika landskap ofta blivit nedprioriterad.

Den moderna tidens ”24/7 – året runt – och att vi kan göra vad och var vi vill”- anda har bidragit till att vi har tappat förståelse och känsla för naturens egen rytm, som faktiskt är en viktig förutsättning för pollineringsekologin.



Figur 3: Ett exempel på hur en näringsväv ser ut i ett norrländskt landskap. Längst ner finns primärkonsumenterna - växterna - som är beroende av olika pollinatörer (i mitten). Högst upp olika konsumenter, som lever på olika insekter och pollinatörer. Konstruktion av näringsväv: Philippe Simon och Natuschka Lee. Samtliga bilder är hämtade från Wikipedia.

I Pollenjakten kommer vi att lägga fokus på pollinatörer och deras ekologi inom det tvärvetenskapliga forskningsområdet **pollineringssekologi**. Som objekt har vi valt den gemensamma nämnaren för alla pollinatörer, nämligen **pollen** som i detta projekt samlas in av **honungsbin**. Pollenstudier hos honungsbin kan ge oss mycket värdefull information, till exempel:

- Vilka växter besöker honungsbin i olika delar av Sverige?
- Hur ser den biologiska mångfalden av växter ut runt bisamhällen i Sverige? Präglas den av monokulturer, eller är den rik och består av många olika växtarter?
- Vilken betydelse har den biologiska mångfalden för bisamhällenas hälsa – och kvalitet på deras biprodukter såsom honung och bipollen?
- Vilken påverkan har bisamhällena på övriga vilda pollinatörer – finns det en risk att de konkurrerar med varandra? Hur kan man minimera den risken och istället gynna de vilda pollinatörerna?

I följande avsnitt ger vi en kort översikt om hur insekter, växter och pollineringssekologi har uppstått under evolutionens lopp – och deras betydelse för vår miljö och våra hållbarhetsmål.

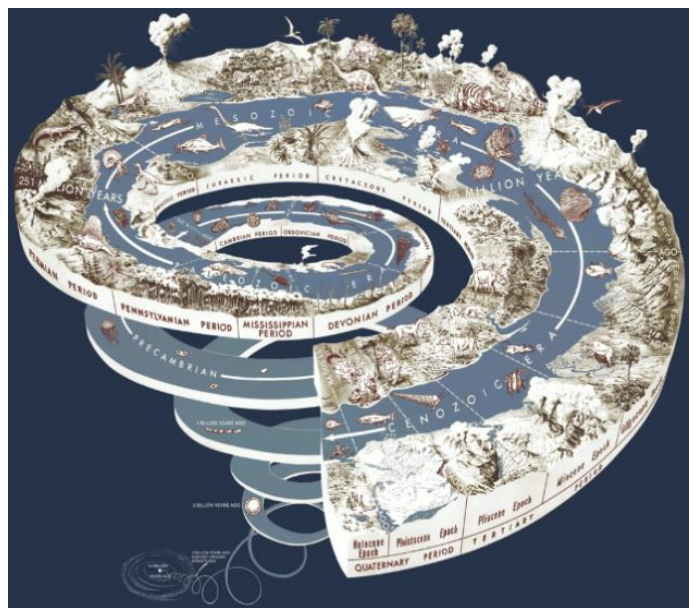
Livets utveckling på jorden

Vår planet bildades för cirka 4,54 miljarder år sedan. I början bestod jorden av en smält, glödande massa som ständigt bombarderades med olika asteroider som utvidgade jordens beståndsdelar av olika grundsubstanser, inklusive vatten i form av is. Allteftersom jorden kylde ner, började vatten att ackumuleras i atmosfären och regn kunde bildas. Med tiden bildades de första haven som täckte nästan hela jordens yta. Under loppet av de senaste 2 miljarder åren uppstod det flera superkontinenter genom olika kollisions- och separationsprocesser.

Den senaste superkontinenten – **Pangea** (Figur 4), började brytas isär för cirka 200 miljoner år sedan. Med tiden skulle detta ge upphov till dagens kontinenter och steg för steg olika organismgrupper, karaktäristiska för olika geologiska epoker (Figur 5).



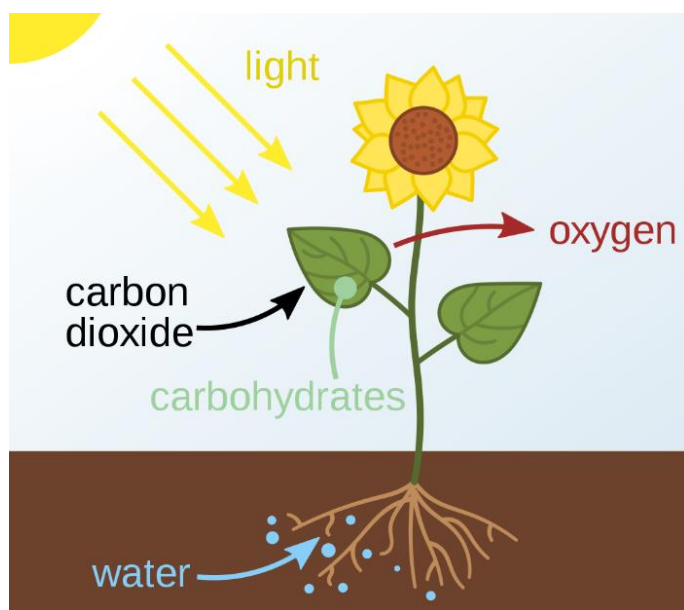
Figur 4: Bild på den senaste urkontinenten Pangea.
Bildkälla: [Pangaea continents - Pangaea – Wikipedia](#)



Figur 5: Livets utveckling på jorden
Bildkälla: [Geologicirklar time spiral - Geologisk tidsskala – Wikipedia](#)

En av naturvetenskapens största frågor är när och var liv uppstod – och hur det gick till. De säkraste bevisen vi har för forntida livsformer är fossil av **bakterier**, som är cirka 3,5 miljarder år gamla. Men under de senaste åren tror man sig ha hittat fossil av bakterier som kan vara upp till cirka 4,28 miljarder år gamla och kan ha uppstått i den ocean som bildades redan för cirka 4,4 miljarder år sedan.

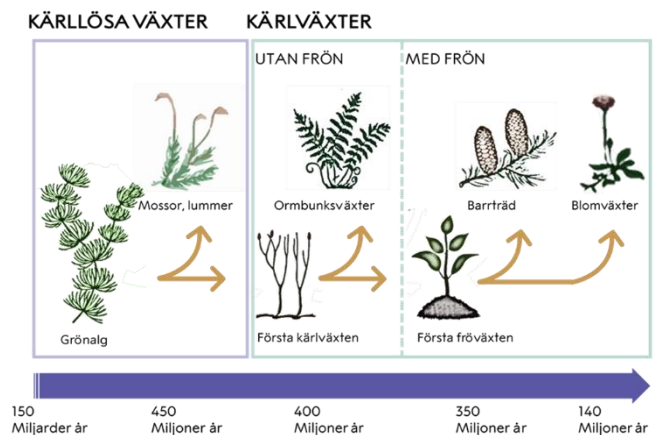
De första bakterierna levde i syrefattiga miljöer, men för cirka 2,45 miljarder år sedan utvecklade de forntida bakterierna en ny metabolisk livsstil – **fotosyntesen** – tack vare en symbios, som upptäcktes av forskaren Lynn Margulis. Hennes upptäckt förklarade hur **självnärande, autotrofa bakterier** på jorden kunde omvandla energi från solen och producera syre. Med tiden steg syrehalten i atmosfären och tack vare denna stora förändring av atmosfärens sammansättning kunde nu andra, mer komplexa livsformer – till exempel olika typer av växtgrupper – utvecklas. De i sin tur utvecklade fotosyntesprocessen vidare (Figur 6). Parallellt med dessa utvecklades även andra icke-fotosyntetiserande organismer såsom protister, svampar och djur.



Figur 6: Bild på principen för fotosyntesen i en växt.
Bildkälla: [Photosynthesis en - Photosynthesis - Wikipedia](https://www.google.com/search?q=ancestral+green+algae&tbm=isch&hl=sv&chips=q:ancestral+green+algae,online_chips:plant+evolution;jRksMAamRjO%3D&sa=X&ved=2ahUKewjAzYGd2OfxAhWqlosKHbEwDPIQ4lYoAHoECAEQEg&biw=1263&bih=609)

Växternas evolution

Dagens många växtarter beundras både för sin skönhet och nytta. Intresset för växtodling i olika former – till och med i rymden – har stigit enormt den senaste tiden – inte minst på grund av högre krav på hållbara lösningar för livsmedelsproduktion och behov av möjlighet till självförsörjning. Grunden till dagens imponerande växtmångfald bygger på en fantastisk evolutionär process på jorden (Figur 7, se även övningarna kring växter på sidan 32).



Figur 7: Växternas utveckling från små, forntida fotosyntetiserande bakterier.

Källa: Omarbetad illustration inspirerad av

https://www.google.com/search?q=ancestral+green+algae&tbm=isch&hl=sv&chips=q:ancestral+green+algae,online_chips:plant+evolution;jRksMAamRjO%3D&sa=X&ved=2ahUKewjAzYGd2OfxAhWqlosKHbEwDPIQ4lYoAHoECAEQEg&biw=1263&bih=609

De första växterna uppstod från de första fotosyntetiserande bakterierna i vattenmiljöer i jordens urtida hav. Vissa av dessa tidiga växter stannade i vattenmiljön och utvecklades till dagens vattenlevande växter, såsom olika alger. Andra gick istället stegvis upp på land. Man tror att de första **landväxterna** utvecklades för cirka 450 miljoner år sedan. När växterna väl hade kommit upp på land, utvecklades enklare växtgrupper utifrån dessa, som mossor (bryofyter), ormbunkar och lummerväxter, men med tiden utvecklades mer avancerade växtgrupper, som **nakenfröiga växter** (gymnospermer, som omfattar bland annat barrväxter), och **gömfröväxter** (angiospermer, blomväxter, fröväxter). Nakenfröiga växter karaktäriseras av att deras fröämnen sitter nakna i växten och inte skyddade i en frukt (Figur 8).



Figur 8: Bild på olika gömfröiga växter.
Bildkälla [Gymnospermae - Gymnosperm - Wikipedia](#)

Figur 9 nedan visar hur framgångsrika växtgrupper av lummer och ormbunksväxter på jorden kunde se ut för ungefär 360 till 300 miljoner år sedan.



Figur 9: Bild på urtida vegetation, innan uppkomsten av blomväxter.
Bildkälla: [Devonianscene-green.jpg \(2563x1792\) \(wikimedia.org\)](#)

Gömfröväxter karaktäriseras av att de **bildar frön som är skyddade av en frukt**. Det kan ha flera evolutionära fördelar för växten, eftersom deras frön inte är lika sårbara som de hos nakenfröiga växter. Enligt en studie från 2018 uppstod blomväxterna förmodligen för cirka 149-256 miljoner år sedan.

Vilka växtgrupper som har dominerat vegetationen på jorden under olika tidsåldrar har varierat, men idag utgör gömfröväxterna cirka 94 procent av alla växter på jorden (Figur 10).



Figur 10: Bild på olika blomväxter.
Bildkälla: [Flower poster 2 - Flowering plant - Wikipedia](#)

Enligt 2020 års globala inventering av växter, har man inom **botaniken** beskrivit cirka 391 000 olika växtarter, varav 369 000 är blomväxter. Men, man uppskattar att det finns ännu fler upptäckta växtarter på jorden och i genomsnitt beskrivs omkring 2 000 nya växtarter varje år. Samtidigt uppskattar man att cirka en femtedel av alla växtarter hotas av utrotning.

Av alla dessa växtarter, är det endast cirka 31 000 som används av människan för till exempel livsmedelsproduktion, medicin, energi, djurfoder, byggnadsmaterial eller dekoration. Men alla växtarter spelar en viktig roll för vår planet eftersom de även utgör näring och livsmiljö för andra organismer än människan, och för att de, tillsammans med alla vattenlevande och fotosyntetiserande organismer (växtplankton, alger, med mera) producerar det livsviktiga syret för vår atmosfär som bidrar till att reglera vårt klimat.

Hur många växter finns det i Sverige?

Under 1700-talet beskrev naturforskaren Carl von Linné (Figur 11) cirka 7 700 olika växter.



Figur 11: Carl von Linné, den moderna taxonomins fader.
Bildkälla: [Carolus Linnaeus by Hendrik Hollander 1853 - Carl von Linné - Wikipedia](#)

Idag känner man till cirka 10 000 olika växtarter i Sverige. Enligt den senaste rödlistan från år 2020 bedöms cirka 6 procent av dessa vara hotade på något sätt. Men vår kunskap om växter i Sverige är långt ifrån komplett – precis som i alla andra länder. Därför finns ett stort behov av att fortsätta kartläggningen av växter, deras utbredning och förhållanden i svensk natur (och i övriga länder).

Runtom i Sverige pågår det olika aktioner som man kan anmäla sig till för att lära sig mer – eller delta i undersökningar av växter i Sverige.

Några roliga exempel är att följa blomstervandringar eller läsa vad Svensk Botaniska Föreningen skriver i sina tidskrifter och websidor:

- [Filma din blomstervandring! – Svenska Botaniska Föreningen \(svenskbotanik.se\)](#)
- [Svenska Botaniska Föreningen \(svenskbotanik.se\)](#)
- [Artbestämning - Artfakta från SLU Artdatabanken](#) – här kan man slå upp om nästan alla arter i Sverige (också om djur).

Växtgrupper	I världen*	I Sverige*
Egentliga växter 🌿	>374 000	13 846
Glaukofyter	15	2
Rödalger	> 6000	206
Grönalger	> 13 000	1 001
Streptophyta		12 637
Kransalger	> 1 300	45
Landväxter		11 991
Levermossor	> 7 400	429
Nålfruktsmossor	223	4
Bladmossor	> 13 300	1 097
Kärlväxter 🌳	> 353 000	10 461
Lummerväxter	> 500	20
Euphylllophyta		10 436
Ormbunksväxter	>12 000	98
Fröväxter 🌱	> 353 000	10 301
Nakenfröiga växter 🌱	> 1000	114
Blomväxter (🌸)	> 300 000	10 187

* Antal kända arter

🌱 Pollinerats av djur

Sammanställning av Philippe Simon och Natuschka Lee.
Data hämtade från SLU Artfakta, juli 2021.

Djurens evolution

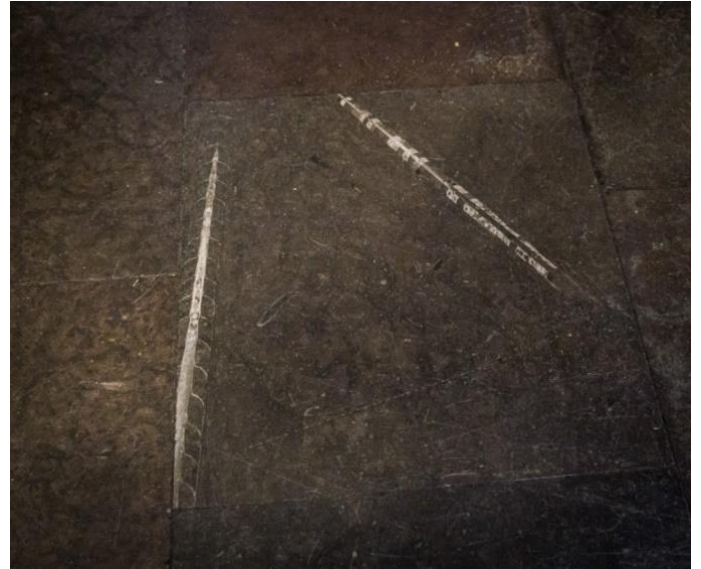
Vid sidan av utvecklingen av växter och andra livsformer som svampar, utvecklades även djuren. Vad är då ett djur? I motsats till växterna så är djur inte självnärande eftersom de inte kan utvinna energi från solljuset. Istället är djur heterotrofa eftersom de livnär sig på andra organismer (bakterier, svampar, växter och andra djur). De första och äldsta djuren på jorden kallas för protister och består av encelliga organismer såsom toffeldjur (Figur 12).



Figur 12: Toffeldjur, ett av de första och äldsta djuren på jorden.
Bildkälla: [Paramecium.jpg \(751×738\) \(wikimedia.org\)](https://www.wikimedia.org/wiki/File:Paramecium.jpg)

Med tiden utvecklades mer avancerade djur från dessa protister. För närvarande tror man att dagens djur härstammar från en protistgrupp som kallas för flagellater. Med tiden blev djuren både större och mer komplexa. De äldsta fossil som finns av djur är cirka 610 miljoner år gamla men man tror att det fanns djur ännu längre bak i tiden – kanske så långt som 1,2 miljarder år tillbaka. Olika tidsteorier diskuteras, men någonstans inom denna tidsperiod bör djuren ha uppstått.

Precis som bakterier och växter, var de första djuren vattenlevande. Typiska forntidsdjur var till exempel svampdjur (dagens tvåttsvampar härstammar från dessa), nässeldjur (dagens brännmaneter härstammar från dessa) och blötdjur som bläckfiskar (Figur 13), kräftdjur, leddjur och fiskar.



Figur 13: Urtida bläckfiskar i kalksten.

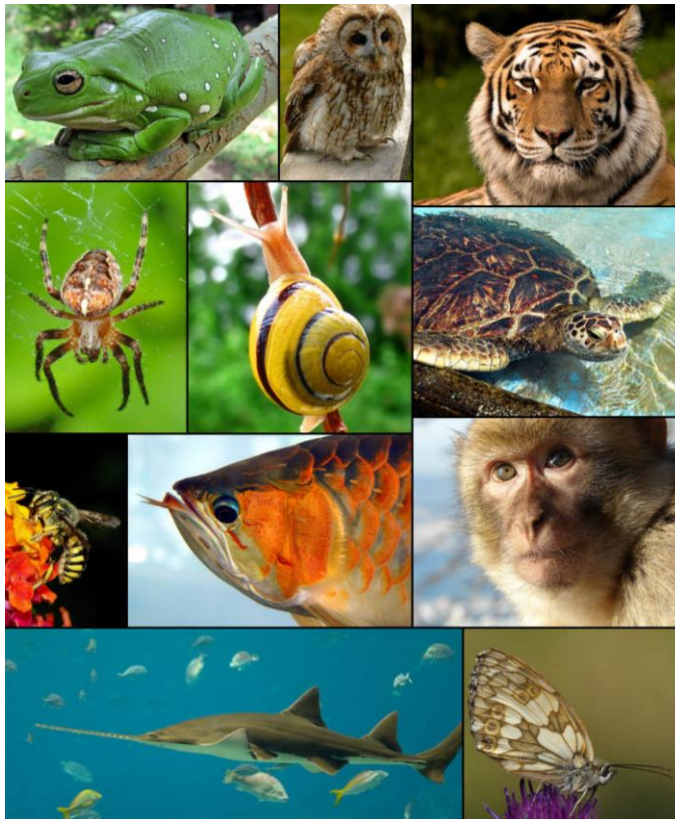
Bildkälla: [Orthoceras fossil \(2 av 3\) - Ortoceratiter – Wikipedia](https://www.wikipedia.org/wiki/Orthoceras_fossil)

En av de allra första djurgrupperna som gick upp på land var faktiskt leddjuren och inte forntida fiskliknande organismer – de tog sig upp på land först senare. När dessa vattenlevande djur väl hade kommit upp på land fortsatte utvecklingen under hundratals miljoner år till alla de fantastiska djurarter som vi känner till idag. Från forntida jättedjur som dinosaurier, fram till dagens arter.

Dagens djurrike delas in i sex olika stammar:

- Svampdjur
- Kammaneter
- Nässeldjur
- Placozoeer
- Bilateria (till exempel maskar och **leddjur** där insekter ingår)
- Deuterostomier (tagghudingar, svalgsträngsdjur samt den mest kända djurgruppen **ryggradsdjur** med fiskar, groddjur, kräldjur, fåglar och däggdjur)

Idag finns det mer än 1,5 miljoner kända arter av djur och en imponerande mångfald av olika arter – som kan vara så små som knappt 10 mikrometer och så långa som drygt 34 meter (figur 14).



Figur 14: Exempel på djurrikets mångfald.

Bildkälla: [Animal diversity October 2007 - Djur – Wikipedia](#)

Men man uppskattar att detta bara utgör en liten bråkdel av alla de djurarter som faktiskt existerar på jorden idag. Många djurarter har ju försvunnit under tidens lopp i och med olika massutrotande händelser som till exempel enorma meteoritnedslag under dinosauriernas epok. Vissa forskare menar att det idag kan finnas upp till 8 miljoner olika djurarter. Idag hotas många av dem att försvinna i takt med dagens miljö- och klimatförändringar.

Djurgrupper	I världen*	I Sverige*
Kammaneter	214	8
Nässeldjur	Ca 14 500	297
Placozoeer	3	0
Svampdjur	Ca 9 500	151
Deuterostomier		
Ryggsträngsdjur ☼	Ca 73 000	1778
Svalgsträngsdjur	139	8
Tagghudingar	Ca 11 300	95
Tvåsidiga djur		
Armfotingar	435	6
Björndjur	Ca 1 000	112
Blötdjur	Ca 111 150	783
Bukhårsdjur	865	117
Bägardjur	171	29
Dvärgkäckmask	1	0
Hakmaskar	Ca 1 300	42
Hjuldjur	Ca 2 000	830
Hästskomaskar	19	5
Klomaskar	167	0
Korsettdjur	29	1
Käckmaskar	100	14
Leddjur ☼	Ca 1 126 000	35 792
Mossdjur	Ca 20 550	159
Myxozoa	742	0
Pansarmaskar	309	19
Pilmaskar	132	11
Plattmaskar	Ca 20 550	607
Rhombozoer	122	2
Ringbärare	2	1
Ringmaskar	Ca 16 000	1587
Rundmaskar	Ca 12 200	1083
Skedmaskar	173	4
Slemmaskar	Ca 1 350	100
Snabelsäckmaskar	22	2
Stavsimmare	26	2
Stjärnmaskar	206	17
Tagelmaskar	356	9
Ädelstensmaskar	432	67

* Antal kända arter

☼ Pollinerande

Sammanställning av Philippe Simon och Natuschka Lee.
Data hämtade från SLU Artfakta, juli 2021.

Leddjur och insekter

Leddjur (på latin, Arthropoder, på svenska uppdelat) består av över en miljon arter, och utgör ungefär 80 procent av alla djurarter. Leddjur är den artrikaste gruppen inom djurriket och hit hör väldigt varierande djurgrupper, såsom spindeldjur (inklusive skorpioner), kräftdjur, mångfotingar och insekter (Figur 15).



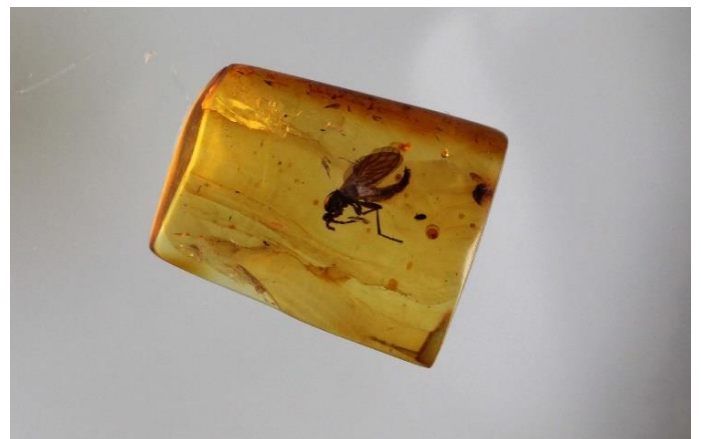
Figur 15: Exempel på leddjurens mångfald.
Bildkälla: [Arthropoda - Leddjur - Wikipedia](#)

Som tidigare nämnt var leddjuren en av de första vattenlevande djurgrupperna som tog sig upp på land för cirka 550 miljoner år sedan. För ungefär 400 miljoner år sedan började några av dem flyga – omkring 100 miljoner år tidigare än alla andra djurgrupper.

Den gemensamma nämnaren för alla leddjur är att deras kroppstrukturer är indelade i segment – de är ledade. Andra typiska kännetecken för leddjuren är att de har:

- Ett förhårdnat hudskal (så kallat exoskelett – i motsats till däggdjuren som har ett endoskelett) som består av de speciella molekylerna kitin och sklerotin. Hudskalet fyller framför allt två funktioner: att bilda ett yttre skydd och att skapa fästen för muskler under skalet. Att musklerna är fästa på det viset ger en ”hävstångseffekt” som gör leddjuren mycket rörliga. Man tror att det delvis var därför de blev de första djuren att utveckla förflyttningsmekanismer som att hoppa, simma, gå och flyga.
- De saknar lungor som finns hos ryggradsdjur, istället har de gälar, boklungor eller trakésystem.
- Som många andra djur har de parade ben, men antalet parade ben beror på vilka djurgrupper de tillhör till. Insekter har 3 par ben, spindeldjur har 4 par ben.

De flesta insekter är bevingade åtminstone under någon del av sin livscykel. Insekterna har en fenomenal förmåga att utnyttja och anpassa sig till olika nischer i naturen. Därför kan man hitta insekter nästan överallt på jorden – inklusive i Antarktis och i höga bergskedjor, men inte i oceanerna. De äldsta insektsfossil man har hittat uppskattas vara cirka 400 miljoner år gamla men man tror att insekterna existerade ännu tidigare (Figur 16).



Figur 16: Exempel på en insektsfossil i en bärnsten.
Bildkälla: [Evolution of insects - Wikipedia](#)

Under en viss period i jordens historia var insekterna jättestora och kunde ha ett vingspann på 70 cm (Figur 17). Det kan ha berott på att syrehalten i atmosfären då var högre än idag och att de inte kunde jagas av andra flygande djur.



Figur 17: Fossil av en jättetrollslända med ett vingspann på 70 cm.
Bildkälla: Av Ghedoghedo - Eget arbete, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8529805>

I likhet med andra djurgrupper som dinosaurierna, så har även insekterna utsatts för flera dramatiska händelser som orsakat massdöd och många av de ursprungliga insekterna har dött ut helt. Förfäderna till dagens insekter utvecklades först för cirka 250-145 miljoner år sedan. Några av de vanligaste, kända grupperna av insekter är dagfjärilar, nattfjärilar, flugor, skalbaggar och steklar (Figur 18).



Figur 18: Exempel på olika insektsgrupper.
Bildkälla: [Insect collage - Insect - Wikipedia](#)

Dessa grupper fyller olika funktioner i naturen – från parasitism och skadegörelse, till olika nyttofunktioner för både människan och den biologiska mångfalden i naturen.

För ungefär 100-150 miljoner år sedan började två mycket intressanta evolutionsprocesser: Uppkomsten av **sociala insekter** – insekter som bildar stora samhällen med hundratals/tusentals individer, som termiter och honungsbin (Figur 19) och **sam-evolutionen (symbiosen) mellan blommväxter och olika insektsgrupper**.

Den nuvarande hypotesen är att de flesta insekter var rovdjur innan dess – det vill säga att de jagade andra insekter som föda. När blommväxter utvecklades så utvecklade de även näringsrika pollenkorn som innehåller nästan alla näringsämnen (till exempel spår-ämnen, aminosyror, proteiner, vitaminer, fetter) som behövs för att fröämnet – efter att det har blivit befruktat – ska kunna växa bra. Detta gjorde det möjligt för vissa insekter att helt livnära sig på blommväxter. Förfäderna till dagens pollinatörer bytte alltså levnadsstil och blev vegetarianer när de började livnära sig på blommväxters pollen och nektar. Tänk att allt som krävs för att ett bi ska leva gott är pollen, och nektar och nyttomikrober!



Figur 19: Exempel på sociala insekter: termiter och deras imponerande termitstackar.
Bildkälla: [RayNorris termite cirkathedral mounds - Termite - Wikipedia](#)

Under de senaste miljonerna åren har sam-evolutionen mellan blommväxter och dessa insektsgrupper utvecklats mot allt mer avancerade former. Forskning om detta fenomen kallas för **pollineringsbiologi** – och i dess vidare bemärkelse – **pollineringsökologi**.

Pollineringsbiologi

Historisk bakgrund

Pollineringsbiologi är läran om växternas pollineringsmekanismer, som utgör en viktig process i växternas förökningsbiologi. Pollineringsbiologi är en relativt ung vetenskapsgren, men man kan faktiskt hitta intressanta indikationer på att redan forntida människor någon gång måste ha upptäckt pollineringsfenomenet och betydelse. Till exempel när de observerade att frön från ätbara växter började växa och skapa nya ätbara produkter av samma växtart.

Ett av de äldsta forntida verken som demonstrerar aktiv pollinering av växter av en annan organism har hittats i Mesopotamien och dateras tillbaka till cirka 1500 före vår tidräkning (Figur 20). Odling av växter blev med tiden en bidragande faktor till att människor kunde sluta samla och jaga sin föda, och istället bosätta sig på fasta platser och fortsätta förbättra odlingsmetoder av olika livsmedelsgrödor samt börja med djurhushållning.

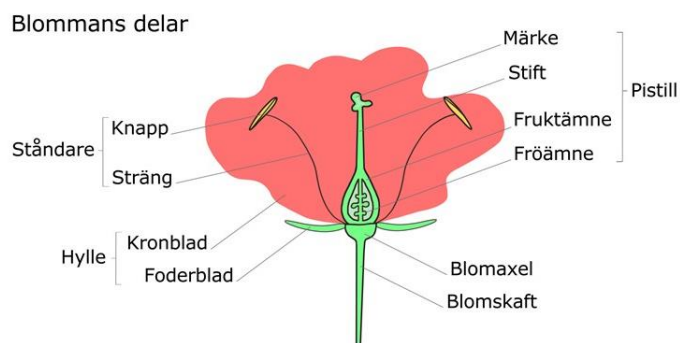


Figur 20: Forntida bildsten från Mesopotamien med relief som visar hur man föreställde sig att forntida gudar pollinerar dadelpalmer, år 1500 före vår tideräkning.
Bildkälla: [Eagle-Headed Deity LACMA 66.4.4 \(2 of 2\) - Nimrud - Wikipedia](https://www.botaniska.se/barn-skola/tips-och-studiematerial/pollinering/lararhandledningar/vad-ar-pollinering/)

Det tog flera tusen år innan vår förståelse för växternas pollineringsbiologi utvecklades vidare. Under medeltiden gjordes olika experiment kring växternas biologi och i slutet på 1600-talet började enstaka forskare ana att växter kunde ha olika kön och att insekter kunde spela en viss roll för växternas reproduktion. Men man förstod inte ännu hur och varför.

På 1700-talet lade **Carl von Linné** fram ett nytt klassificeringssystem av växter som till stor del byggde på växternas sexualsystem. På 1800-talet började **Charles Darwin** – grundaren av den moderna evolutionsläran – att undersöka växternas reproduktionssystem ur ett evolutionärt perspektiv. Det lade grunden till den moderna pollineringsbiologin, som tog fart på 1940-talet då växternas och djurens evolution kunde börja studeras ur mer avancerade populationsdynamiska och genetiska perspektiv.

Blommans beståndsdelar (Figur 21): Rent tekniskt utgör blomman den del av växterna som används för fortplantning. Blommans huvudsakliga uppgift är att producera frön, som sedan ska spridas vidare. För att blomman ska kunna bilda frön, behövs både hanliga och honliga organ. Det hanliga organet kallas för **ståndare** och innehåller **pollenkorn** (kallas också för frömjöl). Det honliga organet kallas för **pistill** och innehåller **fruktämne med fröanlag**, som efter att den har blivit befruktad av pollenkorn utvecklas till en **frukt** som i sin tur innehåller ett eller flera **frön**. Som Carl von Linné demonstrerade har olika växter utvecklat olika uppställningar av beståndsdelarna i sina blommor – med honliga och hanliga delar (se vidare sidan 35 om blomväxter och spridning).



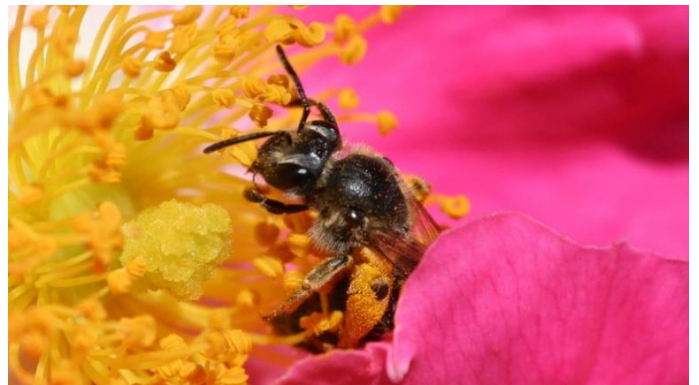
Figur 21: Figuren visar blommans olika beståndsdelar. I ståndaren produceras de hanliga delarna, det vill säga pollen. Dessa brukar sitta på knappen (ståndarknappen).
Bildkälla: <https://www.botaniska.se/barn-skola/tips-och-studiematerial/pollinering/lararhandledningar/vad-ar-pollinering/>

Växterna har också utvecklat flera olika trick för att locka till sig organismer som kan pollinera dem – till exempel genom olika färger, dofter, nektar och ibland även oljor och fettrika utväxter. Det finns även enstaka växtarter som lurar organismer att pollinera dem utan att erbjuda dem nektar som belöning.

Pollinering: Pollinering förekommer hos många växter som blommor och bildar frön. Den innebär att pollenkorn på något sätt överförs till pistillen för att befrukta den. Pollinering kan ske antingen genom **självbefruktning** (inom samma blomma) eller genom **korspollinering** (mellan olika blommor). Det finns både för- och nackdelar med båda dessa varianter. Vid självbefruktning förekommer ingen risk för att *inte* bli pollinerad och eftersom avkomman kommer att likna sin förälder är chansen även stor att den kommer att trivas i samma miljö som sin förälder. Vid korspollinering minskar dock risken för inavel, eftersom arvsanlagen ständigt kombineras om så att nya egenskaper bildas.

Pollineringen kan ske på tre olika sätt:

1. **Abiotisk pollinering i naturen** - innebär att pollenkornen sprids med till exempel vind och vatten. Det förekommer bland många arter av träd, gräs och livsmedelsgrödor som vete, majs och ris. En nackdel med vindpollinering är att pollenhalten i luften tidvis kan bli mycket hög och spridas över stora arealer. Det kan skapa allergiska reaktioner hos många individer.
2. **Abiotisk, artificiell pollinering (handpollinering/mekanisk pollinering)** – innebär att pollinering sköts artificiellt av människan eller av robotar (Figur 22).
3. **Biotisk pollinering** – innebär att pollenkornen sprids med hjälp av levande organismer, främst djur och framför allt olika insekter. Beroende på växtart och dess biotop, kan även större organismer pollinera växter – till exempel gnagare, fladdermöss, fåglar, ödlor och primater (Figurerna 23-25).



Figur 23: Bild på hur ett solitärt bi pollinerar en ros.
Bildkälla: [Bee pollinating a rose - Pollination - Wikipedia](#)



Figur 24: Bild på hur en kolibri dricker nektar från en blomma.
Bildkälla: [Purple-throated cirlar hummingbird feeding - Hummingbird - Wikipedia](#)



Figur 22: Robotbin, utvecklade av forskare vid Harvard universitet. Dessa robotbin kan möjligtvis användas för artificiell pollinering eller för övervakning och olika räddningstjänster.
Bildkälla: [RoboBees - RoboBee - Wikipedia](#)



Figur 25: Bild på hur en fladdermus pollinerar en bananplanta.
Bildkälla: [Choeronycteris mexicanus, Mexican long-tongued bat \(7371567444\) - Bat - Wikipedia](#)

Pollen finns främst hos blomväxter, men även hos gymnospermer som barrträd. Pollen är väldigt näringsrikt och utgör, vid sidan av nektar, livsnödvändig kost för många pollinatörer. Det är därför pollinatörer är så flitiga med att besöka olika växter – de samlar nektar och/eller pollen. Medan nektar förser bin med kolhydrater (socker), så förser pollen dem med protein och mineraler, till exempel för uppfödning av insektslarver.

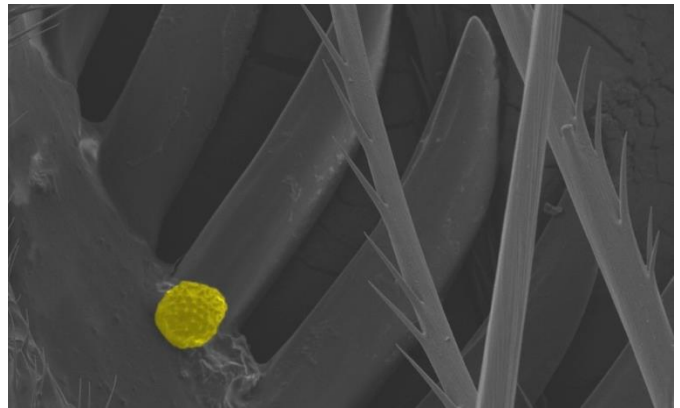
Hur sprider och samlar insekter pollen? När en insekt – till exempel ett honungsbi – besöker en blomma för att komma åt nektar brukar miljontals pollenkorn i blommans ståndare fastna på hela biets kropp (Figur 26). Biet blandar sedan pollenkornen med lite saliv och packar ihop dem till klumpar som den fäster på sina bakben. Som verktyg använder biet speciella hårstrån och en speciell kam på sina ben för att packa ihop pollenkornen (Figur 27). Det brukar ta upp till 10 minuter. Sedan flyger biet vidare och letar efter mera pollen tills den är fullastad (Figur 28-29). Pollenkornen hos olika blommor har olika näringsvärde, så för biet är det viktigt att det finns växter med näringsrika pollen och en bred mångfald av växter i det område där det flyger omkring.



Figur 26: Honungsbi som samlar pollen.

Bildkälla:

https://sv.wikipedia.org/wiki/Pollen#/media/Fil:Bee_Collecting_Pollen_2004-08-14.jpg



Figur 27: Svepelektronmikroskopiskt fotografi av en pollenkam på honungsbiets ben - i mitten ser man ett enskilt runt pollenkorn med en diameter på 20 mikrometer. Foto: Natuschka Lee, Markus Schmid och UCEM, Umeå Universitet.



Figur 28: Honungsbi som transporterar färdigpackade pollenklumpar (pollenbyxor).

Bildkälla: https://de.wikipedia.org/wiki/Pollen#/media/Datei:Apis_mellifera_flying.jpg



Figur 29: Bilden visar hur ett bi, fullastat med pollenklumpar (pollenbyxor) går in i bikupan.

Bildkälla:

https://de.wikipedia.org/wiki/Pollen#/media/Datei:Pollenhoesch_en

Ett bi kan bära pollenklumpar upp till cirka 35 procent av sin egen vikt och den brukar flyga 0,5 till 3 kilometer från sin bikupa för att leta efter olika blommor med pollen och nektar. På ett år kan ett bisamhälle samla in nästan 60 kg pollen – det ska då räcka både till att föda upp insektslarver och till vinterfoder.

Inne i bikupan packar bina in pollenklumparna i vaxkakornas celler, där de sedan förädlas vidare till bibröd genom en mikrobiologisk jäsningsprocess, lik den vid bakning (Figur 30).



Figur 30: Bilden visar hur bina förvarar de insamlade pollenklumparna i bikupan. Notera de olika färgerna i högra hörnet (orange, gult mm.).

Bildkälla:

https://de.wikipedia.org/wiki/Pollen#/media/Datei:Pollen_in_Wabe_31b.jpg

Identifiering av pollen spelar en stor roll i flera olika sammanhang, av olika skäl:

- För identifiering av vindpollen för att kunna informera och **förvarna pollenallergiker** vilka typer av pollen som finns i luften.
- För att **förstå hur klimat och vegetation har förändrats** över tid. Ofta är pollen det enda som finns kvar tusentals – eller kanske miljontals år efter det att en växt har vissnat och brutits ned. Tekniken med att hitta och analysera pollen på detta vis utvecklades bland annat av den svenske forskaren och pionjären Lennart von Post.
- För datering av sediment och bergarter.
- För att **utforska vilka växter bin har besökt** och kunna bedöma om jordbruksväxter har blivit pollinerade som förväntat, eller för att undersöka om det finns konkurrensrisker mellan olika pollinatörer.
- För att utforska ursprunget hos en honungsprodukt.
- För **kriminalteknik**, där man via identifiering av pollen på till exempel kläder, skor eller bildäck kan visa att en person har varit på ett specifikt område.

Pollen hos olika växtarter ser ut på olika sätt:

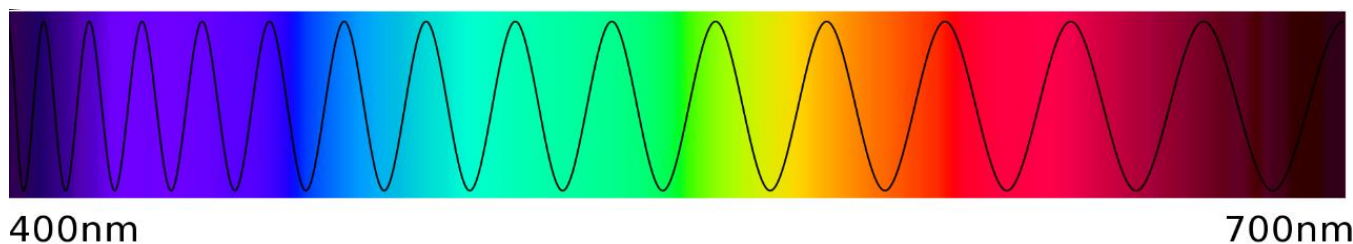
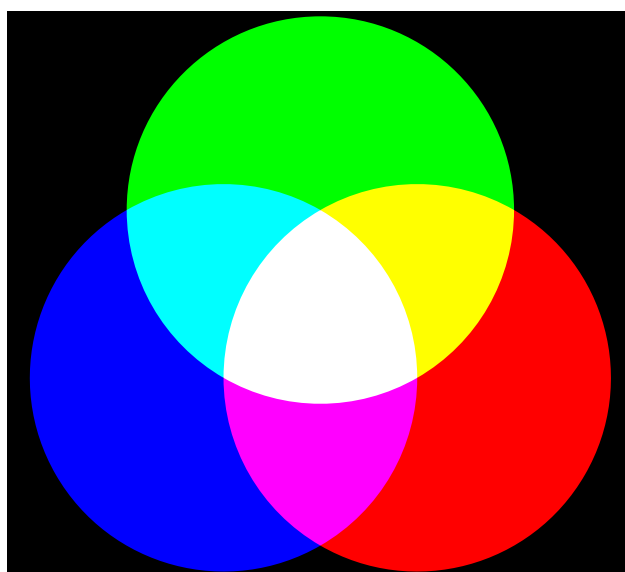
Färg: Maskrosen till exempel har gula pollen, medan honungsfacelian har mörkblåa. I princip kan alla färger förekomma bland pollen. Ett litet urval av pollennyanser ses i Figur 31. Beroende på växtart, region och vilka andra växtsorters pollen som har

blandats in i pollenklumpen, kan det uppstå många nyanser av samma färg. I "Pollenjakten" kommer ni att använda en pollenfärgkarta med 219 olika nyanser för sortering och vidare identifiering av olika pollenklumpar.



Figur 31: Exempel på färger som man kan hitta på pollen från olika växter i Sverige.

Enkel färglära: Ljus och färg är i princip individuella sinnesupplevelser som kan vara svåra att beskriva exakt, då vi är alla unika individer. Vissa individer är färgblinda, men det betyder inte att de inte kan se färger, de ser dem bara på ett annat sätt. Det ögat uppfattar som färg är elektromagnetisk strålning i specifika våglängder. Varje färg har en specifik elektromagnetisk våglängd (till exempel lila har 400 nanometer). När huvudfärgerna blandas uppstår det olika nyanser, beroende på hur många olika färger och hur mycket av dem som blandas med varandra (Figur 32).



Figur 32: Enkel färglära

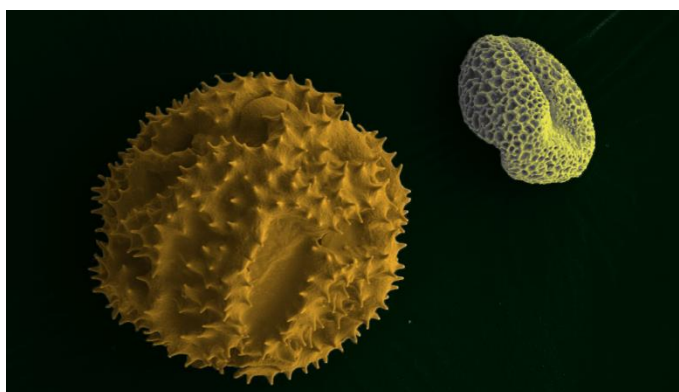
Bildkälla: <https://sv.wikipedia.org/wiki/Färg> och <https://sv.wikipedia.org/wiki/Spektrum#Spektralfärger>

Form: Pollen kan till exempel se ut som en kaffeböna, som en trekant eller vara helt rund, några exempel finns i figurerna 33-34.¹

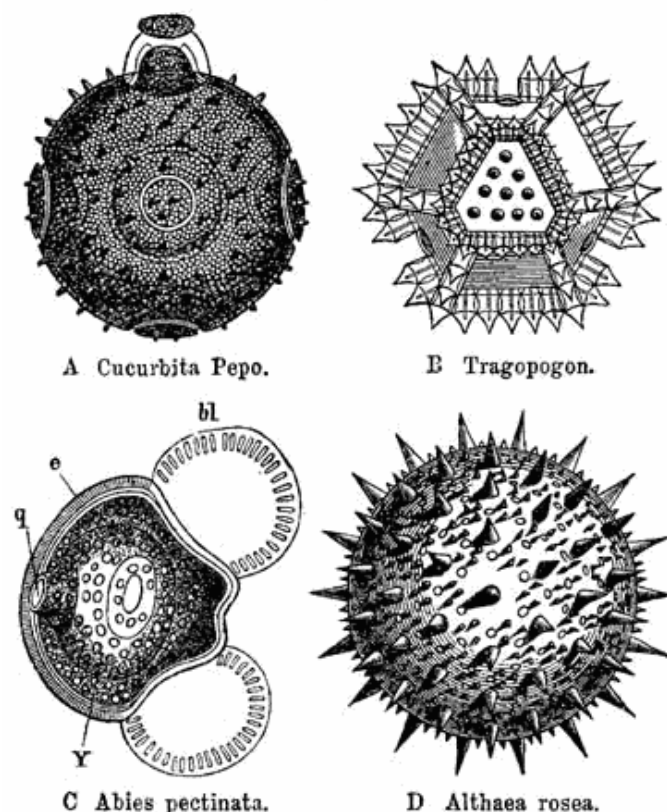


Figur 33: Svepelektronmikroskopiskt fotografi av olika pollenformer i en pollenklump som har samlats av ett bi i Västerbotten (från biodlaren Jörgen Kragh). Foto: Natuschka Lee, Baraa Rehamnia och UCEM, Umeå Universitet.

- **Ytstrukturer:** Ett pollenkorn kan ha en jämn yta, eller ha fåror, olika mönster eller utskott, några exempel finns i figurerna 34-35.
- **Storlek:** Pollenkornen mäter i genomsnitt från cirka 4 till 200 mikrometer.
- **Antal pollen:** Olika växter producerar olika mycket pollen. Till exempel så producerar maskros fem gånger mera pollen än raps. De innehåller också olika mycket näring.



Figur 34: Två pollenkorn med olika strukturer på ytan - från en pollenklump från Jörgen Kragh's bigård i Västerbotten. Foto: Natuschka Lee, Baraa Rehamnia och Cheng Choo Lee, Umeå Universitet.



Figur 35: Teckningar av hur ytstrukturer på pollen kan variera mellan olika växtarter. A: Cucurbita Pepo, Zucchini; B: Tragopogon, Haverrot; C: Abies pectinata, Ädelgran; D: Althaea rosea, Stockros. Bildkälla: [Pollen \(Meyers Konversationslexikon 1888\).png \(368×447\) \(wikimedia.org\)](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pollen_(Meyers_Konversationslexikon_1888).png).

Pollineringsökologi

Definition: Inom pollineringsökologi studeras samspelet mellan alla de enheter som deltar i pollineringsprocessen i en specifik biotop. En klassisk, mycket fascinerande aspekt är hur blommväxterna och pollinatörerna har anpassat sig till varandra under långa tidsperioder – allt från specifika anpassningar av kroppsdelar (till exempel kroppsstorlek, tungans längd hos insekten) till form, färger, dofter, ljud och mikrober hos blomman - till insekter som härmar pollinatörer men ändå inte pollinerar blommor (Figurerna 36-38).

¹ I labbövningsarna kommer ni att mikroskopera ett urval av de olika pollenklumparna för att beskriva deras form och därmed kunna identifiera pollenkornens växtursprung något bättre än bara via pollenklumpens färg.



Figur 36: Exempel på adaption mellan blomma och en blomfluga som pollinatör.

Bildkälla: [Eristalinus October 2007-6 - Pollinator - Wikipedia](#)



Figur 37: Exempel på adaption mellan blomma och pollinatör – med lång tunga för att komma åt nektarn.

Bildkälla: [Amegilla cingulata on long tube of Aciranthus ilicifolius flower - Bee - Wikipedia](#)



Figur 38: Exempel på adaption mellan blomma och pollinatör med en lång, hoprullbar tunga.

Bildkälla: [Thymelicus sylvestris m1 - Butterfly - Wikipedia](#)

Den senaste forskningen visar att samspelet mellan växter, pollinatörer och deras miljö är betydligt mer komplext än vad man tidigare trott:

- Det börjar med själva växten och dess mikroflora – i rötterna och jorden den växer i och på olika växtdelar som påverkar växtens hälsa och näringsinnehåll, så att den kan producera näringsrika pollen och nektar med olika nyttomikrober. Detsamma gäller insekten/pollinatören, som ska vara livskraftig, fri från parasiter och sjukdomsalstrande mikrober, så att den inte sprider dem till andra insekter när den besöker olika blommor.
- Den omgivande miljön där växten och insekten lever spelar en stor roll – den ska helst inte innehålla några giftiga kemikalier och gärna ha en hög biologisk mångfald, präglad av lokala växt- och insektsarter. Tyvärr finns det inte många sådana habitat kvar – varken i Sverige eller i resten av världen. Vissa forskare menar att så lite som 3 procent orörd natur kan finnas kvar på jorden. På grund av människans kraftiga ingrepp i olika miljöer har växterna och insekterna tvingats anpassa sig, och vi lever idag i en kraftig omvälvningsprocess där det är svårt att förutsäga hur- och vilka arter som kommer att överleva bäst – och var.
- Till sist spelar artrikedomen av växter och pollinatörer en viktig roll eftersom det här kan förekomma olika typer av interaktioner – positiva såväl som negativa. Den positiva interaktionen skapas genom olika positiva symbioser medan den negativa interaktionen kan leda till olika konkurrenssituationer, så att vissa arter slås ut. Ibland kan detta vara en naturlig process som i slutändan har positiva effekter, men om situationen är onaturlig på

grund av människans mindre kloka ingrepp i naturen, kan det istället skapa flera olika negativa effekter.

Antal insekter och pollinatörer: När Carl von Linné beskrev alla arter i Sverige på 1700-talet, hade han dokumenterat knappt 1 500 olika insektsarter. Enligt en svensk studie av Ronquist och hans medarbetare från 2020 finns det i Sverige ungefär 33 000 olika insekter och omkring 5 000 insekter kvar att upptäcka – hur många av dessa som pollinerar växter eller är hotade är okänt.

Idag tror man att det finns mellan 1 500 och 2 000 (eller till och med 3 000) olika pollinatörer i Sverige.

Dessa olika pollinatörsgrupper har dock olika ekologiska roller – och man bör därför vara medveten om att det bara är vissa av dem som både pollinerar och söker nektar, andra söker bara efter nektar eller gör ospecifika blombesök utan någon, för oss, uppenbar nyttofunktion.

Det finns också en rad olika insekter som härmar nyttiga pollinatörer men som egentligen bara utnyttjar eller parasiterar andra växter eller deras äkta pollinatörer (Figur 39).

Därför är det viktigt att vi lär oss känna igen viktiga pollinatörer så att vi gynnar rätt sorts insekter i olika miljöer. Det betyder inte att de andra insekterna är mindre viktiga, men om man vill få en lyckad pollinering, bör man se till att betingelserna för de önskvärda pollinatörerna är bra!



Figur 39: Stensnylthumla, ett exempel på en insekt som försöker likna en humla men som egentligen är en parasit.

Bildkälla:

https://sv.wikipedia.org/wiki/Stensnylthumla#/media/Fil:Bombus_rupestris_-_Centaurea_scabiosa_-_Keila.jpg

Tio olika grupper av pollinatörer i Sverige

Bin (steklar)

Solitärbin (Colletidae, Halictidae, Andrenidae, Melittidae, Megachilidae, Apidae)

Bin med varierade utseenden och storlekar. Utgör en viktig grupp av pollinatörer. Lever solitärt och inte i ett socialt samhälle som honungsbin.

Antal arter: ~287

Honungsbin (*Apis mellifera*)

Domesticerade bin som lever i ett socialt samhälle, uppdelat i arbetare, drönare och drottning.

Antal biraser eller korsningar: 5

Humlor (*Bombus*)

Lever i ettåriga sociala samhällen.

Antal arter: 50 (41 reproducerande arter i Sverige)

Övriga steklar

Antal arter: ~7300

Fjärilar

Dagfjärilar (Papilionoidea)

Antal arter: 228

Nattfjärilar (+29 familjer)

Antal arter: 3 056

Två-vingar

Blomflugor (Syrphidae)

Antal arter: 432 (412 reproducerade arter i Sverige)

Flugor

Antal arter: 5 438

Myggor

Antal arter: 3 960

Skalbaggar

Skalbaggar (Coleoptera)

Antal arter: 6 080

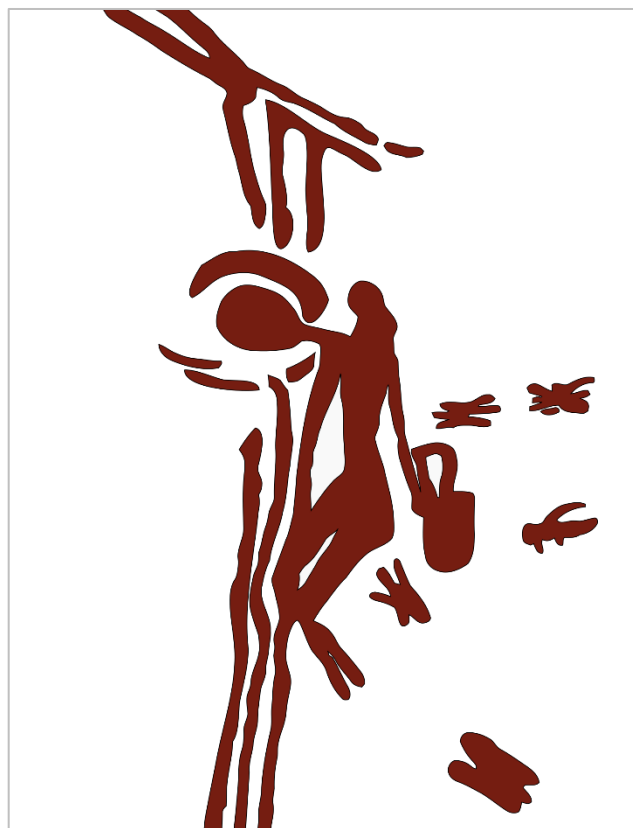
Kommentar: Notera att inte alla arter inom en viss grupp kan pollinera.
Referens: SLU Artfakta; Pollinatörernas Flora (N. Lee, med flera, opublicerad).

Kort om honungsbin: Honungsbin utgör visserligen bara en av knappt 300 olika bi-arter i Sverige, men det är den enda bi-art som har domesticerats och kan odlas i riktigt stora mängder. Det är dock viktigt att tillämpa sunda odlingsstrategier för att både honungsbin, deras miljö och övriga pollinatörer ska må bra. För detta krävs kunskap och forskning om deras ekologi.

Honungsbin levde också en gång i tiden vilt ute i naturen. Man tror att förfadern till dagens honungsbin utvecklades för mindre än en miljon år sedan i Medelhavsområdet. För cirka 10 000 år sedan började människor att försöka domesticera honungsbiet. De forntida egyptierna odlade bin i speciella kupor och honungsbiet hade ett högt symboliskt värde i deras kultur och mytologi. Innan dess hade människor med stor risk och möda jagat efter honung i ihåliga trädstammar och liknande (Figur 40-41). I vissa delar av världen finns det ännu kulturer som samlar in honung på detta sätt eftersom de lever närmare naturen.



Figur 40: Bin som hieroglyfisk symbol i det forntida Egypten
Foto: Natuschka Lee och Tanja Alzheimer.



Figur 41: Honungsbin i forntida kulturer.

Bildkälla:

https://en.wikipedia.org/wiki/Beekeeping#/media/File:Cueva_arana.svg

Domesticeringen av honungsbin har genomgått olika utvecklingsstadier. Faktum är att Carl von Linnés bror, Samuel Linneaus, bidrog till att förbättra metoderna för biodling i Sverige. Han förespråkade att man bör värna om binas liv och inte slakta dem vid honungsskörderna eftersom det vore bra för svensk natur att utvidga antalet bisamhällen i Sverige.

Sedan 1900-talets början har de vilda honungsbina i Sverige mer eller mindre försvunnit. Men mängden domesticerade bin har ökat mycket – framför allt under de senaste decennierna på grund av ett starkt stigande intresse för biodling. Idag odlas honungsbin i bikupor i större eller mindre skala (Figur 42). I Sverige försöker man undvika att ha för många bisamhällen på samma plats, i andra länder kan man ställa upp hundratals bikupor på samma plats. Det finns också en växande skara biodlare som vill odla honungsbin mer naturligt i trädstammar och även gynna vilda bin.



Figur 42: Flera bikupor på samma ställe.

Bildkälla: [Beehives in Mankato, Minnesota - Beehive - Wikipedia](https://en.wikipedia.org/wiki/Beehives_in_Mankato,_Minnesota)

Under 1800-1900-talet började biodlare runt om i världen att flytta biraser mellan olika länder och kontinenter. Det har haft både för- och nackdelar. De två största nackdelarna har varit att bisjukdomar orsakade av parasiter och sjukdomsalstrande bakterier och virus har kunnat sprida sig globalt i en rasande takt, och att olika biraser har blandats med varandra. Bland annat har aggressiva bistammar som kller bees uppstått.

Men man har också lyckats producera nya produktiva bi-sorter genom kontrollerade korsningar. I Sverige finns det för närvarande fem olika typer av honungsbin (figur 43a -43e), varav tre har utvecklats på naturlig väg under evolutionens lopp; det nordiska biet, carnica-biet, och ligustica-biet. Två olika korsningar har skapats av professionella biodlare; buckfast-biet och elgon-biet. Det nordiska biet representerar den ursprungliga birasen i Nordeuropa medan de övriga biraserna/korsningarna har importerats från England, Italien, Kaukasus och Afrika. Idag är de olika biraserna fördelade på olika områden i Sverige.



Figur 43a: Ligustica-biet (*Apis mellifera ligustica* – det italienska biet).

Bildkälla:

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f4/Apis_mellifera - Melilotus albus - Keila.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f4/Apis_mellifera_-_Melilotus_albus_-_Keila.jpg)



Figur 43b: Det nordiska biet (det mörka biet, *Apis mellifera mellifera* är den ursprungliga birasen i Nordeuropa).

Bildkälla:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a5/Abeille-bee-profil.JPG>



Figur 43c: Krainerbiet (Carnicabiet, *Apis mellifera carnica* – det syd-osteuropeiska biet)

Bildkälla:

https://en.wikipedia.org/wiki/Carniolan_honey_bee#/media/File:Apis_mellifera_carnica_worker_hive_entrance_3.jpg



Figur 43d: Buckfastbiet (en korsning mellan den engelska mörka birasen och italienska bin, skapad av benediktinermunken Broder Adam vid Buckfast klostret, hedersdoktor vid Sveriges Lantbruksuniversitet).

Bildkälla:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1e/Buckfast_bee.jpg



Figur 43c: Elgonbiet (en korsning mellan buckfastbiet och det östafrikanska bergsbiet *Apis mellifera monticola*), uppkallat efter vulkanen Elgon).

Bildkälla: Erik Österlund, Elgonbin

Antal växter som behöver pollinatörer: Globalt sett, brukar man säga att minst tre fjärdedelar av alla växter är beroende av pollinerande organismer, och att honungsbin pollinerar ungefär 400 olika växter, inklusive nyttoogrödor såsom grönsaker, örter, frukt och bär.

Hur står det då till i Sverige? Som tidigare nämnt finns det cirka 10 000 olika växtarter i Sverige, varav omkring 4 000 utgör vilda blomväxter. Men enligt hittills utförda fältinventeringar och databaser känner vi bara de specifika pollinatörerna (både vilda pollinatörer och honungsbin) för ungefär 1 000 olika specifika växtarter. Det betyder att det finns stora kunskapsluckor och att de aktioner som idag föreslås för att rädda pollinatörer i Sverige inte kan utföras optimalt. Anledningen är bristande information om pollineringsökologin för ett flertal växter och insekter.

Konkurrenssituationer bland pollinatörer:

Konkurrens brukar definieras som ett urvalsförfarande mellan olika aktörer, där den starkaste/snabbaste/mest anpassningsbara får bättre förutsättningar än andra aktörer. Inom biologin brukar detta ses som en av naturens drivkrafter där konkurrensen har en viss nyttoaspekt. Men om människans ingrepp i naturen skapar nya förutsättningar till förmån för vissa arter så hotas andra på ett onaturligt snabbt sätt.

I Sverige finns det för närvarande 5 512 hotade arter. 2 037 av dessa är insekter, och 293 av dem är pollinatörer.

Den typiska hotbilden mot pollinatörer orsakas av olika miljö- och klimatförändringar, som förändringar eller förlust av naturliga habitat, giftiga kemikalier eller av utbredning av invasiva arter

(insekter, växter, med mera). Ett typiskt exempel som diskuteras idag är om honungsbin kan utgöra en risk för vilda pollinatörer, eftersom det är den pollinatör som människan kan kontrollera någorlunda genom att flytta bikupor så att olika jordbruksfält kan pollineras under olika tidsperioder.

Eftersom **en bikupa kan bestå av 60 000 bin** eller mer, är det inte svårt att föreställa sig att vissa områden därmed kommer att invaderas av honungsbin – framför allt om man ställer upp många bikupor på samma ställe. Det finns dock studier som indikerar att pollineringen fungerar bättre (ger jämnare pollinering och bättre skörd) när det finns en rik tillgång av både odlade och vilda bin.

För att kunna bedöma vilka platser som är lämpliga för bisamhällen – och hur många bikupor man kan ställa upp på olika områden, är det viktigt att utforska miljön som bisamhällena står i. Några typiska viktiga frågor är:

- Finns det tillräckligt med växter så att de räcker för både honungsbin och vilda pollinatörer?
- Hur stor är den biologiska mångfalden av växter och insekter – präglas miljön av monokultur med hög användning av bekämpningsmedel, eller finns det en rik mångfald av olika arter?

Det bästa sättet att utforska detta är att inventera den biologiska mångfalden i de områden som bikuporna står i, dels genom fältstudier, dels genom olika analyser på forskningslaboratorier.

Pollenjaktens mål och relevans för de globala hållbarhetsmålen

I Pollenjaktens kommer vi att göra analyser av pollen för att studera den biologiska mångfalden av växter som honungsbin besöker. Via analyserna kommer vi för första gången kunna få en översikt över vilka växter som honungsbin besöker under år 2021 över hela Sverige. Det har flera fördelar:

- Biodlarna får en systematisk översikt över vilka växter som bin runt om i Sverige besöker. Med den informationen hoppas vi också kunna bedöma honungsbins situation i Sverige.
- Genom mer kunskap kan även biodlingsbranschen inspireras att utöka sitt sortiment och få bättre möjligheter till kvalitetskontroll av sina biprodukter (bipollen och honung) – Pollenjaktens kan bli ett viktigt bidrag till förhöjd kvalitet på svenska biprodukter.

- Jordbruket och övriga markägare får relevant information om vilka växter som pollineras när och var.
- Mer kunskap om den lokala pollineringssekologin skapar nya möjligheter för att stödja inte bara den lokala biologiska mångfalden, utan även den regionala livsmedelsförsörjningen.
- Pollenjakt ger grundskolorna tillgång till nytt pedagogiskt material om pollineringssekologi. Vi hoppas det kommer att inspirera till ett livslångt intresse och mer aktivt deltagande i dessa frågor.

Globala målen för hållbar utveckling

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 (figur 44). De Globala målen för hållbar utveckling är mätbara med 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, regeringar i alla världens länder.

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

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



Figur 44: Globala målen för hållbar utveckling.

Källa: [Logotyper - Globala målen \(globalamalen.se\)](http://logotyper-globala-malen.se)

Hållbar utveckling

Hållbar utveckling innebär att vi ska fortsätta utveckla och utvecklas. Det innebär att vi ska leva ett gott liv idag och kommande generationer ska 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.”

Hållbar utveckling innebär att något är hållbart ekologiskt, socialt och ekonomiskt.

Den **ekologiska hållbarheten** berör jordens ekologiska system, här ingår stabila klimatsystem, biologisk mångfald, rent vatten, ren luft. Att det är hållbart ekologiskt innebär att det är miljömässigt hållbart – som avsaknad av bekämpningsmedel när något odlas, frånvaro av konstbevattningsmedel och få- eller inga utsläpp av växthusgaser.

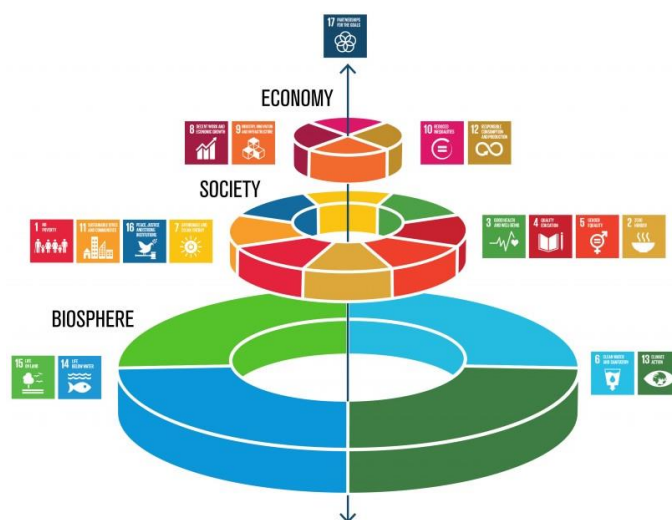
Social hållbarhet handlar om rättvisa, makt, välbefinnande och individens behov. Socialt hållbara samhällen innebär att de är jämställda och jämlika och att det finns en tolerans i samhället. I ett socialt hållbart samhälle har människor en god hälsa och lever ett gott liv. Att det är socialt hållbart innebär att alla 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 hittat på. För att underlätta vår vardag har vi värderat varor och tjänster i ekonomiska termer. Ekonomisk hållbarhet kan ses som ekonomisk utveckling som sker utan att den har negativa konsekvenser på den ekologiska eller sociala hållbarheten.

Enligt denna definition kan något som kräver stora oåterkalleliga naturresurser men som ger stor ekonomisk vinst inte ses som ekonomiskt hållbart.

Ett exempel är utvinning av råolja för energiförsörjning. Det kan generera stora summor pengar, men har vid användandet stora negativa konsekvenser på den ekologiska hållbarheten då det har en negativ effekt på klimatet.

En modell för att illustrera hållbarhetens tre dimensioner är den **hierarkiska hållbarhetsmodellen**, även kallad “tårtan” (Figur 45). 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 främst att vi har stabila, resilienta hållbara ekologiska system - både på land och i vatten.



Figur 45: Den hierarkiska hållbarhetsmodellen där de Globala målen är identifierade och integrerade.

Källa: <https://www.globalamalen.se/ett-nytt-satt-att-se-de-globala-malen-som-en-tarta/>

Pollenjakten fokuserar på att lära mer om den ekologiska hållbarheten och få fördjupad kunskap och förståelse för hur de olika delarna hänger samman och påverkar varandra.

Det globala mål som Pollenjakten lägger störst fokus vid är mål 15 – Ekosystem och biologisk mångfald. Det syftar till att:

Skydda, återställa och främja ett hållbart nyttjande av landbaserade ekosystem, hållbart bruka skogar, bekämpa ökenspridning, hejda och vrida tillbaka markförstörelsen samt hejda förlusten av biologisk mångfald.

Inom mål 15 finns flera delmål, varav vissa är mer relevanta i detta arbete.

Låt gärna eleverna läsa om de Globala målen på www.globalamalen.se och fundera över vilka mål som är relevanta i detta arbete samt hur.

I Pollenjaktten arbetar vi med minst 6 av de 17 globala hållbarhetsmålen:

Nr 15

Ekosystem och biologisk mångfald

Ökad kunskap skapar bättre livsförutsättningar för både honungsbin och vilda pollinatörer.

Nr 2

Ingen hunger

Livsmedelsproduktionen kan optimeras genom bättre kunskap om pollinatörernas situation och behov.

Nr 4

God utbildning

Grundskolorna, biodlarna, markägare och övriga intresserade får nytt pedagogiskt material för undervisning om pollineringssekologi och om Sveriges natur.

Nr 11

Hållbara städer och samhällen

Hållbara självförsörjningsmöjligheter kan optimeras när pollineringsstödtåtgärderna förbättras.

Nr 13

Bekämpa klimatförändringarna

Lokala åtgärder för bättre växtlighet och högre biologisk mångfald kan bidra till att reducera klimatförändringarnas omfattning.

Nr 12

God hälsa och välbefinnande

Ökad växtlighet på grund av bättre betingelser för pollinatörerna bidrar till mer hälsosam livsmedelsproduktion och ökat välbefinnande tack vare en rikare natur.

Övrigt:

Tack vare ökade möjligheter för de ovanstående målen, kan även flera andra hållbarhetsmål påverkas positivt.

I Pollenjaktten deltar Nobelprismuseet, skolor, forskare och över 110 olika bisamhällen, som sköts av drygt 75 olika biodlare – runtom i Sverige i 22 olika landskap (Figur 46). Under sommaren samlar biodlarna in pollen regelbundet som de sedan fryser

ner och skickar till Forskargruppen, som i sin tur fördelar proverna till alla deltagande skolklasser. Eleverna kommer att få sortera, räkna och mikroskopera pollen – och sätta sina observationer i ett ekologiskt perspektiv.



-  Buckfast (37)
-  Nordiska bin (25)
-  Blandning (15)
-  Carnica (14)
-  Ligustica (14)
-  Elgon bee (5)

Figur 46: Karta som visar spridningen av biodlare som deltar i Pollenjaktten genom att samla in bipollen under sommaren 2021. Färgerna visar de biraser och korsningar av dem som förekommer i de olika bigårdarna.

INTROÖVNINGAR

Växternas evolution

Syfte

Lära sig om växternas evolution och olika spridningssätt.

Förberedelse

Här kan du läsa och samtidigt få texten uppläst. För lärare och elev.

<https://biologi.uggelansno.se/vaxter/>

Material

Länk till lärare att läsa mer:

<https://www.ck12.org/biology/plant-evolution/lesson/Early-Evolution-of-Plants-BIO/>

Tidsåtgång

Ca 1-2 pass.

Växter

Livet utvecklades i havet. De första växterna tog sig upp på land för omkring 450 miljoner år sedan. Under denna tid var klimatet varmt och fuktigt. De första växterna att ta sig upp på land var mosslika växter som bredde ut sig över marken utan förmåga

att stå upp. Mossor och ormbunkar är de äldsta växter vi har på jorden. De anpassningar som krävdes för ett liv på land var ett nytt sätt att ta in koldioxid från luften, och inte som tidigare från vattnet. För att växterna skulle överleva behövdes även ett skydd mot uttorkning, vilket utvecklades i form av ett skikt på ytan av växterna vilket hindrade vatten i växten från att avdunsta. Efter en tid ökade konkurrensen om plats och solljus. Det var bidragande orsaker till att stödjevävnader utvecklades, vilka möjliggjorde att växter kunde resa sig från marken och stå upp. Dessa växter betecknas som kärlväxter.

När växterna tog sig upp på land krävdes även nya metoder för spridning. De tidiga växterna förökade sig främst genom spridning av sporer. I konkurrensen om att överleva och sprida sina gener vidare har andra sätt utvecklats. Ett av de mest avancerade sätten att sprida sig är med hjälp av blommor. Idag utgör blomväxter den största gruppen av växter sett till antal arter.

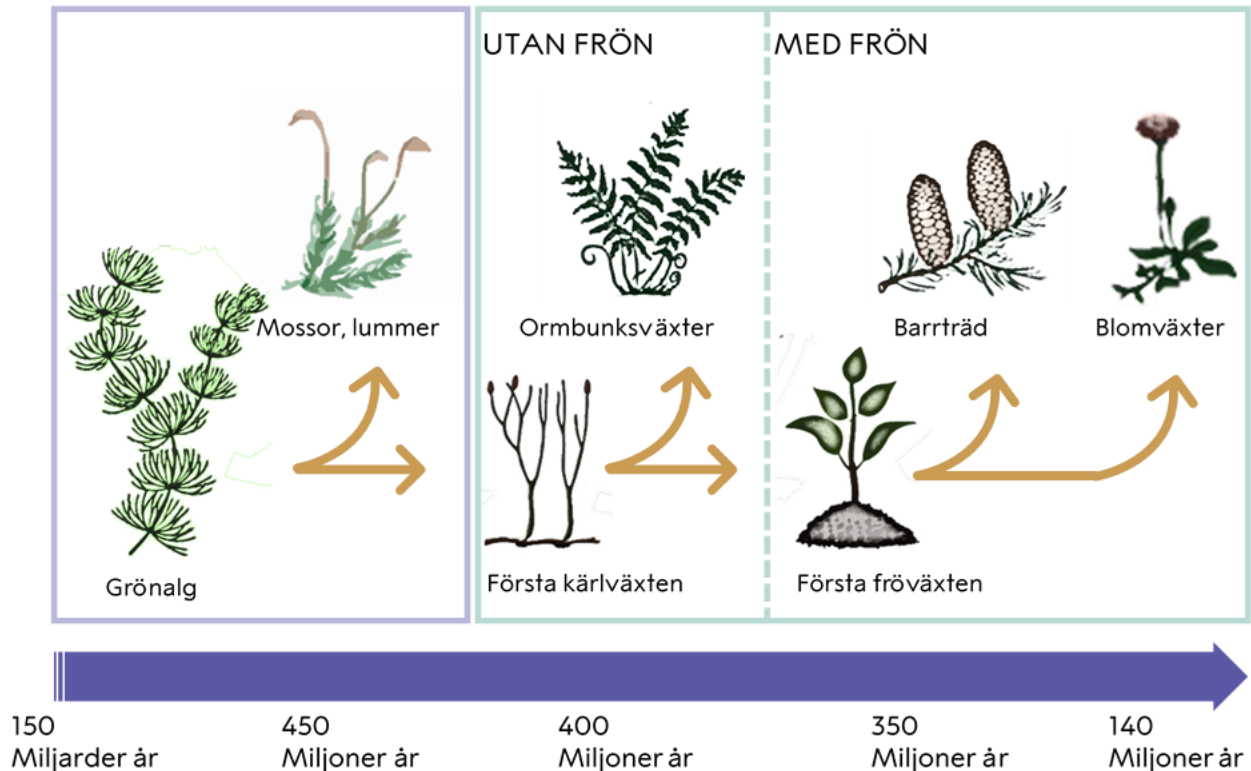
Nu ska du få lära dig mer om just blommans uppbyggnad och funktion samt hur växter och insekter är beroende av varandra. I Sverige finns det ett par tusen blommande växter.

Övningsuppgifter

1. Titta på figur A-B se nästa sida.
2. Vilken grupp av växter utvecklades tidigast?
3. Vilka var de första växterna på land?
4. Sätt utvecklingen av följande växter i kronologisk ordning, börja med den äldsta: barrträd, blomväxt, grönalga, ormbunksväxt, mossor.
5. I bilden skiljer man på växter med kärl och kärllösa växter. Vilka växter i bilden tillhör de kärllösa växterna? Vilka växter i bilden tillhör gruppen växter med kärl?
6. Vilken funktion tror du att kärlet i växterna har?
7. När växtlivet väl tagit sig upp på land utvecklades det fort och växter spred sig även över stora landområden. Vilka evolutionära fördelar tror du att just kärlväxter hade som gjorde denna snabba förökning och spridning möjlig?
8. Blomväxter är den växtgrupp som utvecklades senast och utgör idag cirka 90 procent av alla växtarter på jorden. Idag finns det cirka 300 000 olika arter av blomväxter. Hur många blomväxter finns det i Sverige?
9. Ormbunkar tillhör de första växtgrupperna. Titta på figur A och C. Vilka likheter och skillnader finns mellan ormbunksväxter och blomväxter?

KÄRLLÖSA VÄXTER

KÄRLVÄXTER

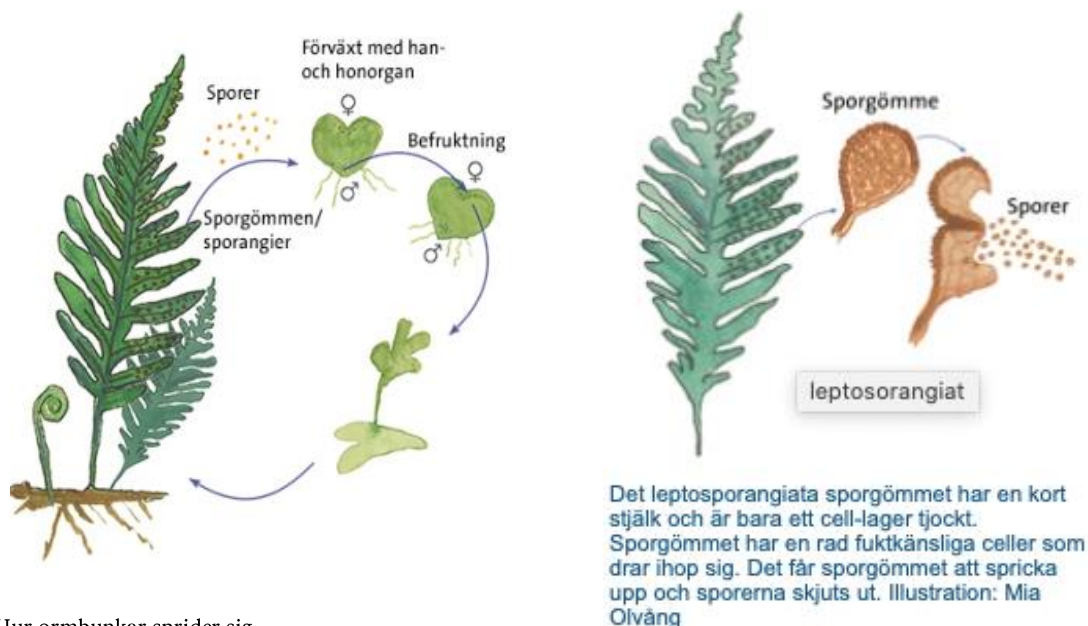


Figur A: Växternas utveckling

Källa: Omarbetad illustration inspirerad av

https://www.google.com/search?q=ancestral+green+algae&tbm=isch&hl=sv&chips=q:ancestral+green+algae,online_chips:plant+evolution:jRk5MAamRjQ%3D&sa=X&ved=2ahUKFwjAzYGd2OfxAhWqlosKHbEwDPIO4lYoAHoECAEQEg&biw=1263&bih=609

Ormbunkar

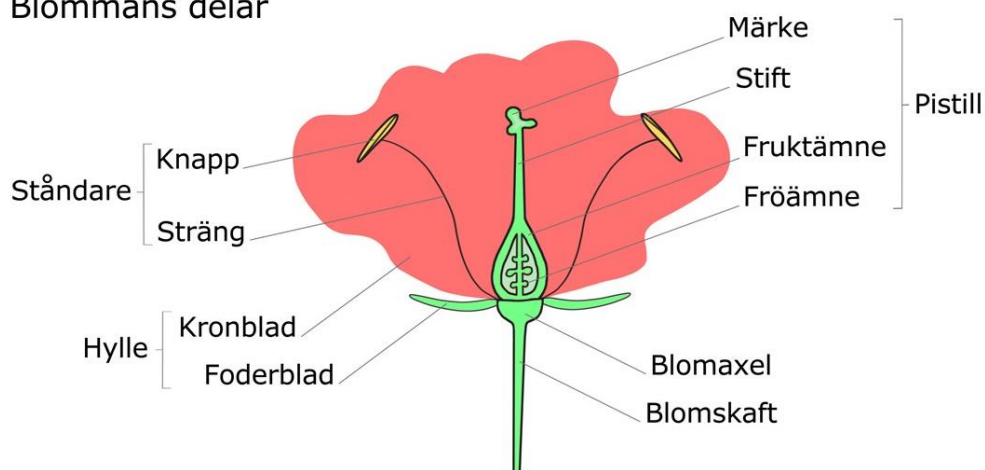


Figur B: Hur ormbunkar sprider sig.

Bildkälla: <http://www.bergianska.se/besök-oss/skolor/kunskapsbank/landväxternas-evolution/gröna-sköna-och-uråldriga-ormbunkar-1.451631>

Blomväxter

Blommans delar



Figur C: Blommans delar.

Bildkälla: <https://www.botaniska.se/barn-skola/tips-och-studiematerial/pollinering/lararhandledningar/vad-ar-pollinering/>

Nedan följer en klurigare fråga som kräver läsning/lyssnande + filmtitt.

Läs mer om ormbunkar: <http://www.bergianska.se/besök-oss/skolor/kunskapsbank/landväxternas-evolution/gröna-sköna-och-uråldriga-ormbunkar-1.451631>

Se film om vad blommväxter har sin blomma till: <https://www.youtube.com/watch?v=COLJdv6LeI8>

Läs mer om blomväxter: <http://www.bergianska.se/besök-oss/skolor/kunskapsbank/landväxternas-evolution/blomväxter-dominerar-så-har-det-inte-alltid-varit-1496819>

Här kan du läsa och samtidigt få texten uppläst. <https://biologi.ugglansno.se/vaxter/>

10. Fundera över vilka evolutionära fördelar respektive nackdelar det kan finnas med att vara just en blomväxt jämfört med att vara ormbunke.

Blomväxter och spridning

Syfte

Att undersöka växter och pollinatörer i sin närhet. Öka medvetenheten om växter och biologisk mångfald i närområdet.

Förberedelse

Gå igenom blommans delar samt vad pollinering innebär. Planera in detta en solig dag då fråga 5 och framåt utförs utomhus.

Material

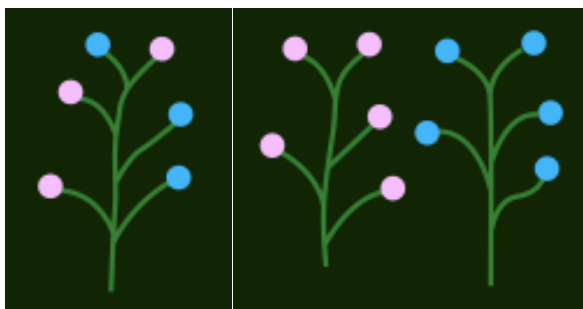
Penna & papper att ta med sig ut.

Tidsåtgång

1-2 pass.

Växter kan föröka sig på olika sätt, asexuellt eller sexuellt. Sexuellt, är ju precis som hos människor eller andra djur.

Asexuell, könlös, förökning innebär att det inte sker någon befruktning. En växt kan då "avknoppa sig" vilket helt enkelt innebär att en del av växten faller av och bildar en ny individ, detta kallas fragmentering. Andra exempel är en potatisknöl som du sätter i jorden under våren för att sedan skörda ett dussin potatisar av denna knöl till sommaren.



Figur D: Till vänster en enkönad blomväxt som är sambyggare, samma planta har både honblommor (rosa) och hanblommor (blå). Till höger en enkönad blomväxt som är tvåbyggare, för att förökning ska ske behövs det två olika plantor - en med hanblommor och en med honblommor.

En jordgubbsplanta skickar ut en reva från sin planta som sätter sig i jorden och en ny jordgubbsplanta bildas. Ytterligare exempel är blåbär och vitsippor som skickar ut revor under jorden och på så vis bildas en ny planta. Vissa blomväxter såsom maskrosor bildar frön utan att någon befruktning skett och dessa frön kan gro och bilda en ny planta (du har säkert blåst maskrosbollar någon gång).

Sexuell, könlig förökning, hos växter är lite mer avancerad. Carl von Linné som ägnade sitt liv åt att studera, systematisera och namnge växter sade att växter som förökar sig sexuellt har honliga och hanliga könsorgan. Pistillen liknade han vid kvinnan och ståndare vid mannen. Under denna tid, 1700-talet, var denna beskrivning av verkligheten chockerande. Hade växterna verkligen sex?! Nej, det hade de inte, men de kunde blanda genetiskt material med en annan växt av samma art vid bildandet av en ny individ.

Blomväxter kan vara enkönade eller tvåkönade.

Enkönade blomväxter är en blomma som endast har pistiller eller endast ståndare. Om växten har både honblommor och hanblommor på plantan kallas dessa för sambyggare. Om det endast finns honblommor på en planta, eller endast hanblommor på en planta kallas de för tvåbyggare.



Figur E: En tvåkönad blomväxt med blomma med pistill (rosa struktur i mitten) och ståndare (blå strängar med gula knappar).

För att en blomväxt inte ska kunna pollinera sig själv finns det ett skydd mot det egna pollenet. Det fungerar så att det egna pollenet inte gror så lätt på det egna märket. Vissa växter låter pollenet spridas med vinden till andra växter, andra lockar till sig pollinatörer för att sprida sitt pollen till andra växter. Växter som tar hjälp av insekter för pollinering har olika strategier för att locka till sig insekterna, det kan vara genom färg, form, doft, blomningstid.

Övningsuppgifter

1. Fundera över vilka fördelar eller nackdelar det kan finnas med sexuell förökning jämfört med asexuell förökning hos en växt.
2. Fundera över vilka fördelar respektive nackdelar det kan finnas med att vara enkönad respektive tvåkönad blomväxt.
3. Ge exempel på minst fyra olika pollinatörer.
4. Vilka fördelar respektive nackdelar kan det finnas med att ta hjälp av insekter för pollinering och spridning.
5. Gå ut till en plats där det finns blomväxter. Välj ut fyra olika arter, rita av dem och försök identifiera följande delar i blomman:
 - a. Foderblad
 - b. Kronblad
 - c. Pistill
 - d. Ståndare
6. Vilka av dina blomväxter är enkönade respektive tvåkönade? Hur kan du se det?
7. Har du hittat några sambyggare eller tvåbyggare? Hur kan du se det?
8. Sitt alldeles tyst och stilla en stund och iaktta blomväxterna omkring dig.
 - a. Vilka av blommorna omkring dig får besök av insekter?
 - b. Vilka olika grupper av insekter besöker blommorna (till exempel humlor, bin,flugor, fjärilar, skalbaggar)?
 - c. Vilka gemensamma egenskaper finns hos blommor som pollineras av fjärilar?
 - d. Vilka blommor pollineras av en enda sorts insekt och vilka får besök av flera olika sorts insekter?
 - e. Kan det finnas några fördelar respektive nackdelar med att pollineras av endast en insekt?
9. Det pratas mycket om att bevara den biologiska mångfalden, varför är detta viktigt?

Bildkällor och inspiration: https://www.nrm.se/download/18.312b8d93178eb3b828e736c/1619095413629/Linnelektioner_idehafte.pdf
https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Monoecy_dioecy_en.svg

Varför behövs pollinatörer?

Syfte

Öka kunskap och förståelse för människans beroende av pollinatörer (ekosystemtjänster).

Förberedelse

Ingen om eleverna har tillgång till dator. Om eleven ej har tillgång till dator behövs texten skrivas ut.

Tidsåtgång

1 pass

Läs på Naturskyddsföreningens hemsida via länkarna nedan och besvara frågorna i övningsuppgiften.

<https://www.naturskyddsforeningen.se/artiklar/pollinering-livsviktig-men-hotad-ekosystemtjanst/>

<https://www.naturskyddsforeningen.se/artiklar/mer-eko-gor-livet-lattare-for-binaprocente2procent80procentaf/>

Övningsuppgifter

1. Hur stor andel av jordens matförsörjning är beroende av pollinatörer?
2. Vad menas med att kvantiteten av grödor förbättras av pollinatörer?
3. Vad menas med att kvaliteten på grödor förbättras av pollinatörer?
4. Ge exempel på några saker som du äter som behöver pollinatörer för att föröka sig.
5. I en av texterna står det att de pollinerings-tjänster som insekter och djur står för uppskattas till ett värde av 235 - 577 US dollar/år globalt. Hur tror du att de har tänkt när de har kommit fram till denna siffra?
6. Bin och andra pollinatörer ger oss mat, men de ger även andra saker. Ge minst fyra exempel. Förklara hur du tänker.
7. Hur stor andel av de vilda växterna skulle försvinna om de vilda pollinatörerna försvann?
8. I en av länkarna står det: "Utan pollinerarna skulle det inte finnas fungerande och stabila ekosystem."
Fundera över vad detta egentligen betyder. Hur kan små insekter påverka stabiliteten i ett helt ekosystem? Förklara.
9. Hur mycket har mängden insekter minskat på jorden de senaste 30 åren?
10. Vad kan denna minskning bero på?
11. Vad kan du göra för att pollinatörer ska må bättre?

Artbestämma insekter

Syfte

Träna på att använda SLU Artfakta för att nyckla arter.

Bra förberedelse inför exkursion.

Förberedelse

- Testa att använda nyckeln.
- Dela in eleverna i par eller grupper om max 3 personer.
- Låt eleverna håva/fånga insekter med glasburk. Lägg insekterna i frysen några timmar för att sedan kunna labba med dem.

Material

- Eleverna behöver egen dator/En dator per grupp/par.
- Något att peta på insekten med, till exempel en tandpetare.

Tidsåtgång

1 pass.

Teori

Insekter har funnits i cirka 500 miljoner år, de utvecklades cirka 50 miljoner år efter att växterna hade tagit sig upp på land. Idag har cirka 1 miljon olika arter av insekter identifierats, men forskare menar att det kan finnas så många som 5 miljoner olika insektsarter. De flesta insekter har vingar, vilket gör att de har kunnat sprida sig över stora områden.

Insekter tillhör stammen leddjur och är världens äldsta djurgrupp. Leddjuren har exoskelett, vilket betyder att skelettet sitter utanpå kroppen (du har ett endoskelett - skelett inuti kroppen) och de har fått sitt namn leddjur med anledning av att kroppen och benen är ledade. Andra leddjur är spindeldjur, mångfotingar och kräftdjur.

Insekterna utgör en viktig del av ekosystemet där de är mat för fåglar, grodor och däggdjur. De är även viktiga pollinatörer och har den viktiga funktionen att bryta ner och återföra näringsämnen i jorden.

I denna övning ska du få träna på att artbestämma insekter genom nyckling.

Så här gör du:

Gå in på följande sida: <https://artfakta.se/artbestamning/artnycklar>

Beskrivning över hur du nycklar:

Artnyckeln

Välj nyckel Hur nycklar man? Om Artnyckeln



LasioGLOSSUM Fullbildade
Smalbin



Opiliones Fullvuxna
Lockespindlar



Salticidae Fullbildade
Hoppspindlar



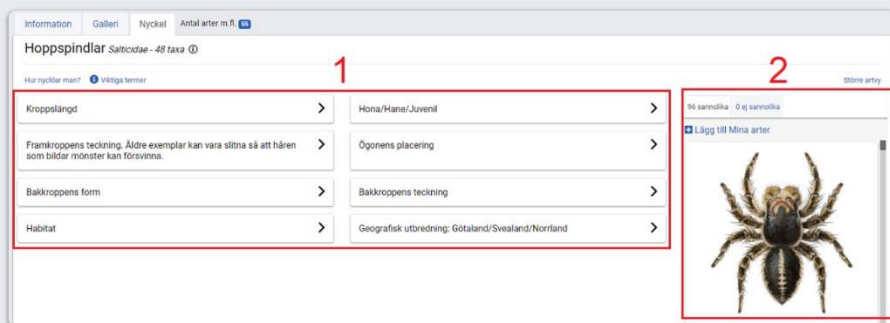
Zygaenidae Fullbildade
Bastardsvärmare

Artnyckeln tillhandahålls av ArtDatabanken, SLU | Kontakt: Artfakta@artdatabanken.se

SLU ArtDatabanken

Börja med att välja en nyckel

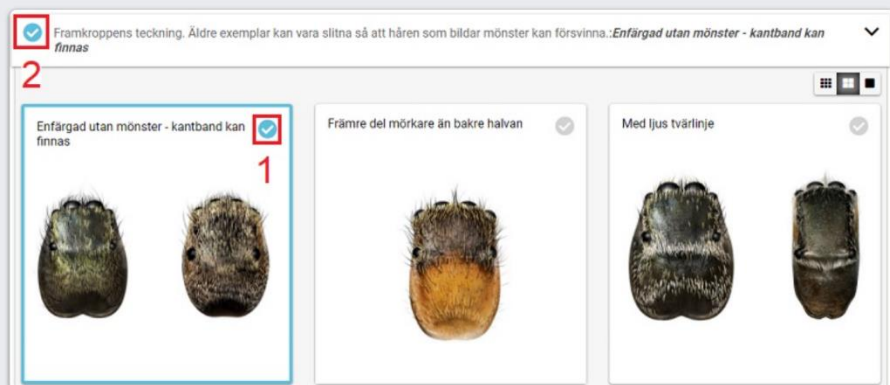
Alla grupper av organismer har inte en nyckel men listan växer kontinuerligt.



Vald nyckel öppnas

När du valt en nyckel ser du nyckelns karaktärer till vänster (1) och en lista över organismer som ingår i nyckeln till höger (2).

När det finns flera karaktärer synliga kan du välja att börja var som helst, men det rekommenderas att börja med de översta i listan.



Klicka på en karaktär för att se

vilka valbara tillstånd som finns.

Välj ett tillstånd genom att klicka på dess titel, du kan ändra ditt val genom att klicka igen eller klicka på ett annat tillstånd. Du kan även zooma i tillståndens och organismernas bilder genom att klicka på dem.

En blå ikon (1) visar valt tillstånd och berörd karaktär (2).

Hur nycklar man? Börja om Viktiga termer Större artvy

Kroppslängd	✓ Hona/Hane/Juvenil: <i>Hona, pedipalper jämnsmala och sklerotiserat epigyn på undersidan av bakkroppen</i> 1	9 sannolika 87 ej sannolika 2
Framkroppens teckning. Äldre exemplar kan vara slitna så att håren som bildar mönster kan försvinna.	✓ Ögonens placering: <i>Bakre ögon placerade på framkroppens mitt eller längre bak</i>	 <i>Ballus chalybeius</i> Danshoppspindel
Bakkroppens form	Bakkroppens teckning 3	
Mönstrad bakkropp, färger 4	Mönstrad bakkropp, beskrivning	
Käkar	Ansikte teckning och behåring	
Palpernas tre yttre leder, teckning och färg	Framben, form	
Habitat	Geografisk utbredning: Götaland/Svealand/Norrland	

Resultatet uppdateras

När du valt ett tillstånd under en karaktär (1) uppdateras listan över organismerna till höger (2) och listan över valbara karaktärer uppdateras.

Ibland kan nya karaktärer visa sig med en blå ram runt sig (3). De är en konsekvens av ditt senast gjorda val och det är ofta effektivt att fortsätta med en sådan karaktär.

När en karaktär inte påverkar resultatet blir den gråmarkerad (4) och går ej att välja. Även vissa tillstånd kan bli gråmarkerade vilket innebär att de inte går att kombinera med redan gjorda val.

✓ Hona/Hane/Juvenil: <i>Hona, pedipalper jämnsmala och sklerotiserat epigyn på undersidan av bakkroppen</i>	1 sannolik 95 ej sannolika
✓ Ögonens placering: <i>Bakre ögon placerade på framkroppens mitt eller längre bak</i>	 <i>Sibianor laeae</i> Tjockbent hoppspindel
Bakkroppens teckning	
✓ Mönstrad bakkropp, färger: <i>Bakkroppens grundfärg svart/mörk med tydligt vit teckning</i>	
Käkar	
Palpernas tre yttre leder, teckning och färg	
De främre benparens teckning	

Resultatlista

Fortsätt att välja karaktärer och tillstånd. Listan uppdateras efter varje val och den mest sannolika organismen visas överst i listan. När du har minskat antalet träffar och förhoppningsvis bara har en eller ett fåtal organismer kvar markeras dessa med en blå ram.

Du kan när som helst under nycklingens gång klicka på en organism i högerspalten för att se en större bild eller läsa mer om den.

Exkursion i fält

Syfte

- Öka kunskap och förståelse för vikten av biologisk mångfald
- Träna på att identifiera och se hur biotiska och abiotiska faktorer påverkar olika livsformer på en plats
- Öka intresse för att vistas i naturen
- Träna på naturvetenskapligt arbetssätt samt vetenskapligt skrivande

Förberedelse

- Arbete med relevanta begrepp
- Bestämma en plats för exkursion
- Se över exkursionsmaterial på skolan
- Skriva ut instruktion om eleven ej har tillgång till dator
- Indelning av exkursionsgrupper

Material

Flora och fauna digitalt eller i bokform.

Länk: [SLU artfakta](#)

Tidsåtgång

Förberedelse teori: 2 pass i klassrummet. Begrepp att arbeta med: näringskedja, näringsväv, trofinivå, energiflöde, flöde av näringsämnen, producent, förstahandskonsument, andrahandskonsument, toppkonsument, abiotisk faktor, biotisk faktor

Genomförande exkursion: 2 pass.

Ute i fält: 1-3 pass

Efterarbete exkursion i klassrum: 1 -3 pass. 2 förslag för efterarbete presenteras nedan.

Teori

Allt levande behöver vatten och näringsämnen, därutöver behöver många livsformer ljus och syre. Olika organismer trivs på olika platser under olika förhållanden: vissa vill ha riklig tillgång till vatten, andra mår bra av endast lite vatten. Vissa organismer föredrar mörker medan andra föredrar ljus.

När vi inom biologin pratar om organismer menar vi allt som är levande - en växt, ett träd, en svamp, en snigel, en varg, en myra eller ett bi.

Faktorer som ljus, vatten, syretillgång är icke levande och kallas för abiotiska faktorer. Andra

faktorer, till exempel att någon annan konkurrerar om solljus, föda, boplatser eller är en predator kallas för biotiska faktorer. En biotisk faktor är således en annan levande organism.

Även människan har påverkan på ekosystem, det kan handla om att vi avverkar skog för att bygga hus, vi bygger en väg bredvid en skog, bara att vi vistas ute i skogen påverkar miljön där. Vi kan även påverka ekosystem indirekt genom att öka utsläppen av växthusgaser, såsom koldioxid, vilket leder till en förändring av jordens medeltemperatur. När temperaturen höjs innebär det att den abiotiska faktorn *temperatur* förändras, vilket i sin tur förändrar livsbetingelserna för allt levande. Människans påverkan på naturen kallas för antropogen påverkan.

Syfte

Denna uppgift syftar till att få ökad kunskap om faktorer som påverkar levande organismer både abiotiska och biotiska. Du ska även kunna förklara hur dessa faktorer påverkar en organism.

Uppgift

Bestäm två olika platser som ni ska undersöka. Ta en plats i taget. Det är viktigt att alla i gruppen är med vid undersökningen av båda platserna.

Markera upp en ruta

Rutan ska vara 5 x 5 m, sätt pinnar i hörnen så att alla ser dem (döda pinnar på marken går bra att ta, bryt ej kvistar från levande träd).

Beskriv platsen.

Är det i/vid en skog/en äng/en sjö. Vad ser du runtomkring - är det vägar, bebyggelse, bostadshus, industrier? Är platsen skuggig eller är den öppen och får mycket solljus? Är det mycket berg i dagen? Är det en sluttning eller plant? Hur nyttjas området/platsen av människor - är det mycket folk här ofta eller är det ostört?

Vad täcks ytan av?

Gör en uppskattning. Rita en skiss över er ruta och rita ut vad ni ser. Låt alla komma till tals och se till att vara så överens som möjligt.

Exempel: Om det är en gräsmatta kanske det är 90 procent gräs och 10 procent mossa. Om det är i skogen kanske det är 40 procent buskar/ris-växter, 20 procent stora träd, 40 procent blommor.

Identifiera växter

Skriv upp vilka växter ni hittar i rutan och hur många det finns av varje. Fota/rita av!

Identifiera insekter och djur

Skriv upp vilka insekter och djur ni hittar i rutan och hur många ni hittar av varje. Fota/rita av!

Redovisa resultat

Förslag 1

- Skriv/berätta om platserna ni har undersökt.
- Identifiera likheter och skillnader utifrån abiotiska faktorer.
- Fundera över hur de abiotiska faktorerna påverkar vilka växter, insekter och djur som finns på platsen.
- Fundera över hur människan har påverkat/kan påverka denna plats.
- Konstruera minst tre olika näringskedjor där några av de organismer som ni har hittat finns med.
- Ange trofinivå för organismerna i era näringskedjor. Ange om de är producent, förstahandskonsument, andrahandskonsument... och så vidare i sina näringskedjor.
- Beskriv hur organismerna i era näringskedjor får näringsämnen.
- Beskriv hur organismerna i era näringskedjor får energi.
- Låt säga att människan kommer och tar bort alla producenter på dessa platser. Hur kommer övriga organismer i era näringskedjor då att påverkas?

- Låt säga att människan kommer och tar bort alla toppkonsumenter i era näringskedjor, hur kommer då övriga organismer i dessa näringskedjor att påverkas?

Vi tänker oss följande scenario:

Kommunen beslutar att den ena av de platser som ni har undersökt ska beläggas med förbud mot mänsklig närvaro. Det betyder att platsen kommer att få ett litet hägn runt om och inga människor kommer att få vistas på denna plats, inte ens promenera över den. Det leder till att den andra platsen kommer att nyttjas hårt av människor som kommer dit för att ha picnic, kasta frisbee och bara hänga.

Fundera över hur dessa två scenarier kommer att påverka organismerna som lever på dessa platser. I ditt resonemang ska du ta med följande begrepp: abiotiska faktorer, biotiska faktorer, biologisk mångfald, näringskedja, konkurrens, antropogen påverkan.

Förslag 2

Skriv en vetenskaplig rapport

Mall vetenskaplig rapport från Skolverket:
<https://www.skolverket.se/download/18.1d7693d81684bec928273a/1548151697022/kort-vetenskaplig-rapport-naturvetenskap-teknik-grundskola.pdf>

Eller använd denna mall för rapportskrivning. Se beskrivning på nästa sida.

Titel, Inledning, Metod, Resultat, Diskussion, Slutsats, Källor

Titel

En enkel och talande titel mitt på egen sida med namn och klass, samt var och när rapporten är utförd längst ner till höger. Lägg gärna in en passande bild.

Inledning

Här ska läsaren introduceras till syftet med rapporten: vad som har undersökts och varför. Tänk på att ni bör ha en bredare ingång som väcker intresse för att sedan smalna av och specificera vad du ska undersöka i syfte och frågeställning.

Tre underrubriker:

Syfte

Här beskriver ni syftet med studien.

Frågeställning

Ni presenterar gruppens frågeställning (eventuellt med underfrågeställningar).

Teori

Redogör för teorier, modeller och begrepp. Den här delen ska utgöra en vetenskaplig och teoretisk bakgrund som förklarar varför ni valt er frågeställning. Det är mot denna teori och bakgrund ni testat er fråga. Här ska teorin bakom försöket finnas, det vill säga grundläggande fakta om det man undersöker.

Metod

Redogör för utförandet av studien och motivera för valet av metod och material. Vilka metoder har ni valt? Varför valde ni dessa metoder? Använd er gärna av bilder för att förtydliga beskrivningen. Observationer, mätningar, beräkningar och resultat presenteras inte här. Skriv inte metoden som en instruktion i punktform utan i en löpande text.

Resultat

Här skriver ni helt enkelt vilka resultat ni fick samt vilka beräkningar ni har gjort. Resultatet ska presenteras i både löpande text och om möjligt i tabell, diagram eller bilder. Ställ upp beräkningar tydligt, använd verktyg för formler som finns i ordbehandlare. Redovisa vilka formler ni använder och skriv in enheter i beräkningarna.

Diskussion och slutsats

Här tolkar ni era resultat och motiverar era slutsatser med **underbyggda** resonemang baserade på den teori ni byggt era frågeställningar på. Väg resultatet mot teorin och frågeställning och dra en slutsats. I diskussionen ska ni inte ta upp nya eller andra resultat än de ni fick fram i er undersökning, det vill säga det ni presenterat under "resultat".

När ni diskuterar och värderar era resultat kan ni gärna ha egna tolkningar och idéer och här kan ni också ta in och jämföra med andra källor.

Ge förslag på felkällor som tros påverka resultatet och ge förslag på förbättringar av metoden och hur felkällor ska kunna minimeras. Gör eventuella nya frågeställningar. Här kan ni också värdera modeller och teoriers giltighet och begränsningar utifrån era resultat. Avluta diskussionen med ett eget stycke med en komprimerad slutsats av vad er undersökning visar, alltså vad ni kommer fram till.

Tänk på att "andas försiktighet" i er slutsats/diskussion. Ni har antagligen gjort en ganska begränsad undersökning och kan kanske inte säga så mycket om hela det fenomen ni undersökt. Men självklart kan er undersökning trots det ha ett värde och ni kan dra slutsatser om just er studie.

Kanske har ni tankar om hur ni skulle kunna lagt upp undersökningen på ett annat sätt, resonera gärna kring det! Hänvisa också i slutet till vidare forskning.

Källförteckning

I denna del, som skrivs på ny sida, anges de källor ni använt i ert arbete. Ange bara de källor som ni verkligen har använt. Om ni har citat eller använt en teori eller liknande från en text måste källan finnas med här. Förteckningen skrivs med författarna i bokstavsordning på efternamn. Tryckta respektive otryckta källor ska stå var för sig. Om ni hittat en rapport i form av en PDF på internet är det en tryckt källa. Men om ni tagit information från en hemsida är det en otryckt källa.

Generella råd:

Använd ett formellt språk. Försök vara ödmjuk och inte dra bestämda slutsatser om ni inte verkligen har bevis för dem. Ord som *alltid* och *aldrig* kan undvikas. Använd helst inte *vi*, *man*, *jag*, *hen* om ni kan formulera på ett tydligt och enkelt sätt utan dem. Använd gärna passiv form där det passar: "vattenflödet observerades under en timme".

Objektivitet bör genomsyra rapporten. Tänk på att ni skriver för läsaren! Det ska vara en tydlig röd tråd och ni ska ge tydliga förklaringar av begrepp och bakgrund för att läsaren ska hänga med. Tänk på textbindningen, det vill säga vilka sambandsord ni använder! Det är dessa som beskriver hur de olika delarna i innehållet hänger ihop. Läs er egen text flera gånger och rensa bort upprepningar. Undersökningen ska vara transparent.

KORT INTRODUKTION TILL LABBÖVNINGARNA

Varför behövs denna labbövning i Forskarhjälp?

Genom analys av pollen kan man bestämma vilka växter bina har besökt. Man kan i viss mån gissa sig till vilka växter ett bi har besökt genom att kolla färgen på pollenklumparna som bina bär på sina bakben (så kallade pollenbyxor, se figurerna 26-29). Men detta ger bara en grov uppskattning av pollenets växtursprung:

1. Olika blomväxter kan ha snarlika färger på sina pollenkor, till exempel har både sälgen och maskrosen gula pollenkor.
2. Ett bi kan besöka flera olika växter vid samma tillfälle och då uppstår det en "ny" färg på grund av att olika färger från olika pollenkor har blandats.
3. Idag är den vedertagna hypotesen att honungsbin huvudsakligen är "blomtrogna", det vill säga att de bara besöker en eller ett fåtal växter. På senare tid har man dock upptäckt att detta inte alltid stämmer. Ett bi kan besöka flera olika växter under en flygfärd – helt beroende på hur stor den biologiska mångfalden är i dess omgivning (om miljön är präglad av en monokultur eller om det finns en bred mångfald av växter). En pollenanalys kan således indikera hur stor den biologiska växtmångfalden är i ett specifikt område.
4. Det finns ett stort behov av att utvidga dagens kunskap om pollen hos växter och vilka insekter som besöker vilka växter. Forskningen saknar fortfarande mycket information om detta – framför allt eftersom både klimat och vegetation ständigt förändras.

Kort om materialet

Varje skolklass kommer att få förpackningar med pollenklumpar från en specifik bigård i Sverige eller från olika biodlare (det beror på mängden pollen vi får tillgång till). Dessa pollenklumpar har samlats in av biodlarna vid olika tidpunkter under sommaren 2021. Insamlingen har gjorts med hjälp av en pollenfälla som placerats på en specifik plats på bikupan.

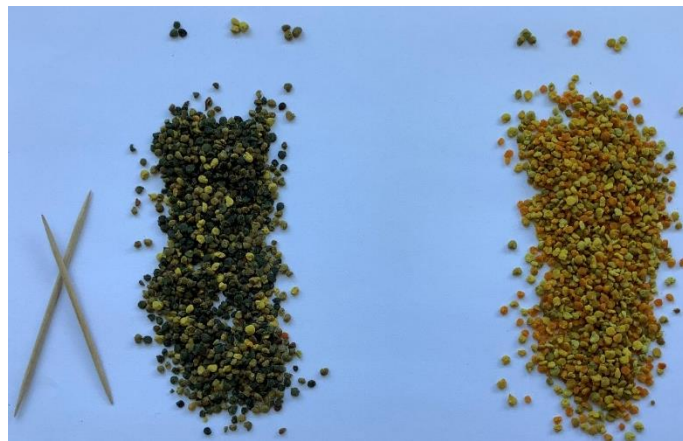
Pollenklumparna ska sorteras, räknas och bedömas på olika sätt för att identifiera deras växtursprung och bigårdens biologiska mångfald. Alla era observationer dokumenteras i tabellform (tabellerna får ni från oss). Ni kommer att få specifik information om bigårdens plats och betingelser tillsammans med pollenklumparna. Ni kommer också att få små kuvert att förvara de färgsorterade

pollenklumparna i – samt ett större kuvert som är frankerat och adresserat. I detta stora kuvert ska ni samla alla klassens småkuvert med pollenklumpar – tillsammans med era ifyllda tabeller som ska skickas tillbaka för vidare granskning hos forskarna.



Tips till läraren: Skriv förpackningarnas kodnamn på tavlan och dela in elevgrupperna efter kodnamn för de olika förpackningarna.

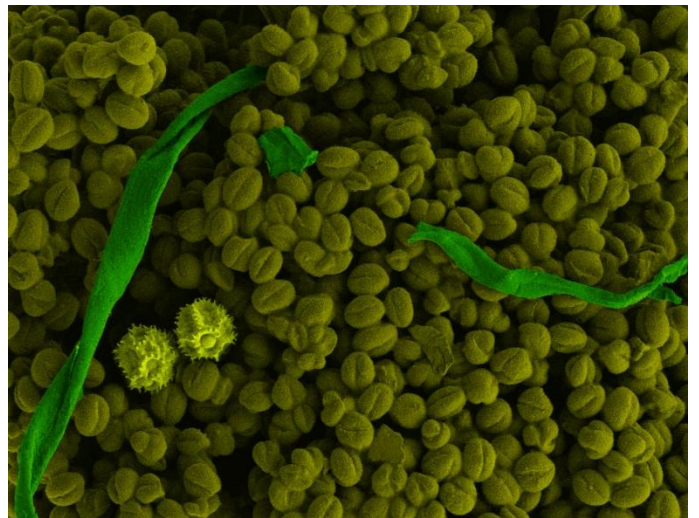
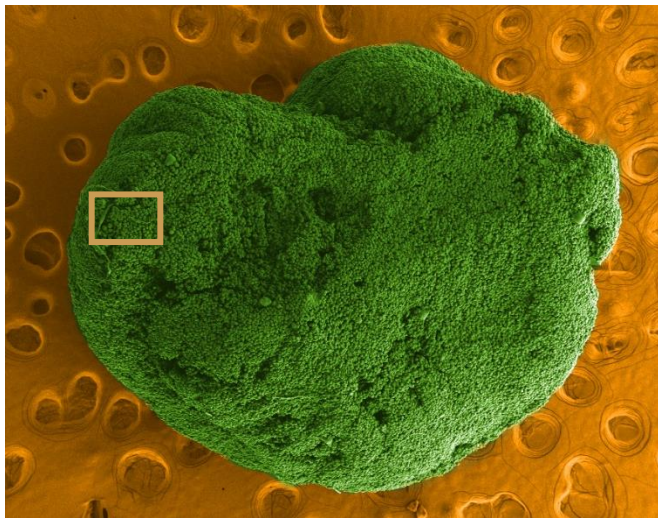
I figurerna 47-48 visas två exempel på hur färgspektret hos pollenskörderna kan variera – dels med avseende på tid, dels med avseende på plats och bisamhälle. I figur 49 visas två närbilder av en enskild pollenklump. Här kan man se att den är fullpackad av olika pollensorter.



Figur 47: Till vänster: Pollenskörd från samma bikupa vid två olika tidpunkter. Till vänster: Midsommar 2020. Till höger: Mitten av juli 2020. Pollen från bihålsökonsulent Jörgen Kragh, Degernäs, Umeå.
Foto: Natuschka Lee, Umeå Universitet.



Figur 48: Pollenskörd från tre olika bikupor på samma plats, vid samma tidpunkt. Bilden visar tydligt att de olika bisamhällena flyger i olika riktningar.
Foto: Bitillsyningsman, Lars Kjellström, Gränna.



Figur 49: Närbilder på ett grönt pollenkorn. Bild till vänster vid 60 x förstoring, bild till höger visar ett utsnitt från bilden (rektangeln i den vänstra bilden) med 750 x förstoring. Pollen från Jörgen Kragh, Västerbotten.
Foto: Natuschka Lee, Baraa Rehamnia och UCEM, Umeå Universitet.

Kort presentation av uppgifterna

För att kunna identifiera växternas ursprung i det pollen som bina har samlat in och sätta in det i ett ekologiskt sammanhang, har vi skapat ett program som består av två huvudmoment.

I det första huvudmomentet (Pollenklump-observationer) ska eleverna sortera, räkna och mikroskopera pollenklumpar. I det andra huvudmomentet (Ekologi-övningen) ska eleverna

identifiera pollenklumparnas växtursprung samt tolka resultaten utifrån ekologi, samt bedöma den biologiska mångfalden där bisamhället står. Varje huvudmoment består av olika delmoment. Delmomenten är en blandning av självständiga arbeten där eleverna arbetar i par och av gemensamma klass-aktiviteter (introduktion, planering, sammanställning av allas resultat).

Huvudmoment 1:

Observationer av pollenklumpar

Består av steg 1 till 3, som kan delas upp över flera lektioner



Lärarens förberedelser:

Material

Skickat från forskarna:

- Pollenklumpar i separata förpackningar – sorterade med etiketter och uppgifter om bigården och provtagningsdatum. **Notera att de bör frysas ner då det finns risk att de möglar.**
- Prepareringslösning för mikroskopi (innehåller ett färgämne som skapar en bättre kontrast).
- Frankerat och adresserat kuvert för att skicka tillbaka sorterade prover.

Skickat från Nobelprismuseet:

- Färgkarta med 219 olika nyanser.
- Kuvert (små och mellanstora) för färdigsorterade pollenklumpar.

Material på skolan:

- A4 vitt papper för att sprida ut pollenklumparna på – minst ett ark för varje elevgrupp.
- Måttenhet för 1 tsk.
- Tandpetare för sortering av pollen – minst två för varje elevgrupp. Undvik att använda pennor om de inte har ett ordentligt påsatt lock, eftersom det annars finns risk att de kan färga av sig på pollenklumparna.
- Liten bordsskyffel och någon form av uppsamlingsverktyg om pollenklumparna tappas. Ifall pollenklumparna har tappats – notera det på kuvertet där de sorterade pollenklumparna ska förvaras.
- Pennor och anteckningsmaterial.
- Mobiltelefon för fotografering.
- Utskrifter av tabeller (tabell 1-till varje elevpar, tabell 2 - klassen)
- VIKTIGT! Frys att förvara pollenkornen i vid ankomst, och mellan lektionerna, annars kan pollenklumparna mögla.

Weblänkar för mer information

- Forskarhjälpens Pollenformnyckel finns på www.forskarhjalpen.se
- Wikipedia
- Landskapssymboler
[Svenska landskapssymboler – Wikipedia](#)
- Allergipollen:
<https://pollenrapporten.se/pollenkalender.4.5dae555f13d5eaab60014b.html>
- Rödlistning av arter – info:
<https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Naturvard/Rodlistning/>
- Artfakta: Naturvård - Artfakta från SLU Artdatabanken
<https://artfakta.se/artbestamning>
- Google karta, Google Maps

Tips till läraren:

- Kolla då och då att elevgrupperna har förstått hur sorteringen och räkneövningarna går till.
- Samla in de olika små kuverten med elevernas färgsorterade pollenklumpar. Kontrollera att färgkoden står på kuverten.
- Lägg de små pollenkuverten i ett stort kuvert med klassens/ditt namn. VIKTIGT att de förvaras i frys.
- Spara samtliga tabeller.

Steg 1 – i labbet: Utvärdera pollenklumparna



Tid cirka 1 tim

Per elevgrupp:

- a) Sortera pollenklumparna efter bifogad pollenfärgkarta med 219 olika nyanser. Använd tandpetare för att flytta på pollenklumparna – undvik pennor eller blyerts.
- b) Räkna hur många pollenklumpar det finns för varje enskild färgkod.
- c) Räkna ut den totala summan av alla pollenklumpar i alla färgkategorier.
- d) Sammanställ gruppens resultat i tabell 1. Se sist i kompendiet
- e) Beräkna den procentuella fördelningen av de olika färgkategorierna.
- f) Gå in på "Forskarhjälpens pollenformnyckel" för att se vilka växtförslag som kan vara relevanta för de olika färgkategorierna. Skriv in förslagen i tabell 1. Pollenformnyckeln hittar ni på www.forskarhjalpen.se
- g) Eleverna ska spara tabell 1 till dess att hela klassens resultat har sammanställts i tabell 2 (nästa steg).

Hela klassen:

- a) Sammanställ hela klassens resultat i tabell 2. Se sist i kompendiet.
 - b) Planera steg 2 gemensamt. Diskutera i klassen vem som ska mikroskopera vilka färgkoder (två till tre per grupp). Det gör inget om flera grupper studerar samma färgkoder – det är bra att dubbelkolla om de är identiska. Dessutom kan samma färger ändå uppvisa skillnader. Om ni har ett begränsat antal mikroskop, se till att planera en turordning.
 - c) Läraren sparar tabell 2 och de små kuverten med klassens färgsorterade pollenkor i frysen till nästa lektionstillfälle.
- Se till att kuverten är väl förslutna så att innehållet inte ramlar ut.

Steg 2 – i labbet: Mikroskopering av pollenklumparna



Tid minst 1 tim:

Hela klassen:

Repetera först vilka färgkoder de olika grupperna ska mikroskopera (enligt sammanfattning i tabell 2 som läraren har sparat) och dela ut kuverten med elevernas färgsorterade pollenklumpar.

Per elevgrupp:

- a) Gör mikroskop-preparat. Ta försiktigt sönder pollenklumpen och ta ut en liten bit av den och fördela på ett objektglas med en droppe prepareringslösning. Sätt på ett täckglas. Se figur 50 på sidan 52.
- b) Vid mikroskopet, börja först med 100x förstoring (motsvarar objektiv 10x) och växla sedan till 400x förstoring (motsvarar objektiv 40x).
Studera 100 enstaka pollenkorn i mikroskop-preparatet. Bedöm om de är identiska eller olika med avseende på form och storlek. Om de inte är identiska, bedöm då hur många olika former det finns och hur många det finns av varje form.
- c) Rita av varje form och sammanställ resultaten i tabell 3.
- d) När du är färdig, ta försiktigt bort täckglaset och kasta det såsom läraren har anvisat (till exempel i en speciell glasavfallsbehållare). Skölj objektglaset med vatten och torka av med hushållspapper. Nu kan du fortsätta med att göra nästa mikroskop-preparat.
- e) Fortsätt med nästa pollenfärgkategori (minst två till tre olika per elevgrupp). Fyll i en ny tabell 3 för varje pollenfärgkategori.
- f) Spara tabellerna.

Tips till läraren:

Skriv på tavlan en tabell som indikerar vilken elevgrupp ska mikroskopera vilken färgkod. Notera i en separat ruta om det finns färgkoder som inte ännu har valts ut för mikroskopering. Om någon grupp skulle bli klar snabbt kan de få möjlighet att mikroskopera fler färgkoder.

Om eleverna inte är vana att hantera ett mikroskop, så kan det vara bra att ge en kort presentation om mikroskopi och hur man ska hantera ett mikroskop på ett korrekt sätt.

Vissa pollenkorn kan vara så små som 4 mikrometer och kan vara svåra att bedöma även vid 400x förstoring. Det kan då vara nödvändigt att öka förstoringen och mikroskopera vid 1 000x förstoring (motsvarar objektiv 100x). Här är det dock bra om läraren hjälper till så att immersionsoljan inte smutsar ner fel delar av mikroskopet eller så att objektglaset krossas.

Steg 3 – valfri plats: Identifiering av växtgrupper via pollenform



Tid cirka 1 tim i skolan eller som hemläxa:

Per elevgrupp:

- Identifiera växtgrupp med hjälp av pollenklumparnas form efter "Forskarhjälpens pollenformnyckel" på www.forskarhjalpen.se
- För in data i tabell 3. Spara denna tabell.
- Sammanfatta och tolka resultaten.

Läraren:

När eleverna är klara med sina observationer:

- Be dem försluta kuverten med de sorterade pollenfärgkategorierna med en bit tejp så att innehållet inte ramlar ut.
- Samla in elevernas tabeller och se till att det finns en tabell för varje insamlat kuvert.
- Samla in alla sorterade och färgkodade kuvert, lägg dem i ett större kuvert och skriv lärarens namn, klass och skola på det. Frys ner kuvertet med pollen tills alla analyser är klara och det är dags att skicka iväg proverna och resultaten (efter steg 4).

Huvudmoment 2: Ekologiövningen

Består av steg 4



Tips till läraren:

Innan lektionen börjar, ta fram information om bigården som pollenkornen kommer från - skriv på tavlan. Följande information ska förmedlas:

- Datum för provinsamling: xx-yy-2021 (notera att det kan vara flera olika datum – dessa delas då upp mellan de olika elevgrupperna).
- Om bigården: Ort, storlek (antal bisamhällen), biras, hälsotillstånd.

Det kan även vara bra att förklara för eleverna hur man letar upp en ort på Googlekarta online, göra skärmbild av den (inklusive klippa bort onödiga ränder), samt hur man kan se avstånd på kartan för att räkna ut distans.

Vi har valt att inte skapa en specifik tabell för denna övning. Varje elevgrupp eller klass får istället själva välja hur de vill sammanställa svaren.

Steg 4 – valfri plats: Ekologiövningen



Tid minst 1 tim i skolan eller som hemläxa:

- a) Notera orten för bigården som pollenklumparna kommer från. Undersök på kartan var bigården ligger – notera län och landskap.
- b) Bedöm miljön - är det ett stadsområde, jordbruksområde, skogsområde mm.
- c) Ta reda på vilka arter som är hotade i detta område.
- d) Ta reda på landskapsväxt, landskapsdjur och landskapsinsekt som finns för dessa landskap.
- e) Sammanställning av hela klassens resultat. Diskutera om bina lever i ett område med hög eller begränsad biologisk mångfald och vad det kan innebära.

Lärarens förberedelser:

Innan lektionen börjar, ta fram informationen om bigården som pollenkornen kommer från (har förmedlats av forskaren) - skriv på tavlan. Följande information ska förmedlas:

- Datum för provinsamling: xx-yy-2021 (notera att det kan vara flera olika datum – dessa delas då upp mellan de olika elevgrupperna)
- Bigårdens miljö:
 - Ort
 - Storlek (antal bisamhällen)
 - Biras
 - Hälsotillstånd

Material för eleverna:

- Pennor och anteckningsmaterial
- Dator eller surfplatta
- Tabellerna 1 och 3

Det kan också vara bra att ha en kort genomgång av weblänkarna som eleverna uppmanas använda och berätta om deras syften.

1. Forskarhjälpens Pollenformnyckel, finns på www.forskarhjalpen.se
2. Wikipedia
3. Landskapssymboler, Svenska landskapssymboler – Wikipedia
[Landskapssymboler](#)
[Svenska landskapssymboler – Wikipedia](#)
4. Allergipollen:
<https://pollenrapporten.se/pollenkalender.4.5dae555f13d5eaab60014b.html>
5. Rödlistning av arter – info:
<https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Naturvard/Rodlistning/>
6. Artfakta: Naturvård - Artfakta från SLU Artdatabanken.
<https://artfakta.se/artbestamning>
7. Google karta, Google Maps

OBS!

Kolla att det färdigfrankerade kuvertet med påskriven adress finns tillgängligt. När alla övningar är klara ska samtliga tabeller och kuvert med färgsorterade pollenklumpar samlas ihop och skickas tillbaka till forskarna.

Adress till forskarna:

Natuschka Lee
EMG, Umeå Universitet
Linneaus väg 6
901 98 Umeå

ELEVBLAD FÖR KOPIERING

Steg 1 – i labbet: Utvärdera pollenklumparna



Tid cirka 1 tim

Instruktioner till elevgrupperna:

1. Titta på pollenklumparna och sprid försiktigt ut dem på ett vitt A4-ark. Använd en tandpetare för att flytta på pollenklumparna– undvik pennor eller blyerts som kan färga av sig. Ta ett översiktsfoto (bra att ha till postern).
2. Sortera alla pollenklumparna med en/två tandpetare – förs försiktigt ihop dem till olika huvudfärger (röda, gröna, blåa och så vidare.). Vänta lite med att sortera olika nyanser enligt pollenfärgkartan.
3. Bearbeta nu varje huvudfärghög för sig (en i taget) genom att föra över den till pollenfärgkartan med 219 olika nyanser.
4. Undersök om alla pollenklumparna i färghögen har exakt samma färg eller finns det olika nyansskillnader? Sortera upp dem i mer specifika kategorier (till exempel mörkgul, ljusgul och så vidare).
5. Nu kan du tilldela pollenklumparna en specifik färgkod genom att fösa de olika nyanserna till de färgrutor som passar bäst. Notera pollenklumparnas färgkoder i tabell 1 som du får av läraren.

Kommentarer:

- Notera att vissa pollenklumpar kommer att ha något avvikande färger, skriv då den färgkod som ni bedömer ligga närmast.
- Om ni har hittat en helt ny färg som inte finns med på kartan, ange kod 220 "Annan färg".
- Om du hittar fler än 12 nyanser, be om en ny tabell och fortsätt fylla i nyanserna där.

6. Räkna hur många pollenklumpar det finns per färgkod. Notera i tabell 1.
7. När ni sorterat klart sparar klassen gemensamt varje färgpollenklump-nyans i de små kuverten. Skriv tydligt färgkoden på kuvertet. (Läraren sparar i frys till nästa tillfälle)

8. Räkneövning

Detta moment kan göras när som helst – under eller efter lektionen som hemläxa:



- Räkna hur många olika färgkoder ni har identifierat, notera i tabell 1.
- Räkna ut summan av alla pollenklumpar.
- Beräkna den procentuella fördelningen av alla färgnyanser.

9. Titta på "Forskarhjälpens pollenformnyckel" på www.forskarhjalpen.se vilka växtförslag som kan vara relevanta för de olika färgkoder som ni har hittat. Skriv in förslagen i höger kolumn i tabell 1.

Sammanställ hela klassens resultat i tabell 2. Om klassen hittat fler än 12 färgkoder – fortsätt i en ny tabell.

ELEVBLAD FÖR KOPIERING

Steg 2 – i labbet: Mikroskopi av ett urval av pollenklumparna



Tid minst 1 tim

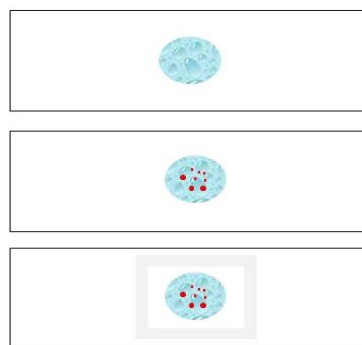
Instruktion till hela klassen:

Repetera/diskutera i klassen vem som ska mikroskopera vilka färgkoder och hur många. Notera om alla färgkoder görs eller bara vissa. Vi rekommenderar att varje grupp studerar minst två till tre olika färgkoder.

Instruktion till elevgrupperna:

1. Gör ett mikroskopi-preparat: Ta en pollenklump från en specifik färgkod. Notera denna färgkod. Lägg pollenklumpen på ett rent A4-blad. Ta sönder klumpen med hjälp av en eller två tandpetare i flera mindre bitar.
2. Ta ett objektglas, sätt en mycket liten droppe prepareringslösning i mitten på objektglaset. Lägg en eller ett par pollenklumpdelar i vattendroppen, fortsätt försiktigt att smula sönder dem på objektglaset och sätt sen på ett täckglas. Om preparatet svämmar över – torka försiktigt längs kanterna med en liten bit hushållspapper. Se figur nedan.

- 1) Hel pollenklump  → 2) Nersmulad pollenklump 
- 3) Objektglas med en liten droppe vatten eller prepareringslösning (varning, sätt inte för mycket)
- 4) För över några delar av den ner smulade pollenklumpen till droppen.
- 5) Fördela sedan klumparna ännu mera med en tandpetare.
- 6) Sätt på täckglas på mitten, tryck ner det försiktigt. Se den gråa rutan i bilden till höger. Torka av överskottsvatten runt täckglaset med en liten bit hushålls-papper.
- 7) Du kan nu använda detta för att mikroskopera.



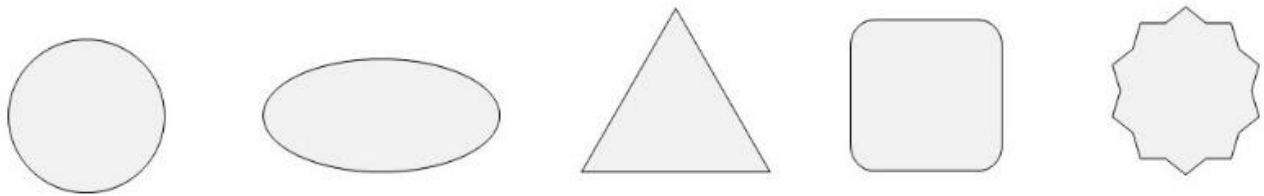
OBS: det är viktigt att smula ner pollenbitarna så mycket som möjligt så att man kan se de enskilda pollenkornen i pollenklumpen. Men, gör det försiktigt, annars kan du förstöra formen och då ser du bara trasiga, uppslitna pollenkorn – det blir då svårt att bedöma dem korrekt. Om man inte gör det på rätt sätt, då kommer man bara att se stora aggregat och det kan då bli svårt att känna igen enskilda pollenkorn.

Figur 50: Demonstration av hur en pollenklump ska förberedas för mikroskopi.

3. Mikroskopera. Sätt objektglaset i mikroskopet. Börja vid låg förstoring (till exempel med objektiv 10x) för att hitta pollensmulorna och för att ställa in skärpan.
4. Byt nu objektivet till 40x. Leta upp preparatet och ställ in skärpan.

5. Studera pollenkornen i mikroskop-preparatet. Beskriv vad du ser och bedöm om alla pollenkorn är identiska eller inte. Har de samma form och storlek? Om de inte är identiska, bedöm då hur många olika former det finns och hur många det finns av varje form. Rita av varje form i tabell 3 (se figurerna 51-52).

Dela in pollenkornen efter huvudform. Varje huvudform kan sedan uppvisa flera olikheter med avseende på storlek, ha olika fåror, ha olika utskott eller olika mönster på ytan.

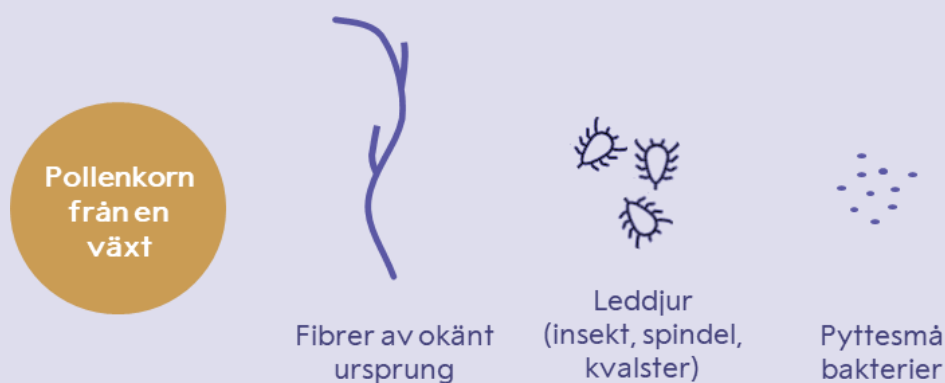


Figur 51: Exempel på några huvudformer hos pollenkorn. Notera att formerna kan vara något oregelbundna eller ha trubbiga ändar och att det kan finnas ännu fler former.



Figur 52: Pollenkornen kan också ha olika mönster på sin yta och ett eller flera olika utskott som sticker ut. Se nedan exempel för ett runt pollen.

6. Ibland kan man också hitta annat än pollen i pollenklumpen, som till exempel insekter, kvalster, svampar och bakterier (Figur 53). Andra exempel och bilder av dessa finns i Forskarhjälpens Pollenformnyckel på www.forskarhjalpen.se



Figur 53: Exempel på andra objekt man kan hitta i en pollenklump

8. Undersök minst 100 olika pollen-korn, så blir det lättare att senare räkna den procentuella fördelningen.

Tips: Rita alla former du ser på ett papper och sätt ett streck intill varje gång du ser just den formen. Då blir det lättare att snabbt räkna ihop hur många ni har sett av varje form.



9. När du är klar, skölj objektglaset med vatten och torka av det med hushållspapper innan du fortsätter med nästa pollenklump.
10. Sammanställ resultaten i tabell 3 (beskriv, rita, räkna).
11. Fortsätt nu med nästa pollenklumpfärg som du har fått tilldelat när ni hade den gemensamma klassdiskussionen. Du kan göra upp till tre olika pollenklumpfärg-grupper – fyll i dina data i tabell 3.
12. När du är klar med alla de pollenklumpar som du vill mikroskopera, rengör objektglaset, mikroskopet och sätt på huva.

13. Räkneövning

Detta moment kan göras när som helst – under eller efter lektionen som hemläxa:



- Beräkna den procentuella fördelningen av varje pollenform för alla de färgkoder du har mikroskoperat.

OBS:

Ibland är pollen-kornen väldigt små. Då måste man öka förstoringen ännu mer. Be er lärare om hjälp med att göra detta.

ELEVBLAD FÖR KOPIERING

Steg 3 – valfri plats: Identifiering av pollenkornens växtursprung



Tid cirka 1 tim i skolan eller som hemläxa

Material från skolan:

- Ifylld Tabell 1 och 3
- Digitalt verktyg för identifiering av pollenkornens växtursprung via färg och form. Forskarhjälpens pollenformnyckel finns på www.forskarhjalpen.se

Det krävs ett noggrant detektivarbete för att försöka identifiera vilka växter bina har besökt. Det finns minst tre olika ledtrådar att följa:

1. Pollenklumpens färg
2. Det enskilda pollenkornets form (som du har sett via mikroskopering)
3. Kunskap om var bigården ligger och lokal pollineringssekologi (det vill säga kunskap om de växter och insekter som är relevanta för pollineringen i ett visst område).

I punkt 1. så kommer du att få många olika förslag på växter. Sedan måste du börja kolla hur du kan utesluta vissa av dem. Det gör du genom att i punkt 2. titta på pollenformen för att olika växter har olika form på sitt pollen. Din lista på växtförslag brukar då bli kortare. Till sist genom punkt 3. ska du undersöka olika fakta om växtens förekomst i Sverige, var bigården ligger och olika data om ekologi (punkt 3. kommer vi att utföra i huvudmoment 2).

Med hjälp av detta kan du sedan bedöma vilka växter biet troligen har besökt. Om du vill veta riktigt exakt måste du göra ännu fler studier och använda ytterligare metoder som är kostsamma, komplicerade och tar lång tid att utvärdera.

Den metod som ni använder nu är ändå den vanligaste metoden som biodlare själva brukar använda – just för att den är snabb, enkel och billig.

Tyvärr har inte alla biodlare tillgång till mikroskop och kan därför inte göra sådana analyser själva. De måste då skicka proverna till ett laboratorium och betala för det – något som inte alla biodlare har råd med.

Det som behövs för att göra denna metod ännu bättre för biodlarna och för forskningen, är precis det ni gör för Pollenjakt, nämligen att undersöka pollen från olika bigårdar runtom i hela Sverige. Vi lever i en föränderlig värld och måste hela tiden bilda oss en uppfattning om den för att veta vart vi är på väg. Tack vare Pollenjakt kan vi nu samla in aktuella data. Dessa data (i form av teckningar eller fotografier) kommer att användas i utvecklingen av en ny databas som bygger på artificiell intelligens och en digital app. Ert bidrag till forskningen är viktigt även för detta!

Instruktioner för elevgrupperna:

- 1) Ta fram era tabeller (1 och 3) och studera resultaten (färg respektive form) för att nu försöka identifiera från vilken växt pollenklumparna har kommit från.
- 2) Identifiera växtgrupp på basis av pollenklumparnas färg och pollenform efter Forskarhjälpens pollenformnyckel. Notera att det kan finnas flera förslag på växter. Om så är fallet, skriv då in alla förslag. Fortsätt fylla i tabell 3.
- 3) Sammanfatta och tolka resultaten grovt och försök ställa några relevanta frågor som du sen kan jobba vidare med i nästa huvudmoment (steg 4).

ELEVBLAD FÖR KOPIERING

Steg 4 – valfri plats: Ekologiövningen



Tid cirka 1 tim i skolan eller som hemläxa

Samla fakta om ekologi i offentliga databaser:

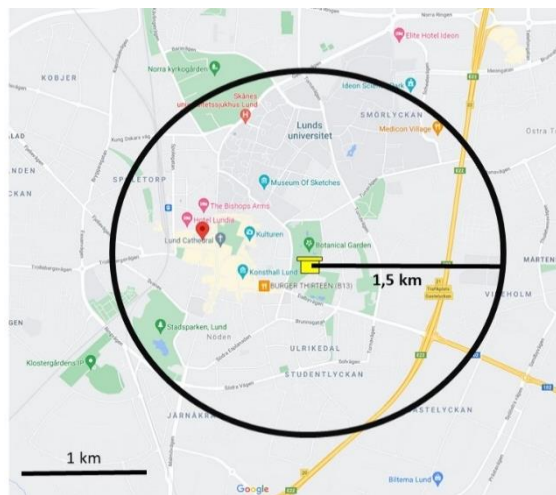
Instruktioner:

Här ska du knyta ihop dina observationer med fakta om geografi och ekologi. Detta gör du genom följande steg:

1. Ta reda på bigårdens lokalisering och information såsom provtagningstidpunkt, biras, storlek på bigård samt bisamhällets hälsotillstånd (denna information får du från läraren).
 - a. Leta upp bigårdens plats på googlemap och ta en print screen som du sen kan kopiera till en fil (word eller powerpoint) på din dator.
eller
Leta upp bigården på kartan så att den står i mitten, och sätt ett kryss (eller annan valfri symbol) där den ska stå i din word- eller powerpoint fil.
 - b. Leta nu upp på googlekartan hur många cm som motsvarar en specifik sträcka (brukar stå längst ner på kartan). Räkna ut hur många cm som motsvarar 1,5 km.
 - c. Mät upp detta avstånd i alla fyra väderstreck, rama sen in området med en kvadrat eller cirkel. Nu kan du se hur långt bina brukar flyga från sin bikupa (vid behov, till exempel om det är brist på växter eller vid dåligt väder, kan de flyga längre sträckor).

Hur ser det ut där er bikupa finns?

- Markera bikupans plats i kartan
- Dra en omkrets på cirka 1,5 km runt bikupan. Detta är medeldistansen som bin flyger. Vid behov kan de flyga längre.
- Bedöm binas omedelbara miljö nära kupan
- Bedöm landskapet och den allmänna miljön innanför cirkeln



Figur 54: Googlemaps över Lunds stadskärna

2. Bedöm nu bigårdens miljö – är det ett stadsområde, jordbruksområde, skogsområde eller något annat? Kolla på kartan om det finns mycket grönområden (parker, skog, ängar, jordbruk), industriområden eller bostadsområden runt kupan.

Bedöm deras andel (till exempel står kupan i figur 54 i en stadsmiljö, med viss andel grönytor) Viktigt att notera är tillgång till parker, botaniska trädgårdar och kyrkogårdar där många blomväxter odlas).

3. Nu ska du ta reda på växtzonerna för de olika växtförslagen som du har kommit fram till tidigare (i steg 3). Denna övning hjälper dig att utesluta vissa växter som du har på din lista efter bedömning av pollenkornens färg och form.

Du kan kolla växternas zoner på flera olika sätt, till exempel i Wikipedia. Leta då på växtens namn. Se exempel för blålocka. Under

rubriken habitat- utbredningskartor kan du hitta information om dess utbredning. Uteslut sedan de växter som inte är troliga för den ort som bisamhället har stått på.

Du kan också hitta mer information om växten på websidan ”Artfakta”. Skriv in växtens namn i det tomma fältet.

[Artbestämning - Artfakta från SLU Artdatabanken](#)

W Liten blålocka - Wikipedia

https://sv.wikipedia.org/wiki/Liten_blålocka

Artikel Diskussion

Läs Redigera Redigera wikitext Visa historik Sök på Wikipedia

Liten blålocka [redigera | redigera wikitext]

Blålocka kan även vara *slanguttryck för blåra*.

Liten blålocka (*Campanula rotundifolia*) är en flerårig växt med blå blommor. En närstående art är *stor blålocka*, *Campanula persicifolia*. *Campanula rotundifolia* complex är en tetraploid variant.

Svenska Botaniska Föreningen utsåg den 13 mars 2021 *liten blålocka* till *Sveriges nationalblomma*.^[1] Detta efter en omröstning i vilken allmänheten kunde delta, och där sammanlagt cirka 81 000 röster lades.

1 Beskrivning

1.1 Underarter

2 Habitat

2.1 Utbredningskartor

3 Biotop

4 Etymologi

4.1 Landskapsbiomma

4.2 Nationalbiomma

5 Bygdemål

6 Bilder

7 Källor

7.1 Noter

8 Externa länkar

Beskrivning [redigera | redigera wikitext]

Första året blommar inte *liten blålocka*, utan den bygger upp sitt näringsarbete genom det underjordiska, mångåriga grensystem, varifrån de blommande och fruktsättande skotten ska utvecklas. På dessa skott finns endast små och smala blad, eftersom deras huvuduppgift inte är näringsarbetet.

Blommar juli — september.

Kromosomtal 2n = 34, 68.

Underarter [redigera | redigera wikitext]

- Campanula rotundifolia* ssp. *rotundifolia*.
- Skerblålocka***, även kallad *rasblålocka*, *Campanula rotundifolia* ssp. *groenlandica* (Berlin) Å.Löve & D.Löve. Den förekommer endast i fjälltrakterna.

Habitat [redigera | redigera wikitext]

Blålockor är vanliga över hela Norden. Under högsommarens sol framkommer ett rikligt blomsterliv, där olika typer av blålockor ofta förekommer.

Utbredningskartor [redigera | redigera wikitext]

- Norden [?]

Nordliga gränslinjer inlagda för stor resp *liten blålocka*. I Jotunheimen går *liten blålocka* upp till 1 920 m ö.h.

Domän

Eukaryoter

Rike

Eukaryota

Division

Växter

Division

Plantae

Underdivision

Fröväxter

Klass

Spermatophyta

Ordning

Gymnospermae

Familj

Triklopater

Ordning

Eudicotyledonae

Familj

Asterales

Släkte

Asteraceae

Släkte

Blålockor

Art

Campanula

Vetenskapligt namn

Campanula rotundifolia

Artbestämning - Artfakta från SLU Artdatabanken

https://artfakta.se/artbestamning

Artbestämning - Snabbaste vägen till korrekt artbestämning

Blålocka

Namn och släktnamn

- Liten **blålocka** | *Campanula rotundifolia*
- Stor **blålocka** | *Campanula persicifolia*
- Amerikansk **blålocka** | *Campanula americana*
- Vanlig stor **blålocka** | *Campanula persicifolia* var. *persicifolia*
- Backblålocka | *Campanula rotundifolia* subsp. *rotundifolia*
- Blålockor | *Campanula*
- Lappblålocka | *Campanula rotundifolia* subsp. *groenlandica*
- Skerblålocka | *Campanula rotundifolia* subsp. *groenlandica*

Referenser

- Artfaktalad - Campanula rotundifolia, liten **blålocka**

Utforska andra tjänster i Artfakta

- Fyndarter
- Rapporter

Fortsätt där du slutade

Senaste arttrycklar

Upptäck gallerier

Blålocka - Artbestämning från SLU Artdatabanken

Artbestämning

Sökresultat - "Blålocka" Totalt 7 Namn och släktskap 6 Nycklar 0 Termer och begrepp 0 Referenser 1

Namn och släktskap (6)

Svenskt namn	Vetenskapligt namn	Kategori	Observationer	Landskapstyp	Organismgrupp
Liten blålocka	<i>Campanula rotundifolia</i>	Art	40192	Jordbrukslandskap, Fjäll	Kärlväxt
Stor blålocka	<i>Campanula persicifolia</i>	Art	26126	Jordbrukslandskap	Kärlväxt
Amerikansk blålocka	<i>Campanula americana</i>	Art	6	Urban miljö	Kärlväxt
Vanlig stor blålocka	<i>Campanula persicifolia</i> var. <i>persicifolia</i>	Varietät	0	Jordbrukslandskap	Kärlväxt
Backblålocka	<i>Campanula rotundifolia</i> subsp. <i>rotundifolia</i>	Underart	7483	Jordbrukslandskap, Urban miljö	Kärlväxt
Blålockor	<i>Campanula</i>	Släkte	116646		Kärlväxt

Sidor

Nycklar

Termer och begrepp

Referenser (1)

Auktor	Årtal	Titel
Sebastian Sundberg	2021	Artfaktablad - Campanula rotundifolia, liten blålocka

Liten blålocka - Artbestämning från SLU Artdatabanken

Artbestämning

Liten blålocka *Campanula rotundifolia*

Information

Kännetecken kala

En ganska lågväxt, vanligen 20-30 cm (upp till 50 cm) hög, flerårig ört med 15-30 mm långa och blålla, någon gång vita, klockformade kronor som har grunt inskurna flikar och ett grunt (1-2 mm) treflikat märke. Arten blommar i juli-september. Stjälken har linära, oskaffade blad med hel kant medan rosettbladen är ca 1 cm breda och rundat hjul- till hjärtformade med långa skärf. Frökapslarna är hängande med porer vid basen (vilka gör att fröna skakas ur först vid kraftig vind eller skakning, vilket ökar spridningsavståndet jämfört med om de skulle spridas vid mindre skakningar).

Arten förekommer som tre bristfälligt utbredda underarter i Sverige. Underarterna skiljer sig åt i antal och storlek hos blommorna, i växtsätt samt i kromosomtal (Lud m.f. 2005). Backblålocka subsp. *rotundifolia* (tetraploid kromosomuppsättning) har ofta tattrika, relativt små (vanligen < 20 mm långa) blommor och växer upprätt, medan stredblålocka subsp. *proenlandica* (tetraploid) och lapplålocka subsp. *pieaseciana* (diploid) båda växer mer krypande, har en till tre större blommor samt bredare frökapslar. Identifikationen och separationen av underarterna förvärras av att planthöjden och antalet blommor per stjälk minskar medan blomstorielen ökar, mer eller mindre kontinuerligt, med stigande höjd över havet (J. Norge: Märd m.f. 2013).

Stor blålocka *Campanula persicifolia* är vanligen betydligt mer storkruken (upp till 1 m hög) och styv, och skiljer sig genom större blommor (vanligen 30-40 mm långa) som har djupa inskurna märkesflikar (ca 1 cm, ibland med stiftet), stjälkblad med nedvikt och ofta frist naggad kant samt saknar de rundade rosettbladen. Frökapslarna är uppstående med porer i övre halvan.

Ångblålocka *C. patula* är tvåårig, har något större, rödlila blommor med betydligt djupare inskurna och mer utbredda kronflikar och bredare, smalt äggformiga stjälkblad. Frökapslarna är uppstående med porer mot spetsen.

Utbredning kala

Svensk förekomst: **Befast och reproducerande**

Svensk invandringshistoria: **Spontan**

Liten blålocka förekommer över i princip hela landet, där underarten backblålocka är den vanligaste och finns i hela landet, åtminstone nedom fjällen, medan stredblålocka förekommer i de södra och mellersta fjällen och lapplålocka subsp. *pieaseciana* är rapporterad från det nordligaste fjällområdet i Torne lappmark. Backblålocka har sannolikt minskat när tidigare öppna landskap har fått minskad höjd och beskogsat, men minskningen märks inte i upprepade provinsförinventeringar, där jämförelserna gjorts på en grov kilometerskala (2,5-5 km) som knappast fångar upp mindre förändringar hos vanliga arter.

Arten förekommer cirkuipolärt i Eurasien och Nordamerikas tempererade, alpina och arktiska områden (Hultén & Fries 1986, Sutherland & Galloway 2018). Liten blålocka tros ha uppstått för 2,2 miljoner år sedan i södra Centraleuropa från andra diploida *Campanula*-arter kring Medelhavet, varifrån den har spridit sig över resten av norra halvklotet (till Nordamerika för ca 114 000 år sedan; Sutherland & Galloway 2018).

Kartor

Observationer

Bedömd förekomst

4. Undersök nu vilka allergipollen som kan ha förekommit i höga antal vid provtagningstillfället. Information kan du hitta på denna webblänk: <https://pollenrapporten.se/pollenkalender.4.5da.e555f13d5eaab60014b.html>

Undersök om du har hittat allergipollen i dina pollenmikroskoperingar. Typiska former för allergipollen kan du hitta i Forskarhjälpens pollenformnyckel.

5. Nu kan du ta reda på vilka landskapssymboler som finns för den plats där bisamhället står. Leta upp landskapsblomma, landskapsdjur och landskapsinsekt. [Svenska landskapssymboler – Wikipedia](#)

6. Till sist ska du ta reda på vilka arter som är hotade (rödlistade) i området:

Läs här vad rödlistning av arter betyder och om dess olika kategorier:

<https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhall/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Naturvard/Rodlistning/>

Här kan du leta efter vilka arter som är rödlistade inom ett specifikt område: [Naturvård - Artfakta från SLU Artdatabanken](#). Skriv in orten och tryck på sök. Se nedan exempel för Stockholm.

Sammanfatta informationen i form av ”så många arter” är rödlistade – och ange vilka de är.

Naturvård - Hur mår våra svenska arter?

Sök arter, m.m...

Fortsätt där du slutade: Liten blåkladda | Campanula rotundifolia

Mina arter: Här visas dina sparade arter

Rödlistade arter

Arter	Antal
Nätra hotad (NT)	1786 arter
Särbo (M)	1596 arter
Sträva hotad (EN)	890 arter
Älva hotad (CR)	278 arter
Näringsliv hotad (RE)	217 arter
Örnsländor (DD)	905 arter

5 672 arter

Fridlysta arter

926 arter

Åtgärdsprogram

424 arter

Sök arter i ditt område

Rödlistade arter

Hela Sverige

Avancerad sökning

Habitatsdirektivet

Habitatsdirektivet kategori 2 | Habitatsdirektivet kategori 3 | Habitatsdirektivet kategori 4 | Habitatsdirektivet kategori 5

317 arter

Fåglar

Fåglar | Fåglar | Fåglar

229 arter

Frammande arter

Frammande arter | Fåglar | Fåglar

4 546 arter

Signalarter

317 arter

Fyndkartor - Artfakta från SLU Artdatabanken

Sökningen resulterade i fler än 10 000 fynd. Förfina din sökning för att visa detaljerat resultat.

Fynd i aktuell vy: 636 449

Kartvy Satellitvy

Arter (1033)

Förfin din sökning för mer artdetaljer.

Arter	Rapporter
Havsörn NT	Rapporter: 34 252
Grönfink EN	Rapporter: 31 275
Björktrast NT	Rapporter: 28 448
Stare NT	Rapporter: 27 147
Skrattmås NT	Rapporter: 24 890
Fläckmås NT	Rapporter: 24 850
Tofsvipa NT	Rapporter: 24 541
Gråtrut NT	Rapporter: 24 116
Gulspurv NT	Rapporter: 23 558
Kräka NT	Rapporter: 22 629

Antal rapporter per år

Totalt: 636 449

KNYT IHOP FAKTA OCH EGNA OBSERVATIONER:



I elevgrupp:

Sammanfatta och tolka resultaten.

Hela klassen:

Sammanställning av hela klassens resultat.

- Bedöm hur många olika växter bina har besökt inom 1,5 km radie från platsen där bisamhället står.
- Hur påverkar det andra organismer i området?
- Vilka likheter/skillnader finns det för resultaten mellan klassens olika elevgrupper?
- Diskutera och tolka!

Slutlig uppgift för varje elevgrupp – skapa en vetenskaplig poster

Nu är det dags att sammanställa hela ert arbete i en vetenskaplig poster. Instruktioner finns på www.forskarhjalpen.se

LYCKA TILL!



Skicka resultaten till forskarna!

Läraren samlar in samtliga tabeller och skickar dem tillsammans med kuvertet i frysen som innehåller alla sorterade pollenklumpar och tabeller från de tidigare stegen. Skicka detta brev i ett färdigfrankerat kuvert med påskriven adress:

Natuschka Lee
EMG, Umeå universitet
Linneaus väg 6
90187 Umeå

FORSKNINGSMETODIK

Introduktion

Forskning är en metod för att få ny kunskap. Vetenskaplig forskning ämnar göra detta på ett så noggrant övervägt och ordnat sätt som möjligt. Genom att formulera hypoteser som är möjliga att testa, och därmed bevisa eller motbevisa, kan man undersöka om de är korrekta. Forskningsmetoder bör vara så objektiva som möjligt. Vetenskapliga metoder som till exempel insamling, analys och tolkning av data, skall vara fria från förutfattade uppfattningar och individuella åsikter. Dessa metoder måste även vara strukturerade, ordnade och repeterbara.

Vetenskapliga metoder har varit avgörande för att öka vår kunskap om världen och för vår teknikutveckling. Metoderna är grundläggande verktyg som kan hjälpa oss att lösa problem och svara på frågor. Beroende på forskningsområde kan de vetenskapliga metoderna se lite olika ut. Till exempel finns det ofta skillnader mellan metoderna inom samhällsvetenskapen och naturvetenskapen. Även inom de naturvetenskapliga områdena kan det finnas viktiga skillnader.

Vetenskapliga metoder kan delas in i:

Kvantitativa metoder, där man gör experiment, observationer och mätningar som leder till insamling av en stor mängd data för att testa hypoteser. Dessa metoder används vanligtvis av naturvetenskapliga forskare, men vissa samhällsvetenskapliga forskare använder dem också.

Kvalitativa metoder, där man registrerar beskrivande observationer av enskilda fenomen och händelser. Dessa observationer kan vanligtvis inte ge kvantitativa mätningar. Det är inte ovanligt att kombinera flera olika vetenskapliga metoder i en och samma studie. Forskning som kombinerar kunskap och metoder från olika vetenskapsgrenar kallas för tvärvetenskaplig.

Det finns också en skillnad mellan grundforskning och tillämpad forskning. Syftet med grundforskning är att öka den generella kunskapen inom ett visst område. Tillämpad forskning utförs generellt av en extern part, till exempel en myndighet eller ett företag som vill hitta svar på ett specifikt problem. Gränsen mellan grundläggande och tillämpad forskning är dock inte helt klar - grundforskning leder ofta till tillämpad forskning och vice versa.

De viktigaste stegen i den vetenskapliga metoden är att ställa en fråga, skapa en hypotes om vad man tror att resultatet kommer att bli, designa experiment som testar denna hypotes, samla in

experimentella data, analysera data och sedan – baserat på de slutsatser du har dragit – acceptera din hypotes eller skapa en ny.

I vetenskapliga undersökningar – till exempel när vi beräknar, observerar och sorterar information – är det viktigt att man utformar undersökningen så att den faktiskt mäter vad den ska mäta. Det kan låta uppenbart, men så är inte alltid fallet. De vetenskapliga metoderna med alla sina olika, väl definierade steg och krav på detaljerad rapportering av metod, analys och resultat har utvecklats för att vara så oberoende som möjligt. Metoderna gör också att man kan undvika fel och minimera risken att forskarens personliga åsikter färgar undersökningen. Men allt kan mätas på olika sätt och svaren kan därför bli olika, bland annat beroende på utgångspunkt och teoriformulering. Detta är en anledning till att även forskare som arbetar med likartade frågor kan komma fram till olika resultat och ibland dra olika slutsatser. Traditionen att ifrågasätta slutsatser och den ständiga diskussionen inom forskarsamhället om nya resultat bidrar till ytterligare framsteg i forskningsinsatserna.

En annan avgörande sida av vetenskaplig forskning är erkännandet av att det alltid finns en viss osäkerhet. Till exempel finns det alltid en viss grad av mätfel, som kan inkludera statistiska / insamlings / slumpmässiga fel (till exempel på grund av få mätpunkter eller slumpmässiga fluktuationer som kontaminerar en mätning) och systematiska fel (till exempel på grund av kontamination eller bias i ett prov som tenderar att gå i en viss riktning och då ger vilseledande resultat). Därför är en utmärkande egenskap i vetenskaplig kunskap att även om "fakta" kan fastställas, till exempel efter att upprepade experiment bekräftar en hypotes, finns det åtminstone en liten chans att hypotesen faktiskt inte är korrekt och kan ändras av något framtida, bättre experiment som leder till en mer exakt hypotes eller teori. Dock skulle denna nya, förbättrade teori fortfarande behöva kunna förklara alla tidigare experimentella resultat. Därför måste vetenskapliga teorier vara öppna för att falsifieras om nya motstridiga resultat upptäcks. På detta sätt testas och förbättras kontinuerligt anhopningen av vetenskapliga hypoteser och teorier, som utgör den vetenskapliga kunskapsbanken.

Pollenjakten - årets projekt i Forskarhjälp

I pollenjakten studerar eleverna vilka växter honungsbin besöker runt om i Sverige. Pollenjakten kategoriseras som grundforskning eftersom syftet är att öka den generella kunskapen om pollinatörernas aktiviteter i Sverige. Denna kunskap kan sedan komma till stor nytta för många yrkesfält – till exempel biodling, jordbruk, lantbruk, livsmedel, markförvaltning, trädgård och naturvård.

Forskningen kan därmed även betraktas som tillämpad forskning – dock kommer uppdraget inte från industrin, utan från forskare, som en följd av den nuvarande ekologiska krisen kring biologisk mångfald, insektsdöden och klimatförändringar. Syftet är att ta fram konkreta, lokala fakta så att mer effektiva naturvårdsstrategier kan utvecklas.

Eleverna kommer att undersöka bipollen från en specifik bigård i Sverige med olika kvalitativa metoder och i viss mån med kvantitativa metoder. De kommer att räkna, sortera och mikroskopera bipollen för att identifiera vilka växtgrupper bina har besökt. Eleverna kommer sedan att få lära sig att sätta in sina biologiska data i ett ekologiskt perspektiv och träna på kritisk tolkning.

Genom identifiering av vilka växter som honungsbin besöker kommer vi att kunna erhålla en unik överblick över deras miljöer runt om i Sverige. Flera viktiga frågor kommer att belysas, till exempel hur stor den biologiska mångfalden är i de områden som honungsbina lever i, och om de konkurrerar med andra vilda pollinatörer. Samtliga data och bipollenprover kommer att arkiveras i ett nationellt Pollenherbarium för framtida bruk, samt användas för att skapa en aktualiserad nordisk pollendatabas. Visionen med denna databas, i kombination med artificiell intelligens och i samarbete med yrkesbiodlare och entreprenörer, är att göra det lättare för olika utövare att identifiera bipollen, både för att undersöka bisamhällens aktiviteter i olika miljöer och för att utvärdera biprodukters ursprung och därmed kunna detektera fusk med biprodukter bättre.

Forskaren Natuschka Lee leder en tvärvetenskaplig forskargrupp kring mikrobiologisk geokologi och astrobiologi vid Umeå universitet, där hon tillsammans med studenter och postdocs försöker utvidga vår förståelse för biodiversitet, ekologi och livets principer, samt hur detta kan leda till att öka våra chanser att skapa en hållbar och hälsosam existens både på- och utanför jorden. Hennes team har deltagit i internationella astrobiologiprojekt där syftet har varit att undersöka hur liv från jorden kan överleva ute i rymden. På jorden forskar hennes team kring pollineringssekologi, mikrobiologi och bioteknik - och vilken nytta detta kan ha för olika områden.

Nedan illustrerar vi Pollenjaktens arbete med den vetenskapliga metoden. Vi kommer att använda ett pedagogiskt och något förenklat process- och resultatdiagram över den vetenskapliga metoden. Processen går igenom stegen: hypotes – experiment – resultat – analys – slutsats. Bredvid varje steg finns en förklarande kursiv text skriven av Skolverket.

Den vetenskapliga processen – Pollenjakt

Inledning

Frageställning/Problem

Sverige är ett avlångt land med ett brett spektrum av olika landskap och klimat. Vad gör honungsbin i olika delar av Sverige? - Vilka växter besöker de och vilka konsekvenser har detta för den biologiska mångfalden?

Här beskrivs ett avgränsat problem/fråga man vill ha svar på. Beskrivningen ska vara kortfattad men ändå tillräcklig för att någon som inte vet något om problemet ska kunna förstå. Tänk på att formulera på ett sådant sätt så att det går att diskutera resultatet i slutsatsen.

Källa: Skolverket

Formulera en hypotes

Graden av biologisk mångfald skiljer sig i olika delar av Sverige (till exempel, jordbruk versus ängsmark) – då borde detta reflekteras i:

- 1) Hur många olika växter honungsbin kan besöka i olika områden i Sverige.
- 2) Ökade konkurrensförhållanden med vilda pollinatörer i områden med låg biologisk mångfald.

Här beskrivs lite bakgrund till problemet/frageställningen och motiverar varför ni genomför undersökningen. Sätt undersökningen i ett sammanhang. Berätta gärna om resultat från tidigare forskning. Läsaren får en förklaring till varför området är intressant och hur ni kan bidra till ökad kunskap om det.

Källa: Skolverket

Metod

Provinsamling – Biodlare – juni, juli och augusti

Vi tar hjälp av biodlare runt om i Sverige för att samla in pollenklumpar för analys av elever i klassrummen, men även utav forskarteamet.

Eleverna kommer att sortera pollenklumpar efter färg och form – dels visuellt (kategorisering av färg med internationella färgkoder), dels via mikroskop (för att beskriva pollenkornens form som är unik för olika växtgrupper). Data kommer att utvärderas främst kvalitativt (på basis av färgidentifiering och via morfologi) och via olika databaser och uppslagsverk.

Syftet med detta är att identifiera växtursprunget och att ta fram andra ekologiska data för det område som bisamhället befinner sig i. Pollenjaktens främsta utmaning: Att identifiera växtursprunget då nuvarande databaser inte är fullständiga, men här kommer forskarna att utföra kompletterande analyser (till exempel via DNA sekvensering). Syftet med pollenjakten är ju att bygga upp en ny, aktuell databas och Pollenherbarium för framtida bruk.

Här beskrivs undersökningsmetod. Om det är en kvantitativ och eller kvalitativ metod. Beskriv om ni utfört kontrollförsök. Redovisa undersökningens validitet och reliabilitet. Beskriv vilka felkällor ni kan komma på.

Beskriv hur ni genomförde undersökningen. Beskriv material och mätutrustning. Komplettera gärna med bilder och figurer. Om ni gjort enkäter eller intervjuer bifoga dem.

Källa: Skolverket

Resultat och analys

Resultat

Eleverna kommer att presentera procentuell fördelning av hur många olika pollenklumpfärger ett bisamhälle har samlat in under en specifik tidsperiod – och hur detta skiljer sig mellan olika tidsperioder/ bigårdar. Eleverna ska även bedöma graden av biologisk mångfald i varje pollenklumpfärgkategori och vilken effekt detta kan ha för andra organismer såsom vilda pollinatörer.

Här redovisas mätdata i till exempel tabeller- och diagram. Kvalitativa data redovisas genom till exempel lämpliga citat från intervjuer. Har man mycket data kan man välja att redovisa endast det som är relevant för analys och slutsats.

Källa: Skolverket

Analys/diskussion av data – eleverna, forskarteamet – november

Eleverna och forskarna analyserar/tolkar data och funderar på vilka ekologiska effekter detta kan förväntas få ute i naturen.

Beskriv med ord vad resultatet visar. För en diskussion om resultaten. Här tolkar ni resultaten. Här behövs en fundering över validitet och reliabilitet. Hur signifikanta är resultaten? Hur stora och relevanta är era felkällor? Behöver man studera frågeställningen vidare? I så fall, hur? Var noga med att inte dra slutsatser som inte grundar sig på empiriska resultat det vill säga på er erfarenhet. Vilken betydelse har era resultat och er slutsats?

Diskussionen och frågeställningen är den mest kreativa delen av en vetenskaplig undersökning.

Källa: Skolverket

Slutsats – eleverna, forskarteamet – avslutningskonferensen 11 februari

Har analysen gett upphov till nya frågeställningar? Idéer på ny undersökning? Har ni fått tillräckligt med underlag för en vetenskaplig artikel? Insikt om ekologiska effekter som kan förvänta oss?

Ska vara kort. Sammanfattning av det ni kom fram till under diskussionen. Tänk på att ni skriver så att den svarar på frågeställningen. Var tydlig med om era slutsatser är tillförlitliga med tanke på era felkällor. Tänk på att man ska kunna läsa inledning och slutsats och få en bild av vad ni har undersökt.

Källa: Skolverket

Tips på mer information om den vetenskapliga metoden

Exempel vetenskapliga metodens olika steg:

<http://www.storyboardthat.com/sv/articles/e/vetenskaplig-metod>

Exempel DNA – molekylen och Nobelpristagare:

<http://www.storyboardthat.com/sv/storyboards/sv-examples/vetenskapliga-metoden-med-dna>

Filmer Klartänt + lärarhandledning

<https://nobelprizemuseum.se/skola/lararhandledningar/klartant/>

Lärportalen,

Skolverket har flera moduler för lärare som tar upp den vetenskapliga metoden.

https://larportalen.skolverket.se/#/modul/2-natur/Grundskola/506-Formaga-undersokningar-arskurs_7-9

ATT RAPPORTERA FORSKNINGRESULTAT

När forskare gjort en mängd experiment och fått resultat som leder till nya slutsatser så vill de dela med sig av detta till andra forskare och till omvärlden. Det är på så sätt forskningsresultat sprids och kan nyttjas som bas för andra forskare att bygga vidare på.

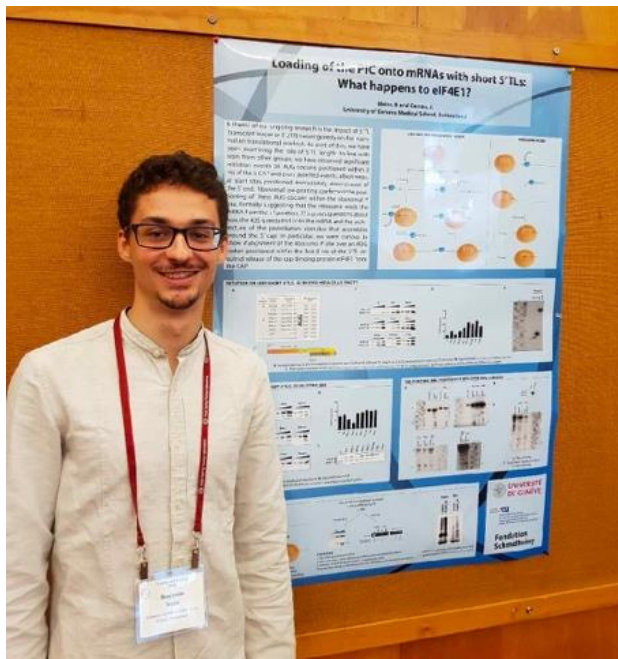


Forskare sprider sina forskningsresultat och slutsatser via referee-granskade artiklar som de publicerar i vetenskapliga tidskrifter. Det finns en mängd ämnesspecifika internationella tidskrifter som har olika hög status. Det är viktigt för forskare att publicera sina resultat. Forskare bedöms hela tiden och en viktig aspekt är hur produktiva de är vad gäller publicering av resultat. Får man ut många artiklar med viktiga resultat har man också större chans att få vidare finansiering av forskningsråd och attrahera nya studenter.

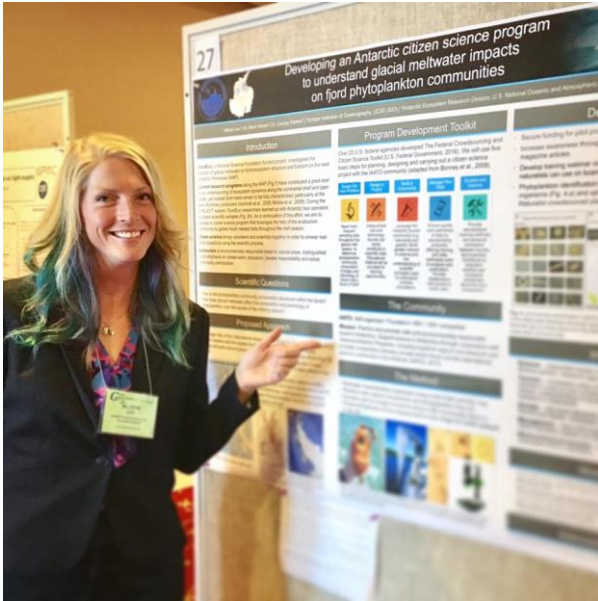
I princip alla vetenskapliga artiklar skrivs på engelska och inkluderar ett antal figurer som visar de experimentella resultat man fått. Man ska också ha med en beskrivning hur man gjort experimenten i detalj (så andra kan upprepa) och en referenslista med tidigare artiklar som utgör bakgrunden för studien. Allt som man vill publicera granskas först av andra forskare (peer-review eller referee-granskning) och ofta får man skriva om och göra fler experiment innan artikeln godkänns för publicering. Ibland blir manuskriptet refuserat av tidskriften, och då får man tänka efter, göra fler experiment för att förbättra studien, och sedan skicka en ny version till samma eller en annan tidskrift. Ofta tar det cirka ett halvt år från att en artikel skickas in till en tidskrift, tills man får den accepterad och sedan mera tid innan den är i tryck. Idag kräver många

finansiärer att man köper till så kallad Open Access då man publicerar, så man gör artikeln fritt tillgänglig för allmänheten oberoende om tidskriften annars bara kan läsas av prenumeranter.

Ett annat viktigt sätt att sprida sina resultat och få nya idéer är att åka på konferenser. Konferenser har ofta ett tema, till exempel proteinveckning eller förnybara bränslen, och kan vara små (från 50 deltagare) till jättestora (flera tusen deltagare). Dessa konferenser annonseras långt i förväg så att forskare ska kunna boka in att åka och ansöka om att få hålla en föreläsning i programmet. Oftast håller en konferens på under 3–5 dagar med fullspäckt schema. Dagarna är fulla av föreläsningar där utvalda forskare på 20–30 min beskriver sina resultat via en Powerpointpresentation. Språket är engelska och det är oftast en kort frågestund efter varje föreläsning där publiken får ställa frågor. Under en del av dagarna, ofta eftermiddag eller kväll, brukar konferenser arrangera så kallade postersessioner.



En poster, eller affisch, innehåller en beskrivning av forskarens forskning via text och bilder på ett inbjudande och förklarande sätt. Forskaren som gjort postern ska stå vid sin poster en del av postersessionstiden och då kunna förklara vad som gjorts mer i detalj för andra intresserade forskare som går förbi. Samtidigt ska postern vara självförklarande då man ska kunna läsa och förstå även när presentatören inte är där. Enligt ett schema kan man se när presentatörerna ska stå vid vilka postrar så man kan planera om man vill träffa ägaren till någon viss poster.



Alla postrar som visas beskrivs i konferensprogrammet där också schemat för alla föreläsningar ges. En poster beskrivs i ett program med titel, namn och ett kort abstrakt om innehåll, samt att postern har ett nummer (så man kan hitta) och tidpunkt (när ägaren ska stå där). Konferenser har många fler postrar än de har föreläsare. Posterpresentationer är alltså ett sätt för fler forskare att presentera sina resultat, och för mindre erfarna forskare och studenter att få visa vad de gjort. De yngre blir oftast inte inbjudna som talare på stora konferenser.

Postersessioner brukar ofta vara livliga och trevliga sessioner med mycket folk och en massa diskussioner och skratt. Ofta bjuder konferensens organisatörer på dricka och snacks under tiden. Ofta delas ett posterpris ut i slutet av konferensen då alla har visat sina postrar. Priset baseras på en kombination av utformning av postern, de vetenskapliga resultaten, och hur väl personen kunde förklara sin forskning. Postrarna görs på stora papper eller tyg (oftast AO format) som man rullar ihop och tar med sig i resväskan. Idag kan man ofta göra klart postern som en fil på ett USB och skriva ut den på plats på konferensen så man inte behöver frakta den.

REFERENSER:

Botanik:

- [Royal Botanic Gardens, Kew | Kew](#)
- [Linnelektioner_idehafte.pdf \(nrm.se\)](#)
- [Den virtuella floran: Innehållsförteckning \(nrm.se\).](#)
- [When did flowers originate? \(phys.org\)](#)

Pollen:

- Palyonologiska laboratoriet Naturhistoriska Riksmuseet Stockholm,
<https://www.nrm.se/ommuseet/press/pressbild/erpapersonal/bjorngedda.9008290.html>
- Pollenrapporten: <https://pollenrapporten.se/>
- Den globala pollendatabasen PalDat. 2021. *Prunus spinosa*.
https://www.paldata.org/pub/Prunus_spinosa/304051
- Global studie om bipollenprojektet C.S.I. Pollen:
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0005772X.2014.11417585>
- Ola Olsson, Melanie Karlsson, Anna S. Persson, Henrik G. Smith, Vidula Varadarajan, Johanna Yourstone, Martin Stjernman. 2021. Efficient, automated and robust pollen analysis using deep learning. *Methods in Ecology and Evolution*. 12, 850,
<https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/2041-210X.13575?af=R>

Djur:

- [Vilka var de första djuren? – Corren](#)
- [Fyrbent varelse först uppe på land - Vetenskapsradion Nyheter | Sveriges Radio](#)
- [Hur många djurarter finns det på planeten? - My Animals](#)
- [Hur många insektsarter finns det i Sverige egentligen? | SLU Artdatabanken](#)
- Insect Gap Map, [InsectGapMap – forskningsgap inom biologisk mångfald \(mistra.org\)](#)
- Gärdenfors, Ulf. 2020:
<https://www.artdatabanken.se/arter-och-natur/Dagens-natur/hur-manga-insektsarter-finns-det-i-sverige-egentligen/>

- Naturhistoriska riksmuseet Insect Biome Atlas:
<https://www.nrm.se/forskningochsamlingsar/bioinformatikochgenetik/varforskning/insectbiomeatlas.9005521.html>
- Ronquist et al. 2020. Completing Linnaeus's inventory of the Swedish insect fauna: Only 5,000 species left?. *PLOS One* 15(3):
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228561>

Rödlistade arter/hotade miljöer:

- [Arbetsfil bok sid20-243_FINAL.indd \(artdatabanken.se\)](#)
- [Ett försämrat läge för växter och djur i Sverige – Rödlistan 2020 – Framtidens Natur & Kulturarv](#)
- [Åtgärdsprogram för hotade arter och naturtyper - Naturvårdsverket \(naturvardsverket.se\)](#)
- [Tre procent orörd natur kvar i världen – Nya Dagbladet](#)

Stödaktioner kring pollinatörer:

- EU rapport 2020: [Särskild rapport: Pollinatörer \(europa.eu\)](#)
- Göteborgs botaniska trädgård, skolprojekt:
<https://www.botaniska.se/barn-skola/tips-och-studiematerial/pollinering/>
- Herbertsson, L., Lindström, A.M.S., Rundlöf, M., Bommarco, R. och Smith, G.H. 2017. Competition between managed honeybees and wild bumblebees depends on landscape context. *Basic and Applied Ecology* 17(7):609-616. doi: 10.1016/j.baae.2016.05.001.
- Jordbruksverket bin och humlor:
<https://jordbruksverket.se/djur/ovriga-djur/bin-och-humlor>
- Junsele Djurpark - med norrländsk insektspark,
<https://www.junseledjurpark.com/>
- Naturskyddsföreningen Rädda bina:
<https://raddabina.nu/>
- Naturvårdsverket Pollineringsprojekt:
<https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Bidrag/Lokala-naturvardssatsningen/Pollineringsprojekt-inom-LONA/>

- Naturvårdsverket. 2018. Pollinatörer och pollinering i Sverige – värden, förutsättningar och påverkansfaktorer. Bromma: Naturvårdsverket, <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6841-7.pdf?pid=22693>
- Nordens Ark - bevarandeprogram för insekter: <https://nordensark.se/bevarande/bi-forskning/>
- Pollinera Sverige: <https://pollinerasverige.se/>
- WWF humlor: <https://www.wwf.se/djur/humlor/>

Om bin:

- Biodlingsföretagarna: <http://www.biodlingsforetagarna.se/>
- Buckfastbiet: <http://www.buckfast.se>
- Carnicabiet: <https://www.carnica.se/>
- Elgonbiet: <https://www.elgon.se>
- Honungsringen: <https://honungsringen.se/>
- Ligusticabiet: <https://ligustica.se/>
- Nordiska biet: <https://www.nordbi.se/>
- Svenska bin: <https://svenskabin.se/>

- Sveriges Riksförbund Biodlarna: <https://www.biodlarna.se/>
- Globala portalen: [Pollinering, en livsviktig men hotad ekosystemtjänst | Globalportalen](#)
- Sveriges Referenslaboratorium för bihälsa, SLU: <https://euro6.safelinks.protection.outlook.com/?url=https%3A%2F%2Fwww.slu.se%2Finstitutoner%2Fekologi%2Fresurser%2Fbihalsa%2F&data=04%7C01%7Ckarin.hallgren%40nobelprize.org%7Ca955ba446403488eaa7808d95c8e22e9%7Cbeb69a0a9be0449aba36b7f52ace06a3%7C1%7C0%7C637642587814192905%7CUnknown%7CTWFPbGZsb3d8eyJWljojMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzliLCJBTiI6Ikl1haWwiLCJXVCi6Mn0%3D%7C1000&data=sWtKpqQ2SlMhXnv85XRmrTGPStK13GdCag9OpEo9kX4%3D&reserved=0>

Länkar till andra pedagogiska material:

- [Livets utveckling - Skolbok \(grundskoleboken.se\)](#)
- [Kunskapsbanken, Livets utveckling - Unga Fakta](#)

Forskningsmetodik

- <https://www.skolverket.se/download/18.6011fe501629fd150a292c8/1530883630960/Strukt%20uren%20i%20en%20naturvetenskaplig%20rapport.pdf>

Tabell 1 för utskrift till varje elevgrupp

Till huvudmomentet pollenklumpövningen (steg 1)

Sortera och räkna pollenklumpar, fortsatt i en ny tabell om ni behöver.

Gruppnummer (namn i parentes): _____

Datum: _____ Bigård: _____

Färgkod nr	Antal pollenklumpar	Procent fördelning	Växtförslag enbart baserat på färg
Antal färgkoder	Totalt antal Pollenklumpar	100procent	

Tabell 2 för sammanställning av klassens resultat

Till huvudmomentet pollenklump-observationer (steg 1)

Sammanställning av hela klassens resultat efter färgsortering

Skriv färgkoden i de grå fälten och antal pollenklumpar av respektive färgkod i de tomma vita fälten.

En rad per elevgrupp.

Elevgrupp	Färgkoder för pollenklumpar											
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												

Formel för procentuell fördelning:
 $\text{delen} / \text{det hela} = \text{andelen (\%)}$

Tabell 3 för utskrift till varje elevgrupp

Till mikroskopi av enstaka pollenkor för att beskriva deras form (Steg 2)

Studera 100 pollenkor med samma färgkod och beräkna andelen av varje form i procent.

Gruppnummer (namn i parentes): _____

Vald färgkod för mikroskopi: _____

Form nr	Beskriv i ord	Tecknad form	Antal	Procent fördelning	Växtförslag via mikroskopi av pollenform

Hittar ni objekt som ni misstänker inte är pollen, beskriv vad ni ser.

Fortsättning tabell 3 för utskrift till varje elevgrupp

Till mikroskopi av enstaka pollenkor för att beskriva deras form (Steg 2)

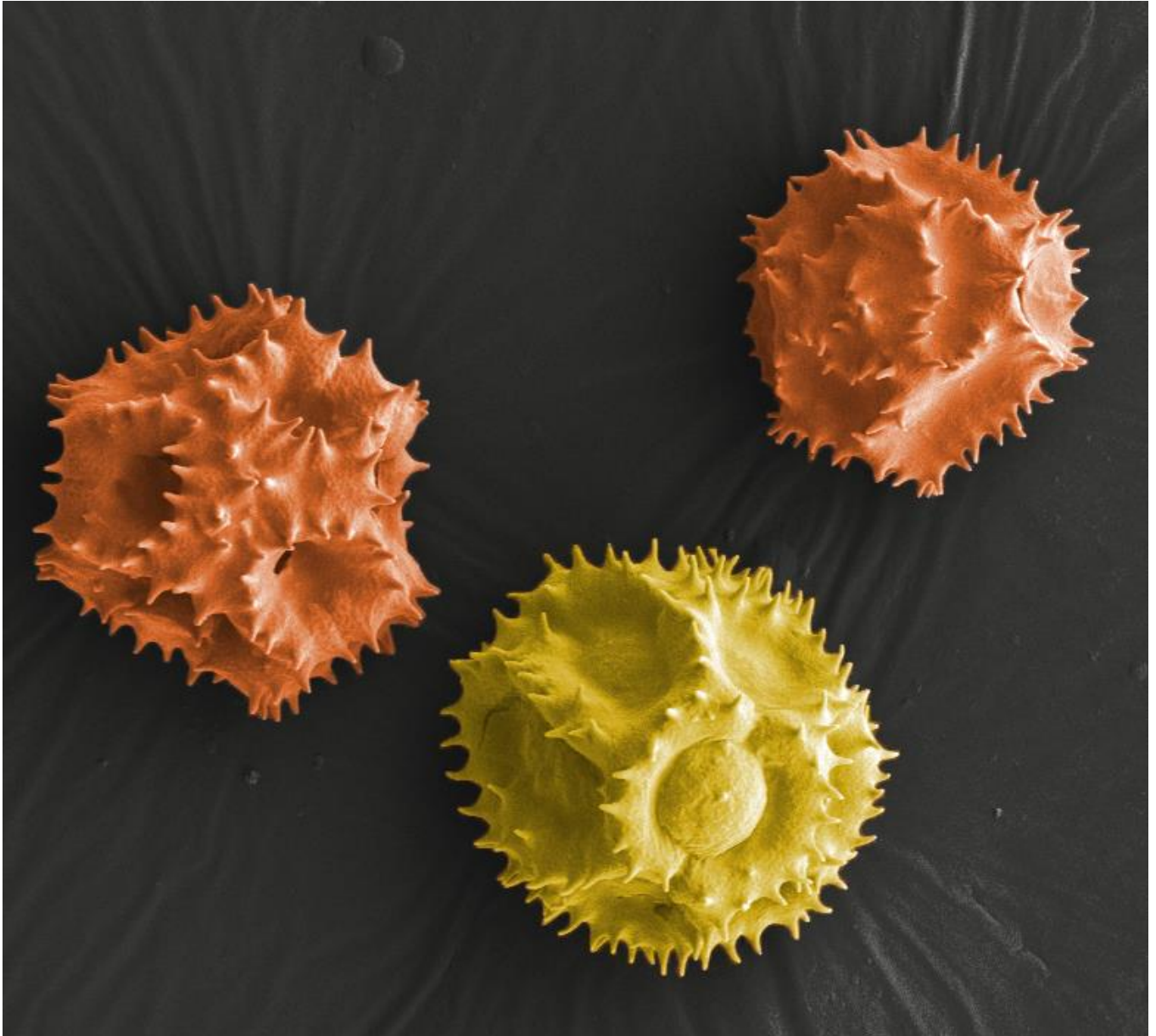
Gruppnummer (namn i parentes): _____

Vald färgkod för mikroskopi: _____

Studera 100 pollenkor med samma färgkod och räkna hur många det finns av varje form.

Form nr	Beskriv i ord	Tecknad form	Antal	Procent fördelning	Växtförslag via mikroskopi av pollenform

Hittar ni objekt som ni misstänker inte är pollen, beskriv vad ni ser



Närbild på olika pollenkorn i en pollenklump. Insamlade av Crainerbin från Jörgen Kragh 's bigård utanför Umeå sommaren 2020.

NOBEL PRIZE MUSEUM