

Skoven som økosystem



Skoven som økosystem

Lærervejledning

Der er flere forskellige vinkler, man kan fokusere på, når man beskæftiger sig med skoven som økosystem, eksempelvis nåleskov/løvskov, driftskov/vildtskov, tempereret skov/regnskov.

Her vil vi fokusere på forskellene nåleskov/løvskov og driftskov/vildtskov, og give eksempler på nogle af de vigtigste arter. Læsestoffet kan suppleres med nogle af de små film, der ligger tilgængelige på www.geobio.dk, hvor biologer og naturvejledere fortæller om forskellige emner lige fra myrer til biodiversitet.

Der er selvfølgelig mange forskellige ting, man kan undersøge i skoven, og noget af det ligger der vejledninger til på hjemmesiden:

- Undersøgelse af artssammensætningen i forskellige typer skov (planter og dyr)
 - o Indsamling af dyr
 - o Indsamling af blade
 - o Raunkærs cirkelmetode
- Måling af jordbunds-pH i forskellige typer skov
- Model af fødenet
- Bestemmelse af primærproduktion (kræver flere dage til rådighed)
- Bestemmelse af artsdiversitet
- Bestemmelse af densitet

Derudover kunne man blandt andet undersøge

- Jord-respiration i jordbund fra forskellige typer skov
- Sammenhængen mellem biotiske og abiotiske faktorer (dette er beskrevet under temaet "Biotiske og abiotiske faktorer")
- Svampe

Der er rigtig mange gode historier at fortælle om dyrene i skoven. Nogle af dem kan man høre forskellige fagfolk fortælle i de små filmklip, der ligger tilgængelige på hjemmesiden www.geobio.dk

Skoven som økosystem

Indhold

Hvad er et økosystem?	4
Skovens historie.....	4
Artsdiversitet og succession	6
Artsdiversitet	6
Succession	6
Driftskov og vildtskov	7
Jordbundsforhold i skovene	8
Jordbundens dyreliv	8
Klima og biodiversitet.....	10
Træerne	10
Rødder	10
Mykorrhiza	12
Nåleskove	13
Rødgran	13
Fyr	13
Løvskove	15
Bøg.....	15
Eg:	16
Lind	17
Øvelser	18
Kilder.....	19

Hvad er et økosystem?

Det græske ord Oikos betyder husholdning, og ordet økosystem beskriver et komplet miljø i naturen med både de levende organismer og de ikke-levende elementer. Et økosystem er således et afgrænset område i naturen, hvor der sker et samspil mellem de levende organismer og deres omgivende miljø.

Skoven er et eksempel på et økosystem, men alt efter hvordan man ser på det, kan miljøet under en fingernegl være et mikro-økosystem, mens hele jorden som helhed også kan betragtes som ét stort økosystem.

De levende organismer og deres påvirkning på hinanden kaldes systemets biotiske faktorer, mens de ikke-levende faktorer såsom temperatur og mængde af dagslys kaldes systemets abiotiske faktorer. Et økosystem, der udveksler næringsstoffer med omgivelserne, kaldes et åbent økosystem. Det kunne for eksempel være et vandløb, hvor der konstant er udskiftning af vandet, og dermed de opløste næringsstoffer i vandet. Det kunne også være en mark, hvor afgrøden høstes/fjernes om efteråret, og der tilføres frø samt næring i form af (kunst)gødning om foråret.

En skov, derimod, er et lukket økosystem. Her cirkulerer næringsstofferne internt; om efteråret falder bladene af træerne, hvorefter de nedbrydes af blandt andet regnorme, svampe og bakterier. Herved frigives næringsstofferne til jorden, hvor de igen kan optages af planterne og så fremdeles. Hvor lukket eller åbent økosystemet er, afhænger dog af, hvorvidt skoven bruges til drift. Mere herom senere.



Figur 1: Skoven er et lukket økosystem, hvor dødt organisk materiale (eksempelvis visne blade) bliver nedbrudt, hvorved de bundne næringsstoffer frigives til jorden. Herefter kan de igen optages af planternes rødder.

Foto: Pia Halkjær Gommesen

Skovens historie

Historisk set har Danmark været igennem flere arktiske perioder, hvor landet er blevet helt overdækket af is, og mellem disse istider har klimaet været nogenlunde, som det er nu. Vi befinder os altså nu i en mellemistid, kaldet Holocæn, og med mindre den menneskeskabte globale opvarmning ændrer det, regner geologer med, at der kommer en ny istid i løbet af de næste 10.000 år.

Med det klima og den undergrund, vi har i Danmark nu, kunne ca. 80 % af landets areal sandsynligvis være dækket af skov, hvis det ikke var beboet af mennesker. Imidlertid er kun ca. 13 % skovdækket, hvilket skyldes menneskelige aktiviteter: jorden er opdyrket og der er bygget byer, huse og veje. Tallet har dog været endnu lavere. I begyndelsen af 1800-tallet var kun 3-4 % af Danmark dækket af skov, hvilket dels skyldtes rovdrift på skoven for at skaffe tømmer, dels at skoven blev fældet for at bønderne kunne dyrke jorden. Til gengæld var mange af de resterende skove mere artsrige dengang end nu, fordi de bestod af en naturlig opvækst af mange forskellige planter og buske, som løbende blev 'stævnet', hvilket vil sige, at man skar grene ('ris') af ved roden for at stimulere planten til at sætte flere grene. De små grene, som denne

type skov gav, var ideelle til bøndernes risgærder og brændsel, og samtidig forhindrede stævningen dannelsen af højskov, som ville tilfalde kongen¹.

Især mekaniseringen af skovdriften i løbet af 1950'erne og 1960'erne har ført til ensartede, effektive driftskove, og stævningskove findes stort set ikke i Danmark mere, bortset fra nogle få steder, hvor skovene vedligeholdes traditionelt af historiske årsager.

At skovarealet er steget siden 1800-tallet, er der flere årsager til, men de tre primære faktorer er:

1. Christian d. VII etablerede i 1805 en fredskovsforordning, der dels skulle sikre de eksisterende skove, dels øge skovarealet.
2. Fra sidst i 1700-tallet og frem til begyndelsen af 1900-tallet blev store dele af hederne og de sandede arealer tilplantet, primært med nåletræ.
3. I 1989 blev der taget en politisk beslutning om, at Danmarks skovareal skulle fordobles inden for en "trægeneration" - altså inden for den tid, det tager et træ at vokse op. Man regner med, at det er muligt at nå en skovdækning på 25% inden år 2100.

At der kom politisk opbakning til at plante så meget ny skov skyldtes flere ting:

- a. Skoven kan være med til at fjerne CO₂ fra atmosfæren og dermed mindske drivhuseffekten
- b. Skovrejsning kan medvirke til at hæmme udvaskningen af næringsalte til grundvandet
- c. Skov rummer forskellige habitater for planter, dyr og svampe
- d. I områder med skov bruges ikke pesticider
- e. Skove har en rekreativ værdi for mennesker. Vi kan godt lide at "nyde den frie natur"

Mere om stævningskove

Stævningskov er betegnelsen for den type skov, som opstår ved stævning af træer og buske. Når man stævner et træ, skæres grenene af ved roden, hvorved træet stimuleres til at skyde en masse nye skud. Efter 10-20 år er skuddene (kaldet ris) klar til høst, og skoven stævnes endnu en gang. Skoven får dermed udtryk af at være en ung skov med masser af underskov og krat, selvom træerne kan være meget gamle. Risene har været brugt til risgærder, brændsel osv., og stævningskov er den tidligste form for skovdrift i Danmark. Driftsformen kan spores tilbage til Vikingetiden, men blev udfaset i takt med mekaniseringen af skovbruget i 1950'erne og bruges stort set ikke mere.

Ved stævning af træer og buske imiteres den påvirkning som bævere og store pattedyr (eksempelvis elefanter og næsehorn), har på landskabet. Bæveren fjælder store mængder træer til opbygning af sit bo og sin dæmning, mens de større pattedyr æder af bladmassen og vælter træer, når de bevæger sig gennem skoven.

Stævningsskoven i Danmark er lysåben og artsrig, dels fordi man i gennemsnit har stævnet ca. 15 forskellige arter af træer og buske (f.eks. hassel, røn, hyld, eg, ask og hvidtjørn), og dels fordi den lysåbne skov giver mulighed for rig undervækst af mange forskellige blomsterplanter. De mange blomsterplanter danner grundlag for en rig insektfauna (eksempelvis er 7 af de akut truede danske dagsommerfugle knyttet til stævningsskoven), mens krat, bær og nødder danner gode vilkår for mange fugle og små pattedyr, som f.eks. hasselmusen.

Der er dog også negative elementer ved stævning. I en stævningskov er der en åbenlys mangel på naturlige hulheder til fugle og flagermus, fordi meget få træer får lov at danne store, gamle stammer, og der er ligeledes mangel på dødt ved, fordi langt det meste ved fjernes i form af unge ris.

¹ Træer under en vis størrelse måtte bønderne gerne bruge, men store træer tilhørte kongen. Derfor sørgede bønderne for at skære træerne ned, så de aldrig blev så store

Dengang i begyndelsen af 1800-tallet udgjorde løvtræer 75 % af de danske skove, og uden menneskelig indblanding ville den danske skov være det, der kaldes "blandet løvskov". I dag udgør nåletræer over 50 % af det danske skovareal. De mange nåletræer er plantet for at kunne bruges til juletræer, pyntegrønt, møbler mm. Nåletræs-skove, også kaldet nåletræsplantager, har en ret lav biologisk værdi, mere herom senere.

Artsdiversitet og succession

I biologisk forstand defineres en art som en reproduktiv enhed. Det betyder med andre ord, at individer af samme art kan få levedygtigt og fertilt afkom med hinanden. Det giver måske mest mening når man tænker på dyr, men det samme gør sig gældende inden for planter.

Artsdiversitet

Nogle biotoper er meget artsrige. Det betyder, at der findes mange forskellige arter der, og man siger at artsdiversiteten er høj. Det gælder eksempelvis overdrev og gamle, blandede løvskove. Andre biotoper har en lav artsdiversitet. Det gælder i høj grad de menneskeskabte biotoper skabt med henblik på høst/fældning som eksempelvis marker og granplantager. De er begge er monokulturer, hvilket vil sige områder, hvor der kun dyrkes én art. Der vil dog altid være lidt "forurenende arter", men det er ikke mange, og især på marker gør mennesket en ihærdig indsats for at undgå andre planter, da disse dels vil "forurene" høstudbyttet, dels vil konkurrere med den ønskede afgrøde om vand og næring.

Ofte kan man opleve, at begreberne *artsdiversitet* og *biodiversitet* bruges synonymt, men dette er ikke helt korrekt:



*Figur 2: Artsdiversiteten i en granskov/granplantage er meget lav - her vokser stort set ikke andet end de plantede grantræer.
Foto: Pia Halkjær Gommesen*

Artsdiversitet er et mål for mangfoldigheden af arter i et givent område, og dækker således både antallet af forskellige arter og antal individer af hver art.

Biodiversitet bliver i FN-konventionen fra Rio-konferencen i 1992 defineret således:

"Ved biologisk mangfoldighed (biodiversitet) forstås mangfoldigheden af levende organismer i alle miljøer, både på land og i vand, samt de økologiske samspil som organismerne indgår i. Biologisk mangfoldighed omfatter såvel variationen indenfor og mellem arterne, som mangfoldigheden af økosystemer."

Biodiversitet er altså et noget mere komplekst begreb end artsdiversitet

Succession

En anden ting, der spiller ind på artsdiversiteten, er biotopens alder. Arts sammensætningen ændres over tid, hvilket kaldes succession. Når en biotop har været nulstillet (eksempelvis ved brand) eller der etableres en helt ny biotop (eksempelvis etablering af en ny sø eller et nyt vandhul), så vil de første arter indvandre ret hurtigt. Disse arter kaldes pionerarter og er kendetegnet ved at have en hurtig reproduktion, hvorfor de også kaldes R-strateger. Efterhånden kommer der flere arter til - de er ikke så hurtige hverken til

reproduktion eller vækst, men til gengæld er de meget konkurrencedygtige, så når de først har etableret sig, bliver de der. Disse arter kaldes også K-strateger på grund af deres store konkurrenceevne. Når biotopen til sidst når sit klimaksstadium, vil der hele tiden være planter, der dør, og andre, der kommer til, men artssammensætningen vil være den samme. Og det er i dette klimaksstadium, at artsdiversiteten på den pågældende biotop er størst. Klimaksstadiet i den danske natur er blandet løvskov.

Driftskov og vildtskov

Langt størstedelen af de danske skove er kulturskove, også kaldet driftskove. En driftskov består af træer plantet med henblik på fældning - nøjagtig som en mark, der tilplantes med henblik på høst. Man skal dog vente noget længere på høstudbyttet ved en skov; omkring 40 år ved granskov og 100 år ved bøgeskov.

En driftskov har ofte en forholdsvis lav naturmæssig værdi:

- Alle træerne er af samme art. Der er med andre ord tale om en monokultur, nøjagtig som på en kornmark. Det betyder, at kun de svampe, insekter, fugle mv, der er tilknyttet lige præcis denne art, kan leve i området. Artsdiversiteten er derfor ret lav.
- Alle træer er lige gamle. I en driftskov får træerne ikke lov at blive så syge eller gamle, at de går ud af sig selv. Og døde træer er meget vigtige for rigtig mange insektarter, der dels selv lever i og af det trøskede træ, dels lægger æg der, således at de nyudklækkede larver kan spise af det.
- Igennem sin levetid har hver træsort en lang række svampe, mikroorganismer og dyr knyttet til sig. Hvis alle træer i et område er samme alder, og ikke kun samme art, vil det yderligere nedsætte mængden af dyr mv, der kan bo i området på et givent tidspunkt
- Når træerne plantes, plantes de meget tæt. Det nedsætter "forureningen" fra andre planter, der ellers kunne finde på at etablere sig imellem de ønskede træer og konkurrere med dem om lys, vand og næringsstoffer. Samtidig sikrer det, at træerne sætter færrest mulige sidegrene og dermed danner lange, lige stammer med få knaster. Efterhånden som træerne vokser og kommer til at stå for tæt, tyndes der ud i dem, så de ønskede træer får bedre plads. Man bruger udtrykket "ammetræer" om de træer, der fjernes - dem, der kun har været plantet for at hjælpe de ønskede træer på vej.
- Især gran- og bøgeskove er meget tætte, og lader ikke meget lys trænge ned til skovbunden. Der er derfor ikke ret mange græsser, urter eller andre planter, der kan gro her. Dette er med til at sænke artsdiversiteten



Figur 3: I en driftskov er træerne oftest af samme art og samme alder. Det ses, at træerne her er plantet på lige rækker, og skoven er helt tydeligt menneskeskabt.

Foto: Pia Halkjær Gommesen

Vildtskov eller naturskov har en langt større naturmæssig værdi:

- Der er mange forskellige arter træer repræsenteret, primært løvtræer. Det giver en større diversitet i mikroorganismer, svampe, insekter, fugle osv., da de som nævnt er tilknyttet forskellige arter
- Træerne har forskellige aldre. Det betyder, at der hele tiden er både små, nye skud og gamle døde træer. Igen er det med til at favorisere mange forskellige arter, og insekterne har både levesteder og mad. Og når mængden af insekter stiger, så stiger mængden af fugle også. En tommelfingerregel siger, at et dødt træ kan fungere som levested for insekter i lige så mange år, som træet selv er; Hvis et 200 år gammelt træ dør, kan det fungere som fødekilde og insektbo de næste 200 år, førend det er helt ædt op og smuldret væk.
- Når et træ dør, giver det plads og lys til at nye træer kan komme til. Der vil således hele tiden være en udskiftning, og dermed en blanding i både arter og alder.



Figur 4: I en vildtskov får træerne lov at stå til de går ud af sig selv. Den døde stamme på billedet er fuld af spættehuller samt huller og gange fra en lang række insekter, der har levet i og af det døde ved. Foto: Pia Gommesen

Jordbundsforhold i skovene

Der findes mange forskellige typer jordbunde, og i hver ende af spektret, findes muld og mor. Hvilken type bund, der findes i en skov afgøres i første omgang af jordens geologiske beskaffenhed, men sammensætningen af planter og dyr kan også påvirke jordbundens udvikling.

Muldbunden har ca. neutral pH, stort indhold af næringsstoffer og muld og har ligeledes et rigt dyreliv. Bakterier, som nedbryder organisk materiale, trives godt ved den neutrale pH, så omsætningen i jorden er god. Regnorme trives også godt ved den neutrale pH og medvirker til at nedbryde organisk materiale, samtidig med at jordbunden iltes og opblandes, så muldlaget bliver større, og jorden har ingen tydelig lagdeling.

Morbunden har sur pH <5,5 og udvikles på sandede, næringsfattige jorde. Da hverken større regnorme eller bakterier trives ved den lave pH, foregår nedbrydningen primært ved svampe, og morbunden er kendetegnet ved bl.a. at være iltfattig og have en tydelig lagdeling. Øverst ligger typisk et større lag ophobet dødt organisk materiale, og herunder et lag humus, som ikke er opblandet med blegsandet, der ligger under humusen. Fra blegsandet sker en udvaskning af eksempelvis jern- og aluminiumioner, som findes i lagende herunder. Mange næringsalte har dårlig opløselighed ved lav pH, og derfor begrænses plantevæksten på morbunden. Grantræer påvirker jordbundens pH i sur retning, ligesom monokultur af bøgeskov kan resultere i dannelse af morbund.

Jordbundens dyreliv

Til en sund, varieret skovbund knytter der sig en mangfoldighed af liv. Mikroorganismer og svampe er væsentlige nedbrydere af det organiske materiale, som ender på skovbunden, og de har en vigtig rolle i omsætningen af næringsstoffer. Derudover knytter sig også en hel fødekæde af smådyr til jordbunden, og samlet betegnes dyrene som jordbundsfaunaen.

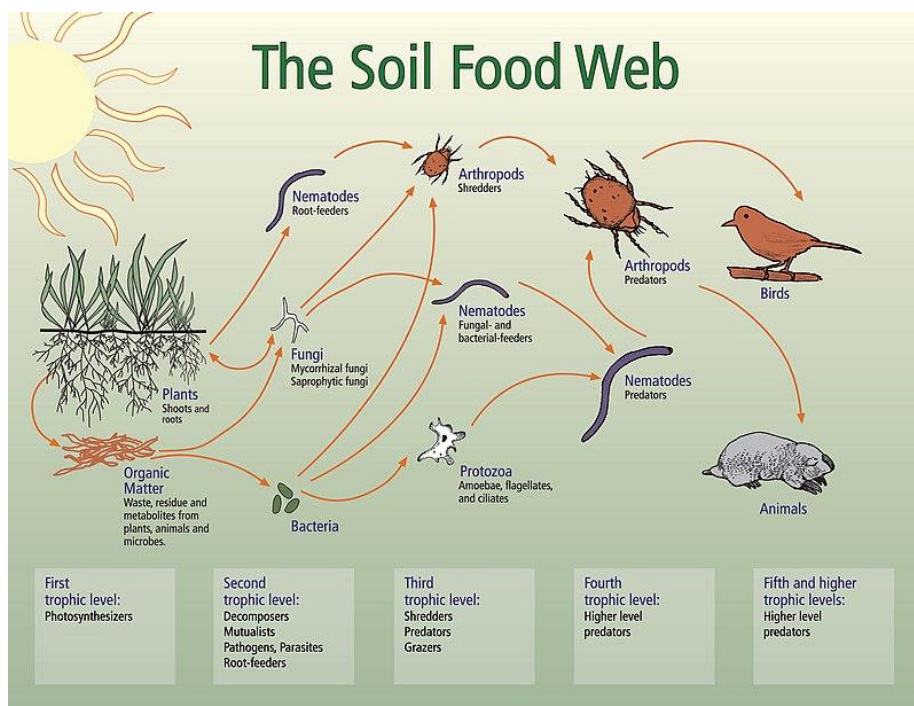
Fødenettet i jordbunden kan inddeles i trofiske niveauer (figur 5). På første trofiske niveau og som grundlag for resten af nettet, findes planterne, herunder også alger. Disse leverer levende og dødt organisk materiale, som sammen med afføring, urin og døde dyr i skovbunden, giver næring til jordbundens andet trofiske niveau, nemlig bakterier og svampe, som nedbryder det organiske materiale, samt nematoder (rundorme, eksempelvis regnorme), der lever af planternes rødder eller dødt organisk materiale. Regnorme spiller en væsentlig rolle i nedbrydningen af plantemateriale, og deres

aktivitet bevirker, at jorden opblandes og luftes, hvilket generelt giver en mere frugtbar jord. Regnorme trives bedst omkring neutral pH, og ved meget lav pH i jordbunden, kan de være helt fraværende. Mykorrhizadannende svampe findes også på det andet niveau.

På tredje trofiske niveau finder vi organismer, som lever af de alger, svampe og bakterier, som findes på første og andet niveau. Det drejer sig blandt andre om nematoder og protozoer (encellede eukaryoter) som amøber, flagellater og ciliater. Springhalerne er leddyr, som lever af mikroorganismer og plantedele, og har en vigtig rolle i stofomsætningen, da de findeler plantemateriale, så det er lettere nedbrydeligt for de mindre nedbrydere.

Fødekedje eller fødenet?

Når vi omtaler dyrs indbyrdes rovdyr-byttedyrsforhold, bruger vi ofte betegnelsen 'fødekæde'. Udtrykket giver indtryk af, at der er en lineær sammenhæng mellem de trofiske niveauer, hvilket der sjældent er. I stedet kan man anvende udtrykket 'fødenet', som bedre beskriver det reelle billede af hvem der spiser hvem. Fødenettet er et netværk af fødekæder, som er kædet sammen. Kigger man fx på figur 5, kan man se, at dyrene på fjerde trofiske niveau også æder hinanden. Et dyr på dette eller et lavere niveau kan også dø og nedbrydes af nedbrydere på niveau to.



Figur 5: Fødenettet i en skovbund. Kilde: Soil Biology Primer/USDA-NRCS website

På det fjerde trofiske niveau, bliver det efterhånden nemmere at se organismerne med det blotte øje. Dyrene her er prædatorer på organismerne på de lavere niveauer. Det er en meget forskelligartet gruppe af hvirvelløse dyr, som blandt andre omfatter rovmidler, edderkopper, mosskorpioner, mejere, biller, jordmidler og skolopendre.

Endelig finder vi på femte niveau mindre pattedyr og fugle, som lever af de større dyr på lavere niveauer. Det drejer sig blandt andre om muldvarpen, der lever af skovbundens hvirvelløse dyr, med en stor forkærlighed for regnorme. Muldvarpens aktivitet er med til at løsne og lufte jorden, hvorved omsætningen bliver bedre, men en høj tæthed af muldvarpe kan nedsætte regnormenes antal og dermed aktivitet. Ligeledes lever forskellige fugle også af de smådyr, som de kan finde i skovbunden.

Klima og biodiversitet

Det er vigtigt at slå fast, at når der i forbindelse med driftskov/vildtskov tales om naturmæssig værdi, så handler det om artsdiversitet, ikke klima. I forhold til klimakrisen og den globale opvarmning, gælder det udelukkende om at have så meget skov som muligt, så træerne kan optage kuldioxid i deres fotosyntese og dermed medvirke til at reducere kuldioxidmængden i atmosfæren. Har man derimod fokus på artsdiversitet, er det langt fra ligegyldigt, hvad det er for noget skov, jævnfør afsnittet om driftskov og vildtskov. Insekterne som gruppe er klart de mest truede dyr på verdensplan, hvilket skyldes at menneskelige aktiviteter fjerner/ødelægger deres naturlige levesteder, blandt andet de vilde skove.

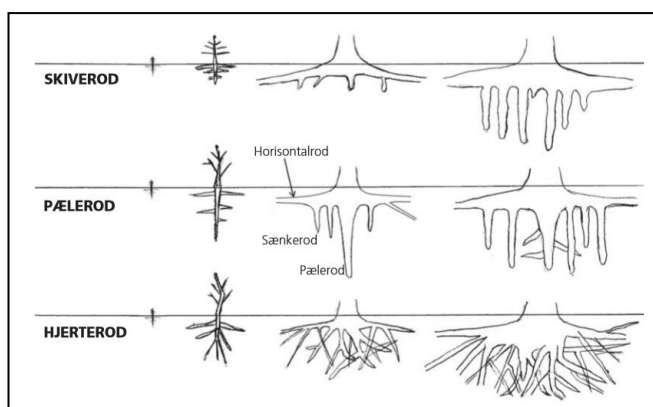
Som bekendt er det ikke kun insekter, der er udrydningstruede - det er der rigtig mange arter af både dyr og planter, der er. Det er derfor meget relevant at have fokus på biodiversitet også, ikke kun på klimakrisen².

Træerne

Rødder

Landlevende planters rødder har forskellige funktioner, alt efter hvilke planter, der er tale om. Men fælles for langt de fleste planters rødder er, at de skal forankre planten til jorden og sikre, at den kan optage vand og næringsstoffer fra jorden. Rødderne kan have forskellige udformninger, men formålet med dem er det samme. Nogle planter har meget dybe rødder, der gør, at planten kan optage vand langt ned gennem jordsøjlen. Det smarte ved denne rodform er, at når regnvandet langsomt siver ned gennem jorden, kan planten optage vand både lige når det har regnet og ret lang tid efterfølgende. Det svarer til at man drikker et stort glas vand langsomt ved at tage små slurke over længere tid.

Andre planter har et stort rodnet liggende lige under jordoverfladen, kaldet skiverødder. Det gør, at planterne kan optage rigtig meget af vandet, når det regner. Derimod har de ikke mulighed for at optage vandet, når det er sunket ned i jorden. Det svarer til at man drikker et stort glas vand meget hurtigt³.



Figur 6: Træernes forskellige rodtyper.
Illustration: Grønt Miljø 1, 2013

² Udryddelsen af arter er på verdensplan så stor, at man taler om en masseuddøen på samme niveau som den, der udslettede dinosaurerne. Biodiversitet og biodiversitetskrisen er beskrevet i et kompendium for sig. Det kan findes på hjemmesiden www.geobio.dk

³Grønt Miljø 1, 2013: Skiverod, pælerod og hjerterod

Planter med et højtliggende rodnet er ikke særlig godt forankret i jorden (figur 7). Det betyder, at de er mere sårbare i stærk blæst end planter med et dybt rodnet, og især hvis jorden enten er sandet eller våd og dermed porøs.



Figur 7: Rodkage. Billedet illustrerer, hvordan træer uden dybe rødder har nemt ved at vælte, hvis det stormer og jorden er meget våd. Det ses, at da træet væltede, blev den øverste del af jorden løftet med op. Dette kaldes en rod-kage. Og jorden er så vandmættet, at der er dannet et lille vandhul i det efterladte hul i jorden.

Foto: Pia Halkjær Gommesen

Mykorrhiza

Mange skovtræer (både nåletræer og løvtræer) arbejder sammen med bestemte typer svampe. Den del af svampen, man ser (f.eks. den klassiske paddehat) udgør kun en lille del af hele svampen. Langt den største del ligger skjult under jorden, på samme vis som man kun ser toppen af et isbjerg. Den underjordiske del kaldes svampens mycelium. Mycelier og træerødder kan sammen danne tætte forbindelser kaldet mykorrhiza (svamperødder).

Mykorrhiza er til fordel for begge parter: svampene kan modtage glukose fra træernes fotosyntese, og træernes samlede rodnet bliver langt større end normalt, hvilket giver en bedre optagelse af næringssalte og vand. Nogle træer kan slet ikke vokse, hvis ikke der er de rigtige svampe til stede i jorden.

Nogle svampe er meget specifikke med hensyn til, hvilke arter de danner mykorrhiza med, det gælder eksempelvis birke-ridderhat og ege-mælkehø, mens andre svampe er mere generelle.



Figur 8: Svampes mycelium består af ultra-tynde tråde, der tilsammen næsten kan ligne et gammelt spindelvæv. Foto: wikipedia

Symbiose

En nær forbindelse mellem organismer af forskellige arter kaldes symbiose. Der er tre forskellige typer symbiose:

1. **Mutualisme**, hvor begge parter drager nytte af forholdet
2. **Kommensalisme**, hvor kun den ene part drager nytte af forholdet uden at det er til skade for den anden part
3. **Parasitisme**, hvor den ene part (snylteren) drager nytte af forholdet, mens forholdet er til skade for den anden (værten)

Under tiden anvendes betegnelsen symbiose synonymt med mutualisme

De senere år er der kommet meget fokus på symbiosen mellem svampe og træer. Man taler om, at mykorrhiza fungerer som en form for intranet mellem træerne, således at disse kan kommunikere ved hjælp af svampene. Det har længe været kendt, at træer kommunikerer ved hjælp af feromoner⁴, men nu forskes der også meget i, hvordan de kommunikerer gennem mykorrhiza.

Der er således blandt andet fundet eksempler på meget gamle træstubbe, der for længst burde være døde, men som er blevet holdt i live af de omkringstående træer, der har sendt glukose gennem rødderne til stubbene⁵. Træers kommunikation er et helt emne for sig, og vil ikke blive uddybet yderligere her.

⁴ Feromoner er eksterne signalstoffer, der sendes ud i luften og opfattes af andre. Til forskel fra hormoner, der er interne signalstoffer, og som cirkulerer inde i en organisme.

⁵ Wohlleben, Peter: Træernes hemmelige liv

Nåleskove

De oprindelige nåleskove i Danmark var naturlige, vilde fyrreskove, men i dag er stort set alle nåleskove tilplantede granplantager. De eneste hjemmehørende arter⁶ er skovfyr, enebær og taks, resten er indførte arter. Dog er der lidt usikkerhed omkring rødgran, da der er fundet spor efter denne i sidste mellemistid - så måske er den også hjemmehørende.

Rødgran

Det mest almindelige nåletræ er rødgran, der er meget nøjsom, og derfor er blevet plantet i store plantager, især i Vestjylland, hvor jorden er meget sandet og næringsfattig. Rødgran har den fordel, at træerne vokser hurtigt og kan fældes til tømmer-brug allerede efter 40 år. Træet har tidligere været meget populært som juletræ, men da det ret hurtigt taber nålene, er det efterhånden blevet erstattet af Normansgran og ædelgran.

Rødgran har skiverødder, der som tidligere beskrevet gør, at de ikke er så fast forankrede i jorden. I efteråret 2013 blev Danmark ramt af to storme med vindstød i orkanstyrke; Allan og Bodil. Tilsammen væltede de 680.000 m³ træ, hvilket svarer til 2 millioner træer eller 2500 hektar skov. Omkring 95 % af de væltede træer var grantræer, og langt værst gik det ud over Sønderjylland og Vestjylland, hvor jordbunden er meget sandet og porøs⁷. Grantræerne er ekstra sårbare, når de plantes i monokulturer, fordi der opstår en dominoeffekt, når først de yderste og mest vindeksponerede træer vælter ind i de omkringstående træer.

Træerne i granplantager plantes tæt, så der bliver meget mørkt ved bunden. Det gør, at det er begrænset, hvad der er af underskov. Samtidig giver nålene en sur førne, og da nålene nedbrydes meget langsomt, medvirker det til en forsuring af skovbunden (se også afsnittet om jordbundsforhold). Sammen med den meget sparsomme lysmængde giver den sure skovbund en begrænset underskov; lidt græs, mos og måske bregner er typisk, hvad der ses i Danmark, mens der i de store granskove i Norge og Sverige er mos og blåbær.



Figur 9: Elev måler pH-værdi i skovbunden i en nåleskov. Det ses, at pH er 4-5.

Foto: Pia Halkjær Gommesen

Fyr

Fyrretræer kendes fra grantræer ved at deres nåle er længere og placeret i bundter, hvorimod grantræer har korte nåle, der sidder enkeltvis. Som tidligere nævnt er skovfyr (figur 10 th) en hjemmehørende art, mens bjergfyr (figur 10 tv) er blevet indført i slutningen af 1700-tallet. Flere steder i de jyske heder og klitområder opfører bjergfyren sig invasivt, idet den vokser på bekostning af de lavere vækster som lyng og enebær og ikke har nogle naturlige fjender.

⁶ Hjemmehørende arter er enten oprindelige arter, eller arter, der er kommet her til landet af sig selv fra sit naturlige udbredelsesområde. Det kan godt være sket for ganske nyligt, eventuelt i forbindelse med at temperaturen er steget, men det er sket uden direkte menneskelig indblanding.

I modsætning hertil er ikke-hjemmehørende arter eller indførte arter blevet ført hertil af mennesker, enten bevidst eller ubevidst

⁷ <https://naturstyrelsen.dk/nyheder/2015/maj/saa-haardt-ramte-allan-og-bodil/>



Figur 10: Bjergfyr (tv) kendes på sine grønne nåle og buskede/forgrenede vækst. Skovfyr (th) har lange, lige stammer og blågrønne nåle. Foto: Pia Halkjær Gommesen

Skovfyren er den mest anvendte fyrretræs-sort til møbler mv, da de får meget høje, lige stammer, hvorimod bjergfyren ofte er mere busket og sjældent bliver over 10 meter højt. Skovfyr bliver typisk 250-300 år, og træerne kan blive op til 30 meter høje, hvilket gør dem velegnet til tømmer. Normalt vokser træerne ret langsomt, men det varmere klima gør, at træerne nu vokser for hurtigt, så veddet bliver for blødt. Blødt ved er ikke så robust som hårdt ved, og dermed ikke så velegnet hverken til tømmer eller møbler.

Skovfyr kan kendes fra bjergfyr ved at barken er gråbrun og furet med sprækker, men i den øverste del af træet kan den være orange-rød. Nålene er blågrønne, 4-6 cm lange og sidder sammen 2 og 2. Til forskel fra rødgran har skovfyr en dyb pælerod med stærke siderødder, der gør den i stand til at modstå kraftig blæst.

Fun facts om skovfyr:

I 1708-09 lå den svenske kong Karl d. 12. i krig mod Rusland. Mange soldater omkom af symptomer svarende til dem, søfolk berettede om: opsvulmet og blødende tandkød, appetitløshed, vægttab og træthed. Soldaterne led - ligesom mange søfolk - af skørbug, forårsaget af C-vitamin-mangel. Det var begrænset, hvad der var af frugter i de store skove, hvor soldaterne holdt til, men lægen Erbernius fandt på at koge the på friske fyrreskud, og det kurerede soldaterne. Siden er det blevet vist, at 1 krus the brygget på friske fyrreskud indeholder lige så meget C-vitamin som 6 glas appelsinjuice.

Et gammelt ordsprog siger: "Når alle træer står bladløse, skal djævelen herske, men fyrren er heldigvis altid grøn"

Løvskove

Naturligt ville størstedelen af Danmark være dækket af blandet løvskov, med blandt andet hassel, elm, pil, ask og eg. Som det ses i tabel 1, så udgør løvskove dog kun knap halvdelen af det danske skovareal, mens nåletræer udgør størstedelen. Bøgetræer udgør 14% af løvtræerne, hvilket er ret interessant, eftersom det er et træ, der først for nyligt (historisk set) er kommet til landet.

Bøg

Bøgetræerne indvandrede til Danmark for kun 2500 år siden, så selvom det er bøgetræerne, vi priser som det klassiske danske træ i flere fædrelandssange⁸ og det igennem mange år har været anset for at være det danske nationaltræ, er det langt fra et oprindeligt træ her i landet.

Bøgskoven, som vi alle kender, og som mange opfatter som "den klassiske danske skov" er altså ikke en naturlig skov, men derimod en menneskeskabt plantage. Naturligt ville bøgen ikke være særlig udbredt, men alligevel er den, som det ses i tabel 1, det mest talrige løvtræ pga. de mange kunstige bøgskove.

Den nordlige grænse for bøgens udbredelse er Sydnorge/Sydsverige pga. temperaturen, men dette bliver der måske ændret på med den globale opvarmning. Træerne kan blive op til 400 år gamle, men de fleste fældes, når de er ca. 100 år.

Træerne har lange lige stammer, hvis de dyrkes i tæt kultur. De er, på samme vis som granerne i granplantagerne, vokset op omgivet af ammetræer, der så siden er tyndet ud. De kunstige bøgskove er ofte så tætte, at bogen (bøgetræernes frugt) ikke kan komme ned i den sure morbund, som dannes i skoven, men skal hjælpes på vej ved at der rodes rundt i jorden. Dette kan enten ske ved at man harver eller har (vild)svin gående i skoven. Træerne er derfor i sig selv ikke reproducerende, når de står så tæt, som de gør i mange drift-bøgskove. Naturlige bøgetræer er meget lavere og mere forgrenede, og de ville aldrig stå så tæt.



Figur 11: Bøgskov. I denne bøgskov står træerne ikke så tæt, som de gør mange andre steder, fordi der løbende har været tyndet ud i skoven. De lange, lige stammer vidner dog om, at skoven oprindeligt har været plantet meget tæt. Foto: Pia Halkjær Gommesen

Bøgetræer er skygetræer. Det betyder, at de selv kan vokse op i meget sparsomt lys, og at bladene danner en bladmosaik, hvor hver eneste lille solstråle udnyttes. Det er således kun 5% af sollyset, der slipper igennem og når ned til skovbunden. I løbet af dagen bevæger bladene sig, så de hele tiden er vinklet optimalt i forhold til solens indstrålingsvinkel.

Den minimale lysmængde i skovbunden gør, at det er begrænset, hvad der kan vokse i bunden i en bøgskov. De planter, man oftest finder i skovbunden, er blå og hvide

Løvtræer		Nåletræer	
Bøg	14 %	Rødgran	16 %
Eg	10 %	Fyr	12 %
Birk	7 %	Sitkagran	6 %
Ær	3 %	Norrmandsgran	5 %
Ask	3 %	Andet	
Andet	7 %	ædelgran	3 %
		Nobilis	2 %
		Andet nåletræ	7 %

Tabel 1. Fordelingen af de vigtigste træarter i Danmark. 3,3 % af arealerne er pt. ubevoksede, og 0,4% er ikke angivet. Kilde: Yubio A, 2018

⁸ "Der er et yndigt land, det står med brede bøge" - Nationalsangen

"Jeg ser de bøgelyse øer ud over havet spredt" - Jeg ser de bøgelyse øer

"Hvor står fuldmånen over kløverengen så dejlig som i bøgens fædreland" - I Danmark er jeg født

anemoner samt skovsyre. Anemonerne spirer, blomstrer og sætter frø inden bøgens blade er sprunget ud og blevet så store, at de dækker for lyset.



Figur 12. Nogle af de planter, der kan gro i skovbunden i en bøgeskov er skovsyre (tv) og hvid anemone (th).
Foto: Pia Halkjær Gommesen

Den klassiske danske bøgeskov, som vi er så stolte af og nyder at spadserere i særligt om foråret, er i lige så høj grad som granplantagerne monokulturer med en ret ringe naturmæssig værdi. Der er dog flere arter knyttet til bøgetræer, end der er til grantræer. I nogle bøgeskove er der også tyndet så meget ud, at der trods de tætte trækroner kommer noget lys ned til skovbunden, således at der kan gro forskellige planter.

Bøgetræer har gennem tiden været vigtige som brænde og tømmer, og bogen har været anvendt til foder. Mange af skovens dyr spiser bog, så bøgen i sig selv er fin nok, det er ensartetheden/monokulturen, der er et problem.

Fun facts om bøgen:

I sin tid ristede man runer i bøgestave. Deraf ordene *bogstav* og *bog* – på oldnordisk kaldtes bøg for bog

Eg

Egetræer er de næstmest almindelige løvtræer i Danmark, og de indvandrede hertil for 9000 år siden - altså længe før bøgen. Egetræet har tidligere været Danmarks nationaltræ, men i romantikken blev denne rolle overtaget af bøgetræet. Ved en uofficiel afstemning er det dog besluttet, at det igen skal være egetræet, netop fordi det er en hjemmehørende art, der har været her i landet meget længere end den indførte bøg.

Egetræer er lystræer, der trives bedst under lysåbne forhold, eksempelvis i skovbryn. Kronen er meget mere åben end hos bøgetræer, og det giver en mere varieret underskov, da der kommer noget mere lys ned til skovbunden. Samtidig er der langt flere insektarter knyttet til egetræer end til bøgetræer, så samlet giver det en meget højere artsdiversitet i egeskove end i bøgeskove, selvom stort set alle de egetræer, der i dag findes i de danske skove, er plantede med henblik på fældning, ligesom tilfældet er med bøgetræerne.

Habitat og niche

Habitat: Levested. Den type lokalitet/område, hvor en organisme eller et samfund lever

Niche (økologisk niche): Den måde man benytter/bruger/lever i levestedet (fødevalg, fjender, krav til lys, temperatur og luftfugtighed mv)

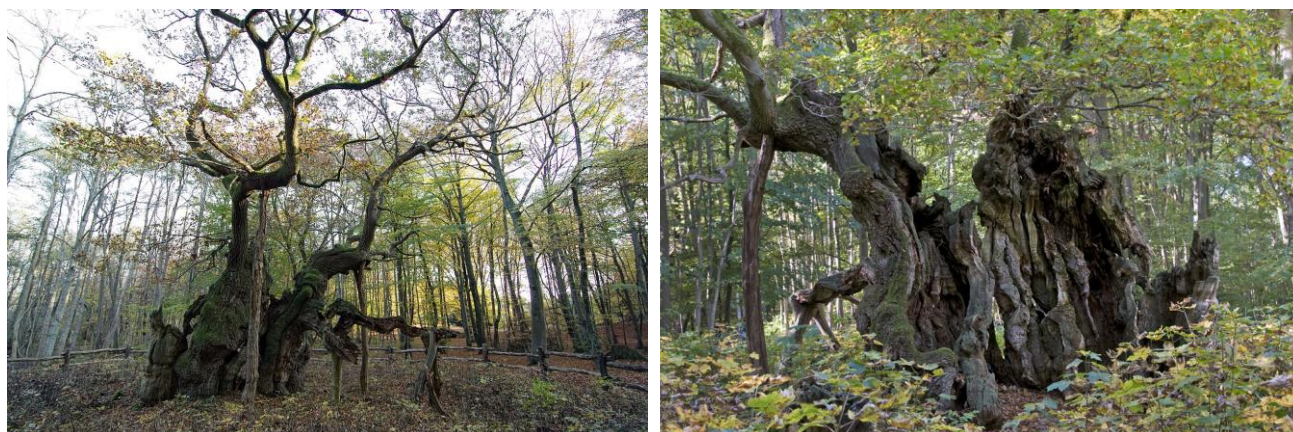
Hvis to arter har præcis den samme niche, vil de ikke kunne leve i samme habitat uden at der vil opstå konkurrence mellem dem. Hvis arterne derimod har forskellige nicher, vil der ikke være konkurrence.

Bøg og anemoner er eksempler på to arter, der har samme habitat, men forskellige nicher; de lever samme sted, men deler lyset ved at anemonerne er fremme i det tidlige forår, inden bøgen springer ud. Herved undgår de konkurrence om lyset.

Egetræer kan blive meget gamle. Hvis et egetræ får lov at stå naturligt og ikke fældes til møbel- eller gulvbrug, vil der i løbet af dets eksistens (først som levende træ, siden som dødt ved) være over 800 arter knyttet til det, lige fra mikroorganismer og svampe over en rig mangfoldighed af insekter til skovskade og egern. Desværre er det de færreste egetræer, der får lov at stå til gavn for alle disse arter.

Men nogle gør heldigvis. Danmarks ældste eg er Kongeegen ved Jægerspris (figur 13), og dette træ vurderes til at være 1500-2000 år gammelt, hvilket også gør det til Europas ældste træ. Den præcise alder kendes ikke, for når egetræer bliver gamle, bliver de hule inden i, hvilket betyder at alderen ikke kan bestemmes ud fra årringe, selvom det i dag ellers er muligt at tage en boreprøve fra et træ og tælle antallet af årringe, uden at være nødt til at fælde træet.

Egetræer kan gro på dårligere, mere næringsfattig jord end bøg, og kan derfor trives på de sandede jorde i



Figur 13: Kongeegen ved Jægerspris er med sine 1500-2000 år Europas ældste træ. Det ses, at flere af grenene understøttes for ikke at knække, og at stammen ikke bare er hul, men stort set helt åben. Fotos: Wikipedia

Vestjylland. Her bliver træerne dog mere busk-agtige, og det bliver nærmere egekrat end egeskov.

I Danmark har vi tre slags egetræer; rødeg (en nordamerikansk art med store blade og runde agern), stilkeg (også bare kaldet "eg") og vintereg. Både stilkeg og vintereg er almindelige i Danmark, og de kendes bedst fra hinanden ved at se på, om træets agern sidder på stilke. I så fald er det stilkeg.

Lind

Lind: Lindetræet kom til Danmark for 9500 år siden, og er således en af de ældste træarter her i landet. Som beskrevet i starten af kompendiet er vi nu i en tidsperiode kaldet holocæn, og denne inddeles yderligere efter, hvornår de forskellige træarter kom til landet og blev talrige i de danske skove. Perioden 7000-3900 f.kr. kaldes således *Ældre lindetid*.

Lind har hjerteformede blade og kendes derfor også som Frejas træ eller kærlighedens træ. Lindetræer dufter rigtig dejligt, og laver da også en lille smule nektar, da det er et af de få træer, der bestøves af insekter frem for af vinden. Men nektarmængden er ikke ret stor. Ofte ser man døde humlebier ligge nede under lindetræer. Hvad årsagen er, er endnu ikke fastlagt, men et bud kunne være, at de er døde af sult. De tiltrækkes af den søde, forjættende duft, men nektarmængden er måske så lille, at humlebierne bruger flere kræfter på at flyve fra blomst til blomst i træet, end de får ud af det.

Lindetræets frø ligner en helikopter, og kan med vindes spredes op til 100 m væk fra modertræet. Det er rigtig smart med hensyn til spredning, men til gengæld har frøet meget lidt oplagsnæring med i forhold til bøgetræernes bog og egetræernes agern.

Øvelser

Der er mange forskellige øvelser, man kan lave i skoven. På hjemmesiden www.geobio.dk findes vejledninger til nogle af dem.

Der er stor forskel på jordbunden, artssammensætningen og artsrigdommen i forskellige typer skov. Det er oplagt at undersøge og sammenligne 2-3 forskellige skovområder/biotoper, eksempelvis granskov, bøgeskov og blandet løvskov. På hver biotop udføres de samme undersøgelser, hvorved resultaterne kan sammenlignes. Det er ligeledes oplagt både at undersøge de abiotiske og de biotiske faktorer - det vil sige både at måle på jordbundens pH og lysmængden ved skovbunden mv, og sammenholde det med hvor mange arter og hvilke arter, der lever på stedet.



Kilder

Wohlleben, Peter: Træernes hemmelige liv. People's Press, 2016

Skadhede, Thomas mf. : Yubio A, 2018

Petersen, Henning; Petersen, Peter Milan: *Jordbundstyper i Naturen i Danmark* på lex.dk. Hentet 12. oktober 2020 fra <https://naturenidanmark.lex.dk/Jordbundstype>

Fødenet i skovbunden:

Soil Biology Primer/USDA-NRCS website

<https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/soils/health/biology/>), CC BY 4.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=70946837>

Rødder:

Grønt Miljø 1, 2013: Skiverod, pælerod og hjerterod

Nielsen, Christian Nørgård

<http://elevweb.ucholstebro.dk/mok/Kulturetableringsprojekter%202019/Skiverod,%20hjerterod%20eller%20pælerod.pdf>

Mycelium

[https://commons.wikimedia.org/w/index.php?sort=relevance&search=mycelium&title=Special:Search&profile=advanced&fulltext=1&advancedSearch-current=%7B%7D&ns0=1&ns6=1&ns12=1&ns14=1&ns100=1&ns106=1#/media/File:Mycelium_\(6\).jpg](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?sort=relevance&search=mycelium&title=Special:Search&profile=advanced&fulltext=1&advancedSearch-current=%7B%7D&ns0=1&ns6=1&ns12=1&ns14=1&ns100=1&ns106=1#/media/File:Mycelium_(6).jpg)

Kongeegen:

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?sort=relevance&search=kongeegen&title=Special:Search&profile=advanced&fulltext=1&advancedSearch-current=%7B%7D&ns0=1&ns6=1&ns12=1&ns14=1&ns100=1&ns106=1#/media/File:Kongeegen2.jpg>

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?sort=relevance&search=kongeegen&title=Special:Search&profile=advanced&fulltext=1&advancedSearch-current=%7B%7D&ns0=1&ns6=1&ns>