Opgaver – mikroliv og udvidet jordsundhed

Opgaverne undersøger jorden som et levende system. I skal spille, modellere, forhandle, mikroskopere, måle og løse faglige koder med afsæt i teorien om mikroliv, organisk materiale, jordtyper og vand.

Indhold

Opgave 1 Jordsundhedsbingo 2
Opgave 2 Kulstofmønternes rejse 4
Opgave 3 Fødenettet på gulvet 6
Opgave 4 Rhizosfærens byttehandel 7
Opgave 5 Mikroskopmissionen 9
Opgave 6 Teksturglasset 10
Opgave 7 Kapillært kapløb 12
Opgave 8 Erosionsdomino 14
Opgave 9 Jordens fire låse 15



Opgave 1 Jordsundhedsbingo

I skal genkende centrale begreber og forklare forbindelserne mellem jordens fysiske, kemiske og biologiske funktioner. Man får først bingo, når sammenhængen kan forklares.

Teorigrundlag: *Kapitel 1–5*

Sådan gør I

1. Skriv de 16 begreber fra banken ind i felterne i tilfældig rækkefølge.
2. Arbejd sammen to og to. Den ene læser ledetrådene på næste side i blandet rækkefølge; den anden krydser det passende begreb af.
3. Ved fire felter på række skal I forklare mindst tre forbindelser mellem ordene. Kan I ikke forklare dem, fortsætter spillet.
4. Byt roller og spil igen med en ny placering af begreberne.

Begrebsbank

krummestruktur · pH · rhizosfære · mineralisering · tekstur · mykorrhiza · infiltration · feltkapacitet · organisk stof · kompaktering · regnormegang · fotosyntese · erosion · immobilisering · evapotranspiration · kulstoflagring

Spilleregel: *Ledetråden må gerne passe på flere begreber. Vælg det mest præcise og forklar valget med teorien.*

Ledetråde

1 Zonen tæt omkring rødderne, hvor mikrolivet er særligt aktivt.	**2** Jordens fordeling mellem sand, silt og ler.
3 Når vand trænger ned i jorden fra overfladen.	**4** Når organisk bundet næring frigives i plantetilgængelig form.
5 Stabile jordklumper med porer til luft, vand og rødder.	**6** Et mål for hvor sur eller basisk jorden er.
7 Svampesamarbejde, hvor planten leverer sukker og modtager især fosfor og vand.	**8** Når mikroorganismer midlertidigt binder tilgængeligt kvælstof under nedbrydning.
9 Vandindholdet efter overskydende vand er drænet væk.	**10** Tab af vand gennem fordampning og planters transpiration.
11 Fysisk pres, der reducerer porer, luftskifte og rodvækst.	**12** Planternes omdannelse af CO_2 og vand til sukker ved hjælp af lys.
13 En pore skabt af et jorddyr, som kan lede vand og rødder nedad.	**14** Levende og dødt biologisk materiale samt nedbrudte forbindelser i jorden.
15 Når jordpartikler løsnes og føres væk af vand.	**16** Når en del af planternes kulstof bliver stabiliseret i jorden over længere tid.

Vinderækken

De fire begreber	Tre faglige forbindelser mellem dem

Skriv jeres egen ledetråd til ét af begreberne uden at bruge selve ordet.

Opgave 2 Kulstofmønternes rejse

I skal modellere, hvordan kulstof bevæger sig mellem atmosfære, plante, mikroorganismer og jord. Brikkerne viser retningen i kredsløbet – ikke virkelige mængder.

Teorigrundlag: *Kapitel 2 – organisk materiale og kulstofkredsløb*

Materialer og opstilling

- 30 ens brikker som kulstofmønter og fire små markører som kvælstof
- Fire ark med overskrifterne Atmosfære, Plante, Mikroorganismer og Stabilt organisk stof
- En femte skål med overskriften Høstet eller tabt fra marken

Læg alle 30 kulstofmønter i atmosfæren. Udfør runderne i rækkefølge, og notér beholdningen efter hver runde.

Runde	Proces	Flyt brikkerne
1	Fotosyntese	Flyt 15 C fra atmosfære til plante
2	Rodeksudater	Flyt 4 C fra plante til mikroorganismer
3	Høst	Flyt 5 C fra plante til høstet/tabt
4	Planterester	Flyt 2 C fra plante til mikroorganismer
5	Mikrobiel respiration	Flyt 3 C fra mikroorganismer til atmosfære
6	Stabilisering	Flyt 1 C fra mikroorganismer til stabilt organisk stof

Model: *Tallene er valgt for at gøre processerne synlige. De er ikke et målt kulstofbudget for en virkelig mark.*

Beholdning efter hver runde

Efter runde	Atmosfære	Plante	Mikroorganismer	Stabilt stof	Ude af marken
1					
2					
3					
4					
5					
6					

To veje for halmen

Gå tilbage til slutningen af runde 3 og afprøv begge hændelseskort. Notér, hvor kulstoffet befinder sig efter to ekstra runder.

Hændelseskort	Runde A	Runde B
Halmen fjernes	Flyt 3 C fra plante til ude af marken	Ingen ekstra omsætning
Halmen bliver	Flyt 3 C fra plante til mikroorganismer	Flyt 1 C til atmosfære og 1 C til stabilt stof

Resultat	Halmen fjernes	Halmen bliver
C tilbage i plante, mikroorganismer og stabilt stof		
C i atmosfæren		
C ude af marken		

Immobilisering som særregel

Læg fire ekstra C-brikker som kulstofrig halm hos mikroorganismerne. De skal nu låne to N-markører i én runde. Markørerne er derfor midlertidigt utilgængelige for planten. Flyt dem tilbage i næste runde, når materialet omsættes videre.

Hvorfor kan kulstofrig halm give en midlertidig kvælstofmangel for afgrøden?

Hvor i modellen sker der kulstoflagring, og hvorfor bliver ikke alt plantekulstof lagret?

Hvilken vigtig del af virkeligheden viser modellen ikke?

Opgave 3 Fødenettet på gulvet

I skal bygge jordens fødenet med roller og snor. Derefter udsætter I nettet for en forstyrrelse og undersøger, hvilke forbindelser der påvirkes.

Teorigrundlag: *Kapitel 3 – svampe, bakterier og jorddyr*

Fordel rollerne

Plante producerer sukker leverer rødder og rodeksudater	**Dødt organisk materiale** blade, rødder og rester fødegrundlag for nedbrydere
Bakterier nedbryder og binder/frigiver næring kan bygge aggregater	**Svampe** nedbryder komplekst materiale nogle danner mykorrhiza
Protozoer æder især bakterier og andre små organismer frigiver næring	**Nematoder** flere fødegrupper nogle gavnlige, andre planteskadelige
Små jorddyr findeler materiale æder svampe, bakterier eller smådyr	**Regnorm** blander og findeler skaber porer og gange

Byg og test nettet

1. Stil jer i en cirkel. Ræk en snor til en rolle, som I leverer føde, næring eller levested til. Forklar forbindelsen, før snoren gives videre.
2. Fortsæt, til alle har mindst to forbindelser. Tæl det samlede antal snore.
3. Træk ét forstyrrelseskort: lang tørke, kompakt jord eller fjernelse af planterester. De berørte roller slipper én snor ad gangen.
4. Tæl igen. Tegn den vigtigste følgevirkning som en kæde.

Forstyrrelse	Forbindelser før	Forbindelser efter	Første rolle, der blev påvirket

Tegn én følgevirkning: forstyrrelse → påvirket organisme → proces i jorden → betydning for planten.

Opgave 4 Rhizosfærens byttehandel

I skal forhandle jer frem til symbioser omkring rødderne. Spillet viser, at planten betaler med sukkerstoffer, mens mikroorganismer kan levere vand eller næringsstoffer.

Teorigrundlag: *Kapitel 3 – rhizosfære, mykorrhiza og Rhizobium*

Roller og ressourcer

Rolle	Startressource	Kan tilbyde	Vigtig regel
Hestebønne	8 sukker	Sukker fra fotosyntesen	Kan indgå aftale med Rhizobium og mykorrhiza
Hvede	8 sukker	Sukker fra fotosyntesen	Kan indgå aftale med mykorrhiza, men ikke Rhizobium
Mykorrhizasvamp	3 vand + 3 fosfor	Vand og fosfor	Skal modtage sukker for at levere
Rhizobium	4 kvælstof	Fikseret kvælstof	Handler kun med bælgplanten

Træk én vækstbetingelse

Kort	Plantens behov for at klare runden
Tørke	3 vand
Fosformangel	2 fosfor
Kvælstofmangel	3 kvælstof

Forhandlingsregler

1. Fordel roller og brug små papirstykker som ressourcebrikker.
2. Planten må tilbyde sukker, men mikroorganismen bestemmer, om handlen er tilstrækkelig.
3. En aftale skal skrives som en udveksling: hvem giver hvad, og hvorfor gavner den begge?
4. Spil først med hestebønne og derefter med hvede under samme vækstbetingelse.

Model: *Ressourcebrikkerne viser princippet i en byttehandel. De svarer ikke til virkelige mængdeforhold i planten.*

Skriv to symbiosekontrakter

Plante	Vækstbetingelse	Vi giver	Vi modtager	Hvorfor er aftalen gensidig?
Hestebønne				
Hvede				

Når samarbejdet møder modstand

Hændelse	Hvilken aftale påvirkes?	Mulig følge for planten
Jorden pakkes, så luft og rodvækst hæmmes		
Rødderne udskiller færre sukkerstoffer		
Jorden tørrer kraftigt ud		
Fosfor er svært tilgængeligt		

Hvorfor er aktiviteten særligt høj i rhizosfæren?

Hvorfor kan Rhizobium-kortet bruges af hestebønnen, men ikke af hveden?

Hvad får mykorrhizasvampen ud af samarbejdet med planten?

Forklar én måde, hvorpå jordstruktur og symbiose hænger sammen.

Opgave 5 Mikroskopmissionen

I skal undersøge en jordopslemning systematisk. Målet er ikke at artsbestemme alt, men at dokumentere tegn på mikroskopisk liv og være tydelige om jeres usikkerhed.

Teorigrundlag: *Kapitel 3 – mikroorganismer og mindre jorddyr*

Materialer

- 5 g frisk jord, 50 ml vand, bæger og rørepind
- Pipette, objektglas, dækglas og mikroskop
- Papir og mobilkamera gennem okularet, hvis det virker

Sådan gør I

1. Rør jord og vand grundigt sammen. Lad de største partikler falde til bunds i cirka ét minut.
2. Tag én dråbe lige over bundlaget, læg dækglas på, og begynd med lav forstørrelse.
3. Undersøg fem forskellige synsfelter. Flyt objektglasset efter et fast mønster, så I ikke kun vælger det mest spændende område.
4. Notér bevægelse, form, størrelse og strukturer. Giv kun et forsigtigt bud på organismegruppe.

Afgrænsning: *En almindelig skolemikroskopi kan vise eksempelvis hyfer, protozoer, nematoder og plantedele. De fleste bakterier kan ikke identificeres sikkert uden særlig præparation og høj forstørrelse.*

Synsfelt	Bevægelse	Form eller struktur	Størrelse	Forsigtigt bud	Sikkerhed 1–5
1					
2					
3					
4					
5					

Lav en evidensbillet

Tegning med målestok eller størrelse	Funktion i jordens fødenet og vores usikkerhed

Hvorfor er fem systematisk valgte synsfelter bedre dokumentation end ét særligt spændende synsfelt?

Opgave 6 Teksturglasset

I skal adskille jordens mineralpartikler efter størrelse og beregne et omtrentligt indhold af sand, silt og ler. Testen viser tekstur – ikke om jorden har en god eller dårlig struktur.

Teorigrundlag: *Kapitel 4 – danske jordtyper*

Materialer

- Et højt, gennemsigtigt glas med låg og lige sider
- Sigtet jord uden store sten, vand og en lille dråbe opvaskemiddel
- Lineal, tusch og mærkat

Sådan gør I

1. Fyld glasset cirka en fjerdedel med jord og næsten op med vand. Tilsæt én lille dråbe opvaskemiddel for at hjælpe partiklerne fra hinanden.
2. Luk glasset og ryst kraftigt i to minutter. Stil det helt i ro.
3. Markér laggrænserne efter underviserens aftalte tidspunkter. De groveste sandpartikler falder hurtigst, silt lægger sig derefter, og de fineste lerpartikler er længst tid om at bundfælde.
4. Når lagene er tydelige, måler I tykkelsen af hvert minerallag. Organiske rester kan flyde ovenpå og måles ikke med i mineralprofilen.

Tegn glasset før og efter

Lige efter omrystning	Når lagene er tydelige

Beregning

Andel i procent = lagets tykkelse / den samlede tykkelse af minerallagene × 100.

Lag	Tykkelse (mm)	Beregning	Andel (%)
Sand			
Silt			
Ler			

Læs profilen

Egenskab	Vores forventning	Begrundelse fra teorien
Evne til at holde på vand	Lav / middel / høj	
Evne til at binde næringsstoffer	Lav / middel / høj	
Luft mellem partiklerne	Lav / middel / høj	
Risiko for pakning i våd tilstand	Lav / middel / høj	
Afhængighed af organisk materiale	Lav / middel / høj	

Tekstur er ikke struktur

Påstand	Enig eller uenig?	Ret påstanden med teorien
En lerjord er altid en sund jord.		
En sandjord kan ikke få bedre vandholdende evne.		
Mørk topjord fortæller præcist, hvor meget ler der er.		
To marker med samme tekstur kan have forskellig struktur.		

Hvilken jordtype minder prøven mest om, og hvilke data støtter jeres svar?

Nævn to usikkerheder ved glasmetoden.

Hvordan kan organisk materiale forbedre funktionerne i en sandrig prøve uden at ændre mineralernes størrelse?

Opgave 7 Kapillært kapløb

I skal sammenligne, hvor hurtigt vand bevæger sig opad gennem små porer, og hvor meget vand tre jordprøver holder tilbage efter afdræning.

Teorigrundlag: *Kapitel 5 – infiltration, feltkapacitet og kapillarkræfter*

Materialer

- Tre ens gennemsigtige rør eller flasker uden bund, stof/elastik til bunden og et lavt vandfad
- Samme tørre masse af sandrig, finere og humusrig jord
- Lineal, stopur, vægt, bakker og vand

Del 1 – kapillær stigning

1. Fyld samme tørre masse i hvert rør uden at presse jorden. Sørg for samme jordhøjde så langt som muligt.
2. Stil alle rør samtidig i cirka 1 cm vand. Vandet må kun komme ind nedefra.
3. Mål højden af den tydelige fugtfront efter 2, 5, 10 og 20 minutter.

Tid	Sandrig prøve	Finere prøve	Humusrig prøve
2 min.			
5 min.			
10 min.			
20 min.			

Del 2 – vand tilbage efter afdræning

1. Vej hver tør prøve med beholder. Gennemvæd prøven, og lad den dræne i 15 minutter.
2. Vej igen. Beregn: tilbageholdt vand = våd masse efter afdræning − tør masse.
3. Sammenlign prøverne. Brug samme vandmængde og afdræningstid.

Prøve	Tør masse (g)	Våd masse (g)	Tilbageholdt vand (g)
Sandrig			
Finere			
Humusrig			

Afgrænsning: *Forsøget er en model af kapillær bevægelse og vandtilbageholdelse. Det er ikke en direkte laboratoriemåling af markens feltkapacitet eller permanente visnepunkt.*

Vis resultaterne

Tegn fugtfrontens højde over tid for alle tre prøver i samme koordinatsystem. Brug forskellige linjetyper eller farver.

Vandets fire spørgsmål

Spørgsmål	Svar med data og teori
Hvilken prøve havde hurtigst kapillær stigning?	
Hvilken prøve holdt mest vand efter afdræning?	
Hvorfor er hurtig infiltration ikke det samme som stor vandlagring?	
Hvorfor kan der stadig være vand i jorden ved det permanente visnepunkt?	
Hvordan kan organisk materiale påvirke vandbalancen?	

Formulér én konklusion, der gælder jeres data, og én forsigtig reservation om forsøgsmodellen.

Opgave 8 Erosionsdomino

I skal bygge to modsatrettede forløb efter et kraftigt regnskyl: ét på bar og kompakt jord og ét på dækket jord med porer og rødder.

Teorigrundlag: *Kapitel 5 – vandbevægelse og erosion*

Klip kortene ud og sortér dem

Intens regn Mange dråber rammer på kort tid	**Bar, kompakt overflade** Få porer og lav optagelse	**Mindre infiltration** Vandet bliver på overfladen
Afstrømning Vand samler fart ned ad marken	**Jordpartikler løsnes** Muld følger med vandet	**Tab fra marken** Kulstof og næringsstoffer føres væk
Levende dække Blade dæmper dråbernes slag	**Rødder og aggregater** Jorden holdes sammen	**Porer og gange** Vandet får veje ned i jorden
Mere infiltration Mindre vand løber på overfladen	**Vand i rodzonen** Vand kan lagres til planter	**Mindre erosion** Mere jord bliver på marken

Byg to dominorækker

Række	Skriv kortenes overskrifter i rækkefølge
Bar og kompakt jord	
Dækket og porøs jord	

Bryd den negative kæde

Sæt en streg tre steder i den negative række, hvor dyrkningspraksis kan ændre forløbet. Forklar ét af stederne med begreberne struktur, mikroliv og vand.

Faglig overskrift på højst 15 ord om, hvorfor erosion også er et vandmiljøproblem:

_____

Opgave 9 Jordens fire låse

I skal løse fire låse med viden fra hele teoriteksten. Hver lås giver ét tal. Når gruppen har en firecifret kode, kontrollerer underviseren den.

Teorigrundlag: *Alle fem kapitler*

Lås A – hvem taler?

Jeg består af fine hyfer tæt ved rødderne. Jeg kan hjælpe planten med især fosfor og vand, mens planten leverer sukker fra fotosyntesen. Hvem er jeg?

Svarmulighed	Kode
Bakterie	1
Mykorrhizasvamp	2
Protozo	3
Planteparasitisk nematode	4

Svar og begrundelse

Lås B – nedbrydning i tal

To tørrede teposer vejede 2,00 g før nedgravning. Efter samme periode vejede grøn te 1,20 g og rooibos 1,70 g.

Pose	Vægttab (g)	Vægttab (%)	Hvad viser forskellen?
Grøn te			
Rooibos			

Kode: Hvis grøn te tabte mest, er tallet 5. Hvis rooibos tabte mest, er tallet 6.

Forklar hvorfor de to materialer kan nedbrydes forskelligt.

Foreløbig kode

Tal fra lås A	Tal fra lås B

Lås C – læs jordprofilen

Et teksturglas viser 70 % sand, 20 % silt og 10 % ler. Prøven har store porer, dræner hurtigt og holder relativt dårligt på vand og næringsstoffer. Hvilken hovedtype minder den mest om?

Svarmulighed	Kode
Sandjord	1
Siltjord	2
Lerjord	3
Organisk jord	4

Svar og to faglige kendetegn: _____

Lås D – vandets rækkefølge

Vælg den rækkefølge, som bedst beskriver vandets vej fra regn til atmosfære i en velfungerende jord.

Kode	Rækkefølge
1	Infiltration → feltkapacitet → rodoptag → transpiration
2	Feltkapacitet → infiltration → transpiration → rodoptag
3	Infiltration → transpiration → feltkapacitet → rodoptag
4	Transpiration → infiltration → rodoptag → feltkapacitet

Begrund rækkefølgen med én sætning pr. overgang:

_____

Den firecifrede kode

A	B	C	D

Lås systemet op

Når koden er godkendt, skal I skrive en samlet forklaring på 6–8 linjer, der forbinder mykorrhiza, nedbrydning, jordtekstur og vandbevægelse.