



Töötuba: Elu areng

Kas oskate nimetada mõnda looma või taime, kes kunagi Maal elas, aga keda tänapäeval enam ei leidu? Arutame grupiga selle küsimuse üle. Inimene on nendest organismidest teada saanud tänu maapõues leiduvatele kivististele ehk fossiilidele. Fossiilid on kivistunud elu jäljed.

Kuidas fossiilid tekkivad? Esimese praktilise tegevuse käigus uurime, mis fossiliseerub ja mis mitte, ning millist teavet fossiilid meile minevikus elanud loomadest annavad.

Praktiline tegevus. Mis fossiliseerub?

Vahendid

Töölehed, värvipliatsid.

Juhendaja ülesanded

Tegevus toimub esmalt grupiaruteluna ning seejärel individuaaltööna. Vaata koos töötoas osalejatega töölehe esimest punkti. Jaga lühidalt taustinfot fossiliseerumise tingimuste kohta. Arutle grupiga, kuidas erineb teave, mida saame koguda tänapäevaste loomade puhul ja väljasurnud loomade puhul (ainult fossiilide põhjal). Jaga täiendavaid soovitusi stegosauruse rekonstrueerimiseks.

Taustinfo

Ülesanne põhineb üldistusel, et reeglina saavad fossiilina säilida ainult loomade kõige vastupidavamad osad, näiteks biomineraalidest koosnevad hambad ja skelett. Kui kirjeldame elusat looma, saame lisaks tema välimusele kindlaks teha veel väga palju teisi tunnuseid, nagu näiteks hääl, eluviis, sotsiaalsed suhted ning isegi seda, milline on iga indiviidi iseloom. Pärast looma surma hakkab tema keha lagunema. Lagunevad kõik pehmetest kudetest koosnevad osad: liha, nahk ja organid. Aja möödudes lagunevad ka karvad, suled ja kabjad. Ülesande käigus tuleb õpilastel kujutleda, et elusa hobuse asemel saavad nad uurida ainult looma skeletti. Mida nad sellisel juhul saaksid hobuse omaduste/tunnuste kohta järeldada? Skeleti põhjal võiks järeldada, et tegemist oli suure loomaga, kes suutis kiiresti joosta ning oli taimetoiduline. Järeldusi ei saa teha hobuse hääl, nahavärvi või käitumise kohta. Väljasurnud loomade puhul (nt saurused) on nende üksikud kivistunud skeletid enamasti ainukesed infoallikad, mille põhjal saab teha oletusi looma omaduste ja tunnuste kohta. Milliste väljasurnud loomade tunnuste kohta me saame/ei saa teha järeldusi? Praktilise töö viimase osana tuleb õpilastel lisada ja värvida oma äranägemise järgi stegosauruse skeletile nahk ja teised pehmed kehaosad, mis võivad olla kivistumise käigus hävinud. Rekonstruktsioonide koostamisel tuleks seejuures mõelda, milline võinuks olla ühe või teise lisatud elundi otstarve (näiteks kollasepunaselaiguline nahk oli hoiatusvärv kiskjate peletamiseks).



Saadud rekonstruktsioonid on tõenäoliselt väga erinevad. Ka teadlaste poolt tehtud rekonstruktsioonid saarustest võivad üksteisest erineda ja uute fossiilide avastamisel tehakse saaruste rekonstruktsioone pidevalt ümber. Fossiilid saavad meile anda ainult piiratud koguses infot kunagi elanud organismide kohta.

Maapõuest leitud dinosauruse skelett võib olla täpne jäljend kunagisest elusa looma skeletist, kuid oma koostiselt erineb ta sellest märgatavalt. Elusa dinosauruse skelett koosnes biomineraalidest. Taoline biomineraalidest skelett on olemas kõikidel selgroogsetel, sh inimesel. Ka tigude ja karpide kojad koosnevad biomineraalidest, kuid fossiliseerumise käigus muutuvad need kivisarnaseks. Seetõttu nimetatakse fossiliseerumist tihti lihtsalt kivistumiseks.

Lisaks loomade skeletile võivad mõnikord fossiilina säilida ka hoopis teistsugused elu jäljed. Settekivimitest võib leida kivistunud jala- või roomamisjälgi ehk jälgkivistisi või fossiliseerunud taimejäänuseid, nt kivistunud puitu. Kivimitest on leitud ka iidsete pehmekehaliste loomade fossiile. Taolised leiud on üliharuldased ning samas väga põnevad, sest lubavad meil oletada, et kaugel mineviku elurikkus oli palju suurem, kui me seda ainult leitud fossiilide põhjal väita saame. Fossiili teke on väga harv sündmus, milleks on vaja palju õnnelikke kokkusattumusi. Vaid tühine osa kunagi elanud organismidest on säilinud Maa settekivimites fossiilina.

See, kas loomal või taimel on olnud lootust saada fossiiliks, on sõltunud ka tema elupaigast. Kõige paremad eeldused kivistumiseks on olnud meredes elanud skeletiga loomad, nt kaladel ja karpidel. Pärast looma surma sattusid tema jäänused merepõhja, kus pehmed koed lagunesid, kuid tugevad skeletiosad võisid settesse alles jääda. Ajapikku ladestus merepõhja üha uusi settekihte ja sügavamate mattunud jäänused hakkasid aeglaselt fossiliseeruma. Üldjuhul oli lootus fossiilide tekkeks ainult juhul, kui mattumine oli piisavalt kiire. See aeglustas jäänuste lagunemiskiirust, tõkestades hapniku ligipääsu ja välistades nahkapistmise või lagundamise teiste organismide poolt. Maismaal elanud loomade ja taimede tõenäosus fossiiliks saada oli tunduvalt väiksem. Erinevalt meredest valitsevad maismaal setete ja kivimite kulutusprotsessid ning pakse settekihte tekib siin tunduvalt harvem. Maismaa organismide fossiile leitakse eelkõige kunagiste veekogude ja soiste alade kivimitest.

Kas keegi tahaks ise leida mõne dinosauruse fossiili? Arutame grupiga, kas Eestis on mõtet dinosauruste fossiile otsida. Meie maapõues puuduvad dinosauruste-aegsed settekivimid, sest Eesti oli dinosauruste valitsemisajal Keskaegkonnas ehk Mesosoikumis maismaaline ala. Dinosaurused võisid Eesti aladel elada, kuid meil puuduvad selle kohta fossiilsed tõendid. Seega on fossiilide leidmiseks vaja teada, kust neid otsida ja samuti seda, kuidas neid ära tunda. Järgmise praktilise tegevuse eesmärk on eristada fossiilid mitte-fossiilidest.

Praktiline tegevus. Mis on fossiil ja mis ei ole?

Vahendid

Töölehed, nummerdatud näidised (puit, loomaluu, jälgkivistis, taimefossiil, tänapäevase karpidega või tigudega rannaliiv, selgrootute fossiilid, liivakivi (fossiilideta), sauruse konti meenutav murenenud rändkivi, turvas, pimss, roostetanud rauatükk jne).

Juhendaja ülesanded

Tegevus toimub paaristööna. Näidised on jagatud paarile-kolmele lauale. Tutvusta ülesannet ja jaga ülesande käigus taustinfot. Tegevuse lõpus vaadake üle leitud vastused.

Taustinfo

Fossiile on mõtet otsida vaid kohtadest ja kivimitest, mille puhul on selge, et neid seal vähemalt teoreetiliselt olla võib. On vähetõenäoline, et kaevate sauruse fossiili välja oma koduaia mullast või leiate selle mõne rändkivi seest. Fossiilide äratundmine ei ole sageli nii lihtne, kui see esmapilgul tunduda võib. Eluta looduse protsessides võivad tekkida moodustised, mis meenutavad kujult mõne looma fossiili. Erinevalt taolistest leidudest on kivistunud looma osise puhul tihti näha mingit pinna- või sisestruktuuri. Võrreldes tänapäevaste loomade luudega on fossiliseerunud skeletifragmentid raskemad, sest sarnanevad koostiselt kivimitele. Tänapäevaste organismide jäänused, näiteks puit, karbi- ja teokojad, loomaluud ja turvas ei kuulu fossiilide hulka, sest kuigi tegemist on organismide jäänustega, pole need kivistunud.

Arutame, miks võiks fossiilide otsimine ja uurimine inimestele kasulik olla. Fossiilid aitavad mõista, miks tänane Maa elustik on just selline, nagu me seda näeme. Fossiilid on tõendiks sellele, et elu Maal on muutunud lihtsamast keerulisemaks ning sellega koos on pidevalt toimunud uute liikide tekkimine või kadumine. Elusorganismide muutumist Maa ajaloo jooksul nimetatakse evolutsiooniks. Kui kaevata või puurida maapõue auk, siis sügavamale liikudes satume me üha vanematesse kivimikihtidesse. Teadlased täheldasid juba kaua aega tagasi, et vastavalt kivimikihtidele muutub ka fossiilide koostis. Vanemad kivimikihid sisaldavad üha lihtsamate organismide fossiile ja vähem mitmekesise elustiku jälgi.

Oletame, et leidsime kaevatud augu teatud kihist stegosauruse fossiile. Kui läheme teisele kontinendile, kaevame seal augu ning leiame sealt kihi, mis samuti sisaldab stegosauruse fossiile, saame



väita, et need kivimikihid kahel erineval kontinendil pidid tekkima enam-vähem samaaegselt – nimetatud loomade eluajal. Fossiilid aitavad meil lisaks elustiku muutuste mõistmisele niisiis kildhaaval kokku korjata ka Maa geoloogilist ajalugu ning seega kirjeldada selle kulgu.

Maa ajalugu algas Maa tekkest 4,6 miljardit aastat tagasi. Me ei tea täpselt, milline oli varane Maa ja kuidas elu Maal tekkis. Ka vanimad säilinud kivimid on vaid ligi 4 miljardit aastat vanad. Võime siiski väita, et elu tekke eelduseks oli vedelas olekus vee olemasolu varasel Maal ning et elu tekkis vees. Arvatakse, et elu võis Maal tärgata ligi 3,6 miljardit aastat tagasi, ning et esimesed elusorganismid olid üherakulised bakterid. Madalas meres elutsenud bakterite kolooniad võisid moodustada iseäralikke kihilisi struktuure ehk stromatoliite. Stromatoliidid on kõige sagedasemad oletatavad kivistunud elu jäljed Maa väga vanades settekivimites. Stromatoliite tekib ka tänapäeval, kuid seda vaid üksikutes kohtades maakeral. Üheks selliseks kohaks on Shark Bay Austraalia läänerannikul. Varase Maa atmosfääris puudus vaba hapnik, mis on meie ja kõigi teiste hulkraksete eluks hädavajalik. Maa varaseimad asukad, bakterid aga hapnikku ei vajanud, nende jaoks oli hapniku näol tegemist hoopis ohtliku mürgise gaasiga. Vaba hapnik hakkas Maa atmosfääri ilmuma umbes 2,5 miljardit aastat tagasi, seda tänu iidsetes meredes elanud tsüanobakteritele, kes tootsid hapnikku oma elutegevuse käigus. Sellegipoolest kulub veel pea 2 miljardit aastat selleks, et elu meie koduplaneedil hakkaks muutuma sarnaseks tänapäevasele.

Järgneva praktilise ülesande käigus uurime olulisi elu arengu sündmusi ja nende jaotumist Maa geoloogilises ajas.

Praktiline tegevus. Elu areng.

Vahendid

Töölehed, 50-meetrised mõõdulindid, sildid, vihjetekaardid.

Sildid

- Maa tekib
- Esimesed arvatavad kivistunud elu jäljed
- Maa atmosfääri hakkab esmakordselt ilmuma vaba hapnik
- Esimesed suured hulkraksed organismid

- Esimesed kõva välisskeletiga loomad
- Esimesed kalad
- Esimesed maismaataimed
- Esimesed dinosaurused
- Esimesed imetajad
- Esimesed linnud
- Dinosaurused surid välja
- Esimesed inimesed
- Täna
- 4,6 miljardit aastat tagasi
- 3,5 miljardit aastat tagasi
- 2,5 miljardit aastat tagasi
- 600 miljonit aastat tagasi
- 550 miljonit aastat tagasi
- 520 miljonit aastat tagasi
- 450 miljonit aastat tagasi
- 230 miljonit aastat tagasi
- 220 miljonit aastat tagasi
- 150 miljonit aastat tagasi
- 65 miljonit aastat tagasi
- 2,5 miljonit aastat tagasi
- 0 aastat tagasi

Vihjetekaardid

- Maa esimesed elusorganismid, üherakulised bakterid, ei vajanud hingamiseks hapnikku.
- Kõik hulkraksed organismid vajavad eluks vaba hapnikku.
- Esimesed hulkraksed organismid olid pehmekehalised.
- Ligi 550 miljonit aastat tagasi muutus elu Maal lühikese aja jooksul tunduvalt mitmekesisemaks: peaaegu üheaegselt ilmus rida uusi organismirühmi, sh esimesed skeletiga organismid.
- Kalad on kahepaiksete eellased.
- Esimeste maismaataimede ilmumine lõi eelduse esimeste suurte maismaaloomade, kahepaiksete kujunemiseks.
- Esimesed imetajad ilmusid arvatavasti vaid kümnekond miljonit aastat hiljem esimestest dinosaurustest hiljem.
- Lindude otsesteks eellasteks peetakse dinosauruseid.
- Ligi 65 miljonit aastat tagasi tabas Maad suur meteoriit, seda sündmust seostatakse paljude maismaa- ja mereloomade väljasuremisega.
- Inimene arenes välja inimahvist ja on Maa geoloogilist aega silmas pidades üsna noor liik.

Juhendaja ülesanded

Tegevus toimub grupitööna. Jaga õpilased kahte rühma. Selgita töö käiku. Esmalt peavad grupid kokku viima evolutsioonisündmuse ja sobiva aja sildi, kasutades abiks vihjetekaarte. Seejärel tuleb mõlemal grupil õues välja mõõta 46 meetri pikkune teelõik ning tähistada üks ots sildiga „Maa tekib“ ning teine ots sildiga „tänapäev“. Märgistatud distants tähistab mõtteliselt 4,6 miljardit Maa aastat. Seejärel tuleb gruppidel paigutada evolutsioonisündmuste sildid õigetesse kohtadesse mõttelisel ajateljel, kasutades selleks mõõdulinti ja sündmuste toimumisaegu (kanda ajalised suhted üle ruumilisteks suheteks). Abista grupe ümberarvutuste tegemisel (1 miljard aastat = 10 m, 100 miljonit aastat = 1 m, 1 miljon aastat = 1 cm). Lõpuks vaata üle, kas sündmused rühmade ajatelgedel on õige paigutusega. Arutle gruppidega, mida võiks järeldada elu arengu sündmuste paiknemisest kokkupandud ajateljel.

Taustinfo

Tegevuse käigus tutvuvad õpilased oluliste elu arengu sündmustega, mille avastamisel ja uurimisel on teadlased toetunud eelkõige fossiilsetele leidudele. Erandiks on vaba hapniku ilmumine Maa atmosfääri ligi 2,5 miljardit aastat tagasi, millele viitavad keemilised muutused Maa settekiivimites. Tegevuse teine eesmärk on anda õpilastele põgus ülevaade evolutsiooniteooria alustest. Silmas tuleb pidada seda, et kõik ülesandes antud evolutsioonisündmuste ajad on ligikaudsed, sest uute fossiilileidude ilmumise korral täpsustavad teadlased ka oletatavaid evolutsioonisündmuste toimumisaegu. Ajatelge analüüsid peaks pöörama tähelepanu järgmistele küsimustele: kuidas evolutsioonisündmuste sildid ajateljel jaotusid? Kui paljud tänapäeval elavatest loomarühmadest olid ilmunud ajaks 600 miljonit aastat tagasi? 100 miljonit aastat tagasi?