



Töötuba1: Mis on maavara? — — — — —

Looduslikud ainekogumid, nii mineraalsed kui orgaanilised, on omanud tähtsust inimkonnale juba eelajaloolisest ajast. Ka tänapäeva loomariigis näeme kivi või savika mineraalne sihipärast kasutamist – esimest millegi purustamiseks, teist seedimise soodustamiseks. Pika praktiseerimise tulemusena jõudsid meie eellased teadmisele, et üks kivi toimib paremini kui teine, ning hakati otsima ja kasutama paremat. Kui eelajaloolistele inimestele oli strateegiliseks maavaraks sool, siis pronksiajal kujunesid selleks vask ja tina (pronksi koostisosad) ning rauaajal raud. Roomlased vajasisid oma valitsemise ajal kolme põhilist metalli – rauda relvade tegemiseks, kulda sõduritele maksmiseks ning pliidi veetorude tegemiseks ja vee transportimiseks. Tänapäeva strateegilisteks maavaradeks on ennekõike energeetilised ressursid – nafta ja gaas. Läbi ajaloo oleme kasutanud maapõue loodusressurssi – maavara – rikkuse sümbolina, sõjalise vapruste märgina ja kaubanduse alusena (maksevahendina), aga ka poliitilise võimu ja majandussurve mõjuvahendina.

Maavara mõiste muutub koos teaduse ja tehnoloogia arenguga. Maavaraks loetakse sellist maapõues leiduvat orgaanilist või mineraalainet, mida on võimalik tasuvalt toota ja kasutada. Maavara on rahvuslik ressurss, maavarade üle arvepidamine ja õigusnormidega reguleerimine sai alguse juba antiikajal. Esimesed seadused lähtusid eelkõige riigivalitsejate huvist, et võimalikult paljud väärtuslikud maavarad – kuld, hõbe, tuntud metallid ja vääriskivid – saaksid avastatud. Samas olid nad sunnitud arvestama suurmaaomanike huvidega, et nad lubaksid oma maadel teostada maavara lasundite otsinguid ja kaevandamist. Tänapäeva mäeseadusandluse põhiseisukohad on jäänud samaks ning reguleerivad maavara ja maapõue kasutamisest huvitatud ühiskonna/riigi, maaomaniku ja mäetöösturi suhteid.

Seoses pideva rahvastiku kasvu ja nõudlusega maavarade järele oleme suutnud lühikese ajaperioodiga ära kasutada suuremad, rikkamad ja kergemini kättesaadavamad varud. Uute maavaralasundite otsimine ja uurimine ning keskkonnohutu kaevandamine/tootmine nõuab järjest suuremat ressurssi. Peame kasutusele võtma „lahjemaid“ maake ja sügavamal lasuvaid lasundeid. Seega, vajab maavara kui taastumatu loodusressurss majanduslikult otstarbekat ja keskkonnasäästlikku kasutamist.

Kivimid on meie igapäevaelus hädavajalikud. Ehitame neist maju ja teid ning toodame meid ümbritsevaid materjale. Käesoleva programmi käigus **arutleme, mis tingimustel saab ühest kivimilasundist maavaralasund ja mis tingimustel on seda võimalik ja tasuv kaevandada.** Üldjoontes nimetame Eestis maavaradeks lubjakivi ja dolokivi, mida saab kasutada nii ehituskivina kui ka ehitusmaterjale (killustik, lubi, tsement, klaas) toota. Kuid ligi 500 meetri paksune karbonaatkivimite lasund ei kujuta endast tootmisväärtset maavara.



Töötuba1: Mis on maavara? – – – – –

Eelkõige peab kivimi omadused ja lasumustingimused vastama teatud kindlatele nõuetele – konditsioonile, mille määravad kas käesoleva või planeeritava tootmise tingimused. Näiteks, lubjakivi kui dolokivi ehituskivina peab olema vastupidav ehk vastama kindlatele mehaanilistele omadustele (survetugevus, külmakindlus, kulumiskindlus, poorsus). Samas lubjakivi lubja või tsemendi toormena peab olema keemiliselt väga puhas, seega on nõueteks kasuliku komponendi CaO sisaldus ning võimalikult väike lisandite (MgO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃) sisaldus. Dolokivi klaasitoormena peab olema Mg-rikas. Seega iga tööstusharu vajab teatud kindla toote tegemiseks kindla koostisega tooret. Kui kasutame kivimist/setendist ühte kindlat komponenti, siis on põhikonditsiooniks nn. kasuliku komponendi sisaldus, näiteks maakides konkreetse(te) metalli(de) sisaldus või fosforiidis komponendi P₂O₅ sisaldus (fosforväärtise, fosforhappe tootmiseks).

Praktilise tegevuse käigus uurime erinevate maavarade omadusi lähtuvalt nende kasutusele. Maavarade jaotusi on mitmeid, kõige praktilisem jaotus on olemus ja kasutussuund – metallilised (metallurgi toore, jaotatakse veel mustad ja värvilised metallid, väärismetallid ja haruldased), mittemetallilised (erinevate tööstusharude toore, sh looduslikud ehitusmaterjalid ja vääriskivid) ning põlevad/fossiilsed kütused ehk energeetilised (nafta-gaas, turvas, süsi, põlevkivi, uraan), mis on lisaks ka keemiatööstuse toormeks.

Praktiline tegevus. Maavara uurimine

Vahendid

Tööleht, stereomikroskoobid, mikroskoobikaamerad, tahvelarvutid, kirjutusvahendid, 10% HCl tilgapudelid, kaitseprillid, magnetid, metallidetektorid, maakide, mineraalide ja maavarade õppekogud.

Juhendaja ülesanded

Tegevus toimub rühmatööna, rühma suuruseks 4-6 õpilast. Iga rühm saab uurimiseks kivimite ja mineraalide (maakmineraalid + tehnilised mineraalid) komplekti. Ülesandeks on määrata ja hinnata nende maavaralist potentsiaali lähtuvalt kasulikust komponendist ja kasutussuunast. Sissejuhatavas osas jagatakse taustinfot maapõues leiduvate metallide kohta (maak, maakmineraal) ning mõnede enamlevinud tehniliste ja väärismetallide kohta. Kasuks tulevad eelteadmised metallide füüsikaliste ja keemiliste omaduste kohta. Kehtivaid nõudeid ja tulevikuperspektiivi käsitleme konkreetselt Eesti maavarade puhul (taustinfo ja abimaterjalid <http://www.ut.ee/BGGM/maavara/>).

Kasuks tuleb Eesti kivimite tundmine. Peale tööde teostamist toimub tulemuste võrdlus ja arutelu.

Töötuba1: Mis on maavara?

Taustinfo

Metallid on keemiliste elementide seas unikaalsed oma omaduste poolest, nagu läbipaistmatus, kõvadus, vormitavus/sepistavus ja sulatatavus, valatavus, lisaks mitmed spetsiifilised omadused. Selle peale tuli inimkond juba 8000 aastat tagasi, kui võtsid esimeste metallidena kasutusele kulla ja vase. Enamuse metallide avastamine jääb 200 aasta tagusesse aega ning nende kasutamine on aset leidnud vaid viimased sadakond aastat. Tänapäeval kaevandatakse ja toodetakse umbes 35 metallilist elementi, kõikide metallide kogutoodangust moodustab 95% rauatoodang. Kui maakoore kõige levinumat metalli – alumiiniumi (maakoore sisaldus 8,2%) – toodetakse aastas u 60 miljonit tonni, siis rauda (maakoore sisaldus 5,6%) toodang ulatub üle 2,3 miljardit tonni (2015). Kuld on maakoore üks haruldastest metallidest maakoores (0,0004%), ja toodetakse u 3000 tonni aastas ning veelgi haruldasemaid metalle, roodiumi ja iriidiumi vastavalt 25 ja 3-4 tonni aastas (2016).

Enamik metalle esineb looduses keemiliste ühenditena – mineraalidena maapõue kivimites ja setetes. Ainult väike hulk esineb lihtainena ehk ehedana (Cu, Ag, Au, Pd, Pt, Rb, Ir, Os). **Kivimit, mis sisaldab metallilist elementi keskmisest oluliselt kõrgemas kontsentratsioonis ehk tootmisväärses koguses, nimetatakse maagiks.** Metallide kõrgemad ja tootmisväärsamad kontsentratsioonid on maakoores üliharvad erandid tavalise kogu maapõue kivimmassi taustal. Neid erandolukordi tuleb suure vaevaga otsida ja seejuures tingimata teada, kuidas ja kus seda teha. Siin on abiks nii metallide füüsikalised omadused (tihedus, magnetilisus, elektrijuhtivus, eritakistus, soojusjuhtivus, radioaktiivsus) kui ka geoloogiliste ja elementide geokeemiliste seaduspärasuste tundmine. Lähedaste keemiliste omadustega metallid käituvad geoloogilistes protsessides ühtmoodi, nad liiguvad ja kontsentreeruvad kivimites sageli üheskoos. Tööstuslikud metallimaagid on valdavalt kompleksmaagid (Fe-Ti-V, Ni-Cu+Pt-Pd, Pb-Zn, Au-Ag-Cu), kus küll üks metall võib esineda kõrges kontsentratsioonis, kuid selle kõrval on tasuv (ja kindlasti säästev) toota ka kõrvalproduktidena teisi metalle.

Metallide tootmine on väga energiamahukas, vajab palju vett ning tekitab väga palju, sh keskkonnale mürgiseid jäätmeid. Kui maagis on kasuliku metalli sisaldus 60% (rauamaagi puhul), siis tekib 1 tonni maagi rikastamisel u 400 kg jäätmeid, kui aga sisaldus on 1% (Ni, Cu, Sn, Ti, Pb, Zn-maagid), tekib jäätmeid 990 kg. Paljude spetsiifiliste, haruldaste ja väärismetallide maakides on metalli sisaldus vaid mõni sajandik või tuhandik protsenti (Au, Pt, Pd, lantanoidid).

Arutleme, millised on peamised metallide ühendid (maakmineraalid), millest on tehnoloogiliselt kergem ja odavam ning keskkonda säästvam üht või teist metalli toota. Metallilised

elemendid esinevad ka paljude teiste mineraalide koostises, näiteks alumiinium korundis (Al_2O_3) või raud püriidis (FeS_2), kuid millest ei ole tasuv või on liiga keskkonnaohtlik vastavaid metalle toota. Tänapäeval on tööstuslikuks alumiiniumimaagiks boksiit (alumiiniumoksiidi-hüdroksiidide segu), mis peamiselt lasub maapinna lähedal ja teda on kerge kaevandada. Korundi kaevandatakse ja kasutatakse peamiselt tehnoloogilise mineraalina (abrasiivmaterjaliks) ning tema värvilisi erimeid hinnaliste vääriskividena (safiir, rubiin). Rauda toodetakse praegu peamiselt oksiidsetest mineraalidest – magnetiidist (Fe_3O_4) ja hematiidist (Fe_2O_3), mis esinevad maapõues väga ulatuslike ja paksude rauamaagilasunditena (vöödilised rauaformatsioonid), milles nende mineraalide sisaldus on väga kõrge (60-65%) ning mida on kerge kaevandada. Samas, Eestis ja üldse väga levinud rauamineraali püriiti (FeS_2) tänapäeval raua maakmineraalina ei kasutata väävlisalduse tõttu (liialt keskkonnaohtlik tekkivate väävliaurude tõttu ja tootesse jääv jääkväävel alandab selle kvaliteeti). Mõnda metalli on aga võimalik toota ainult ühest kindlast maakmineraalst, näiteks elavhõbedat kinaverist (HgS) või molübdeeni ja reenumi molübdeniidist (MoS_2).

Paljudel mineraalide füüsikalised ja keemilised omadused võimaldavad neid kasutada erinevates tööstusharudes, neid nimetatakse tehnilisteks mineraalideks. Teemant ja grafiit, mõlemad koosnevad süsinikust, kuid süsinikuaatomite kristallvõre struktuurist tulenevalt on täiesti erinevate füüsikaliste omadustega, mistõttu on erinev ka nende kasutamine. Puhas teemant on haruldane hinnaline vääriskivi, kuid juveelitööstusele sobimatud teemandid leiavad kasutust tehnilisel otstarbel, oma tugevuse tõttu abrasiivina ning lõike- ja lihvimistööriistade (puurotsikud, saed, lihvkettad) tugevdamiseks. Klassiruumis on võimalik mikroskoobi all vaadata puurotsikutele lisatud üliväikesi teemandikristalle. Grafiit seevastu on üks nõrgemaid mineraale, küll on aga hea elektrijuht ja leiab kasutamist elektroodides ja adsorbendina, ning igaühele on teada tema kasutus pliatsisüdamikes. Paljusid maakmineraale kasutatakse lisaks metalli saamisele ka tehnilistel eesmärkidel.

Ilmeniit (FeTiO_3) on titaani ja raua maakmineraal, kuid majanduslikult tähtsam on temast valge pigmendipulbri (TiO_2) tootmine, mida kasutatakse laialdaselt värvides, paberis ja plastis. Sajandeid kasutati selleks pliivalget, kuid plii toksilisuse tõttu on selle kasutamine asendunud titaanvalgega.