

## 4. Mäenduslikud õpiobjektid

*Ingo Valgma, Margit Kolats, Gaia Grossfeldt*

Mäenduslikud õpiobjektid on harjutusülesanded, mis aitavad õppijal omandada mäenduslikku terminoloogiat ja tutvuda visuaalselt mäendusobjektidega. Teemadeks on valitud üldhuvitavad alad nagu kaevandamistehnoloogiad, maavarade majandus ja laadimismasinad mäenduses [16]. Õpiobjekte saavad kasutada õpilased, õpetajad, üliõpilased ja täiendusõppijad abivahendina mäenduse põhitõdede õppimisel. Õpiobjektid koostasid Mäeinstituudi õppejõud koostöös Hariduse Infotehnoloogia Sihtasutusega, eesmärgiga aidata kaasa hariduse ning teadus- ja arendustegevuse kvaliteedi ning tulemuslikkuse tõusule.

### **Kaevandamistehnoloogiad**

Kaevandamistehnoloogiatega õpiobjekt tutvustab mäenduses kasutatavate protsesside ja tehnoloogiatega klassifikatsiooni (Joonis 4-1). Klassifikatsioon läheb üldisemast konkreetsemaks [2]. Mäetööde klassifikatsiooni esimene jaotus ehk kaevandamismoodus vastab küsimusele - kas peal või all ehk tähistab maapõue suhtes kaevandamiskohta. Kaevandamismoodus võib olla pealmaakaevandamine e. avakaevandamine, allmaakaevandamine või allveekaevandamine.

Kaevandamismoodusest järgmine jaotus on kaevandamisviis mis vastab küsimusele - kuidas kaevandatakse? Tavaliselt näitab see põhikaevandamiskõnnete või põhiprotsesside põhiomadusi. Kaevandamisviisid on näiteks: vaalkaevandamine, aukkaevandamine, väljakkaevandamine, kamberkaevandamine ja lankkaevandamine (Joonis 4-2).

Kaevandamistehnoloogia on kolmandaks jaotuse tasemeks ja vastab küsimusele - millega kaevandatakse ehk siis kaevandamistehnoloogia on kaevandamisel kasutatav tehnoloogia e. tehnika ja võtete kogum, mille abil kaevandatakse. Ühe kaevandamisviisi korral saab kasutada mitmeid kaevandamistehnoloogiaid [21]. Tehnoloogia koosneb protsessidest. Erinevate mäendustingimuste korral kasutatakse erinevaid ja nn. tüüptehnoloogiaid. Tehnoloogia kasutamine sõltub eelkõige mäendustingimustest ja inseneride ning masinate arengutasemest [22]. Tehnoloogia kasutamist piiravad majanduslikud ja juriidilised piirangud [22].

Peamised tehnoloogiad on - kivistõõ, maagi ja pehmete kivimite kaevandamise tehnoloogiad [17]. Eristatakse ka sügavaid ja madalaid kaevandusi, suure ja väikese toodangumahuga kaevandusi ja karjääre. Eestis on kasutuses madalate kihtmaardlate kaevandamistehnoloogiad ja maailmas kivistõõ, raua- ja vasemaagi kaevandamise tehnoloogiad [19].

Kaevandamistehnoloogiale järgneb kaevandamisprotsess, mis vastab küsimusele - mida ja millega? Kaevandamisprotsess koosneb ettevalmistus-, avamis-, paljandamis-, väljamis-, laadimis-, tõste-, veo-, töötlemis-, rikastamis-, ladustamis-, tuulutus- ja veekõrvaldusprotsessidest [20].

Loetelu lõppeb kaevandamisoperatsioonidega, mis vastavad küsimusele - kuidas ja millega? Siia kuuluvad ammutamine, manööverdamine, sõitmine, tühjendamine, jms.

**Mõisted**

Kaevandamismoodus	Avakaevandamine / Allmaakaevandamine	Plaanid
Viis	Vaalkaevandamine	Projekt
Tehnoloogia	Draglainidega transpordita paljandamine	Tööde organiseerimine+ masinad
Protsess	Katendi teisaldamine	Masinad  mäetehnika
Operatsioon	Ammutamine	Masin

Joonis 4-1 Klassifikatsiooni jaotuse kirjeldus



**Joonis 4-2 Kaevandamisviisid (vaalkaevandamine, aukkaevandamine, veelune kaevandamine, kamberkaevandamine)**

### Laadimismasinad

Laadimismasinate õpiobjekt tutvustab laadimismasinate klassifikatsiooni ja pakub enesekontrolliks lühiülesandeid. Laadimismasinad kui intuiitivseimalt tajutavad, levinuimad ja olulise mõjuga masinad on valitud mäemasinate tutvustava seeria alustamiseks [17]. Õppematerjal sisaldab ka viiteid lisamaterjalile internetis, et huvilistel oleks võimalik juurde õppida [11]. Õppimiseks on valitud enamlevinud masinad, mis on klassifitseeritud mäetööde protsesside, operatsioonide või masinate põhiomaduste alusel [6]. Oluliseks valikukriteeriumiks on mäenduse tehnoloogia areng Eestis (16).

Laadimismasin (laadur) on masin millega laaditakse kaevist [4]. Üldnimetusena sobib see kõigi laadimisoperatsiooni teostavate masinate kohta (Joonis 4-5). Laadur on rohkem levinud mobiilsete laadimismasinate nimetusena e. kopplaaduri sünonüümina (Joonis 4-4). Laadimist võib olenevalt kontekstist nimetada nii operatsiooniks kui protsessiks [9]. Laadimisprotsess koosneb ammutamisest e. ammutamisoperatsioonist, manööverdamisest, sõidust ja tühjendamisest. Kui toonitada näiteks kallurikasti täitumist

kopplaaduri kopa tühjendamisoperatsiooni tulemusena, siis võib nimetada tegevust ka laadimisoperatsiooniks. Ka pumpamise korral või pulbi pumpamist ja selle abil näiteks puuraugu täitmist pulbiga nimetada laadimisoperatsiooniks [1].

Levinud laadimismasinad on:

- **Kopplaadur (LHD, frontaallaadur, rataslaadur, roomiklaadur, raudteekopplaadur, pealmaa- e. karjääri kopplaadur, allmaa- e. kaevanduse kopplaadur)**
- **Käpplaadur**
- **Punkerlaadur**
- **Ümberlaadur**

Laadimise tunnus on ka objekt, koht, anum vms kuhu laadung laaditakse. Tüüpiline laadungi tühjenduskoht on kast, punker, vagonett, vagun, kraapkonveier, lintkonveier, plats ja ladu (Joonis 4-3).

Ekskavaatorit ei nimetata üldjuhul laaduriks, kuigi seda kasutatakse laadimisoperatsiooniks. Ekskavaator on spetsiifiline masin, millega saab teostada oluliselt rohkem operatsioone kui laadimine.

Lisaks kasutatakse laadimiseks konveierit ja paiskemehhanisme, vee (vedeliku) voolu või õhuvoolu paiskamiseks. Konveierit kasutatakse pideva tööviisiga masinatel nagu paljukopaline ekskavaator, puistur, kombain ja kaevise purustamis- ja töötlemismasinad [18].



**Joonis 4-3 Allmaakopplaadur kaevanduses põlevkivi kraapkonveierile laadimas**



**Joonis 4-4 Pealmaakopplaadur karjääris kivisütt kallurile laadimas**

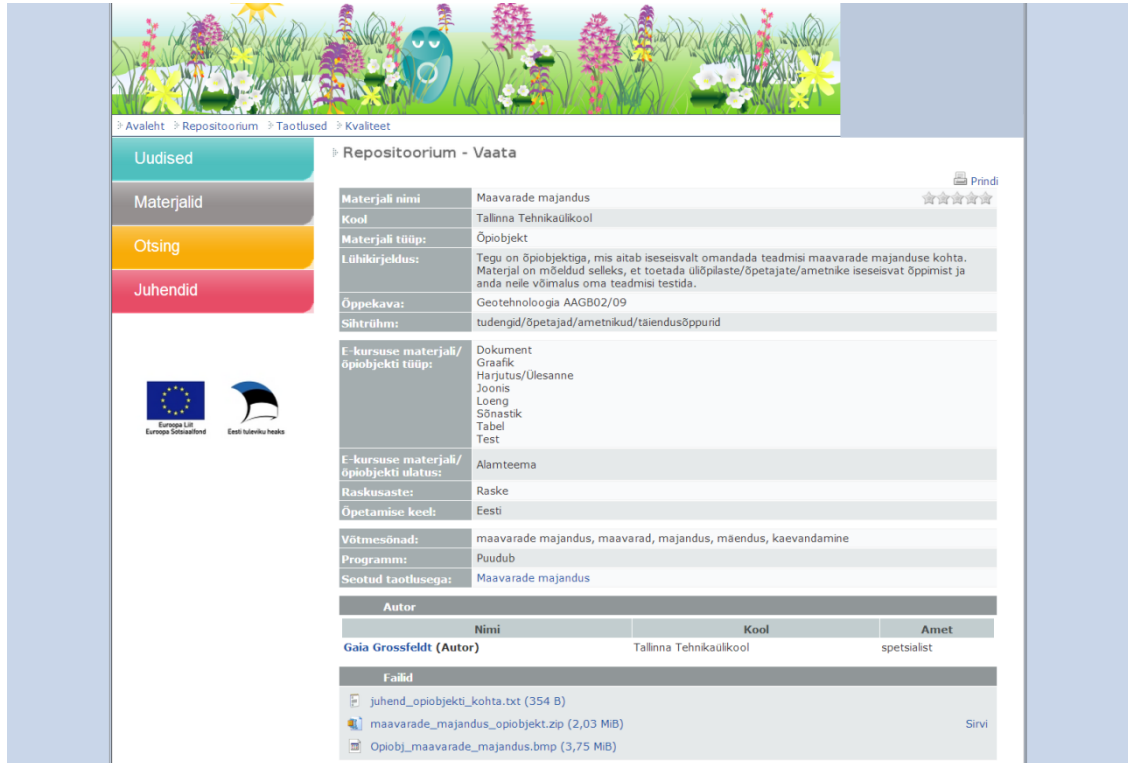




**Joonis 4-5 Käpplaadur**

### **Maavarade majandus**

Õpiobjekt maavarade majandus on aktiivõppe vahend, mille läbi on võimalik omandada iseseisvalt teadmisi maavarade majanduse kohta (Joonis 4-6). Suunatud on üliõpilastele, õpetajatele ja ametnikele, andes võimaluse omandada erialaseid teadmisi ning teostada enesekontrolli.



Uudised  
 Materjalid  
 Otsing  
 Juhendid

Repositoorium - Vaata

Materjali nimi: Maavarade majandus  
 Kool: Tallinna Tehnikaülikool  
 Materjali tüüp: Õpiobjekt  
 Lühikirjeldus: Tegu on õpiobjektiga, mis aitab iseseisvalt omandada teadmisi maavarade majanduse kohta. Materjal on mõeldud selleks, et toetada üliõpilaste/õpetajate/ametnike iseseisvat õppimist ja anda neile võimalus oma teadmisi testida.  
 Õppekava: Geotehnoloogia AAGB02/09  
 Sihtrühm: tudengid/õpetajad/ametnikud/taienusõppurid

E-kursuse materjali/õpiobjekti tüüp: Dokument  
 Graafik  
 Hargutus/Ulesanne  
 Joonis  
 Loeng  
 Sõnastik  
 Tabel  
 Test

E-kursuse materjali/õpiobjekti ulatus: Alamateema  
 Raskusaste: Raske  
 Õpetamise keel: Eesti

Võtmesõnad: maavarade majandus, maavarad, majandus, mäendus, kaevandamine  
 Programm: Puudub  
 Seotud taotlusega: Maavarade majandus

Autor		
Nimi	Kool	Amet
Gaia Grossfeldt (Autor)	Tallinna Tehnikaülikool	spetsialist

Faailid

- juhend\_õpiobjekti\_kohta.txt (354 B)
- maavarade\_majandus\_õpiobjekt.zip (2,03 MiB)
- Õpiobj\_maavarade\_majandus.bmp (3,75 MiB)

#### Joonis 4-6 Mäeinstituudi õpiobjekt - Maavarade majandus

Teoria kombineeritult enesekontrollidega on aktiivõppe viis [12], kus toimub kogemuste kaudu õppimine. Kui iseseisev lugemine või loengu kuulamine ei anna parimat tulemust, siis õpiobjekti abil on võimalik suurendada saadud teadmiste kogust tänu mitmekülgsele kordamisele enesetestide teel.

Õpiobjekt „Maavarade majandus“ baseerub osaliselt Mäemajanduse õpikul [13], võimaldades asjahuvilistel iseseisvalt omandada teadmisi teoreetilisest poolest [14], milles antakse ülevaade mäendusressurssidest ja kaevandamiskulust, kaevandamisjäakidest, mäetööde tingimustest [15], mäetöölise kutsesobivusest ning üldmõistetest [7,8]. Teoria omandamisel on võimalik katsetada kolme erinevat enesekontrolli – sobita sõnu, lünktekst ning ristsõna.



  
 KÖIK SAAB ALGUSE KAEVANDAMISEST  
 mi.ttu.ee

Õpiobjekti koostaja: Gaia Grossfeldt  
 Õppematerjal on koostatud TTÜ Mäeinstituudis <http://mi.ttu.ee>  
 Õppematerjali maht on 0,15 EAP mille omandamiseks kulub 4 h.

Käesolev õpiobjekt aitab iseseisvalt omandada teadmisi maavarade majanduse kohta ja pakub enesekontrolliks lühiesandeid. Esmalt tutvuge teooriaga ning seejärel liigu edasi enesekontrolli ülesannete juurde.

- Teooria
- Enesekontroll 1 - Sobita
- Enesekontroll 2 - Lünktest
- Enesekontroll 3 - Ristsõna

Õpiobjekt on koostatud kasutades osaliselt Enno Reinsalu koostatud Mäemajanduse õpikut. Kogu õpikuga on võimalik tutvuda: Reinsalu, Enno Mäemajandus

  
 Euroopa Liit  
 Euroopa Sotsiaalfond

  
 Eesti tuleviku heaks

  
 See töö on litsentsi all  
*Autorile viitamine + Mitteäriline eesmärk + Jagamine samadel tingimustel 3.0 Estonia (CC BY-NC-SA 3.0).*

#### Joonis 4-7 Õpiobjekti Maavarade majandus sisu

Töö on seotud uuringuga ETP AR12007 nr. 3.2.0501.11-0025 „Põlevkivi kadudeta ja keskkonnasäästlik kaevandamine“ – [mi.ttu.ee/etp](http://mi.ttu.ee/etp) ja B36 Kivimi raimamine ja rikastamise valikmeetoditega - [mi.ttu.ee/rikastamine](http://mi.ttu.ee/rikastamine) [8].

#### Viited

1. Gaia Grossfeldt. Pulp. Mäeõpik. Mäeinstituut. 2010
2. Ingo Valgma. [Kaevandamistehnoloogia](#). Mäeõpik. Mäeinstituut. 2012
3. Ingo Valgma. [Kaevandamisviis](#). Mäeõpik. Mäeinstituut. 2012
4. Ingo Valgma. [Laadimismasin](#). Mäeõpik. Mäeinstituut. 2010
5. Ingo Valgma. [Laadimismasinad](#). Mäemasinad. Mäeinstituut. 2014
6. Ingo Valgma. Mäemasinate kasutusareaal. Kaevandamine ja keskkond. [mi.ttu.ee/kogumik/2012](http://mi.ttu.ee/kogumik/2012) Mäeinstituut 2012
7. Karu, V.; Gulevitš, J.; Rahe, T.; Roots, R.; Iskül, R.; Põlder, A. (2013). Mining waste management of Estonian mineral resources. 6th International Conference on Sustainable Development in the Minerals Industry (414 - 419). Milos Conference Center
8. Karu, V.; Rahe, T.; Närep, E.; Väizene, V.; de Costa, J. (2013). Abstract of Pilot unit for mining waste reduction methods. In: International Scientific Conference Environmental and Climate Technologies, Conference Proceedings:



- Environmental and Climate Technologies, Riga, 14-16.10.2013. Riga, Latvia: Riga Technical University, 2013, 7.
9. Lv, WY; Zhang, ZH. Research on the Belt Loader Waste Rock Gravity Backfill Mining Technology. SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF URBAN INFRASTRUCTURE, PTS 1-3. Applied Mechanics and Materials. 253-255. Part: 1-3. 2013
  10. Mäeinstituudi projektid. [mi.ttu.ee/projektid](http://mi.ttu.ee/projektid) ; Mäeinstituut 2014
  11. Mäeinstituudi õpiobjektid. [mi.ttu.ee/opiobjektid](http://mi.ttu.ee/opiobjektid) ; Mäeinstituut 2012
  12. Persello, C.; Bruzzone, L. (2014) Active and Semisupervised Learning for the Classification of Remote Sensing Images, IEEE-INST ELECTRICAL ELECTRONICS ENGINEERS INC.
  13. Reinsalu, Enno. Mäemajandus. Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus, (1998).
  14. Saarnak, M. (2013). Mäeinstituudi õppekavade võrdlus 1938 vs 2013. Mäeinstituut 75 (221 - 224). TTÜ mäeinstituut
  15. Šommet, J.; Pastarus, J.-R. (2012). Comparison of Dolostone and Limestone Assessment Methods for Estonian Deposits. Environmental and Climate Technologies, 9, 35 - 39.
  16. Valgma, I.; Kolats, M.; Uibopuu, L.; Lüüde, A.; Saarnak, M.; Reinsalu, E.; Nurme, M. (2014). Mäenduse tehnoloogia areng Eestis. In: Ressursid ja energiasääst: Ressursid ja energiasääst 2014. (Toim.) I. Valgma. Tallinna Tehnikaülikooli mäeinstituut, 2014.
  17. Valgma, I.; Väizene, V.; Kolats, M.; Saarnak, M. (2013). Technologies for Decreasing Mining Losses. Environmental and Climate Technologies, 11(1), 41 - 47. (Toim.) I. Valgma. Tallinna Tehnikaülikooli mäeinstituut, 2014.
  18. Valgma, I.; Kolats, M.; Leiaru, M.; Adamson, A. (2012). Kivimite valikpurustamine. Valgma, I.; Väizene, V.; Kolats, M.; Karu, V. (Toim.). Kaevandamine ja keskkond (10 - 28). Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli Mäeinstituut
  19. Nurme, M. (2014). Allu purustuskopa katsed Narva karjääris. Talveakadeemia 2014 kogumik (50 - 59). Tartu: Talveakadeemia
  20. Karu, V.; Rahe, T.; Närep, E.; Väizene, V.; Costa, J. (2013). Pilot Unit for Mining Waste Reduction Methods. Environmental and Climate Technologies, 39 - 44.
  21. 90 aastat põlevkivi kaevandamist Eestis: tehnoloogia ja inimesed, GeoTrail KS, Tallinna Raamatutrükikoda. 2008
  22. Valgma, I.; Väizene, V.; Orru, M.; Vendla, S.; Ljaš, J.; Pensa, M.; Karu, V. (2014). Influence of oil shale mining on the environment in Estonia. In: Resources and energy saving: (Toim.) I. Valgma. Tallinn: Mäeinstituut, 2014