

2. Mäenduse ajalugu enne seda kui Eestist sai mäetööstusmaa

Ingo Valgma

Eesti sai mäetööstusmaaks pärast seda, kui 1920ndatel avati fosforiidi- ja põlevkivikaevandused ja –karjäärid. Põlevkivi kaevandamise algus ja areng on mitmeti võrreldav kivisöe kaevandamise arenguga Inglismaal, Saksamaal ja Ungaris [12,13,14, 17,16,11,10,5]. Enne seda on maailmas mäendust arendatud Prantsusmaa aladel, Lähis-Idas ja Põhja-Aafrikas. Hiljem see piirkond laienes [15,6].

Esimesed töötlemata kivist tööriistad on dateeritud perioodi 3 miljonit aastat tagasi. Kivide retušimine on dateeritud perioodi 2,5 miljonit aastat tagasi. Paleoliitikum ehk vanem kiviaeg algas umbes 2,4 miljonit aastat tagasi, kui ilmusid esimesed kindla funktsiooniga kivist tööriistad, mis valmistati kildude maharaiumise teel. Tööriistade valmistajateks olid hominiidid *Homo rudolfensis* ja *Homo habilis*. Retušitud, e. täksitud kivikildude abil puhastati loomanahka. Varaseim laagrituli on identifitseeritud paigas nimega FxJj20 Koobi Fora asula juures Keenias ja dateeritud 1,6 miljoni aasta vanuseks. Tuld tegi *Homo ergaster*, kes elatus küttimisest, korilusest ja raipesöömistest Aafrika savannides.

Vanimaks kaevandamiseks loetakse 300 000 a. eKr. tulekivide ja ränikivide kasutamist tööriistadena ja relvadena (Tabel 2-1). Kaevandati kivimurdudes, mis arenesid hiljem stollide kaudu kaevandusteks. 250 000 aastat tagasi hakkasid kivitöötledajad valmistama korrapäraseid kivitoorikuid, millest said eraldada laastukujulisi kilde odaotstekes. 45 000 aastat tagasi hakkasid kivitöötledajad valmistama laastutehnoloogias kivist tööriistu, nii naaskleid, kaabitsaid, kõõvitsaid, odaotsi, saage kui nuge. Varaseim leitud keraamika on savinõud Odai Yamamotos, Jaapanis. Savinõudel olnud süsi dateeriti 14 000 eKr. Vask võeti kasutusele alates 8. aastatuhandest eKr. Lähis-Idas kasutati seda ehete valmistamiseks [2]. Suur osa endisi kaevandamiskohti on kas jätkuvalt kasutusel või avaldavad need mõju keskkonnale või turismile [1,7].

Tabel 2-1 Varajase mäenduse aegrida [2,4,5]

Periood	Tegevus või leid
300 000 ema	Tulekivide ja ränikivide kasutamine tööriistadena ja relvadena. Prantsusmaa ala.
40 000 ema	Hematiidi kaevandamine värvaineks. Aafrika.
10 000 ema	Eheda kulla kaevandamine ornamentideks.

9 500 ema	Vaskehted. Iraak.
7 000 ema	Lubja põletamine. Lähisida.
4 000 ema	Pronksi valamine. Egiptus.
3 500 ema	Ränikivikaevandused. Prantsusmaa, Britannia.
3 000 ema	Pronksi ja kulla laiaulatuslik kaevandamine ja valamine.
2 000 ema	Rauamaagi, hõbedamaagi ja kullamaagi kaevandamine, sulamite valmistamine. Kivisõe kasutamine kütusena.
1370	Inimjõul töötavate veekõrvalduspumpade kasutamine kaevanduses. Saksimaa.
1475	Vesirataste kasutamine tõsteks kaevanduses. Ungari.
1613	Püssirohu kasutamine kaevandamisel. Saksamaa.
1627	Puurlõhketööde kasutamine kaevandamisel. Ungari.
1630	Raudtee kasutuselevõtt kaevandamisel. Ungari.
1650	Laavakaevandamine. Inglismaa.
1694	Õli eraldamine kivist patenteeritud. Britannia.

Vaske hakati sulatama vasemaagist 6. aastatuhandest eKr. Anatoalias või Põhja-Mesopotaamias. Oksiide või karbonaate sulatati puusõega, et saada sulametalli.

Esimesed kuldesemed on dateeritud perioodi 5 000 eKr. Need pärinevad Varna lähedalt Bulgaarias.

Vanim tinakaevandus on leitud Lõuna-Anatoolia mägedest Kestelis, kus kaevandati tinamaaki 3. aastatuhandel eKr.

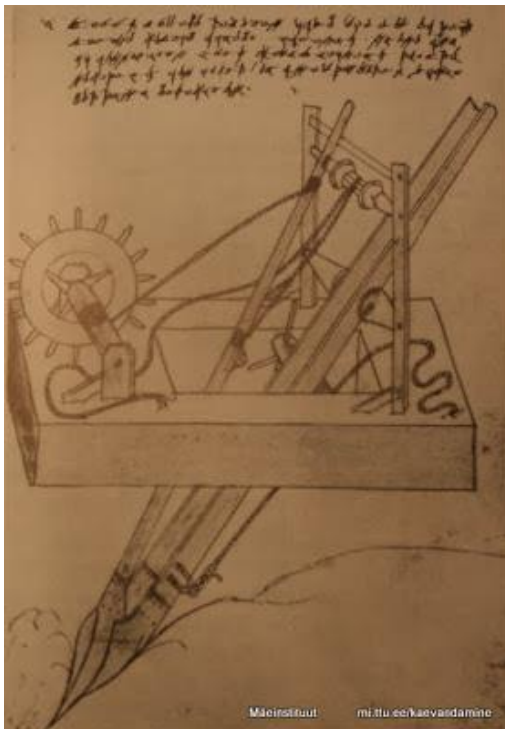
Pronks ilmub 3. aastatuhande alguses eKr. Anatoalias ja Mesopotaamias. Pronksi on avastatud seal, kus leitud tinamaardlaid.

Ameerikas algas pronksi kasutamine 1 000 a. eKr. praeguse Peruu alal Andide tinamaardlate lähistel [2].

24.03.1496 sündis tänapäeva mäenduse esiõpetlane Gergius Agricola. Tema kuulsaim teos oli mäenduse esiõpik e. esimene mäendusõpik - De re Metallica [3].

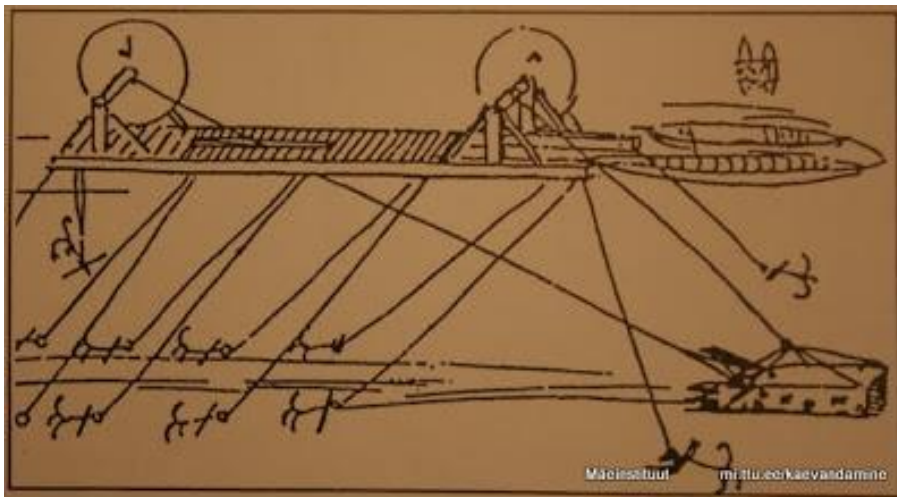
Esimene püssirohu kasutamine kivide purustamiseks leidis aset aastal 1627. Esimesi vagonette, mis olid puidust kastid, puidust ratastega ja mida lükati kaevanduses mööda laudadest roobasteed nimetati kutsikateks (*dog*). Selliseid vagonette kasutati peamiselt hõbedakaevandustes kaevise vedamiseks mööda kaeveõõsi ja veostolli kaudu maapinnale.

Esimese ekskavaatori eskiisi tegi Giovanni Fontana 1420. aastal. Tänapäeval on sellest arenenud teleskoopnoolega pärikoppekskavaatorid (Joonis 2-1) millega äsja lõpetati kaevandamine Kohtla-Vanaküla põlevkivikarjääris [9].



Joonis 2-1 Esimese ekskavaatori eskiisi tegi Giovanni Fontana 1420. aastal. Tänapäeval on sellest arenenud teleskoopnoolega pärikoppekskavaatorid [4].

Leonardo da Vinci visand ujuvdraglainist aastast 1500 (Joonis 2-2). Sarnase seadme e. draagi abil võetakse tänapäeval mere põhjast proove.



Joonis 2-2 Visand ujuvdraglainist aastast 1500 [4]

Visand aastast 1550, roobasteena kasutatakse laudteed, kuhu on paigutatud paralleelselt kõrvuti kolm lauda, mööda laudade vahele moodustunud roopaid lükati vagonette (*dog*) (Joonis 2-3):



Joonis 2-3 Roobastee [4]

Agricola kujutas oma joonistel (1556) rege kui veovahendit, mida hakati kasutama kaevise veoks ebatasasel maapinnal (Joonis 2-4).



Joonis 2-4 Regi kaevisse vedamiseks [4]

1558. aastal tegi Augustino Ramelli hobujõul töötava tõsteseadme, kus hobuvintsi abil tõsteti kaherattalisi kaevisevankreid astangust üles. Seadet kasutati peamiselt kanalite rajamisel (Joonis 2-5).



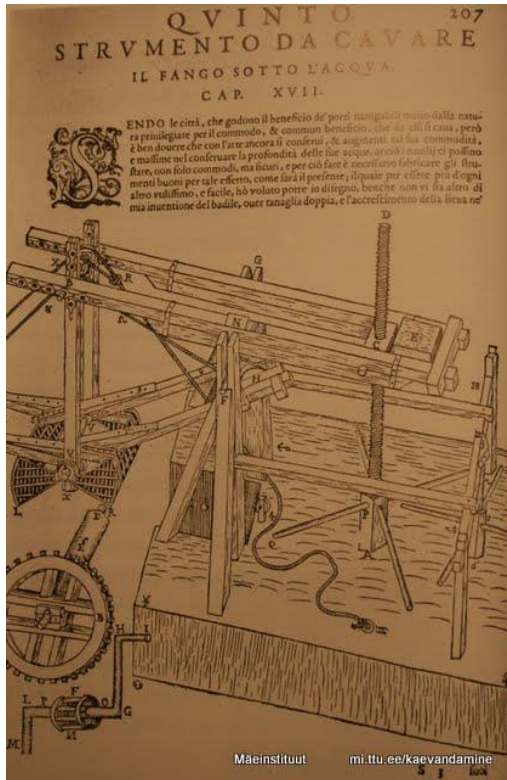
Joonis 2-5 Vintsiga tõsteseade [4]

Aastal 1565 tutvustas Frenchman Jacques Besson paljukopalise ekskavaatori eelkäijat, millega sai kaevist tõsta, aga mitte ekskaveerida (Joonis 2-6).



Joonis 2-6 Elevaatorkonveier [4]

Buanaiuto Lorini Florencest töötas välja haardkoppekskavaatori (Greifer) 1592. aastal. Sarnaseid masinaid kasutati kanalite süvendamisel Veneetsias kuni 19. sajandi alguseni (Joonis 2-7).



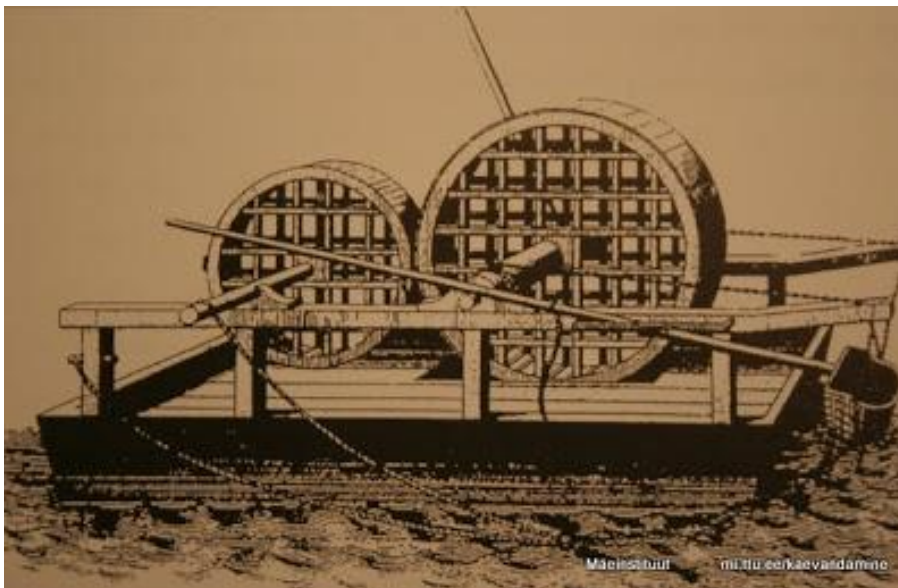
Joonis 2-7 Greiferkoppekskavaator [4]

Skreeper (puidust kopp, mida tugevdati raudplekist lõikeservaga) arendati 17. sajandil välja adrast. Seda tõmmati edasi inimjõul või loomade abil. Skreeperit kasutati nii kanalite süvendamisel, materjaliteisaldamisel kui kaevandamisel (Joonis 2-8).



Joonis 2-8 Adrast arendatud skreeper [4]

1718. aastal tegi Frenchman de la Balme inimjõul töötava pärikoppekskavaatori, mille kopa maht oli 0,4 kuupmeetrit, tootlikkus 0,7 kuupmeetrit tunnis 5m sügavusest veest. Ekskavaator töötas praamil. Ekskavaatori käitamiseks läks vaja 10 meest (Joonis 2-9). Tänapäeval on analoogiline töö tehtav hüdraululiste pöörkoppekskavaatorite abil [18].



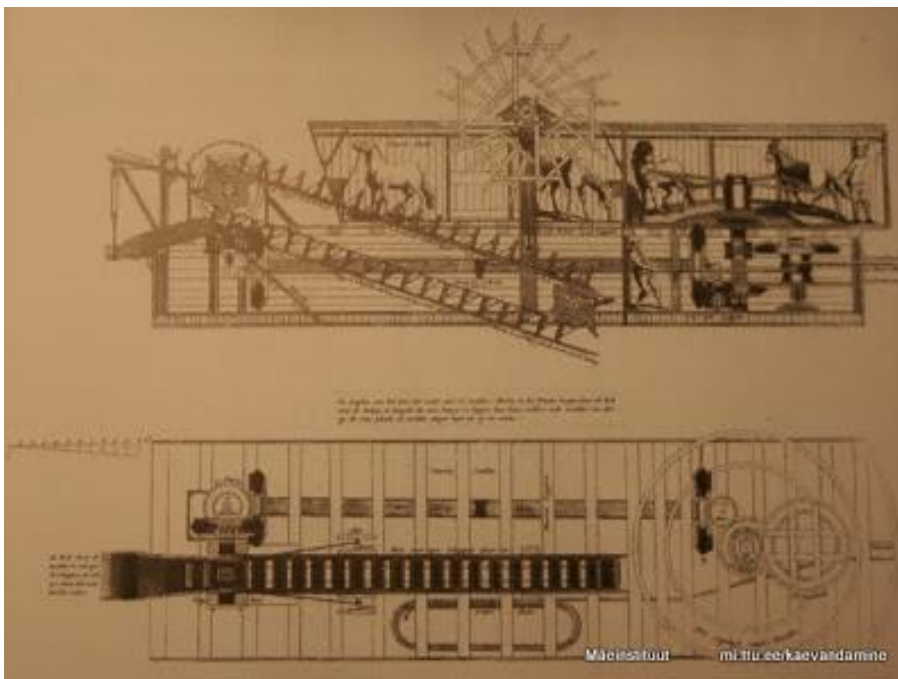
Joonis 2-9 Inimjõul töötav pärikoppekskavaator [4]

1726. aastal patenteeris Dubois põhjaluugiga pärikoppekskavaatori (Joonis 2-10). See rakendati tööle alles üle 100 aasta hiljem.



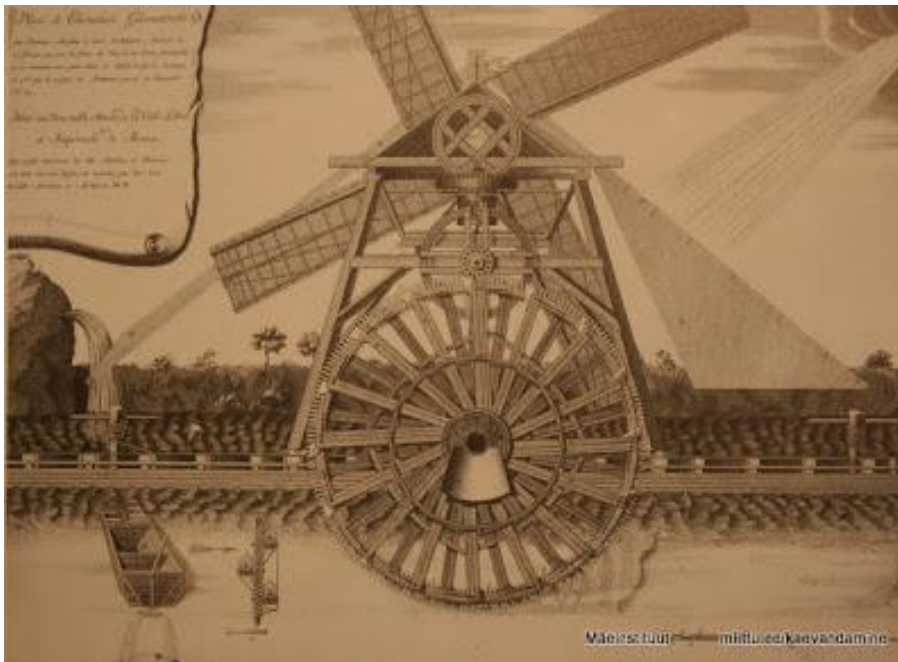
Joonis 2-10 Dubois põhjaluugiga pärikoppekskavaator [4]

1734. aastal tutvustati Amsterdamis hobuvintsi abil töötavat paljukopalist ekskavaatorit mida kasutati kanalite süvendamiseks praamilt (Joonis 2-11).



Joonis 2-11 Hobuvintsiiga paljukopaline ekskavaator [4]

1742. aastal töötas Martin Peiter välja tuulejõul käitatava ja praamile paigutatud rootorekskavaatori millega süvendati Weseri jõge Bremeni lähistel (Joonis 2-12).



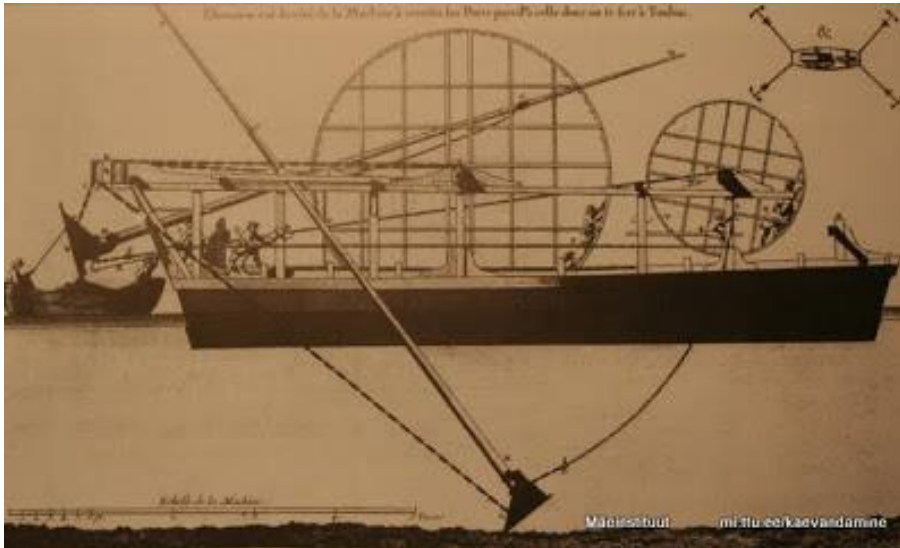
Joonis 2-12 Tuulejõul käitatav ja praamile paigutatud rootorekskavaator [4]

Macary esitas 1744. aastal Prantsuse Akadeemiale hindamiseks esimese pöördkoppekskavaatori projekti. Ühe 4 minutilise tsükliga ammutas see praamil paiknev ekskavaator 0,3 kuupmeetrit muda. Ajamiks olid inimjõul ringiaetavad rattad (Joonis 2-13).



Joonis 2-13 Esimene pöördkoppekskavaatori projekt [4]

Milet de Montville ehitas 1745. aastal inimjõul töötava pärikoppekskavaatori, mis paiknes praamil ja millega ammutati liiva või puistematerjali kanali põhjast (Joonis 2-14). Inimesed ronisid mööda ratta sisepinda üles, et ratas pöörlema panna. Suurema ratta abil tõmmati vintsi ja köiega koppa ammutamise suunas. Väiksemaga vastassuunas.



Joonis 2-14 Inimjõul töötav päriskoppekskavaator [4]

Esimesed hobuvagonetid materjali veoks ehitustegevuses tehti Saksa mäemeeste poolt 1765. aastal kaevandusvagonettide eeskujul. Vagonette veeti hobustega rööbasteel (Joonis 2-15).



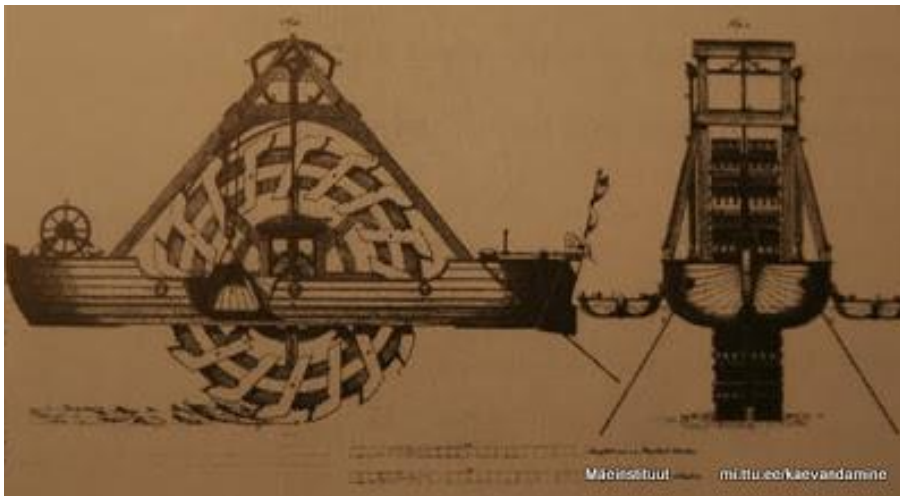
Joonis 2-15 Hobuvagonetid [4]

Enne masinate väljaarendamist veeti kivismurrust kaevis mööda laudteed käsikäruodega hobuvankriteni. Joonisel on näidatud aastast 1773 marmorimurd Solnhofenist Saksamaalt (Joonis 2-16).



Joonis 2-16 Marmorimurd [4]

Cornelius Redelykheid projekteeris 1774. aastal süvendusmasina, mis oli pendli jõul töötav praamil paiknev kahe rootoriga rootorekskavaator. Ühe rootori pöörde jooksul ekskaveeritud materjali maht oli 200 kuupmeetrit (Joonis 2-17).



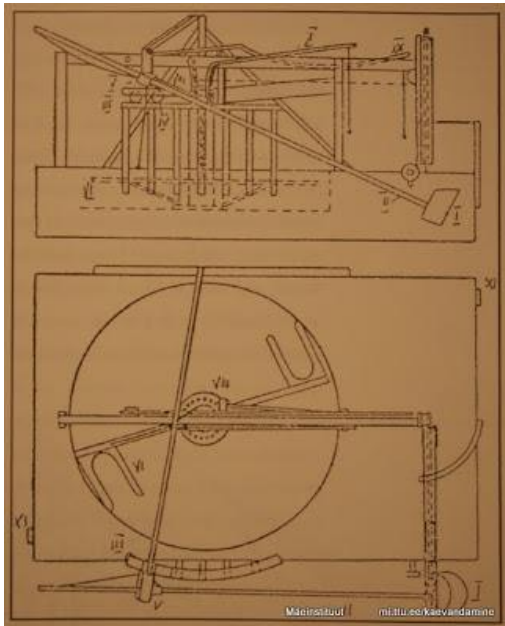
Joonis 2-17 Pendel-rootorekskavaator [4]

1796. aastal valmistas Englishman Grimshaw neljahobujõulise Boulton & Watt aurumootoriga ekskavaatori millest küll pole säilinud jooniseid, kuid mis oli maailma esimene mobiilne aurumootoriga masin. 1804. aastal valmistas Oliver Evans esimese Ameerika mobiilse aurumootoriga masina - amfiib-auru-rootorekskavaatori, mis töötas Philadelphia sadama süvendamisel palju aastaid (Joonis 2-18).



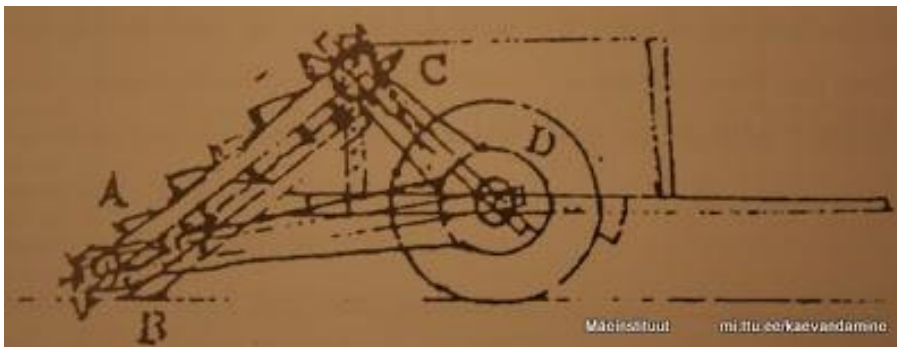
Joonis 2-18 Esimene aurumootoriga masin [4]

1820. aastal oli hoolimata aurumootori olemasolulust siiski levinud hobujõul töötav lihtsa konstruktsiooniga praamil asetsev pärikoppekskavaator mis asetses praamil ja mille tootlikkus oli 16 kuupmeetrit tunnis (Joonis 2-19).



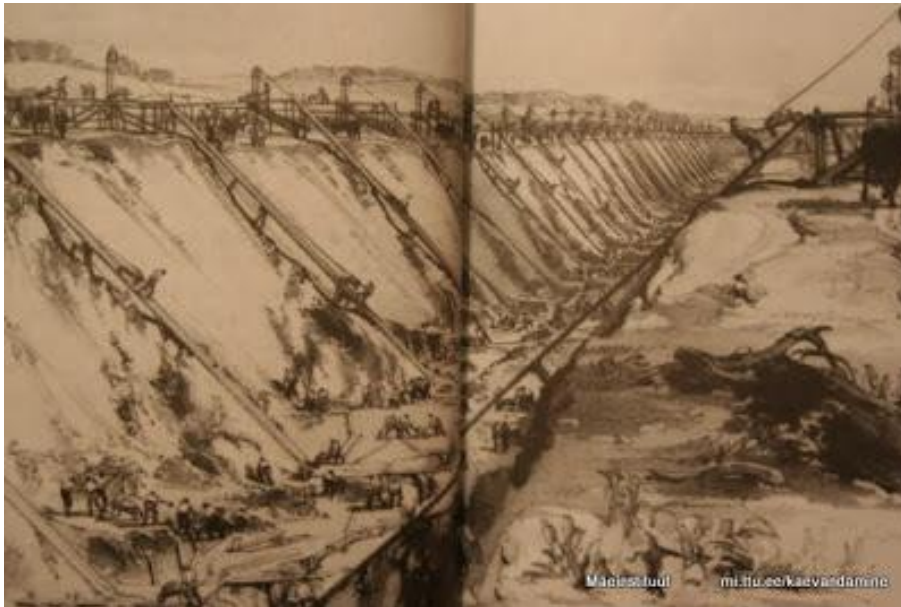
Joonis 2-19 Päriskoppekskavaator praamil [4]

1825. aastal kirjeldas Frenchman Legris raamatus "La Nouvelle Mecanique Agricole" elevaatorikonveieriga mobiilse skreeperi eelkäijat. Elevaatorit aeti ringi vankriratta rummolt rihma abil (Joonis 2-20).



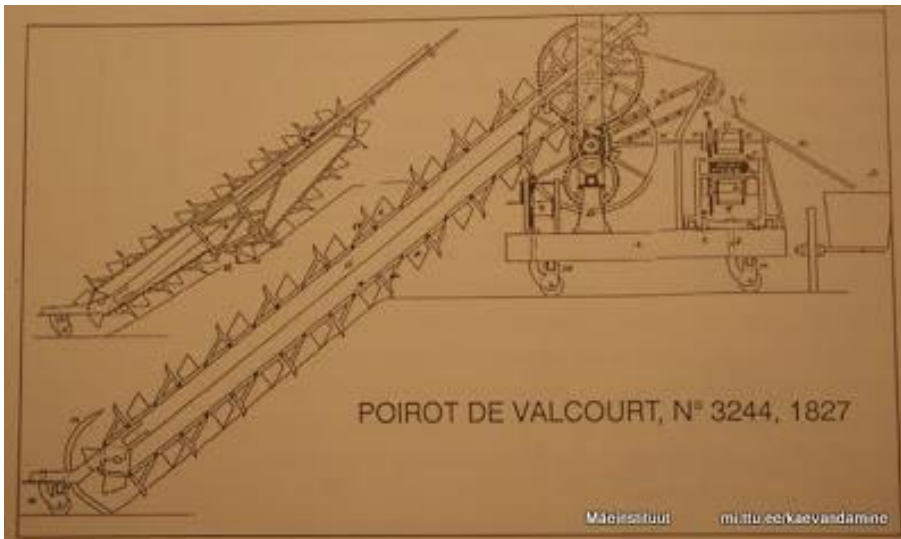
Joonis 2-20 Elevaatorikonveieriga skreeper [4]

1826. aastal algas suurim inimkonna ühistöö mis lõi aluse laadimis- ja veomasinate arengule. Kenyon Cutting nimeline süvend (pildil) hõlmas endas käsikärudega ja hobuvintside kaasabil mööda laudteid 573 000 kuupmeetri materjali teisaldamist raudteesüvendi rajamise eesmärgil, mis oli osa Liverpooli Manchesteri raudteeliinist (Joonis 2-21).



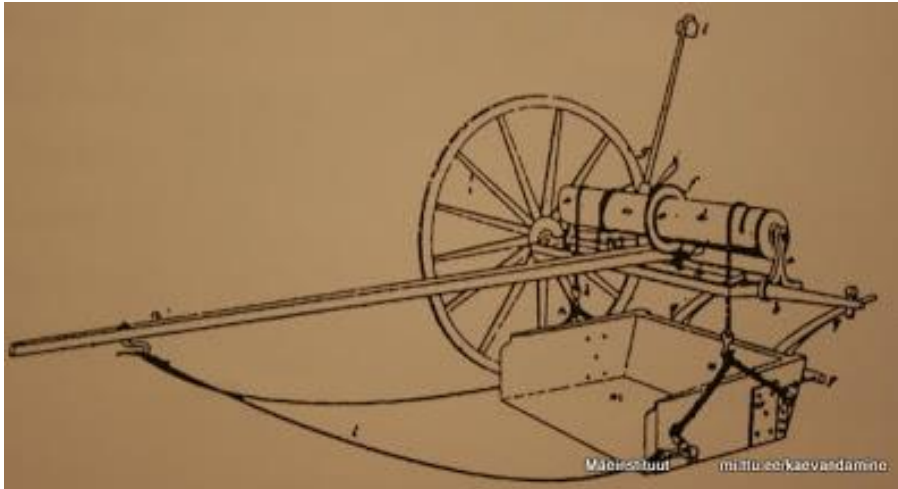
Joonis 2-21 Hobuvintsid ja käsikärud [4]

1827. aastal patenteeris insener Poirot de Valcourt Pariisis esimese kuivamaa paljukopalise kettekskavaatori. Enne seda kasutati ekskavaatoreid süvendustöödeks praamidelt. Seoses esialgu sobivate ajamite puudumisega, hakati neid ekskavaatoreid ehitama alles 50 a. hiljem LMG (Lübecker Maschinenbau Gesellschaft) poolt (Joonis 2-22).



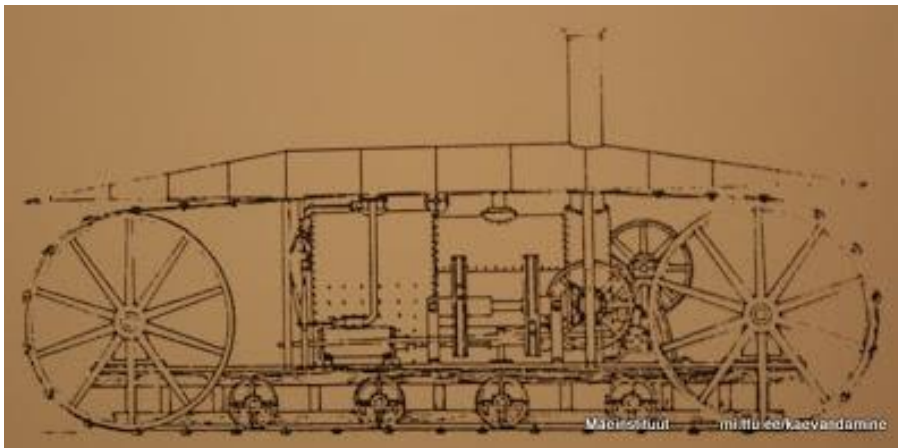
Joonis 2-22 Esimene kuivamaa paljukopaline kettekskavaator [4]

1830. aastal patenteeriti nime Palmer all kahe rattaline hobuskreeper, mille skreeperi koppa sai tõsta ja langetada köie abil (Joonis 2-23).



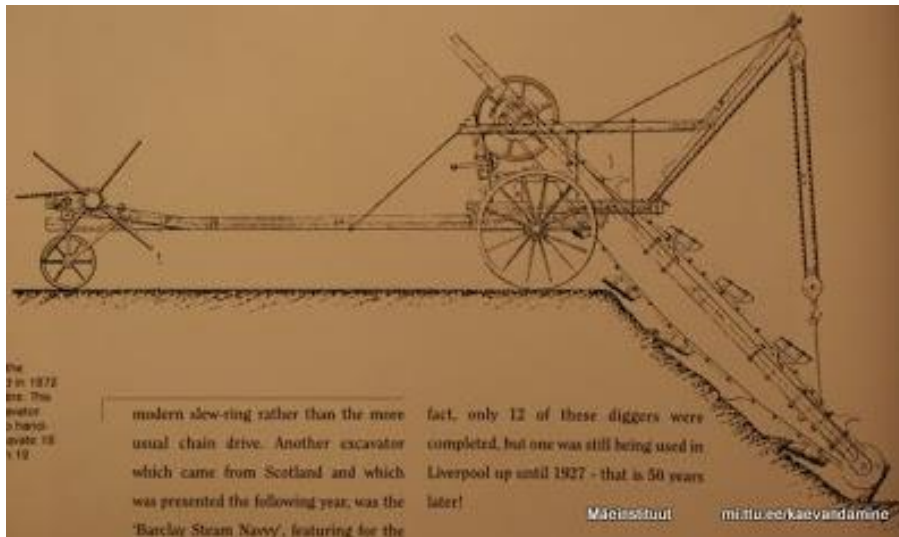
Joonis 2-23 Hobuskreeper [4]

1834. aastal tegid John Heathcoat (Inglise parlamendi liige) ja insener Joiah Parkes hiiglasliku auruajamiga roomikutega masina, millega tõmmati atra. See roomiktraktor kaalus 30 tonni, oli 8,2 m lai, 10,3 m pikk, 2,4 m läbimõõduga roomikuratastega. Masinat katsetati Šotimaa rabas, kuid see uppus sinna juba teisel päeval (Joonis 2-24).



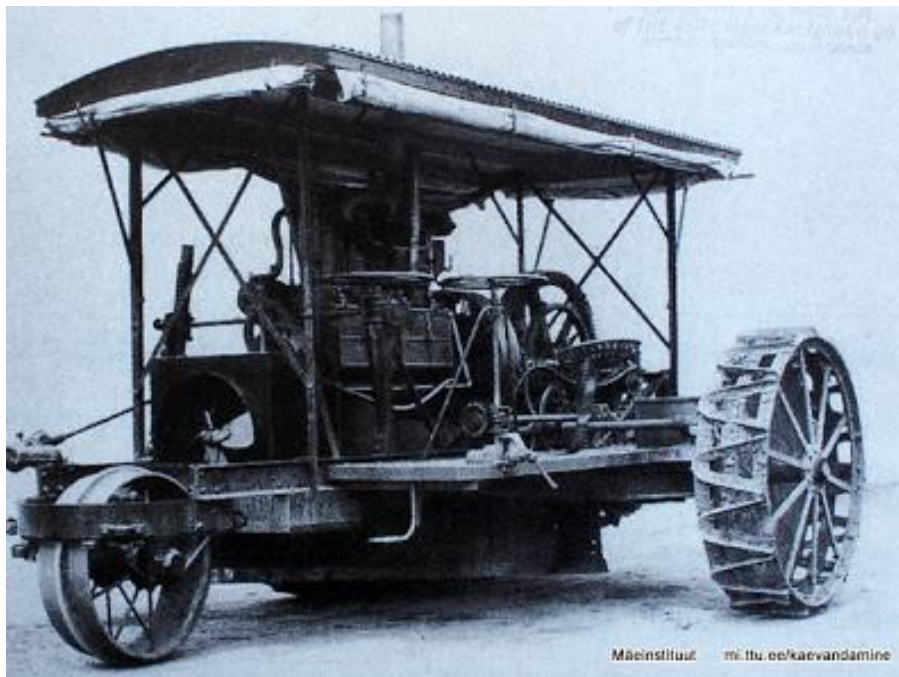
Joonis 2-24 Esimene auru-roomiktraktor [4]

1872. aastal projekteeris Frenchman Laferrere altammutusega käsivintsi abil käitatava paljukopalise plaatkonveierekskavaatori. Kopad olid kinnitatud plaatkonveieri, mitte keti külge. Ekskavaatori tootlikkus oli 18..20 kuupmeetrit 12h vahetuses (Joonis 2-25).



Joonis 2-25 Käsivintsiga paljukopaline ekskavaator [4]

1909. aastal konstrueeris Holti tehas oma traktori 40-45 baasil iseliikuva e. mootorgreideri "Good Roads Machine". Masinal oli vasakul ratas pööramiseks ja paremal roomik vedamiseks (Joonis 2-26).



Joonis 2-26 Mootorgreider Good Roads Machine [4]

1915. aastal asetati greiderisahk veoauto ette. 1919. aastal panid tehased nimega Galion ja Russell Grader Manufacturing Company greiderisaha alla kergete

põllumajandustraktorile Allis-Chalmers 6-12. Nii sündis esimene mootorgreider, mille juhtimiseks piisas vaid ühest mehest (Joonis 2-27).



Joonis 2-27 Mootorgreider [4]

Sel perioodil rajati Eestis auruekskavaatorite abil Esimese maailmasõja kaitserajatisi ja hiljem alustati põlevkivi ja fosforiidi kaevandamist.

Töö on seotud uuringuga ETP AR12007 nr. 3.2.0501.11-0025 „Põlevkivi kadudeta ja keskkonnasäästlik kaevandamine“ – mi.ttu.ee/etp; KIK14033 Põlevkivi altkaevandatud alade stabiilsuse hindamine; B36 Kivimi raimamine ja rikastamine valikmeetoditega – mi.ttu.ee/rikastamine [8].

Viited

1. Beretta, M. Technology and Engineering Technique, word and image, Agricola's De re metallica. ANNALS OF SCIENCE. Volume: 66 Issue: 1 Pages: 150-151. 2009
2. Brian M. Fagan. The Seventy Great Inventions of the Ancient World. 2004
3. Georgii Agricolae. De Re Metallica libri XII. – Basileae: Froben. – 1556. – 590 s.
4. Heinz-Herbert Cohrs. 500 Years of Earthmoving. KHL International Ltd. 1997
5. Howard L. Hartman. SME Mining Engineering Handbook. SME Colorado 1992
6. Ingo Valgma. Mineraaltoorme ressurs. Mäeinstituut. Tallinn. 2014
7. Monna, F et al. History and environmental impact of mining activity in Celtic Aeduan territory recorded in a peat bog (Morvan, France). ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY. Volume: 38 Issue: 3 Pages: 665-673. 2004
8. Mäeinstituudi projektid. <http://mi.ttu.ee/projektid/> Mäeinstituut 2014
9. Pastarus, J.-R.; Systra, Y.; Valgma, I.; Kolotogina, L.; Anepaio, A.; Vannus, A.; Nurme, M. (2013). Surface mining technology in the zones of tectonic disturbances, Estonian oil shale deposit. Oil Shale, 30(2S), 326 - 335.

10. Rahe, T.; Grossfeldt, G.; Kuusemäe, K. (2013). Poster of Oil shale mining in Estonia. In: International Oil Shale Symposium Tallinn, Estonia, 10.-13.06.2013: International Oil Shale Symposium Tallinn, Estonia, 10.-13.06.2013. Tallinn: Enefit, 2013, 1.
11. Saarnak, M. (2013). Mäeinstituudi õppekavade võrdlus 1938 vs 2013. Mäeinstituut 75 (221 - 224). TTÜ Mäeinstituut
12. Uibopuu, L.; Saarnak, M. (2014). Põlevkivi ajalugu, 1. osa: kuidas mäendus sa riikliku juhtimise
13. Uibopuu, L.; Saarnak, M. (2014). Põlevkivi ajalugu, 2. osa: kuidas ja kellele anti kontsessioonilepinguid maavarade kaevandamiseks. Inseneeria, 46 - 49.
14. Uibopuu, L.; Saarnak, M. (2014). Põlevkivi ajalugu, 3. osa: Eestis sooviti korraldada ka elavhõbeda-, plaatina- ja naftaotsinguid. Inseneeria, 48 - 49.9 - 1944). Inseneeria, 46 - 47.
15. Valgma, I. (2013). Mäenduse ajalugu internetis. Mäeinstituut 75 (256 - 257). Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli Mäeinstituut
16. Valgma, I.; Kolats, M.; Nurme, M.; Karu, V.; Anepaio, A. (2014). Kaardid - karjäärid, kaevandused, maavarad, masinad, ettevõtted, jäätmed, vesi, geoloogia. I. Valgma (Toim.). Ressursid ja energiasääst (14 - 24). Tallinn: Mäeinstituut
17. 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.
18. Vesiloo, P.; Anepaio, A.; Väizene, V. (2011). Dolokivi vee seest kaevandamise kogemus. Valgma, I. (Toim.). Kaevandamine ja vesi (101 - 106). Tallinn: TTÜ mäeinstituut