



Kaevandamise tehnoloogia

Vivika Väizene

vivika.vaizene@ttu.ee

Paul Vesiloo

paul.vesiloo@ttu.ee



KESKONNAINVESTEERINGUTE
KESKUS

*Kohaliku omavalitsuste keskkonnaspetsialistide
mäetööstuse pädevuskoolitus*

mi.ttu.ee

Kaevandamismoodus ja -viis

- Kaevandamismoodus tähistab maapõue suhtes kaevandamiskohta
 - pealmaa- ehk avakaevandamine
 - allmaakaevandamine
 - vee seest kaevandamine
- Kaevandamisviis on kaevandamistehnoloogiate kogum, mis hõlmab endas ka kaeveõõnte ja puistangute kujundamise infot
 - näiteks vaalkaevandamine ja väljakkaevandamine
 - kamberkaevandamine, laavakaevandamine



Allmaa-
kaevandamine



ere 20111005



Vee seest kaevandamine



Avakaevandamine

mi.ttu.ee



Pealmaakaevandamine (avakaevandamine)

- Kaevandamisviis kus maavarasid kaevandatakse maa pealt – maapealsetest kaeveõõntest



Pealmaakaevandamise praegune olukord ja tulevikusuunad

- Tänapäeval kaevandatakse kogu maailmas maavaradest ca 70% pealmaakaevandamisega.
- Pealmaakaevandamise on viinud juhtpositsioonile võrreldes allmaakaevandamisega:
 - peaaegu kadudeta kaevandamine
 - kõrge produktiivsus
 - väga suured kaevandamise mahud (ka alad)
 - vähem komplitseeritud infrastruktuur

Pealmaakaevandamine Eestis

Looduslikud ehitusmaavarad

- **Lubjakivi** – tsemendi-, ehitus- ja põletuslubjakivi
- **Dolomiit** – viimistlus, ehituskivi, klaasidolomiit
- **Liiv** – ehitus-, klaasi- ja vormiliiv
- **Kruus** – ehituskruus
- **Savi** – tsemendi, raskeltsulav, keraamiline ja keramsiidisavi

Põlevad maavarad

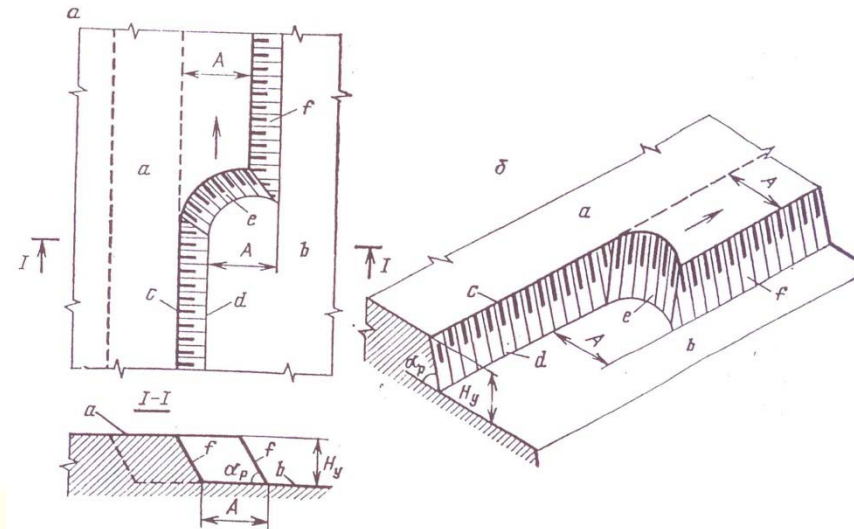
- **Põlevkivi (kukersiit)** – kütus ja õlitoore
- **Turvas** – kütteturvas

Muud maavarad

- **Järvemuda** – põlluväetis, söödalisand, ravimuda
- **Meremuda** – ravimuda
- **Turvas** – alusturvas

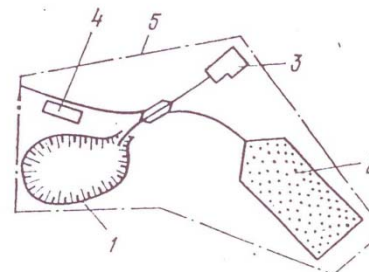
Terminoloogia

- Karjäär
- Karjääriväli (Kaeveväli)
- Karjääri külg
- Karjääri põhi
- Karjääri kontuurid
- Nõlv
- Nõlva nurk
- Nõlvus
- Karjääri sügavus
- Tehniline piir



a – plaan; I-I – ristlõige;
 δ – üldine vaade; f – astangu külg; e – esi; d – astangu alumine kontuur; c – astangu
 ülemine kontuur; H_y – astangu kõrgus; A – kaevesammu ehk siseku laius; b – astangu
 põhi; α_p – külje nõlvanurk

PEAMISTE KARJÄÄRI OBJEKTIDE PAIKNEMISE SCHEEM TEENINDUSMAAL

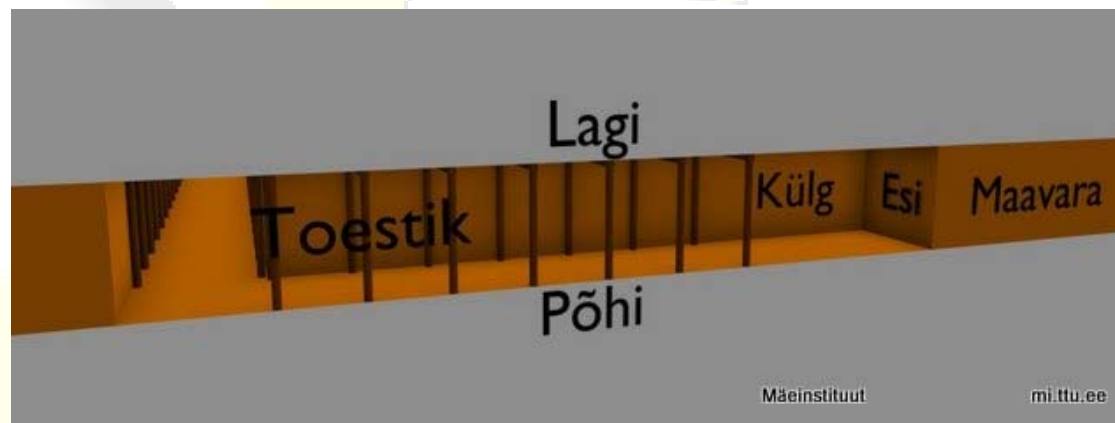
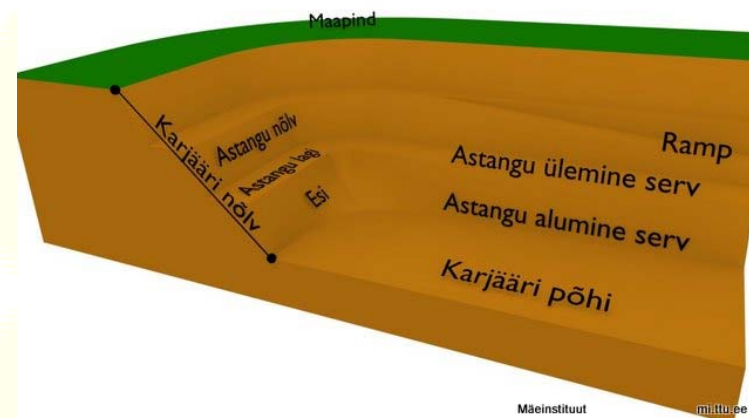


1 – karjäär; 2 – puistang; 3 – purustussõlm, rikastusvabrik; 4 – tööstusplats;
 5 – teenindusmaa piir

TTÜ mäeinsti

Terminoloogia

- Astang
- Tööastang (v.k. tööterrass)
- Esi
- Kaitseperv
- Mäekivim
- Puistang
- Tranšee
- Katend





Terminoloogia

- Paljandustööd
- Puistangutööd
- Kaevandamine
- Mäetööd
- Kaevandamisviis
- Kaevandatud ala korrastamine
- Kaevandatud ala rekultiveerimine
- Perv
- Mäeeraldis
- Mäeeraldise teenindusmaa

Kaevandamisviisid

- Aukkaevandamine
- Vaalkaevandamine
- Väljakkaevandamine
- Kamberkaevandamine
- Laavakaevandamine

Kaevandamisviisid



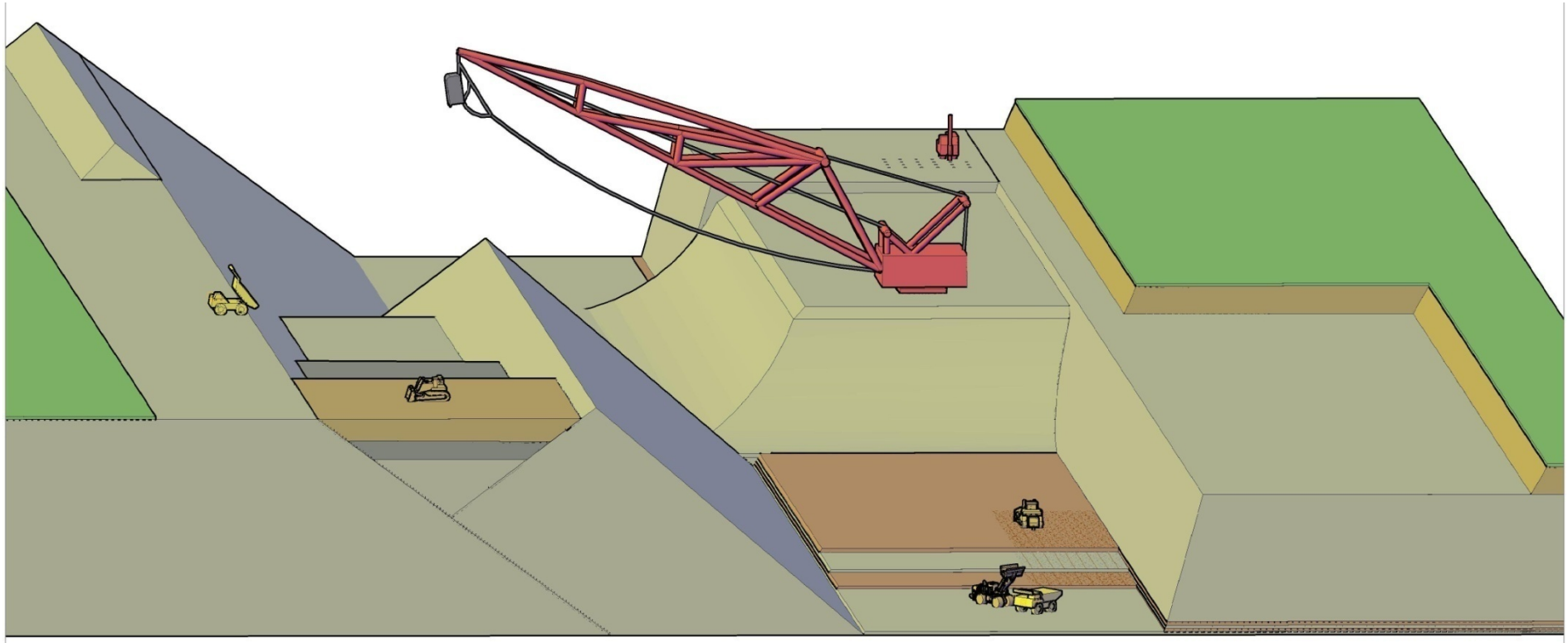
Aukkaevandamine

TTÜ mäeinstituut

11

mi.ttu.ee

Kaevandamisviisid



Vaalkaevandamine

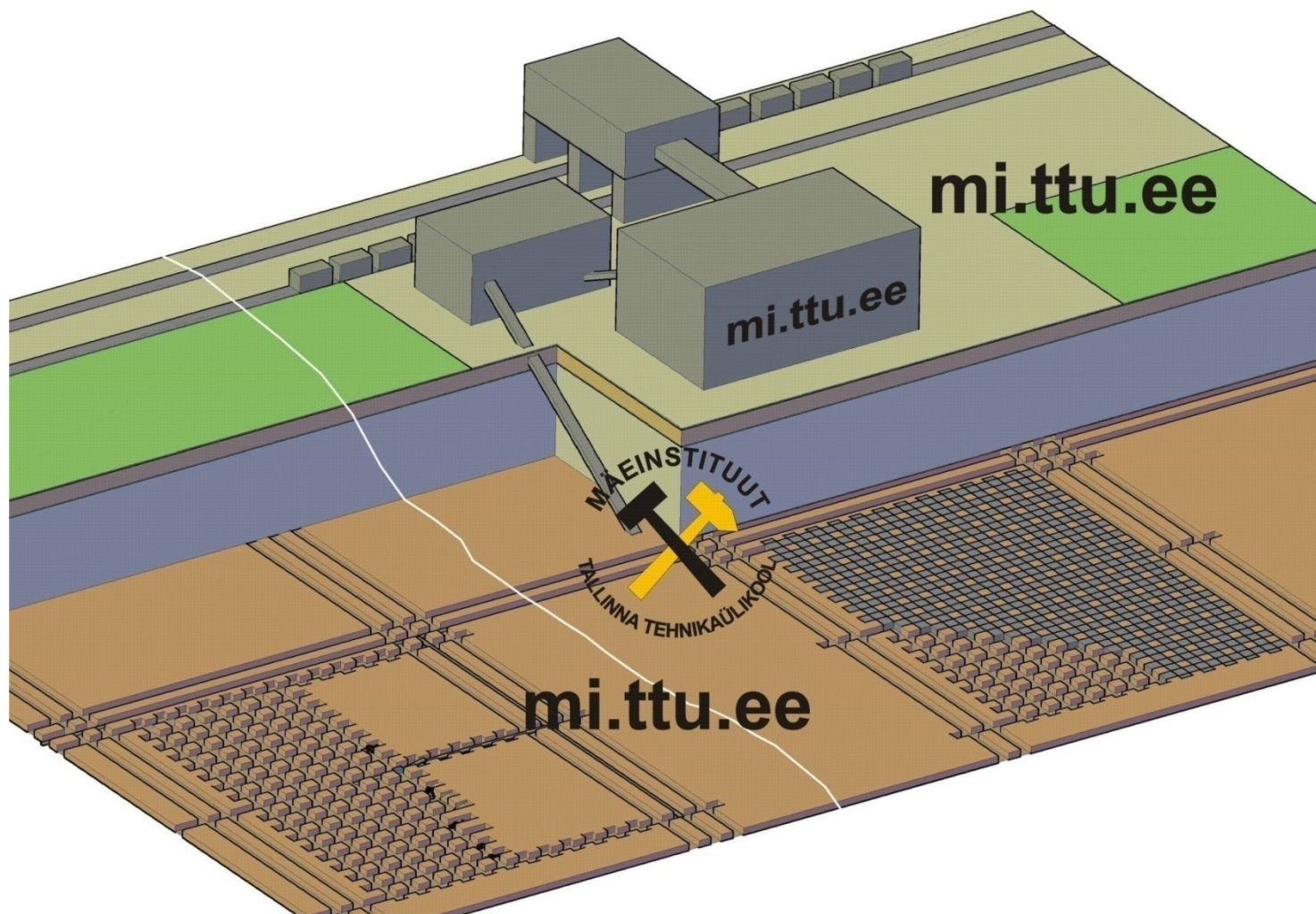
Kaevandamisviisid



Väljakkaevandamine



Kaevandamisviisid



Kamberkaevandamine

Kaevandamisviisid



Laavakaevandamine

TTÜ mäeinstituut

15

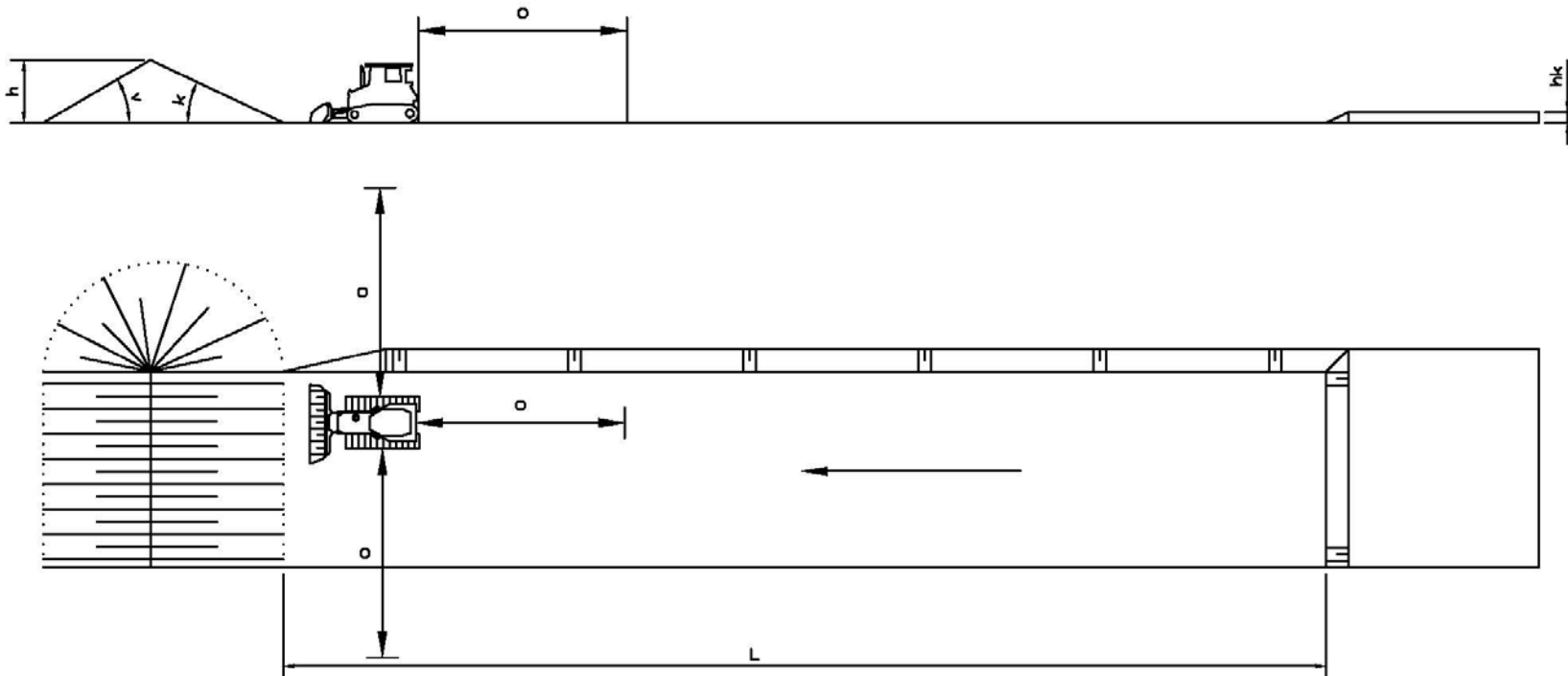
mi.ttu.ee

Mäetööde tehnoloogiad

Mäetööd liigitatakse tehnoloogilisteks protsessideks:

- Paljandustööd
- Puistangutööd
- Kivimite raimamine (lahtimurdmine)
- Kaevandamine (ja laadimine)
- Transport
- Esmatöötlemine
- Pealmaakaevandamise keskkonnamõju ja selle leevendamine
- Kaevandatud ala korrastamine

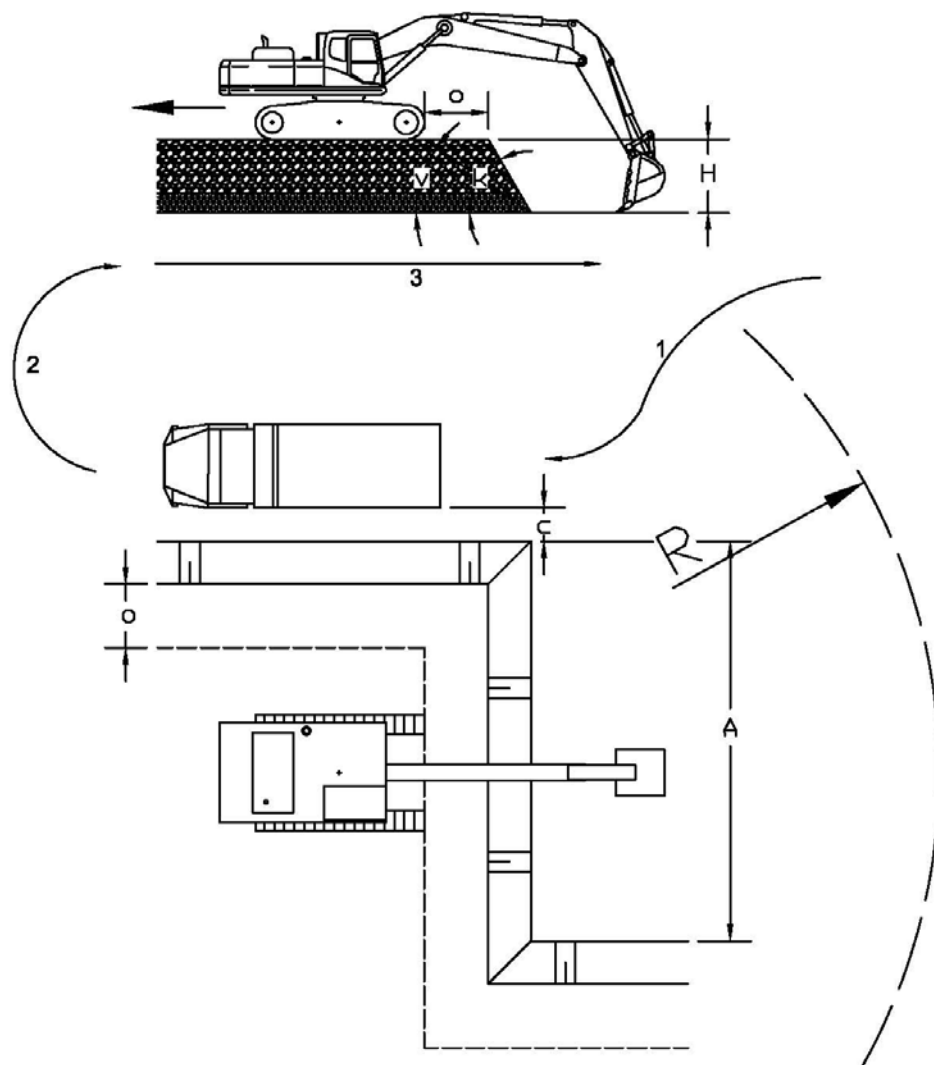
Paljandustööd



- k - buldooseri tõusunurk ($^{\circ}$), $k < 25$
 - v - katendi varsemise nurk ($^{\circ}$), $v = 30$
 - h - pulstangu kõrgus (m), $h < 3,0$
 - L - veo (lükke) kaugus (m), $L < 50,0$
 - o - ohutsooni kaugus töötavast buldooserist (m), $o > 10$
- Buldooseri lubatud maksimumkalded:
- tõususuunas ($^{\circ}$), 25
 - langussuunas ($^{\circ}$), 30
- hk - 0,5 katendi paksus (m), $hk = 0,5$
- huumuskihi eemaldamise suund \leftarrow
- pulstangu äärejoon —

Kattepinnase eemaldamine
buldooseri veoga puistangusse

Paljandustööd



Kattepinnase eemaldamine
pöördkoppekskavaatoriga



k - kaevandamise nurk ($^{\circ}$), $k \ll 60^{\circ}$

v - varisemise nurk ($^{\circ}$), $v=35^{\circ}$

A - kaevesammu ehk siseku laius (m), $A=12,0...14,0\text{m}$

H - astangu kõrgus (m), $H=2,2\text{m}$, sh murenenud paas $0,6\text{m}$

o - varisemisala piiri kaugus astangu kontuurist (m), $o \gg 2\text{m}$

← kaevandamissuund

R - ohutsooni raadius (m), $R=18,0\text{m}$

c - kalluri minimaalne kaugus astangust, m

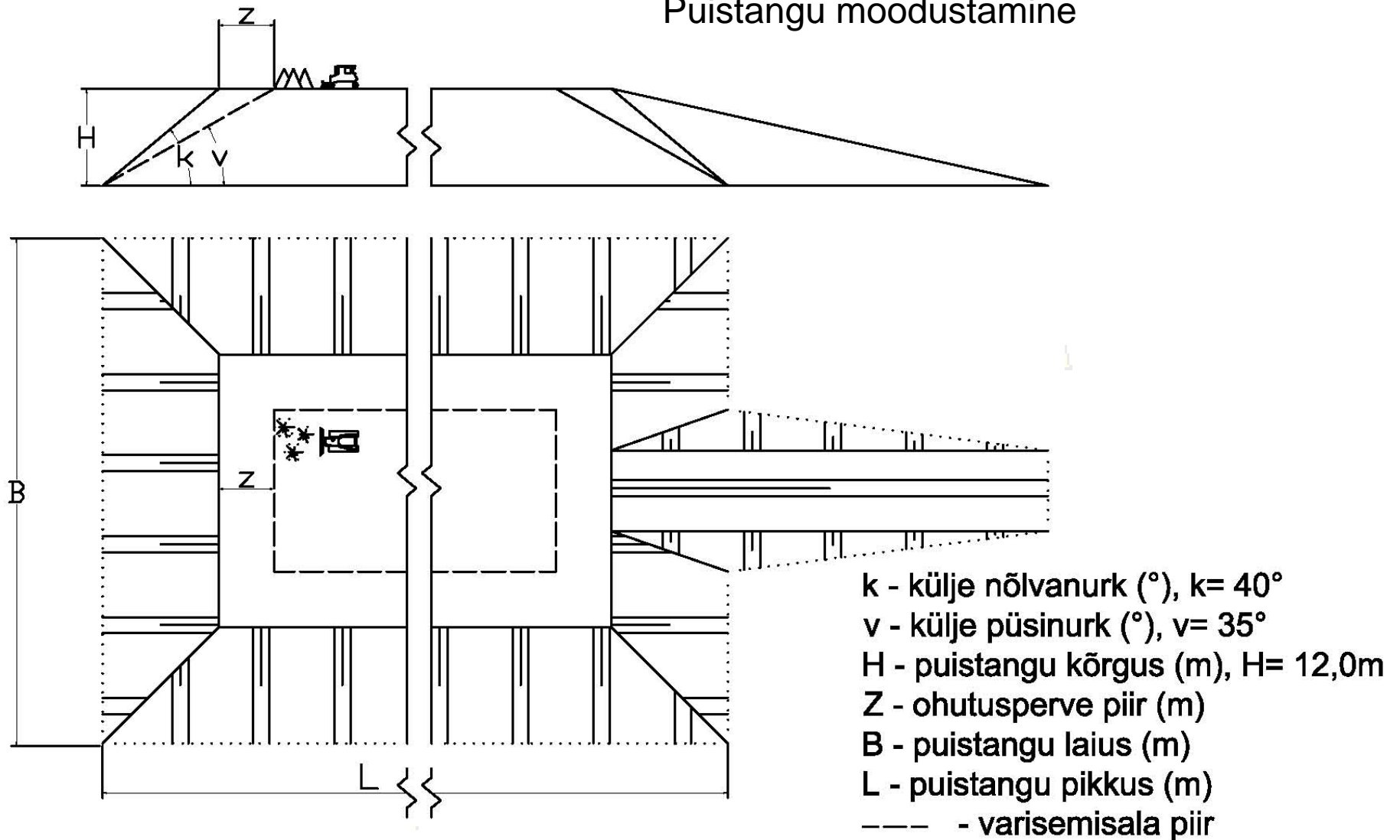
 - purunenud paas

 - moreen

--- - varisemisala piir

Puistangutööd

Puistangu moodustamine



Kivimite raimamine

- Lõhkamine (puurimine)
- Murdmine
- Freesimine

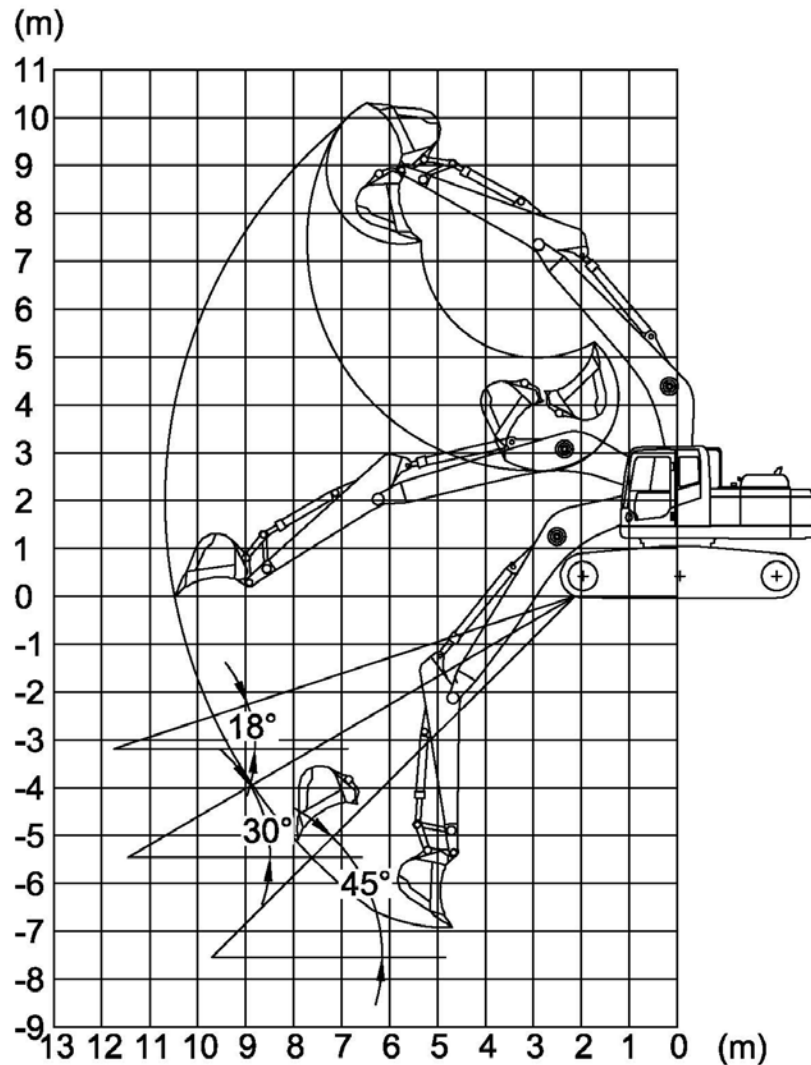


Kivimite raimamine

- Saagimine
- Lõikamine
- Koorimine

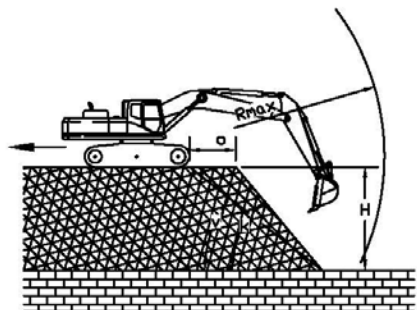


Kaevandamine (ja laadimine)

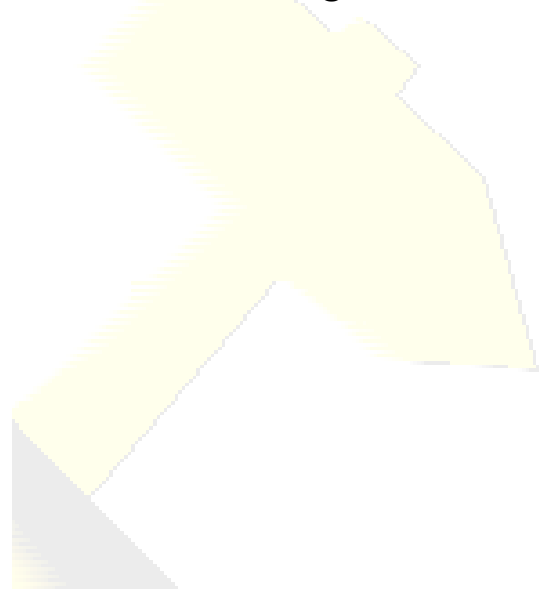
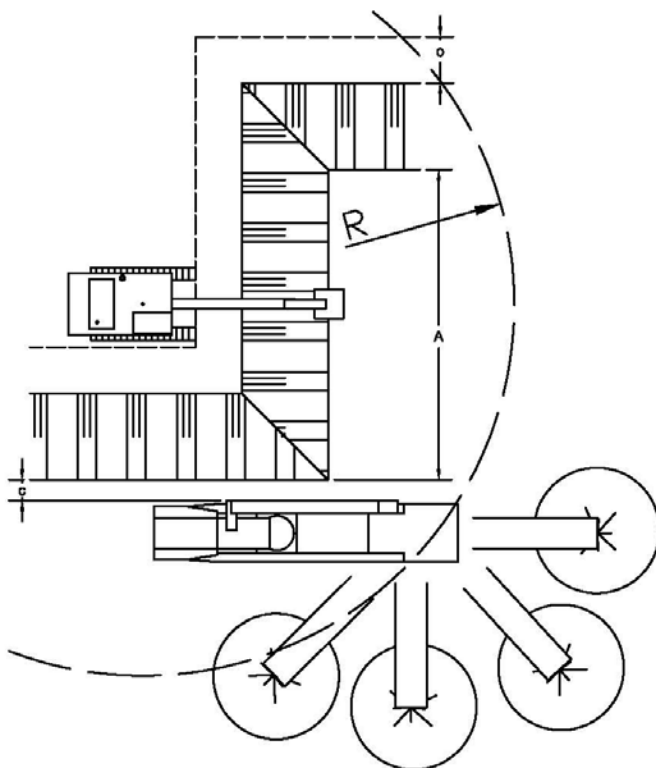


Ekskavaatori tööraadius

Kaevandamine (ja laadimine)



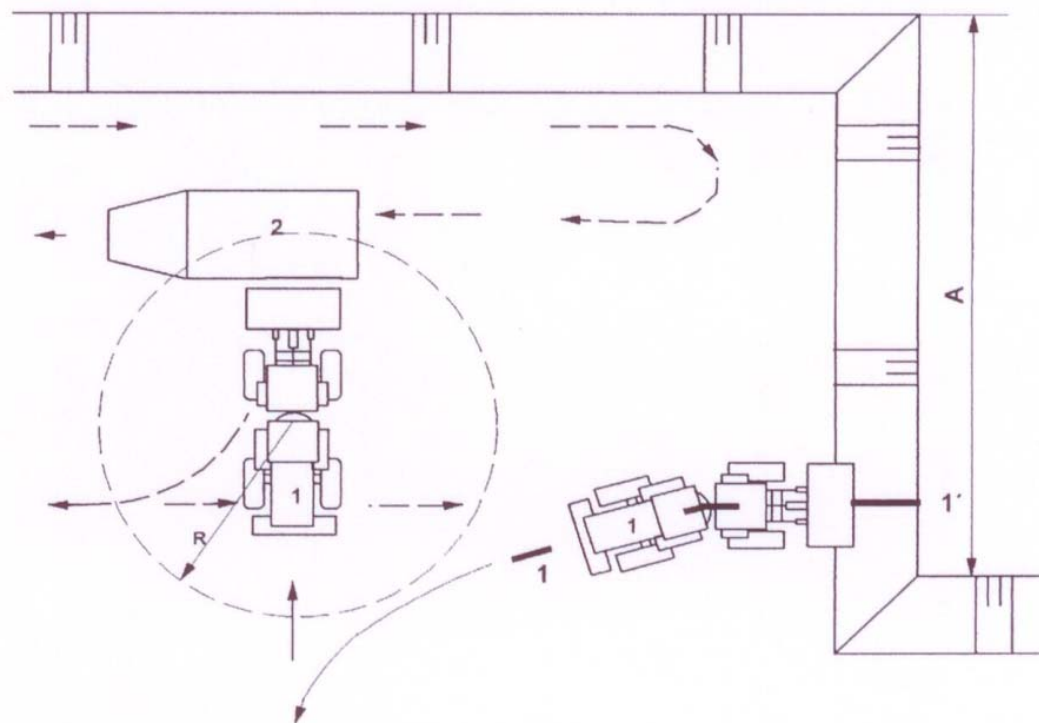
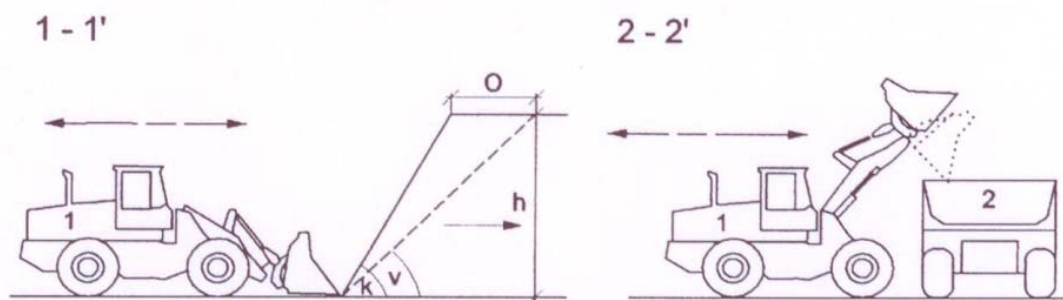
Kobestatud lubjakivi kaevandamine
ekskavaatoriga



- k** - kaevandamise nurk ($^{\circ}$), $k = 50^{\circ}$
- v** - varisemise nurk ($^{\circ}$), $v = 38^{\circ}$
- A** - kaevessammu ehk siseku laius (m), $A = 15,0 \dots 17,0 \text{m}$
- H** - astangu kõrgus (m), $H = 5,0 \dots 6,0 \text{m}$
- o** - varisemisala piiri kaugus astangu kontuurist (m), $o \gg 2,2 \text{m}$
- kaevandamissuund
- varisemisala piir
- R** - ekskavaatori ohutsooni raadius (m), $R = 18,0 \text{m}$
- Rmax** - ekskavaatori maksimumammutusraadius (m), $R_{\text{max}} = 12 \text{m}$
- c** - purusti minimaalne kaugus karjääri küljest (m), $c = 1,0 \text{m}$

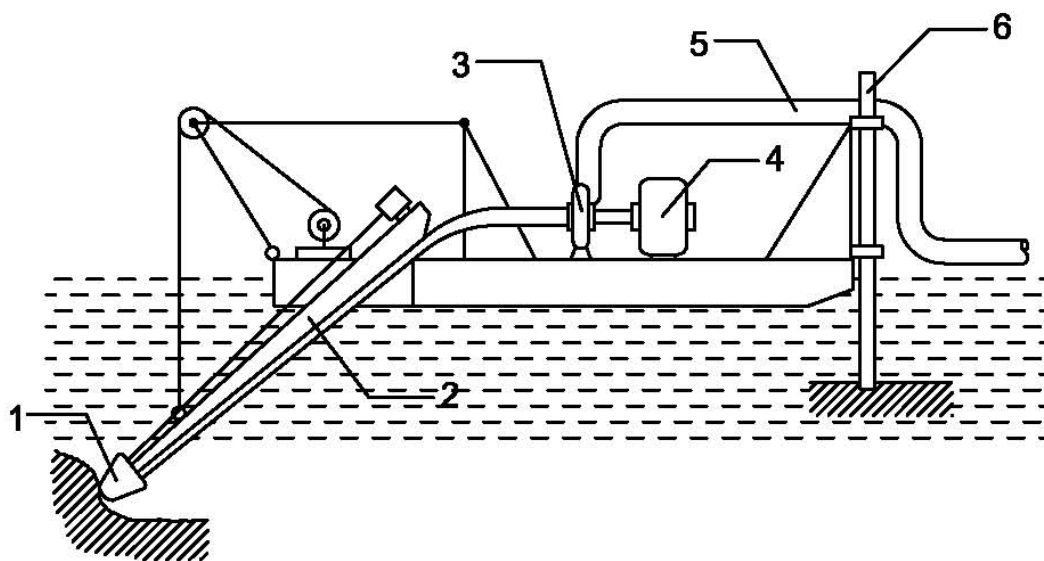
Kaevandamine (ja laadimine)

Kopplaaduriga kaevandamine

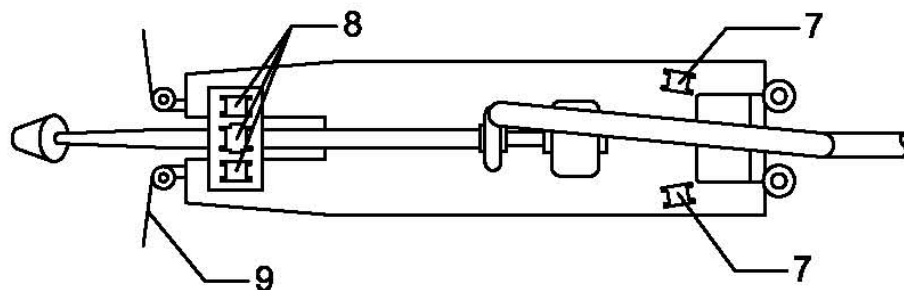


- $h - 60^\circ$
- $v = 35^\circ$
- $h < 30 \text{ m}$
- $O = 3 \dots 4,5 \text{ m}$
- h - astangu kõrgus (m), $h = 1,7 \dots 2,9$
- k - kaevandamise nurk ($^\circ$), $k = 60^\circ$
- v - varisemise nurk ($^\circ$), $v = 30 \dots 35$
- R - masina ohutsooni raadius (m), $R = 10$
- A - kaevesammu laius (m), $A = 12 \dots 14$
- O - varisemise ala kaugus (m), $O = 2,5$
- \leftarrow kaevandamise suund

Kaevandamine (ja laadimine)

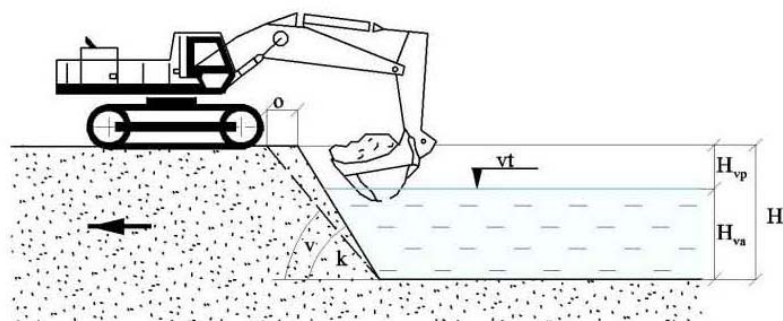


Pinnasepumbaga
kaevandamine

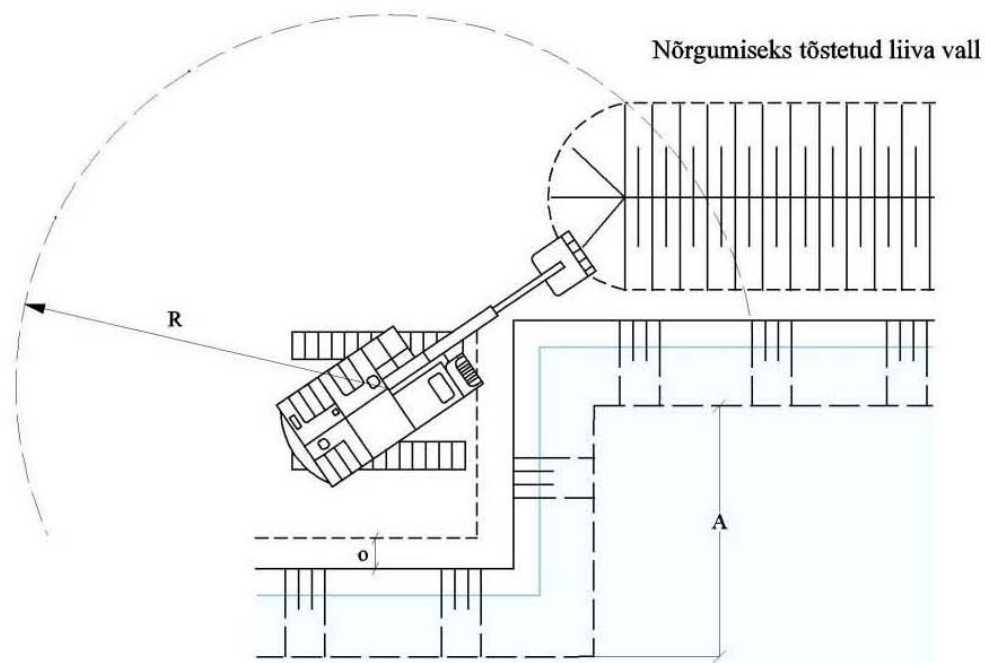


- 1-kobestaja
- 2-imemistoru
- 3-pinnasepump
- 4-pumba mootor
- 5-pulbi survetoru
- 6-manööverduvaiad
- 7-vaiade tõstmise vints
- 8-vintsid
- 9-ankru tross

Kaevandamine (ja laadimine)



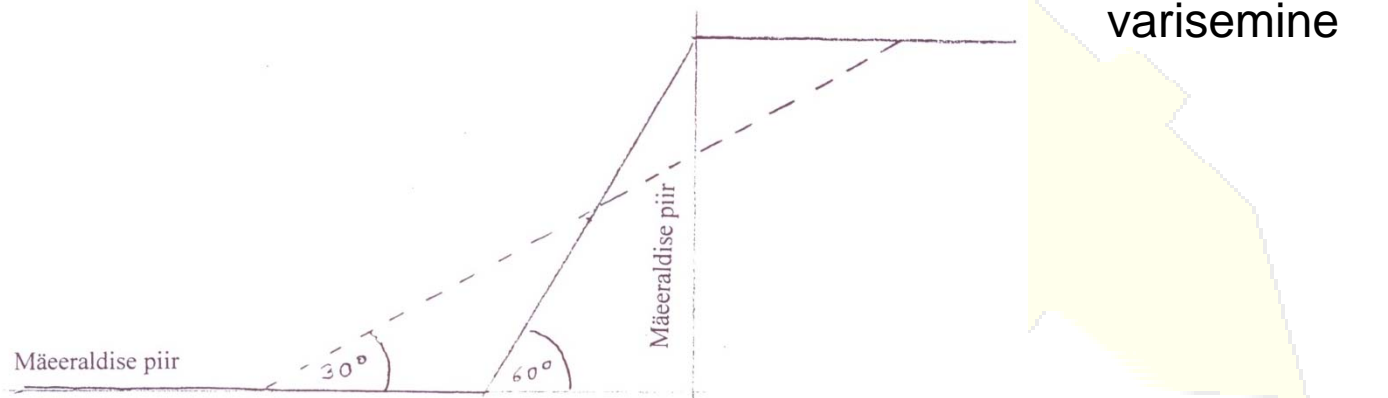
Vee seest liiva kaevandamine
ekskavaatoriga



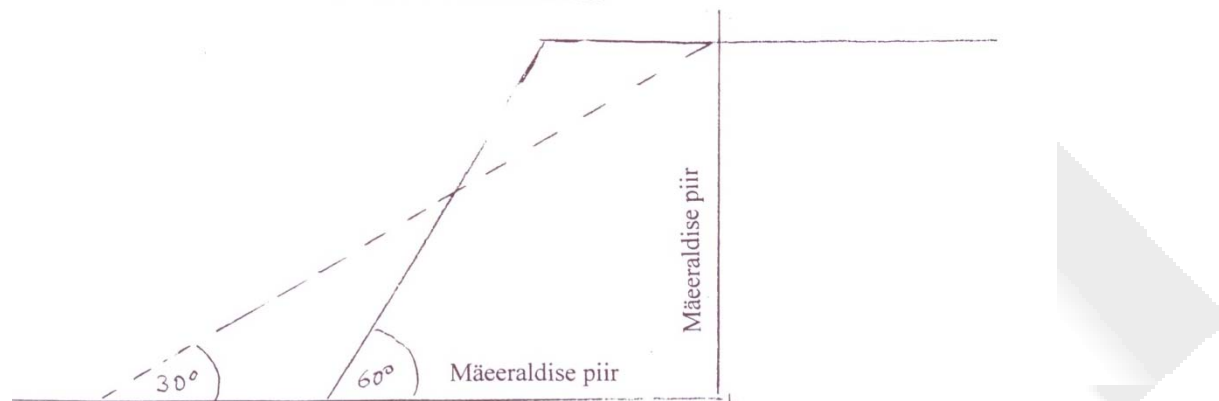
- kaevandamissuund
- k - kaevandamise nurk ($^{\circ}$), $k = 35$
- R - ekskavaatori ohutsooni raadius (m), $R = 15,0$
- vt - veetase
- v - vee alune varisemise nurk ($^{\circ}$), $v = 20$
- o - varisemisala piiri kaugus astangu kontuurist (m), $o = 2,5$
- H - veealuse astangu sügavus (m), $H = 2,3...2,5$
- A - kaevesammu ehk siseku laius (m), $A = 15,0$
- H - kaevandamissügavus (m), $H = 3,0$
- H - veepealse astangu kõrgus (m), $H = 0,5... 0,7$

Kaevandamine (ja laadimine)

A
VALE KALDEGA KAEVANDATUD MÄEERALDISE PIIRINI
KÜLJE VARING ULATUB ÜLE PIIRI



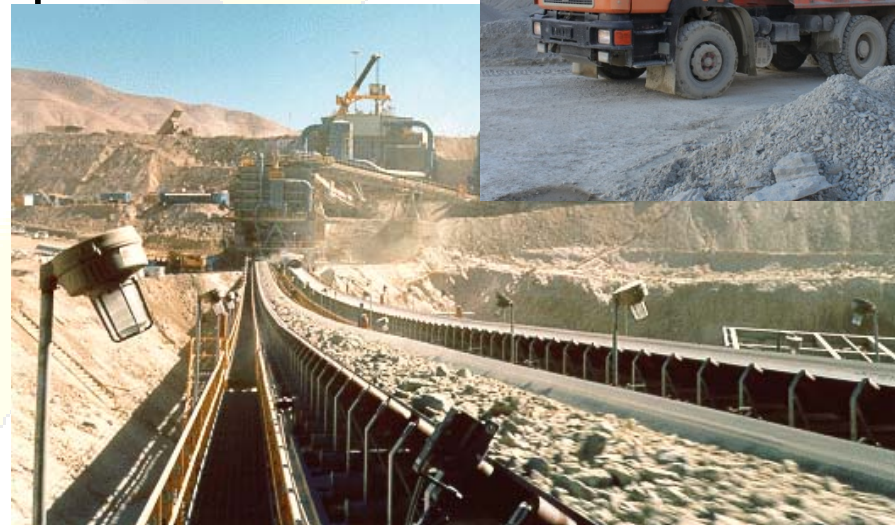
B
KAEVANDAMISEGA POLE MINDUD PIIRINI, KAEVANDAMATA ON
JÄÄNUD VARISEMISE ALA
VARING EI ÜLETA MÄEERALDISE PIIRI



Transport

Transport on tsükliline või pidev

- Raudteetransport
- Autotransport
- Konveiertransport
- Hüdrotransport
- Kombineeritud transport

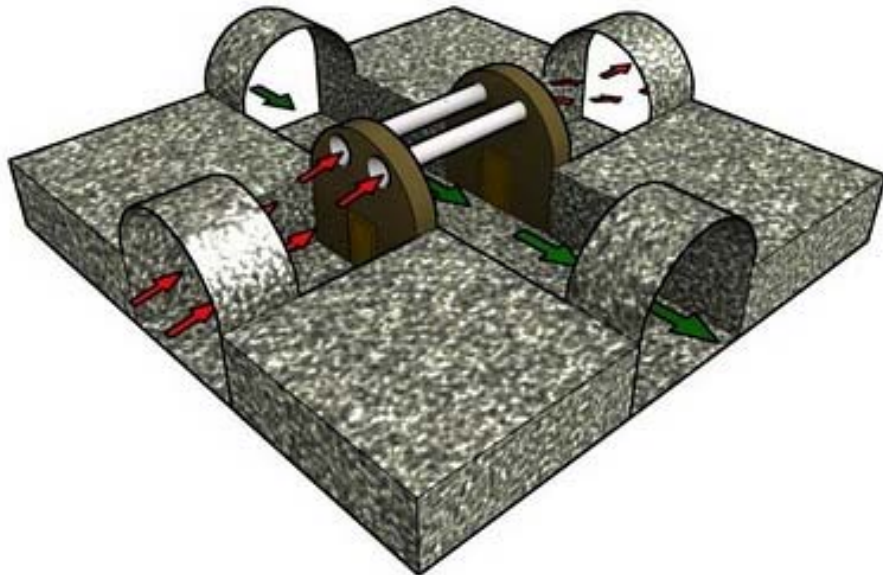


Esmatöötlemine



TÜ

Tuulutus

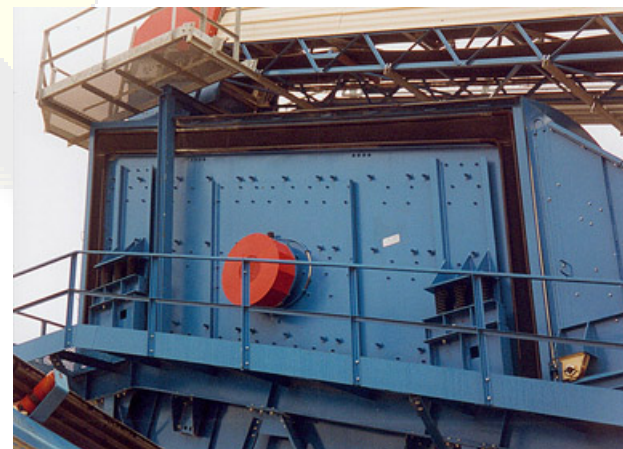


Veekõrvaldus

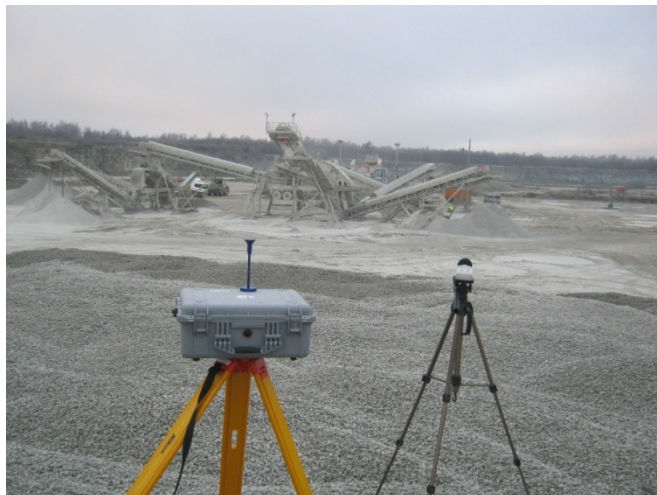
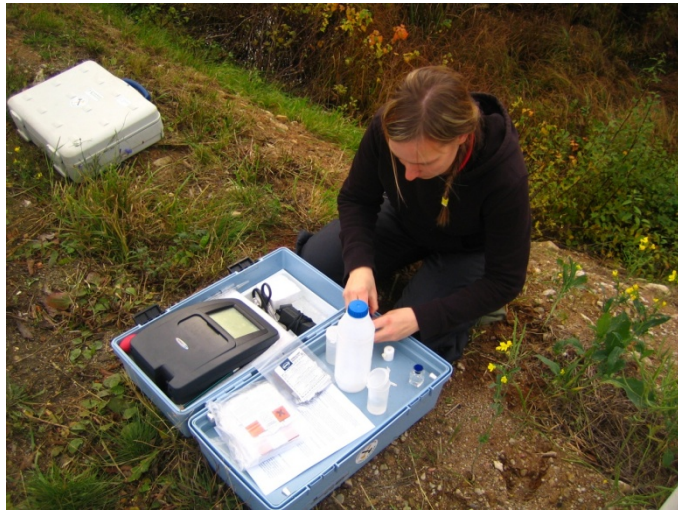




Pealmaakaevandamise keskkonnamõju ja selle leevendamine



Keskkonnamõju seire





Kaevandatud ala korrastamine





Täname!

Kontakt:

Vivika Väizene vivika.vaizene@ttu.ee 620 3859

Paul Vesiloo paul.vesiloo@ttu.ee 620 3853

Mäeinstituut mi.ttu.ee 620 3850

Mäendusõpik mi.ttu.ee/maeopik

Täienduskoolitused mi.ttu.ee/koolitus

Projekteerimine mi.ttu.ee/projekteerimine