

# LOUHEEN KUORMAUS AVOLOUHINNASSA



TIE - JA VESIRAKENNUSHALLITUS  
JÄRJESTELYTOIMISTO 1972

TVH 2.855 A4 1500

Rak.mest. Oiva Niskanen  
LOUHEEN KUORMAUS  
AVOLOUHINNASSA

TIE - JA VESIRAKENNUSHALLITUS

JÄRJESTELYTOIMISTO 1972

TVH 2.855 A4



SISÄLLYSLUETTELO	sivu
1 YLEISTÄ	1
2 TOIMINTAVÄLINEET JA NIIDEN SOPIVUUS ERILAISIIIN TYÖKOHTEISIIN	3
2.1 Työkohteet	3
2.2 Kuormaavat koneet ja niiden käyttöominaisuudet	6
2.3 Kuljetusvälineet	9
2.4 Louhinnan ja kuormaustyön tah- distaminen	10
3 KUORMAUSTYÖKOHTEESSA ESIINTYVIEN TÖI- DEN JÄRJESTÄMINEN; KUORMAUSKONEIDEN KAPASITEETIT JA TYÖMENETELMÄT	11
3.1 Yleistä	11
3.2 Valmistelevat työt	11
3.3 Ylläpitävät työt	12
3.4 Kuormauskoneiden kapasiteetit ja työmenetelmät	13
3.41 Kapasiteettikäsitteet	13
3.42 Menetelmäkapasiteetit ja työmenetelmät	14
3.43 Työvuorokapasiteetit	22
3.5 Lopetustyöt	24
4 KUORMAUSKONEEN VALINTA TYÖKOHTEI- SIIN	24
5 KUORMAUSTYÖKOHTEEN TYÖTURVALLISUUS- NÄKÖKOHDAT	25
6 VALVONNAT JA TARKASTUKSET	26
7 YHTEENVETO	28



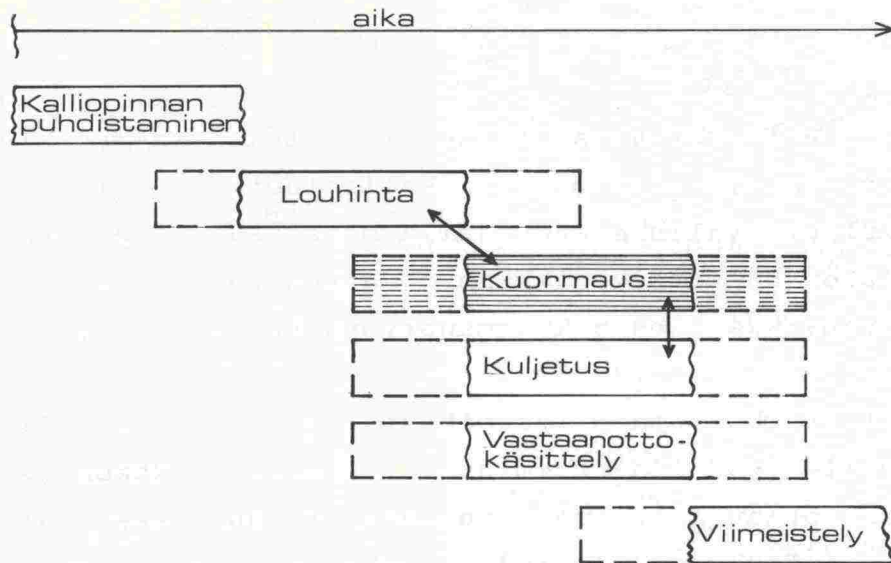
## 1. YLEISTÄ

Kuormaustyöllä tarkoitetaan tässä kirjoituksessa työvaihetta, jossa räjäyttämällä irtilouhittu kalliolouhe siirretään kuljetusvälineeseen, jolla materiaali edelleen siirretään toiseen käsittelypaikkaan (-vaiheeseen). Kuormaustyyppikohde on työpaikka, jossa kuormaustyövaihe tapahtuu.

Kantamisella tarkoitetaan työvaihetta, jossa materiaali kantetaan samalla (yhdellä) toimintavälineellä leikkauksesta tai varastosta suoraan jalostuslaitokseen, rakenteeseen tai varastoon (kanto pyöräkuormaajalla). Työkohteen muodostavat tällöin kuormauspaikka (kauhan täyttöpaikka) kääntymispaikkoineen, kantotie ja purkupaikka (kauhan tyhjennyspaikka) kääntymispaikkoineen.

Materiaali voidaan edelleen siirtää paikasta toiseen nostamatta sitä ylös maasta. Puskukoneella tapahtuvasta siirrosta käytetään työvaihenimeä "siirto puskukoneella".

Kuormaustyövaihe niveltyy rakentamisvaiheeseen "kallion leikkaus- ja pengerrystyöt" kuvan 1 mukaisesti. Kuormaustyövaihe kytkeytyy läheisesti edeltävään rakentamisosavaiheeseen, louhintaan, ja rinnakkaiseen työvaiheeseen, kuljetukseen. Louhinnalla ja kuljetuksella on huomattava vaikutus kuormaustyön suunnitteluun ja järjestelyyn.



Kuva 1. Kuormaustyövaiheen niveltyminen rakentamisvaiheeseen

#### KUORMAUSTYÖN OSITTELU

Rakentamisvaihe	Rakentamisosavaihe	Työvaihe	Työnosavaihe	Työnerä	Työnosaera	Liikesarja	Liikeryhmä	Perusliikkeet
Kallion leikkaus ja pengerrystyöt	Louhinta Kuormaus ja kuljetus pengertäminen	<u>Kuormaus</u>	työn valmistelu <u>kuormaustyö</u> työn lopetus	toiminta kuormauksen aikana toiminta kuljetusvälineen poissa ollessa	perustyö kierrot  irroitus kasaus kuorm.p.tasaus leikk.pohj.tas. ylis.kiv.siirto kuormien tas. siirtyminen	täyttö  kanto tyhjennys paluu	työnt. rint. irroitus nosto kauhan nostam. kääntyminen kauhan käänt. kauhan nosto kääntyminen kauhan laskem.	
		<u>kanto kuormaajalla</u>	työn valmist. <u>kantotyö</u> työn lopetus		työkierrot  irroitus kasaus ylis.kiv.siirt leikk.p.tasaus penker.tasaus kantotien tas.	täyttö  kanto tyhjennys paluu	ajo rintauks. irroitus nosto peruutus kääntyminen ajo eteenpäin kauhan laskem. " käänt. " nost. peruutus kääntyminen ajo eteenpäin	

Kuva 2. Kuormaustyön osittelu

## 2 TOIMINTAVÄLINEET JA NIIDEN SOPIVUUS ERILAISIIIN TYÖKOHTEISIIN

### 2.1 Työkohteet

Kuormaustyökohteita voidaan jaotella työn suuruuden, työpaikan tilojen (olosuhteiden) sekä kuormattavan louhekoon (louhintatavan) mukaan.

Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen geoteknillisen laboratorion suorittaman maalajien kaivu- ja kuormaustuokituksen mukaan kalliolouhe on jaettu kahteen kuormaustuokkaan:

L2 = hienoksi räjäytetty louhe, missä suurimpien rakeiden keskimääräinen halkaisija on alle 60 cm (kuva 3)

L3 = karkeaksi räjäytetty louhe, missä suurimpien rakeiden keskiläpimitta on yli 60 cm (kuva 4).

Kuormaustuokitus edellyttää, että louhe on irtiräjäytettäessä hyvin irronnut. Louhintatavasta, suuresta reikävälistä, rintaoksen korkeudesta, panoksen (etenkin pohjapanoksen) pienuudesta yms. sekä myöskin kalliion laadusta ja lustottuneisuudesta johtuen louhe saattaa räjäytettäessä jäädä paikalleen eli lukkoutua. Tutkimusten mukaan esim. hydraulisen pistokaivukoneen teho laskee 20...30 % kuormattaessa lukkoutunutta louhetta. Hienoksi räjäytetty (L2) mutta lukkoutunut (kuva 5) louhe vastaa kuormattavuudeltaan usein karkeaksi räjäytettyä louhetta (L3).





Kuva 3. Hienoksi räjäytettyä louhetta (L2)



Kuva 4. Karkeaksi räjäytettyä louhetta (L3)





Kuva 5. Hienoksi räjäytettyä (L2), mutta paikalleen jäänyttä eli lukkoontunutta louhetta. Tutkimusten mukaan lukkoontunut, hienoksi räjäytetty louhe vastaa usein kuormattavuudeltaan karkeaksi räjäytettyä louhetta (L3)



Kuva 6. Karkeaksi räjäytettyä (L3) ja lisäksi lukkoontunutta louhetta. Lukkoontunutta louhetta ei yleensä voida irrottaa pyöräkuormaajalla. Hydraulisen pistokaivukoneen teho laskee 20 - 30 % kuormattaessa räjäytettäessä paikalleen jäänyttä louhetta



## 2.2 Kuormaavat koneet ja niiden käyttöominaisuudet

Louheen kuormaustyössä käytetään yleisesti seuraavia kone-tyyppejä:

- mekaaniset kuokkakaivukoneet
- mekaaniset pistokaivukoneet
- hydrauliset kuokkakaivukoneet
- hydrauliset pistokaivukoneet
- telakuormaajat
- pyöräkuormaajat
- puskukoneet louheen siirrossa

Kuokkakoneet soveltuvat yleensä mataliin leikkauksiin, joissa louhinta on suoritettu kokonaisuudessaan ennen kuormaustyön aloittamista. Pistokauhalla varustetuille koneille on korkea rintaus edullinen, mutta niiden irroituskkyky on yleensä heikompi kuin kuokkakoneilla.

Kuokkakauhalla varustetut koneet tulee kuormaustyössä sijoittaa leikkaustason yläpuolelle eli louhospatjan päälle. Hydraulisten kuokkakoneiden ollessa kysymyksessä tulee autot sijoittaa mieluummin leikkaustasoon rintauksen alapuolelle, jolloin kääntökulma ja nostoliike jää lyhyeksi. Kiinteällä kauhalla varustetulla mekaanisella kuokkakoneella kuormattaessa tulee autojen sijaita suunnilleen samassa tasossa kuin kaivukoneen ja kauhan tyhjennyksen on voitava tapahtua perän kautta eikä sivulta.

Mekaanisilla pistokaivukoneilla kauhan tyhjennys tapahtuu avattavan pohjaluukun kautta. Kauhan kokoon nähden ylisuuret lohkareet tukkivat helposti kauhan. Kuormaustyössä kone ja autot sijoitetaan leikkaustasoon. Kauhan tyhjennys voi tapahtua auton lavan asentoon nähden sivulta tai perästä.

Hydraulisia pistokaivukoneita on Suomessa vain muutamia. Suurehkojen lohkareiden käsittely on hydraulisilla pistokaivukoneilla yleensä helpompaa kuin mekaanisilla pisto-

kaivukoneilla, koska kauhan suosa on avonaisempi ja tyhjennys tapahtuu kauhaa kallistamalla (kaatamalla). Kauha tyhjennetään auton lavalle yleensä sivulta päin.

Telakuormaajat on varustettu pistokauhoilla. Suurilla telakuormaajilla on varsin hyvä irrotuskyky. Kauhan matalahko tyhjennyskorkeus rajoittaa kuormattavien autojen valintaa. Kuormauksen aikana auto on paikallaan tai se voi peruuttaa kauhan alle suorassa kulmassa kuormaajaan nähden. Kauha tyhjennetään auton lavalle sivulta päin.

Louheen kuormaustyössä käytetään myös pyöräkuormaajia, joille hyvin irronnut louhe on "kuormauskelpoista". Huonosti räjäytetty, suurilohkareinen tai lukkoutunut louhosrintaus irtoaa heikosti pyöräkuormaajalla, koska koneen irrotuskyky mm. leveästä kauhasta (3 - 4.5 m) johtuen on varsin rajoitettu. Kuormauksen aikana auto on paikallaan tai se voi peruuttaa kauhan alle; tällöin sekä kuormaaja että auto liikkuvat suorassa kulmassa toisiinsa nähden. Pyöräkuormaajilla voidaan suorittaa myös materiaalin kantoa leikkauksesta penkereeseen, murskaamoon tai muuhun käyttöpaikkaan.

Puskukoneilla voidaan suorittaa lyhyitä materiaalin siirtoja esim. leikkauksesta penkereeseen.

Taulukossa 1 on lueteltu tyypeittäin ne koneet, joita Suomessa on yleisimmin käytetty louheen kuormaukseen. Taulukossa on mainittu myös eräitä teknisiä keskiarvotietoja ja tvl:n enimmäisohjetuntivuokrat 01.11.1972.









## 2.3 Kuljetusvälineet

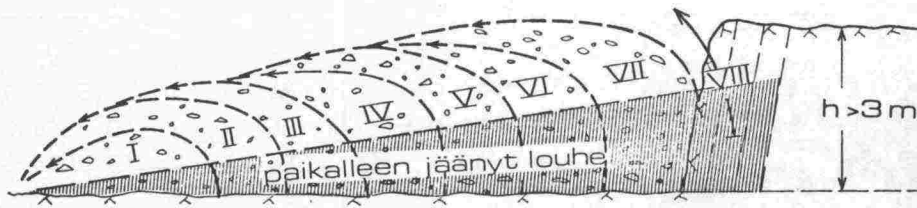
Louheen kuljettamiseen soveltuvat kuljetusvälineet on tyypeittäin esitelty taulukossa 2. Louhetta kuljettavien autojen lavojen tulee olla riittävän vahvarakenteisia. Puupintaiset lavat tulevat kysymykseen vain tilapäiskuljetuksissa. Parhaita kuljetusvälineitä ovat teräskorirakenteiset maansiirtoautot ja -dumpperit, joihin kuormattaessa kuormaavan koneen ei erityisesti tarvitse varoa mm. lavojen rikkoutumista. Lisäksi on muistettava, että samassa työssä olevien autojen lavatilavuudet eivät saisi poiketa paljon toisistaan.

Taulukko 2. LOUHEEN KULJETTAMISEEN SOVELTUVIA KULJETUSVÄLINEITÄ

TYYPPI	KANTAVUUS [t]	LYHENNE	LAVATILAVUUS [m <sup>3</sup> ]
Maansiirtoautot 	10.1-15.0 15.1-25.0 25.1-35.0	MA 10 MA 15 MA 25	6.5-10.0 10.0-16.0 16.0-23.0
3-akseliset kuorma-autot 	6x2/8.250-10.0 6x2/ >10.0 6x4/8.250-10.0 6x4/ >10.0 6x6/8.250-10.0 6x6/ >10.0	KAY 08 KAY 10 KAK 08 KAK 10 KAT 08 KAT 10	5.0-6.0 >6.0 5.0-6.0 >6.0 5.0-6.0 >6.0
Traktoriperävaunu- yhdistelmät  	6x4/ 6.1- 9.0 6x4/ 9.1-15.0 6x6/10.1-15.0 6x6/ 15.1 4x2/10.1-15.0 4x2/15.1-25.0	TRK 06 TRK 09 TRT 10 TRT 15 TRA 10 TRA 15	4.0- 6.0 6.0-10.0 6.5-10.0 >10.0 6.5-10.0 10.0-16.0

## 2.4 Louhinnan ja kuormaustyön tahdistaminen

Louhintatavalla ja louhekoolla on huomattava vaikutus kaikkien koneiden kuormauskapasiteetteihin. Lisäksi louhintatapa vaikuttaa kuormaustavan ja -koneen valintaan, kuormaustyön edistymiseen ja työpaikkajärjestelyihin. Louhintatyötä suunniteltaessa tulee suunnitella myös kuormaustapa. Hieno louhe on aina helpompaa kuormata kuin suurilohkoinen. Toisaalta hienoksi louhiminen nostaa louhintakustannuksia. Jonkinlainen optimointi olisi aina syytä suorittaa louhintakustannukset ja kuormauskustannukset huomioon ottaen. Louhintatavasta riippuva louhekoko ja erityisesti louheen irtonaisuus vaikuttavat kaikkien koneiden kuormauskapasiteetteihin. Louheen lukkoutumisen vaara on räjäytystyössä erityisen suuri silloin, kun suoritetaan useampia perättäisiä eli päällekkäisiä räjäytyksiä (kuva 7).



Kuva 7. Useampien perättäisten kenttien räjäyttäminen aiheuttaa lukkoutuneisuutta leikkauksen alaosassa, koska edellinen kaato estää uuden kaadon siirtymisen eli louhe rikkoutumisestaan huolimatta jää paikalleen. Kuvassa kenttä VIII vaatisi ylimääräistä panostusta, jotta louhe irtoaisi kunnolla myös rintauksen pohjalta.

Lukkoutuneen kallioulouheen kuormaus ei onnistu pyöräkuormaajalla. Korkeissa leikkauksissa pyöräkuormaajalla tai muilla pistokauhalla varustetuilla koneilla kuormausta suoritettaessa tulee louhinta ja kuormaustyö tahdistaa keskenään siten, että jokainen kaato kuormataan pois ennen uuden panostetun kentän räjäyttämistä. Räjäytykset tulisi lisäksi ajoittaa kuormaustyön vapaavuoro- tai taukoaikoina tapahtuviksi.



### 3. KUORMAUSTYÖKOHTEESSA ESIINTYVIEN TÖIDEN JÄRJESTÄMINEN; KUORMAUSKONEIDEN KAPASITEETIT JA TYÖMENETELMÄT

#### 3.1 Yleistä

Kuormaustyökohteessa esiintyvät työt ja järjestelytoiminnot voidaan jakaa seuraavasti:

- valmistelevat työt
- ylläpitävät työt
- edistävät työt
- lopettavat työt.

#### 3.2 Valmistelevat työt

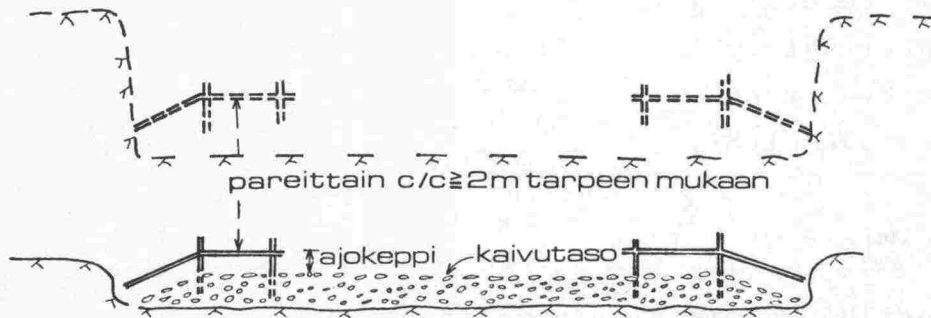
Kuormaustyön valmisteleviä töitä ovat:

- kuormaus- ja kääntymispaikkojen teko ja tasaus
- kantoteiden teko ja tasaus
- leikkaussyvyyden viitoitus
- koneiden tuonti työpaikalle
- koppien tuonti työpaikalle
- valaistusten järjestelyt
- lumen ja veden poistaminen työpaikoilta.

Kuormaus- ja kääntymispaikkojen teko ja tasaus voidaan tehdä kuormausta suorittavalla koneella, mikäli se on tasaustyöhön sopiva (esim. telakuormaaja, pyöräkuormaaja). Pienehköt tasaustyöt voidaan suorittaa kaikilla kuormauskoneilla. Jos alkutasauksia ei voida suorittaa kuormavalla koneella, tulee työkohteeseen tuoda puskukone. Erikoista huomiota on kiinnitettävä pyöräkuormaajien kantoteiden tasaisuuteen. Kantotiet on useimmiten syytä hiekkottaa. Tällöin pienennetään mm. renkaiden kulumista. Lisäksi kuoppaisella kantotiellä saattavat kauhan kantolaitteet rikkoutua. Kantoteiden kunnossapitoa varten tulee leikkaukseen tuoda hiekkaa tai sepeliä kasalle, josta kuormaaja levittää sitä tarpeen mukaan.

Leikkaussyvyyttä osoittavien viitoitusmerkkien tulee olla paikoillaan ennen kuormaustyön aloittamista. Kuvassa 8 on esimerkki tähtäysmerkkien asettamisesta siinä tapauksessa, että kuormausta ei uloteta louhintasyvyyteen saak-

ka. Tähtäysmerkkien paikoilleenasettamisen suorittavat työmaan mittamiehet. Viitoitusmerkit tulee asettaa työalueen päihin ja reunoille siten, ettei työkoneiden tarvitse varoa niitä.



Kuva 8. Kaivussyvyyttä osoittavien tähtäysmerkkien asettaminen tielinajin leikkauksessa.

### 3.3 Ylläpitävät työt

Kuormaustyötä ylläpitäviin töihin voidaan lukea:

- kuorma- ja kääntymispaikkojen kunnossapito
- kantoteiden kunnossapito
- leikkaussyvyyksien ja -korkeuksien mittaukset ja tarkistukset; tarvittaessa lisäviitoitusten asettaminen
- lumen ja veden poisto
- valaistusten hoito.

Kuorma- ja kääntymispaikkojen jatkuvan kunnossapidon tekevät välttämättömiksi:

- kuorma- ja kääntymispaikan muuttuminen työn edistyessä
- kantotien piteneminen työn aikana
- kivien ja lohkareiden putoaminen kuormauksen ja kuljetuksen aikana kuormausalueelle
- louhintaräjähdyksen työpaikalle heittämät kivet ja lohkareet.

Kuormauspaikan ylläpitävät tasaustyöt suoritetaan yleensä kuormausta suorittavalla koneella. Kapasiteettistan-



dardit sisältävät osakertoimena tasauksen. Kuormauskoneen ollessa pyörä- tai telakuormaja voidaan tasaustyöt suorittaa sillä vaivattomasti. Kaivukoneilla on suurempien alueiden tasaus hidasta.

Autoista kuormausalueelle putoavien pienien kivien (jotka vaikeuttavat autojen liikkumista) kerääminen isolla kuormauskoneella on vaivalloista. Tätä työtä varten kannattaa usein sijoittaa apumies työkohteeseen. Kuormauskoneen apumies tarkkailee lisäksi leikkaussyvyyttä yms.

### 3.3 Kuormauskoneiden kapasiteetit ja työmenetelmät

#### 3.41 Kapasiteettikäsitteet

Kuormauskoneen aikauksikössä suorittamaa työsaavutusta sanotaan kapasiteetiksi. Sen mukaan, mitä työhön käytetty aika sisältää, puhutaan erilaisista kapasiteeteista:

- K1-kapasiteetti eli peruskapasiteetti
- K2-kapasiteetti eli menetelmäkapasiteetti
- K3-kapasiteetti eli työvuorokapasiteetti.

Peruskapasiteetti on työsaavutus, kun kone tekee puhdasta kuormaustyötä. Työ sisältää seuraavat työn osat:

- kauhan täyttö
- kääntyminen tai kantaminen kauha täynnä
- kauhan tyhjentäminen
- kääntyminen tai paluu kauha tyhjänä.

Menetelmäkapasiteetti on työsaavutus sinä aikana, kun kone työskentelee. Työskentelyyn sisältyy perustyökiertojen lisäksi mm. seuraavia lisätöitä:

- materiaalin irrotus ja kasaus
- kuormauspaikan tasaisena pito
- kantotien tasaisena pito
- siirtymiset rintauksessa
- ylisuurten lohcareiden sivuunsiirto
- odotus auton vaihdon aikana

Työvuorokapasiteettia laskettaessa otetaan huomioon työskentelyn yhteydessä syntyvät alle tunnin mittaiset työs-

kentelyn keskeytykset. Tällaisia työssä syntyviä taukoja ovat:

- kahvitauot
- auton odotus (tahdistushäiriöt)
- konerikko ja koneen huolto
- työnjohdon ohjeiden anto
- koneen siirto sivuun räjäyttämisen aikana
- tupakkatauot

Eri kapasiteetteja voidaan käyttää hyväksi seuraavasti:

1) Peruskapasiteetti

- eri konemerkkien ja -mallien keskinäinen vertailu

2) Menetelmäkapasiteetti

- eri konetyyppien keskinäinen vertailu samassa työssä
- erilaisten työmenetelmien keskinäinen vertailu
- työpaikkajärjestelyn valinta
- eri koneiden tahdistaminen (esim. kuljetuskaluston mitoitus kuormauskoneella; kuormauskoneen valinta murskauslaitoksen kapasiteetille jne.)

3) Työvuorokapasiteetti

- työsuunnitelmien ajoituslaskelmien teko
- työn kustannusten laskeminen

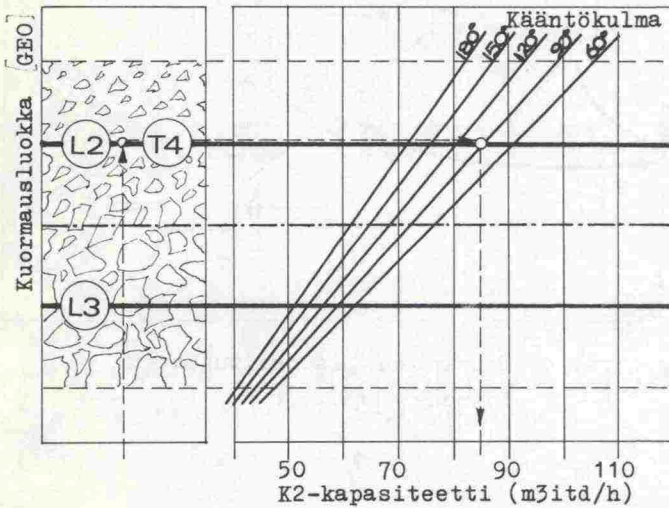
### 3.42 Menetelmäkapasiteetit ja työmenetelmät

Menetelmäkapasiteetti on työsaavutus sinä aikana, kun kone työskentelee tauotta. Kuvissa 9 - 36 on esitetty konetyyppittäin ja painoluokittain Suomessa yleisimmin louheen kuormaukseen käytettyjen koneiden menetelmäkapasiteetteja ja työmenetelmiä. Kuokka- ja pistokauhalla varustettujen kaivukoneiden menetelmäkapasiteetit on esitetty rintauksen korkeuden, louheeseen ja kääntökulman funktiona. Nomogrammien kapasiteetti-arvot edellyttävät lisäksi seuraavaa:

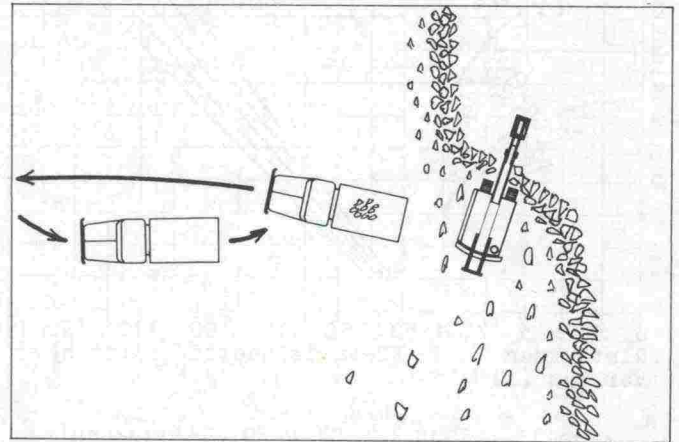
- kaadot on ammuttu oikein
- kuormauspaikka pidetään tasaisena ja auton vaihtomatka on  $\leq 20$  m
- kuljetusvälineet (lavat) ovat kuormauskoneelle sopivia ja riittävän vahvarakenteisia
- koneet ovat hyväkuntoisia
- kuljettajalla on noin 1 vuoden työkokemus



- pyöräkuormaajilla on ns. louhoskauha (kuva 37)
- pyöräkuormaajien kantotien tulee olla siinä kunnossa, että kone voi käyttää kuvan 38 mukaisia kantomatkasta riippuvia keskimääräisiä ajonopeuksia
- leikkauspohjan muotoilu ja viimeistelytasaus ei sisälly nomogrammien kapasiteettiarvoihin, vaan ne suoritetaan eri työnä.

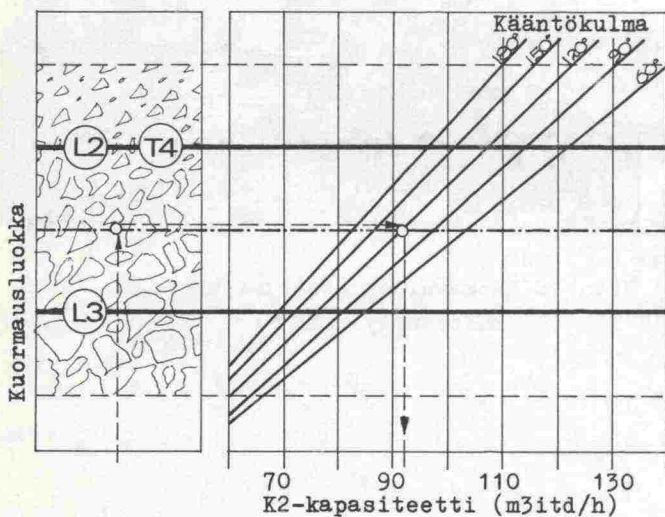


Kuva 9. KK 18K (18.01 - 27.00 t mekaanisen kuokkakaivukoneen) menetelmäkapasiteetti.



Kuva 10. Mekaanisen kuokkakaivukoneen työmenetelmä.

Kone ja auto sijoitetaan leikkauksen päälle. Kauhan tyhjentäminen suoritetaan lavan perästä päin.

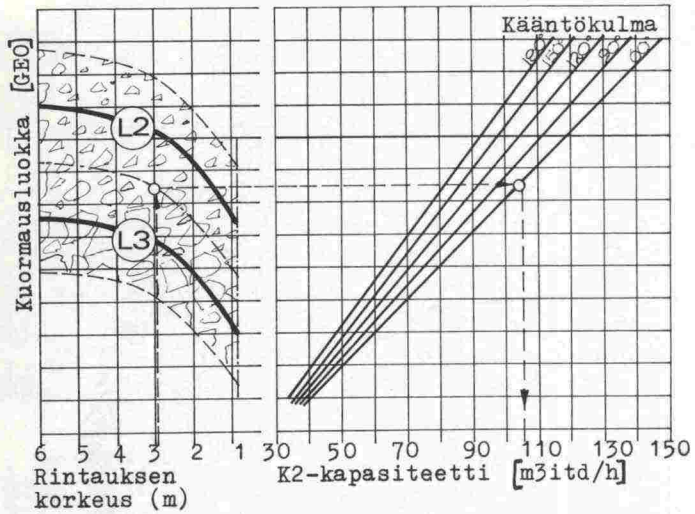


Kuva 11. KK 27K (27.01 - 40.00 t mekaanisen kuokkakaivukoneen) menetelmäkapasiteetti.

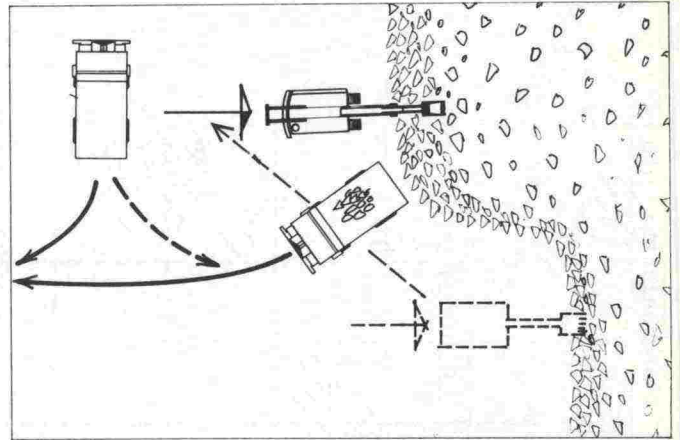


Kuva 12. Mekaaninen kuokkakaivukone kuormauksessa.

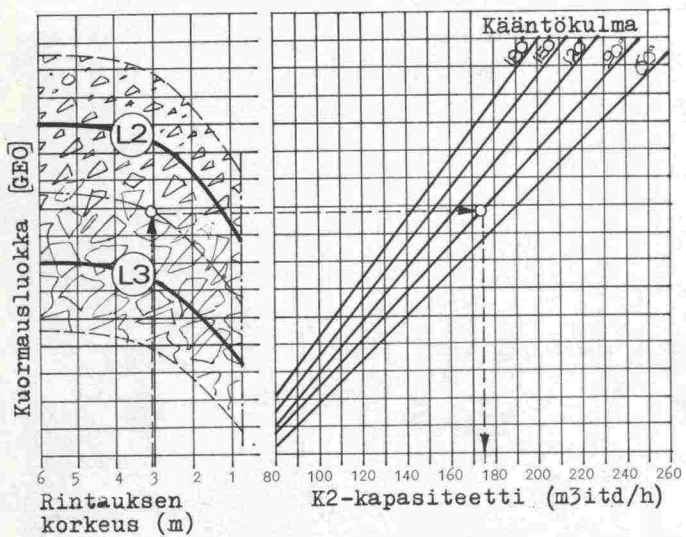




Kuva 13. KK 40 (40.01 - 60.00 t mekaanisen pistokaivukoneen) menetelmäkapasiteetti.



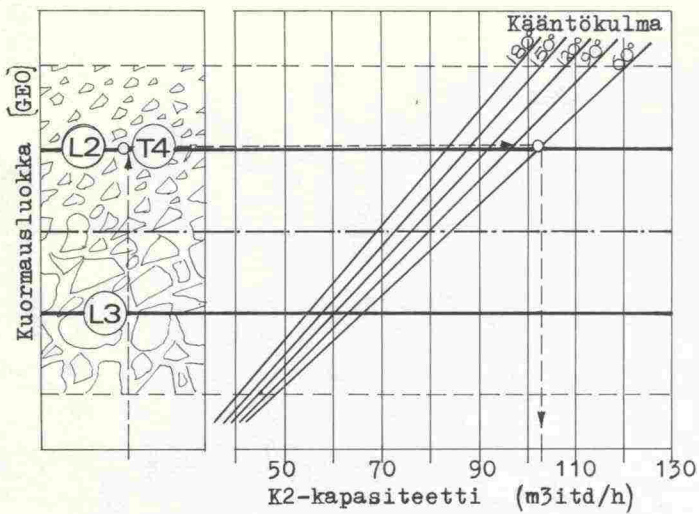
Kuva 14. Mekaanisen pistokaivukoneen työmenetelmä.



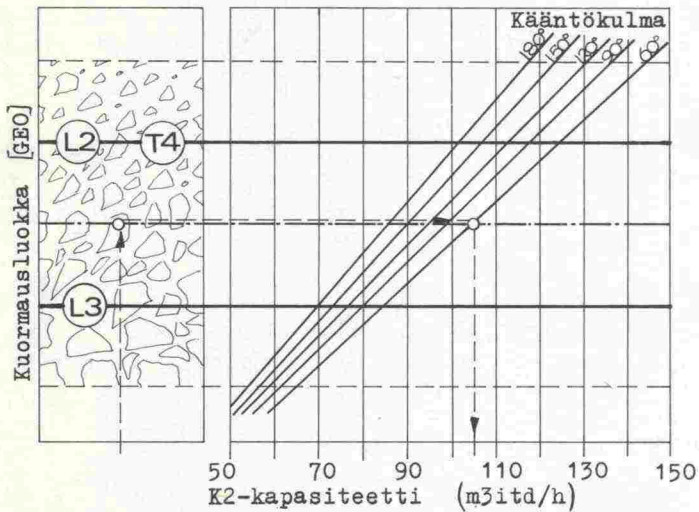
Kuva 15. KK 60 (yli 60 t mekaanisen pistokaivukoneen) menetelmäkapasiteetti.



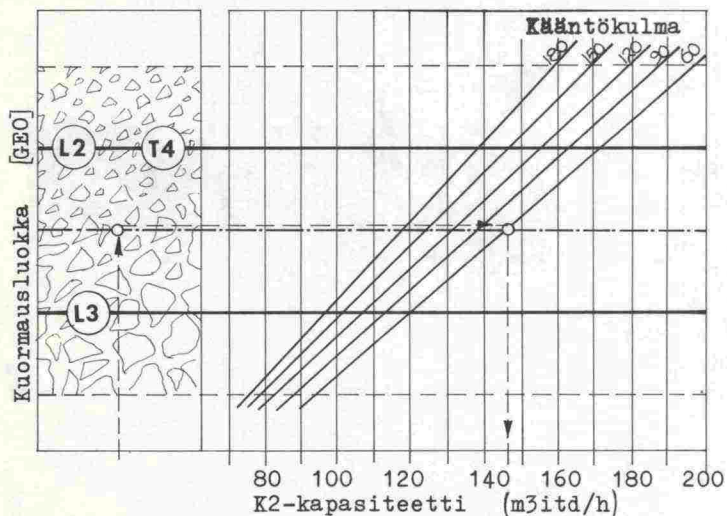
Kuva 16. Mekaaninen pistokaivukone kuormaustyössä.



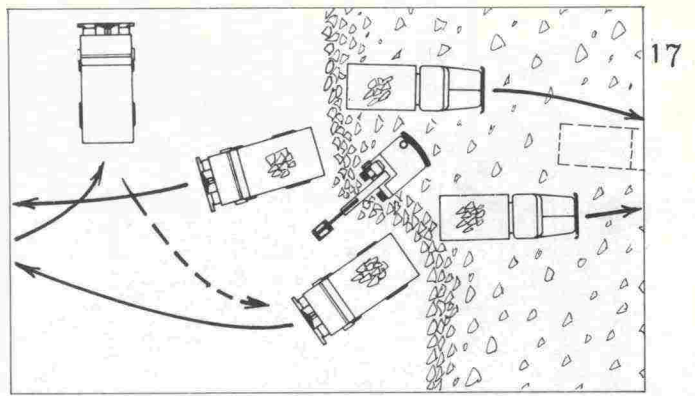
Kuva 17. KKH 16K (16.01 - 20.00 t hydraulisen kuokkakaivukoneen) menetelmäkapasiteetti.



Kuva 19. KKH20K (20.01 - 25.00 t hydraulisen kuokkakaivukoneen) menetelmäkapasiteetti.

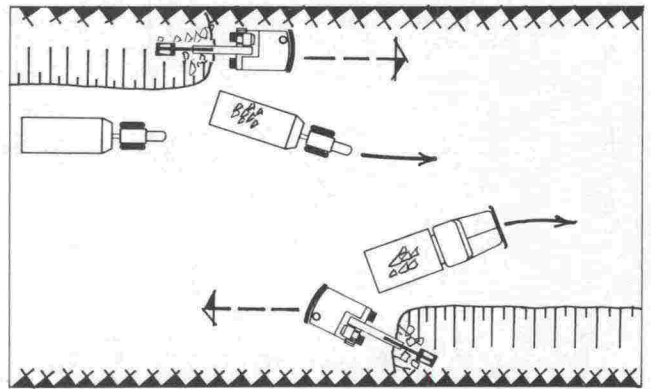


Kuva 21. KKH 25K (25.01 - 35.00 t hydraulisen kuokkakaivukoneen) menetelmäkapasiteetti.



Kuva 18. Hydraulisen kuokkakaivukoneen työmenetelmä.

{ Kone sijoitetaan leikkauksen yläpuolelle. Autot sijoitetaan mieluiten rintauksen alapuolelle, jolloin kääntymiskulma ja kauhan nostoliike (kantomatka) jäävät pieniksi.



Kuva 20. Hydraulinen kuokkakaivukone sivuojan aukaisussa ja kuormauksessa kalliioleikkauksessa.

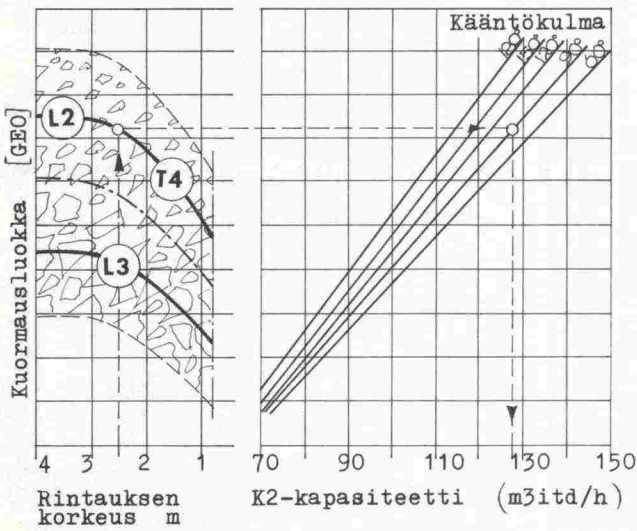


Kuva 22. Hydraulinen kuokkakaivukone kuormautyössä, kuormausluokka L3.

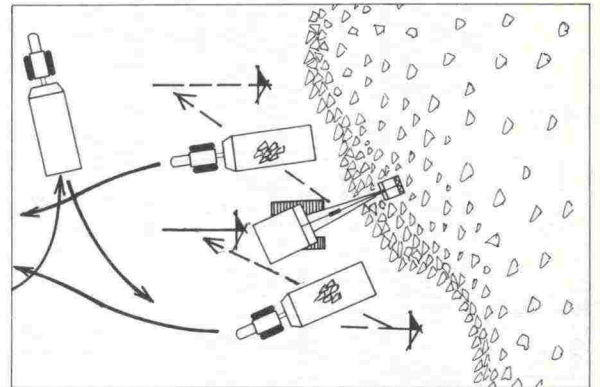




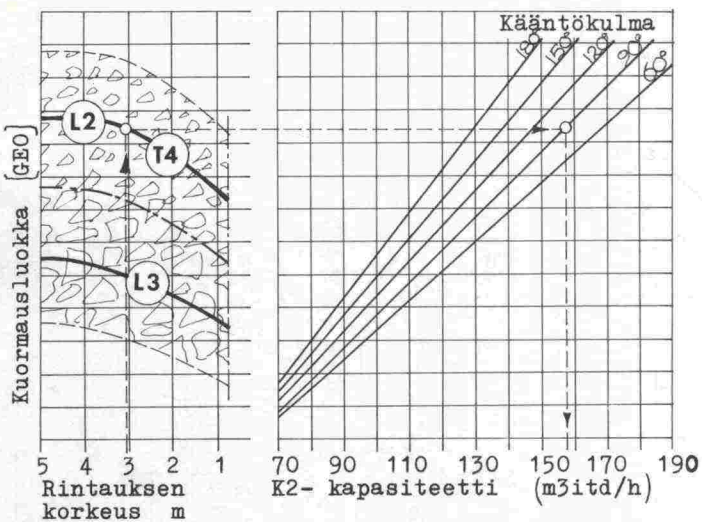
Kuva 23. Hydraulinen kuokkakaivukone louheyli-  
penkereen kuormauksessa, kuormaus-  
luokka T4 (GEO).



Kuva 24. KKH 20 (20.01 - 25.00 t hydraulisen  
pistokaivukoneen) menetelmäkapasiteetti.



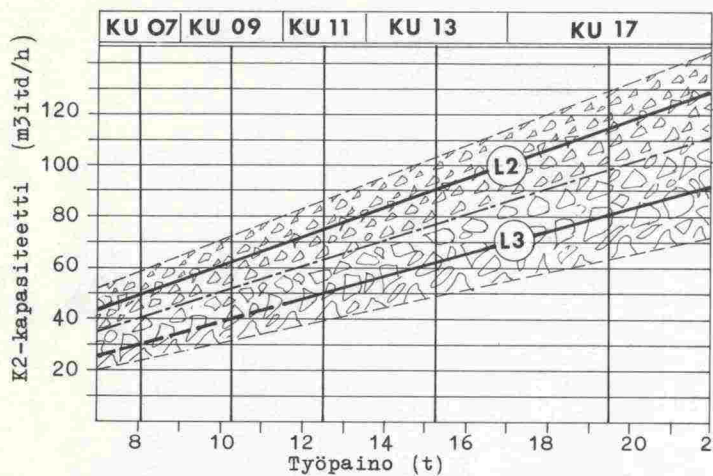
Kuva 25. Hydraulisen pistokaivukoneen  
työmenetelmä.



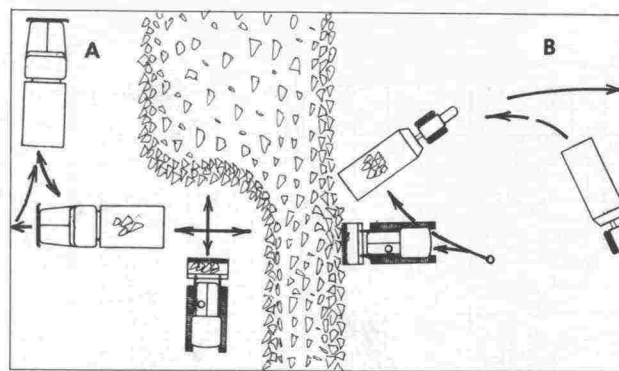
Kuva 26. KKH 25 (25.01 - 35.00 t hydraulisen  
pistokaivukoneen) menetelmäkapasiteetti.



Kuva 27. Hydraulinen pistokaivukone  
kuormaustyössä.



Kuva 28. KU 07...KU 17 (7.01 - 22.00(t) telakuormaajien) menetelmäkapasiteetti.



Kuva 29. Telakuormaajan työmenetelmät.

A. Sekä kuormaaja että auto liikkuvat suorassa kulmassa toisiinsa nähden. Kuormaustapa on nopea, mikäli pohja on tasainen ja kuormaajan sekä auton kuljettaja toimivat hyvässä yhteistoiminnassa.

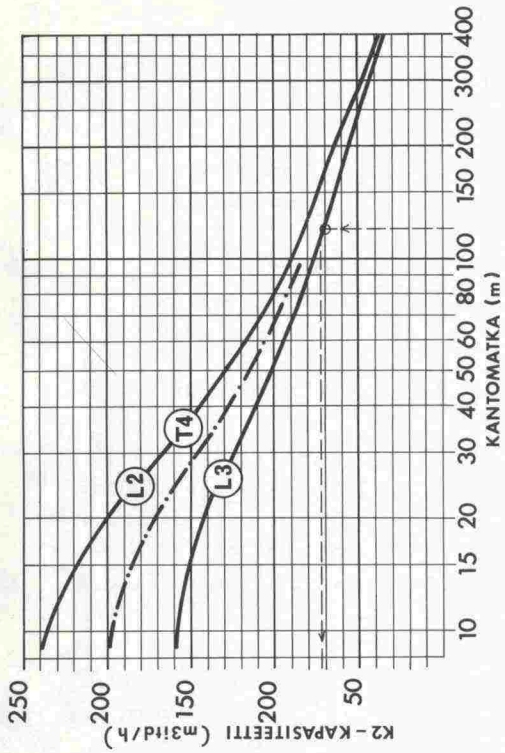
B. Auto on paikallaan ja sijoitettuna mahdollisimman lähelle rintausta siten, että kuormaajan kantomatka ja kääntymisliike jäävät mahdollisimman lyhyiksi.

Kuormaustapa on tapaa A jonkin verran hitaampi. Menetelmää joudutaan käyttämään kapeahkoissa leikkauksissa.

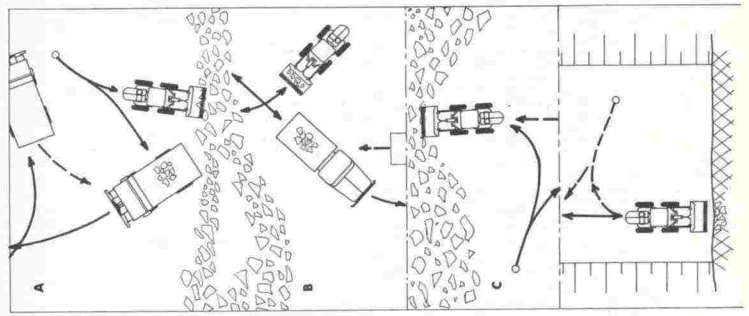


Kuva 30. Telakuormaaja kuormaustyössä. Työmenetelmä A.





Kuva 33. KUP 25 (25.01 - 33.00 t pyöräkuormaajan) menetelmäkapasiteetti kuorma- ja kantamistyössä.

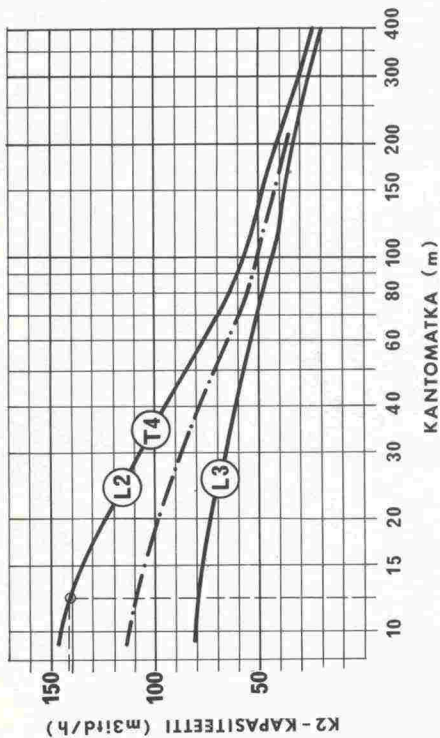


Kuva 34. Pyöräkuormaajan kuormaustyömenetelmiä.

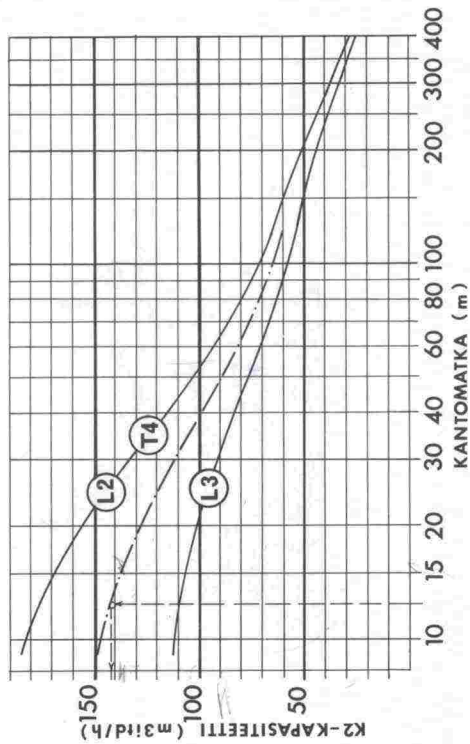
A. Auto on paikallaan ja sijoitettuna mahdollisimman lähelle rintausta siten, että kuormaajan kantomatka ja kääntymisliike jäävät mahdollisimman lyhyiksi. Menetelmä on yleensä nopeampi kuin menetelmä B, koska KA ei joudu tarkkaan yhteistointaan kuormaajan kanssa. Menetelmä soveltuu erityisesti runko-ohjatuille KUP:ille.

B. Kuormaaja ja auto liikkuvat suoraan kulmassa toisiinsa nähden. Menetelmä vaatii hyvän yhteistyön kuormaajan ja auton välillä.

C. Louheen kanto penkereeseen.

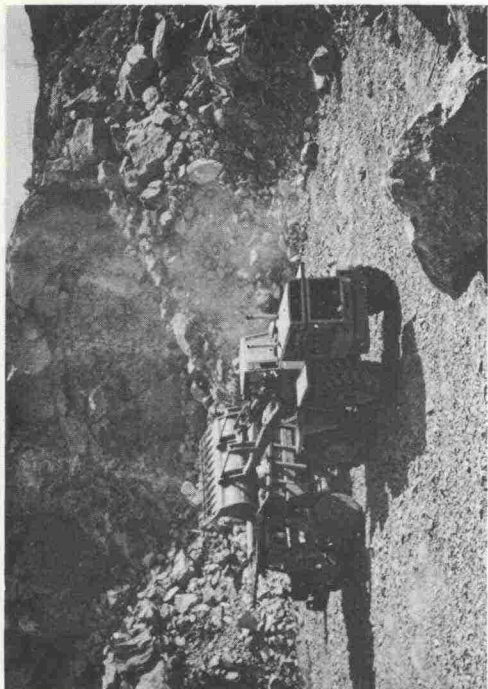


Kuva 31. KUP 14 (14.01 - 18.00 t pyöräkuormaajan) menetelmäkapasiteetti louheen kuorma- ja kantamistyössä.

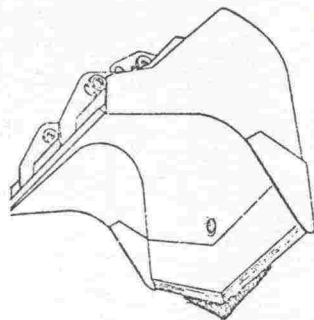
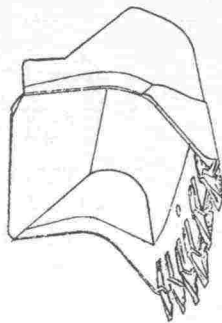


Kuva 32. KUP 18 (18.01 - 25.00 t pyöräkuormaajan) menetelmäkapasiteetti kuorma- ja kantamistyössä.

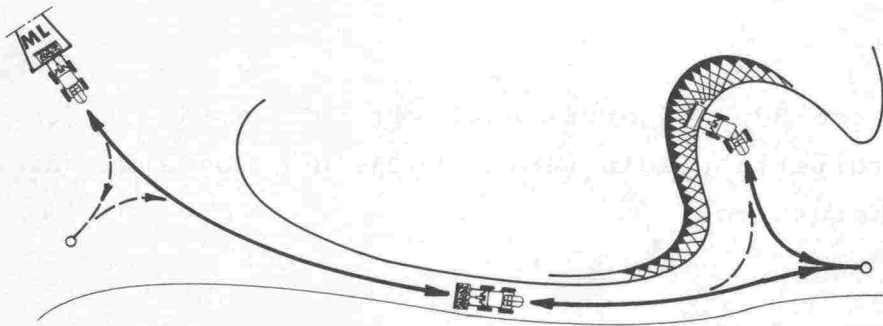
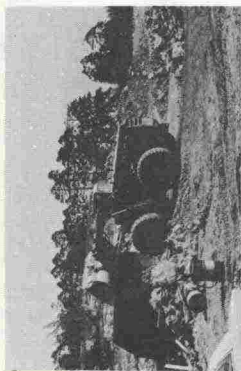
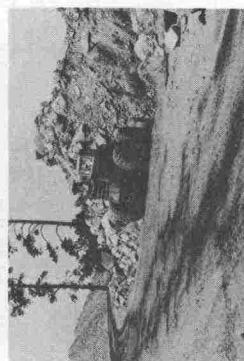
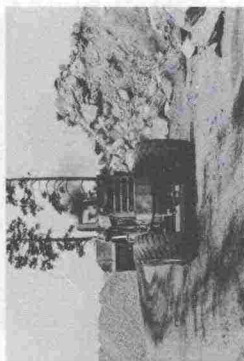
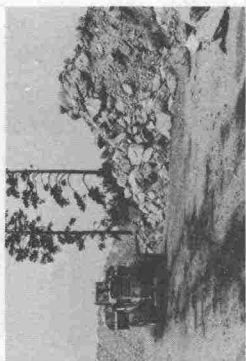




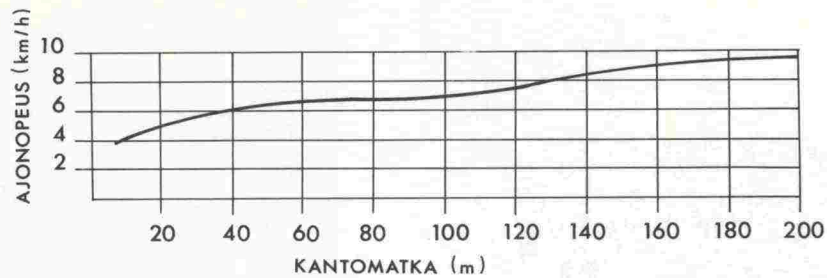
Kuva 35. Pyöräkuormaa ja kuormaustyössä.



Kuva 37. Huulilevyllinen ja hampaallinen pyöräkuormaaajan louhekauna.



Kuva 36. Louheen kanto murskaamoon pyöräkuormajalla.



Kuva 38. Pyöräkuormaajien keskimääräiset ajonopeudet kantotyössä.

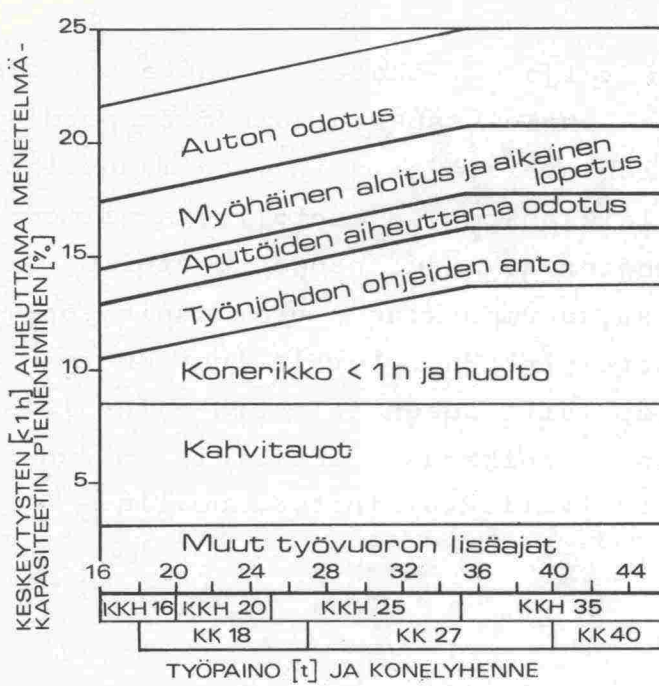
### 3.43 Työvuorokapasiteetit

Menetelmäkapasiteetti pienenee työvuoron aikana sattuvien alle 1 tunnin mittaisten taukojen ja keskeytysten vuoksi. Kuvassa 39 on esitetty erilaisten taukojen ja häiriöiden aiheuttamat kaivukoneiden keskimääräinen menetelmäkapasiteetin pieneneminen. Menetelmäkapasiteetti pienenee keskimäärin 20 - 25 %. Koneesta johtuvat keskeytykset suurenevät hieman konekoon kasvaessa. Työvuorokapasiteetti saadaan kertomalla menetelmäkapasiteetti kertoimella 0.80 - 0.75.

Erilaisten taukojen ja häiriöiden aiheuttama pyöräkuormaajien menetelmäkapasiteetin keskimääräinen pieneneminen ilmenee kuvasta 40. Kuljetusvälineeseen kuormattaessa syntyy taukoja n. 20 % työajasta. Kannettaessa materiaalia suoraan jalostuslaitokseen tai penkereeseen on taukojen osuus n. 15 % työajasta. Työvuorokapasiteetti saadaan kertomalla menetelmäkapasiteetti kertoimella 0.80 tai 0.85.

Kuvien 39 - 40 arvot edellyttävät, että autojen määrä on mitoitettu oikein (esim. kuljetusnomogrammi tai keikka-aikatutkimus).





Kuva 39. Kaivukoneiden keskimääräiset työskentelyn keskeytykset ja niiden syyt.



Kuva 40. Pyöräkuormaajien keskimääräiset työskentelyn keskeytykset ja niiden syyt.

### 3.5 Lopetustyöt

Kuormaus- ja kuljetusvaihetta seuraava työ tielinjan leikkauksissa on leikkauksen seinämien puhdistaminen irtonaisista lohkarista ja seinämien mahdollinen vahvistaminen sekä leikkauspohjan muotoilu ja viimeistely, johon kuuluu sivuoijien aukaisu, pohjan muotoilu, kiilaus ja tassa. Suuret kuormauskoneet ovat usein sopimattomia tarkaan viimeistelytyöhön. Varsinainen kuormaus- ja kuljetuskalusto apulaitteineen siirretään tavallisesti pois työkohteesta ja leikkaus viimeistellään työkohteeseen tuotavilla sopivilla toimintavälineillä.

## 4 KUORMAUSKONEEN VALINTA TYÖKOHTEISIIN

Kuormauskoneen ja kuljetuskaluston valinta louhintatyömaalle suoritetaan työn kokonaissuunnittelun yhteydessä. Louhinta, kuormaus, kuljetus ja vastaanottokäsittely muodostavat työvaiheketjun, jossa kunkin työvaiheen suoritustapa vaikuttaa ketjun muiden työvaiheiden työmenetelmiin ja kapasiteetteihin. Louhintatyötä suunniteltaessa on tärkeää tietää, miten ja minkälaisella koneella kuormaus suoritetaan. Oikea tahdistus on myös tärkeä. Koko leikkaustyöryhmän kapasiteetti on sama kuin ketjun heikoimman renkaan kapasiteetti.

Työkustannuksia laskettaessa on otettava mukaan kaikki louhintatyön työvaiheet ja koko työn kesto. Kuormaus työn yksikkökustannus (mk/m<sup>3</sup>itd) voidaan laskea, kun tiedetään materiaali- ja olosuhdetiedot sekä koneen kapasiteetti ja tavoitetuntiansio.

Louhintatyömaan kuormauskoneen valintaan vaikuttavia osatekijöitä ovat mm.:

- työn suuruus
- louhintatapa ja louhekkoko
- louhintasyvyys



- haluttu kuormauskapasiteetti
- työpaikan tilat ym. olosuhteet
- kuljetuskaluston laatu
- saatavissa olevat kuormauskoneet
- kuormaustyön yksikkökustannus.

## 5 KUORMAUSTYÖKOHTTEEN TYÖTURVALLISUUSNÄKÖKOHDAT

Kuormaustyökohteissa koneiden liikkumiset ja työpaikan olosuhteet aiheuttavat koneiden rikkoutumis- ja henkilövaaratilanteita. Erityisesti vaarallisia olosuhteita esiintyy korkeiden rintauksien ja leikkauksien yhteydessä. Kuormauskoneen ja autojen liikkumiset aiheuttavat vaaraa erityisesti kuormauspaikalla liikkuville työntekijöille ja muille henkilöille.

Korkea kuormausrintaus saattaa olla hyvin vaarallinen pienille hidasliikkeisille pistokaivukoneille, joilla kauhan ulottuvuus on pieni. Rintauksesta vyövyvät lohkat aiheuttavat usein vaurioita mm. koneen teloille.

Kuormauskoneen työskentelysäteellä eivät saa työn aikana liikkua muut kuin kuormattavat autot. Kauhasta ja autojen lavoilta putoilee kiviä ja lohkat. Liikuttaessa kuormaustyökohteessa tulee työturvallisuusmääräysten mukaan henkilösuojavarusteena olla kypärä. Määräys koskee myös auto- ja konemiehiä, mikäli he tulevat ulos ajoneuvoistaan. Kaivukoneiden kääntymisliikkeet on myös suunnattava siten, ettei kauhaa kuljeteta auton ohjaamohytin yli.

Räjätystyöt aiheuttavat myös vaaratilanteita kuormaustyökohteessa. Turvallisuustoimenpiteet ovat välttämättä. Koneet siirretään räjäyttämishetkeksi panostajien osoittamaan paikkaan. Panostajien on tarkastettava laukaistut kentät laukeamattomien panosten toteamiseksi.

Leikkauksen päällä olevan maan vyöryminen seinämiä pitkin on estettävä poistamalla maa ennen louhintaa tapahtuvan kalliopinnan puhdistamisen yhteydessä riittävän etäältä seinämien yläreunoilta ( $\geq 1.0$  m). Jos louhinnan aikana seinämiin syntyy ryöstöjä, on maan vyöryminen estettävä sopivalla tavalla.

Kallioseinämiä on myös tarkkailtava mahdollisten vyörymisvaarojen toteamiseksi ja ryhdyttävä työturvallisuuden edellyttämiin toimenpiteisiin. Irtonaiset kivet ja lohkareet kallioseinämistä on pudotettava alas heti kun ne havaitaan.

Sivullisten ja asiattomien henkilöiden pääsy kuormausalueelle on estettävä (taulut, viitoitukset, aitaukset). Kallioseinämät on usein aidattava eläinten leikkaukseen putoamisen estämiseksi.

## 6 VALVONNAT JA TARKASTUKSET

Valvonnat ja tarkastukset kuormauskohteessa kohdistetaan työn laatuun (valmiusasteeseen), työn suorittamisen järjestelmällisyyteen ja taloudellisuuteen sekä työturvallisuusseikkoihin.

Työn valmiusaste- ja laatutarkastuksilla valvotaan lähinnä leikkaussyvyyttä ja leikkauspohjan muotoa. Työn suorittamisen järjestelmällisyyttä, nopeutta, kitkattomuutta ja taloudellisuutta arvosteltaessa tarkastellaan työnjärjestelyn kannalta seuraavia seikkoja:

- onko kuormauskoneen ja autojen sijoitus rintauksessa hyvä; siirtyvätkö kivet kuljetusvälineen lavalle vaittomasti lyhyin liikeradoin ilman tarpeettomia työnsia ja liikeratoja
- eteneekö leikkaus kokonaisuudessaan järjestelmällisesti
- tapahtuuko autojen vaihto nopeasti; onko kuormauspaikka tasainen
- onko autojen lukumäärä riittävä; kuormien koot



- esiintyykö turhia taukoja ja keskeytyksiä työvuoron **aikana**; aiheuttaako räjäytysten suorittaminen liian pitkiä työn keskeytyksiä, ja voidaanko ne järjestää kuormaustyön vapaavuoroaikoina tapahtuviksi; kuinka koneiden tankkaukset, huollot ja korjaukset suoritetaan
- edistyykö kuormaus- ja kuljetustyö suunnitellun aikataulun mukaisesti
- onko kuormaus- ja kuljetuskalusto sopiva työhön.

Työturvallisuusseikkoihin kiinnitetään huomiota tarkastelemalla mm. seuraavia seikkoja:

- millainen on rintauksen vyörymisvaara; tuleeko leikkaus suorittaa useammassa tasossa
- liikkuko työkohteessa asiattomia henkilöitä ja käyttävätkö työntekijät kypäriä liikkuessaan kuormauspaikalla
- onko kallioseinämissä irtonaisia kiviä
- ovatko autojen kuormat kuljetuskelpoisia
- onko rintauksessa laukeamattomia nalleja ja panoksia.

Työkohteen töitä valvoo kohteesta vastuussa oleva henkilö. Yleensä kuormaustyökohde ei vaadi jatkuvia valvontatoimia työpaikalla. Työn käynnistämävaiheessa tulee selvittää kuormauksen suorittamistapa, työpaikka-järjestelyt, työn eteneminen, työturvallisuusnäkökohdat jne. Toimintasäännöistä on tällöin sovittava kaikkien työhön osallistuvien henkilöiden kanssa. Mahdolliset muutostoimenpiteet voidaan suorittaa päivittäisillä tarkastuskäynneillä ja heti kun aihetta ilmenee.

## 7 YHTEENVETO

Edellä on tarkasteltu kuormausolosuhteita, louheen kuormaamiseen ja kuljettamiseen sopivia toimintavälineitä ja -yksiköitä sekä käyty läpi kuormauskoneiden kapasiteetteja ja työmenetelmiä. Lisäksi on tuotu esille kuormaus-työhön liittyviä muita työvaiheita ja painotettu työnsuunnitteluun ja -järjestelyyn liittyviä kysymyksiä.

Kapasiteetteja määritettäessä koneet on jaettu tyypeittäin painoluokkiin. Painoluokkien sisällä on luonnollisesti myös kapasiteetteihin jonkin verran vaikuttavaa vaihtelualuetta. Lisäksi eri konemerkeissä on jonkin verran eroja. Esitetyt kapasiteettitiedot ovat painoluokkien keskimääräisiä; ne voidaan työkuvauksen mukaisella työpaikkajärjestelyllä ja normaalia työskentelytapaa käyttäen helposti saavuttaa ja ylittääkin.

Esitettyä tietoutta on tarkoitettu käytettäväksi:

- 1) Työn suunnittelussa
  - kuormaus- ja kuljetuskaluston koon valinta työkohteisiin
  - työn ajoituslaskelmat
  - työn kustannusten laskeminen.
- 2) Työn järjestelyssä
  - työmenetelmän valinta
  - työpaikkajärjestely
  - eri toimintavälineiden tahdistaminen  
(louhinta - kuormaus - kuljetus - vastaanotto)

Esitetyt työsaavutuksia ja työmenetelmiä koskevat tiedot on julkaistu valtionhallinnon maarakennusalan standardeissa.



