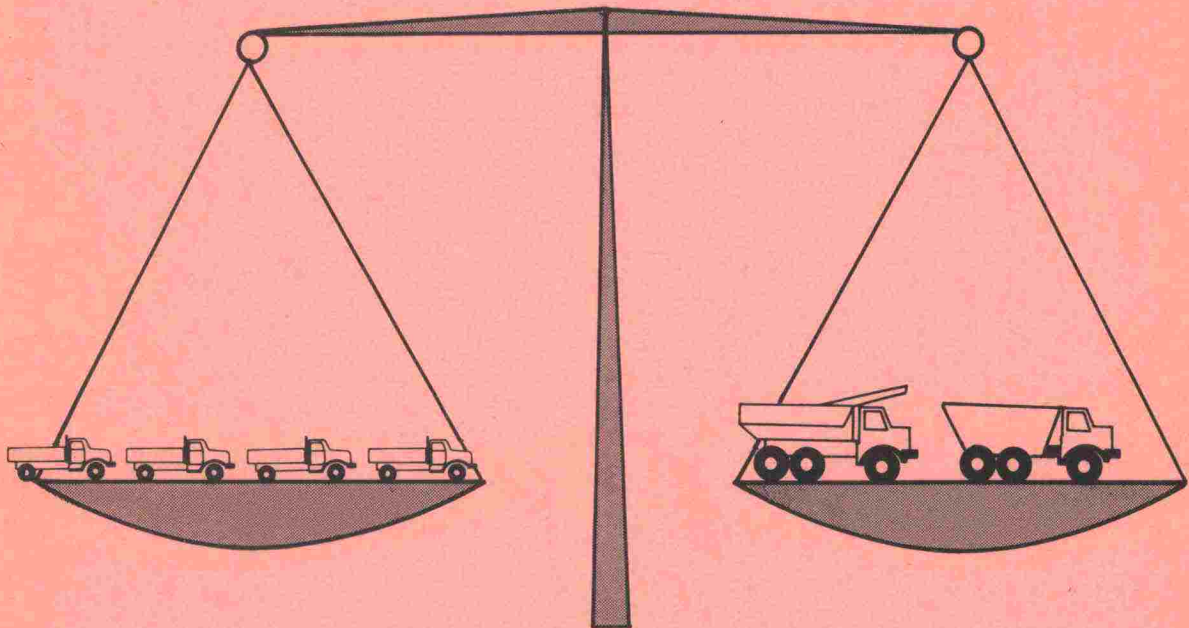


TUOKKOZA, ANTTI

MAA- JA KIVIMASSOJEN KULJETUKSET



TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
Järjestelytoimisto

1974

TVH 2.868 A4

ANTTI TUOKKOLA - RAUNO NISSINEN

MAA- JA KIVIMASSOJEN KULJETUKSET

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

Järjestelytoimisto

Hki 1974



ANTTI TUOKOLA - RÄINKÄ NISSINEN
MAA- JA KIVIMASSOJEN KULJETUKSET

TIE- JA VEIKKAUSKORJAUKSET

1974

ISBN 951-46-0796-1

SISÄLLYSLUETTELO

1	YLEISTÄ	1
2	TALOUDELLISEN KULJETUKSEN TAVOITTEET JA PERUSTEET	1
3	KULJETUSKALUSTO JA KULJETUSTIET	2
	3.1 Kuljetuskalustotyypit	2
	3.2 Kuljetuskaluston käyttörajoituksista	4
	3.3 Kuljetustieluokitus	5
4	TOIMINTAYKSIKÖIDEN MUODOSTAMINEN	5
	4.1 Kuljetuskaluston valinnasta	5
	4.2 Työaikataulu	6
	4.3 Työkohteet ja niiden massamäärät	7
	4.4 Käytettävissä oleva kalusto	8
	4.5 Kuljetusolosuhteet	9
	4.6 Toimintayksikön muodostaminen	9
5	KULJETUSKALUSTOMÄÄRÄN ARVIOINTI	12
6	ESIMERKKI TOIMINTAYKSIKÖN MUODOSTAMISESTA	15
7	KULJETUSTEN TEHOKKUUDEN LISÄÄMISESTÄ	16
	7.1 Työnjärjestelystä	16
	7.2 Kuormaus	17
	7.3 Kuljetus	18
	7.4 Purkaminen ja levitys	18
	7.5 Konehäiriöiden vaikutuksen vähentäminen	18
8	KULJETUKSIIN LIITTYVIÄ TYÖTURVALLISUUSOHJEITA	20
	8.1 Säädöksiä	20
	8.2 Kuormaukseen liittyviä työturvallisuusohjeita	20
	8.3 Kuormauksen purkamisessa esiintyvät tavallisimmat tapaturmat	21
	8.4 Kuorman purkamiseen liittyviä turvallisuusohjeita	21
	8.5 Kuormauspaikalla työskentelevän ja kuorman vastaanottajan varusteet	22
	8.6 Muu varustus	22
9	TYÖN VALVONTA	22
10	YHTEENVETO	22

KIRJALLISUUSLUETTELO

TAVARALIIKENTEN LIIKENNEALUEJAKO

Kuljetusten kustannusosuus tienrakennustöissä on huomattavan suuri, lähes kolmannes kaikista kustannuksista. Tie- ja vesirakennushallitus maksaa maa- ja kivimassojen kuljetuksista noin 140 miljoonaa markkaa vuodessa. Lisäksi kuljetukset vaikuttavat muiden maarakennuskoneiden ajankäyttöön ja näin myös niiden kustannuksiin. Kuljetusten järjestämiseen ei kuitenkaan usein ole uhrattu riittävästi aikaa ja kuljetusten suunnittelu on hyvin usein ollut vain kuljetuskaluston tilaamista työmaalle. Menettelytapaa on perusteltu sillä, että kuljetukset tapahtuvat yksikköhinnoin. Tällöin on kuitenkin samalla synnytetty kustannuspaine yksikköhintoja kohtaan ja siten joudutettu yksikköhintojen korotustarvetta. Oikeutetusti voidaan todeta, että oikealla kuljetusjärjestelyllä saadaan helposti aikaan kustannussäästöjä, varsinkin kun tienrakennustöissä otetaan käyttöön uusi, osittain entisestä poikkeava taksajärjestelmä. Uuden taksan käyttö edellyttää entistä huolellisempaa kuljetusteiden ja kuljetuskaluston valinnan suunnittelua. Tämä moniste on tehty helpottamaan työmaakuljetusten järjestelyä perustuen tie- ja vesirakennuslaitoksessa tehtyihin työntutkimuksiin, asiantuntijoiden haastatteluihin ja alan ammattikirjallisuuteen.

2 TALOUDELLISEN KULJETUKSEN TAVOITTEET JA PERUSTEET

Kuljetusten avulla pyritään siirtämään massoja:

- oikea määrä
- oikeassa järjestyksessä
- oikeaan paikkaan
- oikeana ajankohtana
- mahdollisimman pienin kustannuksin

Kuljetustehtävän onnistuneen ratkaisun edellytyksenä on olosuhteiden, kaluston ja kustannusmuodostuksen tarkka tunteminen. Ennen kuljetuskaluston valintaa on suoritettava huolellinen ennakkosuunnittelu. Suunnitelmaan tulisi sisältyä:

- luotettava ja toteutuskelpoinen massansiirtosuunnitelma
- vaihtoehdot huomioonottava kuljetustiesuunnitelma
- kaluston valinnan ja käytön suunnittelu

3 KULJETUSKALUSTO JA KULJETUSTIET

3.1 Kuljetuskalustotyypit

Kuljetuskalusto voidaan ryhmitellä rakenteen mukaan kuorma-autoihin, maansiirtoautoihin, traktoridumppereihin, traktori - perävaunuyhdistelmiin ja keikkavaunuihin. Ryhmät voidaan vielä tarkemmin jakaa vetotavan ja kantavuuden perusteella (kuva 1). Vetotavoista käytetään tavallisimmin seuraavia merkintöjä:

- merkintä 4 x 2 = 2-akselinen ajoneuvo, jonka toinen akseli vetää
- merkintä 4 x 4 = 2-akselinen ajoneuvo, jonka molemmat akselit vetävät
- merkintä 6 x 2 = 3-akselinen ajoneuvo, jonka yksi akseli vetää
- merkintä 6 x 4 = 3-akselinen ajoneuvo, jonka kaksi akselia vetää
- merkintä 6 x 6 = 3-akselinen ajoneuvo, jonka kaikki akselit vetävät

Valittaessa kuljetuskalustoa maansiirtotehtäviin tulisi muistaa, että kuorma-autot ovat alkujaan suunnitellut maantieajoon. Tästä syystä niiden vaihteisto ei aina sovi maastojoon. Maansiirtoautot ovat vahvarakenteisia maan- ja louheen ajoon suunniteltuja kuorma-autoja. Suomessa käytetyt maansiirtoautot ovat kooltaan pieniä tai keskisuuria. Traktoridumpperit ovat erityisen vaikeisiin kuljetusolosuhteisiin suunniteltuja kuljetusvälineitä. Niille on tyypillistä 3-akselinen alusta, suuri maavara, suuret pyörät sekä runko-ohjaus. Suomalaisille rakennustyömaille traktoridumpperit ilmestyivät 70-luvun alussa. Traktori - perävaunuyhdistelmää voidaan käyttää maansiirtokuljetuksiin maastokelpoisuutta vaativissa olosuhteissa ja lyhyillä ajomatkoilla. Keikkavaunuja käytetään yleensä vain betoninsiirtoihin työmaalla.



Kuva 1: Kuljetuskalustosta käytetyt lyhenteet ja käyttö-
alueet

DUMPPERIT	Vetotapa/ kantavuus tn	Lyhenne	Käyttöalue
	6x2/ ≤ 6.0	TRY 00	Työmaatiet
	6x2/6.1 - 9.0	TRY 06	
	6x2/9.1 - 15.0	TRY 09	
	6x4/ ≤ 6.0	TRK 00	Työmaa- ja luonnontiet
	6x4/6.1 - 9.0	TRK 06	
	6x4/9.0 - 15.0	TRK 09	
6x6/ ≤ 10.0	TRT 00	Työmaa- ja luonnontiet	
	6x6/10.1- 15.0		TRT 10
	6x6/ >15.1		TRT 15
MAANSIIRTOAUTOT	Kantavuus tonnia		
	≤ 10.0	MA 00	Kovapohjaiset luonnon- ja työmaatiet
	10.1 - 15.0	MA 10	
	15.1 - 25.0	MA 15	
	25.1 - 35.0	MA 25	
	35.1 - 50.0	MA 35	
	> 50.0	MA 50	
KUORMA-AUTOT	Vetotapa/ kantavuus tn		
3-akseliset	6x2/6.501 - 8.250	KAY 06	Maantiekul- jetukset
	6x2/8.251 -10.000	KAY 08	
	6x2/ > 10.000	KAY 10	
	6x4/6.501 - 8.250	KAK 06	Maantie- ja työmaatie- kuljetukset
	6x4/8.250 -10.000	KAK 08	
	6x4/ > 10.000	KAK 10	
6x6/6.501 - 8.250	KAT 06	Työmaatie- ja luonnontie- kuljetukset	
	6x6/8.251 -10.000		KAT 08
	6x6/ > 10.000		KAT 10
2-akseliset	4x2/4.001 - 5.250	KA 04	Maantiekul- jetukset
	4x2/5.251 - 6.500	KA 05	
	4x2/6.501 - 8.250	KA 06	
	4x2/ > 8.250	KA 08	
	4x4/4.001 - 5.250	KAN 04	
4x4/5.251 - 6.500	KAN 05		
4x4/6.501 - 8.250	KAN 06		
4x4/ > 8.250	KAN 08		

Kuva 2 Kuljetuskaluston ominaisuuksia

	Tyyppi	Veto- tapa	Kanta- vuus (tn)	Lavatilavuus		Maksimi- työpaino hv kohti (kg/hv)	Huippu- nopeus (km/h)	Pienin kaantö- säde (m)	Kuor- maus- korkeus (m)	Kokonais-		Pienin maa- vara (cm)
				Tasa- mitta (m ³ SAE)	Kukkura- mitta (m ³ SAE)					pituus (m)	leveys (m)	
KUORMA- AUTOT	2-akseliset KA,KAN	4x2,4x4	4-9	3-6	4-8	50-100	75-105	5-9	2,2	5-7	2,4-2,5	25
	3-akseliset KAY,KAK KAT	6x2,6x4 6x6	9-12	5-9	7-12	55-110	70-105	8-9	2,2	7-10	2,4-2,5	25
TRAKTORI- DUMPPERIT	TRK	6x4	17	8	11	195	30	8	2,3	9	2,5	40
	TRT	6x6	20	10	13	170	30	9	2,5	8	2,6	50
MAANSIIRTO- AUTOT	MA 10	4x2,4x4	10-15	5-6	6-7	140-150	40-45	5-8	2,4-2,5	5	2,4-2,5	40-50
	MA 15	4x2,4x4	15-25	8-12	9-15	120-150	45-70	7-21	2,5-2,8	6-8	2,7-3,7	30-45
	MA 25	4x2,4x4	25-35	12-18	17-24	120-145	55-60	7-19	2,8-3,5	7-9	3,5-4,1	35-50
	MA 35	6x4 4x2,4x4	35-50	19-24	24-31	125-190	45-65	9-22	3,3-3,8	8-10	3,8-4,1	45-55
	MA 50	4x2	50-120	32-47	41-61	145-200	55-70	16-25	3,8-4,8	10-11	4,6-5,8	55-65

3.2 Kuljetuskaluston käyttörajoituksista

Ajokaluston valintaa rajoittaa lainsäädäntö, jonka tarkoituksena on suojella teitä, siltoja sekä muita laitteita liialliselta kuormitukselta ja huolehtia liikenneturvallisuustekijöistä. Tällaisia kuljetusvälineeseen ja kuormakokoon liittyviä määräyksiä ovat:

- suurin sallittu auton leveys on yleisillä teillä 2.50 m
- suurin sallittu akselipaino ei yleisillä teillä saa ylittää 8 tonnia eikä telipaino 13 tonnia
- kuorma-auton ja perävaunun yhdistelmäpainoa koskeva ns. siltasääntö (kts. moottoriajoneuvoasetuksen 36 §).

Edellisestä poiketen saa tie- ja vesirakennuslaitoksen työmailla käyttää korotettua kuormakokoa (Tr-osaston kirjeet n:o Tr-211/20.1.1967 ja Tr 832/6.3.1967). Kuljetusvälineiden on oltava rekisteröityjä. Sellaisia kuljetusvälineitä, joita ei voida suuruutensa takia rekisteröidä voidaan käyttää rekisteröimättöminä yleiseltä liikenteeltä suljetuilla alueilla. Yleisen tien ylittäminen tai sitä pitkin ajaminen rekisteröimättömällä kuljetusvälineellä edellyttää erillisen

käyttöluvan anomista liikenneministeriöltä. Yleiselle liikenteelle tarkoitettu tie voi olla myös yksityinen tie.

Ammattimaista moottoriajoneuvoliikennettä ei saa harjoittaa ilman asianmukaista lupaa (tieliikennelaki § 5). Lupa oikeuttaa liikennöimään tietyllä liikennealueella (liite 1). Liikennöimiseen tämän alueen ulkopuolella tarvitaan "poikkeuslupa" (asetus ammattimaisesta moottoriajoneuvoliikenteestä § 22).

3.3 Kuljetustieluokitus

Kuljetustiet on luokiteltu taloudellisuusstandardissa (TVH n:o 2.899) tien laadun ja olosuhteiden perusteella (kuva 3). Kuljetustien leveyteen vaikuttaa kuljetuskalustotyyppi ja liikennesuuntien määrä. Tien vähimmäisleveys yksisuuntaisessa liikenteessä on dumppereilla 4 m, kuorma-autoilla 5 m ja maansiirtoautoilla 5...7 m. Vastaavasti kaksisuuntaisessa liikenteessä vähimmäisleveydet ovat dumppereilla 6 m, kuorma-autoilla 7 m ja maansiirtoautoilla 8...10 m. Kuljetustie luokitellaan kapeaksi, jos sen leveys on näitä pienempi.

4 TOIMINTAYKSIKÖIDEN MUODOSTAMINEN

4.1 Kuljetuskaluston valinnasta







Kuormaus, kuljetus, levitys ja tiivistäminen muodostavat työketjun, jonka eri osien on sovittava yhteen. Ensimmäisenä tavoitteena työkoneita valittaessa on olosuhteisiin sopivan taloudellisimman yhdistelmän löytäminen. Kuljetuskaluston osalta onnistuneen valinnan tekeminen edellyttää tietoa kuljetuskalustotyyppien ominaisuuksista sekä vaihtoehtolaskelmia eri kalusto- ja kuljetustievaihtoehtojen välillä. Valintaan vaikuttavat monet tekijät, kuten mm. työaikataulu, työkohteiden sijainti ja niiden massamäärät, tarjolla oleva kalusto sekä kuljetusolosuhteet.

4.2 Työaikataulu

Työaikataulu määrää työn ajankohdan ja näinollen keliolosuhteet. Työaikataulun avulla voidaan laskea työvuoron minimityösaavutus. Työtä saadaan vuorokaudessa tehtyä enemmän:

- lisäämällä päivittäistä työaikaa
- lisäämällä toimintayksiköjä tai niiden kapasiteetteja.

Kuva 3 Tieluokitus ja kuorma-auton arvioitu matkanopeus

	TIEKUVAUS	TIEN LAATU	MATKANOPEUS KUORMATTUNA (km/h)
Yleiset tiet	Luokka 1 	täysin kantava tasainen päällystetty leveä	45...50
	Luokka 2 	täysin kantava tasainen kova maa leveä	40...45
	Luokka 3 	täysin kantava tasainen kova maa kapea mutkainen	30...40
Työmaatiet	Luokka 4 	kantava, painuma = 5 cm pehmeä maa kapea mutkainen	15...30
	Luokka 5 	heikko kantavuus, painumat = 20 cm pehmeä maa kapea mutkainen	10...15
Luonnon tiet	Luokka 6 	heikko kantavuus, painumat = 20 cm luonnon maa	5...10

Sama työmäärä voidaan työvuorossa saavuttaa joko usealla pienellä koneella tai muutamalla isolla koneella. Työkoneita valittaessa voidaan pienen kuljetusvälineen etuina ja haittoina mainita:

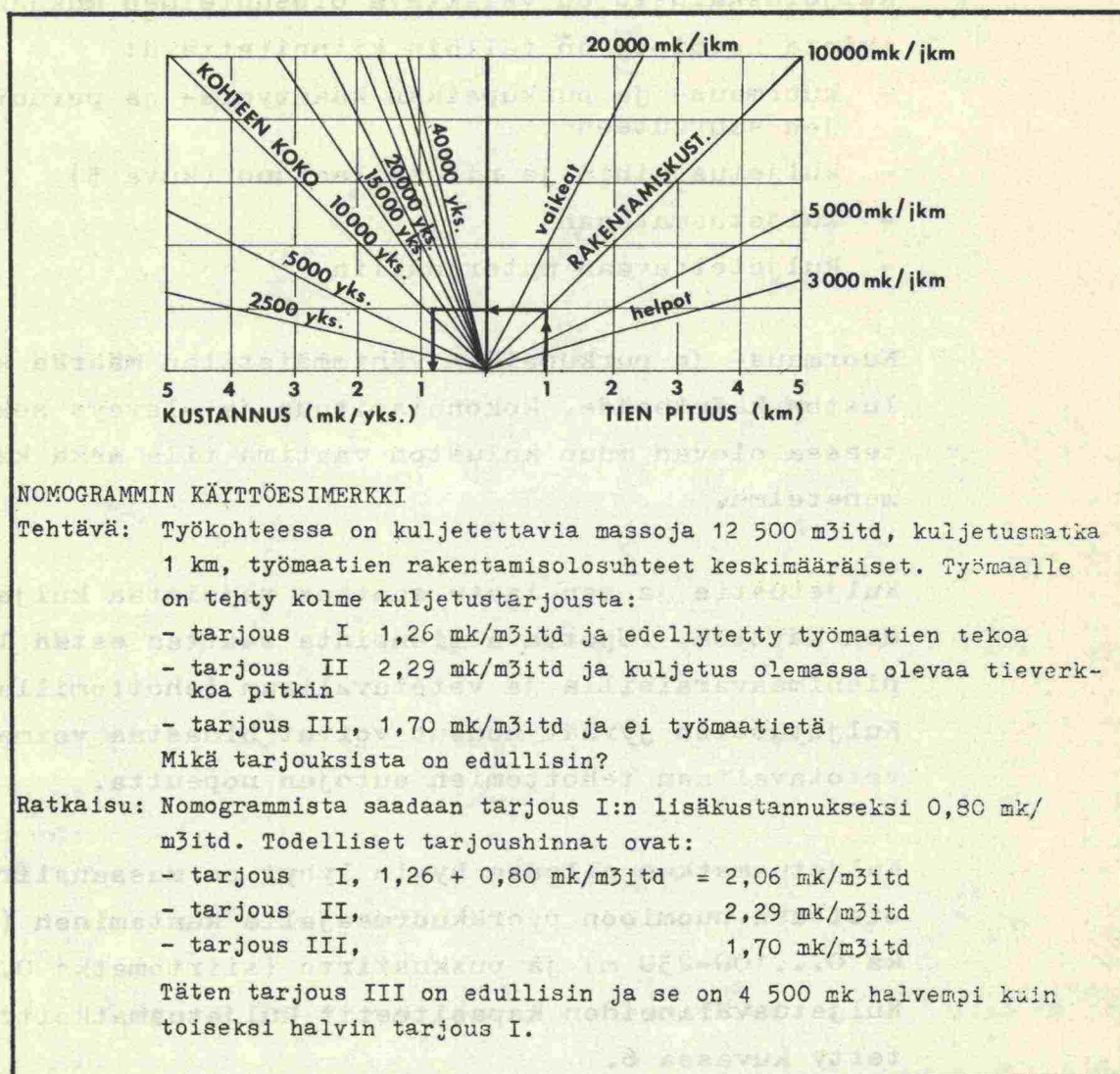
- + ketteriä, mikä saattaa olla eduksi myös lyhyillä kuljetusmatkoilla
- + nopeita
- + kuljetuskapasiteetti pienenee suhteellisesti vähemmän, jos kuljetusväline rikkoutuu
- + kuljetusvälineiden kapasiteetin sovittaminen kuormauksen kapasiteettiin on helpompaa
- + kuljetus voi tapahtua esteettä myös yleisillä teillä
- + pientä kalustoa helpommin saatavana
- kuormauskapasiteetti voi pienentyä (autonvaihdot, tarkkuus)
- suuri automäärä aiheuttaa lisätyötä ylösotolle, onnettomusriskin suurenemisen ja haittaa muulle liikenteelle
- maastokelpoisuus on yleensä huonohko (vetotapa)

4.3 Työkohteet ja niiden massamäärät

Kuljetuskaluston valintavaihtoehtoina on usein maastokelpoisen kaluston käyttö tai työmaatien rakentaminen ja kuorma-autokaluston käyttö. Työmaantien rakentamisen edullisuus riippuu työkohteen massamäärästä ja rakennettavan kuljetustien pituudesta ja sen muista hyväksikäyttömahdollisuuksista sekä jo olemassaolevan tieverkon käyttömahdollisuuksista. Kuljetustien rakentamisesta aiheutuvaa yksikkökustannusten lisäystä on verrattava saatavaan kuljetuskustannussäästöön (kuva 4). Työmaatien rakentamiskustannukset ovat vuoden 1973 hintatason mukaan:

- helpot 3000...5000 mk/km, rakentaminen käsittää vain tiealueen raivauksen ja tasauksen tai jäädyttämisen
- keskimääräiset noin 10 000...11 000 mk/km, rakentaminen tehdään kuivissa olosuhteissa ja rakennettavien kerrosten paksuus on 0...30 cm
- vaikea noin 20 000...22 000 mk/km, työ tehdään syksyllä tai keväällä kelirikon vallitessa, kerrosten paksuus on yli 30 cm

Kuva 4 Työmaatien rakentamisen vaikutus kuljetuskustannuksiin



4.4 Käytettävissä oleva kalusto

Kuorma-autoja on arvioitu olevan maarakennustöissä n. 8000 kpl, maansiirtoautoja n. 100 kpl ja traktoridumppereita n. 90 kpl. Työkohteen lähiympäristöstä on siis yleensä aina saatavana kuorma-autoja, mutta traktoridumpperien ja maansiirtoautojen saaminen on vaikeaa. Kuitenkin kuljetuskaluston hankkiminen kauempaa voi olla edullisempaa kuin työn tekeminen siihen sopimattomalla kalustolla. Tällöin on varmistauduttava tarpeellisen varakaluston saannista, ettei jouduta käyttämään eri tyyppistä ja kokoista kuljetuskalustoa samassa kuljetustehtävässä.

4.5 Kuljetusolosuhteet

Kuljetuskalusto on valittava olosuhteiden mukaan. Eri-tyistä huomiota on tällöin kiinnitettävä:

- kuormaus- ja purkupaikan kääntymis- ja peruutustilojen suuruuteen
- kuljetusteihin ja niiden laatuun (kuva 5)
- kuljetusmatkaan
- kuljetettavaan materiaaliin

Kuormaus- ja purkupaikan vähimmäistilan määrää kuljetuskaluston kääntösäde, kokonaispituus ja -leveys sekä työkohteessa olevan muun kaluston vaatima tila sekä käytetty työmenetelmä.

Kuljetustie ja sen laatu saattaa rajoittaa kuljetusvälineiden käyttöä. Upottava tienpinta saattaa estää liikkumisen pienimaavaraisilla ja vetotavaltaan tehottomilla autoilla. Kuljetustien jyrkät nousut voivat hidastaa voimattomien ja vetotavaltaan tehottomien autojen nopeutta.

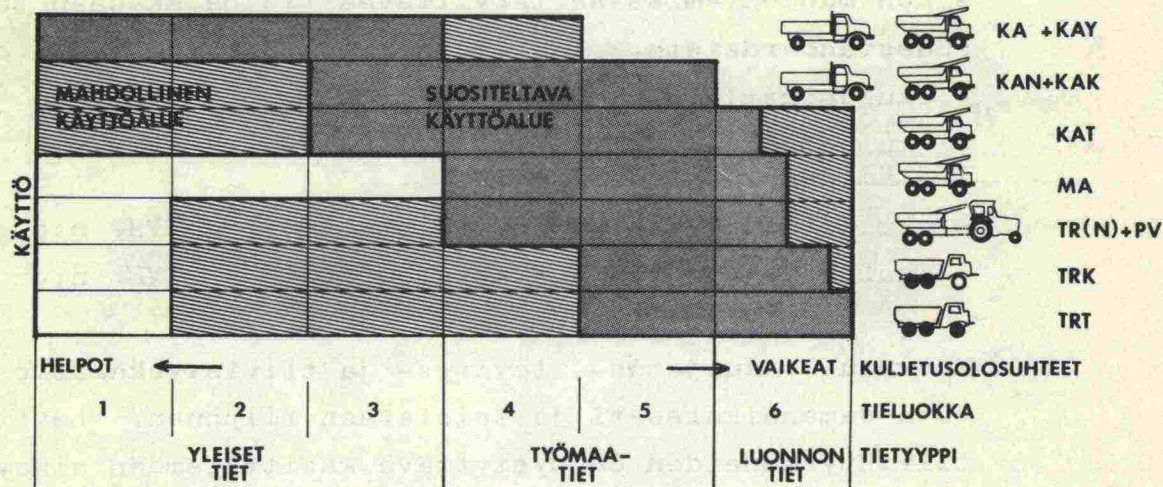
Kuljetusmatkan ollessa hyvin lyhyt on massansiirtotapana otettava huomioon pyöräkuormajalla kantaminen (siirtomatka 0...100-250 m) ja puskusiirto (siirtomatka 0...80 m). Kuljetusvälineiden kapasiteetit kuljetusmatkoittain on esitetty kuvassa 6.

Kuljetettavan materiaalin ominaisuudet asettavat lavalle vaatimuksia. Kuljetettaessa louhetta on vahva teräslava tarpeellinen. Tiivistä lavaa ja korkeaa perälautaa tarvitaan kuljetettaessa kesällä vetisiä maalajeja. Lämmitettävän lavan avulla pystytään talvella vähentämään materiaalin kiinnitarttumista lavaan. Usein joudutaan kiinnitarttumisen estämiseksi käyttämään myös suolaa.

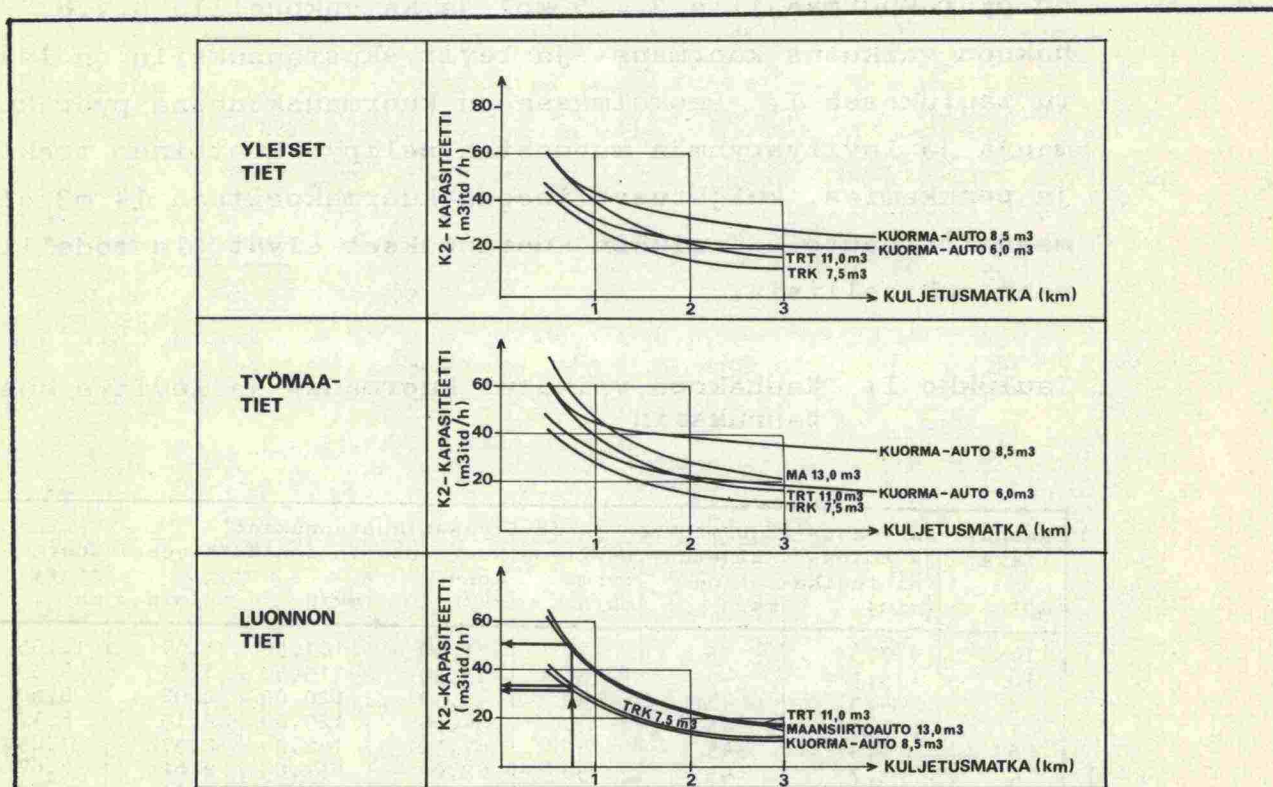
4.6 Toimintayksiön muodostaminen

Toimintayksikön muodostaminen on yhteensopivien toimintavälineiden etsimistä. Yleensä tarjolla olevasta kalustosta

Kuva 5: Kuljetuskaluston käyttö tieluokittain



Kuva 6: Kuljetuskaluston K2-kapasiteetit kuljetusmatkan mukaan



Tehtävä: Luonnontieellä tapahtuvasta kuljetuksesta, kuljetusmatka 0,75 km, on tehty 4 tarjousta: Tarjous 1: ajo traktoridumppereilla (7,5 m³), vuokra 49 mk/h; tarjous 2: ajo traktoridumppereilla (11 m³), vuokra 66 mk/h; tarjous 3: ajo maansiirtoautoilla (13 m³), vuokra 81 mk/h; tarjous 4: ajo kuorma-autoilla (8,5 m³), vuokra 42 mk/h. Mikä tarjous on edullisin?

Ratkaisu: Nomogrammista saadaan ohjeelliset K2-kapasiteetit: tarjous 1 = 34 m³itd/h; 2 = 50 m³itd/h; 3 = 50 m³itd/h; 4 = 31 m³itd/h. Tällöin saadaan yksikköhinnoksi: tarjous 1 = 1,44 mk/m³itd; 2 = 1,32 mk/m³itd; 3 = 1,62 mk/m³itd ja 4 = 1,35 mk/m³itd. Täten halvin tarjous on tarjous 2. Alustavasti voidaan valita tarkasteltavaksi tarjoukset 2 ja 4. Olosuhteiden vaikeudesta riippuu kumpi vaihtoehto valitaan.

voidaan muodostaa useita toimintayksiköitä. Näistä valitaan olosuhteisiin parhaiten soveltuva ja edullisin. Toimintayksikön muodostamisessa tarvittavaa tietoa saadaan taloudellisuusstandardeista. Tällaisia kuljetusstandardeja ovat:

- kuljetustieluokitus TVH n:o 2899
- kuljetusten valmistelu ja järjestäminen TVH n:o 3003
- kuljetuskalustotyypin valinta TVH n:o 3004
- kuljetuskaluston K2-kap.standardi TVH n:ot 2895 - 2898

Kuorma-, kuljetus-, levitys- ja tiivistyskalusto on valittava samanaikaisesti ja toisistaan riippuen. Levitys- ja tiivistyskoneiden on pystyttävä käsittelemään aikayksikössä sama materiaalmäärä kuin kuormauskoneen. Kuorma- ja kuljetusvälineyhdistelmä muodostetaan kuorma- ja kauhakoon suhteen perusteella. Edullisin kauhallisten lukumäärä kuormaa kohti on pyöräkuormaajilla 3...5 kpl ja kaivukoneilla 4...8. Kauhakoon vaikutus kuorma- ja levityskustannuksiin on laskettu taulukossa I. Laskelmassa on kuormauskoneena pyöräkuormaaja ja levitysryhmän muodostaa nelipyörävetoinen traktori ja penkkamies, kuljetusvälineenä kuormakooltaan 14 m³ oleva maansiirtoauto. Taulukon kustannukset eivät ole todellisia vaan suhteellisia.

Taulukko I: Kauhakoon vaikutus kuorma- ja levitys kustannuksiin

Kauhal- lisiä mpl	Kuorma- ja auton- vaihtoaika (min)	Kuormauksen ja levityksen kustannukset						
		Kuljetus- väline mk/h	Levitys- ryhmä mk/h	Kuorma- kone mk/h	Yhteensä mk/h	Yhteensä mk/min	Kuorma- hinta mk	Yhteensä mk/m ³ itd
14	7,3	45	30	31,50	101,50	1,69	12,35	0,88
10	5,3	45	30	38,50	113,50	1,81	9,59	0,69
8	4,3	45	30	45,50	120,00	2,00	8,60	0,61
7	3,8	45	30	54,00	129,00	2,15	8,17	0,58
6	3,3	45	30	67,50	142,00	2,37	7,85	0,56
4	2,7	45	30	82,00	157,00	2,62	7,07	0,41
3	2,1	45	30	120,00	195,00	3,25	6,82	0,49
2	1,8	45	30	170,00	245,00	4,08	7,34	0,52

Kuormaus - kuljetusvälineyhdistelmän on lisäksi täytettävä seuraavat ehdot:

- kuormakoon oltava jaollinen kauhakoolla. Suhteen laske-
misessa on huomioitava täyttöaste. Suhde lasketaan tasa-
mitan mukaan. Samalla kannattaa käyttää hyväksi saman
painoluokan kuormaajien kauhakokojen vaihtelu
- kuormaajan suurimman kuormauskorkeuden on oltava vähintään
0,5 m suurempi kuin kuljetuskaluston lavanreunan korkeuden
kuormattaessa samalta tasolta, jossa kuljetusvälineet
liikkuvat
- kuljetuskaluston kuormakoon vaihtelu on oltava pienempi
kuin kuormaajan kauhakoon

5 KULJETUSKALUSTOMÄÄRÄN ARVIOINTI

Edullisimmassa käyttötilanteessa kuormaus- ja kuljetuskalus-
ton kapasiteetit vastaavat toisiaan. Tämä on myös tahdistuk-
sen tarkoitus. Näin voidaan minimoida työkoneiden odotukset.
Kuljetuskalustomäärän arviointi tapahtuu taloudellisuusstan-
dardien avulla:

- mitoitusohjeet TVH rek.n:o 2900 - 2908
- K2-kapasiteettistandardit TVH rek.n:o 2895 - 2898 (ku-
vat 7 - 9).

Standardeista saatu automäärä pyöristetään aina alaspäin.
Tahdistusta voidaan tarkentaa työaikana suoritettavien keik-
ka-aikamittauksin.

Kuva 6a: Esimerkki kalustomäärän arvioinnista

KÄYTTÖESIMERKKI	LASKENTAKAAVIO		
<p>Tehtävä: Ajetaan leikkausmaita penke- reeseen kuorma-autoilla, au- tojen kuormakoko on 8 m³itd, kuljetus tapahtuu työmaatie- tä pitkin 5 km:n päähän, pe- ruutusmatka on kuormauspai- kalla 10 m ja levityspaikal- la 70 m, ajon aikana joudu- taan ylittämään yleinen tie (pakollinen pysähdys), kuor- mauksen K2-kapasiteetti on 100 m³itd/h. Mikä on kulje- tusvälineen kierrosaika? Mi- kä on autojen lukumäärä?</p>	PERUSAIKA	ESIM.	
	- kuormausaika	3,5	
	- ajoaika (kuljetus+paluu)	22,0	
	- purkuaika	0,6	
	T1=	26,1	
	MENETELMÄN LISÄAJAT		
	- kääntymiset ja peruutukset	1,5	
	- perälaudan kiinnitys	-	
	- kuorman punnitus	-	
	- lavan puhdistus	-	
- lavan suolaus	-		
- pakolliset pysähtymiset	2,0		
	TL1=	3,5	
T2 = Σ	T1 =	26,1	
	TL1=	3,5	
	T2 =	29,6	
<p>Ratkaisu: Laskentakaaviosta saadaan keikka-ajaksi ≈ 30 min. Sitä vastaava kuljetuskapasiteetti on 16 m³itd/h. Auton tarve on tällöin = kuormauskapasiteetti (K2): Kuljetuskapasiteetti (K2) = 100:16 = 6,3 kpl ⇒ 6 autoa.</p>			

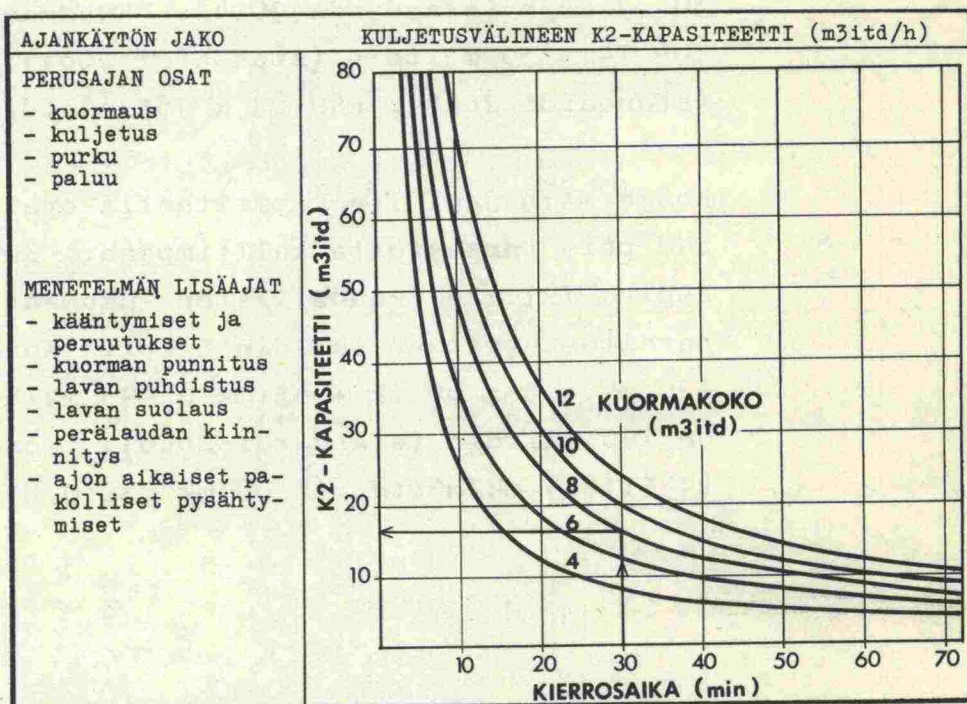
Kuva 7: Kuljetusvälineiden ajo-, kuormaus- ja purkuajat

<p>MASSOJEN KULJETUS KUORMA-AUTOILLA KAUPUNKISEUDULLA</p> <p>PERUSAIKA</p> <p>1- esim: sisempi kehätie, ulosmenotie, asuntoalueiden kokoojakadut 2- esim: kaupungin vilkkaasti liikennöidyt kadut 3- esim: työmaatiet</p> <p>Ajoaika (kuljetus + paluu)</p> <p>AJO AJOAIKA (min)</p> <p>KULJETUSMATKA (km)</p>		<p>MASSOJEN KULJETUS KUORMA-AUTOLLA</p> <p>PERUSAIKA</p> <p>Ajoaika (kuljetus + paluu)</p> <p>AJO AJOAIKA (min)</p> <p>KULJETUSMATKA (Kuormauksesta - levitykseen)</p>							
<p>MASSOJEN KULJETUS MAANSIIRTOAUTOILLA</p> <p>PERUSAIKA</p> <p>Ajoaika (kuljetus + paluu)</p> <p>AJO AJOAIKA (min)</p> <p>KULJETUSMATKA (Kuormauksesta - levitykseen)</p>		<p>MASSOJEN KULJETUS DUMPPERILLA</p> <p>PERUSAIKA</p> <p>Ajoaika (Kuljetus + paluu)</p> <p>AJO AJOAIKA (min)</p> <p>KULJETUSMATKA (km)</p>							
<p>KUORMAUS</p> <p>Kuormausaika</p> <p>KUORMAUSAIKA (min)</p> <p>KUORMAUKSEN K2-KAPASITEETTI (m3/h)</p> <p>KUORMAKOOT (m3)</p>		<p>PURKU</p> <p>PURKUTAPA</p> <p>PURKUAIKA (min)</p> <table border="1"> <tr> <td>kasaan kipaten</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>matoksi kipaten</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>levityskelkalla vetäen</td> <td>-</td> </tr> </table>		kasaan kipaten	0,6	matoksi kipaten	0,8	levityskelkalla vetäen	-
kasaan kipaten	0,6								
matoksi kipaten	0,8								
levityskelkalla vetäen	-								

Kuva 8: Kuljetusvälineiden menetelmän lisäajat

KUORMA-AUTOT			KUORMA-AUTOT KAUPUNKILIIKENTEESSÄ		
MENETELMÄN LISÄAJAT (min)			MENETELMÄN LISÄAJAT (min)		
LISÄAJAN NIMI	AIKA	HUOMAUTUKSIA	LISÄAJAN NIMI	AIKA	HUOMAUTUKSIA
kääntymisen ja peruutus	1,3	kuorma- ja purkupaikan yhteenlaskettu peruutusmatka ≤ 50 m	kääntyminen ja peruutus	1,8	kuorma- ja purkupaikan yhteenlaskettu peruutusmatka ≤ 50 m
kääntyminen ja peruutus	1,3 + n-0,2	peruutusmatkan kasvaessa yli 50 m:n lisätään peruutusaikaan alkavilta 50 m:ltä 0,2 min	kääntyminen ja peruutus	1,6 + n-0,2	peruutusmatkan kasvaessa yli 50 m:n lisätään peruutusaikaan alkavilta 50 m:ltä 0,2 min
perälaudan kiinnitys	0,5	kun perälaudan kiinnitys vaatii miestäytötä	perälaudan kiinnitys	0,5	kun perälaudan kiinnitys vaatii miestäytötä
kuorman punnitus	0,5		kuorman punnitus	0,5	
lavan puhdistus	5,0		lavan puhdistus	5,0	
lavan suolaus	1,0		lavan suolaus	1,0	
ajonaikainen pakollinen pysähtyminen	1,0	otetaan huomioon vain jos kuljetusmatka ≥ 3 km	ajonaikainen pakollinen pysähtyminen	1,0	otetaan huomioon vain jos kuljetusmatka ≥ 3 km
MAANSIIRTOAUTOT			TRAKTORIDUMPPERIT		
MENETELMÄN LISÄAJAT (min)			MENETELMÄN LISÄAJAT (min)		
LISÄAJAN NIMI	AIKA	HUOMAUTUKSIA	LISÄAJAN NIMI	AIKA	HUOMAUTUKSIA
kääntyminen ja peruutus	1,3	kuorma- ja purkupaikan yhteenlaskettu peruutusmatka ≤ 50 m	kääntyminen ja peruutus	1,3	kuorma- ja purkupaikan yhteenlaskettu peruutusmatka ≤ 50 m
kääntyminen ja peruutus	1,3 + n-0,2	peruutusmatkan kasvaessa yli 50 m:n lisätään peruutusaikaan alkavilta 50 m:ltä 0,2 min	kääntyminen ja peruutus	1,3 + n-0,2	peruutusmatkan kasvaessa yli 50 m:n lisätään peruutusaikaan alkavilta 50 m:ltä 0,2 min
perälaudan kiinnitys	-	kun perälaudan kiinnitys vaatii miestäytötä	perälaudan kiinnitys	0,5	kun perälaudan kiinnitys vaatii miestäytötä
kuorman punnitus	0,5		kuorman punnitus	0,5	
lavan puhdistus	5,0		lavan puhdistus	5,0	
lavan suolaus	1,5		lavan suolaus	1,0	
ajonaikainen pakollinen pysähtyminen	0,5	otetaan huomioon vain jos kuljetusmatka ≥ 3 km	ajonaikainen pakollinen pysähtyminen	0,4	otetaan huomioon vain jos kuljetusmatka ≥ 3 km

Kuva 9: Kuljetusvälineen K2-kapasiteetti



6 ESIMERKKI TOIMINTAYKSIKÖN MUODOSTAMISESTA

6.1 Tehtävä

Työmaan on kuormattava ja kuljetettava louhetta 10000 m³itd. Louheen kuormausluokka on L2 ja rintauksen korkeus 1 m. Louhe voidaan kuljettaa raivattua tielinjaa tai yleistä tietä pitkin. Kuljetusmatka on tielinjaa pitkin 0.7 ja yleistä tietä pitkin 1,3 km. Yleistä tietä käytettäessä joudutaan tekemään 0,4 km työmaatietä, jonka arvioitu rakennuskustannus on 10 000 mk/km. Työhön voidaan käyttää seuraavia koneita:

- KUP 14, kauhakoko (tasa)	1,7 m ³	tuntivuokra	67 mk/h
25, kauhakoko	4,0 m ³		120 mk/h
- KKH 25, kauhakoko	1,1 m ³		95 mk/h
- PT 08			45 mk/h
- MA 17, kuormakoko	13,0 m ³		80 mk/h
- TRT 15, kuormakoko	11,0 m ³		66 mk/h
- KAY 10, kuormakoko	8,5 m ³	yksikköhinta	1,66 mk/m ³ itd

Muodosta edullisin koneyhdistelmä.

6.2 Ratkaisu

Vaihtoehto 1: ajo tielinjaa pitkin

Standardin 3004 mukaan kuljetusvälineenä voidaan käyttää joko MA:ta tai TRT:tä. Kuljetusvälineiden karkeat kapasiteetit 50 m³itd/h (standardi 3004). Kuormajien K2-kapasiteetit KUP 14 150 m³itd/h (standardi 2661), KUP 25 230 m³itd/h (standardi 2663), KKH 25 x 165 m³itd/h (std 2658).

Koska MA:n ja TRT:n kapasiteetit ovat samat, voidaan MA jättää pois tarkastusta kalliimpana. Kuormauskoneista on KUP 25 sopiva TRT:lle (kauhallisten lukumäärä, standardi 3004). Dumpereita tarvitaan tällöin 5 kpl. Konekustannukset tällöin: 120 mk + 5 x 66 mk + 45 mk = 495 mk/h. K3-kapasiteetti KUP 25 on 190 m³itd/h (standardi 2666). Konekustannus on tällöin (495:180) mk/m³itd = 2.60 mk/m³itd.

Vaihtoehto 2: ajo yleistä tietä pitkin

Standardin 3004 mukaan kuljetusvälineeksi soveltuu KAY. Työmaantien rakentamisen aiheuttama kustannuslisäys (standardi 3003) = 0,40 mk/m³itd. Kuljetuskustannus on tällöin (1,64 + 0,40) mk/m³itd = 2.04 mk/m³itd. Kuormauskoneena voidaan käyttää KUP 14 tai KKH 25. Niiden K₃-kapasiteetit ovat KUP 14 = 115 m³itd/h (standardi) ja KKH 25 = 105 m³itd (standardi 2660). Kuormaus- ja levityskustannukset: KUP 14 + PT 08 (67 + 45):115 = 0,97 mk/m³itd, KKH 25 + PT 08 (96 + 45):105 = 1,33 mk/m³itd. Kokonaiskustannukset halvemman vaihtoehdon osalta ovat (204 + 0,97) mk/m³itd = 3.01 mk/m³itd.

6.3 Koneyhdistelmän valinta

Ajo tielinjaa pitkin dumppereilla osoittautui halvimmaksi vaihtoehdoksi. Koneyhdistelmän muodostavat tällöin KUP 25 + 5 TRT 15 + PT 08. Koneyhdistelmän edullisuutta lisännee vielä pienet kuljetustien kunnossapitokustannukset.

7 KULJETUSTEN TEHOKKUUDEN LISÄÄMISESTÄ

7.1 Työnjärjestelystä

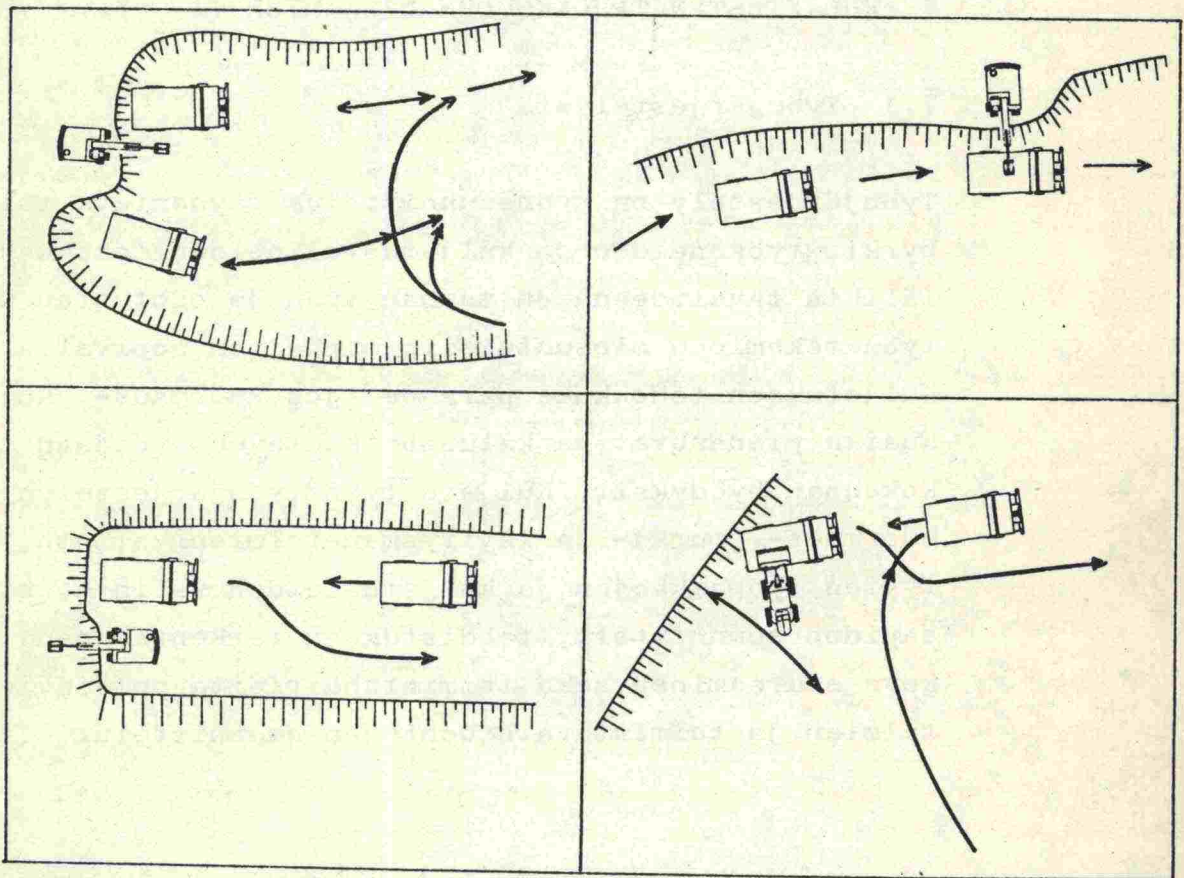
Työnjärjestely on työnsuunnittelua täydentävä toiminto, joka pyrkii työkoneiden ja kuljetusvälineiden tehokkaaseen käyttöön. Tällöin tavoitteena on turhan työn ja odotusten poistaminen sekä työn tekeminen olosuhteisiin parhaiten sopivalla menetelmällä. Kuljetuksen tehokkuus paranee, jos kuormaus-, kuljetus- ja purkuaika pienenevät ja kaluston kantavuus voidaan työssä käyttää kokonaan hyödyksi. Kuljetustyön työnjärjestelyn osia ovat kuormaus-, purku- ja levitysmenetelmien valinta, niihin liittyvien työpaikkojen ja kuljetusteiden valinta, niiden kunnossapidon suunnittelu, tahdistuksen tarkentaminen, tulosten jatkuva seuraaminen sekä toimintahäiriöitä poistavien varamenetelmien ja toimintavaihtoehtojen suunnittelu.

7.2 Kuormaus

Kuormauspaikka järjestetään käytettävien koneiden ja kuljetusvälineiden ominaisuuksien mukaiseksi. Kuormaus suoritetaan niin, että massansiirtomatka rintauksesta kuljetusvälineen lavalle on mahdollisimman lyhyt (kääntökulma, kantomatka, nostokorkeus). Kuljetusvälineille varataan riittävästi liikkumatilaa. Tila suunnitellaan kuljetusvälineen kääntösäteen, leveyden ja pituuden perusteella niin, että kääntyminen ja peruutus voi tapahtua yhdellä kertaa ja että kuljetusvälineet voivat liikkua kuormauspaikalla toisistaan riippumatta. Hyvään työmenetelmään kuuluu:

- kiertoajo (kuva 10b)
- lyhyt autonvaihtomatka (kuva 10b)
- autonvaihto kuormauksen aikana (kuva 10a)
- peruutus suoraan ajaen (kuva 10c ja d)

Kuva 10 Kuormaustyöpaikan järjestelyjä



7.3 Kuljetus

Kuormasuuruus vaikuttaa kuljetuskapasiteettiin. Sen vuoksi ei kannata edes tilapäisesti käyttää massakuljetuksiin lisälaittein varustettuja autoja. Näiden kantavuutta alentaa lisälaitteen paino ja tavoiteansion saavuttaminen on pienellä kuormalla hankala. Kuormasuuruutta saattaa alentaa myös kuljetustien huono kunto. Kuljetusteiden kunnossapito parantaa ajonopeutta. Ajoaikaan vaikuttavat tienkunnan lisäksi kuljetusmatkan pituus ja tien ominaisuudet. Kuljetustien tulisi olla mahdollisimman lyhyt, tasainen, suora, leveä ja kantava. Kuljetusteillä tulisi välttää vilkasliikenteisten teiden risteämistä, liikennemerkkein ja valoin osoitettuja pakollisia pysähtymisiä sekä asutuskeskusten lipääjää (nopeusrajoitukset, liikenne, uusi taksarakenne). Työmaaliikenne ei saa aiheuttaa muille tienkäyttäjille liiallista haittaa. Työmaaliikenteen järjestelyssä on olemassa tie- ja vesirakennushallituksen julkaisemat ohjeet: Ohjeet liikenteen järjestelyistä tietyömaiden yhteydessä, lomakenumero TVH 2821.

7.4 Purkaminen ja levitys

Purkaminen ja levitys on järjestettävä niin, että se voi tapahtua ilman odotuksia ja nopeasti. Nopean purkamisen ja levityksen edellytyksenä ovat:

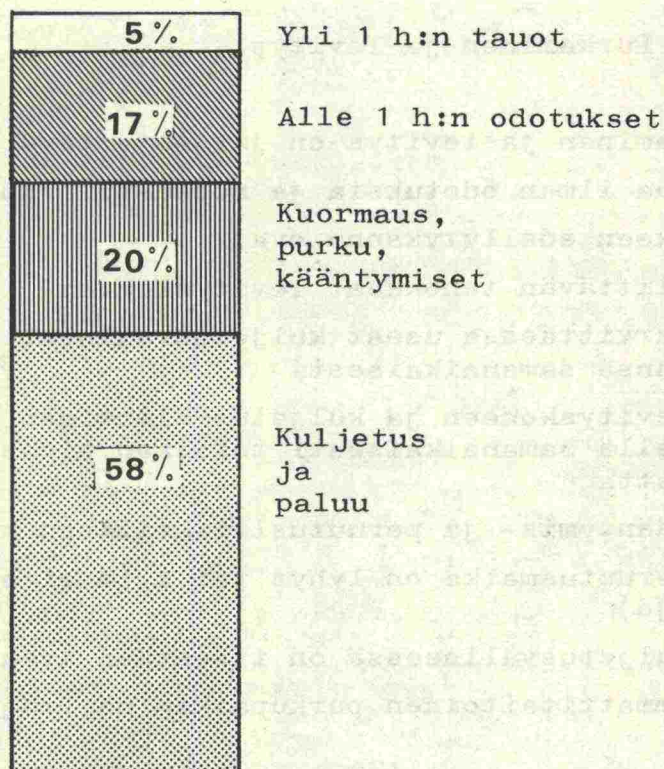
- riittävän tehokkaat levityskoneet
- tarvittaessa useat kuljetusvälineet voivat purkaa kuormansa samanaikaisesti
- levityskoneen ja kuljetusvälineiden on voitava työskennellä samanaikaisesti toisiaan hidastamatta tai haittaamatta
- kääntymis- ja peruutusliikkeitä on mahdollisimman vähän
- peruutusmatka on lyhyt tai sitä ei ole ollenkaan (kiertoajo)
- kuljetusvälineessä on itsestään avautuva perälauta
- ammattitaitoinen purkupaikan näyttäjä

7.5 Konehäiriöiden vaikutuksen vähentäminen

Kuljetusvälineet käyttävät yli viidenneksen työajastaan odo-

tuksiin (kuva 11). Odotuksia on eniten kuormauspaikalla, lähes 17 % koko työajasta. Hyvällä työsuunnittelulla voidaan odotusaika pienentää alle 10 %. Odotukset aiheutuvat yleensä liian suuresta automäärästä ja ajonopeuksien vaihtelusta. Liian suuri automäärä ei aina suoranaisesti aiheuta lisäkustannuksia. Se kuitenkin aiheuttaa korotuspainetta yksikköhintataksaan ja uuden taksajärjestelmän tultua voimaan keväällä 1974 ehkä suoranaista odotusaikojen korvausta. Toisaalta liian pieni automäärä lisää nopeasti kuormaan odotusaikoja, joten automäärän valinta on oltava oikea. Työn alussa arvioitu automäärä on usein epätarkka. Tämä voi johtua mm. epätarkoista olosuhdetiedoista. Sen vuoksi kannattaa automäärä mitoittaa työalussa mieluummin liian pieneksi kuin suureksi, koska uusien kuljetusvälineiden lisääminen on yleensä helpompaa kuin vähentäminen. Automäärä tarkennetaan työn päästyä alkuun ja vielä työn kestäessä aika ajoin.

Kuva 11 Kuljetusvälineen ajankäyttö



Yli tunnin mittaiset tauot aiheutuvat yleensä konerikoista. Niiden osuus kuljetusvälineen kokonaisajasta on 5 %. Kone-rikkojen vaikutus voidaan poistaa hyvällä työnjärjestelyllä. Valitaan kuljetus- ja kuormauskalusto niin, että tarvittaessa saadaan rikkoutuneen tilalle varakalustoa. Jos tämä ei ole mahdollista, on työkoneille ja kuljetusvälineille suunniteltava varatyöt. Kaluston hankintavaiheessa olisi syytä selvittää myös koneiden huollon varmuus ja huollon vaatima aika.

8 KULJETUKSIIN LIITTYVIÄ TURVALLISUUSOHJEITA

8.1 Säädöksiä

Kuormauksen, kuorman purkamisen ja kuljetuksen yhteydessä on noudatettava erityisesti seuraavia säädöksiä:

- kauppaja- ja teollisuusministeriön päätös räjähdysaineiden kuljettamisesta tiellä (735/73)
- räjähdysaineasetus (691/71); erityisesti kuljetuksia koskeva 7. luku
- valtioneuvoston päätös, joka sisältää räjähdystyössä noudatettavat järjestysohjeet (362/65), erityisesti § 15
- tieliikennelait, erityisesti moottoriajoneuvoasetuksen (330/57) luku 7
- sora- ja täytemaakuoppien työturvallisuusohjeet TVH n:o 1436 (suomenkielinen) ja 1437 (ruotsinkielinen)
- rakennustyön järjestysohjeet (työlaki 28)
- muu työsuojelulainsäädäntö

8.2 Kuormaukseen liittyviä työturvallisuusohjeita

Kuormaajan kuljettajan tulee:

- seurata tarkoin kuormausalueella mahdollisesti liikkuvien henkilöiden sijaintia
- seurata niitä merkkejä ja ohjeita, joita hänelle annetaan
- huolehtia, ettei lavan reunalle tai kuormaan jää kiviä tms, jotka pudotessaan saattavat aiheuttaa tapaturman vaaraa



8.3 Kuorman purkamisessa esiintyvät tavallisimmat tapaturmat

Kuormien purkupaikoilla läjitysalueilla tapahtuneet onnettomuudet voidaan jakaa viiteen ryhmään:

- ajoneuvo ajaa liian pitkälle kuopan (penkereen) reunalle ja syöksyy alas
- ajoneuvo kaatuu tai putoaa alas luiskan maaperän pettäessä
- kuormasta putoava kivi tai jäänytynyt maa- tai kiviaineskokkare aiheuttaa kuorman vastaanottajan tai apumiehen loukkaantumisen
- ajoneuvo ajaa (peruuttaa) kuorman vastaanottajan päälle
- kuorman vastaanottaja loukkaantuu, kompastuessaan liukkaalla ja epätasaisella läjitysalueella.

8.4 Kuorman purkamiseen liittyviä työturvallisuusohjeita

Kuljetusvälineen kuljettaja ja kuormanvastaanottaja voivat estää tapaturmia noudattamalla heille annettuja ohjeita huolellisesti. Kuljetusvälineen kuljettajan tulee

- varmistua kulkutien kelvollisuudesta
- kuorman turvallisuudesta (putoavat kivet ym)
- varmistua kuormanvastaanottajan sijainnista.

Kuormien vastaanottajan tulee

- huolehtia siitä, että kuorma-auto ohjataan läjittämiseen tarkoitettuun paikkaan
- huolehtia siitä, että ajoneuvoa ei ajeta liian lähelle läjitysalueen reunaa; tämä voidaan estää antamalla kuljettajalle pysähdysmerkki tai asettamalla peruutuksen pysäyttävä pölkkö tai vastaava purkauspaikalle
- kuorman purkamisen tapahtuessa pimeän aikana tulee valaistuksen purkauspaikalla olla riittävä (n. 40 luxin yleisvalaistus): vastaanottaja voi työn kuluessa esim. valolähteitä sopiviin paikkoihin siirtämällä parantaa työkohteen valaistusta; mikäli valaistus on puutteellinen, on vastaanottajan otettava yhteys omaan esimieheensä välittömästi
- vastaanottajan tulee olla aina ajoneuvon kuljettajan puoleisella sivulla
- jos vastaanottajan täytyy mennä ajoneuvon taakse (esim. perälaudan avaaminen) on auto ehdottomasti pysäytettävä toimenpiteen ajaksi
- vastaanottajan tulee pysytellä riittävän kaukana ajoneuvosta, jotta esim. liukastumisen tai kompastumisen tapahtuessa ei ole vaaraa joutua ajoneuvon alle

- siirtymisen auton toiselle puolelle tulee tapahtua auton etupuolelta
- kuormien vastaanottajan tulee tarkkailla onko purkauspaikan maaperässä halkeamia, jotta maaperän sortumiselta voidaan välttyä; halkeaman ilmestyessä on siitä heti ilmoitettava esimiehelle.

8.5 Kuormien vastaanottajan ja kuormauspaikalla työskentelevän varusteet

Kuormien vastaanottajalla ja kuormauspaikalla työskentelevällä tulee olla:

- heijastava liivi tai vyö
- suojapäähine (-kypärä)

Lisäksi kannattaa käyttää suojajalkineita.

8.6 Muu varustus

Kuormaus- ja purkamisalueilla tulee olla

- riittävä keinovalaistus (= 40 lux) työskenneltäessä pimeässä
- tarvittaessa pysäytyspölkkyjä tai vastaavia
- tarvittaessa autojen kulkuraitteiden vahvistamiseen soveliaita lankkuja tai vastaavia
- liukkauden torjuntaan tarvittavaa hiekkaa (tai suolaa)

9 TYÖN VALVONTA

Työn valvonta suunnataan maanrakennuskuljetuksessa:

- työn tekemiseen sovitulla menetelmällä
- kalustomäärän arvioinnin tarkentamiseen
- kuormakoko; erityisesti silloin kun kuormajana on suuri kone
- kuljetusteiden kunnossapitoon
- työturvallisuusseikkoihin

Työkohteen töitä valvoo kohteesta vastuussa oleva henkilö.

10 YHTEENVETO

Monisteessa on tarkasteltu maarakennuskuljetusten järjestämistä. Sama tietous on julkaistu myös valtionhallinnon maa-

rakennusalan standardeissa. Tietoa tulee käyttää työnsuunnittelussa ja työnjärjestelyssä sillä maansiirtokuljetusten luonne on muuttunut. Uudet entisiä suuremmat kuljetusvälineet ovat tulleet työmaille, sekä kuorma-autojen kuljetustaksajärjestelmä on muuttunut. Kuljetusten järjestämiseen ei kokemusperäinen tieto enää riitä.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- 1 Suorsa, M., Tilastotutkimus maarakennusaineiden kuljetuksiin vaikuttavista tekijöistä. Lisensiaattityö Oulun yliopiston rakennusinsinööriolosastossa v. 1973
- 2 Häggsjö, H., Maskinell jordförflyttning, Hermods Korrespondensinstitut, Malmö 1965
- 3 Ingeniörvetenskapsakademien, Transporter vid byggnads- och anläggningarbeten, Transportforskningskommission Meddelande 66 & 67 Stockholm 1968
- 4 Peurifoy R, Contruction planning, equipment and methods, second edition, New York 1970
- 5 Oy Scan-Auto, Kuljetusjohto ja Scanian kokonaistalous, Helsinki 1972
- 6 Suorsa - Tuokkola, Maansiirtokuljetusten järjestämisestä I ja II, Maansiirto (1972) 4 ja (1972) 6
- 7 Tie- ja vesirakennushallitus, Maarakennusalan taloudellisuusstandardit

Liite 1: TAVARALIIKENTEEN LIIKENNEALUEJAKO

Uudenmaan lääni:

- Helsingin liikennealue Espoo, Helsinki, Kauniainen, Vantaa
- Uudenmaan läänin liikennealue Muu osa Uudenmaan läänistä

Turun ja Porin lääni:

- Turun liikennealue Kaarina, Lieto, Paattinen, Rusko, Turku
- Porin liikennealue Ahlainen, Noormarkku, Pomarkku, Pori
- Pohjoinen liikennealue Eura, Eurajoki, Harjavalta, Honkajoki, Huittinen. Hämeenkyrö, Ikaalinen, Ikaalisten mlk. Jämijärvi, Kankaanpää, Karkku, Karvia, Keikyä, Kihniö, Kiikka, Kiikoinen, Kiukainen, Kokemäki, Kullaa, Köyliö, Lappi, Lavia, Luvia, Merikarvia, Mouhijärvi, Nakkila, Parkano, Punkalaidun, Rauma, Rauman mlk. Siikainen, Suodenniemi, Säskylä, Tyrvää, Ulvila, Vammala, Vampula, Viljakkala
- Eteläinen liikennealue Alastaro, Askainen, Aura, Dragsfjärd Halikko, Houskari, Iniö, Kalanti, Karinainen, Karjaa, Korppoo, Kemiö, Kiikala, Kisko, Kodisjoki, Koski, Kustavi, Laitila, Lemu, Loimaa, Loimaan mlk. Lokalahti, Marttila, Masku Mellilä, Merimasku, Metsämaa, Mietoinen, Muurla, Mynämäki, Naantali, Nauvo, Nousiainen, Oripää, Paimio, Parrainen, Perniö, Pertteli, Piikkiö, Pyhämaa, Pyhäranta, Pöytyä, Raisio, Rymättylä, Salo, Sauvo, Suomusjärvi, Särkisalo, Taivassalo, Tarvasjoki, Uusikaupunki, Vahto, Vehmaa, Velkua, Västanfjärd, Yläne

Hämeen lääni:

- Tampereen liikennealue Nokia, Pirkkala, Suoniemi, Tampere, Teisko, Tottijärvi, Ylöjärvi
- Lahden liikennealue Hollola, Lahti, Nastola
- Pohjoinen liikennealue Eräjärvi, Juukakoski, Kangasala, Kuhmalahti, Kuorevesi, Kuru, Kylmäkoski, Lempäälä, Luopioinen, Längel-

- mäki, Mänttä, Orivesi, Pohjaslahti, Pälkäne, Ruovesi, Sahalahti, Sääksmäki, Toijala, Valkeakoski, Vesilahti, Viiala, Vilppula, Virrat
- Eteläinen liikennealue
Asikkala, Forssa, Hattula, Hauho, Hausjärvi, Humppila, Hämeenlinna, Janakkala, Jokioinen, Kalvola, Koski, Kuhmoinen, Kärkölä, Lammi, Loppi, Padasjoki, Renko, Riihimäki, Somerniemi, Somero, Tammela, Tuulos, Urjala, Ypäjä
- Kymen lääni
- Lappeenrannan liikennealue
Lappeenranta, Lemi, Luumäki, Nuijamaa, Savitaipale, Suomenniemi, Taipalsaari, Ylämaa
 - Imatran liikennealue
Imatra, Joutseno, Parikkala, Rautjärvi, Ruokolahti, Saari, Simpele, Uukuniemi
 - Kouvolan liikennealue
Anjala, Elimäki, Iitti, Jaala, Kouvola, Kuusankoski, Siippola, Valkeala
 - Kotkan liikennealue
Haapasaari, Hamina, Karhula, Kotka, Kymi, Miehikkälä, Pyhtää, Vehkalahti, Virolahti
- Mikkelin lääni
- Itäinen liikennealue
Enonkoski, Heinävesi, Jokioinen, Kangaslampi, Kerimäki, Punkaharju, Rantasalmi, Savonlinna, Savonranta, Sulkava, Sääminki
 - Mikkelin liikennealue
Anttola, Haukivuori, Hirvensalmi, Juuka, Jäppilä, Kangasniemi, Mikkelin mlk. Mäntyharju, Pieksämäki, Pieksämäen mlk. Puumala, Ristiina, Virtasalmi
 - Läntinen liikennealue
Hartola, Heinola, Heinolan mlk. Pertunmaa, Sysmä
- Vaasan lääni
- Vaasan liikennealue
Osia Sulvan ja Mustasaaren kunnista, Vaasa
 - Pohjoinen liikennealue
Halsua, Himanka, Kaarlela, Kannus, Kaustinen, Kokkola, Kruunupyy, Kälviä, Lestijärvi, Lohtaja, Perho, Toholampi, Ullava, Veteli

- Läntinen liikennealue Bergö, Björköby, Isojoki, Isokyrö, Jepua, Jurva, Karijoki, Kaskinen, Koivulahti, Kristiinankaupunki, Korsnäs, Laihia, Lapväärti, Luoto, Maalahti, Maksamaa, Munsala, Mustasaari, Närpiö, Oravainen, Pietarsaari, Pietarsaaren mlk. Pirttikylä, Petolahti, Purmo, Raippaluoto, Siipyy, Sulva, Teuva, Tiukka, Uudenkaarlpeyy mlk. Uusikaarlepyy, Vähäkyrö, Vöyri, Ylimarkku, Ähtävä
- Seinäjoen liikennealue Alahärmä, Alajärvi, Alavus, Evijärvi, Ilmajoki, Jalasjärvi, Kauhajoki, Kauhava, Korttesjärvi, Kuortane, Kurikka, Lappajärvi, Lapua, Lehtimäki, Nurmo, Peräseinäjoki, Seinäjoki, Soini, Töysä, Vimpeli, Ylihärmä, Ylistaro, Ähtäri

Keski-Suomen lääni:

- Jyväskylän liikennealue Jyväskylä, Jyväskylän mlk. Muurame, Säynätsalo
- Pohjoinen liikennealue Kannonkoski, Karstula, Kinnula, Kivijärvi, Konginkangas, Konnevesi, Kyyjärvi, Pihtipudas, Pylkönmäki, Saarijärvi, Sumiainen, Suolahti, Viitasaari, Äänekoski
- Eteläinen liikennealue Hankasalmi, Joutsa, Jämsä, Jämsänkoski, Keuruu, Korpilahti, Laukaa, Leivonmäki, Luhanka, Multia, Petäjävesi, Toivakka, Uurainen

Kuopion lääni:

- Kuopion liikennealue Kuopio, Riistavesi
- Pohjoinen liikennealue Iisalmi, Keitele, Kiuruvesi, Lapinlahti, Pielavesi, Rautavaara, Sonkajärvi, Varpaisjärvi, Vieremä
- Eteläinen liikennealue Juankoski, Kaavi, Karttula, Leppävirta, Maaninka, Nilsiä, Rautalampi, Siilinjärvi, Suonenjoki, Tervo, Tuusniemi, Varkaus, Vehmersalmi, Vesanto

Pohjois-Karjalan lääni:

- Pohjoinen liikennealue Juuka, Lieksa, Nurmes, Nurmeksen mlk. Pielisjärvi, Valtimo
- Joensuun liikennealue Eno, Ilomantsi, Joensuu, Kiihtelysvaara, Kontiolahti, Liperi, Outokumpu, Polvijärvi, Pyhäselkä, Tuupovaara

- Eteläinen liikennealue Kesälahti, Kitee, Rääkkylä, Tohmajärvi, Värtsilä

Oulun lääni:

- Oulun liikennealue Oulu
- Maakunnan liikenne-
alue Alavieska, Haapajärvi, Haapavesi, Hailuoto, Haukipudas, Ii, Kalajoki, Kempele, Kestilä, Kiiminki, Kuivaniemi, Kuusamo, Kärsämäki, Liminka, Lumijoki, Merijärvi, Muhos, Nivala, Oulainen, Oulunsalo, Paavola, Pattijoki, Piippola, Pudasjärvi, Pulkila, Pyhäjoki, Pyhäjärvi, Pyhäntä, Raahe, Rantsila, Rautio, Reisjärvi, Revonlahti, Saloinen, Sievi, Siikajoki, Taivalkoski, Temmes, Tyrnävä, Utajärvi, Vihanti, Yli-Ii, Ylikii-
minki, Ylivieska
- Kainuun liikenne-
alue Hyrynsalmi, Kajaani, Kajaanin mlk. Kuhmo, Paltamo, Puolanka, Ristijärvi, Sotkamo, Suomussalmi, Vaala, Vuolijoki

Lapin lääni:

- Lapin liikennealue Enontekiö, Inari, Kemijärvi, Kemijärven mlk. Kittilä, Kolari, Muonio, Pelkosenniemi, Pellö, Posio, Ranua, Rovaniemi, Rovaniemen mlk. Savukoski, Sodankylä, Utsjoki
- Kemin liikennealue Alatornio, Karunki, Kemi, Kemin mlk. Simo, Tervola, Tornio, Ylitornio



V2070