

SISÄLLYSLUETTELO

1 RATIONALISOINTI

2 TYÖNTUTKIMUS

2.1 Työntutkimuksen suoritus

2.11 Yleistä

2.12 Työntutkimuksen vaiheet

2.2 Työn mittauksen suorittaminen

2.21 Yleistä

2.22 Ajankäytönjako

2.221 Yleistä

2.222 Rakennuskoneen ajankäytönjako

2.223 Miestyön ajankäytönjako

2.224 Sovellutuksia ajankäytönjaosta

2.225 Aikamenekki ja työn kesto

2.23 Määräkäsitteet

2.231 Yleistä

2.232 Maa- ja kalliomassojen tilavuuskäsitteet ja massakertoimet

2.233 Pinta-alakäsitteet

2.234 Talonrakennusalan materiaalikäsitteet

2.24 Työnosittelu

2.25 Työnmittausmenetelmät

2.251 Liikeaikatutkimus

2.252 Kellomenetelmät

2.253 Havannointi

2.26 Työmäärän ja muuttujien mittaus

2.3 Työnmittauksen tulokset

2.31 Työnarvon laskeminen

2.32 Kapasiteetit

2.33 Tutkimusselostukset

2.34 Työkuvaukset

2.341 Yleistä

2.342 Työkokonaisuus

2.343 Työmenetelmäkuvaus eli tutkitun työn sisällön kuvaus ja tiedot työskentelytavasta

2.344 Työtä koskevat laatuvaatimukset sekä työn valmiusaste ennen tutkimusta ja sen jälkeen

2.345 Tutkimuksen ajoittuminen ja sarjasuuruudet

- 2.346 Tiedot toimintavälineistä, työkaluista ja varastoista
- 2.347 Olosuhdekuvaus
- 2.348 Materiaalikuvaus
- 2.349 Työkuvausten havainnollistaminen
- 2.4 Tutkimuslajit
 - 2.41 Yleistä
 - 2.42 Kapasiteettitutkimus
 - 2.43 Lisäaikatutkimus
- 2.5 Muut tietojenkeräysjärjestelmät
 - 2.51 Seuranta ja tarkennettu kirjaus
 - 2.52 Jatkuva kirjaus
- 2.6 Menetelmöinti
 - 2.61 Yleistä menetelmöinnistä
 - 2.62 Menetelmöinnin suoritus

3 STANDARDIAIKAJÄRJESTELMÄT

4 ERGONOMIA

2. TYÖNTUTKIMUS

2.1 TYÖNTUTKIMUKSEN SUORITUS

2.11 YLEISTÄ

Työntutkimus on eräs rationalisoinnin osatekniikoista. Sen avulla pyritään:

- etsimään ne tekijät, jotka vaikuttavat eri tuotantovälineiden toimintaan
- selvittämään millä tavalla ja miten voimakkaasti nämä tekijät vaikuttavat toimintaan
- tutkimaan mihin tuloksiin toiminnassa voidaan päästä, jos vaikuttavia tekijöitä muutetaan.

Työntutkimuksesta on olemassa useita erilaisia määritelmiä siitä riippuen, mitä eri seikkoja työntutkimuksesta halutaan korostaa ja miten laajasti työntutkimus halutaan käsittää:

TYÖNTUTKIMUS

Työntutkimuksella tarkoitetaan järjestelmällisiä tutkimuksia, jotka koskevat henkilökunnan, raaka-aineen ja varusteiden yhteisvaikutusta ja joiden tarkoituksena on selvittää ja arvioida tähän yhteispeliin vaikuttavat tekijät ja parantaa tämän yhteispelin tulosta sekä arvioida saavutettavissa olevat tulokset (Johtamistaidonopisto)

Työntutkimus on nimitys niille tekniikoille, joita käytetään kaikenlaisten työn tutkimiseen, suunnitteluun ja kehittämiseen ja jotka johtavat järjestelmällisesti kaikkien niiden tekijöiden kriittiseen tarkasteluun, jotka vaikuttavat työn suorituksen tehokkuuteen ja taloudellisuuteen tutkimushetkellä vallitsevassa työtilanteessa (Rationalisointiliitto)

Työntutkimus on tarkka ja tieteellisellä pohjalla suoritettu työnsuoritustavan seikkaperäinen tutkiminen, sen yksinkertaistamiseksi ja parantamiseksi sekä nopeimman ja parhaan menettelytavan löytämiseksi. Työntutkimuksen päämääränä on lisäksi sen ajan määrittäminen, mikä työn suorittamiseen normaalisuorituksena tarvitaan (Pukkila 1958).

Työntutkimuksen tarkoituksena on ensisijassa parempien työmenetelmien kehittäminen ja tällöin ensisijaisesti tarpeettomien työn osien poistaminen ja työn tekeminen kevyeksi suorittaa. Työntutkimusta ja sen tuloksia voidaan

käyttää rakennusalalla mm. seuraavasti:

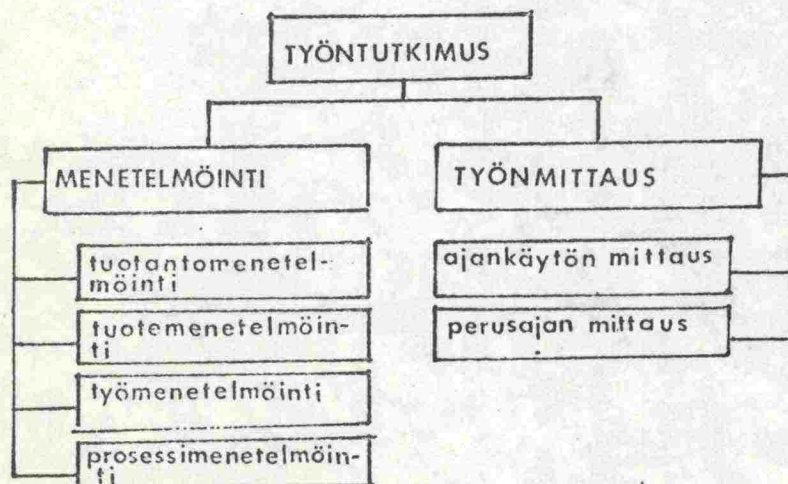
- työmenetelmien kehittämiseen
- työsuunnittelussa ja työnjärjestelyssä tarvittavien tietojen keräämiseen
- tuotesuunnittelussa tarvittavien tietojen keräämiseen
- työturvallisuuden lisäämiseen ja työn suorituksen tekemiseen ihmiselle helpoksi
- palkkauksen perustaksi suorituspalkkauksessa
- työryhmien suuruuden mitoittamiseen sekä keskenään yhdessä työskentelevien työryhmien tai koneiden toiminnan tahdistamiseen
- työssä tarvittavien koneiden, laitteiden ja työvälineiden parantamiseen
- laadunvalvontaan ja työnjohtamiseen.

Yhden työntutkimuksen tuloksia voidaan käyttää useaan eri tarkoitukseen ja useissa eri yhteyksissä, jos tutkimustulokset julkaistaan yhtenäisen standardijärjestelmän puitteissa.

Työntutkimukset voidaan ainakin teoreettisesti jakaa kahteen ryhmään (kuva 2.11/1).

- menetelmätutkimukset eli menetelmöinti
- työnmittaus.

Menetelmätutkimusten tarkoituksena on nostaa työn tuottavuutta, pienentää työntekijäin rasittumista sekä lisätä työturvallisuutta. Työnmittauksen avulla määrätään työhön tarvittava aika sekä kartoitetaan erilaisia rationalisointitoimenpiteitä. Työnmittaustehtävän tulisi aina liittyä osana johonkin rationalisointitoimenpiteeseen. Näin on asianlaita myös silloin, kun työnmittausta käytetään suorituspalkkauksen yhteydessä tai työnsuunnitteluun tarkoitettujen tietojen keräykseen - työ edellyttää aina myös menetelmien kehittämistä.



Kuva 2.11/1 Työntutkimuksen jako

MENETELMÖINTI

Menetelmätutkimus eli menetelmöinti on järjestelmällistä ihmis-työn, raaka-aineiden ja tarvikkeiden, koneiden ja laitteiden yhteistoimintaan kohdistuvaa kehittämistyötä tutkimustulosten perusteella siten, että saavutetaan mm. mahdollisimman alhaiset tuotantokustannukset, korkeampi tuottavuus sekä työntekijän vähäisempi rasitus ja lisääntynyt työturvallisuus (Rationalisointiliitto)

Rakennusalalla, missä työskentelypaikat jatkuvasti muuttuvat menetelmien kehittäminen voidaan ryhmitellä seuraavasti:

- 1 uuden menetelmän suunnittelu
 - täysin uuden työmenetelmän luominen
 - vanhojen, hyviksi havaittujen menetelmien kesken tapahtuva valinta työnsuunnittelun yhteydessä
- 2 käynnissä olevan työn parantaminen työkohteessa.

Rakennusalalla samojen työvaiheiden toistuvuus on suhteellisen suuri, mutta työpaikkojen vaihtuminen jatkuvaa, joten suurimmat säästöt on saatavissa huolellisella työnsuunnittelulla - tällöin työntutkimuksen tarve käynnissä olevien töiden parantamiseen vähenee ja toiminta voidaan ohjata tuottavampaan työhön eli uusien menetelmien kehittämiseen. Kun työntutkimustulokset puetaan yleiseen muotoon työnsuunnittelun tarpeita varten, ns. taloudellisuusstandardeiksi, voidaan tutkimustuloksia käyttää hyväksi kaikissa vastaavaa työtä vaativissa työkohteissa, joten tutkimuksen hyöty moninkertaistuu verrattuna yhdessä työkohteessa tehtyyn menetelmän parantamiseen.

Täysin uuden menetelmän avulla on tarkoitus etsiä uusi työskentelytapa tai uusi työväline tai kone, parantaa tuotteen laatua, lisätä työturvallisuutta jne.

Menetelmätutkimus voidaan jakaa tutkimuskohteen ja tutkimuksen tarkoituksen perusteella tuotanto-, tuote-, työ- ja prosessimenetelmöintiin.

Työmenetelmä on tapa tehdä työtä (työtapa). Jos menetelmä kuvataan ainoastaan pääpiirteittäin, voidaan työ tehdä usealla tavalla sen poikkeamatta kuvauksesta. Mitä tarkemmaksi menetelmäkuvaus laaditaan, sitä rajoitetummat mahdollisuudet on muunnella suoritustapaa kuvauksen puitteissa. Menetelmä kuvaa ainoastaan missä rajoissa toiminta voi vaihella.

MENETELMÄ

Menetelmä on henkilöiden, raaka-aineiden ja varusteiden välistä, järjestettyä yhteispeliä, joka voi vaihdella menetelmäkuvausten sallimissa rajoissa (Johtamistaidon opisto)

Menetelmä on työnsuoritustapa, johon liittyvät olosuhteet, työ-

paikan järjestely, suoritusjärjestely, työvälineet, työkalut sekä materiaalit ja käytetyt työnosat tunnetaan tietyllä tarkkuudella (Rationalisointiliitto).

TYÖNMITTAUS

Työnmittaus on niitten keinojen ja tekniikkain soveltamista, joitten tavoitteena on sen ajan määrääminen, jonka ammattitaitoinen ja työhön harjaantunut työntekijä tarvitsee tietyn työn suorittamiseen työskennellessään normaalijoutuisuudella määrättyllä menetelmällä ja määrättyissä olosuhteissa (Rationalisointiliitto).

Työnmittaus jaetaan tutkimuksen tarkoituksen mukaan ajankäytön ja perusajan mittaukseen. Työnmittaus on puhtaasti tietoa keräävää toimintaa ja tietoja käytetään hyväksi mm. rationalisointiprojektien eri vaiheissa tai menetelmöinnissä.

AJANKÄYTÖN MITTAUS

Ajankäytön mittaus tarkoittaa mittauksen kohteena olevien resurssien ajankäytön jakautumisen kaikenpuolista selvittämistä (Rationalisointiliitto).

PERUSAJAN MITTAUS

Perusajan mittaus on se työnmittauksen osa, jonka avulla selvitetään tietyn työn suoritukseen kuluva perusaika havinnonteon hetkellä vallitsevissa olosuhteissa (Rationalisointiliitto).

Rakennuskoneen työnmittauksesta käytetään nimitystä:

- kapasiteettitutkimus, mikä vastaa perusajan mittausta
- lisäaikatutkimus, mikä vastaa ajankäytön mittausta
- menekkitutkimus, mikä vastaa karkeata työryhmästä tehtävää ajankäytön mittausta.

2.12 TYÖNTUTKIMUKSEN VAIHEET

Työntutkimustyön suorittamisen edellytyksenä ovat seuraavat yleisesti noudatettavat periaatteet:

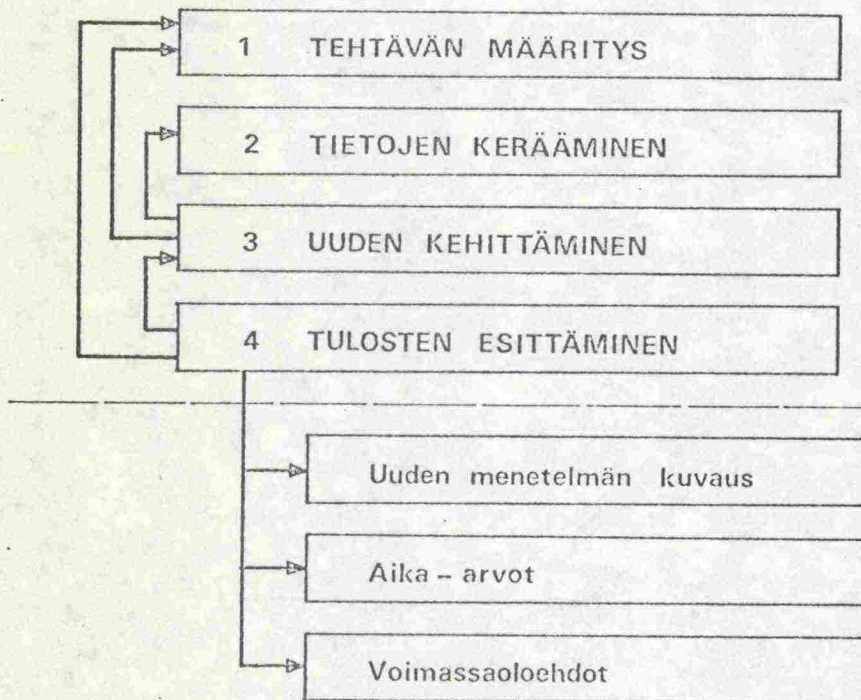
- työntutkimuksia suorittavan henkilön on oltava ammattitaitoinen
- työntutkimukset on suoritettava puolueettomalla tavalla
- työntutkimustoiminnasta on annettava riittävä informaatio
- työntutkimus on eri osapuolten välistä yhteistyötä
- työntutkimus on avointa ja ihmiskeskeistä toimintaa, joka ottaa huomioon työpaikkoja ja työmenetelmiä suunniteltaessa ihmisen fyysiset ja psyykkiset tekijät sekä työturvallisuuden.

Työntutkimusta koskevan informaation laadun suunnittelun ja tietojen sa-
lassapitovelvollisuuden suhteen tulee noudattaa seuraavia periaatteita:

- informaation on oltava kaksisuuntaista: työnantaja-työntekijä ja työntekijä-työnantaja
- informaatio voi olla rutiiniluontoista tai tiettyyn toimenpiteeseen liittyvää tiedottamista
- informaation tavoitteena on rationalisoimien toteuttamisessa välttämättömän luottamuksellisen ja myönteisen yhteistoiminnan aikaansaaminen, joten tietojen on oltava oikeita, yksinkertaisia ja selviä sekä niissä on vältettävä yksipuolisuutta
- informaation laajuudesta, sisällöstä ja muodosta on sovittava eri osapuolten kesken ja tällöin selvitettävä informaation tavoitteet ja menetelmät, toteutuksen aikataulu sekä rationalisointityön toteuttamisen aikataulu
- ammatti- tai liikesalaisuutta ei saa ilmaista eikä käyttää hyväksi.

Työntutkimuksen suorituksen vaiheet ovat (kuva 2.12/1)

- tehtävän määrittäminen
- tietojen kerääminen
- uuden menetelmän kehittäminen
- tulosten esittäminen



Kuva 2.12/1 Tutkimuksen suorituksen vaiheet

Työntutkimustehtävän suoritus aloitetaan tehtävän määrittelyllä. Yleensä työntutkimustehtävä kuuluu osana johonkin rationalisointitehtävään, joten se tulee määritellyksi rationalisointitehtävän yhteydessä. Usein on kuitenkin tarpeen täsmentää tehtävää tutkimustekniikan kannalta. Tehtävä on rajattava myös tutkimuksen laajuuden ja tarkkuuden suhteen.

Tietojen keräys voidaan suorittaa mm. työnmittauksella, haastattelulla, tilastoilla yms. Uuden menetelmän kehittäminen tapahtuu käsittelemällä ja analysoimalla saatuja tutkimustuloksia sekä tekemällä niistä johtopäätöksiä. Menetelmän kehittämisvaiheelle on ominaista kriittinen ja kysyvä asenne: jopa itsestään selvät asiat asetetaan kysymyksenalaiseksi. Pyritäessä löytämään uusia vaihtoehtoja ja uusia ratkaisuja, käytetään työntutkimuksen yhteydessä jo perinteelliseksi muodostunutta kysymysluetteloä:

- mitä tehdään, miksi tehdään
- milloin tehdään, miksi tehdään
- kuka tekee, miksi tekee
- missä tehdään, miksi tehdään
- miten tehdään, miksi tehdään.

Menetelmätyön helpottamiseksi on laadittu suuri joukko erilaisia kysymyssarjoja, sääntöjä ja ohjeita tietyn tyyppisten tehtävien tutkimiseksi.

Kun menetelmiä kehitetään, pyritään löytämään uusia vaihtoehtoja:

- poistamalla turhat vaiheet ja työnosat
- yhdistämällä eri vaiheita tai muita osia suuremmiksi kokonaisuuksiksi
- jakamalla suuria kokonaisuuksia pieniksi
- muuttamalla töiden keskinäistä järjestystä
- yksinkertaistamalla työvaiheita, tuotteita, työpaikkajärjestelyjä jne.
- nostamalla koneiden käytön hyötysuhdetta
- kokeilemalla erilaisia osaratkaisuja käytännössä tai sopivien mallien avulla.

Menetelmien kehitystyössä voidaan käyttää hyväksi mm. ergonomiaa; sen avulla ihminen ja työ sopeutetaan toisiinsa.

Tulosten esittämiseen kuuluvat tutkimustulosten sisäänajo ja valvonta sekä tutkimustulosten taltiointi.

2.2 TYÖNMITTAUKSEN SUORITTAMINEN

2.2.1 YLEISTÄ

Työnmittaus on eräs työntutkimuksen keinoista. Työnmittaus merkitsee tietyn työtehtävään kuluvan ajan mittaamista. Se on luonteeltaan puhtaas-

ti tietoa keräävää toimintaa; mittauksen jälkeen työ ei ole valmiiksi tutkittu vaan tulosten avulla on kehitettävä työmenetelmiä tai käytettävä hyväksi taloudellisuusstandardien laadinnassa. Tutkimustuloksia voidaan käyttää hyväksi mm. seuraavasti:

- menetelmien ja työpaikkajärjestelyjen kehittäminen
- työn aika-arvojen määrittäminen
 - työnsuunnittelun ja työnjärjestelyn tarvitsemat tiedot (esim. taloudellisuusstandardit)
 - miestyön suorituspalkkauksen perusta
 - hinnoittelu- ja tarjouslaskenta.

Työnmittaukseen tulisi aina liittyä oleellisena osana työmenetelmän ja työpaikkajärjestelyn parantaminen siitä huolimatta, että tutkimuksen tarkoituksena olisi esim. miestyön suorituspalkkauksen perusta tai työnsuunnittelun tarvitsemat tiedot.

Työnmittauksen tulokset vaihtelevat eri mittauskerroilla. Nämä eroavuudet johtuvat seuraavista seikoista:

- virheet ajanmittauksessa
- työtahdin vaihtelut saman työntekijän eri suorituskerroilla ja eri työntekijöiden välillä
- työn sisällön vaihtelut, jotka johtuvat
 - työpaikan työnjärjestelystä
 - työmenetelmän ja työliikkeiden pituuksien yms. vaihteluista
 - työvälineiden ja koneiden vaihteluista
 - käsiteltävän materiaalin ja raaka-aineiden vaihtelusta
 - työn laadun ja viimeistelyasteen vaihteluista.

Ajanmittauksessa esiintyvät virheet ovat suhteellisen pienet ja työtahdin vaihteluista johtuvat virheet voidaan työntutkijan toimesta tasoittaa miestyössä ns. normaalijoutuisuuteen. Työn sisällön vaihtelujen aiheuttamien eroavuuksien pienentämiseksi tulee työnmittaustulos sitoa menetelmäkuvaukseen.

Työnmittaustehtävän suorituksen ensimmäisenä vaiheena on mittaustehtävän rajoittaminen ja määrittely. Tämän jälkeen suoritetaan varsinainen työnmittaus, työn suoritukseen tarvittavan ajan ja aikaa vastaavan suoritteiden (työmäärän) määrittäminen sekä tutkimustulosten esittäminen, käsittely ja taltiointi.

Työnmittausmenetelmiä ovat mm:

- liikeaikataulu
- kellomenetelmä
- havainnointimenetelmä
- aikalaskelmat.

2.22 AJANKÄYTÖNJAKO

2.221 Yleistä

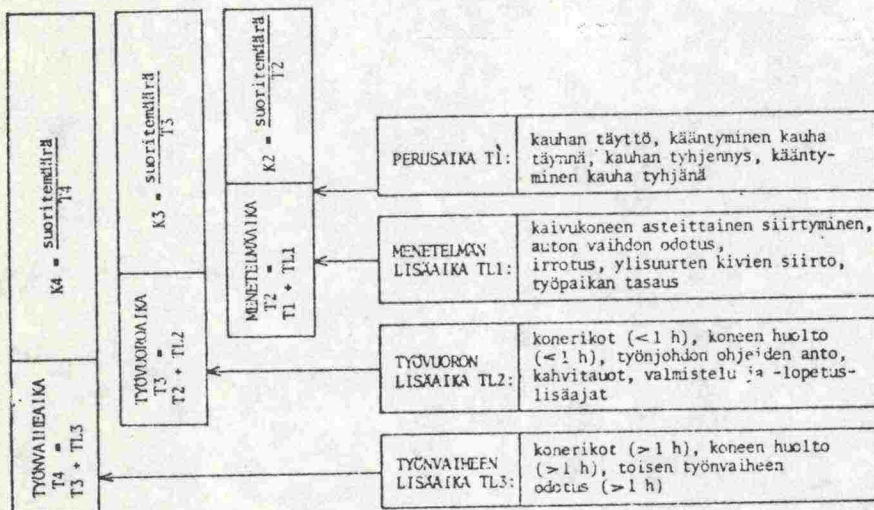
Työmittauksen suorittamista varten ja tulosten käytön kannalta on työpäivä jaettava ajankäytön suhteen erilaisiin aikalajeihin. Työpäivän ajankäytön aikalajeihin jako voidaan suorittaa ns. rakennusalan ajankäytönjaon ja perinteellisen työntutkimuksen aikajaon suhteen.

Ns. rakennusalan ajankäytönjako perustuu rakennuskoneiden tutkimista varten kehitettyyn järjestelmään ja järjestelmästä on useita erilaisia sovellutuksia. Perinteellisen työntutkimuksen ajankäytönjako on käytössä teollisuuden miestyötä koskevissa tutkimuksissa.

2.222 Rakennuskoneen ajankäytönjako

Rakennuskoneen työaika voidaan jakaa työhön käytetyn ajan tehollisuuden perusteella (kuva 2.22/1) seuraavasti:

- perusaikaan (T1)
- menetelmäaikaan (T2)
- työvuoroaikaan (T3)
- työvaihe- aikaan (T4).



Kuva 2,22/1 Rakennuskoneen yhden työvaiheen suorittamiseen käyttämä aika

Rakennuskoneen vuotuinen ajankäyttö eli kokonaisaika (T 6) muodostuu siitä ajasta, jonka kone on sijoitettuna työmaalle (T5) sekä korjaamo- ja varikkoajasta (TL5). Tavallisesti työntutkimustoiminnassa tarkastellaan koneen työskentelyä yhdessä työvaiheessa ja tällöin tutkimuksen suoritustarkkuudeksi valitaan yleensä väliltä 0,01 min...1 h. Koneen pitoajan tutkimiseen riittää yleensä aikayksiköksi työpäivä.

PERUSAIKA

Perusajalla (T1) tarkoitetaan sitä aikaa, jonka kuluessa kone suorittaa sellaista osaa työsuorituksesta, joka toistuu koneella lähes kaikilla työmenetelmillä työtä tehtäessä ja on koneen varsinaista perustyötä.

Perusaika kuuluu työnerään tai työnosaeraan. Esimerkkinä perusajan osista voidaan mainita:

- kaivukone
 - kauhan täyttö
 - kääntyminen kauha täynnä
 - kauhan tyhjennys
 - kääntyminen kauha tyhjänä
- puskukone
 - irrotuspusku
 - työntöpusku
 - paluupusku

MENETELMÄAIKA

Menetelmäajalla (T2) tarkoitetaan sitä aikaa, jonka kone käyttää tietyllä työmenetelmällä varsinaiseen työsuoritukseen. Menetelmäaika on perusajan (T1) ja menetelmän lisäajan (TL1) summa.

Menetelmän lisäaika (TL1) riippuu työssä käytetystä työmenetelmästä. Menetelmän lisäaikoihin kuuluvat ne työn osat, mitkä ovat välttämättömiä varsinaisen työsuorituksen (perusajan) lisäksi. Se ei ole suoranaisesti tuotannollista aikaa, mutta välttämätöntä työmenetelmän ylläpitämiseksi. Menetelmän lisäajat ovat toiminnallisesti ryhmiteltyinä työneriä tai työnosaeriä.

Menetelmän lisäajat voivat olla luonteeltaan muuttuvia tai kiinteitä. Muuttuvat menetelmän lisäajat ovat työmäärästä riippuvia lisäaikoja ja ne toistuvat suhteellisen säännöllisesti työkierron tahdissa (esim. kaivukoneen asteettainen siirtyminen tai auton vaihdon odotus).

Kiinteät menetelmän lisäajat ovat työmäärän suuruudesta riippumattomia lisäaikoja ja ne toistuvat sattumanvaraisesti työkierron aikana ja ovat

luonteeltaan usein työtä valmistelevia tai lopettavia työnsaeria.

Kuormattaessa maata kuormaajalla saattaa syntyä työmenetelmästä riippuen seuraavia menetelmän lisäaikoja:

- auton vaihdon odotus
- irrotus
- ylisuurten kivien siirto
- työpaikan tasaus
- välppäkivien siirto.

Puskukoneella raivaustyön yhteydessä saattaa syntyä seuraavia menetelmän lisäaikoja:

- kivien ja kantojen irrotus
- roudan irrotus
- tiepohjan tasaus.

TYÖVUOROAIKA

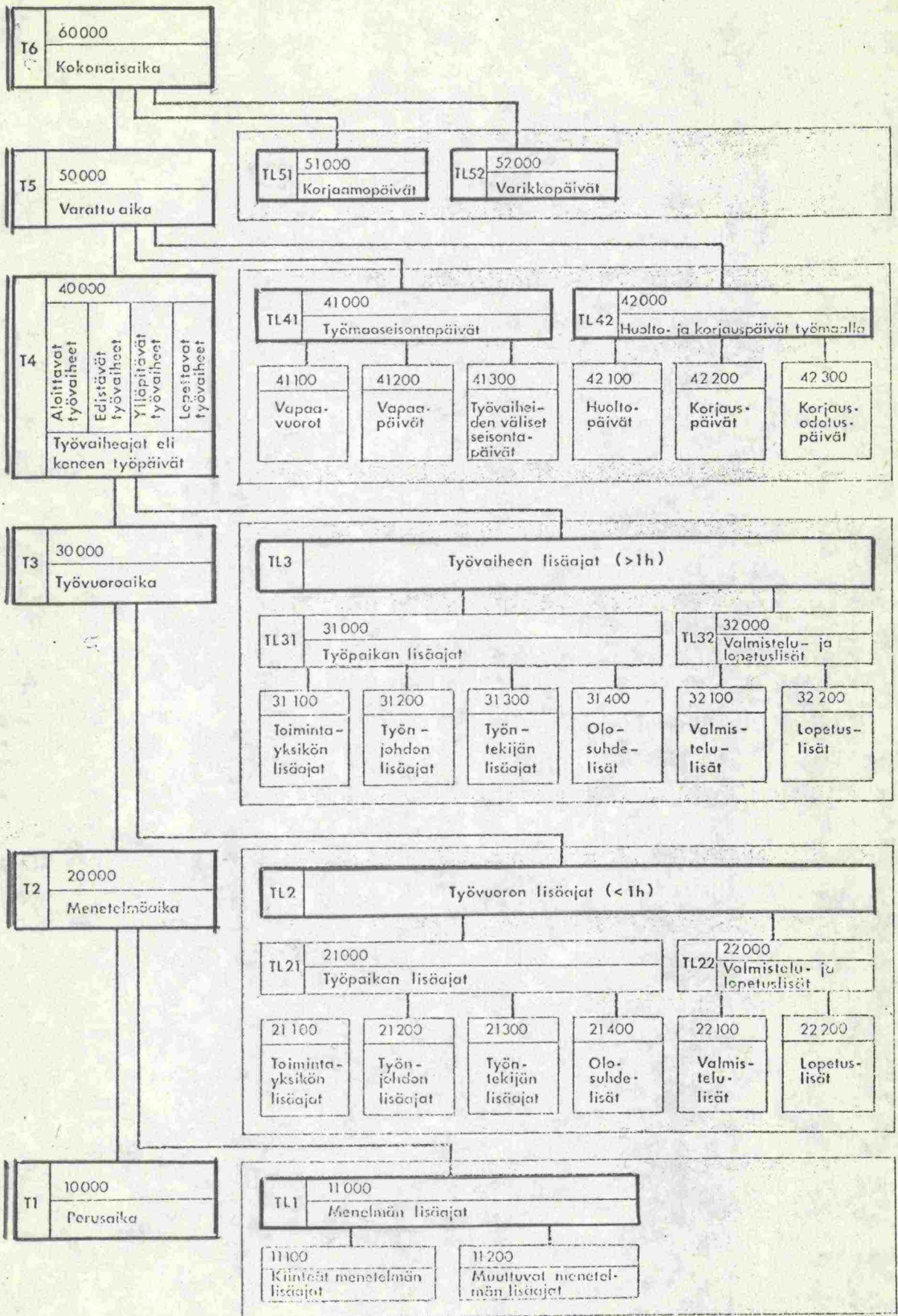
Työvuoroaika (T3) on menetelmäajan (T2) ja työpaikan olosuhteista johtuvien alle tunnin pituisten työskentelyn keskeytysten eli työvuoron lisäaikojen (TL2) summa.

Työvuoroajasta on aikaisemmin käytetty nimitystä käyttöaika. Työvuoron lisäaikojen (TL2) kuluessa eivät suoritemäärät lisäänty. Työvuoron lisääajat ovat työpaikalla vallitsevista olosuhteista, työnjohdon toimenpiteistä, työntekijästä tai toimintavälineestä riippuvia alle tunnin pituisia työn keskeytyksiä, työpaikan lisäaikoja (TL21-ajat) tai työvuoron ja taukojen yhteydessä syntyviä aloitus- ja lopetustoimenpiteistä aiheutuvia toimintoja (TL22-ajat). (Kuva 2.22/2 ja taulukko 2.22/3).

Työpaikan lisääajat eivät esiinny säännöllisesti jokaisen työkierron aikana ja niiden esiintymisen ei voida katsoa olevan toimintayksikön suoritemäärästä riippuvia mutta ne voidaan tilastollisesti kiinteyttää tiettyä tilannetta vastaaviksi työvuoroa kohti lasketuiksi keskiarvoiksi. Työpaikan lisääajat (TL21) ovat ryhmiteltävissä aiheutumissyyn perusteella:

- toimintavälineen lisääajat
- työnjohdon lisääajat
- työntekijän lisääajat
- olosuhteiden aiheuttamat lisääajat.

Valmistelu ja lopetuslisät (TL22-ajat) aiheutuvat työvuoron ja tauon alussa ja lopussa syntyvästä aloitteesta ja lopettavasta toiminnasta. Nämä lisääajat kuuluvat jatkuvaan tuotantoon ja muodostuvat koneen toiminnasta ja näiden toimintojen aikana tapahtuvista pienehköistä tauoista (esim. konetta työpaikalle ajettaessa tapahtuva toisen koneen ohituksen aiheutta-



Kuva 2.22/2

Taulukko 2.22/3

Lisääjät		pv						yht.	yht.	
TOIMINTA- YKSIKÖN LISÄAJAT		konerikot								
		huolto työvuoron aikana								
		tankkaus								
		muut								
TYÖNJOHDON LISÄAJAT	tj:n ohjeet	työn vuoksi suoritettu keskustelu								
		tuntilapun kuittaus								
		muut								
	Odotukset	materiaalin odotus								
		toisen työvaiheen odotus (kuljetus)								
		toisen työvaiheen odotus (muu)								
		aputyöstä aiheutuva odotus								
		tutkittavan työvaiheen odotus								
		muut								
	Valvonta	huonosta työn laadusta määr. keskeytys								
huonosta materiaalista määr. keskeytys										
laaduntark. aiheutuva keskeytys										
valvontamittauksesta aiheutuva keskeytys										
	työturvallisuuden vuoksi määr. keskeytys									
TYÖNTEKIJÄN LISÄAJAT	Sopim.muk.tauot	kahvitauko								
		3-vuorotyön ruokailu								
		sopimuksen mukainen kulku								
		henkilökohtaiset tarpeet								
		muut sopimustauot								
Muut tauot	myöhäinen aloitus ja aikainen lopetus									
	tupakkatauot									
	asiaton keskustelu ja puuhailu									
	työntekijästä johtuva virheen korjaus									
	muut tauot									
OLOSUHDELISÄT	Säästä johtuvat	sade estää työn								
		pakkanen estää työn								
		pimeys estää työn								
		tuuli estää työn								
		muut								
	Muut	liukkaus estää työn								
		liikenne estää työn								
		muut								
VALMIS- TELU- LISÄT	käynnistys ja ajo työpaikalle									
	työkuntoon laitto									
	muut valmistelut									
LOPE- TUS- LISÄT	koneen ajo työpaikalta									
	muut lopetustoimet									
T1.2	TYÖVUORON LISÄAJAT									
T2	MENETELMÄAIKA									
T3	TYÖVUOROAIKA									
C2	TYÖVUOROAJAN KERROIN									
KUMC2	KUMULATIIVINEN C2 - KERROIN									

ma pysähtyminen). Määrätyn tuotantomäärän alussa ja lopussa syntyy vastaavanlaista aloittavaa ja lopettavaa toimintaa (esim. koneen siirto edellisestä työkohteesta uuteen työkohteeseen) mutta tämä toiminta on oma työvaiheensa ns. aloittava tai lopettava työvaihe.

Tarkkoja kustannuslaskelmia varten joudutaan määrittämään kutakin tilannetta varten ns. maksettavan ajan käsite.

MAKSETTAVA AIKA

Maksettavalla ajalla tarkoitetaan aikaa, joka saadaan kun menetelmäaikaan lisätään ne työskentelyn keskeytykset, joista on sovittu maksettavaksi toimintavälineen omistajalle.

TYÖVAIHEAIKA

Työvaiheajalla (T₄) tarkoitetaan sitä aikaa, mikä tietyllä toimintavälineellä menee työvaiheen suorittamiseen työhön käytettyjen työvuorojen kuluessa. Työväiheaika (T₄) on työvuoroajan (T₃) ja työvaiheen lisäaikojen (TL₃) summa.

Työvaiheaikaa ovat kaikki ne päivät, jotka kone on ollut työssä vaikka osankin päivää. Muu osa työvuorosta on joko työvaiheen tai työpaikan lisäaikoja. Kaksi- ja kolmivuorotyö käsitetään erillisiksi työpäiviksi. Työvaiheen lisäajat ovat työvuoron aikana tapahtuvia yli tunnin (> 1 h) pituisia työskentelyn keskeytyksiä. Työvaiheen lisäajat aiheutuvat samoista syistä kuin työvuoron lisäajat, mutta ne ovat suuruudeltaan niin pitkiä, että tuotannon voidaan katsoa keskeytyneen (taulukko 2.22/3).

Yhden tunnin raja-arvon valinta perustuu ruotsalaiseen tuotantovälineen ajanjakoon (IVA/Transportforskningskommissionen. Meddelande nr 67, Transporter vid byggnads- och anläggningsarbeten del III, Mängd-, tid- och kapacitetsbegrepp vid hantering av jord- och bergmassor; Stockholm 1968). Raja-arvon käytön valintaa voidaan perustella seuraavasti:

- työnjohto huomaa yleensä yli tunnin pituiset työskentelyn keskeytykset
- työnjohdon voidaan olettaa ryhtyvän toimenpiteisiin häiriön aiheuttaneen syyn eliminoinemiseksi ja kustannustappioiden pienentämiseksi yhden tunnin kuluessa,
- yli tunnin pituisia keskeytyksiä syntyy siksi harvoin, että niiden esiintymistiheyden ja keston tutkiminen on tarkoituksenmukaista suorittaa eri menetelmin kuin alle tunnin pituisten keskeytysten tutkiminen,
 - yli tunnin pituiset keskeytykset on helpompi huomioida työsuunnittelussa kalenteriaikaa lyhentämällä kuin kohdistamalla ne eri työvaiheisiin.

Työvuoron (TL₂) ja työvaiheen (TL₃) lisäaikojen välillä oleva yhden tunnin raja ei ole edellä esitettyjen perusteiden mukaan kaikissa töissä ja olosuhteissa oikein, mutta erilaisten rajojen käyttö vaikeuttaisi tut-

kimustulosten hyväksikäyttöä niin paljon, että on tarkoituksenmukaista käyttää kiinteätä yhden tunnin raja-arvoa.

Työvaiheajan rinnalla voidaan tilastollisissa tutkimuksissa käyttää ns. kuljettajan palkallista aikaa. Kuljettajan palkallisen ajan käyttö tutkimuksissa edellyttää aina luetteloita niistä lisäajoista ja töistä, joista koneen kuljettajalle on maksettu.

VARATTU AIKA

Varattu aika tarkoittaa sitä, aikaa jolloin toimintaväline ei ole vapaana toisen hankkeen toteuttamista varten. Varattu aika on koneen työpäivien ja työmaaseisontapäivien sekä työmaalla suoritettujen huolto- ja korjauspäivien summa.

Työmaaseisontapäivät ovat vapaavuoroja, vapaapäivät sekä eri työvaiheiden välillä mahdollisesti syntyviä seisontapäiviä. Varattuun aikaan kuuluvat huolto- ja korjauspäivät ovat määräaikaishuollosta aiheutuneita päiviä, ja niitä päiviä jolloin konetta korjataan tai odotetaan korjauksen alkamista työmaalla. Korjauspäiväksi lasketaan jokainen päivä, jolloin konetta on korjattu vaikka osakin päivää, ellei tämä päivä ole koneen työpäivä eli työvaiheaikaa.

Varatun ajan suuruutta ei tutkita työntutkimusmenetelmin vaan erilaisin tilastollisin keinoin. Käsite palvelee ennen kaikkea koneen käyttökustannusten laskemista ja koneenkäytön taloudellisuuden tutkimista.

KOKONAISAIKA

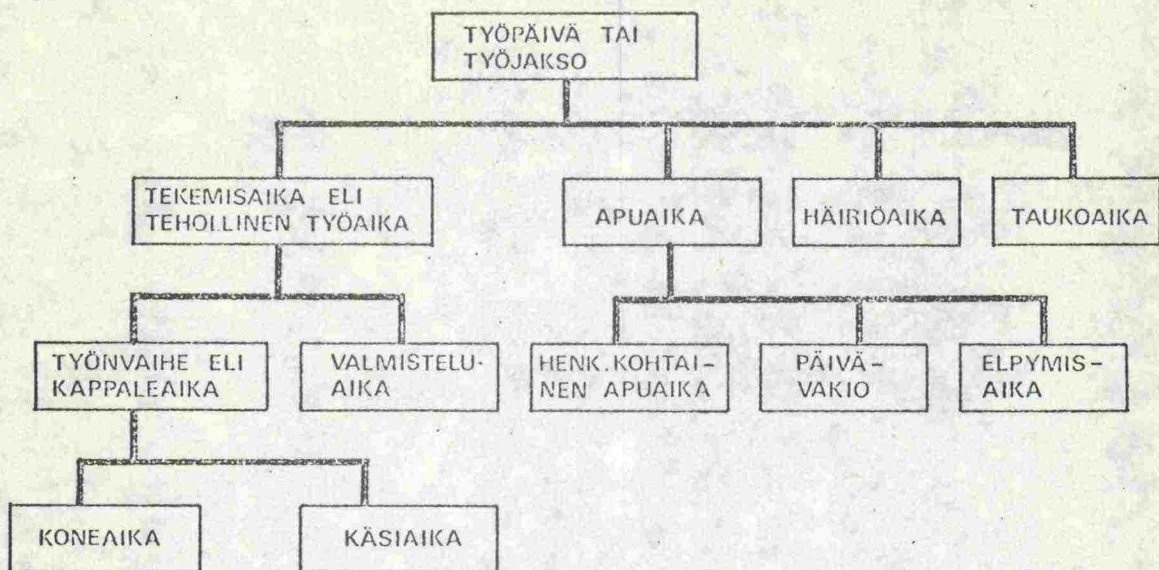
Kokonaisajalla tarkoitetaan koneen pitoaikaa vuoden pituiseksi ajaksi jaksotettuna.

Kokonaisaika on varattujen aikojen (T5-aikojen), korjaamopäivien (TL51) sekä varikkopäivien (TL52) summa. Varikkopäiviä ovat ne päivät, jolloin kone on ollut varastossa tai kuljetuksessa työmaan ulkopuolella tai seisomassa tuotuna työmaalle ennen kuin työ on sovittu alkavaksi tai seisomassa kun konetta ei ole viety pois töiden loputtua. Pitoajalla tarkoitetaan koneen hankinnan ja työstä poistamisen (romuttaminen ja myynti) välistä aikaa.

2.223 Miestyön ajankäytönjako

Miestyötä tutkittaessa jaetaan työaika aikalajeihin seuraavasti (kuva 2.22/4)

- tekemisaika eli tehollinen aika
- apuaika
- tauko aika
- häiriöaika



Kuva 2.22/4 Miestyön ajankäytönjako

TEKEMISAIKA

Tekemisaika eli tehollinen työaika tarkoittaa sitä aikaa, joka kuuluu tietyn työtehtävän valmistussarjan suorittamiseen. Tekemisaika jakautuu valmistelu-aikaan ja työnvaihe-aikaan eli kappale-aikaan.

Valmistelu-aikaan kuuluvat kaikki ne työtehtävät, jotka suoritetaan vain yhden kerran kutakin tehtävää valmistussarjaa kohti. Kappale-aikaan kuuluvat ne ajat, jotka ovat riippuvia työmäärän suuruudesta.

Työnvaihe-aika eli kappale-aika voidaan edelleen jakaa käsiaikaan ja kone-aikaan. Käsiaika on niiden työnerien summa, joihin joutuisuus vaikuttaa ja koneaika niiden summa, joihin joutuisuus ei vaikuta. Joutuisuudella tarkoitetaan eri työntekijöiden ja eri työsuorituskertojen kesken olevaa olevaa työvauhdin erilaisuutta. Jotta mittaustulokset olisivat keskenään vertailukelpoisia eri mittauskerroilla tulee työvauhdin erilaisuus tasoitaa eli normalisoida. Normalisointi suoritetaan vertaamalla tutkittavan työn suoritusta ns. normaaliin työsuoritukseen. Normaalin työsuorituksen ja todellisen työsuorituksen suhde on nimeltään joutuisuus (kj = joutuisuuskerroin). Kun työstä tehdään työnmittauksen aikana välittömiä havaintoja, kutsutaan näitä havaintoja edustamaan valittua aikaa valitukseksi ajaksi (tv) ja joutuisuuskerroimella korjattua aikaa normaaliajaksi (tn).

NORMAALI TYÖSUORITUS

Normaali työsuoritus on työntekijän työsaavutus, kun hän työskentelee normaalilla liikenopeudella (kehon eri liikkeille sovittu nopeus) ja käyttää tarkoin määrättyä työmenetelmää, ns. normaali-työmenetelmää.

JOUTUISUUS

Joutuisuus on normaalin työsuorituksen ja todellisen työsuorituksen suhde.

VALITTU AIKA

Valitulla ajalla tarkoitetaan aika-arvoa, joka edustaa työn suoritukseen kuuluvaa aikaa.

NORMAALIAIKA

Normaaliaika on työhön kuluva aika normaalijoutuisuudella.

Joutuisuus ilmoitetaan joutuisuuskertoimella k_j . Normaalityösuorituksen joutuisuus on 1,00 ja mikäli työsuoritus ylittää normin, on $k_j > 1,00$ ja jos se alittaa normin, on $k_j < 1,00$.

MTM:n perusliikkeiden taulukkoajat edustavat normaalijoutuisuutta. Työntekijä työskentelee normaalijoutuisuudella silloin, kun hänellä on keskinkertainen taito, hänen työnsä intensiteetti eli työvauhti on keskinkertainen ja työolosuhteet ovat normaalit.

Joutuisuutta määritettäessä on otettava huomioon kolme osatekijää:

- taito
- intensiteetti eli työvauhti
- olosuhteet.

Joutuisuuden määrittäminen perustuu arviointiin, jossa tutkittavaa työtä verrataan tuttuihin mielikuviin. Joutuisuuden arviointia voidaan harjoitella filmien, MTM:llä tutkittujen töiden ja esimerkkistöiden avulla.

Kokenut työntutkija arvioi joutuisuuskertoimen yhdellä kertoimella vertaamalla tutkittavaa työtä tutkijan mielikuvaan normaalista työskentelystä.

Tällöin arvio perustuu lähinnä työskentelynopeuteen ja työliikkeiden hallintaan. Menetelmän avulla päästään oikeaan lopputulokseen jos:

- työvaihe on lyhyt ja se on kuvattu tarkasti
- työolot ovat vakiot ja työ on hyvin opetettu
- työntutkija tuntee työn hyvin.

Työt ovat joutuisuuden määrittämisen kannalta erilaisia:

- työt, joissa joutuisuus voidaan määrittää havaitsemalla
- työt, joissa joutuisuutta ei voida määrittää havaitsemalla
- työt, joissa joutuisuuden määrittämistä ei tarvita.

Jos joutuisuutta ei voida määrittää havaitsemalla, se määritetään kokeellisesti koesarjan tai välillisen joutuisuuden määrittelyn avulla. Välillisesti joutuisuus voidaan määrittää käyttämällä hyväksi sitä tosiasiaa, että joutuisuus ei juuri vaihtelee saman työkierron aikana. Jos työhön kuuluu riittävästi vapaita työnosia, voidaan niiden avulla määrittää niiden osien joutuisuus, joista sen havaitseminen ei ole mahdollista.

Joutuisuutta ei tarvitse määrittää sellaisista töistä, joiden pituuteen työntekijällä ei ole mahdollisuutta vaikuttaa. Tällaisia työnosia ovat mm. betonin sekoitusaika, massan jäähtymisen odotus ja terästen katkaisu leikkurissa.

Käytännössä tapahtuvaa joutuisuuden määrittämistä varten voidaan todeta, että

- joutuisuus pysyy vakiona yhden työvaiheen ajan, mutta vaihtelee eri työkiertojen aikana
- ajan ja joutuisuuden havainnoinnissa voidaan vuorotella
- työkierrat, joista joutuisuus havaitaan, on etukäteen määrättävä (esim. joka 10. työkierto)
- joutuisuus lasketaan 5 %:n tarkkuudella.

APUAIKA

Apuaika on tiettyä ajanjaksona likimäärin saman suuruisena toistuva aika, joka kuuluu työtehtävän suoritusedellytyksiä ylläpitävään toimintaan, mutta joka vain välillisesti edistää työn suorittamista.

Apuaikaan kuuluvat kaikki päivittäin toistuvat vakiotyöt sekä työstä ja työntekijästä johtuvat ajat. Apuajat on ryhmiteltävissä;

- päivävakioiden eli työkohtaisiin apuaikoihin
- henkilökohtaisiksi apujaiksi hyväksyttäviin apuaikaluonteisiin taukoihin.

Apuaika otetaan työnarvossa huomioon apuaikalisänä. Osa apuaajoista voi kuulua elpymiskertoimeen silloin, kun työnarvon laskemisessa käytetään elpymiskerrointa (katso luku 2.). Tällöin apuajan sisältämät tauot otetaan huomioon siten, että ne vähennetään elpymisajasta, jos tauko voidaan todella käyttää; esim. kahvitauko otetaan huomioon elpymisker- toimessa eikä apuaikalisänä.

Päivävakioida ovat:

- päivittäinen siirtyminen työkohteeseen, silloin kun se kuuluu työn- antajan maksettavaksi
- työvälineiden ja tarveaineiden noutaminen ja palauttaminen työn ku- luessa
- työnjohdon työtä koskevien ohjeiden anto
- työn vaatiman erikoissuojavarustuksen pukeminen ja riisuminen
- työssä tarvittavan avun odottaminen, kun se kuuluu työn luonteeseen
- tunti- tai muun ilmoituksen laatiminen.

Henkilökohtaisia apuaikoja ovat:

- henkilökohtaiset tarpeet
- peseytyminen erittäin likaisessa työssä
- palkan vastaanotto.

Henkilökohtaisten apuaikojen taukojen osalta on yleensä sovittu vakinaiset aikamäärät virasto- ja laitoskohtaisesti, esim. minuuttia/työpäivä.

HÄIRIÖAIKA

Häiriöaika on aika, joka työntekijältä kuluu epäsäännöllisesti esiintyviin tuotantotoiminnan keskeytyksiin.

Häiriöaikoja ovat mm.:

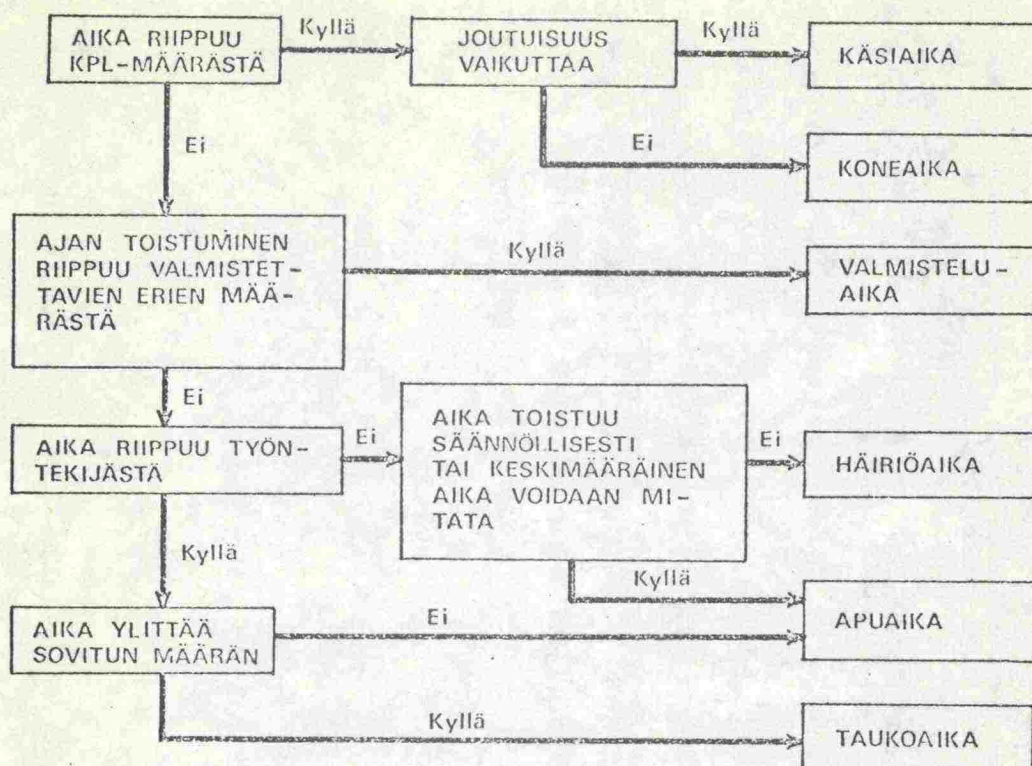
- työkoneen tai välineen rikkoutuminen
- sähkön, paineilman tms. jakeluhäiriö
- tapaturman aiheuttama häiriö.

TAUKOAIKA

Tauko aika on aika, jolloin työntekijä on omasta aloitteestaan toimettomana.

Tauko aikoja ovat mm.:

- tarpeettomat työskentelyn keskeytykset
- myöhäiset aloitukset ja aikaiset lopetukset
- huolimattomuudesta aiheutuneen työvirheen korjaus.



Kuva 2.22/5 Päätösmalli ajankäytön lajien määrittämiseksi

2.224 Sovellutuksia ajankäytönjaosta

Talonrakennusalan taloudellisuusstandardien laadintaa varten on rakennuskoneen ajankäytön jako otettu käyttöön myös miestyön työmittauksessa. Mittauksen yhteydessä saattaa ilmetä vaikeuksia tutkittavassa työssä esiintyvien erilaisten menetelmän ja työvuoron lisäaikojen sijoittamisessa oikeaan ryhmään. Tällaisia täsmennyksiä kaipaavia tapauksia ovat esim.:

Työmenetelmästä johtuva odotus, joka aiheutuu siitä syystä, että työnvaiheen osia ei aina pystytä tahdistamaan riittävän hyvin. Tällainen odotus esiintyy työssä eikriittisellä polulla ja tulee kysymykseen tutkimuksissa, joiden tarkoituksena on menetelmän kehittäminen ja työryhmän optimikoon määrääminen. Tällainen työmenetelmästä johtuva odotus aiheutuu esimerkiksi, kun suoritetaan sillan betonoimistyötä nosturin avulla valmisbetonia käyttäen. Tällöin betonisiilolla olevan työntekijän tehtävänä on massan annosteleminen siilosta siirtoastiaan, valmisbetonin vastaanotto sekä siilon ympäristön puhtaanapito. Näiden tehtävien suorittaminen vie normaalisti vain noin 25 % työntekijän ajasta ja hän joutuu odottamaan loppuajan. Hän on kuitenkin sidottu betonin valuun eikä voi tehdä muuta työtä. Tämä työmenetelmästä johtuva

odotus on tyypillinen menetelmän lisäaika. Vastaava menetelmän lisäaika esiintyy myös betonin valukohteessa, jossa työntekijöiden tehtävänä on siirtoastian vastaanotto ja tyhjennys, betonin tiivistäminen ja pinnan hierto. Jos työntekijät joutuvat odottamaan betonin siirtoa valukohteeseen, sijoitetaan tämä odotusaika menetelmän lisäaikoihin. Mikäli betonisiilo on tyhjä ja työntekijät joutuvat odottamaan betonitoimistusta, lasketaan tämä odotus kuitenkin työvuoron lisäaikoihin;

Piirustusten ja ohjeiden lukuaika sijoitetaan työn luonteesta riippuen joko menetelmän tai työvuoron lisäaikoihin. Mikäli piirustusten ja ohjeiden luku kuuluu oleellisesti työn luonteeseen ja mikäli sen voidaan olettaa esiintyvän säännöllisesti työkierron tahdissa, se sijoitetaan menetelmän lisäaikoihin. Muussa tapauksessa se sijoitetaan työvuoron lisäaikoihin. Esimerkiksi raudoitustyössä raudoittaja joutuu säännöllisesti lukemaan piirustuksia ja näin ollen tämä aika luetaan menetelmän lisäaikoihin kun taas betonin valutyössä mahdollinen piirustusten lukuun kuuluva aika sijoitetaan työvuoron lisäaikoihin, koska tässä työssä on valmis muotti sekä siihen kiinnitetty korkeusmerkintä valua varten eikä piirustusten luku näin ollen ole tarpeellista;

Käskyjen ja työskentelyohjeiden antamiseen kuluva aika luetaan menetelmän lisäaikaan sellaisissa töissä, jotka vaativat jatkuvaa menetelmäohjausta, kuten esimerkiksi tehtäessä hankalaa valumuottia, jonka yhteydessä työnjohtaja joutuu neuvomaan ja ohjaamaan työntekijöitä. Puhdas käskynanto sisältyy sitä vastoin työvuoron lisäaikaan;

Erilaiset järjestelytyöt ennen tietyn työn aloittamista ja sen päätyttyä luetaan menetelmän lisäaikoihin. Tällaisia aikoja ovat esimerkiksi täryttimen kytkeminen ennen valua ja kytkennän irrottaminen ja täryttimen puhdistus valun jälkeen. Sen sijaan työssä tarvittavien välineiden siirtoon työkohteeseen aamuisin ja varastoon iltaisin kuluva aika sekä muut vastaavat järjestelytyöihin kuuluvat ajat, jotka aiheutuvat työn keskeytymisestä työvuoron päättyessä, lasketaan työvuoron lisäaikoihin.

Suomen rakennusteollisuusliitto on soveltanut rakennuskoneen ajankäytönjakoa miestyöhön seurantatutkimuksen suoritusohjeissa lähtien ruotsalaisista tutkimusohjeista (Datagruppen i Göteborg: Rationellare byggnadsproduktion rapport 8/69 och 9/69).

2.225 Aikamenekki ja työn kesto

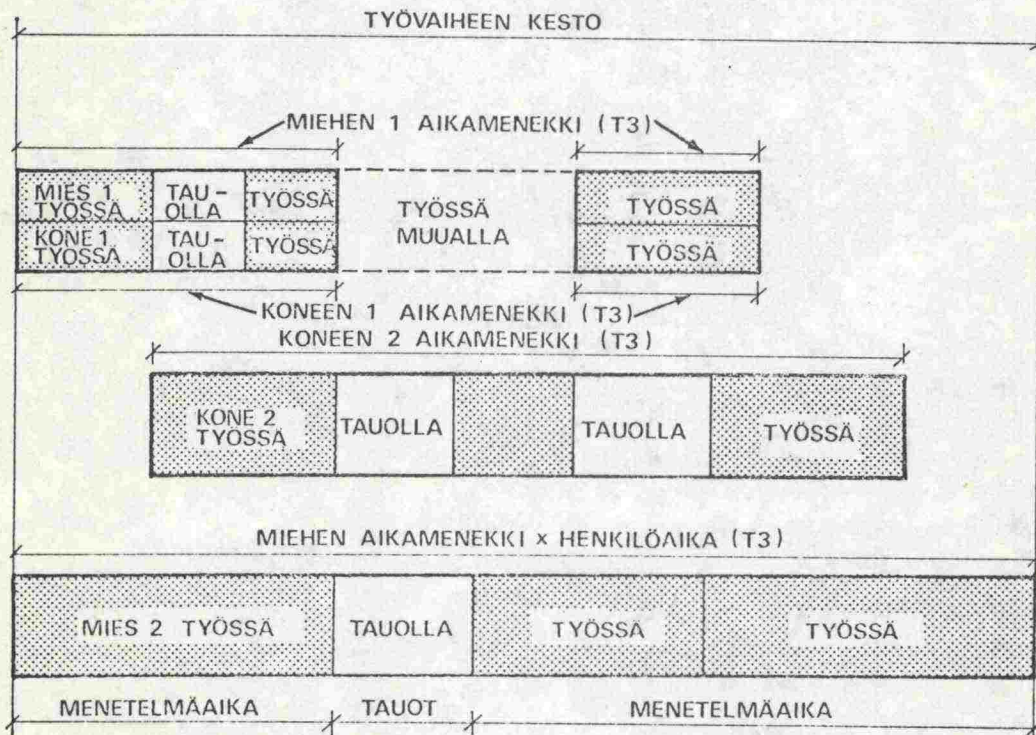
Aikamenekillä tarkoitetaan toimintavälineen työhön käyttämää aikaa. Aikamenekin yksikkönä käytetään h (kuva 2.22/6).

Työn kestolla tarkoitetaan sitä aikaa, joka kuluu työn suorittamiseen haluttuun valmiusasteeseen tietyltä suuruudeltaan ja kokoonpanoltaan mahdollisesti vaihtuvalta työryhmältä (kuva 2.22/6).

Aikamenekki voidaan sitoa mihin tahansa rakennustuotannon ositteluun edustamaan työn osaan (rakentamisvaihe-rakentamisosavaihe-työvaihe-työnosavaihe jne). ja se voi edustaa mitä tahansa koneen ajankäytön jaon mukaista aikaa. Aikamenekkiin liittyvät aina käsitteet rakennustyön osittelu, ajankäytön jako ja toimintayksikkö.

Aikamenekki voidaan jakaa työhön käytetyn toimintayksikön ja toimintavälineen mukaan seuraavasti:

- 1 henkilöaika
- 2 koneaika
- 3 ryhmäaika



Kuva 2.22/6 Aikamenekki ja työn kesto

Henkilöajalla tarkoitetaan sitä kokonaisaikaa, jonka määrätty työntekijä tai työntekijäryhmä yhteensä on käyttänyt tietyn toiminnan suorittamiseksi. Vastaava yksikkö on miestunti (mh).

Koneajalla tarkoitetaan sitä aikaa, jonka kone tai samantyyppiset koneet yhdessä ovat käyttäneet tietyn toiminnan suorittamiseen. Vastaava yksikkö on konetunti (kh).

Ryhmäajalla tarkoitetaan sitä työaikaa, minkä tietty ryhmä (toimintayksikkö) on ollut sidottuna määrätyn toiminnan suorittamiseen. Ryhmäajan käsitteeseen tulee aina liittää selvitys ryhmään sisältyvistä toimintavälineistä (rh).

2.23 MÄÄRÄKÄSITTEET

2.231 Yleistä

Rakennusalalla sanotaan toiminnan määrällistä aikaansaannosta suoritteeksi jälkilaskennan ja raportoinnin yhteydessä. Suorite voi siten olla jokin tuote tai valmiste, siis konkreettinen esine. Mutta yhtä hyvin suorite voi olla myös palvelus, jolloin suorite on vain laskennallinen käsite. Työnsuunnittelun ja työntutkimuksen yhteydessä käytetään lisäksi käsitettä työmäärä, mikä liittyy tällöin jonkin työvaiheen tai sen osan toiminnalliseen aikaansaannokseen.

Esimerkiksi maanleikkaustyön suoritemäärä on leikkauksen teoreettinen tilavuus (m^3_{ktr}) kun raportoidaan aikaansaannoksia. Jotta saataisiin aikaan ko. suorite joudutaan tekemään erilaisia työvaiheita kuten kuormaus, kuljetus, luiskien tasaus jne. Kullakin näillä työvaiheilla on työmäärä, joka kuvaa toiminnan määrää kuten luiskien tasauksessa luiskan pinta-ala ja kuljetuksessa kuljetusmatka.

Rakennusalalla voidaan suoritteiden ja työmäärien mittana käyttää mm. seuraavia (kuva 2.23/1):

- tilavuus (m^3)
- paino (kg)
- pituus (m)
- pinta-ala (m^2)
- lukumäärä (kpl)

Eräissä tapauksissa voidaan myös käyttää työmäärää kuvaamaan yhdistettyjä mittoja, jolloin työn määrä ilmaistaan esim. seuraavasti:

- paino x pituus ($t \times km$)
- tilavuus x pituus ($m^3_{itd} \times km$).

Jotta suoritteesta ja työmäärästä saataisiin todellinen kuva tulee työntutkimusten ja usein myös työnsuunnittelun yhteydessä mainita sen mitaustapa.

Suure	Yksikkö	Lyhenne	Selityksiä
Pituus	METRI	m	perusyksikkö
	millimetri	mm	
	senttimetri	cm	
	kilometri	km	
	juoksumetri	jm	
	tiekilometri	tie-km	
Pinta-ala	NELIÖMETRI	m ²	johdannaisyksikkö
	aari	a	
	hehtaari	ha	
	teoreettinen neliö- metri	m ² tr	
	todellinen neliö- metri	m ² td	
Tilavuus	KUUTIOMETRI	m ³	johdannaisyksikkö
	desilitra	dl	
	litra	l	
	teoreettinen kiinto- kuutiometri	m ³ ktr	
	todellinen kiinto- kuutiometri	m ³ ktd	
	todellinen irtokuutiometri	m ³ itd	
	teoreettinen rakennekuutiometri	m ³ rtr	
	todellinen rakennekuutiometri	m ³ rtd	
Aika	SEKUNTI	s	perusyksikkö
	minuutti	min	
	tunti	h	
	vuorokausi	vrk	
	vuosi	v	
	konetunti	kh	
	miestunti	mh	
	työvuoro	tv	
	päivä	pv	
	viikko	vk	
kuukausi	kk		
rakennuskausi	rk		
Massa	KILOGRAMMA	kg	perusyksikkö
	tonni	t	
Tiheys	KILOGRAMMA/ KUUTIOMETRI	kg/m ³	
	kiintotilavuuspaino	k	
	irtotilavuuspaino	i	
	rakennetilavuuspaino	r	

Kuva 2.23/1 Yleisimmät suoriteyksiköt lyhenteineen

2.232 Maa- ja kalliomassojen tilavuuskäsitteet ja massakertoimet

Maa- ja kalliomassojen tilavuus riippuu niiden käsittelytilasta. Massojen tilavuuskäsitettä tällöin määriteltäessä puhutaan seuraavista tilavuusyksiköistä (kuva 2.23/2):

1	teoreettinen kiintotilavuus	m ³ ktr
2	todellinen kiintotilavuus	m ³ ktd
3	todellinen irtotilavuus	m ³ itd
4	teoreettinen rakennetilavuus	m ³ rtr
5	todellinen rakennetilavuus	m ³ rtd.

Tilavuusyksiköiden välinen riippuvuus ilmaistaan erilaisten massakertoimien avulla, jotka määritellään ja havainnollistetaan kuvassa 2.23.2.

Tilavuudet voidaan määrittää joko mittaamalla tai kertoimien avulla. Koska kertoimien likimääräisyydestä ja mittaustarkkuuksien vaihteluista johtuen tilavuuksissa syntyy poikkeamia, olisi määrittystapa aina ilmaistava. Tilavuuksia määriteltäessä tulisi siis puhua

- kertoimien avulla lasketuista tai
- työn aikana tai jälkeen mittaamalla saaduista todellisista kiinto-, irto- ja rakennetilavuuksista.

Kaatoaikana, varaston ja valmiin rakenteen massoja uudelleen käsiteltäessä tulee ne pitää luonnontilaisina. Tällöin täytyy kuitenkin aina ottaa huomioon materiaalin varastoimisolosuhteet, aika, maalaji yms. seikat. Edellä sanotun mukaisesti on esim. välivarastoidun murskeen tilavuus todellinen kiintotilavuus, kun mursketta käsitellään uudelleen.

Tarkkaan tilavuuden mittaukseen pääsemiseksi tulee irtotilavuus sitoa tiettyyn käsittelytilaan (kuva 2.23/3).

- irroitettuna kuormattavaksi
- kuljetusvälineessä kuormauspaikalle
- kuljetusvälineessä kuljetuksen aikana
- kuljetusvälineessä purkauspaikalla
- purkauspaikalla purettuna.

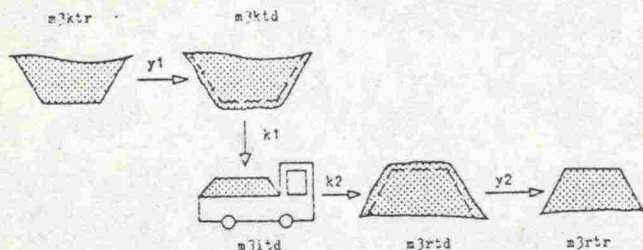
Yleensä irtotilavuuden käsittelytilaksi on katsottu se tilavuus, joka massalla on kuormauskohteessa kuljetusvälineen lavalla.

Massan käsittelytilat		Tilavuusyksiköt	
		Teoreettinen	Todellinen
kiinteä	luonnontila, varastoituna, kaatoaika, purettava rakenne	m ³ ktr	m ³ ktd
irtomainen	irroitettuna kuormattavaksi		m ³ itd
	kuljetusvälineessä kuormauspaikalla		m ³ itd
	kuljetusvälineessä kuljetusaikana		m ³ itd
	kuljetusvälineessä purkauspaikalla		m ³ itd
	purkauspaikalla purettuna		m ³ itd
rakenne	rakenteessa	m ³ rtr	m ³ rtd

Kuva 2.23/3 Tiivistelmä massan käsittelytiloista ja vastaavista tilavuusyksiköistä

VALTION MAAPAKENNUSALA	MASSAKERTOIMET	virasto	sijoitusrek.no		
		MTH TVH VR K2 Tasun	-	2569 2570 2571 2572 2573	
MASSAKERROIN TIETO (KTS)	RYHTY-, LOYHTYIS-, TII- VISTYIS- JA TÄYTYKEROIN	Laatija	TVH J-tsto	4	70
	y1-, k1-, k2-, y2-kerroin	MASSAKERTOIMET			
MASSAKERTOIMEN KÄYTTÖ		MASSAKERTOIMET			

$$y1 = \frac{m3ktd}{m3ktr} \quad k1 = \frac{m3itd}{m3ktd} \quad k2 = \frac{m3rtd}{m3itd} \quad y2 = \frac{m3rtr}{m3rtd}$$



MATERIAALIN KULKU

- Tielinjan leikkauksesta rakenteeseen (m3ktr → m3rtr) $V_{m3rtr} = y1 \cdot k1 \cdot k2 \cdot x2 \cdot y2 \cdot m3ktr$
- Tielinjan leikkauksesta kuljetusväliin lavalle (m3ktr → m3itd) $V_{m3itd} = y1 \cdot k1 \cdot x1 \cdot m3ktr$
- Varaannottopaikasta rakenteeseen (m3ktd → m3rtr) $V_{m3rtr} = k1 \cdot k2 \cdot x2 \cdot V_{m3ktd}$
- Kuorma-auton lavalta rakenteeseen (m3itd → m3rtr) $V_{m3rtr} = k2 \cdot x2 \cdot V_{m3itd}$

KÄYTTÖEJINEKKEI

Rakennettavan jakavan kerroksen tilavuus on 15 000 m³rtr. a) Kuinka paljon jakavaa kerrosta voidaan rakentaa tielinjalla olevasta 6000 m³tr suuruisesta soramäestä b) Kuinka paljon soraa (m³ktd) joudutaan hankkimaan varaannottopaikasta c) Kuinka suuri määrä joudutaan kuljetettamaan m³itd soraa jakavaan kerrokseen kummastakin kohteesta?

Ratkaisu käänköpuolella.

ESIMERKIN RATKAISU

Ratkaisussa tarvittavat standardit ja niistä saatavat kertoimien arvot:

Standardit	Kerroin	Arvo
TvH:n rek.no 2564	y1	1.15
"- 2565	k1	1.15
"- 2566	k2	0.72
"- 2567	y2	0.90

a) Tielinjan leikkauksesta saadaan jakavaan kerrokseen materiaalia (tapaus 1):

$$V_{m3rtr} \text{ (jakava)} = y1 \times k1 \times k2 \times y2 \times V_{m3ktr} \text{ (leikkaus)}$$

$$= 1.15 \times 1.15 \times 0.72 \times 0.90 \times 6000$$

$$= 5140 \text{ m}^3\text{rtr (jakava)}$$

Kuljetettava soramäärä (tapaus 2):

$$V_{m3itd} \text{ (auton lava)} = y1 \times k1 \times V_{m3ktr} \text{ (leikkaus)}$$

$$= 1.15 \times 1.15 \times 6000 = 7940 \text{ m}^3\text{itd}$$

b) Varaannottopaikasta (tapaus 3):

Varaannottopaikan soralla joudutaan rakentamaan jakavaa kerrosta (15000 - 5140) m³rtd = 9860 m³rtd

$$V_{m3ktd} \text{ (varaannottopaikka)} = \frac{1}{k1 \times k2 \times y2} \times V_{m3rtr} \text{ (jakava)}$$

$$= \frac{1}{1.15 \times 0.72 \times 0.90} \times 9860$$

$$= 13200 \text{ m}^3\text{ktd (varaannottopaikka)}$$

v Kuljetettava soramäärä (tapaus 4):

$$V_{m3itd} \text{ (auton lava)} = \frac{1}{k2 \times y2} \times V_{m3rtr} \text{ (jakava)}$$

$$= \frac{1}{0.72 \times 0.90} \times 9860$$

$$= 15200 \text{ m}^3\text{itd (auton lava)}$$

VASTAUS: a) leikkauksesta voidaan rakentaa jakavaa kerrosta 5140 m³rtr ja soraa kuljetetaan 7940 m³itd

b) varaannottopaikasta hankitaan soraa 13200 m³ktd ja kuljetettava määrä on 15200 m³itd

c) kuljetettava määrä on n. 23100 m³itd

LIITTYVÄT STANDARDIT	KÄYTTÖALA	KÄYTTÖRJOITUKSET
y1-kerroin TVH:n rek.no 2564, 2569-2573	TAS ja TLTS	
k1-kerroin TVH:n rek.no 2565	- massakerroinstandardien käyttö	
k2-kerroin TVH:n rek.no 2566	- massansiirtosuunnitelma	
y2-kerroin TVH:n rek.no 2567	- ajoituslaskelmat ja resurssien mitoitus	

Kuva 2.23/2 Massakertoimet

Maa- ja kalliomateriaalin määrä voidaan määrittää myös painoyksikköinä. Tavallisimmin käytetyt yksiköt ovat tonni (t) ja kilogramma (kg).

Massan tiheys ilmaistaan kg/m^3 -yksikkönä. Tietyn määmän tiheys vaihtelee sen käsittelytilasta riippuen. Tällöin voidaan puhua kiintotilavuuspainosta, irtotilavuuspainosta ja rakennetilavuuspainosta.

Massan tiheyksistä käytetään seuraavia lyhenteitä:

k = $\text{kg}/\text{m}^3\text{ktd}$ (kiintotilavuuspaino)

i = $\text{kg}/\text{m}^3\text{itd}$ (irtotilavuuspaino)

r = $\text{kg}/\text{m}^3\text{rtd}$ (rakennetilavuuspaino)

2.233 Pinta-alakäsitteet

Pinta-alan määrittävistä riippuen erotetaan seuraavat pinta-alakäsitteet:

- teoreettinen pinta-ala m^2_{tr}
- todellinen pinta-ala m^2_{td}

Teoreettisella pinta-alalla tarkoitetaan rakenteen pinta-alaa mitattuna tuotesuunnitelmasta teoreettisten mittojen mukaan.

Todellinen pinta-ala tarkoittaa rakenteen pinta-alaa määrättyinä valmiin rakenteen todellisten mittojen mukaan.

$y_3 = \text{pinta-alakerroin} = \text{todellisen pinta-alan suhde teoreettiseen pinta-alaan } m^2_{td} = y_3 \times m^2_{tr}.$

2.234 Talonrakennusalan materiaalikäsitteet

Rakennustöiden materiaalimenekkien tutkiminen perustuu seuraaviin menekkien jaotteluun:

- materiaalihäviöt eli teoreettisten ja todellisten materiaalimäärien erot
- materiaalimuutokset eli materiaalimäärissä tapahtuvat tilavuuden tai pituuden muutokset löyhymisen, tiivistymisen, kutistumisen, venymisen tms. seurauksena
- käyttötappio eli käytöstä aiheutuva materiaalin kuluminen tai rikkoutuminen siten, ettei materiaali sovellu uudelleen käytettäväksi.

Materiaalihäviöt syntyvät materiaalin hukkapaloista, rikkoutumisesta, häviämisestä tai poikkeamisesta suunnitelluista mitoista. Häviön syntyvaiheen mukaan ryhmitellään materiaalihäviöt seuraavasti:

- menetelmähukka eli työskentelyn yhteydessä syntyvä materiaalin lisätarve (esim. terästen katkaisussa syntyvät hukkapalat, muottien ja telineiden teosta syntyvät puutavaran jättepalat, betonimassan lisätarve muotin piirustuksista poikkeamisen johdosta, ovien rikkoutuminen asennuksen aikana)
- materiaalihävikki eli varastoinnin ja siirtojen yhteydessä sekä valmiissa rakenteessa tapahtuva materiaalin häviäminen ja rikkoutuminen sekä varastoidun materiaalin palauttamaton ylimäärä (esim. varastokasan pohjalle jäävä materiaali, varastossa rikkoutuneet ikkunat, liikaa tilatun materiaalin joutuminen jätekasoihin).

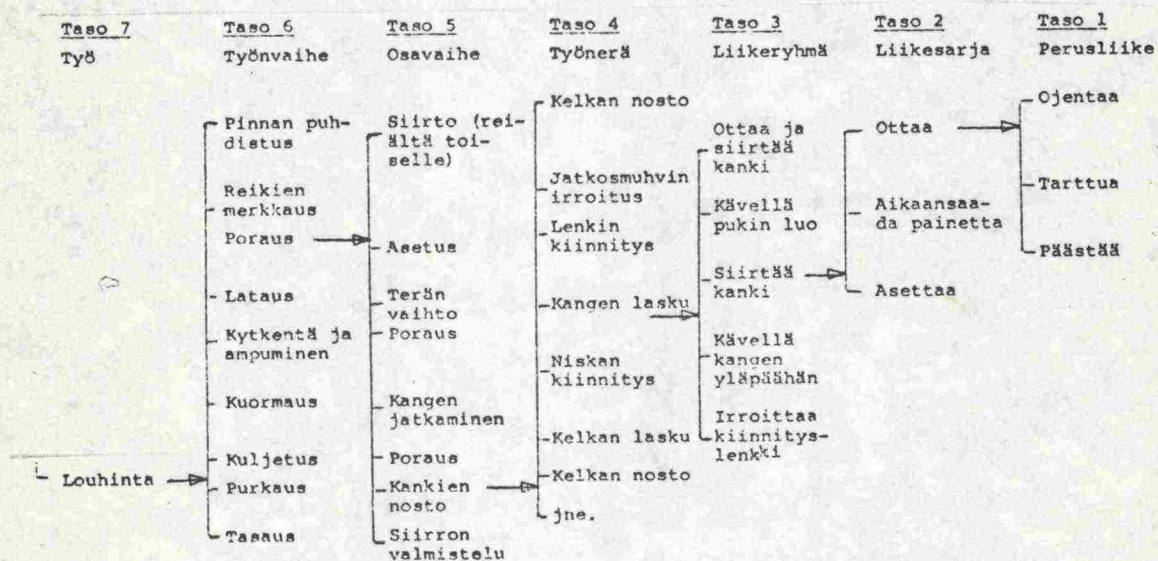
Materiaalimuutokset ovat materiaalissa itsessään tapahtuvia tilavuuden tai pituuden muutoksia venymisen, kutistumisen tai turpoamisen sekä löyhymisen ja tiivistymisen seurauksena.

Käyttötappiot ovat materiaalin uudelleenkäytön yhteydessä tapahtuvia käytöstä poistumisia. Käyttötappio voi aiheutua esim. muottien puron yhteydessä rikkoutumisena tai siitä, että muottien tai telineen teon yhteydes-

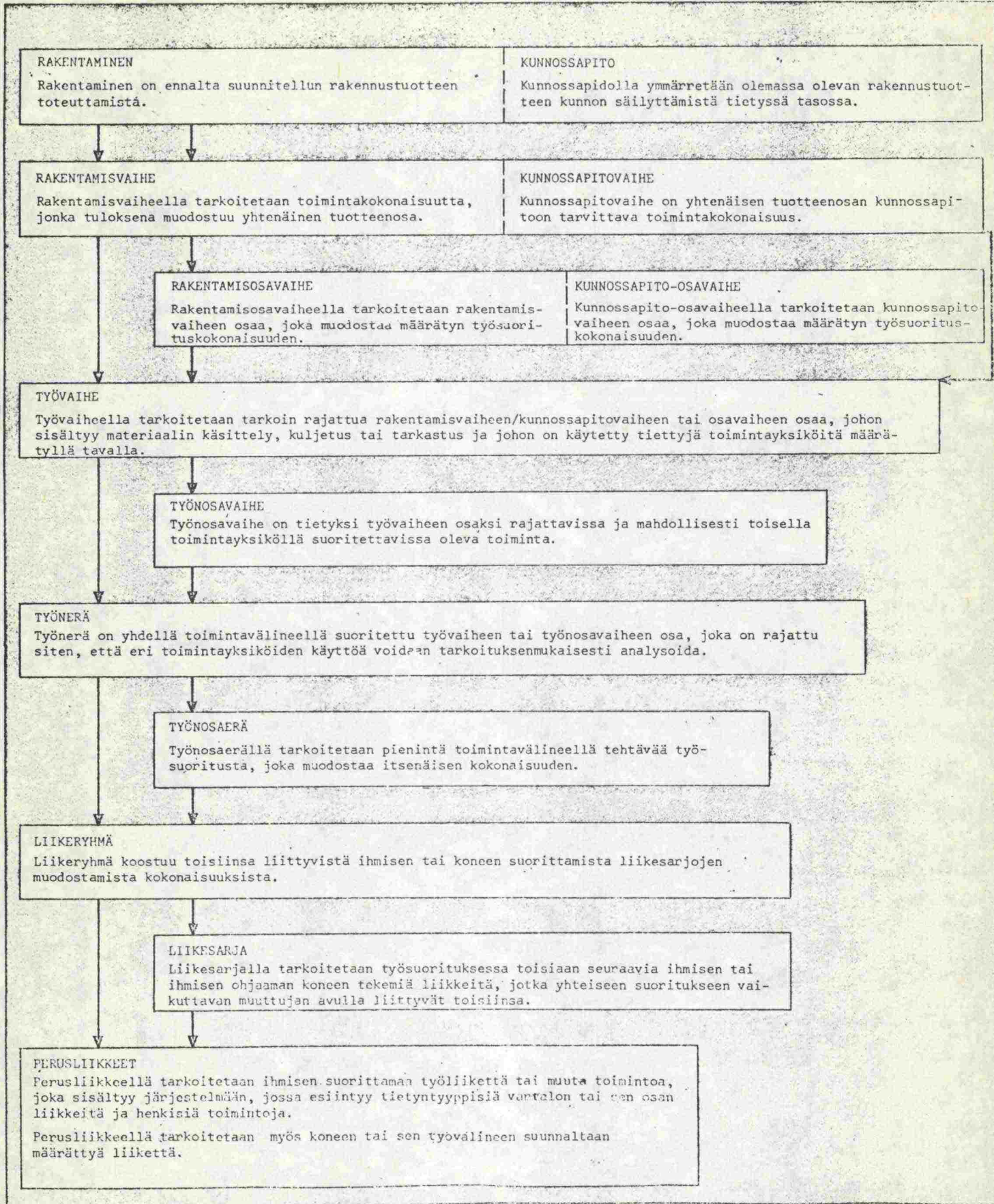
sä puutavara on sahattu siten, ettei uudelleenkäyttö ole kannattavaa tai että puutavara on niin likaista, ettei puhdistusta kannata suorittaa.

2.24 TYÖN OSITTELU

Työmittauksessa työt ositellaan mittausta varten sopivan pieniin osiin. Mittaustehtävän luonteesta riippuen on osittelu eri yhteyksissä erilainen. Joskus sopii karkea toisinaan yksityiskohtainen työn osittelu. Käsitteiden selventämiseksi on työntutkimuksen yhteydessä otettu käyttöön ns. tasoajattelun mukainen työnosittelujärjestelmä (kuvat 2.24/1 - 4).

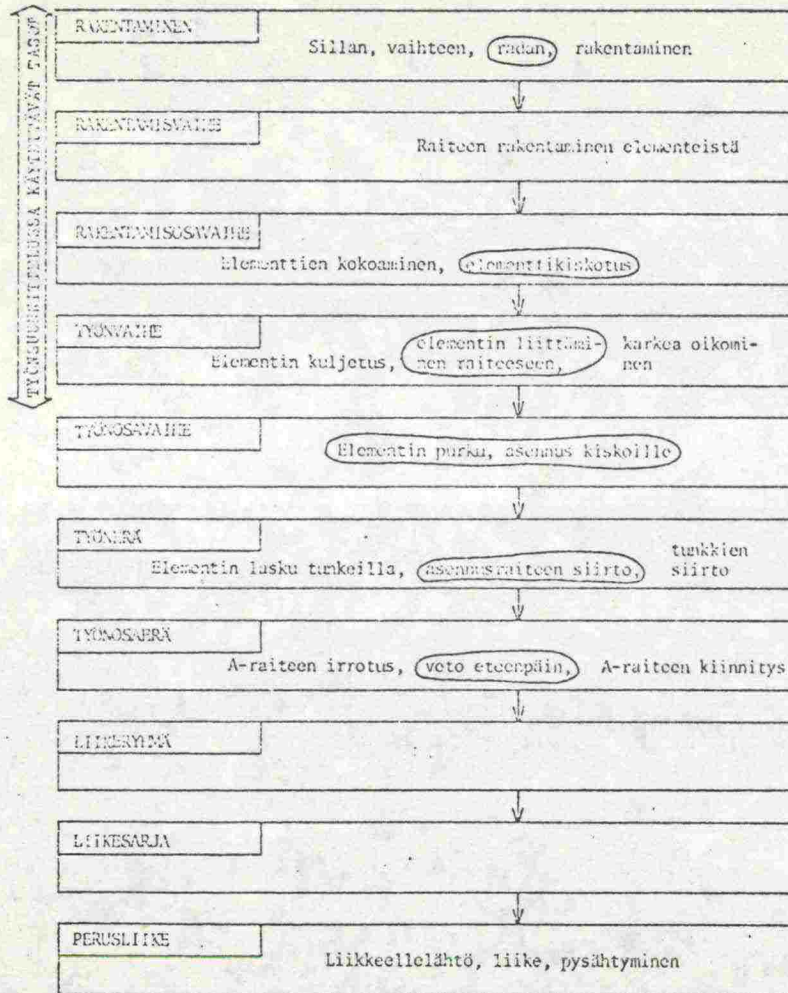


Kuva 2.24/1 Esimerkki tasoajattelusta

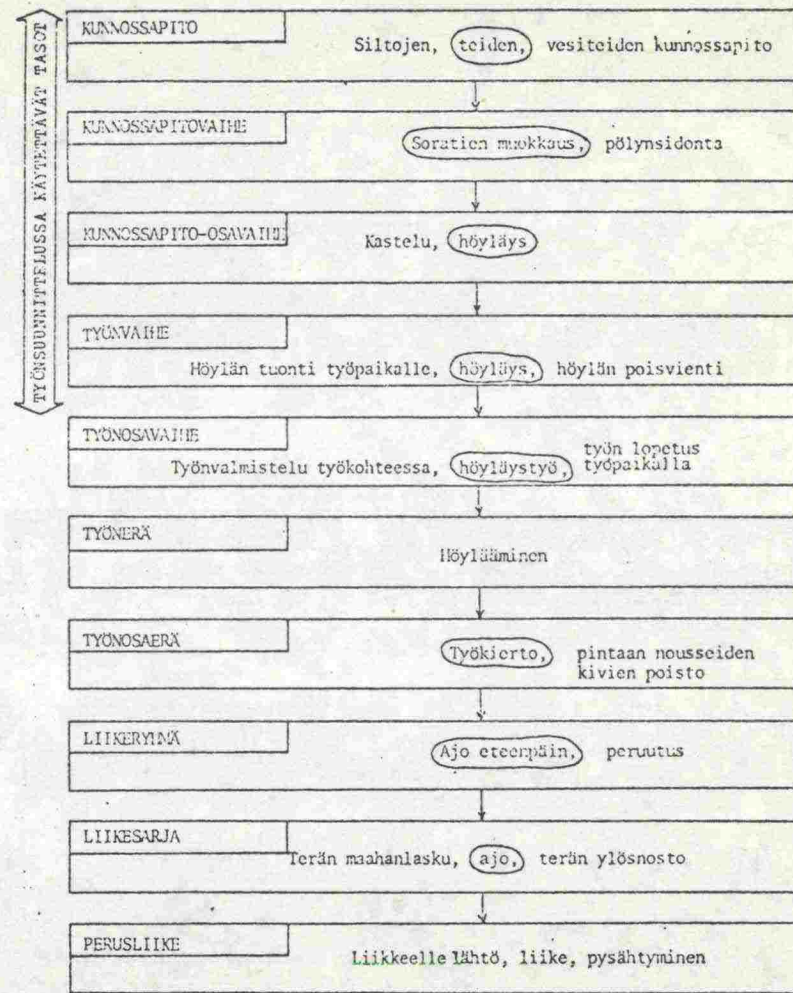


Kuva 2.24/2 Rakennus- ja kunnossapitotyön osittelu

Työnsuunnittelussa käytetään yleensä työnosavaiheen yläpuolella olevia osia, työntutkimus tarkastelee työtä kaavion kaikilta tasoilla



Kuva 2.24/3 Radan rakentamistyön osittelu
Esimerkkinä raitteen rakentaminen tehtaalla kooauista elementeistä



Kuva 2.24/4 Tien kunnossapidon osittelu
Esimerkkinä sorattien muokkaus tiehöylällä

Rakennusosalalla kunnossapitotöissä on työn osittelu samanlainen kuin rakentamisessa; osittelun kohdistamiseksi kunnossapitotoon voidaan sanojen rakentamisvaihe ja rakentamisosavaihe sijasta käyttää sanoja kunnossapitovaihe ja kunnossapito-osavaihe.

Työn osittelu on suoritettava työkokonaisuuden mukaan (kuvat 2.24/2 - 4

- Kaikista töistä on löydettävissä aina tasot: rakentamisvaihe, työvaihe, työnerä, liikeryhmä ja perusliikkeet, kun taas tasojen rakentamisvaihe, työosavaihe, työosaerä ja liikesarja esiintyminen on riippuvainen työn monimutkaisuudesta
- sama työ voi sijoittua eri tasoille sen mukaan mihin kokonaisuuteen se sijoitetaan (esim. maaleikkauksen luiskien viimeistely ja nurmetus on rakentamisosavaihe jos työ tehdään leikkaustyön yhteydessä ja rakentamisosavaihe jos työ tehdään erillisenä useita leikkauksia ja penkereitä koskevana toimenpiteenä)
- työvaiheelle on tunnusomaista, että se suoritetaan yhdellä koneella tai homogeenisella työryhmällä (tärkeimmät maamassojen käsittelyyn liittyvät työvaiheet ovat irrotus, kuormaus, kuljetus, siirto, levitys ja jalostus)
- tarkasteltavana oleva toimintayksikkö määrää mille tasolle tietty työn osa sijoitetaan (esim. maaleikkaustyössä kaivukoneen suorittama kuormaustyö on kaivukoneelle työvaihe ja kuljetusvälineelle kuormaukseen kuluva aika on liikeryhmä).

Ositeltaessa työtä edellä esitetyn tasoajattelun mukaisesti on otettava huomioon:

- työn osan pituus ja sen sisällön monimutkaisuus kasvaa siirryttäessä alemmalta tasolta ylemmälle. Siten tason 2 liikesarja sisältää useampia kuin yhden perusliikkeen ja tason 3 liikeryhmä useampia kuin yhden liikesarjan jne.
- työn osat tasoilla työvaihe, työosavaihe ja työnerä liittyvät määrättyyn valmistumistapaan ja tuotteeseen ja täten niistä on vaikea muodostaa yleispäteviä. Työn osat tasoilla liikeryhmä, liikesarja ja perusliike sen sijaan luonteeltaan vähemmän määrättyyn valmistustapaan ja tuotteeseen sidottuja ja niistä on täten mahdollista muodostaa yleispäteviä työn osia.

Työnvaihetta ja sen yläpuolella olevat tasot palvelevat lähinnä työsuunnittelua. Työnvaihe ja sen alapuolella olevia tasoja käytetään työntutkimuksessa.

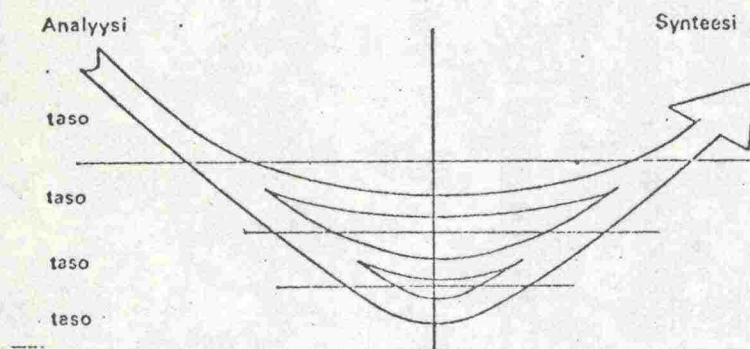
Kun työ ositellaan työnmittausta varten on työn osittelu suoritettava seuraavasti:

- eri muuttujista riippuvat työ- ja aikalajit on erotettava toisistaan
- työn osat on muodostettava siten, että niiden ajat voidaan kertoa tapahtuman esiintymisluvulla (kerrottavuus)
- kun työn osat sijoitetaan peräkkäin, ei väliin saa jäädä aukkoja eivätkä työt saa mennä päällekkäin (yhteenlaskettavuus)
- työn osat on kuvattava siten, että niitä voidaan käyttää yleisesti (monikäyttöisyys)
- työn osien on kuvattava työ riittävällä tarkkuudella (menetelmän kuvauskyky).

Lisäksi työosittelussa on otettava huomioon, että työn osan vaihtumahetki on rajattavissa ja selvästi havaittavissa sekä että työosan aika, työ-

määrä ja muuttujat on mitattavissa halutulla työnmittausmenetelmällä.

Työnmittauksen yhteydessä työnosittelu aloitetaan joko rakentamisvaiheesta tai työnvaiheesta ja osittelua jatketaan niille tasoille, jotka antavat riittävän täsmällisen menetelmäkuvauksen sekä riittävän monikäyttöisyyden eri tilanteissa. Työn osittelua ja kuvaustason valintaa voidaan havainnollistaa kuvan 2.24/4 avulla.



Kuva 2.24/5 Työn analyysi ja synteesi

Työnmittauksen yhteydessä ei kaikkien työnosien tarvitse sijaita samalla tasolla, vaan että tutkittava työ voidaan osoitella eri tasoille työn osan merkityksen mukaisesti.

Kun tutkittava työ on ositeltu edellä esitetyn mukaisesti, määritetään vielä eri työn osien aika-arvojen suuruuteen vaikuttavat muuttujat. Yleensä työnosittelu tulisi suorittaa siten, että muuttujien määrä työn osaa kohden on tutkimuksen tarkkuusvaatimukset huomioon ottaen 0...3 kappaletta (kuva 2.24/6).

Mikäli tutkimusten tarkoituksena on ainoastaan taloudellisuusstandardien laadinta, on työn osittelussa erikoisesti kiinnitettävä huomiota siihen, mitkä työn osat muodostavat työn ajoituksen kannalta kriittisen polun. Tällöin työnmittaus on kohdistettava juuri näihin työn osiin ja ei-kriittisistä työn osista kirjataan ainoastaan niiden kokonaisaikamenekki, työ-määrä sekä työ- ja olosuhdekuvaus.

Työnvaiheet ja työnerät	Työ-määrä	Muuttujat
Esivalmistus		
mittapalikoitten valmistus	kpl	
styrox-kappaleiden valmistus	kpl	
ovi- ja päätytoppareiden valmistus	kpl	
varalautojen sahaus	kpl	
Uuden kerroksen aloitus		
mittapalikoitten ja styroxien siirto	kpl	matka, siirtojen määrä
varaus- ja purlautojen siirto	kpl	matka, siirtojen määrä
rajoittimien siirto	kpl	matka, siirtojen määrä
koteloiden esivalmistus	kpl	
Mittaus		
mittaus		mittalinjojen määrä
merkitseminen puupalikoilla	kpl	
naulaten		
Muotin nosto		
ensimmäisen puolen siirto	kpl	matka
toisen puolen siirto	kpl	matka
jne		

Kuva 2.24/6 Työnosittelu, työ määrä ja muuttujat

Mikäli tutkimusten tarkoituksena on ainoastaan taloudellisuusstandardien laadinta, on työn osittelussa erikoisesti kiinnitettävä huomiota siihen, mitkä työn osat muodostavat työn ajoituksen kannalta kriittisen polun. Tällöin työnmittaus on kohdistettava juuri näihin työn osiin ja ei-kriittisistä työn osista kirjataan ainoastaan niiden kokonaisaikameneikki, työmäärä sekä työ- ja olosuhdekuvaus.

2.25 TYÖNMITTAUSMENETELMÄT

2.251 Liikeaikatutkimus

Liikeaikatutkimuksen lähtökohtana on seuraava:

- kun ihmisen työ jaetaan riittävän pieniin tarkasti rajattuihin osiin, on aika kullekin osalle vakio.

Työn mittaaminen liikeaikatutkimuksen avulla tapahtuu seuraavasti:

- selvitetään mitä työnosia työhön sisältyy niiden suoritusjärjestyksessä
- perusliikkeitä vastaavat aika-arvot otetaan taulukoista (kuvat 2.25/1 ja 2)
- aika-arvot lasketaan yhteen.

Liikeaikatutkimuksen tuloksena saadaan työhön tarvittavan ajan lisäksi hyvin yksityiskohtainen työmenetelmän kuvaus.

Suomessa eniten käytetty liikeaikajärjestelmä on MTM-järjestelmä. Ruotsissa on kehitetty ns. MTM-bygg-järjestelmä talonrakennusalan työntutkimusten suorittamiseen. Suomessa käytettävistä MEM-järjestelmistä soveltuu MTM3-järjestelmä ehkä parhaiten rakennusalan työntutkimukseen. MTM3-järjestelmän perusliikkeet ovat (kuva 2.25/1)

- ottaa ja siirtää
- siirtää
- askel ja jalan liike
- kumartua ja nostaa.

MTM3-järjestelmän neljän perusliikkeen avulla voidaan analysoida useimmat rakennustuotannon toiminnoissa esiintyvät työt. Poikkeuksen tekevät usein toistuvat rytmikkäät työliikkeet, kuten lapioiminen ja naulaus.

MTM-3		[Aika] = TMU [Maka-alue] = cm		
Merkki	HA	HB	TA	TB
- 15	18	34	7	21
- 80	34	48	16	29
	SF	18	B	61

Huom. Aika kätis tämän kortin avulla ilman perustellista MTM-3-koulutusta.

Copyright SUOMEN MEM-YHDISTYS r.y.

FALL	TYP	Tid i TMU	
		VIKT 1	VIKT 2
A	1	35	40
	2	57	69
B	1	64	68
	2	89	100

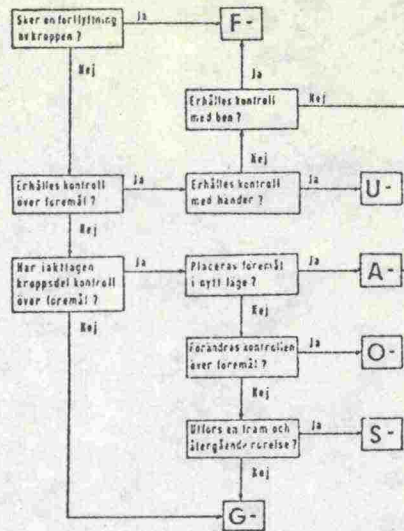
FALL	TYP	Tid i TMU			
		GRAD 1		GRAD 2	
A	1	17	32	19	34
	2	39	54	44	59
B	1	61	76	62	77
	2	82	97	88	103

FALL	Tid i TMU	
	LÄNGD 1	LÄNGD 2
A	12	17
B	15	23
C	13	18

FALL	Tid i TMU
A	18
B	

FALL	Tid i TMU
A	20

FALL	Tid i TMU
A	14
B	29
C	43



Kuva 2.25/2 MTM-bygg järjestelmän aika-arvot ja liikkeiden päätösmalli

2.252 Kellomenetelmät

Kellomenetelmä on yleisemmin käytettyjä työmittausmenetelmiä rakennus-
alalla. Menetelmää voidaan käyttää sekä perusajan että ajankäytön mit-
tauksessa. Perusajan mittauksen tarkoituksena on selvittää työn osan
suoritukseen kulunut aika ja ajankäytön mittauksen avulla selvitetään
työntekijän tai koneen päivittäisen työajan jakautuminen eri tehtäviin,
taukojen ja työskentelyn keskeytysten osalla. Perusajan mittaus tehdään
yleensä työntutkimuskellolla 0,01 min (= 1 cmin) tarkkuudella ja ajan-
käytön mittaus tavallisella kellolla 1 min. tarkkuudella. Suoritettaes-
sa tutkimusta 1 min. tarkkuudella noudatetaan tutkimuksessa normaaleja
pyöristyssääntöjä (esim. 0,7 min pyöristetään 1 minuutiksi).

Rakennuslalla voidaan kellomenetelmää käyttää kaikissa rakennusalan
työmittaustehtävissä ja sen käyttö on usein jopa suositeltavaa kun sa-
manaikaisesti tutkittavia kohteita on vain yksi. Tutkimusmenetelmä on
suhteellisen kallis. Kellomenetelmän käyttöaloina ovat:

- työmenetelmien ja työpaikkajärjestelyjen kehittämiseksi tehtävät tutkimukset
- laajojen kokonaistutkimusten menetelmätutkimukset
- vaihtoehtoisen työmenetelmien keskinäinen vertailu
- tärkeiden töiden ja koneiden työn suoritusarvojen määrääminen
- kuljetustutkimusten suoritus
- urakatöiden työnarvon määrittely.

Kellomenetelmä liittyy työntutkimustehtävän tietojenkeräysvaiheeseen
ja sen suorituksen kulku on:

- työpaikan ja työhön vaikuttavien tekijöiden kuvaus
- työn jakaminen tutkimuksen edellyttämiin osiin
- työn osien mittaus ja joutuisuuden määrittely
- mittauksien normalisointi ja saattaminen käyttö- ja taltioimiskuntoon.

Kellomenetelmässä käytettävät ajanmittaustavat ovat:

- jatkuva menetelmä
- palautusmenetelmä (ns. nolla-asentomenetelmä)
- pysäytysmenetelmä
- pysäytysmenetelmä erikoiskellolla,

Jatkuvassa menetelmässä kello käynnistetään ensimmäisen tutkittavan työn osan alkaessa ja sen annetaan käydä jatkuvasti. Osatöiden vaihtumahetkellä työntutkija lukee kellon lukeman ja merkitsee sen tutkimuspöytäkirjaan. Työn osien kestot lasketaan vasta havaintojen teon päätyttyä. Palautusmenetelmässä luetaan työn osien vaihtumahetkellä kellonlukema ja osoitin palautetaan välittömästi perusasentoonsa, josta se jatkaa käyntiään edelleen. Palautusmenetelmässä saadaan työn osien kesto välittömästi ilman laskutoimituksia. Pysäytysmenetelmässä kello käynnistetään työn osan alkaessa ja pysäytetään sen päättyessä sekä työn kesto luetaan kellosta. Menetelmässä ajanmittaus ei tapahdu jatkuvana, vaan väliin jää työn osia, joiden kesto ei mitata. Pysäytysmenetelmä erikoiskellolla on palautus- ja pysäytysmenetelmän yhdistelmä. Kellossa on kaksi cmin-osoitinta. Työn osan vaihtumishetkellä painetaan pysäytysnappia, jolloin toinen osoitin pysähtyy ja toinen palaa 0-asentoon ja jatkaa käyntiään. Kun pysähtyneen osoittimen aika on luettu painetaan nappia uudelleen, jolloin pysähtynyt osoitin siirtyy käymään yhdessä toisen osoittimen kanssa.

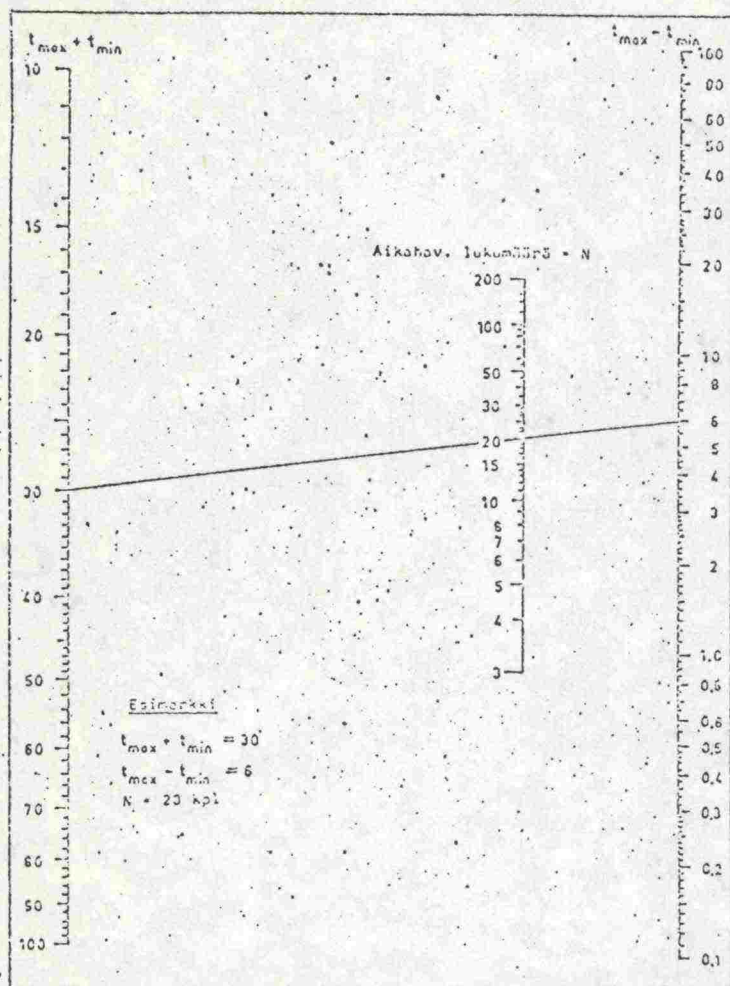
Ajanottotavan valinnassa on huomioitava seuraavaa:

- jatkuva menetelmä on helppo ja aloitteleva tutkija saa sillä luotettavampia tutkimuksia kuin palautusmenetelmällä
- jatkuva menetelmä on tarkka kokonaisajan suhteen
- jatkuvassa menetelmässä tehdyt virheet siirtävät aikaa työn osasta toiseen
- palautusmenetelmässä saattaa osoittimen palautus aiheuttaa systemaattista virhettä, mikä lyhyissä työn osissa voi olla merkitykseltään suuri
- jatkuvassa menetelmässä tutkija ei näe aika-arvojen hajontaa tutkimuksen aikana
- jatkuvassa menetelmässä aika-arvojen laskeminen on hidasta ja työssä voi syntyä laskuvirheitä, palautusmenetelmässä jää jälkikäteen tehtävät laskemiset pois.

Ajankäytön mittaus tehdään yleensä aina jatkuvalla ajanottotavalla, kun taas perusajan mittauksessa käytetään yleensä palautusmenetelmää. Kuvassa 2.25/3 on esitetty palautusmenetelmään ja kuvassa 2.25/4 jatkuvaan menetelmään soveltuva tutkimuslomake.

/ / / / / / / / / / / / / / / / / /																Pvm	19
/ / / / / / / / / / / / / / / / / /																Loppul	
/ / / / / / / / / / / / / / / / / /																Alkol	
/ / / / / / / / / / / / / / / / / /																Kestl	
/ / / / / / / / / / / / / / / / / /																Työntek.	
/ / / / / / / / / / / / / / / / / /																Tutkija	
/ / / / / / / / / / / / / / / / / /																Keskeytyksiä ym.	
A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P			
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
Ajan valinta																	

Aikahavaintojen määrä riippuu työn luonteesta, työtyypistä ja halutusta mittaustarkkuudesta. Aikahavaintojen lukumäärän tarpeellisuus voidaan laskea aika-arvojen hajonnan (kuva 2.25/5) kokemusperäisten taulukoiden (kuva 2.25/6) tai kumulatiivisen keskiarvon avulla. Käytettäessä kumulatiivista keskiarvoa voidaan tutkimus lopettaa, kun keskiarvo pysyy vakiona.



Kuva 2.25/5 Nomogrammi aikatutkimuksessa tarvittavien havaintojen lukumäärän määrittämiseksi

Vaihe aika (min)	Havaintojen lukumäärä (kpl)
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
4,0...5,0	15
5,0...10,0	10
10,0...20,0	8
20,0...40,0	5
∇ 40,0	3

Kuva 2.25/6 Kokemukseen perustuvia lukuarvoja aikahavaintojen lukumäärän määrittämiseksi

Aikahavaintojen teon jälkeen on suoritettava tutkittujen työn osien suorittamiseen tarvittavien aika-arvojen ns. valitun ajan määrittäminen.

Valitulla ajalla (tv) tarkoitetaan sitä aikaa, joka edustaa työn osan suorituksen kestoa.

Valitun ajan määrittäminen voidaan suorittaa:

- keskiarvomenetelmällä
- keskeisarvomenetelmällä
- valta-arvomenetelmällä.

Lähes aina määrätään valittu aika aritmeettisena keskiarvona.

2.253 Havainnointimenetelmä

Havainnointimenetelmässä tutkija kerää tiedot tutkimuksesta hetkellisten havaintojen avulla. Havainnointimenetelmän avulla saadaan hyvä yleiskuva koko työn sisällöstä ja tutkimus voidaan kohdistaa samanaikaisesti useisiin eri paikoissa työskenteleviin henkilöihin ja koneisiin. Tutkimus soveltuu käytettäväksi perusajan ja ajankäytön mittauksessa.

Havainnointimenetelmää voidaan käyttää:

- esitutkimuksena tietyn tehtäväalueen kartoittamisessa
- ajankäytön mittauksessa apuaikalisän määrittämiseksi, häiriöiden esiintymistiheyden ja syiden selvittämiseksi ja niiden poistamiseksi sekä koneiden keskinäisen työn tahdistamiseksi jne.
- perusajan mittauksessa menetelmien ja työpaikkajärjestelyn kehittämiseksi sekä työn suoritukseen tarvittavan ajan määrittämiseksi jne.
- tarkistustutkimuksiin.

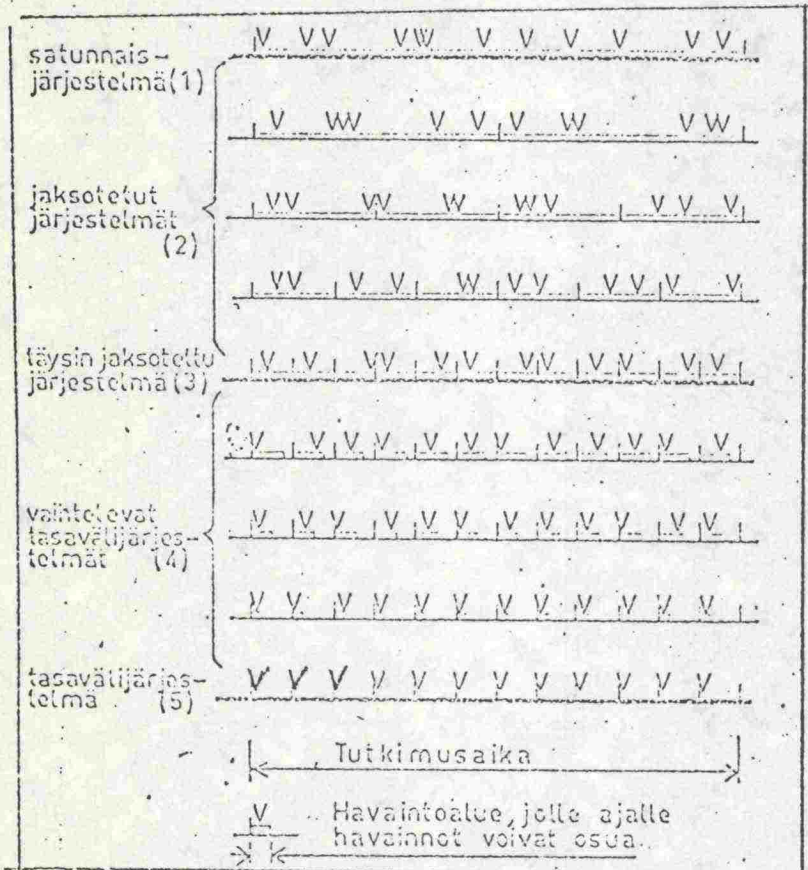
Suurin hyöty havainnointimenetelmän käytössä saadaan kun tutkimuskohteina ovat työryhmät ja useissa työkohteissa työskentelevät koneet tai työntekijät.

Havainnointimenetelmän vaiheet ovat:

- tutkimuksen valmistelu
 - tutkimuskohteen tavoitteen täsmentäminen, johon kuuluu tutkimuskohteen valinta, kerättävien tietojen laadun ja määrän sekä tutkimuksen tarkkuuden määrittäminen
 - tutkimuksen informointi
 - kohteeseen tutustuminen, missä vaiheessa mm. selvitetään voidaanko havainnot tehdä yhdestä tutkimuspaikasta vai onko suoritettava kierroksia havaintojen tekemiseksi, paljonko havaintojen teko ja kirjaus vie aikaa, suorittemäärien mittaustavat jne.
 - tapahtumalajien jako ja työn jakaminen osiin, mikä tehdään tutkimuksen tavoitteen mukaan
 - tutkimusajankohdan valinta, jossa on kiinnitettävä huomiota tutkitavan kohteen työn ryhmittymiseen ja ajankohdan edustavuuteen
 - havainnointijärjestelmän valinta
 - lomakkeen suunnittelu tai valinta (kuva 2.25/7)
 - suorittemäärien laskennan järjestäminen
 - koetutkimuksen suoritus

Tutkimuksen suorituksen yhteydessä voidaan havainnonteko heti määrittää eri tavoin. Havaintojen tekomenetelmät ovat (kuva 2.25/8)

- satunnaisjärjestelmä
- jaksotettu satunnaisjärjestelmä
- täysin jaksotettu järjestelmä
- vaihteleva tasavälijärjestelmä
- tasavälijärjestelmä



Kuva 2.25/8 Havainnointimenetelmän erilaiset havainnointijärjestelmät

Havainnointijärjestelmän valintaan vaikuttavat tutkimuksen tarkoitus, tutkittavan asian ja kohteen laatu, tutkittavan työn osien pituus ja toistuvuus sekä tutkimuksen suoritusmahdollisuus. Työt, joiden työn osat ovat hyvin lyhyet ja jotka toistuvat samankaltaisina on luotettavinta havainnoida tasavälijärjestelmillä. Tasavälijärjestelmässä tarvitaan vähemmän havaintoja, saadaan enemmän havaintoja aikayksikössä ja sen avulla on helpompi havaita useiden henkilöiden töitä yhtäaikaaisesti ja joutuisuuden määrittäminen on helpompaa, mutta tarkkuuslaskelmat ovat monimutkaisemmat kuin satunnaisjärjestelmässä.

Oleellista havainnointimenetelmässä on, että tiedot tutkimuskohteesta kerätään hetkellisesti so. havaintoajankohta on silmänräpäyksellisen lyhyt. Työryhmiä tutkittaessa voidaan havainnot tehdä kolmella eri menetelmällä:

- yhtäaikaishavaintoina
- perättäishavaintoina
- erikseen määrättyinä havaintohetkinä.

Havaintojen tekotiheyteen vaikuttavat tutkijan mahdollisuudet suorittaa havaintoja. Yleensä havaintovälin tulisi olla sellainen, että tutkija ehtii suorittaa kaikki kierrokseen kuuluvat havainnot keskimäärin puolessa havaintovälin ajassa. Havaintoväliä määrättäessä on huomioitava myös tutkijan mahdollisuudet työmenetelmän seuraamiseen ja muiden esim. työmäärää koskevien havaintojen tekoon. Sopivana havaintovälinä tutkimuksen suorituksen kannalta voidaan pitää 0,5 - 1,0 minuuttia tutkimuskohdetta kohti. Havainnointimenetelmän yhteydessä voidaan tehdä myös joutuisuuden määrittäminen. Joutuisuusmäärittäminen seurauksena mittausvälin on normalisoidavissa. Määrittäminen voidaan suorittaa kahdella eri menetelmällä:

- määrätyn havainnon (esim. joka viidennen havainnon) aikana
- keskimääräisen joutuisuuden määrittäminen seuraamalla työtä tietyn aikajakson.

Havainnointimenetelmän tarkkuus riippuu ensisijaisesti havaintojen määrästä ja käytetystä järjestelmästä. Yleensä rakennusalan työntutkimuksissa on tarkkuusvaatimus $\pm 5\%$ 95% :n todennäköisyydellä. Taulukossa 2.25/9 on esitetty kaavat tarkkuuden määrittämiseksi eri havainnointijärjestelmillä ja taulukossa 2.25/10 kaavat havaintojen lukumäärän määrittämiseksi. Kaavojen asemasta voidaan käyttää niiden perusteella laadittuja nomogrammeja. Kuvassa 2.25/11 on esitetty satunnaisjärjestelmän havaintojen määrän tai tarkkuuden (%) määrittämisessä käytettävä nomogrammi ja kuvassa 2.25/12 vaihtelevan tasavälijärjestelmän tarkkuus ja havaintojen lukumäärä.

Taulukko 2.25/9 Kaavat tarkkuuden määrittämiseksi

Havainnointijärjestelmä	Absoluuttinen virhe		Suhteellinen virhe S (%)
	z (aikayksikköä)	x (%)	
1. Satunnaisjärjestelmä	$0,02 \sqrt{\frac{\rho(100-\rho)}{N}} T$	$2 \sqrt{\frac{\rho(100-\rho)}{N}}$	$\frac{200}{\rho} \sqrt{\frac{\rho(100-\rho)}{N}}$
2. Jaksotettu satunnaisjärjestelmä	$0,02 \sqrt{\frac{\sum \rho(100-\rho)}{r \cdot N}} T$	$2 \sqrt{\frac{\sum \rho(100-\rho)}{r \cdot N}}$	$\frac{200}{\rho} \sqrt{\frac{\sum \rho(100-\rho)}{r \cdot N}}$
	$0,02 \sqrt{\frac{100\rho - \frac{1}{r} \sum \rho^2}{N}} T$	$2 \sqrt{\frac{100\rho - \frac{1}{r} \sum \rho^2}{N}}$	$\frac{200}{\rho} \sqrt{\frac{100\rho - \frac{1}{r} \sum \rho^2}{N}}$
3. Täysin jaksotettu järjestelmä	$\frac{1,13}{N} \sqrt{k} T$	$\frac{113}{N} \sqrt{k}$	$\frac{11300}{\rho N} \sqrt{k}$
4. Vaihteleva tasavälijärjestelmä	$\frac{0,8}{N} \sqrt{1+d^2} \sqrt{k} T$	$\frac{80}{N} \sqrt{1+d^2} \sqrt{k}$	$\frac{8000}{\rho N} \sqrt{1+d^2} \sqrt{k}$
5. Tasavälijärjestelmä	$\frac{0,8}{N} \sqrt{k} T$	$\frac{80}{N} \sqrt{k}$	$\frac{8000}{\rho N} \sqrt{k}$

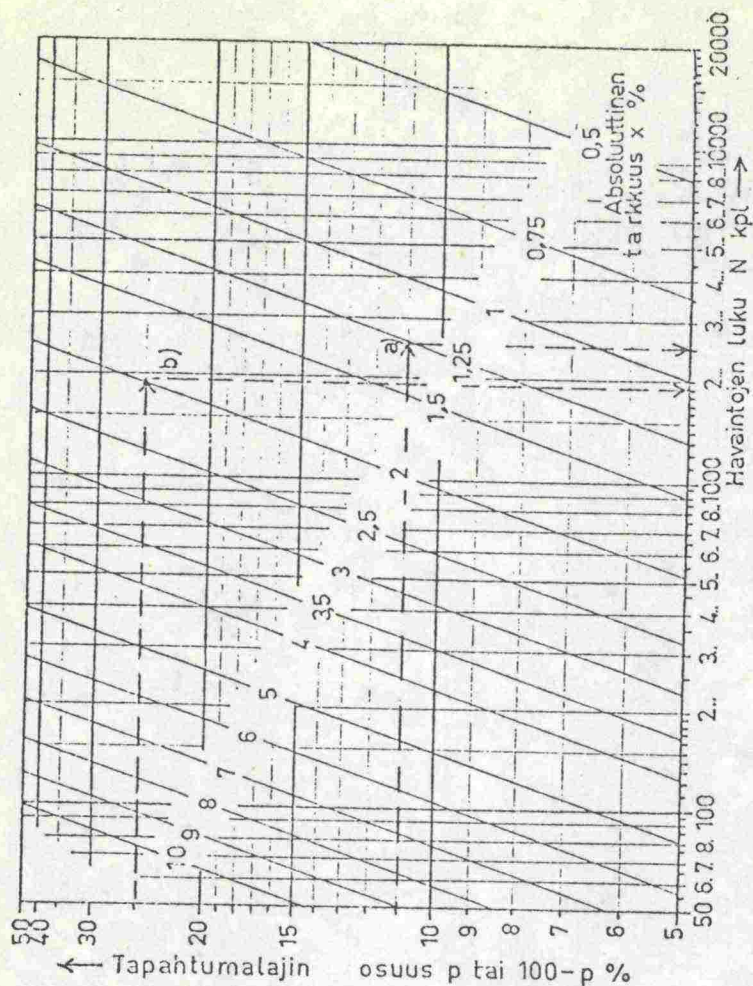
Merkintöjä:
 $z = 0,01 \times T = 0,0001 \rho S T$
 $x = 100 z/T = 0,01 \rho S$
 $S = 100 \times \rho = 10000 z/\rho T$
 $N =$ havaintojen kokonaismäärä
 $\rho =$ tutkitavan aikajalin havaintojen osuus % laskettuna kaikkien havaintojen perusteella,

paitsi Σ -merkin perässä esiintyessään laskettuna kussakin jaksossa erikseen
 $T =$ tutkimuksen kesto aika
 $r =$ jaksosten lukumäärä
 $k =$ tapahtumajalin esiintymisluku aikana T
 $d =$ kohteen havainnon suurin vaihtelu/havaintoväli

Taulukko 2.25/10 Kaavat havaintojen lukumäärän määrittämiseksi

Havainnointijärjestelmä	Havaintojen luku N haluttaessa tarkkuudeksi:		
	z (aikayksikköä)	x (%)	S (%)
1. Satunnaisjärjestelmä	$\frac{\rho(100-\rho)}{2500 z^2} T^2$	$\frac{4\rho}{x^2}(100-\rho)$	$\frac{40000}{\rho S^2}(100-\rho)$
2. Jaksotettu satunnaisjärjestelmä	$\frac{\sum \rho(100-\rho)}{2500 r z^2} T^2$	$\frac{4 \sum \rho(100-\rho)}{r x^2}$	$\frac{40000 \sum \rho(100-\rho)}{\rho^2 r S^2}$
	$\frac{100\rho - \frac{1}{r} \sum \rho^2}{2500 r z^2} T^2$	$\frac{100\rho - \frac{1}{r} \sum \rho^2}{4 x^2}$	$\frac{40000}{\rho S^2} \left(100 - \frac{1}{\rho r} \sum \rho^2\right)$
3. Täysin jaksotettu järjestelmä	$\frac{1,13}{z} \sqrt{k} T$	$\frac{113}{x} \sqrt{k}$	$\frac{11300}{\rho S} \sqrt{k}$
4. Vaihteleva tasavälijärjestelmä	$\frac{0,8}{z} \sqrt{1+d^2} \sqrt{k} T$	$12800 \frac{Ch}{x^2}$	$\frac{128000000 Ch}{\rho^2 S^2}$
		$\frac{80}{x} \sqrt{1+d^2} \sqrt{k}$	$\frac{8000}{\rho S} \sqrt{1+d^2} \sqrt{k}$
5. Tasavälijärjestelmä	$\frac{0,8}{z} \sqrt{k} T$	$\frac{6400}{x^2} (1+d^2) Ch$	$\frac{64000000}{\rho^2 S^2} (1+d^2) Ch$
		$\frac{80}{x} \sqrt{k}$	$\frac{8000}{\rho S} \sqrt{k}$
		$\frac{6400}{x^2} Ch$	$\frac{64000000}{\rho^2 S^2} Ch$

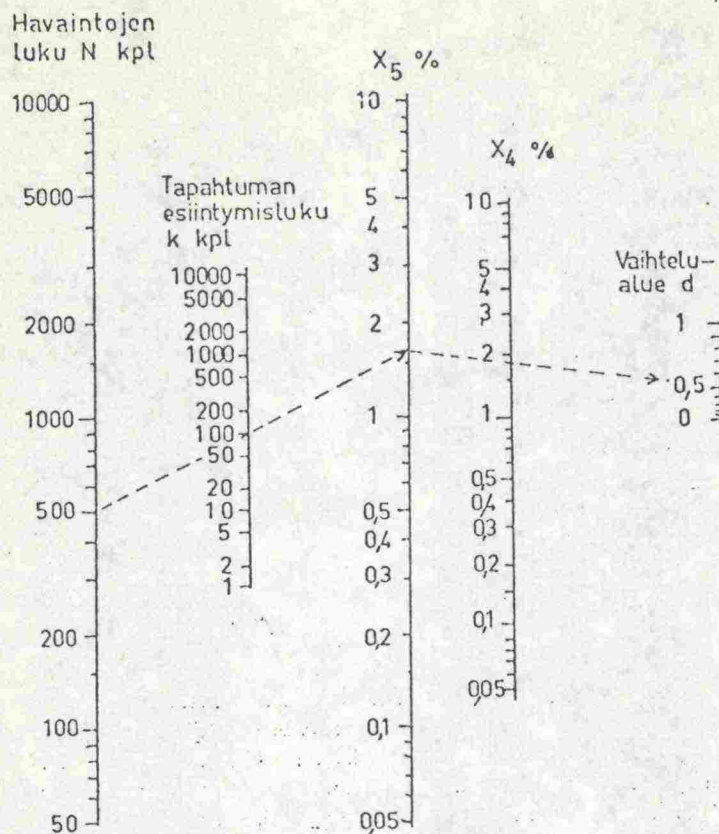
$\rho =$ lajin osuus kokonaismäärästä (%)
 $\rho = \Sigma$ -merkin jäljessä = lajin osuus jaksosta (%)
 $r =$ jaksosten lukumäärä
 $T =$ kokonaisaika
 $k =$ lajin esiintymisluku aikana T
 $C = k/T$
 $d =$ havaintohetken vaihteluarvo (desim.)
 $h =$ havainnon aika-arvo



Kuva 2.25/11 Satunnaisjärjestelmän (1) absoluuttinen tarkkuus ja havaintomäärä

Käyttöesimerkki:

- a) tutkimustuloksen absoluuttisen tarkkuuden x määrittämiseen, kun tunnetaan lajin osuus sekä havaintojen kokonaismäärä
- a) lajin osuus on 11 % ja havaintojen määrä 2500. Absoluuttinen tarkkuus on 1,24 %
- b) havaintojen lukumäärän määrittämiseen, kun tunnetaan lajin osuus ja tutkimustulokselle halutaan absoluuttinen tarkkuus x
- b) lajin osuus on 75 % (%-asteikolla käytetään arvoa $100\% - 75\% = 25\%$) ja absoluuttiseksi tarkkuudeksi halutaan 2 %. Tarvittava havaintomäärä on 1900



Kuva 2.25/11 Tasavälisten järjestelmien absoluuttinen tarkkuus

Käyttöesimerkki

Havaintojen kokonaismäärä $N = 500$, tapahtumalajin esiintymisluku $k = 100$ ja havainnon vaihtelualue $d = 0,5$

Viivottimen asetus lukujen $N = 500$ ja $k = 100$ kautta määrää x -asteikolta luvun $1,6\%$. Tämä luku pätee tasavälijärjestelmälle, jossa $d = 0$. Toisen viivottimen asetus äsken saadun luvun $1,6\%$ sekä havaintoalueasteikon luvun $d = 0,5$ mukaan antaa vaihtelevalla tasavälijärjestelmälle (oikeanpuoleinen x -asteikko) tarkkuusarvon $1,8\%$

Oletamme, että tapahtumalajin osuus oli 40% . Varmusrajoiksi saadaan $38,2\% - 41,8\%$

2.26 TYÖMÄÄRÄN JA MUUTTUIEN MITTAUS

Työnmittauksessa on aika-arvojen määrittäminen ainoastaan osa koko tehtävästä. Yhtä tärkeä ja usein ajanmittaamista vaikeammin hallittavissa on työmäärien ja muuttujien arvojen mittaus. Jotta eri työnmittausmenetelmien avulla saadut tulokset soveltuvat käytettäväksi muiden työntutkimusmenetelmien tulosten yhteydessä, tulee tutkimuskokonaisuuksien työmäärät määrittää seuraavasti:

- jokaisen työn osan omat muuttujat ja työmäärät
- suoriteryhmittelyn mukainen suoritelmäärä mitattuna teoreettisina ja todellisina mittoina
- materiaalin käyttöön liittyvät työmäärät.

Työn osittelussa on huolehdittava, että työmääriä vastaavat aika-arvot saadaan laskettua.

Vaikka työnmittauksessa suoritetaankin työmäärien ja muuttujien määrittäminen jokaisen työnerän suhteen, ei tutkimustuloksissa esitetä tuloksia samalla tarkkuudella, vaan tietoja käytetään lähinnä aika-arvojen hajontojen tutkimiseen,

Rakennusalan töissä työmäärien mittauksen käytännöllinen suorittaminen edellyttää useissa tapauksissa tietyn rakenneosan valmistukseen tarvittavan työnlajin tai työvaiheen tutkimista kokonaisuudessaan tai työjaksoina. Työmäärät mitataan esim. piirustuksesta (esim. terästen asennus tai laudoitus), valokuvien avulla (tutkittavasta työstä otetaan valokuva ennen tutkimuksen alkua ja sen päätyttyä) tai kappaleina (elementti-asennus) jne.

Työntutkimusselostuksen yhteydessä tulee aina mainita työmäärän mittauksessa käytetty mittaustapa ja mikäli mahdollista ilmoittaa useiden eri mittaustapojen avulla saadut tulokset.

2.3 TYÖNMITTAUKSEN TULOKSET

2.31 TYÖNARVON LASKEMINEN

Työnmittauksen tulos, työnarvo (T) tarkoittaa tiettyyn työhön tarvittavaa aikaa. Työnarvo muodostuu työvaiheen normaaliarvosta ja apuaikalisästä. Apuaikalisän avulla lisätään normaaliarvoon suhteellinen osa päivittäisestä apuajasta. Yleensä työnarvo lasketaan erikseen valmisteluajalle ja työvaiheajalle (kappaleajalle). Tietty työtehtävä sisältää näin ollen ainakin kaksi työnarvoa: yhden valmistelutyön työnarvon ja valmistusajan suuruuden mukaisen määrän varsinaisia työnarvoja.

Työnarvon laskemiseksi on olemassa useita menetelmiä:

- ns. hukka-aikakomitean mukainen menetelmä
- perinteellinen menetelmä
- ns. Johtamistaidon opiston menetelmä.

Perinteellisessä- ja hukka-aikakomitean mukaisessa työnarvon laskemisessa otetaan työn edellyttämät elpymisajat huomioon ns. elpymiskertoimen avulla. Menetelmät poikkeavat toisistaan työnarvon laskemisen osalta. Johtamistaidon opiston opettamassa työnarvon laskemistavassa otetaan elpymistarve huomioon apuaikalisänä.

Työnarvon laskemisessa käytetään palkkausteknisistä syistä ns. menetelmällisiä. Normaaliarvot eivät aina ole keskenään vertailukelpoisia. Eroja syntyy silloin, kun käsiajan ja koneajan suhde vaihtelee. Jos työssä on osia, joiden suoritukseen kuluvan ajan suoritukseen työntekijä ei voi vaikuttaa, ovat työntekijän mahdollisuudet työsaavutuksen ylittämiseen riippuvaiset siitä, kuinka suuri osa työajasta on koneaikaa. Tämä aiheuttaa eroja urakka-ansioissa, vaikka eri töissä käytetty nopeus on sama. Haitan pienentämiseksi voidaan koneaikojen osalta käyttää ns. menetelmällisiä eli z-kerrointa.

MENETELMÄLISÄ

Menetelmällisä on palkkausteknillinen kerroin.

Jokainen työ vaatii tietyn elpymisajan olipa se kuinka kevyttä tahansa. Elpymistarve otetaan huomioon elpymiskertoimenä (ke) sikäli, kun sitä ei ole sisällytetty apuaikalisään tai työn luokituksen avulla palkkaan. Elpymiskertoimen avulla tasoitetaan rasittavuudeltaan erilaiset työt samalle rasittavuustasolle.

ELPYMISLISÄ

Elpymiskerroin (ke) on suhdeluku, joka ilmaisee eri töiden rasittavuusasteen.

Elpymiskertoimen suuruus riippuu seuraavista tekijöistä:

- työn vaatimasta ruumiinasennosta
- työn ruumiillisesta raskaudesta
- työn vaatimasta henkisen tarkkaavaisuuden ponnistuksesta
- aistielinten jatkuvasta tarkkaavaisuudesta
- ruumiinliikkeistä
- työn yksitoikkoisuudesta ja yleisestä miellyttävyydestä
- työpaikan olosuhteista.

Elpymistarpeen määrittelyä varten on olemassa erilaisia taulukoita eri rasittavuustekijöiden huomioonottamiseksi. Kuvassa 2.31/1 on esimerkkinä elpymiskertoimen soveltuvat ohjearvot yksinkertaisina tapauksina.

Työnarvon laskeminen Johtamistaidon opiston opettamalla tavalla tapahtuu seuraavasti (kuva 2:31/2):

$$T = \sum tv \times kj + la = ka \times tv \times kj \quad (\text{kaava 1})$$

T = työnarvo

tv = valittuaika

kj = joutuisuuskerroin

la = apuaikalisä

ka = apuaikakerroin

$$la = \frac{ta}{t - ta} \quad (\text{kaava 2})$$

ta = apuaika

t = päivittäinen työaika (tavallisesti 480 min.)

$$ka = 1 + \frac{ta}{t - ta} \quad (\text{kaava 3})$$

$$ta = tpv + th + te \quad (\text{kaava 4})$$

tpv = päiväväkio

th = henkilökohtainen apuaika

te = elpymisaika

Työnarvon määrittäminen hukka-aikakomitean mukaisella tavalla tapahtuu kaavan 5 mukaisesti

$$T = \sum (tv \times kj \times ke \times kes) + la \quad (\text{kaava 5})$$

T = työnarvo
 tv = valittu aika
 kj = joutuisuuskerroin
 ke = elpymiskerroin
 kes = esiintymiskerroin
 la = apuaika

$$la = ka \times \sum tn = ka \times t_N \quad (\text{kaava 6})$$

$$ka = \frac{\text{apuaika}}{\text{tekemisaika}} \quad (\text{kaava 7})$$

la = apuaikalisa
 t_N = työn normaaliaikojen summa eli normaaliarvo
 ka = apuaikakerroin

Työn normaaliaikojen summaa laskettaessa on otettava huomioon työnosan toistuminen työnaikana. Esim. kun useita valmiita työkappaleita nostetaan sivuun, on tähän työnerään kuuluva aika jaettava kappalemäärällä, jos työnarvo lasketaan kappaletta kohti.

Tuloa $tv \times kj \times ke \times kes$ sanotaan perusajaksi ja perusaikojen summaa perusarvoksi.

Työnarvon laskemisen vaiheet ovat hukka-aikakomitean mukaan laskettaessa seuraavat:

- 1 valitun ajan määrittäminen
- 2 joutuisuuskertoimen (kj) määrittäminen
- 3 esiintymiskertoimen (kes) määrittäminen
- 4 normaaliajan (tn) laskeminen

$$tn = tv \times kj \times kes \quad (\text{kaava 8})$$

- 5 normaaliarvon (t_N) laskeminen

$$t_N = \sum tn \quad (\text{kaava 9})$$

- 6 elpymiskertoimen (ke) määrittäminen

- 7 perusajan (tp) laskeminen

$$tp = tn \times ke \quad (\text{kaava 10})$$

8 työn perusarvon (T_p) laskeminen

$$T_p = \sum t_p \quad (\text{kaava 11})$$

9 apukertoimen (ka) laskeminen

$$ka = \frac{\text{apuaika}}{\text{tekemisaika}} \quad (\text{kaava 7})$$

10 apuaikalisan (la) laskeminen

$$la = t_N \times ka \quad (\text{kaava 6})$$

11 työnarvon (T) laskeminen

$$T = T_p + la \quad (\text{kaava 12})$$

ESIMERKKI

Perusajan mittauksesta saadut arvot:

	tv	kj	kes	tn	ke	tp
Työnosa I	40 min	1,1	1	44 min	1,26	55,4 min
Työnosa II	30 "	1,0	1	30 "	1,20	36,0 "
Työnosa III	60 "	1,1	1	66 "	1,16	76,6 "
Normaaliaikojen summa				$t_N = 140$ min		

Työn perusarvo

$$T_p = 168,0 \text{ min/yks.}$$

Ajankäytön mittauksesta (480 min) saadut arvot:

Tekemisaika	275 min/pv
Apuajat (työkohtaiset)	90 " "
Päivittäiset siirtymiset	30 min
Työvälineiden nouto ja palautus	20 "
Työohjeiden selvittäminen	10 "
Koneiden ja välineiden hoito	30 "
yht.	90 min

Tauot ja häiriöt

$$\frac{115 \text{ min/pv}}{480 \text{ min}}$$

Hyväksyttävät apuaikaluonteiset tauot:

Henkilökohtaiset tarpeet	50 min/viikko
Peseytymisajat erittäin likaisessa työssä	75 " "
Palkan vastaanotto	5 " "
	$\frac{130 \text{ min/viikko}}{275 \text{ min/pv}} = 0,42$
	130 min/viikko eli 26 min/pv

$$\text{Apuaikakerroin } k_a = \frac{90 \text{ min/pv} + 26 \text{ min/pv}}{275 \text{ min/pv}} = 0,42$$

$$\text{Apu aika } l_a = 140 \text{ min} \times 0,42 = 59 \text{ min/yksikkö}$$

$$\text{Työarvo } T = 168 \text{ min} + 59 \text{ min} = 227 \text{ min/yksikkö}$$

Perinteellisessä työnarvon laskemisessa käytettävä apuaikalisän määrittäminen on teoreettisesti virheellinen, virhe hukka-aikakomitean mukaiseen apuaikalisään nähden on yleensä pieni. Laskenta tapahtuu siten että apuaika jaetaan tekemisajan ja taukoajan summalla.

2.32 KAPASITEETIT

KAPASITEETTI

Kapasiteetti ilmoittaa toimintavälineen aikayksikössä suorittaman työmäärän (työmäärä/aika)

Käsite kapasiteetti voi merkitä myös tilavuutta (vetävyyttä, sisällytymiskykyä) määrää, kelpoisuutta ja suorituskykyä.

Koneen työsaavutusta kutsutaan usein tehoksi. Teho on voiman aikayksikössä suorittama työ, ts. aikayksikössä siirtynyt energiamäärä. Tehon yksiköt ovat watti (W), hevosvoima (hv) tai kilopondimetri sekunnissa (kpm/s).

On olemassa erilaisia kapasiteetteja sen mukaan mitä lisäaikoja aikayksikkö sisältää:

- peruskapasiteetti (K1-kapasiteetti)
- menetelmäkapasiteetti (K2-kapasiteetti)
- työvuorokapasiteetti (K3-kapasiteetti)
- työvaihekapasiteetti (K4-kapasiteetti).

Edellä mainittujen koneen ajankäytön jakoon perustuvien kapasiteettikäsitteiden lisäksi voidaan puhua myös seuraavista kapasiteettikäsitteistä:

- maksettava ajan kapasiteetti
- työvaiheen käyttökapasiteetti (tvK3-kap)

PERUSKAPASITEETTI

Peruskapasiteetti on suorittemäärä jaettuna perusajalla.

Peruskapasiteetti on suurin kapasiteetti määrättyssä työvaiheessa ja on saavutettavissa vain hetkellisesti. Peruskapasiteetin suuruuteen vaikuttavat seuraavat tekijät:

- käytetty toimintaväline
- käsitelty materiaali
- toimintavälineen käyttämien liikeratojen pituudet ja nopeudet.

K1-kapasiteettiin vaikuttaa ainoastaan toimintavälineen oma kyky suorittaa työtä häiriöttömässä työkierrossa sekä käsiteltävän materiaalin ominaisuudet.

Peruskapasiteettia voidaan käyttää mm:

- samanlaisten koneiden vertailuun
- standardien laadinnan perustietona

MENETELMÄKAPASITEETTI

Menetelmäkapasiteetti on suoritemäärä jaettuna menetelmäajalla.

Menetelmäkapasiteetin suuruuteen vaikuttavat seuraavat tekijät:

- käytetty toimintaväline
- käsitelty materiaali
- käytetty työmenetelmä.

Menetelmäkapasiteettia voidaan käyttää mm:

- konevertailujen tekoon
- työmenetelmävertailujen tekoon
- erilaisiin tahdistuslaskelmiin (esim. kuljetuskaluston mitoitus)
- työvuorokapasiteetin laskemiseen
- työnjärjestelysuunnitelmien tekoon.

TYÖVUOROKAPASITEETTI

Työvuorokapasiteetti on suoritemäärä jaettuna työvuoroajalla.

Työvuorokapasiteetin suuruuteen vaikuttaa mm. seuraavat tekijät:

- käytetty toimintaväline
- käsitelty materiaali
- käytetty työmenetelmä
- työaikaiset, työpaikasta johtuvat alle tunnin pituiset työn keskeytykset.

Työvuorokapasiteettia käytetään mm:

- työsuunnitelmien ajoituslaskelmien tekoon
- työn kustannusten laskemiseen
- työpaikkajärjestelyjen vertailuun.

TYÖVAIHEKAPASITEETTI

Työvaihekapasiteetti on suoritemäärä jaettuna työvaiheajalla.

Työvaihekapasiteetti on koneen tunnissa tekemä keskimääräinen työmäärä (yks./h). Lyhyiden työvaiheiden aikana K4-kapasiteetti on käytännössä useimmiten sama kuin K3-kapasiteetti. Työvaiheen lisäajat ovat esiintymiseltään epäsäännöllisiä ja suuruutensa vuoksi niiden vaikutus työn kestoon vaihtelee. Tietojen keräyksessä ne erotetaan muista työskenteilyn keskeytyksistä ja selvitetään kestoltaan määräämättömälle työvuorolle. Jos tarvitaan kapasiteettia, joka ottaa huomioon yli 1 h pituiset

keskeytykset, käytetään K₃-kapasiteettia yhdessä pitkän ajan tilastosta saatujen lisäaikatietojen kanssa. (Esim. puskukoneella talvella konerik-koja 4 tuntia sataa käyttötuntia kohden).

Työvaihekapasiteettia, joka lasketaan koko työn keston ajalta ja josta on poistettu yli tunnin pituiset tauot kutsutaan työvaiheen työvuorokapasiteetiksi (tvK₃-kapasiteetti). Työvaiheen työvuorokapasiteetti poikkeaa K₃-kapasiteetista. Kapasiteetin poikkeaminen johtuu seuraavista syistä:

- työvuoron aikana tapahtuu kapasiteetissa muutoksia; yleensä työn alussa ja lopussa on kapasiteetti pienimmillään
- työvuoron aikana tapahtuu olosuhteissa ja materiaalin laadussa ja työmenetelmissä muutoksia
- pitkän työnvaiheen aikana tapahtuu harjaantumista työpaikan olosuhteisiin ja toimintavälineiden keskinäinen yhteistyö paranee.

Eri kapasiteettien keskinäiset riippuvuudet voidaan ilmaista kapasiteetikertoimien avulla:

- menetelmäkerroin $a_1 = \frac{K_2}{K_1}$
- työvuorokerroin $a_2 = \frac{K_3}{K_2}$
- työvaihekerroin $a_3 = \frac{K_4}{K_3}$

Menetelmäkerroin (a_1) osoittaa kuinka paljon työmenetelmä pienentää peruskapasiteettia ($K_2 = a_1 \times K_1$) ja työvuorokerroin (a_2) osoittaa kuinka paljon työnaikaiset alle yhden tunnin mittaiset tauot pienentävät menetelmäkapasiteettia ($K_3 = a_2 \times K_2 = a_1 \times a_2 \times K_1$).

a_1 -kertoimen käännelukua kutsutaan c_1 -kertoimeksi ($\frac{1}{a_1} = c_1$) ja kerrointa $c_2 = 1 - a_2$ kutsutaan c_2 -kertoimeksi.

Kertoimien, kapasiteettien ja eri aikojen välillä on seuraavat riippuvuudet

$$c_1 = \frac{T_2}{T_1} = \frac{K_1}{K_2} \quad (\text{kaava 1})$$

$$c_2 = \frac{TL_2}{T_3} = 1 - \frac{K_3}{K_2} \quad (\text{kaava 2})$$

c_1 -kerroin on aina suurempi kuin 1 ja se kuvaa sitä, kuinka suuri on ajan lisäys perusaikaan, jonka vallitseva menetelmä vaatii. Siten esim. kerroin 1.20 ilmaisee että menetelmä vaatii 20 %:n ajanlisäyksen perusaikaan. c_1 -kerroin on eräänlainen työmenetelmän paremmuutta osoittava luku: mitä suurempi kerroin on sitä enemmän aikaa tarvitaan työmenetelmän ylläpitämiseen ja sitä vähemmän jää aikaa itse perusajalle.

c_2 -kerroin osoittaa kuinka suurta osaa käytettävissä olevasta ajasta työ-

paikalla ei voida käyttää hyväksi työnvaiheen eteenpäin viemiseksi. c2-kerroin on aina pienempi kuin 1. c2-kerroin 0,35 ilmaisee että 35 % ajasta ei voida käyttää työhön. Kaksi kahdentoista minuutin kahvitaukoa merkitsee kahdeksan tunnin työpäivänä c2-kertoimessa osuutta, jonka suuruus on 0,05.

YKSIKKÖAIKA

Yksikköaika on kapasiteetin käänteisluku eli tietyn toimintaväliseen työhön käyttämän ajan ja tänä aikana sen suorittaman työmäärän suhde (h/yksikkö).

Riippuen siitä, mitä lisäaikoja jaettavana oleva aika sisältää puhutaan seuraavista yksikköajoista:

- perusyksikköaika
- menetelmäyksikköaika
- työvuoron yksikköaika
- työvaiheen yksikköaika.

2.33 TUTKIMUSSELOSTUKSET

Työntutkimusselostukset voidaan ryhmitellä yleisiin, useita käyttötarkoituksia palveleviin perustiedostoihin ja tietyn käyttäjäryhmän tarpeita varten laadittaviin osatiedostoihin. Työntutkimustoiminnan taloudellisen suorituksen kannalta on tarkoituksenmukaista laatia aina ensin useita eri käyttötarkoituksia palveleva perustiedostoksi sopiva tutkimusselostus ja näiden selostusten perusteella muokata osatiedostoja. Osatiedostot voivat olla taloudellisuusstandardeja tai erillisiä tutkimuslyhennelmiä. Perustiedostona käytettävät tutkimusselostukset voidaan laatia joko standardisoiduille tutkimuslomakkeille tai tutkimusmuistiona. Tutkimusmuistioiden jäsentelyssä voidaan noudattaa esim. taulukossa 2.22/1 esitettyä jäsentelyä.

Kappaleen sisältö	Tutkimuksen laajuus tai merkittävyys		
	Laajat	Keskiarvo	Suppeat
Alkusanat	x		
Sisällysluettelo	x	x	
Supistelma	x	x	x
Johdanto	x	x	x
Tutkimuskohde (materiaali)	x	x	x
Tutkimusmenetelmät	x	x	x
Tutkimuksen tulokset	x		
Tulosten tarkastelu	x	x	x
Yhteenveto	x	x	
Kirjallisuusluettelo	x	(x)	

Taulukko 2.33/1 Tutkimusselostuksen jäsentely

Taloudellisuusstandardien laadintaa varten tehtävien tutkimussarjojen yksittäisten tutkimusselostusten jäsentelyssä voidaan käyttää mm. seuraavaa tietojen ryhmittelyä:

- tutkimuksen otsaketiedot tutkimustulosten taltiointia varten
 - tutkittu työ käytettävän suoriteryhmittelyn mukaisesti esim. TALO-70
 - tutkimuksen taltiointitunnus
- tutkimuskohdetta koskevat yleistiedot
 - rakennus, rakenne, rakenneosa
 - tutkimuskohteen suuruus
 - työlajin kesto (alkamisaika ja suunniteltu kesto)
 - työnmittausten suorittamisaika
 - tutkitun työn toistoa tai sarjasuuruutta koskevat tiedot
- työ- ja olosuhdekuvaus
 - työkokonaisuus
 - työpaikkapiirroksiset
 - työmenetelmäkuvaus (esim. tiedot tutkitun työn työnsisällöstä ja työskentelytavasta, tiedot työryhmän suuruudesta ja määrästä sekä tehtäväjaosta, tiedot työvälineistä ja apulaitoksista)
 - materiaaikuvaus
 - työtä koskevat laatuvaatimukset, normit ja määräykset, työn valmiusaste ennen tutkimusta ja sen jälkeen sekä rakennetta koskevat piirustukset
 - olosuhdekuvaus
 - muut työkuvaukseen liittyvät tiedot (työturvallisuus, tuotesuunnittelusta aiheutuvat työsuoritukseen liittyvät erityisohjeet jne.)
- tulostiedot
 - työnmittaustapaa ja tarkkuutta koskevat tiedot
 - työnmittaustaulukot (aika, työmäärä ja muuttujat)
 - aikahavaintojen hajonta
 - lisäaikojen syntyyn yms. liittyvät täydentävät tiedot
- parannusehdotukset
 - työmenetelmään liittyvät parannusehdotukset
 - ajankäyttöön liittyvät parannusehdotukset
 - työturvallisuuteen ja ergonomiaan liittyvät parannusehdotukset
 - tuotesuunnitteluun liittyvät parannusehdotukset

Sivuilla - on esitetty esimerkkinä taloudellisuusstandardien laadintaa varten tehty tutkimusselostus sillanrakennustyöstä ja maarakennustyöstä.

2.34 TYÖKUVAUKSET

2.341 Yleistä

Tutkimusselostukseen liittyvä työkuvaus sisältää yleensä seuraavaa:

- työkokonaisuuden kuvaus ja tutkitun työn rajaus työkokonaisuuteen
- tutkitun työn sisällön kuvaus ja tiedot työskentelytavasta

- työtä koskevat laatuvaatimukset sekä työn valmiusaste ennen tutkimusta ja sen jälkeen
- tutkimuksen ajoittaminen ja sarjasuuruudet
- tiedot toimintavälineistä, työkaluista ja varusteista
- tiedot työpaikan sisäisistä ja ulkoisista olosuhteista sekä työnjärjestelyistä
- tiedot käsiteltävistä materiaaleista, raaka-aineista ja valmiista osatuotteista.

2.342 Työkokonaisuus

Rakennus- ja kunnossapitotyöt muodostuvat usein toisiinsa hyvin kiinteästi liittyvistä työnvaiheista. Liittyminen toiseen työnvaiheeseen voi olla luonteeltaan seuraava:

- työnvaiheet korvaavat osittain toisiaan (leikkausluiskan viimeistely kaivun yhteydessä tai erillisenä työnvaiheena)
- eri työnvaiheiden yhtäaikainen toteuttaminen voi vaikuttaa toisen työnvaiheen ajankäyttöön, työskentelytapaan tms. (kuormaustyön kesto määrää penkereellä suoritettavan levitystyön keston, kuljetuskaluston puute vaikuttaa kuormauskoneen ajankäyttöön)
- tutkittavan työnvaiheen alkaminen on riippuvainen toisen työnvaiheen päättymisestä ja tämä riippuvuus on järjestettävissä eri olosuhteissa erilaiseksi (kallion louhinnassa poraus, panostus ja räjäytys sekä kuormaus voidaan suorittaa eri yhteyksissä eri tavalla, erisuuruisin kentin jne.).

Kaikkien toisiinsa liittyvien työnvaiheiden yhtäaikainen tutkiminen ja siten niiden keskinäisten vaikutusten ja riippuvuuksien selvittäminen ei ole mahdollista tutkimuskustannusten, käytettävissä olevien tutkijavoimien tai työnvaiheiden suorituspaikkojen etäisyyksien yms. syiden vuoksi. Keskinäinen vaikutus ja riippuvuus on kuitenkin selvitettävä työkuvauksessa joko sanallisesti ja/tai jana-aikatauluna, tieaikakaaviona tai toimintaverkkona.

Työkokonaisuuden avulla saadaan tietoja työnvaiheiden keskinäisestä riippuvuudesta, työn laatuvaatimuksista, työn valmiusasteesta jne. Erityisesti työkokonaisuutta koskevissa tiedoissa on esitettävä, mikä työketjun töistä muodostuu työn keston kannalta kriittiseksi oli määräytyykö tutkittavan työn kesto jonkin muun työnvaiheen toteutuksesta (esim. pengermateriaalin levityksen kesto määräytyy siitä, millä nopeudella materiaalia tuodaan penkereeseen, kalsiumkloridin kuormaukseen ja kuljetukseen on käytettävissä runsaasti ylimääräistä aikaa, koska tien muokkaus on vielä kesken). Työkokonaisuuden kuvaus voidaan suorittaa joko sanallisesti tai erilaisten aikataulujen avulla.

2.343 Työmenetelmäkuvaus eli tutkitun työn sisällön kuvaus ja tiedot työskentelytavasta

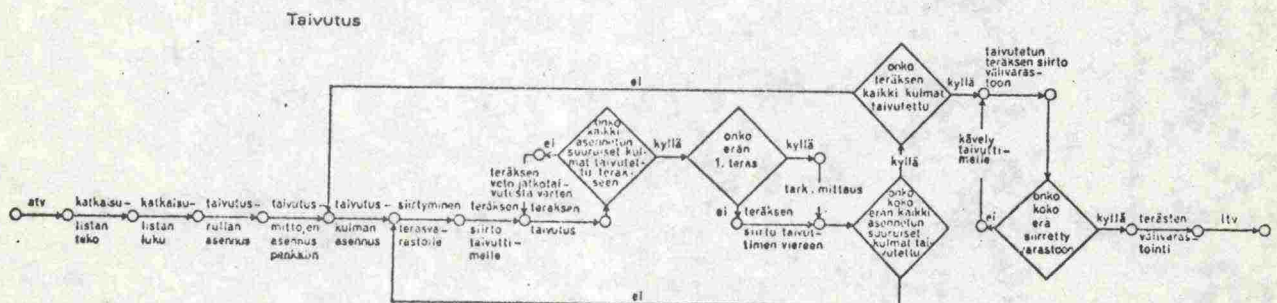
Tutkitun työn sisällön kuvaus ja tiedot työskentelytavasta sisältävät tietoja, joiden perusteella tutkittu työ voidaan toistaa halutulla tark-

kuudella samanlaisena kuin tutkimuksen aikana.

Työmenetelmäkuvauksen rungon muodostaa työnosittelu sekä eri työnosien esiintymistä, keskinäistä riippuvuutta ja eri vaiheiden työskentelytapaa koskevat tiedot. Työnosat luetellaan suoritusjärjestyksessä ja tarvittaessa täsmennetään toimintaverkoilla, jana-aikataululla yms. tavalla sekä työtä ja sen yksityiskohtia koskevilla valokuvilla (kuvat 2.34/1 - 3).

n:o	työn osa	toiminta-yksikkö	työmenetelmä	kuva n:o
1	katkaisulistan teko	1 RAM	- 1 RAM selvittää piirustuksista terästen katkaisu- ja taivutusmitat sekä lukumäärät ja merkkien ne paperille	4.4/3
2	katkaisulistan luku työskentelypaikalla	1 RAM	- 1 RAM katsoo tekemästään katkaisulistasta terästen katkaisu- tai taivutusmitat ja valmisteen kappalemäärän	
3	kävely teräsvarastolle	1 RAM + 1 RM	- 1 RAM + 1 RM siirtyvät katkaisimelta tai katkaisu- tujen terästen varastolta teräsvarastolle	
4	teräksen siirto varastosta katkaisimelle ja asetus mittamerkin kohdalle	1 RAM + 1 RM	- 1 RAM + 1 RM siirtävät teräksen kantaen teräsvarastolta katkaisimelle ja asettavat teräksen mittalautaa vasten mittamerkin kohdalle. Mittalautaan on tehty pituusmitta 10 cm jaotuksella valmiiksi, joten tässä vaiheessa ei tarvita mittauksia	4.4/4 4.4/5
5	teräksen katkaisu	1 RAM + 1 RM + katkaisin	- 1 RAM käynnistää katkaisimen painamalla leikkausterään säätölevyä käsi- tai jalkakampea; - leikkuuterät katkaisevat teräksen	4.4/6
6	teräksen veto uutta katkaisua varten	1 RAM + 1 RM	- mikäli katkaistusta teräksestä jäljennestä palasta saadaan vielä halutun pituinen teräs, niin 1 RAM + 1 RM vetävät teräksen mittamerkin kohdalle (katkaisupituus 5.5 m) Tämä aikana katkaisin palautuu alkuasentoonsa, mikä saattaa jossakin tapauksessa aiheuttaa odotusta varsinaisessa työssä	4.4/7
7	katkaistun teräksen siirto väli-varastoon tai taivuttimelle	1 RAM + 1 RM	- 1 RAM + 1 RM siirtävät katkaistun teräksen kantamalla väli-varastoon tai taivuttimen viereen	4.4/8

Kuva 2.34/1 Terästen katkaisun työmenetelmäkuvauks



Kuva 2.34/2 Teräksen taivutuksen työkokonaisuus

Öljysora 0...18 mm sideainepitoisuus 3,4...3,9 %		TYÖMENETELMÄ	ALUSTAN KÄSITTELY		PAIKKAUSMASSAN LAITTO	TIIVISTYS		IRTOKIVIEN HARJAUS
TYÖKONE- EILMÄ	OPTIMI- TOIMINTA- YKSIKKÖ		VAURIOKOH DAN MUOTOILU SÄÄNNÖLLESEKSI	IRTONAISEN AINEKSEN POISTO		KÄSIJUN TALLA	KUORMA-AUTON PYÖRILLÄ	
A ₁	KA(+KAM) 3 KM	- kolon reunat muotoilleen - pohja tasataan ja irtoai- nes poistetaan - paikkausmassan lapiointi - tiivistys käsijuntalla - irtokivet harjataan						
A ₂	KA(+KAM) 3 KM	- kolon reunat muotoilleen - pohja tasataan ja irtoai- nes poistetaan - paikkausmassan lapiointi - tiivistys kuorma-autolla - irtokivet harjataan						
B ₁	KA(+KAM) 4 KM	- irtoaines poistetaan - paikkausmassan lapiointi - tiivistys käsijuntalla - irtokivet harjataan						
B ₂	KA(+KAM) 3 KM	- irtoaines poistetaan - paikkausmassan lapiointi - tiivistys kuorma-autolla - irtokivet harjataan						

TYÖKOKONAISUUS	TOIMINTAYKSIKÖN TAHDISTUS TYÖMENETELMÄSSÄ B ₂
<p>ALOITUS-TOIMET → MASSAN KUORMAUS → AJO TYÖKOHTEESEEN → ALOITUS-TOIMET → REIKIEN PAIKKAUS → SIIRTYMISET → LOPE-TUS-TOIMET → AJO TUKE-ROHTAAN → LOPE-TUS-TOIMET</p> <p>ALOITUS-TOIMET → IRTO-AINEKSEN POISTO → VAURIO-KOH DAN MUOTOILU → MASSAN LAITTO → TIIVISTYS → IRTO-KIVIEN HARJAUS</p>	<p>2 KM: IRTOAINEN SEN POISTO → MASSAN LAPIOINTI → SIIRTY-MINEN → IRTOAINEN SEN POISTO → MASSAN LAPIOINTI → SIIRTY-MINEN → MASSAN LAPIOINTI → SIIRTY-MINEN → JNE</p> <p>KA (+KAM): MASSAN LAPIOINTI → TIIVISTYS → SIIRTY-MINEN → MASSAN LAPIOINTI → TIIVISTYS → SIIRTY-MINEN → JNE</p> <p>1 KM: IRTOKIVIEN HARJAUS → SIIRTY-MINEN → JNE</p>
STANDARDI SISÄLTÄÄ TUMMENNETUN OSAN MENEKKITIEDOT	PAKSUT NUOLET OSOITTAVAT YHDEN REIÄN PAIKKAUKSEN

Kuva 2.34/3 Öljysorapäällysten paikkauksen työmenetelmäkuvaus

2.354 Työtä koskevat laatuvaatimukset sekä työn valmiusaste ennen tutkimusta ja sen jälkeen

Työmäärän suuruus alkayksikössä on usein riippuvainen työlle asetettavista laatuvaatimuksista. Laatuvaatimusten suhteen työt ovat ryhmiteltävissä seuraavasti:

- työt, joille voidaan asettaa mitattavissa tai arvioitavissa oleva laatuvaatimus
- työt, jotka voidaan jättää tiettyyn viimeistelyasteeseen ja tarvittaessa saattaa asetettuun laatutavoitteen toisen työvaiheen yhteydessä
- työt, joille ei tarvitse tai ei voida asettaa laatutavoitteita.

Työssä noudatettavat laatuvaatimukset on yleensä esitetty työselityksissä. Tällaisia laatuvaatimuksia ovat mm:

- rakenteille asetettavat toleranssit, kuten pituus, leveys ja korkeus tai paksuus
- tasaisuus
- tiiviys
- rakeisuutta tai lohkokokoa koskevat vaatimukset
- kylvettävän siemenmäärän suuruus
- jne.

Mikäli tutkittavassa työssä pyritään yleisesti määriteltyyn laatuun, voidaan työ- ja olosuhdekuvauksessa viitata siihen lähteeseen, missä laatuvaatimukset on esitetty. Tutkittavassa työssä kaikki asetetuista laatuvaatimuksista poikkeamiset on mainittava aina työ- ja olosuhdekuvauksessa.

Työt, jotka voidaan jättää tiettyyn työnsuorittajan tai työnjohdon määräämään viimeistelyasteeseen, voidaan yleensä kuvata parhaiten valokuvien avulla, kuvia täydennetään tarvittaessa sanallisesti.

Sanallisessa kuvauksessa voidaan mainita mm. seuraavanlaisia seikkoja:

- myöhemmin viimeistelyn yhteydessä käsiteltävien massojen suuruus tai korjaustyön määrä (esim. maaleikkauksen teko kuormaamalla, louhinnassa jäänyt liian suurten kivien määrä ja koko)
- työssä käytetty materiaalmäärä (saviorakutuskerroksen teon yhteydessä lisätty savimäärä, pölyn sidontaan tarvittava suolamäärä ja pölyn sidonnan pysyvyys)
- laatimalla vertailun avulla erilaisia sanallisia kuvauksia työn laadusta (kuva 2.34/4) tai esittämällä työnkuvaus.

(Kunnossapitotasointus)

Raskashöyläys

- höylästarve suuri
- höylä työskentelee maksimitiellolla
- höylä pystyy etenemään normaalia hitaampaa vauhtia
- terän otto on ao. olosuhteissa maksimissaan
- höylän terään kohdistuva, vastustava voima on suuri
- riittävän viimeistelyasteen saavuttamiseksi on raskashöyläystä seurattava normaali- tai kevythöyläys

Normaalihöyläys

- höylästarve edellistä vähäisempi
- normaalihöyläyksellä saavutetaan yksinään riittävä viimeistelyaste
- kaikki höylän voimavarat eivät ole käytössä
- terän otto ei ole suurimmillaan
- höylän nopeus riippuu ensi sijassa vaihteen valinnasta

Kevythöyläys

- liittyy raskashöyläykseen
- kevythöyläyksellä tasoitetaan raskashöyläyksellä irrotettu materiaali
- terän kohdistuva voima on niin pieni, että höylä pystyy etenemään varsin suurella nopeudella.

Kuva 2.34/4 Erilaiset höyläysasteet

Työt, joista ei tarvitse tai joista ei voida esittää laatuvaatimuksia tai viimeistelyastetta koskevia tietoja, ovat yleensä luonteeltaan kuljetuksia, kuten maa- ja kalliomassojen kuljetus, koneiden siirrot, betonin siirto nosturilla ja huoltoajot. Eräät kunnossapitotyöt ovat myös luonteeltaan sellaisia, ettei työstä itsestään voi esittää laatuvaatimuksia tai viimeistelyastetta, tällöin tutkimus on yleensä pyrittävä järjestämään saman tutkijan vertailututkimuksena. On seurattava, kuinka laatu muuttuu ajan ja olosuhteiden takia (esim. lanaus ja höyläys).

Mikäli tutkimus vertailee eri työmenetelmiä, työtapoja tai viimeistelyastetta, niin oikean ja lopullisen tuloksen saavuttamiseksi on yleensä välttämätöntä tutkia kaikki ne toisiaan täydentävät työt, joilla haluttu laatuvaatimus saavutetaan.

2.345 Tutkimuksen ajoittuminen ja sarjasuuruudet

Työhön tarvittavan ajan suuruuteen vaikuttaa työntekijöiden harjaantuminen tutkittavaan työhön, se vaikuttaa myös ajankäytön jakautumiseen ja työn oppimiseen. Tämän johdosta työ- ja olosuhdekuvauksessa on mainittava tutkittavan työn sarjasuuruus ja se vaihe, mistä tutkimus on suoritettu (kuva 2.34/5-6) sekä tiedot työmäärästä, jotka on tehty ennen tutkittavaa työtä.

Maarakennustöissä ei useinkaan ole esitettävissä kappalemäärään perustuvia sarjasuuruuksia, joten tiedot on sidottava työn ajalliseen ja määrälliseen

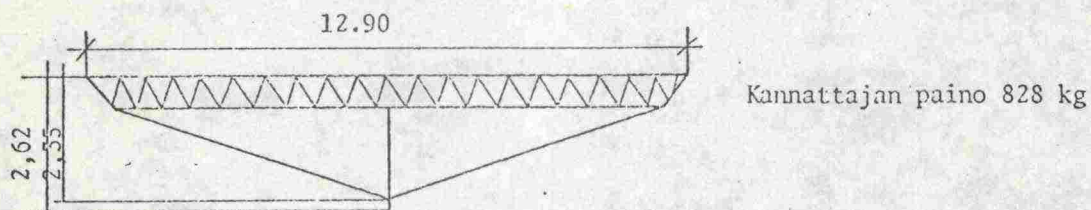
edistymiseen. Lisäaikatutkimuksessa työn määrällistä ja ajallista edistymistä tarkastellaan niissä olosuhteissa, joissa toimintayksikkö on ollut vakiona.

Nurmetus on suoritettu koko piirin alueella samoilla toimintayksiköillä. Käytössä on ollut yksi maatalousjyvä ja yksi kylvökone, jota on käyttänyt yksi tehtävänsä koulutettu kylväjä. Apumies on otettu tarvittaessa ao. työmaalta. Myös jyräykset on suoritettu samalla kuorma-autolla koko piirin alueella. Kylväjää ja jyräysauton kuljettajaa voidaan pitää tehtäviinsä erittäin hyvin harjaantuneina.

Työsaavutuksia on tutkittu neljässä eri työkohteessa. Kaikissa työkohteissa on käytetty samaa työmenetelmää ja samoja toimintayksiköitä.

Ennen tutkimuksia tehty työmäärä n. 120 000 m² ja tutkimuksen aikana 17 000 m².

Kuva 2.34/5 Koneellinen nurmetus



Sarjasuuruus 36 kpl

Koottu:

- ennen tutkimusta	5 "
- tutkimuksen aikana	10 "
- tutkimuksen jälkeen	21 "

Kuva 2.34/6 Peiner V 800 kannattajien kokoaminen

2.356 Tiedot toimintavälineistä, työkaluista ja varusteista

Työ- ja olosuhdekuvaukseen liittyvät oleellisena osana tutkittavassa työssä käytetyt toimintayksikön tiedot. Kuvauksessa mainitaan toimintavälineet ja niiden teknilliset tiedot sekä kuntoa ja sopivuutta koskevat arviot. Maarakennuskoneita koskevissa tiedoissa on myös mainittava työssä käytetyt lisälaitteet ja niiden kunto. Kuvaus voi muodostua myös työvälineistä.

Jos tutkimuksen kohteena on ollut maarakennuskone, on toimintayksikkökuvauksessa mainittava myös kuljettajaa koskevat tiedot.

2.357 Olosuhdekuvaus

Olosuhdekuvaus tarkoittaa työpaikan ulkoisia työskentelyolosuhteita ja työpaikan sisäisiä toimintaolosuhteita ja työnjärjestelyä selvitteleviä tietoja.

Työpaikan ulkoisia olosuhteita koskevat tiedot valaisevat säätä, lämpötilaa ja valoisuutta sekä työpaikan ympäristössä tapahtuvaa liikennettä ja melua. Tiedot esitetään yleensä sanallisena luettelonomaisesti.

Työpaikan sisäisiin toimintaolosuhteisiin kuuluvat mm. tiedot:

- työpaikan tiloista (ulottuvuuksista)
 - kaivussyvyys ja rintauksen korkeus
 - raivattavan alueen leveys
 - kunnossapidettävän tien leveys
 - jne.
- työskentelyalustan laadusta ja kaltevuusoloista
- toisten toimintavälineiden vaikutuksesta tutkittavan koneen työskentelyyn
- tutkittavan koneen liikeradoista
- jne.

Työpaikan sisäiset toimintaolosuhteet kuvataan yleensä työpaikkapiirrosten ja niihin liittyvien sanallisten selvitysten ja valokuvien avulla.

Olosuhdekuvaukseen sisältyy myös työnjärjestelyä koskevien tietojen esittely, varsinkin ajankäyttöön liittyvien tietojen korjaus, kuten maininnat koneiden keskinäisestä tahdistuksesta, koneiden päivittäisen huollon järjestämisestä, odotusajan kuluessa tehdyistä lisätöistä jne. Työnjärjestelyn yhteydessä voidaan mainita myös tietoja työturvallisuudesta, kuljetustöistä, työnjohdon paikalla olosta, huollosta jne.

2.348 Materiaalikuvaus

Työ- ja olosuhdekuvaukseen liittyvän materiaalikuvausten yhteydessä selvitetään tutkittavassa työssä käsiteltyjen materiaalien, raaka-aineiden ja valmiiden osatuotteiden (esim. elementit, elementtitelineet, rumpuputket) laatua ja määrää koskevat tiedot. Kuvaus voi olla sanallinen, taulukon tai valokuvien avulla esitetty. Kuvauksessa tulee käyttää tunnettuja materiaalinimikkeitä tai niiden lyhenteitä.

Maarakennustöissä käsiteltävät materiaalit ovat useimmiten maa- ja kalliomassoja ja materiaalikuvauksessa ilmoitetaan työstä riippuen seuraavia tietoja:

- maalajin nimi, rakeisuuskäyrän avulla selvitettyinä
- maalajin kaivu- tai kuormausluokka
- materiaalin kivisyys ja lohkaraisuus
- materiaalin vesipitoisuus
- materiaalin tilavuuspaino
- eloperäisten maalajien puisuus
- käsiteltävän materiaalin olomuoto
 - kiinteä routa
 - rikottu routa
 - rintauksesta irronnut materiaali
- maalajiominaisuudet tutkittavan työn kannalta
 - kaivettavuus
 - löyhtyminen
 - tiivistyminen
 - kuljetettavuus
 - läjitettävyyys.

Maa- ja kalliomassoja koskevissa tiedoissa on kiinnitettävä ensi sijassa huomiota niihin tietoihin, joilla on oleellista merkitystä tutkittavan työn kannalta, esim. raivaustöissä on kiinnitettävä huomiota nimenomaan siihen materiaaliin, jota käsitellään (koostumus, kannot, kivet, routa jne.) ja alla olevien materiaalien osalta esitetään vain niitä tietoja, jotka vaikuttavat raivausta suorittavan koneen työskentelyyn (kantavuus, koneen liikkumismahdollisuus jne.).

Käsiteltävän materiaalin määrä on materiaalikuvauksessa esitettävä sellaisissa yksiköissä, että tietojen avulla voidaan tarvittaessa tilata materiaalia oikea määrä. Määrää koskevissa tiedoissa on kiinnitettävä huomiota myös materiaalitappioihin:

- menetelmätappio eli työn yhteydessä tapahtuva materiaalihukka
- varastointitappio eli varastoinnin ja kuljetusten aikana koituvat materiaalitappiot esim. särkyminen.

Maa- ja kalliomassojen yhteydessä on yleensä tarkoituksenmukaista ilmoittaa materiaalin tilavuudet eri käsittelyvaiheissa.

2.349 Työkuvausten havainnollistaminen

Työkuvauksia voidaan havainnollistaa mm.:

- aikatauluilla
 - jana-aikataulu
 - tieaikakaavio
- toimintaverkoilla
- työkaavioilla
 - valmistuskaavio eli työnvaihekaavio
 - työnkulkukaavio
 - työnkulkupiirros
- toimintadiagrammeilla eli ryhmäkaavioilla
- työpaikkapiirroksilla
- valokuvilla

Toimintojen havainnollistamiseksi voidaan käyttää apuna myös työpaikkakuvausta sekä piirroksia ja valokuvia.

Yleisimmät työntutkimustulosten havainnollistamisessa käytettävät aikataulut ovat jana-aikataulu ja tieaikakaavio. Jana-aikataulun avulla voidaan kuvata työn osien suoritusjärjestys ja niihin kuuluva aika työn osittelussa. Toiminta kuvataan akselistossa, jossa pystyakselilla on normaalisti työnosaluettelo ja vaaka-akselilla aika.

Jana-aikataulua monipuolisemmin voidaan toimintaa kuvata tieaikakaaviossa. Tieaikakaavion avulla voidaan kuvata työn edistymistä sekä ajallisesti että paikallisesti.

Toimintaverkkojen avulla voidaan kuvata eri työn osien keskinäisiä riippuvuuksia ja ajoittamalla toimintaverkko saadaan myös selville eri työn osien kestot. Lisäksi toimintaverkko on havainnollisuutensa takia erittäin sopiva käytettäväksi työntutkimustulosten esittämiseen.

Työpaikkakuvausten avulla voidaan havainnollistaa työpaikalla vallitsevia sisäisiä toimintaolosuhteita ja työnjärjestelyyn liittyviä tietoja sekä tarvittaessa toiminnan edistymistä. Työpaikkakuvaukset piirretään yleensä työkohteesta mittakaavaan laadittuun karttaan.

Työpaikkapiirroksiset voivat esittää koko työmaata tai jotain työkohtetta. Kuvattaessa koko työmaata merkitään karttaan yleensä seuraavia tietoja:

- työmaatiestö
- yleisen liikenteen kulku
- rakennettava tiestö ja rakennukset
- sillat, rummut, vesistöalueet

- voimajohdot ja kaapelit
- materiaalinottoalueet
- varastoalueet
- tukikohta-alueet
- jalostuslaitosten alueet
- läjitysalueet
- työkohteet (sijainti)
- jne.

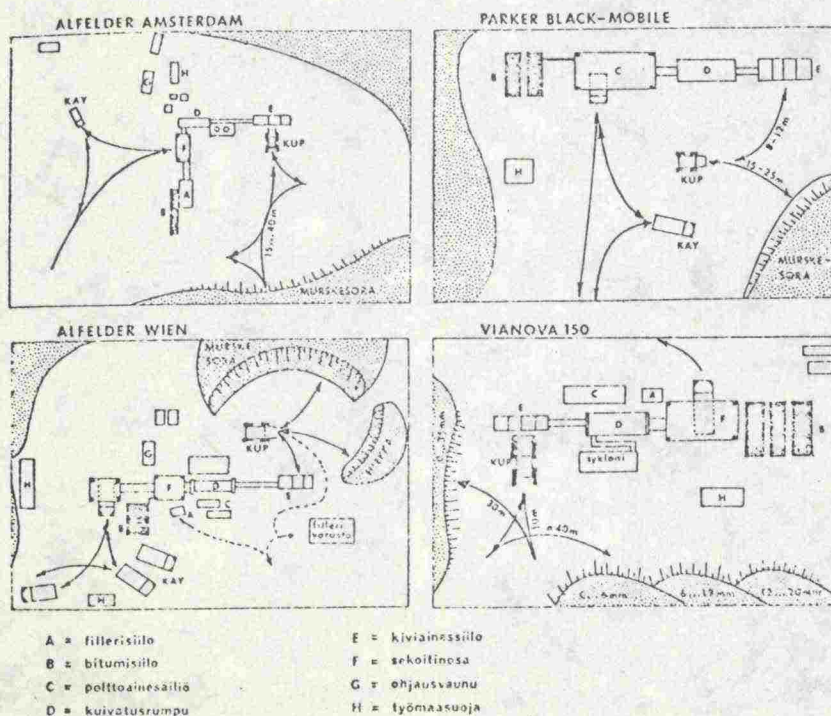
Tietyömaan yleiskarttaan kuuluu osana myös rakennettavan tien pituusleikkaus, josta nähdään:

- tasausviiva
- maapohjan laatu ja kantavuustiedot
- sillat, rummut
- leikkaukset, penkereet ja massanvaihtoalueet
- liittymät
- jne.

Yleensä työpaikkapiirros laaditaan yhdestä työkohteesta. Tällöin pyritään esittämään kaikki ne tekijät, jotka vaikuttavat toimintavälineen tai -yksikön työsaavutukseen ja voidaan esittää mm. seuraavia tietoja:

- työpaikan mitat (leveys, korkeus, pituus)
- maaston rajakohdat ja työpaikan kaltevuussuhteet
- työalusta
- työssä käytetyt toimintavälineet ja keskinäinen asema työn kuluessa
- toimintavaiheiden liikeradat mittoineen
- varastot ja autojen odotuspaikat.

Kuvassa 2.34/7 on esimerkki työpaikkapiirroksista.



Kuva 2.34/7 Työpaikkapiirroksia erityyppisten asfalttiasemien työpaikkajärjestelyistä

2.4 TUTKIMUSLAJIT

2.41 YLEISTÄ

Työnmittaus voidaan jakaa perusajan ja ajankäytön mittaamiseen. Perusajan mittauksen avulla selvitetään eri töiden tai työn osien suoritukseen kuluva aika eli työn normaaliarvo. Ajankäyttötutkimuksen avulla selvitetään tutkimuskohteen työajan jakautuminen eri tapahtumalajeille.

Perusajan mittaus suoritetaan tavallisesti kelloaikamanetelmillä tai liikeaikatutkimuksilla. Ajankäytön tutkimiseen voidaan käyttää joko kelloaika- tai havainnointimenetelmää. Ajankäyttötutkimuksen avulla voidaan mitata normaaliarvoon kuuluvia harvoin tai satunnaisesti toistuvia työn osia, näiden mittaaminen perusaikatutkimuksen avulla voi olla vaikeaa. Työt joiden työn sisältö vaihtelee, voidaan mitata yhdistetyn perusaika- ja ajankäyttötutkimuksen avulla.

Maarakennustöiden perusaikatutkimuksista käytetään nimitystä kapasiteettitutkimus ja ajankäyttötutkimuksesta nimitystä lisäaikatutkimus ja menekkitutkimus.

2.42 KAPASITEETTITUTKIMUS

Kapasiteettitutkimus on tavallisesti työntutkimuskellolla suoritettu rakennuskoneen perusajanmittaus. Tutkimuksen avulla selvitetään koneen perus- ja menetelmäkapasiteetit sekä niiden suuruuteen vaikuttavat tekijät koneen työskennellessä erilaisilla työmenetelmillä ja erilaisissa olosuhteissa.

Kapasiteettitutkimuksen yhteydessä mitataan ja määritetään seuraavat tiedot:

- koneen perusaika ja perusajan osien suuruudet
- koneen menetelmän lisäaikojen suuruus
- koneen työvuoron lisäaikojen suuruus (tutkimuksen aikana)
- tutkimuksen aikainen työmäärä
- työpaikkapiirros ja koneen työmenetelmä
- työpaikkaa ja käsiteltävää materiaalia koskevat tiedot
- tutkimuksen aikaiset olosuhteet
- konetta ja kuljettajaa koskevat tiedot.

Kapasiteettitutkimuksen tuloksia voidaan käyttää hyväksi mm. seuraavasti:

- koneen työmenetelmän parantaminen
- työpaikkajärjestelyn kehittäminen
- taloudellisuusstandardien laatiminen
- eri koneiden ja työmenetelmien keskinäinen vertailu.

Kapasiteettitutkimus on yleensä lisäaikatutkimukseen liittyvä osatutkimus. Tutkimus voidaan tehdä myös erillisenä itsenäisenä tutkimuksena.

Kapasiteettitutkimuksen vaiheet ovat:

- työmittausta edeltävät toimenpiteet
 - tutkimuksen tarkoituksen määrittely
 - tutkimussuunnitelman teko
 - tutkimusta koskevan informoinnin suoritus
 - halutun työmenetelmän valinta
- työmittaus
 - aika-arvojen mittaus
 - työmäärän mittaus
 - muiden työtä koskevien tietojen keräys
- tutkimustulosten analysointi
 - tutkimuslomakkeen täyttö ja tarvittavien laskelmien teko
 - menetelmäparannusten teko
 - tutkimustulosten informointi
 - tutkimustulosten taltiointi.

Kapasiteettitutkimus tehdään joko taloudellisuusstandardien laadintaa varten tai työpaikkajärjestelyn ja työmenetelmän parantamiseksi. Tutkimustulosten avulla pyritään poistamaan turhaa työtä. Taloudellisuusstandardien laadintaa varten tehtävien työntutkimusten kohteet valitaan kulloinkin erikseen annettavien ohjeiden mukaan. Mikäli tutkimuskohde valitaan ilman erillisiä ohjeita on tutkittavaksi valitun koneen oltava tyyppiltään ja rakenteeltaan uusi ja hyväkuntoinen. Koneen kuljettajan tulee olla mahdollisuuksien mukaan riittävän ammattitaitoinen ja tutkittavan työn ja siinä käytettävän työmenetelmän suorittamiseen perehtynyt siten, että työn suoritustahti ja työmenetelmä ovat muodostuneet vakioksi. Jos kapasiteettitutkimus tehdään erillisenä tutkimuksena lisäaikatutkimuksesta, niin on tarkoituksenmukaista, että työntutkija määrää työssä käytettävän työmenetelmän. Työmenetelmien ja työpaikkajärjestelyjen parantamiseksi tehtävät tutkimukset kohdistetaan sinne, mistä niiden avulla on mahdollista saada suurin hyöty.

Ennen tutkimuksen aloittamista tulee laatia tutkimussuunnitelma, jossa selvitetään:

- tutkimuksen tarkoitus
- tutkittavat työmenetelmät, mitattavien aikojen muuttujat, olosuhteet yms.

- tutkimuksen kohteena olevan työn suoritemäärät, niiden mittaamiseksi tarvittavat suoriteyksiköt sekä mittaustavat ja tarkkuudet
- mitä muita tietoja aika- ja suoritemäärätietojen lisäksi tarvitaan ja miten ne saadaan selville
- tutkimuksessa tarvittava aputyövoima
- tutkimuksen informointi.

Jos kapasiteettitutkimus kuuluu osana lisäaikatutkimukseen niin tutkimussuunnitelman laatiminen on vain aikaisemmin tehdyn suunnitelman tarkistamista.

Tutkimuksen yhteydessä kerättävät tiedot voidaan jakaa tietoihin, jotka kerätään ennen tutkimuksen aloittamista, tutkimuksen aikana ja tutkimuksen jälkeen.

Kapasiteettitutkimuksen kesto on vähintään 60 työkiertoa. Tutkimuksen keston pituus määräytyy perusajan osien hajontakuvioiden ja menetelmän lisäaikojen esiintymistiheyden perusteella. Jos perusajan osien hajontakuviot eivät muistuta 60 työkierron jälkeen normaalijakautumaa niin jatketaan tutkimusta 20 työkierrolla ja tarkastetaan hajontakuvioita uudelleen. Mikäli hajontakuviot eivät vielä ole normaalijakautuman mukaisia jatketaan tutkimusta vielä 20 työkierrolla ja lopetetaan tutkimusten suorittaminen.

Kapasiteettitutkimus on pyrittävä tekemään siten, että tutkittava työmenetelmä ja olosuhteet pysyvät vakiona. Jos olosuhteet tai työmenetelmä muuttuvat siten, että muutoksen vaikutus kapasiteettiin on suurempi kuin 10...20 %, niin tutkimus on lopetettava, vakkei tutkimus olisi jatkunut yli 60 työkiertoa. Tutkimusta voidaan jatkaa, jos muutos voidaan kirjata aikahavainnon muuttujaksi. Tällainen muuttuja voi olla esim. pyöräkuormaan kantomatka tai puskukoneen puskun pituus, jolloin tutkimuksessa on jokaisella työkierrolla mitattava sekä kantoaika ja kantomatka tai puskuaika ja puskumatka.

Kapasiteettitutkimuksen aikana mitataan seuraavat ajat:

- perusajan osat
- menetelmän lisäajat
- työvuoron lisäajat
- tutkimuksen kesto
- erikoistapuksessa selvitetään lisäksi tiettyyn työkokonaisuuteen kuluva aika esim. yhden työkierron aika tai yhden kuorman tekoon kulunut aika.

Kapasiteettitutkimus suoritetaan työntutkimuskellolla yleensä palautusjärjestelmää käyttäen (nolla-asentomenetelmä). Ajanmittauksen tarkkuus on 1 cmin.

Kapasiteettitutkimuksen tarkoituksena on selvittää ensisijassa tutkittavan koneen perus- ja menetelmäkapasiteetti. Koska tutkimustulokset muodostavat taloudellisuusstandardien perustiedon ja koska tutkimusten avulla pyritään kehittämään työmenetelmiä ja työpaikkajärjestelyjä on työmäärän mittaukselle asetettava suuret tarkkuusvaatimukset. Normaali työmäärän mittauksen tarkkuusvaatimus on $\pm 5\%$ ja työmäärät ilmoitetaan 0,5 m³:n tarkkuudella käytettäessä tilavuusmittoja. Tarvittaessa on työmäärän yksikkönä käytettävä kahta tai kolmea yksikköä esim. ojankaivussa ojan pituus ja m³itd sekä m³ktd. Työmäärän mittauksessa käytettävät menetelmät on esitetty taulukossa 2.42/1.

Taulukko 2.42/1 Eri työmäärien mittausmenetelmät massatöiden kapasiteettitutkimuksissa

Työ	Menetelmä	Yks.
Maan leikkaus ja kuormaus, kerrosmateriaalien kuormaus	kauhallisten arviointi	m ³ itd
	osa kuormista tasataan	m ³ itd
	kuormien arviointi	m ³ itd
Maan kanto kuormaajalla	kauhallisten arviointi	m ³ itd
Ojan kaivu, massat sivuun	kauhallisten arviointi mittaus	m ³ itd m ³ ktd
Raivausjätteiden kuormaus	kauhallisten arviointi kuormien arviointi teor. lavatilavuus	m ³ itd m ³ itd m ³ itd
Louheen kuormaus	kauhallisten arviointi kuormien arviointi teor. lavatilavuus	m ³ itd m ³ itd m ³ itd

2.43 LISÄAIKATUTKIMUS

Lisäaikatutkimuksen avulla selvitetään rakennuskoneen ajankäyttö tietyissä olosuhteissa. Ajankäyttöä tutkittaessa selvitetään koneen työskente-

lyssä syntyneiden keskeytysten aiheutumissyyt. Tutkimuksessa ryhmitel-
lään keskeytykset niiden pituuden mukaan lyhyihin, alle tunnin mittaisiin
ja pitkiin, yli tunnin mittaisiin työskentelyn keskeytyksiin.

Koneen ajankäytön lisäksi selvitetään lisäaikatutkimuksessa myös seu-
raavaa:

- koneen työmäärä tutkimuksen aikana
- työpaikkajärjestely ja koneen työmenetelmä
- koneen käsittelemä materiaali ja työpaikkaa koskevat tiedot
- tutkimuksen aikaiset olosuhteet
- tutkimuksen ajoittuminen tutkittavaan työhön sekä työkokonaisuus,
jossa tutkittava kone työskentelee
- konetta ja kuljettajaa koskevat tiedot.

Lisäaikatutkimuksen tuloksia voidaan käyttää hyväksi mm:

- välittömästi tutkimuksen loputtua työmenetelmän ja työpaikkajärjes-
telyn parantamiseksi
- koneen ajankäytön tehostamiseksi (esim. koneiden keskinäinen tahdis-
taminen)
- taloudellisuusstandardien laatimiseksi.

Lisäaikatutkimukseen liittyy yleensä yksi tai useampia kapasiteettitutki-
muksia toimintavälineen perus- ja menetelmäkapasiteetin selvittämistä var-
ten. Kuormaavia koneita tutkittaessa liitetään lisäaikatutkimukseen li-
säksi kuljetuskalustoa koskeva kuljetustutkimus koneiden tahdistamisen
selvittämiseksi.

Lisäaikatutkimuksen vaiheet ovat:

- työnmittausta edeltävät toimenpiteet
 - tutkimuksen tarkoituksen määrittely
 - tutkimussuunnitelman teko
 - tutkimusta koskevan informoinnin suorittaminen
 - alustavien menetelmäparannusten teko
- työnmittaus
 - aika-arvojen mittaus
 - suoritemäärän mittaus
 - muiden työtä koskevien tietojen keräys
- tutkimustulosten analysointi
 - tutkimuslomakkeen täyttö ja tarvittavien laskelmien teko
 - menetelmäparannusten teko
 - tutkimustuloksista informointi
 - tutkimustulosten taltiointi.

Lisäaikatutkimus tehdään standardien laadintaa varten tai välittömästi
työmaalla hyväksikäytettäväksi ajankäytön ja työnjärjestelyn parantami-

seksi. Tutkimukset, jotka tehdään ensisijaisesti työmaan tarpeita varten, tehdään tutkimuskohteista, joissa on mahdollisuus saavuttaa suuri hyöty. Saavutettava hyöty voi olla joko ajan säästämistä tai kustannusten pienentämistä, työturvallisuuden lisäämistä tai työn miellyttävämmäksi tekemistä.

Standardien laadintaa varten tehtävien työntutkimuskohteiden valinta suoritetaan kulloinkin erikseen annettavien ohjeiden perusteella. Jos tutkimuskohde joudutaan valitsemaan ilman ohjeita on tutkittavaksi valittavan koneen oltava tyypiltään ja rakenteeltaan uusi ja koneen kuljettajan tulee mahdollisuuksien mukaan olla riittävän ammattitaitoinen ja tutkittavan työn suorittamiseen perehtynyt siten, että työsuoritusaste ja työmenetelmä ovat muodostuneet vakioksi. Tehtäessä tutkimuksia taloudellisuusstandardien laadintaa varten on tutkimuksen tuloksia käytettävä hyväksi myös välittömästi tutkimuskohteessa työmenetelmien ja työpaikkajärjestelyn sekä koneen ajankäytön tehostamisessa.

Ennen tutkimuksen suoritusta tulee laatia tutkimussuunnitelma, josta selviää tutkimuksen suoritusjärjestys ja mitä tietoja tutkimuksen yhteydessä on kerättävä. Tutkimussuunnitelmaa laadittaessa on tarpeen aluksi selvittää seuraavaa:

- 1 tutkimuksen tarkoitus
- 2 tutkittavan työvaiheen kesto, lisäaikatutkimuksen aloittamisajan määrittämiseksi sekä tutkimukseen liittyvien kapasiteetti- ja lisäaikatutkimusten ajoittamiseksi
- 3 tutkittavassa työvaiheessa koneen aikaansaamat suoritemäärät ja niiden mittaamiseksi tarvittavat suoriteyksiköt sekä mittaustavat ja tarkkuudet
- 4 mitä muita tietoja (muuttujat, työmenetelmä, olosuhdetiedot jne.) lisäksi tarvitaan ja miten ne saadaan selville
- 5 tutkimuksessa tarvittava aputyövoima
- 6 tutkimuksen informointi.

Kun tutkimuskohde on alustavasti valittu ja tutkimusajankohta on selvitetty laaditaan alustava tutkimussuunnitelma, josta ilmenee kapasiteetti- ja kuljetustutkimusten suoritusajat ja tutkimustapa. Tämän jälkeen selvitetään aputyövoiman tarve. Mikäli aputyövoimaa on saatavissa ja tutkimuksen vaatimat mittaukset voidaan suorittaa ohjeiden edellyttämällä tarkkuudella, laaditaan lopullinen tutkimussuunnitelma. Jos tutkimuksen edellyttämää aputyövoimaa ei ole saatavissa, suoritetaan uusi tutkimuksen rajaus tai mikäli tutkimus suoritetaan taloudellisuusstandardien laadintaa varten niin valitaan uusi tutkimuskohde.

Tutkimuksen alustavan suunnittelun aikana on työmaan johtoa ja mahdollisia luottamusmiehiä informoitava tulevasta tutkimuksesta, tutkimuksen tarkoituksesta, tutkimuksessa kerättävistä tiedoista ja tutkimustulosten käyttömahdollisuuksista. Sen jälkeen kun tutkimus on lopullisesti päätetty suoritetaan on tutkimuksen kohteina olevia henkilöitä informoitava tutkimuksen suorittamisesta ja tarkoituksesta.

Tutkimuksen yhteydessä kerättävät tiedot voidaan jakaa tietoihin, jotka kerätään ennen työnmittausta, työnmittauksen aikana ja työnmittauksen jälkeen.

Lisäaikatutkimuksen kesto on kolmesta viiteen työvuoroon (3..5 tv) työvuoron lisäajan (TL2) ja työvuoroajan (T3) suhteesta riippuen. Tutkimuksen kesto voi olla kolmea työvuoroa lyhyempi jos:

- työvaiheen kesto on lyhyempi kuin kolme päivää
- työvaihe loppuu tai keskeytetään viikkoa pitemmäksi ajaksi.

Liikenneväylien kunnossapitotöiden lisäaikatutkimukset ovat kestoltaan yhden työvuoron pituisia, mutta tutkimuksia on pyrittävä suorittamaan 3..5 päivänä peräkkäin samasta koneesta samassa työssä olosuhteiden vai-
kutusten selvittämiseksi. Maarakennustyöhön verrattavien kunnossapitotöiden, kuten ojien aukaisu kaivukoneella, lisäaikatutkimusten kesto on 3..5 työvuoroa.

Lisäaikatutkimus aloitetaan työvuoron alusta tai, jos tutkittava työvaihe aloitetaan kesken työvuoron niin työskentelyn alkaessa. Edellä sanotun perusteella ei taloudellisuusstandardien laadintaa varten tehtävää lisäaikatutkimusta saa aloittaa käynnissä olevasta työstä kesken työvuoron.

Lisäaikatutkimus lopetetaan työvuoron lopussa tai kun työvaihe loppuu, loppuosa työpäivästä merkitään TL3 tai TL2-ajaksi.

Lisäaikatutkimuksen yhteydessä mitataan yleensä seuraavat ajat:

- menetelmäaika (T2)
- työvuoron lisäajat (käytön lisäajat) (TL2)
- työvaiheen lisäajat (TL3)
- muiden työvaiheiden työvuoroajat (T3)

Pyydettyessä voidaan mitata myös menetelmän lisäajat ja perusaika tai tietyn työkokonaisuuden suoritukseen kulunut aika.

Lisäaikatutkimus voidaan tehdä seuraavilla ajanmittausmenetelmillä:

- 1 kellomenetelmä
 - jatkuva menetelmä
 - palautusmenetelmä eli nolla-asentomenetelmä
- 2 havainnointimenetelmä

Tutkimusmenetelmistä on jatkuva menetelmä suositeltavin. Jatkuvaa tai palautusmenetelmää käytettäessä kirjataan eri aikalajit 1 min. tarkkuudella. Lisäaikatutkimuksen suorittamiseksi jatkuvalla menetelmällä on tutkijan käyttöön laadittu kuvassa 2.43/1 oleva kenttälomake sekä jatkuva ja palautusmenetelmää varten kuvassa 2.43/2 oleva kenttälomake.

Lisäaikatutkimuksen pääasiallisimpana tarkoituksena on selvittää tutkimuskohteen ajankäyttö ja erilaisten työskentelyn keskeytysten riippuvuus eri

TYÖMAALISÄAIKATUTKIMUKSEN KENTTÄLOMAKE

___ / ___ 19___

Kuva 2.43/2 Työmaalisäikatutkimuksen kenttälomake

00	00	00	00	00	00
02	02	02	02	02	02
04	04	04	04	04	04
06	06	06	06	06	06
08	08	08	08	08	08
10	10	10	10	10	10
12	12	12	12	12	12
14	14	14	14	14	14
16	16	16	16	16	16
18	18	18	18	18	18
20	20	20	20	20	20
22	22	22	22	22	22
24	24	24	24	24	24
26	26	26	26	26	26
28	28	28	28	28	28
30	30	30	30	30	30
32	32	32	32	32	32
34	34	34	34	34	34
36	36	36	36	36	36
38	38	38	38	38	38
40	40	40	40	40	40
42	42	42	42	42	42
44	44	44	44	44	44
46	46	46	46	46	46
48	48	48	48	48	48
50	50	50	50	50	50
52	52	52	52	52	52
54	54	54	54	54	54
56	56	56	56	56	56
58	58	58	58	58	58
60	60	60	60	60	60

olosuhdetekijöistä. Jotta lisäaikatutkimuksen hyöty olisi mahdollisimman suuri, suoritetaan tutkimuksen aikana myös työmäärän mittaus. (Varsinainen menetelmäkapasiteetin mittaus suoritetaan ns. kapasiteettitutkimusten avulla, joita on sen vuoksi aina sijoitettava lisäaikatutkimuksen yhteyteen niin paljon kuin olosuhteiden muuttuminen edellyttää. Lisäaikatutkimusten avulla saattavat K2-kapasiteetit antavat arvokasta lisätietoa standardien laadintaan ja soveltuvat käytettäväksi välittömästi työsuunnittelun apuvälineeksi muuttuvien olosuhteiden aikaisina työsaavutustietoina.

Tutkimuksessa käytettävän työmäärän yksikön on kuvattava mahdollisimman hyvin koneen työsaavutusta. Lisäaikatutkimuksissa on työmäärä mitattava vähintään 10 % tarkkuudella.

2.5 MUUT TYÖNMITTAUSJÄRJESTELMÄT

2.51 SEURANTA JA TARKENNETTU KIRJAUS

Seuranta ja tarkennettu kirjaus ovat karkeita taloudellisuusstandardien laadintaan soveltuvia ajankäytön kirjausmenetelmiä, ne eivät kuulu työntutkimuksen piiriin tietojen keräyksessä noudatettavien periaatteiden vuoksi.

Seurantatutkimus on kehitetty erityisesti rakennusalan tuotantoa koskevan tiedon keruumenetelmäksi, se ei kuulu työntutkimuksen piiriin vaan on lähinnä rationalisointiprojektien yhteydessä käytettävä tiedonkeruumenetelmä. Käytettäessä seuranta taloudellisuusstandardin laadinnassa tietojenkeruumenetelmänä on sen yhteydessä noudatettava rationalisointisopimusta.

Seurantatutkimuksen yhteydessä kirjataan työvaiheen tai työlajin menetelmäaika (T2-aika) ja työvuoron lisäajat (TL2-ajat) liukuvaa havaintojen tekotekniikkaa käyttäen. Tutkimuksen avulla on tarkoitus saada selville mahdollisimman hyvä alalikiarvo työvuoron lisäajoille.

Pitkäaikaisessa seurantatutkimuksessa saadaan selville jatkuvaa tuotantoa häiritsevät työvaiheen lisäajat (TL3 -ajat). Seurantatutkimuksen suorituksessa noudatettavat tutkimuksen suoritusohjeet ja käytettävät tutkimuslomakkeet on esitetty Suomessa rakennusteollisuusliiton julkaisemissa seurantaohjeissa (SRTL, seurantaryhmä, Seurantaohjeet, toukokuu 1971).

Tarkennettu kirjaus on työnjohdon tai erityishenkilöstön suorittama täydellinen tai valikoiva ajankäytön kirjaus.

Täydellisessä ajankäytön kirjauksessa kirjataan päivittäin kokonaisajan- käyttö ja sitä vastaava eri työn osien työmäärä ennalta laaditun kirjaus- suunnitelman mukaisesti.

Valikoivassa tarkennetussa kirjauksessa seurataan määrätyn tai määrätty- jen töiden ajankäyttöä ja työmääriä päivittäin tai työjaksoittain etu- käteen laaditun kirjaussuunnitelman mukaisesti.

Tarkennetussa kirjauksessa suoritetaan ajankäytön erittely vähintään työvuoroaikaan (T3-aika) ja työvaiheen lisäaikaan (TL3-aika) ja työmäärien mittausta käytetyn suoriteryhmittelyn mukaisesti. Paitsi ajan ja työmäärän mittausta suoritetaan tarkennetun kirjauksen yhteydessä myös materiaalin käytön tutkiminen. Tarkennetun kirjauksen avulla kerätyt aika- ja työ- määrätiedot on sidottava aina niiden tarkkuutta vastaavaan työ- ja olo- suhdekuvaukseen.

Seuranta on suhteellisen uusi tutkimustekniikka ja sen sovellutuksista on saatavissa suhteellisen vähän kokemuksia. Saatujen kokemusten perusteel- la seurantaa voidaan käyttää lähinnä ns. runkotutkimuksena. Runkotutki- muksen avulla suoritetaan työmaan työtehtävien välisten riippuvuussuhteiden ja riippuvuuksista aiheutuneiden häiriöiden kartoitus. Runkotutki- musta täydennetään tärkeimpien töiden osalta muilla tarkemmilla tietojen keruumenetelmillä. Seurantaa voidaan käyttää taloudellisuusstandardien laadinnassa lisäksi:

- esitutkimusmenetelmänä selvitettäessä taloudellisuusstandardeille asetettavia edustavuusvaatimuksia sekä etsittäessä tärkeimmät työn- tutkimuksen käyttökohteet
- suuria työkokonaisuuksia sisältävien taloudellisuusstandardien laadin- nassa (työlaji) työn kokonaiskulun selvittämiseen sekä kokonaisuuden kannalta pienimerkityksellisten töiden (usein aloitus- ja lopetus- sekä ylläpitävien työvaiheiden) aika-arvojen määräämiseen
 - menetelmästandardien laadintaan
 - työvaiheen lisäaikojen tutkimiseen.

Seurantatutkimuksen etuja voidaan käyttää parhaiten hyväksi valitsemalla kohdetyömaaksi suuri tai keskisuuri, monipuolinen rakennuskohde tai koh- detyöksi rakentamisvaiheet tai rakentamisosavaiheet. Seuranta ei sovellu käytettäväksi lyhyiden usein toistuvien työvaiheiden tutkimiseen.

Tarkennetun kirjauksen avulla kerättyjen tietojen hyväksikäyttö taloudel- lisuusstandardien laadinnassa on oleellisesti riippuvainen kirjauksen suoritustavasta ja -tarkkuudesta sekä kirjausta suorittavasta henkilökun- nasta. Tarkennetun kirjauksen suoritustavalle on ominaista seuraava:

- kirjauksen suoritus voidaan tehdä täydellisenä kaikista työmaan töistä tai valikoiduista töistä
- kirjauksen voi suorittaa joko työnjohto tai erikoishenkilökunta, mutta kirjauksen suoritusta valvoo ja ohjaa aina erityishenkilökunta
- kirjaus suoritetaan jatkuvaa ajankäytön tutkimustekniikkaa käyttäen
- kirjauksessa käytetty ajankirjaustarkkuus voi vaihdella kirjausolosuh- teista ja henkilökunnasta riippuen, mutta tulokset on aina voitava esittää T3 ja TL3-aikoina.

Työnjohdon suorittama täydellinen kirjaus tulee kyseeseen ainoastaan pienillä tai hitaasti etenevillä toteutukseltaan selvillä työmailla, koska kirjaus häiritsee muuten liian paljon työnjohdon normaaleja päivittäisiä tehtäviä. Työn osittelutarkkuutena on tällöin käytettävä työmaalla käytössä olevan suoritenimikkeistön mukaista osittelua ja työ- ja olosuhdekuvaukset on laadittava työtä kuvaaviksi pelkistetyiksi luetteloiksi. Tiedot tulee esittää työjaksoittain tai kalenteriajan mukaan jaksoteltuna.

Erityishenkilön suorittamaa täydellistä kirjausta voidaan käyttää samoihin tarkoituksiin kuin seurantaakin. Kirjaus voidaan suorittaa kaikista johdonmukaisesti toteutettavista työmaista. Vaihtoehtoisena tietojen keruumenetelmänä on seuranta, joten sen käyttömahdollisuudet on aina erikseen selvitettävä niissä tapauksissa, kun suunnitellaan käytettäväksi erityishenkilön suorittamaa kirjausta. Mikäli koko työmaa tutkitaan erityishenkilön suorittamalla tarkennetulla kirjauksella ja tutkijan valvottavana on 1...2 työmaata tulee tutkijan tehtäviin sisällyttää työntutkimustehtävien suoritusta kirjausselostusten laatimisen lisäksi. Erityishenkilön suorittama kirjaus suoritetaan 0,25...0,5 tunnin tarkkuudella erittelemällä TL3-, TL2- ja eri työvaiheiden T2-ajat toisistaan.

Rakennusalan työt ovat luonteeltaan erilaisia ja eri töiden taloudellisuusstandardeille asetetaan edustavuuden yms. seikkojen suhteen erilaiset vaatimukset, joten yksityiskohtaisten ohjeiden antaminen ei ole mahdollista, vaan kutakin työtä varten on laadittava erityisohjeet. Erityisohjeiden laatimista varten esitetään seuraavassa eräitä yleisiä näkökohtia.

Valikoivalle kirjaukselle on ominaista, että kirjaus suoritetaan tutkittavan työn (yleensä työnlaji) koko kestolta tai työjaksolta, aloitus ja lopetustyöt mukaanlukien siten rajattuina kuin tutkimussuunnitelmassa on esitetty (esim. suurmuottien käyttöä koskeva tutkimus, alku: muotit on välivarastoitu työmaalle, loppu: muotit ovat valmiit siirrettäväksi seuraavalle työmaalle). Työtä koskeva ajankäytön ja työmäärän mittaaminen jakotetaan työjaksoihin (esim. suurmuottien käyttö kerroksittain ja muottikierrittäin). Yleensä valikoivassa kirjauksessa kerätään seuraavat tiedot:

- koko työn ja jaksoiden kesto ja ajankäyttö eriteltyinä työvuoroaikaan (T3) ja aiheutumissyittäin ryhmiteltyihin työvaiheenlisäaikoihin (TL3)
- työmäärät mitattuina käytettävän suoriteryhmittelyn tutkimussuunnitelmassa annettujen ohjeiden mukaisesti
- työ- ja olosuhdekuvaus
 - rakennepiirroksineen ja rakenteen toistuvuutta koskevat tiedot
 - luettelo ja jana-aikataulu tai toimintaverkko niistä töistä, joiden suoritus oleellisesti vaikuttaa tutkittavan työn eri vaiheisiin tai jaksoihin
 - työmenetelmäkuvaus luettelemalla työhön liittyvät työn osat
 - tiedot työryhmistä ja koneista ja laitteista

Hankkeet, joiden tietoja käytetään taloudellisuusstandardien laadinnassa tulee valita standardille asetettujen tavoitteiden perusteella. Tällöin on otettava huomioon mm:

- työn suuruus ja samanlaisten toistojen määrä
- ajoitus kalenteriaikaan
- käytettyjen työkonttien suuruus ja koneet
- käytetyt työmenetelmät
- rakenneratkaisut.

Taloudellisuusstandardien laadinnassa käytetään perustiedostona työkustannusten ja hankintojen jälkilaskentaraaportteja (valvontaraaportti) täydennettynä hanketta tai työtä koskevilla tiedoilla: varsinaiset perustiedot saadaan muun toiminnan tuloksena kustannuslaskentajärjestelmän kautta ja ai-noastaan raporttien työstä (esim. taulukointi) taloudellisuusstandardien laadinnan edellyttämään muotoon aiheuttaa lisätöitä.

Jatkuvan kirjauksen tiedot voidaan kerätä joko hankkeen kaikista litte-roista tai vain määrättyistä litteroista. Jälkimmäisen järjestelmän käyt-tö on suositeltavampaa koska tällöin voidaan työ valita litteroittain edustavuus huomioon ottaen: tietojen keräys suoritetaan aina erikseen laa-dittujen lomakkeiden avulla. Kaikista litteroista kerättävät tiedot so-veltuvat käytettäväksi laadintaohjelmien tekoon.

Talonrakennusalan taloudellisuusstandardien laadintatyössä käytettävien työ-kustannusten jälkilaskentaraaporttien tulisi sisältää suoritenimikkeis-töittäin (TALO-70) seuraavat suunnitellut ja toteutuneet tiedot:

- käytetty TALO-70 nimike täydentävine huomautuksineen
- suoritemäärän ja yksikön täydentävine huomautuksineen
- yksikkötiedot
 - työsaavutus (tth/yks)
 - keskituntiansio (mk/h)
 - yksikköhinta (mk/yks)
- käytetyt työtunnit
- työ-kustannukset
- apu- tai ammattityön määrä ryhmiteltynä aika-, urakka- ja odotus-tunteihin
- keskituntiansiokerroin
- litteran osuus kokonaistunneista
- kustannukset rakennuskuutiota tai hyötyalaa kohti
- toteutusajan kesto ja kalenteriaika.

Erityistä huomiota on kiinnitettävä suoritemääriin ja yksikköihin. Jos suoriteryhmittelyssä on kaksi suoritteiden määrittystapaa, tulisi tiedot esittää molemmilla tavoilla.

- eri materiaalin käyttöä koskevat tiedot
- työpaikkapiirros ja valokuvat
- olosuhdekuvaus (rakennusaika, sää, valaistus, jne.)
- mahdolliset ajankäyttöä selventävät työnjärjestelykuvaukset.

Ajankäytön mittaus voidaan suorittaa tarkemmin kuin ryhmittelemällä työvuoroaikaan ja työnvaiheen lisäaikoihin, kirjaamalla kestoiltaan määrätyn pituiset työvuoronlisäajat (esim. 30 min tai 15 min). Ajankäyttöä koskevat tiedot on jaksotettava siten, että aikoja vastaavien työmäärien mittaus on mahdollista suorittaa. Työmäärän mittauksessa on kirjattava kaikki ne tiedot, jotka kootaan työmaan omia tarpeita varten (palkkaus, urakan mittaus, raportointi jne.) sekä tutkimusohjeissa erikseen edellytetyt työmäärät. Erikseen määrättyjen työmäärien mittaus on pyrittävä järjestämään siten, että ne kuormittavat mahdollisimman vähän työmaata.

Menetelmäkuvaus laaditaan valikoivan kirjauksen yhteydessä yleensä luettelemalla työhön liittyvät työnosat sekä havainnollistamalla näitä valokuvien avulla. Työnosaluettelo laaditaan työlajia tutkittaessa työvaiheittain tai työnosavaiheittain sekä työnvaihetta tutkittaessa työnosavaiheittain tai työnerittäin.

Valikoivan kirjauksen suoritusta varten tulee tutkimussuunnitelman teon yhteydessä laatia yleensä tutkimuslomake.

2.52 JATKUVA KIRJAUS

Jatkuvalla kirjauksella tarkoitetaan työmaalla tapahtuvaa tuotantoa koskevien tietojen systemaattista ja jatkuvaa keräilyä kustannusten tarkkailua ja valvontaa varten. Jatkuvaan kirjaukseen perustuvien taloudellisuusstandardien laadinta kuuluu jälkilaskentaan.

Jotta kustannusten valvontaa ja tarkkailua varten kerättäviä tietoja voitaisiin käyttää taloudellisuusstandardien laadintatyössä tulee tietojen keräilyjärjestelmän olla yhdenmukainen kaikissa eri kohteissa sekä systemaattinen ja täsmällinen. Systematiikan erään tärkeimmistä osista muodostaa käytettävä nimikkeistö ja koodijärjestelmä, esimerkiksi talorakennustöissä tietojen tulee olla kerätty TALO-70 nimikkeistön jonkin erittelytason mukaisesti. Jälkilaskennalle on ominaista, että se tarkastelee kustannusarvion ja toteutuneiden yksikkökustannusten ja työmenekkien suuruutta ja keskinäisiä eroja sekä eroihin vaikuttaneita syitä, joten taloudellisuusstandardien laadintatyötä varten tarvitaan valmistuneiden hankkeiden kustannusraportit sekä hanketta tai työtä koskevia täydentäviä tietoja. Käytettäessä jatkuvaa kirjausta taloudellisuusstandardien laadintaan tulee tietojen keruun olla valvottua.

Hankkeet, joiden tietoja käytetään taloudellisuusstandardien laadinnassa tulee valita standardille asetettujen tavoitteiden perusteella. Tällöin on otettava huomioon mm:

- työn suuruus ja samanlaisten toistojen määrä
- ajoitus kalenteriaikaan
- käytettyjen työkuntien suuruus ja koneet
- käytetyt työmenetelmät
- rakenneratkaisut.

Taloudellisuusstandardien laadinnassa käytetään perustiedostona työkustannusten ja hankintojen jälkilaskentaraaportteja (valvontaraaportti) täydennettynä hanketta tai työtä koskevilla tiedoilla: varsinaiset perustiedot saadaan muun toiminnan tuloksena kustannuslaskentajärjestelmän kautta ja ainostaan raaporttien työstä (esim. taulukointi) taloudellisuusstandardien laadinnan edellyttämään muotoon aiheuttaa lisätöitä.

Jatkuvan kirjauksen tiedot voidaan kerätä joko hankkeen kaikista litteroista tai vain määrättyistä litteroista. Jälkimmäisen järjestelmän käyttö on suositeltavampaa koska tällöin voidaan työ valita litteroittain edustavuus huomioon ottaen: tietojen keräys suoritetaan aina erikseen laadittujen lomakkeiden avulla. Kaikista litteroista kerättävät tiedot soveltuvat käytettäväksi laadintaohjelmien tekoon.

Talonrakernusalan taloudellisuusstandardien laadintatyössä käytettävien työkustannusten jälkilaskentaraaporttien tulisi sisältää suoritenimikkeistöittäin (TALO-70) seuraavat suunnitellut ja toteutuneet tiedot:

- käytetty TALO-70 nimike täydentävine huomautuksineen
- suoritemäärän ja yksikön täydentävine huomautuksineen
- yksikkötiedot
 - työsaavutus (tth/yks)
 - keskituntiansio (mk/h)
 - yksikköhinta (mk/yks)
- käytetyt työtunnit
- työkustannukset
- apu- tai ammattityön määrä ryhmiteltynä aika-, urakka- ja odotustunteihin
- keskituntiansiokerroin
- litteran osuus kokonaistunneista
- kustannukset rakennuskuutiota tai hyötyalaa kohti
- toteutusajan kesto ja kalenteriaika.

Eriyistä huomiota on kiinnitettävä suoritemääriin ja yksikköihin. Jos suoriteryhmittelyssä on kaksi suoritteiden määrittäytapaa, tulisi tiedot esittää molemmilla tavoilla.

Pelkät määrälliset tiedot eivät riitä luotettavien taloudellisuusstandardien laadintaan, lisäksi tarvitaan tietoja rakennuskohteesta ja työn toteutuksesta. Tiedot saadaan joko tuotesuunnitelmista (rakennuspiirustukset, työselitykset, urakka-asiakirjat ja muut hanketta koskevat asiakirjat). Työkustannus- ja hankintojen jälkilaskentaraportit tulisi täydentää seuraavilla tiedoilla:

- rakennusta koskevat tiedot
 - rakennustyyppi (asuinkerrostalo, rivitalo, koulurakennus jne.)
 - suuruustiedot
 - rakennustilavuus (RM3)
 - hyötyala (HM2)
 - kerrosala (KM2) kellareista ja kerroksista
 - porraslamellien lukumäärä
 - kerrosten lukumäärä
 - asuntojen määrä
 - asuntojen keskipinta-ala
 - rakennuksen keskikorkeus
 - rakenteet ja päämateriaalit
 - pohjanvahvistus
 - perustamistapa
 - kantavat pystyrakenteet
 - kantavat vaakarakenteet
 - ulkoseinät
 - kevyet väliseinät
 - vesikatto ja -kate
 - jne.
 - työn toteutusta koskevat tiedot
 - työn kesto
 - työn toteutusajankohta (alkamis- ja päättymisaika)
 - samanlaisten hankkeiden toisto
 - alaurakat ja urakkamuodot
 - työmaan tärkeimmät koneet, koneasemat ja laitteet sekä henkilökunta
 - nosturit
 - suurmuotit
 - betoniasema
 - työnjohdon keskimääräinen lukumäärä
 - työntekijöiden lukumäärä rakennusvaiheittain (RM ja RAM)
 - jne.
 - kustannukset
 - rakennuskustannusindeksi työn alussa ja lopussa
 - kustannusarvio kustannuslajeittain
 - muutostöiden aiheuttama lisälaskutus (%)
 - huomautukset
 - työskentelyn keskeytykset ja niiden syyt (esim. yli viikon)
 - häiriöt hankinnoissa
 - jne.

Hankkeen yleistietojen lisäksi voidaan tarvittaessa ilmoittaa eri litte-roiden työ- ja materiaalimerkkejä täydentäviä tietoja erikseen laadituilla lomakkeilla. Tällöin tulee kyseeseen lähinnä litteran työsisältö, mahdollisia suurhäiriöitä tai rakennusosaa koskevat tiedot. Täydentäviä tietoja kysyttäessä on otettava huomioon käytettävissä olevien työ- ja materiaalimenekkien tarkkuus, jottei kerätä tarpeettoman tarkkoja lisätietoja.

2.6 MENETELMÖINTI

2.61 YLEISTÄ MENETELMÖINNISTÄ

Työntutkimuksen tarkoituksena on ensisijassa parempien työmenetelmien kehittäminen ja tällöin ensisijassa tarpeettomien työn osien poistaminen ja työn tekeminen kevyeksi suorittaa. Rakennusalalla, missä työskentelypaikat jatkuvasti muuttuvat menetelmien kehittäminen voidaan ryhmitellä seuraavasti:

- uuden menetelmän suunnittelu
 - täysin uuden työmenetelmän luominen
 - vanhojen, hyviksi havaittujen menetelmien kesken tapahtuva valinta työnsuunnittelun yhteydessä
- käynnissäolevan työn parantaminen työkohteessa.

Rakennusalalla, missä samojen työvaiheiden toistuvuus on suhteellisen suuri, mutta työpaikkojen vaihtuminen jatkuvaa, ovat suurimmat säästöt saatavissa huolellisella työnsuunnittelulla - tällöin työntutkimuksen tarve käynnissä olevien töiden parantamiseen vähenee ja työntutkimusta voidaan käyttää tuottavampaan työhön eli uusien menetelmien kehittämiseen. Kun työntutkimustulokset puetaan yleiseen muotoon työnsuunnittelun tarpeita varten, ns. taloudellisuusstandardeihin, voidaan tutkimustuloksia käyttää hyväksi kaikissa vastaavaa työtä tehtävissä työkohteissa, joten tutkimuksen hyöty moninkertaistuu verrattuna yhdessä työkohteessa tehtyyn menetelmän parannukseen.

- Mihin osatöihin kuluu eniten aikaa? Voidaanko niitä lyhentää?
- Voidaanko käyttää erikoistyökaluja tai apukoneita käsivaiheiden nopeuttamiseksi?
- Onko työkalujen kunto hyvä? Mitä niiden kunnan vaihtelu vaikuttaa aikaan?
- Onko hajonta suuri? Miksi? Mitä olisi tehtävä, että kaikki ajat olisivat hajonnan alarajan mukaisia? Voidaanko ylärajan pituiset ajat poistaa? Miten?
- Onko raaka-aine sopivaa? Ovatko mitat ja työvarat sopivia?
- Voidaanko kävelyä vähentää?
- Miten paljon aikaa kuluu laadun aikaansaamiseen?
- Onko laatuvaatimus selvä? Voidaanko laatua muuttaa?
- Onko työssä odotuksia? Miksi? Voidaanko ne poistaa?
- Voisiko työhön liittää osia (kokonaan) edellisestä tai seuraavasta vaiheesta?
- Onko työssä häiriöitä? Mistä ne johtuvat?
- Osaako työntekijä työnsä? Kaipaako hän lisäkoulutusta?
- Onko työ turvallista?

Kuva 2.61/1 Perusaikatutkimuksen tarkastelun yhteydessä tehtäviä menetelmäparannuksiin tähtäviä kysymyksiä

Miten työntekijä saa työtöhtävänsä?
 Onko hänellä aina työtä?
 Onko työssä odotusaikoja? Miksi?
 Onko työssä häiriöitä? Syy?
 Onko työohjeet riittävät ja selvät?
 Mitä tehtäviä suoritetaan työpäivän alkaessa ja päättyessä?
 Mitä kuuluu valmistelu-aikaan?
 Voiko tehokkaampi työn esivalmistelu pienentää odotusaikoja,
 päir iöaikoja, valmistelu-aikoja?
 Onko työtehtävä selvästi rajattu?
 Voidaanko työnjakoa muuttamalla parantaa tulosta?
 Onko työntekijällä kaikki hänen tarvitsemansa välineet vai
 täytykö niitä lainata?

Kuva 2.61/2 Ajankäyttötutkimuksen tarkastelun yhteydessä tehtäviä menetelmäparannuksiin tähtääviä kysymyksiä

- Mikä on työnvaiheen tarkoitus?
- Onko työnvaihe välttämätön?
- Voidaanko työnvaihe poistaa muuttamalla työnkulkua?
- Voidaanko se yhdistää johonkin toiseen vaiheeseen?
- Voidaanko vaiheita yhdistää?
- Olisiko edullista jakaa työnvaihe useaan eri vaiheeseen?
- Voidaanko työ edullisemmin tehdä toisessa koneessa?
- Voidaanko työnvaihe teettää esimerkiksi raaka-aineen toimittajalla?
- Onko työnvaiheiden järjestys hyvä?
- Onko työnkulku mahdollisimman yksinkertainen?
- Voidaanko tarkastus yhdistää työnvaiheeseen?
- Voidaanko vaihe automatisoida?
- Voidaanko kuljetuksia ja käsittelyvaiheita vähentää?
- Onko tilankäyttö tehokasta?
- Syntykö ruuhkia?
- Onko työpaikkojen sijainti toisiinsa nähden edullinen?
- Voidaanko koneen kuormitusta lisätä?
- Pystyykö työntekijä hoitamaan useita koneita?
- Voidaanko odotusten aikana tehdä jotakin muuta työtä?
- Onko tärkeämpää nostaa koneen kuormitussuhdetta kuin työntekijän kuormitusta?

Kuva 2.61/3 Yleisiä kysymyksiä menetelmien kehittämistyössä

Täysin uuden menetelmän avulla on tarkoitus etsiä uusi työskentelytapa tai uusi työväline tai -kone, parantaa tuotteen laatua, lisätä työturvallisuutta jne. Uuden työmenetelmän kehittämisvaiheelle on luonteenomaista kysyvä ja kriittinen asenne: jopa itsestään selvät asiat asetetaan kysymyksenalaiseksi. Pyrittäessä löytämään uusia vaihtoehtoja ja uusia ratkaisuja, käytetään työntutkimuksen yhteydessä jo perinteelliseksi muodostunutta kysymysluetteloa

- mitä tehdään, miksi tehdään
- milloin tehdään, miksi tehdään
- kuka tekee, miksi tekee
- missä tehdään, miksi tehdään
- miten tehdään, miksi tehdään.

Menetelmätyön helpottamiseksi on laadittu suuri joukko erilaisia kysymyssarjoja, sääntöjä ja ohjeita tietyn tyyppisten tehtävien tutkimiseksi (kuvat 2.61/1 - 3).

Kun menetelmiä kehitetään, pyritään löytämään uusia vaihtoehtoja

- poistamalla turhat vaiheet ja työnosat
- yhdistämään eri vaiheita tai muita osia suuremmiksi kokonaisuuksiksi.
- jakamalla suuria kokonaisuuksia pieniksi
- muuttamalla töiden keskinäistä järjestystä
- yksinkertaistamalla työvaiheita, tuotteita, työpaikkajärjestelyjä jne.
- kokeilemalla erilaisia osaratkaisuja käytännössä tai sopivien mallien avulla.

Uuden menetelmän kehittäminen voi kohdistua:

- tuotteeseen
- tuotantoon
- työn toteutukseen
- tuotantoprosessiin.

TUOTEMENETELMÖINTI

Tuotemenetelmöinti on tuotteen analyttistä tarkastelua, jolloin tuotteen rakenneratkaisuja valittaessa otetaan huomioon valmistuksen asettamat vaatimukset ja mahdollisuudet sellaisen menetelmän käyttämiseksi, jolla päästään tarkoituksenmukaiseen konstruktiin, muotoiluun, haluttuun ominaisuuteen ja laatuun sekä optimaalisiin valmistuskustannuksiin. (Rationalisointiliitto)

Tuotemenetelmöinnin tarkoituksena on saada aikaan tarkoituksenmukainen konstruktio, muoto, haluttu tuotteen ominaisuus ja laatu optimaalisin valmistuskustannuksin. Rakennusosalalla on saavutettavissa suuria säästöjä juuri tuotteeseen kohdistuvan menetelmöinnin avulla, työ on usein arvoanalyysityöskentelyn tapaista, koska laatuksymykset ovat rakennuksissa yleensä erilaisten asioiden arvostuskysymyksiä. Tuotesuunnittelijan olisikin sen vuoksi pystyttävä esittämään ostajalle aina selvitys siitä, mitä laatu maksaa, jotta ostaja voisi ratkaista tapaus tapaukselta haluamansa laadun.

TUOTANTOMENETELMÖINTI

Tuotantomenetelmöinti on tuotannon pääpiirteittäistä tutkimista menetelmän kannalta, jolloin tarkastelu kohdistetaan koko siihen tapahtumasarjaan, joka jää raaka-aineen hankinnan ja tuotteen lopullisen käytön välille (Rationalisointiliitto)

Tuotantomenetelmöinnin avulla pyritään kustannusten pienentämiseen:

- aikahäiriöiden ja seisonta-ajan vähentämisellä
- tarpeettomien työnosien poistamisella
- kuljetusten ja siirtojen vähentämisellä ja helpottamisella
- rakentamisvaiheiden yhdistelyllä tai edelleen jakamisella tai keskinäisen järjestyksen muuttamisella.

TYÖMENETELMÖINTI

Työmenetelmöinti on ihmisen työnsuoritukseen kohdistuvaa menetelmätutkimusta ja menetelmäsuunnittelua, joka perustuu etupäässä ergonomiseen- ja liikeaikatutkimukseen (Rationalisointiliitto)

Työmenetelmöinnin tarkoituksena on tuottavuuden nosto, kuten rationalisoinnilla yleensä sekä työn suorituksen helpottaminen.

PROSESSIMENETELMÖINTI

Prosessimenetelmöinti on prosessiin kohdistuvaa menetelmätutkimusta ja menetelmäsuunnittelua (Rationalisointiliitto)

Prosessi on tapahtuma, johon ihminen ei välittömästi voi vaikuttaa. Prosessia ovat mm. työstökoneiden koneajat, kemiallisten reaktioiden ja prosessien ajat. Aikalaskelmat kohdistuvat yleensä prosessiaikoihin. Prosessimenetelmöinti tulee rakennusosalalla suhteellisen harvoin kysymykseen.

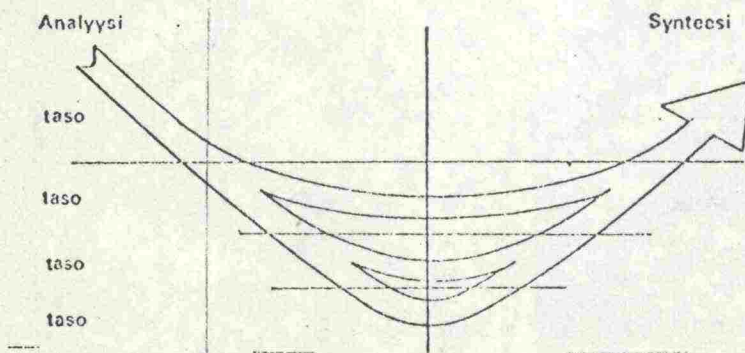
2.62 MENETELMÖINNIN SUORITUS

Menetelmöinnin kehittämistyön vaiheet ovat etsittäessä uutta ratkaisua nykyisen menetelmän tilalle samat kuin yleiset rationalisoinnin suorituksen vaiheet:

- tehtävän tavoitteiden asettelu ja tehtävän rajaus
- tietojen kerääminen
- uuden ratkaisun etsiminen, johon kuuluvat tietojen analysointi, uusien menetelmien kehittäminen ja uuden valinta
- toteuttaminen.

Menetelmöinnissä on otettava huomioon, että uusi menetelmä on turvallinen ja taloudellinen. Menetelmämuutoksen aiheuttamien kustannusten on vastattava saatavaa hyötyä.

Uuden menetelmän kehitystyö jakaantuu tavallisesti kahteen vaiheeseen: analyysiin ja synteisiin (kuva 2.62/2).



Kuva 2.62/2 Työn analyysi ja synteesi

Arvoanalyysivaiheessa lähdetään liikkeelle työkokonaisuudesta, jota ositellaan pienempiin osiin. Menetelmöinnissä lähdetään tällöin liikkeelle yleisestä työkuvauksesta, tietoja täydennetään havainnointitutkimuksella ja lopulta kellomenetelmällä. Näin työskennellen ollaan koko ajan selvillä työkokonaisuuksista, eikä eksytä heti yksityiskohtiin. Analyysi voidaan lopettaa, kun asetettu tavoite on saavutettu. Synteesivaiheessa vastaavasti rakennetaan analyysivaiheessa saatujen tietojen perusteella uusia vaihtoehtoja.

Yhden työvaiheen tai työpaikan menetelmöinnissä voidaan noudattaa mm. seuraavia yleisiä periaatteita:

- lyhennetään kulkemismatkoja ja työliikkeitä
- työskentely tulee pyrkiä saamaan rytmilliseksi
- työkalut ja työssä tarvittavat materiaalit on sijoitettava määrättyyn järjestykseen, eniten ja useimmiten käytettävä lähimmäksi
- työkalut, koneiden hallintalaitteet ja mittaristot yms. on suunniteltava ergonomisesti ja oikein
- työskentely ja työpaikat on suunniteltava siten, että työasennot tulevat oikeiksi
- lyhennetään kestoiltaan pitkät työn osat ja tutkitaan mistä työn osien kestojen hajonnat johtuvat (laatu, materiaali, työväline yms.)
- poistetaan turhat odotukset ja häiriöt sekä tarpeettomat apu- ja lisätyöt, laatutarkastelut ja viimeistelyt.

Menetelmien suunnittelu työnsuunnittelun yhteydessä on rakennusosalalla tärkein menetelmöinnin alue. Tällöin voidaan käyttää hyväksi mm. taloudellisuusstandardeja. Menetelmäsuunnittelun vaiheet ovat tällöin seuraavat:

- määritetään, miten työ on tehtävä (työmäärä, laatuvaatimukset yms.)
- kuvataan menetelmä luettelemalla ne työn osat, jotka työssä tarvitaan ja joiden työsisältö ja aika on tiedossa
- otetaan taloudellisuusstandardeista työn osien toteutukseen tarvittavat aika-arvot ja lasketaan koko työn aika osa-aikojen avulla
- varmistaudutaan, että työ toteutetaan aika-arvojen laskennassa käytetyllä menetelmällä.

Taloudellisuusstandardien laadintaan ja muiden standardiaikajärjestelmien rakentamiseen liittyvä menetelmöinti voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen menetelmöinnin luonteen perusteella:

- yleinen menetelmätyö eli laajat, koko työtä koskevat toimenpiteet, kuten rakenteiden, työvälineiden ja koneiden standardisointi, työnkulun yksinkertaistaminen, työnjärjestelyn ja työpaikkajärjestelyjen kehittäminen sekä organisaation parantaminen ja materiaalipalvelujen kehittäminen
- yksityiskohtainen menetelmätyö eli työnmittauksen yhteydessä suoritettavat toimenpiteet kuten työpaikkajärjestelyjen ja työmenetelmien kehittäminen, työkalujen, työn ergonomisen suoritusastavan ja työturvallisuuden parantaminen
- tutkimustulosten käsittelyn yhteydessä suoritettu menetelmäsuunnittelu poistamalla tarpeettomat työt ja työnosat, yhdistämällä eri töitä työn osia, jakamalla suuria kokonaisuuksia pieniksi muuttamalla työkeskinäistä järjestystä sekä yksinkertaistamalla työnvaiheita, tuotoita ja työpaikkajärjestelyjä.